

Aktuelles zum Thema Betonstrassen ■ 4/2006

update

Erfahrungen mit Verkehrsflächen aus Walzbeton in Deutschland

Walzbeton stellt eine Alternative gegenüber dem klassischen Ortbetoneinbau dar. Ein wesentlicher Vorteil liegt in dem schnellen Baufortschritt.



Erfahrungen mit Verkehrsflächen aus Walzbeton in Deutschland



Bild 1: Walzbetoneinbau im Materialdepot Hesedorf [1]

Einleitung

Als Walzbeton bezeichnet man erdfeucht hergestellten Beton, der mit Strassenfertigern eingebaut und mit schweren Walzen nachverdichtet wird. Aufgrund ihrer Tragfähigkeit und Verformungsstabilität können Tragschichten und Tragdeckschichten aus Walzbeton hohe Verkehrslasten aufnehmen. Während Walzbetontragschichten im Strassenbau mit einem Asphaltbelag überbaut werden, sind Tragdeckschichten bereits oberflächenfertige Betonflächen für direkte Beanspruchung. Einsatzgebiete für Tragdeckschichten aus Walzbeton sind z.B. Verkehrsflächen mit besonderer Beanspruchung und Abstellflächen mit vorwiegend ruhendem Verkehr, Werks- und Industriestrassen, Hafenanlagen und Flugplätze. Die Druckfestigkeiten von Walzbeton-Tragdeckschichten liegen mit 30 N/mm^2 bis 50 N/mm^2 nach 28 Tagen im Bereich von üblichen Fahrbahndeckenbetonen. Die moderne Einbautechnik erlaubt einen schnellen Baufortschritt und ist insbesondere bei grossen Flächen vorteilhaft.

Anhaltswerte und Hinweise zur Planung und Ausführung von Walzbetondecken lassen sich neben dem Merkblatt der «Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen» (FGSV) für den Bau von Tragschichten und Tragdeckschichten mit Walzbeton [2] auch aus weiterführender Literatur [3, 4, 5] entnehmen.



Bild 2: Abwalzen mit einer 16-t-Glattmantelwalze [1]

Planung, Bemessung und Baugrundsätze

Flächenbefestigungen mit direkt befahrenem Walzbeton werden wie herkömmliche Betondecken entsprechend den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO) [6] bemessen. Für ländliche Wege sind die Angaben der Richtlinien für den ländlichen Wegebau (RLW) [7] zu berücksichtigen. Bei Anwendung dieser Richtlinien bewegt man sich auf der sicheren Seite, da Walzbeton die gleiche Festigkeit wie herkömmliche Betonbefestigungen besitzt.

Aus bautechnischen Gründen soll im verdichteten Zustand die Dicke des Walzbetons nicht grösser als 24 cm sein. Bei Schichtdicken > 20 cm ist ein ausreichender Verdichtungsgrad an der Unterseite der Schicht nachzuweisen. Die Mindesteinbaudicke beträgt 12 cm.

Walzbeton soll, sofern keine Randeinfassung vorhanden ist, 30 cm über den Rand hinaus eingebaut und abgeöschert werden. Zur Vermeidung von Verdrückungen und Verschiebungen sind Randeinfassungen zu hinterfüllen.

Walzbeton wird einlagig eingebaut und zur Vermeidung wilder Risse in einzelne Platten unterteilt. Die Platten werden nicht verdübelt oder verankert.

Bei Tragschichten aus Walzbeton werden nach dem Verdichten Kerben in das noch frische Baustoffgemisch eingedrückt (z.B. mit einer Handwalze mit aufgeschweisster Stahlschneide) oder später eingeschnitten. Der Abstand der Kerben sollte bei Tragschichten 3 m nicht überschreiten.

Tragdeckschichten aus Walzbeton werden durch Schein-, Raum- und Pressfugen in möglichst quadratische Platten unterteilt. Der Abstand der Fugen soll 5 m nicht überschreiten. Bei untergeordneten Flächen (Abstellflächen, ländliche Wege, Radwege) sind grössere Fugenabstände vertretbar.

