



Aktuelles zum Thema Betonstrassen

# update 2/09

## **Verformungsstabile Betondecke für Lastwagen-Terminal am Gotthard**

Für das neue Schwerverkehrszentrum (SVZ) an der Gotthard-Autobahn A2 bei Erstfeld im Kanton Uri / Schweiz wurde wegen der erwarteten hohen Belastungen ein verformungsstabiler und verschleissfester Betonbelag eingebaut. Die von der 65 000 m<sup>2</sup> grossen Fläche geforderte Dauerhaftigkeit war nur durch eine Betondecke zu erfüllen. Der Einbau eines Betons der Festigkeitsklasse C30 / 37 mit einem Gleitschalungsfertiger stellte höchste Ansprüche.

## Verformungsstabile Betondecke für Lastwagen-Terminal am Gotthard

Für den Aufbau des Untergrunds und den Oberbau des Schwerverkehrszentrums (SVZ) wurden die neuesten Erkenntnisse im Betonstrassenbau eingebracht. Der Oberbau besteht aus einer unbewehrten Betonplatte von 24 cm Stärke auf einer Heissmischfundationsschicht AC F von 6 bis 8 cm und einer Kiessandfundationsschicht von 40 cm [6]. Mit der als europaweites Pilotprojekt für das Management des Schwerverkehrs erstellten Anlage werden die Lastwagen für ihre Fahrt auf der Nord-Süd-Transitachse am Gotthard kontrolliert und dosiert. Die Anlage, die täglich von bis zu 1700 Lastwagen passiert wird, erforderte Investitionen von 70 Millionen CHF (45 Millionen Euro) und hat Anfang März 2009 ihren Betrieb aufgenommen.

### Von der Variantenevaluation bis zur Realisierungsreife

Das SVZ bietet Warteraum für 360 LKWs sowie Abfahrtsplätze für 88 LKWs und verfügt über fünf überdachte Kontrollbahnen. Damit kann das 2001 auf der Gotthard-Transitachse für den Schwerverkehr eingeführte «Tropfenzählerprinzip» mit

vorgängiger Dosierung umgesetzt werden. Dieses sieht vor, dass stündlich maximal 150 LKWs den Gotthard-Strassentunnel benutzen dürfen. In ausserordentlichen Verkehrssituationen finden im SVZ sogar 750 LKWs Platz.

Im Jahre 2004 hatte sich das Schweizer Bundesamt für Strassen (ASTRA) für den Standort Erstfeld des ersten Schwerverkehrszentrums der Schweiz entschieden. Hier bot sich unmittelbar an der Autobahnausfahrt ein geeignetes Areal mit einer Fläche von 70 000 m<sup>2</sup> an. Das SVZ Uri wird über die bestehenden Rampen und den Autobahnanschluss Erstfeld der A2 erschlossen. Ebenso dient die bereits vorhandene Brücke zur Flussüberquerung [1].

### Hohe Betoneinbauleistung gemeistert

Der sehr enge Zeitrahmen für den Betoneinbau von Juni bis Oktober 2008 erforderte eine minutiöse Planung und Optimierung. Zusätzlich musste den Schnittstellen zu Erdbau und Betondeckenbau besondere Beachtung geschenkt werden. Als Bauverfahren wurde der maschinelle Einbau mit einem geoptisch gesteuerten Gleitschalungsferti-



1



2

ger gewählt. Dabei konnten die für die Ebenheit der Betondecke wichtige Höhenlage sowie die Seitenlage geoptisch definiert werden. Das bedingte eine entsprechende Vorausplanung und den Einsatz eines dafür ausgerüsteten Vermessers.

So wurden von der Gesamtfläche rund 55 000 m<sup>2</sup> maschinell eingebracht, während 10 000 m<sup>2</sup> von Hand eingebaut worden sind. Durch die Platzgeometrie bedingt erfolgte der Einbau in Etappen von 260 m Länge und 6 m Breite, von denen pro Tag zwei gefahren worden sind. Wie im Platzbau üblich wurde jeweils jede zweite Bahn betoniert und anschliessend die Füllbahnen eingebaut. Dank idealer Bedingungen sind durch den Gleitschalungsfertiger Tagesleistungen von gegen 600 Laufmeter erreicht worden. Das entspricht einem Betonvolumen von 900 m<sup>3</sup> [3].

