



Die Kompostierung von Grün- und Bioabfällen ist ein wesentlicher Bestandteil der Abfallwirtschaftskonzepte von Landkreisen und Kommunen. Kompostierungsprozesse stellen hohe Anforderungen an die zu verwendenden Baustoffe, um Kompostqualität, Umweltschutz und eine lange Nutzungsdauer der Anlagen zu gewährleisten.

1 Anwendungsbereiche

Beton kommt beim Bau von Kompostierungsanlagen in folgenden Bereichen zum Einsatz:

- Betriebsflächen für Rotte, Lagerung, Transport und Abluftfilter,
- Kanäle und Behälter zur Sickerwassererfassung und Rottebelüftung,
- spezielle Rotteboxen bzw. -container sowie
- Hallen und Überdachungen.

Den unterschiedlichen Funktionen entsprechend ergeben sich verschiedenartige stoffliche und konstruktive Anforderungen.

2 Betriebsflächen

Eine Sickerwasserbeanspruchung tritt vorrangig bei Vor- und Hauptrotteflächen auf. In Nachrotte- und Kompostlagerbereichen entstehen in der Regel keine oder nur kurzzeitig geringe Sickerwassermengen. Im Anlieferungsbereich muss im Einzelfall entschieden werden, ob mit Sickerwasseranfall zu rechnen ist.

2.1 Flächen ohne und mit geringem Sickerwasseranfall

Beanspruchungen der Bodenplatten ergeben sich durch

- Flächenlasten des aufgeschichteten Komposts,
- Punktlasten beim Befahren mit Ladern, Umsetzern und anderen Fahrzeugen,
- Punkt- oder Flächenlasten von speziellen Arbeitseinrichtungen (Kompostierungsboxen, -container, Förderbänder, Siebe usw.).

Die Schüttdichte von Kompost beträgt 600 kg/m^3 bis 700 kg/m^3 . Arbeitsfahrzeuge müssen je nach vorhandener Technik mit bis zu 100 kN/Rad berücksichtigt werden. Auch bei automatischen Umsetzern, die die Bodenplatte nicht belasten, sollte ein Befahren für Notbetrieb und Anlagenwartung möglich sein.

Die genannten Beanspruchungen treten analog bei der Lagerung anderer landwirtschaftlicher Güter auf. Tafel 1 gibt einen Überblick über den konstruktiven Aufbau in Abhängigkeit von der Belastung. Empfehlungen für die Bemessung, Konstruktion und den Einbau von Bodenplatten aus Ortbeton können dem Zement-Merkblatt Landwirtschaft LB 1 „Fußböden für Lagerhallen“ entnommen werden.

Fahrstraßen im Bereich von Kompostierungsanlagen, die mit Lkw und Arbeitsgeräten befahren werden, sind in der Regel in die Bauklasse IV nach RStO 2000 einzuordnen. Weiterführende Hinweise zum konstruktiven Aufbau sowie zur Herstellung geben:

- für Ortbeton das Zement-Merkblatt Straßenbau S1 „Betonfahrbahndecken für Straßen und Wege“ [2] und
- für Pflasterdecken das Zement-Merkblatt Straßenbau S 17 „Betonsteinpflaster und Tragschicht als System“ [3].

Von den möglichen Bauweisen nach RStO 2001 [4] zeigt Tafel 2 zwei häufiger eingesetzte Varianten. Zur Abführung von Regen- oder Sickerwasser sollte das Gefälle mindestens 2,5 % betragen.

Tafel 1: Konstruktiver Aufbau von Lagerflächen ohne bzw. mit geringem Sickerwasseranfall

	Schichtdicke bei einer maximalen Einzellast von			
	20 kN	40 kN	60 kN	100 kN
Ortbetondecke ¹⁾	16 cm B 25	20 cm B 35	22 cm B 35	26 cm B 45
Trenn-/Gleitschicht	günstig: 1 bis 2 Lagen PE-Folie, Dicke $\geq 0,3 \text{ mm}$			
Schottertragschicht ²⁾ (Kiestragschicht)	15 cm (20 cm)	15 cm (30 cm)	20 cm (35 cm)	30 cm (-)

