

Vergleichende Untersuchungen der Gebrauchseigenschaften von Betonfahrbahnen mit unterschiedlichem Konstruktionsaufbau auf der Grundlage systematischer oberflächenbezogener Messungen

FA 8.168
 Forschungsstelle: Universität Karlsruhe (TH), Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen (Prof. Dr.-Ing. R. Roos)
 Bearbeiter: Freund, H. / Großmann, A. / Stammler, L.
 Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn
 Abschluss: Juli 2004

1. Zielsetzung

Ziel des Forschungsprojektes ist es, aufbauend auf den bisherigen Untersuchungen an der Versuchsstrecke "Hilden" (BAB A 3) unter Einsatz der Messsysteme (schnellfahrendes Längsebenheitsmesssystem, Impulsradar, Falling Weight Deflectometer (FWD)) und den in diesem Zusammenhang gewonnenen Erkenntnissen weitere Messungen an ausgewählten Strecken (BAB A 4, BAB A 44, BAB A 5 und BAB A 7) durchzuführen, um bisher vorgenommene Einstufungen verschiedener Aufbauten abzusichern bzw. zu erweitern sowie die Beobachtungen im Hinblick auf das Entstehen und die Weiterentwicklung von Schwachstellen mit Verhaltensprognosen fortzusetzen. Neben der Bewertung unterschiedlicher Aufbauten unter dem Gesichtspunkt der Veränderung der Gebrauchseigenschaften sollte eine abnahmetaugliche und verhaltensbeschreibende Messsystematik vorgeschlagen werden.

2. Untersuchungsmethodik

Vor jeder Messkampagne wurden – soweit verfügbar – wesentliche Angaben wie Liegezeit, Verkehrsbeanspruchung und ZEB-Daten zu den jeweiligen Strecken herangezogen. Anschließend fanden auf sämtlichen Strecken zu Beginn und zum Ende des Beobachtungszeitraumes Längsebenheitsmessungen sowie an drei Strecken (BAB A 3, BAB A 44 und BAB A 7) Impulsradarmessungen zu Beginn des Forschungsprojektes statt. Darauf aufbauend wurden bei verschiedenen Temperaturzuständen FWD-Messungen vorgenommen. Abschließend erfolgte unter Berücksichtigung sämtlicher bis dahin vorliegender Untersuchungsergebnisse eine Eingrenzung auf Intensivmessfelder (3 bis 5 Platten), auf denen dann die FWD-Messungen sowohl in der rechten als auch linken Radspur mit mehreren Laststufen durchgeführt wurden. Parallel zu den Tragfähigkeitsmessungen erfolgten eine eigene visuelle Zustandserfassung sowie die Aufnahme der vorherrschenden Temperaturzustände, auch innerhalb der Konstruktion. Die Einstufung der verschiedenen Aufbauten wurde im Wesentlichen anhand der Bewertungs-Zeit- und Bewertungs-Beanspruchungs-Diagramme nach GROSSMANN sowie auf Grundlage neuerer Erkenntnisse bei Ebenheitsmessungen vorgenommen.

3. Angaben zu den Untersuchungsstrecken

Die Streckenauswahl im Rahmen des vorliegenden Forschungsprojektes erfolgte im Sinne o. a. Zielsetzung und in Absprache mit der Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). In Ergänzung zu den Varianten der Versuchsstrecke auf der BAB A 3 bei Hilden und den dort gewonnenen Erkenntnissen und

Erfahrungen sollten die weiteren Untersuchungsstrecken folgende Variationen umfassen:

- A Zeitliche Staffelung nach Liegezeit
 - (A 1) 5 bis 10 Jahre,
 - (A 2) 10 bis 15 Jahre,
 - (A 3) 15 bis 20 Jahre,
- B Bauweise/Konstruktion
 - (B 1) Betondecke B 35 auf hydraulisch gebundener Tragschicht (HGT),
 - (B 2) Betondecke B 35 auf HGT mit Vlieszwischenlage,
 - (B 3) Betondecke B 35 auf HGT mit Asphaltzwischenlage,
 - (B 4) Betondecke B 35 auf Tragschicht ohne Bindemittel (ToB),
 - (B 5) Betondecke B 35 auf Asphalttragschicht (ATS),
 - (B 6) Betondecke B 45 auf Asphalttragschicht,
 - (B 7) Betondecke B 45 mit Viertelplatten auf Asphalttragschicht,
 - (B 8) Betondecke B 65 auf Asphalttragschicht.

