

DIN 11622-2



ICS 65.040.20; 65.060.25

Ersatz für
DIN 11622-2:2004-06;
mit DIN 11622-5:2015-09
Ersatz für
DIN 11622-1:2006-01

Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos – Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton

Silage and liquid manure containers, containers in biogas plants, bunker silos and trench silos –

Part 2: Silage and liquid manure containers and containers in biogas plants made of concrete

Conteneurs d'ensilage et à lisier, conteneurs à centrale de biogaz, silos couloir et silos tranchés –

Partie 2: Conteneurs d'ensilage et à lisier, conteneurs à centrale de biogaz en béton

Gesamtumfang 26 Seiten

DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)



Inhalt

Seite

Vorwort4

1 Anwendungsbereich5

2 Normative Verweisungen5

3 Begriffe7

3.1 **Stoffe**7

3.2 **Bauwerke**8

4 Allgemeines10

5 Einwirkungen10

5.1 **Allgemeines**10

5.2 **Gärfuttersilos**10

5.2.1 **Füllung**10

5.2.2 **Innerer Unter- oder Überdruck**10

5.2.3 **Nutzlasten auf Abdeckungen und Dächern von Gärfuttersilos sowie auf Arbeitsbühnen**10

5.2.4 **Entspannungslasten bei Gärfuttersilos**11

5.3 **Gülle- und Biogasbehälter**11

5.3.1 **Füllung**11

5.3.2 **Innerer Unter- oder Überdruck**11

5.3.3 **Nutzlasten auf Abdeckungen und Dächern von Güllebehältern und Biogasbehältern sowie auf Arbeitsbühnen**11

5.3.4 **Verkehrslasten auf Decken über Biogasbehältern und Güllebehältern**11

5.4 **Erddruck und Auftrieb**12

5.5 **Temperatureinfluss**12

5.6 **Eisdruck bei Güllebehältern**12

5.7 **Erdbeben**12

6 Baustoffe, Bauteile und Bauausführung12

6.1 **Allgemeines**12

6.2 **Anforderungen**13

6.2.1 **Güllebehälter**13

6.2.2 **Güllekanal, Güllewanne**13

6.2.3 **Silagesickersaftbehälter**13

6.2.4 **Festmistplatte**14

6.2.5 **Behälter in Biogasanlagen**14

6.3 **Beschichtungen und Auskleidungen**15

6.4 **Abdichtung von Fugen**15

6.4.1 **Allgemeines**15

6.4.2 **Arbeitsfugen**16

6.5 **Befestigungsmittel, Abstandhalter und Schalungsanker**16

6.6 **Nachbehandlung**16

6.7 **Instandsetzung von Rissen, Ausbrüchen, Abplatzungen**17

7 Baugrund17

8 Betriebliche Einrichtungen18

8.1 **Betriebliche Einrichtungen für Gärfuttersilos**18

8.1.1 **Öffnungen und Verschlüsse**18

8.1.2 **Druckausgleichseinrichtungen**18

8.2 **Betriebliche Einrichtungen für Güllebehälter**18

8.2.1 **Öffnungen**18

8.2.2 **Homogenisier-Einrichtungen**18

9 Dichtheitskontrolle18

10	Arbeitssicherheit	18
11	Herstellung, Kennzeichnung, Betriebsanleitung und Kontrolle.....	19
11.1	Herstellung und Montage	19
11.2	Kennzeichnung.....	19
11.3	Betriebsanleitung und Kontrolle.....	19
	Anhang A (normativ) Gärfutterlasten	20
	Anhang B (normativ) Expositionsklassen	21
B.1	Allgemeines	21
B.2	Güllebehälter, Gärrestlager und Güllekeller	21
B.2.1	Offene Güllebehälter/Gärrestlager.....	21
B.2.2	Gedeckte Güllebehälter / Güllekeller.....	22
B.3	Behälter für Biogasanlagen, gedeckt, außen gedämmt	23
B.4	Behälter in Biogasanlagen, gedeckt, ungedämmt	24
B.5	Sickersaftbehälter	25
B.6	Festmistplatten	25
B.7	Gärfuttersilo	26

Vorwort

Dieses Dokument wurde im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) vom Arbeitsausschuss NA 005-11-95 AA „Gärfuttersilos und Güllebehälter“ erarbeitet.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. Das DIN [und/oder die DKE] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Die Normen des Gesamtwerkes DIN 11622, „Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos“ sind:

- Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
- Teil 4: Gärfutterhochsilos und Güllehochbehälter aus Stahl (in Vorbereitung)
- Teil 5: Fahrsilos
- Teil 22: Betonschalungssteine für Gärfuttersilos, Güllebehälter, Fahrsilos und Güllekanäle

Änderungen

Gegenüber DIN 11622-1:2006-01 und DIN 11622-2:2004-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der technische Inhalt der Norm wurde vollständig überarbeitet und an die neuen Regelwerke, z. B. Eurocodes, angepasst;
- b) Inhalte aus Teil 1 wurden überarbeitet und in Teil 2 integriert;
- c) Fahrsilos werden im neuen Teil 5 geregelt;
- d) die Norm wurde redaktionell überarbeitet und an die aktuellen Gestaltungsregeln angepasst;
- e) Behälter in Biogasanlagen mit Gärsubstraten und Gärresten landwirtschaftlicher Herkunft neu aufgenommen.

Frühere Ausgaben

DIN 11621: 1949-12, 1963-08

DIN 11622-1: 1973-08, 1994-07, 2006-01

DIN 11622-2: 1973-08, 1994-07, 2004-06

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Gärfuttersilos, Silagesickersaftbehälter, Güllebehälter, Güllekeller, Güllewannen, Güllekanäle, Festmistlager und Behälter in Biogasanlagen mit Gärs substraten und Gärresten landwirtschaftlicher Herkunft aus Beton, Stahl- oder Spannbeton.

Die Bauwerke können ganz über dem Erdreich oder ganz oder teilweise im Erdreich erstellt werden.

Anforderungen für Betonschalungssteine sind in DIN 11622-22 festgelegt.

Fahrsilos sind in DIN 11622-5 geregelt.

ANMERKUNG Auf weitergehende bauordnungsrechtliche und wasserrechtliche Anforderungen wie die Technischen Regeln wassergefährdende Stoffe wird hingewiesen. Insbesondere können Leckageerkennungssysteme erforderlich werden.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. 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).

DIN 1045-2:2008-08, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 2: Beton — Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität — Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1*

DIN 1045-3:2012-03, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 3: Bauausführung — Anwendungsregeln zu DIN EN 13670*

DIN 1045-4:2010-12, *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton — Teil 4: Ergänzende Regeln für die Herstellung und die Konformität von Fertigteilen*

DIN 1054, *Baugrund — Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau — Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1*

DIN 1072:1985-12, *Straßen- und Wegbrücken; Lastannahmen*

DIN 4020, *Geotechnische Untersuchungen für bautechnische Zwecke — Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-2*

DIN 11622-5:2015-09, *Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos — Teil 5: Fahrsilos*

DIN 11622-22, *Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos — Teil 22: Betonschalungssteine für Gärfuttersilos, Fahrsilos, Güllebehälter und Güllekanäle*

DIN 18202:2013-04, *Toleranzen im Hochbau — Bauwerke*

DIN EN 206-1, *Beton — Teil 1: Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität;*

DIN EN 1990, *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*

DIN EN 1991 (alle Teile), *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke*

DIN EN 1991-1-1/NA:2010-12, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 1-1: Allgemeine Einwirkungen auf Tragwerke — Wichten, Eigengewicht und Nutzlasten im Hochbau*

DIN EN 1991-4/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke — Teil 4: Einwirkungen auf Silos und Flüssigkeitsbehälter*

DIN EN 1992-1-1:2011-01, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Deutsche Fassung EN 1992-1-1:2004 + AC:2010*

DIN EN 1992-1-1/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken — Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*

DIN EN 1992-3, *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton*

DIN EN 1992-3/NA, *Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 3: Silos und Behälterbauwerke aus Beton*

DIN EN 1997-1, *Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 1997-1/NA, *Nationaler Anhang — National festgelegte Parameter — Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik — Teil 1: Allgemeine Regeln*

DIN EN 10051, *Kontinuierlich warmgewalztes Band und Blech abgelängt aus Warmbreitband aus unlegierten und legierten Stählen — Grenzabmaße und Formtoleranzen*

DIN EN 10088-2, *Nichtrostende Stähle — Teil 2: Technische Lieferbedingungen für Blech und Band aus korrosionsbeständigen Stählen für allgemeine Verwendung*

DIN EN 12390-3, *Prüfung von Festbeton — Teil 3: Druckfestigkeit von Probekörpern*

DIN EN 13670:2011-03, *Ausführung von Tragwerken aus Beton; Deutsche Fassung EN 13670:2009*

DIN EN 14879-5, *Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien — Teil 5: Auskleidungen für Bauteile aus Beton*

TRwS 792, JGS-Anlagen (in Vorbereitung)¹⁾

TRwS 793, Biogasanlagen (in Vorbereitung)¹⁾

DAfStb-Richtlinie - Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen²⁾

RStO 12, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaues von Verkehrsflächen²⁾

1) Zu beziehen bei: DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Theodor-Heuss-Allee 17, 53773 Hennef

2) Nachgewiesen in der DITR-Datenbank der DIN Software GmbH, zu beziehen bei: Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1 Stoffe

3.1.1

Biogas

gasförmiges Produkt der Vergärung, das hauptsächlich aus Methan und Kohlenstoffdioxid besteht und je nach Einsatzstoffen außerdem Ammoniak, Schwefelwasserstoff, Wasserdampf oder andere verdampfbare Bestandteile in unterschiedlichen Konzentrationen enthalten kann

3.1.2

Festmist

tierische Ausscheidungen, auch mit Einstreu, insbesondere Stroh, Sägemehl, Torf oder anderem pflanzlichen Material, das im Rahmen der Tierhaltung zugefügt worden ist und/oder mit Futterresten

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Trockensubstanzgehalt übersteigt 15 % (Massenanteil).

