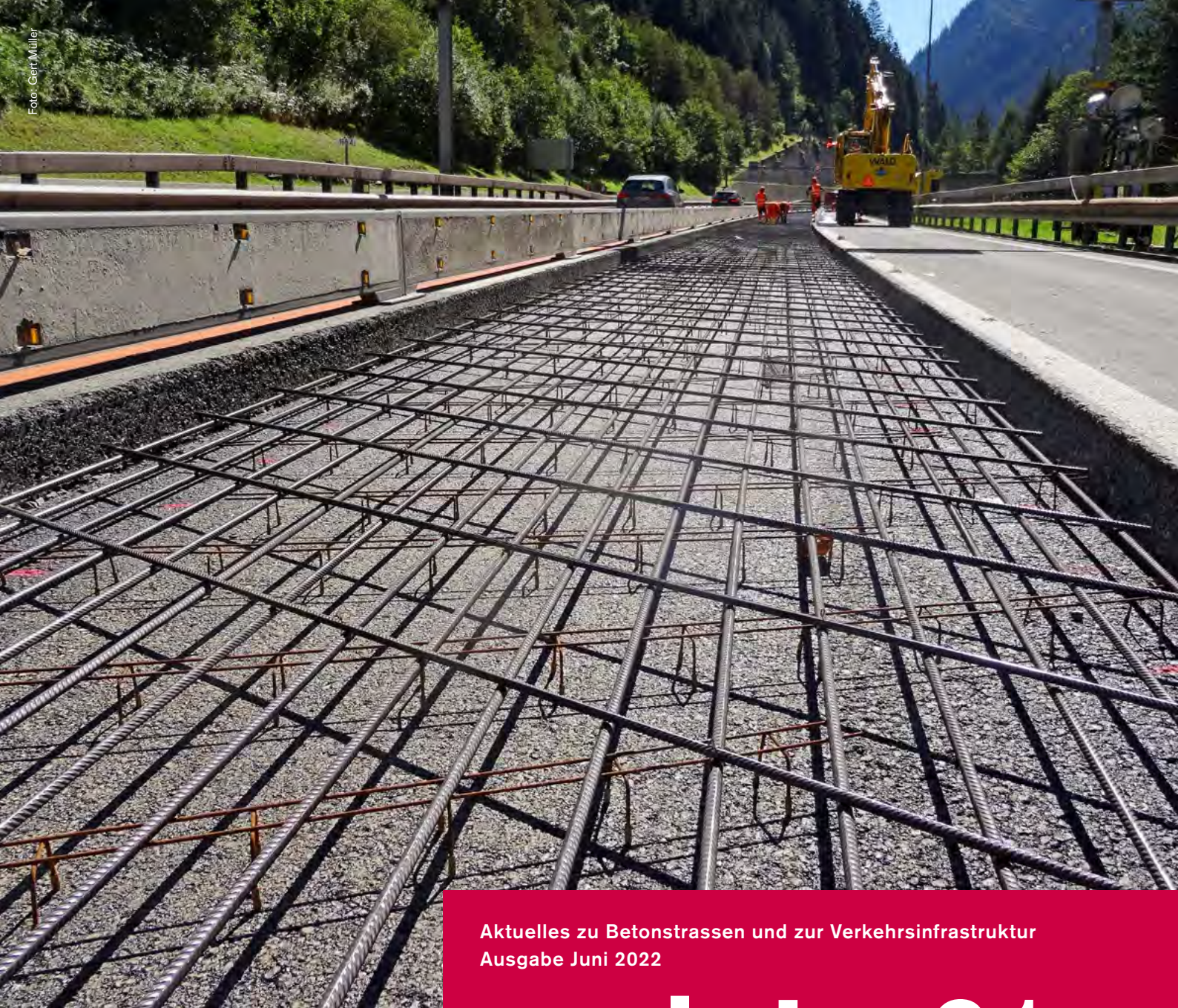




Aktuelles zu Betonstrassen und zur Verkehrsinfrastruktur
Ausgabe Juni 2022

update 61

Gotthard-Autobahn A2: Verkehrswege in Kompositbauweise

Die LKW-Dosierstelle Naxberg wurde im Rahmen des Erhaltungsprojekts Amsteg-Göschenen (Gotthard-Autobahn A2) in Kompositbauweise umgesetzt. Diese Bauweise bietet technische, wirtschaftliche und ökologische Vorteile. Um die zusehends beschränkten Ressourcen beim Strassenbau optimal einzusetzen, wäre die Wahl dieser dauerhaften und wartungsamen Belagsbauweise auf National- wie auch auf Kantonsstrassen empfehlenswert.

Gotthard-Autobahn A2, Verkehrswege in Kompositbauweise, umgesetzt im Rahmen des Erhaltungsprojekts Amsteg-Göschenen.

Gert Müller, Müller Engineering GmbH, Beratung und Fachunterstützung für Verkehrsflächen in Beton, CH-Wäldi

Die Verkehrsbelastungen durch den nationalen und internationalen Schwerverkehr steigen kontinuierlich und werden auch künftig zunehmen. Ob die aktuell standardisierten Bauweisen aus Asphalt den rasant wachsenden Belastungen des Schwerverkehrs in Zukunft standhalten können, ist fraglich. Zudem unterliegen unsere Strassen einem fortschreitenden Alterungsprozess. Erneuerungen und umfangreiche Instandsetzungsarbeiten bilden somit die Hauptproblematik der kommenden Jahre. Hier sind innovative Lösungen gefordert, die eine langfristige Verfügbarkeit der Strasseninfrastruktur bei möglichst geringem Unterhalt und wenigen Baustellen zum Ziel haben.