¹⁾ im Außenbereich Beton mit hohem Frost-Taumittel-Widerstand

²⁾ Im Außenbereich beträgt die Mindestdicke des erforderlichen frostsicheren Aufbaus 60 cm bei üblichen Baugrundverhältnissen, 80 cm bei ungünstigen Grundwasserverhältnissen und starker Frosteinwirkung

Tafel 2: Bauweisen für Fahrstraßen, Bauklasse IV (Auswahl)

	Schichtdicke bei	
	Ortbeton	Betonpflaster
Decke	22 cm B 35 mit hohem Frost-Taumittel-Widerstand	8 cm Pflaster 3 cm bis 5 cm Bettung ¹⁾
Trag- bzw. Frostschuttschicht ²⁾	40 cm bis 60 cm	50 cm bis 70 cm

¹⁾ im unverdichteten Einbauszustand 4 cm bis 6 cm Sand, Brechsand oder Splitt

²⁾ siehe Anmerkung ²⁾ in Tafel 1



Bild 1: Umsetzen einer Kompostmiete auf einer belüftbaren Betonfläche, System Schwenk

2.2 Flächen mit mittlerem oder starkem Sickerwasseranfall

Betroffen sind

- Vor- und Hauptrotteflächen,
- Kanäle und Behälter zur Sickerwasserableitung bzw. -sammlung.

Bei der Mietenkompostierung von Bioabfällen muss mit 10 l bis 30 l Sickerwasser je t Ausgangsmaterial gerechnet werden. Bei nicht überdachten Rotteflächen kommen dazu noch die Niederschlagswässer.

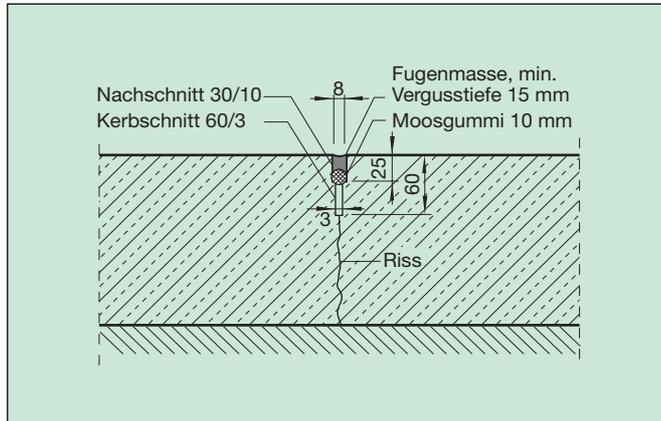


Bild 2: Scheinfuge mit geschnittener Kerbe einschließlich Nachschnitt und Verguss

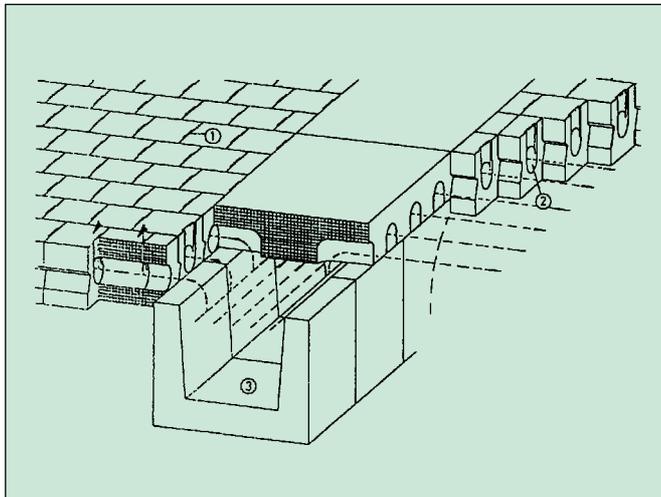


Bild 3: Aufbau und Funktionsweise einer Rottefläche mit gelochten Verbundsteinen (am Beispiel System Bikovent)

- ① Öffnung für Luftaustritt und Sickerwasserabführung
- ② Belüftungs- und Sickerwasserkanal
- ③ Luftverteiler- und Sickerwassersammelkanal mit Anschluss an Kompressor und Sickerwasserbecken