3.1.3

Gärfutter

Silage

unter Luftabschluss durch Milchsäuregärung (Silieren) haltbar gemachtes Pflanzenmaterial zur Verwendung als Tierfutter

3.1.4

Gärrest

flüssiger oder fester Stoff landwirtschaftlicher Herkunft, der bei der Biogasherstellung (Vergärung) aus den Gärsubstraten entsteht

3.1.5

Gärsaft

beim Silieren und Lagern von Gärfutter oder Gärsubstraten durch Zellaufschluss, Pressdruck und Reaktion entstehende säurehaltige Flüssigkeit

3.1.6

Gärsubstrate

Eintragsstoffe zur Gewinnung von Biogas im Sinne dieser Norm bestehen aus:

- pflanzlichen Biomassen (frisch oder siliert) aus der landwirtschaftlichen Grundproduktion;
- Pflanzen und Pflanzenbestandteilen, die in landwirtschaftlichen, forstwirtschaftlichen oder gartenbaulichen Betrieben oder im Rahmen der Landschaftspflege anfallen, sofern sie nicht anders genutzt worden sind;
- pflanzliche Rückstände aus der Herstellung von Getränken, soweit bei der Be- und Verarbeitung keine wassergefährdenden Stoffe zugesetzt werden und sich die Gefährlichkeit mit der Be- und Verarbeitung nicht erhöht sowie Rückstände aus der Be- und Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte, wie Obst-, Getreide- und Kartoffelschlempen, soweit bei der Be- und Verarbeitung keine wassergefährdenden Stoffe zugesetzt werden und sich die Gefährlichkeit bei der Be- und Verarbeitung nicht erhöht;
- Silagesickersaft; oder
- tierischen Ausscheidungen wie Jauche, Gülle, Festmist, Geflügelkot.

3.1.7

Gülle

Flüssigmist

Jauche

tierische Ausscheidungen, auch mit geringen Mengen Einstreu, Futterresten, Reinigungswasser und/oder Niederschlagswasser

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Trockensubstanzgehalt beträgt höchstens 15 % (Massenanteil).

3.1.8

Silagesickersaft

Siliersaft

Gärsaft (3.1.5) gegebenenfalls mit Niederschlagswasser

3.2 Bauwerke

3.2.1

Auskleidung

Folien, Dichtungsbahnen oder Platten aus Thermoplast, Duroplast oder Gummi, die mit dem Untergrund haftend oder nicht haftend verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch Tabelle B.3, Fußnote b.

3.2.2

Beschichtung

organischer oder anorganischer, flüssiger bis pastenartiger Stoff zum Korrosionsschutz von Betonbauteilen, der hauptsächlich durch Spachteln, Streichen, Rollen oder Spritzen aufgebracht wird

3.2.3

Biogasbehälter

Behälter im Gärprozess einer Biogasanlage

BEISPIEL Fermenter, Nachgärer, Gärrestlager, Eintragsbunker.

3.2.4

Fermenter

ortsfester, beheizter Behälter mit Gaserfassung, in dem eine Vergärung (Fermentation) der Gärsubstrate zur Erzeugung von Biogas stattfindet

3.2.5

Nachgärer

Nachgärlager

Behälter, der dem Fermenter nachgeschaltet ist und der über eine Gaserfassung verfügt und der je nach Betriebsweise beheizt oder unbeheizt sein kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Nachgärer und Gärrestlager können verfahrenstechnisch kombiniert genutzt werden.

3.2.6

Gärrestlager

unbeheizter Behälter mit oder ohne Gaserfassung zur Lagerung der Gärreste, der dem Fermenter oder Nachgärer nachgeschaltet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Dem Behälter können Niederschlagswasser und Silagesickersäfte zugeführt werden. Bei festen Gärresten kann das Gärrestlager aus einer befestigten und flüssigkeitsundurchlässigen Fläche bestehen.

3.2.7**Eintragsbunker**

Vorlagebehälter

Behälter, aus denen eine kontinuierliche Beschickung oder eine Beschickung in Intervallen des Fermenters mit Gärsubstrat sichergestellt wird

Anmerkung 1 zum Begriff: In den Vorlagebehältern können auch Misch- und Hygienesierungsprozesse stattfinden.

3.2.8**Fahrsilo**

Flachsilo

ortsfestes, auf mindestens einer Seite offenes, befahrbares Bauwerk zur Herstellung und Lagerung von Gärfutter (Silage) oder festen Gärsubstraten

ANMERKUNG Nicht befahrbare Bauwerke siehe 3.2.10.

3.2.9**Festmistplatte**

Festmistlager

Ortsfeste, befestigte Fläche zur Lagerung von Festmist, die durch Aufkantungen oder Wände abgegrenzt sein kann

3.2.10**Gärfuttersilo**

ortsfestes, nicht befahrbares Bauwerk zur Herstellung und Lagerung von Gärfutter (Silage)

ANMERKUNG Befahrbare Anlagen siehe 3.2.8.

3.2.11**Güllebehälter**

Vorgrube

Jauchebehälter

ortsfester Behälter zur Lagerung von Gülle oder Jauche, dem Niederschlagswasser und Silagesickersäfte zugeführt werden können

3.2.12**Güllekanal**

Güllekanal

Güllewanne

Raum unter und neben Stallanlagen zum Ableiten oder zur Lagerung von Gülle

3.2.13**JGS-Anlage**

Jauche-, Gülle- und Silagesickersaftanlage

Anlage zum Lagern oder Abfüllen ausschließlich von

- 1) Wirtschaftsdünger, insbesondere Gülle oder Festmist,
- 2) Jauche,
- 3) Tierischen Ausscheidungen nicht landwirtschaftlicher Herkunft, auch in Mischung mit Einstreu oder in verarbeiteter Form,
- 4) Flüssigkeiten, die während der Herstellung oder Lagerung von Gärfutter durch Zellaufschluss oder Pressdruck anfallen und die überwiegend aus einem Gemisch aus Wasser, Zellsaft, organischen Säuren und Mikroorganismen sowie etwaigem Niederschlagswasser bestehen (Silagesickersaft), oder
- 5) Silage oder Siliergut, soweit hierbei Silagesickersaft anfallen kann

3.2.14**Leckageerkennungssystem**

Einrichtungen, die eventuell ausgelaufene wassergefährdende Flüssigkeiten oder eingedrungenes Wasser in einem Kontrollraum oder einer Rückhalteeinrichtung erkennen lassen oder selbsttätig anzeigen

3.2.15

Silagesickersaftbehälter

ortsfester Behälter zur Lagerung von Silagesickersäften

4 Allgemeines

JGS-Anlagen und Biogasanlagen müssen so beschaffen sein und betrieben werden, dass in ihnen vorhandene wassergefährdende Stoffe nicht austreten können. Sie müssen flüssigkeitsundurchlässig, standsicher und gegen die zu erwartenden mechanischen, thermischen und chemischen Einflüsse widerstandsfähig sein.

Es gelten die Regeln der Eurocode-Normenreihen DIN EN 1990 und DIN EN 1991, DIN EN 1992-1-1, DIN EN 206-1, DIN 1045-2, DIN EN 13670, DIN 1045-3 und DIN 1045-4, sofern nachfolgend keine anderen Festlegungen getroffen sind.

Die bauteilbezogene Zuordnung der Expositionsklassen ist Anhang B zu entnehmen.

5 Einwirkungen

5.1 Allgemeines

Geräte und Maschinen, die direkt mit dem Bauwerk verbunden sind (z. B. Fräsen, Pumpen, Rührwerke), sind sowohl mit dem Einfluss ihrer Eigenlast als auch mit Lasten, die von Betriebszuständen herrühren, als ständige Einwirkung zu berücksichtigen (Homogenisier-Einrichtungen siehe 8.2.2).

Die statische Berechnung muss Angaben über die Belastung aus der gewählten Gerätetechnik enthalten.

5.2 Gärfuttersilos

5.2.1 Füllung

Die Lasten für Gärfutter sind nach Anhang A als ständige Einwirkung anzusetzen. Für die Füllhöhe h ist der obere Rand des Silos anzunehmen; mögliche Überfüllhöhen sind zu berücksichtigen. Bei Obenentnahme mit Fräse darf die Füllhöhe um 1,0 m vermindert werden.

