



Aktuelles zum Thema Betonstrassen

update 3/09

Die Betonstrasse – eine nachhaltige Bauweise mit Zukunft

Betondecken eignen sich dank ihrer Beschaffenheit für alle Verkehrsflächen. Insbesondere für Autobahnen und Schnellstrassen stellen sie eine optimale Lösung dar: Betondecken erhöhen die Verkehrssicherheit, schonen die Umwelt – und sind auch aus wirtschaftlicher Sicht attraktiv.

Die Betonstrasse – eine nachhaltige Bauweise mit Zukunft

Der Betonstrassenbau konzentrierte sich in Österreich und den benachbarten Ländern überwiegend auf das hochrangige Autobahnen- und Schnellstrassennetz, wo eine starke Verkehrszunahme beim Schwerverkehr aber auch Sicherheitsbestrebungen (bei Tunnel mit Längen über 1000 m) die Betonbauweise erforderten. Die Betonstrasse der modernen Generation bietet eine optimale Lösung: hohe Tragfähigkeit und Verformungswiderstand (keine Spurrinnen), längere Instandsetzungsintervalle (weniger Baustellen) und geringeren Erhaltungsbedarf. Im städtischen Bereich findet die Betonbauweise überwiegend Anwendung bei Bushaltestellen, Busspuren und im Kreuzungsbereich. Hinzu kommen Sicherheit im Brandfall, lärmindernde Eigenschaften, hohe Griffigkeit und Helligkeit.

Für richtig bemessene und nach modernen Gesichtspunkten gebaute Betonstrassen sind Erneuerungsintervalle von 40 Jahren durchaus realistisch.

Allgemein

Bereits 1990 wurde in Österreich die Waschbetonbauweise mit ihren guten lärmindernden Eigenschaften und ihrem hohen Griffigkeitsniveau eingeführt. Sie stellt heute die Standardbauweise für das hochrangige Strassennetz in Österreich dar und hat sich auch im städtischen Bereich bewährt. Jüngste Untersuchungen (Forschungsauftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie BMVIT) [1] bestätigen das gute Langzeitverhalten: die



Abbildung 1: Generalerneuerung und Verbreiterung Knoten Vösendorf – Südatabahn A2, 2005 Foto: VÖZ

Messergebnisse Rollgeräuschmessung

Rollgeräuschpegelanstieg der untersuchten Fahrbahndeckschichten, $v = 100 \text{ km/h}$

