

Verhalten von Betondecken auf Geotextil-Einlagen und Anforderungen an Geotextilien

FA 8.145

Forschungsstelle: Technische Universität München, Prüfamt für Bau von Landverkehrswegen (Univ. Prof. Dr.-Ing. G. Leykauf)

Bearbeiter: Birmann, D.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Mai 2000

1. Aufgabenstellung

Geotextilien unter Betondecken wurden zur flächenhaften Entwässerung in Deutschland von der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) erstmals 1981 an der A5 bei Mörfelden angewandt. In der Zwischenzeit sind zahlreiche Versuchsstrecken und größere Deckenlose, insbesondere in den neuen Bundesländern, in dieser Bauweise mit Geotextil ausgeführt worden. Dies ermöglicht eine vertiefte Beurteilung des Verhaltens dieser Bauweise und der Geotextileinlage nach Einwirkung von mehrjähriger Klima- und Verkehrsbelastung. Durch Nachuntersuchungen und Messungen sollte das Verhalten von 8 Versuchsstrecken mit und z.T. ohne Geotextil auf Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln untersucht werden.

Geotextilien unter Betondecken sollen nach vorliegenden Erfahrungen verschiedene Aufgaben erfüllen:

- Wassertransport in geringer Menge bei einwirkender Verkehrslast, Entwässerung,
- Verhinderung einer Erosion der Tragschicht durch Verminderung der Fließgeschwindigkeit bei Pumpvorgängen,
- Verhinderung von Reflexionsrissen (aus der gebundenen Tragschicht herrührend),
- vollflächige Trennung des Verbundes zwischen Betonplatte und Unterlage,
- gleichmäßige Auflagerung der Betonplatte.

2. Untersuchungsmethodik

Die Auswahl der Versuchsstrecken (Bild 1) wurde im Einzelnen in Zusammenarbeit mit der BASt, Referat S3, festgelegt. Die Dicke der eingesetzten Geotextilien aus Polypropylen (PP) oder einem Polypropylen-Polyethylen-Gemisch (PP/PE) und in einem Fall aus Polyester (PES) lag zwischen 1 und 9 mm. Die älteste Versuchsstrecke hat eine Liegedauer von ca. 17 Jahren (Sage 1983). Die Versuchsstrecken weisen eine Schwerverkehrsbelastung bis zu $DTV(SV) = 10\,000$ Fz/Tag auf (Soltau, Bild 1). Im Einzelnen wurden Versuchs- und Messstrecken an nachstehenden Bundesautobahnen in die Messungen einbezogen:

- A29 bei Sage (1983),
- A7 bei Feuchtwangen/Wörnitz (1984),
- A7 bei Soltau (1984),
- A31 bei Legden (1986),
- A12 bei Frankfurt/Oder ohne Geotextil (1991),
- A15 bei Cottbus (1993),
- A15 bei Vetschau (1994),
- A40 bei Herongen (1994).

Die Messungen wurden in 50 m langen Versuchsfeldern mit Geotextil oder in 200 m langen repräsentativen Messabschnit-

ten durchgeführt. Wenn möglich, wurde ein anschließender Vergleichsabschnitt ohne Geotextil erfasst. Der Zustand der Betonfahrbahn, des Geotextils und der darunter befindlichen Tragschicht der Versuchsstrecke wurden durch folgende Messungen bewertet:

- visuelle Zustandserfassung,
- Messung der Einsenkung in Plattenmitte und am Querfugenrand,
- Messung der relativen vertikalen Fugenrandbewegung an den Quer- und Längsfugen bei zwei unterschiedlichen Temperaturzuständen mit dem modifizierten Benkelman-Balken,
- Erfassung des Temperaturzustandes während der Messungen,
- Messung der Stufenbildung an den Quer- und Längsfugen.

