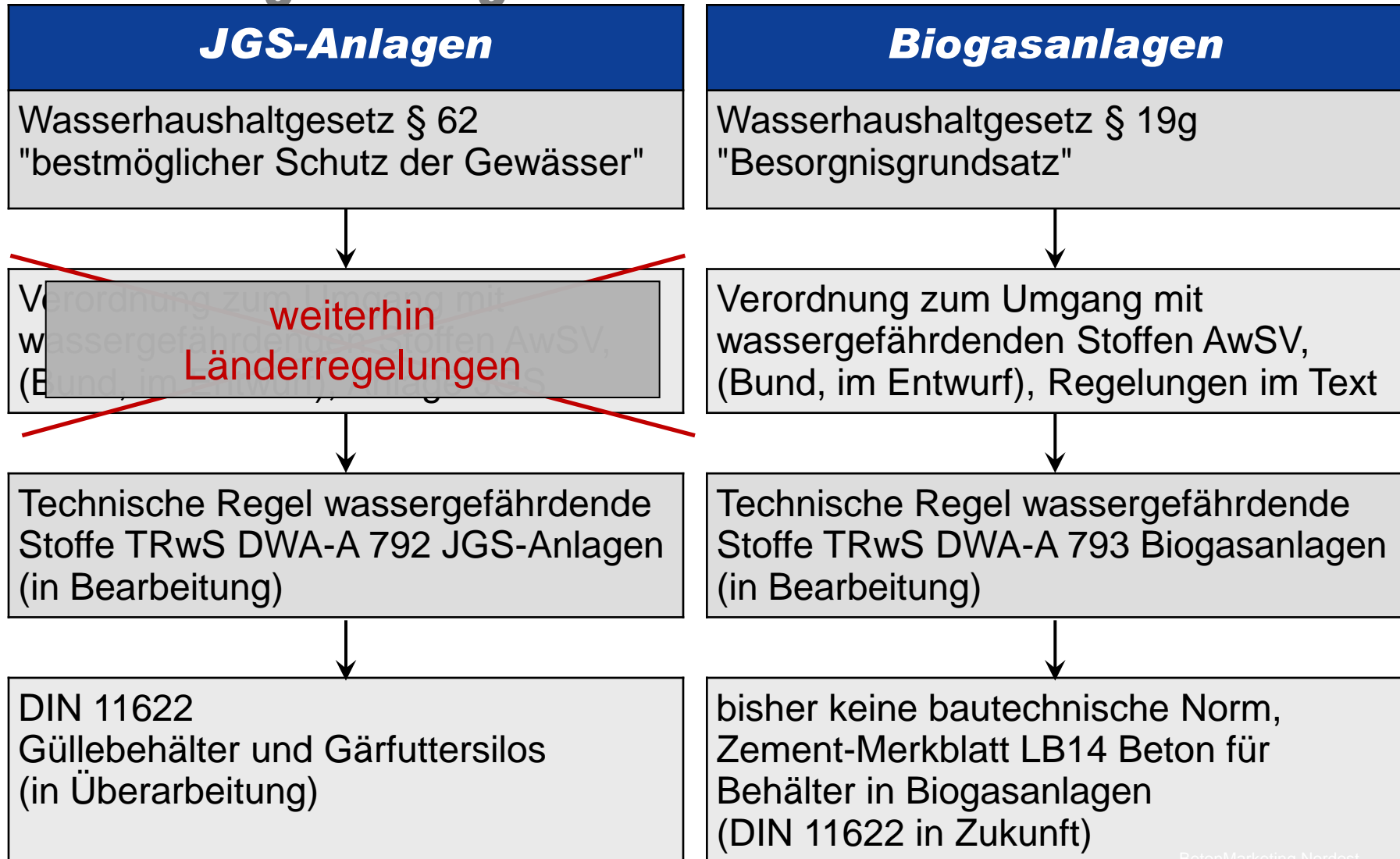


■ ***Landwirtschaftliche
Bauvorhaben in Beton
Aktuelle Entwicklungen***

Thomas Bose
Beton Marketing Süd

■ Wasserrechtliche und Anforderungen an JGS- und Biogasanlagen



■ **JGS**

- Jauche, Gülle, Festmist
- Tierische Ausscheidungen (auch nicht landwirtschaftl. Herkunft)
- Wirtschaftsdünger
- Silage oder Siliergut (Futter)
- Sickersaft (aus Silage)

■ *Biogasanlagen*

- Behälter für Gärsubstrat
- Fermenter
- Kondensatbehälter und Nachgärer
- zugehörige Abfüllanlagen

■ Beton für die Landwirtschaft

„Für kürzere oder längere Nutzungsdauern können weniger einschränkende oder strengere Grenzwerte erforderlich sein.“

EN 1990 und EN 206-1:

temporary structures, replaceable parts

- „temporäre“ Bauwerke: 10 - 25 Jahre

agricultural and similar structures

- Landwirtschaftl. Bauwerke: 15 – 30 Jahre

building structures and common structures

- Hochbau, „übliche“ Bauwerke: 50 Jahre

bridges, civil engineering structures

- Brücken, Ingenieurbauwerke: 100 Jahre

■ Grenzwerte chem. Angriff (DIN 4030)

Chemisches Merkmal ¹⁾	XA1		XA2			XA3
	Sulfat (SO ₄ ²⁻) [mg/l]	200-500	> 500-600	>600-1500	>1500-2400	>2400-3000
pH-Wert	6,5-5,75	< 5,75-5,50	<5,50-4,75		<4,75-4,50	≥ 4,0
Kalklösende Kohlensäure (CO ₂) [mg/l]	15-33,75	>33,75-40,00	>40,00-85,00		>85,00-100	> 100 bis zur Sättigung
Ammonium (NH ₄ ⁺) [mg/l]	15-26,25	>26,25-30,00	>30,00-52,50		>52,50-60,00	> 60-100
Magnesium (Mg ²⁺) [mg/l]	300-825	>825-1000	>1000-2500		>2500-3000	> 3000 bis zur Sättigung

■ *Güllebehälter*



■ **Definition - Gülle**

Gülle:

Flüssigmist - Gemisch aus Harn (Jauche), Kot, Einstreu- und Futterresten sowie Reinigungswasser

pH-Werte der Gülle aus Entmistung

	Rinder	Mastschweine	Geflügel
pH-Wert	7,8 – 8,8	7,3 – 8,6	6,7- 8,3

Gülle stellt für Beton eine schwach angreifende Umgebung... dar, auch wenn die Grenzwerte für Expositionsklasse XA1... überschritten sind. *DIN 11622*

Entwurf DIN 11622-2 2013-08:

Einleitung von Silagesickersäften bis zu 25% der Behälterfüllung!

■ *Güllebehälter*

6.2.1 Güllebehälter

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

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

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

Güllebehälter aus Stahlbeton unterliegen der Überwachungsklasse 2 nach DIN EN 13670 und DIN 1045-3.

Werden Silagesickersäfte in Güllebehälter eingeleitet, ist eine ausreichende Verdünnung und Durchmischung sicherzustellen. Das Sickersaftvolumen darf maximal 25 % der jeweiligen Behälterfüllung betragen.

