

Neubau und Sanierung von Gärfuttersilos



Neubau

Rechtliche Vorgaben

Betriebliche Anforderungen

Planungsgrundlagen

Bauweisen

Bauausführungen

Sanierung

Schadensursachen

Sanierungsmaßnahmen

- **Boden**
- **Wand**

Kosten

Rechtliche Anforderungen

BauGB

DIN 11622 JGS Anlagen

BImSchG

DIN 1045 Betonbau

WHG

Neuer JGS Katalog z. Zt. in Arbeit

VAWS

Landes-BauO

Erlasse

u.v.a.m.

Inhalte der Regelungen kurzgefasst:

Fahrsiloanlagen sind baugenehmigungspflichtig

- Boden und Wände müssen dicht sein
- Sickersaft und verschmutztes Niederschlagswasser sind aufzufangen
- Abstandsregelung zu Brunnen und oberirdischen Gewässern

Inhalte des Bauantrags

Vollständige und aussagekräftige Antragsunterlagen mit Darstellungen der wichtigen Punkte, insbesondere:

- Lageplan
- Grundriss
- Schnitte mit Darstellung des Geländes
- Gefälleangaben
- Rohrleitungen, Sickersaftgrube, Entwässerungsleitungen und -einrichtungen
- Angabe der verwendeten Baustoffe und Konstruktionsweise
- Angabe der Futtermittelarten
- Angaben über Entnahme des Silos und Sauberhaltung der Flächen
- Angabe über die weitere Verbringung des Sickersaftgrubeninhaltes

Expositionsklassen und Betonzusammensetzung nach DIN 1045-2 / DIN EN 206-1

Für Siloplatten C30/37 XD 3, XA 3, XF 4 (LP)

Tabelle F.1 — Empfohlene Grenzwerte für Zusammensetzung und Eigenschaften von Beton

	Expositionsklassen																		
	kein Korrosions- oder Angriffsrisiko	durch Karbonatisierung verursachte Korrosion					durch Chloride verursachte Korrosion						Frostangriff				aggressive chemische Umgebung ^c		
							Meerwasser			Chloride ausgenommen aus Meerwasser ^c									
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XS1	XS2	XS3	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2	XA3
Maximaler w/z	—	0,65	0,60	0,55	0,50	0,50	0,45	0,45	0,55	0,55	0,45	0,55	0,55	0,50	0,45	0,55	0,50	0,45	
Mindestdruckfestigkeitsklasse	C12/15	C20/25	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	C35/45	C30/37	C30/37	C35/45	C30/37	C25/30	C30/37	C30/37	C30/37	C30/37	C35/45	
Mindestzementgehalt kg/m ³	—	260	280	280	300	300	320	340	300	300	320	300	300	320	340	300	320	360	
Mindestluftporengehalt %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4,0 ^a	4,0 ^a	4,0 ^a	—	—	—	
Andere Anforderungen												Gesteinskörnung nach DIN EN 12620 mit ausreichendem Frost- bzw. Frost-Taumittel-Widerstand				Zement mit Sulfatwiderstand ^b			
<p>a Falls kein Luftporenbeton verwendet wird, sollten die Betoneigenschaften nach einem geeigneten Prüfverfahren im Vergleich zu Beton, für den der Frost-Tau-Widerstand für die maßgebende Expositionsklasse nachgewiesen ist, geprüft werden.</p> <p>b Wenn SO₄²⁻ zu den Expositionsklassen XA2 und XA3 führt, ist die Verwendung von Zement mit Sulfatwiderstand unabdingbar. Wenn Zement bezüglich des Sulfatwiderstands klassifiziert wird, sollte Zement mit mäßigem oder hohem Sulfatwiderstand für die Expositionsklasse XA2 (und für Expositionsklasse XA1, wenn zutreffend) und Zement mit hohem Sulfatwiderstand für die Expositionsklasse XA3 verwendet werden.</p> <p>c Eine Betonfestigkeitsklasse niedriger, sofern aufgrund der zusätzlich zutreffenden Expositionsklasse XF Luftporenbeton verwendet wird.</p>																			

Betriebliche Anforderungen

- Wie viele Kammern sollen errichtet werden (Anzahl der Schnitte, Futtersorten,)
- ausreichend Vorschub, ca. 2,50 m/Woche im Sommer – dadurch wenig Verluste
- Platz beim Befüllen und Festfahren (mind. 2,5 x Maschinenbreite)
- Entnahmetechnik beachten z.B. Blockschneider, Beisszangen etc.
- Länge abhängig von der Befülltechnik - Verdichtung,
- Ziel: Gute Futterqualität mit geringen Verlusten und ohne Fremdstoffe