Bei gekapselten Anlagen fallen neben Sickerwässern noch bis zu 100 l Kondensat je t Bioabfall an. Tafel 3 verdeutlicht die Zusammensetzung von Sickerwässern und Kondensaten. Die in Tafel 3 angegebenen Werte sind Maximalwerte, die in vielen Kompostierungsanlagen nicht erreicht werden. Zusammensetzung und Menge der Sickerwässer und Kondensate sind abhängig von

- den zu kompostierenden Stoffen und ihren Eigenschaftsschwankungen,
- den Kompostierungsverfahren und ihrer verfahrenstechnischen Auslegung,

- den Rottebedingungen und dem Rottezeitpunkt sowie
- der Aufkonzentrierung von Inhaltsstoffen durch Befeuchtung des Kompostes mit Sickerwasser bzw. die Verdünnung durch Regenwasser.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass im Mieteninneren Temperaturen bis 75 °C auftreten, so dass auch am Mietenfuß Temperaturen über 60 °C herrschen können.

Tafel 3: Chemische Zusammensetzung von Sickerwässern und Kondensaten bei getrennter Erfassung von Sicker- und Niederschlagswasser

Parameter	Einheit	Anteil im Sickerwasser ¹⁾	Anteil im Kondensat ¹⁾	Bereich für starken chemischen Angriff auf Beton nach DIN 4030
Biologischer Sauerstoffbedarf BSB ₅	mg/l	≤ 3.500	≤ 2.000	
Chemischer Sauerstoffbedarf CSB	mg/l	≤ 6.500	≤ 3.000	
pH-Wert		5,5 ... 9	> 7	4,5 ... 5,5
Ammonium NH ₄ ⁺	mg/l	≤ 900	≤ 100	30 ... 60
Sulfat SO ₄ ²⁻	mg/l	≤ 1.800	≤ 20	600 ... 3.000
Chlorid Cl ⁻	mg/l	≤ 3.000	≤ 40	
Phosphat PO ₄ ³⁻	mg/l	≤ 150	≤ 0,05	
Zink	mg/l	≤ 35	≤ 3	
Nickel	mg/l	≤ 3	≤ 0,05	
Blei	mg/l	≤ 0,3	≤ 0,1	

Gemäß DIN 4030 müssten Sickerwässer aufgrund des Ammoniumgehaltes einen „sehr starken“ chemischen Angriff auf Beton ausüben und eine Beschichtung des Betons erforderlich machen. Die praktischen Erfahrungen mit in Betrieb befindlichen Anlagen zeigen aber, dass bei ordnungsgemäß hergestelltem unbeschichtetem Beton keine wesentlichen Schäden durch Ammoniumangriff auftreten. Ähnliche Erkenntnisse liegen bei Güllebehältern vor, wo ebenfalls bei sehr hohen Ammoniumgehalten der Gülle keine Schäden am Beton zu verzeichnen sind [2]. DIN 4030 „Beurteilung betonangreifender Wässer, Böden und Gase“ enthält in Bezug auf Ammoniumbeanspruchungen Grenzwerte, die sehr weit auf der sicheren Seite liegen. Andere Normenwerke, z.B. die ehemalige Norm TGL 33408/1, enthalten wirklichkeitsgetreuere Grenzwerte, die Sickerwässern in Kompostierungsanlagen einen „starken“ chemischen Angriff zuordnen. Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass in Tafel 3 Maximalwerte genannt sind, die – wenn überhaupt – nur kurzzeitig auftreten.

Auf den Einsatz eines Zementes mit hohem Sulfatwiderstand kann verzichtet werden, wenn hohe Sulfatgehalte im Sickerwasser ausgeschlossen werden können, z.B. bei

- dem Brikollare-Verfahren (i.d.R. kein Sickerwasseranfall),
- gekapselten Anlagen mit Druckbelüftung (nur Kondensatanfall) und bei
- bekannten Abfällen mit geringem/ohne Sulfatgehalt (Grünabfälle).

