



Bauausführung dauerhafter planbefestigter Stallfußböden

Zement-Merkblatt
Landwirtschaft

Bauberatung Zement

Stallfußböden besitzen einen wesentlichen Einfluß auf die artgerechte Tierhaltung und deren Wirtschaftlichkeit. Neben perforierten Flächen (Roste, Spaltenelemente) kommen vor allem auch planbefestigte Böden zum Einsatz. Nachfolgend werden Anforderungen an planbefestigte Stallfußböden erläutert und Ausführungsmöglichkeiten vorgestellt.

Anforderungen

Stallfußböden dienen

- als Liege-, Steh- und Bewegungsflächen für Tiere,
- als Verkehrsflächen für Arbeitspersonen und Fahrzeuge sowie
- zur Ableitung bzw. Lagerung von Harn, Gülle und Kot.

Vergleichen kann man Stallfußböden wohl mit Zehnkämpfern – sie müssen sehr verschiedenartige Anforderungen in hoher Qualität erfüllen. Dazu gehören:

- artgerecht (griffig, trittsicher, Vermeidung zu großer Wärmeableitung, Verhinderung von Sozialstreß, Sicherstellung des Klauenabriebs),

- arbeitswirtschaftlich günstige Tierhaltung gewährleisten,
- belastbar (durch Tiere, Arbeitsgeräte),
- flüssigkeitsundurchlässig (Schutz des Grundwassers vor Verschmutzungen),
- beständig gegen mechanische Beschädigungen (Abrieb, Abplatzungen) und chemische Angriffe (Gülle, Gärssäuren),
- einfache Reinigung und Desinfektion ermöglichen,
- keine gesundheitsschädlichen Bestandteile,
- dauerhaft bei günstigem Preis.

Erfahrungsgemäß liegen die Fußbodenkosten im Neubau bei 5 % bis 10 % der Gesamtbaukosten. Bei Stallumbauten können die anteiligen Kosten weit höher liegen.

Konstruktiver Aufbau und Bemessung

Charakteristische Stallfußböden verdeutlicht Bild 1. Die Bemessung des Fußbodens kann über die maximal durch Tiere und Stalltechnik hervorgerufenen Einzellasten erfolgen. Tafel 1 enthält einige Beispiele. Meist resultieren die wesentlichen Beanspruchungen aus dem Befahren des Stalls mit Traktoren, Futterwagen oder Entmistungsgeräten. Bevorzugt werden sollte eine Bemessungslast von 20 kN (entspricht 2 t), um Einschränkungen der Befahrbarkeit zu vermeiden. Die sich daraus ergebenden konstruktiven und stofflichen Anforderungen beschreibt Tafel 2.

Die Unterkante der Betonplatte bzw. des darunterliegenden Güllelagers sollte mindestens 0,5 m über dem höchsten Grundwasserstand liegen, um Durchnässungen des Fußbodens und Verunreinigungen des Grundwassers auszuschließen. Ansonsten sind auf den Einzelfall abgestimmte Maßnahmen erforderlich. Da der vorhandene Baugrund im Regelfall keine ausreichende Tragfähigkeit besitzt, ist der Einbau einer Kies- oder Schottertragschicht erforderlich. Sowohl Untergrund als auch Tragschicht müssen verdichtet werden.