■ Güllebehälter



Bild B.1 —Güllebehälter/Gärrestlager, offen

Tabelle B.1 — Expositionsklassen für offene Güllebehälter/Gärrestlager

Bauteil	Festigkeits- klasse	Expositionsklassen			Feuchtig- keitsklasse	
		Karbonati- sierung		Frost/ Taumittel		Chemisch
		XC _i	XC _a	XF		
Wand allgemein	C 35/45 C 25/30 (LP)	XC4		XF3	XA1	WA
Wand, im Einzelfall ^a	C 25/30	XC4		XF1	XA1	WA
Bodenplatte	C 25/30	XC4	XC2	XF1	XA1	WA

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

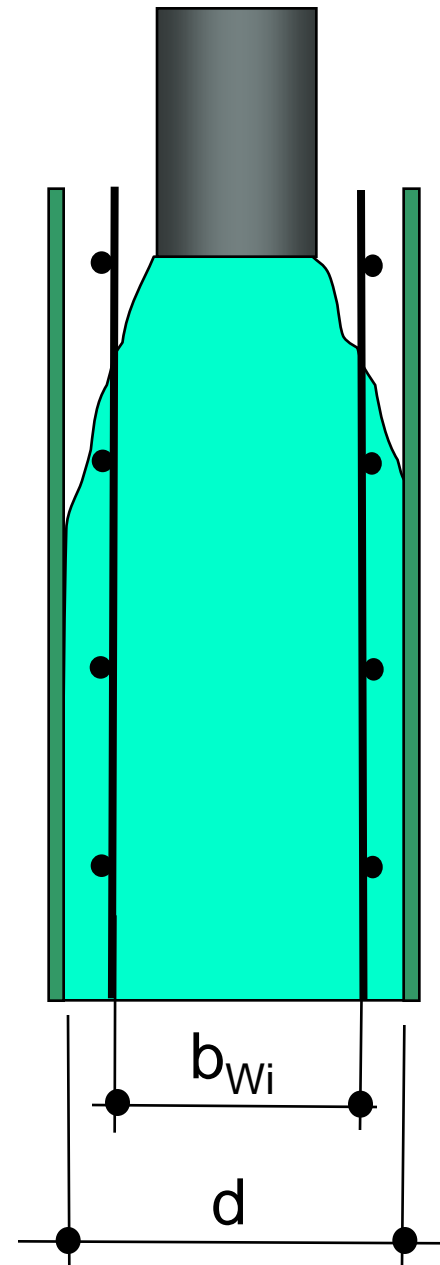
■ Bauteildicke

Die Mindestbauteildicke für Behälter mit einem Fassungsvermögen über 10 m^3 beträgt 18 cm. Bei Betonfertigteilen mit einem äquivalenten Wasserzementwert $(w/z)_{\text{eq}} \leq 0,45$ darf die Mindestbauteildicke auf 16 cm vermindert werden.

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

■ Bauausführung Bauteildicke

Füllbeton	
$b_{wi} \geq 18 \text{ cm}$	D32
$b_{wi} \geq 14 \text{ cm}$	D16
$b_{wi} \geq 12 \text{ cm}$	D8



■ *Rissbreitenbegrenzung nach DIN 11622*

- Dauerhaftigkeit und Dichtigkeit $w_k = 0,3$ mm
(einige Bundesländer verschärfen auf $w_k = 0,2$ mm)
- künftige DIN 11622 voraussichtlich $w_k = 0,2$ mm



BMNO Richter

■ *Fugen*

6.4.1 Allgemeines

Alle Fugen sind in geeigneter und dauerhafter Weise abzudichten.

Als Fugenabdichtung dürfen nur Bauprodukte verwendet werden, für die durch einen **bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis** nachgewiesen ist, dass die für den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllt sind, insbesondere die Beständigkeit gegen Gülle, Gärsubstrat bzw. Silagesickersaft.

Fugen sind planmäßig festzulegen und entwurfsmäßig auszuführen.

Für Fugenbleche, die im Geltungsbereich dieser Norm eingesetzt werden, ergibt sich die Verwendbarkeit aus der Übereinstimmung mit der Technischen Regel nach Bauregelliste A Teil 1 Nr. 4.5.6 oder Nr. 15.37. Die nachfolgenden Anforderungen sind einzuhalten.

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

■ Fugen

Bauregelliste A Teil 2, lfd. Nr. 1.4 Normalentflammbare Fugenabdichtungen für Bauteile aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand gegen drückendes und nichtdrückendes Wasser und gegen Bodenfeuchte				
Abdichtungen für Arbeitsfugen			PG FBB Teil 1	
Quellfähige Fugeneinlagen	Injektionsschlauchsysteme (Injektionsschlauch und Harze)	Beschichtete Fugenbleche	Fugenbänder	außenliegende streifenförmige Fugenabdichtung
Bentonitbasis, nicht formstabil	einfach injizierbar	Fugenblech mit Polymerbeschichtung (Adhäsionswirkung)	Thermoplastische Fugenbänder, die nicht unter DIN 18541 fallen	Flüssigkunststoffe, aufgeklebte streifenförmige Bahnen oder Folien
Elastomerbasis mit wasserquellfähigen Harzen formstabil	mehrfach injizierbar / Mehrkammersysteme Spülbare Schläuche	Fugenblech quellfähig beschichtet,	Elastomerfugenbänder, die nicht unter DIN 7865 fallen	Funktionsweise über Adhäsion
Kombination PVC-Fugenband mit quellfähiger Fugeneinlage	Kombination Schlauch / quellfähige Fugeneinlage	Fugenblech mit Bitumenbeschichtung (Adhäsion)	<i>Klemmfugenbänder</i>	Quellfähige Systeme, Quellbehinderung durch Blech- oder Kunststoffprofilverwahrung
Acrylatpolymer	Injizierfähige Fugenelemente	Fugenblech mit mineralischer Beschichtung (Verbesserung Haftverbund)	<i>nicht befahrbare Sonderprofile</i>	Funktionsweise über Pressung

■ *Abdichtungssysteme*

IVD-Merkblatt Nr. 6
Fugenabdichtung an Anlagen zum Umgang
mit wassergefährdenden Stoffen



IVD-Merkblatt Nr. 6 Ausgabe Juli 2013

Fugenabdichtung an Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

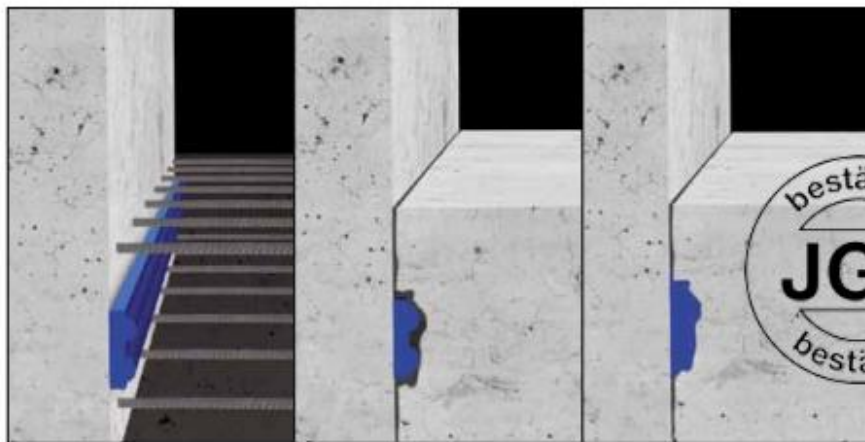
Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle und Silagesickersäften (JGS-Anlagen) sowie von vergleichbaren in der Landwirtschaft anfallenden Stoffen werden nicht betrachtet.