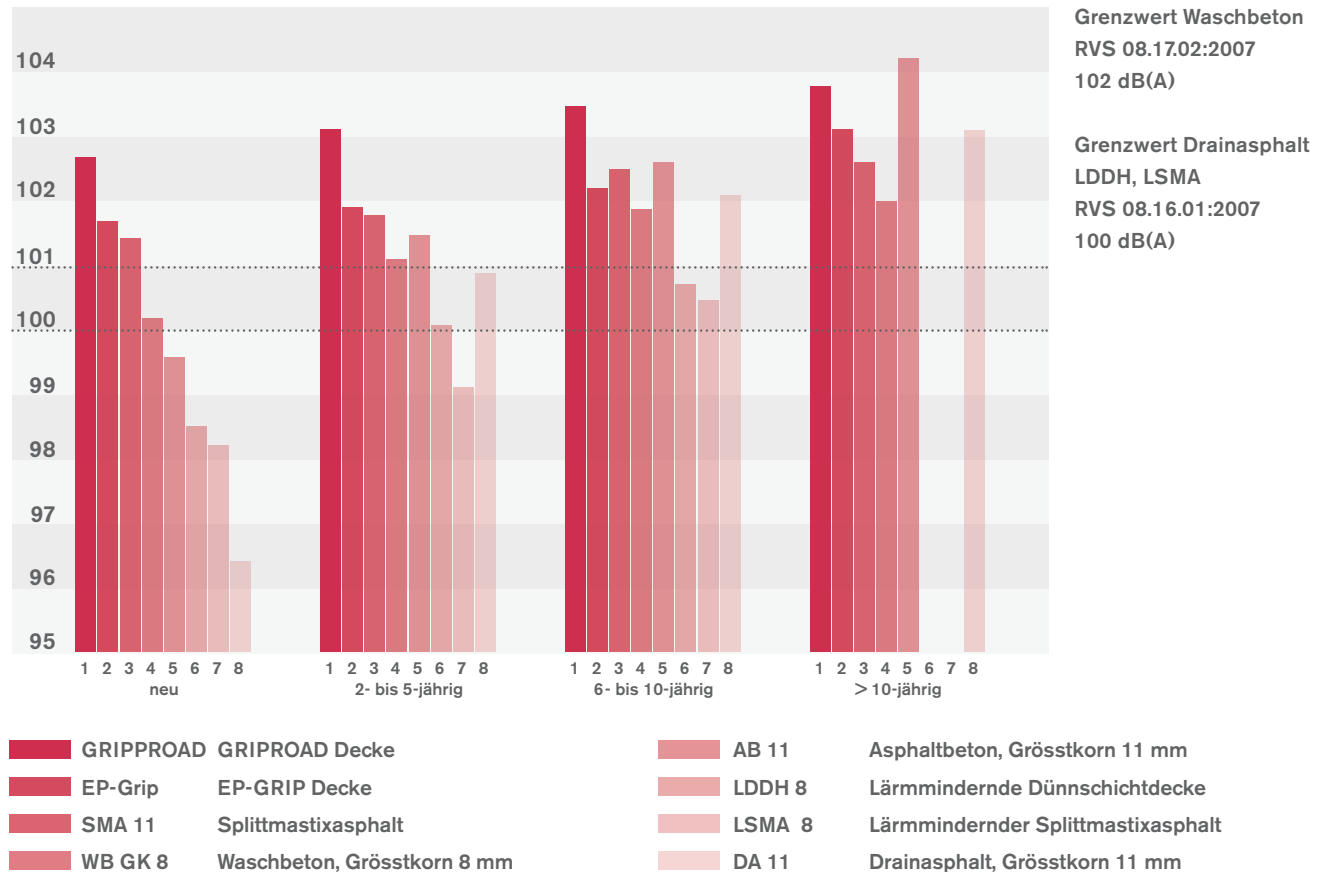


Abbildung 2: Rollgeräuschpegel auf Decken unterschiedlichen Alters [1]

Waschbetonoberfläche mit Grösstkorn 8 mm verliert auch nach weit über 10 Jahren Liegedauer unter Verkehr kaum von ihren lärmmindernden Eigenschaften. In Deutschland wurde die Waschbetonbauweise mit dem Allgemeinen Rundschreiben (ARS) Nr. 14/2006 zur Regelbauweise erklärt, in den USA wurden 2008 erste Waschbetonstrecken nach österreichischem Vorbild gebaut.

Die Betondecke wird in Zukunft aus volkswirtschaftlicher Sicht weiter an Bedeutung zulegen. Sie entwickelt sich zu DER nachhaltigen Bauweise: Geringere Lebenszykluskosten für den Baulastträger, Recyclingfähigkeit, Schadstoffreduktions-, Lärmreduktions- und Energiesparaspekte und Nutzen für die Strassenbenutzer durch Verkehrssicherheit, Komfort und Fahrzeugbetriebskosten

sowie geringere Staukosten infolge seltenerer Baustellenbehinderungen.

Autobahn Neubau und Generalerneuerung

Betondecken haben in Österreich eine lange und kontinuierliche Tradition. Seit Jahrzehnten ist kein Jahr ohne eine Betondeckenherstellung vergangen. Auf Problemstellungen und Entwicklungen in der Praxis kann rasch reagiert und Vorschriften und Richtlinien können schnell an den Stand der Technik angepasst werden.

Betondecken sind hinsichtlich Festigkeit, Lastverteilung, Griffbarkeit, Helligkeit, Verschleiss- und Verformungswiderstand für alle Verkehrsflächen



Abbildung 3: Waschbetonoberfläche – Margareten Gürtel, Wien, 2007 Foto: VÖZ

geeignet. Sie stellen für das hochrangige Strassen-netz (Autobahnen und Schnellstrassen) mit dem stark zunehmenden Schwerlastanteil und dem sich ständig erhöhenden Verkehrsaufkommen, insbesondere aus Gründen der Verkehrssicherheit, des Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit, eine optimale Lösung dar.

Baugrundsätze

Entsprechend den österreichischen Richtlinien und Vorschriften für den Strassenbau (RVS 03.08.63, Oberbaubemessung [2]) haben Betonstrassen in der höchsten Lastklasse (Lastklasse S bei 18 bis 40 Millio-

nen Bemessungsnormlastwechsel BNLW) folgenden Aufbau:

- 25 cm Betondecke (Oberbeton / Unterbeton)
- 5 cm Asphalttragschichte
- 20 cm Zementstabilisierung oder 45 cm ungebundene Tragschicht

Die Betondecke wird nicht bewehrt, sie enthält stets Dübel in den Quertugen und Anker in den Längstugen [3]. Für höhere Belastungen ist eine Dicken-erhöhung auf 28 cm bzw. ab 80 Mio. BNLW eine gesonderte Bemessung notwendig. Der Dickenbemessung der Decke und der Vermeidung von Minderdicken kommt eine grosse Bedeutung zur Sicherstellung der prognostizierten Lebensdauer

zu. Laut Litzka [4] sind für eine richtig bemessene und nach modernen Gesichtspunkten gebaute Betondecke durchaus Erneuerungsintervalle von 40 Jahren realistisch.

