

Fahrstilobau nach Anlagenverordnung (AwSV)



www.alb-bayern.de/baf5

Bau Forum Bayern, Verfasser:

Klaus Hoffmann

Amt für Ernährung,
Landwirtschaft und Forsten
Kitzingen-Würzburg



**Thomas Wagner
Helmut Möhrle**

Bayerisches Landesamt
für Umwelt



Thomas Bose

Informationszentrum
Beton GmbH



Dr. Alexander Alisov

Bayerische
Asphaltmischwerke



Foren der ALB Bayern e.V.

ALB-Arbeitsblätter, ALB-Beratungsblätter, ALB-Infobriefe, ALB-Leitfäden und Fachinformationen werden in den Foren der Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen in Bayern e.V. erarbeitet.

Die Foren, denen Fachleute der jeweiligen Sachgebiete angehören, sind Expertenausschüsse zum Informationsaustausch und zur Wissensvermittlung in die landwirtschaftliche Praxis.

- ▶ Bau Forum Bayern (BaF),
Leitung: Jochen Simon, LfL-ILT
- ▶ Bewässerungsforum Bayern (BeF),
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Biogas Forum Bayern (BiF),
Leitung: Dr. Martin Müller, ALB
- ▶ Landtechnik Forum Bayern (LaF),
Leitung: Dr. Markus Demmel, LfL-ILT

Förderer



Bayerisches Staatministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten



Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft

Ämter für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

Impressum

Herausgeber Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Landwirtschaftliches Bauwesen
in Bayern e.V. (ALB), Vöttinger Straße 36, 85354 Freising

Telefon: 08161 / 887 - 0078

Telefax: 08161 / 887 - 3957

E-Mail: info@alb-bayern.de

Internet: www.alb-bayern.de

1. Auflage Januar 2022

Druckversion 10.- €

© ALB Alle Rechte vorbehalten

Titelfoto: K. Hoffmann

Zeichnungen: M. Golin, ALB

Inhalt

Seite

1.	Vorbemerkung	4
2.	Begriffserklärung	5
3.	Betonbauweise	7
3.1	Schutz der Betonoberflächen	7
3.2	Planung von Fugen in der Ortbetonbauweise	8
3.3	Beschichtung	9
4.	Asphaltbauweise	10
5.	Entwässerung	12
6.	Fugenabdichtung	14
6.1	Abdichtung der Arbeitsfuge im Ortbeton	14
6.2	Abdichtung der Sollrissfuge im Ortbeton	14
6.3	Abdichtung der Anschlussfuge Ortbeton - Betonfertigteil	15
6.4	Abdichtung der Anschlussfuge Betonfertigteil - Betonfertigteil	16
6.5	Abdichtung der Anschlussfuge Walzasphalt - Betonfertigteil bzw. Ortbeton	16
7.	Verschiedene Bauweisen	18
	Schlusswort	25

1. Vorbemerkung

Am 1. August 2017 trat die bundeseinheitliche Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (Anlagenverordnung – AwSV) in Kraft. Sie löste die 16. Anlagenverordnungen der Bundesländer ab. Anlage 7 AwSV, ergänzt durch die Technische Regel wassergefährdende Stoffe (TRwS) 792 „Jauche-, Gülle- und Silagesickersaftanlagen (JGS-Anlagen)“, beschreibt die Anforderungen an landwirtschaftliche Anlagen.

Eine grundlegende Neuerung der AwSV ist die Forderung, in allen JGS-Anlagen, auch in Fahrsilobauten kleiner 1.000 m³, nur Anlagenteile (Bauprodukte, Bauarten, Bausätze) mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis einzusetzen. Zudem regelt die AwSV die Anzeigepflicht, die Fachbetriebspflicht sowie die Prüfung vor Inbetriebnahme durch AwSV-Sachverständige bei Fahrsiloplanlagen ab 1.000 m³ und bei Sickerwasser-Lageranlagen ab 25 m³ Füllvolumen.

Bis heute gibt es für einige unverzichtbare Bauprodukte und Bauarten nur wenige oder keine bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise. Von den vorhandenen Verwendbarkeitsnachweisen haben manche erhebliche Nutzungseinschränkungen.

Muss im Einzelfall auf ein Bauprodukt oder eine Bauart ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis zurückgegriffen werden, ist rechtzeitig vor Baubeginn bzw. mit der Anzeige des Bauvorhabens mit detaillierten Unterlagen eine Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV bei der zuständigen Kreisverwaltungsbehörde – KVB (Landratsamt, kreisfreie Stadt) zu beantragen. Für bauwillige Landwirte, am Bau beteiligte Firmen, Hersteller von Bauprodukten, einschlägige Sachverständige sowie für die verantwortlichen Behörden ist der gesetzeskonforme und wirtschaftliche Fahrsilobau seit Inkrafttreten der AwSV und der TRwS 792 daher eine große Herausforderung.

Um diesen Herausforderungen praxisnah Rechnung zu tragen, hat die ALB im Rahmen der Arbeitsgruppe Fahrsilobau zu vier Terminen mit den Schwerpunkten Betonbau, Asphaltbau, Entwässerung sowie Fugen und Beschichtung eingeladen. An einer lösungsorientierten Herangehensweise haben sich Hersteller von Bauprodukten, die Verarbeiter (Fachbetriebe), einschlägige Sachverständige sowie betroffene Behörden beteiligt. Dieses Beratungsblatt soll auf dem aktuellen Kenntnisstand allen Beteiligten eine Entscheidungshilfe sein.

2. Begriffserklärung

Silage

Silage ist ein unter Luftabschluss durch Milchsäuregärung, gegebenenfalls mit Zusatzstoffen, haltbar gemachtes Pflanzenmaterial zur Verwendung als Tierfutter oder als Einsatzstoff für Biogasanlagen.

Silagesickersaft

Silagesickersaft ist Gärsaft (Haftwasser und Zellsaft) sowie verunreinigtes Niederschlagswasser. Gärsaft ist eine säurehaltige Flüssigkeit, die beim Silieren und Lagern von Silage durch Zellaufschluss oder Pressdruck entsteht.

Verunreinigtes Niederschlagswasser

Verunreinigtes Niederschlagswasser in Anlehnung an die TRWS 792 ist das von Fahrsiloplanlagen (JGS-Anlagen) abfließende Niederschlagswasser, das Silage oder Gärsaft enthält.

Füllgutklasse

Mit Füllgutklassen wird zwischen unterschiedlichen statischen Beanspruchungen in Abhängigkeit vom Trockenmasse-Gehalt (TM) unterschieden. Es wird Füllgut über 40 % TM, von 25-40 % TM und unter 25 % TM definiert. Abhängig vom geringeren bzw. höheren Flüssigkeitsgehalt ändert sich das spezifische Gewicht, was wiederum unmittelbaren Einfluss auf die statische Bemessung hat. Die genaue Differenzierung ist in der DIN 11622-2:2015-09 zu finden.

Beanspruchungsstufe

Die Beanspruchungsstufen A und B regeln die Werkstoffbeständigkeit in Abhängigkeit von unterschiedlichen Referenzprüfzeiten (A/90 oder B/180 Tage).

Fahrsilos mit einer luft- und wasserdichten Silageabdeckung, bis zu 3 m Silostockhöhe sowie einem TM-Gehalt von 25 % oder mehr werden der Beanspruchungsstufe A zugeordnet. Andernfalls liegt die Beanspruchungsstufe B vor.

JGS

Abkürzung für Jauche, Gülle, Silagesickersaft
Die vollständige Begriffsbestimmung ist in § 2 Abs. 13 AwSV zu finden.

Bauaufsichtlicher Verwendbarkeitsnachweis

Diese Anforderung in Nr. 2.1 Anlage 7 AwSV fasst bauaufsichtliche Eignungsnachweise zusammen, die sich insbesondere aus Art. 15 und 16 Bayerische Bauordnung (BayBO) ergeben und bei deren Erteilung die wasserrechtlichen Anforderungen berücksichtigt werden. Als solche Eignungsnachweise sind möglich

- ▶ die Übereinstimmung mit einer technischen Regel in Nr. C 2.15 der Bayerischen Technischen Baubestimmungen (BayTB), für bestimmte Rohrleitungen für JGS auch in Nr. C 2.12,
- ▶ die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) für Bauprodukte oder
- ▶ die allgemeine Bauartgenehmigung (aBG) des DIBt für Bauarten.

Beschichtungen für Fahrsilos erhalten z. B. eine kombinierte abZ/aBG, die zum einen die Komponenten der Beschichtung (Bauprodukte), zum anderen deren Verarbeitung (Bauart) regelt.

CE-gekennzeichnete Bauprodukte dürfen nur verwendet werden, wenn die zugrundeliegende harmonisierte Norm ausdrücklich für den Verwendungszweck gilt und die erklärten Leistungen des Bauproduktes den bau- und wasserrechtlichen Anforderungen genügen.