Im Hinblick auf eine vergleichende Bewertung der zu untersuchenden Bauweisen bzw. Konstruktionen wurden Strecken ausgewählt, die möglichst mehrere der o. g. Varianten unter gleichen Randbedingungen (Verkehr, Gradienten, Entwässerung) umfassten. In Tabelle 1 sind die letztendlich ausgewählten Untersuchungsstrecken mit den zugehörigen Variationen aufgeführt. Die Untersuchungsstrecke BAB A 5 bei Darmstadt wurde nachträglich ergänzend kurz vor ihrer grundhaften Erneuerung in das Untersuchungsprogramm aufgenommen, um auch eine langfristig unter Verkehr liegende Strecke zu erfassen und mit vorliegenden anderweitigen Ergebnissen zu vergleichen.

Tabelle 1: Ausgewählte Untersuchungsstrecken mit zugehörigen Variationen

Untersuchungsstrecke	Untersuchungsabschnitt	Zeitliche Staffelung nach Liegezeit ¹⁾	Bauweise bzw. Konstruktion
BAB A 3 bei Hilden	1.1	A 2, A 3	B 4
	1.2	A 2, A 3	B 1 ²⁾
	1.3	A 2, A 3	B 5 ³⁾
BAB A 4 Südring Köln	2.1	A 2, A 3	B 5
	2.2	A 3	B 1 ²⁾
BAB A 44 bei Soest	3.1	A 1	B 4
	3.2	A 1	B 6 ³⁾
	3.3	A 1	B 6
	3.4	A 1	B 7
	3.5	A 1	B 8
	3.6	A 1	B 5
BAB A 5 bei Darmstadt ⁴⁾	4.1	(> 30 Jahre)	B 5
	4.2	(> 30 Jahre)	B 5
BAB A 7 bei Ellwangen	5.1	A 2, A 3	B 3
	5.2	A 2, A 3	B 1
	5.3	A 2, A 3	B 2

1) Bezugsjahr: 2004
 2) Betondecke B 35 auf Verfestigung, Drainstreifen im Querschnittsbereich
 3) Betondecke auf Asphalttragschicht (ATS) mit Vlieszwischenlage
 4) Nachträglich in das Untersuchungsprogramm aufgenommene Strecke

4. Bewertung der Strecken und ihrer Aufbauten

In Tabelle 2 wurde den verschiedenen Untersuchungsabschnitten einer Strecke unter Angabe der Liegezeit und einer den RStO 01 (2001) angenäherten Zuordnung die zuletzt verfügbaren Daten aus der netzweit durchgeführten ZEB (hier: TW SUB), der eigenen visuellen Einschätzung und der Längsebenheit (hier: ZW EHI) sowie den als maßgeblich erachteten Tragfähigkeitskennwerten gegenübergestellt. Die vorgenommene Klassifizierung erfolgte nach Ermittlung des arithmetischen Mittelwertes der einzelnen Zustandswerte. Übergangs- und Bauwerksbereiche wurden ausgeschlossen.

Tabelle 2: Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse

Untersuchungsstrecke	Untersuchungsabschnitt		Liegezeit [Jahre]	Einstufung gemäß RStO 01		ZEB-Daten TW SUB	eigene visuelle Zustandsfassung	Längsebenheit ZW EHI	Tragfähigkeit
				nach Verkehrsbeanspruchung ¹⁾	nach Dicke der Betondecke und Aufbau ²⁾				
1 BAB A 3	1.1	dicke Decke auf ToB	16	SV	SV	++	o	-	(+ ₃₎
	1.2	Verfestigung	16	SV	II	++	o	o	-
	1.3	Vlies auf ATS	18	SV	III	++	+	-	+
2 BAB A 4	2.1	ATS	16	SV	I	+	o	++	++
	2.2 A	Verfestigung	18	SV	III	-	--	-	-
	2.2 B	Verfestigung				+	o	+	o
3 BAB A 44	3.1	dicke Decke auf ToB	4	SV	SV	++	++	+	+
	3.2	Vlies auf ATS			III	++	++	o	+
	3.3	B 45 auf ATS			III	-	++	o	+
	3.4	Viertelplatten			Sonderfall	++	+	+	++
	3.5	B 65 auf ATS			III	++	+	o	+
4 BAB A 5	4.1 A	West - ATS	35	I	I	⁵⁾	-	o	-
	4.1 B					⁵⁾	o	o	+
	4.2	Ost - ATS			III	⁵⁾	o	+	+
5 BAB A 7	5.1	bit. Zwischenschicht	16	SV	III ⁴⁾	++	++	+	++
	5.2	HGT			III	++	+	+	+
	5.3	Vlies auf HGT			III	++	+	+	+

Legende:

++ sehr gut
+ gut
o befriedigend
- schlecht
-- sehr schlecht

¹⁾ Grundlage: äquivalente 10-t-Achsübergänge für einen Zeitraum von 30 Jahren
²⁾ Einstufung näherungsweise nach Tafel 2
³⁾ nach Maßnahmen zur baulichen Erhaltung
⁴⁾ nach Tafel 6, Zeile 1.2
⁵⁾ liegen nicht vor

Im Hinblick auf die Einstufung der verschiedenen Aufbauten ist folgendes festzuhalten:

Konstruktionen mit Asphalttragschichten entsprechen zumindest der Verhaltensfunktion "guter Verlauf", zeigen teilweise darüber hinaus auch ein sehr gutes Tragverhalten mit hohem Restnutzungspotenzial (Bild 1). Vergleichsweise positiv ist auch

die hier untersuchte Konstruktion mit HGT einzuschätzen. Demgegenüber muss aufgrund der Bewertungs-Zeit- und Bewertungs-Beanspruchungs-Diagramme davon ausgegangen werden, dass die untersuchten Konstruktionen mit Verfestigung und Drainstreifen im Fugenbereich offenbar früher erschöpft sein können und deshalb entsprechende bauliche Erhaltungsmaßnahmen erfordern (Bild 2) Das Gebrauchsverhalten der Bauweise „dicke Betondecke auf ToB“ wird als brauchbar eingeschätzt. Aufgrund von festgestellten Schäden im entwässerungskritischen Verwindungsbereich bei Untersuchungen an der BAB A 3 (Hilden) sind bei dieser Bauweise neben den Anforderungen der ZTVT-StB und der RStO die zusätzlichen Anforderungen des ARS Nr. 37/1997 an die Tragschichten ohne Bindemittel unbedingt einzuhalten. – (Bilder am Ende des Beitrages)

Im Hinblick auf die Substanzbewertung von Betonfahrbahnen sind folgende Gesichtspunkte als wesentlich hervorzuheben:

Offensichtlich ergibt sich kein Zusammenhang zwischen dem oberflächenbezogenen Teilwert Substanz (TW SUB) aus den ZEB-Daten und den direkt ermittelten Tragfähigkeiten einer Konstruktion. Demnach können anhand des Teilwertes Substanz fundierte Substanzbewertungen im Rahmen einer frühzeitigen Erhaltungsplanung von Betonfahrbahnen nicht gesichert vorgenommen und somit gegebenenfalls unzweckmäßige Erhaltungsstrategien abgeleitet werden. Die bislang herangezogenen abschnittsbezogenen Zustandswerte wie z. B. ZW AUN oder ZW EHI geben allein keine verlässlichen Hinweise auf Schwachpunkte oder strukturelle Veränderungen einer Konstruktion. Anhand der abschnittsbezogenen Zustandsgrößen bzw. Zustandswerte können Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Erfassungs- und Messsystemen nicht hergestellt werden. Allerdings konnte bei anderen Untersuchungen gezeigt werden, dass der Parameter "Stufigkeit" in dieser Hinsicht weiterführende Informationen liefert. Danach zeigt sich, dass sich anhand dieses Parameters für die verschiedenen Strecken unterschiedliche Maßzahlen ergeben, die eine Charakterisierung des jeweiligen strukturellen Zustandes ermöglichen. Darüber hinaus kann abgeschätzt werden, ob und inwieweit sich im Beobachtungszeitraum Veränderungen eingestellt haben. Der Parameter "Stufigkeit" gibt zudem Hinweise darauf, in welchen Bereichen objektbezogene Untersuchungen mit dem FWD erforderlich sind. Hinsichtlich der abnahmetauglichen und verhaltensbeschreibenden Messsystematik wird daher empfohlen, diese Verfahren (Längsebenheit, Tragfähigkeit) wie beschrieben miteinander zu verknüpfen und standardmäßig bei Basismessungen (Abnahme), des Weiteren zur Erfassung des jeweiligen Verhaltens im Verlaufe der Nutzung, letztlich zur rechtzeitigen Einleitung von Erhaltungsmaßnahmen einzusetzen. Abgesehen von fehlenden Dübeln oder Ankern sowie grundlegenden Aufbauwechsellern und Schichtenfolgen sind durch Impulsradmessungen ohne weitere zerstörende Untersuchungen Schichtdicken nicht sicher zu ermitteln oder Schwachstellen zweifelsfrei aufzudecken. Ein Bezug der definierten Anomalien zu den Längsebenheitsdaten oder Tragfähigkeitskennwerten besteht offenbar nicht.