■ Zugelassenen Abdichtungssysteme?

Abdichtungen für
LAU* und JGS-Anlagen

* mit bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt. (AbZ)

TPH.
TPH Bausysteme
PUR-O-CRACK
2-Komponenten
Injektionsart auf
Polyurethanbasis
Z-74.13-84



*Medienbeständiges quellfähiges
Dichtungs-System für Arbeitsfugen*

(= Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen)




<http://www.feuerwehr-riedlingen.de>

■ DIN 11622

DEUTSCHE NORM

Juni 2004

	<p>DIN 11622-2</p>	
<p>ICS 65.040.20; 65.060.25</p> <p>Gärfuttersilos und Güllebehälter – Teil 2: Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit – Gärfuttersilos und Güllebehälter aus Stahlbeton, Stahlbetonfertigteilen, Betonformsteinen und Betonschalungssteinen</p>		<p>Ersatz für DIN 11622-2:1994-07</p>

Gärfutter: Silage unter Luftabschluss durch Milchsäuregärung haltbar gemachtes Viehfutter

■ **DIN 11622-5**

Änderungen

Gegenüber DIN 11622-1:2006-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) der technische Inhalt der Norm, der sich auf Fahrsilos bezog, wurde in diesen eigenständigen Normenteil überführt;
- b) der Inhalt wurde an die neuen Regelwerke, z.B. Eurocodes, angepasst.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für Fahrsilos aus Beton und Stahlbeton.

Diese Norm gilt nicht für Fahrsilos mit erdgestützten Wänden.

3.1

Fahrsilo

Flachsilo

ortsfeste, auf mindestens einer Seite offene, befahrbare Anlage zur Herstellung und Lagerung von Gärfutter (Silage) oder Gärsubstraten

Entwurf DIN 11622-5 2013-08

■ Gärfutter / Gärsubstrat

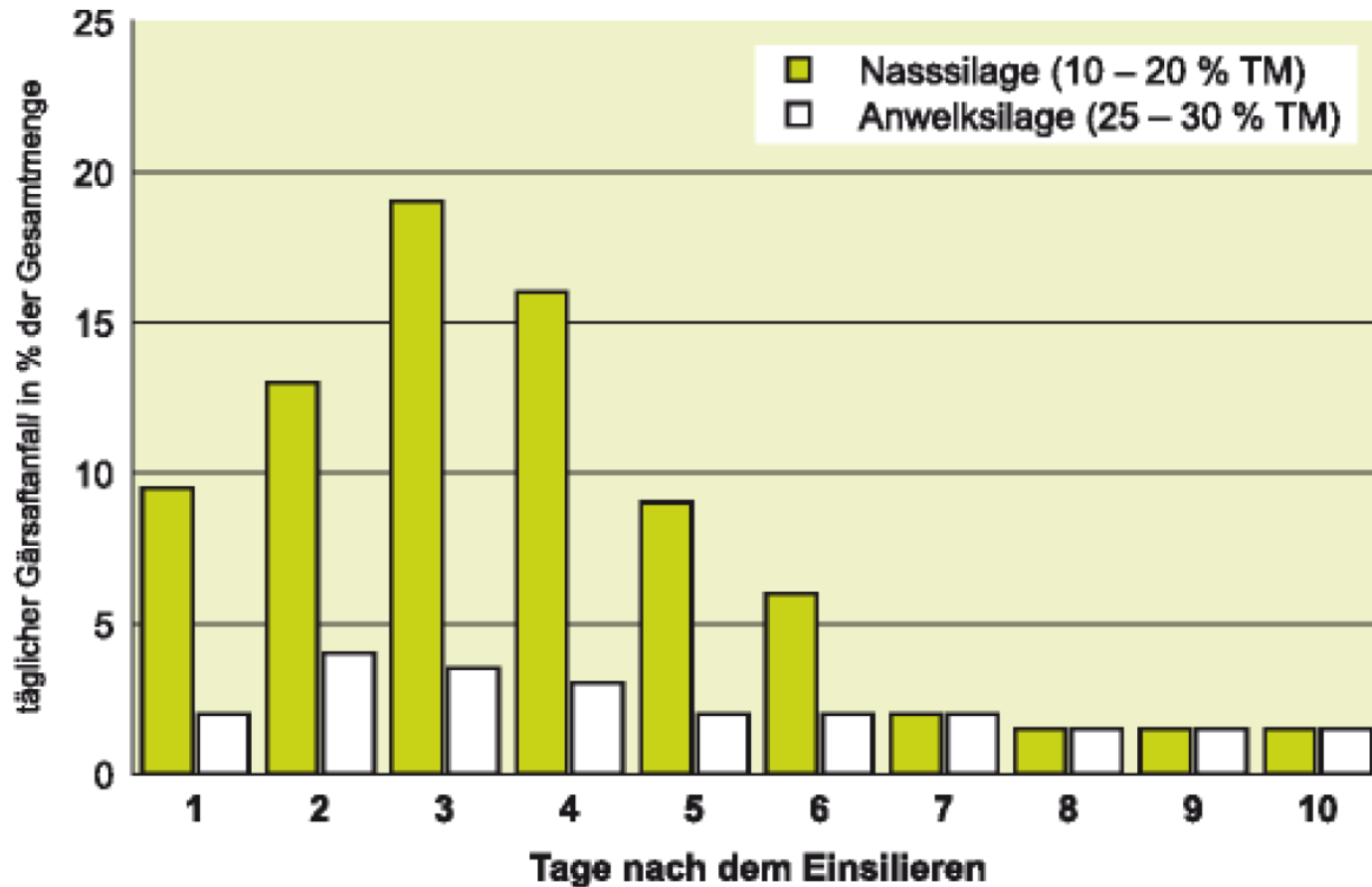


Abb. 1: Zeitlicher Verlauf der Gärstoffbildung bei Nass- und Anwelksilage

■ Gärfutter-Flachsilo

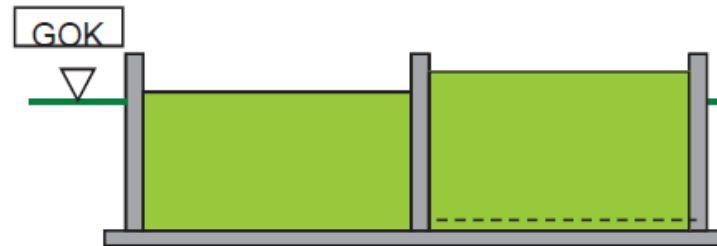


Bild A.1 — Fahrsilo

Tabelle A.1 — Expositionsklassen für Fahrsilos

Bauteil	Festigkeits- klasse	Expositionsklassen			Chemisch	Feuchtig- keitsklasse
		Karbonati- sierung		Frost/ Taumittel		
		XC _i	XC _a	XF		
Wand	C 35/45	XC4		XF3	XA3 ^a	WF
Bodenplatte, bewehrt	C 35/45	XC4	XC2	XF3	XA3 ^a	WF
Bodenplatte, unbewehrt	C 35/45			XF3	XA3 ^a	WF
Bodenplatte, bewehrt, unter Asphaltabdichtung	C 35/45	XC4	XC2	XF1	XA1	WF