In jedem Einzelfall ist zu prüfen, ob der vorgesehene Anwendungsfall vom bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis abgedeckt ist; ob z.B. das beschichtete Fugenblech für Fahrsilos geeignet ist oder ob die Beschichtung oder der Fugendichtstoff im befahrbaren Bereich eingesetzt werden darf.

Anzeige nach Nr. 6.1 Anlage 7 AwSV

Die Errichtung, Stilllegung oder wesentliche Änderung

- ▶ einer Anlage zum Lagern von Silage (z. B. Fahrsilo) mit einem Volumen von mehr als 1.000 m³ oder
- ▶ eine Anlage zum Lagern von Silagesickersaft mit einem Volumen von mehr als 25 m³

ist mindestens sechs Wochen im Voraus bei der KVB schriftlich anzuzeigen. Die meisten KVB stellen hierfür Formblätter zur Verfügung. Der Anzeige sind Unterlagen beizufügen, die die Einhaltung der Anforderungen der AwSV und der TRwS 792 belegen. Siehe ALB-Infobrief „Anforderungen der AwSV DWA-A 792 TRwS bei JGS-Anlage“ www.alb-bayern.de/baf4.

Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV

Soll von Anforderungen der AwSV abgewichen werden, ist im Voraus bei der KVB ein Antrag auf Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV zu stellen. Dies gilt auch für Anlagen, die nach AwSV nicht anzeigespflichtig sind. Im Antrag ist die Abweichung zu begründen und eine gleichwertige Sicherheit wie bei Einhaltung der AwSV-Anforderung nachzuweisen. Im Regelfall ist dafür das Gutachten eines AwSV-Sachverständigen erforderlich. Auf die Erteilung der Ausnahme besteht kein Rechtsanspruch. Daher empfiehlt es sich, vorab mit der KVB die Möglichkeiten und die dafür erforderlichen Nachweise zu erörtern.

Eine Liste mit Sachverständigen für JGS-Anlagen findet sich auf der Website der ALB Bayern www.alb-bayern.de/De/Bauen/AwSV/ueberpruefung-dichtheit-funktionsfaehigkeit_SachverstaendigeAnlagenJGS.html

Die folgenden Texte zu den Bauweisen in Beton bzw. Asphalt, zu Fugenabdichten, Beschichtungen und zur Entwässerung haben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Sie sollen bestehende Abstimmungsprobleme zwischen „Theorie und Praxis“ darlegen und sinnvolle, praxisingerechte Ausführungsmöglichkeiten erläutern. Soweit Bauweisen ohne bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweis vorgestellt werden, wird auch auf die erforderliche Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV hingewiesen.

Unabhängig von der Fachbetriebspflicht nach AwSV dürfen bestimmte Bauweisen und Bauteile nur von den in der abZ/aBG genannten qualifizierten Personen errichtet und eingebaut werden.

3. Betonbauweise

Die Betonbauweise hat sich seit über 50 Jahren im Fahrsilobau bewährt. Der Stahlbeton kann besser als kein anderer Baustoff Zug- und Druckkräfte aufnehmen. Gelingt es, die Rissbreiten auf unter 0,2 mm zu begrenzen, gilt er als flüssigkeitsundurchlässig im Sinne des Gewässerschutzes.

Wegen der starken chemischen Beanspruchung durch Silage und insbesondere durch den Silagesickersaft kommt dem Schutz des Betons eine große Bedeutung zu. Bei chemisch stark angreifenden Umgebungen ist der Beton durch eine zugelassene Beschichtung zu schützen.

In der DIN 11622 Teil 5 - Fahrsilos - wird der Bau von Fahrsilos aus Beton und Stahlbeton bauordnungsrechtlich seit September 2015 geregelt. Diese DIN regelt die Verwendung von Ortbeton bzw. Ortbeton mit kraftschlüssig miteinander verbundenen Betonfertigteilen und ist in den Nrn. C 2.15.29 bzw. C 2.15.30 BayTB aufgeführt. Der bauaufsichtliche Verwendbarkeitsnachweis

liegt damit vor. Die DIN 11622-5 gilt allerdings nicht für Bauweisen, bei denen schräggehende Fertigteilwandelemente an einem Erdwall abgestützt werden. Diese sogenannten „Traunsteiner Silos“ müssen für das Bausystem als Ganzes eine abZ/aBG vorweisen können. Bis Mitte 2021 hat das DIBt hierfür zwei abZ/aBG erteilt:

www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/betondichtkonstruktionen-in-jgs-und-biogas-anlagen.

Das InformationsZentrum Beton GmbH (www.beton.org) veröffentlicht regelmäßig Planungshilfen, in denen Aussagen zum Bauen mit Beton gemacht werden.

3.1 Schutz der Betonoberflächen

Ein wesentlicher Bestandteil der DIN 11622-5 sowie der TRwS 792 ist die Vorgabe, dass Betonoberflächen in chemisch stark angreifender Umgebung mit einer Beschichtung zu schützen sind (siehe Kapitel 3.3 Beschichtung).

Fahrsilos der Beanspruchungsstufe A sind jedoch mit Bodenbeschichtungen, die eine abZ/aBG vorweisen, kaum wirtschaftlich zu errichten und praxisgerecht zu nutzen. Da Beschichtungen i.d.R. mechanisch weniger widerstandsfähig sind als der Beton selbst, lassen die DIN 11622-5 und die TRwS 792 für Fahrsilos der Beanspruchungsstufe A den Verzicht auf eine Beschichtung zu, wenn anstelle der Expositionsklasse XF3 die Expositionsklasse XF4 vorliegt. Die Erfahrungen der letzten Jahre haben jedoch gezeigt, dass der Einbau von Betonen der Expositionsklasse XF4, die einen Luftporenbeton erzwingt, im landwirtschaftlichen Bereich außerordentlich schwierig und fehlerbehaftet ist.

Alternativen zu einer zugelassenen Bodenbeschichtung bei der Verwendung von Beton C 35/45 XF3 sind in der DIN 11622-5 und in der TRwS 792 nicht vorgesehen.

Andere Lösungen zum Schutz der Betonoberflächen weichen von den allgemein anerkannten Regeln der Technik ab, ihre Gleichwertigkeit (Eignung) ist daher grundsätzlich gesondert nachzuweisen.

Inzwischen wurde schon mehrfach bei Beton C 35/45 XF3 anstelle der geforderten Bewehrungsüberdeckung von 40 mm ($C_{nom} = 40$ mm) eine Bewehrungsüberdeckung von 55 mm ($C_{nom} = 40 + 15$ mm „Opferbeton“) ausgeführt.

Als Verschleißanzeige werden an mehreren definierten und dokumentierten Stellen farbige (wegen des Farbkontrastes und damit der bes-

seren Erkennbarkeit nicht grau – empfohlene Einzellänge ca. 25 cm) Kunststoffmesspunkte ≥ 40 mm auf der oberen Bewehrung fixiert. Sobald die zusätzliche Überdeckung (der „Opferbeton“) abgetragen, d.h. der Bodenbeton um 15 mm verschlissen ist, wird das Kunststoffprofil sichtbar. Andere oder ähnliche hilfreiche Verschleißanzeiger sind nach Abstimmung auch denkbar.

Verpflichtet sich der Betreiber unter diesen Voraussetzungen, nach Abtrag der Opferbetonschicht und Sichtbarwerden der Verschleißanzeiger zu einer fachgerechten Betonbodensanierung, scheint diese Lösung ein adäquater, die wasserrechtlichen Anforderungen erfüllender und praxisgerechter Ersatz der ansonsten erforderlichen mit abZ/aBG zugelassenen Bodenbeschichtungen zu sein.

Um die Nutzungsdauer des Fahrsilobodens bis zu einer erforderlichen Bodensanierung zu verlängern, wird die Anwendung der bisher bekannten herkömmlichen Schutzanstriche empfohlen. Bei der Sanierung ist aus betontechnologischen Gründen eine mindestens 50 mm dicke Opferbetonschicht aufzubringen.

Die beschriebene Art der Ausführung mit „Opferbeton“ ist sowohl für die Errichtung als auch für die Sanierung generell bei allen Größen von Fahrsilos als Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV im Einzelfall bei der KVB zu beantragen und von dieser zuzulassen.



Bild 1: Eingebautes Kunststoffvollprofil (Quelle: Firma Hacker)

3.2 Planung von Fugen in der Ortbetonbauweise

Mit der Planung von Fugen soll dem Planer und Bauherren die Möglichkeit gegeben werden, Fahrsilos in der bewährten segmentierten Bauweise zu errichten. Das Bauen mit Fugen ist im Betonbau in der Regel eine Grundvoraussetzung für ein gebrauchstaugliches Bauwerk. Im landwirtschaftlichen Bauen werden Fugen eher, aus welchen Gründen auch immer, "ignoriert". Außerdem wird das Bauwerk alleine durch die Planung der Fugen nicht gebrauchstauglich, die Planung muss auch fachgerecht umgesetzt werden.