Die strukturelle Lebensdauer einer Betondecke hängt aber nicht nur von der Deckendicke allein, sondern auch von baulichen Randbedingungen, wie Fugenausbildung, Entwässerung, Erosionsbeständigkeit und Qualität der Unterlage etc. ab [4]. Neue Betondecken werden ausschliesslich mit abgedichteten Fugen hergestellt. Zusätzlich soll die Entwässerung der Deckenunterlage an den Tiefpunkten durch Einlegen von flachen Drainageprofilen in die eingefräste Asphaltunterlage sichergestellt werden.

Betonzusammensetzung und Anforderungen

An den Beton werden neben der Festigkeit (Verkehrslasteinwirkung) sehr hohe Anforderungen gestellt: Verschleissfestigkeit, Frost- und Witterungsbeständigkeit, Frost-Tausalzbeständigkeit, Lärminderung, Griffigkeit etc.

Für die Betondeckenherstellung ist ein Portlandhüttenzement CEM II/..S (Deckenzement DZ nach ÖNorm B 3327-1), Festigkeitsklasse 32,5 oder 42,5 [5 und 6] zu verwenden. Die Biegezugfestigkeit im Alter von 28 Tagen, geprüft nach EN

196-1 [7], muss mindestens 7 N/mm² betragen. Die Mahlfeinheit, bestimmt als spezifische Oberfläche nach Blaine darf 4.000 cm²/g nicht überschreiten, der Erstarrungsbeginn (20°C) soll 120 Minuten nicht unterschreiten.

Die hochwertigen, polier- und verschleissfesten Gesteinskörnungen werden aus Kostengründen nur für den Oberbeton verwendet. Der Unterbeton kann mit lokal verfügbaren preisgünstigeren Gesteinskörnungen oder auch mit Recyclingzuschlägen aus der alten Betondecke hergestellt werden. Die Betonzusammensetzungen für Ober- und Unterbeton enthalten künstliche Luftporen. Die RVS 08.17.02 [3] enthält Richtwerte für die Betonzusammensetzung (Zementgehalt, Luftgehalt).

Oberflächenstruktur

Die Betondecke wird in Österreich überwiegend mit einer lärmindernden Waschbetonoberfläche ausgeführt. Bereits 1990 wurde diese Waschbetonbauweise mit ihren guten lärmindernden Eigenschaften und ihrem hohen Griffigkeitsniveau eingeführt.

Sie stellt heute die Standardbauweise in Österreich dar und hat sich auch im städtischen Bereich bewährt. Jüngste Untersuchungen (Forschungsauftrag des BMVIT) [1] bestätigen das gute Langzeitverhalten: die Waschbetonoberfläche mit Grösstkorn 8 mm



Abbildung 4: Betonfahrbahndecke im Herzogbergtunnel, Südautobahn A2 Foto: VÖZ



Abbildung 5: Kreisverkehr Schwechat, Niederösterreich Foto: VÖZ

verliert auch nach weit über 10 Jahren unter Verkehr kaum an ihren lärmindernden Eigenschaften (Abbildung 2), in einzelnen Fällen (BMVIT Forschungsvorhaben «Lärmtechnisches Verhalten von Waschbetonoberflächen» [8]) konnte sogar eine Abnahme der Lärmemissionen festgestellt werden.

Bewährt hat sich diese Bauweise auch im städtischen Bereich, wo Strassenbeton mit Fließmittel (Abbildung 3) eingebaut wird.

Betondecke im Tunnel

Tunnel werden unter grösstmöglichen Sicherheitsaspekten geplant und gebaut. Als Folge der schweren Brandereignisse in Tunneln in den vergangenen Jahren wurde in Österreich in der RVS 09.01.23 [9] festgelegt, dass ab einer Tunnellänge von 1000 m eine Betonfahrbahndecke anzuordnen ist (Abbildung 4).