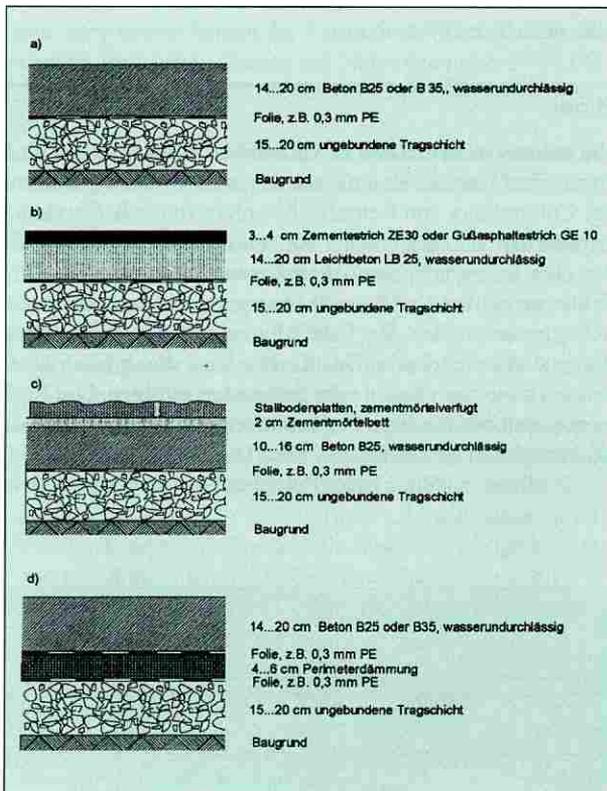


Bild 1: Charakteristische Stallfußböden

- a) für Verkehrsflächen, Entmistungsbahnen, eingestreute Liegeflächen und Liegeflächen mit Stallmattenaufgabe
- b) wärmegeämmte Liegefläche mit Leichtbeton
- c) Liegefläche mit wärmedämmenden, beheizten Stallobodenplatten
- d) wärmegeämmte Liegefläche, Variante für Warmställe

Tafel 1: Ausgewählte Lastannahmen für Stallfußböden

Tierart	max. Lebendmasse in kg/Tier	Punktlast in kN (10 kN \geq 1 t)
Kälber	200	1
Rinder	700	4
Bullen	1200	7
Mastschweine, Sauen	200	1
Eber	400	2
Arbeitsgeräte, luft- oder vollgummibereift		Radlast 1...20 kN

Tafel 2: Schichtaufbau von Stallfußböden

maximale Einzellast (Radlast)	10 kN	20 kN
Deckschicht ¹⁾ (Bodenplatte)	14 cm Beton B 25, wasserundurchlässig	16 cm Beton B 25, wasserundurchlässig alternativ 14 cm Beton B 35, wasserundurchlässig
Gleit-/Trennschicht	ja, z.B. 1...2 Lagen PE-Folie 0,3 mm	
Tragschicht	z.B. 15 cm Kies 0/32 mm bei nichtbindigem Boden kann Tragschicht evtl. entfallen	z.B. 20 cm Kies 0/32 mm alternativ 15 cm Schotter 0/32 mm, 0/45 mm,

¹⁾ Bei mechanisch stark beanspruchten Flächen, können zusätzliche Qualitätsforderungen an den Beton nötig sein (siehe Abschn. Oberflächenstruktur und ihre Dauerhaftigkeit).

Ob die Verdichtung ausreicht, kann z.B. durch langsames Befahren mit einem Lastkraftwagen von 5 t Radlast geprüft werden. Die Einsenkung der Räder im Untergrund bzw. der Tragschicht darf maximal 8 mm bzw. 2 mm betragen. Zwischen Bodenplatte und Tragschicht sollte eine Trennschicht angeordnet werden, z.B. eine überlappt verlegte 0,3 mm dicke Polyethylenfolie. Die Folie behindert zusammen mit der kapillarbrechenden Wirkung der Tragschicht das Aufsteigen von Erdfeuchte in die Betonplatte während der Nutzung. Zugleich wird verhindert, daß Zementleim beim Betonieren in die Tragschicht eindringt und sich die Betonqualität verschlechtert. Außerdem wirkt die Folie als Gleitschicht für die darüberliegende Betonplatte, so daß Schwind- und Temperaturverformungen möglich sind. Zusätzliche Abdichtungen, wie sie z.B. für staubtrockene Fußböden in Wohnbereichen oder für die Lagerung empfindlicher Güter erforderlich werden, sind in Ställen unnötig.