Bei Gärfuttersilos mit Untenentnahme muss wegen einer eventuell im Futterstock auftretenden Gewölbewirkung das gesamte Füllgut oberhalb der Höhe von 2,0 m über dem Gärfuttersiloboden als Vertikallast auf die Gärfuttersilowand angesetzt werden. Dies gilt nicht für die Füllgutklasse 3 nach Tabelle A.1.

5.2.2 Innerer Unter- oder Überdruck

Bei allseitig geschlossenen und im Wesentlichen gasdichten Gärfuttersilos mit Druckausgleichseinrichtungen nach 8.1.2 ist die Unter- oder Überdruckbildung zu berücksichtigen.

Als Belastung darf in die statischen Nachweise der Einstelldruck der Ventile als veränderliche Einwirkung eingeführt werden, wobei Anzahl und Maße der Ventile der Gärfuttersilogröße anzupassen sind.

Zur Berechnung der Wand darf der innere Überdruck vernachlässigt werden, wenn er $5,0 \text{ kN/m}^2$ nicht übersteigt. Bei der Berechnung der Gärfuttersilodecke ist stets der mögliche Unter- oder Überdruck zu berücksichtigen.

5.2.3 Nutzlasten auf Abdeckungen und Dächern von Gärfuttersilos sowie auf Arbeitsbühnen

Siloabdeckungen sind für Schneelast und eine Einzellast von mindestens 1 kN an ungünstigster Stelle zu bemessen.

Massive Dachdecken und Arbeitsbühnen sind für eine gleichmäßig verteilte Last von mindestens 2 kN/m^2 als veränderliche Einwirkung zu bemessen. Eine ggf. höhere Schneelast ist zu berücksichtigen.

Bei der Verwendung von zeltartigen Dächern ist der Planenzug auf den Behälterrand anzusetzen.

5.2.4 Entspannungslasten bei Gärfuttersilos

Für die bei der Entleerung wirkenden negativen Wandreibungslasten (Entspannung des Futterstockes bei Obenentnahme) sind 4 kN je m Umfang als veränderliche Einwirkung anzusetzen.

5.3 Gülle- und Biogasbehälter

5.3.1 Füllung

Für Gülle und Gärsubstrat ist eine Wichte von mindestens 10 kN/m³ anzunehmen. Bei Behältern mit weitgehend gleichmäßiger Füllhöhe, z. B. Fermenter, darf die Füllung als ständige Einwirkung behandelt werden, wobei dann alle ψ -Beiwerte gleich 1,0 zu setzen sind.

Bei Behältern mit häufig wechselnden Füllhöhen, z. B. Güllebehälter, darf bei Ansatz des maximal möglichen Füllstandes die Füllung als veränderliche Einwirkung behandelt werden, wobei dann der ψ_2 -Beiwert für die Füllung zu 0,5 anzunehmen ist.

5.3.2 Innerer Unter- oder Überdruck

Sofern bei Gülle- und Biogasbehältern eine Druckentwicklung nicht ausgeschlossen werden kann, ist die Unter- oder Überdruckbildung als veränderliche Einwirkung zu berücksichtigen.

Als Belastung darf in die statischen Nachweise der Einstelldruck der Ventile eingeführt werden, wobei Anzahl und Maße der Ventile der Behältergröße anzupassen sind.

Zur Berechnung der Wand darf der innere Überdruck vernachlässigt werden, wenn er 5,0 kN/m² nicht übersteigt. Bei der Berechnung der Behälterdecke ist stets der vorhandene Unter- oder Überdruck zu berücksichtigen.

5.3.3 Nutzlasten auf Abdeckungen und Dächern von Güllebehältern und Biogasbehältern sowie auf Arbeitsbühnen

Behälterabdeckungen sind für Schneelast und eine Einzellast von mindestens 1 kN an ungünstigster Stelle zu bemessen.

Massive Dachdecken und Arbeitsbühnen sind für eine gleichmäßig verteilte Nutzlast von mindestens 2 kN/m² als veränderliche Einwirkung zu bemessen. Eine ggf. höhere Schneelast ist zu berücksichtigen.

Bei der Verwendung von zeltartigen Dächern ist der Planenzug auf den Behälterrand anzusetzen.

5.3.4 Verkehrslasten auf Decken über Biogasbehältern und Güllebehältern

Verkehrslasten auf befahrbaren Decken über Güllebehältern und Biogasbehältern sind nach DIN EN1991-1-1/NA:2010-12, NCI NA.3.3.3 wie folgt anzusetzen:

Bei Decken, die planmäßig von Fahrzeugen befahren werden, gelten die Lasten der Brückenklassen (16/16 bis 30/30) nach DIN 1072:1985-12. Zusätzlich können die Lasten der Nachrechnungsklasse 12/12 angesetzt werden.

Decken, die nur im Brandfall von Feuerwehrfahrzeugen befahren werden, sind für die Brückenklasse (12/12) nach DIN 1072:1985-12, Tabelle 2, zu berechnen. Dabei ist jedoch nur ein Einzelfahrzeug in ungünstigster Stellung anzusetzen; auf den umliegenden Flächen ist die gleichmäßig verteilte Last der Hauptspur in Rechnung zu stellen. Der nach DIN 1072:1985-12 geforderte Nachweis für die einzelne Achslast von 110 kN darf entfallen. Diese Verkehrslast darf als vorwiegend ruhend eingestuft werden.

Bei landwirtschaftlichen Betrieben, bei denen mit geringem Fahrzeugaufkommen zu rechnen ist, kann auf den Nachweis der Ermüdung für befahrbare Decken verzichtet werden. In allen anderen Fällen sind die Nachweise gegen Ermüdung zu führen.

Nicht planmäßig befahrbare, ebenerdige Behälterdecken sind für mindestens 5,0 kN/m² zu bemessen.

5.4 Erddruck und Auftrieb

Erddruck ist nach DIN EN 1997-1, DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054 anzusetzen. Dabei ist mit Erdruhedruck zu rechnen, gegebenenfalls unter Berücksichtigung von Verkehrslasten und Stauwasser.

Unabhängig von den örtlichen Gegebenheiten ist auch stets ein Lastfall gefüllter Gärfuttersilo, Behälter in Biogasanlagen bzw. Güllebehälter ohne Erddruck und ohne Stauwasser zu untersuchen.

Der Erddruck aus Hinterfüllung auf Gülle- und Biogasbehälter darf von allen Seiten gleich angenommen werden, wenn die Hinterfüllung bei horizontalem Gelände gleichmäßig eingebracht wird und sichergestellt ist, dass durch Nutzlasten keine größeren einseitigen Erddrücke ausgelöst werden.

Die Auftriebssicherheit ist nachzuweisen.

Falls der höchste äußere Wasserstand höher liegt als die Behältersohle und die Auftriebssicherheit nur bei teilgefülltem Behälter sichergestellt ist, muss eine Kontrolleinrichtung vorgesehen werden, um den äußeren Wasserstand verfolgen zu können.

Mögliche Auftriebskräfte und verminderte Gleitreibungsbeiwerte durch wasserrechtlich erforderliche Leckageerkennungssysteme sind zu berücksichtigen.

Die Wirkung von außen drückender Wässer (zeitweise aufstauende Wässer und Grundwasser) ist bei der Planung der Anlage zu berücksichtigen, z.B. durch:

- Nachweis einer Mindestdruckzonenhöhe von 5 cm,
- geeignete Leckageerkennung.

5.5 Temperatureinfluss

Temperatureinflüsse und Temperaturgradienten innerhalb der Bauteilquerschnitte sind zu berücksichtigen.

Die bei der Aufheizung des Substrates entstehenden Temperaturdifferenzen im Bauteilquerschnitt von Biogasbehältern sind bei der statischen Berechnung zu berücksichtigen.

5.6 Eisdruck bei Güllebehältern

Lasten und Kräfte aus einer geschlossenen Eisdecke sind durch betriebliche Maßnahmen zu verhindern (siehe 11.3).

5.7 Erdbeben

Beanspruchungen aus Erdbeben sind gegebenenfalls zu berücksichtigen. Der Bedeutungsbeiwert ψ_1 ist mit 1,2 anzusetzen.

6 Baustoffe, Bauteile und Bauausführung

6.1 Allgemeines

Silos und Behälter müssen so ausgeführt werden, dass Silagesickersaft und Gülle nicht in das Erdreich und umgebende Wasser gelangen. Dies gilt gleichermaßen für Kanäle, Vorgruben und Pumpensümpfe. Im Erdreich verlegte Leitungen sind mit dem Bauwerk flexibel zu verbinden, um Schäden aus unterschiedlichen Setzungen zu vermeiden.

Die Mindestbauteildicke für Behälter mit einem Fassungsvermögen über 20 m³ beträgt 18 cm. Bei Betonfertigteilen mit einem äquivalenten Wasserzementwert $(w/z)_{eq} \leq 0,45$ darf die Mindestbauteildicke auf 16 cm vermindert werden.