Abbildung 6: White Topping Referenzstrecke Berg, NÖ Foto: VÖZ

12-Stunden-Beton

War bis vor wenigen Jahren für Instandsetzungsmaßnahmen der 24-Stunden-Beton im Wiener Raum noch gängige Praxis für die Reparatur von einzelnen Betonfeldern, so reicht er bei dem ständig steigenden Verkehrsaufkommen heute nicht mehr. Im Juli 2002 wurde erstmals auf der A23 ein sogenannter 12-Stunden-Beton in grossen Mengen eingebaut. Mit diesen Rezepturen wurden keine Kleinstflächen repariert, sondern an nur zwei Wochenenden etwa 1.250 m² Fahrbahn saniert [10].

Neben optimaler Organisation und Ablaufplanung der Reparaturbaustelle spielt vor allem die Erhärtungsgeschwindigkeit des neuen Betons eine entscheidende Rolle [11]. Durch den Einsatz von geeigneten, leistungsfähigen Fließmitteln kann der Wasser-/ Bindemittel-Wert bei gleichbleibender Verarbeitbarkeit gesenkt und die Erhärtungsgeschwindigkeit erhöht werden.

Kreisverkehrsanlagen mit Betonfahrbahndecke

Im Osten Österreichs wurden in den letzten Jahren immer häufiger Kreisverkehrsanlagen mit Betonfahrbahndecken ausgestattet (Abbildung 5), die Tendenz der Anwendung ist steigend. Die Betonbauweise gelingt, wenn die Decke richtig dimensioniert wird und eine hohe, gleichmässige Qualität aufweist.

2006 wurden die Empfehlungen in einem Merkblatt «Kreisverkehrsanlagen mit Betonfahrbahndecke» [12] zusammengefasst und von der Österreichischen Vereinigung für Beton und Bautechnik (ÖVBB) herausgegeben. Inzwischen wurde auch eine RVS «Kreisverkehre mit Betonfahrbahndecke» [13] veröffentlicht.

White Topping

Bei stark belasteten Asphaltstrassen entstehen in Hitzeperioden in Staubereichen (z.B. vor Kreuzungen, Bushaldebuchten etc.) häufig Spurrinnen. Instandsetzungen erfordern meist den Austausch dicker Schichten, manchmal treten wieder Verformungen auf.



Abbildung 7: Einbau mit Fertiger Foto: Archiv ISTU (Institut für Verkehrswissenschaften, Professur für Strassen- und Flugbetriebsflächenbau)



Abbildung 8: Spurweg Horitschon, Bgld. Foto vÖZ

Mit einer innovativen Technik können diese Spurrinnen dauerhaft instand gesetzt werden: Die alte Asphaltunterlage wird etwa 10 cm tief abgefräst und die verbleibende Oberfläche sorgfältig gereinigt. Anschliessend wird hochwertiger Strassenbeton entsprechend der Frästiefe aufgebracht, sodass ein guter Verbund entsteht. Diese Technik nützt die Tragfähigkeit der verbleibenden Asphalt-schicht und stellt die Verformungsresistenz durch die dünne Betondecke sicher [14].

In den USA bereits Standardbauweise, wurden in Österreich erste Strecken auf dem Bauhof der Firma Pittel & Brausewetter in Wien (1997), auf dem Werksgelände der Firma Lafarge Perlmooser GmbH in