Dementsprechend muss Beton folgenden Anforderungen genügen:

- Wasserundurchlässigkeit,
- hoher Widerstand gegen starken chemischen Angriff,
- im Außenbereich hoher Frost-Taumittel-Widerstand,

Tafel 4: Stoffliche Anforderungen an sickerwasserbeanspruchte Betonflächen

	Forderung
statische Festigkeit	gemäß Tafel 1, mindestens B 35
Wasser-Zement-Wert	w/z ≤ 0,50
Zement	i. d. R. mit hohem Sulfatwiderstand (HS)
Mehlkorngehalt 0/0, 125 mm	≤ 400 kg/m ³
Mehlkorn- und Feinstsandgehalt 0/0,25 mm	≤ 500 kg/m ³
Betondeckung	min c ≥ 4 cm, zuzüglich 1 cm Vorhaltemaß
Wassereindringtiefe nach DIN 1048	e _w ≤ 30 mm
Rissbreitenbeschränkung (bei bewehrten Bauteilen)	w _{cal} ≤ 0,15 mm
Nachbehandlung [7]	gemäß Richtlinie „Nachbehandlung“, Schutz vor Austrocknung mindestens 3 Tage, in ungünstigen Fällen bis 10 Tage
zusätzliche Forderungen bei Frost-Taumittel-Beanspruchung	<ul style="list-style-type: none"> – Luftporengehalt im Mittel ≥ 4,0 Vol.-% bei Größtkorn 32 mm – ≥ 4,5 Vol.-% bei Größtkorn 16 mm – ≥ 5,5 Vol.-% bei Größtkorn 8 mm – Zuschläge mit erhöhtem Widerstand gegen Frost-Taumittel-Beanspruchung
zusätzliche Forderungen bei hohem Verschleißwiderstand	<ul style="list-style-type: none"> – Zuschläge mit hohem Verschleißwiderstand (z.B. quarzitisches Sande, Hartgesteinsplitte) – Sieblinie nahe A oder B/U – mindestens Festigkeitsklasse B 35

Tafel 5: Konstruktive Anforderungen an sickerwasserbeanspruchte Betonflächen

	Forderung
Aufbau	gemäß Tafel 1
Fugenabstand	L ≤ 6 m und L ≤ 30 x Plattendicke bei L/B = 1,0 bis 1,25 L ≤ 25 x Plattendicke bei L/B = 1,25 bis 1,5
Fugenverguss	sickerwasserbeständige Vergussmasse, z.B. auf Polysulfid- oder Polyurethanbasis; im unteren Fugenbereich Moosgummiprofil, siehe Bild 2
Gleit-/Trennschicht zwischen Betondecke und Tragschicht	2 Lagen PE-Folie, Dicke ≥ 0,3 mm
Flächengefälle	≥ 2,5 %, optimal 3 % bis 4 %

- evtl. hoher Verschleißwiderstand bei starker mechanischer Beanspruchung bzw. Einzellasten > 40 kN.

Die Tafeln 4 und 5 sowie Bild 2 stellen stoffliche und konstruktive Anforderungen zusammen.

Bei Betonböden handelt es sich nicht um tragende oder aussteifende Bauteile nach DIN 1045. Aufgrund der hohen Beanspruchung ist eine gewissenhafte Kontrolle der Arbeiten auf der Baustelle erforderlich. Die Herstellung und Verarbeitung des Betons nach B II-Kriterien ist deshalb zu empfehlen, ohne dass die Anforderungen an Eigen- und Fremdüberwachung für B II-Baustellen einzuhalten sind.

Hinweise zum ordnungsgemäßen Einbau des Betons können dem Zement-Merkblatt Landwirtschaft LB 1 „Fußböden für Lagerhallen“ entnommen werden. Nach dem Verdichten und Abziehen sollte die Betonoberfläche abgeschleibt werden, um eine hohe Dichtigkeit und einen optimalen Sickerwasserabfluss zu gewährleisten. Möglich ist alternativ auch ein Besenstrich in Richtung des Gefälles.