Baustoffe und Baustoffgemische

Walzbeton besteht aus ungebrochenen und/oder gebrochenen Mineralstoffen, hydraulischen Bindemitteln und gegebenenfalls Betonzusatzstoffen sowie Betonzusatzmitteln. Er wird im Wesentlichen nach bodenmechanischen Regeln zusammengesetzt, um einen höchstmöglichen Verdichtungsgrad zu erreichen.

Für Tragschichten aus Walzbeton sind Zemente nach DIN EN 197 und DIN 1164 oder hydraulische Boden- und Tragschichtbinder nach DIN 18506 geeignet. Sie müssen mindestens der Festigkeitsklasse 32,5 entsprechen. Für Tragdeckschichten aus Walzbeton sind nur Zemente zu verwenden. Der Bindemittelgehalt ist so zu wählen, dass bei der Eignungsprüfung die Werte der Tafel 1 erreicht werden.

Der optimale Wassergehalt w_{opt} wird mit dem modifizierten Proctorversuch bestimmt. Er liegt je nach Wasseranspruch des Baustoffgemischs etwa zwischen 4 M.-% und 7 M.-%, bezogen auf das Trockengewicht des Baustoffgemischs und entspricht damit einem Wasserzementwert von 0,3 bis 0,6.

Die Mindestanforderungen an die Gesteinskörnungen müssen der TL-Gestein-StB entsprechen. Bei Tragschichten aus Walzbeton soll das Grösstkorn 32 mm und bei Tragdeckschichten 16 mm nicht überschreiten.

Tafel 1: Festigkeitsklassen des Walzbetons [2]

Festigkeitsklasse	Mindestfestigkeit von Walzbeton im Alter von 28 Tagen		
	Druckfestigkeit ⁽¹⁾ N/mm ²	Spaltzugfestigkeit ^(1, 2) N/mm ²	
	Druckfestigkeit jedes Probekörpers	mittlere Druckfestigkeit von 3 zusammengehörenden Probekörpern	mittlere Spaltzugfestigkeit von 3 zusammengehörenden Probekörpern
WB 25	25	30	3
WB 35	35	40	4
WB 45 ⁽³⁾	45	50	5

(1) Probekörper D = 150 mm, H = 125 mm

(2) Spaltzugfestigkeit wird geprüft, weil die Herstellung von Probekörpern zur Bestimmung der Biegezugfestigkeit von Walzbeton derzeit als problematisch angesehen wird.

(3) Nur in begründeten Fällen

Anforderungen an das Baustoffgemisch

Die zweckmässige Zusammensetzung des Baustoffgemischs für den Walzbeton ist durch Eigenschaftsprüfungen zu ermitteln und so zu optimieren, dass das Baustoffgemisch mit den zur Verfügung stehenden Einbaugeräten (Fertiger und Walzen) gut verdichtbar ist, sich nicht entmischt und eine ausreichende Grünstandfestigkeit erreicht, die das sofortige Befahren durch Walzen erlaubt.

Die Gesamtmenge an Gesteinskörnung $< 0,25$ mm aus Mehlkorn und Feinstsand sollte daher ca. 500 kg/m^3 des verdichteten Baustoffgemischs betragen. Der Sandanteil sollte, je nach Feinheit des verwendeten Sands, ausreichend hoch sein, um einen guten Oberflächenschluss bei der Ausführung zu erreichen.

Das Baustoffgemisch muss in Mischanlagen hergestellt werden. Die Mischzeit soll mindestens 60 Sekunden betragen. Während des Transports zur Baustelle oder bei Wartezeiten muss der Frischbeton vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Transport, Einbau und Verdichten sind so aufeinander abzustimmen, dass der Walzbeton spätestens 90 Minuten nach dem Mischen fertig eingebaut und verdichtet ist.

Walzbeton wird zweckmässig mit Strassenfertigern eingebaut, die mit einer Hochverdichtungsbohle und einer Nivellierautomatik ausgerüstet sind.

Die Endverdichtung des Walzbetons auf mindestens 96% der modifizierten Proctordichte übernehmen Glattmantelwalzen ≥ 8 t mit zuerst zwei Übergängen ohne Vibration und danach in mehreren Übergängen mit Vibration. Bei Tragdeckschichten wird zur Verbesserung des Oberflächenschlusses die Oberfläche zusätzlich mit Gummiradwalzen (15 t) und zum Glätten nochmals mit statisch arbeitenden Walzen bearbeitet. Bei grösseren Flächen ist der Walzbeton mit versetzt arbeitenden Fertigern einzubauen, sodass die Einbaustreifen frisch an frisch hergestellt und übergreifend verdichtet werden können.