Anhand von Bohrkernentnahmen durch die BASt wurde der Zustand des Deckensystems, des Geotextils und der Tragschicht unter dem Geotextil erfasst. An diesen Bohrkernen wurde am Prüfamt die Erosionsbeständigkeit der zementgebundenen Tragschichten durch Abbürstversuche sowie die Druckfestigkeit geprüft. Das elastische Einfederungsverhalten des Geotextils (Federkennlinien) wurde durch Verformungsmessungen in situ in kleinen Bohrlöchern und an Proben im Labor des Prüfamtes ermittelt. Einbezogen wurden vorliegende ZEB-Daten der Messabschnitte.

3. Untersuchungsergebnisse

3.1 Ergebnisse an den Messstrecken

An der BAB A29 bei Sage wurde von der BASt 1983 eine Versuchsstrecke mit Variation der Art und Dicke der Geotextil-Zwischenlagen und der Entwässerungseinrichtungen eingerichtet. Der Aufbau der ältesten Versuchsstrecke entspricht Bauklasse II Tafel 2 Zeile 2.2 der heutigen RStO 86, die heutige Verkehrsbelastung der Bauklasse I. 1997 und 1998 wurde durch Nachuntersuchungen und Messungen das Verhalten beurteilt. Der Zustand ist schadensfrei bis auf ein Feld (Feld 11 mit 9 mm dickem Geotextil und einer Minderdicke der Betondecke von 20 cm statt 22 cm). Beim Nullfeld ohne Geotextil mit einer Betondeckendicke von 22 cm wurden im Fugenbereich Erosionserscheinungen der zementverfestigten Sand-Tragschicht (Druckfestigkeit von $6,0$ N/mm² in der Eignungsprüfung entsprechend dem damaligen Technischen Regelwerk) festgestellt, während dies in den Feldern mit Geotextil nicht der Fall war. Die Druckfestigkeit von Bohrkernen aus der Verfestigung betrug $9,0$ N/mm². Der Vergleich der Einsenkung in Plattenmitte zeigt tendenziell bei Feldern mit Geotextil eine etwas größere Einsenkung. Am Fugenrand hatten Felder mit Geotextil z.T. größere, z.T. kleinere Einsenkungen als Felder ohne Geotextil, wobei die unterschiedlichen Temperaturgradienten und Erhärtungstemperaturen zu berücksichtigen sind.

An der BAB A7 bei Feuchtwangen/Wörnitz wurde von der BASt 1984 eine Versuchsstrecke mit unterschiedlicher Zusammensetzung der HGT und einem Feld mit einem ca. 1 mm dünnen Geotextil aus Polyester eingerichtet. Der Aufbau mit 22 cm dicker Betondecke und 25 cm dicker HGT ist vergleichbar einem Betonoberbau nach Tafel 4 Zeile 2.1 Bauklasse II der heutigen RStO 86/89, wobei an der Versuchsstrecke 2 cm Mehrdicke der HGT vorliegen. Die heutige Verkehrsbelastung entspricht fast der Bauklasse SV. Durch Nachuntersuchungen und Messungen wurde 1998 das Verhalten beurteilt. Der Einbau des Geotextils nicht auf volle Breite (nur im Fahrstreifen) führte zu einem Wasserstau an der Längsfuge und örtlich begrenztem

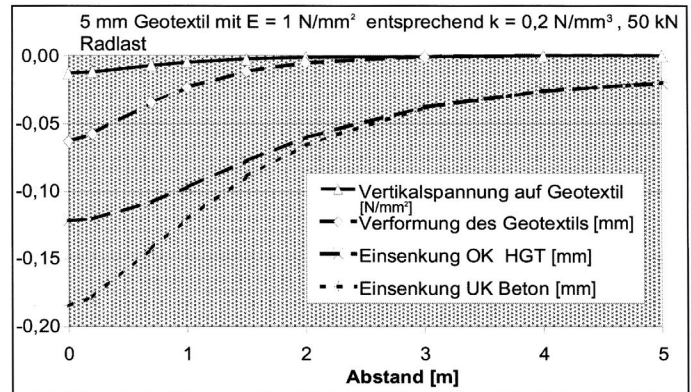
Schaden. Ansonsten war der Zustand nach 15 Jahren Verkehrsbelastung schadensfrei. Auf Grund der ZEB-Daten ergaben sich keine unterschiedlichen Bewertungen der Felder mit und ohne Geotextil.

