



Aktuelles zu Betonstrassen und zur Verkehrsinfrastruktur
Ausgabe August 2020

update 58

Container- und Logistikflächen in Betonbauweise

Betondecken in Container- und Logistikflächen unterliegen hohen Beanspruchungen, weshalb eine anforderungsgerechte Dimensionierung und Konstruktion von entscheidender Bedeutung ist. Dieser spezielle Anwendungsfall wurde ins Deutsche Regelwerk aufgenommen.

Container- und Logistikflächen in Betonbauweise

Autor: Dipl.-Ing. Martin Langer, Zentrale Technik, STRABAG Großprojekte GmbH

Der Güterverkehr wächst. Im globalisierten Warenverkehr steigt seit Jahren nicht nur die Gesamtmenge der transportierten Güter, sondern auch die Länge der einzelnen Wegstrecken. In der Verkehrsprognose 2030 des Bundesministeriums für Verkehr und digitale Infrastruktur aus dem Jahre 2014 macht sich die hohe Dynamik des internationalen Handels mit einem Zuwachs des Güterverkehrs von 38 Prozent gegenüber 2010 deutlich bemerkbar.

Einleitung

Bei der Bewältigung des Güterverkehrs spielt der Kombinierte Verkehr (KV) eine immer größere Rolle. Dies ist eine besondere Form des Güterverkehrs, bei der Ladeeinheiten (Container, Wechselbrücken oder Lkw-Sattelaufleger) über längere Distanzen auf der Schiene transportiert werden. Der Lkw wird nur auf einer möglichst kurzen Strecke eingesetzt, um die Ladeeinheiten zu einer KV-Umschlaganlage zu transportieren oder von dort abzuholen und zum Entladeort zu bringen.

Die Verkehrsprognose 2030 sagt für das Güterverkehrsaufkommen im Kombinierten Verkehr von 2010 bis 2030 sogar einen Anstieg um 79,3 Prozent voraus. Die bisherigen KV-Umschlaganlagen werden dieses Aufkommen nicht bewältigen können. Investitionen in den Neu- und Ausbau von Umschlaganlagen des Kombinierten Verkehrs sind deshalb erforderlich.

Der größte Terminalbetreiber im Kombinierten Verkehr in Deutschland ist die Deutsche Umschlaggesellschaft Schiene-Strasse (DUSS). In dieser Gesellschaft sind die DB Netz AG zu 75 %, die Deutsche Bahn AG zu 12,5 % sowie die Kombiverkehr GmbH & Co. KG zu 12,5 % beteiligt.

Die Deutsche Bahn hat die Festlegungen zur Planung von Verkehrsflächen in der Richtlinie RIL 800.0612 «Netzinfrastruktur Technik entwerfen; Bauliche Anlagen des Kombinierten Verkehrs» geregelt. Allerdings wurde in dieser Richtlinie für die Bemessung des Oberbaus von Verkehrsflächen lediglich eine Beanspruchung von Lkw-Überrollungen herangezogen. Dies führte zu einer Einordnung des Oberbaus in Anlehnung an die Bauklasse III der Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO (2001) für alle Fahr- und Ladestraßen und einer entsprechend geringen Betondeckendicke von 23 cm.

Die Erfahrungen in den Umschlagbahnhöfen haben jedoch gezeigt, dass bei Einsatz von mobilen Umschlaggeräten die nach der RIL 800.0612 dimensionierten Verkehrsflächen den Belastungen auf Dauer des geplanten Nutzungszeitraumes nicht standhalten. Die Deutsche Bahn ist deshalb schon seit einigen Jahren dazu übergegangen, von ihrer Richtlinie abweichend Verkehrsflächen auf Umschlagbahnhöfen mit größeren Betondicken zu bauen.

