



Bauen im ländlichen Raum

Von Biogasanlagen bis
Hoftankstellen

[heidelbergmaterials.de](https://www.heidelbergmaterials.de)

Landwirtschaftliches Bauen mit Beton

Planung, Ausführung und Qualitätssicherung

Ziel dieser Broschüre ist es,

Ihnen einen Überblick über die wichtigsten Planungsgrundlagen, die Ausführung und die Qualitätssicherung der unterschiedlichen landwirtschaftlichen Bauwerke zu geben und die entsprechenden Produkte und Leistungen von Heidelberg Materials Beton vorzustellen. Aus der Tabelle in Kapitel 3 können Sie entsprechend Ihrem Bauvorhaben und dessen Anforderungen den geeigneten Beton auswählen.

Heidelberg Materials Beton ist Ihr Partner, der Ihnen mit Fachkompetenz und Know-how die

passenden Baustoffe, Dienstleistungen und Beratung liefern kann und als Problemlöser zur Seite steht.

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit der landwirtschaftlichen Bauten sind für die verwendeten Baustoffe diverse Normen, Regelwerke und Hinweise zu beachten. Neben den grundlegenden Informationen in Kapitel 1 und den Hinweisen zur Bauausführung in Kapitel 4 finden Sie einen Überblick über wichtige Normen und Regelwerke auch am Ende dieser Broschüre.



Wirtschaftlichkeit, Dauerhaftigkeit und Flexibilität

sind zentrale Kriterien für die Planung landwirtschaftlicher Baumaßnahmen. Nicht selten fällt aufgrund dessen die Wahl des geeigneten Baumaterials auf den Baustoff Beton. Ob beim Bau von Lagerflächen, Gülleanlagen, Ställen oder Wirtschaftswegen, Beton hat sich hier durch seine hervorragenden Eigenschaften bewährt. Damit der Beton seine Stärken auch ausspielen kann und die Dauerhaftigkeit landwirtschaftlicher Bauten gewährleistet ist, sind eine richtige Planung und Ausführung von großer Bedeutung.



Inhalt

1. Grundlagenwissen zum landwirtschaftlichen Bauen	04
1.1 Cross Compliance	04
1.2 Regelwerke zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	05
1.3 Wahl der zusätzlichen Expositionsklasse nach Lagergut	07
1.4 Chemischer Angriff auf den Beton	08
1.5 Biogene Schwefelsäurekorrosion	10
2. Anforderungen an den Beton nach Anwendungsgebieten	11
2.1 Biogasanlagen	11
2.2 Gärfutter- und Fahrsilos	12
2.3 Mehrzweckhallen	13
2.4 Dung- und Güllelagerung	13
2.5 Stallbau	14
2.6 Ländlicher Wegebau	15
2.7 Hoftankstellen	16
3. Auswahl des geeigneten Betons	17
3.1 Auswahl nach Anwendungsgebieten	18
3.2 Einwirkungen aus Umgebungsbedingungen	20
4. Hinweise zur Bauausführung	22
4.1 Sicherung der Baustelle und Arbeitsschutz	23
4.2 Betonieren	24
4.3 Nachbehandlung des Betons	28
5. Literatur	30



1. Grundlagenwissen zum landwirtschaftlichen Bauen

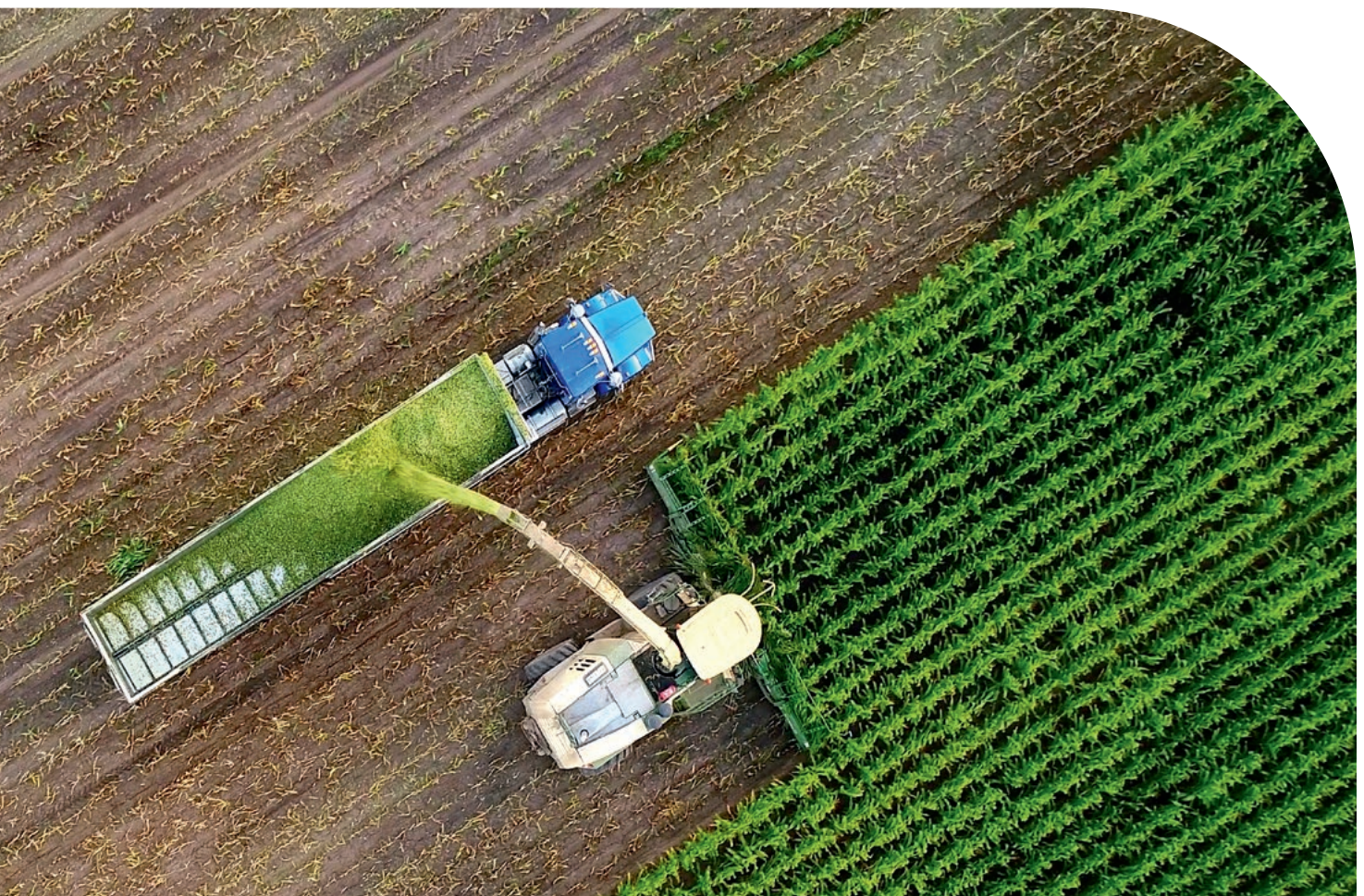
1.1 Cross Compliance

Hinter dem Begriff Cross Compliance verbirgt sich die Verknüpfung von Prämienzahlungen mit der Einhaltung von sogenannten „anderweitigen Verpflichtungen“. Die Europäische Union (EU) setzt im internationalen Vergleich hohe Standards in den Bereichen Umweltschutz, Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanze sowie Tierschutz. Diesen Verpflichtungen unterliegen europaweit alle landwirtschaftlichen Betriebe, die bestimmte Fördergelder beziehen.