Das Anlegen von definierten Fugen und die Ausführung in segmentierter Bauweise erlauben dem Planer und dem Bauherrn eine einfachere und kostengünstigere Ausführung der Betonbauteile. Ohne Begrenzung der Feldgrößen durch Fugen führt der dadurch erforderliche erhöhte Bewehrungsaufwand zu unverhältnismäßigen Kostensteigerungen.

Fugen in einer Bodenplatte sind i.d.R. Sollrissfugen. Der Begriff Sollrissfuge beschreibt selbst die Wirkungsweise. Werden in großen Bauteilen

oder Bauteilen mit ungünstiger Geometrie Risse erwartet, können diese Risse durch gezielte Bauteilschwächung an vorher festgelegten Stellen erzeugt bzw. auch gebündelt werden. Normalkräfte werden an diesen Fugen nur teilweise übertragen, was zu der gewünschten Rissbildung führt. Typische Sollrissfugen werden z. B. bei langen Wänden oder geometrisch ungünstig dimensionierten Bauteilen angeordnet, um die auftretenden Risse an einer bestimmten Stelle

zu erhalten und diese dort den Erfordernissen entsprechend abdichten zu können. Definierte Sollrissstellen sind auch optisch ansprechender als unkontrolliert verlaufende Zwangsrisse. Grundvoraussetzung für ein dichtes Bauwerk ist die fachgerechte Planung und Abdichtung dieser Fugen.

Technische Details hierzu finden Sie im Kapitel 6 Fugenabdichtung.



Bild 2: Anordnung der Bodenfugen möglichst außerhalb der Wasserführung (Quelle: K. Hoffmann)

3.3 Beschichtung

Die Beschichtung dient im Wesentlichen dem Schutz der Betonoberflächen vor dem chemischen Angriff. Beschichtungen sind möglich für Wandbauteile und Fahrsiloböden. Bei Sickersaftauffangbehältern und Güllegruben ist eine Beschichtung notwendig, wenn der Anteil

des Sickersaftes im Lagermedium 10 % überschreitet. Beschichtungen benötigen einen beschichtungsfähigen Untergrund. Anforderungen regeln die abZ/aBG der Beschichtungen. Korrekt aufgetragene Beschichtungen sind chemisch beständig und dicht.

Die maximalen Rissbreiten im Beton (i.d.R. 0,2 mm zulässig) müssen von den Beschichtungen überbrückt werden.

Es stehen inzwischen mehrere Beschichtungssysteme mit einer abZ/aBG zur Verfügung, dabei wird in "begehbare" Beschichtungen für Fahrsilowände und Sickersaftauffangbehälter

4. Asphaltbauweise

Die Anwendung der Asphaltbauweise beschränkt sich auf den Einsatz im Bereich des Fahrsilobodens. Da Asphalt bei richtiger Konzeption sowie durch den fachgerechten Einbau ein hohes Maß an Säurebeständigkeit aufweist, ist bei dieser Bauweise kein zusätzlicher Schutz durch Beschichtungen erforderlich. Bei einem Hohlraumgehalt unter 3,0 Vol.-% gilt Asphalt zudem als flüssigkeitsundurchlässig.

Zu beachten ist, dass die Festigkeit von Asphalt temperaturabhängig ist. Die geringste Festigkeit weist Asphalt bei hohen Temperaturen in der heißen Jahreszeit auf. Insbesondere im Sommer ist daher der vergleichsweise einfache mechanische Abrieb der Oberfläche zu berücksichtigen. Sanierungen sind im Gegensatz zu anderen Abdichtungsbaustoffen leicht durchzuführen.

Da der Fahrsilobau in Asphaltbauweise nicht wie die Betonbauweise mit einer eingeführten technischen Regel beschrieben ist, greifen hier in erster Linie die Vorgaben der abZ/aBG, TRwS 792, sowie der TL Asphalt-StB und der ZTV Asphalt-StB. Bei abweichenden Angaben zwischen TRwS und abZ/aBG gelten die Angaben der abZ/aBG. Ergänzende Hinweise kann man auch in der Veröffentlichung des Deutschen Asphaltverbandes erfahren (www.asphalt.de – Sonderdruck 2019).

Grundsätzlich wird die Asphaltbauweise unterschieden in Walzasphalt und Gussasphalt. Beim Walzasphalt wird die Verdichtung des Asphalts und damit die gewünschte Dichtheit des Bauteils durch Walzen erzeugt, Gussasphalt hingegen ist selbstverdichtend und wird in der Regel manuell eingebaut. Wegen höherer Baukosten

und "befahrbar" Beschichtungen für die Böden der Fahrsilos und ihrer Vorplätze unterschieden.

Die Materialien der Beschichtungssysteme und deren Verträglichkeit mit den jeweils verwendeten Fugendichtstoffen ist zu prüfen. Die Verarbeitungsfolge ggf. auch die Beschichtungsfähigkeit der Fugenabdichtung ist zu beachten.

kommt Gussasphalt meist nur in untergeordneten Teilflächen eines Fahrsilos zur Anwendung. Aufgrund der geringen Inanspruchnahme im Fahrsilobau und aufgrund der hohen Zulassungskosten gibt es bislang keine Gussasphalte mit abZ/aBG für die Verwendung in JGS-Anlagen. Der Einsatz von Gussasphalt bedarf daher bis auf Weiteres eines Antrags auf Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV bei der KVB.



Bild 3: Gußasphaltstreifen entlang der aufgehenden Wand (Quelle: K. Hoffmann)

Gussasphalt weist keine Hohlräume auf und ist daher immer flüssigkeitsundurchlässig. Bei Verwendung säurefester Gesteinskörnung und säurefestem Füller gilt deren Säurefestigkeit auch für den Gussasphalt selbst.

Für Walzasphalt haben inzwischen einige Hersteller eine abZ/aBG erhalten. In ganz Bayern kann daher Walzasphalt als Dichtschicht mit bauaufsichtlichem Verwendbarkeitsnachweis eingebaut werden.

Stand November 2021 sind die folgenden abZ/aBG verfügbar:

- ▶ Z-75.22-20: SILO-phalt von der Fa. amo-Asphalt GmbH & Co. KG, produziert in den Asphaltmischwerken Hof (in Köditz) und Haßfurt
- ▶ Z-75.22-16: DEUSEAL von der Basalt-Actien-Gesellschaft, produziert von der Bayerische Asphaltmischwerke (bam) GmbH & Co. KG an vielen bayerischen Standorten (Infos unter bam-Produktübersicht und bam-Deuseal-Siloasphalt-Broschüre).
- ▶ Z-75.22-28: Markgraf SILO – Walzasphalt von der Fa. W. Markgraf GmbH & Co. KG, produziert im Asphaltmischwerk Kulmain (Landkreis Tirschenreuth)

In Abhängigkeit von der Belastungsklasse (nach RStO 12) besteht der Aufbau aus einer mind. 10 cm dicken Asphalttragschicht (keine abZ/aBG erforderlich, jedoch nur mit carbonatarmen Zuschlagsstoffen) und einer $\geq 3,5$ cm dicken Walzasphaltdeckschicht (gemäß abZ/aBG). Um die Dichtigkeit der Walzasphaltdeckschicht zu gewährleisten, muss diese im eingebauten Zustand flächendeckend einen Hohlraumgehalt unter 3,0 Vol.-% aufweisen.

Ein Einbau der Walzasphaltdichtschicht in mehreren Bahnen „heiß an heiß“, ist gemäß abZ/aBG nicht vorgesehen, wird jedoch als Stand der Technik angesehen und daher auch praktiziert. Anschlüsse zu anderen Bauteilen und Nähte „heiß an kalt“ sind als Fugen auszubilden.

Sofern durch den ausführenden Fachbetrieb der Einbau „heiß an heiß“ erfolgt, ist die Verdichtungsleistung im Anschlussbereich der Fertigerbahnen zusätzlich mit einem Asphalt-dichte-

messgerät (z.B. Isotopensonde bzw. einem PDM-Gerät) zu kontrollieren und im Messprotokoll zu dokumentieren.

Entlang senkrecht stehender Fahrsilowände ist die notwendige Verdichtung der Walzasphaltdichtschicht schwieriger zu erreichen. Die TRwS 792 (jedoch nicht die abZ/aBG) sieht in diesem Fall die Anordnung eines Gussasphaltstreifens vor. Sofern mit geeigneten Mitteln der Walzasphalt bis an die aufgehenden Wände verdichtet werden kann, ist die Verdichtungsleistung auch hier mittels Asphalt-dichtemessgerät zu messen und zu dokumentieren.