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV hat im Jahr 2013 mit einer Merkblattreihe (Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton – M VaB) für besondere Anwendungsbereiche begonnen. Die ersten beiden Teile behandeln Kreisverkehre, Busverkehrsflächen, Rastanlagen, Stadt- und Landstraße sowie plangleiche Knotenpunkte. Im Jahr 2018 wurde nun der dritte Teil dieses Merkblatts veröffentlicht. Der Teil «Container- und Logistikflächen» ist unter Mitwirkung von Fachkollegen der Deutschen Bahn und der DUSS erarbeitet worden. Ein wesentlicher Kernpunkt dieses Merkblatts sind Hinweise zur Standardisierung des Oberbaus dieser hochbeanspruchten Verkehrsflächen.

«Für die schwer beanspruchten Verkehrsflächen der Containerterminals ist die hohe Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit der Betonbauweise von besonderer Bedeutung.»

**Aktuelle Standorte der
Deutschen Umschlaggesellschaft
Schiene-Strasse DUSS**



■ Zentrale Bodenheim
 ● Terminalstandorte
 ▲ DB-Beteiligungen
 ■ Rollende Landstrasse



Betonflächen unter Portalkran

Planungs- und Konstruktionsgrundsätze

Allgemeines

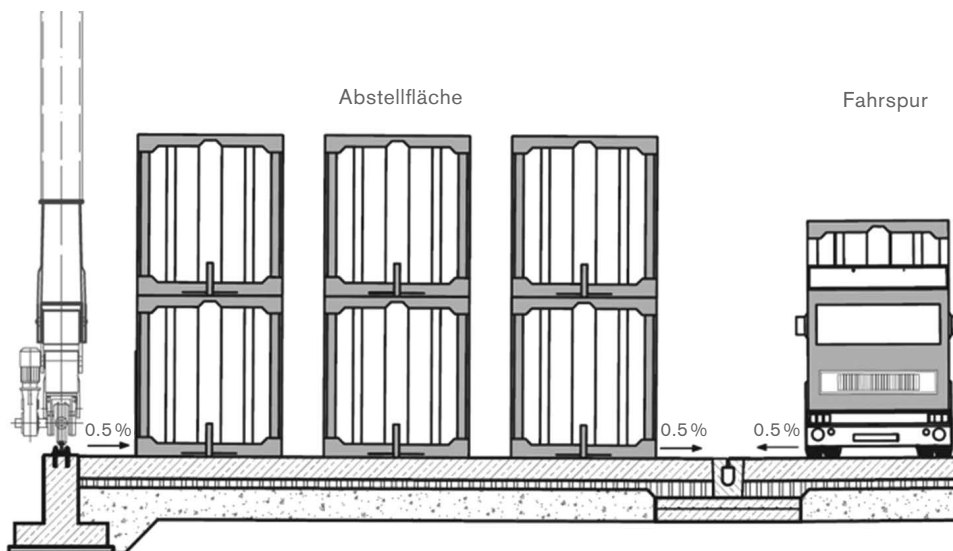
Aufgrund der Randbedingungen bei Container- und Logistikflächen sind folgende Besonderheiten zu beachten:

- Die hohen statischen und dynamischen Lasten und die hohe Oberflächenbeanspruchung der Flächen durch mobile Umschlaggeräte, Lkw und Containerabstellung,
- die Zwangspunkte Umschlaggleise und Kranbahnschienen sowie die daraus resultierenden Anforderungen an das Längsgefälle der Flächen,
- die betriebliche Nutzung und die daraus resultierenden Anforderungen an die Querneigungen der Flächen,
- der Einfluss der Schwerlastanforderungen und der Gefälleverhältnisse auf die Ausbildung und Anordnung der Entwässerungsrinnen, Abdeckungen und sonstigen Einbauten,
- der Einfluss der Containeraufstellung und der wasserrechtlichen Anforderungen auf das Fugenbild sowie auf die dimensionierungsrelevante Plattengeometrie.

Entwässerung

Um eine ausreichende Entwässerung der Betondecke zu gewährleisten, sollten eine Querneigung von 2,5 % und im Verwindungsbereich eine Schrägneigung von 0,5 % nicht unterschritten werden.