Als beispielhafte Verpflichtung seien hier einige der besonderen Anforderungen an Anlagen zum Lagern und Abfüllen von Jauche, Gülle, Festmist und Silagesickersäften genannt:

- JGS*-Anlagen müssen standsicher und dauerhaft dicht sein
- Die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind einzuhalten – neben der EN 1992 insbesondere die DIN 11622-2/-5 Biogasanlagen, Gärfuttersilos und Güllebehälter und die DIN 1045-2 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton
- Die Fläche, auf der Gülle entnommen und in Fahrzeuge abgefüllt wird, ist zu befestigen und so anzulegen, dass verschüttete Gülle und Waschwasser in eine dichte Grube abfließen können

*Jauche, Gülle, Silagesickersäfte



1.2 Regelwerke zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen



Im Bereich des Umweltschutzes nimmt der Gewässerschutz eine zentrale Rolle ein. Dem Rechnung tragend formuliert das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) die allgemeinen Richtlinien. Beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen werden zwei Anforderungsniveaus an die Anlagen gestellt:

- Besorgnisgrundsatz (§62 Abs. 1 WHG), bei dem keinerlei Beeinträchtigung des Wasserkörpers zu besorgen sei (höchstmöglicher Schutzstatus). Dies gilt für: Chemieindustrie, Tankstellen und Biogasanlagen
- Bestmöglicher Schutz (§62 Abs. 1 WHG), wie zum Beispiel Wegfall von doppelwandigen Behältern. Dies gilt für: Umschlaganlagen für wassergefährdende Stoffe aller Klassen, Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen von Jauche, Gülle und Silagesickersaft

Die dem WHG nachgeordnete Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV) gilt seit dem 1. August 2017 und konkretisiert Detailfragen, wie zum Beispiel Wassergefährdungsklassen, Gefährdungsstufen, Anlagenanforderungen und Überwachungspflichten. Die bundeseinheitliche AwSV löst die bislang geltenden Länderverordnungen ab und sorgt für einen einheitlichen Rechtsrahmen.

Mit der AwSV wurde die sogenannte Fachbetriebspflicht eingeführt. Das heißt, dass Unternehmen, die Biogasanlagen und JGS-Anlagen nach Tabelle 1 errichten, innen reinigen oder stilllegen, als Fachbetrieb gelistet sein und die Vorgaben der AwSV erfüllen müssen.

Des Weiteren müssen alle verwendeten Bauprodukte, die kein normativ geregeltes Bauprodukt im Sinne der Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (Nachfolgedokument der Bauregelliste) sind (z. B. Fugenbleche, Beschichtungen), über einen wasserrechtlichen Verwendbarkeitsnachweis des Deutschen Instituts für Bautechnik verfügen.

Als nach DIN 1045-2 genormtes Bauprodukt benötigt Transportbeton keinen derartigen Nachweis.

Bauwerk	Anzeige-, Fachbetriebs- und Prüfpflicht ab einem Fassungsvermögen von: ... [m ³]
Silagesickersaftbehälter	25
Gülle- / Jauchebehälter	500
Lager für Festmist / Siliergut	100
Biogasanlage	Immer

Tabelle 1 – Quelle: Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)

1.2 Regelwerke zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Übersicht über die Hierarchie der geltenden Regelwerke:



Verwendete Literatur:

- „Der Beton“; Richard Grün; Springer/Berlin; 1937
- „Zement“; Friedrich Locher; Verlag Bau + Technik/Düsseldorf; 2000
- „Dauerhaftigkeit von Beton“; Jochen Stark, Bernd Wicht; Springer/Berlin; 2013

1.3 Wahl der zusätzlichen Expositionsklasse nach Lagergut

In nachfolgender Tabelle können Empfehlungen hinsichtlich zusätzlicher Expositionsklassen des Betons (siehe auch Kapitel 3.2), bei Einwirkung ausgewählter landwirtschaftlicher Stoffe, zur Sicherstellung einer möglichst hohen Dauerhaftigkeit, entnommen werden.

Stoffgruppe	Stoff	Expositionsklasse	Bemerkungen
Treib- und Schmierstoffe	Schmierstoffe (mineralölbasiert)		
	Diesel	-	Keine Beeinträchtigung der Betondauerhaftigkeit zu erwarten.
	Benzin (E10)		
	Benzin (E85)	-	
	Biodiesel	XA3 + Beschichtung	Verseifung der Fette setzt Fettsäuren frei, die Beton auflösen.
Düngemittel	Ammoniumnitrat	XA3 + Beschichtung	
	Ammoniumchlorid	XA3 + Beschichtung, XD1	Hygroskopisches Salz bildet Sole und ist sehr betonaggressiv in Verbindung mit Feuchtigkeit.
	Kalkammonsalpeter	XA3 + Beschichtung	
	Eisen(II)-Sulfat	XA3 + Beschichtung	
	Kaliumchlorid und Tausalz	XD1-3 (je nach Feuchte)	Chloride sorgen in Verbindung mit Feuchtigkeit für Bewehrungskorrosion.
	Kohlensaurer Kalk	-	
	Harnstoff	-	
Landwirtschaftliche Erzeugnisse	Pflanzenfette, -öle und Tierfette, -öle	XA3 + Beschichtung	Verseifung der Fette setzt Fettsäuren frei. Diese lösen den Beton auf.
	Siliergut/Grünfutter	XA3 + Beschichtung	Gärsäuren sorgen für betonaggressive pH-Werte < 4
	Angesäuerte Gülle/Gärreste	XA2	Durch Zugabe von Schwefelsäure herabgesetzter pH-Wert auf 5,5 zur Verringerung der Stickstoff-/Ammoniakausgasung. Lokal niedrigerer pH-Wert möglich.
	Biertreber	-	Eiweißreich und neutraler pH-Wert
	Früchte, Säfte und Fruchttrester	XA3 + Beschichtung	Fruchtsäuren sind stark betonaggressiv
	Süßmolke	XA1	pH-Werte > 5,5
	Sauermolke	XA3 + Beschichtung	pH-Werte < 4,5
	Wein	XA3 + Tartrisierung	pH-Werte > 3. Dreimaliges Bestreichen mit 25 %iger Weinsäure vor Nutzung bildet schützende Schicht Weinstein.

Die hier genannten Empfehlungen wurden nach bestem Wissen und Gewissen und nach sorgfältiger Recherche abgegeben, ersetzen jedoch keine betontechnologische Beratung bzw. eine fachkundige Planung und sind als Diskussionsgrundlage zu verstehen.

1.4 Chemischer Angriff auf den Beton

Beton wird in landwirtschaftlichen Betrieben als Baustoff über ein weites Spektrum eingesetzt. Somit unterliegt er auch den unterschiedlichsten physikalischen und chemischen Beanspruchungen. Eine Vielzahl von landwirtschaftlich gebräuchlichen Stoffen oder Zubereitungen kann Beton massiv schädigen – sei es durch die

Säuren in Silagen oder anderen Futtermitteln oder durch Ionenaustausch mit Kunstdünger.

In den nachstehenden Grafiken sind die Einwirkungen verschiedener Stoffe auf den Beton und die pH-Werte von verschiedenen Silagen in einem Fahrsilo aufgeführt.

keine bis geringe Wirkung			deutliche Angriffe	gefährliche Schädigung	
0	1	2	3	4	5
Benzin Diesel Heizöl Mineralöl Mineralfette			Abgase Jauche Glycerin	Ammoniumsalze Milchsäuren Moorwässer	Starke Säuren Flusssäure Schwefelsäure Salpetersäure Salzsäure Rizinusöl
Ammoniak, Natronlauge			Pflanzöle, -fette Beizen, Frucht- und Obstsaft		
			Grassilage		
Gipswässer, Kunstdünger					
Harte Wasser	Weiche Wasser		Destillierte Wässer, Kondenswasser, kalkarme Wässer		

Schädlichkeitsgrade: 0 - völlig unschädlich, 1 - sehr geringe Wirkung, 2 - schwache Wirkung, 3 - deutliche Angriffe, 4 - gefährlich, 5 - sehr gefährlich

Quelle: TFB AG Wildegg

Silagen und ihre pH-Werte in einem Fahrsilo:

Gärfutter	pH-Wert	Stärke des Angriffs
Wiesengras 1. Schnitt	4,7	Mäßiger Angriff
Wiesengras 2. Schnitt	4,7	
Mähweide 1. Schnitt	4,7	
Mähweide 2. Schnitt und 3. Schnitt	4,9	
Klee gras 1. Schnitt	4,6	
Rübenblatt ohne Köpfe	4,5	
Rübenblatt mit Köpfen	4,4	Starker Angriff
Mais grün	4,2	
Mais milchreif	3,9	



Quelle: Verein Deutscher Zementwerke e.V. (VDZ)