Ideal für den Einbau war, wenn der Fertiger stets das gleiche Tempo fahren konnte und die nachgelagerten Arbeiten zu folgen vermochten. Der Betoneinbau erfolgte bis zur Nachbehandlung der fertigen Betondecke in einer fließbandähnlichen Situation. Dies stellte höchste Anforderungen an das Leistungsvermögen und das Zusammenspiel der rund zwölfköpfigen Einbauequipe. Unwägbarkeiten ergaben sich gemäss den Erfahrungen der Arbeitsgemeinschaft durch die oft schnell ändernden Witterungsverhältnisse und die tückischen Winde im Urner Bergtal [3].

Neben hohen maschinellen Einbauleistungen musste bei kleineren, spitzwinklig zulaufenden oder unregelmässigen Randfeldern auf Handarbeit zurückgegriffen werden. Nur diese Flächenteile wurden

bewehrt und danach der Beton von Hand eingebaut, wobei hier eine Leistung bis 1200 m<sup>2</sup> pro Tag erreicht worden ist.

Als geeignete Massnahme zur Vermeidung von Pumpwirkung und zur Verbesserung von Tragfähigkeit und Homogenität der Unterlage hat sich die Anordnung einer Heissmischfundationsschicht (AC F) erwiesen.

### Betonqualität mit Zusatzmitteln optimiert

Massgeblich für die erfolgreiche Umsetzung des Projektes war auch die reibungslose Logistik für die Anlieferung der insgesamt gegen 17 000 m<sup>3</sup> Transportbeton. Diese erfolgte durch zwei nur wenige Kilometer von der Einbaustelle betriebene Betonmischanlagen [4]. Zur Anwendung gelangte ein Portlandzement CEM I der Festigkeitsklasse 42,5 N [3]. Der Fahrbelag besteht aus einem frosttaumittelbeständigen Beton der Expositionsclassen XC4, XD3 und XF4. Zur Erreichung der erforderlichen Verarbeitbarkeit und Frost-/Taumittelbeständigkeit wurden zwei Betonzusätze, nämlich ein Fließmittel sowie ein Luftporenbildner eingesetzt.

Ein auf die Betonoberfläche aufgebrachtener Schutzfilm (Curing compound) verhinderte ein zu frühes Austrocknen des frisch eingebrachten Betons. Die längs und auch quer verlaufenden Fugen in der Betondecke sind zwecks optimaler Lastübertragung verdübelt. Die Qualität des Betons mittels Frisch- und Festbetonkontrollen wurde durch ein mobiles Betonlabor sicher gestellt [5].



1 Beim Anschluss Erstfeld der Gotthard-Autobahn A2 wurde im Jahre 2008 der riesige Betonabstellplatz für Lastwagen mit einer Fläche von 65 000 m<sup>2</sup> erstellt. Foto: Autor

2 Die Betonfläche des Schwerverkehrszentrums Uri / Schweiz mit einer maximalen Länge von 600 m und einer Breite bis zu 150 m bietet Platz für 360 Lastwagen und verfügt über fünf überdachte Kontrollbahnen. Foto: Autor

3 Mit einem Gleitschalungsfertiger wurden rund 55 000 m<sup>2</sup> der Gesamtfläche in Tagesetappen bis zu 600 m Länge und 6 m Breite eingebaut. Der geoptisch gesteuerte Fertiger läuft auf den zuvor erstellten Betonflächen. Foto: Holcim (Schweiz) AG

## Erschliessung und Platzgestaltung

Das SVZ Uri wird über die bestehenden Rampen des Autobahnanschlusses Erstfeld der A2 erschlossen. Ebenso dient die bereits vorhandene Brücke zur Überquerung der Reuss.

Da dem Bauwerk europaweit Pilotcharakter zukommt, bestand die grösste Herausforderung darin, dieses am vorgesehenen Standort zur Realisierungsreife zu bringen. Dazu gehören nach Angaben der Projektleitung die Ablauf- und Betriebsorganisation mit der Polizei sowie die Integration der für den Betrieb notwendigen Informatik-Technologie.

