

Grundlagen für das Erstellen von Hofdüngeranlagen und Flachsilos



Inhaltsverzeichnis

1	Richtlinie für Hofdüngeranlagen	4
1.1	Einleitung	4
1.1.1	Grundsätze	4
1.1.2	Ziel und Zweck	4
1.2	Planung	5
1.2.1	Zulassung und Standortauflagen	5
1.2.2	Bedingungen und Voraussetzungen für die Planung	6
1.3	Bewilligung und Kontrollen	6
1.3.1	Einzureichende Unterlagen	6
1.3.2	Kontrollen der Ausführung	6
1.3.3	Dichtheitsprüfungen von Neuanlagen	7
1.3.4	Schlussabnahme des neu erstellten Bauwerkes	8
1.3.5	Unterhalt und Überwachung	8
1.3.6	Periodische Kontrollen	8
1.3.7	Ausserbetriebnahme von Hofdüngeranlagen	9
1.4	Projektierung	9
1.4.1	Konzept	9
1.4.2	Nutzungsvereinbarung, Projektbasis und Unterhaltsplan	9
1.4.3	Güllebehälter in Ortbeton	10
1.4.4	Schwemm- und Treibmistkanäle	16
1.4.5	Güllebehälter aus Elementbeton und Stahl	16
1.4.6	Weitere Anlagen	17
1.5	Konstruktionsdetails	18
1.5.1	Details für Ortbetonbehälter	18
1.5.2	Details für vorfabrizierte Schwemmkanäle	23
1.5.3	Details für Elementbeton- und Stahlsilos	24
1.5.4	Details für weitere Anlagen	25
1.6	Dichtheitsprüfungen von bestehenden und neuen Hofdünger- und Entwässerungsanlagen	27
2	Richtlinie für Flachsiloanlagen	28
2.1	Einleitung	28
2.1.1	Grundsätze	28
2.1.2	Ziel und Zweck der Richtlinie	28
2.2	Planung und Bewilligung	29
2.2.1	Standortbedingte Auflagen	29
2.2.2	Voraussetzungen für die Planung	29
2.2.3	Einzureichende Unterlagen	29
2.2.4	Kontrollen während und nach der Ausführung	30
2.3	Projektierungs- und Ausführungsvorschriften für Flachsilo	30
2.3.1	Grundlagen	30
2.3.2	Flachsilo in Ortbeton (Typ a)	31
2.3.3	Flachsilo mit Asphaltbelag (Typ b)	32
2.3.4	Flachsilo mit Betonfertigelementen (Typ c und Typ d)	32
2.3.5	Entwässerungsanlagen	33

2.4	Konstruktionsdetails.....	34
2.4.1	Details zu Ortbeton-Flachsilos (Typ a).....	34
2.4.2	Details zu Flachsilos mit Asphaltbelag (Typ b)	35
2.4.3	Details zu Flachsilos mit Betonfertigelementen (Typ c und d).....	36
2.4.4	Details zu Entwässerungsanlagen	37
3	Gesetze, Normen, Publikationen	38

Verfasser

- Ingenieurbüro Wilhelm + Wahlen, Kasinostrasse 15, 5000 Aarau
- Ingenieurbüro smt. Staufferstrasse 4, 3006 Bern

in Zusammenarbeit mit

- Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt Aargau
- Departement Finanzen und Ressourcen, Landwirtschaft Aargau
- Amt für Wasser und Abfall, Siedlungsentwässerung, Kanton Bern
- Amt für Umweltschutz und Energie, Siedlungsentwässerung und Landwirtschaft, Baselland
- Amt für Umwelt, Freiburg
- Amt für Umwelt, Abteilung Wasser, Solothurn

1 Richtlinie für Hofdüngeranlagen

1.1 Einleitung

1.1.1 Grundsätze

Alle am Bau, Betrieb und Unterhalt der Anlagen und Einrichtungen beteiligten Personen und Amtsstellen sind zur Einhaltung der Gewässer- und Umweltschutzgesetzgebung verpflichtet.

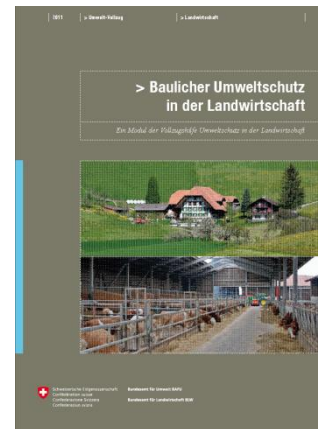
Es gelten die Grundsätze der Sorgfaltspflicht, Selbstverantwortung und Selbstkontrolle.

1.1.2 Ziel und Zweck

Das vorliegende Dokument berücksichtigt neben neuen Entwicklungen beim Bau von Güllebehältern auch weitere Anlageteile, die für den Gewässerschutz relevant sind.

Die Änderung der SIA-Normen und die neue Norm SIA 272 «Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagebau» sind ebenfalls in der überarbeiteten Richtlinie berücksichtigt.

Die Richtlinie dient Bauherren, Planern, Unternehmern, Gemeinden und kantonalen Fachstellen. Sie ist grundsätzlich auf alle Anlageteile der landwirtschaftlichen Bauten anzuwenden, mithilfe derer wassergefährdende Stoffe aus Haus und Hof wie Gülle, Mist, Siloabwasser usw. gelagert werden.



[Link zum Dokument](#) «Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft (BAFU/BLW)»

1.2 Planung

1.2.1 Zulassung und Standortauflagen

Art des Bauwerkes		Grundwasserschutzzone S				Gewässerschutzbereiche	
		*1Zone S1 Fassungs- bereich	*1Zone S2 engere Schutzzone	*1Zone S3 weitere Schutzzone	*2Grund- was-ser- schutz-areal	*1Z Zuström-be- reich	Ao, Au, und üB
Güllebehälter	Ortbeton erdberührt	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Ortbeton freistehend	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Elementbeton erdberührt	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Elementbeton freistehend	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Stahl erdberührt	✗	✗	✗	✗	±	±
	Stahl freistehend	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Kunststoff	✗	✗	✗	✗	✓	±
Weitere Anlagen	Mistgrube / -platte	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Raufuttersilo	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Stallgebäude (Lauf- und Liegeflächen)	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Laufhof befestigt	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Laufhof unbefestigt	✗	✗	✗	✗	✓	✓
	Waschplatz befestigt	✗	✗	±	✗	✓	✓
	Gülle- und Silosabwasserleitungen	✗	✗	±	✗	✓	✓

Legende:

- ✓ Zugelassen (Für Behälter und Leitungen sind immer Dichtheitsprüfungen erforderlich.)
In der Regel gilt Dichtigkeitsklasse 2, gemäss Norm SIA 272.
- ± Die kantonale Behörde kann in Ausnahmefällen den Bau einer Anlage mit «Besonderen Auflagen» bewilligen. In der Regel gilt Dichtigkeitsklasse 1, gemäss Norm SIA 272.
- ✗ Nicht zugelassen

*1 Vorbehalten bleiben die rechtskräftigen Vorschriften für die Schutzzonen.
Falls kein Schutzzonenreglement vorliegt, gilt die Wegleitung «Grundwasserschutz», BAFU (2004).

*2 Gemäss GSchV, Anhang 3.3, Ziffer 23, Index 1, gelten in Grundwasserschutzzonen gleiche bauliche Anforderungen wie in den Grundwasserschutzzonen S2. Gemäss Index 2 kann, sofern die Lage und Ausdehnung der künftigen Schutzzone bekannt ist, die geltenden Anforderungen gemäss den jeweiligen Schutzzonen übernommen werden.

Zuströmbereich gemäss Art. 19 GSchG.

Hydrologisch festgelegte Nitratzonen erfüllen in der Regel die Anforderungen der Zone Z.

Auf folgende Gegebenheiten muss besonders Rücksicht genommen werden:

- Schutzzonen von Trinkwasserfassungen;
- Nähe von oberirdischen Gewässern;
- Höhe des Grundwasserspiegels;
- Nähe von Drainagen oder Sickerleitungen;
- Nähe von Strassengräben oder sickerfähigen Oberflächen.

1.2.2 Bedingungen und Voraussetzungen für die Planung

Beim Entwurf der Gesamtanlage sind auch die Anforderungen des Landschaftsschutzes zu berücksichtigen.

Bestehende Anlagen für Gülle, Mist, Silosaft und Häusliches, sowie Betriebsabwasser innerhalb von Grundwasserschutzzonen S2 sollen ausser Betrieb genommen werden. In Ausnahmefällen, bei entsprechenden Sicherheitsmassnahmen, können diese Bauwerke mit *«Besonderen Auflagen»* ① saniert oder ersetzt werden.

Güllebehälter, Schwemm- und Treibmistkanäle, Mistplatten und dazugehörige Gruben, Waschplätze und Bodenplatten von Raufuttersilos inklusive zugehörige Leitungssysteme müssen durch einen Bauingenieur projektiert werden.

Hofdüngeranlagen müssen dicht sein und entsprechend dem Stand der Bautechnik geplant werden. Die einschlägigen Normen und Richtlinien sind zu beachten. Eine optimale Anordnung und Formgebung der Anlageteile können wesentlich zu einer guten Konstruktion mit optimiertem Bauablauf beitragen.

Im Gewässerschutzbereich Au und der Schutzzone S3 sind die Güllebehälter über dem höchstmöglichen Grundwasserspiegel zu erstellen.

Die Anlagen sollen so geplant und ausgeführt werden, dass zu einem späteren Zeitpunkt Kontrollen ohne grossen Aufwand (Betriebsunterbrüche) durchgeführt werden können. Es kann von grossem Vorteil sein, wenn entsprechende Einrichtungen, wie beispielsweise geeignete Leckerkennungssysteme oder zusätzliche Kontrollschächte in Leitungen (Silosaft), von Anfang an eingeplant werden.

- ① *«Besondere Auflagen»* bedeutet, dass je nach Konstruktionsweise und Umweltgefährdung zusätzliche Massnahmen (zum Beispiel Leckerkennungssystem, Innenbeschichtung) oder auch zusätzliche Kontroll- und Unterhaltsmassnahmen festgelegt werden, die in der Nutzungsvereinbarung, der Projektbasis und im Unterhaltsplan definiert sind.

1.3 Bewilligung und Kontrollen

1.3.1 Einzureichende Unterlagen

Mit dem Bau neuer Hofdüngeranlagen darf erst begonnen werden, wenn die Baubewilligung vorliegt.

Bei Neubauten von Hofdüngeranlagen sind der Bewilligungsbehörde vor Baubeginn Schalungs- und Armerungspläne einzureichen.

1.3.2 Kontrollen der Ausführung

Der Projektingenieur ist verantwortlich, dass die geplanten Anlagen korrekt und vorschriftsgemäss ausgeführt werden.

Es sind insbesondere folgende Kontrollen vorzunehmen:

- Kontrolle der Baugrube, des Baugrundes und der Grundwasserverhältnisse;
- ggf. Angaben zur Böschungssicherung und Wasserhaltung;
- Statische Berechnung nach den gültigen SIA-Normen und Richtlinien;
- Schalungs- und Bewehrungsabnahmen mit Materiallisten;
- Qualitätskontrolle des verwendeten Betons und Überwachung der Nachbehandlung;
- Kontrolle der Leitungen, Anschlüsse und deren Bettungen;
- Überwachung der Dichtheitsprüfung;
- Schlussabnahme des Bauwerks mit Abnahmeprotokoll.

1.3.3 Dichtheitsprüfungen von Neuanlagen

Hofdüngeranlagen wie Gülle- und Mistgruben, Schwemm-, Quer- und Mistkanäle, Mistplatten, Schächte, Schöpfschächte Abwasser- und Gulleleitungen sowie erdverlegte Druckleitungen sind einer Dichtheitsprüfung zu unterziehen. Anlagen aus Elementteilen werden gleich geprüft wie Anlagen aus Ortbeton. Der Termin der Dichtheitsprüfung ist der Bewilligungsbehörde frühzeitig zu melden. Die Dichtheitsprüfung wird in Anwesenheit des zuständigen Ingenieurs, des Bauunternehmers, des Bauherrn und der zuständigen Behörde durchgeführt.

Die verlangten Dichtheitsprüfungen sind bei erdberührten Anlagen vor dem Hinterfüllen und vor dem eventuellen Aufbringen einer Innenbeschichtung vorzunehmen.

Die Ergebnisse der Dichtheitsprüfungen sind in dem Protokoll «Baukontrollen, Dichtheitsprüfung und Werkabnahme für neue Hofdüngeranlagen» vor Inbetriebnahme festzuhalten. Eine Kopie dieses Formulars ist der kantonalen Fachstelle und der örtlichen Baubehörde zuzustellen. Das Original geht an den Bauherrn.

Die Dichtheitsprüfung von Behältern, Abwasser- und Gulleleitungen sowie erdverlegten Druckleitungen gilt nur dann als bestanden, wenn kein Wasserverlust und keine feuchten Stellen an den Wänden der Behälter festgestellt werden, respektive wenn die Anforderungen gemäss Norm SIA 272 respektive SIA 190 für Leitungen erfüllt sind.

Wo Verluste an der Behältersohle vermutet werden, ist für die Durchführung der Dichtheitsprüfung ein Messgerät einzusetzen, welches die Verluste unter Berücksichtigung von Verdunstung und Niederschlägen ermittelt.

Die Bodenplatte-Wand-Anschlussfuge muss trocken, gut sichtbar und gereinigt sein. Wurde der Behälter schon mit Erdmaterial hinterfüllt, ist die Messung mit einem Messgerät (Vollfüllung mit Wasser) vorzunehmen.

Güllebehälter und Mistgruben sowie Schwemm-Quer- und Mistkanäle mit einer Nutzhöhe > 1.50 m

Vor der Prüfung sind die Behälter mindestens 24 Stunden mit Wasser gefüllt zu halten. Die Dichtheitsprüfung erfolgt mit 1m hoher Füllung in Gewässerschutzzone ist eine Vollfüllung erforderlich.

Stehen Güllebehälter in Grundwasserschutzonen oder in Grundwasserschutzarealen, ist eine volle Füllung notwendig.

Die Dichtheitsprüfung bei sichtbarem Boden-Wandanschluss erstreckt sich über 2 Tage. Wird ein Messgerät eingesetzt, genügen 24 Stunden.

Schwemmkanäle bis 1.50 m Tiefe werden bis zur Staunase oder aber mindestens 50 cm mit Wasser gefüllt. Sie sind vor der Prüfung mindestens 24 Stunden gefüllt zu halten.

Schwemm-, Quer- und Mistkanäle mit einer Nutzhöhe < 1.50 m

Die Dichtheitsprüfung erstreckt sich über 2 Tage. Falls Teile der Fugen und Wände von aussen nicht beurteilbar sind, kann ein allfälliger Wasserverlust mit dem Doppelmeter gemessen.

Eine visuelle Kontrolle ist in jedem Fall vorzunehmen bevor die Leitungen überdeckt werden. Besondere Sorgfalt ist für das zu verwendende Rohrmaterial, den Einbau der Schachtfutter und die Leitungen im Aushubbereich zu legen. Erdverlegte Druckleitungen werden unter Druck mit Luft oder Wasser nach der Norm SIA 190 «Kanalisationen» und der VSA-Richtlinie «Dichtheitsprüfungen an Abwasseranlagen» geprüft.

Gülle-, Silo- und Schmutzwasserleitungen

Falls Undichtheiten festgestellt werden, sind im Einvernehmen mit dem verantwortlichen Ingenieur geeignete Sanierungsmassnahmen festzulegen. Nach der Ausführung von Sanierungsmassnahmen ist nochmals eine Dichtheitsprüfung vorzunehmen.

Sanierung undichter Behälter und nochmalige Prüfung

1.3.4 Schlussabnahme des neu erstellten Bauwerkes

Generell wird bei der Abnahme von Neuanlagen das Entwässerungssystem des gesamten Betriebes mit einbezogen. Mängel werden festgehalten und das weitere Vorgehen aufgezeigt.