5. Empfehlungen

Es wird vorgeschlagen, die beschriebene Messsystematik mit ihren Möglichkeiten konsequent anzuwenden und Bewertungshintergründe hierfür zu entwickeln. Parallel hierzu sollte generell im Rahmen von Längsebenheitsmessungen die Wiederholgenauigkeit ermittelt und für die Anwendung der Stufigkeit auch Fragen des Temperatureinflusses beantwortet werden, da sowohl die Anzahl der Überschreitungen als auch die Ausprägung der Peaks hiervon abhängen können. Im Übrigen kann die Anwendung verbessert und die Auswertung beschleunigt werden, wenn eine punktgenaue Zuordnung der Quertugen im Stufigkeitsband messtechnisch sichergestellt wird. Der Einfluss

der vorherrschenden Temperaturzustände auf die Tragfähigkeitskennwerte ist weiterhin zu untersuchen, um den vorgeschlagenen Temperaturkorridor zu überprüfen, erforderlichenfalls weitergehende Kriterien hierfür in Bezug zu nehmen. Die Interpretation der im Rahmen von Impulsradarmessungen ausgewiesenen Anomalien ist zu hinterfragen und sollte durch gezielte zerstörende Untersuchungen (ggf. bei "Sowieso"-Maß-

nahmen) verifiziert werden.

Die hier aufgeworfenen offenen Punkte sollten durch künftige FE-Projekte abgeklärt werden. In diesem Zusammenhang wird empfohlen, insbesondere die Untersuchungsstrecken der BAB A 44 und BAB A 7 sowie weitere definierte Strecken zur Absicherung der Vorgehensweisen und deren Implementierung in die ZEB-Systematik zu beobachten.