An Walzbeton wird keine Anforderung «hoher Frost-Tausalz-Widerstand» gestellt. Im Bundesfernstrassenbau (bisher 3 Erprobungsstrecken) wird der Walzbeton aufgrund der geforderten Ebenheit mit Asphaltsschichten überdeckt. Bei Werkstrassen, Abstellflächen im militärischen Bereich und ländlichen Wegen, die ohne Asphaltüberdeckung hergestellt und genutzt werden, könnten Tausalze eine Rolle spielen. Hier hat es sich jedoch gezeigt, dass die hohe Festigkeit (WB 35), der Mindestzementgehalt von 270 kg/m^3 und die hohe Verdichtung mit über 95% der einfachen Proctordichte einen ausreichenden Frost-Tausalz-Widerstand ergeben. Flugaschen können kontraproduktiv sein.

Tafel 2: Grenzwerte und Hinweise für Walzbeton-Tragdeckschichten

Eigenschaft	Kurzbezeichnung	Anforderung	Hinweise
Druckfestigkeit am Zylinder mit $D = 150$ mm $H = 125$ mm	WB 35	Druckfestigkeit jedes Probekörpers nach 28 Tagen $\geq 35 \text{ N/mm}^2$	Mittlere Druckfestigkeit von 3 Probekörpern nach 28 Tagen $\geq 40 \text{ N/mm}^2$
Spaltzugfestigkeit am Zylinder s.o.		Spaltzugfestigkeit jedes Probekörpers nach 28 Tagen $\geq 3 \text{ N/mm}^2$	Mittlere Spaltzugfestigkeit von 3 Probekörpern nach 28 Tagen $\geq 4 \text{ N/mm}^2$
Optimaler Wassergehalt	w_{opt}	Nach DIN 18 127 (mod. Proctorversuch)	ca. 5% bis 7% bez. auf Gesamtrockengewicht
Zementgehalt	z	$\geq 270 \text{ kg/m}^3$	Zemente nach DIN EN 197-1 oder DIN 1164-10
Gesteinskörnungen		Nach TL-Gestein-StB	Grösstkorn ≤ 16 mm, Körnung > 8 mm, mind. 50% gebrochene Gesteinskörnungen
Kornzusammensetzung		Stetige Zusammensetzung nach DIN 1045	Aus mindestens 3 Korngruppen zusammensetzen
Mehlkorn und Feinstsand	$< 0,25$ mm	$\approx 500 \text{ kg/m}^3$ vom verdichteten Beton	
Sandanteil		Ausreichend hoch, um guten Oberflächenschluss zu erreichen	
Zusatzmittel und Zusatzstoffe			Anforderungen der DIN EN 206-1, DIN 1045-2 und ZTV Beton-StB beachten
Luft- oder Betontemperaturen	T	Ohne besondere Massnahmen: $T_{\text{Luft}} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $25 \text{ }^\circ\text{C}$ und $T_{\text{Beton}} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ bis $30 \text{ }^\circ\text{C}$	Nur mit besonderen Massnahmen: $T_{\text{Luft}} < 5 \text{ }^\circ\text{C}$ und $> 25 \text{ }^\circ\text{C}$

Nachbehandlung

Der geringe Wassergehalt des Walzbetongemischs erfordert eine sorgfältige Nachbehandlung mit Wasser, die unmittelbar nach dem Walzen beginnen muss. Um Auswaschungen an der frischen Walzbetonoberfläche zu vermeiden, darf das Wasser anfangs nur fein versprüht werden. Es muss mindestens drei Tage nass nachbehandelt werden.

Beispiel Projekt Materialdepot Hesedorf

Im Rahmen des Infrastrukturausbaus des Materialdepots Hesedorf wurden insgesamt 52 000 m² Freifläche aus Walzbeton hergestellt. Die Freifläche dient zum Abstellen von Rad- und Kettenfahrzeugen [1].

