

DI Siegfried Riffel, HeidelbergCement AG, Talheim, Deutschland

Whitotopping – eine unkonventionelle Sanierungsmethode für Asphaltstraßen?

40 Erste Erfahrungen und Ergebnisse vom Pilotversuch im Zementwerk Wetzlar

Allgemeines

Whitotopping ist eine Form der Instandsetzung bzw. Ertüchtigung von geschädigten, bituminös gebundenen Fahrbahndecken im Hocheinbau, mit einem hochwertigen, fasermodifizierten Beton. Die WT-Bauweise eignet sich insbesondere dann, wenn der gesamte Fahrbahnaufbau den heutigen Verkehrsbeanspruchungen (z.B. Verkehrsbelastung, Achslasten, dynamische Belastung etc.) – insbesondere bei starker Spurrinnenbildung – nicht mehr genügt. Anstatt einer Kompletterneuerung wird eine Ertüchtigung der schadhaften Asphaltdecke mit einem relativ dünnen „Betonüberbau“ erzielt, der den vorhandenen Aufbau als Tragschicht nutzt (Bild 1). Bei sehr starken und grundhaften Schäden an der Fahrbahnkonstruktion ist die WT-Bauweise nicht mehr geeignet.

Man unterscheidet heute zwei Klassen von Whitotopping-Einbauverfahren:

1. Dünn (TCW): Einbaudicken 10 bis 20 cm, i. d. R. mit Verbund zur Asphaltdecke
2. Ultradünn (UTW): Einbaudicken 5 bis 10 cm, mit zwingendem Verbund zur Asphaltdecke

Die minimale Restasphaltdicke muss ≥ 75 mm betragen. Aus den Erfahrungen

in den USA liegt die Lebensdauer von WT-Strecken bei ca. 30 Jahren. UTW-Beläge sind in den USA bisher eher für Straßen/Verkehrsflächen mit langsamem Verkehr und geringer Verkehrsbelastung im innerstädtischen Bereich eingesetzt worden.

Historie

Erste Whitotopping-Beläge wurden in den USA bereits im Jahr 1918 in Indiana gebaut. In den 60er- und 70er-Jahren wurden in Kalifornien 175-225 mm dicke Betondecken (unbewehrt) auf Asphaltstraßen hergestellt. Drei unabhängige Studien (zwischen 1977 und 1981) belegen

die hervorragende Eignung dieser Bauweise. In Iowa sind bis heute über 650 km Whitotopping-Strecken auf „high- und county-roads“ (Land- und Kreisstraßen) gebaut worden.

Vor 1990 wurden in der „klassischen“ Whitotopping-Bauweisen etwas dickere Betondecken ohne Verbund zur Asphaltdecke hergestellt. Da sich die WT-Bauweise in den USA sehr gut bewährt hat, wurden ab 1990 Weiterentwicklungen, hin zu ultradünnen Belägen (UTW), stark vorangetrieben (Bild 4, 5, 6). Seit 1991 sind in Nordamerika über 200 UTW-Projekte realisiert worden (Bild 2).

Ab Ende der 90er Jahre wurden bei verschiedenen Versuchsprojekten in

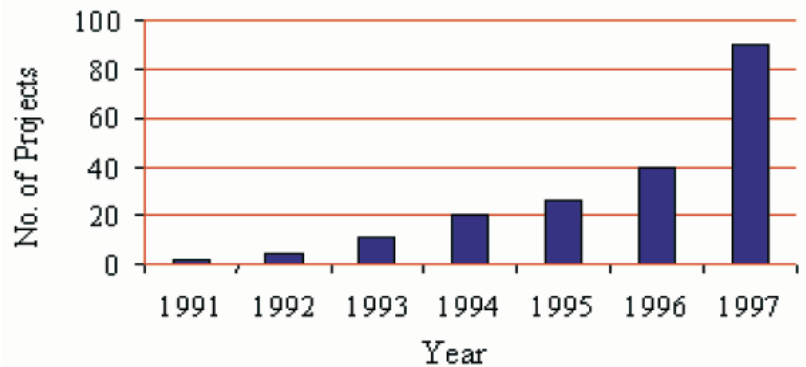
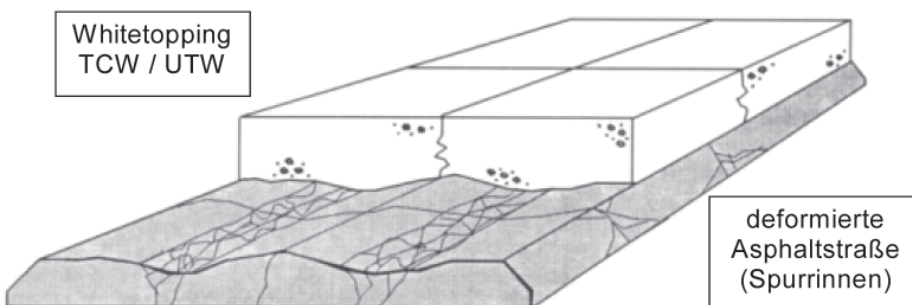


