

2 | 2009



## Bauen für die Landwirtschaft

Gülle / Spaltenböden / Beschichtungen / Wegebau

# Bauen für die Landwirtschaft

Heft Nr.2, 47 (2009)  
ISSN 0171-7952

## Autoren:

**Bauassessorin Dipl.-Ing. Alice Becke**  
**Dipl.-Ing. Dieter Schwerm**  
Bundesverband Betonbauteile Deutschland e.V.  
Kochstr. 6-7  
10969 Berlin

**Dipl.-Ing. Otmar Hersel**  
BetonMarketing West  
Gesellschaft für Bauberatung  
und Marktförderung mbH  
Friedrich-Bergius-Str. 7  
65203 Wiesbaden

**Dr.-Ing. Dipl.-Wirtschafts-Ing.**  
**Jan-Gerd Krentler**  
Johann-Heinrich von Thünen-Institut  
Institut für Agrartechnologie  
und Biosystemtechnik  
Bundesallee 50  
38116 Braunschweig

**Dipl.-Ing. (FH) Petra Moser**  
Amt für Ernährung, Landwirtschaft  
und Forsten Augsburg  
Bismarckstr. 62  
86391 Stadtbergen

**DI Florian Petscharnig**  
Technisches Büro für Verfahrenstechnik  
St. Walburgen 34  
9371 Brückl  
Österreich

**Herausgeber:**  
BetonMarketing Deutschland GmbH  
Steinhof 39, 40601 Erkrath  
Tel.: 0211 28048-1, Fax: 0211 28048-320  
Geschäftsführer: Thomas Kaczmarek  
www.beton.org

Redaktion: Dr.-Ing. Thomas Richter (verantwortl.)  
c/o BetonMarketing Ost  
Teiltower Damm 155, 14167 Berlin  
richter@bmo-leipzig.de  
Tel.: 03 41 / 6 01 02 01, Fax: 03 41 / 6 01 02 90

Kirsten Dittmar  
Verlag Bau+Technik GmbH  
Tel.: 02 11 / 9 24 99-53

Gesamtproduktion:  
Verlag Bau+Technik GmbH  
Postfach 12 01 10, 40601 Düsseldorf  
Telefon 02 11 / 9 24 99-0, Fax 02 11 / 9 24 99-55  
Verlagsleitung: Dipl.-Ing. Rainer Büchel

Anzeigen lt. Preisliste Nr. 6 vom 1. Januar 2002  
Bezugspreis: Einzelheft € 8,- inkl. Mwst. zzgl. Porto

Mit Namen des Verfassers gekennzeichnete Beiträge stellen nicht unbedingt die Meinung der Redaktion dar. Alle Rechte, auch die des Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten. Unverlangte Einsendungen ohne Gewähr für die Rücksendung.

Druck: Druckerei Heinz Lautemann GmbH

## Themenheft: Gülle / Spaltenböden / Beschichtungen / Wegebau

S. 3

### Einfluss von Gülle auf die Umwelt und gesetzliche Regelungen zur Güllelagerung

Jan-Gerd Krentler

Weltweit besteht die Sorge, dass bei der Ableitung und Lagerung von Mist, Jauche, Gülle und Silagesickersäften eine Beeinträchtigung von Boden, Grundwasser und Luft auftreten kann. In Deutschland ist deshalb eine ganze Reihe von Gesetzen und Verordnungen in Kraft, die das verhindern soll. Es ist dringend erforderlich, den Einfluss dieser Stoffe auf die Umwelt zu untersuchen. Gülle muss zum bestmöglichen Zeitpunkt auf das Feld gebracht werden, also, wenn die Pflanzen die Nährstoffe auch aufnehmen können. Da die meisten Tiere in Gebäuden gehalten werden, ist der Bau von Güllelagern erforderlich.

S. 6

### Abdeckungssysteme für Güllegruben

Petra Moser

Abdeckungssysteme für Güllegruben, die einer Stallanlage dienen, waren jahrelang im Rahmen von Baugenehmigungen nur in Einzelfällen gefordert. In Nachbarländern wie den Niederlanden oder der Schweiz ist die Notwendigkeit von Güllegrubenabdeckungen bereits seit Jahren gesetzlich verankert. Mittlerweile werden auch in Deutschland Abdeckungen – vor allem bei Güllegruben mit Gülle aus Betrieben mit Schweinehaltung – gefordert.

S. 10

### Neuausgabe der DIN EN 12737 Spaltenböden für die Tierhaltung – Was bringt sie?

Alice Becke, Dieter Schwerm

Die europäische Norm DIN EN 12737 legt die Anforderungen an vorgefertigte Betonelemente aus Stahlbeton und Spannbeton als Spaltenböden für die Tierhaltung fest. Die überarbeitete Norm regelt auch die Einführung der CE-Kennzeichnung und beschreibt das Verfahren zur Konformitätsbescheinigung (Nachweis der Übereinstimmung mit den Normanforderungen). Die Koexistenzphase mit der bisherigen deutschen Norm DIN 18908 endet am 1.1.2010.

S. 14

### Beschichtungen für Beton in der Landwirtschaft

Florian Petscharnig

Beton muss bei einigen Anwendungen im Bereich der Landwirtschaft durch geeignete zusätzliche Maßnahmen geschützt werden: einerseits, um dadurch die erwartete Lebensdauer zu gewährleisten, andererseits aber auch, um die Funktion der Bauteile sicherzustellen. Beschichtungen können und müssen diese Aufgaben des Oberflächenschutzes von Beton erfüllen.

S. 19

### Das neue Merkblatt Erhaltung Ländlicher Wege – Wegeerhaltung mit hydraulischen Bindemitteln

Otmar Hersel

Für den Entwurf und den Bau ländlicher Wege bestehen eigene, vom Straßenbau abweichende Regelwerke. Das „Merkblatt für die Erhaltung Ländlicher Wege“ (M ELW) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV von 1993 liegt nun in einer neuen Ausgabe 2009 vor. Der Beitrag beschreibt Ziel und Aufbau des Merkblatts, stellt die wesentlichen Abschnitte vor und beschäftigt sich dann im Wesentlichen mit der Erhaltung hydraulisch gebundener Wegebefestigungen (Betondecken, HGD und HGTD) sowie der Wegebefestigungen aus Betonsteinpflaster oder Betonplatten. Er gibt aber auch Hinweise für den Einsatz hydraulischer Bindemittel bei der Erneuerung von Asphaltwegen.

### Titelbild:

Stahlbeton-Güllebehälter im Bau, siehe Beitrag auf Seite 3  
(Foto: Höher/Paschal)

# Einfluss von Gülle auf die Umwelt und gesetzliche Regelungen zur Güllelagerung

Von Jan-Gerd Krentler, Braunschweig

*Unverändert besteht weltweit die Sorge, dass bei der Ableitung und Lagerung von Mist, Jauche, Gülle und Sickersaft eine Beeinträchtigung von Boden, Grundwasser und Luft auftreten kann. In Deutschland ist deshalb eine ganze Reihe von Gesetzen und Verordnungen in Kraft, die das verhindern sollen. Dazu muss zunächst der Einfluss dieser Stoffe auf die Umwelt untersucht werden.*

*Gülle ist ein natürlicher Dünger, der verschiedene Nährstoffe enthält. Aus physikalischer Sicht werden alle Betrachtungen ihrer Eigenschaften dadurch erschwert, dass es nach Prof. R. Krause (Universität Kassel-Witzenhausen) „keine zwei gleichen Gülleproben gibt“. Selbst wenn ein Güllevorrat über mehrere Stunden mit dem Rührmixer homogenisiert wird, bleibt das Material nicht homogen, sondern beginnt sofort wieder in die drei Bestandteile Sinkschicht, flüssige Phase und Schwimmschicht zu zerfallen. Gülle ist zwar ein sehr guter Dünger, lässt sich aber nicht im Boden lagern. Deshalb muss Gülle zum bestmöglichen Zeitpunkt auf das Feld gebracht werden, also, wenn die Pflanzen die Nährstoffe auch aufnehmen können. Da in Europa die meisten Tiere in Gebäuden gehalten werden, ist der Bau von Güllelagern erforderlich.*

## Eigenschaften von Gülle

Die Art einer Düngung hängt in erster Linie vom Stickstoffgehalt des Düngers und dem Verbrauch durch die verschiedenen Pflanzenkulturen ab. Dabei müssen Stickstoffverluste minimiert werden. Wenn auf dem landwirtschaftlichen Betrieb wirtschaftseigener Dünger eingesetzt werden kann, hat das natürlich den willkommenen Nebeneffekt, dass mineralischer Dünger eingespart wird, der sonst gekauft werden muss. Es gibt auf der anderen Seite aber auch Eigenschaften, die den Gebrauch von natürlichem Dünger erschweren. In der eidgenössischen Forschungsanstalt für Landwirtschaft (heute: Forschungsanstalt Agroscope ART) in Tänikon/Schweiz beschäftigte man sich ausführlich mit diesen Problemen. Eine knappe Zusammenfassung der Eigenschaften und damit verbundenen Probleme gab Walter [1], Tafel 1.

Weiterhin sind die Eigenschaften von Gülle abhängig von der jeweiligen Tierart und dem Gülle- bzw. Mistsystem, wobei es sich jeweils um eine Mischung aus tierischen Exkrementen, Reinigungswasser und/oder Einstreu handelt. Auf dem landwirtschaftlichen Betrieb wird angestrebt, Gülle einzusetzen, deren Zusammensetzung möglichst dicht an der Zusammensetzung in der Pflanze liegt. Wenn also z. B. die Kühe mit Mais- und Grassilage gefüttert werden, sollten Mais und Gras mit dieser Gülle gedüngt werden. Romaniuk [2] stellte eine Tabelle über das durchschnittliche Vorkommen der Stoffe in verschiedenen

**Tafel 1: Eigenschaften von Gülle und damit verbundene Probleme**

Eigenschaft	Problem
Inhaltsstoffe sind stark verschieden	Optimierung der Dosierung ist schwierig
Konzentration von Nährstoffen ist gering	Große Mengen von natürlichem Dünger werden gebraucht
Stickstoff ist in verschiedenen Formen verfügbar	Ergebnis der Düngung ist unsicher (spezielle Beratung wird benötigt)
Mineralischer Stickstoff	Große Gefahr von Verlusten
Stickstoff in Trockenmasse	Ergebnis auf die Pflanzen ist unsicher in Bezug auf Zeit und Menge, es besteht die Gefahr von Umweltschäden

Güllearten auf, Tafel 2. Neuere, sehr ähnliche Daten veröffentlichte auch der Landwirtschaftliche Informationsdienst Zuckerrübe unter [www.liz-online.de](http://www.liz-online.de).

Der Einsatz von Gülle als Dünger ist sehr unterschiedlich. In der Schweiz werden kaum noch Gülle und Festmist zur Düngung von Kartoffeln eingesetzt [3]. Ganz anders ist es jedoch beim biologischen Anbau, für den dringend Gülle benötigt wird. Blendl [4] schlägt vor, Gülle als Dünger grundsätzlich mit Wasser zu verdünnen, damit die Pflanzen nicht durch Verbrennen beschädigt werden. Das erfordert aber größere Lager bzw. Tankwagen – je nachdem, wann das Wasser zugemischt wird.

## Sickersaft

Das bayerische Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten stellte bereits 1988 unter Mitarbeit verschiedener Institute ein Merkblatt für die sachgemäße Behandlung von Sickersäften aus der Gärfutterbereitung unter Berücksichtigung des Gewässerschutzes vor. Dieses umfangreiche Merkblatt wurde mehrfach aktualisiert, zurzeit gilt die Fassung vom Dezember 2004 mit folgender Definition: „Gärfutter (Silage) ist ein unter Luftabschluss durch Milchsäuregärung aus Futterpflanzen haltbar gemachtes Viehfutter (...), wobei hauptsächlich Grünfutter wie Gras, Klee, Klee, Mais, Grüngetreide, Klee, Luzerne, Rübenblatt und Sommerzwischenfrüchte wie Raps (...) und Birtreber verwendet werden“.

Sickersaft entsteht, wenn die Silage zu feucht ist. Er darf nicht in das Grundwasser gelangen, denn er verbraucht Sauerstoff und führt letztlich zu Eutrophierung von Gewässern. Außer dem Sickersaft kann je nach Bauart des Lagers auch noch kontami-

**Tafel 2: Mittleres Vorkommen der Stoffe in verschiedenen Güllearten nach [2] (alle Angaben in kg/100 kg Gülle).**

Gülleart	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Mist	0,5	0,3	0,7
Flüssigmist	0,3 bis 0,6	0,01 bis 0,1	0,4 bis 1,0
Schweinegülle	0,64	0,41	0,29
Rindergülle	0,45	0,18	0,59

**Tafel 3: Gärssaftanfall bei verschiedenen Trockensubstanzgehalten**

Trockenmasse des Siliergutes [%]	durchschnittlicher Gärssaftanfall bezogen auf		
	Siliergut [l/dt]	Silage [l/dt]	Siloraum [m³]
10	45	80	725
15	33	45	360
20	22	28	200
25	11	12	75
>28	0	0	0

niertes Niederschlagswasser auftreten, das ebenfalls gelagert werden muss. Tafel 3 zeigt den durchschnittlichen Gärssaftanfall bezogen auf das Siliergut und die daraus entstehende Silage bei unterschiedlichen Trockenmassen des Siliergutes [5].

### Bauweisen für Auffangbehälter für Sickersaft

In der Regel bestehen Auffangbehälter für Sickersaft aus monolithischem Stahlbeton der Güteklasse C35/45 XC4, XF1, XA3 mit Beschichtung oder Auskleidung des Betons. Zusammengesetzte Behälter aus Betonringen mit Mörtelfuge sind für Silagesickersäfte nicht zulässig. Geeignet sind Schachtfertigteile aus Beton (Schachtunterteil, Schachtringe, Schachthals, Auflagering und Abdeckung) nach DIN EN 1917 und DIN V 4034-1 mit elastomeren Dichtmitteln nach DIN EN 681-1 und DIN 4060. Die geeigneten Schachtfertigteile sind in den genannten Normen als „Schächte Typ 2“ bezeichnet, die erhöhte Anforderungen in Bezug auf die chemische Beständigkeit aufweisen. Ein Schutz des Betons gegen starken chemischen Angriff durch den Silagesickersaft ist erforderlich (Beschichtungen, Auskleidungen).

Zugelassen sind auch Kunststoffbehälter mit Beständigkeitsnachweis. Ein in der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig gebautes Lager aus geschweißten PE-Bahnen hatte sich nicht bewährt, es wurde durch Vandalismus Jugendlicher zerstört.

### Gesetzliche Regelungen zur Güllelagerung

Die wichtigste Rechtsquelle, um Boden und Wasser rein zu halten stellt in Deutschland das Wasserhaushaltsgesetz dar [6]. Verschiedene Paragraphen beschäftigen sich mit der Lagerung von natürlichen Düngern. Nach § 19 g Absatz 2 (Oberflächenwasser) und § 34 Absatz 2 (Grundwasser) muss jede Lagerung so durchgeführt werden, dass keine Verunreinigung auftreten kann. Um diese Paragraphen noch weiter zu stärken, sagt § 22, dass im Falle eines Umweltschadens der Landwirt haftbar ist.

