

1 | 2013



Bauen für die Landwirtschaft

**Ländlicher Wegebau
Gärfutter-Fahrsilos
Lebensmittelsilos**

Bauen für die Landwirtschaft

Heft Nr. 1 (2013)
ISSN 0171-7952

Autoren

Dr.-Ing Dipl.-Wirtsch.-Ing. Maximilian Fuchs
Dipl.-Ing. Carola Schmied
Haumann + Fuchs Ingenieure AG
Sonntagshornstr. 4
D-83278 Traunstein

Markus Grünwald
Freund & Vogtmann ZT GmbH
Staatl. befugte und beeidete Ziviltechniker
GmbH für Bauwesen
Fuhrmannsgasse 19
A-1080 Wien

Michael Hammon
Beigeordneter a. D.
Sprecher Ak Genehmigung und
Genehmigungspraxis
im Fachverband Biogas e. V.
Donauschwabenstr. 109
D-33609 Bielefeld

Dipl.-Ing. René Oesterheld
BetonMarketing Nordost
Gesellschaft für Bauberatung und
Marktförderung mbH
Anderter Str. 99D
D-30559 Hannover

Dipl.-Ing. Dr. Johannes Steigenberger
Forschungsinstitut der Vereinigung der
Österreichischen Zementindustrie
Reisnerstr. 53
A-1030 Wien

Dipl. Kfm. Maximilian Weller
Erdener Str. 19
D-45481 Mülheim an der Ruhr

Herausgeber:
BetonMarketing Deutschland GmbH
Steinhof 39, 40601 Erkrath
Geschäftsführer: Thomas Kaczmarek
www.beton.org

Redaktion: Dr.-Ing. Thomas Richter (verantwortl.)
c/o BetonMarketing Nordost
Anderter Straße 99D, 30559 Hannover
richter@betonmarketing.de
Tel.: 03 41 / 6 01 02 01, Fax: 03 41 / 6 01 02 90

Dr. Kristina Krüger
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: Ländlicher Wegebau Gärfutter-Fahrsilos Lebensmittelsilos

S. 3

Wege- und Hofplatzbefestigungen im ländlichen Bereich

René Oesterheld

Der ländliche Wegebau wird meist mit der Erschließung von Feld- und Waldflächen oder Bauernhöfen in der Land- und Forstwirtschaft in Verbindung gebracht. Darüber hinaus werden diese Wege auch für den sanften Tourismus als Rad- und Wanderwege genutzt. Dafür gibt es für jeden Bedarfsfall eine Vielzahl von Ausführungsarten, die je nach Erfordernis unterschiedlich ausgeführt sein können. Neben den Fahrwegen gehören aber auch die Abstell- und Hofflächen zu einem landwirtschaftlichen Betrieb.

S. 8

Betonspurwege – eine naturnahe Bauweise zur Erschließung ländlicher Wege

Johannes Steigenberger

Im ländlichen Wegebau dienen Betonspurwege zur Erschließung land- und forstwirtschaftlicher Flächen, wo sie sich gerade in sensiblen Naturregionen optimal in die Landschaft einfügen und praktisch keinen Unterhalt benötigen. Sie sind ganzjährig befahrbar und trotzen dem Einsatz schwerer Fahrzeuge für Feld- und Waldbearbeitung, Ernte und Transport.

S. 10

Landwirtschaftlicher Wegebau mit mehrfachem Nutzen

Maximilian Weller

Besonders in den neuen Bundesländern wurde in den letzten 20 Jahren der Ausbau landwirtschaftlicher Wege vorangetrieben. Ursache hierfür waren neue Eigentums- und Bewirtschaftungsstrukturen, die als Folge der gesellschaftlichen Umbrüche zahlreiche neue Ortsverbindungsstraßen und ländliche Wege erforderlich machten. Neben der reinen landwirtschaftlichen Nutzung gewinnt heute an vielen Stellen die touristische Funktion dieser Wege immer mehr an Bedeutung. Ein gelungenes Beispiel für eine Wegebefestigung mit mehrfachem Nutzen ist der Verbindungsweg zweier Ortsteile der Stadt Bad Freienwalde im Brandenburgischen Landkreis Märkisch-Oderland, bei dem auch umfangreiche ökologische Randbedingungen zu berücksichtigen waren.

S. 12

Fahrsilos und Betriebsflächen – Niederschlagswasser richtig handhaben

Michael Hammon

Auf Fahrsiloflächen, Fahrwegen und sonstigen Betriebsflächen fallen über das Jahr betrachtet unterschiedliche, aber erhebliche Mengen an Niederschlagswasser an. Diese Wassermengen müssen abgeleitet und ordnungsgemäß beseitigt werden. Für ein sachgerechtes Niederschlagswasser-Management müssen bereits in der Planungsphase wasserwirtschaftliche, organisatorische und technische Anforderungen beachtet werden.

S. 17

Der Meggle Food Turm – ein modernes, funktionales Bauwerk für die Lebensmittelindustrie

Maximilian Fuchs und Carola Schmied

Der Neubau des ca. 53 m hohen Meggle Food Turms in Wasserburg am Inn (Oberbayern) dient als Beispiel für ein modernes, funktionales Produktionsgebäude der Lebensmittelindustrie. Der vorliegende Beitrag beschreibt nach einer Darstellung der besonderen Rahmenbedingungen aus Bauzeit, Bauablauf und späterer Nutzung den daraus resultierenden Entwurf, die Konstruktion und die Ausführung des Bauwerkes aus Stahlbeton.

S. 21

Silo für 70000 Tonnen Zucker

Markus Grünwald

Umstrukturierungen in der Zuckerindustrie hatte die Schließung von Werken zur Folge und machte die Errichtung von Lagerkapazität in den verbleibenden Werken erforderlich. Gleichzeitig wurde eine Anpassung an den derzeitigen Stand der Technik vorgenommen und die Transportlogistik des Rohmaterials (Zuckerrüben) und des Endprodukts (Zucker) verbessert. Berichtet wird über den Bau des zweitgrößten Zuckersilos in Europa.

Titelbild:

Ortbeton-Spurweg, siehe Beitrag auf S. 3
(Foto: BetonMarketing Nordost, Oesterheld)

Die Ausgaben der letzten Jahre der Zeitschrift „Bauen für die Landwirtschaft“ als Download sowie weitere Informationen zum landwirtschaftlichen Bauen mit Beton unter beton.org/landwirtschaft

Wege- und Hofplatzbefestigungen im ländlichen Bereich

Von René Oesterheld, Hannover

Der ländliche Wegebau wird meist mit der Erschließung von Feld- und Waldflächen oder Bauernhöfen in der Land- und Forstwirtschaft in Verbindung gebracht. Darüber hinaus werden diese Wege auch für den sanften Tourismus als Rad- und Wanderwege genutzt. Dafür gibt es für jeden Bedarfsfall eine Vielzahl von Ausführungsarten, die je nach Erfordernis unterschiedlich ausgeführt sein können. Eine einfache Variante ist die hydraulisch gebundene Tragdeckschicht, kurz HGTD. Diese Wege zeichnen sich durch eine naturnahe Oberfläche aus und sind für die meisten Beanspruchungen im ländlichen Fahrverkehr gut geeignet. Darüber hinaus gehören neben den Fahrwegen aber auch die Abstell- und Hofflächen zu einem landwirtschaftlichen Betrieb. In Abhängigkeit von der Betriebsgröße sind verschiedenartige Ausführungsmöglichkeiten denkbar. Diese hängen unter anderem von der Größe der Freifläche, von der Belastung und gegebenenfalls von den Untergrundverhältnissen ab.

Geänderte Infrastrukturanforderungen

Bei Land- und Forstbetrieben zeichnen sich im Wesentlichen zwei Tendenzen ab. Zum einen der Trend zu Biohöfen mit touristischer Anbindung mit relativ kleinen Betriebseinheiten und zum anderen die Zusammenlegung einzelner Bauernhöfe zu großen Agrarbetrieben, wie sie in Nord- und Ostdeutschland immer häufiger anzutreffen sind. Die Folgen sind, dass man je nach Größe des Betriebes unterschiedliche Lösungen zur Bewältigung der Anforderungen finden muss. Hinzu kommt, dass der reine landwirtschaftliche Betrieb allein oft nur geringe Erlöse abwirft, sodass weitere Wirtschaftsfelder erschlossen werden. Dazu gehören Biogasanlagen und die Nutzung von Windenergie. In diesen Zusammenhang muss bei Verwendung leistungsfähiger Maschinen auch die Infrastruktur angepasst werden. Dazu gehören ausreichend breite Fahrwege, die den Belastungen gewachsen sein müssen. Ein Gespann aus Schlepper und Anhänger kommt auf Lasten von über 30 t (Bild 1). Vorbei sind die Zeiten, in denen ein Traktor gemütlich über die Straßen fuhr. Die Hersteller haben auch hier deutlich nachgelegt. Sie setzen auf leistungsstarke Schlepper, deren Höchstgeschwindigkeit teilweise über 60 km/h liegt. Darüber hinaus sind diese Fahrzeuge auch breiter und im Hängerbetrieb deutlich schwerer als ältere Fahrzeuge. Sondergenehmigungen für überbreite Arbeitsmaschinen sind mit regionalen Unterschieden an der Tagesordnung. Die regelwerksetzenden Gremien reagieren bereits auf diesen Trend, in nächster Zeit wird eine Anpassung der Regelwerke im ländlichen Wegebau erfolgen müssen.

Hydraulisch gebundene Tragdeckschichten

Für die Planung, Bemessung, Ausschreibung und Ausführung von ländlichen Wegen sind die „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“ (RLW) und die „Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege“ (ZTV LW) maßgebend. In beiden Regelwerken sind hydraulisch gebundene Tragdeckschichten (HGTD) als Standardbauweise für die Befestigung ländlicher Wege eingeführt. Ihr Einsatz wird für „mittlere“ Beanspruchungen empfohlen. Mit einer hydraulisch gebundenen Tragdeckschicht befestigte Wege sind unter anderem geeignet für hohe Achslasten, kurvenreiche Trassierung, Steilstrecken und exponierte Lagen. Sie werden auch gern von Radfahrern und Wanderern angenommen. Zu beachten ist, dass Fahrzeugbeanspruchungen mit hohen Geschwindigkeiten (> 50 km/h) zu erhöhter Erosion der Tragdeckschicht führen und damit deren Lebensdauer entscheidend verkürzen. Deshalb ist zu überlegen, ob infolge der höheren Geschwindigkeiten einige Zuwege entsprechend ertüchtigt werden sollten. Für den Erntebetrieb sind diese Bauweisen, sofern sie die erforderliche Breite aufweisen, nach wie vor sehr gut geeignet (Bilder 2 und 3).

Die Unterlage für eine HGTD muss „ausreichend breit, standfest, tragfähig, höhen- und profiligerecht sowie eben“ sein. Dies ist erfüllt, wenn der Verformungsmodul E_{v2} ausreichend groß ist, die Abweichungen von der Ebenheit innerhalb einer 4 m langen Messstrecke nicht mehr als 2 cm betragen und sie auf beiden Seiten mindestens 25 cm breiter als die Fahrbahn ist. Einen



Foto: Fendt

Bild 1: Traktor mit Hänger im Straßenverkehr



Foto: BetonBild

Bild 2: Weg mit HGTD

Bauweise	Beanspruchung								
	Hoch			Mittel			Gering ¹⁾		
	häufige Überfahrten zentrale Funktion im Wegenetz maßgebende Achslast 11,5 t großer Schwierigkeitsgrad			gelegentliche / saisonale Überfahrten mittlere Funktion im Wegenetz maßgebende Achslast 5 t, gelegentlich 11,5 t mittlerer Schwierigkeitsgrad			seltene Überfahrten untergeordnete Funktion im Wegenetz maßgebende Achslast 5 t, ausnahmsweise 11,5 t geringer Schwierigkeitsgrad		
Tragfähigkeit des Untergrundes			Tragfähigkeit des Untergrundes			Tragfähigkeit des Untergrundes			
	$E_{v2} = 30 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 30 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 30 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$	$E_{v2} = 80 \text{ MN/m}^2$
Betondecke									
Betonspur									
Pflasterdecke ²⁾									
Betonsteinpflaster ²⁾									
Betonplattenspur ³⁾	Betondecke	Pflasterbett, 3-5 cm							
Hydraulisch gebundene Tragdeckschicht (HGTD)	Tragschicht aus Schotter								
	Tragschicht aus Kies								
	Tragschicht aus unsortiertem Gestein								
Hydraulisch gebundene Deckschicht (HGD)									

¹⁾ Schichtenaufbau nach Erfahrungen der Bauberatung Zement und der BetonMarketing

²⁾ Betonpflastersteine ohne Verbund

³⁾ Länge der Betonplatten $\geq 1,0 \text{ m}$

Bild 3: Standardbauweisen für den ländlichen Wegebau nach RLW, ergänzt durch Erfahrungen für einen Schichtenaufbau bei „geringer Beanspruchung“, siehe auch Zement-Merkblatt S19

Überblick über den konstruktiven Aufbau der Regelbauweisen im ländlichen Wegebau gibt Bild 3.

Ortbetonwege

In der Regel werden Betonwege und Betonspurwege mit einem Gleitschalungsfertiger hergestellt (Bild 4). Zur Minimierung der versiegelten Flächen kommen oft Spurwege zur Anwendung (Bild 5). Die Frischbetoneigenschaften sind in Bezug auf die

Konsistenz gleichwertig mit dem von Straßenbeton. Wird der Beton hingegen händisch verbaut, ist ein Beton mit Fließmitteln zu verwenden. Dies sollte allerdings nur die Ausnahme z. B. bei kleinen Baulosen, Einzelfeldern, Platten mit ungünstigen Abmessungen oder Instandsetzungen bilden. Ist die Neigung des Weges größer als 5 %, kann Beton mit Fließmittel nicht mehr eingesetzt werden. Für den Einbau von Beton mit Fließmittel ist in jedem Fall eine feststehende, seitliche Schalung herzustellen. Der Beton wird üblicherweise mit einer hand- oder maschinengeführten Rüttelbohle verdichtet. Eine zu weiche Kon-



Bild 4: Herstellung eines Ortbetonwegs mit einem Gleitschalungsfertiger

sistenz wird aus Dauerhaftigkeitsgründen nicht empfohlen. In der Vergangenheit hat man auf Betone der Konsistenzklasse F3 (weich, früher KR) zurückgegriffen. Für eine optimale Dauerhaftigkeit der Betonoberfläche sollte man heute beim Handeinbau die Konsistenzklasse F2 (plastisch) nicht überschreiten. Wichtig ist, dass das Fließmittel erst auf der Baustelle dem Beton im Fahrmischer zugegeben wird, da die verflüssigende Wirkung 30 bis 60 Minuten nach Zugabe des Fließmittels deutlich nachlässt. Der Beton muss innerhalb von 30 Minuten nach Fließmittelzugabe verarbeitet sein. Dies gilt allerdings nur bei Verwendung von Lignin-, Melamin- oder Naphtalinsulfaten. Der Einsatz von Fließmitteln auf Basis von Polycarboxylatether (PCE) erfordert eine Abstimmung auf den konkreten Einsatzfall.

