



Flachsilos sind ortsfeste Anlagen, in denen Gärfutter (Silage) hergestellt und gelagert wird. Sie bestehen aus langen, rechteckigen Bodenplatten mit in der Regel 1 bis 2 m hohen Wänden an den Längsseiten. Flachsilos werden bei der Beschickung und Entnahme des Siliergutes durch Schlepper oder Radlader befahren (Bild 1). Eine Sonderform von Flachsilos sind Silierplatten, die lediglich aus einer Bodenplatte bestehen (Bild 2).

1 Silagebereitung

Bei der Silagebereitung wird eine verlustarme Milchsäuregärung angestrebt, die unter anaeroben Verhältnissen, also unter Luftabschluß, abläuft. Maßnahmen, die zu diesem Ziel führen, sind:

- Futter zum optimalen Zeitpunkt ernten,
- Silo möglichst in ein bis zwei Tagen befüllen,
- Futter möglichst dicht lagern, zum Beispiel durch Anwelken auf einen günstigen Trockensubstanzgehalt (Tafel 1), Futter häckseln, Futterstock durch Überfahren mit Schleppern festwalzen,
- rascher und möglichst luftdichter Abschluß des Futterstocks mit Kunststoffolie,
- bei der Entnahme der Silage eine Technik wählen, die den Futterstock nicht auflockert und den Luftzutritt möglichst klein hält.

2 Planung

Richtwerte für den Ernteertrag und den Lagerraumbedarf je ha Anbaufläche einiger Futterpflanzen enthält Tafel 1.

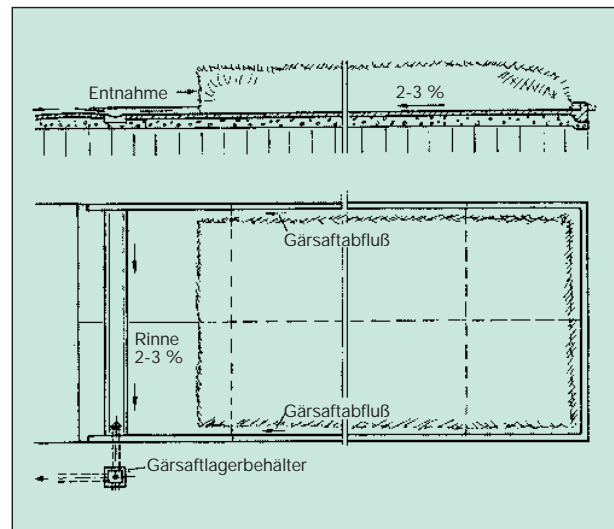


Bild 2: Silierplatte; Grundriß und Schnitt [13]

Bei der Planung von Flachsilos sind zunächst der betriebsspezifische Lagerraumbedarf, dann Zahl und Abmessungen der Silos festzulegen und schließlich der Standort der Anlage zu wählen.

2.1 Lagerraumbedarf R

Der Lagerraumbedarf R errechnet sich wie folgt:

$$R = \frac{n \cdot F \cdot d}{\rho} \quad [\text{m}^3] \quad (1)$$



Bild 1: Festwalzen des Futterstocks in einem Flachsilo

Tafel 1: Ernteertrag und Lagerraumbedarf ausgewählter Futterpflanzen [13]

Futtermittel	Ernteertrag dt/ha	T-Gehalt ¹⁾ des Ernteguts %	Gärsaftanfall m ³ /ha	Lagerraumbedarf Gärsaftgrube/Flachsilo	
				m ³ /ha	m ³ /ha ²⁾
Zuckerrübenblatt	300-500	12-18	8-17	4,5	26-40
Zwischenfrucht Raps	300-400	10	14-18	4,5	34-40
Gras Anwelksilage	180-220	28	0	0	23-28
Silomais milchreif	450-550	25	4-6	1,5	67-82
Silomais teigreif	400-500	30	0	0	67-82

¹⁾ Trockensubstanzgehalt

²⁾ einschließlich Befüllungszuschlag und Saftverluste

Hierin bedeuten:

n = Anzahl der Tiere, an die Gärfutter verfüttert wird

F = tägliche Futterration je Tier (kg/Tier und Tag)

d = Anzahl der Futtertage, an denen Gärfutter verfüttert wird (Tage)

ρ = Raumgewicht der Silage (kg/m³)

Das Raumgewicht von Anwelksilage liegt zwischen 500 und 700 kg/m³ und das von Feuchtsilagen zwischen 800 und 900 kg/m³.