Abweichend hiervon sind für eine Nutzung im Greifzangenbetrieb sowie für Stellflächen mit Mehrfachstapelung Besonderheiten zu berücksichtigen. Die Querneigung ist so auszubilden, dass ein sicheres und müheloses Aufnehmen im Greifzangenbetrieb bzw. Mehrfachstapelungen möglich sind. Container- und Logistikflächen werden deshalb im Regelfall nur mit geringer oder ohne Längsneigung angelegt. Ladestraßen sowie Abstellflächen erhalten planmäßig eine Querneigung von 0,5 %. Bei Einsatz von neigungsjustierbaren Spreadern können gegebenenfalls höhere Querneigungen angelegt werden.



Beispiel für eine einseitige Querneigung von Abstellflächen

Borde, Bordrinnen und offene Rinnen

Borde, Bordrinnen und offene Rinnen sollten so ausgeführt werden, dass sie auch hohen Belastungen (z. B. An- und Überfahren von Lkw und mobilen Umschlaggeräten) standhalten.

In den vergangenen Jahren wurden an Kreisverkehren und an Verkehrsflächen der Rastanlagen an Autobahnen deshalb vermehrt Klebeborde sowie Bord- und Bordrinnenanlagen aus Ortbeton ausgeführt. Gerade die Ortbetonbauweise zeigt sich sehr dauerhaft und sollte auch bei Container- und Logistikflächen Anwendung finden.

So sollte bei der Ortbetonbauweise die Anlage durch eine verankerte Längspressfuge mit der Betondecke verbunden werden, eine Bewehrung des Betons ist nicht erforderlich. Die Querschnitte der angeschlossenen Decke sind in die Borde und Bordrinnen zu übernehmen. Übersteigt der Fugenabstand drei Meter, sind zusätzliche Querschnitte anzuordnen. Bei Klebeborden ist darauf zu achten, die Fugen der Fahrbahn in die Klebeborde zu übernehmen. Die Borde sind vorab entsprechend zuzuschneiden. Hinweise zur Ausführung von Borden und Bordrinnen sind bereits in den ersten beiden Teilen des Merkblatts M VaB enthalten und wurden auch in den dritten Teil übernommen.

Dimensionierung

Da Container- und Logistikflächen mit sehr hohen Lasten beansprucht werden, ist gerade hier ein ausreichend bemessener Oberbau wesentlich für die Dauerhaftigkeit der Verkehrsfläche. Das Merkblatt M VaB gibt hierzu analog zu den Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen RStO eine Standardisierung des Oberbaus vor. Auch hier soll in einer tabellarischen Aufstellung in Abhängigkeit von Belastungsart und -höhe direkt ein Oberbau mit entsprechenden Schichtdicken abgelesen werden können.

Die Standardisierung ist unter Berücksichtigung von Erfahrungen beim Bau und bei der Nutzung dieser Verkehrsflächen wie auch auf Grundlage einer Dimensionierung erfolgt. Diese Dimensionierung erfolgt wie bei den gewöhnlichen Verkehrsflächen für unbewehrte Betone im ungerissenen Zustand I. Dabei wird eine gegenüber den Technischen Lieferbedingungen für Baustoffe und Baustoffgemische für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton (TL Beton-StB) erhöhte Druckfestigkeitsklasse C35/45 angesetzt. Im Rahmen der Erstprüfung ist eine charakteristische Biegezugfestigkeit von mindestens 5,5 MPa zu erreichen.

Bei der Ermittlung des erforderlichen Schichtaufbaus ist folgende Vorgehensweise vorzunehmen: Das Merkblatt M VaB gibt die standardisierten Schichtaufbauten und Betondeckendicken in Abhängigkeit von Lastkategorien an. Deshalb ist zunächst die maßgebende Lastkategorie zu ermitteln. Hierzu ist sowohl die Belastung aus mobilen Umschlaggeräten als auch die Belastung aus der Containerabstellung zu betrachten. Für Flächen, die durch beide Belastungen in Anspruch genommen werden, ist die höhere Lastkategorie maßgebend.