Pflasterflächen

Das Verlegen von Betonpflaster ist eine weitere Möglichkeit, dauerhafte Betriebsflächen herzustellen. Für den Regelaufbau sind, in Abhängigkeit des Untergrunds und der Belastung, die jeweiligen Schichten entsprechend Bild 3 auszubilden. In Ver-



Bild 5: Ortbeton-Spurweg

bindung mit der DIN EN 1338 können Pflastersteine, die dieser Produktnorm entsprechen, eingesetzt werden. Ein Hinweis dafür liefert das CE-Kennzeichen. Für Deutschland ist es in diesen Zusammenhang aber durchaus sinnvoll, die TL Pflaster-StB (Technische Lieferbedingungen) vertraglich einzubinden. Hintergrund ist, dass für bestimmte Anforderungen aus Umwelt- oder Nutzungseinflüssen, wie Frostwiderstand oder Abriebfestigkeit, gesonderte Vorgaben in der DIN EN 1338 nicht zwangsläufig enthalten sind.

Hinweise zum Verlegen von Betonpflasterflächen

Verbundsteine, die eine Verzahnung der Pflastersteine ermöglichen, sowie Verbandslösungen wie Ellbogen- oder Fischgrätenverband sind für starke Schubbeanspruchungen besonders gut geeignet (Bild 6). Für diesen Lastfall sollten die Steindicken 100 mm nicht unterschreiten. Bei geringerer Belastung sind auch Steindicken von 80 mm möglich. Die Verbundwirkung des Pflasters ist nur gegeben bei dauerhaften Fugen, siehe dazu mehr unter dem Punkt Fugenausbildung. Jedes Pflaster benötigt eine Randeinfassung. Dabei ist das Pflaster durch eine Raumfuge von der Randeinfassung zu trennen. Die Randein-

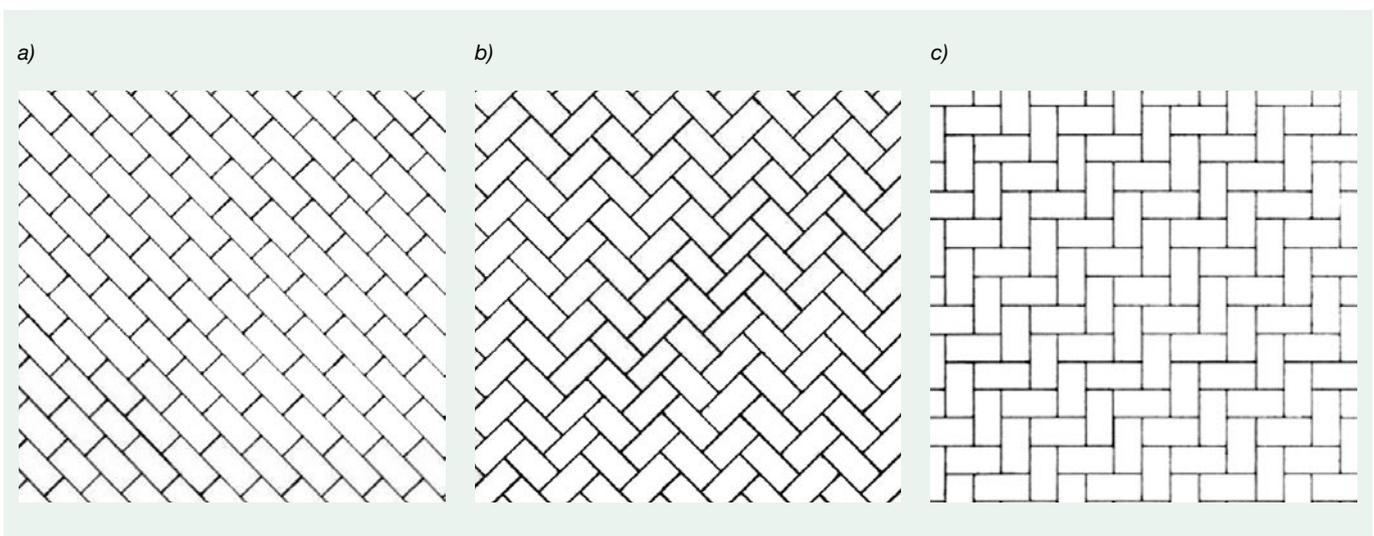


Bild 6: Günstige Pflasterverbände bei hohen Schubbelastungen: a) Diagonalverband; b) Fischgrätenverband; c) Ellbogenverband



Bild 7: Betonstein-gepflasterter Spurweg

fassung kann entweder mit einem Bordstein, durch eine Ortbetoneinfassung oder durch Wände von Bauwerken erfolgen. Bei gepflasterten Betonwegen können auch speziell geformte Randsteine die Funktion der Randeinfassung übernehmen (Bild 7).

Bei der Verwendung von Bordsteinen ist eine betonierete Rückenstütze nötig. Die Erfahrungen zeigen, dass auch bei ordnungsgemäßer Ausbildung einer Rückenstütze und Hochbordanlagen diese beim Überfahren beschädigt werden können. Daher sollte auf höhengleiche Bordanlagen, am besten aus Ortbeton zurückgegriffen werden. Das Abrütteln der Pflasterfläche erfolgt erst, nachdem die Fugen verfüllt sind. Die Verlegung der Steine sollte unmittelbar nach dem Abziehen des Bettungsmaterials erfolgen, um den Wasserverlust des Bettungsmaterials zu begrenzen.

Bettungsmaterial

Nach ZTV Pflaster-StB müssen die Lieferkörnungen und die Art des Bettungsmaterials im LV angegeben werden. Es sind Baustoffgemische nach TL Pflaster-StB der Lieferkörnungen 0/4, 0/5, 0/8, (0/11) zulässig. Am besten verwendet man kornabgestufte Zusammensetzungen (stetige Sieblinie). Das Bettungsmaterial sollte einen hohen Widerstand gegen Kornzertrümmerung aufweisen. Außerdem ist dafür Sorge zu tragen, dass eine ausreichende Wasserdurchlässigkeit und Frostsicherheit gegeben ist. Daher ist eine Forderung, dass der Feinanteil mit Korndurchmesser $< 0,063$ mm höchstens 5 M-% beträgt.

Es ist auszuschließen, das Bettungsmaterial in die obere Trag-schicht wandert, daher muss die Filterstabilität sichergestellt sein. Hinweise dazu findet man in der ZTV Pflaster-StB. Ein

Nachweis für das Bettungsmaterial muss gemäß der TL Pflaster-StB vorliegen. Das Bettungsmaterial muss feucht eingebaut werden. Nicht zu vergessen ist ein Vorhaltemaß, denn die Schicht wird beim Rütteln um ca. 0,5 cm bis 1,0 cm zusammengedrückt. Das Vorverdichten ist bei Handeinbau nicht nötig, beim maschinellen Verlegen ist ein Vorverdichten sinnvoll, vor allem bei sandreichem Bettungsmaterial, erste Verformungen werden dadurch weitgehend vermieden.

Fugenausbildung (ungebundene Bauweise)

Als Fugenmaterialien sollten Sande der Korngruppen 0/4 oder 0/5 verwendet werden. Sinnvoll sind Baustoffgemische mit einem Fließkoeffizient E_{CS35} , vor allem bei höheren Beanspruchungen. Das stellt sicher, dass das Fugenmaterial in der Fuge bleibt. Darüber hinaus sollte der Anteil gebrochener Oberflächen $C_{90/3}$ (gebrochener Anteil mindestens 90 %, vollständig gerundete Körner maximal 3 %) betragen. Die Filterstabilität ist ein Maß dafür, dass die Fugenmaterialien auch über einen längeren Zeitraum nicht in die Bettung abwandern. Ein Auswaschen hätte zur Folge, dass die Frostbeständigkeit der Bettung abnimmt und es zu Schäden an den Pflastersteinen kommt. Diese sind in der Regel daran zu erkennen, dass die Oberfläche der Pflastersteine absichert und Verschiebungen in der Fläche auftreten. Kriterien zur Filterstabilität sind in der ZTV Pflaster-StB enthalten. Der Anteil feiner Bestandteile $< 0,063$ mm darf höchstens 9 M-% betragen (Kategorie UF₉). Aus der TL Pflaster-StB geht weiter hervor, dass für den Fugenschluss ein Mindestfeinanteil (Korngröße $< 0,063$ mm) von 2 M-% erforderlich ist (Kategorie LF2). Für Pflastersteine ab einer Nenndicke von 120 mm müssen die Fugenbreiten erhöht werden und mindestens 5 mm bis 8 mm betragen.

Ortbetonflächen

Während das Verlegen von Pflasterflächen mit vorgefertigten Steinen erfolgt, kommt bei der Verwendung von Ortbeton Frischbeton zum Einsatz. Für die Herstellung mit Frischbeton ergeben sich mehrere Möglichkeiten, die vor allem von der Größe der Fläche und deren Belastungen, z. B. aus Verkehrslasten, abhängig sind. In der Regel wird bei Verwendung von Frischbeton auf Werkmischungen aus einem Transportbetonwerk zurückgegriffen. Der Vorteil ist vor allem darin zu sehen, dass für die konzipierte Belastung ein preisgünstiger und dauerhafter Frischbeton erstellt werden kann (Bild 8). Darüber hinaus ist auch eine Herstellung vor Ort denkbar. Dabei werden die nötigen „Zutaten“ selbst in einem geeigneten Mischer gemischt. Das Mischen des Betons auf der Baustelle sollte nur durch erfahrene Fachleute erfolgen. Der Grund dafür ist, dass Unerfahrene meist einen sehr wasserreichen Beton herstellen. Das hat bei horizontalen Bauteilen die Folge, dass auf Grund der sich einstellenden höheren Porosität eine größere Wasseraufnahme erfolgt und damit die Gefahr von erhöhter Abwitterung durch Frostbeanspruchung besteht.

Wie beim Pflaster, muss die Tragfähigkeit des Untergrundes der Tragschicht ausreichend bemessen und hergestellt sein, damit später in der Nutzungsphase keine unzulässigen Verformungen eintreten. Der Frischbeton wird auf die zuvor ebene Tragschicht in gleich bleibender Schichtdicke eingebaut. Notwendiges Gefälle sollte bereits in der Tragschicht modelliert werden. Die bauliche Durchbildung der Betonplatte kann entweder über eine Bewehrung oder über die Anordnung von Schein- und Bewegungsfugen erfolgen. Wird eine bewehrte Platte favorisiert, ist aus Sicht der Dauerhaftigkeit eine Mindestbetondeckung von 40 mm bzw. bei Taumittleinsatz 55 mm (obere Bewehrungslage) einzuhalten. Die Mindestbetondeckung wird über die Expositionsklassen und den Stabstahldurchmesser abgeleitet. Die Bewehrungsanteile sind abhängig von den Abmessungen der Konstruktion und der Unterlage (Reibbeiwert). Eine Bemessung auf eine Rissbreite von 0,3 mm ist zu empfehlen, alternativ bietet sich eine Ausführung ohne Bewehrung an. In

besonderen Fällen muss die zulässige rechnerische Rissbreite verschärft werden. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn Anforderungen nach dem Wasserhaushaltsgesetz erfüllt werden müssen. Eingebaut wird oft ein C25/30 (LP) F3,5, XF3, WF (Frostbeanspruchung ohne Taumittel).

Für Industrieböden als Hallenböden wird der Boden meist abgeseiht und flügelgeglättet. Für Außenflächen ist das Abscheiben und Flügelglätten bei Verwendung von Beton mit künstlich eingebrachten Luftporen nicht zulässig. Bei diesem Vorgang werden die Mikroluftporen, die den Frostbeziehungsweise Frost-Tausalz-Widerstand gewährleisten, zerstört. Alternativ kann auf einen C35/45 (Frostbeanspruchung ohne Taumittel mit hoher Wassersättigung; XF3) ausgewichen werden. Die Einbaukonsistenz des Betons sollte nicht höher als F2 (Ausbreitmaß 35 cm bis 41 cm) sein. Dazu ist allerdings eine ausreichende Rüttelenergie nötig, um den Beton gut zu verdichten.

Für eine ausreichende Griffigkeit an der Oberfläche wird diese mit einem Stahlbesen in Gefällerrichtung abgezogen. Dieser Besenstrich erfolgt unmittelbar nach dem Abziehen der Oberfläche mit einer Rüttelbohle. Nach Abschluss des Betonierens ist die Oberfläche nachzubehandeln. Das kann durch das Auflegen von Folien oder Aufsprühen von flüssigen Nachbehandlungsmitteln erfolgen. Wird mit Folie nachbehandelt, sollte die Fläche mindestens drei Tage nachbehandelt werden. Bei niedrigen Temperaturen oder Verwendung von Betonen mit langsamer Festigkeitsentwicklung ist die Nachbehandlung dementsprechend zu verlängern.

Wie bereits erwähnt, besteht die Möglichkeit, auf eine Bewehrung zu verzichten. Dann ist ein Fugenschnitt erforderlich, um unkontrollierte Rissbildung zu vermeiden. Dieser wird nach ausreichender Anfangsfestigkeit im jungen Alter des Betons hergestellt. Als zeitliche Orientierung sollte der Fugenschnitt etwa innerhalb der ersten 24 Stunden nach Herstellung erfolgen. An besonders warmen Tagen kann dieser auch schon innerhalb von 4 Stunden erfolgen, im Gegensatz dazu kann eine Verlängerung bei niedrigen Temperaturen nötig sein. Da es keine Richtwerte gibt, wird empfohlen, einen Probeschnitt durchzuführen. Dabei sollte das Korngerüst intakt bleiben und kein Ausfransen oder Herausbrechen der groben Gesteinskörnung auftreten. Ein Herausreißen der groben Gesteinskörnung deutet auf einen zu frühen Zeitpunkt hin. Der Fugenschnitt erfolgt bis in eine Tiefe von etwa einem Drittel der Plattendicke.

Dieser Kerbschnitt initiiert den Abbau von Spannungen an dieser Stelle, die durch das Schwinden des Betons erfolgt, und verhindert wilde Risse auf der Oberfläche. Der sich ausbildende Riss unterhalb des Kerbschnittes ist in der Lage, Querkräfte aufzunehmen. Der Kerbschnitt sollte in einem Abstand von nicht mehr als 5 m erfolgen. Das Fugenbild sollte annähernd quadratisch sein, das Verhältnis der Seiten ein Verhältnis von 1:1,25 nicht überschreiten. Ein Fugenverschluss ist nicht zwingend erforderlich. Wird der Fugenschnitt zu spät ausgeführt, können sich bereits (am Anfang kaum sichtbare) Risse ausgebildet haben, die sich im Laufe der Zeit weiter öffnen werden. Sind auf der Fläche einspringende Ecken oder Bodeneinläufe nötig, sollten diese bei der Fugenplanung mit eingebunden und gegebenenfalls in den Randbereichen bewehrt werden.