Ställe sind heute meist unbeheizt. Wärmeverluste durch den Fußboden brauchen auch bei Warmställen, deren Lufttemperatur im Winter max. 14 °C beträgt, wegen Geringfügigkeit im Vergleich zu Wänden und Dach, nicht berücksichtigt zu werden. Ausnahmen sind Ställe mit wesentlich höheren Raumtemperaturen, wie zur Ferkelaufzucht. Hier sind die Wärmeverluste der gesamten Bauhülle, einschließlich Fußboden, zu begrenzen. Grundlage bildet die DIN 18 910 „Wärmeschutz geschlossener Ställe“ (Ausgabe 1992).

Wichtig für das Wohlbefinden der Tiere ist dagegen eine geringe Wärmeableitung der Liegefläche, d.h., dem Tier wird beim Bodenkontakt möglichst wenig Wärme entzogen. Selbst die als relativ temperaturneutral geltenden Rinder reagieren empfindlich auf berührungskalte Liegeflächen (kürzere Liegezeiten, Meiden berührungskalter Flächen bei Wahlmöglich-

keit). Möglichkeiten zur Vermeidung berührungskalter Oberflächen zeigt Tafel 3. Bereits bei dünnen, trockenen und gleichmäßig verteilten Stroheinstreuschichten kann auf eine zusätzliche Wärmedämmung des Stallfußbodens verzichtet werden. Dennoch müssen die Einstreuschichten in der Praxis bedeutend dicker sein, um an jeder Stelle das Minimum zu gewährleisten sowie Verunreinigungen mit Kot und Harn auszugleichen.

Stallmatten fanden vor ca. 40 Jahren mit der Umstellung auf strohlose Rinderhaltung den Weg in die Ställe. Die für Tiere recht unbequemen Vollgummimatten sind inzwischen durch tiergerechtere Matten mit größerer Verformbarkeit abgelöst worden.

Bewährt haben sich auch Fußböden aus Leichtbeton, bei denen der Kiesanteil durch Zuschläge mit hoher Porosität ersetzt wird (z.B. Blähton, Blähschiefer, Bims). Damit können tragende und wärmedämmende Funktionen mit einer Schicht erfüllt werden. Allerdings muß vor dem geplanten Einsatz bei Transportbetonwerken abgeklärt werden, ob und welche Leichtbetone regional lieferbar sind. Andere Wärmedämmstoffe, die ohne Abdichtung in Fußböden eingesetzt werden (Perimeterdämmung), benötigen eine bauaufsichtliche Zulassung.

Für die Betondecken kommt Beton der Festigkeitsklassen B 25 oder B 35 mit der besonderen Eigenschaft „wasserundurchlässig“ zum Einsatz. Für Güllekanäle und -keller fordern einige Bundesländer in Verwaltungsvorschriften erhöhte Dicken der Bodenplatten im Vergleich zu Tafel 3, z.B. 18 cm.

Eine Bewehrung der Bodenplatte ist nur in besonderen Fällen statisch erforderlich. Konstruktiv, d.h. ohne Bemessung eingelegte dünne Bewehrungsmatten (Masse < 4 kg/m²) können weder die Tragfähigkeit erhöhen, noch Risse verhindern oder wirksam in ihrer Breite beschränken.

Die Funktionsfähigkeit von Fußböden wird auch von der sicheren Ableitung von Gülle bzw. Reinigungsflüssigkeit bestimmt, z.B. ist bei Tretmistställen eine angepaßte Flächenneigung Verfahrensvoraussetzung. Als vorteilhaft haben sich Gefälle nach Tafel 4 erwiesen.