Die Lastkategorien für die Belastung aus mobilen Umschlaggeräten sind in der Tabelle 1 über deren maximale Achsfahrmasse aufgeteilt.

maximale Achsfahrmasse [t]	< 40	40 – 80	80 – 120	120 – 140
Lastkategorie	A	C	E	F

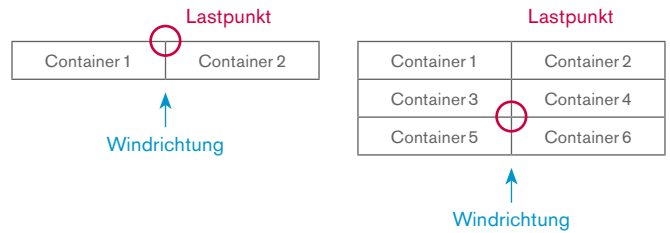
Ermittlung der Lastkategorie für die Belastung aus mobilen Umschlaggeräten nach M VaB, Teil 3, Tabelle 1

Die Lastkategorien für die Belastung aus der Containerabstellung sind in der Tabelle 2 über die vorgesehene maximale Stapelhöhe (d.h. die Anzahl der übereinandergestapelten Container) aufgeteilt.

Abstellung in Reihen	Stapelhöhe				
		1-fach	2-fach	3-fach	4-fach
eine Reihe (Grundriss)	 	A	C	D	G
mehrere Reihen (Grundriss)	 	B	E	G	H
	 				
	 				

Ermittlung der Lastkategorie für die Belastung aus Containerabstellung nach M VaB, Teil 3, Tabelle 2

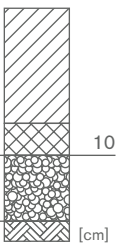
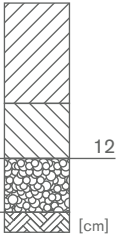
Zusätzlich ist hierbei noch zu unterscheiden, ob die Container in einer oder in mehreren Reihen angeordnet sind. In Verbindung mit der zusätzlich anzusetzenden Windlast ergibt sich jeweils ein spezifischer dimensionierungsrelevanter Lastpunkt.



Grundrisse einer ein- und mehrreihigen Containeranordnung mit dimensionierungsrelevanten Lastpunkten

Als Containergewicht werden bei einfach und doppelt gestapelten Containern jeweils 33 t pro Container in Ansatz gebracht. Unter Berücksichtigung der Erfahrungen aus der Nutzung von Umschlagsanlagen wird bei drei- und vierfach gestapelten Containern eine 80 %-ige Containerlast von 26,4 t je Container gerechnet. Zusätzlich sind das Spreadergewicht und Windlasten der Windzone 2 der DIN EN 1991-1-4 in die Dimensionierung einbezogen. Regionen in Küstennähe sind deshalb fallweise zu dimensionieren.

Die sich aus den Lastkategorien ergebenden Betondeckendicken der Tabelle 3 beziehen sich auf eine empfohlene maximale Plattenlänge von 5 m. Wird von dieser Länge abgewichen, so ist die Betondeckendicke ent-

Lastkategorie			A	B	C	D	E	F	G	H
	Betondeckendicke [cm] auf gebundener Tragschicht	26 31 36 42 45 48 52 60								
	Betondeckendicke [cm] auf ungebundener Tragschicht	29 33 38 44 47 50 55 64								

Erforderliche Betondeckendicken in Abhängigkeit der Lastkategorie nach M VaB, Teil 3, Tabelle 3



Ungünstige Abstellpositionen am freien Plattenrand und mit Containerfüßen im Fugenbereich

sprechend anzupassen. Für eine maximale Plattenlänge von 6 m ergibt sich eine Erhöhung der Dicke um 2 cm, für eine maximale Plattenlänge von 7 m ergibt sich eine Erhöhung der Dicke um 4 cm.