Beispiel: Ein Betrieb hat 50 Kühe. Die tägliche Gärfutterration beträgt 30 kg je Kuh. Es wird an 200 Tagen im Jahr Gärfutter verabreicht, und das Raumgewicht der Anwelksilage beträgt 600 kg/m³, dann errechnet sich der Lagerraumbedarf wie folgt:

$$R = \frac{50 \cdot 30 \cdot 200}{600} = 500 \text{ m}^3$$

Dazu ist eine Anbaufläche von rund 6 ha Silomais oder 15 ha Gras erforderlich, wie sich mit den Angaben in Tafel 1 leicht errechnen läßt.

Der errechnete Gärfutterlagerraum muß meist in mehreren Flachsilos untergebracht werden. Gründe dafür sind:

- Unterschiedliche Zeitpunkte der Schnittrife verschiedener Futterpflanzen und
- Flachsilos müssen spätestens in zwei Tagen gefüllt sein.



Bild 3: Flachsilo mit Querrinne, Gärtsaftabscheider und Gärtsaftauffangbehälter

2.2 Abmessungen

Die Grundfläche A_{ST} des Flachsilos errechnet sich aus dem erforderlichen Raumbedarf R in m³ und der durchschnittlichen Futterstockhöhe h in m.

$$A_{ST} = \frac{R}{h} \text{ [m}^2\text{]} \quad (2)$$

Die *Breite* des Flachsilos richtet sich nach folgenden Bedingungen:

Je nach Entnahmevergange sollte Gärfutter mindestens in einer Tiefe von 0,4 m entnommen werden, um ein Verderben des Futters durch Luftzutritt zu verhindern. Für die Bemessung der Breite des Futtersilos B_{ST} gilt:

$$B_{ST} = \frac{n \cdot F \cdot e}{\rho \cdot b \cdot h} \text{ [m]} \quad (3)$$

Darin bedeuten:

e = Entnahmehäufigkeit (Tage)

b = Entnahmetiefe (m)

Weitere Erläuterungen siehe Formel (1).

Kleinere Flachsilos sollten mindestens 4 m, größere wenigstens 6 m breit sein, damit ein ordnungsgemäßes Festwalzen des Gärfutters mit dem Schlepper oder Radlader möglich ist.

Beispiel: Ein Betrieb mit 50 Kühen will zwei Flachsilos je 250 m³ bauen. Die Fläche des Silos A_{ST} beträgt bei einer angenommenen Höhe h von 1,8 m nach Gleichung (2):

$$A_{ST} = \frac{250}{1,8} = 139 \text{ m}^2 \approx 140 \text{ m}^2$$

Bei einer Futterentnahme alle zwei Tage ergibt sich nach Gleichung (3) je Flachsilo eine Breite von:

$$B_{ST} = \frac{50 \cdot 30 \cdot 2}{600 \cdot 0,4 \cdot 1,8} = 6,94 \text{ m} \approx 7 \text{ m}$$

Die Gesamtbreite des Flachsilos einschließlich Aufstandsflächen der Wände beträgt dann 7,40 m.

Die *Länge* der Flachsilos L_{ST} errechnet sich wie folgt:

$$L_{ST} = \frac{R}{B_{ST} \cdot h} \text{ [m]} \quad (4)$$

Erläuterungen siehe Formeln (1) bis (3).

Der Betrieb braucht also zwei Flachsilos mit je 7 m lichte Breite und 20 m Länge.

2.3 Gefälle

Aus Tafel 1 geht hervor, daß bei Erntegut je nach Futterpflanzenart und Trockensubstanzgehalt gegebenenfalls Gärtsaft anfällt. Dieser darf nicht in den Boden gelangen. Gärtsaft entsteht nur in den ersten zwei Wochen nach der Befüllung. Er ist sicher und rasch z. B. in Gülle- oder Jauchegruben abzuleiten. Bodenplatten von Flachsilos sind deshalb ebenflächig herzustellen und mit einem Längsgefälle zur Entnahmeseite von mindestens 1,5 % zu versehen. Am tiefsten Punkt wird eine Querrinne angeordnet, deren Sohle ein Quergefälle von 2 bis 3 % zu einem Gärtsaftabscheider aufweist.