Davon abweichende Bauteildicken sind möglich, wenn

- Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit für den Verwendungszweck nachgewiesen werden und
- die Abdichtung der Bauteile durch eine Beschichtung oder Auskleidung mit bauordnungsrechtlichem Verwendbarkeitsnachweis unter Berücksichtigung der wasserrechtlichen Anforderungen für den jeweiligen Verwendungszweck erfolgt.

Vorgespannte Fertigteile können unter folgenden Voraussetzungen zum Nachweis der Flüssigkeits- undurchlässigkeit mit geringeren Bauteildicken ausgeführt werden: Die Vorspannung ist so hoch zu wählen, dass unter Berücksichtigung der Spannkraftverluste und nach Abzug aller Zugspannungen rechnerisch eine mittlere zentrische Druckspannung von 0,5 N/mm² vorhanden ist. Alternativ kann nachgewiesen werden, dass in allen Belastungszuständen eine Druckzonenhöhe von mindestens 5,0 cm vorhanden ist.

Dicke und Konstruktion der Bauteile sind so zu wählen, dass die Bauteile unter Beachtung der erforderlichen Betondeckung, der erforderlichen Bewehrungslagen, Fugenabdichtungen und Einbauteile fachgerecht betoniert und montiert werden können.

Die Bauteildicke von 12 cm darf für Behälter mit einem Fassungsvermögen über 10 m³ nicht unterschritten werden.

Silagesickersäfte und verunreinigtes Niederschlagswasser sind aufzufangen. Ausführungsmöglichkeiten der Entwässerung werden in der TRwS 792 und der TRwS 793 beschrieben.

6.2 Anforderungen

6.2.1 Güllebehälter

Die Anforderungen an Güllebehälter werden unter Berücksichtigung der spezifischen Stoffeigenschaften von Gülle festgelegt. Die Eindringtiefe von Gülle in Beton ist bei vergleichbarem Flüssigkeitsdruck geringer als von Wasser. Gülle gefriert erst bei niedrigeren Temperaturen als Wasser und führt damit zu einem geringeren Frostangriff als Wasser.

Es ist Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN 1045-2 zu verwenden.

Die rechnerische Rissbreite bei Güllebehältern aus Stahlbeton ist auf $w_k = 0,2$ mm unter quasi-ständiger Einwirkungskombination zu begrenzen. Stahlbetonbodenplatten sind arbeits- und dehnfugenfrei herzustellen.

Die Bauausführung von Güllebehältern aus Stahlbeton unterliegt der Überwachungsklasse 2 nach DIN EN 13670:2011-03 und DIN 1045-3:2012-03 für Ortbeton und für Fertigteile gilt zusätzlich DIN 1045-4:2012-02.

Werden Silagesickersäfte in Güllebehälter eingeleitet, ist eine ausreichende Verdünnung und Durchmischung sicherzustellen. Das Sickersaftvolumen darf 10 % der jeweiligen Behälterfüllung betragen.

6.2.2 Güllekeller, Güllekanal, Güllewanne

Für Güllekeller, Güllekanäle und Güllewannen gelten die Bestimmungen von 6.2.1 sinngemäß. Können Beton-Bodenplatten aus verfahrenstechnischen Gründen nicht arbeits- und dehnfugenfrei hergestellt werden, sind die Fugen nach 6.4 abzudichten.

6.2.3 Silagesickersaftbehälter

Die rechnerische Rissbreite ist auf $w_k = 0,2$ mm unter quasi-ständiger Einwirkungskombination zu begrenzen. Stahlbetonbodenplatten sind arbeits- und dehnfugenfrei herzustellen.

Es ist Beton mit hohem Wassereindringwiderstand nach DIN 1045-2 zu verwenden.

Die Bauausführung von Silagesickersaftbehältern unterliegt der Überwachungsklasse 2 nach DIN EN 13670:2011-03 und DIN 1045-3:2012-03.

6.2.4 Festmistplatte

Es dürfen kein Festmist, keine Jauche und kein verunreinigtes Regenwasser von der Festmistplatte in das Erdreich gelangen. Dies ist durch Wände oder Aufkantungungen sicherzustellen. Niederschlagswasser, das auf angrenzenden Flächen anfällt, ist fernzuhalten.

Die Festmistplatte muss eine zuverlässige Ableitung von Jauche und verunreinigtem Regenwasser (z. B. in einen Jauchebehälter) sicherstellen. Dazu sollte das Gefälle der Bodenplatte in Richtung Ablauf mit einem Gefälle von mindestens 2 % und einer Ebenheitstoleranz nach DIN 18202:2013-04, Tabelle 3, Zeile 2b ausgeführt werden. Wenn von diesem Gefälle abgewichen wird, sind die Ebenheitstoleranzen proportional zum gewählten Gefälle umzurechnen.

ANMERKUNG Umrechnungsbeispiel siehe DIN 11622-5:2015-09, 6.2.1.

Die Festmistplatte kann aus bewehrtem und/oder unbewehrtem Beton hergestellt werden.

Unbewehrte Festmistplatten können konstruktiv je nach Fahrzeugbeanspruchung nach Belastungsklasse Bk0,3 oder Bk1,0 der RStO 12, ausgeführt werden.

Bei unbewehrten Festmistplatten aus Beton darf zur Vermeidung von Trenn- und Biegerissen die Kantenlänge einzelner Felder das 25-fache der Plattendicke, maximal jedoch 6 m nicht überschreiten. Das Verhältnis von Länge zu Breite der Platten sollte 1,2 nicht überschreiten.

Bewehrte Festmistplatten aus Beton sind für eine rechnerische Rissbreite von $w_k = 0,2$ mm unter quasi-ständiger Einwirkungskombination nachzuweisen.

Festmist mit hohem Trockenmassegehalt (z. B. Pferde-, Schaf-, und Ziegenmist) darf auch in wannenförmig ausgebildeten Festmistlagern ohne Flüssigkeitsableitung gelagert werden. Für diese ist die rechnerische Rissbreite auf $w_k = 0,2$ mm unter quasi-ständiger Einwirkungskombination zu begrenzen. Für eventuell anfallendes Regenwasser ist ein ausreichendes Rückhaltevermögen vorzusehen.

Unbewehrte Betonwannen sind nicht zulässig.

Die Bauausführung von Festmistplatten unterliegt der Überwachungsklasse 2 nach DIN EN 13670:2011-03 und DIN 1045-3:2012-03.

6.2.5 Behälter in Biogasanlagen

Die rechnerische Rissbreite bei Biogasbehältern aus Stahlbeton ist auf $w_k = 0,2$ mm unter quasi-ständiger Einwirkungskombination zu begrenzen. Stahlbetonbodenplatten sind arbeits- und dehnfugenfrei herzustellen.

Voraussetzung für eine ausreichende Gasdichtheit des Behälters ist im Regelfall ein Beton mit einem Wasserzementwert $w/z \leq 0,45$ sowie eine fachgerechte Verarbeitung und Nachbehandlung, ergänzt durch eine Beschichtung oder Auskleidung des Betons im Gasraum des Behälters. Gasdurchlässige Trennrisse müssen geschlossen werden, wenn die Gasdichtheit nicht durch rissüberbrückende Beschichtungen oder Auskleidungen sichergestellt wird. Alternativ zu Auskleidung oder Beschichtung kann die Gasdichtheit durch gleichwertige Maßnahmen sichergestellt werden, z. B. Vorspannung oder schärfere Rissbreitenbeschränkung.

Die vereinbarte Gasdichtheit ist objektbezogen nachzuweisen.

Verfahrensbedingt auftretende Über- und Unterdrücke können im Einzelfall zusätzliche Maßnahmen erfordern.

Mit einer Selbstheilung von Rissen kann im Gasbereich nicht gerechnet werden.

Die Bauausführung von Stahlbetonbehältern in Biogasanlagen unterliegt der Überwachungsklasse 2 nach DIN EN 13670:2011-03 und DIN 1045-3:2012-03.

Im gesamten Gasraum ist für einen Schutz des Betons gegen Angriff durch biogene Schwefelsäure zu sorgen. Auskleidung bzw. Beschichtung müssen ausreichend tief in das Substrat eintauchen.

Auf einen Schutz darf verzichtet werden, wenn prozessbedingt ein starker chemischer Angriff dauerhaft verhindert wird und gasdurchlässige Trennrisse geschlossen werden.

6.3 Beschichtungen und Auskleidungen

Innenflächen und Verschlüsse von Öffnungen müssen gegen Inhaltsstoffe des Lagergutes ausreichend beständig sein. Wenn in Güllebehälter Silagesickersäfte eingeleitet werden, muss eine ausreichende Verdünnung vorhanden sein oder die Innenflächen müssen auch gegen Silagesickersaft beständig sein.

Die verwendeten Materialien zum Schutz der Innenflächen müssen bei Gärfuttersilos für Mensch und Tier physiologisch unbedenklich sein.

Die verwendeten Materialien müssen untereinander verträglich sein.

Es sind Beschichtungen und Auskleidungen zu verwenden, für die durch einen bauordnungsrechtlichen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist, dass die für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllt sind, insbesondere die Beständigkeit gegenüber Jauche, Gülle und Silagesickersäfte bzw. Gärreste.