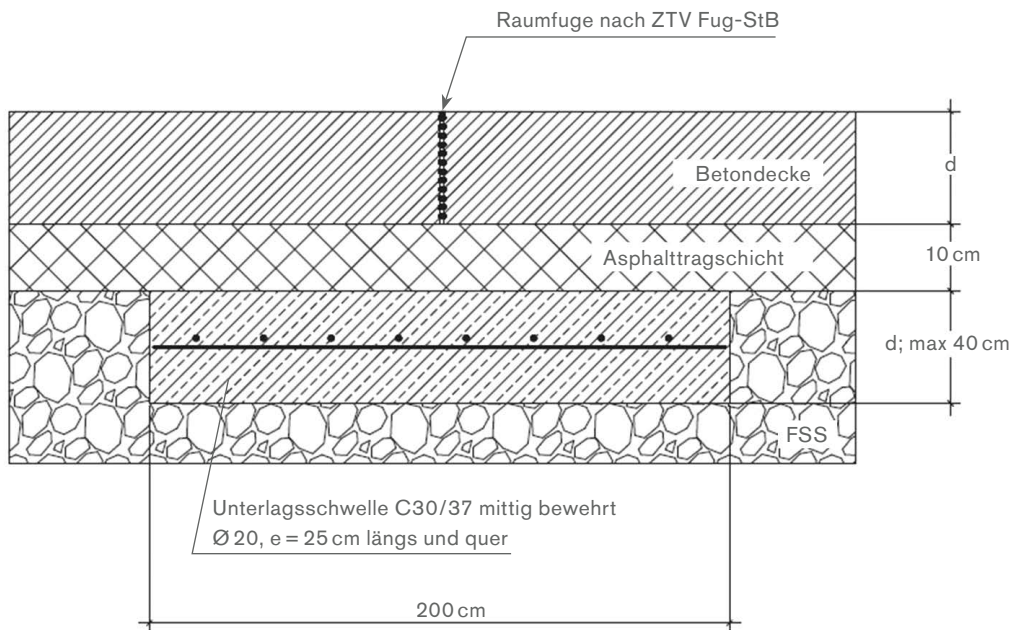
Fugenplan

Auch für Container- und Logistikflächen gelten hinsichtlich Plattengeometrie und Fugenplan die Vorgaben und Empfehlungen der «Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton (ZTV Beton-StB)» und der vorangegangenen Teile des M VaB. So sollte auch hier die Kantenlänge grundsätzlich mindestens 50 cm betragen und das 20-fache der Plattendicke nicht überschreiten. Das Längen-Breiten-Verhältnis der Platten sollte nicht mehr als 1,5 betragen und kleinere Kanteneckwinkel als 80^{gon} vermieden werden.

Bei Containerabstellflächen ergeben sich für den Fugenplan auch Anforderungen aus betrieblichen Belangen. So sollte die Fugenanordnung auf die Abstellpositionen der Container abgestimmt sein, um Kantenschäden in den Fugenbereichen durch die Containerfüße zu vermeiden. Containerabstellungen am freien Plattenrand sollten grundsätzlich vermieden werden.

Die aus den vorangegangenen Teilen des Merkblattes bekannte Unterlagsschwelle unter unverdübten Raumfugen kann auch in Container- und Logistikflächen angewendet werden. Aufgrund der hohen Belastungen sollte diese jedoch wie auch auf Flugbetriebsflächen breiter ausgeführt und bewehrt werden.





Raumfuge mit Unterlagsschwelle

Dichtigkeit

In der Regel handelt es sich bei den in diesem Merkblatt behandelten Flächen um Umschlaganlagen des intermodalen Verkehrs. Werden wassergefährdende Stoffe in Ladeeinheiten oder Straßenfahrzeugen umgeladen, so sind diese Flächen gemäß den Anforderungen der «Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen» (AwSV) so herzustellen, dass Niederschlagwasser auf der Unterseite nicht austritt.