Besonderheit des Säureangriffs durch in der Landwirtschaft übliche (organische) Säuren bzw. Säuregemische:

- Er kann pH-Wert unabhängig erfolgen, d. h. eine Lösung mit höherem pH-Wert kann den Beton aggressiver angreifen als ein Medium mit niedrigerem pH-Wert
- Schwache Säuren können mit zeitlicher Verzögerung zu Schädigungen in der Tiefe führen
- Wirken gleichzeitig mehrere Säuren ein, kann sich der Angriff verstärken („Königswassereffekt“)
- Der Säureangriff bei klassischem Biogassubstrat ist ein Angriff, der sich durch Synergien verstärken kann und dem durch seine z.T. unbekanntenen Komponenten selbst „säurefester“ Beton i.d.R. nicht standhält
- Unter besonderen Bedingungen kann sich über unkritischen Medien ein biogener Schwefelsäureangriff entwickeln (z. B. in abgedeckten Güllebehältern)

Aus den genannten Gründen lässt sich für den Betoneinsatz folgendes schlussfolgern:

- Unbeschichteter Beton ist im Fahrsilo nicht ausreichend beständig
 - Beton ist zwingend und qualifiziert vor Kontakt mit Substrat und Sickersäften zu schützen
 - Bei starkem chemischen Angriff ist immer ein Beton XA3 (siehe auch Kapitel 3.2) zu verwenden und unbedingt sachgerecht zu beschichten. Ein normaler Schwarzanstrich ist hierfür keine geeignete Beschichtung
 - Die Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons muss sehr sorgfältig und nach Stand der Technik durchgeführt werden, damit ein dichtes und dauerhaftes Gefüge im Beton entstehen kann
 - SR*-Zemente bieten Vorteile hinsichtlich der Vermeidung zusätzlich schädigender Treibreaktionen
- * Normalzemente mit hohem Sulfatwiderstand



1.5 Biogene Schwefelsäurekorrosion

Im Gasraum von Biogasfermentern oder unbelüfteten Güllekellern bzw. -kanälen sammelt sich unter anderem Schwefelwasserstoff. Die an den Wänden siedelnden Thiobakterien wandeln die Schwefelverbindungen in Schwefelsäure oder schweflige Säure um.

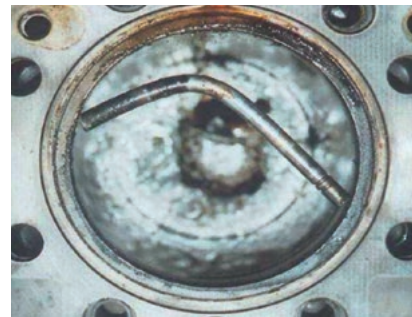
Dies kann dann zur Absenkung des pH-Wertes auf Werte bis pH 1 führen und damit den chemischen Angriff auf die Betonoberfläche bewirken. Dieser Vorgang wird als biogene Schwefelsäurekorrosion bezeichnet.

Die biogene Schwefelsäurekorrosion führt sehr schnell zu erheblichen Schäden an Betonbauwerken.

Wo sich eine Belüftung zur Reduzierung bzw. Vermeidung der sauerstoffempfindlichen Thiobakterien verbietet, ist ein ausreichender Schutz des Betons sehr wichtig.

Die sogenannte „Entschwefelung“ kann die biogene Schwefelsäurekorrosion stark vermindern. Allerdings ist trotzdem die Verwendung eines Betons, der der Expositionsklasse XA3 entspricht (siehe auch Kapitel 3.2), notwendig.

Schäden im nicht-substratberührten Gasraum



2. Anforderungen an den Beton nach Anwendungsgebieten

2.1 Biogasanlagen

In Biogasanlagen wird aus Gülle, Mais, Festmist, Stroh, Rübenblatt, Gemüseabfällen oder Grüngut und Reststoffen der Lebensmittelindustrie (wie z. B. Fette, Biertreber, Trester, Melasse, Bioabfall aus der Kommunalentsorgung) Biogas produziert. Durch anschließende Verbrennung wird Wärme und Strom erzeugt.

Beton unterliegt in Biogasanlagen unterschiedlichsten Beanspruchungen, zwei davon sind wesentlich:

- Der schwache chemische Angriff im flüssigkeitsberührten Bereich
- Der starke chemische Angriff im Gasraum (siehe auch Kapitel 1.5)

Der ausgewählte Beton muss diesen Anforderungen entgegenwirken. Besonders im Biogasermenter – hier wird der Beton zusätzlich beschichtet – muss ein hochwertiger Beton gewählt werden, da die Beschichtungen im Allgemeinen eine kürzere Lebensdauer als das Betontragwerk selbst aufweisen. Im Falle von Fehlstellen oder Alterungserscheinungen der Beschichtung muss der dann ungeschützte Beton zumindest für eine gewisse Zeitspanne widerstandsfähig gegen die auftretende Säure- und Sulfatbeanspruchung sein. Eine regelmäßige Kontrolle der Beschichtung und deren kurzfristige Instandsetzung sind für die Dauerhaftigkeit des Bauwerks unerlässlich.

Technische Regelungen zur Errichtung dieser Anlagen sind zu finden in:

- DIN 11622-2 Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
- TRwS 793-1 Errichtung und Betrieb von Biogasanlagen
- Ggf. DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton

Wie bei allen Bauten ist ein geeigneter und tragfähiger Unterbau herzustellen. Hierfür können die Produkte der Heidelberg Materials Mineralik bezogen werden.

Weitere Informationen erhalten Sie unter:
www.heidelbergmaterials.de/de/mineralik



2.2 Gärfutter- und Fahrsilos

In Fahrsilos wird aus Grünpflanzen durch Milchsäuregärung Gärfutter (Silage) beziehungsweise Gärsubstrat hergestellt und gelagert. Die Silos werden bei der Beschickung und Entnahme der Silage durch Schlepper oder Radlader befahren.

Daraus ergeben sich folgende Beanspruchungen an den Beton:

- Chemischer Angriff durch Silagesickersäfte
- Mechanische Beanspruchung durch Schlepper und Schneidgerät
- Physikalischer Angriff durch Frost

Darüber hinaus ist zu beachten, dass bei nicht vollständiger Abdeckung des Silostocks und Eindringen von Regenwasser in selbigen, sich der chemische Angriff auf den Beton deutlich verschärft und zusätzlich auch der Frostangriff höher wird. Somit muss ein Beton mit möglichst hohem Widerstand gegen die genannten Beanspruchungen gewählt werden. Zusätzlich ist bei Fahrsilos mit hoher chemischer Beanspruchung (XA3) grundsätzlich eine Beschichtung notwendig.

Technische Regelungen zur Errichtung dieser Anlagen sind zu finden in:

- DIN 11622-5 Fahrsilos
- TRwS 792 JGS Anlagen

Systembausteine aus Beton – Flexibel & umweltfreundlich

Mit Beton-Systembausteinen von Heidelberg Materials Beton können schnell nützliche und exklusive Abgrenzungen errichtet werden, wenn keine Abdichtung oder statischer Nachweis erforderlich sind. Die Noppen auf der Oberseite der Blöcke ermöglichen ein einfaches und zugleich stabiles Aufeinandersetzen der Steine bis zu einer Höhe von 4 Reihen. Die Bausteine können jederzeit abgebaut und an anderen Standorten wieder aufgebaut werden und stellen keine zusätzliche Belastung für die Umwelt dar.





2.3 Mehrzweckhallen

Mehrzweckhallen werden im landwirtschaftlichen Betrieb für verschiedenste Zwecke genutzt: Zum Schutz der Landmaschinen vor der Witterung, als Lagerstätte für Stroh, Getreide, Kartoffeln oder Dünger, zur Salzaufbewahrung für den Winterdienst oder als Sammelort für Schrott und Sperrmüll.

Je nach Verwendung der Mehrzweckhalle ist auch die Beanspruchung des Betons und die Anforderung an den eingebauten Beton verschieden – vor allem für den Betonboden (siehe auch Kapitel 1.3). Besonders hervorzuheben sind die mechanische Beanspruchung durch Landmaschinen und der chemische Angriff durch Tausalze oder Dünger.