Die Versuchsstrecke bei Soltau mit Hocheinbau auf einer Betontragschicht B 25 als Ausgleichsschicht wies ein Feld auf, bei dem das Geotextil auf volle Breite verlegt war. In diesem Feld traten um bis zu 30 % größere Einsenkungen auf als in den beiden Feldern ohne Geotextil, ohne dass sich dies in einer ungünstigen Rissbildung auswirkt. Bei der Versuchsstrecke an der A7 bei Soltau zeigten sich trendmäßig bei der Bauweise ohne Geotextil mehr Risse. Diese gehen offensichtlich von der Querscheinfuge im Dübelbereich aus und verlaufen in Längsrichtung. Die Ursachen hierfür können nicht eindeutig den Auflagerungseigenschaften zugeordnet werden (Bild 13 in Anlage 119, Verbund mit Unterlage). Das Geotextil war bei der Bohrkernentnahme jeweils schadensfrei, ebenso die Betontragschicht darunter und sogar unter einer wasserführenden Längsfuge. Die Versuchsstrecke ist mit einem sehr großen Schwerverkehr, etwa dem doppelten der Untergrenze nach Bauklasse SV, belastet.

Anhand der Messergebnisse von der Versuchsstrecke bei Legden kann festgestellt werden, dass trotz der geringen Festigkeit der Sandverfestigung keine Erosions-Schäden der Verfestigung unter dem Geotextil festzustellen waren. Auch das Geotextil war schadensfrei. Die Versuchsstrecke bei Legden weist an Bohrkernen aus der Verfestigung die geringste Druckfestigkeit (i.M. 7,2 N/mm²) und den kleinsten Erosionswiderstand (Masseverlust i.M. 121 g) auf. Dies spiegelt sich bei den Beobachtungen an den Messabschnitten ohne Geotextil, Messabschnitt 0 (ohne Verankerung des Standstreifens, mit Erosion der Zementverfestigung mit niedriger Festigkeit) und am Messabschnitt 3 (mit verankertem Standstreifen, Beobachtung von oberseitiger Erosion der Verfestigung) wider. Bei der Bauweise mit Geotextil und verankertem Standstreifen ist auch unter Berücksichtigung möglicher unterschiedlicher Temperaturgradienten und unterschiedlicher Verwölbungszustände infolge unterschiedlicher Nullspannungsverformung eine tendenziell größere Einsenkung gegenüber der vergleichbaren Bauweise Messabschnitt 3 ohne Geotextil, ebenfalls mit verankertem Standstreifen, ersichtlich.

Die Messergebnisse der Messstrecken bei Cottbus, Vetschau und Frankfurt/Oder lassen sich wie folgt zusammenfassen: In allen Abschnitten mit und ohne Geotextil wurden kleinere Einsenkungen sowohl beim Lastfall Plattenmitte als auch beim Lastfall Querscheinfugenrand gegenüber den o.g. Strecken gemessen, was offensichtlich auf die größere Betondeckendicke von 27 cm zurückgeführt werden kann. Trotz der in diesem Fall schwierigen Vergleichbarkeit ist bei den Bauweisen mit Geotextil tendenziell eine etwas größere Einsenkung feststellbar. Bei der Bohrkernentnahme zeigten sich keine Erosionschäden unter dem Geotextil oder Schäden am Geotextil. Bei der Beurteilung ist die geringere Liegedauer von 7 Jahren gegenüber den anderen Versuchsstrecken zu berücksichtigen. Bei der 1994 gebauten Versuchsstrecke an der A40 bei Herongen wurde ein Geotextil in einer Dicke von 1 mm verwendet. Sie ist mit einem Schwerverkehr von 7 500 Lkw/24 h im Jahr 1997 belastet. Die Einsenkungen lagen in dem bei früheren Messungen festgestellten Bereich. Der bei langen Platten größere Fugenabstand (20 m gegenüber 10 und 5 m) führt erwartungsgemäß zu den entsprechend größeren Fugenöffnungen. Damit ist eine größere Beanspruchung durch Verkehrsbelastung im Fugenbereich verbunden. Eine Schädigung des Geotextils durch Verkehrsbelastung konnte nicht festgestellt werden. Die festgestellten Querrisse in den 22 cm dicken Fahrbahnplatten mit Stahlfaserbeton auf Geotextil sind überwiegend bei 10 und 20 m langen Platten im Fahrstreifen aufgetreten, zurückzuführen auf die hierbei wirkenden, großen Wölbspannungen.