6.4 Abdichtung von Fugen

6.4.1 Allgemeines

Alle Fugen sind in geeigneter und dauerhafter Weise flüssigkeitsundurchlässig abzudichten.

Als Fugenabdichtung dürfen nur Bauprodukte verwendet werden, für die durch einen bauordnungsrechtlichen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist, dass die für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllt sind, insbesondere die Beständigkeit gegenüber Jauche, Gülle und Silagesickersaft bzw. Gärreste.

Fugen sind planmäßig festzulegen und entwurfsmäßig auszuführen.

Für Fugenbleche, die im Geltungsbereich dieser Norm eingesetzt werden, ergibt sich die Verwendbarkeit aus der Übereinstimmung mit der Technischen Regel nach Bauregelliste A Teil 1 Nr. 15.37. Die nachfolgenden Anforderungen sind einzuhalten.

In Arbeitsfugen und für Sollrissquerschnitte können Fugenbleche aus fettfreien, unbeschichteten Blechen nach DIN EN 10051 oder nach DIN EN 10088-2, Werkstoff-Nr. 1.4571, mit einer Blechdicke von mindestens 1,5 mm verwendet werden. Dabei darf die Breite des Blechbandes bis zu einem Flüssigkeitsdruck bis 3 m Flüssigkeitssäule 250 mm nicht unterschreiten. Bei Flüssigkeitsdrücken zwischen 3 m und 10 m Flüssigkeitssäule muss die Blechbreite mindestens 300 mm betragen. Bei Flüssigkeitsdrücken über 10 m Flüssigkeitssäule muss die Blechbreite mindestens 350 mm betragen.

Die Verbindung der Fugenbleche erfolgt durch:

- Verschweißen; oder
- durch vollflächiges Verkleben mit 2-komponentigem Klebstoff. Der Klebstoff ist auf die Materialqualität der Fugenbleche abzustimmen. Die Verklebung erfolgt über eine Länge von 150 mm; oder
- durch Klemmen mit einer elastomeren Zwischenlage. Die beidseitig angeordneten Klemmleisten müssen einen Klemmbereich von mindestens 150 mm sicherstellen. Die Dicke der elastomeren Zwischenlage beträgt 2 mm.

Fugenbleche sind in der Mitte des Betonquerschnitts einzubauen und müssen planmäßig beiderseits der Fuge jeweils mit ihrer halben Breite in den Beton einbinden.

Die ordnungsgemäße Lage der Fugenbleche ist vor und während des Betonierens zu kontrollieren.

6.4.2 Arbeitsfugen

Fugen zwischen Fertigteilelementen können mittels Vorspannung nach DIN EN 1992-1-1/NA und DIN EN 1992-3/NA und Injektion der Stoßfugen mit Zementmörtel nach DIN 1045-2:2008-08, 5.3.8 oder anderen geeigneten Materialien mit bauordnungsrechtlichem Verwendungsnachweis abgedichtet werden.

Werden Behälter aus Stahlbetonfertigteilen vorgespannt, so gilt für deren Bemessung und Konstruktion DIN EN 1992-1-1/NA. Die Vorspannung ist so groß zu wählen, dass unter Berücksichtigung der Reibungsverluste, des Kriechens und Schwindens und etwaiger Verformungen in den Fugen unter der ungünstigsten Lastkombination eine Druckspannung von mindestens $0,5 \text{ N/mm}^2$ verbleibt.

In bewehrten Arbeitsfugen kann ein flüssigkeitsundurchlässiger Anschluss auch ohne zusätzliche Einbauteile erreicht werden, wenn die folgenden Maßnahmen durchgeführt werden:

- Nach dem Betonieren der Anschlussfläche ist die Zementschlämme auf der Oberfläche der Arbeitsfuge zu entfernen, das Korngerüst muss freiliegen.
- Der Beton ist im Bereich der Arbeitsfuge durch ständiges Feuchthalten so lange nachzubehandeln, bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons mindestens 70 % der charakteristischen Betonfestigkeit beträgt.
- Die Arbeitsfuge muss rau nach DIN EN 1992-1-1, mattfeucht sowie frei von Verunreinigungen, Rückständen und Trennmitteln sein.
- Beim Betonieren des Anschlusses ist eine spezielle Anschlussmischung des Betons vorzusehen.

6.5 Befestigungsmittel, Abstandhalter und Schalungsanker

Für die Befestigungen von Anbauteilen bzw. Verankerungen dürfen Verbunddübel, Ankerschienen bzw. Kopfbolzen mit allgemeiner bauordnungsrechtlicher Zulassung bzw. europäisch technischer Bewertung verwendet werden. Die Befestigungen sind zu planen. Bei der Verwendung von Verbunddübeln ist die Eignung gegenüber dem beaufschlagenden Medium sicherzustellen (z. B. durch eine Herstellererklärung). Der Einbau der Befestigungsmittel hat so zu erfolgen, dass die Bohrlochtiefe kleiner der um 50 mm reduzierten Bauteildicke ist.

Einbauteile sind so auszubilden, dass die Flüssigkeitsundurchlässigkeit gewährleistet ist.

Durchdringungen für Schalungsanker sind flüssigkeitsundurchlässig und medienbeständig zu schließen. Die Anforderung wird insbesondere erfüllt durch Schalungsanker mit mittiger Dichtscheibe (Durchmesser der Dichtscheibe $\geq 120 \text{ mm}$) oder flüssigkeitsundurchlässig geschlossenen Distanzrohren mit mittiger Dichtscheibe (Breite der Dichtscheibe $\geq 150 \text{ mm}$).

Es sind Abstandhalter zu verwenden, die die Flüssigkeitsundurchlässigkeit örtlich nicht beeinträchtigen und medienbeständig sind.

6.6 Nachbehandlung

Für Nachbehandlung und Schutz des jungen Betons gelten DIN EN 13670 und DIN 1045-3. Die Nachbehandlung muss mindestens so lange durchgeführt werden, bis die Festigkeit des oberflächennahen Betons 70 % der charakteristischen Festigkeit des verwendeten Betons erreicht hat. Diese Anforderungen sind in Tab. 1 in eine Mindestdauer der Nachbehandlung umgesetzt. Ein genauerer Nachweis ist möglich, dies gilt nicht für Gärftersilos.

Die Nachbehandlung muss nachweislich eine Wasserrückhaltung bewirken, die mindestens einer dicht anliegenden $0,3 \text{ mm}$ dicken Folie entspricht.

ANMERKUNG Eine Verlängerung der Nachbehandlung über die Mindestzeit hinaus, führt in der Regel zu einer Verbesserung der Dauerhaftigkeit der Betonoberfläche.

Tabelle 1 — Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton

Nr.	1	2	3	4	5
Oberflächentemperatur ϑ °C ^e	Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen^a				
	Festigkeitsentwicklung des Betons^c $r = f_{cm2}/f_{cm28}^d$				
	Schnell	mittel	langsam	sehr langsam	
	$r \geq 0,50$	$r \geq 0,30$	$r \geq 0,15$	$r < 0,15$	
1	$\vartheta \geq 25$	2	4	4	6
2	$25 > \vartheta \geq 15$	2	4	8	10
3	$15 > \vartheta \geq 10$	4	8	14	20
4	$10 > \vartheta \geq 5^b$	6	12	20	30

a Bei mehr als 5 h Verarbeitbarkeitszeit ist die Nachbehandlungsdauer angemessen zu verlängern.

b Bei Temperaturen unter 5 °C ist die Nachbehandlungsdauer um die Zeit zu verlängern, während der die Temperatur unter 5 °C lag.

c Die Festigkeitsentwicklung des Betons wird durch das Verhältnis der Mittelwerte der Druckfestigkeiten nach 2 Tagen und nach 28 Tagen (ermittelt nach DIN EN 12390-3) beschrieben, das bei der Eignungsprüfung oder auf der Grundlage eines bekannten Verhältnisses von Beton vergleichbarer Zusammensetzung (d. h. gleicher Zement, gleicher w/z-Wert) ermittelt wurde.
Wird bei besonderen Anwendungen die Druckfestigkeit zu einem späteren Zeitpunkt als 28 Tage bestimmt, ist für die Ermittlung der Nachbehandlungsdauer

- der Schätzwert des Festigkeitsverhältnisses aus dem Verhältnis der mittleren Druckfestigkeit nach 2 Tagen (f_{cm2}) zur mittleren Druckfestigkeit zum Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit zu ermitteln oder
- eine Festigkeitsentwicklungskurve bei 20 °C zwischen 2 Tagen und dem Zeitpunkt der Bestimmung der Druckfestigkeit anzugeben.

d Zwischenwerte dürfen eingeschaltet werden.

e Anstelle der Oberflächentemperatur des Betons darf die Lufttemperatur angesetzt werden.