Das Abnahmeprotokoll für Baukontrollen und Dichtheitsprüfungen für neue Hofdüngeranlagen vor Inbetriebnahme enthält:

- Beschreibung der Anlage;
- Kontrollen während der Bauphase (zum Beispiel die Bestätigung über die Abnahme der Armierung);
- Dichtheitsprüfungen der Anlage inkl. Leitung
- Werkabnahme vor Inbetriebnahme;

Der Prüftermin ist mit der zuständigen Stelle abzusprechen. Die Abnahme erfolgt in Anwesenheit des Bauherrn, des verantwortlichen bauleitenden Architekten / Ingenieurs, der örtlichen Baubehörde und gegebenenfalls der kantonalen Fachstelle. Die Einhaltung sämtlicher Auflagen der Baubewilligung wird überprüft und die Pläne des ausgeführten Bauwerks entsprechend nachgetragen.

1.3.5 Unterhalt und Überwachung

Der Unterhalt und eine regelmässige Überprüfung der Abwasser- und Hofdüngeranlagen ist in der Verantwortung des Grundeigentümers/ Betreibers.

1.3.6 Periodische Kontrollen

Die periodische Kontrolle von Hofdüngeranlagen ausserhalb von Grundwasserschutzzonen und –arealen ist mindestens alle 20-30 Jahre durchzuführen. Anlagen in der Grundwasserschutzzone S3 sind alle 10 Jahre und in der Grundwasserschutzzone S2 alle 5 Jahre zu überprüfen.

Die Aufforderung zur periodischen Kontrolle wird dem Betreiber der Hofdüngeranlagen von der zuständigen Behörde zugesandt.

Für die definitive Festlegung des Vorgehens und die Begleitung der Durchführung ist ein anerkanntes Kontrollorgan beizuziehen.

Der Inhaber der Anlage arbeitet zusammen mit dem Kontrollorgan ein Prüfkonzept aus. Der Prüftermin ist der zuständigen Behörde zu melden. Der gesamte Prüfungsablauf ist durch das Kontrollorgan umfassend zu dokumentieren. Pläne, Entscheidungsgrundlagen, festgestellte Mängel, vorgenommene Massnahmen, Protokolle usw. sind in einem Schlussbericht festzuhalten. Dieser soll als Entscheidungsgrundlage bei künftigen Vorhaben dienen. Das Kontrollorgan übergibt der kantonalen Fachstelle und der örtlichen Baubehörde je ein Exemplar des Schlussberichts.

Prüfverfahren

Für die Kontrolle von Güllebehältern und Mistgruben beziehungsweise Schwemm-, Quer- und Mistkanälen können 3 verschiedene Prüfverfahren angewendet werden:

- Kontrolle des Leckerkennungssystems;
- Leerung und Reinigung der Behälter beziehungsweise des Kanals; der Behälter wird durch das Kontrollorgan besichtigt und allfällige Schäden werden festgehalten; falls Reparaturen nötig sind, wird eine Frist zur Behebung der Schäden gegeben oder die Ausserbetriebnahme angeordnet; erneute Sichtkontrolle nach den Reparaturen;
- Messung der Dichtheit mit Messgerät in Wasser oder verdünnter Gülle über 24 Stunden; bei speziellen Verhältnissen kann das verantwortliche Kontrollorgan die Prüfdauer reduzieren.

Mistplätze sind in leerem Zustand einer visuellen Kontrolle zu unterziehen.

Zuleitungen und Schächte sind in Grundwasserschutzzonen mit den Leckerkennungsvorrichtungen beziehungsweise nach der VSA-Richtlinie "Dichtheitsprüfungen an Abwasseranlagen" zu prüfen.

Ausserhalb von Grundwasserschutzzonen entscheidet das verantwortliche Kontrollorgan, ob Gülle- beziehungsweise Silowasserleitungen in die Prüfung einzuschliessen sind. Leitungen, welche häusliches Abwasser führen, werden gemäss der Unterhaltsplanung der örtlichen Baubehörde, analog den übrigen Liegenschaften, behandelt. Die Dichtheitsprüfungen erfolgen entweder mit Wasser oder Luft gemäss der VSA-Richtlinie «Dichtheitsprüfungen an Abwasseranlagen».

Für offensichtlich undichte Leitungen, zum Beispiel bei Zementrohren, ist eine Sanierungslösung aufzuzeigen.

Schächte sind einer Kontrolle zu unterziehen. Insbesondere sind das Vorhandensein und der Zustand des Schachtfutters zu prüfen.

1.3.7 Ausserbetriebnahme von Hofdüngeranlagen

Hofdüngeranlagen, welche ausser Betrieb genommen werden, sind vollständig zu leeren, zu reinigen und gegebenenfalls mit geeignetem Material (zum Beispiel Kies) aufzufüllen. Schmutzwasserführende Leitungen sind nach dem Spülen zu verschliessen. Die erfolgte Stilllegung ist der zuständigen Behörde (vor der Auffüllung) zu melden.

Sicherheitsaspekten von stillgelegten Anlagen ist unbedingt Rechnung zu tragen (Tragfähigkeit der Decken, Absperrungen usw.).

Werden Hofdüngeranlagen abgerissen, ist das Abbruchmaterial als Bauschutt fachgerecht zu entsorgen und darf nicht als Auffüllmaterial verwendet werden.

1.4 Projektierung

1.4.1 Konzept

Bei der Disposition der Anlage sind die in Kapitel 1.1.2 «Bedingungen und Voraussetzungen für die Planung» erörterten Gesichtspunkte zu beachten.

Aus statischen und konstruktiven Überlegungen, aber auch zur Reduktion von Ammoniakverlusten und Geruchsemissionen, sind geschlossene Systeme vorzuziehen. Für eine gute optische Kontrolle im Betriebszustand sind freistehende Behälter von Vorteil. Offene Güllebehälter sind abzudecken.

Speziell bei oberirdischen Behältern ist die Auswirkung einer Beschädigung des Behälters durch Anprall schwerer Fahrzeuge zu beachten. In der Nähe von Gewässern sind Schutzmassnahmen vorzusehen, wie zum Beispiel Anprallschutz, Ablenkvorrichtung und/oder eine dichte Auffangmulde.

Einfach überprüfbare Leckererkennungssysteme – mit Spülmöglichkeit – unter Siloplatten, Schwemmkanälen, Güllebehälter, Güllelagunen, Mistgruben usw. sind zu empfehlen. Sie erlauben eine spätere Überprüfung der Anlage bei den obligatorisch durchzuführenden periodischen Kontrollen ohne Betriebsunterbruch.

Güllebehälter sind als Bauwerke mit mindestens der Dichtigkeitsklasse 2 nach SIA 270 und SIA 272 zu projektieren. In der Grundwasserschutzzone S3 und im Grundwasserschutzbereich wird in der Regel die Dichtigkeitsklasse 1 (SIA 270, SIA 272) gefordert (siehe auch 1.1.2).

Ortbetonkonstruktionen sind als «Wasserdichte Betonkonstruktionen» WDB nach SIA 272 3.1 zu projektieren.

Es wird empfohlen, in der Projektierung das Augenmerk auf günstige geometrische Abmessungen (z.B. quadratische bis rechteckige Baukörper: Länge: Breite $\leq$ 3:1, besser $\leq$ 2:1) und geringe Zwängungen zu legen. Eine durchgehende Magerbetonsohle, Leitungen ausserhalb des Bauwerks statt im Beton, wenig Absätze, wirksame Entwässerung, vordefinierte Betonieretappen, usw. können massgeblich zu einem dichten Bauwerk beitragen. Der Projektingenieur ist angehalten sich Gedanken zu einem Fugenkonzept zu machen, welches Schwinden, Zwängungen aus verhinderter Verformung und Setzungen behandelt.

1.4.2 Nutzungsvereinbarung, Projektbasis und Unterhaltsplan

Bei Anlageteilen, die Mist, Gülle, Siloabwasser und anderes Schmutzwasser enthalten, sind alle notwendigen Sicherheits- und Kontrollmassnahmen für die ganze Nutzungsdauer des Bauwerkes bei der konstruktiven Ausgestaltung der Bauteile zu berücksichtigen.

Eine besondere, auf das Bauwerk und die örtlichen Verhältnisse ausgerichtete Nutzungsvereinbarung gemäss Norm SIA 260 (Art. 2.2) ist in folgenden Fällen gleichzeitig mit den Plänen zur Prüfung einzureichen:

- Für alle Anlagen, die in den Grundwasserschutzzonen S (inkl. Grundwasserschutzbereich) erstellt werden;
- besonders gefährdete oder exponierte Anlagen
- neuartige, nicht genormte Konstruktionen, für die kein umfassender Expertenbericht vorliegt.

Dieses Dokument soll verbindliche Aussagen zu den Nutzungsanforderungen und zur Nutzungsdauer sowie zu den Sicherheits-, Kontroll- und Unterhaltsmassnahmen des Bauwerkes machen und ist von den Beteiligten (Planer, Bauherr und eventuell Ausführer) durch Unterschrift zu genehmigen.

1.4.3 Güllebehälter in Ortbeton

Berechnung und Bemessung

Es wird auf die Norm SIA 261 verwiesen. Der Lastfall «volle Füllung der Grube ohne entlastende Wirkung des Erddruckes» ist immer zu untersuchen

Lastannahmen

Es wird auf den Art. 4 Norm SIA 260 verwiesen

Tragsicherheitsnachweis

Die Gebrauchstauglichkeit ist gemäss Art. 4.4 der SIA 262 nachzuweisen.

Gebrauchstauglichkeit

In der Grundwasserschutzzone S3 ist die Mindestbewehrung gemäss der Formel 100a der SIA Norm 262 mit der nominellen Rissweite ≤ 0.2 mm nachzuweisen.

Behälterabmessungen

Die grössere Behälterabmessung sollte in der Regel 20 m nicht übersteigen. Falls doch grössere Abmessungen gewählt werden, sind spezielle Massnahmen erforderlich.

Es können folgende Möglichkeiten in Betracht gezogen werden:

- Vorspannung des Behälters;
- Einlegen einer Schwindbewehrung (vgl. Abschnitt 1.4.3)

Dilatationsfugen normaler Ausführung sind nicht zugelassen, da davon ausgegangen werden kann, dass das verbindende Element (Fugenband) seine Funktionsfähigkeit vor Ablauf der Lebensdauer des Behälters verliert.

Konstruktionsstärken

Die minimale Konstruktionsstärke für Bodenplatte und Wände beträgt 25 cm bei schlaff bewehrten Bauwerken. In der Grundwasserschutzzone S3 beträgt die minimale Konstruktionsstärke für Betonboden und Betonwände 30 cm.

Für vorgespannte Konstruktionen beträgt die minimale Stärke der Bodenplatte ebenfalls 25 cm. Die Wandstärke ist unter Beachtung ausreichender Betonüberdeckung zu wählen. Sie beträgt normalerweise 25 cm, kann aber auf mindestens 20 cm reduziert werden (Schwemmkanäle, etc.). Vorfabrizierte Wandelemente müssen mindestens 15 cm stark sein. Die Wasserdichtigkeit bei Konstruktionen < 25 cm ist nachzuweisen oder mit andern Massnahmen zu erbringen.

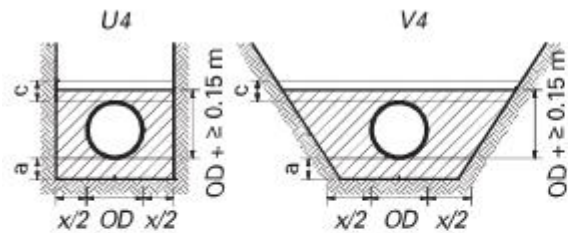
Arbeitsfugen

Alle Arbeitsfugen in der Betonkonstruktion (wie Boden-Wand-Arbeitsfuge, Schwindfugen, Anschluss an den Schwemmkanal usw.) sind wasserdicht auszubilden (Beispiele in Abschnitt 1.5.1).

Arbeitsfugen sind immer aufzurauen. Bei horizontalen Arbeitsfugen kann ein 8 - 10 cm starker Vorlagebeton ($D_{\max}$ 16 mm) eingebracht werden. Vorlagemörtel sind nicht zugelassen (SIA 272 3.1.4.6).

Anschluss von Kunststoff-Leitungen

Es sind nur Rohrleitungen mit VSA / SSIV-Zulassungsempfehlung zu verwenden. Der Anschluss an den Güllebehälter ist mit Schachtfutter und Dichtungsring oder gleichwertiges Produkt auszuführen (vgl. Detail Abschnitt 1.5.4). Die Leitung ist auf dem gewachsenen Terrain zu fundieren, zum Beispiel mittels Betonriegel. Im Hofbereich sind alle Leitungen mit einer Bettung V4/U4 nach SIA 190 zu projektieren.



Baustoffe für die Leitungszone:

– Unbewehrter oder bewehrter Beton C20/25

☐ Ungebundene Baustoffe wie Kies-Sand nach SN EN 1610

☒ Gebundener Baustoff wie Beton

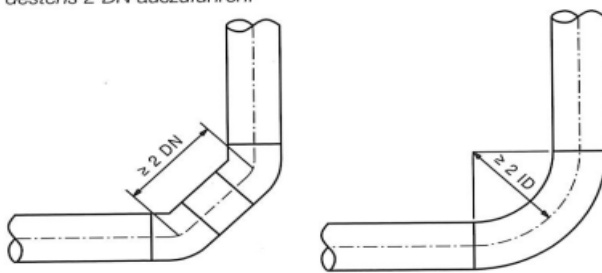
☒ Anstehender Baugrund

SIA 190 5.3.4

Horizontale Richtungsänderungen von Leitungen ohne Schacht dürfen mit Bogen bis 45° ausgeführt werden. Richtungsänderungen von 90° sind mit zwei 45°-Bogen bzw. mit einem 90°-Bogen mit einem Radius von min. 2 ID auszuführen.

Empfehlung:

Bei horizontaler Richtungsänderung ist die Umlenkung jeweils mit einem Zwischenstück von mindestens 2 DN auszuführen.



SN EN 592000 5.3.2

Unfallverhütungsmassnahmen

Es wird auf die Richtlinien des BUL, 5040 Schöffland, verwiesen (www.bul.ch).



Beschickungs- und Entnahmeverrichtungen sind mit einem Siphon auszuführen. Pro 50 m² Grubendecke ist eine Entlüftungsöffnung von 1m² erforderlich.

Siehe Anhang 1.3

Beton

In Anlehnung an Art. 3.1.2.1 der Norm SIA 272, werden folgende Mindestanforderungen an den Beton gestellt:

- üB: C25/30 XC 3 (nach SN EN 206-1), wasserdicht
- Au und S3: C30/37 XC4, XF1 (nach SN EN 206-1)

Der w/z-Wert bestimmt massgebend die Wasserdichtheit. Er ist auf 0.55 zu begrenzen. Eine langsame Festigkeitsentwicklung im Beton erhöht die Qualität. Sofern nicht bereits nachgewiesen, muss die Wassereindringtiefe $ew < 50$ mm nach SN EN 12 390-8 betragen

Rezyklierte Gesteinskörnungen sind ohne spezielle Nachweise nicht zugelassen.

Eventuelle Zusatzmittel sind mit der erforderlichen Dosierung in den Plänen genau anzugeben.

Die Fallhöhe des Betons ist so gering wie möglich zu halten (Entmischung). Allenfalls ist eine Führung des Betons zu verwenden.

Die Nachbehandlung des Betons ist nach SIA 26 6.4.6 zu planen und auszuführen.

Die Nachbehandlungsklassen werden folgendermassen festgelegt:

- Bauten in der üB: NBK 3
- Bauten in der S3: NBK 4 (hohe Anforderungen)

Beim Einbringen und während des Verdichtens darf der Frischbeton ohne besondere Massnahmen nicht kälter als $+5^{\circ}\text{C}$ und nicht wärmer als $+30^{\circ}\text{C}$ sein. (SIA 262 6.4.5.5)

Das Betonieren bei Lufttemperaturen unter $+0^{\circ}\text{C}$ ist vom Projektingenieur freizugeben. Für die Nachbehandlung können die Massnahmen nach Art. 3.1.4.8 der Norm SIA 272 angewandt werden.