Foto: BetonMarketing Nordost, Richter

Bild 8: Betonieren einer Hofffläche mit Transportbeton

Betonspurwege – eine naturnahe Bauweise zur Erschließung ländlicher Wege

Von Johannes Steigenberger, Wien

Der Betonstraßenbau konzentrierte sich in Österreich sowie in Deutschland und der Schweiz überwiegend auf das hochrangige Autobahnen- und Schnellstraßennetz, wo eine starke Verkehrszunahme beim Schwerverkehr aber auch Sicherheitsbestrebungen (z. B. bei Tunneln mit Längen über 1 000 m) die Betonbauweise erforderten [1].

Betonstraßen der modernen Generation bieten optimale Eigenschaften: hohe Tragfähigkeit und hohen Verformungswiderstand (keine Spurrinnen), längere Instandsetzungsintervalle (weniger Baustellen) und geringeren Erhaltungsbedarf (Dauerhaftigkeit, Langlebigkeit).

Im städtischen Bereich findet die Betonbauweise überwiegend Anwendung bei Bushaltestellen, Busspuren und im Kreuzungsbereich. Zu ihren Vorzügen kommen Sicherheit im Brandfall, lärmindernde Eigenschaften, hohe Griffigkeit und Helligkeit. Für richtig bemessene und nach modernen Gesichtspunkten gebaute Betonstraßen sind Erneuerungsintervalle von 40 Jahren durchaus realistisch.

Auch für schwach belastete Straßen und Wege zur Erschließung des ländlichen Raumes kann die Betondeckenbauweise wirtschaftlich und sinnvoll eingesetzt werden. Hier scheint das Potenzial noch lange nicht ausgeschöpft.

Allgemeines

Anfang der 80er Jahre wurde ausgehend von den Bundesländern Burgenland, Steiermark, Oberösterreich und Niederösterreich begonnen, Betondecken im ländlichen Wegebau auch in Österreich zu errichten [2]. Als wesentlicher Vorteil wurde hier die lange Lebensdauer verbunden mit sehr geringem Erhaltungsaufwand angesehen. Die ersten Anlagen wurden überwiegend mit einfachen Gleitschalungsfertigern beziehungsweise adaptierten Asphaltfertigern hergestellt und haben sich nach vielen Jahren unter Verkehr technisch voll bewährt. Diese Erfahrungen sind ebenso in der Schweiz und in Deutschland sowohl mit auf voller Breite befestigten Betonwegen als auch mit Spurwegen gemacht worden.

Heute hat der Betonspurweg im ländlichen Wegebau ganz besonders im Zusammenhang mit seiner hohen Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit unter den befestigten Wegen seine Bedeutung wiedererlangt. Besonders hervorzuheben ist seine ganzjährige Befahrbarkeit trotz zunehmendem Einsatz leistungsfähiger und schwerer Fahrzeuge für Bearbeitung, Ernte und Transport in der Landwirtschaft. Die Bauweise entspricht auch den hohen ökologischen Anforderungen, gerade in sensiblen Naturregionen. Die Betonspurwege fügen sich optimal in die Landschaft ein und benötigen über Jahrzehnte praktisch keinen Unterhalt.

Auch heute werden diese beiden je ca. 1 m breiten Spuren beim maschinellen Einbau mit einem Fertiger eingebaut (Bild 1). Dies garantiert eine sehr hohe und gleichmäßige Herstellungsqualität.

Betonspurwege werden im ländlichen Bereich überwiegend bei Wegen mit geringer Verkehrsbedeutung eingesetzt [3]. Sie dienen zur Erschließung von:

- Dauersiedlungen
- Einzelhofstellen
- land- oder forstwirtschaftlichen Flächen (Wirtschaftswege)



Foto: VÖZ

Bild 1: Spurwegeinbau mit Fertiger, Betonspurweg Rust/Oggau im Burgenland



Foto: VÖZ

Bild 2: Betonspurweg Horitschon im Burgenland

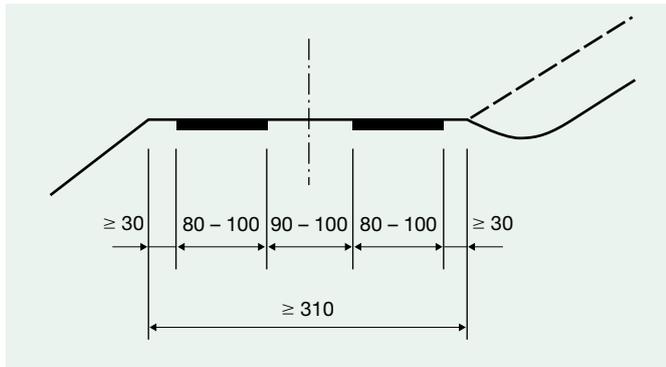


Bild 3: Regelquerschnitt in Österreich gemäß RVS 03.03.81 „Ländliche Straßen und Güterwege“ [3]

Interessant ist diese Bauweise auch speziell für Güter- und Versorgungswege im Bereich der großen Infrastrukturbetreiber.

Die Vorteile der Bauweise sind:

- Wirtschaftlichkeit mit sehr geringem Erhaltungsaufwand
- ökologische Verträglichkeit
- witterungsunabhängige Befahrbarkeit
- fahrzeugschonende Befahrbarkeit
- erosionsschützende Bauweise

Baugrundsätze und Herstellungshinweise

Planungsgrundlage bildet in Österreich die RVS 03.03.81 „Ländliche Straßen und Güterwege“ (Regelquerschnitt siehe Bild 3), in Deutschland die RLW „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“ sowie die ZTV LW „Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege“ und in der Schweiz die SN 640 461b „Betondecken – Konzeption, Anforderungen, Ausführung, Einbau“ [3, 5, 6, 7]. Allerdings fehlte es in Österreich noch an praktischen Unterlagen für Planung, Ausschreibung und Ausführung. Mit der Erstellung eines ÖBV-Merkblattes „Betonspurwege“ [8], das im Februar 2013 erschien, wurden diese Lücke geschlossen, die jahrzehntelangen Erfahrungen auf diesem Gebiet zusammengetragen und Empfehlungen für die Praxis ausgearbeitet.

Die beiden Betonspuren können in einem Arbeitsschritt maschinell mittels Fertiger oder händisch mit Standschalung hergestellt werden. Zur Anwendung kommt in Österreich Beton

nach ÖNORM B 4710-1 [4] der Festigkeitsklasse C25/30 mit / ohne Anforderungen an Taumittleinwirkungen. In Deutschland kommt nach ZTV LW [6] Beton C25/30 (LP) F3,5, XF3, WF, zum Einsatz.

Die Betonspuren werden im Allgemeinen einschichtig, unbeehrt und ohne Dübel hergestellt. Zur gezielten Rissbildung sind Querfugen als Scheinfugen im Abstand von 3 m bis 5 m auszuführen. Sie werden im Allgemeinen weder verdübelt, noch vergossen. Die Spurbreite variiert zwischen 80 cm und 110 cm aufgrund der Verkehrsbelastung und der zu erwartenden Fahrzeugtypen beziehungsweise örtlicher Gegebenheiten.

Bei starkem Längsgefälle kann es nach stärkeren Regenfällen zu Auswaschungen von Mittelstreifen und Bankett kommen. Abhilfe können hier so genannte Querentwässerungsrinnen (Bild 4) bieten. Die Oberfläche der Wege kann, vor allem bei größerem Längsgefälle, strukturiert werden (z. B. Querbesenstrich), um eine ausreichende Rauigkeit zu garantieren. Mittelstreifen und Bankett werden nach etwa ein bis zwei Wochen mit begrünbarem Schüttmaterial verfüllt.

Literatur

- [1] Breyer, G.; Litzka, J.; Steigenberger, J.: Die Betonstraße – Eine nachhaltige Bauweise mit Zukunft, Wien 2009
- [2] Wegebau mit Beton, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie VÖZ, Wien 1982
- [3] RVS 03.03.81: Ländliche Straßen und Güterwege, Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr FSV, Wien 2011
- [4] ÖNORM B 4710-1: Beton – Festlegung, Herstellung, Verwendung und Gütenachweis. Österreichisches Normungsinstitut, Wien 2007
- [5] RLW: Richtlinien für den ländlichen Wegebau. Arbeitsblatt DWA-A 904. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef 2005
- [6] ZTV LW 99/01: Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Befestigung ländlicher Wege. Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen FGSV, Köln 2007
- [7] SN 640 461b Betondecken – Konzeption, Anforderungen, Ausführung und Einbau. Schweizerischer Verein der Straßen- und Verkehrsfachleute VSS, Zürich 2009
- [8] ÖBV-Merkblatt Betonspurwege. Österreichische Bautechnik-Vereinigung ÖBV, Wien 2013



Foto: VÖZ

Bild 4: Querentwässerungsrinne

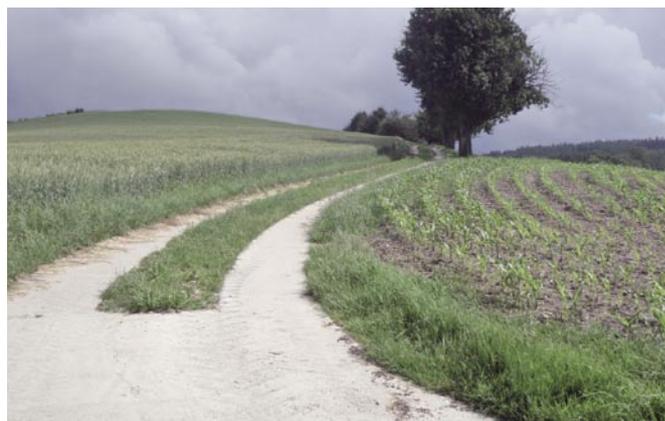


Foto: VÖZ

Bild 5: Begrünter Betonspurweg „Dallinger“, Oberösterreich

Landwirtschaftlicher Wegebau mit mehrfachem Nutzen

Von Maximilian Weller, Mülheim an der Ruhr

Besonders in den neuen Bundesländern wurde in den letzten 20 Jahren der Ausbau landwirtschaftlicher Wege vorangetrieben. Ursache hierfür waren neue Eigentums- und Bewirtschaftungsstrukturen, die als Folge der gesellschaftlichen Umbrüche zahlreiche neue Ortsverbindungsstraßen und ländliche Wege erforderlich machten. Neben der reinen landwirtschaftlichen Nutzung gewinnt heute an vielen Stellen die touristische Funktion dieser Wege immer mehr an Bedeutung. Ein gelungenes Beispiel für eine Wegebefestigung mit mehrfachem Nutzen ist der Verbindungsweg zweier Ortsteile der Stadt Bad Freienwalde im Brandenburgischen Landkreis Märkisch-Oderland.

Unbefestigter Altweg mit großen Mängeln

Der knapp 1400 m lange Weg zwischen den Ortsteilen Gabow und Altgietzen dient nicht nur der Landwirtschaft, sondern stellt auch einen Teilabschnitt des Landesradweges „Tour Brandenburg“ dar, der auf einer Länge von 1111 km nahezu alle touristisch interessanten Regionen des Landes berührt. Der Radweg hat überregional Bedeutung als Anbindung der Kurstadt Bad Freienwalde an den Oder-Neiße-Radweg. Vor seiner Instandsetzung befand sich der unbefestigte Weg sowohl für Radfahrer als auch für die landwirtschaftlichen Fahrzeuge in einem nicht akzeptablen Zustand (Bilder 1 und 2).

Brunhild Wenzel vom gleichnamigen Ingenieurbüro aus Bad Freienwalde schildert die Situation: „Bei Regenwetter war ein Befahren mit Fahrrädern nahezu unmöglich, weil der Boden stets stark aufweichte. Die Fahrtrasse hatte keine ausgeglichene Gradienten, ihre Oberfläche war stark wellig und ausgefahren. Das Oberflächenwasser konnte daher größtenteils nicht über die Seitenbereiche ablaufen und bildete große Pfützen. Bei lang anhaltender Trockenheit dagegen entstand eine extrem staubige Sandwüste. Der damalige Zustand des Weges entsprach damit nicht den Anforderungen an einen Radweg für touristische Nutzung. Auch für schweres landwirtschaftliches Gerät war der Weg absolut ungeeignet.“

Ökologische Aspekte und Freizeittauglichkeit spielen eine wichtige Rolle

Deshalb suchten die Planer nach einer geeigneten Befestigungsmöglichkeit, die sowohl die Anforderungen in Punkto Belastbarkeit, als auch ausreichende Freizeittauglichkeit für die Radfahrer erfüllte. Wenzel ergänzt: „Darüber hinaus gab es aber noch einen weiteren Punkt zu beachten: Der Radweg verläuft am Rande des Biosphärenreservates „Schorfheide-Chorin“ in der Schutzzone III und des FFH-Gebietes „Gabower Hangkante“. Daher spielten auch ökologische Aspekte bei der Instandsetzung des Weges eine bedeutende Rolle. Die Versiegelung durch die Wegfläche sollte so gering wie möglich ausfallen, um das ökologische Gleichgewicht in dieser Region wenig zu stören. Deshalb sollte der Weg mit einer Breite von maximal zwei bis drei Metern möglichst schmal bleiben und ohne aufwändige Randeinfassung auskommen.“ Die Breite des ausgeführten Weges beträgt 1,65 m, nur am Anfang und Ende des Weges erfolgte ein Ausbau auf 2,1 m beziehungsweise 3,0 m Breite. Der Weg ist damit schmäler, als im ländlichen Wegebau üblich. Die Ausbauvariante stellt einen Kompromiss zwischen von Radfahrern befahrbarer Oberfläche, möglichst geringer Versiegelung und Nutzung durch landwirtschaftliche Anlieger

dar. Am Anfang und Ende des Weges wurden jeweils zwei abschließbare Poller gesetzt, um ein unbefugtes Befahren durch Pkw und andere Fahrzeuge zu unterbinden.

Der Weg verläuft an der Hangkante eines Trockenrasengebiets, wo 99 teils seltene Bienen- und Wespenarten sowie 371 Schmetterlingsarten leben. Trockenrasen bildet sich an trockenen, nährstoffarmen Standorten, oft auf südlich ausgerichteten Hängen mit guten Drainagebedingungen. Die Artenzusammensetzung ist geprägt von niedrigen Rasen-, Kraut- und Halbstrauchpflanzen. Diese Bedingungen machen den Trockenrasen zum Rückzugsgebiet gefährdeter Tier- und Pflanzenarten.

