

Standardisierung von Verkehrsflächen mit Walzbeton auf Grundlage der Zustandserfassung und Dauerhaftigkeit bestehender Strecken

FA 8.158

Forschungsstelle: Universität Hannover, Fachgebiet Konstruktiver Straßenbau (Prof. Dr.-Ing. J. Hothan)

Bearbeiter: Förster, M.

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

Abschluss: April 2005

1. Zielstellung

Seit mehreren Jahren gibt es Überlegungen, Tragschichten aber auch Deckschichten oder Tragdeckschichten für Straßen niedriger Kategorie aus Walzbeton zu bauen. Die Bedeutung von Verkehrsflächen aus Walzbeton, sei es als Tragschichten oder direkt befahrene Tragdeckschichten, ergibt sich aus der Wirtschaftlichkeit. Denn durch die Möglichkeit des Einbaus von Walzbeton mit einfachen Geräten des Erd- und Straßenbaues bietet diese Bauweise ein sehr günstiges Verfahren, das zudem durch den Einsatz von Recycling-Baustoffen noch weiter an Bedeutung gewinnt. Ein weiterer Vorteil besteht in der frühen Standfestigkeit des Walzbetons, der eine Verkehrsübergabe nach relativ kurzer Zeit erlaubt.

Bis dato stützt sich die Dimensionierung von Walzbetonschichten, zumindest derer, die in der Bundesrepublik existieren, auf ausländische Beobachtungen, da es bisher keine nationalen Erfahrungen gibt. Im Jahre 1987 wurde in Deutschland erstmals ein Teilstück einer Bundesstraße mit einer Tragschicht aus Walzbeton gebaut. Diese Versuchsstrecke diente dazu, erste Erfahrungen mit dieser Bauweise zu sammeln und unterschiedliche Arten der Überbauung mit einer Asphaltdecke zu untersuchen. Bei einer zweiten Untersuchungsstrecke wurden unterschiedlich dicke Walzbetontragschichten eingebaut. Als wesentliche Erkenntnis dieser Untersuchungen kann festgehalten werden, dass Walzbeton durchaus als Tragschicht im klassifizierten Straßenbau oder als Tragdeckschicht für Nebenflächen ohne wesentliche Tausalzbeanspruchung verwendet werden kann. Aufbauend auf den bisher gesammelten Erfahrungen und den Ergebnissen von Nachuntersuchungen an den bestehenden Versuchsstrecken waren Vorschläge für die Dimensionierung von Verkehrsflächen mit Walzbeton der Bauklasse III bis VI zu machen. Ziel ist es, dem Anwender, in Anlehnung an die Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO [1]), eine Bemessungsgrundlage mit erprobten Regelbauweisen an die Hand zu geben.

2. Untersuchungsmethodik und -ergebnisse

Walzbeton wird wie folgt definiert: "Walzbeton ist ein erdfeuchter Beton, der mit Geräten des Erd- und Deckenbaues eingebaut und verdichtet wird. Er besteht aus ungebrochenen und/oder gebrochenen Mineralstoffen, hydraulischen Bindemitteln und gegebenenfalls Betonzusätzen." (Merkblatt für den Bau von Tragschichten und Tragdeckschichten mit Walzbeton für Verkehrsflächen [2]). In dieses Merkblatt sind die bisherigen Erfahrungen mit dem Walzbeton aufgenommen worden; es enthält alle wichtigen Anforderungen an die Herstellung von Walzbetonschichten. Ausgehend von einer nach den geltenden technisch anerkannten Regeln hergestellten Tragschicht sollte die Dicke der Walzbetonschicht eine Stärke von 12 cm nicht unterschreiten und auf Grund der Verdichtbarkeit nicht mehr als

20 cm stark sein. Sind größere Dicken erforderlich, so muss der Verdichtungsgrad über die gesamte Dicke nachgewiesen werden. Tragschichten aus Walzbeton sind durch Kerben im frischen Zustand und Tragdeckschichten durch geschnittene Fugen zur Vermeidung wilder Risse in Platten zu unterteilen. Die Ausbildung der Fugen und Kerben sowie der Übergänge zu Bauwerken oder anderen Bauweisen erfolgen identisch zu den bei herkömmlichen Betonfahrbahnen. Die Anordnung der Kerben und Fugen muss in einem Abstand von < 3 m quer zur Fahrbahn erfolgen (im Unterschied zu herkömmlichen Betonfahrbahnen mit üblicherweise 5 m). Bei Fahrbahnbreiten über 5 m ist mindestens eine Längskerbe bzw. -fuge anzuordnen. Des Weiteren ist darauf zu achten, dass die Kerben in Walzbetontragschichten rechtzeitig wirksam sind, um ein wildes Reißen zu vermeiden. Gegebenenfalls ist deren Wirksamkeit durch mechanische Beanspruchung der Platten sicherzustellen. Die Anforderungen an die zu verwendenden Mineralstoffe entsprechen denen für die Herstellung von Fahrbahndecken aus Beton (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton – ZTV Beton-StB 01 [3]).