Die Regelbauweise nach RStO sah eine 18 cm dicke Betondecke auf einer hydraulisch gebundenen Tragschicht (HGT) vor. Da hiervon abweichend eine ungebundene Tragschicht geplant war, wurde die Dicke für die Walzbetondecke auf 20 cm angehoben. Nach dem FGSV-Merkblatt [2] stellen 20 cm Einbaudicke die obere Grenze für den einlagigen Einbau ohne Kontrolle des Verdichtungsgrades dar. Für Tragdeckschichten ist mindestens eine Festigkeitsklasse WB 35 vorzusehen.

Grundlage für die Anforderungen an die Zusammensetzung des Walzbetons waren die Angaben nach Tafel 2.

Das Baustoffgemisch wurde aus Mineralstoffen mit einem Grösstkorn von 16 mm zusammengesetzt. Dabei wurde gebrochenes Material der Korngruppen 2/8 und 8/16 verwendet, um eine ausreichende Verdichtung, Standfestigkeit und Oberflächenbeschaffenheit zu erreichen und das Entmischen bei der Verarbeitung dieses erdfeuchten Betons so gering wie möglich zu halten. Das Korngemisch setzte sich zu 64 M.-% aus den groben Gesteinskörnungen 2/8 und 8/16 und zu



Bild 3: Walzbetoneinbau in Bahnen [1]

36 M.-% aus der feinen Gesteinskörnung 0/2 (Sand) zusammen und entsprach dem Sieblinienbereich A/B 16.

Als Bindemittel wurde CEM III/A 42,5 N und als Betonzusatzstoff Steinkohlenflugasche verwendet (Tafel 3).

Die Eignungsprüfung dieser Betonzusammensetzung ergab nach 28 Tagen eine mittlere Druckfestigkeit von 42,9 N/mm² und eine mittlere Spaltzugfestigkeit von 4,2 N/mm².

Der Walzbeton eines Tagesabschnitts wurde in nebeneinanderliegenden Bahnen eingebaut (Bild 3). Die Länge der Bahnen wurde begrenzt durch die maximal mögliche Liegezeit des Betons (< 60 min) im 30 cm breiten Randstreifen der Bahn, der erst zusammen mit der nächsten Bahn gewalzt werden konnte (Bild 4).

Tafel 3: Zusammensetzung des Walzbetons

Walzbetonfestigkeitsklasse		WB 35
Frischbetonrohddichte	kg/m ³	2285
Zementart und Festigkeitsklasse Zementgehalt	kg/m ³	CEM III/A 42,5 N 270
Wassergehalt w/(z+0,4f)	l/m ³ –	120 0,40
Gesteinskörnungen		
Sand 0/2	kg/m ³	642 ($\rho = 2,60 \text{ g/cm}^3$)
Splitt 2/8	kg/m ³	421 ($\rho = 2,74 \text{ g/cm}^3$)
Splitt 8/16	kg/m ³	732 ($\rho = 2,74 \text{ g/cm}^3$)
Gesamtgehalt	kg/m ³	1795
Mehlkorn und Feinstsand	kg/m ³	463
Betonzusatzstoff		
Art		Steinkohlenflugasche
Gehalt	kg/m ³	100