Eine weitere wichtige Rechtsquelle in Deutschland ist das Gesetz über Düngung, das sich insbesondere mit den erforderlichen Kapazitäten von Lagern befasst. Eine wichtige Forderung sagt, „dass der Transport der Gülle auf das Feld entsprechend der guten Praxis“ durchgeführt werden muss. Das Prinzip hierbei ist, die Gülle nur zu den Jahreszeiten auf das Feld zu bringen, wenn deren Aufnahme durch die Pflanzen am größten ist. Außerdem muss die Menge der Nährstoffe so

berechnet sein, dass es keinen Überschuss gibt, der in das Grundwasser gehen könnte [7].

Bestehende Länderregelungen werden zukünftig im Zuge der neuen Umweltgesetzgebung durch bundesweite Regelungen zur Lagerung von Jauche, Gülle, Silagesickersaft und Festmist abgelöst werden.

Die Hauptforderung des LAWA-Kataloges (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser) ist die Dichtheit aller Güllelager, die kontrolliert werden muss. Die Verantwortlichkeiten der Landwirte für umsichtiges Handeln und Prüfen der Einrichtungen wächst. Die wichtigste technische Quelle darüber, wie Güllelager gebaut werden müssen, ist DIN 11622 Gärfuttersilos und Güllebehälter – Bemessung, Ausführung, Beschaffenheit, deren aktuelle Fassung jahrelang diskutiert worden war.

DIN 11622 besteht aus sechs Teilen und einem Beiblatt mit Erläuterungen:

- Teil 1: Allgemeine Anforderungen (Januar 2006)
- Teil 2: Gärfuttersilos und Güllebehälter aus Stahlbeton, Stahlbetonfertigteilen, Betonformsteinen und Betonschalungssteinen (Juni 2004)
- Teil 3: Gärfutterhochsilos und Güllehochbehälter aus Holz (Juli 1994)
- Teil 4: Gärfutterhochsilos und Güllehochbehälter aus Stahl (Juli 1994)
- Teil 21: Betonformsteine (Juni 2004)
- Teil 22: Betonschalungssteine (Juni 2006)
- Beiblatt 1: Erläuterungen, Systemskizzen für Fußpunktausbildung (Januar 2006).

Als neuer Bestandteil der Normforderungen wurde hinzugefügt, dass die Oberkanten der Güllebehälter stark genug ausgeführt sein müssen, um ein Dach oder eine Abdeckung tragen zu können, die den Behälter von der Atmosphäre abschließt. Die statische Berechnung der Behälter muss so ausgeführt werden, als sei er bis oben gefüllt, ohne Berücksichtigung des Bodendrucks gegen die Wände. Auch der Druck von Grundwasser (mit Ausnahme des Auftriebs) darf nicht berücksichtigt werden, falls er besteht.

Ein anderer Punkt der DIN 11622 befasst sich mit der Konstruktion der Bodenplatte. Die geforderte Mindestdicke ist 18 cm, und die Platte muss auf einer Frostschuttschicht stehen, die Beschädigungen des Behälters bei Frost verhindert. Falls der

Boden des Baugrundes sehr fest oder empfindlich gegenüber Frost ist, muss diese Lage mindestens 20 cm dick sein und ebenfalls als Dränagepackung dienen. Weitere Regelungen, die sich mit der Betonqualität befassen, sind die Betonnormreihe DIN EN 206-1 und DIN 1045, Teile 1 bis 4 und das KTBL-Arbeitsblatt Nr. 1077. In einigen Fällen wurde in Deutschland ein zusätzliches Dränagesystem verlangt [8].

### Geschichte eines komplexen Güllesystems

Bereits bei der Gründung der damaligen Forschungsanstalt für Landwirtschaft des neugegründeten Bundeslandes Niedersachsen in Braunschweig am 18. Dezember 1947 wurde mit dem Bau einer Versuchsstation begonnen, die von allen Instituten genutzt werden konnte. Zu deren Entwicklung trug maßgeblich das Institut für landwirtschaftliche Bauforschung bei, das am 1. März 1953 gegründet wurde. Nicht nur Versuchsgebäude und bauliche Anlagen wurden im Praxismaßstab errichtet, man stellte auch Tiere unter Praxisbedingungen auf. Somit bestand von Anfang an das Problem der Lagerung der tierischen Exkremente.

Im Laufe der Zeit wurden immer wieder nicht mehr gebrauchte Bauten abgerissen und durch neue ersetzt. Bei den Entmischungsverfahren nahm der Anteil der Flüssigmistverfahren zu. Diese wurden teils nach und nach mit Rohrleitungen verbunden, die die Nutzung großer Außenbehälter ermöglichen. Das Luftfoto mit Blickrichtung von Ost nach West zeigt den heutigen Zustand, Bild 1. Auch die am rechten Bildrand erkennbare Kombination aus Mistlager und Fahrsilobahnen ist an das System angeschlossen. Mit Ausnahme der heute nur noch selten gebauten Holzbehälter sind hier alle Bauweisen und -materialien vertreten, die als Stand der Technik gelten. Allerdings wurde nach 17 Jahren Nutzungsdauer das kunststoffausgekleidete Erdbecken ausgebaut und durch einen 1500 m<sup>3</sup> Behälter aus Stahlbeton ersetzt. Dem gebräuchlichen Kürzel für Jauche-, Gülle- und Silageanlagen wird heute oft ein F für Festmistlager hinzugefügt.



Luftfoto: Fröhnel

Bild 1: Lage der Jauche-, Gülle- und Silageanlagen (JGS-Anlagen) in der Versuchsstation des vTI in Braunschweig

### Zusammenfassung

Als die Zahl der Menschen und ihrer Nutztiere noch gering und die in den Wasserkreislauf eingebrachten Stoffe biologisch abbaubar waren, stellte die Nitrifizierung kein Problem dar. Das hat sich ganz wesentlich geändert. Als einer der Verursacher von Belastungen des Bodens, des Grundwassers und der Atmosphäre wurde die landwirtschaftliche Tierhaltung ausgemacht. Langjährige Forschungen auf diesem Gebiet haben aufgezeigt, wie mit dem Stoff Gülle umgegangen werden muss. Die daraus an das landwirtschaftliche Bauen abgeleiteten Forderungen sind umfangreich und erscheinen lückenlos. Die Arbeitsgruppe der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA) arbeitet daran, diese Anforderungen in einer Technischen Regel für wassergefährdende Stoffe (TRwS) bundesweit zu vereinheitlichen. Das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) vertritt dabei die Auffassung, dass es zu keiner Verschärfung der jetzt bestehenden Rechtsnormen kommen darf.

### Literatur

- [1] Walter, U.: Stickstoffeffizienz von Stallmist in langjährigen Versuchen. Tagungsunterlagen FAL (CH) – Tagung „Neue Erkenntnisse zu Stickstoff im Ackerbau“, FAL (CH), Reckenholz, 6. April 2001
- [2] Romaniuk, W.: Ecological systems development for farmyard manure and slurry. IBMER, Warschau 2000, S. 1–120
- [3] Heller, St.: Wohin mit den Hofdüngern im Kartoffelbau? Schweizer Bauer 2001, H. 155, S. 21 u. S. 42
- [4] Blendl, H. M.: Die entschärfte Gülle. Agrar Praxis 1984, H. 11, S. 57–59
- [5] Bayerisches Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten – Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz: Merkblatt Silagesickersaft und Gewässerschutz, 4. Auflage 2004, S. 1–27
- [6] Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts – Wasserhaushaltsgesetz – WHG, Bundesgesetzblatt Jahrgang 1986, Teil 1; letzte Aktualisierung Bundesgesetzblatt Jahrgang 1996 Teil Nr. 58, Bonn 18. November 1996
- [7] Verordnung über die Grundsätze der guten fachlichen Praxis beim Düngen vom 26.01.1996 (BGBl I, S. 118) – DüngeVO, letzte Aktualisierung durch das Gesetz vom 16. Juli 1997 (BGBl I, S. 1851)
- [8] Krentler, J.-G.: Vermeidung von Boden- und Grundwasserbelastungen beim Bau von Güllelagern. Landbauforschung vTI, Braunschweig (2008), H. 317, S. 3–4

# Abdeckungssysteme für Güllegruben

Von Petra Moser, Stadtbergen

Abdeckungssysteme für Güllegruben, die einer Stallanlage dienen, waren jahrelang im Rahmen von Baugenehmigungen nur in Einzelfällen gefordert. In Nachbarländern wie den Niederlanden oder der Schweiz ist die Notwendigkeit von Güllegrubenabdeckungen bereits seit Jahren gesetzlich verankert. Zwischenzeitlich werden auch in Deutschland Abdeckungen – vor allem bei Güllegruben mit Gülle aus Betrieben mit Schweinehaltung – gefordert.

## Rechtliche Grundlagen

Die rechtliche Grundlage für diese Forderungen nach einer Abdeckung von Güllegruben basiert auf

- der TA-Luft (Technische Anleitung Luft), Abschn. 5.4.7.1: Bauliche und betriebliche Anforderungen,
- Einzelfallbeurteilungen im Zuge des Baugenehmigungsverfahrens sowie
- Vorgaben durch Förderrichtlinien.

Dabei sieht die TA-Luft als bauliche und betriebliche Maßnahmen die Lagerung von Flüssigmist in geschlossenen Behältern oder gleichwertige Maßnahmen zur Emissionsminderung vor, die einen Emissionsminderungsgrad von mindestens 80 % der Emissionen an geruchsintensiven Stoffen und an Ammoniak ermöglichen. Künstliche Schwimmschichten sind nach etwaiger Zerstörung durch Aufrühren oder Ausbringungsarbeiten nach Abschluss der Arbeiten unverzüglich wieder funktionstüchtig herzustellen. Bei der Lagerung von Rinderflüssigmist ist keine zusätzliche Abdeckung erforderlich, wenn sich eine natürliche Schwimmdecke bildet.

Außerdem verweist die TA-Luft, Abschn 5.1.1 auf die so genannten Besten Verfügbaren Techniken (BVT). Soweit der Europäischen Kommission bei Erlass dieser Verwaltungsvorschrift BVT-Merkblätter vorlagen, die im Rahmen des Informationsaustausches nach Art. 16 Abs. 2 der Richtlinie des Rates vom 24. September 1996 über die integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU-Richtlinie, 96/61/EG, ABl. L 257 vom 10. Oktober 1996, S. 26) veröffentlicht werden, sind die darin enthaltenen Informationen in den Anforderungen der Nummern 5.2, 5.3, 5.4 und 6.2 berücksichtigt. Tafel 1 zeigt die festgelegten Emissionsminderungen.

## Abdeckungsarten

Um diesen Forderungen nach Abdeckung der Güllegruben nachzukommen, stehen verschiedene mehr oder weniger erprobte Abdeckungssysteme zur Verfügung. Im Bereich von Gruben zu Lagerung von Rindergülle wird meist die natürliche Schwimmdecke als Abdeckung anerkannt. Weitere Abdeckungsarten sind Bauteile wie Deckel und Dächer der Behälter sowie Schüttungen. Letztere werden in organische Schüttmaterialien (Strohhäcksel, Holzschnitzel, Ölschichten) und anorganische Schüttmaterialien (Blähton, Perlite) unterteilt.

### Betondecken

Die in Deutschland wohl am häufigsten verwendete Abdeckungsart ist die Betondecke, Bild 1. Ihre Vorteile liegen in ihrer Witterungsbeständigkeit, der Wartungsfreiheit, im problemlosen Aufrühren der Gülle und bei unterirdischen Gruben in der Nebennutzung als Hofflächenbefestigung. Nachteil ist der höhere Kostenaufwand bei der Erstellung der Anlage im Vergleich zu einfacheren Systemen. Bei größeren Spannweiten wird als Tragsystem des Betondecke eine Mittelstütze erstellt.

### Zeltdächer

Zeltdächer wurden in den letzten Jahren in Deutschland überwiegend als Abdeckungen von Behältern für Biogasanlagen verwendet. Es wird zwischen dem Zeltdach zur Geruchsminderung und dem gasdichtem Zeltdach unterschieden. Als Tragkonstruktion dienen Holzfachwerkbinder, Metallkonstruktionen, Binder mit Mittelstütze oder Kegeldächer mit Mittelstütze, Bilder 2 bis 4. Die Belastung der Behälterwände und des Zeltdachs durch Schnee- und Windlast ist über die jeweilige Herstellerfirma zu klären. Besonders bei der Nachrüstung älterer Hochbehälter ist eine statischer Nachweis zur Aufnahme der zusätzlichen Lasten durch den Behälter erforderlich.

Tafel 1: Emissionsminderungen in Abhängigkeit von der Abdeckungsart (Quelle: BVT, Beste Verfügbare Techniken)

Abdeckungsart	Emissionsminderung [%] (Geruchsstoffe und Ammoniak)
Natürliche Schwimmdecke	30 (20 bis 70)
Strohhäcksel ( $\geq 7 \text{ kg/m}^2$ bzw. $h \geq 15 \text{ cm}$ )	80 (70 bis 90)
Granulate	85 (80 bis 90)
Schwimmfolie	85 (80 bis 90)
Leichtdächer	85 (80 bis 90)
Zeltdächer	90 (85 bis 95)
Befahrbare Betondecke	95 (95 bis 98)

Ein problemloses Aufrühren wird durch die Entgasungsöffnung im First und eine Bedienungsöffnung erreicht. Zur Lebensdauer der Zeltdächer lässt sich anmerken, dass die Herstellerfirmen meist fünf Jahre Garantie geben. In den Niederlanden gibt es inzwischen Zeltdächer mit ca. 15 Jahren Nutzungszeit.

### Eigenbausysteme

Eigenbausysteme spielen in erster Linie bei nachträglichen Abdeckungen eine Rolle. Dabei handelt es sich meist um Eigenbauabdeckungen aus Holz. Hierbei wiederum besteht die Möglichkeit einer festen oder einer schwimmenden Abdeckung. Bei der festen Abdeckung handelt es sich oft um Holzsparen mit Verschalung und Folie auf einer Mittelstütze, während bei schwimmenden Holzabdeckungen durch Anbringen von

PE-Rohren ein Schwimmkörper geschaffen wird. Öffnungen für Entlüftung sowie Rührwerk sind wie bei jeder anderen Abdeckungsart notwendig. Zu beachten sind statische Belange und der notwendige Holzschutz. Bei Tiefbehältern sind Begehbarkeit und Unfallschutz abzuklären. Im Winter kann Eisbildung zwischen Abdeckung und Behälterwand eine weitere Gefahr darstellen. Eigenbauabdeckungen sind relativ selten und werden überwiegend bei kleineren Gruben, z. B. als Nachrüstung, angewandt.

### Schwimmfolie

Eine weitere Abdeckungsart stellt die Schwimmfolie dar. Unterschieden werden drei Arten: Folien mit Wulst ohne Befestigung, Folien, die am oberen Rand befestigt werden und Fo-



Bild 1: Güllegrube mit befahrbarer Betondecke



Bild 3: Außenansicht eines Güllebehälters mit Zeltdach



Bild 2: Innenansicht eines Güllebehälters mit Zeltdach



Bild 4: Vorsorglich errichtete Mittelstütze für eine eventuell notwendige Abdeckung



Bild 5: Beispiel einer Schwimmfolie

Foto: FV Biogas

Foto: Ceno Tec

lien, die an den Seiten befestigt werden. Die Schwimmfähigkeit der Folie wird durch einen Schaumstoffkern (Sandwich) oder durch Schwimmer erreicht. Nach Herstellerangaben stellen Schwimmfolien keine zusätzliche statische Belastung des Behälters dar. Nachteile der Folienabdeckung sind die erschwerte Kontrolle beim Rühren sowie bei einigen Systemen die Ableitung des Regenwassers in die Gülle, Bild 5.