	Vorteile	Nachteile
mit Wand	<ul style="list-style-type: none"> ➤ gleichmäßiges Verdichten auch an den Seiten ➤ große Lagermengen bei geringem Flächenbedarf 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ geringere Variabilität ➤ bei Absturzhöhen >1 m Arbeitsschutzauflagen ➤ höhere Investitionskosten
ohne Wand	<ul style="list-style-type: none"> ➤ variabel zu beschicken d.h. variabel nutzbar 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ schlechte Verdichtung im Seitenbereich ➤ Arbeitsschutz problematisch

Planungsdaten

- Anzahl der Tiere in GV
- Tägliche Futterrationsration
- Futtersorten
- Raumgewicht der Silage
- Anzahl der Futtertage pro Winter
- Ergebnis: Raumbedarf in m³

$$\text{Lagerraumbedarf [m}^3\text{]} = \frac{\text{Tierzahl} \cdot \text{Futterrationsration [kg/Tag]} \cdot \text{Futtertage [Tage]}}{\text{Silage - Raumgewicht [kg/m}^3\text{]}}$$

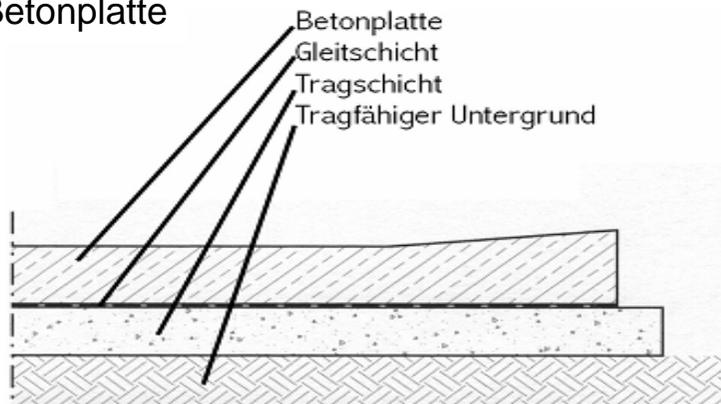
Faustzahl: pro Kuh incl. Nachzucht ca. 32 m³

Silage	Ernte- ertrag dt/ha	Trocken- substanz %	Gärsaft- anfall m ³ /ha		Lagerbedarf		T-Masse		
					Gärsaft m ³ /ha	Silage m ³ /ha	Rohdichte kg/m ³		
Rüberblatt	290	18	8	17	4,5 (15,5%)	26	43	200	120
Raps	340	10	14	18	4,5 (13,2%)	34	43	100	80
Gras angewelkt	200	28	0		0	23	31	240	180
Mais milchreif	540	30	4	6	1,5 (2,8%)	67	89	240	180
Mais teigreif	460	35	0		0	67	89	240	180

Bodenplatte

Beton	Gussasphalt	Walzasphalt
18 cm Betondecke C 30/37 (LP)	4 cm Gussasphalt GE 40	4 cm Walzasphalt 0/11 (Hohlraum < 3 Vol.-%)
2 Lagen Gleitfolie, 0,3 mm PE	Glasvlies (nur wenn Unterbeton)	
15 cm Kies- oder Splitt-Tragschicht	8 -10 cm Asphalttragschicht 0/32, alternativ 10 cm hydraulisch gebundene Tragschicht	
tragfähiger, frostsicherer Baugrund		

Betonplatte



Bewehrung ja oder nein

- bei Silos ohne Wände i.d.R. keine Bewehrung aber größere Dicke erforderlich
- Vermeidung wilder Risse durch Scheinfugen, Raster z.B. 6 m • 6 m
- Bewehrung zur Rissbreitenbegrenzung (0,2 mm) möglich, aber teuer
- bei Ortbeton Verdichtung und Nachbehandlung

Bauweisen

Flachsilos



Materialkostenvergleich (ohne Unterbau)