Fugen

Um unkontrollierte Risse zu vermeiden, können Fugen im Beton angeordnet werden. Raumbefugen (auch Dehnfugen genannt) sind zur Unterteilung von Betonflächen nicht sinnvoll. Sie sind aber erforderlich zur Abgrenzung von anderen Bauteilen, z.B. Wänden oder Stützen. Neben Arbeitsfugen (Betonieren benachbarter Felder im zeitlichen Abstand) können Scheinfugen Betonplatten in Felder unterteilen. Bei Scheinfugen wird ca. ein Drittel der Plattendicke eingekerbt. Das Kerben kann durch Eindringen in den noch weichen Beton oder Schneiden erfolgen. Die Kerben werden mit bituminösen Fugenmassen verfüllt. Anzustreben sind möglichst quadratische Felder (Länge zu Breite ≤ 1,5 : 1). Die Feldlängen sollten beim Betonieren im Freien 6 m nicht

Tafel 3: Wärmetechnische Einordnung der Fußbodenoberfläche

Wärmetechnische Anforderung an die Oberfläche	Fußbodenaufbau	Einsatzgebiet
berührungswarm	- beheizbare Stallbodenplatten - sonstige berührungswarme Fußböden mit Zusatzheizung	Ferkelaufzucht
	- trockener Einstreu, mindestens 2 cm dick auf Betondecke - Stallmatten, 15...20 mm dick auf Betondecke - Nutzestrich auf Leichtbetondecke - wärmedämmte, beheizte Stallbodenplatten	Kälber, Milchvieh, Jung- und Mastrinder, Schweine, Schafe
mäßig berührungswarm	- Stallmatten 10...15 mm auf Betondecke - trockener Einstreu, mindestens 1 cm dick auf Betondecke	Jung- und Mastrinder, Zucht- und Mastschweine
berührungskalt	- Beton - Gußasphalt	Laufbereiche, Verkehrsflächen, Entmistungsbahnen

Tafel 4: Günstige Stallbodenneigungen

Bauteil	Neigung	
Tieflaufställe, Liegeboxen	1... 3 %	zum Ablauf
Tretmistställe	5... 8 %	- bei schweren Tieren mit hoher Aktivität (z.B. Bullen, Mutterkühe) - geringen Breiten (≤ 3 m)
	8...10 %	- bei leichten Tieren mit geringer Aktivität (z.B. Kälber, Milchkühe), - großen Breiten (> 3 m)
Entmistungs-bahnen	0... 1 %	Quergefälle zur Bahnenmitte, je nach Entmistungstechnik

überschreiten. Feldlängen über 8 m sind nur beim Betonieren in geschlossenen Ställen und bei besonders günstigen Betonierbedingungen möglich.

Betonverarbeitung

Aus Qualitätsgründen ist es sinnvoll, den benötigten Beton von einem Transportbetonwerk zu beziehen. Dabei müssen zwischen Transportbetonwerk und Bauunternehmen u.a. abgestimmt werden:

- Betonsorte (z.B. B 25, wasserundurchlässig),
- Konsistenz des Frischbetons (z.B. Regelkonsistenz KR),
- Betonierbeginn,
- stündliche Betonmenge sowie
- evtl. Einsatz einer Betonpumpe.

Bei Betonübergabe auf der Baustelle muß die vereinbarte Konsistenz vorhanden sein. Ein „Weichermachen“ eines schon angesteiften Betons mit Wasser führt zu deutlichen Qualitätseinbußen. Möglich ist jedoch die Zugabe von Fließmittel in den Fahrmischer. Bei Gefälleflächen mit Neigungen über 5 % (z.B. in Tretmistställen sind steife bis plastische Betonkonsistenzen zu wählen.

Zum Verdichten und Abziehen des Frischbetons werden Innenrüttler und Rüttelbohlen genutzt. Danach ist der Beton aber noch nicht nutzbar.