### Hexa-Cover

Hexa-Cover ist ein firmenspezifisches Abdeckungssystem, das aus einzelnen Teilen in Sechseckform besteht, Bilder 6 bis 8. Die aus Recyclingkunststoff (Polypropylen) bestehenden Teile



Foto: Hexa-Cover

Bild 6: Einbringen der Schwimmkörper



Foto: Hexa-Cover

Bild 7: Beispiel Schwimmschicht



Foto: Hexa-Cover

Bild 8: Sechseckiger Schwimmkörper

werden durch Schüttung eingebracht. Dieses Abdeckungssystem eignet sich für Schweinegülle und je nach Haltungsart für Hühnergülle. Für Rindergülle ist es aufgrund deren Viskosität nicht geeignet.

Zu beachten ist, dass Ansaug- und Ablauföffnungen deutlich kleiner als der Schwimmkörper sein müssen und das Rühren mindestens einen Meter unterhalb der Flüssigkeitsoberfläche erfolgt. Laut Hersteller ergaben sich bei den Nutzungen des Systems in Dänemark keine Probleme in Bezug auf Schnee und Wind. Die Emissionsminderung beträgt laut Hersteller in Bezug auf Geruch 81 % bis 96 % und in Bezug auf Ammoniak bis 90 %. Zum System liegt ein DLG-Prüfbericht vor (Nr. 5451F).

### Strohhäcksel

Strohhäckselabdeckungen weisen bei einer Strohhäcksellänge bis 4 cm eine Strohhäckselhöhe von 10 cm bis 15 cm auf. Der Strohbedarf liegt bei zweimaligem Einbringen der Grundmenge pro Jahr bei einer Strohmenge von 7 kg/m<sup>2</sup> bis 12 kg/m<sup>2</sup>. Durch die Abdeckung mit Strohhäcksel kann eine Geruchsminderung bis 95 % erreicht werden. Organische Stoffe können jedoch zur Erhöhung der Methanbildung beitragen. Versuche zur Minderung der Ammoniak- und Methanemission durch Zugabe von Milchsäure wurden von verschiedenen wissenschaftlichen Instituten durchgeführt.

### Granulate

Bei der Abdeckungen mit Granulaten wird zwischen Blähton- und Perliteschüttungen unterschieden.

Blähton wird ab Werk geliefert und mit Kugeldurchmessern von 4 mm bis 8 mm mit einer Schichtdicke von 10 cm bis 15 cm aufgebracht. Eine spezielle Einblastechnik führt zu einer gleichmäßigen Schichtdicke. Der relativ windstabile Blähton ist für Gülle ohne natürliche Schwimmdecke geeignet. Befüll- und Entnahmeverrichtungen sollten am Güllebehälterboden gehalten werden, um ein Ansaugen des Blähtons zu vermeiden; der Rührstrahl sollte zur Mitte hin gerichtet sein. Ein Ausbringen mit Schleppschlauch ist möglich. Die jährliche Verlust- und damit die Wiedereinbringungsrate liegt bei etwa 10 %.

Perlite bestehen aus Naturgestein aus dem Steinbruch unter Zugabe eines natürlichen Additivs. Sie werden mit einer Schichtdicke von 5 cm bis 10 cm auf die natürliche Schwimmdecke aufgebracht und vermischen sich mit ihr. Mit den windanfälligen Perliteschüttungen wird eine Geruchsminderung von 90 % bis 99 % erreicht. Versuche zur Minderung der Ammoniak- und Methanemission durch Zugabe von Milchsäure wurden durchgeführt.

### Sonstige Schüttmaterialien und Abdeckungen

In der Fachliteratur sind einige weitere Arten von Abdeckungssystemen für Güllegruben zu finden. Unter anderem gibt es Berichte zu Abdeckungen mit Braunkohlenstaub. Dabei handelt es sich nicht um eine auf der Gülle liegende Schicht, sondern um die Beimischung von 3 % bis 5 % feinkörniger Braunkohle. Dies führt zu einer Emissionsminderung in Bezug auf Geruch bei Rindergülle von 70 % bzw. nach der Homogenisierung von 92 % bis 98 % und bei Schweinegülle von 92 % bis 98 %. Das System ist zwar kostengünstig, jedoch abhängig von Braunkohleabbaustandorten. Versuche mit Rapsöl zeigten, dass es zu biologischem Abbau und somit zu einer Geruchsmission von Seiten des Öls kam. Holzschnitzelabdeckungen werden



in Fachberichten nur ohne konkrete Versuchsbeschreibungen oder Versuchsergebnisse erwähnt. Bei Abdeckungen mit Polysteren-Chips stellte die Windanfälligkeit das Hauptproblem dar.

## Allgemeine Vorgaben und Hinweise

### Schneelasten, Beispiele Schneegewichte

Nach den Angaben der Abdeckungs-Systemhersteller stellen Schneelasten kein Problem dar. Mit folgenden Einwirkungen – hier bezogen auf jeweils 10 cm Höhe – ist zu rechnen, Bild 9.

- frisch gefallener Pulverschnee ca. 10 kg/m<sup>2</sup>
- Nassschnee ≤ 40 kg/m<sup>2</sup>
- Eisschicht ≤ 80 kg/m<sup>2</sup>
- Wasserschicht 100 kg/m<sup>3</sup>

Gebietsbezogen existieren in Deutschland Schneelastzonen. Z. B. werden Regensburg und Augsburg mit einer anzusetzenden Schneelast von  $\geq 81$  kN/m<sup>2</sup> der Schneelastzone 1a zugeordnet. Straubing oder Nördlingen fallen in die Schneelastzone 2 mit einer Schneelast  $\geq 85$  kN/m<sup>2</sup>. Probleme können bei Schneeverfrachtung oder einseitiger Schneeschmelze auftreten. Die Herstellergarantien in Bezug auf Schäden durch Schneelasten sollten vom Landwirt geprüft werden.

### Baugenehmigung

Die jeweiligen Länderbauordnungen sind zu beachten. Feste Abdeckungen sind meist baugenehmigungspflichtig (z. B. Tekturantrag bei Nachrüstung) und benötigen einen statischen Nachweis. Die zulässige Art der Abdeckung ist mit der zuständigen Genehmigungsbehörde (Immissionsschutz) abzuklären. Eine Absprache mit der Baugenehmigungsbehörde (Bereich Baugenehmigung/Naturschutz) in Bezug auf die Gestaltung bzw. Farbgebung der Abdeckung vor Beginn der Planung ist empfehlenswert. Bei Anlagenbau, Gülleeinbringung und Entnahme sind die in den einzelnen Ländern zum Teil variierenden Vorgaben der Verordnungen zur Lagerung von wassergefährdenden Stoffen zu beachten.

### Einbindung in das Landschaftsbild

Behälter mit „ebenen“ Abdeckungen (Schwimmdecke, Schwimmfolien, Granulate, Betondecke usw.) weisen meist eine kaum oder nur bedingt wahrnehmbare Oberfläche auf und sind farblich unauffällig. Bei Behälter mit Zeltdächern gibt es nur wenige Variationsmöglichkeiten.

### Unfallverhütung

Eine schwimmende Abdeckung stellt keinen Ersatz für eine Einzäunung als Absturzsicherung dar, Bild 10. Eigenbauelemente sollten mit der Berufsgenossenschaft hinsichtlich Sicherheit abgeklärt werden. Um die Explosionsgefahr auszuschließen, sind Belüftungsöffnungen notwendig.



Bild 9: Zusätzliche Beanspruchung von Abdeckungen durch Schneelasten



Foto: Thomas Richter

Bild 10: Absturzsicherung eines Güllebehälters

## Zusammenfassung der Vor- und Nachteile

Feste Abdeckungen weisen höhere Investitionen, eventuell spätere Instandsetzungen und ein auffälligeres Erscheinungsbild auf. Es gibt jedoch meist keine Probleme beim Aufrühren, kein Niederschlagswasser in der Güllegrube und zum Teil ist eine Nutzung der Oberfläche möglich.

Bei schwimmender Abdeckung gibt es systemabhängige Probleme mit der Einbringung des Rührwerks, dem Aufrühren, Niederschlagswasser, Verlustausgleich bei Schüttungen, Arbeitsintensität und Gülleausbringung. Die Zersetzung organischer Stoffe kann zu einer Erhöhung der Methanfreisetzung führen. Diese Systeme haben jedoch geringere Investitionskosten und eine unauffällige Gestaltung.

# Neuausgabe der DIN EN 12737 Spaltenböden für die Tierhaltung – Was bringt sie?

Von Alice Becke und Dieter Schwerm, Berlin

Zuletzt wurde im Heft 3/2001 dieser Zeitschrift [1] ausführlich über die Entwicklung der Europäischen Normung für Spaltenböden berichtet und die damals zunächst als Entwurf vorliegenden europäischen Regelungen der bisherigen nationalen Norm DIN 18908 Fußböden für Stallanlagen gegenübergestellt. Im November 2004 erfolgte die Veröffentlichung der ersten Ausgabe einer europäischen Produktnorm für Spaltenböden – DIN EN 12737:2004-11 Betonfertigteile – Spaltenböden für die Tierhaltung. Auf der Grundlage des Ende 2003 auf Spaltenböden erweiterten Mandats M/100 Betonfertigteile wurde im zuständigen Technischen Komitee CEN/TC 229 die EN 12737 harmonisiert und die CE-Kennzeichnung aufgenommen. Die Änderung der Norm wurde unter Mitwirkung deutscher Experten erarbeitet und vom Europäischen Institut für Normung (CEN) Ende August 2007 angenommen. Die Deutsche Fassung DIN EN 12737 wurde schließlich mit Ausgabedatum Februar 2008 vom Deutschen Institut für Normung (DIN) veröffentlicht.

## Änderungen in der Neuausgabe DIN EN 12737:2008-02

Die harmonisierte Produktnorm DIN EN 12737:2008-02 legt die Anforderungen an vorgefertigte Betonelemente aus Stahlbeton oder Spannbeton als Spaltenböden für die Tierhaltung fest und regelt die Bewertung der Konformität dieser Produkte, Bilder 1 und 2. Sie gilt nicht für Spaltenböden, die anderen Belastungen als denen von Tieren und deren Haltern ausgesetzt sind, die also z. B. befahren werden.

Die bedeutendste Neuerung gegenüber dem Vorgängerdokument ist die Harmonisierung der Norm und damit die Einführung der CE-Kennzeichnung für Spaltenböden nach DIN EN 12737. Welche Angaben und Nachweise dafür erforderlich

sind sowie Informationen zum Verfahren der CE-Kennzeichnung, zum System der Konformitätsbescheinigung und wie das CE-Zeichen aufgebaut sein soll, ist in den Anhängen Y und ZA beschrieben. Inhaltlich hat sich die Norm dagegen nicht wesentlich geändert. Sie beschreibt Anforderungen an die Materialien, die Herstellung und das Endprodukt. In wesentlichen Teilen wird dabei für die Ausgangsstoffe des Betons ebenso wie für den Betonstahl und Spannstahl sowie für den Festbeton auf die DIN EN 13369:2004 Allgemeine Regeln für Betonfertigteile verwiesen.

Die Anforderungen an das Endprodukt beziehen sich auf geometrische Eigenschaften wie das Nennmaß der Balkenbreiten und Spaltenweiten sowie den Lochdurchmesser bei Lochplatten, die Form der Spalten sowie die Ebenheit und Oberflächenbeschaffenheit der Spaltenböden. Zu den ebenfalls bestehenden Anforderungen an die mechanische Festigkeit und Dauerhaftigkeit wurden solche für den Feuerwiderstand und das Brandverhalten ergänzt. Hierfür wird auf die Abschnitte 4.3.4.1 bis 4.3.4.3 der DIN EN 13369:2004 verwiesen. Diese Neuerung dürfte im Gegensatz zur Harmonisierung der Norm für die Praxis jedoch ohne Bedeutung sein.

Die europäische Norm EN 12737 wurde im Amtsblatt der EU am 16. Dezember 2008 (2008/C321/01) und die DIN EN 12737 für Deutschland im Bundesanzeiger am 18. März 2009 (Seite 986–998) veröffentlicht. Seit diesem Zeitpunkt kann die



Foto: Thomas Richter

Bild 1: Betonspaltenböden in der Rinderhaltung



Foto: Thomas Richter

Bild 2: Betonspaltenböden in der Schweinehaltung

CE-Kennzeichnung von Spaltenböden in Deutschland nach dieser Norm erfolgen. Die Koexistenzphase, in der die nationale Regelung (DIN 18908, in der nach vorheriger Prüfung des Bauproduktes durch eine anerkannte Prüfstelle eine Übereinstimmungserklärung des Herstellers gefordert wird) und das europäische Verfahren (Konformitätserklärung und CE-Kennzeichnung nach DIN EN 12737) parallel angewendet werden können, endet am 1. Januar 2010 [2]. Nach Ablauf dieser Frist dürfen Produkte, für die es harmonisierte Normen gibt, nicht mehr nach den bisherigen nationalen Regeln in den Verkehr gebracht werden. Zuvor in den Verkehr gebrachte Produkte (Lagerbestände) dürfen jedoch auch nach Ablauf der Koexistenzphase verwendet werden. Das DIN hat bereits angekündigt, DIN 18908 Anfang 2010 zurückzuziehen. Die bauaufsichtliche Geltung bleibt davon unberührt.

### Spaltenböden in der Bauregelliste A Teil 1

Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) veröffentlicht in der Bauregelliste A Teil 1 (BRL A/1) im Einvernehmen mit der obersten Bauaufsichtsbehörde ganz allgemein solche technischen Regeln, die zur Erfüllung der Anforderungen der Landesbauordnungen von Bedeutung sind. Die Festlegungen der BRL A betreffen die Voraussetzungen für die Verwendung von Bauprodukten, aber nicht die Voraussetzungen für das Inverkehrbringen sowie den freien Warenverkehr im Sinne des Bauproduktengesetzes (BauPG). Derartige Regelungen werden

daher nach Ablauf der von der Europäischen Kommission festgelegten Koexistenzphase für die europäische harmonisierte Produktnorm nicht unmittelbar gestrichen.

Spaltenböden aus Stahlbeton werden in der BRL A/1 unter der lfd. Nr. 1.6.16 geführt, Tafel 1. Bei wesentlicher Abweichung von der dort aufgeführten technischen Regel DIN 18908:1992-5 Fußböden für Stallanlagen – Spaltenböden aus Stahlbetonfertigteilen oder aus Holz- Maße, Lastannahmen, Bemessung, Einbau ist bei Spaltenböden ein allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis erforderlich. Nähere Informationen dazu enthält [3]. Zusätzlich gilt die Anlage 1.15, die sich auf die Verwendung von Betonzusatzmitteln bezieht und ggf. die DAfStb-Richtlinie zur Verwendung von Flugasche nach DIN EN 450. Weiterhin wird in der Fußnote auf die geltende technische Spezifikation nach dem Bauproduktengesetz – DIN EN 12737 – verwiesen, wobei die Verwendung bereits in Verkehr gebrachter Bauprodukte unberührt bleibt.

Für Fertigteile aus Stahlbeton nach harmonisierten Produktnormen für tragende Zwecke ist weiterhin lfd. Nr. 1.6.28 sowie Anlage 1.50 der BRL A/1 zu beachten, Tafel 2. Mit dieser erstmals in Ausgabe 1/2009 der BRL A/1 aufgenommenen Regelung wird neben dem CE-Zeichen in Deutschland als weitere Überwachungsprüfung das Ü-Zeichen nach BRL A/1 Anlage 1.50 eingeführt. Dieses Zeichen bezieht sich auf die Kontrolle, ob eine Überwachung der Ausgangsstoffe Betonstahl, Spannstahl und Beton erfolgt.

