

## Vergleich und Bewertung des Plattendruckversuchs (DIN 18134) mit Einuhr- und Dreihuhnmessverfahren – Fortführung

FA FGSV 2/2000

Forschungsstelle: Technische Universität Dresden, Institut für Stadtbauwesen und Straßenbau (Prof. Dr.-Ing. habil. F. Wellner)

Bearbeiter: Numrich, R. / Biebas, R.

Auftraggeber: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Köln

Abschluss: Mai 2001

### 1. Aufgabenstellung

Der Plattendruckversuch nach DIN 18134 zur Prüfung der Tragfähigkeit von Untergrund, Unterbau und Tragschichten ohne Bindemittel ist im Rahmen der Qualitätssicherung von Straßen- und Erdbaumaßnahmen von zentraler Bedeutung. Den Ergebnissen des Plattendruckversuchs wird eine große vertragliche und wirtschaftliche Bedeutung in Verbindung mit der Qualitätsüberwachung zugeschrieben. Die in den "Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen und Richtlinien für Tragschichten / Erdarbeiten im Straßenbau" ZTV T-StB, Ausgabe 1995 und ZTV E-StB, Ausgabe 1994 festgelegten Anforderungen an das Verformungsverhalten basieren auf jahrzehntelangen Erfahrungen und Beobachtungen bei der Anwendung dieses Prüfverfahrens.

Für die Durchführung des Lastplattenversuches nach DIN 18134 stehen zwei verschiedene Gerätetypen zur Verfügung. Die Verformungen können sowohl mit den "Tast-Vorrichtungen" für Ein-Punkt-Messungen (Einhuhnmessverfahren) als auch mit Vorrichtungen für Drei-Punkt-Messungen (Dreihuhnmessverfahren) gemessen werden.

Bei routinemäßigen Bauüberwachungen wurde vor einigen Jahren festgestellt, dass der parallele Einsatz von Plattendruckgeräten mit Einuhr- sowie mit Dreihuhr-Messeinrichtungen nicht wie erwartet gleiche Messergebnisse, sondern zum Teil erhebliche Abweichungen der "gemessenen" Verformungsmoduln ergab. Daraufhin wurde in den Jahren 1996/97 im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen das Forschungsprojekt "Bewertung der Ergebnisse von Plattendruckversuchen mit dem Einuhr- und Dreihuhnmessverfahren" bearbeitet. Eine wesentliche Erkenntnis dieser Untersuchungen ist, dass die Messungen mit dem Einuhrmessverfahren stets kleinere Verformungsmoduln und somit eine scheinbar geringere Tragfähigkeit ergaben als mit dem Dreihuhrmessverfahren.

Da das Dreihuhrmessverfahren in Zukunft nicht mehr angewendet werden soll, stellt sich die Frage, ob eine Korrektur der nach RStO geforderten  $E_{V2}$ -Werte (Verformungsmoduln) erfolgen muss, um das bisherige Anforderungsniveau bezüglich der Tragfähigkeit beizubehalten.

In vorliegender Forschungsarbeit sollen durch weiterführende Untersuchungen die Ergebnisse des vorgenannten Forschungsberichtes bestätigt oder widerlegt und die Gründe für die unterschiedlichen Messergebnisse aufgezeigt werden.

### 2. Untersuchungsmethodik

Vor der Durchführung eigener Plattendruckversuche wurde in der Literatur nach den derzeit bekannten Fehlerquellen bei Plattendruckversuchen recherchiert, um anhand dieser Analyse die Einflüsse auf die beiden Messverfahren vergleichen zu können. Der Schwerpunkt der Arbeit lag jedoch in der Durchführung und Auswertung von Plattendruckversuchen. Sowohl an konkreten Baumaßnahmen als auch im Versuchsstand der TU Dresden wurden Plattendruckversuche mit synchroner Einuhr- und Drei-

uhrmessung durchgeführt. Verwendung fand für die Feldversuche immer die gleiche Kombination aus Ein- und Dreihuhrmessgestell, um gerätebedingte Fehler auszuschließen. Variiert wurden das Belastungsfahrzeug (6 verschiedene Fahrzeuge) sowie die Position der Lastplatte zu den Reifenaufstandflächen der Belastungsfahrzeuge.

### 3. Untersuchungsergebnisse

Zunächst wurde anhand eines Literaturstudium herauszufinden versucht, ob derzeit bekannte Fehlerquellen bei der Durchführung von Plattendruckversuchen zu den unterschiedlichen Ergebnissen beim Ein- bzw. Dreihuhrmessgestell führen. Dabei ergab sich, dass die Auswirkungen dieser Messfehler vordergründig nicht von dem jeweiligen Verfahren der Setzungsmessung (Einhuhr- oder Dreihuhrmessverfahren) abhängig sind. Es sind gleichermaßen systematische und zufällige Fehler, die jedoch für die unterschiedlichen Messergebnisse zwischen Ein- und Dreihuhrmessverfahren nicht verantwortlich sind.