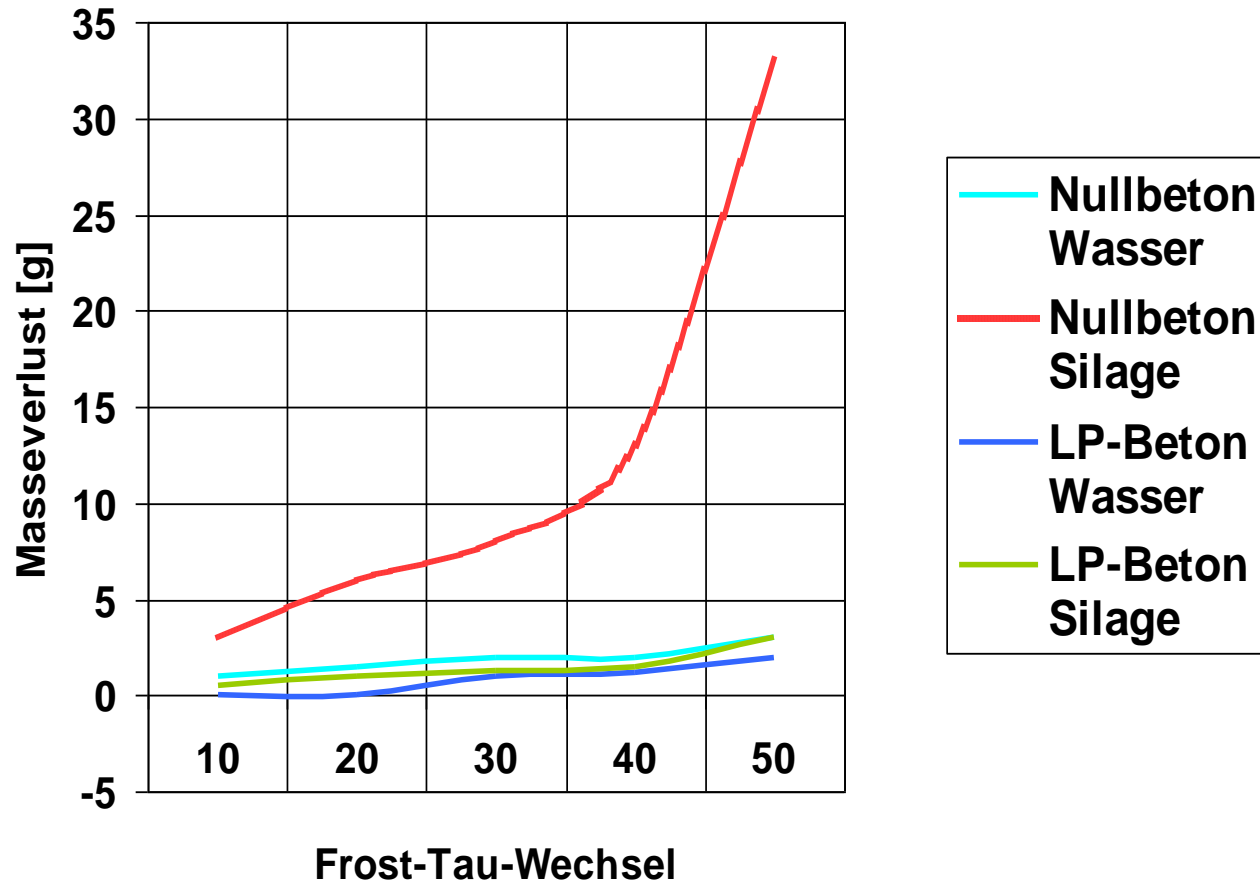
■ **Gärfutter-Flachsilo**

Ein zusätzlicher Schutz des Betons vor chemischem Angriff ist erforderlich.

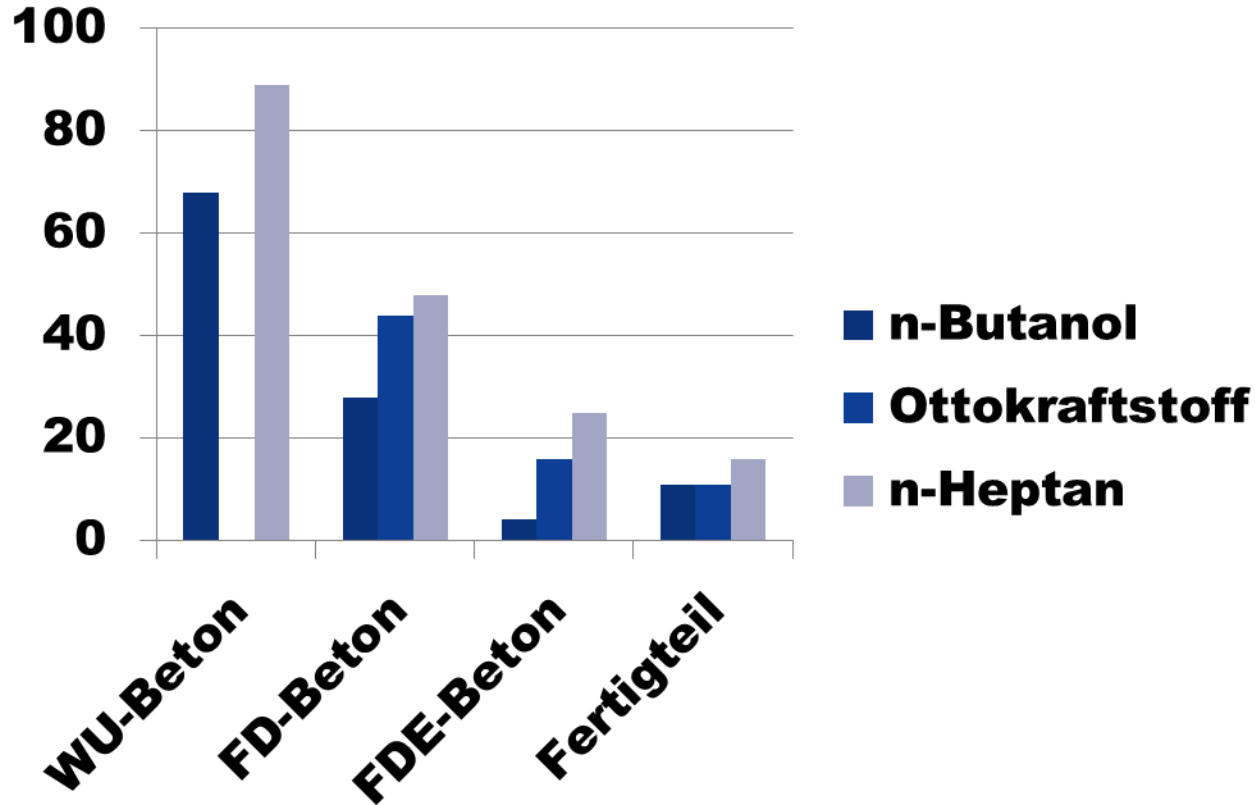
Auf einen zusätzlichen Schutz des Betons darf nur verzichtet werden wenn alle folgenden Voraussetzungen erfüllt sind:

- Expositionsklasse XF4 anstelle von XF3;
- luft- und wasserdichte Abdeckung des Fahrsilos nach Einbringen des Siliergutes;
- Höhe des Futterstocks ≤ 3 m;
- Füllgutklassen 1 und 2a nach Tabelle A.1;

■ Festlegung der DIN 11622



■ Eindringtiefen [mm]



Eindringverhalten von Prüfflüssigkeiten – Auswahl in Anlehnung an U. Kluge Beton-Kalender 2008
 WU-Beton ohne Nachbehandlung; Fertigteil mit LP

■ *Beschichtungen / Auskleidungen*

6.3 Beschichtungen und Auskleidungen

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

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

Die verwendeten Materialien müssen untereinander verträglich sein.