**Tafel 1: Auszug aus der Bauregelliste A Teil 1, Ankündigung Ausgabe 2/2009, Deutsches Institut für Bautechnik (Notifizierung 2009/332/D)**

Lfd. Nr.	Bauprodukt	Technische Regeln	Übereinstimmungsnachweis	Verwendbarkeitsnachweis bei wesentl. Abweichung von den techn. Regeln
1.6.16	Spaltenböden aus Stahlbeton*	DIN 18908:1992-05 Zusätzlich gilt: Anlage 1.15 Je nach Bauprodukt gilt: DAfStb-Richtlinie Verwendung von Flugasche nach DIN EN 450 im Betonbau (1996-09)	ÜHP	P

ÜHP – Übereinstimmungserklärung des Herstellers nach vorheriger Prüfung des Bauprodukts durch eine anerkannte Prüfstelle

ÜZ – Übereinstimmungszertifikat durch eine anerkannte Zertifizierungsstelle

Z – Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung

P – Allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis

\* Für das Bauprodukt gibt es eine technische Spezifikation nach dem Bauproduktengesetz (BauPG). Die Verwendung bereits in Verkehr gebrachter Bauprodukte bleibt unberührt.

**Tafel 2: Auszug aus der Bauregelliste A Teil 1, Ausgabe 1/2009 (veröffentlicht im Sonderheft Nr. 38 des Deutschen Instituts für Bautechnik, 10. Juli 2009)**

Lfd. Nr.	Bauprodukt	Technische Regeln	Übereinstimmungsnachweis	Verwendbarkeitsnachweis bei wesentl. Abweichung von den techn. Regeln
1.6.28	Fertigteile aus Beton, Stahlbeton oder Spannbeton nach harmonisierten Produktnormen für tragende Zwecke in Übereinstimmung mit den nationalen Regelungen für Beton, Betonstahl und Spannstahl	Anlage 1.50	ÜZ	Z

Anlage 1.50 (2009/1)

Bei der Herstellung von Fertigteilen aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton für tragende Zwecke nach harmonisierten Produktnormen ist in der werkseigenen Produktionskontrolle bei jedem Bauteil sicherzustellen, dass Beton nach BRL A Teil 1 lfd. Nr. 1.5.9 oder 1.6.23, Betonstahl nach BRL A Teil 1 lfd. Nr. 1.4.1 oder 1.4.2 bzw. nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und Spannstahl nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen eingebaut wird.

Die Aufzeichnungen sind mindestens fünf Jahre aufzubewahren und der für die Fremdüberwachung eingeschalteten Überwachungsstelle vorzulegen. Sie sind dem Deutschen Institut für Bautechnik und der zuständigen obersten Bauaufsichtsbehörde auf Verlangen vorzulegen.

Im Rahmen der Fremdüberwachung ist für jeden Hersteller in einer Erstinspektion festzustellen, ob die Übereinstimmungszertifikate für Beton nach BRL A Teil 1 lfd. Nr. 1.5.9 oder 1.6.23, für Betonstahl nach BRL A Teil 1 lfd. Nr. 1.4.1 oder 1.4.2 bzw. nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen und für Spannstahl nach allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen beim Hersteller vorliegen. Weiterhin ist die Dokumentation der Übereinstimmungsnachweise für Beton, Betonstahl und Spannstahl regelmäßig zu überprüfen, mindestens jedoch zweimal jährlich.

**Tafel 3: Zuordnung der Aufgaben der Bewertung der Konformität von Spaltenböden für den Hersteller unter System 2+ (DIN EN 12737, Auszug aus Tabelle ZA.3)**

Aufgaben		Inhalt der Aufgaben	Anzuwendende Abschnitte zur Bewertung der Konformität
Aufgaben des Herstellers	Erstprüfung	Alle Eigenschaften nach Tabelle ZA.1 <sup>a)</sup>	EN 13369:2004, 6.2
	Werkseigene Produktkontrolle	Parameter, bezogen auf alle Eigenschaften nach Tabelle ZA.1	EN 13369:2004, 6.3 und Anhang A dieser Norm
	Weitere Prüfungen an im Werk entnommenen Proben	Alle Eigenschaften aus Tabelle ZA.1	EN 13369:2004, 6.2.3

<sup>a)</sup> Bei Nachweis des Feuerwiderstands durch Versuche sollten diese Versuche durch ein Prüflabor durchgeführt werden.

### CE-Kennzeichnung von Spaltenböden

Die Berechtigung für die Verwendung des EG-Konformitätszeichens (CE-Zeichen) ergibt sich abhängig vom Produkt auf der Basis einer Konformitätserklärung des Herstellers oder eines Konformitätszertifikates. Damit bestätigt der Hersteller die Übereinstimmung (Konformität) der Betonspaltenböden mit den Anforderungen der Norm. Welches der verschiedenen Systeme der Konformitätsbescheinigung anzuwenden ist, ist im geltenden Mandat für die einzelnen Bauprodukte festgelegt und im Anhang ZA der harmonisierten europäischen Produktnormen wiedergegeben. Für Spaltenböden für tragende Zwecke wurde das System 2+ festgelegt. Demnach ist vom Hersteller eine Konformitätserklärung abzugeben, die ihn dazu berechtigt, dass CE-Zeichen zu verwenden. Dies bedeutet für ihn, dass er

- ein durch eine benannte Stelle zertifiziertes System der werkseigenen Produktionskontrolle nachweisen muss, das auf die europäischen Normen abgestimmt ist (i. Allg. Ergänzungen zum bestehenden Handbuch der werkseigene Produktionskontrolle),
- auf Basis dieses Zertifikates die Konformitätserklärung erstellen muss,
- die Produkte gemäß der Produktnorm kennzeichnen/etikettieren muss,
- Begleitdokumente (z. B. Lieferscheine) mit den notwendigen Informationen (z. B. Norm- und Zertifikatsangabe, Verweis auf Statik nach DIN 1045) erarbeiten muss.

Die einzelnen Elemente für die Kontrolle der Konformität sind dabei die Erstprüfung des Produktes, eine werkseigene Produktionskontrolle und weitere Prüfungen an im Werk entnommenen Proben durch den Hersteller sowie die Beteiligung einer benannten Stelle. Diese stellt ein Zertifikat über die werkseigene Produktionskontrolle aus. Alle Aufgaben für den Hersteller und die benannte Stelle nach System 2+ fasst Tabelle ZA.3 aus DIN EN 12737 zusammen, Tafel 3 enthält einen Auszug.

Tafel 4 zeigt die Vorlage für die CE-Kennzeichnung nach DIN EN 12737, Bild ZA.2 bei Anwendung des sogenannten „Verfahrens 1“ der CE-Kennzeichnung, einschließlich der Angaben, die zur Feststellung der geforderten Eigenschaften erforderlich sind. Dazu gehören:

- Druckfestigkeit des Betons
- Zugfestigkeit des Betonstahls
- Streckgrenze des Betonstahls
- Zugfestigkeit des Spannstahls
- 0,1 %-Dehngrenze des Spannstahls

- Geometrische Daten (nur kritische Maße)
- Bedingungen mit Einfluss auf die Dauerhaftigkeit
- Mögliche Verweise auf technische Informationen (z. B. Produktkatalog) hinsichtlich baulicher Durchbildung, Dauerhaftigkeit und geometrischer Daten.

„Verfahren 1“ bedeutet die Deklaration der Geometriedaten und der Baustoffeigenschaften und gilt vor allem für Katalogprodukte und ab Lager lieferbare Produkte. Alternativ anwendbar wäre auch das Verfahren 3, d. h. die Deklaration der Übereinstimmung mit einer festgelegten Bemessungsunterlage. Die Entscheidung, welches dieser Verfahren zur CE-Kennzeichnung verwendet wird, liegt beim Hersteller.

Der Anhang ZA lässt auch die Verwendung eines vereinfachten Etiketts mit folgenden Angaben zu:

- Name oder Bildzeichen und eingetragene Anschrift des Herstellers
- Kennnummer des Produktes (zur Sicherstellung der Rückverfolgbarkeit)
- die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde
- Nummer des EG-Zertifikats über die werkseigene Produktionskontrolle
- Verweisung auf die Europäische Norm


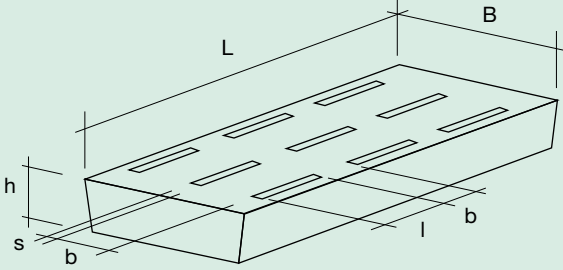
Die weiteren Informationen müssen den Begleitdokumenten zu entnehmen sein, die mit derselben Kennnummer zu versehen sind wie das CE-Zeichen.

### Anpassung nationaler Vorschriften an harmonisierte europäische technische Spezifikationen

Nach Fertigstellung einer harmonisierten Norm kann es notwendig werden, diese in das deutsche Regelwerk einzupassen, um die in ihr definierten Produktleistungen mit dem Sicherheits- und Schutzniveau zu verknüpfen, das für Bauwerke in Deutschland erforderlich ist. Dies kann geschehen:

- durch Änderung bestehender nationaler Normen oder von Vorschriften, die Fragen der Anwendung regeln,
- durch Erarbeitung einer neuen Anwendungsnorm,
- durch Erarbeitung einer technischen Regel, die eine bestehende nationale Bemessungs- oder Ausführungsnorm mit der harmonisierten Produktnorm verknüpft,
- ggf. durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, wenn die vorhandenen Anwendungsregeln die Verwendung nicht abschließend regeln.

Tafel 4: Beispiel für die CE-Kennzeichnung von Spaltenböden nach Verfahren 1 (Bild ZA.2 DIN EN 12737)

 <p style="text-align: center;">0123</p>	<p>CE-Konformitätskennzeichnung, bestehend aus dem CE-Symbol nach der Richtlinie 93/68/EWG</p> <p>Kennnummer der benannten Stelle (nicht auf dem vereinfachten Etikett)</p>
<p style="text-align: center;"><b>Fa. Mustermann GmbH # Industriestraße # D-00000 Spaltenstadt</b></p> <p style="text-align: center;"><b>09</b></p> <p style="text-align: center;"><b>0123-BPR-0456</b></p>	<p>Name oder Logo und eingetragene Anschrift des Herstellers</p> <p>Die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die Kennzeichnung angebracht wurde</p> <p>Nummer des Zertifikates über die werkseigene Produktionskontrolle</p>
<p style="text-align: center;"><b>EN 12737</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Spaltenböden für die Tierhaltung</b></p> <p>Biegezugfestigkeit Klasse 2          Beton:          Druckfestigkeit <math>f_{ck} = xx \text{ N/mm}^2</math></p> <p>Betonstahl:          Zugfestigkeit <math>f_{tk} = yyy \text{ N/mm}^2</math>          Streckgrenze <math>f_{yk} = zzz \text{ N/mm}^2</math></p>  <p>B = aaa mm L = bbb mm          h = ccc mm l = ddd mm          b = eee mm s = ff mm</p> <p>Zur baulichen Durchbildung, siehe technische Informationen.</p> <p>Technische Informationen:          Produktkatalog XYZ:2009 – Abschnitt ii</p>	<p>Nummer der Europäischen Norm</p> <p>Obergriff und vorgesehener Verwendungszweck, (nicht auf dem vereinfachten Etikett)</p> <p>Angaben des Herstellers zur Produktgeometrie und zu den Baustoffeigenschaften, einschließlich der baulichen Durchbildung (nicht auf dem vereinfachten Etikett)</p> <p>(Auf die Skizze kann verzichtet werden, wenn entsprechende Informationen z. B. eindeutig im Produktkatalog zur Bezugnahme zur Verfügung stehen.)</p>

Dabei dürfen Anwendungsnormen nicht in den Regelungsbereich der harmonisierten Produktnorm eingreifen, durch sie kann lediglich die Verwendung des CE-gekennzeichneten Produktes geregelt und z. B. auf bestimmte Einsatzbereiche begrenzt werden. Derzeit ist noch zu klären, ob eine Anwendungsnorm zur DIN EN 12737 erforderlich ist.

### Literatur

Die allgemeinen Ausführungen in diesem Beitrag basieren im Wesentlichen auf den Literaturstellen [4] bis [6].

[1] Blume, F.; Schwerm, D.: Spaltenböden nach europäischer Norm. Bauen für die Landwirtschaft 2001, Heft 3, S. 19–22.  
 [2] Internetauftritt der Europäischen Kommission <http://ec.europa.eu/enterprise/newapproach/nando/index.cfm?fuseaction=cpd.hs>

[3] Raupach, M.; Leißner, J.: Bauaufsichtliches Prüfzeugnis für Spaltenböden. Betonwerk + Fertigteil-Technik BFT 2002, Heft 1, S. 60–64.  
 [4] Jasch, E.; Springborn, M.: Aktueller Hinweis zum bauaufsichtlichen Anwendungskonzept zu den europäischen technischen Spezifikationen in Deutschland. DIBt-Mitteilungen 5/2007, Verlag Ernst & Sohn, Berlin 2007.  
 [5] Bauministerkonferenz – Konferenz der für Städtebau, Bau- und Wohnungswesen zuständigen Minister und Senatoren der Länder (ARGEBAU): Merkblatt Erarbeitung harmonisierter Normen nach der Richtlinie des Rates vom 21.12.1988 über Bauprodukte 89/106/EWG (Bauproduktenrichtlinie) und ihre Umsetzung in das nationale Regelwerk, Stand: April 2008.  
 [6] Güteschutz Beton Nordrhein-Westfalen Beton- und Fertigteilwerke e.V.: Kurzanleitung – Umstellung auf europäische Fertigteilnormen, Juni 2009. [http://www.gueteschutz-beton.de/Kurzanleitung\\_Umstellung\\_Europa.pdf](http://www.gueteschutz-beton.de/Kurzanleitung_Umstellung_Europa.pdf)

# Beschichtungen für Beton in der Landwirtschaft

Von Florian Petscharnig, St.Walburgen-Brückl (Österreich)

*Beton muss bei einigen Anwendungen im Bereich der Landwirtschaft durch geeignete zusätzliche Maßnahmen geschützt werden: einerseits, um dadurch die erwartete Lebensdauer zu gewährleisten, andererseits aber auch, um die Funktion der Bauteile sicherzustellen. Beschichtungen können und müssen diese Aufgaben des Oberflächenschutzes von Beton erfüllen.*

## Allgemeines

Beton ist ein wertvoller Baustoff für vielfältige Anwendungen, hohe Anforderungen und entsprechende Dauerhaftigkeit. In einigen Anwendungsbereichen in der Landwirtschaft wird allerdings die Leistungsfähigkeit vor allem der Betonoberfläche überschritten, sodass zusätzliche Maßnahmen zur Verbesserung der Oberflächenqualität notwendig sind. Der Baustoff Beton kann in Kombination mit anderen Produkten wie etwa Beschichtungen angewendet werden, wodurch die optimale Leistungsfähigkeit für jede Anwendung erreicht wird.