Beton 100 €/m³ ca. 20.- €/m²

Asphalt Tragschicht 10 cm ca. 15.-€/m²

Deckschicht 4-5 cm ca. 8.-€/m²

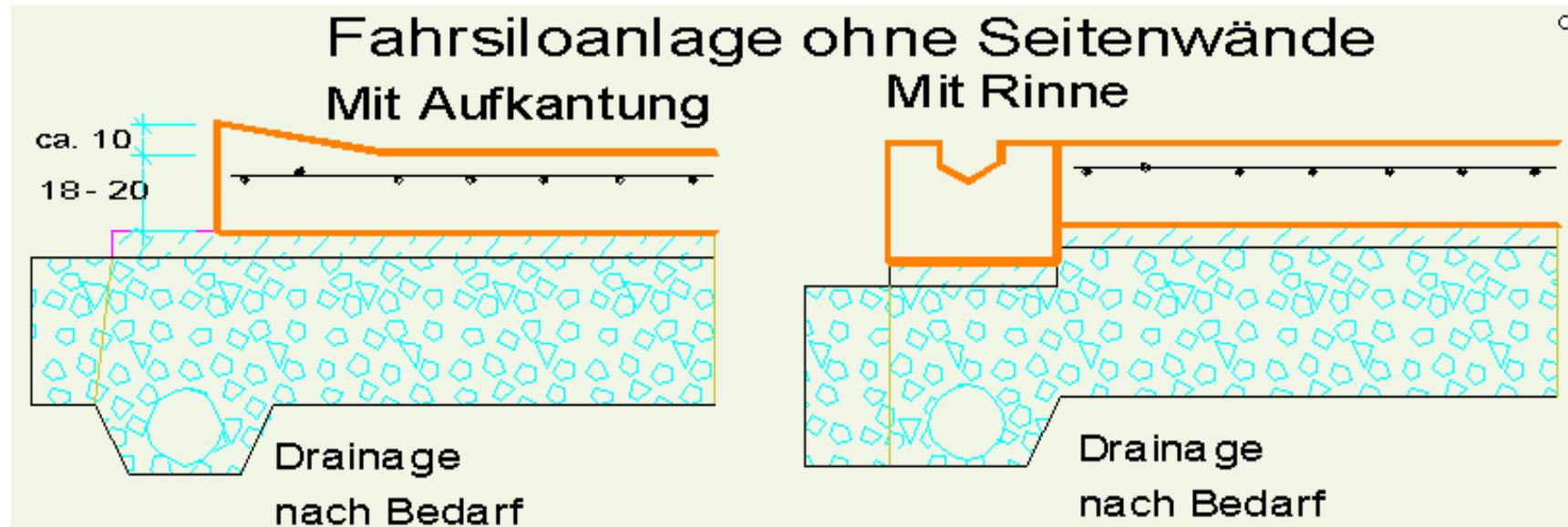


Asphaltsilo mit Dachform

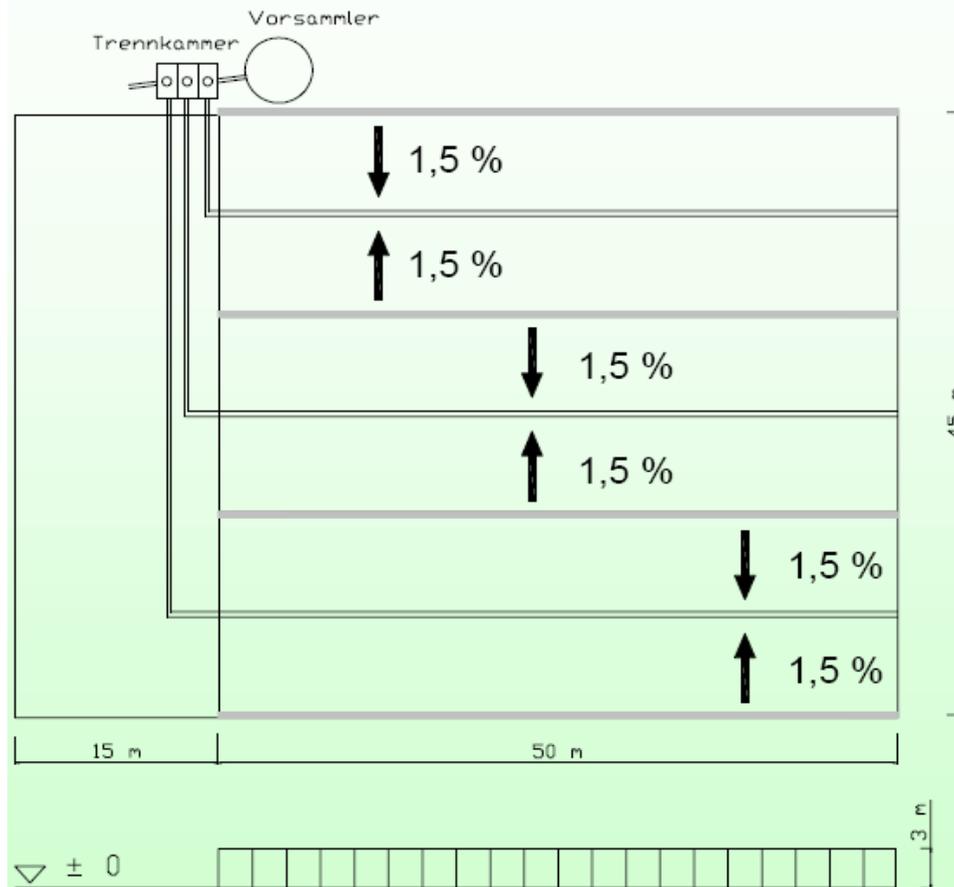


Betonsilo mit seitlicher Gärtsafrinne

Siloplatte Randausbildung