Beschichtungen des Betons sind bei starkem chemischen Angriff und fachgerecht ausgeführtem Beton nicht erforderlich und haben infolge der mechanischen Beanspruchung im Allge-

meinen auch nur eine kurze Lebensdauer. Günstig kann eine hydrophobierende Imprägnierung wirken, um die Widerstandsfähigkeit der Betonoberfläche im jungen Alter zu erhöhen.

Zur optimalen Belüftung des Rottegutes und zur Abführung der Sickerwässer werden auch Betonfertigteile als geschlitzte oder gelochte Platten sowie spezielle Verbundsteine eingesetzt. Beispielhaft für die verschiedenen Systeme verdeutlicht Bild 3 den schematischen Aufbau und die Funktionsweise einer Rottefläche mit gelochten Verbundsteinen, Bild 1 zeigt eine belüftbare Fläche im Betrieb.

Gelochte Verbundsteine werden auf Tragschicht, Flächenabdichtung (z.B. verschweißte PE-Folie, Dicke ≥ 1,2 mm) und 3 cm bis 5 cm Sandbettung verlegt.

Andere Systeme bestehen aus einem wasserundurchlässigen Unterboden und einer Schlitzplatte als Oberboden.

Für die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit sind folgende Kriterien zu beachten:

- freier Einströmquerschnitt zwischen Ober- und Unterboden ≥ 600 cm²/m²,
- Schlitzbreite an der Platten- bzw. Steinoberfläche ≤ 6 mm mit Aufweitung nach unten,
- gleichmäßig verteilter Schlitz- oder Lochquerschnitt, in der Regel mindestens 50 cm²/m²,
- zwischen benachbarten Belüftungskanälen sollte ein Druckausgleich möglich sein,
- eine eventuell notwendige Reinigung der Schlitzplatten bzw. gelochten Verbundsteine kann durch einen Druckwasserstrahl erfolgen.

3 Biofilter

Biofilter können wie belüftete Hallenbodenflächen aufgebaut werden. Die Schlitzbreiten können ≤ 12 mm betragen und damit größer als im Hauptrotteprozess gehalten werden. Als Filtermaterial lässt sich strukturreicher Frischkompost von ca. 1,5 m Höhe einbauen. Die Abmessungen des Biofilters richten sich nach dem benötigten Abluftdurchsatz je nach gewählter Belüftungstechnologie.



Bild 4: Biofilter

4 Sickerwasserbehälter

Sickerwasserbehälter können sowohl in Ort beton als auch mit Betonfertigteilen ausgeführt werden. Die Abmessungen richten sich nach

- verfahrensspezifischem Sickerwasseranfall (z.B. bis zu 30 l/t Bioabfall bei der Kompostierung in Mieten),

- Rhythmus der Sickerwasserentsorgung bzw. -reinigung,
- evtl. Wiederverwertung der Sickerwässer zur Befeuchtung des Rottematerials.

Bemessung, Konstruktion und Ausführung können analog zum Merkblatt „Stahlbeton für Güllebehälter“ [5] erfolgen, wobei jedoch im Gegensatz zur Gülle ein Beton mit hohem Widerstand gegen starken chemischen Angriff erforderlich ist.

5 Hallen und Überdachungen

Überdachungen dienen der Trennung von Sicker- und Niederschlagswasser, der Vergleichmäßigung des Rotteprozesses wie auch der Lagerung des fertigen Komposts. Geschlossene Hallen kommen dort in Frage, wo Emissionsschutzaufgaben zu erfüllen sind oder optimale Rottebedingungen geschaffen werden sollen. Für Überdachungen eignen sich z.B. Stützen-Riegel-Konstruktionen, wobei sich Betonfertigteile empfehlen. Neben der statischen Bemessung müssen Stützen und Riegel den Anforderungen an Außenbauteile genügen:

- Betonfestigkeitsklasse $B \geq 25$ (Nennfestigkeit $\beta_{wN} \geq 32,5 \text{ N/mm}^2$)
- Wasser-Zement-Wert $w/z \leq 0,65$
- Zementgehalt $\geq 270 \text{ kg/m}^3$
 $\geq 300 \text{ kg/m}^3$, wenn Herstellung und Verarbeitung unter BI-Bedingungen erfolgen, die Zementfestigkeitsklasse 32,5 N/32,5 R ist und keine Flugasche zugegeben wird
- Betondeckung $\min c \geq 2,5 \text{ cm}$

Die Dacheindeckung kann z.B. mit asbestfreien Faserzementelementen erfolgen.