Um dieser Forderung zu genügen, sind folgende Regelungen zu beachten:

- Es ist ein Beton nach TL Beton-StB zu verwenden. Damit sind gleichzeitig auch die Anforderungen eines FD/FDE-Betones gemäß der Richtlinie des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton DAfStb zum «Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen» (BUMwS) eingehalten.
- Der Aufbau der Verkehrsfläche muss einer Dimensionierung nach Zustand I (ungerissener Beton) gemäß der Standardisierung des Merkblatts zugrunde liegen. Hierdurch kann die ungerissene Betonfläche gemäß BUMwS-Richtlinie des DAfStb als dicht angesehen werden.
- Um die Dichtigkeit der Fugen sicherzustellen, sollte die relative Dehnung der Fugenfüllung verringert werden. Dies kann durch eine Verbreiterung des Fugenspalts auf 20 mm erreicht werden. Dadurch wird eine potenzielle Flankenablösung der Fugenmasse vermieden.
- Während des Betriebs ist die Dichtigkeit der Fuge durch eine verstärkte optische Kontrolle zu dokumentieren. Beschädigungen sind zu beseitigen. Die Fugenmassen sollen den Zulassungsgrundsätzen des Deutschen Instituts für Bautechnik DIBt für Fugenabdichtungssysteme in Anlagen aus Beton zum Umschlagen wassergefährdender Stoffe entsprechen.

Ausführung

Die Einbautechnologie hängt u. a. von der Flächengröße, von der Geometrie der herzustellenden Fläche und vom Platzangebot im Einbaubereich ab. In der Regel werden diese Flächen jedoch maschinell in einschichtiger Bauweise hergestellt. Der Einbau mit Fertiger ist auch zwischen stehender Schalung möglich.

Die maschinelle Bearbeitung der Oberfläche mit Rotationsglättern (Teller-/Flügelglätter) ist im Hinblick auf die damit einhergehende Schädigung des oberflächennahen Luftporensystems nicht zulässig.

Da auf Container- und Logistikflächen im Regelfall mit geringen Geschwindigkeiten gefahren wird, ist die Lärmemission des Reifen-Fahrbahn-Geräuschs von untergeordneter Bedeutung. Eine Besenstrichtextur ist deshalb anderen Oberflächentexturen vorzuziehen.



Einbau einer hydraulisch gebundenen Tragschicht



Einbau einer Betondecke



Zusammenfassung

Container- und Logistikflächen unterliegen hoher statischer und dynamischer Belastung und werden deshalb vorwiegend in Betonbauweise ausgeführt. Der dritte Teil des Merkblatts M VaB ergänzt und präzisiert das bestehende Regelwerk für diese Flächen. Vor allem die Empfehlungen zur Wahl eines belastungsabhängigen standardisierten Oberbaus tragen dazu bei, dass diese Flächen durch eine ausreichend bemessene Betondeckendicke eine lange Nutzungsdauer aufweisen.

Mit dem dritten Teil ist die Erarbeitung des «Merkblatts für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen aus Beton» abgeschlossen. Bei der derzeit stattfindenden Überarbeitung der ZTV und TL Beton-StB ist geplant, wesentliche Punkte der drei Teile zu übernehmen.

Literatur

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) (Hrsg.): Die Zukunft ist intermodal. Berlin, 2018

Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): Verkehrsverflechtungsprognose 2030 – Schlussbericht. Berlin, 2014

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.): Merkblatt für Planung, Konstruktion und Bau von Verkehrsflächen – Teil 3: Container- und Logistikflächen. Köln, FGSV-Verlag, 2018

Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017, Teil I, Nr. 22: Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV). Bonn, 2017

Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e.V. (Hrsg.): DAfStb-Richtlinie Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (BUMwS). Berlin, 2011



Baustelle BMW-Logistikzentrum Wallersdorf mit Betonmischanlage im Vordergrund und Baufeld im Hintergrund