2.4 Abdeckung

Der Futterstapel wird so mit Folie abgedeckt, daß kein Regenwasser in das Gärfutter gelangt.

2.5 Standort

Flachsilos sollten möglichst in Stallnähe gebaut werden, an befestigten Wegen liegen und für die Beschickung und Entnahme ausreichend große Rangierflächen für Schlepper und Geräte aufweisen.

Wegen möglicher Geruchsbelästigung sind sie abgekehrt von der Hauptwindrichtung zu Wohnbebauungen anzulegen.

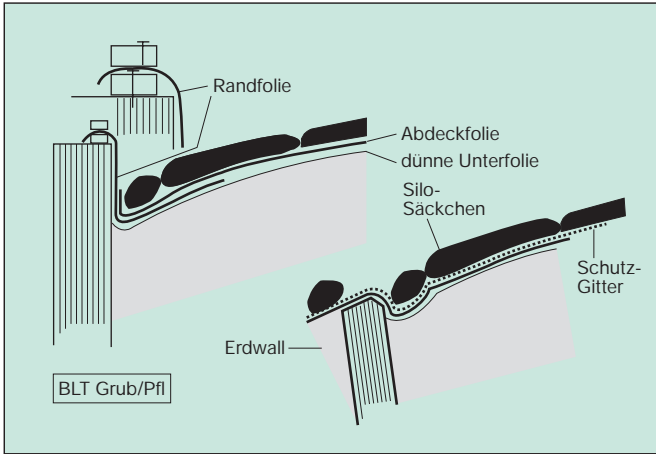


Bild 4: Flachsilo-Abdeckungen; Regenwasser wird vom Futterstock ferngehalten [14]

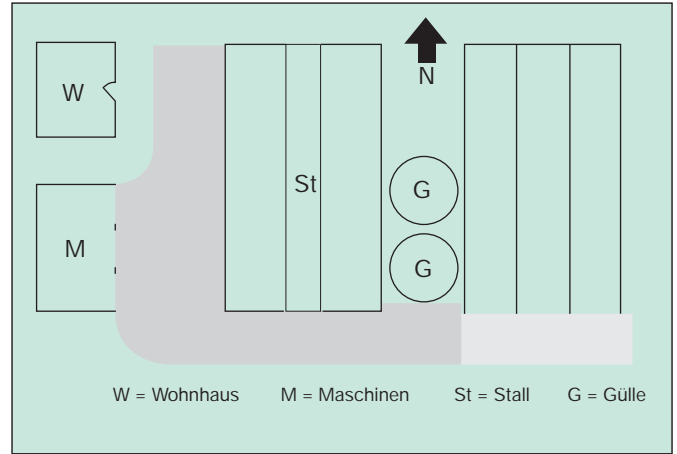


Bild 5: Hofanlage mit sinnvoller Lage der Flachsilos

Die Anlagen sollten erweiterungsfähig sein und die Erweiterung von anderen Betriebsgebäuden nicht verstellen.

Sie sollten in der Nähe von Jauchegruben oder Flüssigmistbehältern angeordnet werden, so daß anfallender Gärstoff dorthin abgeleitet werden kann. Ist dies nicht möglich, muß ein gesonderter Gärstoffbehälter vorgesehen werden, der nach Tafel 1 zu bemessen ist.

In Überschwemmungsgebieten und in den Zonen I und II von Wasserschutzgebieten ist Silagelagerung verboten.

Zu oberirdischen Gewässern und zu Hausbrunnen ist ein Abstand von mindestens 50 m einzuhalten.

Bauweise wird ein Beton mit möglichst hohem Widerstand gegen die genannten Beanspruchungen angestrebt. Auf einen Oberflächenschutz wird verzichtet. Geringfügige Abtragungen der Feinmörtelschicht in durch Frost und Silagesickersaft besonders hoch beanspruchten Bereichen werden hingenommen. Sie beeinträchtigen die Tragfähigkeit, Dichtigkeit und Gebrauchsfähigkeit nicht [11].

Die Regelkonstruktion des Bodenaufbaus von Flachsilos besteht aus der Bodenplatte, einer Gleit- und einer Tragschicht auf tragfähigem Untergrund (Bilder 6, 7, 8 und 9).