Die bisher vorliegenden abZ/aBG für Walzasphaltdichtschichten fordern die Kontrolle der Dichtigkeit nach dem Einbau mittels Vakuumblocke. Diese Form der Dichtigkeitsprüfung ist jedoch in der Praxis nur schwer anwendbar, da auch ein gut verdichteter Walzasphalt eine raue Oberfläche aufweist. Das luftdichte Aufbringen der Vakuumblocke, in der der geforderte Unterdruck gehalten werden kann, ist kaum möglich. Um bei der Dichtigkeitsprüfung ein optimales Ergebnis zu erhalten, empfiehlt die TRwS 792 eine Eigenüberwachung mit einem Asphalt-dichtemessgerät (z.B. Isotopensonde) während des Verdichtungsvorganges. Dies ist, hinterlegt mit dem dazugehörigen Messprotokoll, ausreichend, um die Dichtigkeit nachzuweisen. Für optimale Messergebnisse sollten aktuelle volumetrische Kennwerte (z. B. aus der werkseigenen Produktionskontrolle des Asphaltmischgutes) als Bezugswerte für die Bestimmung des Hohlraumgehaltes herangezogen werden.

Die beschriebenen Abweichungen von den Vorgaben der abZ/aBG

- ▶ Verzicht auf Fugen bei Ausführung der Nähte „heiß an heiß“ und
- ▶ Dichtigkeitsprüfung der Dichtschicht mittels eines anderen Verfahrens als der Vakuumblocke

bedürfen einer Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV durch die KVB. Diese ist rechtzeitig zu beantragen. Der Baubeginn ist erst nach Erhalt der Ausnahme möglich.

Abweichend von TRwS 792 sind für die unge-

bundenen Schichten des Oberbaus (Frostschuttschicht) auch carbonathaltige Gesteine möglich, da die ordnungsgemäß einge-

baute, flüssigkeitsundurchlässige Dichtschicht ein Eindringen von Silagesickersaft verhindert. Auf Recyclingbaustoffe ist zu verzichten.



Bild 4: Einbau „heiß an heiß“ mit zwei Asphaltfertigern (Quelle: K. Hoffmann)

5. Entwässerung

Gärsaft ist in erheblichem Maße gewässergefährdend. Zur Ableitung von Gärsaft und damit verunreinigtem Niederschlagswasser (Sickersaft) ist daher eine korrekt geplante und ausgeführte Entwässerung der Fahrsiloplanlage für den Schutz von Oberflächengewässern und Grundwasser notwendig.

Zudem dient eine ordnungsgemäße Entwässerung auch dem Schutz des Fahrsilobauwerkes selbst. Der pH-Wert von Gärsaft liegt überwiegend zwischen 4 und 5 und schädigt somit besonders in den Laufflächen des Gärsaftes den Fahrsiloboden. Um die Einwirkzeit des Gärsaftes auf das Fahrsilo möglichst zu reduzieren, sollte die Bodenfläche zu den Entwässerungseinläufen mindestens ein Gefälle von 2 % aufweisen. Bei geschickter Gefälleausbildung und gleichmäßi-

ger Verteilung mehrerer Schmutzwassereinläufe innerhalb einer Kammer werden die Wege des Gärsaftes zum Einlauf hin verkürzt und das Schadensrisiko wird reduziert.

Damit auch bei stärkerem Regen der Silagesickersaft (Gärsaft gemeinsam mit dem belasteten Niederschlagswasser) dem Auffangbehälter zugeführt werden kann, sind die Rohrleitungsquerschnitte bezogen auf die jeweiligen Niederschlagsereignisse von einem Fachplaner bzw. dem Fachbetrieb entsprechend TRwS 792 zu dimensionieren. Zu beachten ist, dass sich mit dem Hinzukommen jeder weiteren Fahrsilokammer der notwendige Querschnitt des Hauptentwässerungsstranges vergrößern kann. Sind zu einem späteren Zeitpunkt Erweiterungen der

Fahrsilokammern vorgesehen, sollte dies bei der Dimensionierung berücksichtigt werden. Andernfalls sind eigenständige Entwässerungsleitungen zum Auffangbehälter neu zu verlegen. Die Dimensionierung der Entwässerungsleitungen in Abhängigkeit vom Standort, der zu entwässernden Grundfläche sowie des Leitungsgeländes sind in der TRwS 792 im Anhang E detailliert dargestellt. Ebenfalls sind in der TRwS 792 im Anhang D verschiedene Möglichkeiten der Entwässerung mit und ohne Trennschicht anhand von Beispielen abgebildet.

Um den Anfall großer Mengen Silagesickersaft zu vermeiden, empfiehlt es sich, einzelne Kammern incl. deren Vorplätze getrennt zu entwässern. Nach vollständiger Entleerung und gründlicher Nassreinigung kann das Niederschlagswasser mittels Trennschicht abgeleitet werden, ohne die notwendige Lagerkapazität von Jauche, Gülle oder Silagesickersaft zu belasten. Die Einleitung des gering belasteten Niederschlagswassers ins Grundwasser (Versickerung) bedarf in der Regel einer Behandlung (z.B. Flächen- oder Muldenversickerung über mind. 20 cm bewachsene Bodenzone) sowie einer Erlaubnis durch die zuständige KVB. Die Mindestgröße der ausgewiesenen Versickerungsfläche sollte nicht kleiner als 1/15 der angeschlossenen befestigten Fläche sein, soweit im Einzelfall nicht andere Vorgaben gelten. Ob eine Versickerung des gering belasteten Niederschlagswassers möglich ist, ist insbesondere vom Standort der

Fahrsiloplanlage abhängig.

Beispielhafte Berechnungen des Lagervolumens für den Silagesickersaftbehälter findet man ebenfalls in der TRwS 792 im Anhang C. Eine weitere Möglichkeit der Berechnung des notwendigen Lagervolumens bietet eine Excel-Tabelle (Zeile 13, 41, 42 und 44) auf der Homepage der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (www.lfl.bayern.de/lagerkapazitaet).

Für die Entwässerung stehen mittlerweile mehrere Produkte mit den erforderlichen Zulassungen (abZ/aBG) des DIBt zur Verfügung. Bei unterirdischen JGS-Rohrleitungssystemen sind dies verklebte bzw. verschweißte Rohre und Formstücke aus Polypropylen (Z-40.23-577, -578, -581) und Polyvinylchlorid (Z-40.23-582). Bei Einläufen und Trennschächten gibt es Produkte mit Zulassung aus Polypropylen und Polyethylen (Z-40.23-576) sowie aus Beton (Z-40.23-586). Für die ebenfalls geeigneten verschweißten Druckrohrleitungen aus Polyethylen (PE-HD) liegen aktuell noch keine Zulassungen für den unterirdischen einwandigen Einbau vor. Sollen diese Rohrleitungen eingesetzt werden, ist vom Anlagenbetreiber in jedem Einzelfall eine Ausnahme nach § 16 Abs. 3 AwSV zu beantragen, z. B. mit einer Bestätigung des Herstellers, dass er einen abZ-Antrag beim DIBt gestellt hat.

Die aktuellen abZ/aBG können auf der Homepage des DIBt heruntergeladen werden.

Tab. 1: Versickerung des Niederschlagswassers eines vollständig entleerten und gründlich nass-gereinigten Fahrsilos über ein Mulde (30 cm Einstau); Fläche Silo: 300 m² und Mindestgröße Mulde 1/15: 20 m²

Benötigte Muldenfläche für Ort mit...	geringem Niederschlag z.B. Raum Würzburg	mäßigem Niederschlag z.B. Raum Neumarkt/Opf.	hohem Niederschlag z.B. Allgäu
schlecht sickerfähigem Boden (lehmig)	37 m ²	41 m ²	66 m ²
gut sickerfähigem Boden (kiesig/sandig)	20 m ²	21 m ²	25 m ²

Bemessungsgleichung (A.7) aus DWA-A138 (Apr. 2005)

$$A_s = \frac{A_u \cdot 10^{-7} \cdot r_{D(n)}}{\frac{z_M}{D \cdot 60 \cdot f_Z} - 10^{-7} \cdot r_{D(n)} + \frac{k_f}{2}}$$

Bemessung erfolgte auf Basis der aktuell gültigen DWA-A138, die Bemessungsgleichungen sind bei Fortschreibung des Regelwerks anzupassen (derzeit läuft das Gelbdruckverfahren).