Interessengemeinschaft Betonstrassen

cemsuiss

Verband der Schweizerischen
Cementindustrie
Marktgasse 53
3011 Bern
Telefon 031 327 97 97
info@cemsuiss.ch
www.cemsuiss.ch

Ebicon AG

Breitloostrasse 7
8154 Oberglatt
Telefon 043 411 28 20
info@ebicon.ch
www.ebicon.ch

Grisoni-Zaugg SA

ZI Planchy
Postfach 2162
1630 Bulle 2
Telefon 026 913 12 55
info@grisoni-zaugg.ch
www.groupe-grisoni.ch

Holcim (Schweiz) AG

Hagenholzstrasse 83
8050 Zürich
Telefon 058 850 68 68
betonstrassen@holcim.com
www.holcim.ch

Holcim (Suisse) SA

1312 Eclépens
Telefon 058 850 92 14
chausseebecon@holcim.com
www.holcim.ch

Implenla Schweiz AG

Binzmühlestrasse 11, 8050 Zürich
Telefon 058 474 75 00
daniel.hardegger@implenia.com
www.implenia.com

Jura-Cement-Fabriken AG

Talstrasse 13
5103 Wildegg
Telefon 062 887 76 66
info@juracement.ch
www.juracement.ch

Juracime SA

Fabrique de ciment
2087 Cornaux
Telefon 032 758 02 02
info@juracime.ch
www.juracement.ch

KIBAG Bauleistungen AG

Strassen- und Tiefbau
Müllheimerstrasse 4
8554 Müllheim-Wigoltingen
Telefon 052 762 61 11
p.althaus@kibag.ch
www.kibag.ch

Müller Engineering GmbH

Beratung und Expertisen
für Verkehrsflächen in Beton
Kirchstrasse 25
8564 Wäldi TG
Telefon 079 247 82 49
gm@muller-engineering.ch
www.müller-engineering.ch

PCI Bauprodukte AG

Im Schachen, 5113 Holderbank
Telefon 058 958 22 44
info-as.ch@mbcc-group.com
www.master-builders-solutions.ch

Sika Schweiz AG

Tüffenwies 16, 8048 Zürich
Tel. 058 436 40 40
hirschi.thomas@ch.sika.com
www.sika.ch

Specogna Bau AG

Steinackerstrasse 55, 8302 Kloten
Telefon 044 800 10 60
info@specogna-bau.ch
www.specogna-bau.ch

Synaxis AG Zürich

Thurgauerstrasse 56, 8050 Zürich
Telefon 044 316 67 86
c.bianchi@synaxis.ch
www.synaxis.ch

Toggenburger AG

Schlossackerstrasse 20
Postfach 3019, 8404 Winterthur
Telefon 052 244 13 03
info@toggenburger.ch
www.toggenburger.ch

Ciments Vigier SA

Zone industrielle Rondchâtel, 2603 Péry
Telefon 032 485 03 00
info@vigier-ciment.ch
www.vigier-ciment.ch

Walo Bertschinger AG

Postfach 1155, 8021 Zürich
Telefon 044 745 23 11
kurt.glanzmann@walo.ch
www.walo.ch

Vertrieb durch:

BETONSUISSE



BETONSUISSE Marketing AG

Marktgasse 53, CH-3011 Bern
Telefon +41 (0)31 327 97 87, Fax +41 (0)31 327 97 70
info@betonsuisse.ch, www.betonsuisse.ch

InformationsZentrum Beton GmbH

Steinhof 39, D-40699 Erkrath
Telefon +49 (0)211 28048-1, Fax +49 (0)211 28048-320
erkrath@beton.org, www.beton.org

Verein Betonmarketing Österreich

Anfragen für den Bereich Betonstraßen an Zement + Beton
Handels- und Werbeges.m.b.H., Franz-Grill-Straße 9, O 214, A-1030 Wien
Telefon +43 (0) 1 714 66 85-0
zement@zement-beton.co.at, www.zement.at