## Anwendungsbereiche

Die Grenzen der Leistungsfähigkeit bei Betonoberflächen werden einerseits bei extremen mechanischen Beanspruchungen, andererseits bei chemischen Angriffen durch Säuren und Laugen erreicht. Zusätzlich ist in Bezug auf die Oberflächengestaltung die optische Aufwertung von Beton durch Farbgebung zu erwähnen.

Mechanische Belastungen kommen vor allem im Bereich von Böden vor, besonders, wenn diese mit Ketten befahren werden, Bild 1. Aber auch bei Silieranlagen sind mechanische Schäden häufig anzutreffen. Hier kann ein Schutz der Betonoberfläche angewendet werden. Chemische Angriffe auf Beton treten im Bereich der Landwirtschaft bei Silieranlagen auf, sowohl bei Hochsilos als auch bei Fahrsilos, Bild 2. Aber auch bei Futtertrögen und Fressplätzen und vermehrt bei Betonspalten, z.B. in Schweineställen, fallen chemische Beanspruchungen auf, Bilder 3 und 4.

## Betontechnologische Grenzen

Um mechanischen Angriffen ausreichend Widerstand bieten zu können, werden die Betone in den Expositionsklassen XM (XM1 – mäßige Verschleißbeanspruchung, XM2 – starke Verschleißbeanspruchung und XM3 – sehr starke Verschleißbeanspruchung) hergestellt. Die Beständigkeit wird üblicherweise nach dem Verfahren nach Böhme beurteilt, also unter genormten Prüfbedingungen hinsichtlich des Abriebs an der Oberfläche.



Bild 1: Mechanische Beanspruchung durch Schneeketten



Bild 2: Gärfuttersilo mit chemischer und mechanischer Beanspruchung



Bild 3: Chemischer Angriff bei Schweine-Fressplätzen



Bild 4: Chemischer Angriff bei Betonspalten in der Nähe von Futtertrögen

Foto: Landwirtschaftskammer Niederösterreich

Die Beständigkeit bei chemischen Beanspruchungen ist für Beton nach DIN 1045-2 durch die Expositionsklassen XA (XA1 – chemisch schwach angreifende Umgebung, XA2 – chemisch mäßig angreifende Umgebung und XA3 – chemisch stark angreifende Umgebung) geregelt, wobei die dafür maßgebenden Angriffsmedien in der Tabelle 2 der DIN EN 206-1, für Deutschland angepasst in der DIN 1045-2, angeführt sind. Bei einem Angriff der Expositionsklasse XA3 ist ein Schutz des Betons unbedingt erforderlich.

Bei der Beständigkeit durch chemische Beanspruchung wird zusätzlich zwischen lösenden und treibenden Angriffen unterschieden. Bei treibenden Angriffen durch Sulfate ist die Verwendung von Zement mit hohem Sulfatwiderstand notwendig. Bei Sulfatgehalten bis 1500 mg/l kann alternativ eine Mischung aus Zement und Flugasche eingesetzt werden.

### Angriffsmedien und Konzentrationen

Bei mechanischen Angriffen sind nicht das Angriffsmedium und die Konzentration entscheidend, es ist meistens die Festigkeit im Bereich der Oberfläche zu definieren. Entscheidend ist in diesem Fall aber nicht nur die Druckfestigkeit, vielfach sind Verschleißprüfungen gefordert, z. B. nach Böhme. Im Hinblick auf die chemische Beanspruchung werden beispielhaft in Tafel 2 einige Stoffe angeführt, gegen die der ungeschützte Beton keine ausreichende Beständigkeit aufweist.

Wird also Beton im Kontaktbereich mit einem der in Tafel 2 angeführten Stoffe verwendet, kann bzw. muss die Oberfläche entsprechend geschützt werden. Die Reaktion an der Betonoberfläche hängt von der Konzentration und Einwirkdauer der erwähnten Stoffe ab. Weiter zu beachten ist die gleichzeitige Anwesenheit von Feuchtigkeit, die für die Schadensreaktion unbedingt erforderlich – und in der Praxis fast immer vorhanden ist.

### Anforderungen an die Oberflächenbeschichtungen

Werden an den Beton einerseits mechanisch, andererseits chemisch höhere Anforderungen gestellt, muss die Betonoberfläche geschützt werden, Bilder 5 und 6. Die anzuwendenden



Bild 5: Beschichtung von gärsäurebeanspruchten Futterplätzen

Tafel 1: Auszug aus der Tabelle 2 der DIN EN 206-1 in Verbindung mit DIN 1045-2 – Grenzwerte für die Expositionsklassen bei chemischem Angriff durch Grundwasser<sup>1) 2)</sup>

chemisches Merkmal	XA1	XA2	XA3
pH-Wert	6,5 ... 5,5	< 5,5 ... 4,5	< 4,5 und ≥ 4,0
Kalk lösende Kohlensäure (CO <sub>2</sub> ) [mg/l]	15 ... 40	> 40 ... 100	> 100 bis zur Sättigung
Ammonium <sup>3)</sup> (NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ) [mg/l]	15 ... 30	> 30 ... 60	> 60 ... 100
Magnesium (Mg <sub>2</sub> <sup>+</sup> ) [mg/l]	300 ... 1000	> 1000 ... 3000	> 3000 bis zur Sättigung
Sulfat <sup>4)</sup> (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) [mg/l]	200 ... 600	> 600 ... 3000	> 3000 und ≤ 6000

<sup>1)</sup> Werte gültig für Wassertemperatur zwischen 5 °C und 25 °C sowie eine sehr geringe Fließgeschwindigkeit (näherungsweise wie für hydrostatische Bedingungen)

<sup>2)</sup> Der schärfste Wert für jedes einzelne Merkmal ist maßgebend. Liegen zwei oder mehrere angreifende Merkmale in derselben Klasse, davon mind. eines im oberen Viertel (bei pH im unteren Viertel), ist die Umgebung der nächsthöheren Klasse zuzuordnen. Ausnahme: Nachweis über eine spezielle Studie, dass dies nicht erforderlich ist.

<sup>3)</sup> Gülle kann unabhängig vom NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Gehalt in die Expositionsklasse XA1 eingestuft werden.

<sup>4)</sup> Sulfatgehalte oberhalb 600 mg/l sind im Rahmen der Festlegung des Betons anzugeben. Bei chemischem Angriff durch Sulfat (ausgenommen bei Meerwasser) für Expositionsklasse XA2 und XA3 Zement mit hohem Sulfatwiderstand (HS-Zement) erforderlich. Für SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> ≤ 1500 mg/l anstelle HS-Zement eine Mischung aus Zement und Flugasche zulässig.

Tafel 2: Chemische Wirkung einiger ausgewählter Stoffe auf Beton [1]

Stoff	Auswirkung auf Beton
Ameisensäure	schwach angreifend
Ammoniak	langsam angreifend
Ammoniumnitrat	angreifend, fördert Stahlkorrosion
Buttersäure	stark angreifend
Essigsäure	angreifend
Fette und Öle	angreifend bis stark angreifend
Fumarsäure	stark angreifend
Gärfutter	angreifend
Harnstoff	Schädigung nach längerer Einwirkung
Huminsäure	schwach angreifend
Kunstdünger	zum Teil stark angreifend
Milchsäure	stark angreifend
Natriumnitrat	schwach angreifend
Natriumsulfat	Angriff bei nicht sulfatbeständigem Beton
Propionsäure	stark angreifend
Salzsäure	stark angreifend
Urin	Schädigung nach längerer Einwirkung

Foto: Landwirtschaftskammer Oberösterreich



Foto: Schauer

Bild 6: Beschichtung im Bereich von Futtertrögen in der Rinderhaltung

Produkte müssen eine ausreichende Verbindung (Haftung) mit dem Beton gewährleisten und gegenüber den Angriffsmedien beständig sein.

Für die Verbesserung der Oberfläche hinsichtlich der Aufnahme von Feuchtigkeit und Schadstoffen können Hydrophobierungen (Imprägnierungen) oder Versiegelungen angewendet werden. Eine erhöhte mechanische Beständigkeit oder aber eine dauerhafte Funktion bei chemischen Angriffen kann nur mit Beschichtungen erreicht werden. Während die erstgenannten Typen in die Poren des Betons eindringen und so den obersten Bereich des Betonbauteiles verbessern, bilden Beschich-

tungen Filme oder dickere Schichten an der Betonoberfläche und stellen eine neue Grenzfläche mit den geforderten Eigenschaften dar, Bilder 7a bis c.

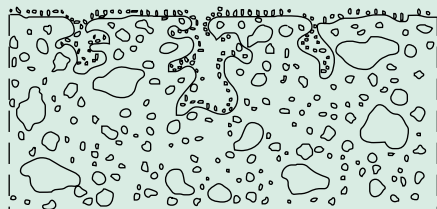
Alternativ können Schutzschichten aus Folien, Dichtungsbahnen oder Belägen – wie etwa säurebeständige Fliesen – angewendet werden, Bild 8. In Abhängigkeit von den einwirkenden Stoffen und vor allem der Konzentration dieser Stoffe werden für den Oberflächenschutz auf Beton üblicherweise folgende Produkte angewendet:

- Wasserglas
- Silane, Siloxane und Silikonharze
- Acrylate und andere Dispersionen
- Epoxide
- Polyurethane
- Polyester
- Chlor-Kautschuk
- Bituminöse Stoffe

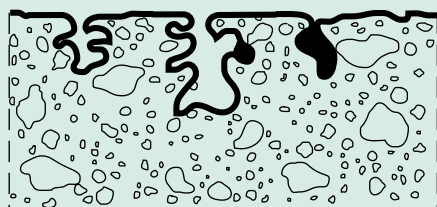
### Typologie der Werkstoffe

#### Wasserglas

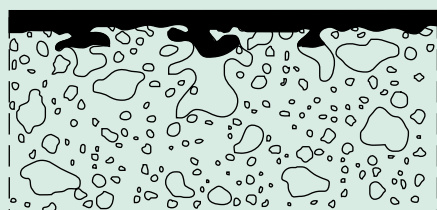
Produkte auf Basis von Wasserglas werden als Hydrophobierungen und Versiegelungen angewendet. Durch die Verkieselung werden die Poren wasserabweisend. Das Wasserglas beeinflusst die Betonoberfläche hinsichtlich Chemikalienbeständigkeit positiv. Eine Verbesserung der mechanischen Eigenschaften kann mit Wasserglas jedoch im Allgemeinen nicht erreicht werden.



Hydrophobierung (Imprägnierung): Wasserabweisende Stoffe lagern sich an die Porenwände an. Es entsteht kein geschlossener Film an der Betonoberfläche.



Versiegelung: Die Porenwände und die Oberfläche werden von einem möglichst vollständigen Film bedeckt. Die oberflächennahen Poren und Kapillaren werden teilweise bzw. möglichst vollständig gefüllt. Die Schichtdicke an der Oberfläche ist < 0,3 mm.



Beschichtung: Eine geschlossene Schutzschicht von 0,3 mm bis maximal 5 mm liegt im Verbund auf der Betonoberfläche.

Bilder 7 a bis c: Hydrophobierung (Imprägnierung), Versiegelung, Beschichtung



### **Silane, Siloxane und Silikonharze**

Die Produkte aus der Gruppe der organischen Siliciumverbindungen werden ebenfalls vor allem als Hydrophobierungen und Versiegelungen angewendet und erfüllen die Funktion der Wasserabweisung, wobei die Wasserdampfdiffusionsfähigkeit erhalten bleibt. Die Verbesserung der mechanischen und chemischen Eigenschaften ist ebenfalls sehr gering.

### **Acrylate und andere Kunstharzdispersionen**

Produkte auf Basis von Acrylatverbindungen werden als Versiegelung oder Beschichtung angewendet, vor allem für die Verbesserung bei geringen chemischen Angriffen. Eine Verringerung der Karbonatisierung wird von allen Produkten gewährleistet. Um einen Schutz der Betonoberfläche gegen mechanische Angriffe zu erreichen, werden Acrylatverbindungen meistens mit Füllstoffen, Pigmenten und Hilfsstoffen hergestellt. Für hohe mechanische Belastungen oder auch Dauernassbelastung sind Acrylatverbindungen und Kunstharzdispersionen üblicherweise nicht geeignet.

### **Epoxidharze**

Aus der vielfältigen Produktgruppe der Epoxidharze werden die Betonbeschichtungen mit höchster mechanischer, aber auch chemischer Beständigkeit ausgewählt. Als wasseremulgierbare Systeme eignen sich Epoxide für Anstriche. Zur Verbesserung der Oberflächeneigenschaften werden Beschichtungen häufig noch mit Füllstoffen versehen und/oder zusätzlich Einstreumaterialien eingearbeitet.

### **Polyurethane**

Auch in der Gruppe der Polyurethane sind vielfältige Variationen möglich, von elastischen, rissüberbrückenden Anstrichen bis zu hochfesten, duroplastischen Abdichtungen und Beschichtungen. Besonders zu erwähnen ist ihre rasche Erhärtung. Hinsichtlich Feuchtigkeit im Untergrund dürfen jedoch Beschichtungssysteme auf Polyurethanbasis nicht mit Polyurethan-Schäumen (PU-Schäumen) verwechselt werden. Bei Beschichtungen ist ein trockener Untergrund unbedingt notwendig.

### **Polyester**

Beschichtungen aus Polyester werden im Landwirtschaftsbereich z. B. als Schutz bei Gärfutterlagerbehältern angewendet, wobei dort eine langjährige Schutzwirkung erreicht werden kann. Zur weiteren mechanischen Verstärkung, aber auch zur zielsicheren Einhaltung einer Mindestschichtdicke, wird das Einlegen eines Glasvlieses und die Verarbeitung in mehreren Lagen empfohlen.

### **Chlor-Kautschuk**

Diese üblicherweise sehr elastische und damit rissüberbrückende Stoffgruppe wird vor allem als Abdichtung für Wasserbehälter angewendet. Aufgrund der chemischen Beständigkeit wäre auch eine Anwendung im Gärfutterbehälter denkbar, wobei allerdings die geringere mechanische Belastbarkeit gegen den Einsatz spricht.

### **Bituminöse Stoffe**

Als Schutzanstriche vor allem im Bereich der Landwirtschaft, aber auch zur Abdichtung von Kellerwänden, werden häufig Schwarzanstriche verwendet. Die chemische Beständigkeit dieser Anstriche und Beschichtungen ist sehr gut, die Dichtigkeit hängt von der angewendeten Schichtdicke der Appli-



*Bild 8: Schutz von Fahrsilowänden durch Folien*

kationen ab. Es sollten nur Produkte angewendet werden, bei denen es auch bei hohen Tagestemperaturen zu keiner Erweichung der Beschichtung kommt. In diese Gruppe fallen auch die Beschichtungen mit Asphalt als Estriche oder Schutzschichten. Die üblichste Anwendung ist die Verwendung von Gussasphalt.

### **Anforderungen an den Untergrund**

Der Beton muss einerseits die statisch erforderliche Festigkeit für das jeweilige Bauteil aufweisen, andererseits auch die jeweilige Expositionsklasse erfüllen, da ja die Schutzschichten zumindest örtlich beschädigt werden können.

Grundsätzlich muss die Betonoberfläche sauber, ölfrei, ausreichend rau und tragfähig für die Schutzbeschichtung sein. Bei einigen Systemen sind auch Anforderungen an die Restfeuchtigkeit oder etwaige Feuchtigkeitswanderungen, meistens im Zusammenwirken mit thermischen Belastungen (Dampfdiffusion) im Beton zu berücksichtigen.