Kombination zweier Bauweisen im Autobahnbau

Die Kombination der Asphalt- und Betonbauweise im Strassenbau beschäftigt die Strassenbaufachleute bereits seit einigen Jahren. Durch die Kombination einer tragenden Betonschicht, überbaut mit einer 3 bis 4 cm dicken Asphaltdeckschicht, entsteht ein System, das bei Instandsetzungsvorhaben und beim Neubau von Hochleistungsstrassen eine ganze Reihe technischer und wirtschaftlicher Vorteile bietet.

Die Betondecke übernimmt im Wesentlichen die tragende Funktion, während der Asphaltdeckbelag vor allem den Aspekt der Lärminderung erfüllt. Aufgrund seiner begrenzten Nutzungsdauer kann der Asphaltdeckbelag in einem Interventionsintervall ersetzt werden, um beispielsweise seine lärmtechnischen Eigenschaften wiederherzustellen. Die technischen Nachteile der Asphaltbauweise, wie etwa das Risiko der Verformung unter Last (Verdrückungen und Spurrinnen), können durch die geringe Dicke des Asphaltbelages in dieser Kombinationsbauweise wirksam vermieden werden.

Erfahrungen mit dieser Kombinationsbauweise haben zum Beispiel Belgien und die Niederlande. Auch in Deutschland wird diese Bauweise bereits gebaut und ist im laufenden Erprobungszustand. Als Pionier für durchlaufend bewehrte Betonfahrbahnen (mit oder ohne Be-

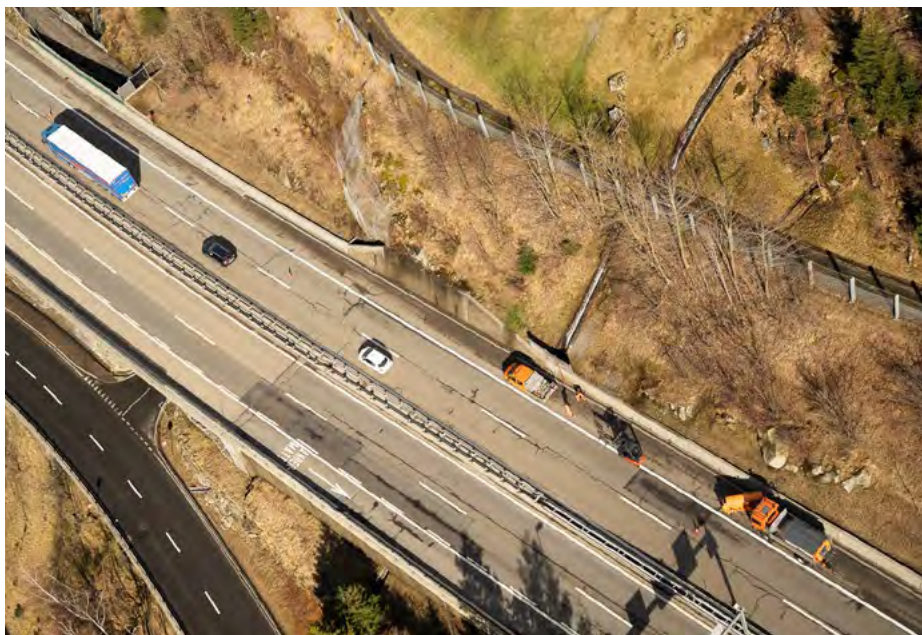
lagsüberzug aus Asphalt) gilt Belgien, das dieses System seit über 70 Jahren praktiziert. Ebenfalls mit Erfolg setzen die Niederlande dünne Asphaltdeckschichten auf durchlaufend bewehrte Betondecken in unterschiedlichen Varianten ein.

Aus der Betrachtung diverser Aufbauvarianten lässt sich tendenziell folgern, dass das Verbundsystem Asphalt/Beton mit einer dünnen Asphaltdeckschicht hinsichtlich der Dauerhaftigkeit bessere Eigenschaften aufweist als der Aufbau mit einer klassischen Trag- und Binderschicht aus Asphalt.

Insgesamt sind die langjährigen Erfahrungen mit dieser Kombinationsbauweise in Bezug auf Fahrkomfort, Langlebigkeit und Lärmreduktion ausgezeichnet.

«Aus Sicht aller Projektbeteiligten kann dieser in Kompositbauweise durchgeführte Sanierungsabschnitt als Erfolg gewertet werden. Sowohl die systemkonforme Planung und Bemessung der durchlaufend bewehrten Betonfahrbahn als auch die anspruchsvolle Realisierung konnten mit einem erfahrenen Planerteam und einer qualifizierten Unternehmerschaft qualitätsbewusst umgesetzt werden.»

Gert Müller



Beschädigungen am Strassenoberbau geprägt durch Deformationen, Spurrinnenbildung auf der Normalspur (LKW-Spur) und Belastungsrisse machten eine Intervention unumgänglich.



A2, rechte Seite bergwärts Richtung Süden, Autobahnabschnitt Dosierstelle Naxberg, Normalbetrieb und Stau