Seine Erhärtung zieht sich über eine längere Zeit hin. Bis zur ausreichenden Erhärtung ist Beton deswegen gegen Austrocknen, extreme Temperaturen, chemische Angriffe und Erschütterungen zu schützen. Der Schutz vor Austrocknung muß beginnen, solange die Betonoberfläche noch mattfeucht (dunkel) ist. Die Mindestnachbehandlungsdauer hängt von der Festigkeitsentwicklung des Betons und den Umgebungsbedingungen ab. Genaue Festlegungen trifft die „Richtlinie zur Nachbehandlung von Beton“. Auf der sicheren Seite liegt man, wenn man bei Lufttemperaturen ≥ 10 °C fünf Tage, bei Lufttemperaturen < 10 °C zehn Tage nachbehandelt. Im Innenbereich (geschützt vor Wind und Sonne) kann die Nachbehandlungsdauer auf zwei Tage (Temperatur ≥ 10 °C) bzw. vier Tage (Temperatur < 10 °C) verkürzt werden.

Qualitätssicherung

Stallfußböden gehören nicht in den Gültigkeitsbereich der Betonnorm DIN 1045. Die eingebauten Betone unterliegen damit nicht zwingend den Forderungen nach einer Eigen- und Fremdüberwachung. Transportbetonwerke führen für ihre Betonsorten Eignungsprüfungen durch und unterliegen einer Eigen- und Fremdüberwachung, so daß der Einsatz von Transportbeton für Stallfußböden empfehlenswert ist.

Im Interesse von dauerhaften Stallfußböden und zur Vermeidung nachträglicher Streitigkeiten zwischen Bauunterneh-

men und Bauherren sollte für die Arbeiten auf der Baustelle eine Eigenüberwachung (= Güteprüfung des Betons) vereinbart werden (Tafel 5).

Oberflächenstruktur und ihre Dauerhaftigkeit

Abweichungen von der Sollhöhe sollten an keiner Stelle mehr als 20 mm betragen; dies muß allerdings zwischen Bauherr und Bauunternehmen vereinbart werden. Für die Ebenheit der fertigen Fläche kann DIN 18 202 herangezogen werden. Dabei wird eine Richtlatte auf die Hochpunkte des Fußbodens aufgelegt und der jeweilige Stich gemessen (Bild 2), die einzuhaltenden Forderungen zeigt Tafel 6. Auf zusätzliche Estrichschichten zur Gewährleistung der Ebenheit kann in der Regel verzichtet werden.

Tafel 5: Empfohlene Güteprüfung des Betons auf der Baustelle für Fußböden

Prüfgegenstand	Prüfumfang
Konsistenz nach Augenschein	jede Mischung
Konsistenz nach DIN 1048 (Ausbreitmaß oder Verdichtungsmaß)	mindestens einmal täglich
Betontemperatur	bei Lufttemperatur $< + 5$ °C bzw. $> + 25$ °C zu den ungünstigsten Betonierzeiten
Druckfestigkeit nach DIN 1048	≥ 3 Probewürfel je 7 Betoniertagen und Betonsorte
Wasserundurchlässigkeit nach DIN 1045	mindestens 3 Wasserplatten

Böden mit ungenügender Trittsicherheit („rutschige“ Oberflächen) können erhebliche Tierverletzungen hervorrufen, z.B. Zerrungen, Knochenbrüche oder Bänderrisse. Im Gegensatz zur Ebenheit des Fußbodens gibt es derzeit in Deutschland keine genormten Anforderungen. Treten Zweifel an der Trittsicherheit oder Rutschfestigkeit eines Bodenbelags auf (z.B. vermehrte Tierverletzungen), so sollte ein Gutachter hinzugezogen werden. Quantitative Aussagen ermöglicht der Gleitreibungswert μ , bei dem eine Klauenscheibe (Gewicht G) über die Betonfläche gezogen wird (erforderliche Horizontalkraft H).

$$\mu = F / H$$

Das Verfahren war in der ehemaligen DDR genormt, Tafel 7 zeigt die Forderungen an Stallfußböden. Bei feuchten, verkoteten Flächen sind die notwendigen Gleitreibungswerte um ca. 0,1 zu erhöhen.