Bild 1 zeigt alle Messergebnisse in einer tabellarischen Übersicht (am Ende des Beitrages).



2: Deckensystem mit 220 mm Betondecke auf 5 mm Geotextil unter einer Radlast von 50 kN, Berechnung mit BISAR-PC für den Lastfall Plattenmitte

3.2 Ergebnisse nach Parametern

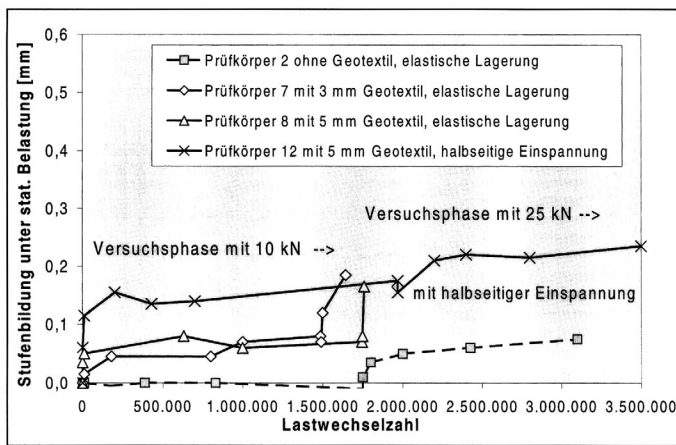
Größere Einsenkungen bei Aufbauten mit Geotextil als Zwischenlage gegenüber solchen ohne Geotextil wurden bei Laboruntersuchungen und bei Einsenkungsmessungen der BAST mit dem FWD an der Versuchsstrecke bei Sage festgestellt. In der Regel ist bei allen untersuchten Versuchsstrecken die Einsenkung in Abschnitten mit Geotextil größer als in benachbarten Abschnitten ohne Geotextil. Auf Grund der elastisch-plastischen Auflagerung der Betondecke durch das Geotextil und der damit verbundenen größeren Biegespannung und Einsenkung wird in den RStO-E eine Mehrdicke der Betondecke von 1 cm gefordert.

Die Beanspruchung und Verformung eines Betondeckensystems mit Geotextil und die Beanspruchung und Relativbewegung des Geotextils kann anhand eines mehrschichtigen Berechnungsmodells ermittelt werden. Unter Verkehrslast wird das Geotextil nach dem Einbau in erster Linie in vertikaler Richtung (senkrecht zur Fläche, Bild 2) beansprucht.

