

Asphalttester Modifiziertes Leichtes Fallgewichtsgerät

Hinweise zur Verkehrsfreigabe von Verkehrsflächen-
befestigungen aus Asphalt (FGSV NR. 733)

Elastischer Verformungsmodul E_{vd} Asphalt
(ZORN INSTRUMENTS 2010)



HINTERGRUND : Normen und Verfahren

Straßenbefestigungen bestehen in Deutschland und vielen anderen Ländern bevorzugt aus Asphalt. Meist aus traditionellen Bitumen-Mineralgemischen. Immer häufiger auch aus modifizierten Asphalten, die z.B. einen geringeren Energieaufwand versprechen oder die Verwendung von recyceltem Material ermöglichen.

Der Bau von Asphaltstraßen wird dabei von zahlreichen Anforderungsnormen und Prüfverfahren begleitet, die eine sichere und wirtschaftliche Nutzung der Straßen garantieren sollen.

Überraschenderweise stammen vieler dieser Normen und Verfahren noch aus den Anfangszeiten des industriellen Straßenbaus in den 1920er und 1930er Jahren. Innovationen setzen sich nur mühsam durch.

ZIEL : Asphaltprüfungen mit einem LFG

Als Pioniere des Dynamischen Plattendruckversuches haben ZORN INSTRUMENTS die Nutzung des Leichten Fallgewichtsgerätes (LFG) für Asphalt schon länger im Visier. Bzw. die Übertragung des LFG-Funktionsprinzips auf ein Feldprüfgerät, dass eine ähnlich sichere Bewertung der Tragfähigkeit von Asphaltbefestigungen ermöglicht, wie im Bereich der ungebundenen Böden für den Unterbau.

Bisher bekannte Feldprüfgeräte mit einer vergleichbaren Aufgabe sind das schwere Fallgewichtsgerät (FWD) oder der Benkelman Balken. International verbreitet ist weiterhin die Überwachung der relativen Verdichtung von heißem Asphalt während des Einbaus mithilfe von Nuklearsonden.

All diese Verfahren liefern wichtige Kennwerte, haben aber auch bekannte Schwächen. Sowohl in Bezug auf die Aussagekraft der Prüfergebnisse als auch hinsichtlich ihrer Anwenderfreundlichkeit.

HERAUSFORDERUNG : Asphalt vs. Unterbau

Das Verformungsverhalten von Asphalt unterscheidet sich erheblich von dem ungebundener Sand-, Kies- oder Schotter-schichten. Festigkeit und Steifigkeit liegen generell um ein Vielfaches höher. Der Belastungswiderstand ist temperaturabhängig und er verändert sich erfahrungsgemäß nach der Aushärtung über den Nutzungszeitraum. Die Zahl verfügbarer Baustoffgemische und Einbauverfahren ist sehr viel größer als im Bereich des Unterbaus.

Damit sich mit der begrenzten Stoßkraft eines leichtes Fallgewichtes (maximal ca. 10 kN) eine messbare Verformung der Asphaltoberfläche erzeugen lässt, kommt beim ZORN Asphalt Tester anstelle einer Lastplatte ein gehärteter Prüfstempel zum Einsatz. Je nach geplantem Einsatz stehen austauschbare Stempel mit Durchmesser zwischen 12 und 50 mm zur Verfügung.

Ein 15 kg schweres, ergonomisch geformtes Fallgewicht fällt aus etwa 520 mm Höhe auf den Prüfstempel und erzeugt eine Stoßkraft von 9,420 kN bei einer Stoßdauer von 17 ms. Der resultierende Druck unter der Stempeloberfläche beträgt dabei für einen 50 mm Stempel 4,8 MN/m² (MPa).

Ein im Inneren des Gewichtes gelagertes Tellerfederpaket (ZORN-Patent) sorgt für den gleichmäßigen Krafteintrag. Das Fallgewicht lässt sich beim Zurückspringen mühelos fangen.

Ein präziser Sensor misst die Beschleunigung des Prüfstempels bei jedem Stoß. Aus diesem Messwert berechnet das Gerät automatisch die maximale Eindringtiefe (max. Setzung) sowie die Geschwindigkeit, mit der sich der Stempel bewegt.