6. Fugenabdichtung

Im Fahrsilobau betrachtet man zwei unterschiedliche Formen der Fugen bzw. deren Abdichtung. Zum einen entstehen Anschluss- oder Arbeitsfugen durch notwendige Bauabschnitte oder durch das Aufeinandertreffen unterschiedlicher Bauteile bzw. -materialien. Ebenfalls ist eine Fugenabdichtung bei Bewegungs- oder Dehnfugen erforderlich. Um das unkontrollierte Entstehen von Spannungsrissen zu verhindern,

werden Fugenschnitte mittels Trennscheibe hergestellt (siehe Kapitel 3.2 Planung von Fugen in der Ortbetonbauweise), so entsteht durch das Schwinden, unterstützt durch eine Kerbung, an diesen Sollrissfugen eine Sollbruchstelle. Für alle gängigen Bauweisen aus Ortbeton, Betonfertigteilen und Asphalt stehen zugelassene Fugendichtstoffe sowohl für den begehbaren als auch befahrenen Bereich zur Verfügung.

6.1 Abdichtung der Arbeitsfuge im Ortbeton

In der Regel werden der Boden und die Wand in zwei Abschnitten erstellt, hierzu wird ein Fugenblech nach Nr. 6.5 DIN 11622-5 mit der unteren Hälfte in den frischen Beton des Bodens im Bereich der Wandmitte fixiert. Im weiteren Arbeitsschritt wird die obere Hälfte des Fugenbleches in den Beton der Wand eingebunden. Als alternative Fugenabdichtungssysteme dürfen nur Bauprodukte verwendet werden, für die durch einen bauordnungsrechtlichen Verwendbarkeitsnachweis nachgewiesen ist, dass die für

den Verwendungszweck maßgebenden Anforderungen erfüllt sind, insbesondere die Beständigkeit gegenüber Silagesickersäften.

Siehe auch: www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/fugenabdichtungen-in-igs-und-biogasanlagen

6.2 Abdichtung der Sollrissfuge im Ortbeton

Für Sollrissquerschnitte können Fugenbleche aus fettfreien, unbeschichteten Blechen nach DIN 11622-5 (Kap. 6.5) verwendet werden. Alternative Fugenabdichtungssysteme benötigen auch hier einen bauordnungsrechtlichen Verwendbarkeitsnachweis.

Die Fugenabstände sind durch den Fachplaner festzulegen. Sie sind u.a. abhängig vom Beton, der zulässigen Gesamtverformung des Fugendichtstoffes und den zu erwartenden Temperaturunterschieden.

Bei Verwendung von Fugendichtstoffen (siehe Abb. 1) sind bei befahrenen Fugen entsprechende Einschränkungen (abZ) zu beachten.

Wie bereits unter Planung von Fugen erläutert, ist wegen des großen Gefahrenpotenzials undichter Bodenfugen die Abdichtung sorgfältig zu planen und auszuführen.

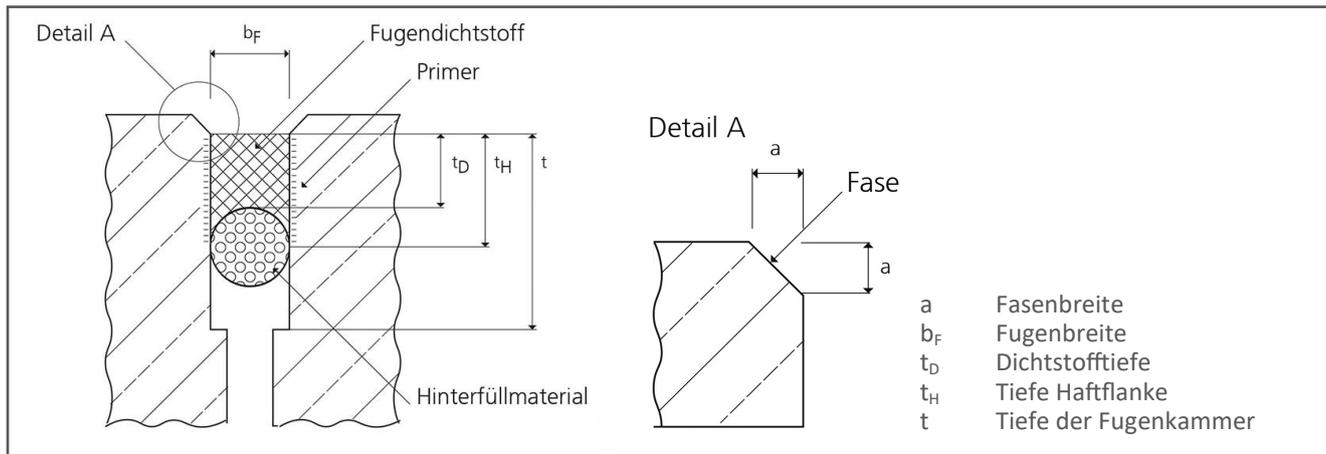


Abb. 1 : Detail Fugenabdichtung mit Fugendichtstoff (Quelle: verändert nach Saba)

6.3 Abdichtung der Anschlussfuge Ortbeton - Betonfertigteil

Ein Fahrsiloboden aus Beton kann nur aus Ortbeton erstellt werden. Die Wände können jedoch auch aus Betonfertigteilen errichtet werden. Da Fertigteile auf Schaltischen liegend hergestellt werden, ist das Einlegen eines Fugenbleches lediglich einseitig möglich. Da jedoch Fahrsilos oft schon von Beginn an aus mehreren Kammern bestehen, ist diese Form der Fugenabdichtung hier nicht praxisgerecht, zumal die Bleche an jedem Fertigteilstoß untereinander verschweißt werden müssten. Die eine Möglichkeit wäre hier das Ausschneiden eines 20 mm

breiten Fugenspaltes im Boden am Übergang zum Wandfertigteil mit einer anschließenden Abdichtung mittels Fugendichtstoffen. Alternativ hierzu ist das Aufkleben eines bitumenhaltigen Fugenbandsystems auf das Wandfertigteil möglich. Die Abdichtung der senkrechten Fertigteilfuge muss mit einem geeigneten (Materialverträglichkeit) und zugelassenen Fugendichtstoff vor dem Einbau des Ortbetons erfolgen. Für beide Ausführungen stehen zugelassene Produkte zur Verfügung.



Bild 5: Anbringen des bituminösen Fugenbandes an das Fertigteil (Quelle: Firma Uhrle)

6.4 Abdichtung der Anschlussfuge Betonfertigteile - Betonfertigteile

Da Fertigteilewände in der Regel mit Bauteillängen zwischen 3 und 5 m eingebaut werden, ist an den Stößen ebenfalls eine Abdichtung vorzusehen. Hier kommen ausschließlich Fugendichtstoffe infrage. Die Wandfuge wird als „begehbar“ eingestuft, hier sind die technischen Vorgaben nicht so einschränkend wie bei „befahrenen“ Fugen, daher stehen hier ausrei-

chend zugelassene Produkte zur Verfügung.

Die Fugenabstände sind durch den Fachplaner festzulegen. Sie sind abhängig vom Beton, der zulässigen Gesamtverformung des Fugendichtstoffes und den zu erwartenden Temperaturunterschieden.

6.5 Abdichtung der Anschlussfuge Walzasphalt - Betonfertigteile bzw. Ort beton

Auch hier gibt es Fugendichtstoffe mit abZ/aBG. Zu beachten ist, dass die Fuge im direkten Bereich Boden - Wand als „begehbar“ eingestuft wird. Fugen, die parallel zur Wand in der Bodenfläche liegen, gelten als „befahrbar“. Hier sind die Einschränkungen in den jeweiligen abZ/aBG

zu beachten. Die Betonflächen im Bereich der Fuge sind wie unter 6.2 beschrieben anzufassen, zum Asphalt ist die Fugenabdichtung bündig auszuführen. Zwischen Walzasphalt und Gussasphalt ist ebenfalls eine Fugenabdichtung vorzusehen.