In geschlossenen Hallen können durch den Rotteprozess je nach Verfahrensauslegung Temperaturen um $30 \text{ }^\circ\text{C}$ und Luftfeuchten bis zu 100 % auftreten. Obwohl Rottekondensate im

Vergleich zu Sickerwasser geringere korrosive Schadstoffbelastungen aufweisen, ist Beton aufgrund der Temperatur und Luftfeuchte mit hohem Widerstand gegen starken chemischen Angriff auszuführen, d.h.

- Wasser-Zement-Wert $w/z \leq 0,50$
- Wassereindringtiefe nach DIN 1048 $e_w \leq 30 \text{ mm}$
- Betondeckung $\min c \geq 4 \text{ cm}$
- Herstellung und Verarbeitung unter B II-Bedingungen

Sind zusätzlich schleifende oder stoßende Beanspruchungen der Stützen und Wände durch Arbeitsgeräte zu erwarten, sollte Beton $\geq B 35$ mit einem möglichst geringen Zementgehalt (z.B. bei Größtkorn $32 \text{ mm} \leq 350 \text{ kg/m}^3$) eingesetzt werden.

Eine wesentliche Entlastung der Baustoffbeanspruchung kann erreicht werden bei Verminderung der Kondenswasserbildung an der Hallenkonstruktion durch

- Saugbelüftung (Verminderung der Luftfeuchte auf $< 80\%$) und
- Wärmedämmung auf der Gebäudeaußenseite (in der Regel mindestens 6 cm Dämmschichtdicke).

Schrifttum

- [1] Zement-Merkblatt Landwirtschaft 1: Fußböden für Lagerhallen. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie
- [2] Zement-Merkblatt Straßenbau 1: Betonfahrbahndecken für Straßen und Wege. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie
- [3] Zement-Merkblatt Straßenbau 17: Betonsteinpflaster und Tragschicht als System. Bundesverband der Deutschen Zementindustrie
- [4] RStO 2001: Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen
- [5] Merkblatt Stahlbeton für Güllebehälter. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein
- [6] DIN 1045: Beton und Stahlbeton
- [7] Richtlinie Nachbehandlung von Beton. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton

Bauberatung Zement



Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

Bauberatung Zement Bayern	Rosenheimer Str. 145 g	81671 München	Tel. 089/45098490	Fax: 45098498	eMail:BB_Muenchen@BDZement.de
Bauberatung Zement Bayern	Bucher Straße 3	90419 Nürnberg	Tel. 0911/93387-0	Fax: 9338733	eMail:BB_Nuernberg@BDZement.de
Bauberatung Zement Beckum	Annastraße 3	59269 Beckum	Tel. 02521/ 873020	Fax: 873029	eMail:BB_Beckum@BDZement.de
Bauberatung Zement Düsseldorf	Schadowstraße 44	40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002	eMail:BB_Duesseldorf@BDZement.de
Bauberatung Zement Hamburg	Immenhof 2	22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621	eMail:BB_Hamburg@BDZement.de
Bauberatung Zement Hannover	Hannoversche Str. 21	31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075	eMail:BB_Hannover@BDZement.de
Bauberatung Zement Ost	Luisenstraße 44	10117 Berlin-Mitte	Tel. 030/28002-400	Fax: 28002450	eMail:BB_Berlin@BDZement.de
Bauberatung Zement Ost	Dohnanystr. 28-30	04103 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290	eMail:BB_Leipzig@BDZement.de
Bauberatung Zement Stuttgart	Leonberger Straße 45	71229 Leonberg	Tel. 07152/71081-82	Fax: 977270	eMail:BB_Stuttgart@BDZement.de
Bauberatung Zement Wiesbaden	Friedrich-Bergius-Str. 7	65203 Wiesbaden	Tel. 0611/1821170	Fax: 182117-16	eMail:BB_Wiesbaden@BDZement.de

09.00

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