Beschichtungen und Auskleidungen benötigen einen **bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis.**

■ **Gärfutter-Flachsilo**

Bitumenanstrich nach 4 Jahren Nutzungsdauer



Quelle: König, A.; MFPA Leipzig

■ **CHEMISCHER ANGRIFF**

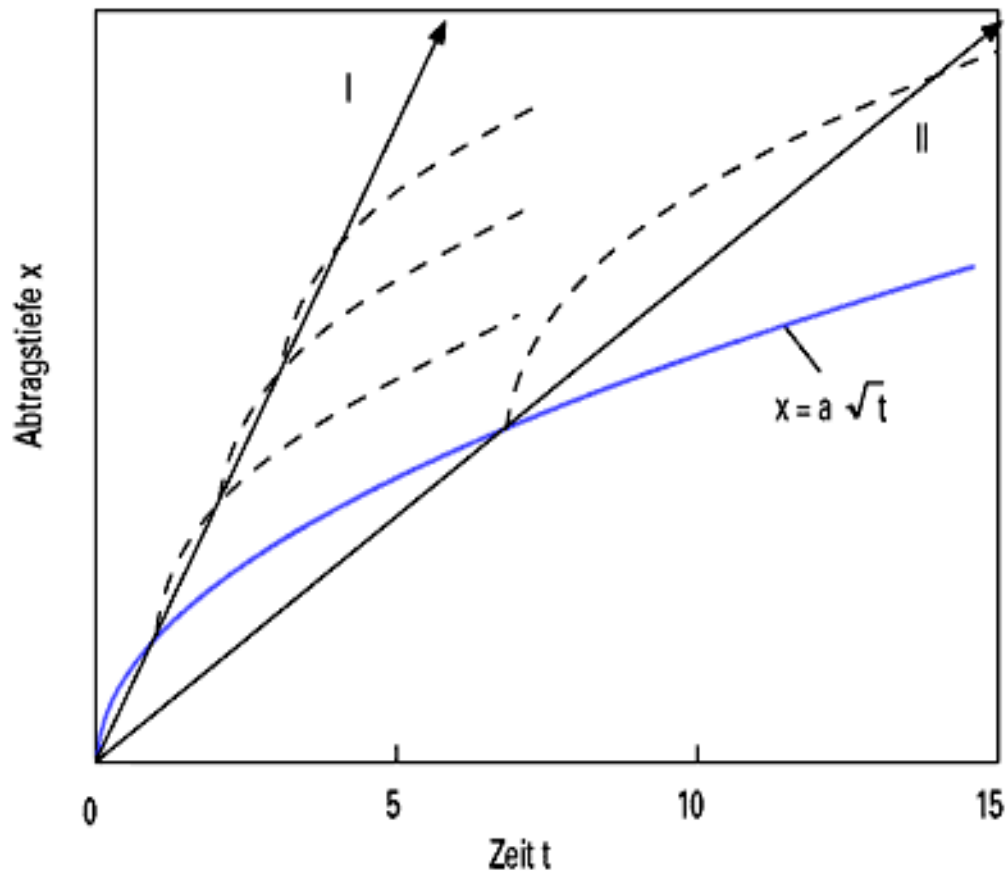


C 35/45 / 56 d
in Schwefelsäure pH 2,5

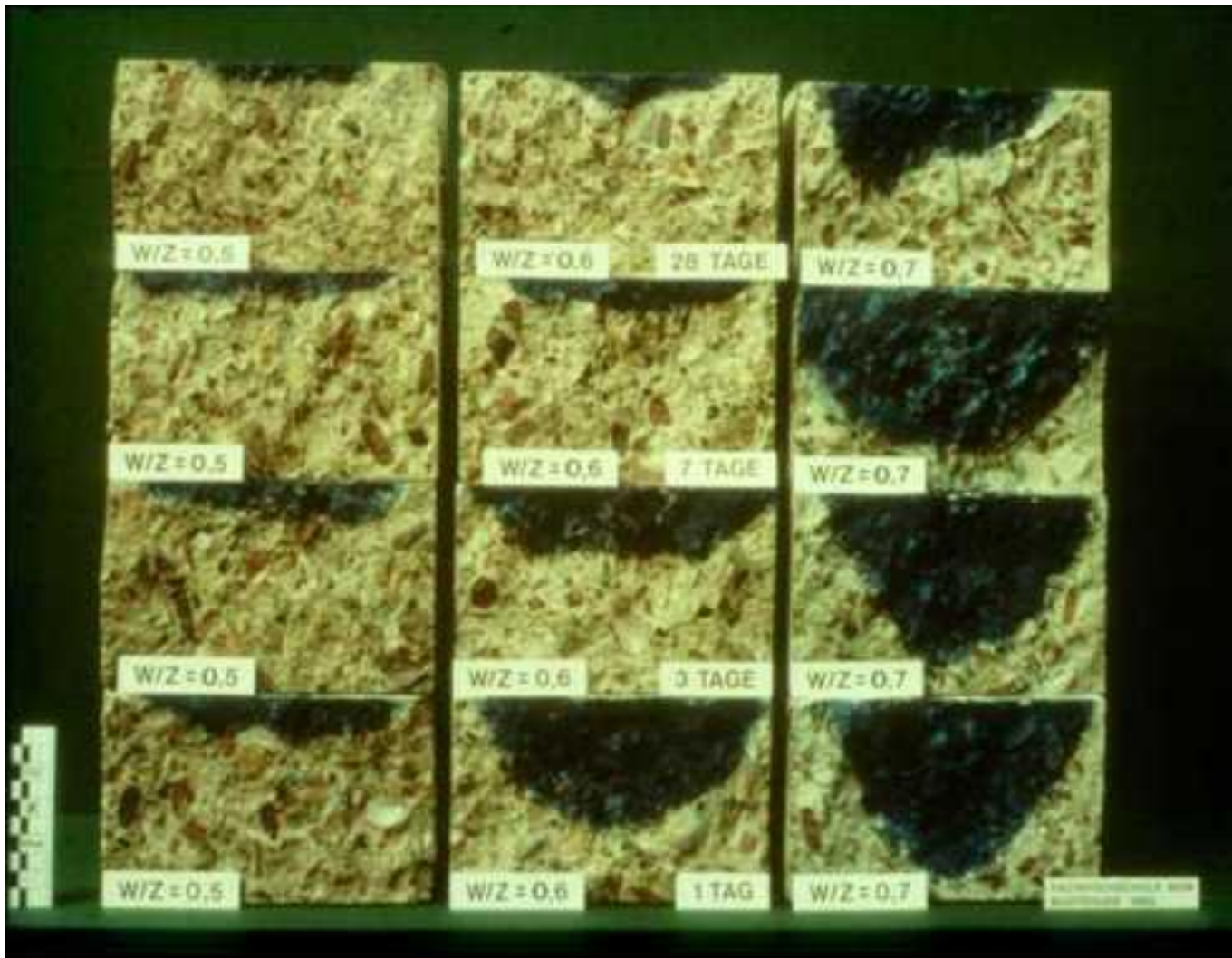
C 35/45 / 56 d
in Milchsäurecocktail pH ~ 3,0