2.4 Dung- und Güllelagerung

Gülle und Dung (Festmist) sind natürliche Dünger, die in der Rinder-, Schweine- und Geflügelhaltung ständig anfallen und gelagert werden müssen.

Seit dem 10.10.2019 gilt die bundeseinheitliche Düngemittelverordnung (DüV). Neben verschärften Anforderungen an Aufzeichnungspflichten, Düngebedarfsermittlung und Sperrzeiten gelten zudem neue Mindestlagerkapazitäten für flüssige Wirtschaftsdünger und Gärrückstände (bis zu 9 Monaten), sowie Festmist und Kompost (je nach Herkunft 2-5 Monate). Dies führt häufig zu einem Mehrbedarf an Lagerkapazität in landwirtschaftlichen Betrieben. Mit Behältern und Lagerplätzen aus Beton kann dauerhaft, kostengünstig und rationell die nötige Kapazität nachgerüstet werden, um den neuen Anforderungen zu entsprechen.

Da es sich hier zudem um wassergefährdende Stoffe handelt, müssen die Lagerungsanlagen bei den zu erwartenden Beanspruchungen standsicher, dauerhaft dicht und korrosionsbeständig sein. Die Lagerung erfolgt

in offenen (z. B. Festmistplatten) oder geschlossenen Systemen (z. B. Güllekanäle, -keller oder -hochbehälter) unterschiedlichster Bauart. Bei diesen Bauwerken ist somit stets ein Beton zu verwenden, der einen hohen Wassereindringwiderstand aufweist und chemischen Angriffen sowie Frost-Tausalz-Angriffen widersteht. Im Einlaufbereich von Silagesickersäften sind Schäden häufig anzutreffen. Daher sollte hier der Beton zusätzlich geschützt werden.

Technische Regelungen zur Errichtung dieser Anlagen sind zu finden in:

- DIN 11622-2 Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
- TRwS 792 JGS-Anlagen
- Ggf. DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton

2.5 Stallbau

Für den Stallbau, egal ob Rinder-, Schweine-, Geflügel- oder Pferdehaltung, ist Beton aufgrund seiner vielfältigen Einsatzmöglichkeiten prädestiniert. Sei es als Bodenplatte, Außen- oder Innenwand, Liegebox, Lauffläche, Entmistungsbahn, Futtertisch oder auch als Desinfektionswanne.

Der Beton wird hier verschiedensten Beanspruchungen ausgesetzt: zum Beispiel der starken Verschleißbeanspruchung auf Laufflächen oder dem starken chemischen Angriff bei Futtertischen.

Im Stallbau ist die Wärmespeicherfähigkeit des Betons besonders hervorzuheben. Die Betonbauteile nehmen an heißen Sommertagen Wärme aus der Raumluft auf, um diese abends an die kühlere Nachtluft wieder abzugeben. Im Winter sorgt die Wärmespeicherfähigkeit des Betons dafür, dass die Stalllufttemperatur nachts nicht zu sehr absinkt, da die Tiere in der kalten Jahreszeit weniger Wärme abgeben. Beton eignet sich somit für den Bau von Warmställen besonders gut.

Technische Regelungen zur Errichtung von Güllekanälen und -kellern in Ställen sind zu finden in:

- TRwS 792 JGS-Anlagen
- DIN 11622-2 Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
- Ggf. DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton



2.6 Ländlicher Wegebau

Die Befestigung ländlicher Wege, wie zum Beispiel Verbindungswege, Feldwege, Waldwege und sonstige ländliche Wege, mit Beton hat sich seit Jahrzehnten bewährt. Betondecken und Betonspuren überzeugen wirtschaftlich mit geringem Unterhaltungsaufwand und gleichzeitig hoher Tragfähigkeit und Verformungsstabilität, auch bei Beanspruchung durch schwere landwirtschaftliche Geräte. Dabei ist die Betonbauweise unempfindlich gegenüber hohen und tiefen Temperaturen.

Die wesentlichen Vorteile der Wegebefestigungen mit Beton sind:

- Betondecken sind gegen Verschmutzungen, mechanische Einwirkungen sowie gegen Wasser und Frost unempfindlich
- Spurrinnen oder Verdrückungen durch landwirtschaftliche Geräte entstehen nicht
- Betondecken haben eine besonders lange Lebensdauer
- Kosten für Unterhalt und Instandhaltung fallen kaum an

Grundlagen für die Planung, Dimensionierung, Ausschreibung und Ausführung von ländlichen Wegen sind:

- DWA Richtlinien für den ländlichen Wegebau
- DWA Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege



2.7 Hoftankstellen

Hoftankstellen sind sogenannte Eigenverbrauchstankstellen mit kleinem Verbrauch, welche der Betankung von betriebseigenen Fahrzeugen dienen und nicht für die Öffentlichkeit zugänglich sind. Sie werden mit schwerem Erntegerät befahren, um mineralölbasierte Stoffe sowie Biokraftstoffe abzufüllen.

Daraus ergeben sich folgende Beanspruchungen an den Beton:

- Statische und dynamische Beanspruchung durch Befahrung
- Chemischer Angriff durch Biodiesel
- Physikalische Beanspruchung durch Frost-Tausalz-Beaufschlagung

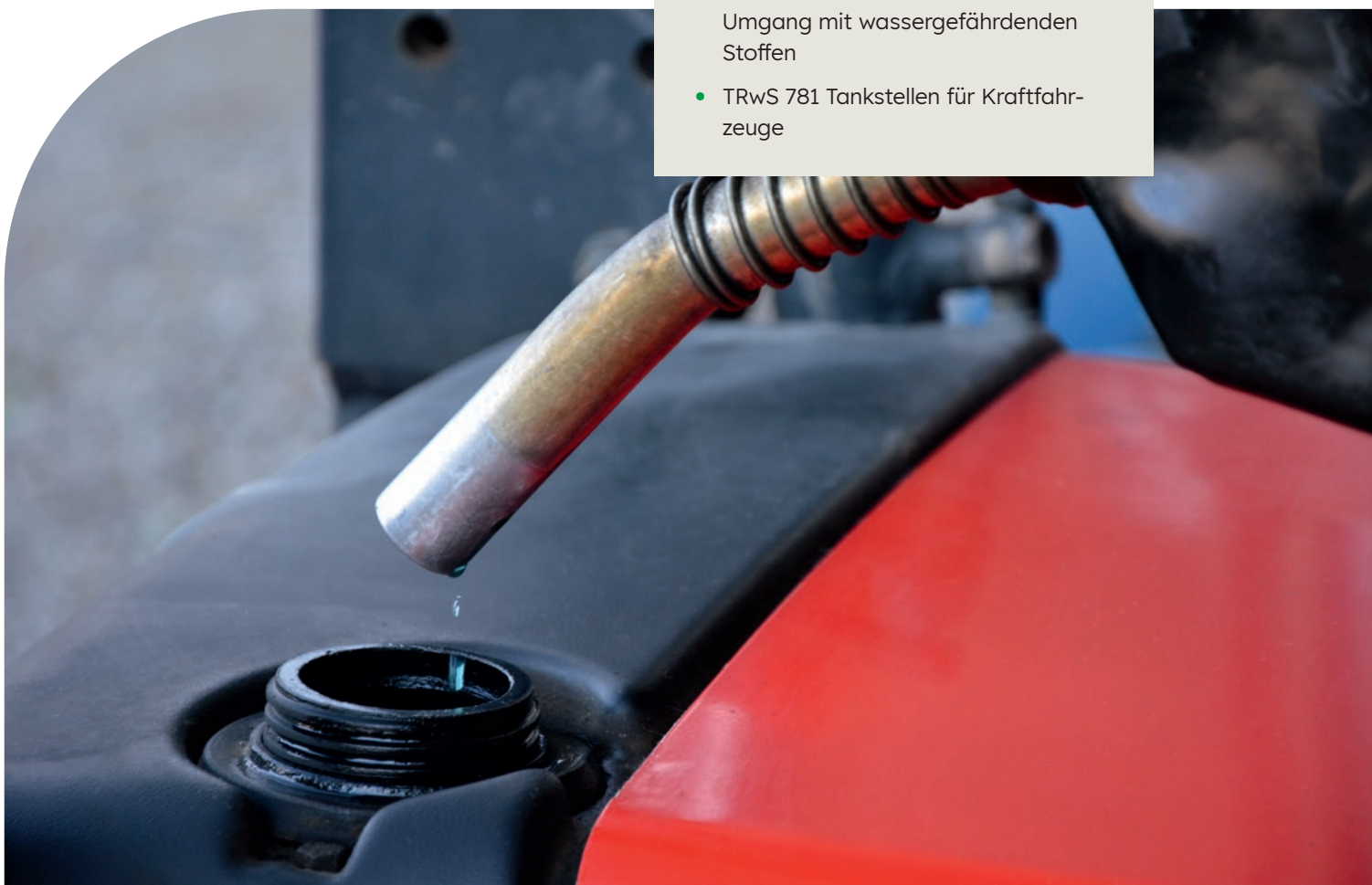
Für Abfüllplätze von Hoftankstellen ist ein FD- (flüssigkeitsdicht) bzw. FDE-Beton (flüssigkeitsdicht mit Eindringprüfung) vorgeschrieben, der die Anforderungen an die Dichtheit gegenüber Treibstoffen nachweislich erfüllt.