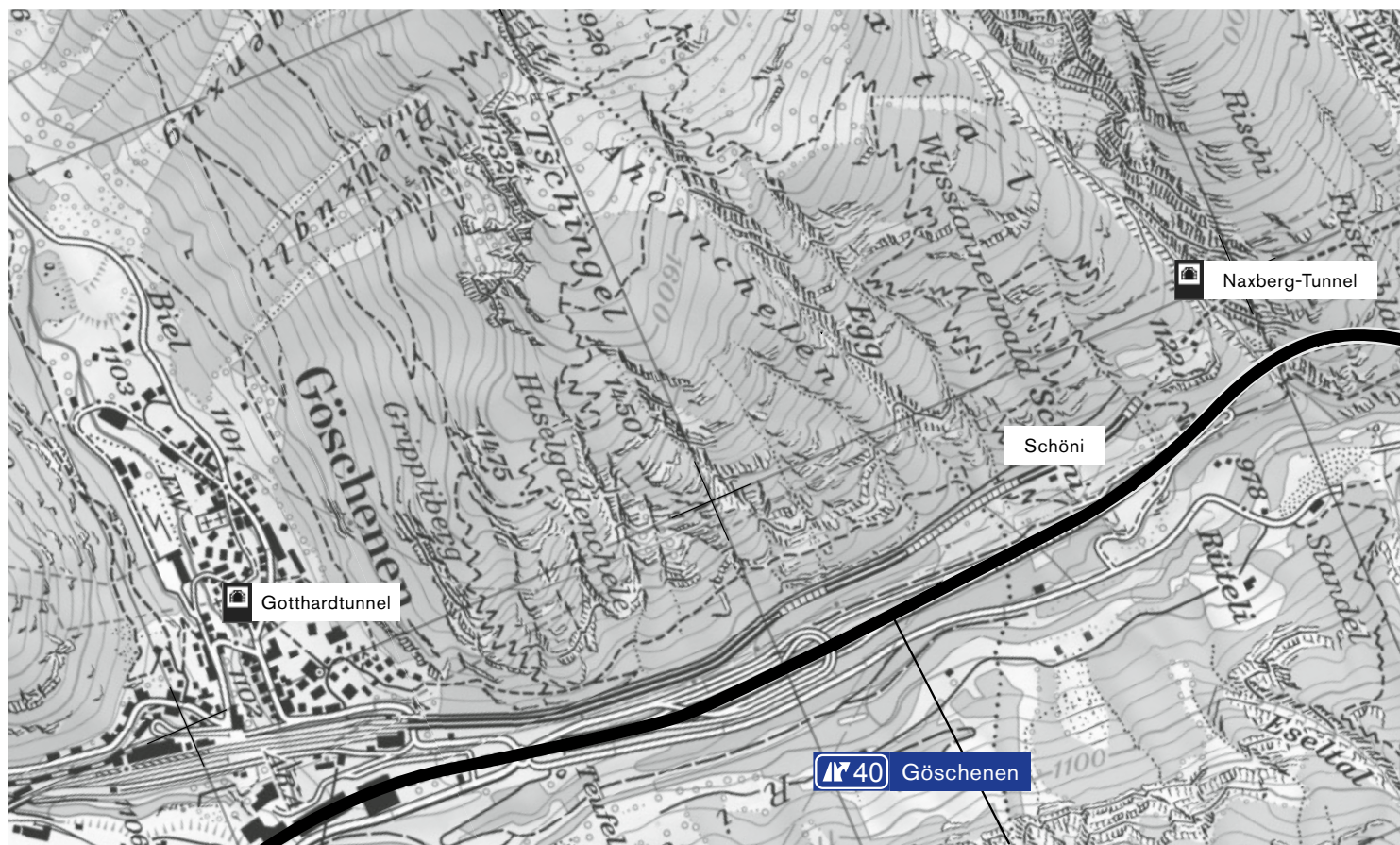
Projektbeschreibung und Ausgangslage

Der Nationalstrassenabschnitt A2 zwischen Amsteg und Göschenen auf der Gotthard Nordrampe im Kanton Uri wurde zwischen 1963 und 1980 erstellt. Die Inbetriebnahme erfolgte gestaffelt zwischen 1971 und 1980. Eine erste umfassende Instandsetzung der gesamten Bausubstanz wurde zwischen 1990 und 2001 vorgenommen. Eine weiteres Erneuerungsintervall erfolgte seit dem Jahr 2019.

Ab Dezember 2019 bis Ende 2021, vor Beginn der eigentlichen Bauarbeiten auf der Autobahntrasse wurden auf dem ganzen Abschnitt Schutzmassnahmen gegen Naturgefahren ausgeführt. Diese beinhalteten die Erweiterungen und Ergänzungen der Schutzdämme und Steinschlagverbauungen sowie die Instandsetzung bestehender Schutzbauten. Davon betroffen war in erster Linie die Fahrbahn Richtung Süden.

Ziel des Erhaltungsprojekts Amsteg-Göschenen ist, die Autobahn A2 auf dem rund 13,9 Kilometer langen Abschnitt zu warten. Dieser Trasse-Abschnitt ist gesamthaft in einem annehmbaren bis guten Zustand und grösstenteils konform mit den aktuellen Normen und Richtlinien. Auch betreffend Lärmschutz und dem Schutz gegenüber Naturgefahren besteht Aufholbedarf. Im Wesentlichen sollen die Deck- und Binderschicht über dem gesamten Erhaltungsabschnitt ersetzt werden.