Die Anlage nimmt in ihrem Raumkonzept Rücksicht auf eine möglichst multifunktionale Nutzung. Um die Verwendbarkeit offen zu halten, bedingte es einer sorgfältigen Auslegung der Entwässerung der riesigen Fläche. Sie kommt ohne Einlaufschächte und Rinnen aus und bildet quasi einen geneigten Tisch.

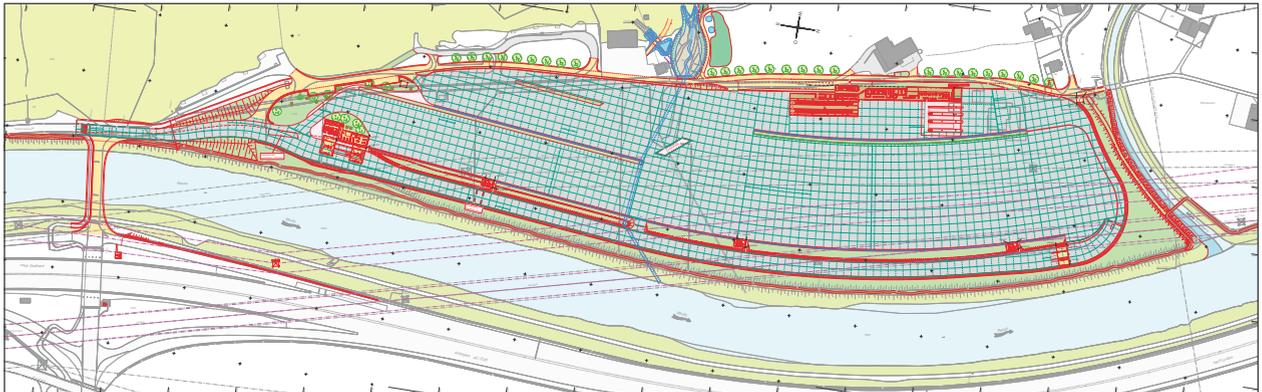
Am Rand der Fläche wird das Wasser in offene Entwässerungskanäle geleitet. Das Fallliniengefälle beträgt maximal 2,5 Prozent, die grösste Fliessdistanz rund 80 m [2].

Weiterführende Literaturhinweise und Quellen zu diesem Aufsatz finden sich in:

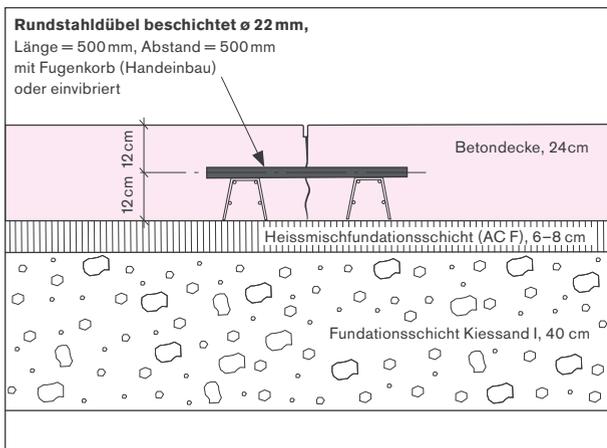
- [1] Bericht der Bauherrschaft: Kanton Uri, Amt für Tiefbau, Altdorf
- [2] Bericht der Projektleitung: Ingenieurgemeinschaft Emch + Berger WSB, Emmenbrücke / Bucher + Dillier, Luzern
- [3] Objektbericht von Gaudenz Trösch, dipl. Bauing. FH, Bauführer der Arge Walo Bertschinger AG / Brun Bau AG, in «dimension» von Holcim (Schweiz) AG, Dez. 2008, Nr. 2
- [4] Betonlieferant: Arnold AG, Flüelen
- [5] Produkteapplikation: Sika Bau AG, Zürich (Sikament-10 Plus, Sika Fro-V5-A, Antisol-20)
- [6] Dimensionierung, Fugenkonzept und Qualitätssicherung: BEVBE, Bonstetten