Beton ist gegenüber mineralöl- und bioethanolbasierten Treibstoffen dauerhaft beständig. Jedoch muss beachtet werden, dass Biodiesel einen starken chemischen Angriff auf Beton verursachen kann. Grund hierfür ist die Aufspaltung (Verseifung) der enthaltenen Pflanzenfette, die zur Freisetzung von Fettsäuren führt. Diese lösen den Beton oberflächlich auf und sorgen bei tieferem Eindringen für einen Festigkeitsverlust.

Folglich ist der zusätzliche Schutz des Betons vor Kontakt mit Biodiesel durch die Verwendung einer Beschichtung sehr zu empfehlen (siehe auch Kapitel 1.3).

Technische Regelungen zur Errichtung von Hoftankstellen sind zu finden in:

- DAfStb-Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- TRwS 781 Tankstellen für Kraftfahrzeuge



3. Auswahl des geeigneten Betons

3.1 Auswahl nach Anwendungsgebieten

Funktionsweise:

Schritt 1: Suchen Sie sich unter der Spalte Anwendungen Ihr zu erstellendes Bauwerk aus.

Schritt 2: Überprüfen Sie welche der dann folgenden Kriterien auf Ihr Bauwerk zutreffen.

Schritt 3: Lesen Sie die Mindestanforderungen (Expositions-, Feuchtigkeits-, Druckfestigkeitsklasse) Ihres Betons sowie die Hinweise ab.

Weitere Informationen zu den Expositions- und Feuchtigkeitsklassen finden Sie in Kapitel 3.2.

Tabelle 2 – Betone nach Anwendungsgebieten

Quelle: Bauteilkatalog 2016, InformationsZentrum Beton GmbH

Schritt 1		Schritt 2					Schritt 3			
Anwendung	innen/außen	Bewehrung	Frost	Taumittel	Verschleiß-beanspruchung	Weiteres	Expositions-klasse	Feuchtigkeits-klasse	Mindestdruck-festigkeits-klasse	Hinweis
Biogasfermenter, wärmegeämmt	innen	bewehrt				flüssigkeitsberührter Bereich	XC4, XA1	WA	C25/30	WU*
						gasberührter Bereich mit Beschichtung	XC4, XA3	WA	C35/45	WU*
						gasberührter Bereich mit Auskleidung	XC3, XA1	WF	C25/30	WU*
Böden im Düngerlager	innen	unbewehrt					**	WO	**	
		bewehrt					XC1**	WO	**	
Eigenbedarfs-tankstellen/Waschplätze	außen	bewehrt	X		X		XC4, XF3, XM1**	WF	C30/37 (LP)	FDE ***
			X	X	X		XC4, XD3, XF4, XM1**	WA	C30/37 (LP)	FDE ***
Festmistplatten	außen	unbewehrt	X		X		XF3, XA1, XM1	WF	C25/30 (LP), C35/45	
		bewehrt	X		X		XC4, XF3, XA1, XM1	WF	C25/30 (LP), C35/45	
Fahrsilos, GÖrfutter-(flach)silos	außen	unbewehrt	X				WF	C35/45	Steelcrete	WU*
		bewehrt	X				WF	C35/45	TerraFlow	WU*

* WU – Wasserundurchlässiger Beton, bei von außen drückendem Wasser

** Je nach zu lagerndem Stoff und/oder je nach Beanspruchung festlegen (siehe auch Kapitel 1.3)

*** FDE – Flüssigkeitsdichter Beton nach Eindringprüfung

Schritt 1		Schritt 2					Schritt 3			
Anwendung	innen/außen	Bewehrung	Frost	Taumittel	Verschleiß-beanspruchung	Weiteres	Expositions-klasse	Feuchtigkeits-klasse	Mindestdruck-festigkeitsklasse	Hinweis
Gärrestlager, geschlossen, ungedämmt	außen	bewehrt	X			flüssigkeitsberührter Bereich	XC4, XF3, XA1	WA	C25/30 (LP), C35/45	WU*
			X			gasberührter Bereich mit Beschichtung	XC4, XF3, XA3	WA	C35/45	WU*
			X			gasberührter Bereich mit Auskleidung	XC2, XF3, XA1	WF	C25/30 (LP), C35/45	WU*
						Bodenplatte	XC4, XA1	WA	C25/30	WU*
Güllehochbehälter, Gärrestlager	außen	bewehrt	X				XC4, XF3, XA1	WA	C25/30 (LP), C35/45	WU*
Güllekanäle, -keller	innen	bewehrt					XC4, XA1	WA	C25/30	WU*
Hofbefestigungen	außen	unbewehrt	X				XF3	WF	C25/30 (LP), C35/45	
			X	X			XF4	WA	C30/37 (LP)	
Kompostierungsanlagen (Boden)	innen	unbewehrt				Sickerwasser	XA2**	WF	C35/45	WU*
		bewehrt				Sickerwasser	XC3, XD2, XA2**	WF	C35/45	WU*
	außen	unbewehrt	X	X		Sickerwasser	XF4, XA2**	WF	C30/37 (LP)	WU*
		bewehrt	X	X	X	Sickerwasser	XC4, XD2, XF4, XA2**	WF	C30/37 (LP)	WU*
Lagerböden ohne Einwirkung von Gülle, Silage, Dünger	innen	unbewehrt				trocken	XO	WO	C20/25	
					X	trocken	XM1	WO	C30/37	
					X	trocken	XM2	WO	C30/37, C35/45	
						trocken	XC1	WO	C20/25	
	bewehrt			X	trocken	XC1, XM1	WO	C30/37		
				X	trocken	XC1, XM2	WO	C30/37, C35/45		
	außen	unbewehrt	X			überdacht	XF1	WO	C25/30	
			X	X		überdacht	XF1, XM1	WO	C30/37	
			X	X		überdacht	XF1, XM2	WO	C30/37, C35/45	
	außen	bewehrt	X			überdacht	XC3, XF1	WO	C20/25	
X			X		überdacht	XC3, XF1, XM1	WO	C30/37		
X			X		überdacht	XC3, XF1, XM2	WO	C30/37, C35/45		