Ein zweiter Sensor bestimmt parallel die Oberflächentemperatur des Asphalts.



ZORN ASPHALTTESTER : ein modifiziertes LFG

Prototypen des ZORN Asphalttesters sind bereits seit 2010 auf dem Markt. Jetzt ist eine ergonomisch und funktionell komplett überarbeitete Version erhältlich.

Das Gerät besteht aus drei Komponenten, die zu Transportzwecken getrennt und auf der Baustelle mit wenigen Handgriffen wieder zusammengesetzt werden. Der ZORN Asphalttester benötigt keinen Trolley oder vergleichbares für den Transport auf der Baustelle. Der Anwender rollt das Gerät auf großen, integrierten Rädern bequem zum Messpunkt. Dort angelangt wird das Fallgewicht in die Messposition umgesetzt und die Prüfung kann beginnen.

Die Steuerung des ZORN Asphalttesters erfolgt drahtlos mittels eines Tablet Computers. Dieser ist über Bluetooth mit den Sensoren des Prüfgerätes verbunden (Beschleunigung & Temperatur). Die Steuerungssoftware bietet auch gleich die Möglichkeit zur nahtlosen Erstellung und den online Versand von Prüfprotokollen. Konsequenz digital und vernetzt!

Das revolutionäre Prüfgerät kann alternierend für die folgenden Verfahren eingesetzt werden.

- Freigabeprüfungen entsprechend „Hinweise zur Verkehrsfreigabe von Verkehrsflächenbefestigungen aus Asphalt“ (H VVA), Ausgabe 2022
- Ermittlung der elastischen Oberflächenverformung und Bestimmung eines Verformungsmoduls $E_{vd \text{ Asphalt}}$

FREIGABEPRÜFUNG : entsprechend H VVA

Das 2022 veröffentlichte FGSV (Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen) Hinweisdokument beschreibt ein Verfahren, bei dem mittels eines modifizierten Leichten Fallgewichtes das Verformungsverhalten einer Asphaltdeckenschicht während der Abkühlphase kontinuierlich gemessen wird. Ziel dieser Prüfung ist es, in Abhängigkeit vom ermittelten Verformungsverhalten einer Walzasphaltdeckenschicht im Baufeld einen Verkehrsfreigabezeitpunkt abzuleiten, der anstelle der bekannten festen Wartezeiten genutzt werden kann (in Deutschland nach ZTV Asphalt StB, 24 h / 36 h Standard- Abkühlfristen).

Die Prüfung zur Bewertung des Verformungsverhaltens erfolgt nach dem Prinzip einer axial-dynamischen Stempelleindringprüfung. Dabei wird unmittelbar nach dem Asphalteinbau eine 5-malige stoßartige Belastung auf die Oberfläche aufgebracht. Anhand der resultierenden Setzungen und Setzungsdifferenzen kann das Verformungsverhalten der eingebauten Asphaltdeckenschicht an dem jeweiligen Messpunkt beurteilt werden.

Hierzu wird ein Freigabekennwert A_{VF} mithilfe der mittleren dynamischen Setzung s_m und einer definierten Referenzsetzung s_{ref} ermittelt:

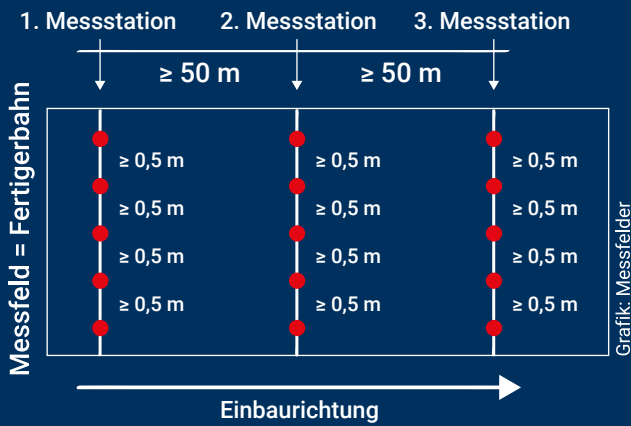
$$A_{VF} = 1 - \left(\frac{s_m - s_{ref}}{s_m + s_{ref}} \right) \times 100$$

A_{VF} = Freigabekennwert in %
 s_m = mittlere dynamische Setzung
in mm am Messpunkt
 s_{ref} = Referenz-Setzung in mm

Lorem ipsum



Insgesamt 15 Messpunkte in drei Messstationen bilden das für eine vollständige Prüfung benötigte Messfeld.