Aus diesen Gründen entschieden sich die Planer bei der Befestigung des Weges für ein im landwirtschaftlichen Wegebau seit Jahren bewährtes Verbund-Betonsteinpflaster: UNNI-2N.



Fotos: Ingenieurbüro Wenzel, Bad Freienwalde

Bilder 1 und 2: Der Zustand des unbefestigten Weges war sowohl für Fahrräder als auch für landwirtschaftliche Fahrzeuge nicht akzeptabel.

Verbundsteinpflaster bietet dauerhafte Stabilität und eine angenehme Optik

Planer Wenzel betont: „Dank einer geradflächigen Rundumverzahnung ermöglicht der Belag UNNI-2N eine optimale Lastübertragung von Stein zu Stein. So können hohe dynamische Verkehrslasten sowie Brems- und Beschleunigungskräfte (z. B. beim Übergang von Feldern auf Wege oder bei rangierenden Fahrzeugen) vom Pflasterbelag sicher aufgenommen werden, ohne dass es zu Schäden in der Fläche kommt. Darüber hinaus bringen die L-förmig ausgeformten Randsteine den positiven Effekt, dass jeder Stein in zwei Nachbarreihen der Verlegeeinheit eingebunden ist. Dies bringt zusätzliche Stabilität und sorgt dafür, dass an den meisten Stellen Bordsteine zur Begrenzung entfallen können – dies war hier ökologisch gewünscht und spart zudem noch Zeit und Geld.“ (Bild 3).

Bauausführung

Aufgrund der gelegentlichen Nutzung für landwirtschaftlichen Verkehr erfolgt die Erneuerung des Weges nach den RLW „Richtlinien für den ländlichen Wegebau“. Es kam die Regelbauweise mit Betonpflaster für mittlere Beanspruchung mit einer Tragfähigkeit des Untergrunds von mindestens 45 MN/m² zur Anwendung. Das bedeutet eine Mindestdicke des frostsicheren Überbaus von 33 cm:

- 10 cm Betonverbundsteinpflaster UNNI-2N (Vollstein), sandfarben
- 3 cm Bettung mit Splittbrechsand 0/5
- 20 cm Tragschicht aus Splitt 0/32

Ein Quergefälle von 3,0 % sorgt für eine Entwässerung des Weges in den Seitenstreifen, wo das Regenwasser im Gelände versickern kann. Die Seitenbereiche des Weges werden 0,55 m breit mit dem anstehenden Lehm-Sandboden-Gemisch, das vorher abgetragen und zwischengelagert wurde, angeglichen. Die Seitenbereiche stehen damit weiterhin einigen geschützten Stechimmenarten zur Verfügung, z. B. als Reservoir für Nestbaumaterialien.

Um den Naturschutz auch während der Bauzeit zu gewährleisten, durfte erst im September mit dem Bau begonnen werden. Die Pflasterung erfolgte „Vor Kopf“, das heißt, die Baustelle durfte nur über die bereits fertiggestellten Pflasterflächen versorgt werden. Das Befahren und Abstellen der Baumaschinen auf den der Trasse benachbarten Bereichen wurde untersagt. Dazu wurde längs des Weges ein Bauzaun aufgestellt.

Für die entsprechend gefällige Optik sorgt der sandgelbe Farbton, in dem die Steine eingefärbt sind. „So fügt sich der neue Weg harmonisch in die Landschaft ein und ist gleichzeitig in idealer Weise für eine Nutzung durch landwirtschaftliche Anlieger geeignet“, so Wenzel. Die Wahl der sandfarbenen Betonsteine minimiert Auswirkungen der Befestigung auf das Mikroklima, da der umgebende Boden eine ähnliche Färbung hat.

Die Fläche wird nun seit mehr als fünf Jahren genutzt. Wenzel: „Sowohl schwere Fahrzeuge als auch schwer gepackte Fahrräder auf der Tour durch Brandenburg konnten der Fläche bisher keinen Schaden zufügen – im Gegenteil, die Fläche liegt stabil wie am ersten Tag und sieht dabei auch gut aus.“ (Bild 4).



Foto: Weller, Mülheim

Bild 3: Das sandfarbene Verbundsteinpflaster erfüllt die Anforderungen an Nutzung und Ökologie.



Foto: Weller, Mülheim

Bild 4: Touristische Radwegnutzung

Bautafel Landesradweg „Tour Brandenburg“ Gabow – Altglietzen

Bauherr	Landkreis Märkisch-Oderland, Seelow (Brandenburg)
Vermessung	Vermessungsbüro Neugebauer, Bad Freienwalde
Baugrunduntersuchung	Baugrundbüro Wenzel, Frankfurt / Oder
FFH-Vorprüfung und Landschaftspflegerische Begleitplanung	Institut für Landschaftsplanung und Gehölzbegutachtung Dr. Schrödl, Chorin-Brodowin
Gutachterliche Stellungnahme zur Auswirkung des geplanten Radwegs auf Bienen- und Wespenarten	Tierökologische Studien, Berlin
Bauplanung und Bauüberwachung	BW Ingenieurbüro Wenzel, Bad Freienwalde
Bauausführung	Gewässerunterhaltung und Tiefbau GmbH, Altranft
Betonsteinpflaster	UNNI-2N, sandfarbener Vollstein, Uni International Bausysteme GmbH & Co. KG, Bremen
Weglänge / Baukosten	1369 m / 215 000 €

Fahrsilos und Betriebsflächen – Niederschlagswasser richtig handhaben¹⁾

Von Michael Hammon

Auf Fahrsiloflächen, Fahrwegen und sonstigen Betriebsflächen fallen über das Jahr betrachtet unterschiedliche, aber erhebliche Mengen an Niederschlagswasser an. Diese Wassermengen müssen abgeleitet und ordnungsgemäß beseitigt werden.

Regenwassermanagement erforderlich

Bei der ordnungsgemäßen Ableitung von Niederschlagswasser ist darauf zu achten, dass das Niederschlagswasser je nach dem von welcher Fläche es abgelaufen ist, mehr oder weniger verschmutzt sein kann. Solche Verschmutzungen rühren von organischen Substanzen her, die bei der Handhabung von Biomasse auf Flächen verbleiben, nicht unbedingt sichtbar sind und mit dem ablaufenden Regenwasser von den Flächen gewaschen werden. Verunreinigtes Niederschlagswasser kann hohe – solche von Fahrsiloflächen auch sehr hohe – Belastungen mit Sauerstoff zehrenden Inhaltsstoffen aufweisen. Der Grad der Belastung wird durch die Parameter CSB, BSB₅ und TOC angegeben (Erläuterungen in Tafel 1). Aber auch Belastungen mit Nährstoffen (Nitrat N, Phosphat P) sind von Belang. Darüber hinaus kann Niederschlagswasser auch in mehr als unbedeutendem Umfang Feststoffe enthalten. Gelangen solche verunreinigten Niederschlagswässer ohne Vorbehandlung in Gewässer (Oberflächengewässer und / oder Grundwasser) kann es

- zur Gefährdung des Grundwassers, der Trink- und Eigenwasserversorgung sowie von Badegewässern durch mikrobiologische Belastungen,
- zu Fischsterben als Folge von Sauerstoffzehrung beziehungsweise Fischgiftigkeit der Stoffe sowie
- zu Verkrautung und Verschlammung durch Eutrophierung sowie Verödung eines Oberflächengewässers

kommen.

Leider hat die Praxis gezeigt, dass das Niederschlagswasser-Management auf den Betrieben verbessert werden muss. Durch den unbedachten Umgang mit anfallendem Niederschlagswasser ist es in den vergangenen Jahren zu Gewässerunreinigungen gekommen, mit der Folge, dass das Thema von Öffentlichkeit und Behörden zunehmend als Problem wahrgenommen wird. Abgesehen von den gesetzlichen Leitlinien

gibt es für diesen Bereich derzeit jedoch weder differenzierte rechtliche Detailanforderungen noch allgemein gültige technische Regeln, die beispielhafte Lösungen aufzeigen.

Damit aber die beschriebenen potenziellen Beeinträchtigungen von oberirdischen Gewässern und Grundwasser zuverlässig verhindert werden, sind verbindliche und differenzierte – vor allem aber realistische – Vorgaben an die Entwässerung von Fahrsiloanlagen, belasteten Fahrwegen und den sonstigen Betriebsflächen dringend geboten (Bild 1).

Vor diesem Hintergrund soll hier anhand eines Beispiels aus NRW (Bezirksregierung Detmold, Stand Juni 2010, Merkblattentwurf „Niederschlagsentwässerung von Anlagen zur Silage Lagerung in Biogasanlagen und in der Landwirtschaft“) verdeutlicht werden, mit welchen Vorkehrungen ein praxisgerechtes Niederschlagswasser-Management implementiert werden kann, das den Anforderungen des Gewässerschutzes Rechnung trägt. Weiterhin sollen praktikable Wege der schadlosen Beseitigung von verschmutztem Niederschlagswasser aufgezeigt werden.



Foto: BetonMarketing Nordost, Richter

Bild 1: Beim Bau von Fahrsiloanlagen muss die ordnungsgemäße Ableitung des Niederschlagswassers geplant werden.

Tafel 1: Begriffserläuterungen

Kurzform	Bezeichnung	Erläuterung
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf [mg/l]	Maß für die Summe aller im Wasser vorhandenen, unter bestimmten Bedingungen oxidierbaren Stoffe
BSB ₅	Biologischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen [mg/l]	Menge an Sauerstoff, die zum biotischen Abbau im Wasser vorhandener organischer Stoffe unter bestimmten Bedingungen in 5 Tagen benötigt wird; dient zur Beurteilung der Verschmutzung von Abwasser
TOC	Gesamter organischer Kohlenstoff [mg/l]	Maß für die Summe des gesamten organischen Kohlenstoffs in einer Wasser- bzw. Abwasserprobe; dient zur Beurteilung der organischen Verunreinigung von Wasser und Abwasser

Unterscheidung nach Belastungsstufen

Ausgangspunkt der Betrachtungen ist, dass der Verschmutzungsgrad des Niederschlagswassers in Abhängigkeit von der jeweiligen Fläche beziehungsweise deren Nutzung stark variiert. Je nach Verschmutzungsgrad kann zwischen folgenden drei Kategorien von Niederschlagswasser differenziert werden:

- **Kategorie I: unbelastetes (= unverschmutztes) Niederschlagswasser**
 - von ordnungsgemäß mit Folie abgedeckten, nicht angeschnittenen Silagemieten
 - von Dachflächen von Gebäuden und Anlagenteilen (Fermenter, Lagerbehälter)
 - von eindeutig unbelasteten, das heißt entleerten und nass gereinigten Siloflächen. Ansonsten sind diese Flächen der Kategorie II zuzuordnen.
- **Kategorie II: schwach belastetes (= gering verschmutztes) Niederschlagswasser**
 - von Fahrwegen und Hofflächen auf dem Betriebsgelände, soweit die dort ausgeübten Tätigkeiten keine erheblichen Verunreinigungen (dann Kategorie III) verursachen
- **Kategorie III: stark belastetes (= stark verschmutztes) Niederschlagswasser**
 - von Flächen, auf denen mit Silage / Substraten umgegangen wird, z. B. Lager, Abfüll- und Umschlagsplätze
 - aus dem Aufgabebereich der Fermenter
 - aus dem Entnahmebereich von Biogasanlagen (Fermentationsrückstände, Gärrest)
 - von Flächen, auf denen aufgrund bestimmter Tätigkeiten, z. B. Rangieren mit Fahrzeugen, Viehtrieb und Ähnliches, Verunreinigungen auftreten

Bei Fahrsiloflächen ist zu berücksichtigen, dass sich der Grad der Belastung des von ihnen ablaufenden Niederschlagswassers im Jahresverlauf ändert; in Abhängigkeit davon, ob das Silo noch geschlossen ist, aktuell bewirtschaftet wird oder die Silofläche geräumt ist. Weiterhin darf Niederschlagswasser der Kategorie III nicht mit dem konzentrierten Silagesickersaft verwechselt werden. Dieser ist grundsätzlich – sichergestellt durch planerische und bauliche Maßnahmen – entsprechend den Vorgaben des anlagenbezogenen Gewässerschutzes für JGS-Anlagen (Jauche, Gülle, Sickersaft, Festmist) zu handhaben.

Vermeidung und Verminderungsmaßnahmen

Da der gewässerschutzrelevante Aspekt die Ableitung, Sammlung und Beseitigung von belastetem Niederschlagswasser ist, besteht die erste wesentliche Maßnahme für ein praxisgerechtes Niederschlagswasser-Management in der Vermeidung beziehungsweise weitest möglichen Verminderung des Anfalls verschmutzten Niederschlagswassers (der Kategorie II und III).