* WU – Wasserundurchlässiger Beton, bei von außen drückendem Wasser

** Je nach zu lagerndem Stoff und/oder je nach Beanspruchung festlegen

Anwendung	Schritt 1		Schritt 2				Schritt 3			
	innen/außen	Bewehrung	Frost	Taumittel	Verschleiß-beanspruchung	Weiteres	Expositions-klasse	Feuchtigkeits-klasse	Mindestdruck-festigkeitsklasse	Hinweis
Ländliche Wege	außen	unbewehrt	X				XF3	WF	C25/30 (LP)	
Silagesickersaft-behälter, erdüber-deckt	außen	bewehrt				mit Beschichtung	XC4, XA3	WF	C35/45	WU*
						mit Auskleidung	XC2, XA1	WF	C25/30	WU*
Stallböden	Warmstall									
	innen	unbewehrt				eingestreut	XA1	WF	C25/30	WU*
		bewehrt				eingestreut	XC3, XA1	WF	C25/30	WU*
	Lauffläche, Entmistungsbahn mit Räumern									
	innen	unbewehrt			X	nicht eingestreut	XA1, XM2	WF	C30/37, C35/45	WU*
		bewehrt			X	nicht eingestreut	XC3, XA1, XM2	WF	C34/45	WU*
	außen	unbewehrt	X		X	nicht eingestreut	XF3, XA1, XM2	WF	C30/37 (LP), C35/45	WU*
		bewehrt	X		X	nicht eingestreut	XC4, XF3, XA1, XM2	WF	C30/37 (LP), C35/45	WU*
	Kaltstall									
	außen	unbewehrt	X			überdacht, eingestreut	XF1, XA1	WF	C25/30	WU*
		bewehrt	X			überdacht, eingestreut	XC3, XF1, XA1	WF	C25/30	WU*
	Futtertisch									
	innen	unbewehrt			X	mit Einwirkung von Gärsäuren	XA3, XM1	WF	C35/45	WU*
		bewehrt			X	mit Einwirkung von Gärsäuren	XC3, XA3, XM1	WF	C35/45	WU*
Desinfektionswanne										
innen	bewehrt	X			Kupfersulfat	XC3, XA2	WF	C35/45	WU*, HS-Zement	
Stallboden Geflügelstall										
innen	bewehrt	X		X		XC3, XA2, XM2	WF	C35/45	WU*	
Stallboden Pferdestall										
innen	unbewehrt			X		XA1, XM1	WF	C30/37	WU*	
Stallwände, -decken, -stützen, -balken	innen					trocken	XC1	WO	C16/20	
						mit hoher Luftfeuchtigkeit	XC3	WF	C20/25	
	außen					überdacht, mit hoher Luftfeuchtigkeit	XC3	WF	C20/25	
				X			XC4, XF1	WF	C25/30	

3.2 Einwirkungen aus Umgebungsbedingungen

Expositionsklassen

Expositionsklasse	Allgemeine Beschreibung	Beispiele
Kein Korrosions- oder Angriffsrisiko X0	Dieser Expositionsklasse werden alle Bauteile ohne Bewehrung oder eingebettetem Metall in nicht betonangreifender Umgebung zugeordnet.	Fundamente ohne Bewehrung und ohne Frost (X0)
Bewehrungskorrosion durch Karbonatisierung XC	Wenn Beton, der Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält, Luft und Feuchtigkeit ausgesetzt ist, wird dieser einer Expositionsklasse XC1 bis XC4 zugeordnet.	Bauteile im Innenraum (XC1) Gründungsbauteile (XC2), Viehställe (XC3), Außenbauteile mit direkter Beregnung (XC4)
Bewehrungskorrosion durch Chloride (außer Meerwasser) XD	Wenn Beton, der eine Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält, chloridhaltigem Wasser, einschließlich Taumittel, ausgenommen Meerwasser, ausgesetzt ist, gelten die Expositionsklassen XD1 bis XD3.	Garagen (XD1) Kompostierungsanlagen (XD2) Sockel von Kellerwänden (XD3)
Bewehrungskorrosion durch Chloride aus Meerwasser XS	Wenn Beton, der eine Bewehrung oder anderes eingebettetes Metall enthält, Chloriden aus Meerwasser oder salzhaltiger Seeluft ausgesetzt ist, muss die Expositionsklasse XS1, XS2 oder XS3 zugeordnet werden.	Außenbauteile in Küstennähe (XS1) Bauteile die ständig unter Wasser liegen (XS2) Kaimauern (XS3)
Betonkorrosion durch Frostangriff mit und ohne Taumittel XF	Wenn durchfeuchteter Beton erheblichem Angriff durch Frost-Tau-Wechsel ausgesetzt ist, wird er den Expositionsklassen XF1 oder XF3 (ohne Taumittel) bzw. XF2 oder XF4 (mit Taumittel) zugeordnet.	Kaltstall überdacht und eingestreut (XF1), Bauteile im Sprühnebelbereich von Meerwasser (XF2), Güllehochbehälter im Freien (XF3), Waschplätze im Freien (XF4)
Betonkorrosion durch chemischen Angriff XA	Wenn Beton chemischem Angriff durch natürliche Böden, Grundwasser, Meerwasser und Abwasser ausgesetzt ist, wird dieser einer Expositionsklasse XA1 bis XA3 zugeordnet.	Gülle Keller (XA1), Lauffläche im Geflügelstall (XA2) Futtertisch (XA3)
Betonkorrosion durch Verschleißbeanspruchung XM	Wenn Beton einer erheblichen mechanischen Beanspruchung ausgesetzt ist, werden ihm die Expositionsklassen XM1 bis XM3 zugeordnet.	Futtertisch (XM1), Entmistungsbahnen mit Räumern (XM2) Oberflächen, die mit Kettenfahrzeugen befahren werden (XM3)



Feuchtigkeitsklassen

Feuchtigkeitsklasse	Umgebung	Beispiele
	Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäurereaktion	
WO	Beton, der nach normaler Nachbehandlung nicht längere Zeit feucht und nach dem Austrocknen während der Nutzung weitgehend trocken bleibt.	Lagerböden innen
WF	Beton, der während der Nutzung häufig oder längere Zeit feucht ist.	Stall
WA	Beton, der zusätzlich zu der Beanspruchung nach Klasse WF häufiger oder langzeitiger Alkalizufuhr von außen ausgesetzt ist.	Güllekanal
WS	Beton, der hoher dynamischer Beanspruchung und direktem Alkalieintrag ausgesetzt ist.	

Zur Sicherstellung der Dauerhaftigkeit von Betonbauteilen sind in DIN 1045-2 die Einwirkungen der Umgebungsbedingungen auf den Beton in Expositionsklassen für Bewehrungs- und Betonkorrosion sowie Feuchtigkeitsklassen für Betonkorrosion infolge Alkali-Kieselsäure-Reaktion eingeteilt.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass Beton in der Regel mehreren Umgebungsbedingungen ausgesetzt ist, d.h. die vollständige Beschreibung seiner Beanspruchung ist meistens nur über die Auswahl mehrerer Expositionsklassen möglich. Maßgebend für den Betonentwurf sind jeweils die sich hieraus ergebenden schärfsten Einzelanforderungen unter Berücksichtigung der anderen Anforderungen.





4. Hinweise zur Bauausführung

4.1 Sicherung der Baustelle und Arbeitsschutz

Bei der Ausführung der Bauarbeiten sind die berufsgenossenschaftlichen Vorschriften zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz (BGV) sowie die einschlägigen technischen Regeln zu beachten. Im frischen Zustand kann Beton zu Hautreizungen und -verbrennungen führen und Augenschäden hervorrufen.

Aus diesen Gründen ist bei der Verarbeitung von Beton folgendes zu beachten:

- Sollten Ihre Augen mit Transportbeton in Berührung kommen, sofort mit viel Wasser auswaschen (ca. 20 Min.) und einen Augenarzt aufsuchen. Augen nicht reiben, da Hornhautschäden durch die mechanische Beanspruchung möglich sind.
- Vermeiden Sie längeren Kontakt von Frischbeton mit der Haut. Betroffene Hautteile sind sofort gründlich mit Wasser zu säubern. Gegebenenfalls einen Arzt aufsuchen.
- Falls das Knien in noch frischem Transportbeton unumgänglich ist, benutzen Sie Knie-Schutzkappen oder eine Gummimatte. Eine lange Hose allein bietet keinen ausreichenden Schutz vor Verätzungen!
- Falls frischer Transportbeton in Ihre Stiefel gelangt, sofort Stiefel auswaschen und die Haut mit Wasser reinigen. Gleiches gilt für die Handschuhe. Es besteht Verätzungsgefahr!
- Je länger frischer Transportbeton auf Ihrer Haut verbleibt, umso größer ist die Gefahr von Verätzungen.
- Kinder von frischem Transportbeton fernhalten.
- Sollte Transportbeton verschluckt werden: Wenn die Person bei Bewusstsein ist, Mund ausspülen und reichlich Wasser trinken. Kein Erbrechen herbeiführen. Arzt aufsuchen.
- Bei der Arbeit nicht essen, trinken, rauchen.

Die richtige Kleidung!

Mit richtiger Schutzkleidung und größtmöglichen Sicherheitsvorkehrungen können Unfälle vermieden werden.