## Baufakten und Baudaten

Kubaturen Infrastruktur	
Gesamtarealfläche	80 000 m <sup>2</sup>
Betondeckenfläche	65 000 m <sup>2</sup>
max. Länge	600 m
max. Breite	150 m
Plattengrösse	6,00 x 6,00 m
Fundationsschicht Kiessand I	30 000 m <sup>3</sup>
Materialersatz Kiessand II	30 000 m <sup>3</sup>
Heissmischfundationsschicht AC F	13 500 t
Beton für Beläge	15 600 m <sup>3</sup>
Beton übrige Bauten	1 300 m <sup>3</sup>
Gefälle in Längsrichtung	1 %
Gefälle in Querrichtung	1,5 %
Fugen	23 km
Rezeptur Betondecke	
Beton	C30/37; Expositionsklasse XC4, XD3, XF4; D <sub>max</sub> 32 mm; CI 0,10; Konsistenz C1 Zusätzliche Anforderung: 5,5 N/mm <sup>2</sup> Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen
Zement	Portlandzement CEM I 42,5 N: 340 kg/m <sup>3</sup> (Normo 4)
Zusatzmittel	Fliessmittel: 1,0 %; Luftporenbildner: 0,5 %
Eingebauter Beton	
<b>Frischbetoneigenschaften:</b>	
Wasserzementwert	0,43-0,45
Luftporengehalt	3,8-5,0 %
Konsistenz nach Walz	1,25-1,30 (C1)
<b>Festbetoneigenschaften:</b>	
Mittlere Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen	erreichte 7,0 N/mm <sup>2</sup>
Mittlere Druckfestigkeit nach 28 Tagen	44,5 N/mm <sup>2</sup>
Sehr hohe Frosttaumittelbeständigkeit	



1



2



3



4

1 Übersichtsplan Schwerverkehrszentrum Uri mit der Platteneinteilung.

2 Aufbau der Betondecke mit Kontraktionsfugen (Scheinfugen)

3 Die riesige Betonfläche und die hohen Qualitätsansprüche stellten an die ein Dutzend Mitarbeiter zählende Einbauequipe hohe Leistungsanforderungen.

Foto: Holcim (Schweiz) AG

4 Zwischen den in Streifen betonierten Betonflächen bringt ein Bagger den frischen Beton gleichmässig ein, um Einbaugüte und Tempo des Fertigers konstant zu halten und eine optimale Ebenheit sicher zu stellen. Foto: Holcim (Schweiz) AG

## Maschinelles 3D-gesteuertes Verfahren revolutioniert den Betonbau

**Weltweit erstmalig vereint eine Maschine modernste Vermessungs- und Maschinenteknik und baut Beton komplett 3D-gesteuert ein. Schnurlos und flexibel bezüglich Form revolutioniert das Verfahren den Betonbau tief greifend – hinsichtlich Produktivität aber auch Qualität, Formenvielfalt und Einsatzmöglichkeiten.**

Der industrielle Betonbau mittels Gleitschalungsfertiger hat bedeutende Baustellen Europas erobert und Gelegenheit gegeben, spezialisiertes Know-how und die Vorzüge dieses Verfahrens unter Beweis zu stellen. So kann ein einzelner Gleitschalungsfertiger auf Flugplätzen, Bahntrassees oder Strassen Leistungen von bis zu 1500 Kubikmeter Betonpiste pro Tag bewältigen.

Doch die neueste Innovation im industriellen Betonbau hat mehr als diesen maschinell gewonnenen Produktivitätsvorteil vorzuweisen. Weltweit erstmalig vereint eine Maschine nun modernste Vermessungs- und Maschinenteknik und ermöglicht mittels elektrooptischer Steuerung eine vollends 3D-gesteuerte Errichtung von Beton-Bauwerken mit geraden als

auch runden Formen auf drei Dimensionen genau. Die Kernerrungenschaft dieses neuen Verfahrens liegt in der Ablösung der Schnurtechnik. Das zeigt sich bezüglich gesteigerter Produktivität, ebenso wie hinsichtlich Qualität und insbesondere der Formenvielfalt.