Übersichtssplan Naxberg



LKW-Dosierstelle Naxberg

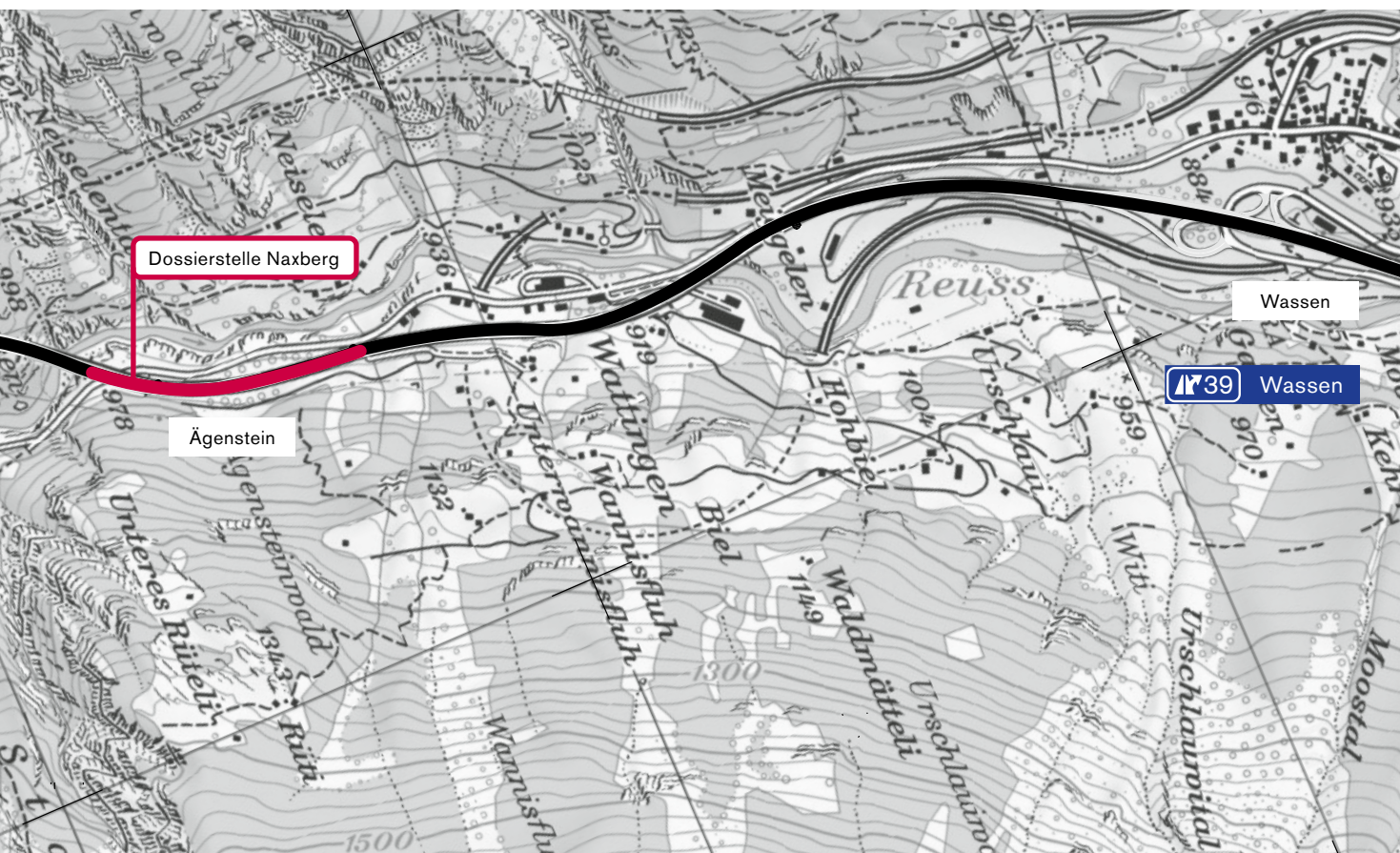
An den sogenannten Dosierstellen werden die LKW angehalten, kontrolliert und dann «dosiert» in den Gotthardstrassentunnel hineingelassen. Erstmals sollte in der Schweiz auf einem Teil des Abschnitts zwischen den Ausfahrten Wassen und Göschenen in Fahrtrichtung Süden eine durchgehend bewehrte Betonfahrbahn in Kompositbauweise mit lärmarmen Asphaltdeckschicht systemkonform und prozesssicher erstellt werden.

Hinter dem Entscheid für diese Bauweise steckte folgende Überlegung: Für jeden Strassenabschnitt sollte der jeweils richtige Baustoff eingesetzt werden. Während die hauptsächlich von PKW befahrene Überholspur kon-

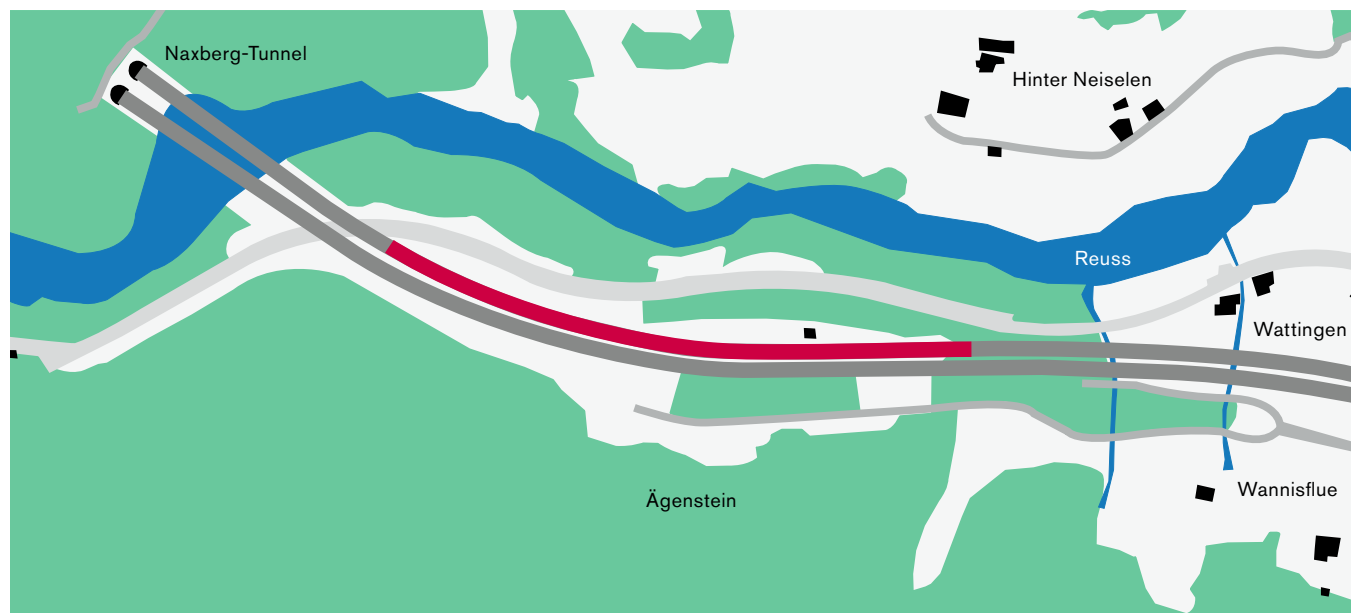
ventionell aus Asphalt bestehen bleiben sollte, wurde die durch Lastwagen stark beanspruchte Normalspur der Dosierstelle Naxberg als durchgehend bewehrte Betonfahrbahn ausgeführt. Die Neubauarbeiten wurden in der verkehrsrärmeren Zwischensaison von Mitte August bis Mitte Oktober nachts ohne LKW-Aufkommen realisiert. Die Betonage des rund 370 m langen Fahrstreifens wurde in einem einzigen Nachtfenster in der Zeitspanne zwischen 21 Uhr abends und 5 Uhr morgens realisiert.