Besondere Bedeutung bekommt im Zusammenhang mit Walzbetonflächen der Widerstand der verwendeten Mineralstoffe und des Walzbetons gegen Frost bzw. Frost- und Taumittel. Die Eigenschaften der Bindemittel, Zusatzmittel und -stoffe und des Zugabewassers sind in enger Anlehnung an die ZTV Beton-StB 01 gestaltet. Die Festigkeiten ergeben sich in Abhängigkeit von der Walzbetonfestigkeitsklasse. Die Druckfestigkeit an Probekörpern wird im Alter von 28 Tagen geprüft. Die Verdichtung des Walzbetons erfolgt mit einer Vibrationswalze (> 8 t). Die benötigte Verdichtungsarbeit sollte an einer zuvor hergestellten Probefläche ermittelt werden. Die ersten beiden Walzübergänge auf dem frischen Beton sollen ohne Vibration durchgeführt werden. Zur Erzielung des Oberflächenschlusses ist der Einsatz einer Gummiradwalze sinnvoll. Der Walzbeton muss nass nachbehandelt werden. Die Nassnachbehandlung sollte unmittelbar nach Abschluss des Walzvorganges beginnen. Zunächst wird der Beton durch feines Versprühen des Wassers und anschließend eventuell durch in Intervallen arbeitende Berieselungsanlagen feucht gehalten. Die Nassnachbehandlung ist mindestens drei Tage durchzuführen. Der Walzbeton darf in dieser Zeit weder austrocknen noch ausgewaschen werden.

Grundlage der praktischen Überprüfung der Bauweisen mit Walzbeton sind die in Deutschland bestehenden Versuchsstrecken. Diese wurden Ende der 80-er, Anfang der 90-er Jahre mit Unterstützung des Landes Rheinland-Pfalz und in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) angelegt. Die erste der beiden Erprobungstrecken liegt auf der B 266 bei Bad Neuenahr und wurde im Oktober 1987 gebaut. Im Mai 1993 erfolgte dann der Bau der zweiten Versuchsstrecke auf der B 54 im Rahmen einer Umgehung bei Stein-Neukirch. Die erste Versuchsstrecke diente dazu, Erfahrungen mit der neuen Bauweise zu sammeln. Dabei standen neben der Haltbarkeit auch technologische Zusammenhänge im Vordergrund. Es hat sich gezeigt, dass ein einschichtiger Einbau bis 25 cm Dicke mit üblichen Straßenfertigern möglich ist, was aber erhöhte Anforderungen an die Herstellung und eine Kontrolle der Verdichtung über die Tiefe erfordert. Zudem ist der einlagige Einbau aus Gründen der Verbundwirkung bei zweilagiger Ausführung dem geringeren maschinellen Aufwand und der daraus resultierenden Wirtschaftlichkeit zu bevorzugen. Um die geforderten

Ebenheiten der Fahrbahnoberfläche zu gewährleisten, ist die aufgetragene Asphaltüberdeckung ausreichend. Die Reflexionsrissbildung, die mit der Zeit immer ausgeprägter wurde, kann auf zwei Ursachen zurückgeführt werden. Zum einen auf die induzierten Zugspannungen aus der sich öffnenden Kerbe und zum zweiten auf die, in ihrer Größe ebenfalls von der Kerbenöffnung abhängigen, Querkräfte, die bei einer Überrollung vom Asphalt aufgenommen werden müssen. Um das Rissverhalten günstig zu beeinflussen, sollte bei zukünftigen Walzbetonflächen auf eine frühe Herstellung der Kerben sowie ein Erzwingen des Reißens der Kerben kurz nach Erhärten des Betons geachtet werden. Auf Grund der hohen Festigkeit des Walzbetons und des guten Tragverhaltens stellt diese Bauweise eine wirtschaftliche Alternative zu standardisierten Bauweisen dar.