Beispiel konventionelle Bauweise senkrechte Wände mittige Rinne



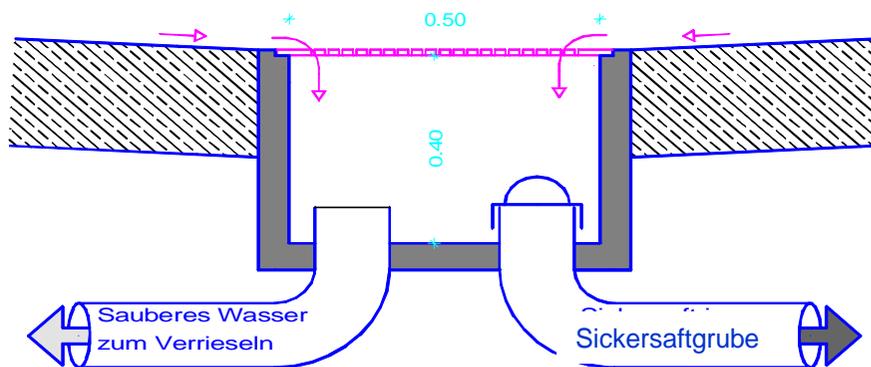
Bodenplatte und Ablauf



P5040072.mov

Glättung

Gärsaftabscheider



**Traunsteiner Silo
Gründung**



mit Rundeisen in Magerbeton



Stellrinne
ca. 15.- €/lfdm



Wandschutz

Oberflächenschutz durch PE - Folien