Der Einsatz von chemischen Nachbehandlungsmitteln (z.B. SIKA Antisol) ist vom Projektingenieur zu genehmigen.

Betonrezeptur

Nachbehandlung

Massnahmen	Lufttemperatur in $^{\circ}\text{C}$			
	unter -0°C	0°C bis $+5^{\circ}\text{C}$	$+5^{\circ}\text{C}$ bis $+30^{\circ}\text{C}$	über 30°C
In Anlehnung an SIA 272 3.1.4.8				
Holzschalungen vor dem Betonieren nassen; Stahlschalungen vor Sonneneinstrahlung schützen.			X	
Jungen Beton abdecken (Schutz vor Wind und Sonne) oder Feuchthalten durch kontinuierliches Bewässern.			X	
Schalung und Bewehrung gegen Frost schützen. Jungen Beton abdecken und mit Wärmedämmung einpacken/ belegen (Schutz vor Wind und Frost).		X		
Besondere Massnahmen gemäss Projektingenieur	X			X

Schalung

Die Schalung ist dicht zu erstellen. Das Ausfliessen von Zementmilch muss durch Aufkleben von Dichtungsbändern verhindert werden (SIA 272 3.4.1.5). Es sind spezielle Bindsysteme für wasserdichten Beton zu verwenden (vgl. Detailskizzen in Abschnitt 1.5.1). Es dürfen keine durchgehenden Kunststoffröhren verwendet werden.

Bewehrung

Es wird auf den Art. 5.2 SIA-Norm 262 verwiesen.

Die minimal erforderliche Betonüberdeckung der Bewehrung beträgt:

- | | | |
|---------------------|-----------------------------------|-------|
| • Luftseite: | für geschalte Flächen | 40 mm |
| • Gülleseite: | für Boden, Wände und Decke | 40 mm |
| • Erdseite: | Bodenplatte gegen Magerbeton | 35 mm |
| • Erdseite: | Wand gegen Mager- und Sickerbeton | 50 mm |
| • für Vorspannkabel | | 50 mm |

Betonüberdeckung der Bewehrung

Die Betonüberdeckung ist auf den Plänen festzuhalten. Distanzhalter aus Kunststoff dürfen nicht verwendet werden.

Die Bindedrähte müssen nach dem Wandinnern gerichtet oder nach innen abgebogen sein. Rostfreie Bindedrähte sind vorzuziehen.

Binden der Bewehrung

Die Mindestbewehrung ist nach der SIA Norm 262 mit den Vorgaben der SIA Norm 272 Art. 3.1.3.4 zu bemessen. Die Bewehrungsteilung ist auf 150 mm zu beschränken.

Mindestbewehrung

Für Abmessungen <15m ist die Mindestbewehrung gemäss Art. 4.4.2.3.3 und 4.4.2.3.4 Norm SIA 262 für erhöhte Anforderungen vorzusehen.

Für im Güllebehälterbau häufig vorkommende Abmessungen und Stabdurchmesser können die Minimalbewehrungen den folgenden Tabellen entnommen werden:

Die folgenden Tabellen gelten für dichte Bauteile, die auf Schwinden bemessen sind. Untergeordnete Bewehrungen (z.B. stehende Eisen bei Kanälen, etc.) müssen mindestens 20% der Hauptbewehrung betragen (SIA 262 5.5.3.2) und sind vom Projektgenieur festzulegen.

Mindestzugbewehrung für Bauteilstärke 25 cm und **Dichtigkeitsklasse 2, erhöhte Anforderungen, Abmessungen, $l \geq 15$ m, Zonen üB und Au:**

Beton	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Stabdurchmesser gewählt	12 mm	10 mm	12 mm	10 mm
Asmin	1328 mm ² /m	1328 mm ² /m	1481 mm ² /m	1481 mm ² /m
Erf. As (pro Seite)	664 mm ² /m	664 mm ² /m	741 mm ² /m	741 mm ² /m
Teilung gewählt	15 cm	10 cm	15 cm	10 cm
As	754 mm ² /m	785 mm ² /m	754 mm ² /m	785 mm ² /m

Mindestzugbewehrung für Bauteilstärke 30 cm und **Dichtigkeitsklasse 1, hohe Anforderungen, alle Abmessungen, Zone S3:**

Beton	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37
Stabdurchmesser gewählt	Beton nicht zugelassen	16 mm	14 mm	12 mm
$\sigma_{s,adm}$		259 N/mm ²	276 N/mm ²	299 N/mm ²
Asmin		2926 mm ² /m	2739 mm ² /m	2533 mm ² /m
Erf. As (pro Seite)		1463 mm ² /m	1368 mm ² /m	1267 mm ² /m
Teilung gewählt		15 cm	12.5 cm	10 cm
As		1340 mm ² /m	1230 mm ² /m	1130 mm ² /m

Es ist dem projektierenden Ingenieur freigestellt, statt des Mittelwerts der Betonzugfestigkeit den 95%-Fraktilwert anzuwenden.

Mindestbiegebewehrung für Bauteilstärke 25 cm und **Dichtigkeitsklasse 2, erhöhte Anforderungen, kleine Behälter** mit maximale Abmessung $l < 15$ m, Zonen üB und Au

Beton	C25/30	C25/30	C30/37	C30/37
Stabdurchmesser gewählt	10 mm	8 mm	10 mm	8 mm
Teilung	15 cm	10 cm	15 cm	10 cm
As	524 mm ² /m	503 mm ² /m	524 mm ² /m	503 mm ² /m

Schwemmkanäle $H \leq 1.5$ m

Mindestzugbewehrung für Bauteilstärke 25 cm und **Dichtigkeitsklasse 1, hohe Anforderungen, alle Abmessungen, Zone S3:**

Beton	C25/30	C30/37	C30/37
Stabdurchmesser gewählt	Beton nicht zugelassen	14 mm	12 mm
$\sigma_{s,adm}$		276 N/mm ²	299 N/mm ²
Asmin		2330 mm ² /m	2158 mm ² /m
Erf. As (pro Seite)		1165 mm ² /m	1079 mm ² /m
Teilung gewählt		15 cm	12.5 cm
As		1030 mm ² /m	905 mm ² /m

Arbeitsfugen und Etappierungen sind zwingend zu beachten.

Mindestzugbewehrung für Bauteilstärke 20 cm und **Dichtigkeitsklasse 2, erhöhte Anforderungen, Zonen üB und Au:**

Beton	C25/30	C25/30	C30/37
Stabdurchmesser gewählt	10 mm	8 mm	10 mm
Asmin	1086 mm ² /m	1086 mm ² /m	1212 mm ² /m
Erf. As (pro Seite)	543 mm ² /m	543 mm ² /m	606 mm ² /m
Teilung gewählt	15 cm	10 cm	15 cm
As	523 mm ² /m	503 mm ² /m	523 mm ² /m

Arbeitsfugen und Etappierungen sind zwingend zu beachten.

Bei langen Schwemmkanälen $L > 15$ m sind in der Längsrichtung Zulagen vorzusehen

Vorspannung

Es wird auf die Art. 4.1.5, Art. 5.3 und Art. 6.5 Norm SIA 262 hingewiesen.

Ein Gebrauchstauglichkeitsnachweis ist zu erbringen.

1.4.4 Schwemm- und Treibmistkanäle

Kanäle aus Ortbeton

Grundsätzlich sind Schwemm- und Treibmistkanäle, Lagergruben unter Spalten- und Lochböden usw. genau gleich wie Güllebehälter zu behandeln. Dies betrifft insbesondere die Bestimmungen bezüglich Konstruktionsstärken, Bewehrung, Schwindgassen, Anforderungen an den Beton usw.

Für an Ort erstellte Kanäle, deren Tiefe weniger als 1.50 m beträgt, darf die Wandstärke auf minimal 20 cm reduziert werden (gilt nicht in der Grundwasserschutzzone S3).

Vorfabrizierte Kanäle

Für vorfabrizierte Elementkanäle sind geringere Wandstärken zulässig, wenn die Wasserdichtheit der Elemente gewährleistet werden kann.

Der Elementfugenabdichtung ist besondere Beachtung zu schenken. Es sind Abdichtungen zu wählen, die während der ganzen Lebensdauer des Bauwerkes ihre Funktion erfüllen und bei Beschädigungen einfach instand gestellt werden können (Beispiel in Abschnitt 1.5.2). In der Grundwasserschutzzone S3 sind Elementkanäle nicht zulässig.

Leckerkennungssystem

Ein Leckerkennungssystem unter Schwemmkanälen ist zu empfehlen. Damit kann die Dichtheit nach Bauvollendung überprüft werden, und weitere periodische Kontrollen können ohne Betriebsunterbruch ausgeführt werden. In der Grundwasserschutzzone S3 sind Leckerkennungssysteme für Güllebehälter wie auch bei Schwemmkanälen obligatorisch (siehe Merkblatt «[Leckerkennung für Güllebehälter](#)»).

1.4.5 Güllebehälter aus Elementbeton und Stahl

Elementbeton

Grundsätzlich gelten dieselben Anforderungen und Randbedingungen wie für Ortbetonbehälter

Konzept

Für offene Behälter aus vorfabrizierten Wandelementen ist eine hinreichende Vorspannung mit Druckreserve zu wählen. Die Elementfugen und die Fuge zwischen Boden und Wandelementen sind dauerhaft dicht auszubilden. Der Art. 5.5.5 Norm SIA 262 soll wegleitend sein.

Für Ortbetonbodenplatte $d_{min} = 25 \text{ cm}$

Konstruktionsstärken

Für vorfabrizierte Betonelemente $d_{min} = 15 \text{ cm}$

mit dem Nachweis bez. Wasserdichtheit durch den Lieferanten / Hersteller

Art. 4.1.5, Art. 5.3 und Art. 6.5 der Norm SIA 262 sind zu beachten.

Vorspannung

Der Gebrauchstauglichkeitsnachweis muss erfüllt sein. Eine angemessene Druckreserve in den Elementfugen und zur Anpressung der Elemente an die Bodenplatte ist zu empfehlen (Zusatzkabel auf Bodenplattenhöhe, welches erst nach dem Betonieren der Bodenplatte gespannt wird).

Die Elementstossfugen sind von unten nach oben mit gülle- und wetterbeständigem Vergussmörtel zu füllen, der eine dauerhafte Dichtheit gewährleistet. Für den Mörtel gilt die Mindestklasse R3 nach SN EN 1504-3.

Fugen

Für die Dichtung der Fuge zwischen den Wandelementen und der Bodenplatte sind spezielle Massnahmen erforderlich (vgl. Beispiel in Abschnitt 1.5.3).

Bei erdberührten Elementbetongruben ist eine umlaufende Leckerkennungsführung vorzusehen, die so angeordnet ist, dass aus der Boden-Wand-Fuge austretende Gülle aufgefangen wird. Spüleinrichtung und Sammelschacht sollen die Funktionstüchtigkeit dieser Kontrolleinrichtung gewährleisten.

Leckerkennungssystem

Es ist zu verhindern, dass überlaufende Gülle von ausserhalb der Silos ins Leckerkennungssystem gelangt – zum Beispiel infolge Überfüllung des Silos oder durch Verluste am Abfüllplatz. Bei erdberührten Behältern ist deshalb eine umlaufende Auffangrinne vorzusehen (vgl. Beispiel in Abschnitt 1.5.3).

Stahl

Grundsätzlich sind nur umfassend geprüfte Systeme zugelassen, wenn durch eine unabhängige Expertise die Eignung bezüglich Statik, Dauerhaftigkeit, Korrosionssicherheit, Fugenausbildung usw. bestätigt wird.

Konzept

Erdberührte Güllebehälter aus Stahl sind nur in Ausnahmefällen zugelassen. Die Leckkontrolleinrichtung ist Teil des Systems. Die notwendigen Kontroll- und Unterhaltsmassnahmen sind in der Nutzungsvereinbarung der Projektbasis und im Unterhaltsplan festzulegen.

Für Stahlsilos ist ein massiver Anprallschutz mit einem Abstand von mindestens 1.00 m zum Behälter vorzusehen.

Für freistehende Behälter beträgt die Blechstärke $t_{\min} = 3 \text{ mm}$
Für erdberührte Behälter beträgt die Blechstärke $t_{\min} = 5 \text{ mm}$

Blechstärken und Schutzsysteme

Der Fugenausbildung zwischen Ortbeton-Bodenplatte und Stahlmantel ist besondere Beachtung zu schenken. Ausführungsbeispiel siehe Abschnitt 1.5.3.

Fugen

Grundsätzlich gelten dieselben Bedingungen wie für Elementbetonsilos (vgl. Abschnitt 1.4.5).

1.4.6 Weitere Anlagen

Mistgruben / Mistplatten

Gülle und Regenwasser aus der Mistgrube oder Mistplatte sind in einer dichten Grube aufzufangen.

Für Mistgruben mit einer Tiefe über 1.50 m gelten die Bestimmungen analog Güllebehälter.

Für Mistgruben geringerer Tiefe ($< 1.50 \text{ m}$) können die Wandstärken auf mindestens 20 cm reduziert werden (analog Entmistungskanäle mit einer Tiefe $< 1.50 \text{ m}$, jedoch nicht in der Grundwasserschutzzone S3).

Mistplatten sind mit einer Bodenplattenstärke von mindestens 20 cm sowie mit angemessenen Brüstungshöhen auszuführen. Wo aus arbeitstechnischen Gründen eine Wand weggelassen wird, ist eine Aufbordnung von mindestens 10 cm gegen das Abfließen der Mistgülle ins angrenzende Terrain oder eine gleichwertige Sicherheit (zum Beispiel geneigte Einfahrtsrampe) einzubauen. Betonspezifikationen, Abdichtungsmassnahmen und Minimalbewehrung entsprechen grundsätzlich denselben Anforderungen wie bei Güllebehältern in Ortbeton.

Für Gruben, bei denen ein Aufstau von Gülle über 25 cm Höhe nicht möglich ist, darf die Minimalbewehrung nach Art. 4.4.2.3.3 und 4.4.2.3.4 Norm SIA 262 (erhöhte Anforderungen) gewählt werden, jedoch nicht in der Grundwasserschutzzone S3.

Raufuttersilos

Silosaft und durch Regenwasser stark verdünntes Siloabwasser sind in jedem Fall aufzufangen und - syphoniert - in den Güllebehälter oder einen säurebeständigen Auffangschacht zu leiten.

Vorbemerkung

Hochsilos sind mit einer Bodenplattenstärke von mindestens 20 cm auszuführen (Säurefeste Beschichtung, Mindestbewehrung usw.).

Siehe Kapitel 1.2 «Richtlinie für Flachsiloanlagen»

Flachsilos

Leitungssysteme

Die Leitungen sollen den Anforderungen der Normen SIA 190 und SN 592000 genügen. Es sind nur Rohrsysteme mit VSA-Zulassungsempfehlung (säurebeständig) zu verwenden. Betonrohre mit Spitzmuffen sind nicht erlaubt.

Beim Anschluss von Rohren an starre Bauten (Güllebehälter, Kanäle usw.) sind flexible Leitungen vorzuziehen. Die Leitungen sind mit einem Dichtungselement (Schachtfutter) zu versehen und im Aushubbereich zu untermauern (siehe Detail im Kapitel 1.5.1).

Bei der Bauwerksabnahme ist eine Dichtheitsprüfung gemäss Norm SIA 190 Anhang A durchzuführen und die Protokolle sind der kantonalen Fachstelle abzugeben.

Überflurbehälter sollen aus Betriebssicherheitsgründen mit einer Überkantleitung befüllt und entleert werden. Der Saugehebewirkung muss mit einem Lüftungsventil entgegengewirkt werden. Die im Rohr verbliebene Gülle muss in einen dichten Sammelschacht geleitet werden (siehe Detail im Kapitel 1.5.3).