Es wird von folgenden Kapazitäten ausgegangen

Trasse bergwärts	1400 bis 1500 Motorfahrzeuge pro Stunde
Gotthardstrassentunnel	900 Motorfahrzeuge pro Stunde
Schwerverkehrsanteil	12 %



Situation Dossierstelle Naxberg

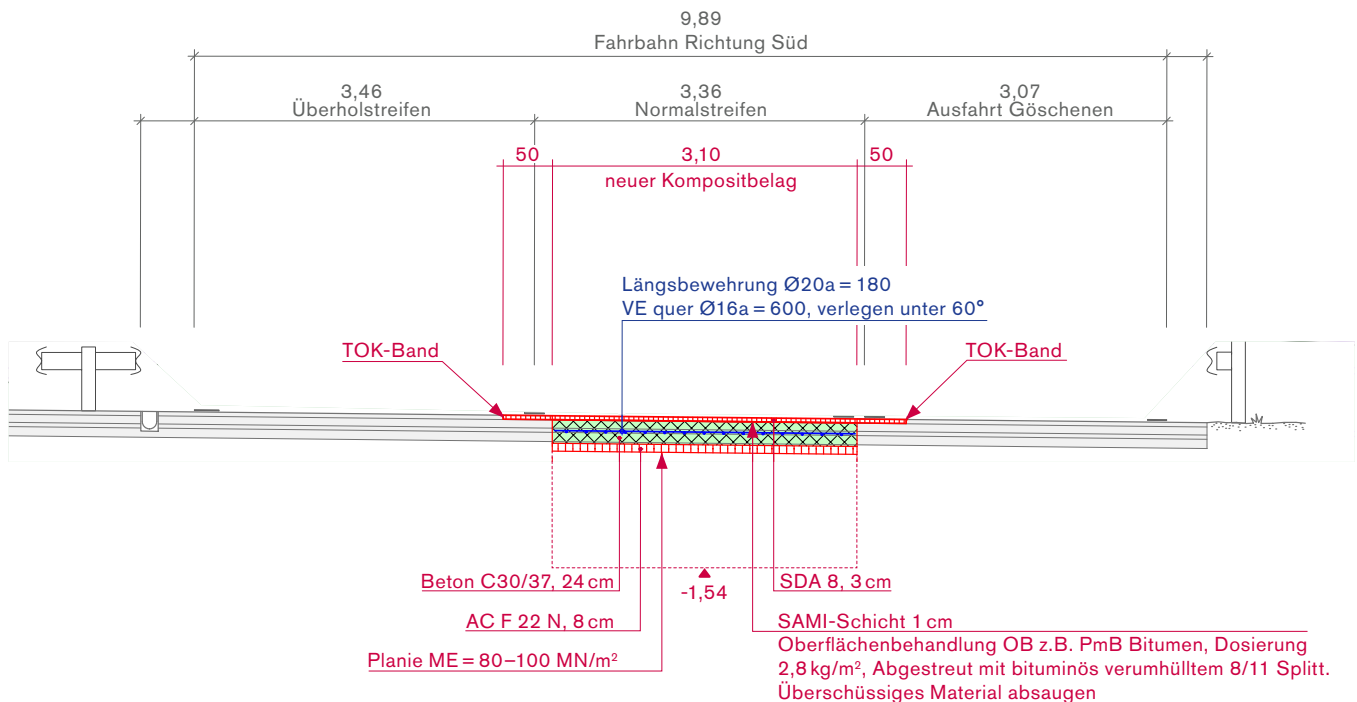


Technische Daten

Länge Kompositbauweise	L = 368,00 m
Breite Fahrstreifen Normalspur	B = 3,10 m
Höhenlage Baustelle	ca. 1000 m.ü.M

Aufbau und Normalprofil

Nach eingehender Analyse in- und ausländischer Erfahrungen ergab sich für den Kompositbelag folgender Aufbau:



Kompositbauweise, technisches System Asphaltdeckschicht auf durchlaufend bewehrter Betonfahrbahn

Der Vorteil einer durchgehenden Bewehrung der Betonfahrbahn liegt in der etwas geringeren Dicke der Fahrbahn im Vergleich zur Bauweise mit Fugen. Zudem entfällt der durch die Fugen verursachte Erhaltungs- und Pflegeaufwand und der Fahrkomfort steigt.

Sowohl Belgien als auch die Niederlande und Deutschland haben bereits umfangreiche, positive Erfahrungen mit durchgehend bewehrten Fahrbahndecken aus Beton gemacht. So konnten etwa in Belgien Projekte in durchlaufend bewehrter Betonbauweise eine Nutzungsdauer von bis zu 50 Jahren mühelos erreichen. Diese deutlich längere Lebensdauer gegenüber den klassischen Fahrbahndecken leistet einen wichtigen Beitrag zur Nachhaltigkeit. Auch im Rahmen der LKW-Dosierstelle Naxberg wurde die Kompositbauweise erfolgreich umgesetzt. Gute Gründe also, dieses System in Zukunft bei hochbelasteten Autobahnabschnitten einzusetzen.