- Je Messfeld mind. drei Messstationen
- Je Messstation fünf Messpunkte
- Je Messpunkt fünf Belastungsstöße
- Ein Belastungsstoß liefert einen Messwert

Das eingesetzte Prüfgerät entspricht in seiner Wirkungsweise dem Leichten Fallgewichtsgerät nach TP BF-StB, Teil B 8.3. Zur Verwendung als Asphaltprüfgerät wird abweichend hiervon ein Prüfstempel (ungefast, eben, Durchmesser $50 \pm 0,1$ mm) durch ein Fallgewicht mit einer Masse von 15 kg mit einer Stoßkraft von 9,42 kN bei einer Stoßdauer von $(17 \pm 1,5)$ ms belastet.

Wenn alle 15 Messpunkte einen Wert $A_{VF} = 100\%$ zeigen, kann die Befestigung für den rollenden Verkehr freigegeben werden.

VERFORMUNGSMODUL : $E_{vd \text{ Asphalt}}$

Eine weitere Anwendung für den ZORN Asphalttester, die vor allem für die Forschung und universitäre Studien interessant Möglichkeiten bietet, ist die Messung von elastischen Oberflächenverformungen und die Bestimmung eines Dynamischen Verformungsmoduls für Asphalt ($E_{VD \text{ Asphalt}}$).

Basierend auf den theoretischen Überlegungen von Weingart u.a. bietet ZORN INSTRUMENTS bereits seit längerem Prototypen eines modifizierten Leichten Fallgewichtsgerätes für Asphalt an, ebenfalls nach dem Prinzip einer axial-dynamischen Stempel Eindringprüfung.

Dieser Asphalt Tester ermittelt die Eindringtiefe und -geschwindigkeit von Prüfstempeln verschiedener Durchmesser unter einer dynamischen Last. Unter Verwendung der maximalen Eindringtiefe (Setzung) und weiterer Variablen wird ein Verformungsmodul nach der folgenden Formel ermittelt.

$$E_{vd \text{ asphalt}} = 2 \times (1 - \mu^2) \times r \times \frac{\sigma}{s}$$

$E_{vd \text{ asphalt}}$ = Elastischer Verformungsmodul (MPa)
 μ = Querdehnungskoeffizient (Poissonzahl)
 σ = Maximaler Bodendruck (kPa)
 s = Maximale Stempelsetzung (mm)

Obwohl bereits ein gutes Dutzend dieser Testgeräte von Forschungseinrichtungen in Europa und den Vereinigten Staaten verwendet wurde, muss in Zukunft noch eine technische Norm für diesen Test veröffentlicht werden.



ERFAHRUNG : das wertvolle Kapital

- Seit 1870: Produktentwicklung, Konstruktion und Fertigung bei ZORN aus einer Hand
- Seit 1950: Spezialisierung im Bereich Dynamische Prüfgeräte
- Ab 1990: deutschlandweite Einführung des Leichten Fallgewichtsgerätes ZORN ZFG und Aufnahme des Dynamischen Plattendruckversuchs in die „Technischen Prüfvorschriften für Boden und Fels im Straßenbau“
- Seit 2000: internationale Normierung des Leichten Fallgewichtsgerätes mit ZORN
 - Österreich: RVS 08.04.04 (März 2008)
 - Spanien: UNE 103807-2:2008 (Juli 2008)
 - USA: ASTM E2835-11 (2020)
 - Russland: N° 52068-12 (Staatliches Register zugelassener Messgeräte)
 - Australien: Q726B Deflections - Portable Impulse Plate Load Test Device
 - Belgien: SB 250 versie 4.1, 4.16.2 (April 2019)
 - Schweiz: VSS 70 313 (Juli 2019)
- Seit 2020: Qualitätsprüfung auf Baustellen mit ZORN ZFG täglich, tausendfach, weltweit
- Aktive Exporte in mehr als 100 Länder
- Mindestens 75.000 ZORN Prüfgeräte verkauft (13.000 Leichte Fallgewichtsgeräte)