### **Untergrundvorbereitung**

Der Beton muss vor der Applikation des jeweiligen Oberflächenschutzes gereinigt und eventuell aufgeraut werden. Strahlverfahren mit Wasser oder festem Strahlgut haben sich dafür bestens bewährt. Kleine Flächen können auch mit mechanischen Verfahren wie Stemmen, Bürsten oder Schleifen vorgearbeitet werden. Für Beschichtungen wird eine bestimmte Abreißfestigkeit an der Betonoberfläche gefordert, die nach der Oberflächenbehandlung mittels Abreißversuch ermittelt wird.

Werden Schutzschichten auf einen bereits vorhandenen Oberflächenschutz aufgebracht, muss dieser als nunmehr vorhandener Untergrund beurteilt werden. Die Verträglichkeit der beiden Oberflächenschutzmaßnahmen muss gewährleistet sein, der Untergrund muss gereinigt, eventuell ausgebessert und aufgeraut werden. Die Untergrundfestigkeit wird durch die Haftzugfestigkeit der vorhandenen Oberflächenbeschichtung beurteilt.

### **Hinweise zur Ausführung**

Der Oberflächenschutz wird auf den vorbereiteten Untergrund durch Streichen, Rollen, Spritzen oder Spachteln aufgetragen. Ob eine Grundierung notwendig ist, hängt vom ausgewählten

System ab. Bei Systemen mit mehreren Komponenten ist das Verhältnis der jeweiligen Komponenten exakt einzuhalten. Sind zwei oder mehrere Arbeitsschritte notwendig, ist die Erhärtungszeit der jeweils vorher aufgetragenen Schicht unbedingt zu berücksichtigen. Die Einarbeitung von Verstärkungen (Gitter, Gewebe, Vlies, etc.) muss nach den Vorschriften der Produkthersteller erfolgen.

Die Erhärtungsdauer der letzten Schicht, also der früheste Zeitpunkt für die tatsächliche Belastung, hängt vom verwendeten System ab und ist unbedingt zu beachten. Die Hinweise in den technischen Unterlagen der Hersteller sind zu berücksichtigen. Um Qualität und Gewährleistung zu sichern, sollte die Ausführung von Beschichtungsarbeiten stets an eine Fachfirma vergeben werden. Bei Fertigteilen wie etwa Betonspalten ist die Beschichtung nach Möglichkeit bereits bei der Herstellung im Werk aufzubringen.

### Grenzen der Anwendbarkeit

Sowohl hinsichtlich der Ausführung als auch hinsichtlich der erreichbaren Wirkung und Dauerhaftigkeit sind bei der Anwendung des Oberflächenschutzes auf Beton Grenzen zu berücksichtigen.

Der Betonuntergrund muss ausreichend fest und tragfähig, vor allem auch entsprechend gereinigt sein. Unbedingt zu berücksichtigen ist die Feuchtigkeit des Untergrundes, wobei auch auf eine eventuell mögliche Feuchtigkeitswanderung im Beton aus dem anstehenden Erdreich geachtet werden muss. Fugen aus dem Untergrund müssen auch in der Beschichtung ausgeführt

werden. Die Überbrückung von Rissen im Beton wird üblicherweise mit starren Beschichtungen nicht gelingen. Bei im Freien angewendeten Beschichtungen ist die UV-Beständigkeit zu berücksichtigen. Bei Vergilbung und/oder Versprödung wird keine Beschichtung mehr die volle Funktion erfüllen können. Die Lebensdauer von Beschichtungen ist grundsätzlich zu beachten, wobei bereits bei der Auswahl der Produkte die Verträglichkeit mit Neubeschichtungen berücksichtigt werden sollte.

### Literatur:

- [1] ÖKL-Merkblatt 86: Baustoffe in der Landwirtschaft – Oberflächenvergütung von Beton. Österreichisches Kuratorium für Landtechnik und Landentwicklung, Wien 2008
- [2] VÖZ-Merkblatt: Oberflächenvergütung von Beton. Verein Österreichischer Zementwerke, Wien Januar 2008
- [3] DAfStb-Richtlinie: Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen. 3 Teile. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin 2001, Berichtigungen 2002 und 2005

*Anmerkung der Redaktion:  
Die für den Angriff auf Beton zutreffenden Regelwerke unterscheiden sich im Detail zwischen Deutschland und Österreich (DIN 1045-2 bzw. ÖNORM B 4710-1). Auch die Begriffe zum Oberflächenschutz von Beton werden in Deutschland und Österreich nicht deckungsgleich verwendet. Im Beitrag werden die deutschen Regelwerke und Bezeichnungen genannt. Die Tafel 3 listet einige unterschiedlich genutzte Begriffe auf.*

**Tafel 3: Gegenüberstellung von Begriffen in Deutschland und Österreich**

Begriff in	
Deutschland	Österreich
Oberflächenschutz	Oberflächenvergütung
Hydrophobierung (Imprägnierung)	Hydrophobierung
Versiegelung	Imprägnierung (Versiegelung)
Beschichtung	Beschichtung, Anstrich
XM2 starke Verschleißbeanspruchung	XM2 schwere Verschleißbeanspruchung
XM3 sehr starke Verschleißbeanspruchung	XM3 extreme Verschleißbeanspruchung

# Das neue Merkblatt Erhaltung Ländlicher Wege – Wegeerhaltung mit hydraulischen Bindemitteln

Von Otmar Hersel, Wiesbaden

Für den Entwurf und den Bau Ländlicher Wege bestehen eigene, vom Straßenbau abweichende Regelwerke: die „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“ (RLW) der DWA, die „Zusätzliche Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege“ (ZTV LW) der FGSV (beide in Überarbeitung) und das „Merkblatt für die Erhaltung Ländlicher Wege“ (M ELW) der FGSV. Dieses Merkblatt von 1993 liegt nun in einer neuen Ausgabe 2009 vor. Der folgende Beitrag beschreibt Ziel und Aufbau des Merkblattes, stellt die wesentlichen Abschnitte vor und beschäftigt sich dann im Wesentlichen mit der Erhaltung hydraulisch gebundener Wegebefestigungen (Betondecken, HGD und HGTD) sowie der Wegebefestigungen aus Betonsteinpflaster oder Betonplatten. Er gibt aber auch Hinweise für den Einsatz hydraulischer Bindemittel bei der Erneuerung von Asphaltwegen.

## Einleitung

Der Bau Ländlicher Wege ist mit hohen Investitionskosten verbunden. Im Schnitt sind für den Ausbau eines neuen Weges, je nach Bauweise, 50 000 €/km (ungebunden) bis 100 000 €/km (gebunden) aufzuwenden. Das Geld wird überwiegend durch öffentliche Zuwendungen aufgebracht. Jährlich werden ca. 2 000 km ländliche Wege neu gebaut oder grundhaft instand gesetzt. Das Anlagevermögen ländlicher Wege beträgt grob geschätzt einen niedrigen Milliardenbetrag. Die Erhaltung dieses Anlagevermögens ist eine hohe Verpflichtung und aus volkswirtschaftlichen Gründen geboten, Bild 1.

Durch eine ernst genommene betriebliche Unterhaltung mit frühzeitiger Beseitigung von kleineren Anfangsschäden werden kostenträchtige Instandsetzungen vermieden. Dies setzt ein professionelles und fachkundiges Erhaltungsmanagement voraus, das Nutzen und Kosten einzuschätzen vermag. Leider zeigt jedoch die Praxis, dass nur in wenigen Regionen die Voraussetzungen dafür geschaffen sind und diese Aufgabe auch mit dem nötigen Ernst durchgeführt wird. Die Gründe hierfür liegen einerseits im mangelnden Verständnis für diese Verpflichtung oder den fehlenden Strukturen zur Überwachung und planerischen, ausführenden Umsetzung, andererseits fehlt es schlicht und einfach an dem dafür erforderlichen Geld.

Bauliche Maßnahmen zur Erhaltung von ländlichen Wegen sind nur Erfolg versprechend, wenn sie gründlich auf die Ursachen der Mängel oder Schäden eingehen. Das bedeutet aber auch, dass eine dauerhafte Erhaltung mehrere Maßnahmen erfordern kann.



Foto: Thomas Richter

Bild 1: Betonspurweg

Die Autoren des neuen Merkblattes wollen hierzu Verständnis wecken und bieten Hilfen für die dauerhafte Erhaltung der Wege mit den üblichen Befestigungsarten an. Sie wollen ermuntern, die Schäden frühzeitig festzustellen, richtig zu beurteilen und geeignete Maßnahmen rechtzeitig zu treffen. Sie wollen damit beitragen, ein wichtiges Volksvermögen zu erhalten.

## Aufbau des Merkblattes und Ziele

Das Merkblatt „Merkblatt für die Erhaltung Ländlicher Wege“ (M ELW), Bild 2, behandelt in seinem Hauptteil die im Regelwerk erfassten Standardbauweisen für Wegebefestigungen. Dies sind im Einzelnen:

- Wegebefestigungen ohne Bindemittel
- Wegebefestigungen mit hydraulischen Bindemitteln (Betondecken, Hydraulisch gebundene Tragdeckschichten (HGTD) und Hydraulisch gebundene Deckschichten (HGD))
- Wegebefestigungen mit Asphalt
- Wegebefestigungen mit Pflaster oder Platten aus Beton

Besondere oder historische Bauweisen wie z. B. Naturstein- oder Feldsteinpflaster werden nicht behandelt.

Zu jeder Bauweise werden Art und Ursachen von Mängeln beschrieben und zum Teil durch Bilder unterlegt. Danach werden Maßnahmen zur baulichen Erhaltung (Instandsetzung, Instandhaltung und ggfs. Erneuerung) empfohlen. Die betriebliche Erhaltung wird nur am Rande behandelt.



Bild 2: Merkblatt für die Erhaltung Ländlicher Wege (M ELW)

In einem weiteren Abschnitt werden in gleicher Systematik „Sonstige Wegeb Bestandteile“ wie Zwischen- und Seitenstreifen, Seitengräben, Brücken und Durchlässe angesprochen. In dem Abschnitt „Ökologische und landschaftsästhetische Aspekte“ wird auf die Wechselwirkungen zwischen Funktionserhalt und Ansprüchen von Natur und Landschaft bei Erhaltungsmaßnahmen hingewiesen. Die Hinweise betreffen die Wegebefestigungen selber, ihre Randbereiche und die Elemente der Wasserführung.

Neu aufgenommen in das Merkblatt sind „Empfehlungen zur Systematik der Wegeerhaltung“ bzw. dem Aufbau eines Wege-managementsystems

- zur Auswahl und Dringlichkeitsreihung erhaltungsbedürftiger Wege,
- einer technisch und wirtschaftlich begründeten Optimierung der Maßnahmen anhand von Erhaltungsstrategien und der
- Bestimmung des kurz-, mittel-, und langfristigen Finanzbedarfes.

Bei der Wahl der Maßnahmen für die bauliche Erhaltung und für die ebenfalls angesprochene Verbreiterung von ländlichen Wegen wird empfohlen, die ZTV LW und die RLW in ihrer jeweils gültigen Fassung zu berücksichtigen. Dabei sind natürlich auch wirtschaftliche Erwägungen mit einzubeziehen, insbesondere dann, wenn Schäden an der Oberfläche lediglich zu einer optischen und zu keiner substantiellen Beeinträchtigung der Wegebefestigungen führen.

Mit der Erhaltung ländlicher Wege werden im Wesentlichen drei Ziele verfolgt:

- Erhalten der Wegebefestigung bzw. des Bauwerkes,
- Gewährleisten der Verkehrssicherheit,
- Aufrechterhalten eines angemessenen Benutzerkomforts.

Unter Berücksichtigung dieser Vorgaben stellt das Merkblatt Maßnahmen vor, die helfen sollen,

- die Tragfähigkeit des Ober- und Unterbaus zu erhalten,
- das Eindringen von Wasser in den tragenden Teil des Wegkörpers zu verhindern und
- die Griffbarkeit, die Ebenheit der Fahrbahn und den Wasserabfluss durch wirksame Entwässerungseinrichtungen sicherzustellen.

Das Merkblatt ist so abgefasst, dass es auch dem nicht immer fachkundigen Unterhaltungspflichtigen durch einfache und verständliche Handlungsempfehlungen bei der baulichen Erhaltung anspricht.

**Tafel 1: Begriffssystematik zur Erhaltung ländlicher Wege nach M ELW**

Erhaltung	Betriebliche Erhaltung	Kontrolle
		Wartung (Betriebliche Unterhaltung)
	Bauliche Erhaltung	Instandhaltung (Bauliche Unterhaltung)
		Instandsetzung
		Erneuerung

## Begriffe und Abgrenzung

Begriffssystematik und Begriffsbestimmungen im Merkblatt stützen sich auf die Festlegungen für den Straßenbau. Für ländliche Wege sind die Begriffe wie folgt definiert:

### Erhaltung

Maßnahmen, die der Erhaltung der Substanz und des Gebrauchswerts von Wegekörpern einschließlich Seitenraum und lichtem Raum und damit auch der Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit dienen. Sie sind gegliedert in betriebliche Erhaltung und bauliche Erhaltung.

### Betriebliche Erhaltung

Maßnahmen, die der Erhaltung der Benutzbarkeit der Wege dienen. Sie sind gegliedert in Kontrolle und Wartung. Kontrolle ist die Überwachung des Wegezustands und Wartung ist die Pflege zur Sicherstellung der Funktion des Weges.

### Bauliche Erhaltung

Maßnahmen, die der Erhaltung der Substanz oder der Erneuerung von Wegen dienen. Sie sind gegliedert in Instandhaltung, Instandsetzung und Erneuerung.

### Instandhaltung

Bauliche Maßnahmen kleineren Umfangs zur Substanzerhaltung, die mit geringem Aufwand sofort nach dem Auftreten eines örtlich begrenzten Schadens ausgeführt werden.

### Instandsetzung

Bauliche Maßnahmen zur Substanzerhaltung oder zur Verbesserung von Oberflächeneigenschaften von Wegen, die auf zusammenhängenden Flächen in der Regel in Fahrstreifenbreite bis zu einer Dicke von 4 cm ausgeführt werden.

### Erneuerung

Vollständige Wiederherstellung einer Wegebefestigung oder Teilen davon, sofern mehr als die Deckschicht betroffen ist. Dieses kann durch Aufbringen neuer Schichten auf die vorhandene Befestigung im Hocheinbau oder durch Ersatz entsprechender Schichten im Tiefeinbau oder durch eine Kombination von Hoch- und Tiefeinbau erfolgen.

### Schadensursachen erkennen und Schäden erfassen

Bereits von der Erstellung an sind ein Weg und seine Befestigung Einflüssen ausgesetzt, die zu einer Abnutzung und zu Schäden führen können. Unabhängig von den Bauweisen können diese Einflüsse auf die Nutzung, das Klima, die Vegetation, bautechnische Mängel und schließlich die Alterung, der jeder Baustoff unterliegt, zurückgeführt werden.

Bei der *Nutzung* führen insbesondere zu schnelles Fahren, Befahren durch Schwerverkehr (vor allem bei ungünstiger Witterung wie z. B. während der Tauperiode) und die land-, bzw. forstwirtschaftliche Tätigkeit zu Abrieb, Schlaglöchern, Fahrspuren, Rissen, Abplatzungen, Brüchen und Verschmutzungen. Auch eine unsachgemäße Wegepflege zur Beseitigung von Verschmutzungen oder Schnee ist hier einzuordnen.