3 Bauausführung

Gärfuttersilos müssen nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG) "so beschaffen sein, gebaut, unterhalten und betrieben werden, daß der bestmögliche Schutz der Gewässer vor Verunreinigung oder sonstiger nachteiliger Veränderung ihrer Eigenschaften erreicht wird". Sie müssen sicherstellen, daß anfallender Silagesickersaft nicht in Vorfluter, Grundwasser oder Kanalisation gelangt [10].

Flachsilos werden chemisch durch Silagesickersäfte, mechanisch durch Schlepper und Schneidgerät sowie physikalisch durch Frost beansprucht. Bei der in diesem Merkblatt gewählten

3.1 Tragfähiger Untergrund

Voraussetzung für die Dauerhaftigkeit ist eine ausreichende Tragfähigkeit des Untergrundes. Natürlich gewachsene Böden sind geeignet, wenn sie frei von weichen, bindigen Böden, Torf, Wurzelresten, größeren Felssteinen, Bauwerksresten u.ä. sind. Aufschüttungen sind lagenweise einzubauen und im erdfuchten Zustand maschinell gleichmäßig zu verdichten. Das Gefälle der Bodenplatte ($\geq 1,5\%$) ist bereits im Untergrund auszubilden.

3.2 Tragschicht

Die Dicke der Tragschicht soll 15 cm, in keinem Fall unter 12 cm betragen. Die Oberfläche ist höhengerecht mit $\geq 1,5\%$ Längs- oder Quergefälle herzustellen. Abweichungen der Oberfläche

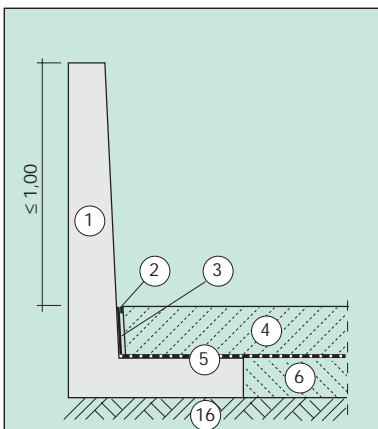


Bild 6: Stahlbetonfertigteil-Bauweise
(nach statischer Erfordernis)

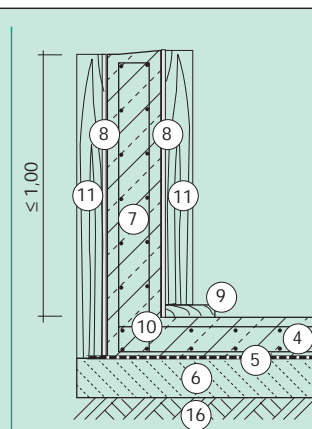


Bild 7: Ortbeton-Bauweise
(ohne Arbeitsfuge zwischen Bodenplatte und Wand)

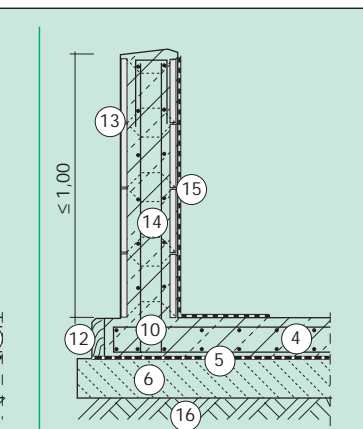


Bild 8: Betonschalungsstein-Bauweise

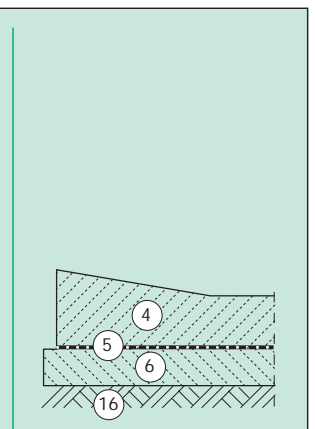


Bild 9: Silierplatte
(mit Schweinsrücken)

- | | | | |
|------------------------|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| ① Stahlbetonfertigteil | ⑤ Gleitschicht (Kunststoff-Folie 2lagig) | ⑨ Bohle (auf Abstandhalter) | ⑬ Betonschalungsstein (DIN 11 622) |
| ② Verguß | ⑥ Tragschicht | ⑩ Bewehrung (nach stat. Berechnung) | ⑭ Füllbeton (Fließbeton) |
| ③ Mineralwolle | ⑦ Ortbeton | ⑪ Kantholz | ⑮ Dichtung |
| ④ Bodenplatte | ⑧ Schalung | ⑫ Bohle | ⑯ Tragfähiger Untergrund |

von der Sollhöhe sollten an keiner Stelle mehr als 2 cm betragen. Damit Minderdicken der Bodenplatte vermieden werden, darf die Oberfläche nur geringe Unebenheiten aufweisen.