6.7 Instandsetzung von Rissen, Ausbrüchen, Abplatzungen

Risse in Stahlbetonbauteilen mit $w_{vorh} > 0,2$ mm sind zu schließen. Im Gasraum von Behältern in Biogasanlagen kann projektbezogen auch das Schließen von gasführenden Rissen mit kleinerer Rissbreite notwendig sein. Oberflächige Aufweitungen der Rissflanken, z. B. durch mechanische Beanspruchung, können hierbei unberücksichtigt bleiben.

In unbewehrten Bauteilen sind Trenn- und Biegerisse unzulässig und zu schließen.

Für Instandsetzungen von z. B. Rissen, Ausbrüchen, Abplatzungen sind Instandsetzungssysteme zu verwenden, für die durch einen bauordnungsrechtlichen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist, dass die für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllt sind, insbesondere die Beständigkeit gegenüber Jauche, Gülle und Silagesickesäften. Oberflächige Netzrisse können auch durch druckloses Tränken mit niedrigviskosen Kunstharzen geschlossen werden.

7 Baugrund

Die Beanspruchbarkeit des Baugrundes richtet sich nach DIN EN 1997-1/NA und DIN 1054. Grundlage der Standsicherheits- und Gebrauchstauglichkeitsnachweise ist ein Geotechnischer Bericht nach DIN 4020.

Die Behälter sind frostfrei zu gründen. Alternativ darf bei frostempfindlichem oder undurchlässigem Baugrund unter Bodenplatten für Güllebehälter, Biogasbehälter oder Gärfuttersilos eine mindestens 0,20 m dicke durchlässige Frostschutzschicht angeordnet werden, die gleichzeitig als Dränschicht wirkt. Diese Schicht ist bei gefülltem Becken und in Verbindung mit einer umlaufenden Frostschürze ausreichend. Tiefbehälter oder

Tiefsilos sind hinter der Behälterwand auf etwa 0,60 m Breite mit durchlässigem und frostsicherem Material zu verfüllen. Diese Frostschutzschicht ist bei undurchlässigem Baugrund durch eine Dränage zu entwässern.

8 Betriebliche Einrichtungen

8.1 Betriebliche Einrichtungen für Gärfuttersilos

8.1.1 Öffnungen und Verschlüsse

Bei Gärfuttersilos, sind Öffnungen zum Beschicken und Entleeren sowie zu Kontroll- und Reinigungszwecken erforderlich. Anordnung, Anzahl, Form und Maße der Öffnungen ergeben sich aus dem Verfahren, nach welchem der Gärfuttersilo gefüllt, entleert und gewartet wird. Die Verschlüsse der Öffnungen sind wasserdicht und bruchstark auszubilden. Verschlüsse von Wandöffnungen sind an der Wandinnenseite bündig anzuordnen.

Soweit Öffnungen für den Einstieg von Personen dienen, müssen diese eine lichte Weite von mindestens 0,80 m haben.

Erfolgt die Entnahme über Wandöffnungen, so darf die Unterkante der untersten Entnahmeöffnung höchstens 1,50 m über dem Gärfuttersiloboden liegen. Der Abstand zwischen den Unterkanten übereinanderliegender Einzelöffnungen darf nicht größer als 2 m sein, damit für die im Gärfuttersilo arbeitende Person in Kopfhöhe stets eine Entlüftungsöffnung vorhanden ist. Der Lukenverschluss muss ohne Werkzeug einfach und rasch von außen geöffnet werden können.

8.1.2 Druckausgleichseinrichtungen

In allseitig geschlossenen und im Wesentlichen gasdichten Gärfuttersilos können infolge Gärgasbildung, thermischer Einflüsse, pneumatischer Förderung und beim Entleeren, Über- und Unterdrücke auftreten, die durch Anordnung von Druckausgleichseinrichtungen zu begrenzen sind. Der Einstelldruck der Ventile ist vom Hersteller verbindlich anzugeben.

8.2 Betriebliche Einrichtungen für Güllebehälter

8.2.1 Öffnungen

Geschlossene Güllebehälter müssen für den Betrieb mindestens eine Öffnung von mindestens 0,8 m lichter Weite haben. An gegenüberliegenden Seiten sind unverschließbare Entlüftungsöffnungen mit jeweils mindestens 0,04 m² freiem Querschnitt vorzusehen.

8.2.2 Homogenisier-Einrichtungen

Homogenisier-Einrichtungen sind so anzuordnen, dass keine dynamischen Einwirkungen auf den Güllebehälter übertragen werden. Ist dies nicht möglich, sind dynamische Beanspruchungen zu berücksichtigen.

9 Dichtheitskontrolle

Die Dichtheitskontrolle ist nach TRwS 792 bzw. TRwS 793 durchzuführen.

10 Arbeitssicherheit

Die geltenden Unfallverhütungsvorschriften, z. B. der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, sind einzuhalten.

11 Herstellung, Kennzeichnung, Betriebsanleitung und Kontrolle

11.1 Herstellung und Montage

Bei Herstellung und Montage muss der Hersteller oder der von ihm beauftragte Bauleiter oder ein fachkundiger Vertreter des Bauleiters während der Arbeiten auf der Baustelle anwesend sein. Er hat für die ordnungsgemäße Ausführung der Arbeiten nach den bautechnischen Unterlagen zu sorgen.

ANMERKUNG Auf mögliche weitergehende wasserrechtliche Anforderungen an den Hersteller wird hingewiesen.

11.2 Kennzeichnung

An Bauwerken nach dieser Norm ist eine deutlich sichtbare und dauerhafte Beschriftung anzubringen, aus der Folgendes hervorgeht:

- zulässige Füllgutklasse nach Tabelle A.1 für Gärfuttersilos;
- zulässige Füllhöhe;
- Jahr der Aufstellung und Hersteller;
- zulässige Fahrzeuge (z. B. Rad- oder Achslast).

11.3 Betriebsanleitung und Kontrolle

Der Hersteller oder Vertreiber hat den Betreiber mit einer schriftlichen Betriebsanleitung zu unterrichten, zum Beispiel über:

- zulässige Füllgutklasse nach Tabelle A.1 für Gärfuttersilos;
- zulässige Füllhöhe;
- Hersteller;
- zulässige Fahrzeuge (z. B. Rad- oder Achslast);
- zulässige Verkehrslasten;
- zulässige Lasten, z. B. aus maschinentechnischer/bautechnischer Installation, aus Temperaturbeanspruchung, ggf. aus Auftrieb durch Grundwasser;
- erforderliche Maßnahmen im Zuge der Inspektion, Wartung und Dokumentation;
- erforderliche Kontrollen nach TRwS 792 und TRwS 793;
- das Erfordernis, eine eventuelle Nutzungsänderung der Bauwerke durch einen Sachkundigen prüfen zu lassen;
- das Verhalten bei Unregelmäßigkeiten, Leckagen oder Beschädigungen;
- zugelassene Füll- und Lagerstoffe;
- den höchsten zulässigen äußeren Wasserstand;
- zu beachtende Besonderheiten beim Befüllen und Entleeren bzw. bei In- und Außerbetriebnahme;
- Vorgaben beim Betrieb einer Heizung beispielsweise bei Fermentern und Nachgärern;
- Maßnahmen, damit sich beim Gefrieren des Füllgutes keine geschlossene Eisdecke bilden kann;
- die Notwendigkeit, die Dichtheit der Fußpunkte, der Schraubenverbindungen usw. regelmäßig durch Augenschein zu kontrollieren;
- die Begrenzung der Einleitung von Silagesickersaft in Güllebehälter nach 6.2.1;

Anhang A (normativ)

Gärfutterlasten

Es wird nicht zwischen Füllen und Entleeren unterschieden.

Bei Feuchtgetreide sind die Lasten sowohl für Gärfutter nach Tabelle A.1 als auch für Schüttgüter nach DIN EN 1991-4 und DIN EN 1991-4/NA zu ermitteln. Die ungünstigeren Werte sind maßgebend.

Bei pumpfähigem Gärfutter sind die Lasten nach Tabelle A.1, Füllgutklasse 3 zu ermitteln.

Voraussetzung für die Anwendung der Tabelle A.1 ist bei den Füllgutklassen 1 und 2 ein Sickersaftablauf, der verhindert, dass die Flüssigkeit im Silo mehr als 1 m hoch steht.

Tabelle A.1 — Charakteristische Werte für Gärfutter

Art des Füllgutes		Wichte γ kN/m ³	Vertikal- last p_v kN/m ²	Horizontallast p_h kN/m ²		Wand- reibungs- last p_w kN/m ²	Bis zur Siloguttiefe z summierte Wandrei- bungslast p_{wf} (Höchstwert $\gamma \times A \times z/u$) kN/m
Füll- gut- klasse	Beispiele			$z \leq 16$ m	$z > 16$ m		
1	stark vorgewelktes Grünfutter ^b mit TM ^a > 40 %	6	$\gamma \times z$	$0,4 \times \gamma \times z$	$(0,8 \times z - 6,4) \times \gamma$	$0,1 \times \gamma \times z$	$0,05 \times \gamma \times z^2$
2a	vorgewelktes Grünfutter ^b mit TM ^a von 25 bis 40 % : • Silomais • Kolbenmais (ungeschrotet) ^c • Feuchtgetreide	8		$0,5 \times \gamma \times z$	$(0,9 \times z - 6,4) \times \gamma$		
2b	Kolbenmais (geschrotet) ^d	10					
3	nicht vorgewelktes Grünfutter ^e mit TM < 25 % : • Rübenblätter • Zuckerrüben- pressschnitzel	10		$\gamma \times z$			

z ist die Siloguttiefe (max. mögliche Füllhöhe) in m,
 u ist der innere Umfang in m,
 A ist die innere Querschnittsfläche in m²
^a TM ist die Trockenmasse je Frischmasse.
^b z. B. Gras, Klee, Luzerne.
^c z. B. Lieschkolben, Ganzpflanzen.
^d Kornspindelgemische, z. B. Corncobmix.
^e z. B. frisches Gras.