Bild 2: UTW-Projektentwicklung (USA)

Bild 1: Konstruktionsschema „Whitotopping“ – Erforderliche Konstruktionsdicke an dünnster Stelle



Schweden, Frankreich und Belgien ebenfalls sehr positive Erfahrungen mit dieser „neuen“ Reparaturmethode gemacht (Bild 7).

In der Schweiz und in Deutschland wurden in 2004 die ersten Whitotopping-Pilotprojekte realisiert.

Bautechnik

Vorbereiten des Untergrundes

- Schlaglöcher und Ausbrüche müssen mit Asphalt (ggf. Schotter) geschlossen werden. Wichtig ist eine gute Verdichtung



Bild 3: Spurrinne/gefräster Asphalt



Bild 4: UTW-Einbau (USA)



Bild 5: Fertige UTW-Fahrbahn (USA)



Bild 6: Fertiger UTW-Belag mit Kammtextur, quer (USA)

Bild 7: Whitetopping-sanierte Kreuzung, Belgien



und ausreichende Tragfähigkeit der reparierten Stellen.

- Schadhafter, nichttragfähiger Unterbau muss ausgetauscht werden
- Fräsen bzw. aufrauen des Asphalts (z.B. durch Kugel- oder Hochdruckwasserstrahlen), um eine ausreichende Rauigkeit für den Verbund zu erreichen (Bild 3).

→ Frästiefe ca. 20-100 mm, wenn es die Asphaltstärke zulässt.

→ Nach dem Fräsen gründliche Reinigung der Asphaltfläche mit Sauger, ölfreier Druckluft und/oder Wasserstrahl, um Staub und lose Partikel aus dem Fräsvorgang zu entfernen.

- Bei warmer Witterung Asphaltfläche vor dem Betonieren mit Wasser (Vernebelung oder flüssig) abkühlen, um eine Schädigung der Kontaktzone (Asphalt / Beton) zu vermeiden. Stark aufgeheizte Asphaltflächen verhindern den erforderlichen Verbund zwischen dem Asphalt und Beton. Ab einer Asphalttemperatur von 45°C ist für den Verbund nur eine Kühlung mit Wasser oder mit einer dünnflüssi-

gen Zementleimmischung (white-washing) ausreichend wirksam.

- Vor dem Betoneinbau muss die Oberfläche wieder abgetrocknet sein (mattfeucht, d. h. keine Pfützen).
- Unmittelbar vor dem Betoneinbau ist ggf. eine Reinigung der Oberfläche mit ölfreier Druckluft erforderlich, um Staub und Verschmutzungen bei längeren Standzeiten (ab ca. 1 Tag) nach dem Waschen zu entfernen.