Als Tragschichtmaterial können geeignete Sande und Kiese verwendet werden, die auf eine Proctordichte (größte erreichbare Dichte bei optimalem Wassergehalt und bei festgelegter Verdichtungsarbeit) von 100 % zu verdichten sind. Bei wenig tragfähigen Böden sollte durch eine Bodenverfestigung mit Zement die Tragfähigkeit erhöht werden. Das Baustoffgemisch für eine Bodenverfestigung kann sowohl im Bau- als auch im Zentralmischverfahren aufbereitet werden. Beim Baumischverfahren wird auf den vorhandenen profilgerecht einplanierten Untergrund Zement in der erforderlichen Menge gleichmäßig verteilt aufgestreut. Danach wird mit einer Bodenfräse der Zement mit evtl. erforderlichem Wasser eingemischt. Anschließend muß eine intensive Verdichtung erfolgen. Beim Zentralmischverfahren wird das Baustoffgemisch in Mischanlagen aufbereitet und zur Einbaustelle transportiert. Beim Anliefern darf der Untergrund nicht zu stark aufgewühlt werden. Erforderlichenfalls ist nachzuplanieren. Das Material muß so verteilt werden, daß nach der Verdichtung die geforderte Einbaudicke vorhanden ist.

Die Tragschicht ist maschinell durch Walzen oder durch schwere Rüttelplatten bei geeigneter Feuchte zu verdichten. Erdfeuchtes Material läßt sich besser verdichten als zu trockenes. Gegen Austrocknen ist die Tragschicht drei Tage lang nach der Herstellung durch Abdecken mit Folie zu schützen.

3.3 Gleitschicht

Um die Reibung zwischen Bodenplatte und Tragschicht und damit die Reißgefahr in der Bodenplatte zu verringern, ist unter der Bodenplatte eine Gleitschicht vorzusehen. Sie besteht aus zwei Lagen Kunststoffolie von je 0,3 mm Dicke und soll weitgehend eben eingebaut werden. Einzelne Bahnen sollen möglichst breit gewählt und in Gefällerrichtung verlegt werden. Sie müssen sich seitlich und an ihren Enden um mindestens 20 cm überdecken. Die Stöße sollen um mindestens 50 cm versetzt sein. Das Foliende ist in die Auffangrinne der Gärtaftableitung zu führen.

3.4 Bodenplatte

Es ist ein Beton der Festigkeitsklasse B 35 mit „besonderen Eigenschaften“ nach DIN 1045 [1] erforderlich. Für die Herstellung und Verarbeitung dieses Betons ist normalerweise eine Fremdüberwachung für Beton B II durchzuführen. Herstellung und Verarbeitung können wie auf einer B I-Baustelle durchgeführt werden, wenn die fachlichen Voraussetzungen zur Herstellung und zum Erreichen der erforderlichen Betoneigenschaften vorhanden sind und eine Eigenüberwachung der Arbeiten nach DIN 1084 [6] vorgenommen wird. Die Dicke der Bodenplatte soll mindestens 18 cm betragen.

3.4.1 Anforderungen an den Beton

Gärfutter-Flachsilos erfordern in Anlehnung an DIN 4030 [3] einen Beton mit hohem Widerstand gegen „starke“ chemische Angriffe und einen hohen Verschleißwiderstand. Bei der Futterentnahme im Winter ist besonders die Bodenplatte einem sehr starken Frostangriff, vergleichbar einer starken Frost- und Tau-

Tafel 2: Richtwerte der Betonzusammensetzung für Gärfutter-Flachsilos

Zement:	nach DIN 1164 (im Anwendungsbereich der Alkali-Richtlinie ggf. NA-Zement erforderlich)
Zementgehalt:	330 kg/m ³ bis 350 kg/m ³
Wasserzementwert:	≤ 0,50
Zuschlag:	Größtkorn 16 oder 22 mm; Zuschlag geprüft nach DIN 4226 T. 3, Abschn. 3.5.3: Frostunbeständige Anteile ≤ 1 Gew.-%
Sieblinie:	stetig, im Bereich 3
Mehlkorn < 0,125 mm:	max. 420 kg/m ³
Konsistenz:	Regelkonsistenz KR (a = 45 ± 3 cm)
Luftgehalt:	im Tagesmittel 5 Volumen-%
Feuchtigkeitsklasse hinsichtlich Alkalireaktion:	„feucht + Alkalizufuhr von außen“ (WA)

mittelbeanspruchung, ausgesetzt. Der Beton muß deshalb auch einen hohen Frost- und Taumittelwiderstand aufweisen.