Die Untenentnahme ist nur in Ausnahmefällen zulässig (in Zone S nicht erlaubt). Dabei muss die Leitung mit zwei Absperrschiebern ausgerüstet werden. Zusätzlich sind Massnahmen gegen Sabotage vorzusehen, wie zum Beispiel Abschiessen einer der beiden Schieber.

Gülle und Siloabwasser

Entnahmeleitung für Überflurbehälter

Bauten in Grundwasserschutzzonen

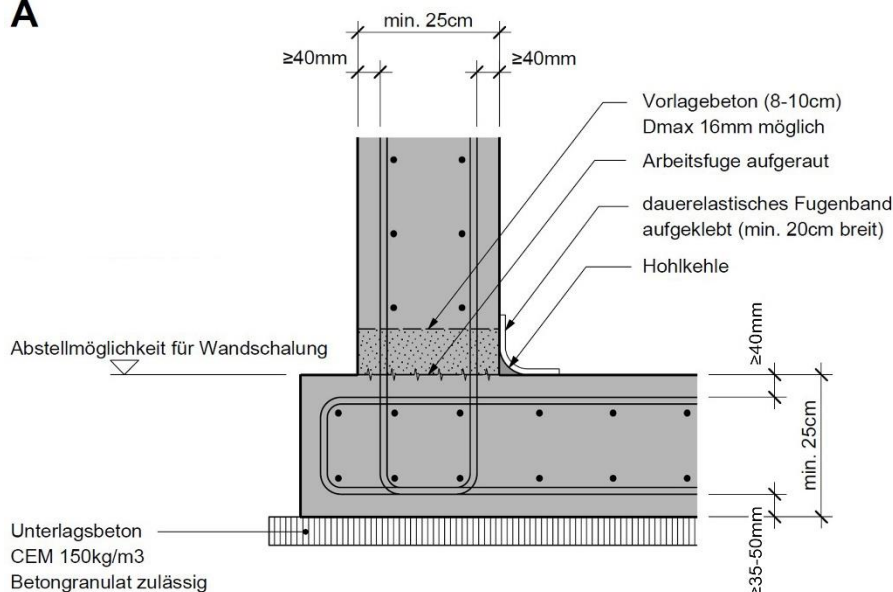
Für Mistgruben, Raufuttersilos, Leitungssysteme, Gülleentnahmeplätze und ähnliche Anlagen in der Grundwasserschutzzone S 3 sind zusätzliche Massnahmen bezüglich der Dichtheit und Kontrollmöglichkeit, nach speziellen Vorschriften der kantonalen Gewässerschutzfachstelle vorzusehen. In den Grundwasserschutzzonen S 1 und S 2 sind solche Anlagen nicht zulässig.

1.5 Konstruktionsdetails

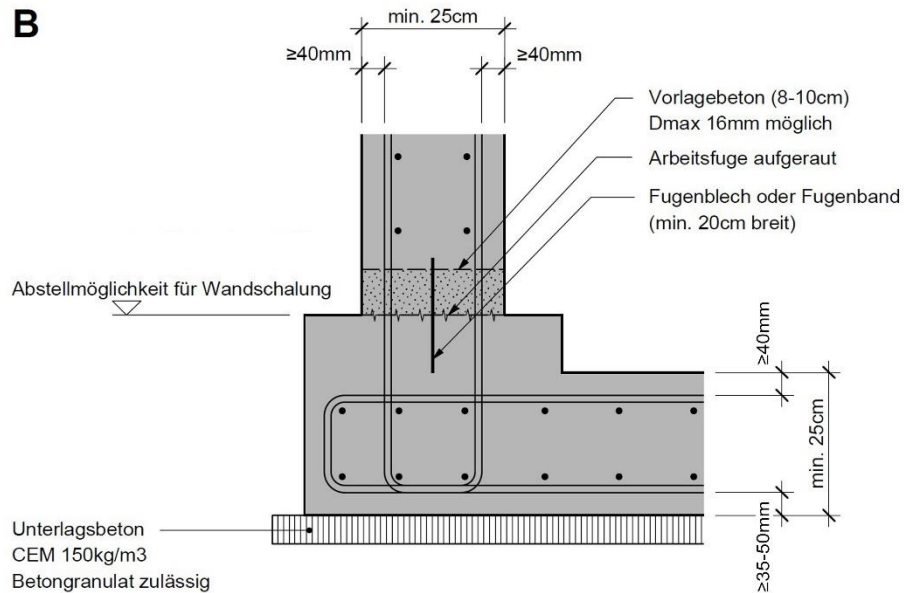
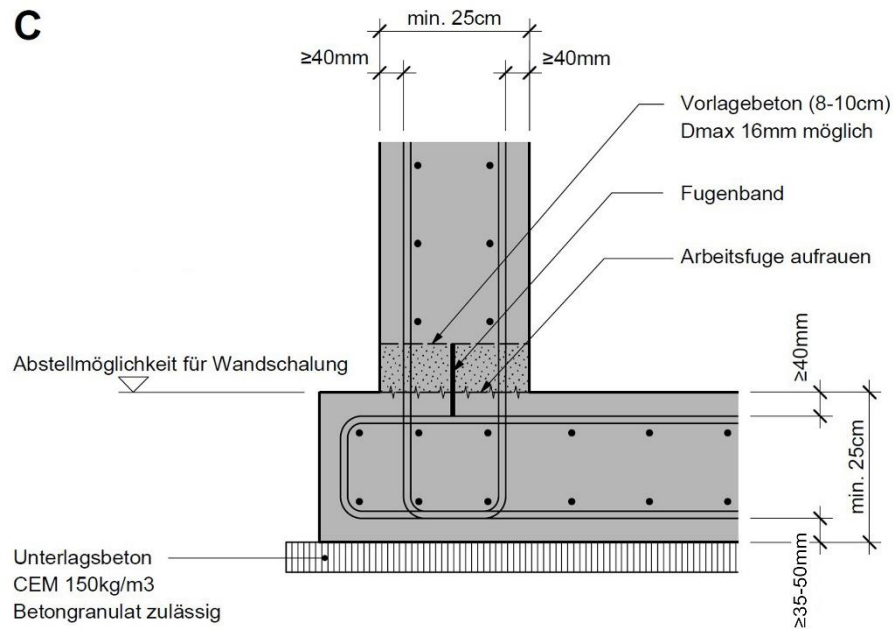
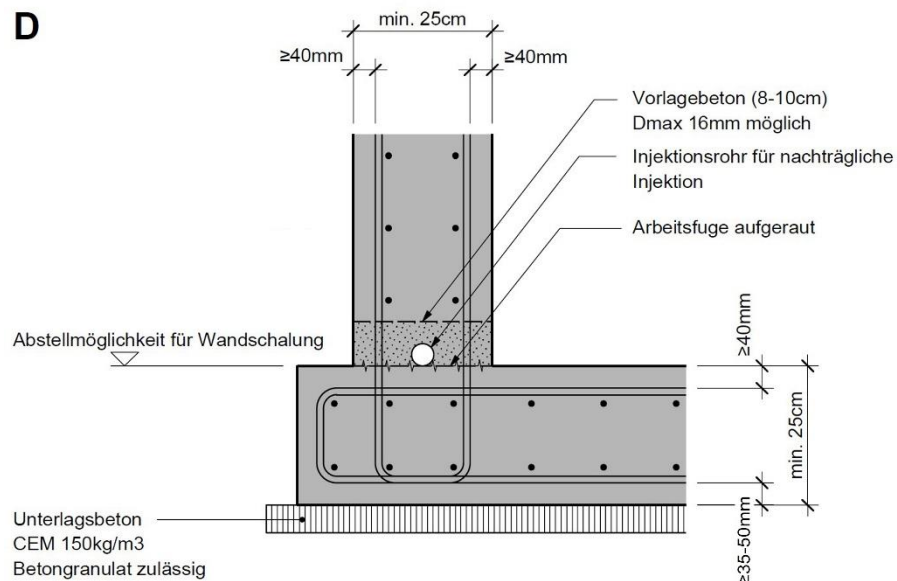
1.5.1 Details für Ortbetonbehälter

Distanzhalter aus Kunststoff dürfen nicht verwendet werden.

A

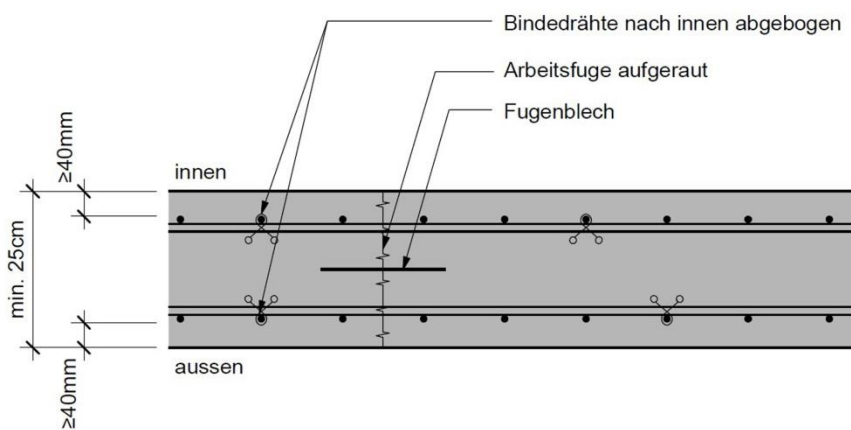
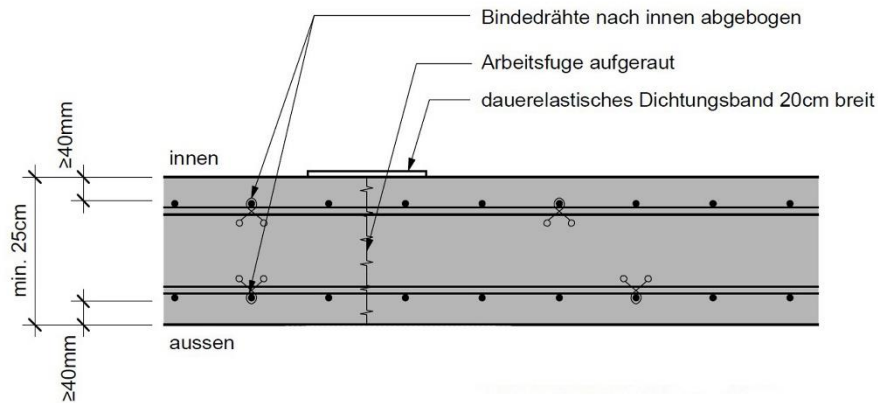


Beispiele für Bodenplatte-Wand-Anschluss

B**C****D**

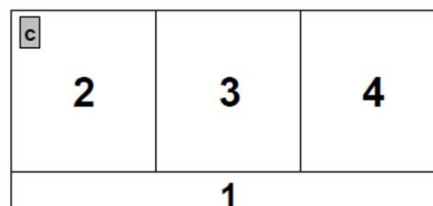
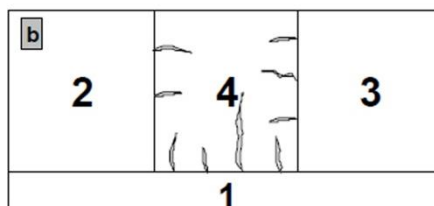
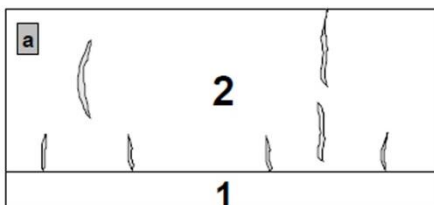
Analoge Ausführung für Betonplatte

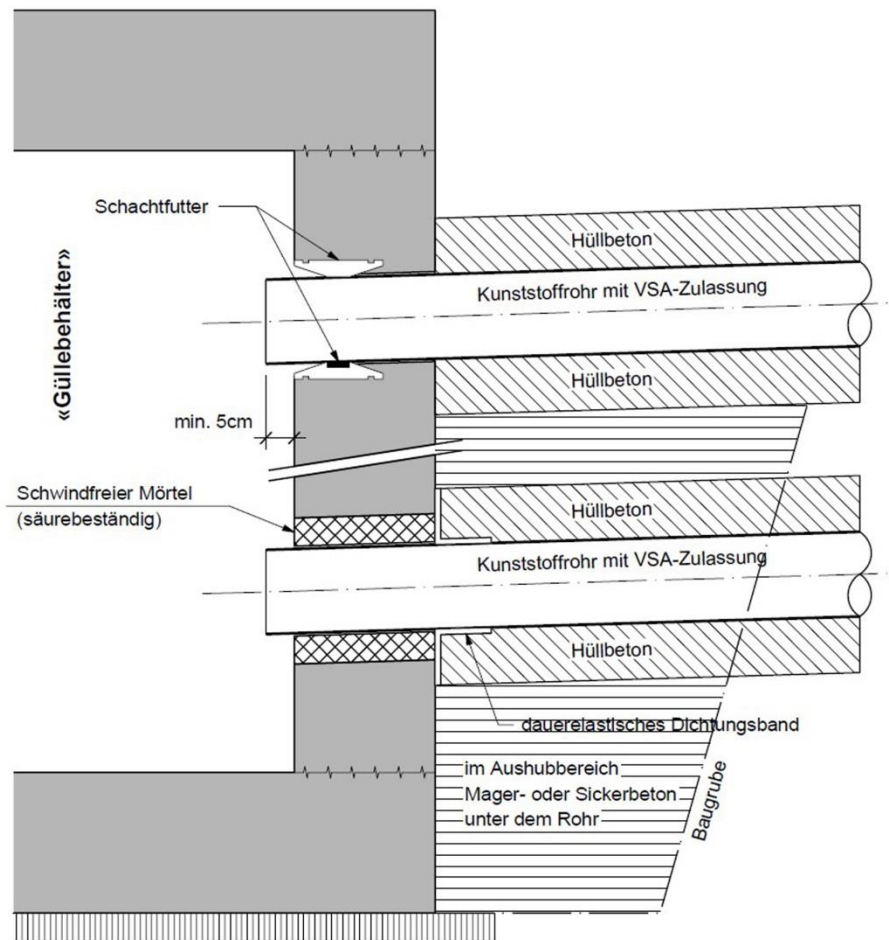
Beispiel für Etappenfuge in der Behälterwand



a) und b) ungünstige Lösung: erhöhtes Rissrisiko; c) günstige Lösung: geringes Rissrisiko