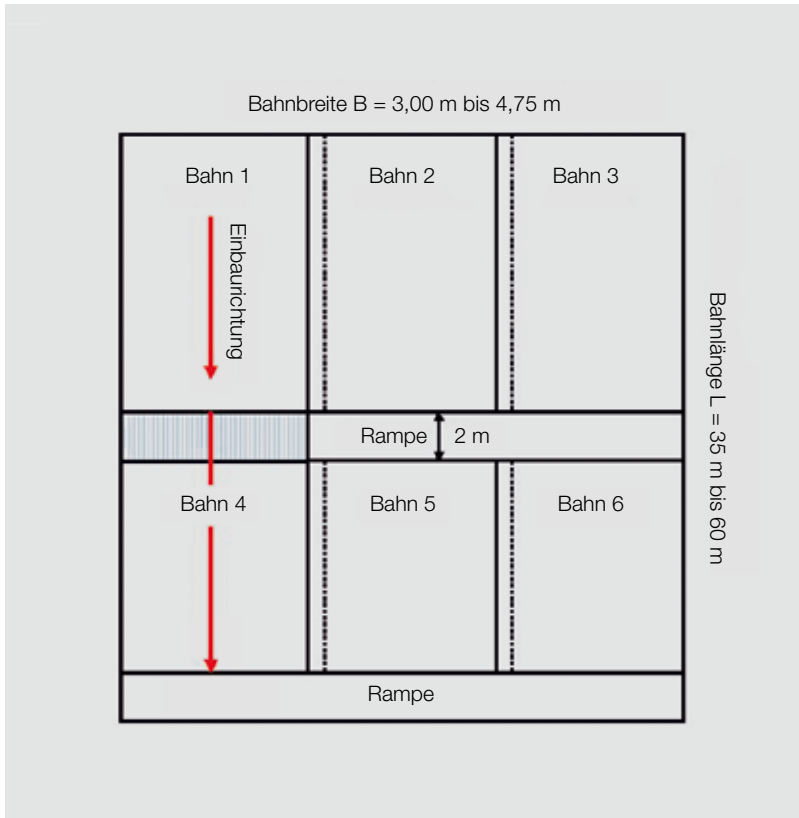


Bild 4: Einbauschema der Walzbetonbahnen [1]



Bild 5: Abdeckung mit Folie bei Regenrisiko [1]



Bild 6: Nachbehandlung mit Sektorenregnern [1]

Je nach Feuchtigkeitsgehalt des Betons brachte der Fertiger eine Einbaudicke von 26 cm bis 28 cm mit einem Verdichtungsgrad von $D_{pr} > 93\%$ (bezogen auf Proctordichte) ein.

Um Auswaschungen durch Niederschlag auf der fertiggestellten Walzbetonoberfläche zu vermeiden, wurden die Flächen bei Regenrisiko mit Folie abgedeckt (Bild 5). Bei warmer Witterung war unmittelbar nach Fertigstellung ein leichtes Besprühen mit Wasser erforderlich, um ein Austrocknen der Oberfläche zu verhindern. Vom zweiten bis zum vierten Tag waren Sektorenregner auf der Fläche zur kontinuierlichen Bewässerung aufgestellt (Bild 6). Anschliessend wurde 3 Tage lang zweimal täglich ein Wasserwagen eingesetzt, um die Betondecke zu wässern.

Beispiel Erprobungsstrecke B 54, Ortsumgehung Stein-Neukirch [8]

Im Sommer 1993 wurde in klimatisch rauher Umgebung des Westerwaldes von der Strassenbauverwaltung Rheinland-Pfalz eine Erprobungsstrecke mit Walzbeton als Tragschicht und dünnem Asphaltbelag ausgeführt (Bild 7). Dabei handelt es sich um ein ca. 1,5 km langes Teilstück der B 54, Ortsumgehung Stein-Neukirch (Bauklasse III).

Die Erprobungsstrecke wurde in fünf Konstruktionsvarianten gebaut. Zum einen wurden unterschiedliche Dicken der Walzbetontragschicht (18 cm, 22 cm und 25 cm) ausgeführt und zum anderen wurden unterschiedliche Dicken für den Asphaltbelag (4 cm und 8 cm) gewählt. Zusätzlich wurde in einem Abschnitt statt einer Bitumenemulsion eine Haftbrücke (Sami-Schicht) zwischen Walzbetontragschicht und Asphaltbelag aufgebracht.

Die Betonzusammensetzung ist durch einen niedrigen Wasseranteil gekennzeichnet. Der optimale Wassergehalt lag bei 4,5 Gew.-%. Der Zementgehalt betrug 270 kg/m^3 PZ 35 F (CEM I 32,5 R). Als Zusatzstoff wurde 90 kg/m^3 Basaltmehl zugegeben. Bis auf den Sand 0/2 mm wurde gebrochenes Korn verwendet, was eine hervorragende Grünstandsfestigkeit des Walzbetons nach dem Einbau durch die Fertiger ergab. Die Herstellung des Betons übernahm ein nahe gelegenes Asphaltmischwerk, das für diesen Zweck nur geringfügige Umrüstungen vornehmen musste.