Auch der Zuschlag muß einen erhöhten Widerstand gegen häufige Frost-Tauwechsel aufweisen, wobei der Widerstand gegen „Frost bei starker Durchfeuchtung des Betons“ (DIN 4226, Teil 3, Abschnitt 3.5.3) [4] zu prüfen ist und der Durchgang durch das dort vorgesehene Prüfsieb 1 Gew.-% nicht überschreiten darf. Dabei ist ein Ausfrieren einzelner Körner möglich. Soll dieses vermieden werden, sind weitergehende Forderungen, zum Beispiel 0,4 Gew.-%, zu vereinbaren.

Im nord- und mitteldeutschen Raum sind vorbeugende Maßnahmen gegen eine schädigende Alkalireaktion für die Feuchtigkeitsklasse „feucht + Alkalizufuhr von außen“ (WA) zu berücksichtigen [7].

3.4.2 Frischbetoneigenschaften

Zur Erleichterung des Betoneinbaus und seiner Verdichtung mit leichten, handgeführten Geräten ist ein gut verarbeitbarer Beton herzustellen. Er muß ein gutes Zusammenhaltevermögen aufweisen und darf sich nicht entmischen. Eine gute Verarbeitbarkeit sollte durch Verwendung von Betonverflüssiger (BV)

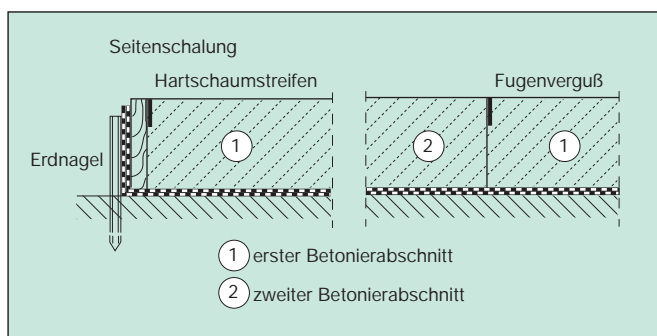


Bild 10: Preßfugenherstellung

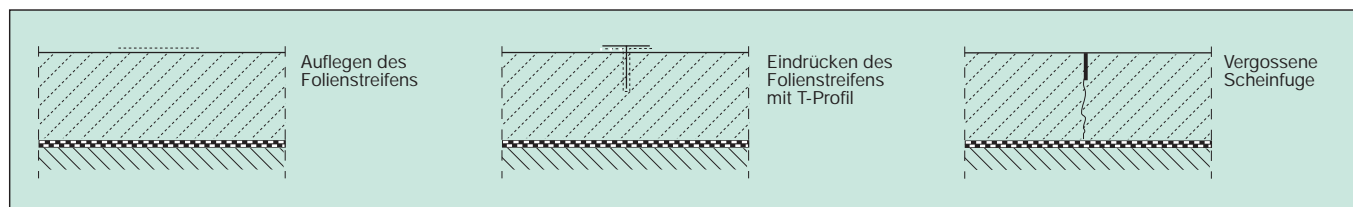


Bild 11: Scheinfugenherstellung

oder Fließmittel (FM) erreicht werden. Betonverflüssiger wird im Transportbetonwerk zugegeben. Fließmittel wird erst unmittelbar vor der Verarbeitung im Fahrmischer gleichmäßig eingebracht. Es muß so lange gemischt werden, bis das Fließmittel vollständig untergemischt und ein gleichmäßiges Betongefüge entstanden ist. Für das Zumischen des Fließmittels darf eine Mischzeit von 5 Minuten nicht unterschritten werden. Die verflüssigende Wirkung von Fließmittel ist auf 30 bis 60 Minuten nach dem Zumischen des Fließmittels begrenzt. Abnahme und Verarbeitung des Betons sind darauf einzurichten [9].