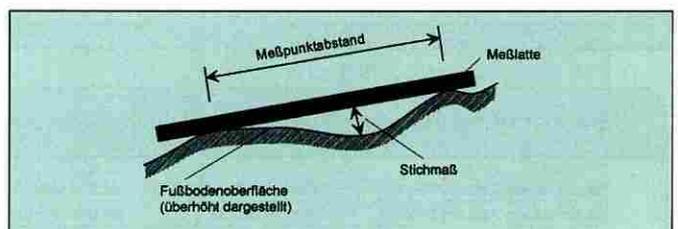


Bild 2: Messung der Ebenheit

Tafel 6: Ebenheitstoleranzen für Stallfußböden nach DIN 18 202

zulässiges Stichmaß bei einem Meßpunktabstand von ¹⁾		
0,1 m	1,0 m	4,0 m
2 mm	4 mm	10 mm

¹⁾ bei Zwischenlängen interpolieren

Tafel 7: Gleitreibungswert μ für trockene, planbefestigte Stallfußböden nach der DDR-Norm TGL 32 456

Tierart	Gleitreibungsbeiwert μ
Milchvieh, Sauen, Eber	$\geq 0,4$
Rinder, Mastschweine	$\geq 0,35$
Kälber, Ferkel	$\geq 0,3$

Tafel 8: Empfehlungen für die Bewertung von Stallböden mit dem SRT-Gerät für Rinder, Milchvieh, Sauen und Eber

SRT-Wert	Trittsicherheit des Stallbodens
≤ 40	zu glatt
40 ... 50	ungenügend
50 ... 60	genügend bis gut
60 ... 70	gut
70 ... 80	sehr gut bis zu rau

Ein weiteres Verfahren kommt aus dem Straßenbau, wo die Griffigkeit der Straßenoberfläche wesentlich die Unfallhäufigkeit beeinflusst. Beim Pendelgerät (engl. Skid-Resistance-Tester, SRT) pendelt ein federnd gelagerter Gummifuß über die Bodenfläche. Je stärker der Gummifuß dabei abgebremst wird, um so höher ist die Griffigkeit des Bodens. Tafel 8 gibt Bewertungshinweise für das Verfahren.

Bei neuen Betonfußböden kann die erforderliche Trittsicherheit im Anschluß an das Abziehen und Verdichten erreicht werden durch:

- Besenstrich, wie im Straßenbau üblich; es entsteht eine griffige, rauhe Oberfläche, evtl. vorhandene Zementschlämme wird entfernt,
- maschinelles, einmaliges Abscheiben mit Tellerscheiben; es entsteht eine sandpapierartige Struktur,

- Abreiben mit einem großflächigen Holzreibebrett bei Flächen, die nur gering mechanisch beansprucht werden.

Speziell im Bereich von Entmistungsbahnen und nicht eingestreuten Bewegungsflächen treten hohe mechanische Beanspruchungen auf, besonders durch schleifende Entmistungstechnik- und Hochdruckreinigungsgereäte. Dazu kommen ständige Feuchte und Verschmutzungen, die die Trittsicherheit herabsetzen. In diesen Bereichen müssen erhöhte Anforderungen an die Verschleißfestigkeit des Betons gestellt werden, um zu vermeiden, daß im Laufe der Zeit die Oberfläche zu glatt wird.

Zu empfehlen ist der Einsatz eines Betons B 35 und die Verdopplung der Nachbehandlungszeit. Gegenüber einem B 25 kann der Verschleißwiderstand um ca. 20 % verbessert werden. Die Mehrkosten liegen bei nur 1 DM/m² bis 3 DM/m² Betonfläche. Weitere Maßnahmen zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit können sein:

- Vergütung der frischen Betonoberfläche durch Einarbeiten von Hartstoffen (ca. 5 kg/m² Hartstoff A nach DIN 1100); Mehrkosten: 10 DM/m² bis 15 DM/m²,
- Aufbringen eines mindestens 8 mm dicken Hartstoffestrichs ZE 65 A frisch in frisch auf die Betonoberfläche; Mehrkosten: ca. 16 DM/m² bis 21 DM/m².