Beispiele Betonieretappe Wand

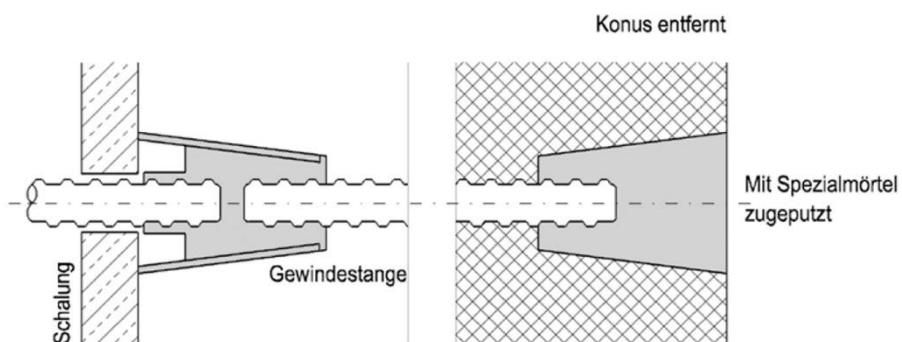
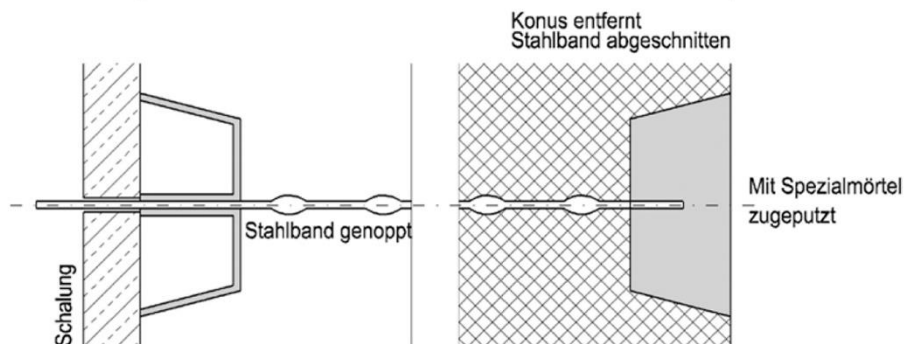
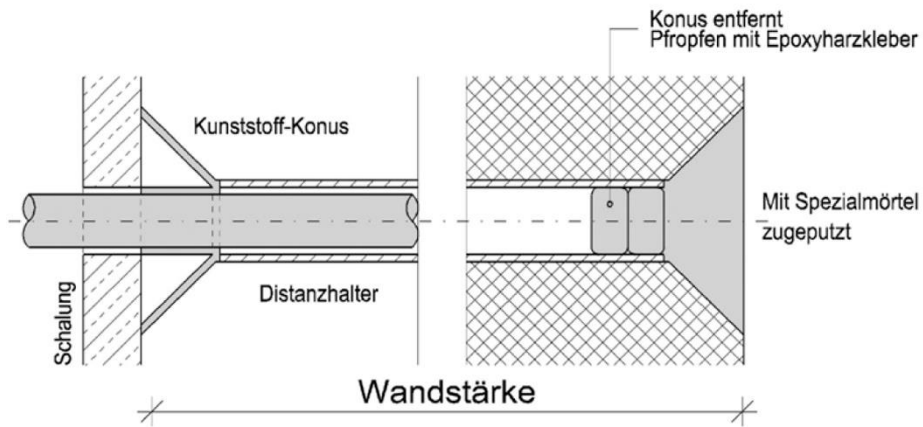




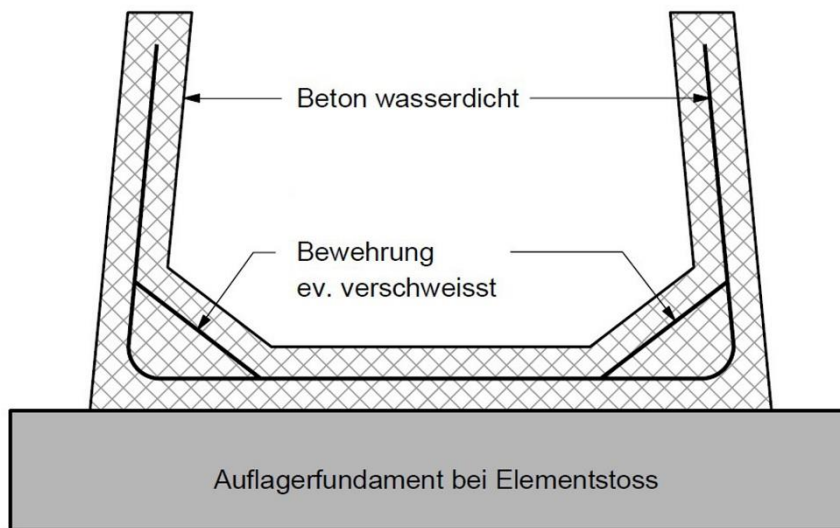
Bauzustand

Endzustand

Bindesysteme für was- serdichten Beton



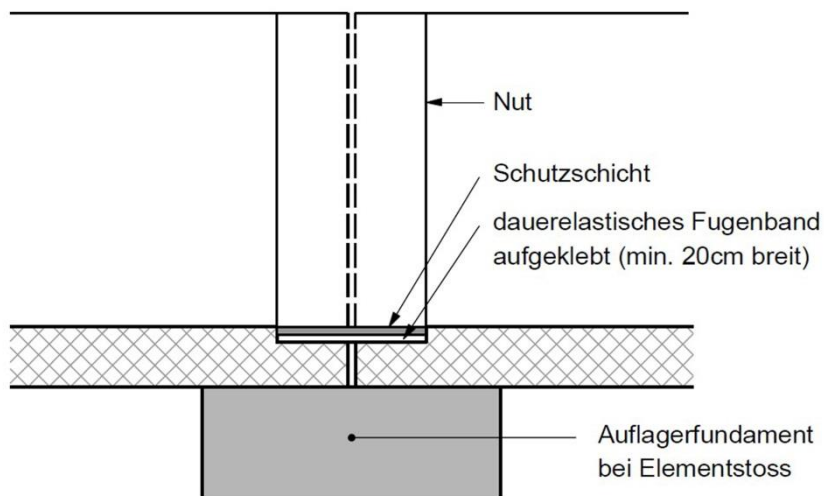
Querschnitt



Die Kanalelemente sind untereinander kraftschlüssig zu verbinden

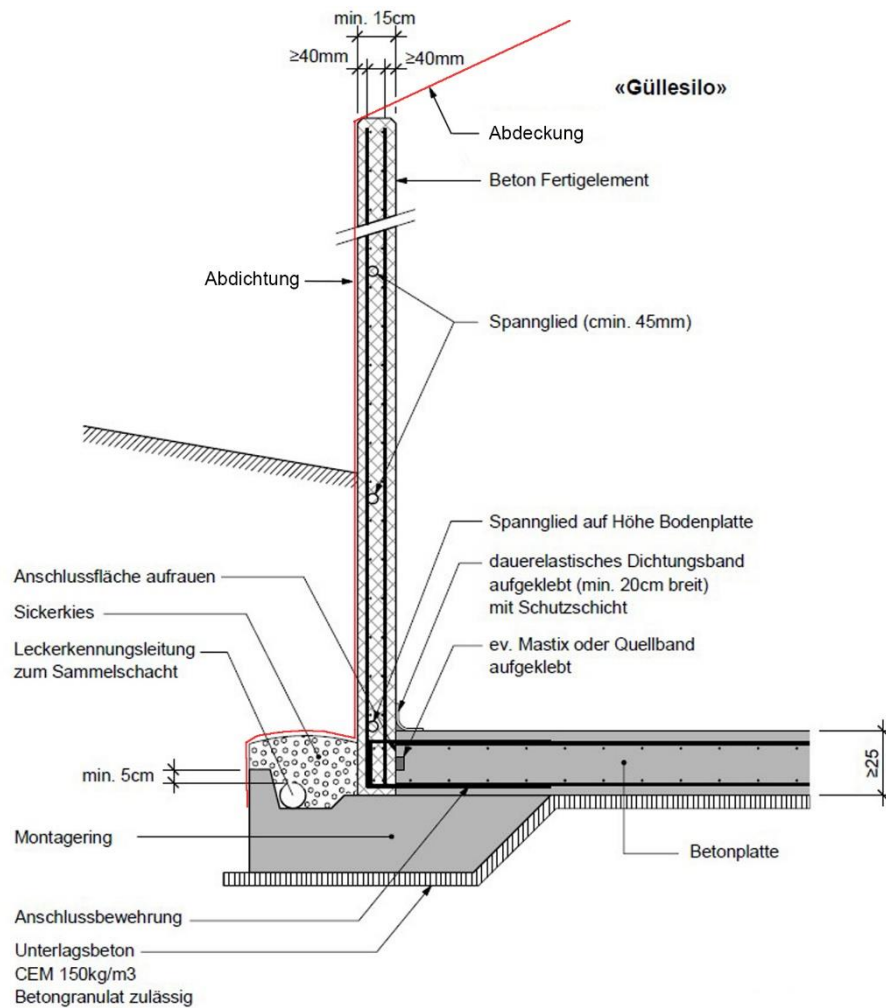
Verschweisste Bewehrungen sind nur mit speziellen Auflagen zugelassen (SIA 262 5.2.4.2, 5.2.6.9, 6.2.3 und 6.2.4)

Längsschnitt

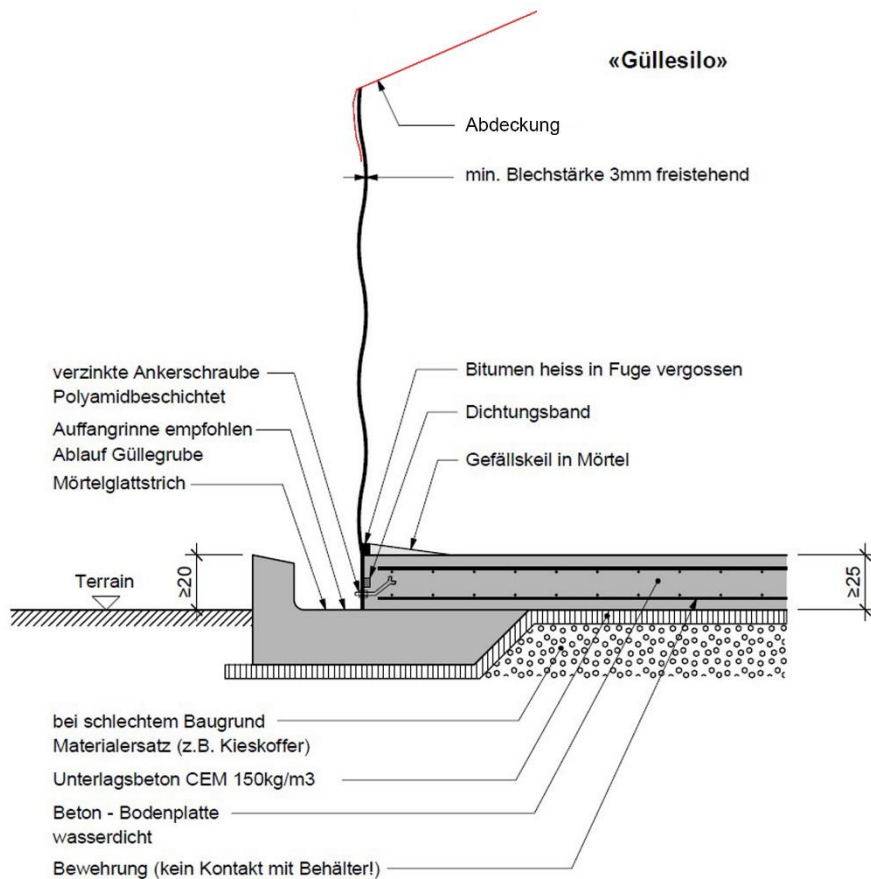


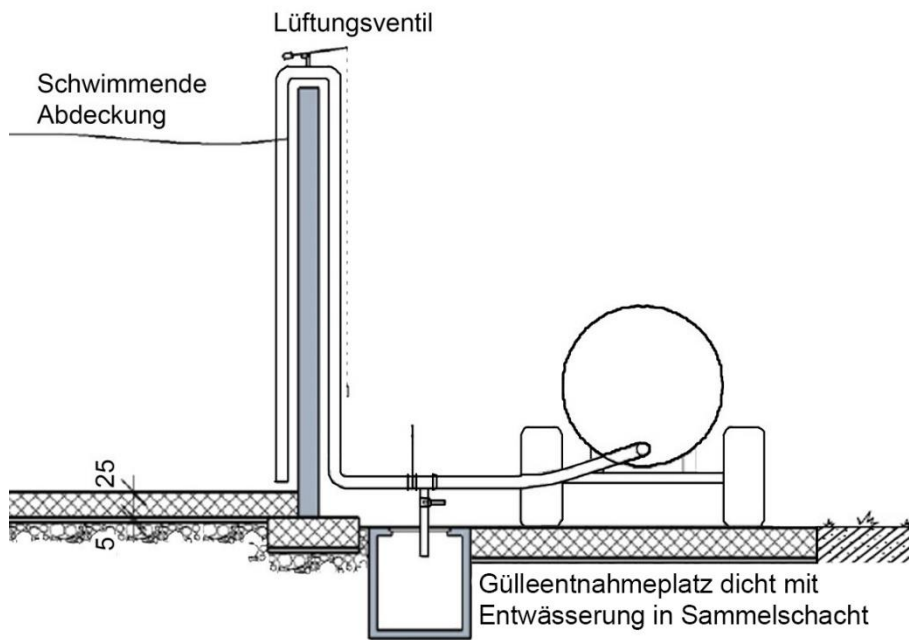
1.5.3 Details für Elementbeton- und Stahlsilos

Elementbetonsilo erdbe- rührt (Beispiel)



Stahlsilo freistehend (Beispiel)

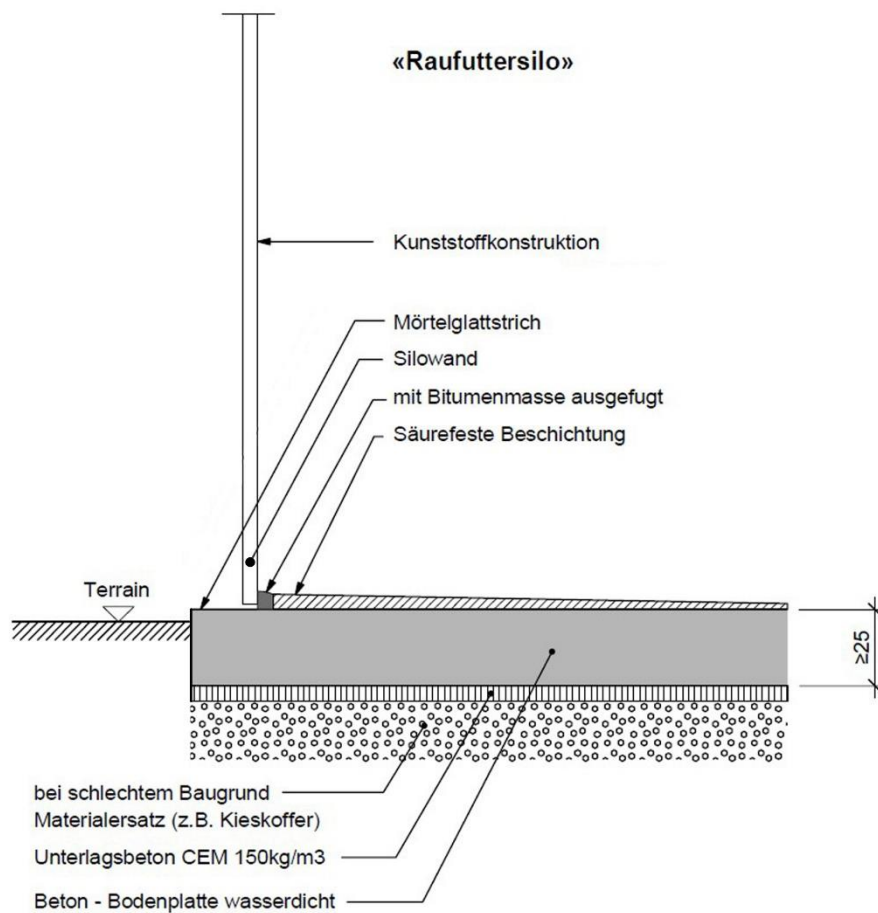




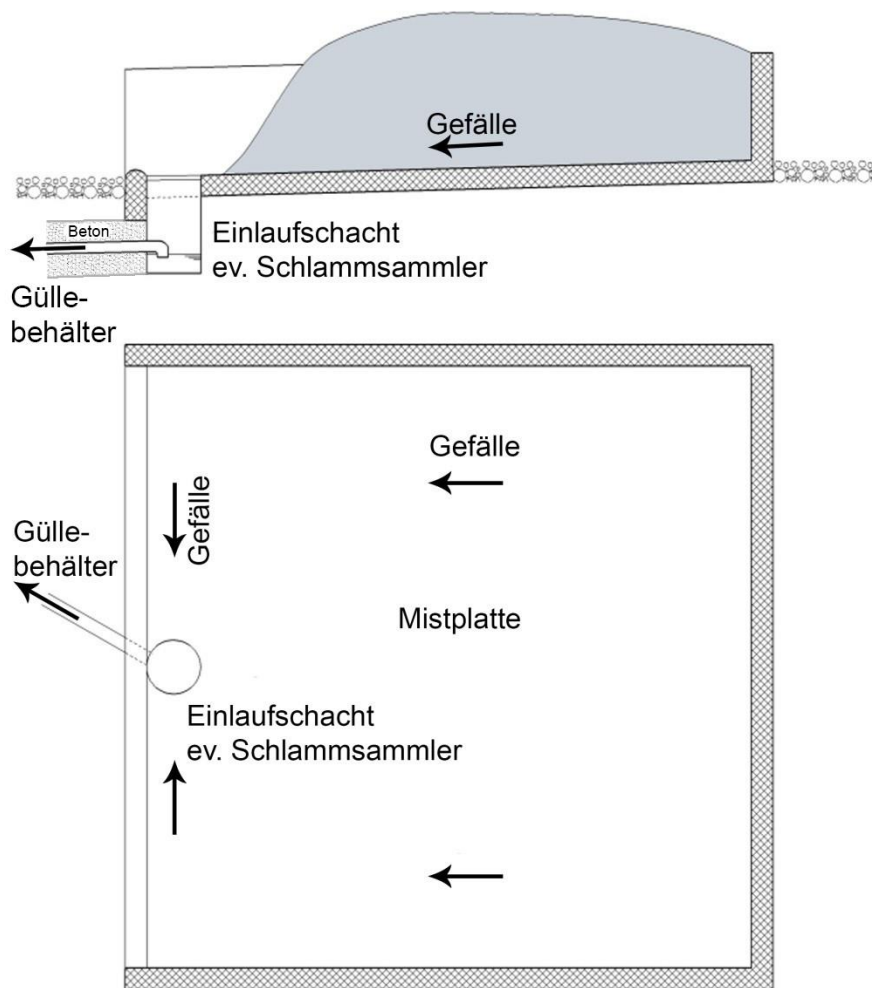
Gülleentnahmeplatz mit Lüftungsventil und Sammelschacht