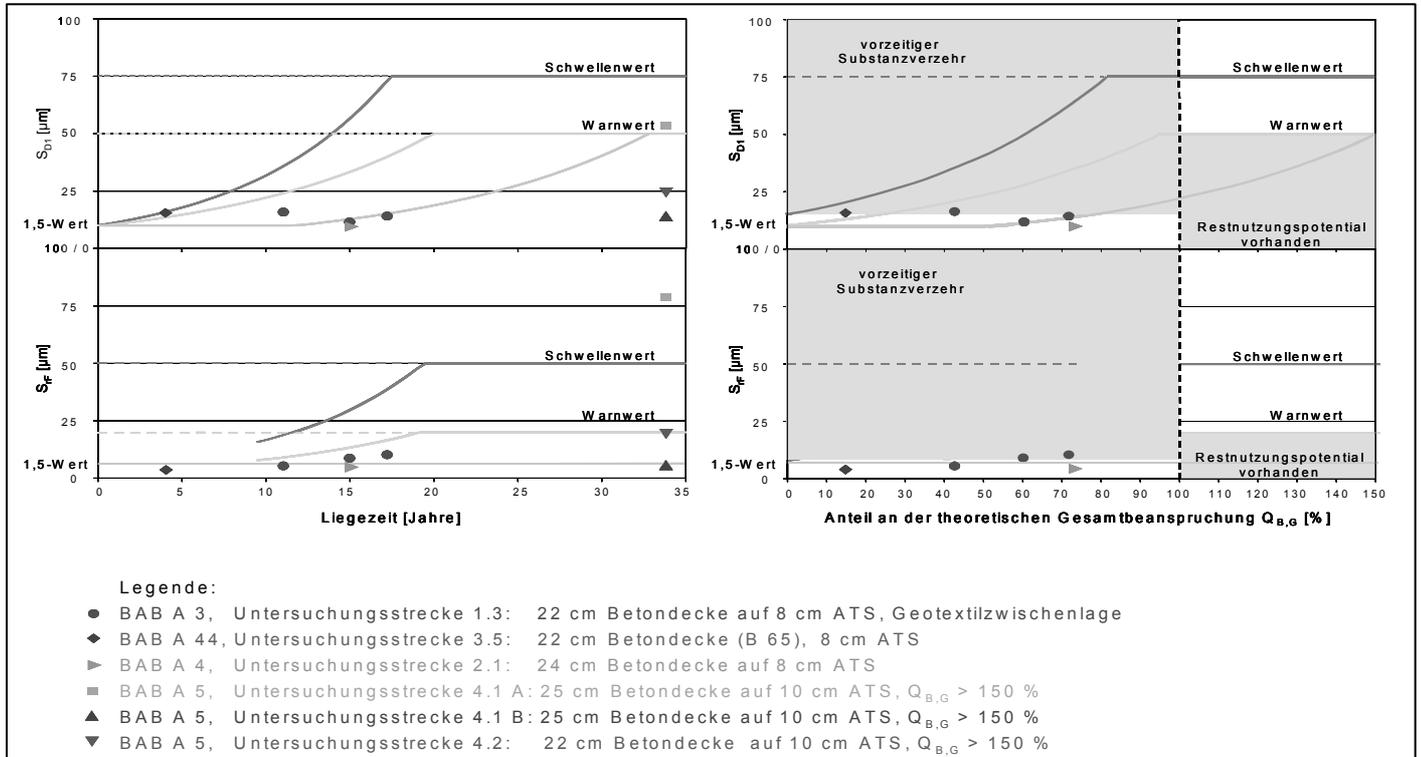


Bild 1: Bewertungs-Zeit- und Bewertungs-Bbeanspruchungs-Diagramm für Konstruktionen auf Asphalttragschicht (BAB A 3, BAB A 4, BAB A 44 und BAB A 5)

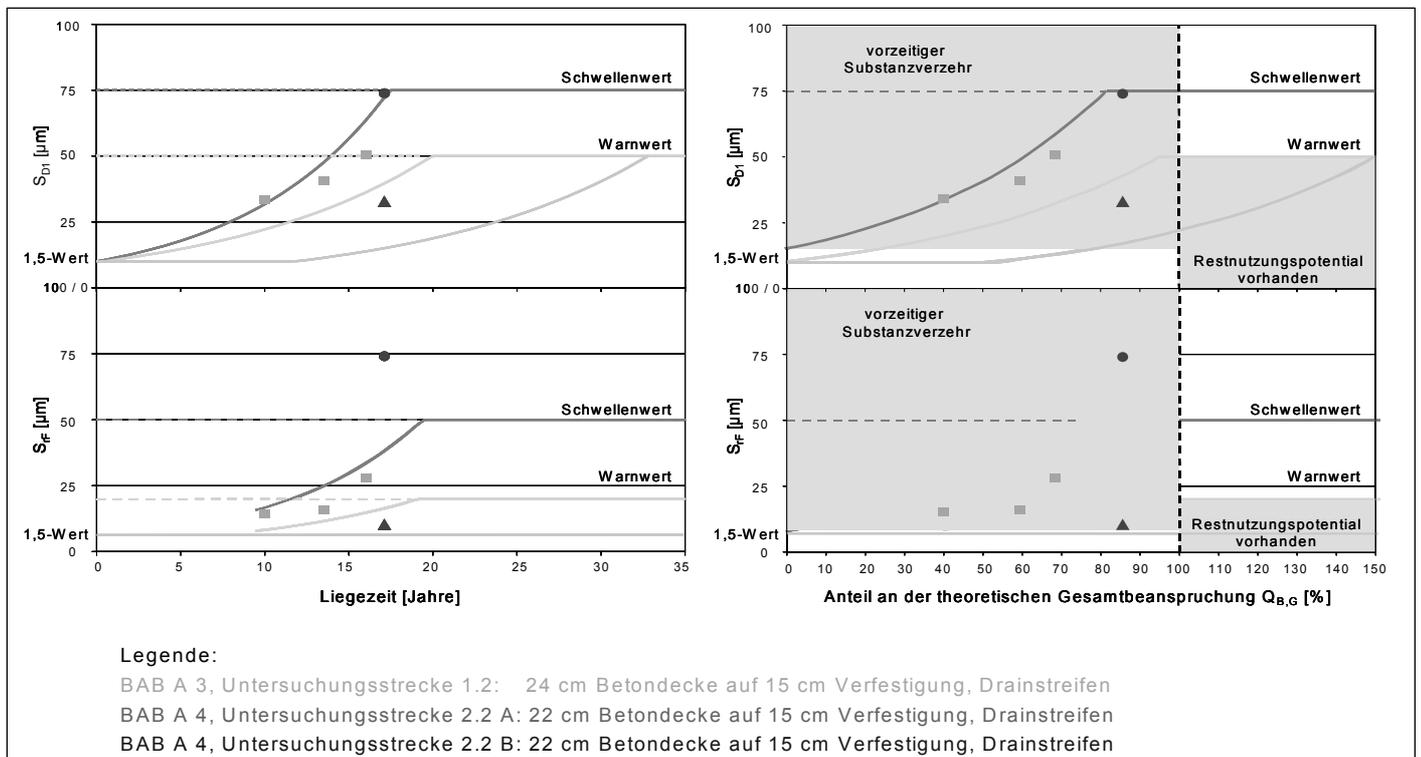


Bild 2: Bewertungs-Zeit- und Bewertungs-Bbeanspruchungs-Diagramm für Konstruktionen auf Verfestigung (BAB A 3 und BAB A 4)