### Elektrooptische Maschinensteuerung

Beim elektrooptischen Verfahren bildet der fortwährende Abgleich von Soll- und Ist-Daten die Grundlage der Maschinensteuerung: Während sich der Betonfertiger langsam vorschiebt und eine dreidimensionale, formgefertigte Betonspur nach sich zieht, werden mit der Frequenz von achtmal pro Sekunde gemessene Ist-Daten der Position der Maschine an den Steuerungscomputer gesendet und mit den dort gespeicherten Soll-Daten des Projektmodells verglichen. Vereinfachend erklärt: Divergieren die Werte, dann resultiert daraus ein Steuerungs- und Regelungsbefehl zur Korrektur der Position der Maschine und ihrer Pressbohle, die der entstehenden Betonstruktur die Form gibt.

### 3D-gesteuertes maschinelles Betonfertigungsverfahren: Technische Daten

<b>Entwicklungspartner</b>	Implenia Bau AG // Leica Geosystems AG // Gomaco Corporation
<b>Angaben Betonfertiger Gomaco GT3400</b>	– 14 Tonnen // 5 m lang, 2.4 m breit (ohne Schalung) // CHF 900 000.– – Per Tiefgänger einfach zu transportieren; einsatzbereit innert 2 Stunden
<b>Innovative Weiterentwicklungen und Besonderheiten</b>	– Elektrooptische Steuerung durch dreistufiges Messsystem – Schnurloses Verfahren – Flexibel bezüglich Betonbauform und Gelände – Hohe Präzision von +/-3 mm
<b>Vergleich mit konventionellem Betoneinbau</b>	– Dreifache Leistung (80 – 120 m/Std.), ein Drittel weniger Arbeitskraft – Höhere Präzision von nur +/-3 mm – Platzsparender Einsatz auf engem, verwinkeltem Raum – Verminderter CO <sub>2</sub> -Ausstoss dank reduziertem Maschineneinsatz – Gleicher Betonverbrauch, Einsatz konventioneller Betonmischung möglich
<b>Einsatzmöglichkeiten</b>	Jegliche Bauform bis zu 1.1 m (h) x 1.8 m (b), z.B.: Betonpisten, Abwasserrinnen, Spurwege, Kabelkanäle, Rand-, Bund-, Wassersteine

1 **Erstmalig:** Elektrooptisch gesteuerter, maschineller Einbau von Strassenabwasserrinnen durch Gleitschalungsfertiger auf einer Baustelle an der A4 zwischen Winterthur und Schaffhausen in der Schweiz.

2 Der elektrooptisch gesteuerte Betonfertiger ist unbesetzt, dennoch ist das maschinelle Verfahren auf ein Team spezialisierter Arbeiter angewiesen: Kontrolleur mit Kontrollkonsole.



1

### Schnurloses Verfahren – die Vorteile

Obwohl das Gleitschalungsverfahren mit höheren Investitionen verbunden ist und nach einem in spezialisiertem Know-how geschulten Personal (12-köpfiges Team) verlangt, überwiegen die Vorteile der Kosteneinsparungen bei der Arbeitskraft. Ein weiterer Produktivitätsgewinn ergibt sich aus der Tatsache, dass das Spannen der Schnüre wegfällt. Insbesondere gilt es den Qualitätsgewinn aufgrund der geringeren Fehlerquellen hervorzuheben. Das Navigationssystem ermöglicht es, die im CAD-System kreierten Projektdaten direkt in den Fertigungsprozess zu integrieren. Das Resultat ist eine verbesserte Produktqualität, erhöhte Genauigkeit sowie Arbeitsgeschwindigkeit im Arbeitsprozess.



2

### Optimierung von Platzverhältnissen

Der Hauptvorteil der drahtlosen Steuerung schlägt sich jedoch in der Baustellenlogistik und in der neu erworbenen Steuerungsflexibilität nieder. Die Maschinen können ohne Schnüre nicht nur ungehindert auf der Baustelle bewegt werden, die Baustelle kann sich umgekehrt besser engen Platzverhältnissen anpassen. Weil die äusserst mobile Maschine alle Radien bis zu 4,5 Metern und starkes Gefälle bis maximal 12% gut bewältigen kann, bewährt sie sich nicht nur auf geraden Strecken.