SERVICEGEDANKE : die grundlegende Idee

- Direkter Kauf als Endkunde oder über den Fachhandel: ZORN Prüfgeräte plus kompetente Beratung – immer persönlich und kostenfrei
- Weitergabe von Anwenderwissen: ZORN Praxisseminare mit über 2.000 Teilnehmern seit 2008
- Digitalisierung auf dem Bau wird Realität: ZORN Viewer App, ZORN D plus App, ZORN FG-WebApp
- ZORN Support auf allen Kanälen: Telefon, eMail, Web oder auch ganz persönlich
- ZORN Support 24/7: viele Dokumente und Informationen jederzeit online abrufbar

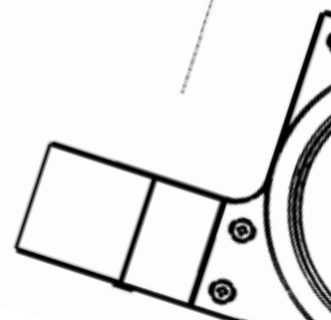
KALIBRIERUNG : das wichtige Detail

- Ohne Kalibrierung keine gültige Prüfung: ZORN Kalibrierstellen für das Leichte Fallgewicht national und weltweit
- Für kurze Anfahrt oder Lieferung: mehrere BAST zertifizierte ZORN Prüfstände bzw. Partnerprüfstände in Deutschland, davon 2x bei ZORN in Stendal
- Kalibrierstände international: ZORN Kalibrierstellen in Polen, Russland, Slowenien, Belgien, Australien und USA
- Die DEUTSCHLAND Referenz: Kalibrierstand für das Leichte Fallgewicht bei der Bundesanstalt für Straßenwesen (BAST): ein ZORN Produkt
- Aus einer Hand: Kalibrierung, Wartung, Hol- und Bringdienst
- Doppelte Kalibriererinnerung: im Prüfgerät, per eMail



Jährliche Kalibrierung:

Entsprechend der Prüfvorschrift TP BF-StB Teil B 8.3 müssen Leichte Fallgewichtsgeräte jährlich kalibriert werden.





Änderungen vorbehalten.
Status: 1.0/2022

WELTGEWANDTHEIT : die besondere Note

- Hanseatisch bodenständig: Gründung durch Mechaniker Meister Wilhelm Schließer 1870: über 150 Jahre „Made in Germany“
- Mit Feinmechanik in den Genen um die Welt: von ZORN Geldschranken, Nähmaschinen und Fahrräder hin zu Hochpräzisions-Prüfgeräten
- In der Altmark verankertes Familienunternehmen in 5. Generation: Bianca Zorn - Inhaberin und Geschäftsführerin
- Kugel, Prüfnadel und Skala: die Bestandteile eines Brinell-Härteprüfers bilden das ZORN Logo

PRÄZISION : das feinmechanische Gen

- Neben eigenen Labor-, Material- und Straßenprüfgeräten fertigt ZORN regelmäßig Prototypen, Kleinserien und spezielle Werkstücke für Auftraggeber aus der Lebensmittelverarbeitung, Medizintechnik, Automobilindustrie u.a.
- Auftraggeber profitieren von der Arbeit erfahrener ZORN Konstrukteure und hoch qualifizierter Mitarbeiter an modernsten Dreh- und Fräsmaschinen. Oberflächenveredlung und individuelle Montage runden das Angebot ab.

WISSEN : die starke Leidenschaft

- Kooperation mit Universitäten, Hochschulen und wissenschaftlichen Institutionen, Mitarbeit in Forschungsgesellschaften: für ZORN unverzichtbar
- Anwenderschulungen und Informationsveranstaltungen: ZORN Treibstoff für Verbesserung
- ZORN Ausbildung und Praktika: Nicht nur für den eigenen Nachwuchs
- Bachelor-, Master- und Semesterarbeiten: DEIN Projekt bei ZORN



ZORN INSTRUMENTS GmbH & Co. KG
Benzstraße 1 | 39576 Stendal | Germany

Telefon: +49 3931 / 25 27 3-0
Telefax: +49 3931 / 25 27 3-10

eMail: info@zorn-instruments.de
Web: www.zorn-instruments.de