- Tragen Sie eine dicht schließende Schutzbrille!
- Schützen Sie Ihre Hände mit wasserdichten und abriebfesten Handschuhen!
- Tragen Sie lange körperbedeckende Kleidung! (ggf. zusätzlich Knie-Schutzkappen o. ä.)
- Benutzen Sie wasserdichte Stiefel!
- Bei Spritzanwendungen Atemschutz (Halbmaske Typ FFP 1) tragen.

4.2 Betonieren

Einbringen des Betons

Neben der fachgerechten Planung, der sorgfältigen Betonauswahl und der akribischen Arbeitsvorbereitung ist das Einbringen des Betons von maßgeblicher Bedeutung für die Betonqualität. Auf eine hohe Qualität der Bauausführung und Sorgfalt beim Einbau des Betons muss unbedingt geachtet werden.

Für beste Ergebnisse sollten folgende Punkte eingehalten werden:

- Vor dem Betonieren sind die Schalungen von losen Materialien, wie Bindedrahtreste, Verschmutzungen, Nägel, Holzspäne usw., zu reinigen und ggf. vorzunässen
- Wasseransammlungen sind durch Absaugen oder Ausblasen mit ölfreier Druckluft zu entfernen
- Die Fallhöhe des Betons von maximal 1,0 m ist zwingend einzuhalten, denn mit zunehmender Fallhöhe des Betons wächst die Entmischungsgefahr
- Bei Fallhöhen größer 1,0 m ist der Beton durch Fallrohre bzw. Schläuche zu führen
- Beton möglichst in gleichmäßige, dicke Schichten schütten (Richtmaß für die Schütthöhe ca. 50 cm)
- Betoniervorgang, wenn möglich, nicht unterbrechen
- Vor dem Weiterbetonieren sind Verunreinigungen, Zementschlämme und loser Beton zu entfernen
- Vor dem Anbetonieren muss die Oberfläche des älteren Betons mattfeucht sein, damit sich der Zementleim des neu eingebrachten Betons mit dem älteren Beton gut verbinden kann
- Beim Einbau in Lagen darf das Betonieren nur so lange unterbrochen werden, wie die zuletzt eingebrachte Betonschicht noch nicht erstarrt ist, um eine gute und gleichmäßige Verbindung zwischen beiden Betonschichten zu gewährleisten
- Bei Gärfutterflachsilos muss darauf geachtet werden, dass die Betonoberfläche nach dem Abziehvorgang geschlossen ist und der Oberflächenschluss nicht durch Aufbringen von Schlämme oder Wasser bzw. durch Pudern mit Zement hergestellt wird
- Das Aufbringen des Besenstrichs sollte erfolgen, wenn der Beton so weit angesteift ist, dass die entstehende Struktur erhalten bleibt









Verdichten des Betons

Das Verdichten des Betons ist einer der wichtigsten Vorgänge bei der Herstellung von Betonbauteilen. Nach dem Einbringen des Betons muss dieser verdichtet werden, d. h. eingeschlossene Luftblasen (z. B. Verdichtungsbläschen) werden ausgetrieben.

Mit dem Einsatz geeigneter Verdichtungsgeräte entsteht im Beton ein dichtes und porenarmes Gefüge von hoher Festigkeit und Dauerhaftigkeit. Ohne eine vollständige Verdichtung kann der Beton die im Mischungsentwurf zugrunde gelegten Festbetoneigenschaften nicht erreichen, denn ein dichtes Gefüge ist die Voraussetzung für einen guten Beton.

Besonders zu beachten sind dabei:

- Verdichtung muss auf die Konsistenz abgestimmt, möglichst vollständig und besonders sorgfältig sein
- Geeignete Rüttelflaschen verwenden
- Wirkradien beachten (ausreichende Rüttelabstände zwischen den Rüttelflaschen)
- Berührung der Bewehrung mit der Rüttelflasche vermeiden
- Einzelne Schüttilagen vernadeln/vernähen
Hinweis: Nicht in die unteren, bereits verdichteten Lagen kommen
- Nachverdichtung einplanen. Je nach Erstarrungsbeginn kann die Nachverdichtung nach einer Stunde und später erfolgen
Hinweis: Hierdurch können erfahrungsgemäß höhere Porenanteile im oberen Bauteilbereich und mögliche Setzungsrisse (meist an der Bewehrung) vermieden werden. Vor allem schlanke, hohe und schnell betonierete Bauteile (z. B. Stützen und Wände) müssen im oberen Bereich nachverdichtet werden
- Gleiche Zeitabstände zwischen Entladen, Einbau der einzelnen Schüttilagen, Verdichtung und Nachverdichtung einhalten

F1	F2	F3	F4	F5	F6	SVB
Stampfen	starkes Verdichten	normales Verdichten	wenig Verdichten	leichtes Verdichten (Stochern, Klopfen)	leichtes Verdichten (Schwabbeln)	kein Verdichten
						
Verdichtungsaufwand						

Verdichtungsaufwand in Abhängigkeit von der Konsistenz des Betons

Quelle: Zementmerkblatt Betontechnik B7

Besondere Witterungsverhältnisse

Witterungseinflüsse können das Erstarren des Betons verzögern oder beschleunigen, denn die Aushärtung des Zements ist temperaturabhängig. Die Frischbetontemperatur darf im Allgemeinen +30 °C nicht überschreiten und +5 °C nicht unterschreiten.

Betonieren bei kühler Witterung:

Beton benötigt bei +5 °C Lagertemperatur etwa die doppelte Zeit, um die gleiche Festigkeit zu erreichen, wie ein bei +20 °C gelagerter Beton. Nahe dem Gefrierpunkt kommt die Festigkeitsentwicklung praktisch völlig zum Stillstand.

Folgende Regeln sollten beim Betonieren im Winter eingehalten werden:

- Vermeidung langer Wartezeiten auf der Baustelle
- Verwendung von Warmbeton
- Nicht auf gefrorenem Baugrund oder an gefrorenen Bauteilen betonieren
- Der junge Beton muss vor Wärmeverlust geschützt werden
- Die Nachbehandlung mit Wasser ist bei Frost nicht zulässig
- Der Beton darf erst dann erstmals durchfrieren, wenn seine Temperatur mindestens 3 Tage +10 °C nicht unterschritten hat oder die Druckfestigkeit $f_{cm} = 5 \text{ N/mm}^2$ erreicht hat





© Steffen Fuchs

Kuhstall, Beratzhausen

Betonieren bei heißer Witterung:

Hohe Temperaturen und eine niedrige relative Luftfeuchtigkeit haben Einfluss auf das Austrocknungsverhalten frischer Betonoberflächen. Der kritische Zeitbereich für die Entstehung von Fröhschwindrissen beginnt oft bereits eine Stunde nach dem Herstellen und kann weitere 4 bis 16 Stunden andauern. Der Beton muss sofort nach der Herstellung bzw. nach dem Ausschalen in geeigneter Form nachbehandelt werden.

Weiter zu beachten sind:

- Vermeidung langer Wartezeiten auf der Baustelle
- Zügiger Einbau des Betons
- Der junge Beton muss vor Aufheizen geschützt werden
- Ausreichend lange Nachbehandlung

4.3 Nachbehandlung des Betons

Beton ist ein robuster Baustoff, der jedoch in jungem Alter vor Umwelteinflüssen und schädigenden Beanspruchungen geschützt werden muss. Eine sofortige, sorgfältige und ausreichend lange Nachbehandlung ist eine wesentliche Voraussetzung dafür, dass der Beton die erforderliche Oberflächenqualität und Dauerhaftigkeit erreicht. Deshalb ist die Nachbehandlung nach den Vorgaben der DIN 1045-3 sehr sorgfältig und fachgerecht durchzuführen.

Welchen Zweck erfüllt die Nachbehandlung?