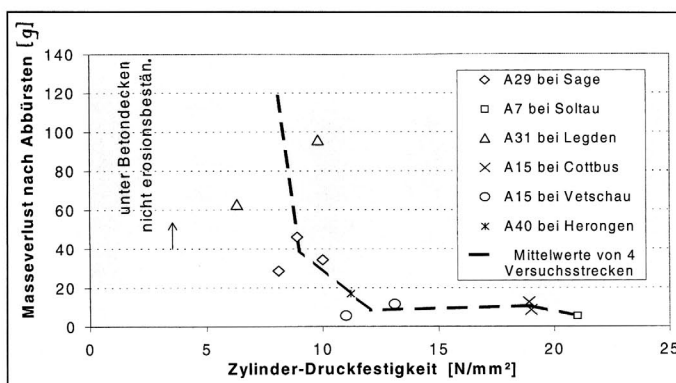
In Plattenmitte kann bei gleichmäßiger Auflagerung mit einer Vertikalspannung auf das Geotextil einschließlich Eigengewicht von 0,02 bis 0,03 N/mm² gerechnet werden. Dies entspricht der mittleren der drei Belastungsstufen zur Dickenbestimmung von Geotextil nach EN 964-1. Bei einer bleibenden oder temperaturbedingten konkaven Verformung der Betonplatte in Plattenmitte ist mit größeren Vertikalspannungen zu rechnen. Beim Lastfall Fugenrand treten bei der Bauweise mit Geotextil wie bei der konventionellen Bauweise ohne Geotextil größere Beanspruchungen auf.

Durch einen Dauerschwingversuch an drei prismatischen Betonkörpern mit verdübelter Fuge wurde untersucht, wie sich der Übergang von einer Betondecke direkt auf gebundener Tragschicht zu einer Betondecke auf Geotextil auswirkt. Während bei einer Lagerung ohne Geotextil bis 1,7 Mio Lastwechsel mit 10 kN pulsierender Oberlast keine Stufenbildung auftrat, war bei Prüfkörpern mit halbseitiger Auflagerung auf 3 bzw. 5 mm Geotextil eine Stufenbildung von 0,08 bis 0,10 mm festzustellen (Bild 3). Dies zeigt, dass beim Übergang der Bauweise mit/ohne Geotextil im Fugenbereich eine zusätzliche Beanspruchung in der Betondecke erzeugt wird. Dieses ist auch bei der streifenweisen Erneuerung mit Geotextil zu beachten. Eine Verankerung zum bestehenden alten Fahrstreifen ist mit Zwängungen verbunden.

Bei den Abbürstversuchen mit der französischen Rotations-Abbürstmaschine wird der Masseverlust unter definierten Bedingungen ermittelt. Die an Bohrkernen aus den Versuchsstrecken durchgeführten Versuche bestätigen die bisherigen Erfahrungen, dass die Erosionsbeständigkeit einer Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln mit zunehmender Festigkeit progressiv anwächst (Bild 4). Hervorzuheben ist, dass auch bei Tragschichten, die auf Grund ihrer geringen Druckfestigkeit und dem hohen Masseverlust beim Abbürstversuch als



3: Dauerschwingbelastung an einem prismatischen Betonkörper mit verdübelter Fuge, halbseitig auf Geotextil aufgelagert: Stufenbildung an der 3 mm offenen Fuge unter statischer Belastung.



4: Masseverlust der untersuchten Verfestigungen unter Geotextil beim Abbürstversuch in Abhängigkeit von der Druckfestigkeit

nicht erosionsbeständig zu klassifizieren waren, in situ unter Geotextil keine Erosionsschäden festgestellt werden konnten. Bei der Festlegung der Druckfestigkeit, die bei Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln unter Geotextil gefordert werden sollte, ist ein gleichmäßiges Einbringen des Bindemittels beim Mischvorgang und auch die weitere Beanspruchung zu berücksichtigen, wie z.B. durch Baustellenverkehr und Frost. Im Hinblick auf die mit höherer Festigkeit erreichte Sicherheit wird empfohlen, die bisherigen Druckfestigkeitsanforderungen auch bei der Bauweise mit Geotextil beizubehalten.

Eine Stufenbildung an den Querscheinfugen des Fahrstreifens konnte an keinem Messabschnitt mit Geotextil gemessen werden. An der verankerten Längsfuge zwischen Fahr- und Standstreifen wurden keine oder sehr kleine Relativbewegungen ($< 0,05$ mm) bei Vorbeifahrt des Belastungsfahrzeuges gemessen, d.h. die Anordnung eines Geotextils auf volle Querschnittsbreite hat darauf keine negativen Auswirkungen.