Stufenfalz mit Dichtband



oder Kaltbitumenmasse

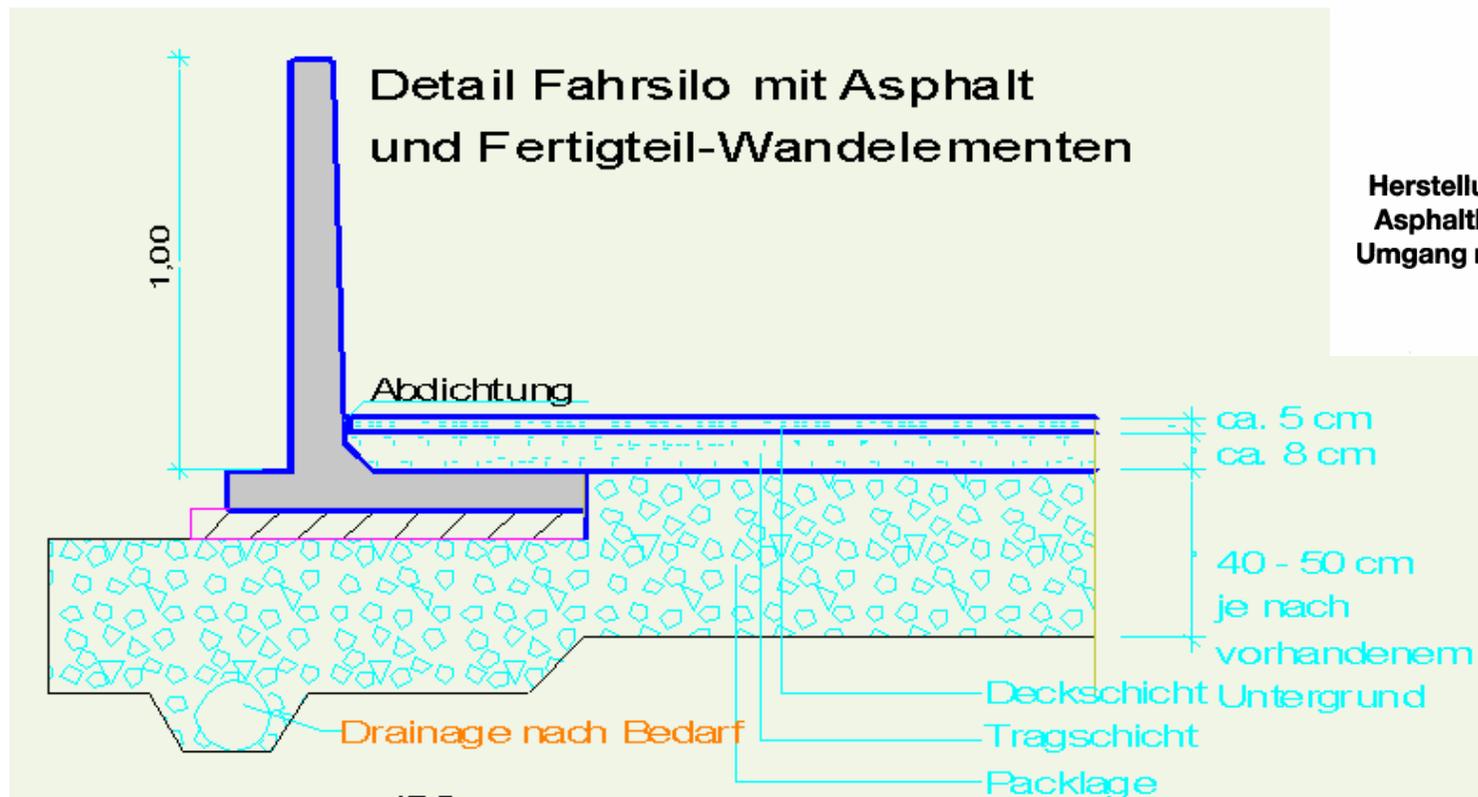
Sturmsicherung



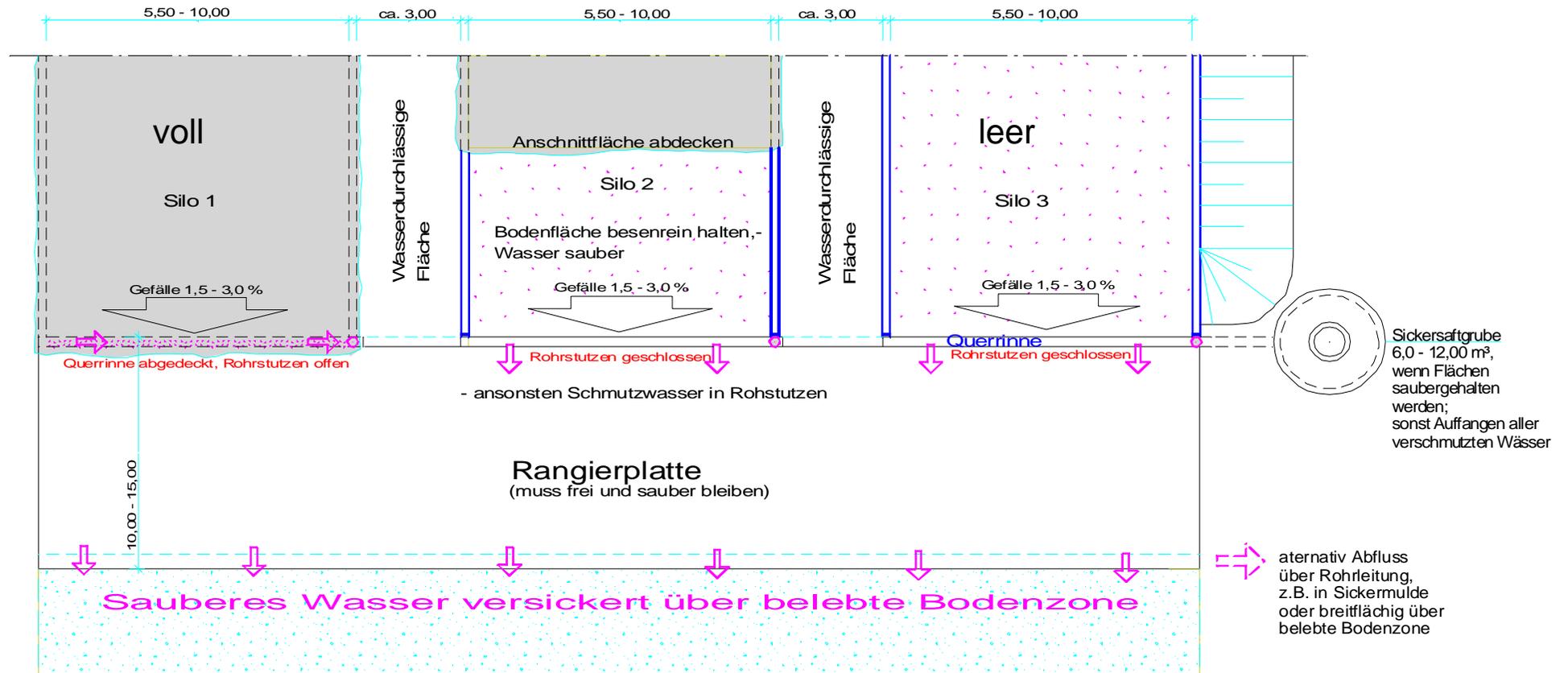
L-Fertigteile

Merkblatt
für die
Herstellung flüssigkeitsundurchlässiger
Asphaltbefestigungen für Anlagen zum
Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