1.5.4 Details für weitere Anlagen

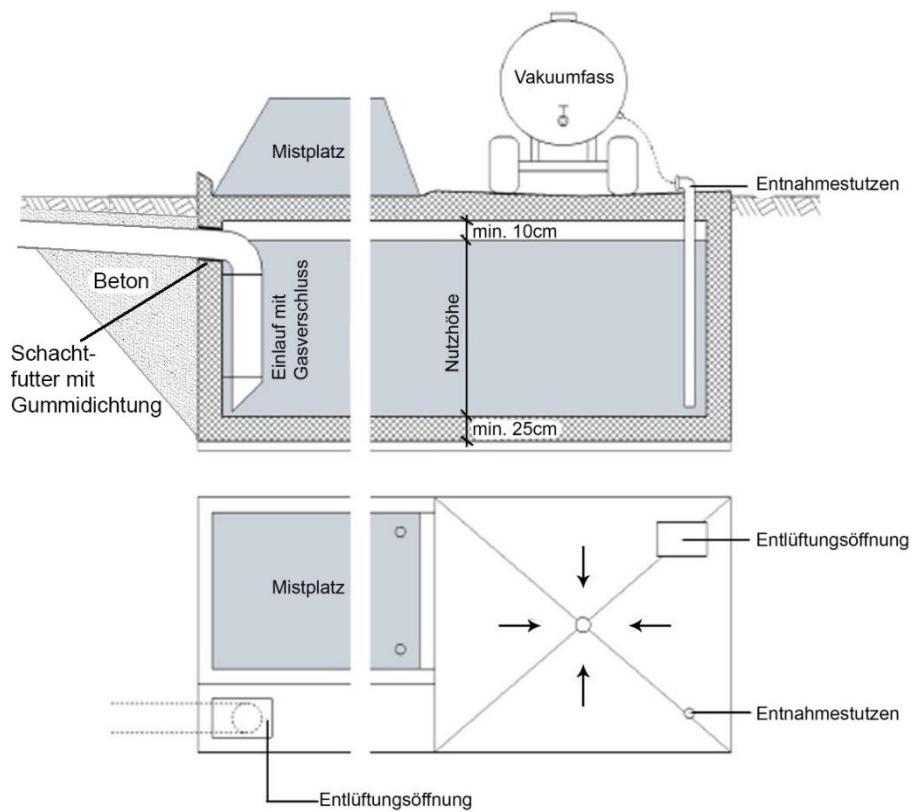
Kunststoffsilo (Beispiel)



**Mistplatz
Betonplatte mit Ableitung
in Güllebehälter**



**Mistplatz auf
Güllebehälter**



1.6 Dichtheitsprüfungen von bestehenden und neuen Hofdünger- und Entwässerungsanlagen

Gemäss Artikel 28 der Gewässerschutzverordnung (GSchV; SR 814.201) müssen alle bestehenden Lagereinrichtungen für Hofdünger periodisch auf Dichtheit geprüft werden. Strengere Gemeindevorschriften nach Schutzzonenreglement bleiben vorbehalten.

Bei der Planung oder der Sanierung eines Stalles und / oder eines Güllebehälters wird empfohlen, die bestehenden Anlagen vorgängig auf Dichtheit und einwandfreies Funktionieren zu prüfen, damit eine sinnvolle Gesamtplanung möglich ist. Defekte und vorschriftswidrige Anlagen (Güllebehälter und Mistgruben, Siloentwässerungsanlagen, Abwasserleitungen usw.) sind in Stand zu stellen oder ausser Betrieb zu nehmen.

Die Dichtheit einer neu erstellten Anlage muss erstmals vor der Inbetriebnahme (bei seitlich erdberührten Anlagen vor dem Hinterfüllen, bei Leitungen vor der Überdeckung) nachgewiesen werden.

Vorgehensschritte für die Dichtheitsprüfung von neuen und bestehenden Anlagen zusammengefasst.

Ablauf der Prüfung		
	Neue Anlage	Bestehende Anlage
Prüftermin	Vor dem Hinterfüllen; vor dem Anbringen einer eventuellen Innenbeschichtung; bei Leitungen vor dem Überdecken	• Alle 5 Jahre im S2 • Alle 10 Jahre im S3 • Alle 20 Jahre im Au • Alle 30 Jahre im üB • Bei Druckleitungen gelten die genannten Kontrollintervale • Leitungen mit häuslichem Abwasser gemäss Planung der örtlichen Baubehörde
Frühzeitige Meldung der Bereitschaft zur Prüfung an	Gemeinde, Ingenieur	Gemeinde, Kontrollorgan
Durchführung der Prüfung	Projektleitender Ingenieur, Gemeinde, Bauherrschaft und Bauunternehmer	Kontrollorgan
Prüfungsbestätigung	Baukontrollen, Dichtheitsprüfung und Werkabnahme für neue Hofdüngeranlagen	Abnahmeprotokoll für bestehende Lagerbehälter für Hofdünger und Abwasser
Prüfungsbericht an	Gemeinde und kantonale Fachstelle	Gemeinde und kantonale Fachstelle

Prüfverfahren		
	Neue Anlage	Bestehende Anlage
Güllebehälter und Mistgruben sowie Schwemmkanäle mit Nutzhöhe > 1.50 m	Füllung mindestens 1 m mit Wasser, Prüfdauer 2 Tage, Sichtkontrolle In Schutzzone S3 Vollfüllung	• Kontrolle mittels Leckerkennungssystem oder • Leeren und Reinigen der Anlage mit Sichtkontrolle oder • volle Füllung mit Wasser resp. verdünnter Gülle (1:3), Messung mit Messgerät über 24 Std.
Schwemmkanäle mit Nutzhöhe < 1.50 m	Füllung bis Staunase (mind. 0.5 m) mit Wasser, Prüfdauer 2 Tage, Sichtkontrolle	
Mistplatte bzw. flache Mistgrube	Sichtkontrolle	Leeren, Reinigen, Sichtkontrolle
Schmutzwasser führende Leitungen (häusliche Abwasser)	Füllprobe oder Dichtheitsprüfung unter Druck mit Wasser oder Luft	Nach Vorgaben der Gemeinde bei Hausanschluss
Gülle und Silowasser führende Leitungen		In Absprache mit dem begleitenden Ingenieur unter Druck mit Wasser oder Luft
Druckleitungen	Prüfung mit Wasser: SIA 190 Anh. A.3 Prüfung mit Luft: SIA 190 Anh. A.4	

	Neue Anlage	Bestehende Anlage
Schöpfschächte	Volle Füllung mit Wasser, Messung mit Doppelmeter während 2 Tagen	Sichtprüfung oder Vollfüllung mit Wasser
Kontrollschächte	Sichtprüfung In Grundwasserschutzzonen volle Füllung mit Wasser, Messung mit Doppelmeter während 2 Tagen	Sichtprüfung In Grundwasserschutzzonen volle Füllung mit Wasser, Messung mit Doppelmeter während 2 Tagen

Spezialfälle		
Anlagen in Grundwasserschutzzonen oder Grundwasserschutzarealen	Volle Füllung mit Wasser, Prüfdauer 2 Tage, Gesamtsystem inkl. Kontrollschächte, Sichtkontrolle und Funktionstüchtigkeitskontrolle des Leckerkennungssystems	• Leckerkennungssystem oder • Leeren und Reinigen der Anlage mit Sichtkontrolle oder • volle Füllung mit Wasser resp. verdünnter Gülle (1:3) Messung mit Messgerät über 24 Std.
Neuanlagen schon hinterfüllt	Volle Füllung mit Wasser, Prüfung über 24 Std. mit Messgerät	

2 Richtlinie für Flachsiloanlagen

2.1 Einleitung

2.1.1 Grundsätze

Die Gewässerschutzmassnahmen sind von zentraler Bedeutung für Konzeption, Bau und Betrieb von Flachsiloanlagen. Gärssaft und Siloabwässer dürfen weder in konzentrierter noch in verdünnter Form in Oberflächengewässer eingeleitet oder versickert werden.

Alle am Bau, Betrieb und Unterhalt der Anlagen und Einrichtungen beteiligten Personen und Amtsstellen sind zur Einhaltung der Gewässer- und Umweltschutzgesetzgebung verpflichtet.

2.1.2 Ziel und Zweck der Richtlinie

Dieser Teil richtet sich an Bauherren, Planer, Unternehmer, Gemeindebehörden und kantonale Fachstellen. Sie behandelt die Planung und Ausführung der gewässerschutzrelevanten Bedingungen von Flachsiloanlagen.

Nicht behandelt werden die Bauteile, die bezüglich Gewässerschutz von untergeordneter Bedeutung sind, wie Sickerleitungen, die sauberes, nicht durch Gärssaft verschmutztes Sickerwasser ableiten, Zufahrten und Rangierplatten usw.

Begriffsdefinition:

Flachsilo werden auch als Fahrsilos bezeichnet. Entsprechend der Wegleitung des Bundes wird hier der Begriff Flachsilo verwendet

Das Merkblatt «[Erstellung von Siloanlagen und Lagerung von Silagen](#)» ist zu beachten.

2.2 Planung und Bewilligung

2.2.1 Standortbedingte Auflagen

Auflagen für Flachsiloanlagen		Bemerkungen
Grundwasserschutzzone S		
Zone S1 Fassungsbereich	nicht zugelassen	Vorbehalten bleiben die Vorschriften gemäss Schutzzonenregle- ment ¹
Zone S2 engere Schutzzone	nicht zugelassen	
Grundwasserschutzareal	nicht zugelassen	
Zone S3 weitere Schutzzone	Bewilligung für Bau in Ausnahmefällen und mit besonderen Auflagen (z.B. Bodenplatte mind. 25 cm)	
Gewässerschutzbereich		
Zuströmbereich Z	Bau von Flachsiloanlagen zugelassen	Anfallendes Regenwasser von entleerten, gereinigten Siloan- lagen kann über bewachsene Flä- chen oder Mulden versickert wer- den
Gewässerschutzbereich Au + Ao (früher A)	Bau von Flachsiloanlagen zugelassen	
Übrige Gewässerschutzbereiche (früher B + C)	Bau von Flachsiloanlagen zugelassen	

Auf folgende Gegebenheiten muss in jedem Fall Rücksicht genommen werden:

- Schutzzonen von Trinkwasserfassungen;
- Nähe von oberirdischen Gewässern;
- Höhe des Grundwasserspiegels;
- Nähe von Drainagen oder Sickerleitungen;
- Nähe von Strassengräben oder sickerfähigen Oberflächen.

2.2.2 Voraussetzungen für die Planung

Bei der Planung der Anlage sind die Belange des Landschaftsschutzes zu berücksichtigen.

Flachsilos mit den zugehörigen Anlageteilen und dem Leitungssystem sind von einer ausgewiesenen Fachperson (Bauingenieur) zu projektieren.

Die Entwässerung wird vereinfacht, wenn Flachsilos in der Nähe des Güllebehälters und möglichst auf Terrainniveau angeordnet werden.

Aus bautechnischen Gründen sollten Betonbodenplatten von Siloanlagen eine Länge von 40 m und eine Breite von 20 m nicht überschreiten. Eine Aufteilung in mehrere kleinere Silos ist auch aus Qualitätsgründen des Futters vorzuziehen.

2.2.3 Einzureichende Unterlagen

Die Bewilligungskompetenz liegt bei der kantonalen Fachstelle. Folgende Unterlagen sind dem Baugesuch beizulegen:

- Situations-, Grundriss-, Querschnitts- und Ansichtspläne;
- Entwässerungsplan 1:50 bis max. 1:200 über den gesamten Betrieb: [Musterplan](#);
- Berechnung der Lagerkapazität für Hofdünger und Abwasser: [Berechnungstool](#);
- Ingenieurbestätigung für die fachgerechte Projektierung: [Formular](#).

Der Baubeginn ist der Gemeinde zu melden.

Für die korrekte Planung und Ausführung von Flachsilo- und Entwässerungsanlagen muss sich ein Bauingenieur verantwortlich zeigen. Vor Baubeginn sind der kantonalen Fachstelle vom Projektleiter folgende Unterlagen zur Kenntnisnahme einzureichen:

- Schalungs- und Bewehrungsplan (einfach).
- Übersichts- und Elementpläne mit Anschlussdetails bei vorfabrizierten Konstruktionen

¹Falls kein Schutzzonenreglement vorliegt, gilt die Wegleitung «Grundwasserschutz», BAFU (2004)

2.2.4 Kontrollen während und nach der Ausführung

Der Projektingenieur ist verantwortlich, dass die geplanten Anlagen nach den genehmigten Plänen und nach den Regeln der Baukunde ausgeführt werden.

Bauunternehmer und Projektleiter übergeben dem Bauherrn ein qualitativ einwandfreies Bauwerk, welches mit dem Formular «[Baukontrollen und Abnahme für neue Flachsiloanlagen vor Inbetriebnahme](#)» bestätigt wird.

Es sind insbesondere folgende Kontrollen, gemäss Formular, vorzunehmen:

- Kontrolle des Baugrundes;
- Schalungs- und Bewehrungsabnahmen;
- Qualitätskontrolle der verwendeten Baustoffe und Überwachung der Beton-Nachbehandlung;
- Ausführungskontrolle der Fugen bei Elementsilos;
- Kontrolle der Entwässerungseinrichtungen sowie der Leitungen und Anschlüsse;
- Dichtheitsprüfung der Gärtsaftleitungen und Behälter.

Fertigstellung und Anmeldung zur Schlussabnahme mit Abnahmeprotokoll sind der zuständigen Stelle rechtzeitig zu melden.

Die Abnahme erfolgt in Anwesenheit des Bauherrn, des verantwortlichen bauleitenden Ingenieurs und der Gemeinde und gegebenenfalls der kantonalen Fachstelle. Die Einhaltung sämtlicher Auflagen der Baubewilligung werden überprüft und die Pläne des ausgeführten Bauwerks entsprechend nachgetragen.

2.3 Projektierungs- und Ausführungsvorschriften für Flachsilos

2.3.1 Grundlagen

Beim Siliervorgang entsteht saurer Gärtsaft, der einen pH-Wert von 3.5 – 5 aufweist und somit stark aggressiv auf Beton wirkt. Ausserdem werden auch schwere, sauerstoffzehrende Gase freigesetzt, die unter bestimmten Voraussetzungen Erstickungsgefahr für Mensch und Tier bedeuten können. Die Ableitungen sind zu siphonieren.