Betoneinbau

- 4 Einbauvarianten: Gleitschalungsfertiger, Straßenfertiger mit Beton-HVB, Walzfertiger (z.B. STRIKER Nivellier- und Abziehwalze) oder Handeinbau zwischen einer Schalung (Bild 4).
- Beim Handeinbau ist der Einsatz einer Verdichtungsbohle oder eines Laser-Screeds zum Abziehen sinnvoll; Rüttelpatschen sind i. d. R für den UTW-Einbau nicht geeignet.
- Die Betondicke ist auf dem unebenen Untergrund so wählen, dass die statisch erforderliche Kon-

struktionsdicke an den dünnsten Stellen vorhanden ist. (Bild 1)

- Die Betonkonsistenz ist während der gesamten Einbauphase so gleichmäßig wie möglich einzustellen (Ausbreitmaß ± 2 cm), damit die Ebenheitsanforderungen sicher erreicht werden.
- Zwei Einbaustreifen nebeneinander können in bezug auf die Ebenheit vorteilhaft sein (Redundantes System, da die Unebenheit meist nur auf einer Radseite).
- Bei der Herstellung von zwei getrennt nebeneinander liegenden Streifen soll eine Zeit von > 36 h liegen.
- In der Regel werden die Fugen bei TCW und UTW-Flächen nicht verdübelt und verankert. Bei einer Verdübelung sind die Dübelkörbe unverschieblich auf dem Untergrund zu fixieren, damit keine Bewegung beim Betoneinbau erfolgt.
- Die zulässige Abweichung der Ebenheit an der fertigen Decke beträgt i. d. R. 4 bzw. 6 mm auf 4 m.
- Der Betoneinbau soll nur unter günstigen Witterungsbedingungen stattfinden (z. B. nicht bei Regen, Lufttemperatur/Einbautemperatur $T_L \geq 5^\circ\text{C}$ und $\leq 25^\circ\text{C}$, Frischbetontemperatur $T_B \geq 5^\circ\text{C}$ und $\leq 30^\circ\text{C}$, rel. hohe Luftfeuchtigkeit, niedrige Windgeschwindigkeit (Wasserverdunstungsmenge $\leq 1,0$ kg/m²h)).
- Bei kühler Witterung $T_L < 5^\circ\text{C}$ soll kein Whitetopping-Belag eingebaut werden.
- Zum Schutz der frischen Betonoberfläche vor dem Austrocknen und vor Regen müssen adäquate Vorkehrungen getroffen werden.
- Bei Einbauverzögerungen bzw. -störungen von > 10 Minuten ist

der Beton im Bereich der Arbeitsfläche – z.B. mit einem feuchten Jutetuch – abzudecken.

Fugen

- Schneiden der Fugen mit leichtem Gerät (z.B. „Soff-Cut“) so früh wie möglich.
- Kurze Fugenabstände (längs und quer) sind zu bevorzugen (max. 12 bis 15fache Plattendicke bei UTW-Schichten).
- *Längsfuge*: Fugenschnitt in Längsrichtung dort, wo die Konstruktion am dünnsten ist (i. d. R. in der Mittelachse der Fahrspuren).
- *Querfugen*: Fugenabstand in UTW: ca. 0,60 bis 1,85 m.
- Felder/Platten möglichst quadratisch oder rechteckig: Verhältnis L/B max. 1,5 (z. B. UTW-Dicke 75 mm: Feldgröße ca. 0,90 bis 1,25 m²).
- Schnitttiefe:
 - Bewegungsfugen (SF, RF) mind. 1/4 der UTW-Schichtdicke.
 - Trennfugen (PF) mind. ≥ 6 mm.
- Schnittbreite: ≥ 3 mm.
- Das Verschließen / Verfüllen der Fugen kann bei UTW-Schichten entfallen.

Nachbehandlung/Oberflächentextur

- Die Verwendung von hellpigmentierten Nachbehandlungsmitteln (TL NBM-StB 96) ist zweckmässig; je nach der Oberflächentextur ist die 1,5fache oder doppelte Menge gegenüber der Normalmenge empfehlenswert (ca. 250-300 ml/m²).
- Bei Lufttemperaturen $> 30^\circ\text{C}$, starker Sonneneinstrahlung, starker Windeinwirkung oder einer rel. Luftfeuchte $< 50\%$ muss der Beton stets zusätzlich (1-3 Tage)

nachbehandelt werden. Die Nassnachbehandlung hat so früh wie möglich zu beginnen, d. h. sobald das Nachbehandlungsmittel abgetrocknet ist und nicht mehr abgewaschen werden kann.