Eindämmung des Risikos von Blasenbildung

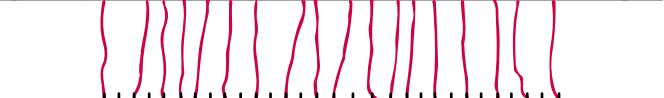
In den letzten Jahrzehnten haben Untersuchungen im Rahmen von Forschungsaufträgen auf Schweizer Betonautobahnen gezeigt, dass Elastomer-Membranen (Bitumenemulsionen) als Haftvermittler in Kombination mit geschlossen porigen Asphaltbelägen (bei einem Hohlraumgehalt von zirka 2 % bis 6 %) mit einem erhöhten Risiko zur Blasenbildung verbunden sind. Die Gefügestruktur des darunter liegenden Betons hat ferner einen gewissen Einfluss auf die Häufigkeit der Blasenentwicklung.

Was ist dagegen zu unternehmen? Eine mögliche Blasenbildung kann durch die Verwendung einer durchlässigen SAMI-Schicht (SAMI = Stress Absorbing Membrane Interlayer) und einer Asphaltsorte mit einem erhöhten Hohlraumgehalt von $\geq 6\%$ eliminiert werden.

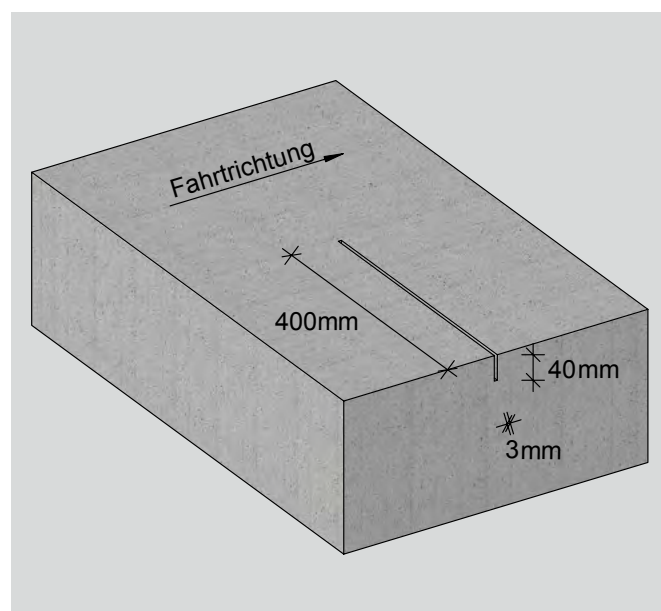
Bei der LKW-Dosierstelle Naxberg wurde eine lärmarme Deckschicht SDA 8-12 (semidichter Asphalt) eingesetzt, welche aufgrund ihrer Struktur mit Hohlraumgehalten in der Größenordnung von 12 % bis 14 % in der Lage ist, die aus dem Betonuntergrund auftretenden Dampfdrücke in sich abzuleiten.

Active Crack Control

Rissbilder und Rissverteilung bei Betonfahrbahnen im Vergleich

Willkürliche freie Rissbildung	
Definierte geschnittene Querfugen (Plattenbauweise)	
Durchlaufend bewehrte Fahrbahn ohne Vorkerbung	
Durchlaufend bewehrte Fahrbahn, Vorkerbung durch Active Crack Control	

Vorkerbung Active Crack Control



Vorteile einer «Active Crack Control»

- Schnellere Rissentwicklung
- Rissbreiten etwa 0,2–0,5 mm
- Regelmässige und geradlinige Rissbildung
- Rissabstände 1,20–2,50 m
- Minimierung des Risikos von Paketrisen

Realisierung und Qualitätsüberwachung Betonqualität für den 1-schichtigen Aufbau

Beton für Verkehrsflächen (gemäss SN EN 206)

Druckfestigkeitsklasse	C 30/37
Expositionsklasse	XC4 (CH), XD3 (CH), XF4 (CH)
Chloridgehaltsklasse	Cl 0,10
Grösstkorn	D _{max} 32mm
Konsistenzklasse	C1 (Zielwert VM: 1,26–1,35) maschineller Einbau C2 (Zielwert VM: 1,15–1,25) Handeinbau

Zusätzliche Anforderungen (gemäss SN 640 461)

Luftgehalt im Frischbeton	3–6 %
Biegezugfestigkeit	nach 28 Tagen: $f_{ctk,fl} (t=28d) \geq 5,5 \text{ N/mm}^2$
Gebrochene Körner	Anteil Zuschlagstoffe aus gebrochenen Gesteinskörnungen > 60 % Anteil gebrochener und vollständig geunderter Körnung (Bruchflächigkeit) C95/1
PSV- Wert	> 50 (Widerstand gegen Polieren)
AAR-P2	AAR-Beständigkeit Präventionsklasse P2, «AAR-beständiger Beton», nach SIA Merkblatt 2042

Der Beton wurde aus der Region geliefert.
Sorte: G-Beton mit 67 % Hartsplitt-Anteil, PSV-Wert 57

Bauablauf

- Einbau in der Nacht vom **10. September 2020** auf den **11. September 2020**: Start der maschinellen Betonage 21:30 Uhr, Ende der maschinellen Betonage 04:15 Uhr, Handeinbaufelder 04:15 bis 07:30 Uhr
- Aufräumen und Abbürsten der Betonoberfläche: **11. September 2020**
- Feuchtigkeitsmessungen/Beurteilung Rissverteilung: **24. September 2020, 13 Tage nach Einbau, mittlere Feuchte ca. 3,2%**
- Einbau SAMI (SAMI = Stress Absorbing Membrane Interlayer) und Deckbelag SDA 8-12: **30. September und 1. Oktober 2020**

Verlegung der Längs- und Querbewehrung der Fahrbahn auf Asphalttragschicht AC F 22