Durch bauliche, technische und organisatorische Maßnahmen ist der Anfall von belastetem Niederschlagswasser zu minimieren, womöglich sogar zu vermeiden. Sachgerechtes Niederschlagsmanagement beginnt daher optimal bereits bei der Planung und Projektierung von Biogas- beziehungsweise Fahrsiloplanlagen. Dabei ist auf folgende Punkte zu achten:

- konsequente Trennung von unbelastetem Niederschlagswasser (Kategorie I) und belasteten Niederschlagswässern (Kategorie II und III) sowie von Niederschlagswässern unterschiedlicher Belastung (z. B. durch Aufkantungen, Gefälleausbildung, Rinnen, Leitungssysteme)

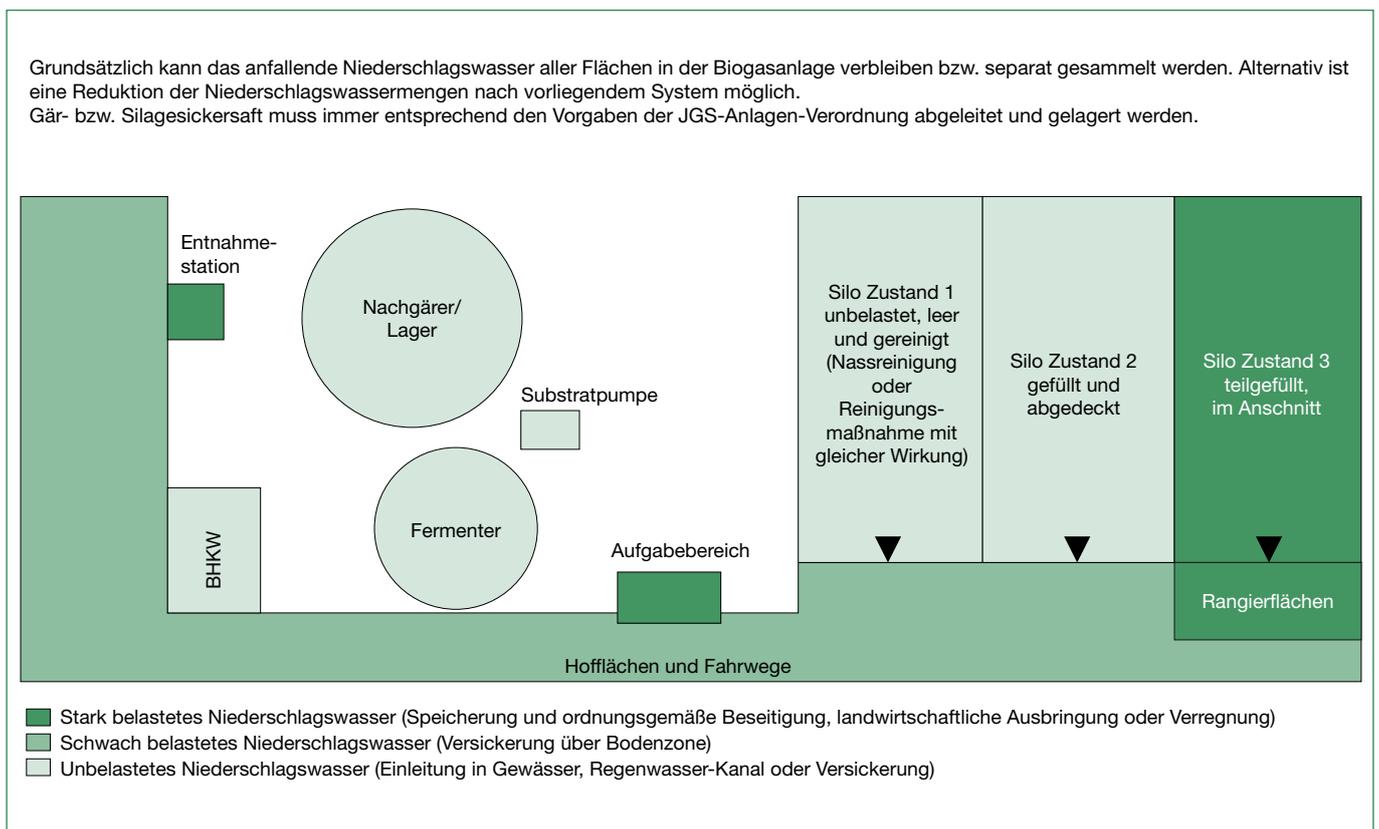


Bild 2: Entwässerungsflächen von Biogasanlagen

- sachkundige Gestaltung betrieblicher Arbeitsabläufe (z. B. Einlagerung, Aufladen, Transport, Reinigung der Siloflächen), möglichst kurze Fahrwege zwischen Silagelagerung und Ställen beziehungsweise der Eingabe in die Biogasanlage, um eine unnötige Verschleppung von Verunreinigungen und routinemäßige Reinigungen zu erreichen
- umgehende Beseitigung „akuter“ Verunreinigungen

Die Menge des gesondert zu bewirtschaftenden belasteten Niederschlagswassers kann – sofern möglich und gewollt – durch dessen Einsatz als Prozesswasser in der Biogasanlage und Lagerbehälter minimiert werden. Eine häufige Ursache für Gewässerverunreinigungen ist die fehlerhafte Bedienung und Einstellung von Entwässerungseinrichtungen. Es sollte daher bei der Planung der Niederschlagsentwässerung eine möglichst einfache und bedienungsfreundliche Entwässerungstechnik gewählt werden. Gegebenenfalls können farbliche Kennzeichnungen oder Beschriftungen hilfreich sein. Eine Zuordnung der Entwässerungsflächen von Biogasanlagen und von landwirtschaftlichen Betrieben zu den unterschiedlichen Verschmutzungskategorien zeigen die Bilder 2 und 3.

Beseitigung des Niederschlagswassers

Jede Einleitung von Niederschlagswasser in ein oberirdisches Gewässer oder in das Grundwasser bedarf einer wasserrechtlichen Erlaubnis. Das Wasserrecht sowie die allgemein anerkannten Regeln der Technik sind dabei einzuhalten. Lediglich die Versickerung über die belebte Bodenzone von unbelastetem Niederschlagswasser (Kategorie I) ist (ausnahmsweise) und unter noch in Landesregelungen festgelegten Voraussetzungen erlaubnisfrei (siehe z. B. Ziffer 4.4 des Runderlasses des

Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW vom 18. Mai 1998 (IV B 5 - 673/2-29010 / IV B 6 - 031 002 0901, Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes NRW):

- Das unbelastete (unverschmutzte) Niederschlagswasser der *Kategorie I* kann ohne eine Behandlung in den Untergrund versickert oder unter besonderen örtlichen Verhältnissen direkt in ein oberirdisches Gewässer eingeleitet werden. Abhängig von den wasserwirtschaftlichen Verhältnissen vor Ort ist allerdings im Regelfall eine Rückhaltung vor der Einleitung erforderlich. Um Gewässerverunreinigungen im Schadensfall verhindern zu können, ist vor der Einleitung in ein Gewässer oder der Versickerungseinrichtung bei Biogasanlagen immer eine Absperrvorrichtung vorzusehen. Derzeit wird dies bei landwirtschaftlichen Betrieben (Viehhaltung) zumeist erst nach Prüfung im Einzelfall durch die zuständige Wasserbehörde verlangt. Zu erwarten ist aber, dass sich auch hier das Anforderungsniveau weiter entwickeln wird. Ist eine Biogasanlage mit einer Umwallung zu versehen, so ist verbindlich darauf zu achten, dass ausgetretene wassergefährdende Stoffe nicht über Rohrleitungen nach außerhalb der Umwallung gelangen können.
- Das schwach belastete (= gering verschmutzte) Niederschlagswasser der *Kategorie II* ist in dichten und abflusslosen Bauwerken zwischenzuspeichern und ordnungsgemäß zu beseitigen. Es kann dezentral auf den Flächen des Anlagenbetreibers beziehungsweise den eigenen landwirtschaftlichen Flächen beseitigt werden. In Betracht kommen unter anderem eine Verregnung oder eine Versickerung. Eine direkte Einleitung in ein oberirdisches Gewässer ist nicht ausnahmslos ausgeschlossen, bedingt aber zwingend ei-

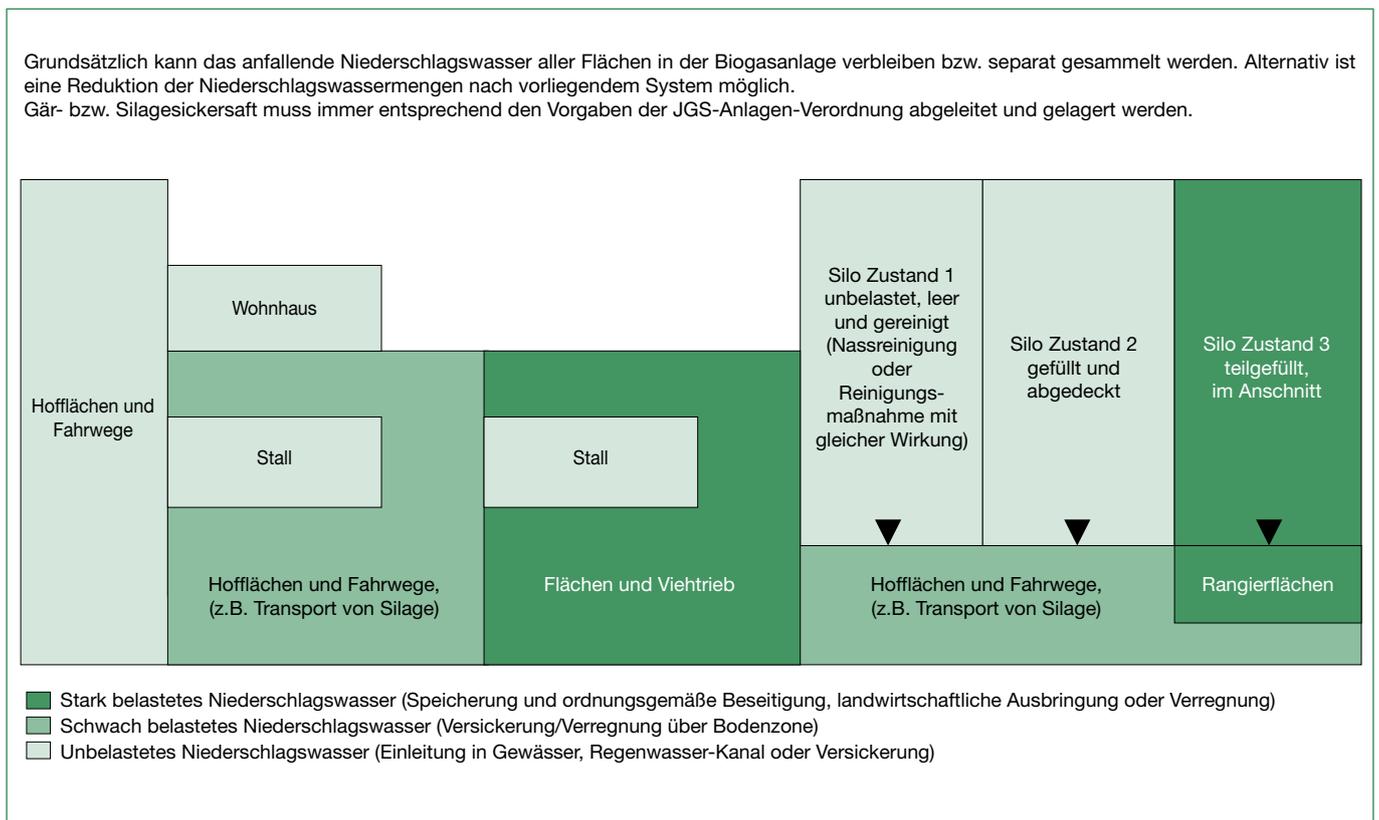


Bild 3: Entwässerungsflächen von landwirtschaftlichen Betrieben

ne Vorbehandlung, deren Wirkungsgrad einer Versickerung über die belebte Bodenzone mindestens gleichwertig ist. Nur unter diesen Einschränkungen ist eine solche erlaubnispflichtige Einleitung denkbar. Die Versickerung ist jedoch grundsätzlich einer Einleitung in ein oberirdisches Gewässer vorzuziehen.

- Das stark belastete (stark verschmutzte) Niederschlagswasser der *Kategorie III* ist in dichten und abflusslosen Bauwerken zwischenzuspeichern und ordnungsgemäß zu beseitigen. Eine direkte Einleitung in ein Gewässer ist ausnahmslos unzulässig. Im Allgemeinen gilt dies auch für eine Einleitung in die öffentliche Regenwasserkanalisation. Dieses Abwasser kann als Prozesswasser in einer Biogasanlage verwendet werden. Es kann in die (Gärrest-)Lagerbehälter der Biogasanlage geleitet und im Rahmen der guten fachlichen Praxis zur Düngung landwirtschaftlich genutzt werden. Bei der Ableitung von stark belastetem Niederschlagswasser (Kategorie III) von Fahrhiloflächen kann auch eine hofnahe, ganzjährige Verregnung des Abwassers auf Grünland beziehungsweise beim Energiepflanzenanbau erfolgen, wenn die genannten Maßgaben einer Verregnung eingehalten werden können.

Zum Rechtsrahmen der Niederschlagswasserbeseitigung

Das neue Wasserhaushaltsgesetz WHG (2010) gibt vor, dass

- Abwasser ... so zu beseitigen [ist], dass das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird; [vgl. § 55 Abs. 1 S. 1 WHG 2010] und zugleich
- Niederschlagswasser ortsnah versickert, verrieselt [werden soll]..., soweit dem weder wasserrechtliche noch sonstige öffentlich-rechtliche Vorschriften noch wasserwirtschaftliche Belange entgegenstehen.

In einigen Landeswassergesetzen der Länder wird im Übrigen das in landwirtschaftlichen Betrieben anfallende Abwasser (hier Niederschlagswasser) zum Teil sogar vom Abwasserregime ganz ausgenommen, wenn zu dessen Beseitigung keine zugelassenen öffentlichen Abwasseranlagen zur Verfügung stehen und das Niederschlagswasser am Ort des Anfalls verwertet oder ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit in

Tafel 2: Technische Anforderungen an die Verregnung

Die zur Verregnung vorgesehenen Flächen müssen folgende Anforderungen erfüllen:

- Dauerhafte Nutzung als Grünland oder Energiepflanzenanbau
- Die zur Verfügung stehende Verregnungsfläche sollte aus organisatorischen Gründen das Doppelte der rechnerisch erforderlichen Fläche betragen.
- Ausreichender Grundwasserflurabstand
- Durchlässigkeit der beaufschlagten Fläche muss eine ausreichende Aufenthaltszeit im Boden sicherstellen.
- Keine Verregnung in Überschwemmungsgebieten
- Ausreichender Abstand zu oberirdischen Gewässern
- Bei starker Hangneigung ist eine Verregnung/Versickerung nicht zulässig (Gefahr des oberirdischen Abflusses).
- Mindestabstände zu Nachbargebäuden nach den Vorgaben des DWA-Arbeitsblattes A 138 sind einzuhalten.

anderer Weise beseitigt werden kann (vgl. Landeswassergesetz Rheinland-Pfalz, § 51 Abs. 2 Nr. 2; ähnlich § 51a Abs. 1 Nr. 1 Landeswassergesetz NRW aber mit weitergehenden Anforderungen).

In anderen Bundesländern bleibt das „landwirtschaftlich“ anfallende Niederschlagswasser dem Abwasserregime unterworfen. Unter bestimmten Voraussetzungen übertragen die Landeswassergesetze allerdings die Pflicht zur Abwasserbeseitigung von den Kommunen auf die landwirtschaftlichen Grundstückseigentümer (vgl. z. B. § 66 Abs. 5 Landeswassergesetz Brandenburg).

Diese föderative Vielfalt der Bestimmungen über die Beseitigung von Niederschlagswasser lässt es angezeigt erscheinen, bei der Projektierung einer Biogasanlage das Gespräch sowohl mit der Standortgemeinde als auch der zuständigen Unteren Wasserbehörde schon früh zu suchen, um zu klären, mit welchen Maßgaben ein Niederschlagswasser-Management umgesetzt werden kann. Dabei sollte angestrebt werden, dass verschiedene Beseitigungsformen unter Beachtung der örtlichen Verhältnisse umsetzbar bleiben. In Betracht zu ziehen und zu diskutieren sind dabei die im folgenden Abschnitt beschriebenen Verfahrensvarianten.