Gärtsaft, Gase, Siloabwasser

Der beim Siliervorgang anfallende Gärtsaft und das bei der Entnahme anfallende Abwasser auf der Siloplatte (das noch mit Gärtsaft und Futterresten vermischt ist) ist wenn immer möglich in den Güllebehälter zu leiten. Ist eine direkte Einleitung nicht möglich, ist es in einen dichten, säurebeständigen, ausreichend dimensionierten Auffangbehälter (Auffangvolumen 2.5 m³ pro 100 m² Flachsilofläche) mit Überlaufsicherung zu leiten und von dort dem Güllebehälter zuzuführen.

Im Silobau sind nur säurebeständige Leitungen zugelassen (z.B. PE, PP, Steinzeug, PU). Sie sind nach Profil 4 einzubetonieren. Die Anschlüsse an die Siloplatte, an Schächte oder an den Güllebehälter sind mit Schachtfutter auszuführen. Schächte und Durchlaufrinnen sind in säurefestem Material auszuführen oder säurefest zu beschichten.

Umstellvorrichtungen, mit denen Abwasser aus den leeren gereinigten Silos statt zum Güllebehälter in eine bewachsene Sickermulde geleitet werden kann, sind nur dann zulässig, wenn sie deutlich sichtbar sind, beispielsweise durch Einsatz eines vorstehenden, eingesetzten Rohres im offenen Umstellschacht unmittelbar beim Silo. Die Auslaufhöhen sind so zu wählen, dass an einer Wasserlache sichtbar wird, dass das Wasser nicht in den Güllebehälter /den Gärtsaftbehälter, sondern in die Versickerungsanlage abgeleitet wird (siehe Detail 2.4.4).

Umstellvorrichtung

In geschlossenen Schächten angeordnete oder nicht dauernd sichtbare Umstellvorrichtungen sind nicht zulässig, da sie zu Fehlmanipulationen führen können.

Beim Befüllen werden die Silos bis über die Oberkante der Seitenwände gefüllt und das Siliergut wird mit schwerem Gerät verdichtet. Es entstehen dadurch hohe Drücke auf die Seitenwände. Ausserdem sind Schläge durch unbeabsichtigtes Anfahren der Seitenwände mit Traktor oder Pneulader nicht zu vermeiden.

Äussere Einwirkungen auf Flachsilos (Erläuterungen)

Während und nach der Entnahme ist vor allem die Bodenplatte hohen Temperaturdifferenzen ausgesetzt. Im Bereich des Futterstockes ist mit einer gleichmässigen (warmen) Temperatur zu rechnen. Auf der freigelegten Fläche können Oberflächentemperaturen von – 15 °C im Winter und + 40 °C im Sommer auftreten. Dadurch entstehen hohe Spannungen und Risse im Beton.

Diese rechnerisch kaum ausreichend erfassbaren Beanspruchungen erfordern eine konstruktiv gute Lösung und eine ausreichende Mindestbewehrung, um Schäden und Risse zu vermeiden, die zu Undichtheiten und Gärstoffverlust führen würden.

Für Flachsilo in der S3 gilt die Dichtigkeitsklasse 1, für alle übrigen die Dichtigkeitsklasse 2 nach SIA 270 und SIA 272.

Die häufigsten Flachsilotypen sind:

- Flachsilo in Ortbetonbauweise **Typ a;**
- Flachsilo in Elementbauweise **Typ d.**

Flachsilotypen

Flachsilo anderer Ausführungsart haben bezüglich Gewässerschutz dieselben Anforderungen und Randbedingungen zu erfüllen, wie die hier detailliert dargestellten Lösungen.

Andere Ausführungsarten

Überdachte Flachsilo haben den Vorteil, dass das Regenwasser abgeleitet werden kann und die anfallende Abwassermenge minimiert wird. Zudem können leere Silos als temporäre Lagerräume genutzt werden.

2.3.2 Flachsilo in Ortbeton (Typ a)

- Siloplaten sind aus bewehrtem, Beton mindestens 20 cm stark und fugenlos zu erstellen;
- Betonqualität für Bodenplatte und Silowände: C 30/37 XA1, XC4 (CH). Falls die umliegenden Betonwerke diesen nicht im Sortiment haben, kann auch ein C30/37 XC4 XD3 XF2 verwendet werden
- die Einschnürung der Bodenplatte im Bereich der Gärstoffrinne ist durch eine entsprechende Verstärkung zu kompensieren; ebenso ist die Bewehrung in dieser Zone zu verstärken, damit nicht im kritischen Querschnitt, in der Rinne, Risse entstehen;
- es ist besonders auf einen sorgfältig ausgebildeten, dichten Anschluss zwischen Bodenplatte und Seitenwände zu achten (siehe Detail 2.4.1).
- Gleichmässige Bettung und eine durchlaufende Sauberkeitsschicht verlängern die Nutzungsdauer und erleichtern die Bauarbeiten.
- Die Überdeckung der Bewehrung soll auf der Innenseite des Silos und speziell auf der Oberseite der Bodenplatte mindestens 50 mm betragen;
- Bodenplatte und Behälterwände sind beidseitig zu bewehren; die Mindestbewehrung gemäss Art. 4.4.2.3.3 Norm SIA 262 für erhöhte Anforderungen darf nicht unterschritten werden;

Konstruktive Mindestanforderungen für die Betonkonstruktion

Mindestanforderungen an die Bewehrung

Für die im Flachsilobau häufig vorkommenden Abmessungen und Stababstände (Netzbewehrung) können die Minimalbewehrungen der Tabelle entnommen werden.

Tabelle der konstruktiv erforderlichen Minimalbewehrung

Mindestzugbewehrung für Bauteilstärke 25 cm und **Dichtigkeitsklasse 1, hohe Anforderungen, alle Abmessungen, Zone S3:**

Beton	C25/30	C30/37	C30/37
Stabdurchmesser gewählt	Beton nicht zugelassen	14 mm	12 mm
$\sigma_{s,adm}$		276 N/mm ²	299 N/mm ²
As _{min}		2330 mm ² /m	2158 mm ² /m
Erf. As (pro Seite)		1165 mm ² /m	1079 mm ² /m
Teilung gewählt		15 cm	12.5 cm
As		1030 mm ² /m	905 mm ² /m

Arbeitsfugen und Etappierungen sind zwingend zu beachten.

Mindestzugbewehrung für Bauteilstärke 20 cm und **Dichtigkeitsklasse 2, erhöhte Anforderungen, Zonen üB und Au:**

Beton	C25/30	C25/30	C30/37
Stabdurchmesser gewählt	10 mm	8 mm	10 mm
Asmin	1086 mm ² /m	1086 mm ² /m	1212 mm ² /m
Erf. As (pro Seite)	543 mm ² /m	543 mm ² /m	606 mm ² /m
Teilung gewählt	15 cm	10 cm	15 cm
As	523 mm ² /m	503 mm ² /m	523 mm ² /m

Arbeitsfugen und Etappierungen sind zwingend zu beachten.

Bei langen Bauwerken $L > 15$ m sind in der Längsrichtung Zulagen vorzusehen

2.3.3 Flachsilos mit Asphaltbelag (Typ b)

Die Verwendung von Asphaltböden für den Bau von Flachsilos kann eine geeignete Alternative zu Betonsilos darstellen. Es sind aber grundsätzlich nur dichte Lösungen mit gutem Langzeitverhalten zugelassen, die dieselben Randbedingungen erfüllen wie konventionelle Lösungen in Beton.

Abgestützt auf die aktuellen Normen (z.B. SIA 273) und Versuchsergebnisse der Agroscope FAT Tänikon sind 2-schichtige Asphaltbeläge maschinell einzubauen. Der Projektingenieur hat die Dichtheit nachzuweisen. Wird diese über den Hohlraumgehalt festgelegt, so ist dieser in der Ausführung zu prüfen.

Die Tragschicht kann alternativ auch aus einer tragfähigen, armierten Beton-Bodenplatte bestehen.

Es ist ein ausreichend dimensionierter, gut verdichteter Kieskoffer als Unterlage zu verwenden. Die erforderliche Stärke des Koffers bemisst sich nach den Untergrundverhältnissen. Sie beträgt mindestens 40 – 50 cm. Der zu erreichende ME-Wert auf der Planie soll 80 MN/m² nicht unterschreiten.

- Das Quergefälle ist mit Vorteil von den Seitenwänden weg gegen die Silomitte zu wählen;
- beim Anschluss des Asphaltbodens an die Betonseitenwände / Elementwände oder an die Gärtrafrinne usw. soll der Belag mindestens 20 cm über die Betonfundamentkonstruktion eingebaut und mit einer Heissvergussfuge dicht angeschlossen werden; der direkte Anschluss an eine senkrechte oder geneigte Betonfläche ist unzulässig;
- zu beachten ist, dass auch für Silos mit Asphaltbelag eine ringsumlaufende Aufbordnung vorzusehen ist; sie kann durch eine Betonbrüstung, durch eine MA-Aufbordnung oder eventuell durch einen Asphaltwulst ausgeführt werden;
- für Ortbeton- oder Elementwände, Rinnen und Entwässerungsanlagen usw. gelten die Ausführungen unter den entsprechenden Kapiteln.

Vorbemerkung

Mögliche Asphaltbeläge

Kieskoffer unter Asphaltbelag

Besondere Anforderungen und Hinweise für Flachsilos mit Asphaltbelag

2.3.4 Flachsilos mit Betonfertigelementen (Typ c und Typ d)

Es sind folgende Ausführungsarten zu unterscheiden:

- Typ c** Flachsilos mit Elementwänden, die statisch voll mit der Ortbetonbodenplatte verbunden sind (Wände unverschieblich);
- Typ d** Elementwände, die auf die Ortbetonbodenplatte – respektive in eine Stellrinne – versetzt werden und sich an die Böschung anlehnen (Wände beweglich)

Unterschiedliche Ausführungsarten

Spezielle Anforderungen für Typ c

- Auf der Erdseite der Wandelemente soll die Bodenplatte mit einer 10 cm hohen Aufbordung ausgeführt werden (siehe Detail 2.4.3);
- für die Bemessung der Seitenwände wird auf die Ausführungen in Kapitel 2.3.1 verwiesen «Äussere Einwirkungen auf Flachsilo»; bei voll eingespannten Elementwänden darf keine Entlastung infolge Gegendruck durch einen Erddamm eingesetzt werden;
- besondere Bedeutung ist der Fugenausbildung zwischen den Beton-Wandelementen beizumessen; nur bei einer langfristig dichten Dilatationsfugenausbildung kann auf ein innen aufgeklebtes Kunststoffdichtungsband verzichtet werden.

Spezielle Anforderungen für Typ d

- Bei dieser Konstruktionsart dient eine offene Stellrinne – gewollt oder ungewollt als Gärsaftableitung; es ist ausserordentlich wichtig, dass für die Erstellung (Schalung) der Stellrinne keine Pfähle oder ungeeignete Distanzhalter durch die Bodenplatte geschlagen oder in der Bodenplatte versetzt werden; die in verschiedenen Publikationen und in der Praxis häufig angewandten Holz- oder Gummipfähle zur Fixierung der Stellrinnenschalung sind nicht zulässig, denn sie fördern die direkte Versickerung des Gärstoffes;
- auf der Erdseite der Elementwände ist auf der verbreiterten Bodenplatte eine Auffangrinne zur Gärsaftableitung vorzusehen, die mindestens halb so breit ist wie die Neigung der Wände (siehe Detail 2.4.3);
- feine Risse in den Elementen und Undichtigkeiten in den Elementfugen sind bei dieser Ausführungsart tolerierbar, da zum Silieren eine dichte Kunststoffolie entlang den Seitenwänden eingelegt werden muss, so dass auch die Gärstoffe abgeleitet werden.

Für die Ortbetonelemente wie Bodenplatte, Rinne usw. gelten die Ausführungen unter Kapitel 2.3.2 für Flachsilo in Ortbeton.

Gemeinsame Anforderungen

2.3.5 Entwässerungsanlagen

Die Notwendigkeit für die Anordnung einer Entwässerung des Baugrundes ist – unabhängig vom Silosystem – vorgängig zu prüfen.

Flachsilo mit Fertigelementwänden, deren Fugen nicht als dauernd dicht bezeichnet werden können, benötigen zwei Entwässerungssysteme mit völlig verschiedenen Funktionen:

Entwässerungssysteme bei Elementsilos

- Auf der verbreiterten Bodenplatte soll eine Auffangrinne (eventuell mit Spülleitung) den austretenden Gärsaft auffangen (siehe Details 2.4.3 und 2.4.4);
- ausserhalb der Bodenplatte soll durch eine Sickerleitung das Regenwasser, das beim vollgefüllten Silo über die Abdeckung in den Erddamm versickert, abgeleitet werden, so dass kein Rückstau im Silo entsteht.

Im Detail 1.2.4.4 wird gezeigt, wie verhindert werden soll, dass Sickerwasser ins Siloinnere gelangt.

Die Sickerleitungen sind mit Spülstutzen und einem Kontrollschacht in der Nähe der Siloanlage zu versehen, nur so kann ihre Funktionsweise dauerhaft gewährleistet werden.

Vergleiche auch Ausführungen unter Kapitel 2.3.1.

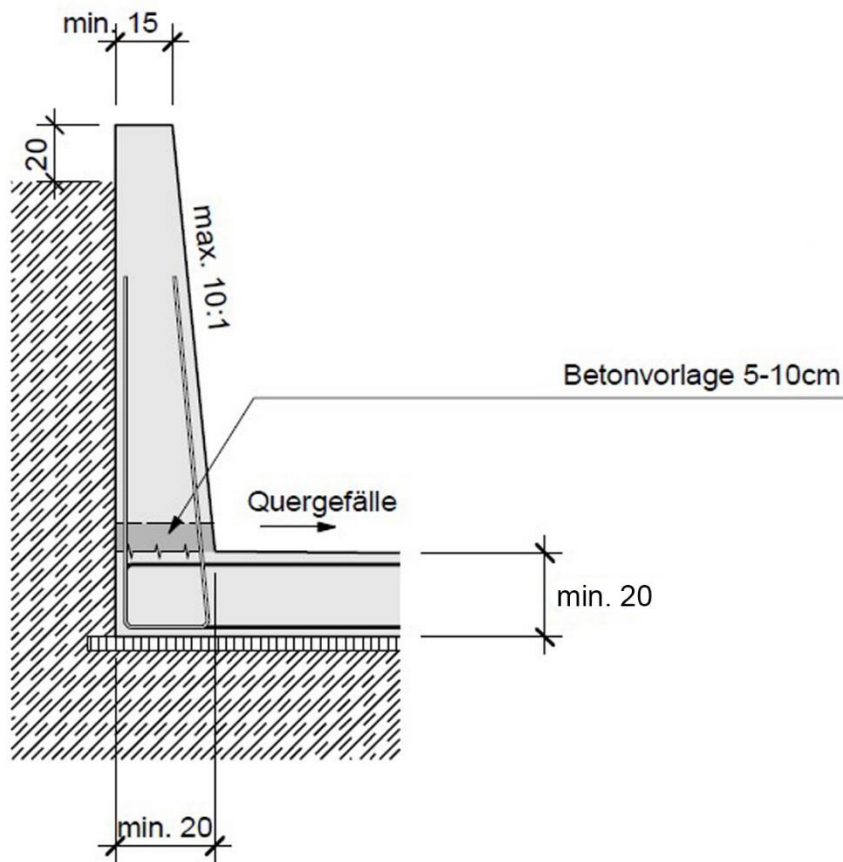
In den Gewässerschutzbereichen A_u , A_o und $üB$ darf das Regenwasser, das bei leeren besenreinen Siloanlagen anfällt, über bewachsene Mulden versickert werden.