MfA - UwS

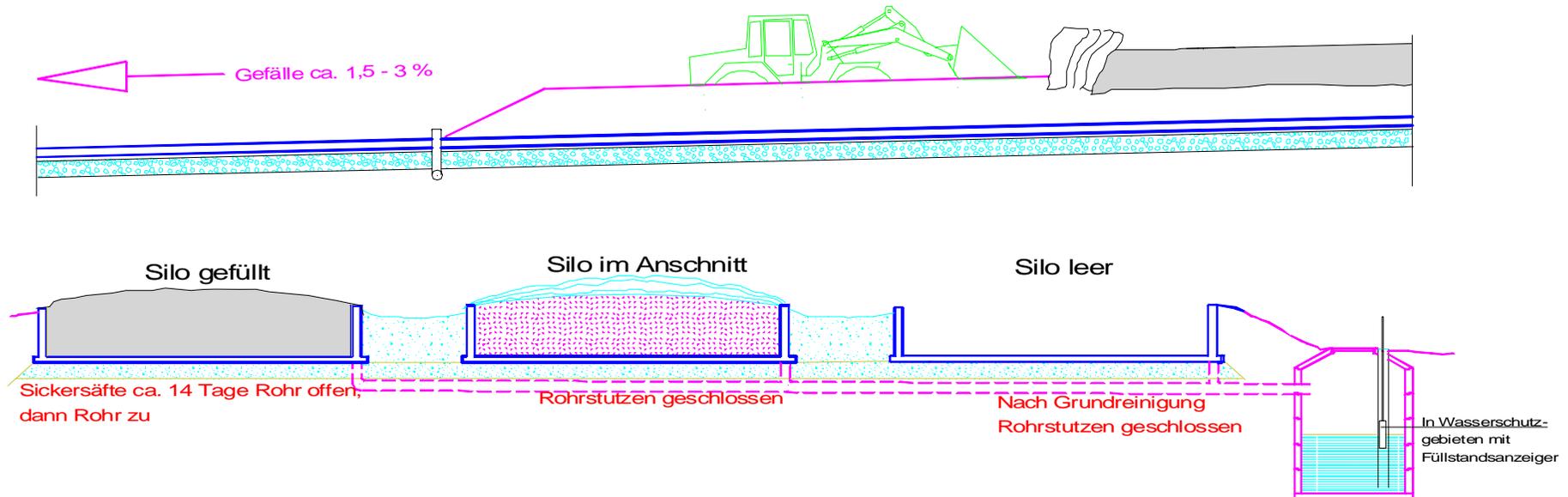


Grundriss



Schnitte

Flüssigkeitsableitung



Baukosten Silos

Kenngrößen	Einheit	Siloplatte			Fahrsilo gerade Seitenwände			Traunsteiner Silo schräge Seitenwände		
		150	250	Biogas	150	250	Biogas	150	250	Biogas
GV/Betrieb		150	250	Biogas	150	250	Biogas	150	250	Biogas
Silagefläche Mais	ha	20	33	230	20	33	230	20	33	230
Silagefläche Gras	ha	45	75		45	75	0	45	75	0
Silovolumen										
Breite eines Silos	m	7,9	10,4	35,4	6,3	8,4	24,1	6,2	8,0	23,3
Gesamt-Länge	m	65	65	65	65	65	65	65	65	65
Dichte Silage	t/m ³	0,65	0,65	0,7	0,65	0,65	0,7	0,8	0,7	0,8
Anzahl Silos	n	4	4	2	4	4	2	4	4	2
Wandhöhe	m	0	0	0	2,0	2,5	3,5	1,5	2,0	3,0
Anschnittsfläche	m ²	12,8	22,2	123,7	12,7	22,4	115,5	11,7	20,4	107,0
maximale Füllhöhe	m ²	2,4	3,1	5,3	2,4	3,1	5,9	2,1	2,7	5,3
Gesamtvolumen	m ³	2.976	5.157	14.353	2.942	5.192	13.399	2.742	4.791	12.580
Kosten										
Erdarbeiten	Euro/m ²	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Entwässerung	Euro/m ²	6	6	6	7	7	7	7	7	7
Wände	Euro/lfm	0	0	0	220	275	550	180	268	397
Siloplatte	Euro/m ²	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Sonstiges	%	5	5	4	5	5	4	5	5	4
Gesamtpreis	Euro	119.615	151.010	231.043	156.183	201.897	264.884	146.894	201.487	235.878
Baukosten/m³ Siloraum	Euro	40	29	16	53	39	20	54	42	19

Quelle: Thaysen, Landpost

Schäden und Sanierung

Betontechnologische Versagensursachen

Normale Alterung

- Abtrag durch mechanische Beanspruchung
- Auslaugung und Ermüdung durch chemischen Angriff und Bewitterung

Vorzeitiges Versagen

- Niedrige Druckfestigkeit (*min. C30/37 [früher B35]*)
- Hoher Wasserzementwert (*max. $w=0,5$*)
- Geringer Widerstand gegen Frost und chemischen Angriff
- Kalkstein (Flintstein) in den Zuschlagstoffen
- Ungenügende Nachbehandlung (*min. 7 Tage*)
- Schlecht verdichtete Stellen -> z.B. Kiesnester
- Kein oder zu geringes Gefälle