Verfahren der Niederschlagswasserbeseitigung

Verregnung

Verregnung ist die mittelbare Einleitung in das Grundwasser, wobei die Filterfunktion durch die mechanischen und biologischen Funktionen der Bodenschichten genutzt werden. Unabdingbar ist, der Verregnung zur Speicherung von Regenspitzen und zur Sedimentation einen Behälter als Rückhaltevolumen vorzuschalten. Aus Gründen der Betriebssicherheit ist der Einsatz von Pumpen mit Schneidkopf vorzusehen. Weiterhin muss die Möglichkeit bestehen, den Speicherbehälter in die Biogasanlage oder aber in die Güllelagerung zu entleeren (Notüberlauf). Ist dies im Einzelfall aus technischen Gründen nicht möglich, so ist ein schadloser Abfluss des Notüberlaufs nachzuweisen.

Bei der Beseitigung von schwach belastetem Niederschlagswasser durch Verregnung müssen auch die Flächen, auf denen

Tafel 3: Verfahren zur Versickerung von gering verschmutztem Niederschlagswasser

Gering verschmutztes Niederschlagswasser kann wie folgt versickert werden:

- Großflächige Versickerung über die belebte Bodenzone
- Versickern in einer großflächigen, oberirdischen Versickerungsanlage (Versickerungsbecken) mit mindestens 20 cm starker belebter Bodenzone
- Mulden-Rigolen-Versickerung, Rigolen- oder Muldenversickerung mit jeweils mindestens 20 cm starker belebter Bodenzone (ohne Schächte, Überläufe oder Ähnliches)
- Zum Schutz der Versickerungsanlage ist eine entsprechend ausgebildete Anlage zur Sedimentation von Feststoffen vorzuschalten.

Tafel 4: Versickerungsanlagen, Sohl- und Flurabstände nach Runderlass „Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a Landeswassergesetz NRW“, Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Umweltschutz

Versickerungsmethode	Sohlstand [m]	Flurabstand [m]
Großflächige Versickerung	–	> 1,0
Flächenversickerung	> 1,0	> 1,5
Versickerungsbecken	> 1,0	> 1,5
Mulde	–	> 1,5
Mulden-Rigolen-Versickerung	> 1,0	> 1,5
Sonstige Versickerungsmethoden	Prüfung im Einzelfall	Prüfung im Einzelfall

verregnet wird, bestimmten Anforderungen entsprechen. Diese Anforderungen sind in der Tafel 2 zusammengefasst.

Versickerung

Eine *Versickerung* kann auch mit Hilfe baulicher Anlagen erfolgen. Für eine Beseitigung von gering verschmutztem (das heißt schwach belastetem) Niederschlagswasser kommt eine Versickerung mittels der in Tafel 3 aufgezeigten Verfahren in Betracht. Eine Versickerung setzt weiter voraus, dass der Boden genügend wasseraufnahmefähig ist und ein ausreichender Grundwasserflurabstand (Abstand zur Grundwasseroberfläche) besteht. In Abhängigkeit vom höchsten natürlichen Grundwasserstand kommen Verfahren gemäß Tafel 4 in Betracht (vgl. Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW vom 18. Mai 1998 (IV B 5 - 673/2-29010 / IV B 6 - 031 002 0901) Niederschlagswasserbeseitigung gemäß § 51a des Landeswassergesetzes NRW)

Das *stark belastete (stark verschmutzte) Niederschlagswasser der Kategorie III* ist in dichten und abflusslosen Bauwerken zwischenzuspeichern und ordnungsgemäß zu beseitigen. Eine direkte Einleitung in ein Gewässer ist ausnahmslos unzulässig. Im Allgemeinen gilt dies auch für eine Einleitung in die öffentliche Regenwasserkanalisation. Dieses Abwasser kann als Prozesswasser in einer Biogasanlage verwendet werden. Es kann in die (Gärrest-) Lagerbehälter der Biogasanlage geleitet und im Rahmen der guten fachlichen Praxis zur Düngung landwirtschaftlich genutzt werden. Bei der Ableitung von stark belastetem Niederschlagswasser (Kategorie III) von Fahrsiloflächen kann auch eine hofnahe, ganzjährige Verregnung des Abwassers auf Grünland beziehungsweise beim Energiepflanzenanbau erfolgen, wenn die oben genannten Maßgaben einer Verregnung eingehalten werden können.

Niederschlagsentwässerung im Planungsprozess

Wie schon betont, kann nur empfohlen werden, sich den organisatorischen, technischen und wasserwirtschaftlichen Anforderungen an ein sachgerechtes Niederschlagswasser-Management bereits in der Projektierung zu widmen. Dem kommt neben der sachgerechten Organisation des Materialflusses annähernd gleich große Bedeutung zu. Als Anhalt für die Strukturierung können die beigefügten Schaubilder dienen (Bilder 2 und 3).

Fazit

Die in diesem Beitrag vorgestellten konzeptionellen Überlegungen für ein sachgerechtes Niederschlagswasser-Managementsystem bei Biogasanlagen befinden sich bundesweit (noch) in der Diskussion.

Festzustellen ist, dass in zahlreichen Bundesländern das Problem der sachgerechten Niederschlagsentwässerung als wichtige Aufgabenstellung bei der Projektierung von Biogasanlagen erkannt worden ist. Angesichts der Divergenz in den wasserrechtlichen Bestimmungen zeichnet sich allerdings noch keine einvernehmliche Auffassung für eine in allen Bundesländern akzeptierte einheitliche Lösung ab.

Dies verwundert nicht, zumal noch in einem früheren Entwurf der Bundes-Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Flüssigkeiten AwSV in § 17 (Anforderungen an die Entwässerung von Rückhalteeinrichtungen) gefordert wurde, „mit Gärsubstraten oder Gärresten verunreinigtes Niederschlagswasser in Biogasanlagen ist vollständig aufzufangen und ordnungsgemäß als Abwasser zu beseitigen oder als Abfall zu verwerten“. Dass dies den Problemstellungen der Praxis als Lösung nicht gerecht wird, scheint nunmehr aktuell auch der Ordnungsgeber erkannt zu haben. Denn in § 19 Abs. 5 Satz 2 des Ende Juli 2013 der Europäischen Gemeinschaft zur Notifizierung zugeleiteten Entwurfs der AwSV wird für verunreinigtes Niederschlagswasser in Biogasanlagen zusätzlich und zu Recht ein weiterer Verwendungsweg eröffnet. Im § 19 Abs. 5 Satz 2 heißt es nunmehr: „Dies“ (d. h. die ordnungsgemäße Abwasserbeseitigung oder die Abfallverwertung des verunreinigten Niederschlagswassers) „gilt für Biogasanlagen mit Gärsubstraten landwirtschaftlicher Herkunft nicht, soweit das verunreinigte Niederschlagswasser entsprechend der guten fachlichen Praxis zur Düngung verwendet wird.“ (AwSV, Entwurf 2.7.2013). Damit scheint endlich der Weg zu gangbaren Lösungsansätzen für die Praxis beschritten zu werden, die unter Beachtung des besonderen Schutzgutes Wasser die Richtung für einen bundeseinheitlichen Vollzug weisen.

Den Planern und Anlagenbetreibern kann nur eindringlich empfohlen werden, die weitere Entwicklung genau zu beobachten und in die Diskussion praxisgerechte Lösungen mit einzubringen.

¹⁾ Der Beitrag entstand als Ergebnis der Arbeit des Arbeitskreises Genehmigung und Genehmigungspraxis des Fachverbandes Biogas e. V., dessen Sprecher der Autor ist.

Der Meggle Food Turm – ein modernes, funktionales Bauwerk für die Lebensmittelindustrie

Von Maximilian Fuchs und Carola Schmied, Traunstein

Der Neubau des ca. 53 m hohen Meggle Food Turms in Wasserburg am Inn (Oberbayern) dient als Beispiel für ein modernes, funktionales Produktionsgebäude der Lebensmittelindustrie. Der vorliegende Beitrag beschreibt nach einer Darstellung der besonderen Rahmenbedingungen aus Bauzeit, Bauablauf und späterer Nutzung den daraus resultierenden Entwurf, die Konstruktion und die Ausführung des Bauwerks aus Stahlbeton.

Nutzung und planerische Rahmenbedingungen

Im Zuge der erforderlich gewordenen Kapazitätserweiterung am Produktionsstandort Wasserburg am Inn, dem Stammsitz der Fa. Molkerei Meggle Wasserburg GmbH & Co. KG, wurde der Neubau eines Food Turms als zusätzliches Produktionsgebäude realisiert. Das turmartige Bauwerk beherbergt modernste Produktionstechnik zur Herstellung von Grundstoffen für die Nahrungsmittelindustrie mittels Sprühtrocknung. Bereits im Jahre 2004 ist der ca. 33 m hohe Pharma Turm – ebenfalls zur Herstellung sprühgetrockneter Produkte – errichtet worden, an dessen Südfassade der im vorliegenden Beitrag behandelte und in [1] ausführlich dargestellte, ca. 53 m hohe Food Turm direkt anschließt (Bild 1).

Die Aufgabenstellung für die planenden Architekten und Ingenieure bestand primär darin, den gewünschten Neubau an einem bestehenden Produktionsstandort dahingehend zu optimieren, dass die laufenden Produktionsprozesse während der Bauzeit möglichst ungestört weiter betrieben werden konnten. Als ein in der Lebensmittelindustrie tätiges, mittelständisches Unternehmen stellt der Bauherr höchste Anforderungen an seine Produktionsanlage für die spätere Nutzung. Dies bezieht sich einerseits auf die optimale Einbindung der neuen Anlagen in die Produktionsprozesse, andererseits auf die besonderen, hygienerechtlichen Anforderungen für Bauwerke der Lebensmittelindustrie. Für die Baumaßnahme war nur eine sehr kurze Bauzeit vorgesehen. Eine Beeinflussung der laufenden Produktionsprozesse durch die Baumaßnahme am Standort war zudem möglichst zu vermeiden.

Die vorgesehene Anlagentechnik für den Food Turm ist durch hohe Lasten und großformatige Komponenten gekennzeichnet. Dies hat sowohl statisch-konstruktive Auswirkungen für das Bauwerk, als auch eine notwendige Berücksichtigung im Pla-

nungs- und Bauablauf zur Folge. Für die Anlagentechnik war zudem eine sehr hohe Maßtreue des Rohbaus gefordert. Insbesondere war die durch die verwendete Anlagentechnik bedingte Höhenlage der einzelnen Geschossdecken vorgegeben. So fehlen in wesentlichen Teilen des Gebäudes die Geschossdecken im vierten und fünften Obergeschoss, da in diesem Bereich die siloartige Hauptkomponente der Anlage positioniert ist (Bild 2). Dies wiederum hat wesentliche Auswirkungen auf die bauliche Durchbildung der Decken und den darauf abzustimmenden Bauablauf.

Weitere Rahmenbedingungen ergaben sich aus der erforderlichen Einbindung des Bestandes an der nördlichen Bauwerksbegrenzung. Der dort positionierte Pharma Turm war bereits für die zusätzlichen Einwirkungen aus einer südlichen Erweiterung dimensioniert.

Baubeschreibung und konstruktiver Entwurf

Die Grundrissabmessungen des rechteckigen, achtstöckigen Food Turms betragen ca. 21,0 m x 15,8 m. Der 53,2 m hohe Food Turm besteht aus acht Ebenen (KG, EG, 1.OG bis 6.OG), wobei die Hauptlasten aus der Anlagentechnik in der Ebene 3 bei +24,8 m eingeleitet werden. Das nördlich des Neubaus angrenzende Bestandsgebäude springt im dritten und vierten Obergeschoss um jeweils 5,75 m zurück und wurde im Zuge der Baumaßnahme für den Food Turm in diesem Bereich überbaut.

Das Tragwerk besteht aufgrund der zu erzielenden wirtschaftlichsten Lösung im Wesentlichen aus Stahlbetonbauteilen und wird mit einer Fassade aus Trapezblechen verkleidet. Als Dacheindeckung wurde ein Kunststofffoliendach ausgeführt. Als weitere Ausbaugewerke wurden unter anderem leichter Stahlbau, Aluminiumfenster, Tore, Industriefußböden, Fliesenarbeiten und der Einbau eines Aufzugs ausgeführt.

Um die gewünschte Maßtreue und die kurze Bauzeit realisieren zu können, wurde ein hoher Vorfertigungsgrad durch Fertigteile und Teilfertigteile (Halbfertigteildecken und -wände) angestrebt. Zudem wurde innovative Schalungstechnik zur Erzielung eines hohen Baufortschrittes vorgesehen.

Die Berücksichtigung der Komponenten der Anlagentechnik bereits im Bauablauf und insbesondere die beschriebene Situation der teilweise sehr uneinheitlichen Geschossdecken führten ebenfalls zum Einsatz von Teilfertigteillösungen mit Ortbetonerfüllung. Teilweise fanden zusätzlich Verbundträger Verwendung. Ebenso waren Einbringöffnungen für die Installation der Anlagentechnik vorzusehen.

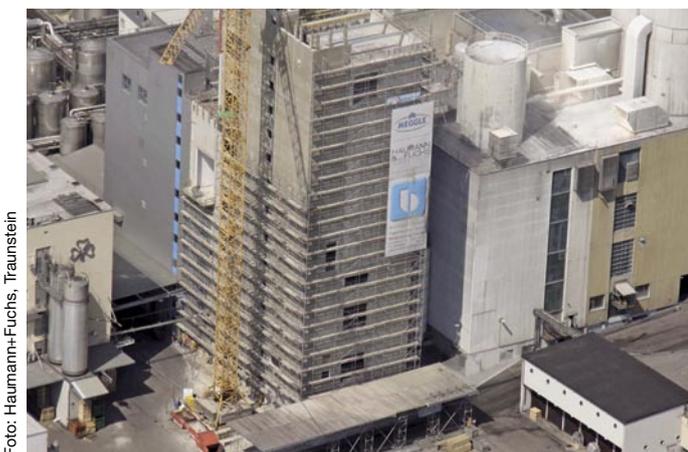


Foto: Haumann+Fuchs, Traunstein

Bild 1: Fertiggestellter Pharma Turm neben Food Turm im Bau

Aufgrund der zu erwartenden hohen Bodenpressungen von bis zu ca. 600 kN/m² unter den Außenwänden ergeben sich bei den vorhandenen Bodenverhältnissen aus überwiegend schluffigem Kies, unterlagert von sandigen Moräneböden vergleichsweise große Setzungen von bis zu 3 cm, die auch bei einem durchzuführenden Vollbodenaustausch in Tiefen von 10 m bis 11 m unter Geländeoberkante zu erwarten gewesen wären. Um das Setzungsrisiko zu minimieren und umfassende Erdbewegungen zu vermeiden, wurde als Gründungsart für den Food Turm eine Tiefgründung mittels Großbohrpfählen gewählt.

Die Gründung des Food Turms erfolgt auf 65 Bohrpfählen mit Durchmessern von 90 cm, deren Gesamtlänge sich auf 422 lfm beläuft. Die maximale Einzellänge der Pfähle beträgt ca. 17,50 m. Über den Bohrpfählen ist eine 60 cm dicke Stahlbetonbodenplatte angeordnet. Eine Tragwirkung als kombinierte Pfahl-Platten-Gründung wurde nicht in Ansatz gebracht.