■ CHEMISCHER ANGRIFF

Abtragstiefen aus Nutzung



■ Nachbehandlung



■ *Nachbehandlung*



AELF Roth

■ Nachbehandlung

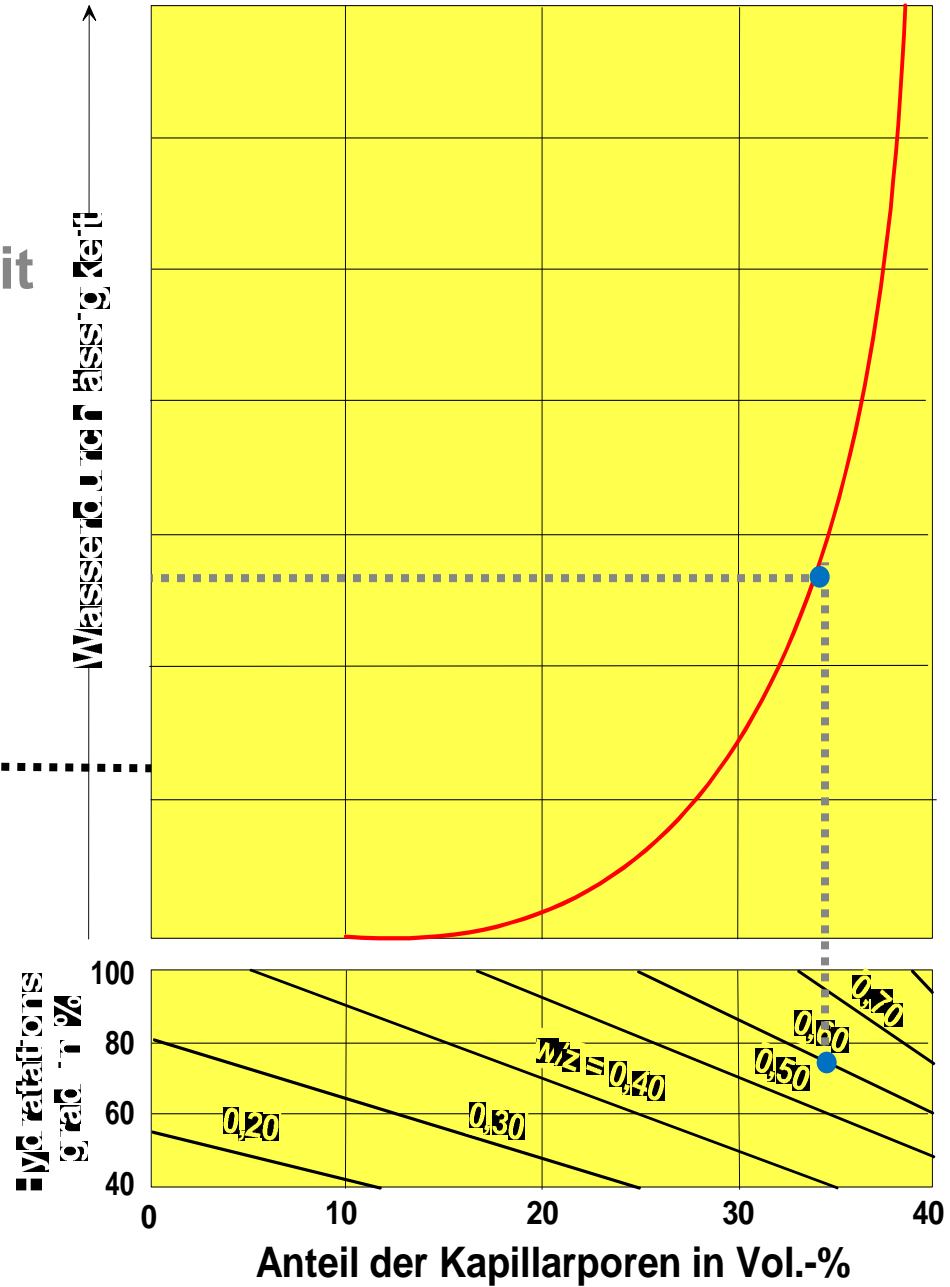
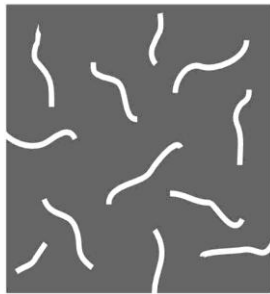
Tabelle 2 — Mindestdauer der Nachbehandlung von Beton für Gärfuttersilos

Nr.	1	2	3	4	5
Oberflächentemperatur ϑ °C ^e	Mindestdauer der Nachbehandlung in Tagen ^a				
	Festigkeitsentwicklung des Betons ^c $r = f_{cm2}/f_{cm28}^d$				
	Schnell	mittel	langsam	sehr langsam	
	$r \geq 0,50$	$r \geq 0,30$	$r \geq 0,15$	$r < 0,15$	
1	$\vartheta \geq 25$	7	7	7	7
2	$25 > \vartheta \geq 15$	7	7	8	10
3	$15 > \vartheta \geq 10$	7	8	14	20
4	$10 > \vartheta \geq 5^b$	7	12	20	30

■ Nachbehandlung

Wasserdurchlässigkeit
(Porosität)