Versickerung von Regenwasser, das auf der Siloplatte anfällt

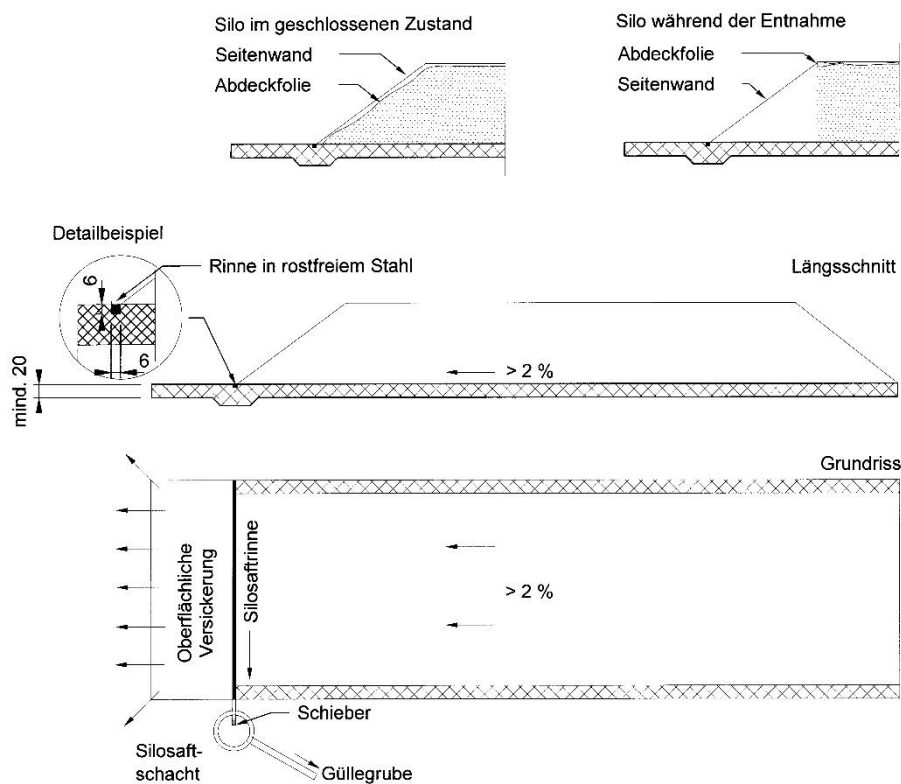
2.4 Konstruktionsdetails

2.4.1 Details zu Ortbeton-Flachsilos (Typ a)

Boden-Wandanschluss

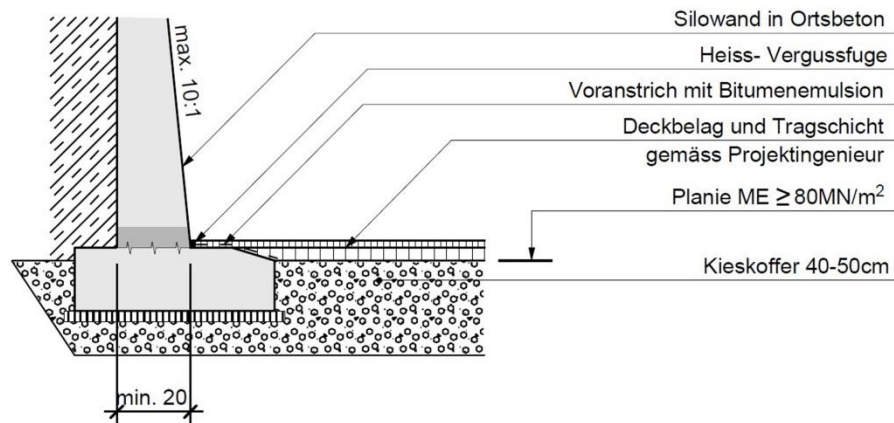


Gärsafrinne



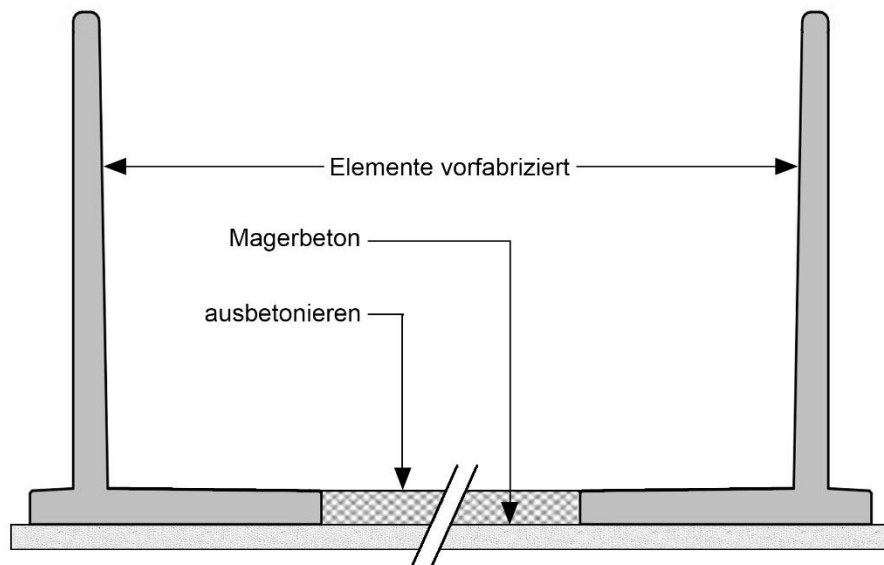
Betonqualität: Unterlagsbeton CEM 150kg/m³
Konstruktionsbeton C 30/37, XA1, XC4

2.4.2 Details zu Flachsilos mit Asphaltbelag (Typ b)



Anschluss an Seitenwand

Deckbelag und Tragschicht
gemäss Projektingenieur

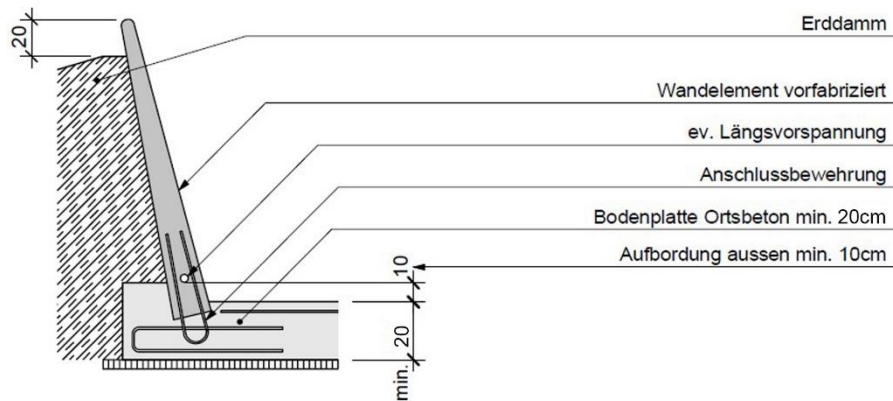


Elementwände und Ortsbeton

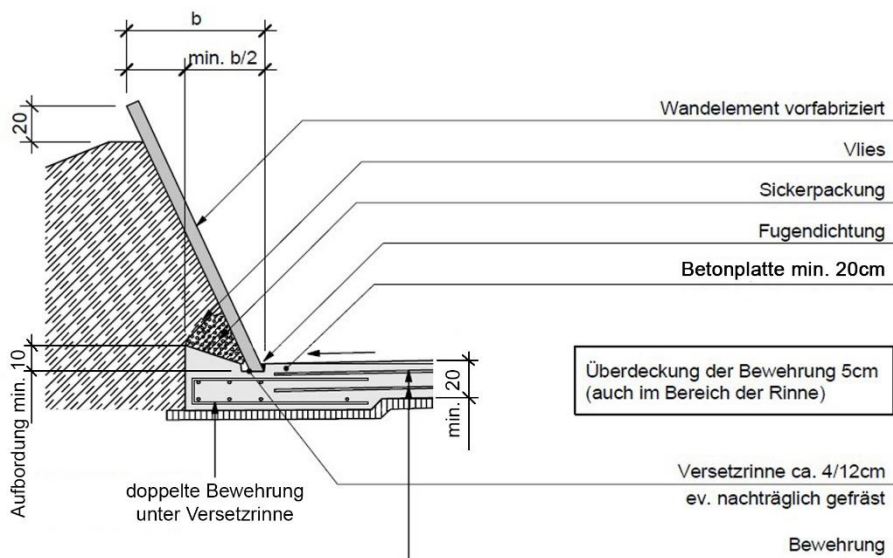
Deckbelag und Tragschicht
gemäss Projektingenieur

Betonqualität: Unterlagsbeton CEM 150kg/m³
Konstruktionsbeton C 30/37, XA1, XC4

2.4.3 Details zu Flachsilos mit Betonfertigelementen (Typ c und d)



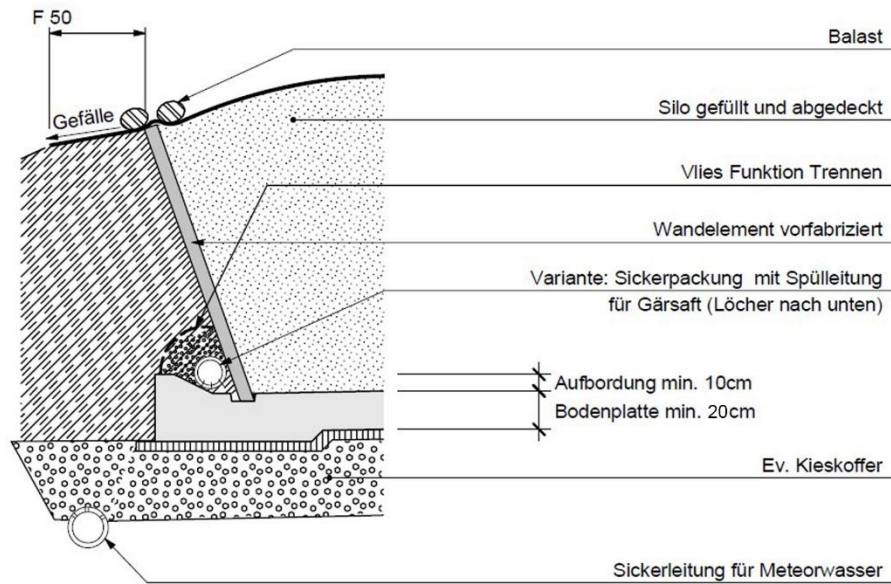
Silo Typ A: Elemente voll eingespannt



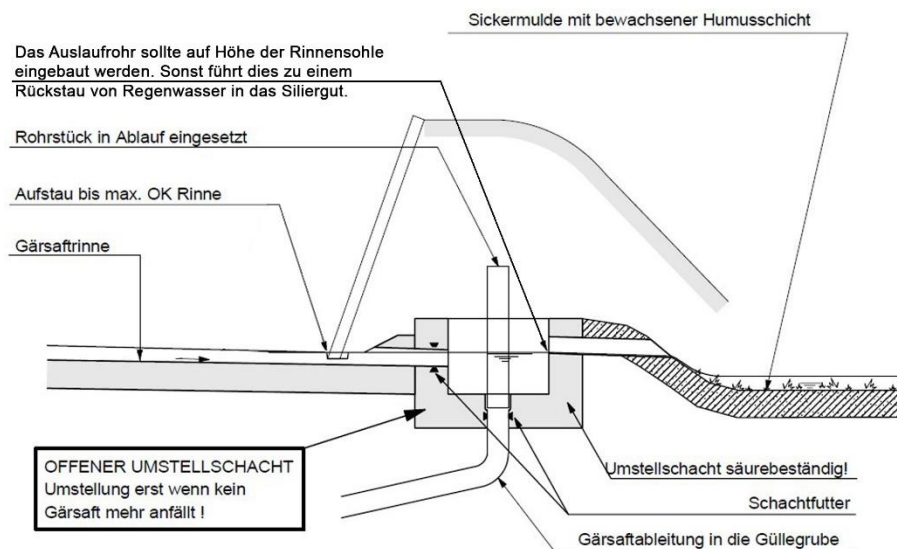
Silo Typ B: Elemente in Stellrinne versetzen

Betonqualität: Unterlagsbeton CEM 150kg/m³
Konstruktionsbeton C 30/37, XA1, XC4

2.4.4 Details zu Entwässerungsanlagen



Entwässerungssysteme bei Elementsilos lose versetzt (Typ d)



Sickermulde für Abwasser (Regenwasser von der besenrein gehaltenen Siloplatte)

Betonqualität: Unterlagsbeton CEM 150kg/m³
Konstruktionsbeton C 30/37, XA1, XC4

3 Gesetze, Normen, Publikationen

Gesetze und Verordnungen

- Bundesgesetz über den Umweltschutz (Umweltschutzgesetz) [USG] vom 7. Oktober 1983;
- Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz) [GSchG] vom 24. Januar 1991;
- Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998;
- Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015

Normen

- | | | |
|-----------------------|---------|---|
| • Norm SIA | 118 | Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten (Ausgabe 2013); |
| • Norm SIA | 118/190 | Allgemeine Bedingungen für Kanalisationen (2017) |
| • Norm SIA | 118/262 | Allgemeine Bedingungen für Betonbau (2018) |
| • Norm SIA | 190 | Kanalisationen (Ausgabe 2017); |
| • Norm SIA | 260 | Grundlagen der Projektierung von Tragwerken (Ausgabe 2013); |
| • Norm SIA | 261 | Einwirkungen auf Tragwerke (Ausgabe 2014); |
| • Norm SIA | 262 | Betonbau (Ausgabe 2013); |
| • Norm SIA | 262/1 | Betonbau-Ergänzende Festlegungen (Ausgabe 2013); |
| • Norm SIA | 263 | Stahlbau (Ausgabe 2013); |
| • Norm SIA | 270 | Abdichtungen und Entwässerung – Allgemeine Grundlagen und Abgrenzung (Ausgabe 2014) |
| • Norm SIA | 272 | Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain und im Untertagbau (Ausgabe 2009) |
| • Norm SIA | 273 | Abdichtung von befahrenen Flächen im Hochbau (Ausgabe 2008) |
| • Norm SIA | 274 | Abdichtung von Fugen in Bauten (Ausgabe 2010) |
| • SN 592000 | | Anlagen für die Liegenschaftsentwässerung- Planung und Ausführung (VSA / swisstec, Ausgabe 2012); |
| • VSA-Richtlinie 2002 | | Dichtheitsprüfungen an Abwasseranlagen. |

Publikationen

- Modul «Baulicher Umweltschutz in der Landwirtschaft», BAFU und BLW 2011 kann unter [folgen-dem Link](#) bezogen werden;
- Wegleitung für den Gewässerschutz in der Landwirtschaft (Bereich Hofdünger) Bundesamt für Umwelt, Bern (BAFU), Juli 1994;
- Mitteilungen zum Gewässerschutz (MGS 12): Baulicher Gewässerschutz in der Landwirtschaft, Hinweise für Bau und Unterhalt; vom September 1993;
- Mitteilungen zum Gewässerschutz (MGS 15): Wegleitung für den Gewässerschutz in der Landwirtschaft (Bereich Hofdünger) vom Juli 1994;
- Wegleitung Grundwasserschutz, Vollzug Umwelt, Bern (BAFU), 2004;

Berichte zu Fahrtilos

- FAT-Bericht Nr. 543/1999 «Asphaltböden, eine Alternative für Gärtiltersilos?»;
- Ludo von Caenegem, Agrarforschung 6/99 «Beständigkeit von Siloböden gegenüber Gärtilft»;
- FAT-Bericht Nr. 438/1993 «Flachsilo-Bau und Technik».

Weitere Berichte

- 327 Bau und Betrieb von Flüssigmistsystemen (Acroscope Tännikon)
- 344 Entmilstungsanlagen (Acroscope Tännikon)
- 377 Laufhöfe für Rindvieh (Acroscope Tännikon)
- Unfallverhütungsvorschriften für Güllebehälter Nr. 7a der Beratungsstelle für Unfallverhütung in der Landwirtschaft, Schöftland (BUL);