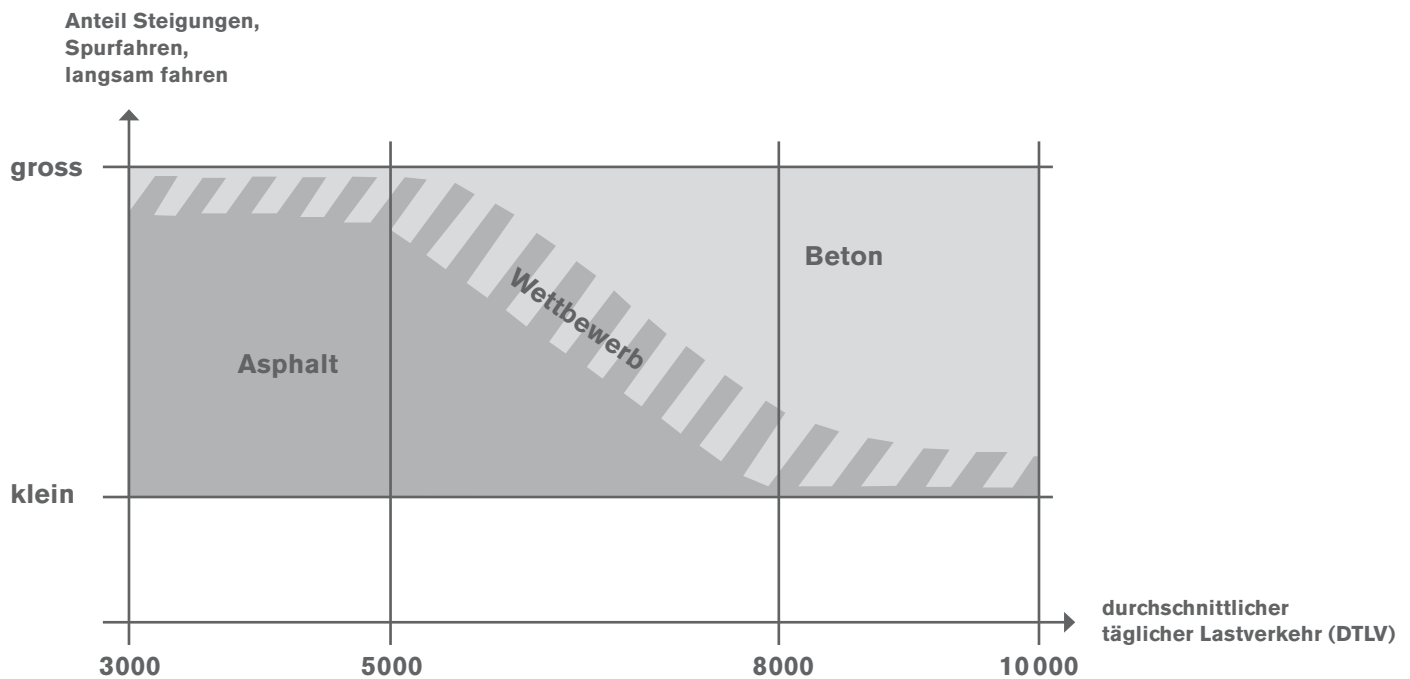


Abbildung 9: Entscheidungsschema für die Wahl der Oberbaukonstruktion [16]

Mannersdorf, im Zentrum von Hartberg (Steiermark) und im Herbst 2006 am Grenzübergang Berg (Niederösterreich) errichtet (siehe Abbildung 6).

Beton im ländlichen Strassenbau

Auch für schwach belastete Strassen und Wege zur Erschliessung des ländlichen Raumes kann die Betondeckenbauweise wirtschaftlich und sinnvoll eingesetzt werden.

Anfang der 80er Jahre wurde ausgehend von den Bundesländern Steiermark, Oberösterreich und Niederösterreich begonnen, Betondecken im ländlichen Strassenbau anzuwenden [15]. Als Vorteil wurde hier die lange Lebensdauer verbunden mit minimalem Erhaltungsaufwand angesehen. Diese Anlagen wurden überwiegend mit einfachen Gleitschalungsfertigern bzw. adaptierten Schwarz-

deckenfertigern hergestellt und haben sich technisch voll bewährt.

Heute hat der Beton im ländlichen Strassenbau ganz besonders im Zusammenhang mit dem Betonspurwegebau eine Bedeutung. Diese beiden ca. je 1 m breiten Spurbahnen werden ebenfalls mit Fertiger eingebaut. Diese Bauweise entspricht auch den hohen ökologischen Anforderungen in sensiblen Naturregionen.

Betondecken aus volkswirtschaftlicher Sicht

Die Auswahl des Strassenoberbaues erfolgt heute nach gesamtwirtschaftlichen Kriterien unter Berücksichtigung der Lebensdauer, der Verfügbarkeit und des Erhaltungsbedarfs [16]. Der volkswirtschaftliche Nutzen der Betondecke manifestiert sich in der erhöhten Verkehrssicherheit, den geringen Behinde-

rungen durch Baustellen und einer längeren Lebensdauer. Dieser Bonus der Betonbauweise aufgrund der geringeren Lebenszykluskosten kommt jedoch nur dann zum Tragen, wenn die Betondecke richtig dimensioniert wird und eine hohe Qualität aufweist.

Die gesamtwirtschaftliche Betrachtungsweise bezieht sich einerseits auf die Nachhaltigkeit des Bauverfahrens und andererseits auf die Nutzerfreundlichkeit für die Strassenbenutzer. Die Bewertung dieser Aspekte sollte transparent nach einheitlichen, d.h. nach möglichst standardisierten Prozessen, erfolgen. Herkömmliche Kosten-Nutzen-Untersuchungsmethoden bieten dazu ein geeignetes Instrumentarium. Beispielsweise ergibt sich der Nutzen für die Baulastträger aus den Lebenszykluskosten, der Nutzen für die Umwelt ergibt sich aus der Recyclingfähigkeit, der Ressourcenschonung, sowie aus Lärmschutz- und Energiesparaspekten und der Nutzen für die Strassenbenutzer ergibt sich aus den Faktoren Verkehrssicherheit, Komfort und Fahrzeugbetriebskosten sowie den geringeren Staukosten infolge seltenerer Baustellenbehinderungen.