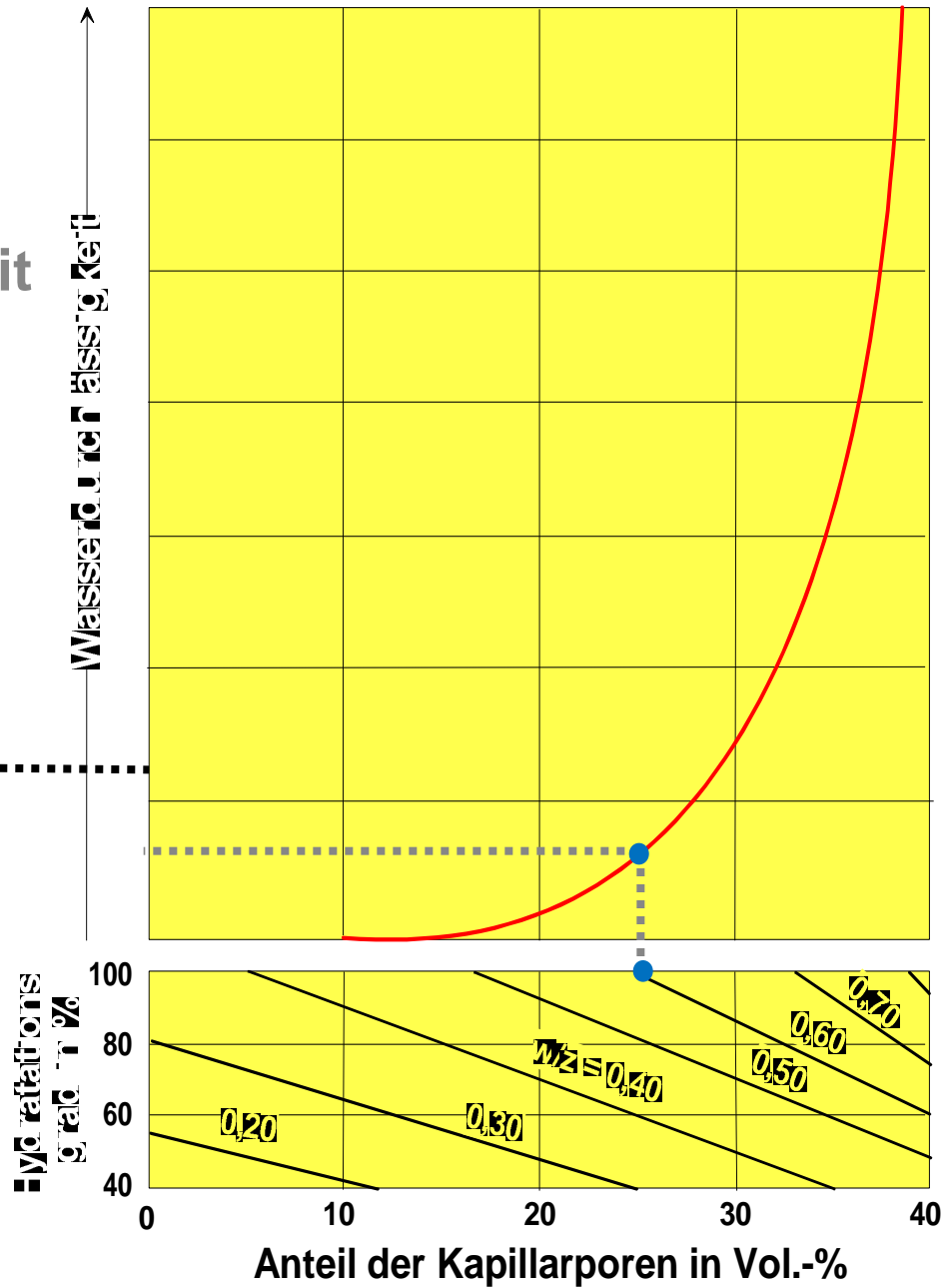
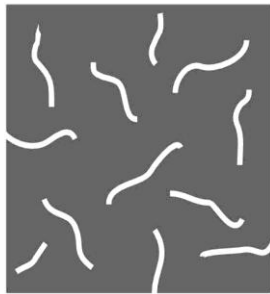
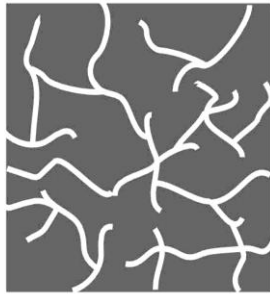
durchlässig
↑
↓
undurchlässig



■ Nachbehandlung

Wasserdurchlässigkeit
(Porosität)

durchlässig
undurchlässig



■ Sickersaftbehälter

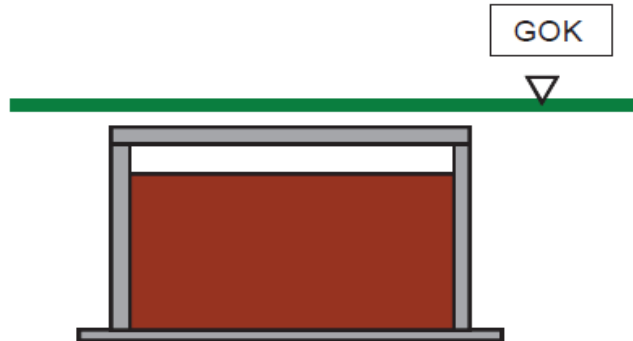


Bild B.3 — Sickersaftbehälter, erdüberdeckt

Tabelle B.3 — Expositionsklassen für erdüberdeckte Sickersaftbehälter

Bauteil	Festigkeits- klasse	Expositionsklassen			Chemisch	Feuchtig- keitsklasse
		Karbonati- sierung	Frost/ Taumittel			
	C	XC _i	XC _a	XF	XA	W
Decke, Wand, Boden mit Beschichtung	C 35/45	XC4	XC2	-	XA3	WF
Decke, Wand, Boden mit Auskleidung	C 25/30	XC2	XC2	-	XA1	WF
ANMERKUNG Bei nicht erdüberdeckten Sickersaftbehältern ist zusätzlich die Expositionsklasse XF3 zu berücksichtigen.						

Entwurf DIN 11622-2 2013-08

■ Gedeckte Biogasbehälter

Tabelle B.3 — Expositionsclassen für gedeckte außengedämmte Biogasbehälter

Bauteil	Ausführung	Festigkeits- klasse	Expositionsclassen			Feuchtig- keits- klasse	
			Karbonati- sierung	Frost/ Tau- mittel	Chemisch		
		C	XC _i	XC _a	XF	XA ^a	W
Außenwand, Decke im Gasbereich, Innenwand /-stütze	mit Auskleidung	C 25/30	XC2			XA1 ^b	WF
Außenwand, Decke im Gasbereich	mit Beschichtung	C 35/45	XC4	XC3		XA3	WA
Innenwand /-stütze im Gasbereich	mit Beschichtung	C 35/45	XC4	—		XA3	WA
Außenwand im flüssig- keitsberührten Bereich	—	C 25/30	XC4	XC3		XA1 ^c	WA
Innenwand /-stütze im flüssigkeitsberührten Bereich	—	C 25/30	XC4	—		XA1 ^c	WA
Bodenplatte	—	C 25/30	XC4	XC2		XA1 ^c	WA