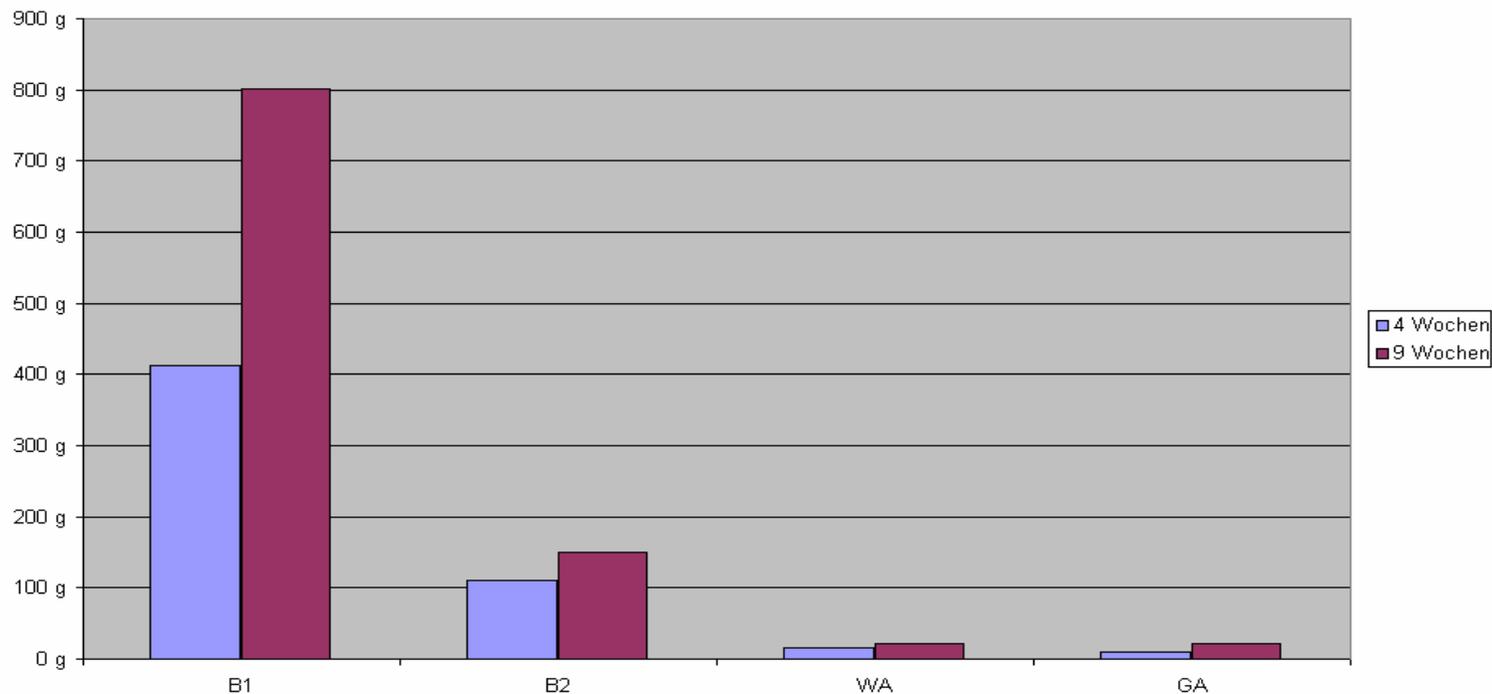
Beanspruchung von Gärfuttersilos

- **Mechanischer Angriff durch Schlepper und Entnahmegerät**
- **Physikalischer Angriff Frost – Tauwechsel**
- **Chemische Angriff durch org. Säuren (Milch-, Essig-, Buttersäure**

Silage	ph-Wert	Angriff auf Beton
Mais, teigreif	3,9	sehr stark
Rübenblatt mit Köpfen	4,4	
Wiesengras, erster Schnitt	4,7	stark
Rotklee, erster Schnitt	5,0	

Gegenüberstellung von Materialien für den Flachsilobau

Gewichtsverlust unter Einwirkung Gärsaft



B1: Beton mit Flintsteinhaltigen Zuschlägen
B2: Beton mit kristallinen Zuschlägen

WA: Walzasphalt
GA: Gussasphalt

Schäden und Sanierung



Sanierung von Bodenflächen

-Verbundestrich (d = 4 – 8 cm, ZE30 – ZE40)

Voraussetzung: ausreichende Haftzugfestigkeit des Altbetons !

- Hochdruckwasserstrahlen/Sandstrahlen/Kugelstrahlen
- Vornässen (ca. einen Tag)
- Einbürsten Haftschlämme
- ca. 4 cm dicker Zementestrich
- Nachbehandlung

Betonverschleißschicht auf Trennschicht

Opferbeton

- Abkehren von losen Bestandteilen und Ausgleich von Unebenheiten/Ausbruchstellen
- Trennschicht, z. B. Silofolie, PE-Folie $\geq 0,2$ mm
besser: Geotextil, auch ohne extra Trennschicht
- Beton (Dicke ≥ 10 cm) einbringen und verdichten