Möglichkeiten einen zu glatt gewordenen Beton wieder aufzurauen zeigt Tafel 9. Häufig eingesetzt wird das Fräsen. Die Wirkung kann je nach eingesetztem Gerätetyp unterschiedlich sein. Wichtig ist, daß eine grobrauhe, rillierte Oberfläche entsteht. Das Fräsen verbessert die Trittsicherheit wesentlich, erhöht aber nicht die Betonfestigkeit. Je besser die Betonfestigkeit ist, um so länger wird der Stallboden auch ohne Fräsen trittsicher sein. Um so länger wird aber auch die trittsicherheitsverbessernde Wirkung des Fräsens bestehen bleiben. Auch deshalb sollte für mechanisch stark beanspruchte Flächen (Entmistungsbahnen) ein Beton B 35 zur Anwendung kommen. Thomas Richter

Schrifttum

- [1] Lohmeyer, G.: Betonböden im Industriebau. Beton-Verlag, Düsseldorf 1996
 [2] Zement-Merkblatt Tiefbau T 1: Betonböden für Hallen- und Freiflächen. Bauberatung Zement, Köln 1994

Tafel 9: Verbesserung der Trittsicherheit von Stallfußböden

Maßnahme	Bewertung	Kosten in DM/m ²
Aufrauen mit konzentrierter Salzsäure	nicht empfehlenswert, nur kurzzeitige Verbesserung	2... 5
Abfräsen der Betonoberfläche mittels Betonfräse	auf einer Walze befestigte Meißel schlagen die polierten Gesteinskörner sowie Zementstein ab, es entsteht eine grobrauhe Oberfläche mit 1...2 mm tiefen Rillen; die Trittsicherheit und ihre Dauerhaftigkeit entspricht etwa der des neuen Betons mit Besenstrich	10...15
Schleifen der Betonoberfläche (Grinding)	Diamantschleifscheiben erzeugen eine feinrauh Oberfläche, evtl. mit feiner Rillenstruktur; Trittsicherheitsverbesserung ähnlich dem Fräsen	12...17
2...5 mm Epoxidharzbeschichtung mit eingemischtem Hartstoffgranulat	Fußboden muß trocken und sauber sein sowie mit Wasser- oder Sandstrahlen vorbereitet werden; sehr gute Trittsicherheit und Dauerhaftigkeit	35...50

Bauberatung Zement



Wir beraten Sie in allen Fragen der Betonanwendung

Bauberatung Zement Bayern	Fürstenrieder Str. 273	81377 München	Tel. 089/7143089	Fax: 74113434
Bauberatung Zement Bayern	Bucher Straße 3	90419 Nürnberg	Tel. 0911/933870	Fax: 9338733
Bauberatung Zement Beckum	Annastraße 3	59269 Beckum	Tel. 02521/17275	Fax: 950984
Bauberatung Zement Düsseldorf	Schadowstraße 44	40212 Düsseldorf	Tel. 0211/353001	Fax: 353002
Bauberatung Zement Hamburg	Immenhof 2	22087 Hamburg	Tel. 040/2276878	Fax: 224621
Bauberatung Zement Hannover	Hannoversche Str. 21	31319 Sehnde-Höver	Tel. 05132/6015	Fax: 6075
Bauberatung Zement Ost	Ahornstraße 25	12163 Berlin	Tel. 030/7912278	Fax: 7914727
Bauberatung Zement Ost	Kieler Straße 67	04357 Leipzig	Tel. 0341/6010201	Fax: 6010290
Bauberatung Zement Stuttgart	Leonberger Straße 45	71229 Leonberg	Tel. 07152/71081	Fax: 9792960
Bauberatung Zement Wiesbaden	Friedrich-Bergius-Str. 7	65203 Wiesbaden	Tel. 0611/20042	Fax: 24294

Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V. · Postfach 5105 66 · 50941 Köln