Die Untersuchungen an entnommenen Bohrkernen mit Geotextil haben gezeigt, dass an den bis zu 17 Jahre alten Geotextilien keine Schädigung zu verzeichnen war, bei einem ca. 1 mm dünnen Geotextil aus Polyester kam es zu einer Dunkelfärbung und oberseitigen Erosionserscheinungen der HGT mit Einschränkung, wobei eine mechanische Überbeanspruchung bei Bohrkernentnahme nicht ausgeschlossen werden kann. Bei allen Bohrkernentnahmen war ein Eindringen von Bohrschlempe in das Geotextil nicht zu verhindern, sodass eine Beurteilung einer evtl. Feinteilanlagerung im Geotextil nicht möglich war. Bei den Bohrkernentnahmen aus einer Überlappung konnte keine von einer Längs-Überlappung des Geotextils ausgehende Schädigung beobachtet werden.

Die Auswirkung des Anlässens des Geotextils vor dem Betoneinbau konnte an Bohrkernen aus einer Betonplatte mit

5 mm dickem Geotextil ermittelt werden, die im Großprüfstand 8 Mio Lastwechseln entsprechend einer 100 kN Achslast ausgesetzt worden war. Der Bettungsmodul des angeklärten Geotextils war mit $k = 0,05$ N/mm² etwa 50 % geringer als der des nicht angeklärten Geotextils, offensichtlich zurückzuführen auf das verstärkte Eindringen von Zementschlempe.

4. Schlussfolgerungen für die Praxis

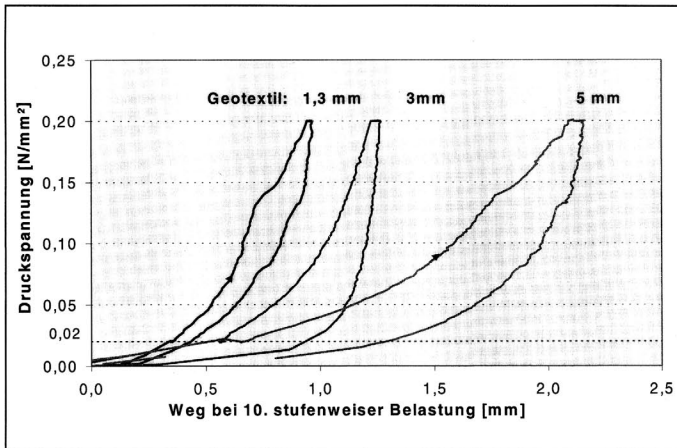
Das Geotextil sollte auf volle Querschnitts-Breite und mit einem Überstand von 15 cm über den Rand hinaus verlegt werden, um eine gleichmäßige Auflagerung auch im Randbereich sicherzustellen. Eine streifenweise Erneuerung mit Geotextil sollte zur Vermeidung von Zwängungen ohne Verankerung zu dem bestehenden Fahrstreifen (ohne Geotextil) ausgeführt werden. Der Reibbeiwert Geotextil auf Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel beträgt zwischen 0,5 und 0,6. Deshalb ist darauf zu achten, dass Wendeverkehr oder das Fahren in engen Radien minimiert wird. Der Ablauf des Beton-Einbaus ist darauf abzustimmen. Beim Auslegen ist darauf zu achten, dass keine Falten und Mehrfach-Überlappungen entstehen. Gegen Verschiebung und Abheben durch Wind ist das Geotextil an den Rändern zu sichern. Die in den ZTV Beton-StB 01 genannten Befestigungen mit Nägeln und Unterlegscheiben stellen u. U. eine punktuelle Störung der gleichmäßigen Auflagerung der Betondecke auf der Tragschicht dar; Auswirkungen konnten aber im Rahmen der Untersuchung nicht festgestellt werden. Zur Erzielung gleichmäßig wirksamer Elastizitätseigenschaften des Geotextils ist ein ungleichmäßiges Durchdringen mit Zementschlempe beim Einbau des Betons zu vermeiden; deshalb ist ein gleichmäßig starkes Anlässen anzustreben.