Um einen erhöhten Widerstand gegen Sickersaft in Verbindung mit Frost zu erzielen, sind wie beim Straßenbeton künstlich eingeführte Luftporen in ausreichender Menge und Größe im Beton erforderlich. Dazu sind Luftporenbildner (LP-Mittel) einzusetzen. Der Luftgehalt im Beton soll unmittelbar vor dem Einbau etwa 5 Vol.-% betragen.

Die geforderten Frisch- und Festbetoneigenschaften werden in der Regel mit einer Zusammensetzung des Betons entsprechend Tafel 2 erreicht. Wegen der Vielzahl der Eigenschaften ist die Verwendung von Transportbeton zweckmäßig.

3.4.3 Bewehrung, Dübel, Anker

Eine Bewehrung der Bodenplatte und die Anordnung von Raumfugen sind im allgemeinen nicht erforderlich, wenn die bautechnischen Regeln dieses Merkblattes eingehalten werden. Eine Verdübelung der Platten ist nicht erforderlich, Anker werden nicht benötigt.

3.4.4 Fugen

Durch Schein- oder Preßfugen in der Bodenplatte sollen wilde Risse infolge Temperatur und Schwinden vermieden werden. Scheinfugen werden als Kerbe nur im oberen Bereich der Platte ausgebildet. Preßfugen ergeben sich beim Herstellen benachbarter Plattenfelder, die in zeitlichem Abstand anbetoniert werden (Bild 10).

Die Bodenplatte ist in möglichst quadratische Felder zu unterteilen. Die Fugenabstände sollen nicht größer als 6 m sein. Scheinfugen können hergestellt werden, indem mit Hilfe eines T-Metallprofils ein Kunststoff-Folienstreifen in den Frischbeton eingedrückt wird (Bild 11). Zur Abdichtung der Fugen ist ein Verguß erforderlich, der eine gute Flankenhaftung aufweist. Für den Einbau der Fugenvergüßmasse sind die Anweisungen des Herstellers zu beachten.

3.4.5 Einbauen des Betons

Der Beton der Bodenplatte ist in Seitenschalung einzubauen. Diese muß höhengerecht mit entsprechendem Gefälle verlegt und gegen Verschieben und Verdrücken in jeder Richtung gesichert werden. Der Beton ist gleichmäßig und ohne Unterbrechung einzubringen und zu verteilen. Er darf sich dabei nicht entmischen. In der Regel stehen für Beton mit Fließmittel kaum mehr als 30 Minuten zur Verfügung.

Voraussetzung für eine ebene Oberfläche ist ein exaktes Abziehen. Hierbei muß darauf geachtet werden, daß die Betonoberfläche nach dem Abziehvorgang geschlossen ist. Gegebenenfalls ist die Oberfläche nachzureiben. Es ist falsch, den Oberflächen-schluß durch Aufbringen von Schlämme oder Wasser bzw. durch Pudern mit Zement herzustellen.

Eine abschließende Oberflächenbearbeitung kann durch einen Besenstrich erfolgen. Dadurch wird eine Feinstrukturierung erzeugt und mögliche Zementschlämme entfernt. Das Aufbringen des Besenstrichs soll erfolgen, wenn der Beton so weit angesteift ist, daß die entstehende Struktur erhalten bleibt.

3.4.6 Nachbehandlung

Für eine rissfreie Bodenplatte und zur Erzielung einer hohen Dauerhaftigkeit ist eine wirksame Nachbehandlung unbedingt

erforderlich [8]. Eine erhöhte Rißgefahr ist insbesondere durch Wärmeabstrahlung in der ersten Nacht durch Abkühlung an der Oberfläche gegeben, wenn sich der Beton durch die Hydrationswärme des Zements und gegebenenfalls durch höhere Tagestemperaturen erwärmt hat. Die Bodenplatte ist deshalb so bald wie möglich, in jedem Fall noch vor der ersten Nacht, durch eine wärmedämmende Abdeckung, die gleichzeitig das Wasserverdunsten verhindert, zu schützen. Der Beton sollte in der Regel eine Woche lang nachbehandelt werden.

Der Betonboden darf erst nach ausreichender Erhärtung benutzt werden. Bei günstigen Erhärtungsbedingungen kann dies bereits nach einer Woche der Fall sein. Flächen, die im Herbst bzw. kurz vor der Silageeinlagerung hergestellt werden, sind zweckmäßigerweise zu imprägnieren. Dafür geeignet sind Reaktionsharze (Polyurethan, Epoxidharz).