Sie schützt den jungen Beton vor:

- Zu schnellem und vorzeitigem Austrocknen
- Extremen Temperaturen und schroffen Temperaturänderungen
- Mechanischen Beanspruchungen
Hinweis: Schwingungen und Erschütterungen während des Erstarrens und in der ersten Zeit des Erhärtens (36 Stunden nach Einbringen bzw. Erhärtungsbeginn des Betons) sollen vermieden werden
- Chemischen Angriffen
- Regen und Wind bei freiliegenden Oberflächen im Außenbereich
Hinweis: Je geringer die relative Luftfeuchte und je größer die Windgeschwindigkeiten sind, umso schneller trocknet der Beton aus

Welche Folgen treten bei mangelnder Nachbehandlung auf?

- Geringere Festigkeit des Betons im oberflächennahen Bereich
- Geringere Widerstandsfähigkeit gegen chemische Angriffe
- Verminderte Witterungsbeständigkeit
- Entstehung von Fröhschwindrissen
- Erhöhte Gefahr späterer Schwindrissbildung
- Neigung zum Absanden
- Größeres Wasseraufnahmevermögen



Wie und wie lange sollte der Beton geschützt und nachbehandelt werden?

Mindestwerte für die Dauer der Nachbehandlung regeln die DIN 1045-3 und DIN 11622.

- Mit der Nachbehandlung unmittelbar nach der Herstellung des oberen Wandabschlusses, der fertigen Deckenfläche bzw. des oberen Abschlusses eines Fundamentes beginnen
- Insbesondere junge Ansichtsflächen vor Austrocknung, Kühlung und Niederschlägen schützen
- Betonoberflächen nach Fertigstellung abdecken
Hinweis: Zwischen Betonoberfläche und Abdeckung darf keine Zugluft entstehen
- Gleichartige und gleichmäßige Nachbehandlung
- Kanten bei laufendem Baufortschritt im Gebrauchsbereich schützen
- Die Mindestdauer der Nachbehandlung richtet sich nach der Expositionsklasse, der Oberflächentemperatur und der Festigkeitsentwicklung des Betons. Sie liegt zwischen 1 und 15 Tagen (genaue Dauer ist der DIN 11622 zu entnehmen)
- Die Nachbehandlung muss solange durchgeführt werden, bis der Beton im Bauteil 70 % seiner charakteristischen Druckfestigkeit erreicht hat (siehe DIN 11622-2/-5).

Bei den unterschiedlichen Nachbehandlungsformen sind des Weiteren folgende Punkte zusätzlich zu beachten:

- Belassen in der Schalung
 - Saugende Holzschalungen sind feucht zu halten
 - Stahlschalungen sind gegen Aufheizung zu schützen
- Abdecken mit Folien
 - Dicke der Folie mindestens 0,3 mm
 - Folie auf den noch feuchten Beton überlappend auflegen
 - Stöße müssen befestigt werden
 - Zugluft zwischen Betonoberfläche und Abdeckung ist zu verhindern
- Auflegen feuchter, wasserspeichernder Abdeckungen (z.B. Jutegewebe, Strohmatte, Sandschichten)
 - Die Abdeckung ist ständig feucht zu halten
- Aufbringen flüssiger Nachbehandlungsmittel (NBM)
 - Das Aufbringen muss vollflächig und so früh wie möglich erfolgen (wenn Betonoberfläche mattfeucht)
 - Bei geschalteten Flächen sofort nach dem Entschalen
 - Wichtig ist ein geschlossener Sprühfilm
 - Sollte der Beton später beschichtet werden, ist ein hierfür geeignetes NBM auszuwählen
- Kontinuierliches Besprühen mit Wasser
 - Damit ist erst zu beginnen, wenn die Betonoberfläche ausreichend fest ist!
 - Betonoberfläche muss ständig feucht bleiben
 - Bespritzen des Betons mit starkem Wasserstrahl ist zu vermeiden (Hilfsmittel sind Düsen oder perforierte Schläuche)
 - Bei Frost ist eine feuchte Nachbehandlung nicht erlaubt



Was ist bei Gärfutter- und Fahrsilos besonders zu beachten?

- Die Bodenplatte ist so bald wie möglich, in jedem Fall noch vor der ersten Nacht, durch eine wärmedämmende Abdeckung, die gleichzeitig die Wasserverdunstung verhindert, zu schützen
- Der Beton ist im Regelfall eine Woche nachzubehandeln
- Flächen, die kurz vor der Silageeinlagerung hergestellt werden, sind immer zu imprägnieren

5. Literatur

- Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Cross Compliance – Einhaltung der anderweitigen Verpflichtungen
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft und Bayerisches Landesamt für Umwelt, LfL Information, Wirtschaftsdünger und Gewässerschutz – Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern in der Landwirtschaft
- DAfStb-Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMWS), Beuth Verlag
- DAfStb-Richtlinie für Beton mit verlängerter Verarbeitbarkeitszeit (Verzögerter Beton), Beuth Verlag
- DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Beuth Verlag
- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. Merkblatt Betonierbarkeit von Bauteilen aus Beton und Stahlbeton, Planungs- und Ausführungsempfehlungen für den Betoneinbau, Beuth Verlag
- Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e.V. Merkblatt Betonieren im Winter, Beuth Verlag
- DIN 1045, Ausgabe 2023-08
- DIN 11622-2, Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos – Teil 2: Gärfuttersilos, Güllebehälter und Behälter in Biogasanlagen aus Beton
- DIN 11622-5, Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos – Teil 5: Fahrsilos
- DIN 11622-22, Gärfuttersilos, Güllebehälter, Behälter in Biogasanlagen, Fahrsilos – Teil 22: Betonschalungssteine für Gärfuttersilos, Güllebehälter, Fahrsilos und Güllekanäle
- DIN 18910, Wärmeschutz geschlossener Ställe, Wärmedämmung und Lüftung, Planungs- und Berechnungsgrundlagen für geschlossene zwangsbelüftete Ställe
- DIN 4108-3, Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung
- DIN 4108-4, Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Teil 4: Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
- DIN EN 13670, Ausführung von Tragwerken aus Beton, Deutsche Fassung EN 13670
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Richtlinien für den Ländlichen Wegebau (RLW) – Teil 1: Richtlinien für die Anlage und Dimensionierung Ländlicher Wege
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) 781 – Tankstellen für Kraftfahrzeuge

- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) 792 – JGS Anlagen
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Technische Regel wassergefährdender Stoffe (TRwS) 793-1 – Errichtung und Betrieb von Biogasanlagen
- DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege (ZTV LW)
- TFB AG Wildegg, Cementbulletin, Band 50
- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV)
- Zementmerkblatt Betontechnik B7, Bereiten und Verarbeiten von Beton, www.beton.org
- Zementmerkblatt Betontechnik B8, Nachbehandlung von Beton, www.beton.org
- Zementmerkblatt Landwirtschaft LB1, Fußböden für Lagerhallen, www.beton.org
- Zementmerkblatt Landwirtschaft LB14, Beton für Behälter in Biogasanlagen, www.beton.org
- Zementmerkblatt Landwirtschaft LB4, Außenwände für Warmställe, www.beton.org

Die vorliegende Broschüre einschließlich aller darin enthaltenen Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt und Eigentum der Heidelberg Materials AG. Verwertungen sind ohne Zustimmung der Heidelberg Materials AG nicht zulässig.

Dies gilt insbesondere auch fürervielfältigungen, Übersetzungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.



Wir weisen ausdrücklich darauf hin, dass das Erreichen der vorgenannten Eigenschaften eine geeignete Zusammensetzung, Herstellung, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons sowie eine sachgerechte, nach dem Stand der Technik durchzuführende Vorbereitung auf der Baustelle voraussetzt.

Beratung und Vertrieb

Vertriebsregion Nord
Heidelberg Materials AG
Zur Anneliese 7
59320 Ennigerloh
T 02524 2951-281
F 02524 29851-288
vertriebnord@heidelbergmaterials.com

Vertriebsregion Süd-Ost
Heidelberg Materials AG
Schmidmühlener Straße 30
93133 Burglengenfeld
T 09471 70753-377
F 09471 70753-397
vertriebsuedost@heidelbergmaterials.com

Vertriebsregion Süd-West
Heidelberg Materials AG
Zementwerk 1/1
89601 Schelklingen
T 07394 241-384
F 07394 241-386
vertriebsuedwest@heidelbergmaterials.com

Produktmanager

Carsten Becker
carsten.becker@heidelbergmaterials.com

Silke Kaminski
silke.kaminski@heidelbergmaterials.com