- Nachbehandeln, evtl. Fugen schneiden und füllen
(Bitumen-, Polysulfid-, Polyurethanbasis)

Guss-/Walzasphalt auf Trennschicht

- Abkehren von losen Bestandteilen und Ausgleich von Unebenheiten/Ausbruchstellen
- Trennschicht aus Glasvlies
- 4 - 6 cm Asphalt aufbringen z.B. GE 40 oder Walzasphalt 0/11
Hohlraumgehalt < 3% (d = 4 – 6 cm)

Kosten sind sehr stark von der Menge abhängig

Sanierung der Silowände

Bei Rissbildung:

- Risse mit Epoxydharz tränken oder verpressen
- Risse mit Trennscheibe aufweiten, Füllprofil einlegen und mit säurefester Dichtmasse schließen

Bei großflächigen Abplatzungen:

- mit Reparaturmörtel auf Haftgrund ausbessern

Bei freiliegender Bewehrung:

- Bewehrung sandstrahlen, Korrosionsschutz auftragen und die Stelle mit Reparaturmörtel ausbessern

Kosten u. Lebensdauer von Beschichtungen

Material	Materialkosten €/m ²	Lebensdauer Boden [Jahre]	Lebensdauer Wand [Jahre]
Silolack / Bitumenanstrich	1 – 1,5	1	1 - 2
Kunstharzdisp.	2 – 4	1 – 2	3
Epoxydharz	3 – 6	4	5
Gussasphalt (4cm) *	25 – 35	10 – 20	-
Beton-Verschleiß- Schicht (4 cm) *	15 – 25	8 – 10	-
Beton-Verschleiß- Schicht (8 cm) *	20 – 30	8 – 15	-

* inkl. Verarbeitung durch Fachfirma

Zum guten Schluss

ein Schulterklopfen für die geduldigen Zuhörer