Bild 6: Ausführung nicht befahrener Boden- und Wandfuge (Materialverträglichkeit bei Fugenstößen beachten)
(Quelle: Firma Denso)

7. Verschiedene Bauweisen

Variante I a)

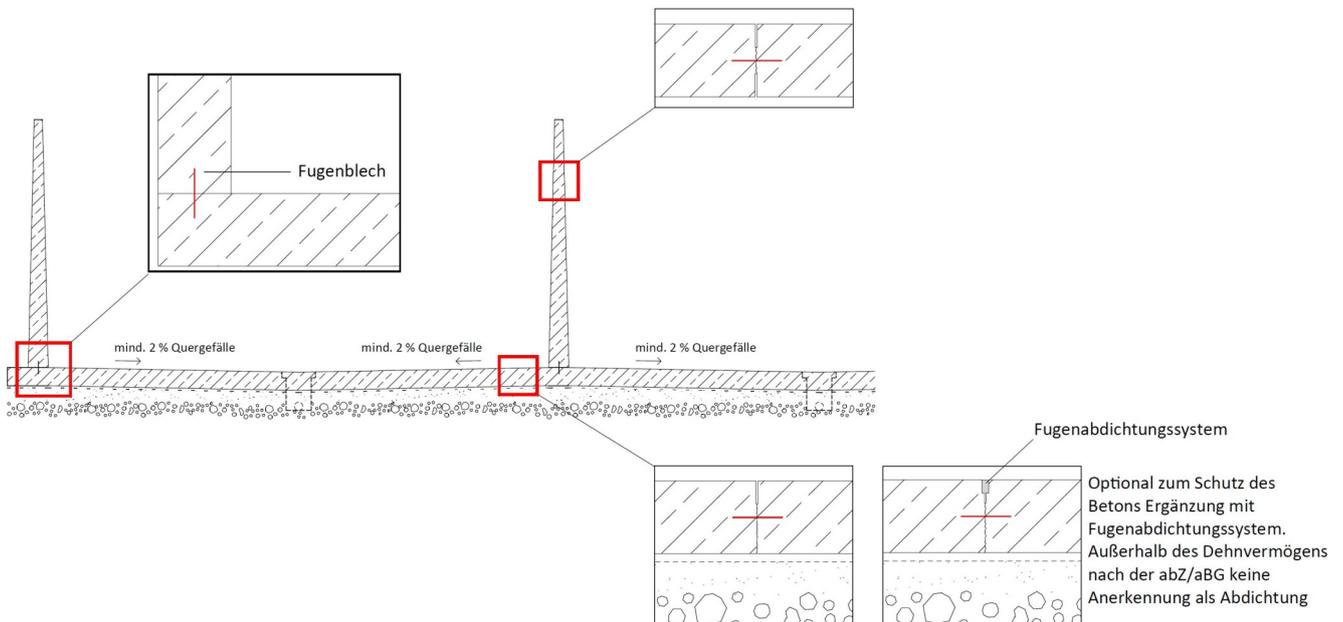


Abb. 2: Ortbeton - Ortbeton (gerade Wand) - Verwendung von Fugenblechen (siehe auch Kapitel 6.1)

Variante I b)

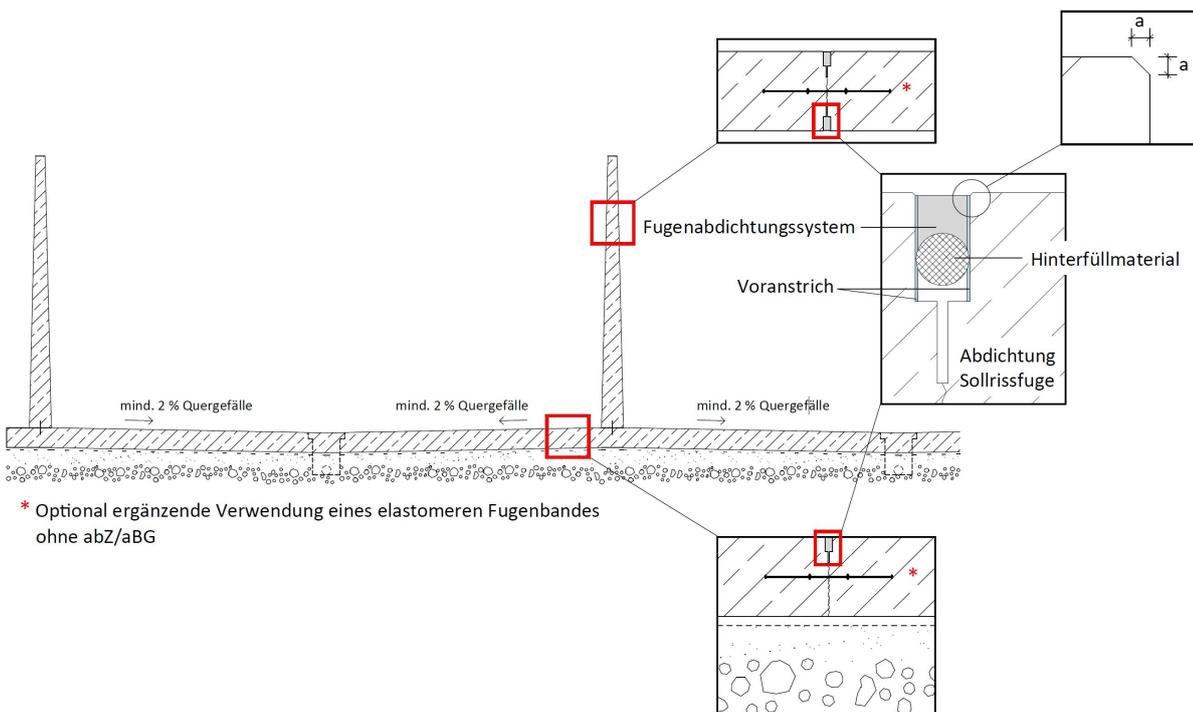


Abb. 3: Ortbeton - Ortbeton (gerade Wand) - Verwendung von Fugendichtstoffen im Rahmen der abZ/aBG (siehe auch Kapitel 6.2)



Bild 7: Ortbeton - Ortbeton (gerade Wand) (Quelle: Klaus Hoffmann)

Variante I c)

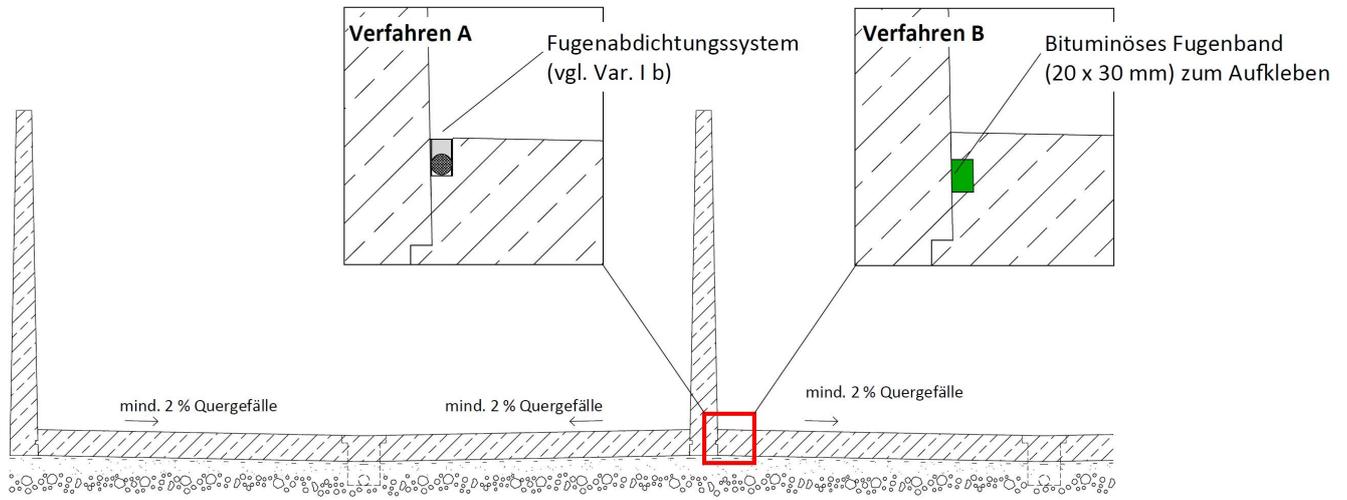


Abb. 4: Ortbeton - Betonfertigteil (gerade Wand)



Bild 8: Ortbeton - Betonfertigteil (gerade Wand) (Quelle: Klaus Hoffmann)

Variante II a)

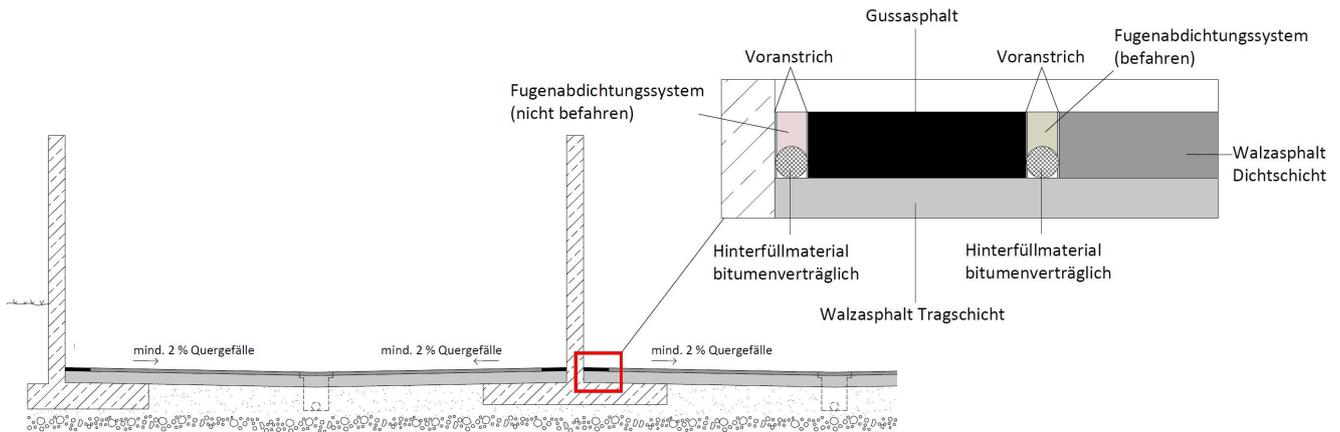


Abb. 5: Asphalt - Ortbeton (gerade Wand)