Wegen anhaftender Fasern ist ein hochwertiges Recycling von Betondecken mit Geotextil derzeit nicht möglich. Zu untersuchen ist, mit welchem Verfahren dieser Beton für Recycling-Beton aufbereitet werden kann.

Durch das Eigengewicht der Betondecke wird das Geotextil nach dem Einbau konstant belastet. Da die Betondecke sich im Laufe der Jahre i.a. konkav verformt, treten höhere Beanspruchungen in Plattenmitte auf. Durch Verkürzen und Ausdehnen der Betonplatten erfährt das Geotextil an den Querfugen eine Zug- bzw. Schubbeanspruchung, die jedoch auf Grund der in den ZTV Beton-StB 01 geforderten Höchstzugkraftdehnung < 130 % nicht kritisch ist. Das Geotextil soll in der Lage sein, die über einem klaffenden Riss in der HGT auftretenden Spannungen aufzunehmen und den Riss zu überbrücken. Bei Zwischenschalten von Geotextil kann das Kerben von Tragschichten mit hydraulischem Bindemittel entfallen.

Das elastisch-plastische Verformungsverhalten wird durch das Eindringen von Zementschlempe in das Geotextil wesentlich beeinflusst: Bei dem 1,0 mm dicken Geotextil (Versuchsstrecke bei Herongen) wurde ein Anstieg des Bettungsmoduls um mehr als 50 % gegenüber der ungebrauchten Probe festgestellt, bei dem 5 mm dicken Geotextil (Versuch im Großprüfstand) um etwa 100 %, wobei jedoch die niedrigeren Absolutwerte des Bettungsmoduls entsprechend dem gewünschten elastisch-plastischen Verformungsverhalten zu berücksichtigen sind. Hieraus und unter Berücksichtigung der o.a. Beanspruchung im Bereich von Rissen und Fugen folgt, dass eine Mindestdicke des Geotextils von 5 mm nicht unterschritten werden sollte. Diese Dicke ist offensichtlich auch ausreichend, um durch Reduktion der Fließgeschwindigkeit bei Verkehrsbeanspruchung eine Erosion der Verfestigung zu vermeiden.

Bei häufiger Belastung erfahren Geotextilien bleibende Verformungen, die zu einer Versteifung führen. Dünnere Geotextilien weisen von Anfang an eine geringere Elastizität auf (Bild 5). Bei dicken Geotextilien (9 mm) tritt wegen der geringeren Steifigkeit eine höhere Biegebeanspruchung der Betonplatte auf. An der Längsfuge zwischen Fahrstreifen mit Geotextil und Standstreifen ohne Geotextil (Versuchsstrecke Sage) treten durch die Verankerung des Fahrstreifens Zwängungen auf, die in Verbindung mit der Minderdicke zu Längsrissen im Fahrstreifen führten.



5: Kennlinien von 3 ungebrauchten Geotextil-Proben mit 1, 3 und 5 mm Dicke; 10. stufenweise Belastung mit 30 sec Haltezeit bei 0,02 und 0,2 N/mm² Druckspannung

5. Empfehlungen

Bei Betondeckensystemen mit Geotextil ist eine gleichmäßige, auch nach mehrjähriger Belastung gesicherte elastische Auflagerung zu Gewähr leisten, die zusätzlichen Verformungsanteile sind bei der Bemessung zu berücksichtigen. Von wesentlichem Einfluss darauf ist die Dicke des Geotextils. Auf Grund der Beobachtungen und Untersuchungen und zur Abdeckung der Streuungen wird ein Flächengewicht des Geotextils von 500 g/m², entsprechend einer Dicke des Geotextils von ca. 5 mm, empfohlen. Die plastischen Verformungseigenschaften des Geotextils sind zum Ausgleich von Unstetigkeiten von Bedeutung. Die in den ZTV Beton-StB 01 aufgeführte Anforderung von 450 bis 550 g/m² entsprechen diesem Ergebnis. Die Bauweise mit Geotextil stellt nach den vorliegenden Erfahrungen eine bewährte Alternative zu den bisherigen Standardbauweisen mit direkter Auflagerung der Betondecke auf einer Tragschicht mit hydraulischem Bindemittel dar und hat besondere Vorteile beim Hocheinbau auf Betondecken, im Tunnel oder auf einer starren Unterlage.