- Bei Temperaturen unter 7°C sind für die Nachbehandlung wärmehaltende Abdeckungen (z.B. Thermomatten) zu verwenden.
- Der junge Beton ist bis zu einer Druckfestigkeit von ≥ 5 N/mm² vor Frost zu schützen.
- Die Betonoberfläche kann bei Bedarf mit einem Rotationsglätter bearbeitet werden.
- Zur Texturierung der Oberfläche können folgende Verfahren angewendet werden:
 - Besenstrich längs oder quer
 - Kamm längs oder quer
 - Jutetuch-Längsstrich
 - Kunstrasen-Längsstrich
 - Waschbeton

Verkehrsfreigabe

- Für die Verkehrsfreigabe ist eine Druckfestigkeit von ≥ 26 N/mm² (Erhärtungswürfel $f_{c,cube}$) erforderlich.

Anwendung

- Instandsetzung bzw. Ertüchtigung geschädigter und/oder unterdimensionierter Asphaltdecken bei Straßen der Bauklasse II – VI (RStO), Flugbetriebsflächen, Park-, Abstell- und Lagerflächen, Busspuren und Bushaltestellen etc.
- Ampel- und Kreuzungsbereiche, bei denen durch starke dynamische Beanspruchung (anfahen, bremsen) Spurrinnen und Verwerfungen (Waschbretter) vorhanden sind.

Whitetopping-Versuch im HC-Zementwerk Wetzlar (März 2004)

Die gesamte Versuchsfläche hat eine Größe von ca. 250 m². Insgesamt wurden sechs verschiedene Versuchsfelder (1 Ferroplan, 2 TCW, 3 UTW) angelegt.

Auf eine bestehende Kies-Frostschutzschicht ($E_{V2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$) wurde eine 11, 15 und 20 cm starke Asphalttragschicht gebaut. Für alle Versuchsfelder wurde die Asphalttragschicht gefräst.

Die Haftzugfestigkeit des gefrästen Asphalt lag bei 1,24 bis 2,03 N/mm². Ferroplan wurde ohne Haftbrücke eingebaut. Die TCW- und UTW-Schichten wurden – mit zwei Ausnahmen in Teilbereichen – mit einer Haftbrücke auf mineralischer Basis hergestellt. Der Beton wurde von Hand eingebaut.

„Ferroplan“-Testfläche: ca. 50 m² „Ferroplan“ wurde in einer Schichtdicke von 45 mm i. M. fugenlos eingebaut. Bei dieser WT-Bauweise handelt es sich um ein stark bewehrtes High-tech-Baustoffsystem aus dem Bereich Ultra Hochfester Betone (UHB). In diesem Anwendungsfall werden spezielle Baustahlmatten auf Abstandhalter verlegt und auf der Unterlage kraftschlüssig durch eine Verdübelung befestigt. „Ferroplan“ wurde als fertiges Trockengemisch im Fahrmischer unter Zugabe von Wasser (ca. 130 l/m³) aufbereitet. Die Einbaukonsistenz lag im plastischen Bereich F2 (a = 370-390 mm). Bereits nach einem Tag wurden an Würfeln 150 KL Druckfestigkeiten von 47-51 N/mm² gemessen. Nach 28 Tagen lag die Druckfestigkeit bei 110 N/mm². Die Biegezugfestigkeit war nach 2 Tagen bei 5,8 N/mm² (mit



Bild 9: Bohrkern aus Versuchsfeld „Ferroplan“, FP ZW Wetzlar



Bild 8: Einbau „Ferroplan“, FP Zementwerk Wetzlar

Bewehrung bei 33,8 N/mm²). Der statische E-Modul lag bei 44.009 N/mm. Im CDF-Test wurde ein hoher Frost-

Tausalz-Widerstand nachgewiesen, ebenso ein hoher Verschleißwiderstand nach Böhme (Bild 8, 9).