Anschließend wurden zur Untersuchung der Problematik Plattendruckversuche nach DIN 18134 mit synchroner Ein- und Dreihuhrmessung durchgeführt. Der erste Teil der Untersuchungen bestand aus über 100 Versuchen an 5 verschiedenen Baumaßnahmen in Sachsen. Dabei wurden 6 verschiedene Belastungsfahrzeuge verwendet und die Messeinrichtung an verschiedenen Positionen unter den Fahrzeugen aufgestellt.

Den Versuchsergebnissen ist jedoch zu entnehmen, dass zwischen den Verformungsmoduln des Einuhr- und Dreihuhrmessverfahrens erhebliche Unterschiede bestehen. Besonders deutlich werden die Unterschiede bei der Zweitbelastung (Verformungsmodul  $E_{V2}$ ). Die Verformungsmoduln beim Dreihuhrverfahren weisen durchgängig höhere Werte auf, in einigen Versuchen sogar bis zum Faktor 2. Bei Betrachtung der paarweise zu vergleichenden Messergebnisse kann dabei von einer systematischen und wiederkehrenden Messdifferenz zwischen Einuhr- und Dreihuhrmessverfahren gesprochen werden.

Es konnten anhand der Feldversuche keine Ursachen für die Ergebnisunterschiede zwischen dem Einuhr- und dem Dreihuhrmessverfahren festgestellt werden. Eine maßgebliche Beeinträchtigung der Messgestelle durch Verformungsmulden/-aufwölbungen wurde nicht festgestellt. Ebenso wenig konnte eine Abhängigkeit zu den verwendeten Belastungsfahrzeugen bzw. der Belastungs-/Messgestellanordnung gefunden werden.

Anschließende Versuche im Versuchsstand der TU Dresden haben gezeigt, dass die Unterschiede der beiden Setzungsmesseinrichtungen im Wesentlichen aus einer Durchbiegung des Dreihuhrmessgestells resultieren, die infolge der Belastung durch die Messuhren erklärt werden kann. Die Dreihuhrmessgestelle sind teilweise in ihren Gelenkpunkten so "biegeweich" konstruiert, dass die Rückstellfedern in den Messuhren die Durchbiegung der Gestelle bewirken. Die jeweilige Größe der Gestellverschiebung ist abhängig von der Konstruktion und dem verwendeten Material des Dreihuhrmessgestells. Getestet wurden im Rahmen dieses Projektes vier verschiedene Messgestelle, bei denen die Verbiegungen bei sonst gleichen Bedingungen teilweise um den Faktor 4 differierten.

Das Messgestell, das zur Durchführung der Feldversuche im Rahmen dieses Forschungsprojektes zu Verfügung stand, wies Gesamtverformungen von bis zu 0,25 mm bei für Feldversuche typischen Einsenkungen der Lastplatte auf. Ein Einfluss des verwendeten Messuhrtyps ist zu vermuten, ein systematischer Einfluss konnte jedoch nicht festgestellt werden.

Die Ergebnisse aller Plattendruckversuche im Versuchsstand (Dreihuhrverfahren) wurden mit den gemessenen Gestellverschiebungen korrigiert und den Ergebnissen des Einuhrverfahrens gegenübergestellt. Dabei zeigt sich, dass die bei einigen Versu-

chen vorher vorhandene Differenzen von über 80 % auf etwa 5 % reduziert werden konnten. Die Rest-Differenzen sind auf weitere Fehlerquellen (Ablesefehler, klimatische Einflüsse, Durchbiegung der Lastplatte usw.) zurückzuführen, die in ihrer Summe im Vergleich zur Gestelldurchbiegung einiger Dreihuhr-Messgestelle jedoch vernachlässigbar sind.

In einer gesonderten Messreihe wurde untersucht, inwieweit sich das Messgestell des Einuhrverfahrens (Benkelmanbalken) bei typischen Belastungen verbiegt. Dabei zeigte sich, dass die direkt an der Lastplatte abgelesenen Setzungen identisch sind mit den Einsenkungen, die hinter dem Gelenk des Messarmes gemessen wurden (übliche Einuhrmessmethode). Bei den Messwerten dieses Systems handelt es sich also um relativ genaue Einsenkungen der zu prüfenden Schicht. Eine Korrektur der nach RStO geforderten  $E_{V2}$ -Werte ist nicht erforderlich.

#### 4. Folgerungen für die Praxis

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die Fehlerursache nicht wie zu Beginn der Forschungsarbeit erwartet, von Geräte- und Aufstellungskonfigurationen der verwendeten Messgestelle und den Belastungsfahrzeugen abhängig ist.

Die Differenzen der Messergebnisse des Plattendruckversuchs mit Einuhr- und Dreihuhrmessgestell liegen in der Verformbarkeit des Dreihuhrmessgestells begründet.

Die Festlegung der DIN 18134, in Zukunft Plattendruckversuche nur noch mit dem Einuhr-Messgerät durchzuführen, kann deshalb bestätigt werden. □