Als Ergebnis der zweiten Versuchsstrecke (B 54) konnte festgehalten werden, dass sich der hier gewählte Querkerbenabstand von 3 m bewährt hat, da in den ersten drei Jahren keine Reflexionsrisse zu erkennen waren. Die Einsenkungsmessungen haben zudem ergeben, dass die größten Beanspruchungen erwartungsgemäß im Bereich der Kerben auftreten, sowohl im Walzbeton als auch in der Asphaltüberdeckung. Aus den ermittelten Festigkeitsentwicklungen des Walzbetons geht hervor, dass die Rissbildung in den Kerben sehr früh erfolgen muss, d. h. spätestens nach einem Tag und eventuell durch Befahren mit einer Walze o. ä. erzwungen werden muss. Die Spurrinnenentwicklung ist in den Bereichen dünner Asphaltüberdeckung geringer als in dem Bereich der Standardbauweise (Abschnitt 0). Zudem zeigten sich nach den ersten drei Wintern unter den extremen Klimabelastungen im hohen Westerwald weder Reflexions-, noch Längs- oder Netzrisse. Eine Zustandserfassung der Strecke 1994/1995 ergab einen sehr guten Wert.

Ausgehend von den Untersuchungen, die seinerzeit an den beiden Versuchsstrecken durchgeführt wurden, wurde vom Auftragnehmer und der BASt ein Untersuchungsprogramm ausgearbeitet, das eine Bewertung der einzelnen Bauweisen ermöglicht. Diese Bewertung und theoretische Betrachtungen bilden die Grundlage für die Aufnahme der Bauweise mit einer Walzbetontragschicht in die aktuelle RStO 01.

Nach einer ersten Auswertung der Literatur wurde eine visuell-sensitive Zustandserfassung der beiden Strecken durchgeführt, um ihren Zustand nach der langen Liegezeit (14/8 Jahre) zu beurteilen. Zusätzlich zu dieser Untersuchung des Zustandes wurde die Tragfähigkeit der einzelnen Bauabschnitte bestimmt und durch weitere Untersuchungen der Spurrinnentiefe, des Querprofils und der Frostbeständigkeit ergänzt. Die Bewertung der Tragfähigkeit der Fahrbahn sowie die Bestimmung des Wirksamkeitsindex W der Querkraftübertragung an den Kerben erfolgten mit dem Falling-Weight-Deflectometer (FWD). Zusätzlich wurde die Aufnahme des Querprofils mit dem Koehler-Fuess-Gerät an den schon bei vorhergehenden Zustandserfassungen bewerteten Querschnitten durchgeführt. Zur Bestimmung der Frostbeständigkeit wurden aus den Befestigungen mit unterschiedlicher Dicke der Walzbetontragschicht Bohrkern entnommen und nach dem CIF-Verfahren (Capillary Suction, Internal damage and Freeze thaw Test) geprüft.

Die Zustandsuntersuchung hat für die ältere der beiden Strecken eine mittlere Zustandsklasse 3 ergeben. Im Bereich der B 54 konnten alle Versuchsabschnitte der Zustandsklasse 1 zugeordnet werden. Die Bewertung der Tragfähigkeit erfolgte nach zwei Methoden: JENDIA [5] und GROSSMANN [6]. Hierbei wurden, auch bedingt durch die längere Liegezeit, im Bereich der B 266 Ergebnisse gefunden, die über dem Zielwert, teilweise auch über dem Warn- und Schwellenwert, liegen. Bei der jüngeren Strecke, der B 54, liegen sowohl die Werte des Tragverhaltens als auch der Querkraftübertragung unterhalb der Ziel- bzw. Warnwerte. Im Zuge der Untersuchungen wurden an jeweils zwei Querschnitten eines jeden Versuchsabschnittes

Querprofile bestimmt. Die aus den Querprofilen gewonnenen Spurrinnentiefen unter einer 2 m-Latte betragen zwischen 1,0 und 6,0 mm. Für die B 54 liegen die Spurrinnentiefen zwischen 1,0 und 4,0 mm. In einem in Asphaltbauweise hergestellten Vergleichsabschnitt zeigten sich Spurrinnen mit einer Tiefe von 3,0 bis 4,0 mm.

Um die Eigenschaften der Walzbetontragschichten beurteilen zu können, wurden aus den einzelnen Versuchsabschnitten Bohrkern entnommen. Die Bohrkern aus der B 266 weisen einen guten Verbund zwischen den 2-lagig eingebauten Walzbetonschichten auf. Lediglich im Abschnitt III zeigte sich kein Verbund zwischen den beiden Walzbetonschichten. Auffällig sowohl bei den Bohrkernen der B 266 als auch denen der B 54 sind die ermittelten Dicken der Walzbetonschichten. In seltenen Fällen stimmt die gemessene Dicke mit der laut Planung einzubauenden Dicke überein.