Betonzusammensetzung für TCW/UTW

Betonfestigkeitsklasse	C30/37 (XF4, XM2)	
Zement	CEM I 42,5 R	420 kg/m ³
Gesteinskörnung (GK 16 mm) Natursand / Edelsplitt		1.854 kg/m ³
Wasser		160 kg/m ³
w/z-Wert		0,38
Rohdichte (Frischbeton)		2.434 kg/m ³
LP-Gehalt		5 ± 1 Vol.-%
Konsistenz (Ausbreitmaß)		F3 (420-480 mm)
Mehlkorn (0,125/0,25)		427/511 kg/m ³
Mörtelgehalt		592 dm ³
Zusatzmittel PCE-FM (0,75 % v. Zgw.)		3,15 kg/m ³
LP (0,20 % v. ZGW.)		0,84 kg/m ³
Fasern Polypropylen (Multifiber 12 mm)		1 kg/m ³
Edelstahl (FIBRAFLEX 30 mm)		7,5/15/30 kg/m ³

UTW-Testflächen

Einbaudicken 10 cm: Feld 4: ca. 31 m² mit 7,5 kg/m³ ES-Fasern
 Feld 5: ca. 15 m² mit 15 kg/m³ ES-Fasern
 Feld 6: ca. 49 m² mit 30 kg/m³ ES-Fasern

Dicke der Asphalttragschicht 15 cm, gefräst. UTW 10 cm i. M. mit Haftbrücke (2 Teilbereiche im Feld 6 ohne Haftbrücke)

TCW-Testflächen

Einbaudicken 14 cm: Feld 3: ca. 25 m² mit 7,5 kg/m³ ES-Fasern
 Feld 2: ca. 80 m² mit 15 kg/m³ ES-Fasern

Dicke der Asphalttragschicht 11 cm, gefräst. TCW 14 cm i. M. mit Haftbrücke
 Beispielsweise wurden bei der UTW-Mischung mit 7,5 kg ES-Fasern Druckfestigkeiten (Würfel 150 KL) von 39,7 N/mm² nach einem Tag und 91,2 N/mm² nach 28 Tagen erreicht.



Bild 10: TCW/UTW-Einbau, FP ZW Wetzlar



Bild 11: TCW/UTW-Einbau, FP ZW Wetzlar



Bild 12: TCW/UTW-Einbau, FP ZW Wetzlar



Bild 13: Bohrkern aus UTW-Versuchsfeld, FP ZW Wetzlar

Die Biegezugfestigkeit lag nach 28 Tagen bei $8,3 \text{ N/mm}^2$.

Mit den höheren Fasergehalten (15 und 30 kg/m^3) konnten keine signifikanten Steigerungen der Druck- und Biegezugfestigkeit erreicht werden (Bild 10, 11, 12, 13).

Fugen/Dübel/Anker

Die Ferroplan-Versuchsfläche wurde fugenlos hergestellt.

Die TCW- und UTW-Versuchsfelder wurden mit geschnittenen Scheinfugen in relativ kleine Felder/Platten (Fugenabstand max. 18-22fache Plattendicke) aufgeteilt. Die Press- und Scheinfugen wurden mit einer Heißvergussmasse verfüllt. Alle Einbauteile (Waage, Terminal etc.) wurden durch eine Raumfuge getrennt (Bild 14).

Alle Versuchsflächen wurden unverdünelt und unverankert hergestellt.

Zusammenfassung/Ausblick

Aufgrund der prognostizierten, stark zunehmenden Verkehrsbelastungen auf unseren heutigen Straßennetzen sowie in Anbetracht der fehlenden Finanzmittel für neue Infrastruktur-



Bild 14: Fertige Whitetopping-Versuchsfläche, FP ZW-Wetzlar

maßnahmen bietet die Whitetopping-Bauweise für die Instandsetzung bzw. Ertüchtigung schadhafter und/oder unterdimensionierter Asphaltdecken im Bereich von Flugbetriebsflächen, Autobahnen, Bundes- und Landstraßen sowie für kommunale Straßen und Parkflächen etc. eine schnelle, kostengünstige und dauerhafte Lösung.

Auch für die Beseitigung von Problemstellen an neuralgischen Punkten im innerstädtischen Bereich, wie beispielsweise an Ampel- und Kreuzungsbereichen, Busspuren etc., bei denen durch starke dynamische Beanspruchung (anfahen, bremsen) Spurrinnen und Verwerfungen (Waschbretter) entstanden sind, kann diese Bauweise ein echter „Problemlöser“ sein.