1. Entscheidungskriterien für den Bauherrn

Mit der RVS 03.08.71 «Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Oberbaukonstruktionen im Strassenbau» [17] steht in Österreich ein geeignetes Planungsinstrument zur Bestimmung der Lebensdauerkosten zur Verfügung. Die Methode der Investitionsrechnung erlaubt es auch, die Baulastträgerkosten für einen definierten Zeitraum zu bestimmen. Zusätzlich werden Ansätze zur Ermittlung der Nutzerkosten vorgegeben.

Die Erfahrung zeigt, dass für schwer beanspruchte Strassen (ab einem DTLV von etwa 8000 Schwerverfahrzeugen pro Tag) die Betonbauweise praktisch unbestritten ist. Dort, wo Schwerverkehrfahrzeuge nur langsam fahren oder immer wieder stehen bleiben und anfahren, hat die Betonbauweise bereits bei geringerer Verkehrsbelastung ihre wirtschaftliche Berechtigung. Dazu zählen z.B. Steigungs- und Kreuzungsbereiche, Bushaltestellen und Busspuren. Dass der Anteil an Strassen mit Betonfahrbahndecken im Wiener Stadtgebiet steigt, ist dafür ein gutes Beispiel.

Abbildung 9 zeigt, stark schematisiert, die Einsatzdomänen für Asphalt- und Betonstrassenkonstruk-

tionen in Abhängigkeit von der Verkehrsbelastung und vom Anteil der Strecken mit langsamem Schwerverkehr. Im Überschneidungsbereich der beiden Domänen müssen die für das jeweilige Bauvorhaben wichtigen gesamtwirtschaftlichen Kriterien und die im Wettbewerb erzielbaren Preise als weitere Entscheidungskriterien herangezogen werden.

Die absolut richtige Bauweise gibt es nicht. Die Wahl der Oberbaukonstruktion stellt immer einen Kompromiss dar. Betonfahrbahndecken sind für schwer belastete Strassen wirtschaftlich und wettbewerbsfähig, wenn sie auf eine 40- bis 50-jährige Lebensdauer konzipiert sind und die ersten 15 bis 20 Jahre so gut wie keine Erhaltungsmassnahmen benötigen. Beim Bau von Betonfahrbahndecken ist immer zu beachten, dass die Betonherstellung und der Einbau relativ anspruchsvoll sind. In der Regel verzeiht die Betonbauweise weder eine oberflächliche Handhabung noch kleinere Fehler. Derartige Mängel können zu Wertminderungen führen, da sie sich oft nur unzureichend sanieren lassen. Dies stellt hohe Anforderungen an Fachkenntnisse und Sorgfalt aller Beteiligten.

2. Aspekt Volkswirtschaft

Die internationale Fachtagung 2005 «Betondecken aus volkswirtschaftlicher Sicht» in Wien [18] hat aufgezeigt, dass für eine nachhaltige Betrachtungsweise die Zusammenschau sozialer, wirtschaftlicher und umweltrelevanter Fakten einen Weitblick verlangt, der nicht bei der Diskussion über den Baustoff und die Bauweise enden kann. Der volkswirtschaftliche Nutzen einer bereitzustellenden Fahrbahn kann beispielsweise durch Untersuchungen von Lebenszykluskosten und Nutzwertanalysen, sowie durch Anforderungen aus rechtlichen Zwängen und vertraglichen Sicherungen, Umweltnutzen und dem Nutzen für den Strassenbenutzer definiert und belegt werden.

Um die strategische und wirtschaftliche Bedeutung von Investitionen zu bestimmen, bietet sich die Nutzwertanalyse an. Dabei werden alle wichtigen Sachziele, wie z. B. die volkswirtschaftliche und regionale Bedeutung, der Nutzen für Strassenbenutzer und Anrainer, berücksichtigt. Um im Ablauf einer Nutzwertanalyse die Ergebnisse vergleichen

zu können, sollte eine Standardisierung erfolgen. Durch die Gewichtung der Ziele und deren Kriterien wird die Subjektivität und die Möglichkeit der Fehlinterpretation eingeschränkt. Neben dem Bar- und dem Nutzwert werden die Umweltverträglichkeit und potenzielle Projektrisiken als weitere Analyse-kriterien empfohlen.