Bewehrung der Endverankerungen



Maschineller Einbau mit
Gleitschalungsfertiger

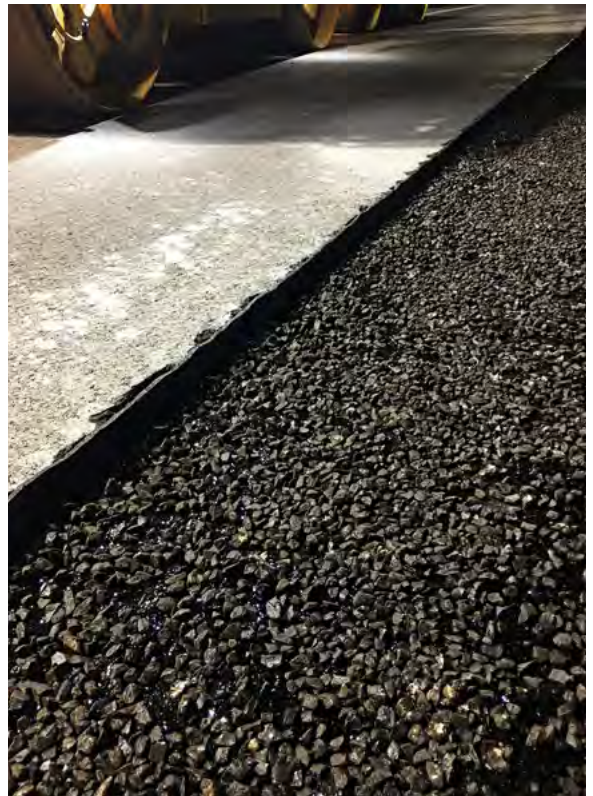


Active Crack Control und gleichmässige Rissverteilung
alle 1,20 m–2,50 m / Rissbreiten 0,1 mm–0,5 mm





Betonoberfläche verzögert
und Zementhaut entfernt
(ausgebürstet)



Applikation der SAMI
(Stress Absorbing
Membrane Interlayer)





Deckbelagseinbau
SDA 8-12



Bereit für die Verkehrsfreigabe
(Blick Fahrtrichtung Süden)



Erfahrungen und Ausblick

Zusammenfassend lassen sich folgende Vorteile der Kompositbauweise aus den Erfahrungen des beschriebenen Projektes der LKW-Dosierstelle Naxberg an der Gotthardautobahn A2 belegen:

- Die Kombination von Beton und Asphalt ist nach den bisherigen Erfahrungen aus Belgien, den Niederlanden und teilweise auch aus Deutschland als sehr dauerhaft und langlebig einzustufen.
- Die Herstellung robuster, dünner Asphaltbeläge auf Beton ist technisch möglich, durch Forschungsprojekte belegt und im Schweizer Regelwerk beschrieben.
- Der Einbau erfolgt in 1-schichtiger Bauweise, maschinell mit Gleitschalungsfertiger. Handeinbauten sind auf kurzen Strecken ebenfalls möglich.
- Im gesamten Deckenquerschnitt genügt der Einsatz von reinem Rundkornbeton. Gebrochene Gesteinskörnungen sind nicht mehr zwingend notwendig, da keine Anforderungen an die Oberflächentextur des Betons gestellt werden, wodurch Potenzial zu Einsparungen vorhanden ist.
- Anforderungen an die Frosttaumittel- und AAR-Beständigkeit sind hingegen nach wie vor gültig für Betonfahrbahnen.
- Griffigkeits- und Lärmanforderungen an den Beton sind nicht mehr relevant, wodurch eine besondere Oberflächenbearbeitung oder Texturierung des Betons entfällt.
- Die lärmindernden Eigenschaften werden durch die Art und Ausführung der Asphaltschicht definiert.

Wie sieht die Zukunft der Kompositbauweise möglicherweise aus?

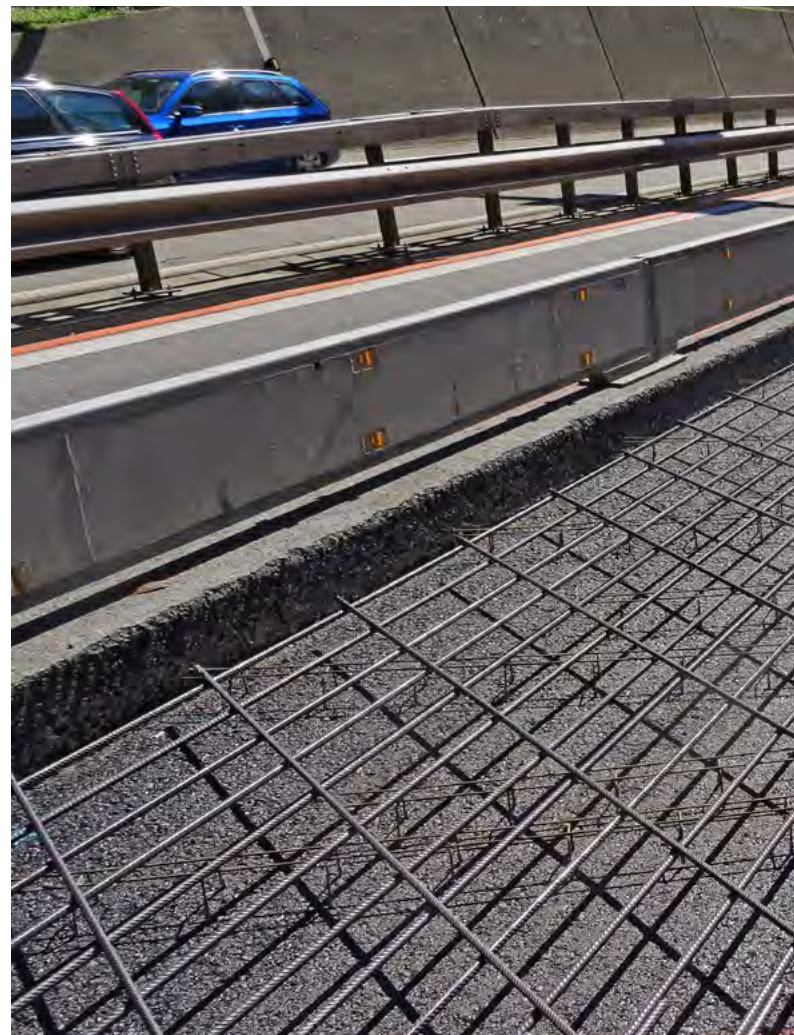
Die Kompositbauweise mit einer dünnen, lärmarmen Asphaltdeckschicht auf einer starren, durchlaufend bewehrten Fahrbahn aus Beton hat ihre Tauglichkeit bereits unter Beweis gestellt. Voraussetzung sind eine sachgemässe Planung des Systems und das Einhalten der Qualitätsvorgaben bei der Ausführung.