Neben der optischen Begutachtung und der Bestimmung der Schichtdicken wurden die Probekörper einer Prüfung des Frostwiderstandes unterzogen. Die Frostbeständigkeit wurde mit dem CIF-Verfahren ermittelt. Kriterien für die Beurteilung der Frostempfindlichkeit sind der Abfall des dynamischen E-Modul, die Abwitterung sowie die Feuchteaufnahme nach insgesamt 56 Frost-Tau-Zyklen. Bei den durchgeführten Untersuchungen überschreiten weder die Einzelwerte, die Mittelwerte noch die Standardabweichungen die kritischen Grenzwerte, sie liegen deutlich unterhalb. Da die Proben aus den Frostprüfungen kaum messbare und kaum offensichtliche Schäden erfahren haben, wurde entschieden, an diesen Proben und an weiteren Resten aus den Bohrkernen ebenfalls Spaltzug- und Druckfestigkeiten zu bestimmen.

Ein Vergleich der beiden Walzbetone zeigt eine etwa 1 N/mm^2 höhere Spaltzugfestigkeit des Betons der B 54. Zudem kann man erkennen, dass die Spaltzugfestigkeiten der bewitterten Proben höher sind als die der unbewitterten Proben. Ursache hierfür kann die Lage der Proben sein. Die Proben für die Bestimmung der Frostbeständigkeit wurden aus dem oberen Bereich des Bohrkerns entnommen, der in allen Fällen eine bessere Verdichtung und Nachbehandlung erfahren haben dürfte. Zusätzlich wurde an zwei Proben die Druckfestigkeit bestimmt. Die ermittelte Druckfestigkeit am Zylinder von $70,0 \text{ N/mm}^2$ entspricht einer Würfeldruckfestigkeit von etwa $82,5 \text{ N/mm}^2$. Selbst unter Berücksichtigung einer extremen Nacherhärtung während der Liegezeit von fast 15 Jahren bedeutet diese Festigkeit, dass der Walzbeton auch bereits nach der Herstellung eine größere Festigkeit gehabt hat als der geplante WB 25 und auch als der laut Eignungsprüfung hergestellte WB 35. Eine nach verschiedenen Ansätzen durchgeführte Rückrechnung der Schichtmoduln ergab für den Walzbeton annähernd gleich große E-Moduln, was darauf schließen lässt, dass diese Werte realistisch sind.

3. Schlussfolgerungen

Abschließend wurden alle gesammelten Untersuchungsergebnisse und Beobachtungen gemeinsam bewertet und daraus eine Empfehlung abgeleitet. Für die Bauklasse III, aber auch IV, V und VI, stellt diese Bauweise mit einer Walzbetontragschicht eine ökonomische Alternative dar. Neben dem bewährten Kerbenabstand von 3 m und einer maximalen Dicke von 25 cm sollten zwei konstruktive Ausbildungen zur Anwendung kommen. Beispielhaft für die Bauklasse III ist eine 23 cm starke Walzbetontragschicht mit einer insgesamt 8 cm starken Asphaltüberdeckung (Asphaltbinder und -deckschicht) oder eine 24 cm dicke Walzbetontragschicht (mit Kontrolle der Verdichtung über die gesamte Dicke) mit einer Asphaltüberdeckung von 4 cm. Der Einsatz einer Walzbetontragdeckschicht wird nur für Verkehrsflächen mit langsamem Verkehr empfohlen.

Literaturverzeichnis

- [1] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RStO 01), Ausgabe 2001, FGSV Köln, 52 S.
- [2] Merkblatt für den Bau von Tragschichten und Tragdeckschichten mit Walzbeton für Verkehrsflächen, Ausgabe 2000, FGSV Köln, 20 S.
- [3] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton (ZTV Beton-StB 01), Ausgabe 2001, FGSV Köln, 80 S.
- [4] Arbeitspapiere zur Systematik der Straßenerhaltung, Reihe D Zustandsbewertung, FGSV Köln, 1990
- [5] Jendia, S.: Bewertung der Tragfähigkeit von bituminösen Straßenbefestigungen, Veröffentlichungen des Instituts für Straßen- und Eisenbahnwesen der Universität Karlsruhe, Heft 45, 1995
- [6] Großmann, A.: Bewertung des Tragverhaltens von Fahrbahndecken aus Beton, FGSV Köln, in Schriftenreihe der Arbeitsgruppe "Betonstrassen", Heft 25, 2001