3.4.7 Wände

Beispiele für die Ausbildung der Wände in Stahlbetonfertigteilm-, Ortbeton- und Schalungsstein-Bauweise und des Anschlusses an die Bodenplatte sind aus den Bildern 6 bis 8 ersichtlich. Querschnittsabmessungen, Bewehrungsgrad und Bewehrungsführung sind entsprechend den statischen Erfordernissen auszuführen. Die Betoneigenschaften der Wände sollen den Abschnitten 3.4.1 und 3.4.2 entsprechen. Bei der Schalungsstein-Bauweise wird die dichtende Wirkung durch einen Oberflächenschutz erreicht (Bild 8).

Jörg Brandt, Norbert Klose

Schrifttum

- [1] DIN 1045 – Beton und Stahlbeton; Beuth-Verlag, Berlin
- [2] DIN 11 622 – Gärfuttersilos und Güllebehälter; Beuth-Verlag, Berlin
- [3] DIN 4030 – Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase; Beuth-Verlag, Berlin
- [4] DIN 4226 – Zuschlag für Beton; Beuth-Verlag, Berlin
- [5] DIN 1048 – Prüfverfahren für Beton; Beuth-Verlag, Berlin
- [6] DIN 1084 – Güteüberwachung im Beton- und Stahlbetonbau; Beuth-Verlag, Berlin
- [7] Alkali-Richtlinie – Vorbeugende Maßnahmen gegen schädigende Alkalireaktion im Beton; Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, Berlin
- [8] Richtlinie zur Nachbehandlung von Beton; Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, Berlin
- [9] Richtlinie für Beton mit Fließmittel und für Fließbeton, Deutscher Ausschuß für Stahlbeton, Berlin
- [10] Katalog wasserwirtschaftlicher Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften; Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Düsseldorf, und Länderregelungen
- [11] Merkblatt Gärfutter-Flachsilo aus Beton; Bauen für die Landwirtschaft, H. 2/1993; Beton-Verlag, Düsseldorf
- [12] KTBL-Arbeitsblatt Nr. 1077 Grundlagen – Flachsilo aus Beton; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt
- [13] KTBL-Arbeitsblatt Nr. 1085 Beton-Siloplatte mit Gär-saftbehälter; Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt
- [14] Pflaum, J.; Gartner, L.; Pirkelmann, H.: Silagebereitung im Flachsilo; Bauen für die Landwirtschaft, H. 2/1990; Beton-Verlag, Düsseldorf
- [15] Brandt, J.: Beton für Flachsilo und Silierplatten; Bauen für die Landwirtschaft, H. 2/1990; Beton-Verlag, Düsseldorf
- [16] Vonholt, K.: Planung und Bau von Flachsilo und Silierplatten; Bauen für die Landwirtschaft, H. 2/1990; Beton-Verlag, Düsseldorf
- [17] Klose, N.: Gärfutter-Flachsilo aus Beton – Beanspruchungen aus Betrieb und Umwelt; Bauen für die Landwirtschaft, H. 2/1993; Beton-Verlag, Düsseldorf

Bauberatung Zement

Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

Bauberatung Zement Bayern	Rosenheimer Str. 145 g	81671 München	Tel. 089/45098490	Fax: 45098498
Bauberatung Zement Bayern	Bucher Straße 3	90419 Nürnberg	Tel. 0911/933870	Fax: 9338733
Bauberatung Zement Beckum	Annastraße 3	59269 Beckum	Tel. 02521/17275	Fax: 950984
Bauberatung Zement Düsseldorf	Schadowstraße 44	40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002
Bauberatung Zement Hamburg	Immenhof 2	22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621
Bauberatung Zement Hannover	Hannoversche Str. 21	31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075
Bauberatung Zement Ost	Ahornstraße 25	12163 Berlin	Tel. 030/7912278	Fax: 7914727
Bauberatung Zement Ost	Kieler Straße 67	04357 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290
Bauberatung Zement Stuttgart	Leonberger Straße 45	71229 Leonberg	Tel. 07152/71081	Fax: 9792960
Bauberatung Zement Wiesbaden	Friedrich-Bergius-Str. 7	65203 Wiesbaden	Tel. 0611/1821170	Fax: 182117-16

Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. · Postfach 510566 · 50941 Köln · <http://www.BDZement.de> · eMail:BDZ@BDZement.de