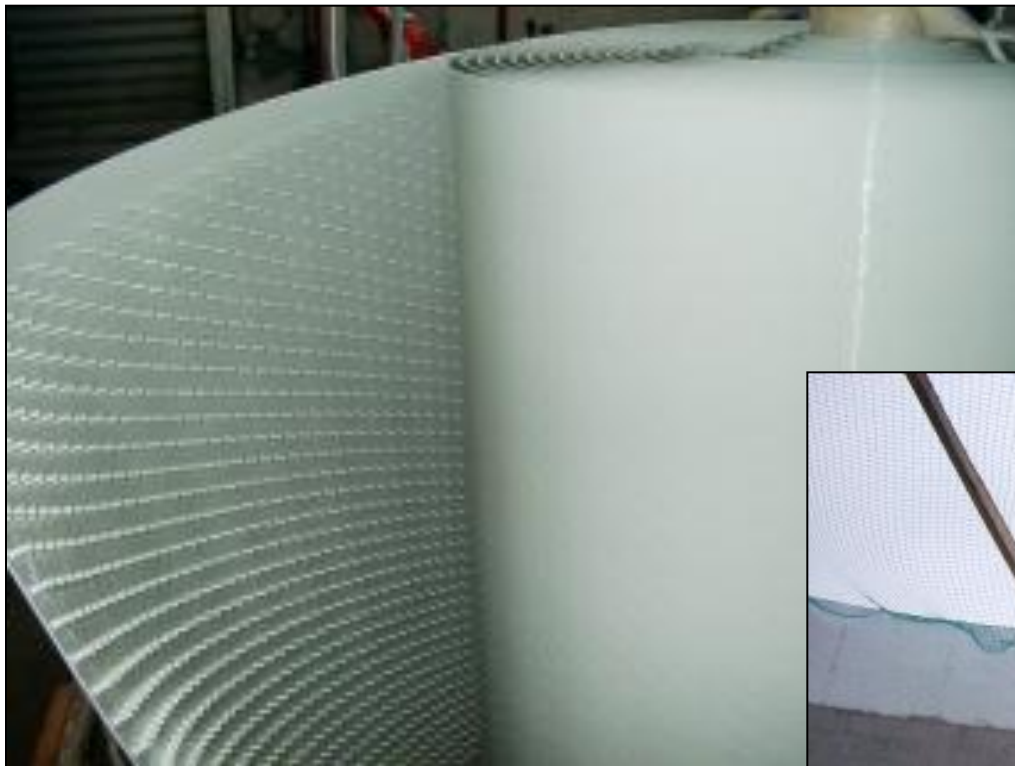
^a Auf Schutzmaßnahmen im Gasbereich darf verzichtet werden (und die Expositionsclassen für den chemischen Angriff auf Beton abgemindert werden), wenn unter Berücksichtigung der konkreten Verfahrenstechnik ein starker chemischer Angriff auf Beton ausgeschlossen werden kann.

^b Durch Auskleidungen nach DIN EN 14879-3 kann eine Trennung von Trag- und Schutzfunktion im Gasbereich von Biogasbehältern erreicht werden, die Schutzfunktion übernimmt dauerhaft die Auskleidung.

Entwurf DIN 11622-2 2013-08

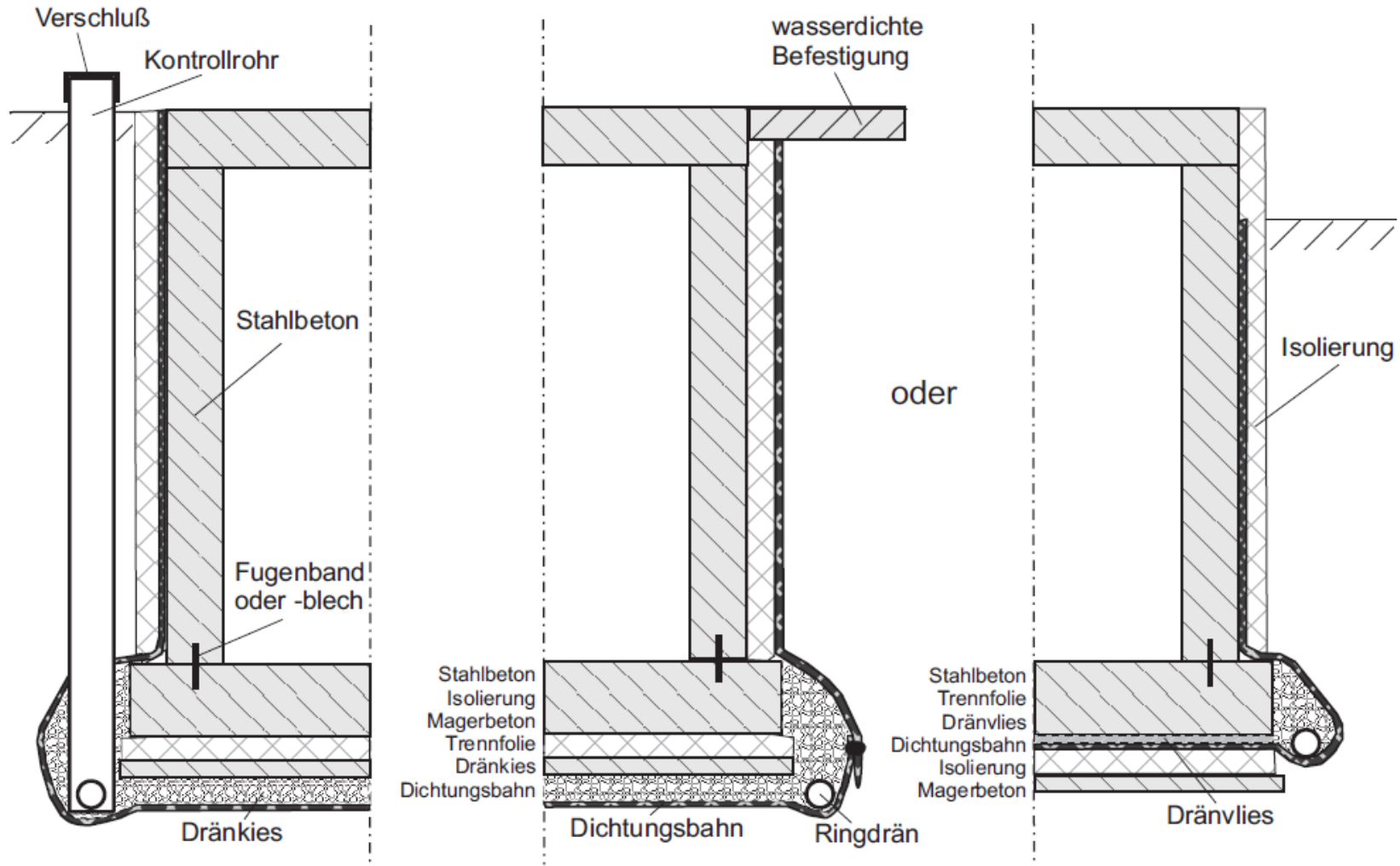
DIN EN 14879-3: Beschichtungen und Auskleidungen aus organischen Werkstoffen zum Schutz von industriellen Anlagen gegen Korrosion durch aggressive Medien

■ Variante Auskleidung Gasraum



BMNO Richter

Leckageerkennung (Vorschlag Bayern)



■ *Leckageerkennung*



Fachbuch



Middel; Feldmann; Pelzer;
Richter; Stahl

ISBN 978-3-7640-0543-6
Verlag Bau+Technik, 2013

39,80 €

■ **Zusammenfassung**

- **Privilegierung (niedrigere Anforderungen) schwer nachvollziehbar...**
- **Pauschale Einstufungen widersprechen dem Nutzerverhalten**
- **Gärsubstrat ≠ Gärfutter! (Gärsubstrat = Gärfutter DIN 11622 neu)**
- **Gülle: Neue Probleme durch Sickersafteinleitung!**
- **Nachbehandlung, Nachbehandlung, Nachbehandlung!**