Normen-Download-Beuth-Ingenieurbüro Dr.-Ing. Wilfried Eckhof-KdNr. 5709535-L.Nr. 7301692001-2015-12-08 13:39

Anhang B (normativ)

Expositionsklassen

B.1 Allgemeines

Für alle Expositionsklassen nach diesem Anhang gilt:

- Bei der Expositionsklasse gilt für Karbonatisierung XC_i für die Innenseite und XC_a für die Außenseite des Behälters, sofern nicht übereinstimmende Klassen vorgegeben werden.
- Ein Strich im Feld der jeweiligen Expositionsklasse bedeutet, dass die Expositionsart nicht anwendbar ist. Leere Felder bedeuten, dass keine Klasse zugeordnet ist.
- Bei Tausalzeinwirkung und in Küstennähe sind verschärfte bzw. zusätzliche Expositionsklassen nach DIN EN 206-1 bzw. DIN 1045-2 zu berücksichtigen (XF, XD, XS, WA).

B.2 Güllebehälter, Gärrestlager und Güllekeller

B.2.1 Offene Güllebehälter/Gärrestlager

Für offene Güllebehälter und Gärrestlager (siehe Bild B.1) gelten die Expositionsklassen nach Tabelle B.1.



Bild B.1 —Güllebehälter/Gärrestlager, offen

Tabelle B.1 — Expositionsklassen für offene Güllebehälter/Gärrestlager

Bauteil	Mindestfestigkeitsklasse C	Expositionsklassen			Chemisch XA	Feuchtigkeitsklasse W
		Karbonatisierung XC_i XC_a	Frost/Taumittel XF			
Wand allgemein	C 35/45 C 25/30 (LP)	XC4		XF3	XA1	WA
Wand, im Einzelfall ^a	C 25/30	XC4		XF1	XA1	WA
Bodenplatte	C 25/30	XC4	XC2	XF1	XA1	WA

^a Gülle führt bei Beton zu einem geringeren Frostangriff als Wasser, da Gülle aufgrund der Inhaltsstoffe erst bei niedrigeren Temperaturen gefriert und die Eindringtiefe von Gülle in Beton im Vergleich zu Wasser geringer ist. Langjährige positive Erfahrungen liegen mit Güllebehältern vor, deren Konstruktion und Betonzusammensetzung der Expositionsklasse XF1 entspricht.

B.2.2 Gedeckte Güllebehälter / Güllekeller

Für gedeckte Güllebehälter (siehe Bild B.2) und Güllekeller gelten die Expositionsklassen nach Tabelle B.2.

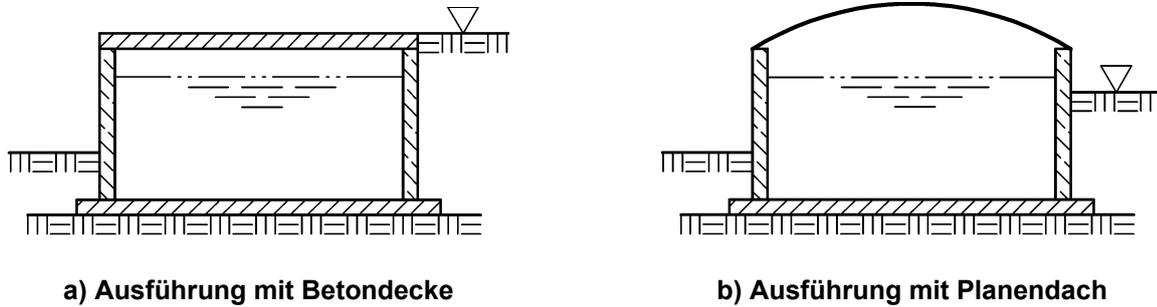


Bild B.2 — Gedeckter Güllebehälter

Tabelle B.2 — Expositionsklassen für gedeckte Güllebehälter und Güllekeller

Bauteil	Mindestfestigkeitsklasse C	Expositionsklassen			Feuchtigkeitsklasse W	
		Karbonatisierung		Frost/Taumittel XF		Chemisch XA
		XC_i	XC_a			
Decke	C 35/45 C 25/30 (LP)	XC4		XF3	XA1	WF
Innenwand /-stütze	C 25/30	XC4	—		XA1	WA
Wand im Erdreich	C 25/30	XC4	XC2		XA1	WA
Wand oberirdisch allgemein	C 35/45 C 25/30 (LP)	XC4		XF3	XA1	WA
Wand oberirdisch, im Einzelfall ^a	C 25/30	XC4		XF1	XA1	WA
Bodenplatte	C 25/30	XC4	XC2		XA1	WA

^a Gülle führt bei Beton zu einem geringeren Frostangriff als Wasser, da Gülle aufgrund der Inhaltsstoffe erst bei niedrigeren Temperaturen gefriert und die Eindringtiefe von Gülle in Beton im Vergleich zu Wasser geringer ist. Langjährige positive Erfahrungen liegen mit Güllebehältern vor, deren Konstruktion und Betonzusammensetzung der Expositionsklasse XF1 entspricht.

B.3 Behälter für Biogasanlagen, gedeckt, außen gedämmt

Für gedeckte, außen gedämmte Behälter für Biogasanlagen (siehe Bild B.3) gelten die Expositionsklassen nach Tabelle B.3.

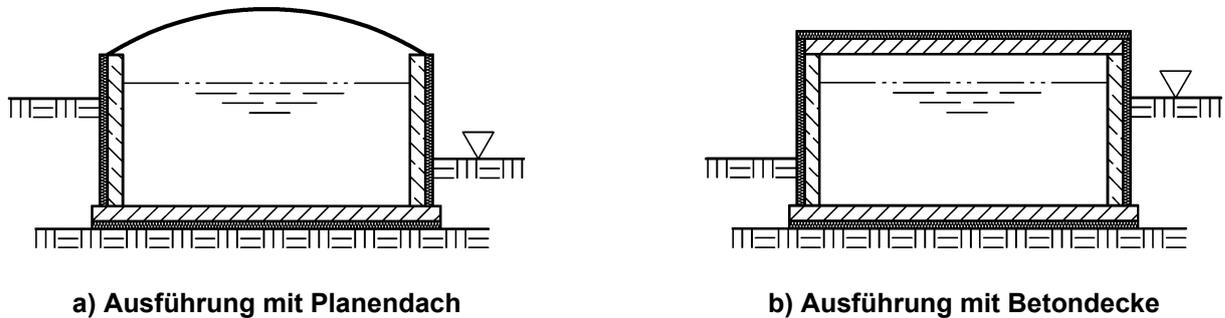


Bild B.3 — Gedeckte außen gedämmte Biogasbehälter

Tabelle B.3 — Expositionsklassen für gedeckte außengedämmte Biogasbehälter

Bauteil	Ausführung	Mindestfestigkeitsklasse C	Expositionsklassen			Feuchtigkeitsklasse W	
			Karbonatisierung XC _i XC _a	Frost/Taumittel XF	Chemisch XA ^a		
Außenwand, Decke im Gasbereich, Innenwand /-stütze	mit Auskleidung	C 25/30	XC2			XA1 ^b	WF
Außenwand, Decke im Gasbereich	mit Beschichtung	C 35/45	XC4	XC3		XA3	WA
Innenwand /-stütze im Gasbereich	mit Beschichtung	C 35/45	XC4	—		XA3	WA
Außenwand im flüssigkeitsberührten Bereich	—	C 25/30	XC4	XC3		XA1 ^c	WA
Innenwand /-stütze im flüssigkeitsberührten Bereich	—	C 25/30	XC4	—		XA1 ^c	WA
Bodenplatte	—	C 25/30	XC4	XC2		XA1 ^c	WA

^a Auf Schutzmaßnahmen im Gasbereich darf verzichtet werden (und die Expositionsklassen für den chemischen Angriff auf Beton abgemindert werden), wenn unter Berücksichtigung der konkreten Verfahrenstechnik ein starker chemischer Angriff auf Beton ausgeschlossen werden kann.

^b Durch Auskleidungen nach DIN EN 14879-5 kann eine Trennung von Trag- und Schutzfunktion im Gasbereich von Biogasbehältern erreicht werden, die Schutzfunktion übernimmt dauerhaft die Auskleidung.