Variante II b)

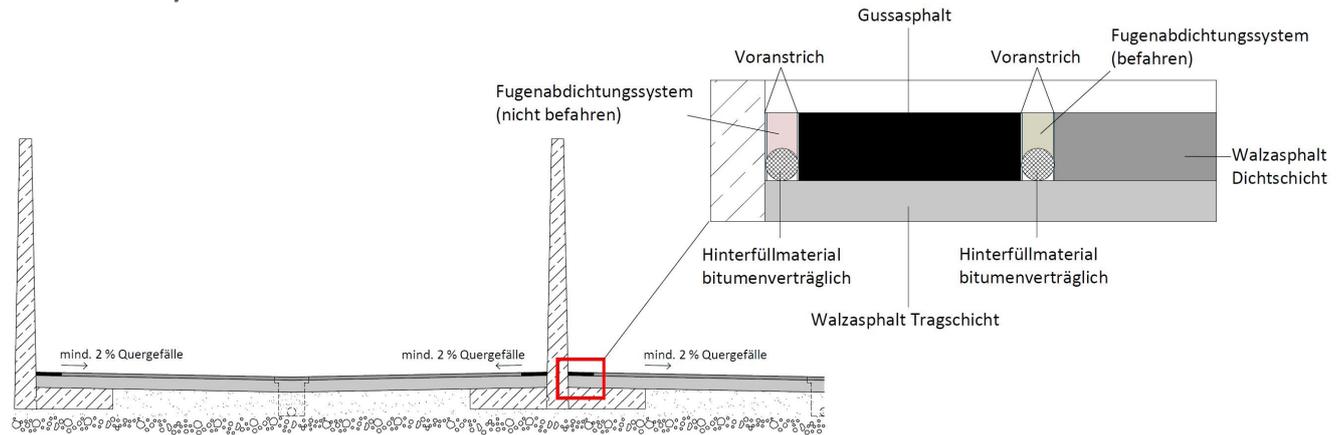


Abb. 6: Asphalt - Betonfertigteile (gerade Wand) mit Ortbetonfuß



Bild 9: Asphalt - Ortbeton (gerade Wand) (Quelle: Klaus Hoffmann)

Variante III a)

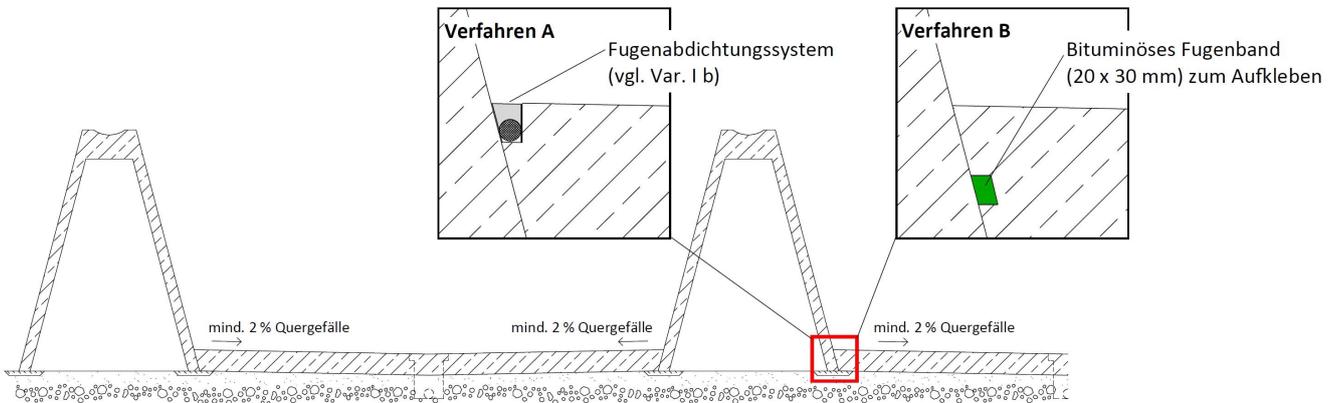


Abb. 7: Ortbeton - Betonfertigteil (schräge Wand)

Variante III b)

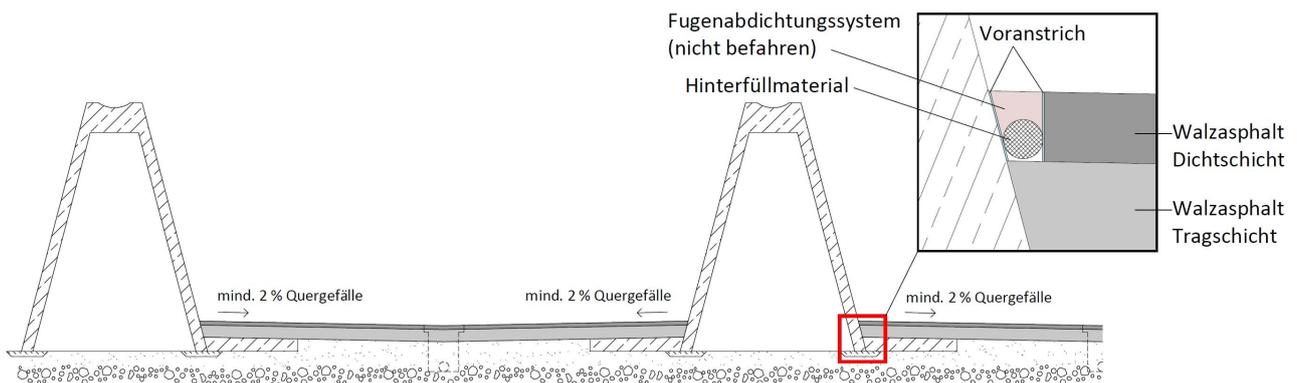


Abb. 8: Asphalt - Betonfertigteil (schräge Wand)



Bild 10: Asphalt - Betonfertigteil (schräge Wand)

Variante IV a)

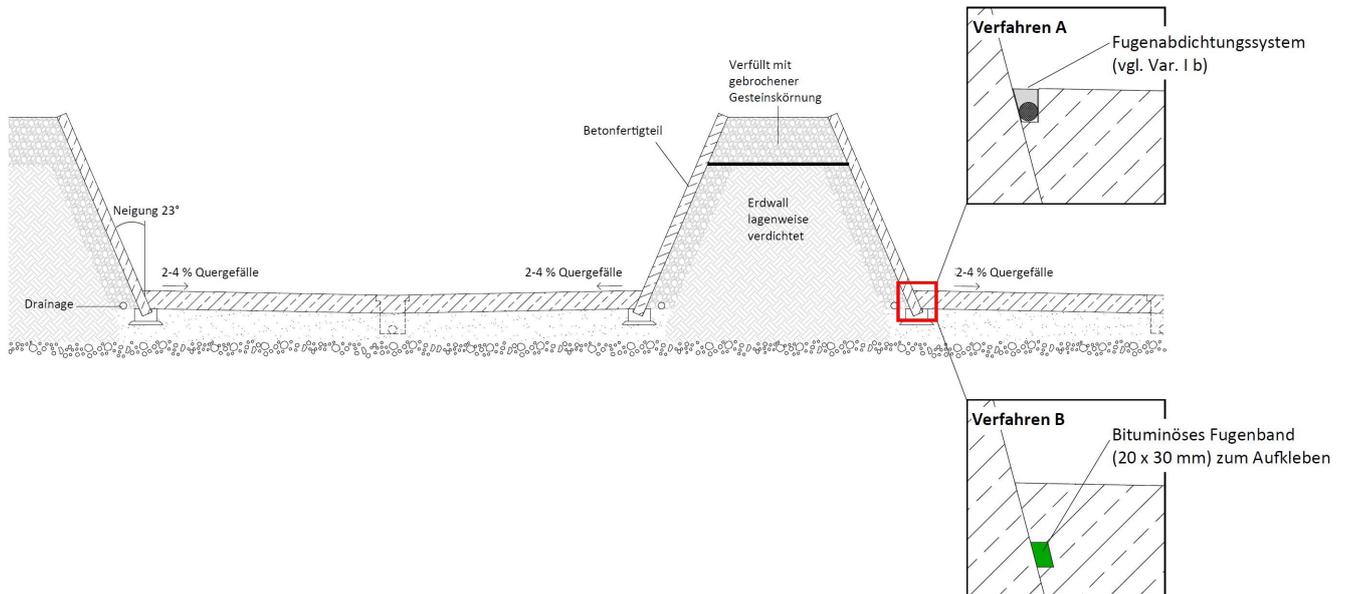


Abb. 9: Ortbeton - Betonfertigteil (Traunsteiner Wand); weitere Details siehe abZ/aBG, Anlage 1 - 6