Für die Wahl einer Strassenoberbaukonstruktion ist auch die Festlegung der Instandsetzungsintervalle und der Bemessungsperiode in Abhängigkeit von der zunehmenden Verkehrsbelastung relevant. Obwohl grundsätzlich jeder Einzelfall in einer Kosten-Nutzen-Rechnung neu untersucht werden sollte, liefern diese Berechnungen Erfahrungswerte, die folgendes Bild zeichnen: Die Betondecke ist bei hohem Schwerverkehrsanteil, bei hohem Anteil an Langsamfahrten aber auch bei Feld- und Forstwegen mit einer geringen Verkehrsbelastung aus wirtschaftlicher Sicht überlegen. Hinzu kommen Sonderanwendungen wie Tunnelstrecken, Abstellflächen für den Schwerverkehr und Kreisverkehrsanlagen.

Vorliegende Rechtsgrundlagen lassen eine verstärkte Berücksichtigung volkswirtschaftlicher und ökonomischer Aspekte zu, beziehungsweise gebieten sie sogar. Dabei geht es um die Frage, was dem Strassenerhalter zumutbar ist und welcher Strassenzustand erhalten werden muss (Abbildung 10). Aufgrund der längeren Nutzungszeit ohne notwendige Instandsetzungsarbeiten ergibt sich so langfristig ein weiterer Vorteil: Einschränkungsfreie

Verfügbarkeit und positiver Einfluss auf die Einnahmen aus der Bemaunung.

3. Aspekt Ökologie

Neben dem Kostenfaktor schneiden Betonstrassen auch aus ökologischer Sicht gut ab. Die Recyclingfähigkeit von Beton ist ein wichtiger Faktor in Bezug auf die Nachhaltigkeit. So können natürliche Ressourcen geschont werden, da das Material der alten Betonstrasse zu einem hochwertigen Produkt wieder verwendet wird. Die Landschaft wird geschont, da keine Deponien notwendig sind und die Transportbelastung im lokalen Strassennetz wird auf ein Minimum reduziert und die Emissionen gesenkt.

4. Sozialer Aspekt

Ein sehr starkes Argument stellt die Sicherheit dar. Mit der in Österreich seit 15 Jahren üblichen Waschbetonstruktur wird eine Griffigkeit der Fahrbahnoberfläche erzielt, die der Strassennutzer heute als selbstverständlich voraussetzt. Ein Sicherheits- und Komfortmerkmal (welches sich in einem gewissen Grad auch im Treibstoffverbrauch niederschlägt) ist die Ebenheit der Fahrbahndecke in Längs- und Querrichtung. Weil bei Betonverkehrsflächen keine Spurrinnen entstehen können, kann insbesondere hier ein Bonus vermerkt werden. Noch viel zu wenig dokumentiert sind die Auswirkungen der Helligkeit der Fahrbahnoberfläche, die auch der

Abbildung 10: Erhaltungsabfolgen für bituminöse und zementgebundene Bauweise [18]

Nutzungszeit	Bituminöse Bauweise	Zementgebundene Bauweise
Bau	Bau/Erneuerung	Bau/Erneuerung
ca. 10 Jahre	Instandsetzung	nur vereinzelte Felder
ca. 20 Jahre	Instandsetzung	nur vereinzelte Felder
ca. 30 Jahre	Erneuerung	Erneuerung

sozialen Nachhaltigkeit zuzurechnen sind. Der volkswirtschaftliche Nutzen einer bereit zu stellenden Fahrbahn wird durch die gemeinsame Betrachtung und Abwägung all der angeführten Aspekte ganz im Sinne einer nachhaltigen Bewirtschaftung dargestellt werden können – in wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Hinsicht für den Baulastträger, den Nutzer und die Umwelt.

Weiterführende Literaturhinweise und Quellen zu diesem Aufsatz finden sich in:

- [1] Haberl, J.; Litzka, J.: Bewertung der Nahfeld-Geräuschemission österreichischer Fahrbahndeckschichten, Reihe Strassenforschung des BMVIT, Heft 554, p.63, Wien, 2005.
- [2] RVS 03.08.63, Oberbaubemessung, FSV, 2008.
- [3] RVS 08.17.02: Betondecken, Deckenherstellung, FSV, 2007.
- [4] Litzka, J.: Dimensionierung von Betondecken – Bemessungssicherheit und Life-Cycle-Costs. Betonstrassen 2003, Vortragsveranstaltung 22. Mai 2003. Zement und Beton, Mai 2003.
- [5] ÖNORM EN 197-1, Ausgabe Dezember 2000: Zement – Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement. Österr. Normungsinstitut, Wien.
- [6] ÖNORM B 3327-1, Ausgabe Januar 2002: Zemente gemäss ÖNORM EN 197-1 für besondere Verwendungen. Teil 1: Zusätzliche Anforderungen. Österr. Normungsinstitut, Wien.
- [7] ÖNORM EN 196-1, Ausgabe Juli 1995: Prüfverfahren für Zement; Teil 1: Bestimmung der Festigkeit. Österr. Normungsinstitut, Wien.
- [8] Haider, M.: Lärmtechnisches Verhalten von Waschbetonoberflächen, BMVIT Strassenforschung, Heft 583, Wien, 2009.
- [9] RVS 09.01.23 (9.234), Ausgabe September 2001: Projektierungsrichtlinien für Tunnel, Bauliche Gestaltung – Innenausbau, Österr. Forschungsgemeinschaft Strasse und Verkehr (FSV), Wien.
- [10] Klinke, H.; Rischer, M.; Steigenberger, J.: 12-Stunden-Beton. Reparaturarbeiten an der A 23 jetzt noch schneller. Zement und Beton, Heft 3/2002.
- [11] Steigenberger, J.: Noch kürzere Reparaturzeiten mit dem 12-Stunden-Beton. Aktuelles zum Thema Betonstrassen. update, 2/2003.
- [12] Merkblatt «Kreisverkehrsanlagen mit Betonfahrbahndecke», ÖVB, Wien 2006.
- [13] Merkblatt RVS 08.17.03, Ausgabe Oktober 2008: Kreisverkehre mit Betonfahrbahndecke, Österreichische Forschungsgesellschaft Strasse – Schiene - Verkehr (FSV), Wien, www.fsv.at.
- [14] Steigenberger, J.; Macht, J.; Krispel, S.: White Topping – Erfahrungen von einer Versuchsstrecke. Strassenbautechnisches Seminar, ISTU, Vortragsmanuskript 2007.
- [15] Wegebau mit Beton. Broschüre, Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie, Wien, 1982.
- [16] Breyer, G.: Entscheidungskriterien für den Bau von Betonfahrbahndecken in Österreich. Vortrag bei der 1. Konferenz «Betonfahrbahnen 2004» in Slavkov, CZ.
- [17] RVS 03.08.71 (RVS 2.21), Ausgabe Mai 2001: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Oberbaukonstruktionen im Strassenbau. Österr. Forschungsgesellschaft Strasse-Schiene-Verkehr (FSV), Wien.
- [18] Internationale Fachtagung 2005 «Betondecken aus volkswirtschaftlicher Sicht». Vortragsband, Wien, 2005; [www.zement.at](http://www.zement.at/page.asp?c=158) (<http://www.zement.at/page.asp?c=158>).

Die Mitgliedswerke der österreichischen Zementindustrie

Zementwerk Leube Ges.m.b.H.
5083 St. Leonhard
Telefon 050-8108-0
Fax 050-8108-219
office@leube.at
www.leube.at

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

Gmundner Zement Produktions-
und Handels GmbH
Hatschekstraße 25, 4810 Gmunden
Telefon 07612 788-0
Fax 07612 788-429
sekretariat@gmundner-zement.at
www.gmundner-zement.at

Lafarge Perlmooser GmbH
Werk Mannersdorf, Werk Retznei
Gumpendorfer Straße 19-21, 1061 Wien
Telefon 01 588 89-0
Fax 01 588 89-1488
marketing@perlmooser.lafarge.com
www.lafarge.at

Kirchdorfer Zementwerk Hofmann GmbH
Werk Kirchdorf/Krems
Hofmannstraße 4, 4560 Kirchdorf/Krems
Telefon 05 7715 200-0
Fax 05 7715 200-466
sekretariat@kirchdorfer.at
www.kirchdorfer-zement.at

Schretter & Cie GmbH & Co KG
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

SPZ Zementwerk Eiberg
Ges.m.b.H. & Co. KG
Werk Eiberg
Eiberger Bundesstraße, 6330 Kufstein
Telefon 05372 54 00
Fax 05372 54 00-312
info@spz-eiberg.at
www.spz-eiberg.at

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

Holcim (Vorarlberg) GmbH
Werk Lorüns
Brunnenfelderstraße 59, 6700 Bludenz
Telefon 05552 635 91-20
Fax 05552 635 91-80
info-autl@holcim.com
www.holcim.at/vlbg

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

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