Der Einbau der 8 m breiten Walzbetontragschicht erfolgte einschichtig und einlagig durch zwei gestaffelt fahrende Fertiger mit Hochverdichtungsbohlen auf angefeuchteter Unterlage. Nachfolgende Tandem-Vibrationswalzen sorgten für die endgültige Verdichtung. Um einer möglichen Reflexionsrissbildung in der Asphaltüber-



Bild 7: Erprobungsstrecke «Walzbeton als Tragschicht mit dünnem Asphaltbelag» auf der B 54 im Westerwald

deckung vorzubeugen, wurde der Kerbabstand in der Tragschicht auf 3 m festgelegt. Ziel war es, eine möglichst geringe Öffnungsweite und damit eine gute Rissverzahnung in den nicht verdübelten Kerben zu erreichen. Die Schnitttiefe betrug 8 cm. Die Rissbildung in den Kerben wurde durch Vibrationswalzenübergänge angeregt.

Die letzte Begehung der Erprobungsstrecke nach ca. 10 Jahren Liegedauer ergab einen guten Zustand der Strecke. Die gesamte Erprobungsstrecke ist bis heute noch im Originalzustand vorhanden und erfüllt ihren Dienst hervorragend. Eine Ausbesserung war bisher nicht erforderlich. Lediglich in einigen Abschnitten zeigen sich im Asphaltbelag schmale Reflexionsrisse aus der Tragschicht. Die Risse sind umso deutlicher erkennbar, je dünner die Walzbetontragschicht ausgeführt wurde. Im Abschnitt mit der Kombination 25 cm Walzbeton und 4 cm Asphaltbelag mit Bitumenemulsion bzw. 18 cm Walzbeton und 8 cm Asphaltbelag zeigt der Asphaltbelag keine Auffälligkeiten. Reflexionsrisse über den Fugen der Tragschicht sind nicht zu erkennen. Die Fahrbahn liegt tadellos.

In einer vorläufigen Würdigung kann festgestellt werden, dass Tragschichten aus Walzbeton bei einer Mindestabmessung von 22 cm mit einem 4 cm dickem Asphaltbelag eine dauerhafte Bauweise im klassifizierten Strassenbau darstellen. Bei dünneren Walzbetontragschichten ist allerdings im Laufe der Zeit mit Reflexionsrissen zu rechnen.

Vorteile von Walzbeton

Die Walzbetonbauweise bietet Vorteile bei zusammenhängenden, grösseren Verkehrs- und Lagerflächen, die den Einbau nebeneinanderliegender Fertigungsbahnen ermöglicht. Abgewalzte Flächen

können aufgrund ihrer hohen Grünstandsfestigkeit direkt befahren und frühzeitig genutzt werden. Auch Industrieböden in Hallen können mit Walzbeton erstellt werden, wenn grössere Bodenfelder stützenfrei sind.

Mit einer dünnen Asphaltdecke überbaut, kann Walzbeton alle Anforderungen des klassifizierten Strassenbaus im Bereich der Bundesstrassen erfüllen.

Durch den sehr niedrigen Wassergehalt des Betons entstehen geringe Schwindspannungen, wodurch sich das Rissrisiko deutlich vermindert.

Die erforderliche Gerätetechnik zum Einbau von Walzbeton ist in den meisten Strassenbauunternehmen vorhanden. Als Einbaufertiger genügt in der Regel ein modifizierter Asphaltfertiger. Besonderes Augenmerk ist auf den Einsatz schwerer Walzen zu legen.

Die wesentlichen Festbetoneigenschaften von Walzbeton sind mit denen eines üblichen Fahrbahndeckenbetons vergleichbar.