^c Bei zweistufig betriebenen Biogasfermentern mit räumlicher Trennung von Hydrolyse/Versäuerung und Essigsäure-/Methanbildung gilt für die Hydrolyse/Versäuerung XA2 (damit ergibt sich eine höhere Mindestdruckfestigkeitsklasse).

B.4 Behälter in Biogasanlagen, gedeckt, ungedämmt

Für ungedämmte, gedeckte Behälter in Biogasanlagen (siehe Bild B.4) gelten die Expositionsklassen nach Tabelle B.4.

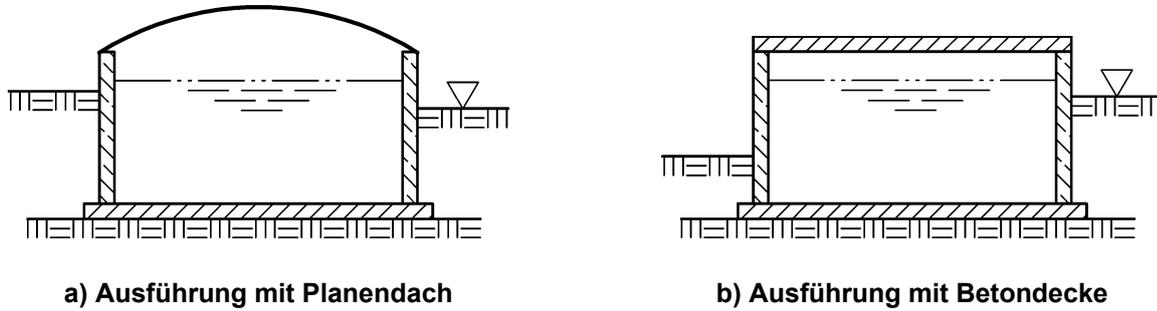


Bild B.4 — Behälter in Biogasanlagen, gedeckt, ungedämmt

Tabelle B.4 — Expositionsklassen für gedeckte, ungedämmte Behälter in Biogasanlagen

Bauteil	Ausführung	Mindestfestigkeitsklasse C	Expositionsklassen			Feuchtigkeitsklasse W	
			Karbonatisierung XC_i XC_a	Frost/Tau-mittel XF	Chemisch XA^a		
Wand, Decke im Gasbereich,	mit Auskleidung	C 35/45 C 25/30 (LP)	XC2	XC4	XF3	XA1 ^b	WF
Wand, Decke im Gasbereich	mit Beschichtung	C 35/45	XC4		XF3	XA3	WA
Innenwand /-stütze	Siehe Tabelle B.3						
Wand im flüssigkeitsberührten Bereich	allgemein	C 35/45 C 25/30 (LP)	XC4		XF3	XA1	WA
Wand im flüssigkeitsberührten Bereich	im Einzelfall ^c	C 25/30	XC4		XF1	XA1	WA
Bodenplatte	—	C 25/30	XC4	XC2		XA1	WA

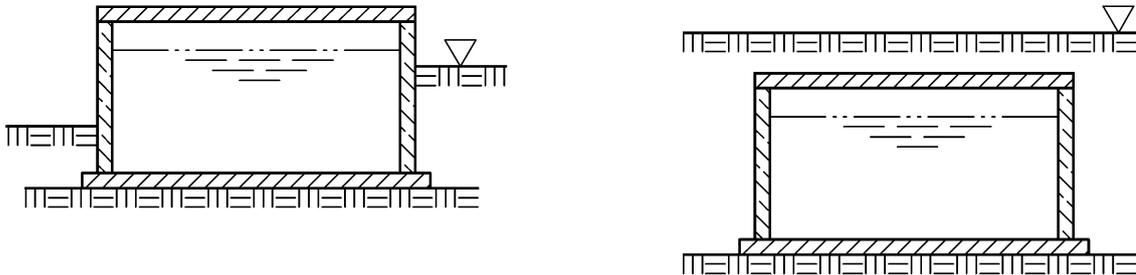
^a Auf Schutzmaßnahmen im Gasbereich darf verzichtet werden (und die Expositionsklassen für den chemischen Angriff auf Beton abgemindert werden), wenn unter Berücksichtigung der konkreten Verfahrenstechnik ein starker chemischer Angriff auf Beton ausgeschlossen werden kann.

^b Durch Auskleidungen nach DIN EN 14879-5 kann eine Trennung von Trag- und Schutzfunktion im Gasbereich von Biogasbehältern erreicht werden, die Schutzfunktion übernimmt dauerhaft die Auskleidung.

^c Gärsubstrat führt bei Beton zu einem geringeren Frostangriff als Wasser, da Gärsubstrat aufgrund der Inhaltsstoffe erst bei niedrigeren Temperaturen gefriert und die Eindringtiefe von Gärsubstrat in Beton im Vergleich zu Wasser geringer ist.

B.5 Sickersaftbehälter

Für Sickersaftbehälter (siehe Bilder B.5a und B.5b) gelten die Expositionsklassen nach Tabelle B.5.



a) nicht erdüberdeckt

b) erdüberdeckt

Bild B.5 — Sickersaftbehälter

Tabelle B.5 — Expositionsklassen für erdüberdeckte und nicht erdüberdeckte Sickersaftbehälter

Bauteil ^b	Mindestfestigkeitsklasse C	Expositionsklassen			Chemisch XA	Feuchtigkeitsklasse W
		Karbonatisierung		((Spalte löschen))		
		XC_i	XC_a			
Decke, Wand, Boden mit Beschichtung	C 35/45	XC4	XC2 ^a		XA3	WF
Decke, Wand, Boden mit Auskleidung	C 25/30	XC2	XC2 ^a		XA1	WF

^a Bei nicht erdüberdeckten Bauteilen von Sickersaftbehältern ist XC4 zu berücksichtigen.
^b Bei nicht erdüberdeckten Bauteilen von Sickersaftbehältern ist zusätzlich die Expositionsklasse XF3 zu berücksichtigen.

B.6 Festmistplatten

Für Festmistplatten (siehe Bild B.6) gelten die Expositionsklassen nach Tabelle B.6.

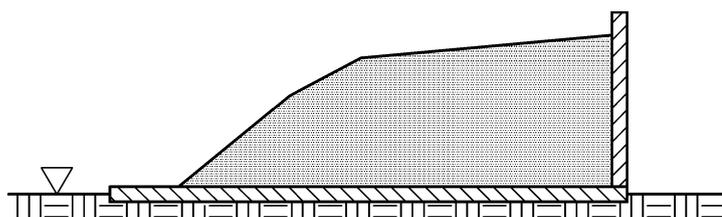


Bild B.6 — Festmistplatte

Tabelle B.6 — Expositionsklassen für Festmistplatten

Bauteil	Mindestfestigkeitsklasse C	Expositionsklassen			Chemisch XA	Feuchtigkeitsklasse W
		Karbonatisierung	Frost/Taumittel			
		XC_i	XC_a	XF		
Wand, Boden	C 35/45 C 25/30 (LP)	XC4		XF3	XA1 ^a	WF

^a Bei Lagerung von Geflügelkot ist die Einstufung in eine höhere Expositionsklasse zu prüfen.

B.7 Gärfuttersilo

Für Gärfuttersilos (siehe Bild B.7) gelten die Expositionsklassen nach Tabelle B.7.

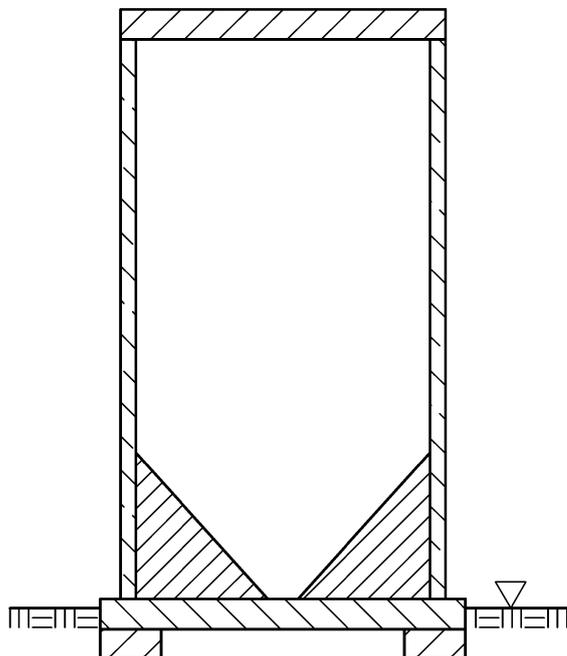


Bild B.7 — Gärfuttersilo

Tabelle B.7 — Expositionsklassen für Gärfuttersilos

Bauteil	Mindestfestigkeitsklasse C	Expositionsklassen			Feuchtigkeitsklasse W	
		Karbonatisierung		Frost/Taumittel XF		Chemisch XA
		XC _i	XC _a			
Decke, Wand, Boden/Trichter, mit Beschichtung	C 35/45	XC4		XF3	XA3	WF
Decke, Wand, Boden/Trichter, mit Auskleidung	C 35/45	XC4		XF3	XA1	WF
Ringfundament (unbewehrt)	C 12/15	X0				WF