Vom *Klima* her sind die Frost- und Tauenwirkungen besonders kritisch. Sie führen zu Hebungen, Setzungen und Rissen

und können tiefgreifende Schäden im Wegekörper bewirken. Niederschläge und Schneeschmelze verursachen Erosionen, Auswaschungen und Rutschungen. Hohe Temperaturschwankungen durch starke Besonnung, Winde führen je nach Bauweise zu Rissen oder Verlusten von Feinmaterial und Bindemittel in der Wegebefestigung.

*Pflanzenwuchs* in Fahrbahn, Rand-/Mittelstreifen sowie Entwässerungseinrichtungen stören Nutzung und Funktion der Wege. Bäume und Sträucher am Wegesrand engen Profil und Sicht ein und verursachen Wurzelschäden. Wühltiere schaffen Hohlräume und führen zu Absackungen im Wegebereich.

Bei den *bautechnischen Mängeln* sind vor allem eine nicht ausreichende Bemessung der Tragfähigkeit des Wegeoberbaus oder der Beanspruchung angepasste Auswahl der Bauweise zu erwähnen. Risse, Fahrspurbildungen, Setzungen sind die Folgen. Sehr häufig sind starke Erosionsschäden auf fehlende oder unzweckmäßige Entwässerungsanlagen zurückzuführen.

Zum Erkennen der Schäden ist die betriebliche Unterhaltung durch regelmäßige Kontrollgänge, Reinigen der Wegeoberfläche und der Entwässerungseinrichtungen und einfache Wartungsarbeiten gefragt. In Erwägung sollten auch zeitlich begrenzte oder generelle Fahr- und Gewichtsbegrenzungen gezogen werden, wenn die Verkehrsbelastung zu hohe Ausmaße annimmt.

Bei akuten Schäden empfiehlt sich folgendes Vorgehen:

- Ursachen aufgrund des Schadensbildes abklären,
- Sofortmaßnahmen durchführen, die mit einfachen Mitteln ein Fortschreiten der Schäden verhindern bzw. Nutzungsbeschränkungen aussprechen,
- substanzhaltende Maßnahmen planen und durchführen.

Um eine systematische Erhaltung der Wegebefestigungen zu ermöglichen, ist über eine Datensammlung ein Wegekataster zu erstellen. Dieses Wegekataster sollte aus einer Karte (Maßstab 1:10 000) mit der Lage der Wege und einer Kennzeichnung nach Befestigungsart sowie einem Verzeichnis bestehen.

Das Verzeichnis sollte enthalten:

- Lagebezeichnung
- Kennzeichnung der Wegebefestigung
- Befestigungsschichten (Dicke, Art)
- Länge
- Wegebreite und die Aufbaudaten
- Baujahr und Zeitpunkt bereits erfolgter Erhaltungsmaßnahmen
- Angaben zum Seitenraum, zur Entwässerung zu baulichen Anlagen und zu eventuellen Zwangspunkten

Falls diese Daten nicht vorhanden sind, kann eine Zustandserfassung z. B. mit digitalen Erfassungsgeräten schnell und komfortabel erfolgen. Bei Wegebefestigungen mit Bindemitteln ist die Zustandserfassung möglichst alle fünf Jahre zu wiederholen.

Die Zustandsbewertung im Hinblick auf die Wegeerhaltung, dem eigentlichen Ziel der Datensammlung, wird für alle erfassten Merkmale unter Beachtung örtlicher Gegebenheiten

wie Substanzerhaltung, Nutzungssicherheit, Fahrkomfort und Umweltschutz gewichtet, um eine Gesamteinschätzung des Wegezustandes zu ermöglichen.

Auf Grundlage dieser Gesamtbewertung des Weges oder eines Wegeabschnittes wird folgendes Handlungsschema empfohlen:

- keine Maßnahmen erforderlich
- Maßnahmen in absehbarer Zeit erforderlich
- Maßnahmen sofort erforderlich

Die somit festgelegte Planung der Maßnahmen ermöglicht eine Abschätzung des zukünftigen Finanzbedarfes bzw. bei festgelegtem Finanzbudget eine Aussage über die machbaren Erhaltungsmaßnahmen.

### **Schäden, Ursachen, Bauliche Erhaltung – Wegebefestigungen mit Beton**

Ländliche Wege aus Beton sind hochbelastbar und erfüllen ihre Aufgabe auf Dauer. 50 Jahre Nutzung oder mehr sind keine Seltenheit, Bild 3. Trotzdem bleiben auch sie von Schäden nicht verschont, die einerseits durch falsche Planung und/oder unsachgemäße Ausführung, aber auch durch eine extreme Nutzung entstehen können. Typische Schäden bei Betondecken sind Oberflächenschäden, Kantenabbrüche, Risse oder Plattensetzungen.

#### **Oberflächenschäden**

Oberflächenschäden bei Betondecken, also Abwitterungen des Zementsteins, groß- oder kleinflächige Betonabplatzungen sowie Entmörtelungen mit freigelegtem Korn führen im Allgemeinen nur zu einer optischen Beeinträchtigung der so befestigten Wege. Eine tiefere Schädigung kann allerdings dann erwartet werden, wenn der Beton nicht anforderungsgemäß hergestellt und/oder verarbeitet wurde oder eine mechanische Überbeanspruchung z. B. durch Kettenfahrzeuge stattfindet.

Die wichtigsten Ursachen für Oberflächenschäden sind

- zu geringe Betonfestigkeit durch zu hohen Wassergehalt und/oder zu niedrigen Zementgehalt im Frischbeton
- zu geringe Frost-(Tausalz-)Beständigkeit durch zu geringen Mindestluftgehalt im Frischbeton oder zu hohe Anteile an feiner Gesteinskörnung, Holzeinschlüsse



Bild 3: Betonweg aus den 50er Jahren des vergangenen Jahrhunderts

- mangelhafte Ausführung der Betondecke (Entmischung des Betons, ungenügende Verdichtung)
- vorzeitiger Wasserentzug des frisch eingebauten Betons durch fehlende Nachbehandlung
- mechanische Überbeanspruchung und Verschleiß durch z. B. Kettenfahrzeuge
- außergewöhnliche Einflüsse, z. B. durch Einwirkung von Feuer, Dünger, Chemikalien

Die Ausbesserung von alters- oder überlastungsbedingten Oberflächenschäden lohnt meistens nicht. Hier ist es in der Regel wirtschaftlicher, geschädigte Betonplatten einzeln oder streckenweise zu ersetzen.



Bild 4: Oberflächenschaden, Entmörtelung

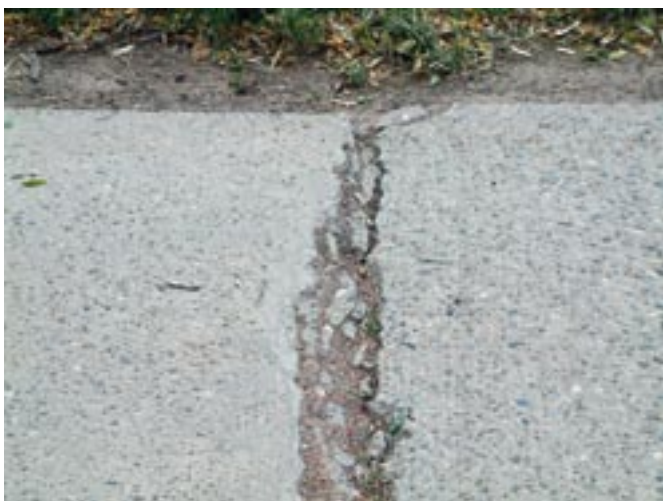
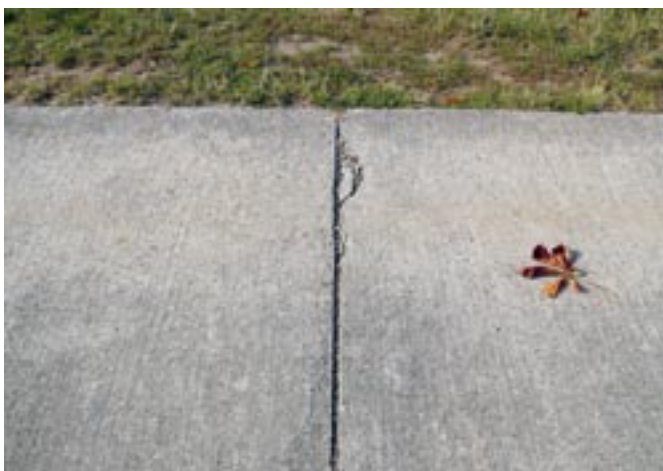


Bild 5a und b: Kantenabbruch infolge mangelhafter Verdichtung in der Fuge

Bei flächenhaften Oberflächenschäden an noch jungen Betondecken empfiehlt es sich, zur Überprüfung der Betonfestigkeit Bohrkerne zu entnehmen. Entspricht die geprüfte Betonfestigkeit einem C25/30 und ist die Einwirkung von Taumitteln auszuschließen, deuten die Schäden auf eine mangelhafte Nachbehandlung hin. In diesem Fall kann auf eine Instandsetzung verzichtet werden, da die Abwitterung meist nur an der Oberfläche wirkt und mit zunehmender Tiefe abnimmt, Bild 4.

Sollte dennoch eine Erhaltungsmaßnahme erwünscht sein, kann die Betonoberfläche mit Reaktionsharzen, Reaktionsharzmörtel oder Zementmörtel mit Kunststoffzusatz behandelt, ausgebessert oder beschichtet werden. Die dafür einschlägigen Regelwerke M BEB (Merkblatt für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton) und ZTV BEB-Stb (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Betonbauweisen) sind zu beachten.

### Kantenabbrüche

Kantenabbrüche an Fugen, Außenrändern und Rissen sind nur dann auszubessern, wenn dadurch die Verkehrssicherheit beeinträchtigt oder der Fahrkomfort erheblich gestört wird. Auch hier können die Ursachen bei einer zu geringen Betonfestigkeit im Kantenbereich infolge Entmischungen, mangelhafter Verdichtung oder in Fehlern bei der Betonzusammensetzung liegen. Zu frühes oder zu spätes Fugenschneiden führt ebenfalls zu Kantenschäden wie auch unplanmäßige Bewegungen der Betonplatten infolge mangelnder Tragfähigkeit der Unterlage oder punktuelle Überlastungen, Bilder 5a und b.

Kleinere Kantenabbrüche werden am besten mit kunststoffmodifiziertem Zementmörtel oder mit Reaktionsharzmörteln ausgebessert. Für größere Kantenausbrüche empfiehlt sich die Verwendung von frühhochfestem Straßenbeton nach TL Beton-StB. Der Erfolg einer Ausbesserung hängt neben den verwendeten Materialien wesentlich von der sorgfältigen Vorbehandlung des Betonuntergrundes ab. Die anzubetonierenden Flächen sollen sauber und frei von losem oder mürbem Beton sein und vor dem Betonieren angefeuchtet werden.

### Risse, Abbrüche

Risse in Betondecken kommen in unterschiedlicher Breite und Tiefe vor. Oberflächennahe Rissen bis 1 mm Breite sind als optischer Mangel einzustufen und bedürfen im Allgemeinen keiner weiteren Behandlung. Durchgehende Risse sind kritischer zu beurteilen, da durch sie Oberflächenwasser bis zur Unterlage vordringen kann und dadurch deren Tragfähigkeit herabsetzt. Durchgehende Risse können je nach Lage und Abstand zu einer Plattenzerstörung führen. Bei weniger befahrenen Wegen siedelt sich in durchgehenden Rissen häufig ein Bewuchs an, der einerseits einen willkommenen ökologischen Effekt darstellt, andererseits aber zur schnelleren Zerstörung der Platten beitragen kann, Bild 6.

Hauptursachen für Risse in Betondecken sind:

- ungenügende Tragfähigkeit der Unterlage bzw. des Untergrundes
- ungeeignete Abmessungen der Betonplatten (Verhältnis Länge zu Breite  $> 1,5$  oder spitz zulaufende Platten)
- zu geringe Dicke der Betonplatte, auch als Folge einer unebenen Unterlage

- Überlastung der Betonplatten durch Schwerverkehr bei ungünstiger Witterung
- zu geringe Betonfestigkeit
- ungleichmäßige Setzungen der Betonplatten

Durchgehende Risse mit Öffnungsweiten > 1 mm sollten durch Schneiden oder Fräsen erweitert und anschließend mit heiß verarbeitbaren Fugenmassen verfüllt werden, wenn bei frost-

empfindlicher Unterlage das eindringende Wasser zu weiteren Schäden führen kann.

Längsrisse sind kritischer zu beurteilen als Querrisse. Bei den dabei entstehenden schmalen Plattenstreifen bilden sich in der Folge häufig zusätzliche Querrisse, die zur weiteren Zerstörung der Betonbefestigung führen, Bild 7.

Wandern gerissene Betonplattenteile auseinander, ist eine Ausbesserung der Risse meist nicht mehr sinnvoll. Es sollte dann eine Erneuerung der Betonplatte erfolgen. In Ausnahmefällen kann auch eine Lagesicherung durch den Einbau von Ankern nach ZTV BEB in Frage kommen.

Abbrüche an den Plattenecken sind ein häufig beobachteter Schaden, Bild 8. Hier ist in den meisten Fällen eine mangelnde Tragfähigkeit der Unterlage die Ursache, sei es, dass in den Randbereichen die Tragschicht schon in der Bauphase nicht fachgerecht ausgeführt wurde, oder dass Materialaustrag oder ungenügende Entwässerung im Randbereich dazu beitragen. Spitz zulaufende Platten (Zwickel) sind infolge ihrer Abmessungen besonders rissgefährdet, Bild 9. Sie sollten deshalb z.B. durch eine geschickte Fugenführung vermieden oder z.B. durch Pflasterung ersetzt werden. Einbauten in Wegen wie z. B. Schächte sind entweder in Plattenmitte oder besser mittig in einer Querfuge einzuplanen, Bild 10.



Bild 6: Längsriß mit Pflanzenbewuchs



Bild 7: Risse am Plattenrand mit Absackung



Bild 8: Eckabbruch mit Absackung



Bild 9: Riss an einem Zwickel



Bild 10: Risse infolge falscher Anordnung an einem Schacht

Der Ersatz von gerissenen oder abgängigen Betonplatten oder Plattenteilen erfolgt nach den Regelungen der ZTV LW, setzt aber immer voraus, dass nach dem Ausbau der Platten erst einmal die Ursachen der Zerstörung festgestellt werden. Liegen diese an der Entwässerung, der Unterlage oder einer mangelnde Pflege der Wegeränder (z. B. Behinderung des Wasser-

abflusses in den seitlichen Entwässerungsgraben), so sind hier die notwendigen Verbesserungen vorzunehmen, Bild 11.

Für die einzufügenden Platten oder Plattenteile wird Beton, vorzugsweise ein Beton mit Fließmittel, verwendet. Die Platten sind in gleicher Dicke wie die benachbarten Platten herzustellen,



*Bild 11: Risse infolge fehlender Entwässerung*



*Bild 12: Unsachgemäße Erhaltungsmaßnahme mit Beton*



*Bild 13: Unsachgemäße Erhaltungsmaßnahme mit Asphalt*



*Bild 14: Überhöhung am Anschluss eines Reparaturfeldes aus Asphalt*



*Bild 15: Absackung einer eingefügten Asphaltfläche*



*Bild 16: Für die Dauerhaftigkeit problematisch: in die Betonfläche eingefügtes Asphaltfeld*





Bild 17: Gelungener Weg mit hydraulisch gebundener Tragdeckschicht HGTD

len. Für stark belastete Wege ist das zusätzliche Einbringen von Dübeln in Längsrichtung in Betracht zu ziehen, um eine Querkraftübertragung zwischen alter und neuer Platte in der Fuge zu bewirken. Asphaltfelder oder -flicken sind für einen Ersatz von Platten bzw. Plattenteilen ungeeignet. Durch Ihre „Nachgiebigkeit“ gegenüber dem Betondruck infolge witterungsbedingter Ausdehnungen sind ein Aufwölben des Asphalts an den Übergängen und ein Auseinanderdriften der benachbarten Betonplatten/Fugen zu befürchten, Bilder 12 bis 16.