Die einzelnen Geschossdecken sind überwiegend als Halbfertigteile mit Ortbetonergänzung mit einer Gesamtdicke von 35 cm beziehungsweise 45 cm ausgeführt. Die punkt- und linienlagerten Decken verfügen teilweise über sehr große Aussparungen für die Anlagentechnik, wie exemplarisch in Bild 3 zu erkennen ist. Als Linienauflager für die Decken dienen Stahlbetonunterzüge verschiedener Querschnittsabmessungen (bis zu b/h gleich 50 cm / 120 cm) in Ortbeton- beziehungsweise Fertigteilbauweise. In den Ebenen fünf und sechs kommen zudem deckengleiche Verbundträger zum Einsatz.

Der 48 m hohe Treppenhaukern mit Aussteifungswänden und den Grundrissabmessungen von ca. 21,0 m x 5,0 m verfügt über ein Volumen von ca. 710 m³ Stahlbeton. Die innenliegenden Treppenläufe sind als Stahlbetonfertigteile, die zugehörigen Treppenpodeste als Ortbetonkonstruktion ausgebildet. Die außerhalb des Kerns gelegenen Rechteckstützen mit den

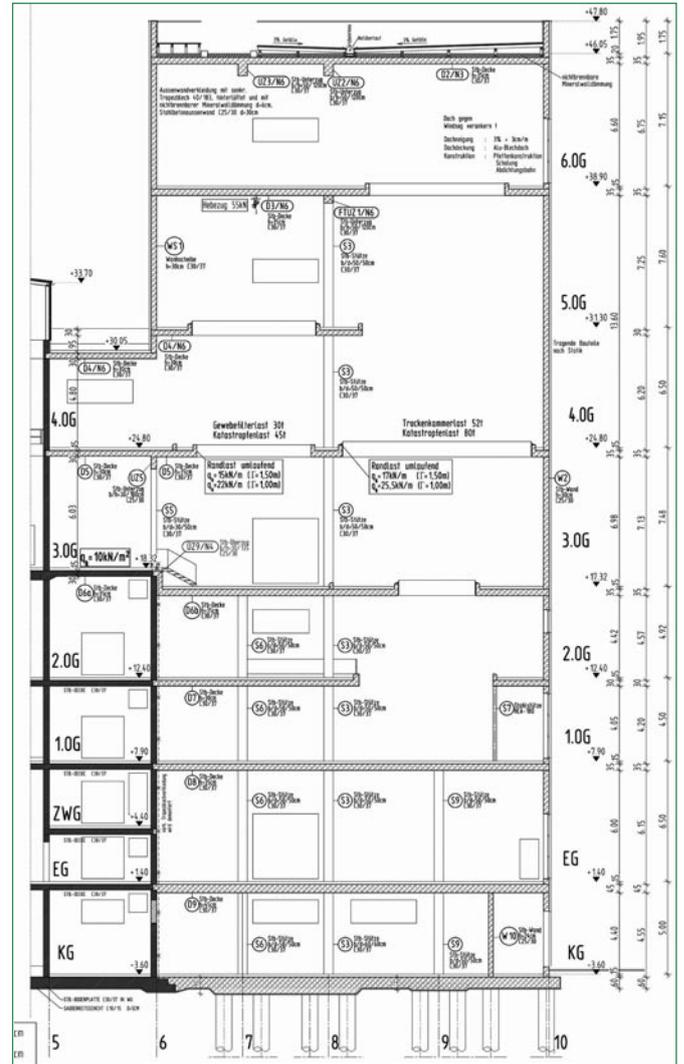


Bild 2: Längsschnitt durch den Food Turm

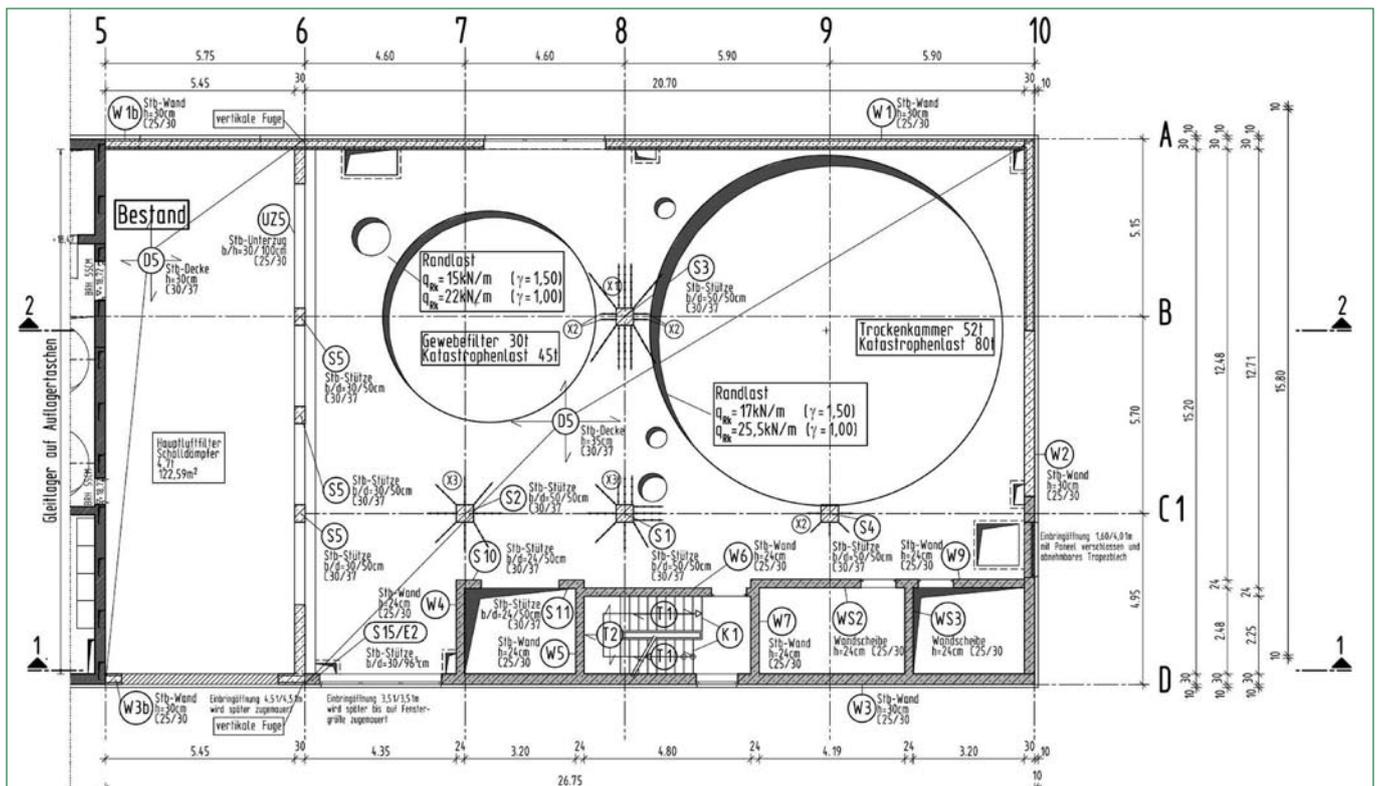


Bild 3: Decke über 3. OG mit sehr großen Aussparungen



Bild 4: Herstellung des Treppenhauskerns mittels Gleitschalungstechnik



Bild 5: Gleitschalungsarbeiten während der Nacht



Bild 6: Anlagenteil, bereits während der Ausführung der Rohbaumaßnahmen integriert

Querschnittsabmessungen 50 cm x 50 cm beziehungsweise 60 cm x 60 cm bestehen ebenfalls aus Ortbeton. Vereinzelt wurden zusätzliche Stahlstützen aus Walzprofilen angeordnet, die jedoch im Brandfall als nichttragend angesetzt wurden. Die 30 cm dicken Außenwände sind überwiegend als Hohlwände mit Ortbetonergänzung ausgeführt.

Die Gebäudeaussteifung ist durch die Stahlbetondecken in Verbindung mit den Stahlbetonaußenwänden sichergestellt. Ein entsprechender Nachweis wurde im Zuge der statischen Berechnung explizit geführt. Die Ermittlung der Einwirkungen erfolgte auf Basis der Normenreihe DIN 1055 [2] mit zusätzlichen Angaben aus der Anlagentechnik. Die Bemessung der Stahlbetonbauteile wurde nach DIN 1045-1 [3] vorgenommen.

Bauliche Durchbildung und Bauausführung

Um die sehr kurze Bauzeit realisieren zu können, wurde hinsichtlich des Bauverfahrens eine Optimierung für die Herstellung des Treppenhauskerns vorgenommen. Dabei kam eine Gleitschalung für die Ortbetonbauteile des Kerns zur Ausführung (Bild 4). Der Treppenhauskern stellte auch das erste aufgehende Bauteil nach Herstellung der Gründung mit Bohrpfählen und Bodenplatte dar. Für die Fugenausbildung zwischen den Decken und dem im Gleitbauverfahren hergestellten Treppenturm kamen bauaufsichtlich zugelassene Rückbiegeanschlüsse und Seilschlaufen zur Anwendung.

Als besondere Herausforderung für die Arbeiten mithilfe der Gleitschalungstechnik sind die winterlichen Witterungsbedingungen mit tiefen Temperaturen und teilweise kräftigen Schneeschauern im Februar 2010 zu nennen. Die Gesamtgleitdauer für die Herstellung des 48 m hohen Treppenhauskerns betrug dennoch lediglich elf Tage im 24-Stunden-Schichtbetrieb (Bild 5).

Parallel zum laufenden Gleitbauverfahren des Treppenhauskerns wurde in den einzelnen Geschossen an weiteren Fertigteil- und Ortbetonbaumaßnahmen gearbeitet. Der Anlagenbau wurde mit zunehmendem Baufortschritt integriert (Bild 6). So wurden beispielsweise bestimmte Komponenten der Anlage nach Fertigstellung der jeweiligen Auflagerung in den Food Turm eingehoben und an ihrem Bestimmungsort abgesetzt.

Neben den Treppenläufen, die jeweils als Vollfertigteil ausgeführt wurden, kamen diverse Halbfertigteile für Unterzüge und Außenwände aus Stahlbeton zum Einsatz. Um ein Einheben von Anlagenteilen auch zu einem möglichst späten Zeitpunkt zu ermöglichen, war die Ausführung der Decke über dem 6. OG ebenfalls als (Halb-)Fertigteillösung geplant, sodass diese – quasi als abschließender Deckel – nach Einbringung aller erforderlichen Anlagenteile eingebaut werden konnte.

Eine besondere Herausforderung stellte die Ausführung der Decken über dem 5. OG und 6. OG dar. Infolge der darunter liegenden großen Aussparungen kam ein konventionelles Einschalen mit einer Gerüsthöhe von ca. 22 m beziehungsweise 29 m nicht in Frage. In enger Zusammenarbeit mit der ausführenden Firma wurden daher verschiedene Varianten, wie beispielsweise der Einbau einer temporären Stahl- beziehungsweise Holzunterkonstruktion sowie mögliche Halbfertigteilkonstruktionen diskutiert. Für den späteren Ausbau der Un-

terkonstruktionen wären jedoch zusätzliche Öffnungen in den Wänden erforderlich gewesen, sodass man sich für die Lösung mittels Halffertigteilen entschied.

Um das mit Grundrissabmessungen von 11,5 m x 10,7 m vergleichsweise große Deckenfertigteil für die Geschossdecke in Ebene 5 herstellen zu können, wurde dieses Fertigteil auf der Baustelle in einer Art „Feldfabrik“, vor Ort gefertigt. Zum Anheben des ca. 40 t schweren Fertigteils waren bereits in der Planung massive Aufkantungen zu berücksichtigen, die diagonal über die Ecken des rechteckigen Deckenfertigteils angeordnet wurden (Bild 7).

Das Fertigteil wurde nach der Betonage mittels 400-Tonnen-Teleskop-Autokran auf die Endposition in 38,90 m Höhe über Gelände eingehoben (Bild 8). Das Einheben erfolgte passgenau auf die zuvor erstellten Ort beton- und Fertigteilbauteile.

Fazit

Das in diesem Beitrag vorgestellte, neue Produktionsgebäude für die Lebensmittelindustrie kann als aktuelles Beispiel modernen und funktionalen Industriebaus dienen. Aufgrund der vielfältigen Anforderungen an Bau und Nutzung wurde eine wirtschaftliche Lösung entwickelt, die sich moderner Bauweisen und -techniken bedient und so eine Realisierung erst ermöglichte. So wurde der Baustoff „Stahlbeton“ in der für ihn typischen Vielfalt zur Anwendung gebracht: als solider Baustoff für die Pfahlgründung, als direkt begehbare Fertigteil für die Treppenläufe, als nahezu beliebig formbares Halffertigteil mit Ortbetongergänzung für die Geschossdecken, als optisch ansprechende und schnell zu errichtende Hohlwandkonstruktion für die Außenwände und für die sehr zeitsparende Herstellung von Ortbetonbauteilen mittels Gleitschalung.

Der Neubau des Food Turms in Wasserburg am Inn (Bild 9) stellte folglich zum einen die Leistungsfähigkeit des Baustoffes „Stahlbeton“ unter Beweis und stellte zum anderen eine spannende Ingenieur Aufgabe für alle am Bau Beteiligten dar. Insbesondere die sehr enge Zusammenarbeit zwischen Planer und bauausführender Firma im Zuge der Ausführungs- und Detailplanung führte zum Erfolg. Die Autoren bedanken sich ausdrücklich bei allen Projektbeteiligten für die sehr gute Zusammenarbeit.

Literatur

- [1] Fuchs, M.; Schmied, C.: Meggle Food Turm in Wasserburg – Entwurf, Konstruktion und Ausführung eines Industriebauwerkes aus Stahlbeton. Beton- und Stahlbetonbau 107, Heft 7, S. 484–489, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2012
- [2] DIN 1055:2005: Einwirkungen auf Tragwerke – Teile 1, 4 und 5
- [3] DIN 1045-1:2008-08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion



Bild 7: Deckenfertigteil mit diagonal verlaufenden Aufkantungen zum Anheben

Foto: Haumann+Fuchs, Traunstein



Bild 8: Einheben des Deckenfertigteils mittels Autokran

Foto: Haumann+Fuchs, Traunstein



Bild 9: Food Turm nach Fertigstellung (mit Pharma Turm)

Foto: Haumann+Fuchs, Traunstein

Bautafel Meggle Food Turm

Bauherr und Nutzer	Molkerei Meggle Wasserburg GmbH & Co. KG, Wasserburg am Inn
Gebäude- und Tragwerksplanung	Haumann & Fuchs Ingenieure AG, Traunstein
Rohbau	Bilfinger Berger Ingenieurbau GmbH, NL Passau
Baustatische Prüfung	Dipl.-Ing. Fridolin Fuchs, München

Silo für 70 000 Tonnen Zucker

Von Markus Grünwald, Wien

Umstrukturierungen in der Zuckerindustrie hatte die Schließung von Werken zur Folge und machte die Errichtung von Lagerkapazität in den verbleibenden Werken erforderlich. Gleichzeitig wurde eine Anpassung an den derzeitigen Stand der Technik vorgenommen und die Transportlogistik des Rohmaterials (Zuckerrüben) und des Endprodukts (Zucker) verbessert.