Vielversprechende Ansätze sind hierzulande bereits zu erkennen. Wünschenswert wären weitere Erprobungen auf Nationalstrassen, gegebenenfalls auch auf Kantonsstrassen. Dies würde zu einer Vertiefung der vorhandenen Erkenntnisse beitragen und darüber hinaus die Fachkompetenzen der Planenden und Ausführenden weiter aufbauen und fördern.

Ein europäischer Vergleich der Neubaukosten zeigt, dass die Herstellungskosten der Kompositbauweise nur geringfügig über den Kosten der klassischen Einzelplattenbauweise liegen. Somit ist die Kombination von Beton mit Asphalt bereits im Neubau wirtschaftlich konkurrenzfähig. Die Kombinationsbauweise ist, wenn man die realistische Nutzungsdauer von 50 Jahren bis zum nächsten Zyklus der Gesamterneuerung betrachtet, wesentlich wirtschaftlicher, sicherer und ressourcenschonender als alle etablierten Bauweisen im Strassenbau!

Die steigenden Energiekosten weltweit, insbesondere die steigenden Preise auf dem Rohölmarkt, lassen nichts Gutes erahnen. Der Trend wird sich deutlich nach oben fortsetzen. Umso wichtiger ist heute mehr denn je ein verantwortungsbewusster, haushälterischer Umgang mit den uns zur Verfügung stehenden knappen Ressourcen.

Verkehrswege in Kompositbauweise bieten wesentliche Vorteile hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Dauerhaftigkeit und sollten als Alternative zur reinen Asphaltbauweise vermehrt zum Einsatz kommen. Eine langfristige Nutzung der Strassen bei möglichst geringem Unterhalt kommt uns allen zugute.



«Mittlerweile ist dieses Teilstück in Kompositbauweise rund eineinhalb Jahre in Betrieb und unter Beobachtung durch die örtliche Bauleitung. Nach aktuellem Stand gibt es keinerlei Beanstandungen, weder Risse in der Deckschicht noch Vertikalversätze (Stufen) oder Blasenbildungen. Mit Stolz stellen wir fest, dass das durchlaufend bewehrte System wie geplant funktioniert.»

Gert Müller

Literatur:

Schweizer Norm SN 640 461, Betondecken für Verkehrsflächen, Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten

Bundesamt für Strassen ASTRA, Projektwebseite, Infobroschüren Baustelle A2 Amsteg-Göschenen, www.astra.admin.ch

Bypass Covin E420 – N5 (Belgium) Presentation and Worksite Visit, 26. März 2019 (CEMCO Consult), Example Active Crack Control (Luc Rens, FEBELCEM)

Bundesamt für Strassen ASTRA, N01, Anschluss Oensingen, Monitoring Kompositbelag, 29. März 2018

FGSV Betonstrassentagung am 24./25. September 2015 in Ulm/D, Vorträge aus der Arbeitsgruppe Betonbauweisen: Durchgehend bewehrte Betonfahrbahnen mit dünner flexibler Deckschicht

Kompositbauweise – maximale Nutzungsdauer und minimaler Unterhalt, Referat Schweizer Fachtagung Betonstrassen (Betonsuisse) am 5. Mai 2015, Dipl.-Ing. Stefan Höller, Bundesanstalt für Strassenwesen (BASt)

Bundesamt für Strassen ASTRA, Blasenbildung im Belagsüberzug, Untersuchung der Ursachen, Tecnotest AG, Beurteilungsbericht von A. Bernhard und R. Werner, 28. April 2011

Publikation update 2/12, BETONSUISSE Marketing AG, Dünne Asphaltschichten auf Betondecke, 2012

Bundesamt für Strassen ASTRA, Konzeptstudie Kompositbelag, Februar 2006

Bildmaterial:

Gert Müller, Müller Engineering GmbH, Wäldi

Walo Bertschinger AG, Strassenbau Zürich

Ingenieurgemeinschaft IG AmGö (Bigler AG, dsp AG, Schällibaum AG, B+S AG, Kissling und Zbinden AG)

Bundesamt für Strassen ASTRA, Filiale Zofingen

Gotthardstrassentunnel.ch



Interessengemeinschaft Betonstrassen

cemsuisse

Verband der Schweizerischen
Cementindustrie
Marktgasse 53
3011 Bern
Telefon 031 327 97 97
info@cemsuisse.ch
www.cemsuisse.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
chausseeconcrete@holcim.com
www.holcim.ch

Implenia Schweiz AG

Thurgauerstrasse 101A,
8152 Glattpark (Opfikon)
Telefon 058 474 75 00
marketing@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 058 387 28 18
r.baumann@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
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
Toulouser Allee 71, D-40476 Düsseldorf
Telefon +49 (0)211 28048-1, Fax +49 (0)211 28048-320
izb@beton.org, www.beton.org



Beton Dialog 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.at, www.zement.at