Die Mitgliedswerke der österreichischen Zementindustrie

Zementwerk Leube Ges.m.b.H.
5083 St. Leonhard
Telefon 06246 881-0, Fax 06246 881-219
office@leube.at, www.leube.at

Gmundner Zement Produktions- und Handels GmbH
Postfach 106, 4810 Gmunden
Telefon 07612 788-0, Fax 07612 788-429
sekretariat@gmundner-zement.at
www.gmundner-zement.at

Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GmbH
Werk Kirchdorf/Krems
Hofmannstraße 4, 4560 Kirchdorf/Krems
Telefon 0732 77 15 01, Fax 0732 77 15 01-36
sekretariat@kirchdorfer.at, kirchdorfer-zement.at

SPZ Zementwerk Eiberg Ges.m.b.H. & Co. KG
Werk Eiberg
Eiberger Bundesstraße, 6330 Kufstein
Telefon 05372 54 00, Fax 05372 54 00-211
spz.sw@tirol.com, www.spz-eiberg.at

Holcim (Vorarlberg) GmbH
Werk Lorüns
Brunnenfelder-Straße 59, 6700 Bludenz
Telefon 05552 635 91-0, Fax 05552 635 91-80
info-autl@holcim.com, www.holcim.at/vlbg

Holcim (Wien) GmbH
Franzosengraben 7, 1030 Wien
Telefon 01 889 03 03, Fax 01 889 03 03-30
reinhard.hartl@holcim.com, www.holcim.com/at

Lafarge Perlmöser AG
Werk Mannersdorf, Werk Retznei
Gumpendorfer Straße 19-21, 1061 Wien
Telefon 01 588 89-0, Fax 01 588 89-1488
marketing@perlmoeser.lafarge.com
www.lafarge-perlmoeser.co.at

Schretter & Cie
Werk Vils, Werk Kirchbichl
6682 Vils
Telefon 05677 84 01-0, Fax 05677 84 01-222
office@schretter-vils.co.at, www.schretter-vils.co.at

Wopfinger Baustoffindustrie GmbH
Wopfung 156, 2754 Waldegg
Telefon 02633 400-0, Fax 02633 400-266
m.postl@wopfinger.baumit.com, www.baumit.com

Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH
Werke: Wietersdorf, Peggau
Ferdinand-Jergitsch-Straße 15, 9020 Klagenfurt
Telefon 0463 566 76-0, Fax 0463 566 76-78
klagenfurt@wup.baumit.com, www.wup.at

Schrifttum

- 1 Haupt, H.; Peters, A.; Brendel, J.; Freimann, T.: Verkehrsflächen aus Walzbeton – wirtschaftliche und schnelle Bauausführung am Beispiel des Bundeswehr-Depots Hesedorf. Beton-Informationen 44 (2004) H.4, S. 43–50.
- 2 Merkblatt für den Bau von Tragschichten und Tragdeckschichten mit Walzbeton für Walzbetonflächen, Forschungsgesellschaft für Strassen- und Verkehrswesen, Ausgabe 2000.
- 3 Statusbericht: Die Anwendung von Walzbeton im Strassenbau. Technisches Komitee für Betonstrassen, AIPCR Paris, 1993, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.
- 4 Zement-Merkblatt Strassenbau S. 6: Walzbeton für Tragschichten und Tragdeckschichten. Schriftenreihe der Bauberatung Zement, 9.2001.
- 5 Birmann, D. et al.: Walzbeton – Ergebnisse aus neuester Forschung und langjähriger Praxis. Strasse und Autobahn 51 (2000) Nr. 3, S. 192–199.
- 6 RStO 01, Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen – Ausgabe 2001.
- 7 RLW 2005, Richtlinien für den ländlichen Wegebau, Ausgabe 2005.
- 8 Birmann, D.; Burger, W.; Weingart, W.; Westermann, B.: Walzbeton – Ergebnisse aus neuester Forschung und langjähriger Praxis. Strasse und Autobahn 51 (2000), Heft 3.



BDZ, Bundesverband der Deutschen Zementindustrie e.V.
Tannenstraße 2, D-40476 Düsseldorf
Telefon +49-211-43 69 26-0, Fax +49-211-43 69 26-750
BDZ@BDZement.de, www.BDZement.de



cemsuisse, Verband der Schweizerischen Zementindustrie
Marktgasse 53, CH-3011 Bern
Telefon +41 +31 327 97 97, Fax +41 +31 327 97 70
info@cemsuisse.ch, www.cemsuisse.ch
www.betonstrassen-info.ch



VÖZ, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie
Reisnerstraße 53, A-1030 Wien
Telefon +43-1-714 66 81-0, Fax +43-1-714 66 81-66
office@voezfi.at, www.zement.at