Im Zuge dieser Maßnahmen wurde das Ingenieurbüro Freund & Vogtmann mit der Projektgesamtplanung von insgesamt sechs ausgeführten Silos und fünf Studien im In- und Ausland beauftragt. Das Silo in Tulln mit 70 000 t Fassungsvermögen ist das zweitgrößte Europas und wurde nach dem neusten Stand der Technik geplant und errichtet. Am Standort Tulln ergibt sich mit dem neuen Silo eine Lagerkapazität von 180 000 m³ Kristallzucker. Im Laufe der letzten Jahrzehnte ist der Umweltschutz, z. B. die vollständige Zuckerstaubrückgewinnung und die Energieminimierung (die freiwerdende Produktionswärme wird zu-

rückgewonnen und wiederverwertet) ausschlaggebend für Planungen geworden.

Silokonzeption

Der Speicherraum wurde als Stahlbetonsilo mit Zwischendecke und einer zentralen, rotierenden Befüllungsstation sowie mit einer Wand- und Bodenheizung konzipiert und in Spannbeton umgesetzt. Für die Errichtung des Silos in einer zehnm-

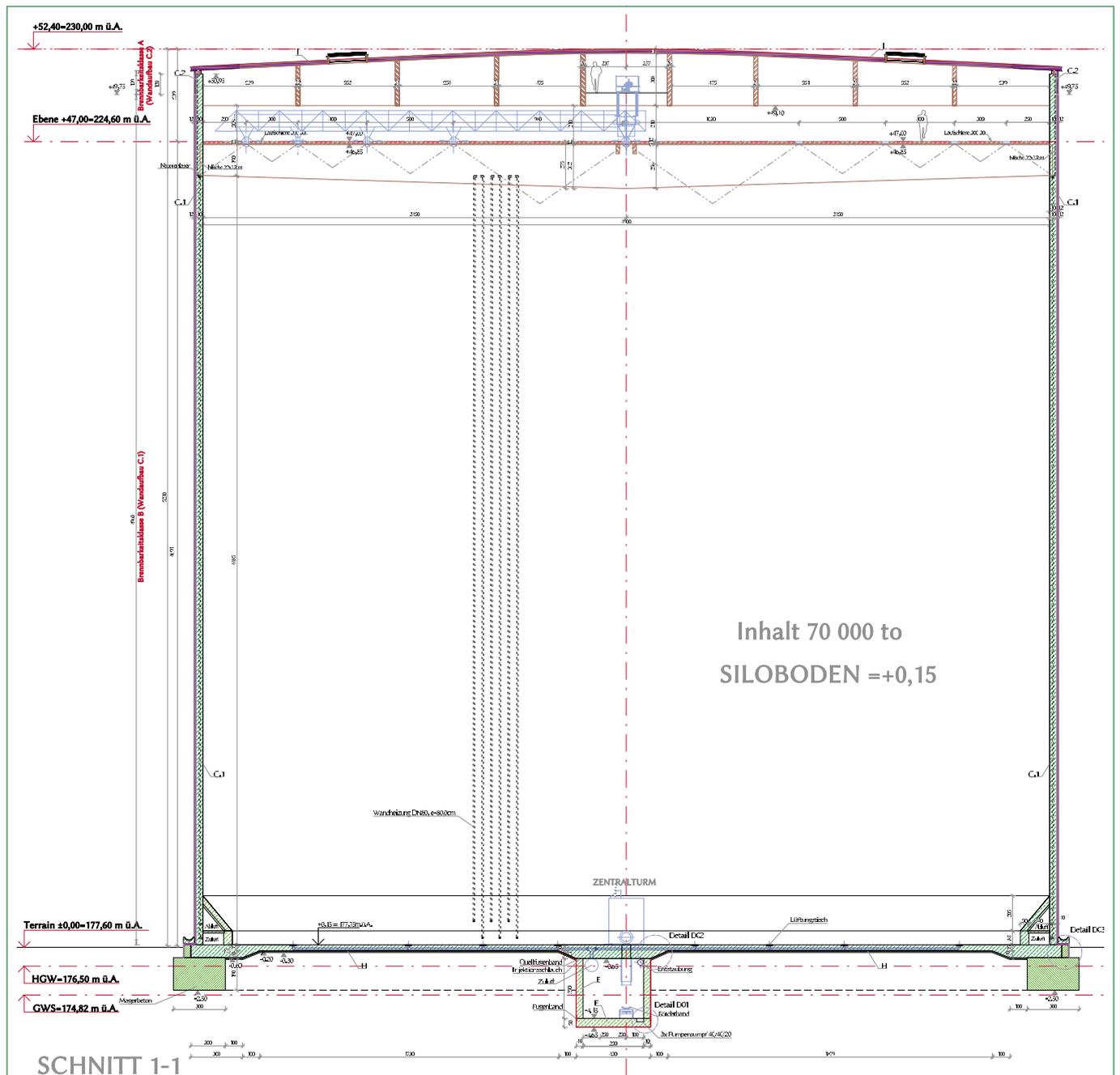


Bild 1: Querschnitt Silo



Bild 2: Gründungsarbeiten

natigen Bauzeit kamen 5 600 m³ Beton, 430 t Bewehrungsstahl und 100 t Spannstahl zum Einsatz.

Die Dimensionierung des Silos wurde so gewählt, dass die Höhe maximal 230,0 m über Adrianiveau erreicht. Das derzeitige Gelände im Aufstellungsbereich liegt auf einer Höhe von ca. 177,6 m. Damit ergibt sich eine maximale Gebäudehöhe von 52,3 m. Die Höhenbegrenzung wurde durch die Flugsicherheitszone des Militärflughafens Langenlebarn bestimmt. Das ausgeführte Silo hat eine Gesamthöhe von 52 m und einen Innendurchmesser von 49 m (Bild 1).

Das Fundament wurde gemäß Bodengutachten als Flachgründung ausgeführt. Die Siloboden-Oberkante liegt bei +0,15 m über Gelände. Die Fundamentsohle des Förderganges liegt auf Höhe -4,70 m. Da der Austragungsgang zum Teil im Höchstgrundwasserstand liegt, wurde eine wasserundurchlässige Ausführung gewählt (Bild 2).

Die Wanddicke des Silos beträgt 40 cm. In die Wände eingelegt sind die Heizungsrohre (ø 80 mm) im Abstand von 40 cm. Die Heizungsrohre werden über einen umlaufenden Heizkanal aus Halbfertigteilen mit Ortbetongergänzung mit Warmluft versorgt. Die Errichtung der Silowände erfolgte in Gleitschalungsbauweise. Zum Einsatz kam eine Vorspannung ohne Verbund. Zur Energieeinsparung erhielten die Außenwände eine Verkleidung mit



Bild 3: Errichtung Bodenplatte



Bild 4: Beginn der Gleitschalungsfertigung der Wände

einem 12 cm dicken PU-Fassadenpaneel, sodass der Wärmedurchgangskoeffizient U bei 0,17 W/m²K liegt (Bilder 3 bis 6).

Ein wesentlicher Punkt für die Errichtungskosten, nämlich der Verzicht auf eine ebene Oberfläche des Zuckers bei der Befüllung des Silos, konnte wegen der Höhenbeschränkung aufgrund der Flugverkehrssicherheit nicht genutzt werden, was eine Anpassung des Daches an den Zuckerschüttkegel bedeutete. Die erforderliche Zwischenebene wurde als Holzkonstruktion mit bis zu 49,5 m langen Brettschichtholzträgern ausgeführt (Bild 7). Die Dachausführung erfolgte als Foliendach



Bild 5: Gleitschalungsfertigung Wand



Bild 6: Verkleidetes Silo



Bild 7: Verlegung der Dachträger

mit einer 20 cm dicken Wärmedämmung aus Mineralwolle mit einer Dampfsperre zwischen den Holzsparren. Oberhalb und unterhalb der Dachsparren liegen 1,8 cm dicke OSB-Platten. Die Dachentwässerung erfolgt frei über den Dachrand (ohne Fallrohre). Das Regenwasser wird über eine umlaufende Regenmulde in drei Lagerbecken abgeleitet und auf dem Werksgelände versickert.

Förder- und Lagerkonzeption

Das Förder- und Lagergut Kristall- beziehungsweise Feinkristallzucker (ungesiebter Weißzucker) weist ein Schüttgewicht von ca. $0,85 \text{ t/m}^3$ bei einem Reibungswinkel von 35° auf. Die Korngröße des Zuckers beträgt 0 mm bis 3 mm. Die Silotemperaturen sollen 35°C nicht überschreiten. Die Feuchtigkeit ist mit 0,06 % (konditioniert 0,02 %) einzuhalten. Die Förderleistung beträgt jeweils 125 t/h für die Befüllung und Entleerung.

Der Zuckertransport erfolgt als „First-in-and-First-out“-Konzept über einen Zuckerweg vom Werk über ein etwa 200 m langes reversibles Förderband zum Silo. Der Zuckerweg ist eine Stahlfachwerk-Brücke. Das System erlaubt eine völlige Entleerung ohne Handarbeit und ermöglicht eine Umwälzung des Inhaltes.

Die Befüllung geschieht über das Brückenband aus dem Zuckerhaus auf Ebene +18 m. Der Zucker wird auf das ca. 200 m lange Band übergeben und führt zum Elevatorurm und zum Einspeicherbecherwerk. Weiter wird der Zucker über das Einspeicherband und über die zentrale Befüllungsanlage auf der Zwischenebene in den Siloinnenraum gefördert.

Die Entleerung erfolgt durch unter dem Siloboden befindliche, kegelförmige Öffnungen mit Verschlüssen auf das im Gang durchlaufende Entleerungsband. Dieses System entleert den Großteil des Inhaltes. Die Restentleerung erfolgt mit einer 360° umlaufenden, rotierenden Schnecke. Im Kanal sind Schienen angeordnet, auf diesen läuft eine Dosierschnecke und verhindert eine Überfüllung der Transportbänder. Das Band transportiert den Zucker über das im Elevatorurm angeordnete Ausspeicherbecherwerk zur Übergabe auf das reversible Brückenband zurück zum Zuckerhaus. Die beiden Elevatoren über-

schneiden sich in Höhe der Übergabe des Brückenbandes. Die Zuckermengen zur Ein- und Ausspeicherung werden über eine eichfähige Behälterwaage gemessen und protokolliert.

Bei der geplanten Zuckerproduktion von 2300 t je Tag kann mit der vollständigen Silobefüllung innerhalb von 30 Tagen gerechnet werden.

Haustechnikkonzeption

Die Anlage ist weitestgehend automatisiert und wird über das Steuersystem der bestehenden Siebstationssteuerung gesteuert und überwacht. Die bestehende Anlage wurde entsprechend erweitert.

Siloinnenraum und Transportanlagen erfordern eine Absaugungs- und Entstaubungsanlage in EX-geschützter Ausführung. Der Reststaubgehalt der gereinigten, an die Umgebung abgegebenen Luft muss weniger als 10 mg/m^3 betragen. Der abgesaugte Staub wird aus dem Staubabteil der Entstaubung mit einer Saug- und Druckförderanlage über die Förderbrücke bis in die bestehende Zucker-Lagerbox transportiert und für die Zuckerproduktion wiederaufbereitet.

Die Silowände und der Siloboden werden mit Warmluft über Kunststoffrohre beheizt, der Siloinnenraum und der gelagerte Zucker werden mit gefilterter, konditionierter Warmluft beheizt. Damit soll ein Ankleben der Zuckerkristalle verhindert werden. Die erforderliche Wärmeenergie wird über Wasser/Luft-Wärmetauscher eingebracht. Die Wärmeenergie soll aus Abfallwärme der Kondensationsanlage zur Melasseentzuckerung (40°C , $500 \text{ m}^3/\text{h}$ vorhanden) oder während der Rübenkampagne aus dem Kondensations-Fallwasser (55°C , $2000 \text{ m}^3/\text{h}$ vorhanden) entnommen und in Silowand und Bodenplatte eingelagert werden. Damit können 330 000 kWh Heizenergie eingespart werden, was eine Verringerung der CO_2 -Emissionen um 66 t pro Jahr bedeutet.

Die Anlage besitzt einen Personen- und Lastenaufzug für eine Traglast von 1000 kg und lichten Kabinenabmessungen von $1,0 \text{ m} \times 2,0 \text{ m}$, der vom Siloboden bis zur Füllebene führt.

Im unmittelbaren Anschluss an das Silo wurde ein Haustechnikgebäude in Stahlbetonbauweise errichtet. Die Dacheindeckung erfolgte mittels PU-Paneelen auf einer Stahl-Unterkonstruktion. Die Wandverkleidung erfolgte ebenfalls aus 12 cm starken PU-Paneelen. Im Haustechnikgebäude sind Entstaubung, Klimatisierung (Entwässerung), Heizgeräte, Schalldämpfer, Elektrik und eine Zuckerstaubabfüllung untergebracht.

Bautafel Zuckersilo Agrana Zucker GmbH, Tulln

Bauherr	Agrana Zucker GmbH, Werk Tulln
Gesamtplanung	Freund & Vogtmann ZT GmbH
Rohbau	Arge Strabag AG / Steiner Bau GmbH
Maschinenbau	M-U-T Maschinen-Umwelttechnik-Transportanlagen GmbH
Haustechnik	Sirocco Luft- und Umwelttechnik GmbH
Holzbau	Glöckel Holzbau GmbH

BetonMarketing Deutschland

BetonMarketing Deutschland GmbH
Steinhof 39
40699 Erkrath
bmd@beton.org

Kontakt und Beratung vor Ort

BetonMarketing Nordost

BetonMarketing Nordost
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH
Anderter Straße 99D
30559 Hannover
Telefon 0511 554707-0
hannover@betonmarketing.de

Teltower Damm 155
14167 Berlin
Telefon 030 3087778-0
berlin@betonmarketing.de

BetonMarketing Süd

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

Beethovenstraße 8
80336 München
Telefon 089 450984-0
info@betonmarketing.de

BetonMarketing West

BetonMarketing West
Gesellschaft für Bauberatung und Marktförderung mbH
Neustraße 1
59269 Beckum
Telefon 02521 8730-0
info@bmwest.de