#### Stufen und Verkantungen

Die dauerhaft ebene Lage der Betonplatten hängt entscheidend von der Standfestigkeit, Beständigkeit und Homogenität der Unterlage ab. Gibt die Unterlage z. B. infolge mangelhafter Verdichtung oder Überbeanspruchung durch Schwerverkehr bei ungünstiger Witterung nach, so kann dies zu (ungleichmäßigen) Setzungen führen. Die Folge sind Stufen oder Verkantungen zwischen den Platten oder Plattenteilen, die den Fahrkomfort und in extremen Fällen auch die Verkehrssicherheit mindern.

Höhenunterschiede bis 15 mm zwischen benachbarten Platten können durch Abfräsen des Betons ausgeglichen werden. Größere Höhenunterschiede können mit Reparaturmörtel oder Asphaltkeilen überbrückt werden. Sollte dies nicht machbar oder sinnvoll sein, empfiehlt es sich, die betroffenen Platten zu ersetzen und ggfs. die Unterlage zu ertüchtigen.

#### Hydraulisch gebundene Deckschichten und Tragdeckschichten (HGD/HGTD)

Bei hydraulisch gebundenen Tragdeckschichten (HGTD) und hydraulisch gebundenen Deckschichten (HGD) treten möglicherweise Oberflächenschäden oder Risse auf.

Bei der Betrachtung der Oberflächenschäden ist mit einzubeziehen, dass bei dieser Bauweise im Hinblick auf ein naturnahes Erscheinungsbild eine begrenzte Entmörtelung an der Oberfläche erwartet wird. Reichen die Oberflächen jedoch tiefer und führen durch Zerfall des Mörtels zur großflächigen Freilegung von Gesteinskörnungen, sind entweder Fehler bei der Zusammensetzung und Herstellung des Baustoffgemisches (zu viel Wasser, zu wenig Bindemittel, kein gebrochenes Korn)



Bild 18: Örtliche Entmörtelung an einer HGTD

und/oder bei dessen Einbau (fehlender Witterungsschutz beim Transport zur Baustelle, unzureichende Nachverdichtung und fehlende Nachbehandlung) die Ursachen, Bilder 17 und 18.

Bei HGTD und HGD bilden sich bauweisenbedingt nach dem Einbau in Abständen von ca. 8 m bis 15 m feine Querrisse. Diese Risse setzen sich im Laufe der Zeit mit Feinmaterial zu, vorausgesetzt die Risse werden nicht durch zu schnelles Fahren freigelegt und aufgeweitet. Ist dies zu beobachten, so ist an verkehrslenkende Maßnahmen zur Reduzierung der Fahrgeschwindigkeit zu denken. Ein Schließen der Risse mit Reaktionsharz oder ähnlichen Materialien hilft nur für kurze Zeit.

Andere Risse, die z. B. durch zur geringe Einbaudicken und/oder Überlastung der Wege entstehen, setzen sich entweder im Lauf der Zeit zu oder weiten sich weiter auf. Im letzteren Fall empfiehlt es sich, die betroffenen Abschnitte aufzunehmen und mit einem neuen Baustoffgemisch nach ZTV LW aufzufüllen.

Treten gravierende Oberflächenschäden oder (Längs-)Risse auf längeren Wegeabschnitten auf, so kann die HGTD/HGD in der gleichen oder einer anderen Bauweise überbaut werden. Die Einbaudicke kann bei einer Überbauung auf 8 cm (HGTD) bzw. 6 cm (HGD) verringert werden. Steht eine grundsätzliche Erneuerung des Weges an, ist es möglich, die vorhandene Befestigung durch Fräsen und Zugabe von hydraulischem Bindemittel zu einer neuen Tragdeckschicht umzuformen.

#### Pflaster und Platten aus Beton

Neben gelegentlich auftretenden Oberflächenschäden und Kantenabbrüchen infolge ungenügender Festigkeit oder Überlastung der gepflasterten Wege ist vor allem die Auflösung und Lockerung des Pflasterverbundes von Bedeutung. Die Erscheinungsformen hierfür sind vielfältig. Sie reichen von Rinnen und Wellen in der Pflasterdecke bis zu Ausbrüchen und Verdrückungen an den Rändern der Pflasterflächen.

Diese Schäden sind immer auf das Nachgeben der Unterlage, sei es durch Planungsfehler, fehlerhafte Auswahl der Baustoffe, deren mangelhaften Einbau (Verdichtung, Schichtdicken), ihre Überlastung oder eine ungenügende Entwässerung zurückzuführen. Es können aber auch Fremdeinwirkungen wie

Wurzeldruck, Wühltiere, Geländesetzungen oder Unterspülungen wie auch die Freisetzung der Fugen infolge fehlender Filterstabilität des Fugen- und Bettungsmaterials verantwortlich sein, Bild 19.

Die baulichen Maßnahmen zur Behebung dieser Mängel laufen in der Regel immer nach dem gleichen Schema ab:

- Aufnahme der Steine in den betroffenen Bereichen
- Verbesserung der Entwässerung oder der Tragschicht
- Unterlage mit neuem Material neu profilieren und verdichten



Bild 19: Pflasterschaden durch Wühltiere



Bild 20: Verkantung von Spurplatten



Bild 21: Plattenbruch

- Neuverlegung der vorhandenen Steine
- ggfs. Seitenstreifen bis zur Oberkante des Pflasters auffüllen und verdichten

Bei Spurplatten bewirken schon geringe Setzungen der Unterlage bzw. des Untergrundes Stufen, Verkantungen und Verbundstörungen sowie Plattenbrüche, Bilder 20 und 21. Hier helfen bei größeren Abweichungen nur die Aufnahme der Platten und ihre erneute Verlegung bzw. Auswechslung auf einer verbesserten Unterlage.

### Erneuerung von Wegen

Eine vollständige Erneuerung von ländlichen Wegen ist meist dann geboten, wenn – unabhängig von der Bauweise – durch Alterung, zunehmende Verkehrsbelastung, Umwidmung und/oder eine starke Häufung von Schadensbildern die vorhandene Wegebefestigung die vorgesehenen Aufgaben nicht mehr erfüllen kann. Für eine Erneuerung gebundener Wegebefestigungen kann entweder

- die vorhandene Wegebefestigung ausgebaut und durch neue Baustoffe ersetzt werden oder
- die vorhandene Wegebefestigung mit oder ohne Bindemittelzugabe an Ort und Stelle teilweise oder vollständig verwertet werden.

Im neuen Merkblatt wird für den zweiten Fall, die Verwertung der vorhandenen Wegebefestigung, das „Kaltrecycling in situ“ erstmals beschrieben und als wirtschaftliches und umweltfreundliches Verfahren dargestellt. Seine Anwendung ist sowohl bei abgängigen Wegen ohne Bindemittel, bei HGD/HGTD-befestigten Wegen und vor allem bei Asphaltwegen möglich. Die Vorteile des „Kaltrecycling in situ“ sind

- eine nahezu vollständige Wiederverwendung der Altbaustoffe
- eine unveränderte Lage und Gradienten
- Einsparung von neuen Baustoffen
- Reduktion von Transporten
- Schonung der umliegenden Wege und Straßen
- Einsparung von Deponieraum

Als Bindemittel für das mit Fräsen aufgebrochene und gegebenenfalls in der Körnung verbesserte Gemisch können bitumenhaltige Bindemittel, hydraulische Bindemittel oder ein Gemisch aus beiden verwendet werden. Im ländlichen Wegebau liegen allerdings belastbare Anwendungen und Erfahrung im Wesentlichen nur für die Zugabe von hydraulischen Bindemitteln („Fräsrecycling“) vor, Bilder 22 und 23.

Das Erneuerungsverfahren entspricht im Wesentlichen dem einer Bodenverfestigung. Die vorhandene Wegebefestigung wird mittels einer Fräse in einem Arbeitsgang bis 40 cm tief aufgebrochen. Gleichzeitig wird Wasser zugegeben und das zuvor aufgestreute hydraulische Bindemittel eingemischt und anschließend verdichtet. Die so hergestellte gebundene Schicht kann als Tragschicht dienen und mit einer Oberflächenbehandlung versehen, einer dünnen Asphaltdeckschicht überzogen oder mit einer Beton-/Pflasterdecke überbaut werden. Sie kann aber auch ohne weiteren Belag direkt und ohne besondere Wartezeiten als Wegebefestigung genutzt werden.

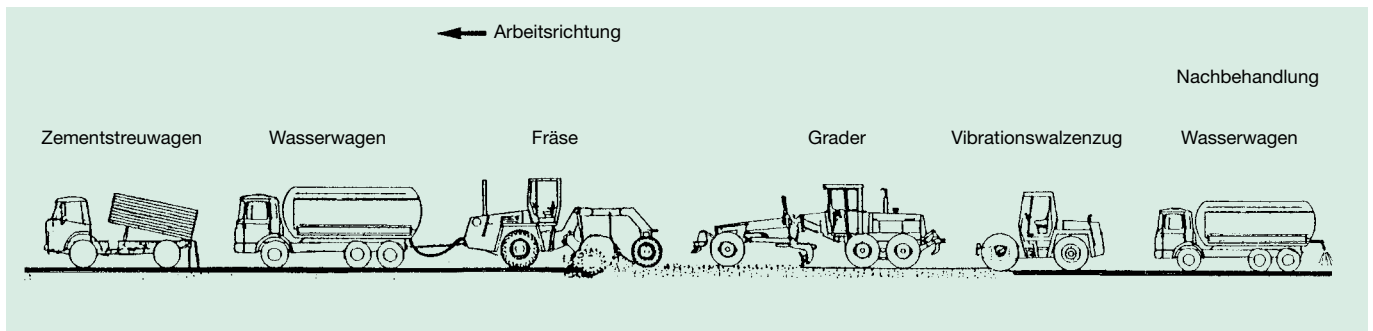


Bild 22: Schema Fräsrecycling [6]

## Verbreiterungen

Die Verbreiterung ländlicher Wege wurde früher in einem eigenen Merkblatt der FGSV behandelt. Das vorliegende Merkblatt zur Erhaltung ländlicher Wege gibt bauweisenbezogenen Hinweise für eine Wegverbreiterung, sodass ein eigenes Merkblatt überflüssig wurde.

Grundsätzlich wird empfohlen, die Verbreiterung eines ländlichen Weges in derselben Bauweise auszuführen wie der zu verbreiternde Weg, Bild 24.

Für Wegebefestigungen aus Beton sowie HGD und HGTD gilt, dass Ausbaubreiten bei Verbreiterungen mindestens 50 cm betragen sollten. Die Unterlage (Tragschicht) ist in ihrer Tragfähigkeit anforderungsgemäß zu verbessern und zusätzlich 50 cm breiter als der neue Wegerand auszubilden. Die Dicke des angebauten Betonstreifens soll mindestens der Dicke der vorhandenen Decke entsprechen. Bei Verbreiterungen unter 1 m ist die Dicke auf 18 cm zu erhöhen und der Abstand der Querscheinfugen gegenüber der vorhandenen Befestigung auf wenigstens die Hälfte zu verkürzen.

Bei Wegebefestigungen mit Betonpflastersteinen werden möglichst Pflastersteine des gleichen Formates und der gleichen Höhe verwendet und eingebaut. Auf der zu verbreiternden Seite sollen die Randsteine der vorhandenen Pflasterdecke sowie evtl. vorhandene Randeinfassungen aufgenommen werden. Verbundsteine sind nach Möglichkeit wieder am neuen Rand einzubauen. Zweckmäßig wird es sein, den Rand der Verbreiterung durch eine Randeinfassung zu sichern.



Bild 23: Einfräsen von Zement beim Fräsrecycling

## Literatur

- [1] RLW. Richtlinien für den ländlichen Wegebau. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (DWA), Hennef, Ausgabe 2005
- [2] M BEB. Merkblatt für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen aus Beton. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln, Ausgabe 2009
- [3] ZTV BEB-StB 02. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen – Betonbauweisen. Forschungsgesellschaft für das Straßen und Verkehrswesen (FGSV), Köln, Ausgabe 2002
- [4] TL Beton-StB 07. Technische Lieferbedingung für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahnen aus Beton. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV), Köln, Ausgabe 2007
- [5] ZTV Beton-StB 07. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahnen aus Beton. Forschungsgesellschaft für das Straßen und Verkehrswesen (FGSV), Köln, Ausgabe 2007
- [6] Sonneck, K.: Neue Wege aus altem Asphalt – Fräsrecycling mit Zementverfestigung, Bauen für die Landwirtschaft, Heft 1, 1995, S. 15-19

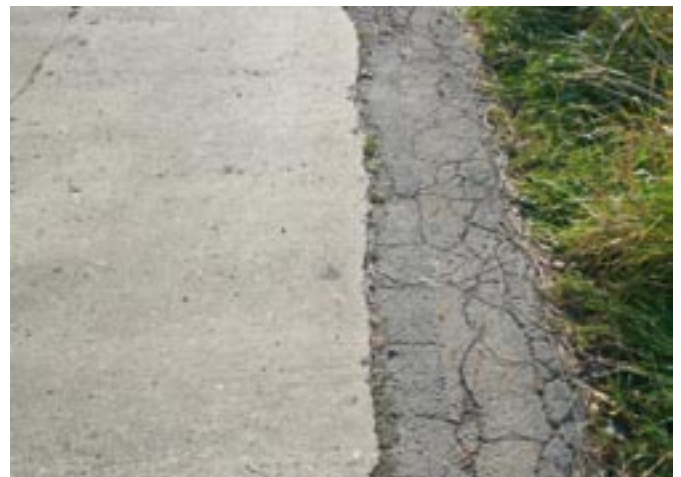


Bild 24: Unsachgemäße Verbreiterung eines Betonweges mit Asphalt

## **BetonMarketing Deutschland**

BetonMarketing Deutschland GmbH  
Steinhof 39  
40699 Erkrath  
bmd@betonmarketing.de

## **Kontakt und Beratung vor Ort**

### **BetonMarketing Nord**

BetonMarketing Nord GmbH  
Anderter Straße 99D  
30559 Hannover  
Telefon 0511 554707-0  
Telefax 0511 554707-15  
hannover@betonmarketing.de

### **BetonMarketing Ost**

BetonMarketing Ost  
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH  
Teltower Damm 155  
14167 Berlin-Zehlendorf  
Telefon 030 3087778-0  
Telefax 030 3087778-8  
mailbox@bmo-berlin.de

### **BetonMarketing Süd**

BetonMarketing Süd GmbH  
Gerhard-Koch-Straße 2+4  
73760 Ostfildern  
Telefon 0711 32732-200  
Telefax 0711 32732-202  
info@betonmarketing.de

Beethovenstr. 8  
80336 München  
Telefon 089 450984-0  
Telefax 089 450984-45  
info@betonmarketing.de

### **BetonMarketing West**

BetonMarketing West  
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH  
Annastraße 3  
59269 Beckum  
Telefon 02521 8730-0  
Telefax 02521 8730-29  
info@bmwest.de