### Unerschöpfliche Formvielfalt

Dank der Fähigkeit, auf engem Raum Kubaturen mit geraden sowie auch runden Kanten zu errichten, lässt sich das Verfahren auch für die Herstellung von Landwirtschafts- und Spurwegen, Kabelkanälen, Leitplankenfundamenten, Randsteinen und New Jersey Elementen anwenden.

### Beispiel Strassenabwasserrinne

Bei einem Bauprojekt im Nordosten der Schweiz zur Erweiterung eines Autobahnabschnitts in Andelfingen auf der A4 zwischen Winterthur und Schaffhausen gingen die Projektverantwortlichen sogar so weit, eine Maschine eigens für den formgenauen, maschinellen Einbau der Strassenabwasserrinnen von 24 km Länge mit konkaver Oberfläche zu entwickeln. Die Bilanz nach etwas mehr als der Hälfte der Einsatzzeit, in welcher sich diese Methode bereits gegenüber der konventionellen durch qualitativ hochstehende und kosteneffiziente Ergebnisse bewährt hat: Bis zu 1000 Meter pro Tag, drei- bis vierfache Leistung mit einem Drittel weniger Arbeitskraft.

## Interessengemeinschaft Betonstrassen

cemsuisse  
Verband der Schweizerischen  
Cementindustrie  
Marktgasse 53, 3011 Bern  
Telefon 031 327 97 97  
Fax 031 327 97 70  
info@cemsuisse.ch  
www.cemsuisse.ch

Walo Bertschinger AG  
Postfach 7534, 8023 Zürich  
Telefon 044 745 23 11  
Fax 044 745 23 65  
kurt.glanzmann@walo.ch  
www.walo.ch

BEVBE  
Beratung und Expertisen für  
Verkehrsflächen in Beton  
Herenholzweg 5, 8906 Bonstetten  
Telefon 044 700 14 02  
Fax 044 700 14 03  
werner@bevbe.ch  
www.bevbe.ch

Grisoni-Zaugg SA  
Rue de la Condémine 60  
Case postale 2162, 1630 Bulle 2  
Telefon 026 913 12 55  
Fax 026 912 74 54  
info@grisoni-zaugg.ch  
www.grisoni-zaugg.ch

Holcim (Schweiz) AG  
Hagenholzstrasse 83, 8050 Zürich  
Telefon 058 850 62 15  
Fax 058 850 62 16  
betonstrassen@holcim.com  
www.holcim.ch

Holcim (Suisse) SA  
1312 Eclépens  
Telefon 058 850 91 11  
Fax 058 850 92 95  
chausseebeton@holcim.com  
www.holcim.ch

Implenia Bau AG  
Infra Ost Tiefbau  
Binzmühlestrasse 11, 8008 Zürich  
Telefon 044 307 90 90  
Fax 044 307 93 94  
daniel.hardegger@implenia.com  
www.implenia-bau.com

Jura-Cement-Fabriken  
Talstrasse 13, 5103 Wildegg  
Telefon 062 88 77 666  
Fax 062 88 77 669  
info@jcf.ch  
www.juracement.ch

Juracime SA Fabrique de ciment  
2087 Cornaux  
Telefon 032 758 02 02  
Fax 032 758 02 82  
info@juracime.ch  
www.juracement.ch

Specogna Bau AG  
Lindenstrasse 23, 8302 Kloten  
Telefon 044 800 10 60  
Fax 044 800 10 80  
spc@specogna.ch  
www.specogna.ch

Synaxis AG Zürich  
(vormals Wolf, Kropf & Partner AG)  
Thurgauerstrasse 56, 8050 Zürich  
Telefon 044 316 67 86  
Fax 044 316 67 99  
c.bianchi@synaxis.ch  
www.synaxis.ch

Vigier Cement AG  
2603 Péry  
Telefon 032 485 03 00  
Fax 032 485 03 32  
info@vicem.ch  
www.vicem.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

**bdz.**  
Deutsche Zementindustrie

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

**VÖZ**  
VEREINIGUNG DER ÖSTERREICHISCHEN  
ZEMENTINDUSTRIE

VÖZ, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie  
Reisnerstrasse 53, A-1030 Wien  
Telefon +43 (0)1714 66 81-0, Fax +43 (0)1714 66 81-66  
office@voezfi.at, www.zement.at