Variante IV b)

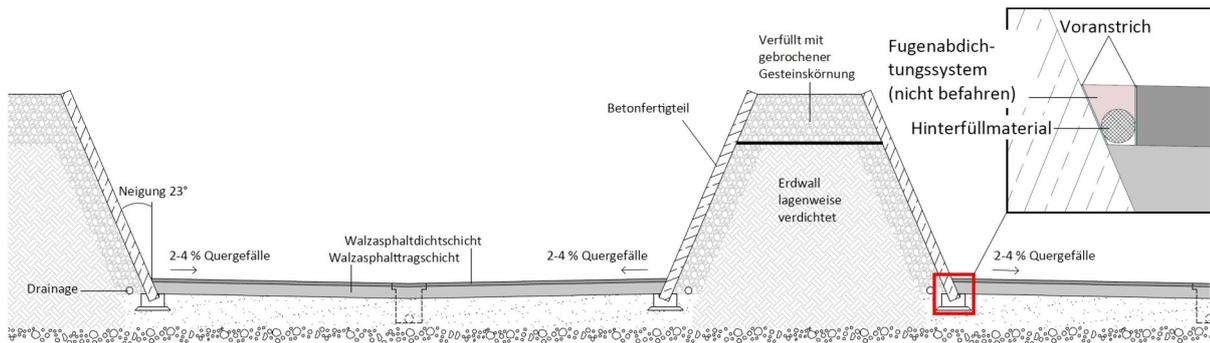


Abb. 10: Asphalt - Betonfertigteil (Traunsteiner Wand); weitere Details siehe abZ/aBG, Anlage 1 - 6



Bild 11: Asphalt - Betonfertigteil (Traunsteiner Wand); weitere Details siehe abZ/aBG, Anlage 1 - 6 (Quelle: Ronald Kriz, Böck Silosysteme GmbH)

Variante V a)

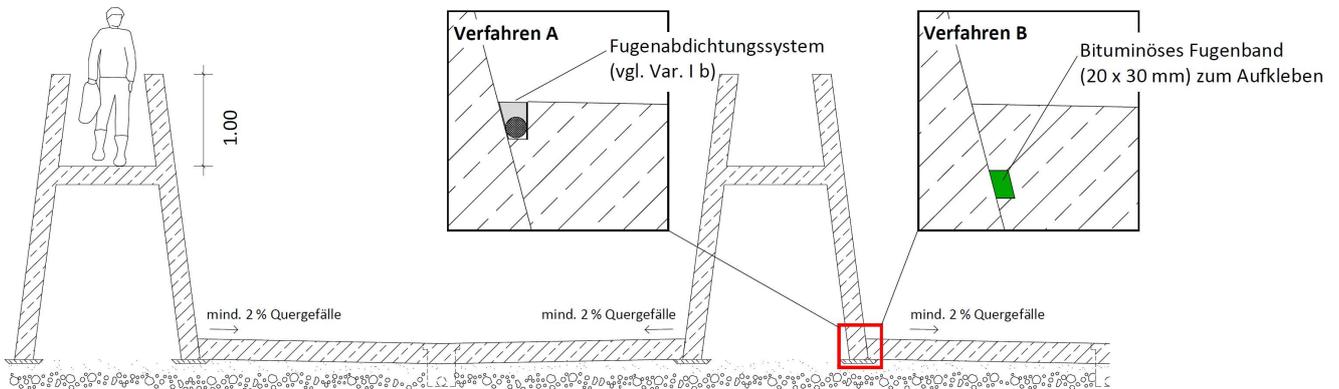


Abb. 11: Ort beton - Betonfertigteil begehbar (schräge Wand)

Variante V b)

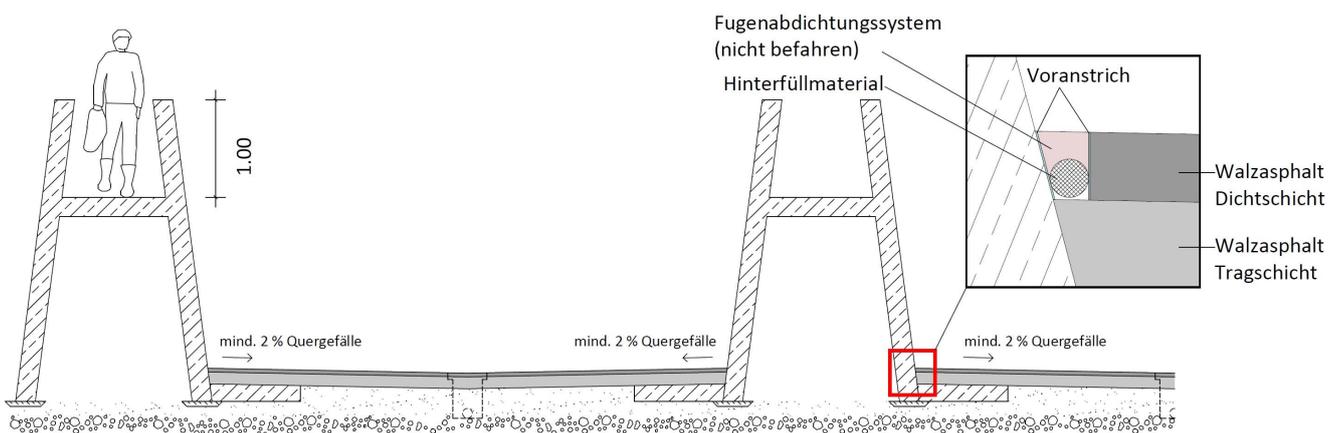


Abb. 12: Asphalt - Betonfertigteil begehbar (schräge Wand)



Bild 12: Asphalt - Betonfertigteil begehbar (schräge Wand) (Quelle: Manuel Geyer, Agrargenossenschaft Neumark)

Schlusswort

Das vorliegende Beratungsblatt unterstützt beim Planen und Bauen von Fahrsilos und bezieht sich hierbei insbesondere auf die seit August 2017 gültige AwSV sowie die entsprechende TRwS 792. In den Jahren 2020 und 2021 wurde es in der Arbeitsgruppe Fahrsilobau des BauForum Bayern der ALB ausgearbeitet.

Wir danken den beteiligten Fachexperten aus den Bereichen Landwirtschaft, Umwelt, Bauwirtschaft, Forschung und Beratung für ihr Mitwirken und Einbringen von spezifischem Fach-

wissen und Erfahrungen.

Unser spezieller Dank gilt Herrn Klaus Hoffmann vom Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Kitzingen-Würzburg für die Leitung der Arbeitsgruppe, Koordination des Abstimmungsprozesses sowie die fachliche Konzeption und federführende Ausarbeitung des Papiers.

Freising, im Dezember 2021
M. Müller, ALB

An der Erstellung neben den Autoren beteiligte Personen:

Gebhards Gerhard, Firma Denso
Guggenmoos Peter, Firma Relius
Guldner Markus, Firma Sabug
Heinle Herbert, Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am LRA Unterallgäu
Kaiser Michael, StMELF
Käpplinger Melissa, Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am LRA Ansbach
Klose Diana, Bay. Industrieverband Baustoffe, Steine, Erden
Kocksch Johannes, SKZ Würzburg
Kuban Andre, Firma Saba
Mengele Wilhelm, TÜV Süd
Menger Markus, SwS
Pfeiffer Thomas, Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am LRA Kitzingen
Piekutowski Claus, Firma BASF
Quirrenbach Christian, Firma NQ-Anlagentechnik
Rätz Martin, StMUV
Ringler Achim, Wasserwirtschaftsamt Ansbach
Rollbühler Alexander, Firma Uhrle
Schaupp Joachim, Firma Schaupp
Schilcher Andreas, StMELF
Schlecht Günther, Firma Polysafe
Schnappauf Johannes, BBV Landsiedlung/Firma Geopohl
Steinert Thomas, Firma Osterrieder
Strickner Gerald, Firma AquaClean
Weber Joachim, AELF Schweinfurt
Wiedemann Sebastian, Fachkundige Stelle Wasserwirtschaft am LRA Landsberg/Lech
Schmidtell Günter, BBV Landsiedlung/Firma Geopohl
Weingart Volker, Firma Uhrle



Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und
Landwirtschaftliches Bauwesen
in Bayern e.V. (ALB)
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising
Telefon: 08161 / 887 - 0078
Telefax: 08161 / 887 - 3957
E-Mail: info@alb-bayern.de
Internet: www.alb-bayern.de