Bundesautobahn	A29			A7	A7	A31	A15	A15	A12	A40	
Ort		Sage		Wörnitz	Soltau	Legden	Cottbus	Vetschau	Frankfurt/O	Herongen	
Baujahr		1983		1984	1984	1986	1993	1994	1991	1994	
Schwerverkehr DTV ^(SV) '97		2980		'95: 3770	10800	4020	800	~ 1000	4540	7570	
Betondecke											
Schichtdicke Soll [mm]		220		220	220	220	270	270	260	270	220
Fugenabdichtung		ohne		Verguss	ohne	ohne	Verguss	Profil	Verguss	Profil	Profil
Druckfestigkeit [N/mm ²] Eignungsprüfung		48		46 (Unterb.) 52 (Oberb.)	58	44 (Unterb.)	50 (B 35)	45	48 (B35)	49,3	51,6
Druckfestigkeit [N/mm ²] Kontrollprüfung				61,1			43		48		
Biegezugfestigkeit [N/mm ²] Eignungsprüfung				6,1	6,7	6,5	6,4		5,9	6,3	6,4
Bemerkung		Neubau		Neubau	Hoch- einbau	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau	Erneu- erung	Stahlfaser- beton
Geotextil											
Bezeichnung:	Betotex 514 R	Hildener 900	Terram 1500		Betotex 514 R	P.P. 500	VPV 10138	HaTe B 500	-	Terram 3000	Terram 3000
Hersteller:	Naue	Hildener Filzpro- duktion	Deutsche ICI	?	Naue	Hildener Filter	Polyfelt	Huesker	-	Exxon	Exxon
Gewicht [g/m ²]	500	900	200		500	500	500	500	-	300	300
Dicke [mm] ca	5	9	1	ca. 1	5	5	5	5	-	1,3	1,3
Material	PP Poly- propylen	PP	70 % PP, 30 % PE	PES Polyester	PP	PE Poly- ethylen	PP	PP	-	70 % PP, 30 % PE	70 % PP, 30 % PE
Bemerkung	Secutex R 504				Secutex R 504		heute: P 006		ohne Geotextil		
über vollen Querschnitt	nein	nein	nein	nein	ja/nein	ja	ja	ja	-	nein	nein
gebundene Tragschicht											
HGS entspr. Verfestigung nach ZTVT-StB 95		HGS (ZTVV)		HGT	Ausgleich, Bn 25	HGS nach ZTVV	Verfesti- gung	Verfesti- gung	Verfesti- gung	Verfesti- gung ausge- bessert	Verfesti- gung ausge- bessert
Schichtdicke [mm]		200		250	> 50	200	250	200	150	150	150
Bindemittel						PZ 35 F	PZ 35 FNA		PZ 35 F		
Bindemittelgehalt [kg/m ²] / [Gew.-%]				-/3,0 %		-/ 6,7 %	166 / 8 %		167 / 9 %		
Korngrößenvertei- lung (Kornanteil), Größtkorn		Sand				SE	0/45		0/8	Sand	Sand
Druckfestigkeit [N/mm ²] Eignungsprüfung		> 6		>12?	42	> 6 4 (7 Tage)	16,1	> 7	> 8		
Kontrollprüfung [N/mm ²]				8,5 - 19,1			i.M. 20,4				
Kerben der Verfestigung			gekerbt	nicht gekerbt	gekerbt		nicht gekerbt	nicht gekerbt	gekerbt		

1: Übersicht und Materialkenndaten der untersuchten Versuchsstrecken mit und ohne Geotextil
