



ZORN ZFG Spickzettel

Anwendungstipps für das Leichte Fallgewichtsgerät

Wichtiger Hinweis für eine gültige Durchführung des dynamischen Plattendruckversuchs:

Die Lastplatte muss immer vollflächig auf der Prüffläche aufliegen. Unmittelbar unter der Lastplatte dürfen sich keine einzelnen größeren Gesteinspartikel befinden. Zum Ausgleich von Unebenheiten ist ggf. eine wenige Millimeter dicke "Schicht" aus trockenem Mittelsand aufzubringen, der jedoch nur die Unebenheiten unter der Lastplatte ausgleichen darf.

Messbereich

Für das Leichte Fallgewichtsgerät ZORN ZFG stehen zwei Belastungsvorrichtungen mit folgenden Kennwerten zur Verfügung:

- 10 kg Fallgewicht mit max. 7,070 kN (Standard) Stoßkraft
- 15 kg Fallgewicht mit max. 10,605 kN (1,5-facher) Stoßkraft

Die Auswahl der geeigneten Belastungsvorrichtung soll in Abhängigkeit von der erwarteten Tragfähigkeit bzw. dem angestrebten Verdichtungsgrad des zu prüfenden Materials erfolgen. Für die Prüfung von anstehenden Böden mit unbekannter Tragfähigkeit wird zunächst die 10 kg Belastungsvorrichtung empfohlen.

► Die 10 kg Belastungsvorrichtung eignet sich für Prüfungen auf ungebundenen, grobkörnigen oder gemischtkörnigen Böden mit einem Größtkorn von 63 mm. Darüber hinaus auch für steife bis feste, feinkörnige Böden* und vergleichbare Baustoffe.

(*entspr. DIN 18196 oder analogen nationalen Normen)

► Die 15 kg Belastungsvorrichtung ist für die Prüfung von Schichten aus natürlichen oder künstlichen Gesteinskörnungen mit zu erwarten hoher Tragfähigkeit geeignet. Hierzu gehören z.B. gebrochene Felsgesteine, bestimmte Recyclingmaterialien sowie Schlacken. Darüber hinaus eignet sich die 15 kg Belastungsvorrichtung zur vergleichenden Prüfung der Tragfähigkeit von Böden nach einer Stabilisierung mit Bindemitteln.

| 10 kg Belastungsvorrichtung (F _{max} 7,070 kN) | Setzung (s _{max}) | Verformungs- modul (E _{vd}) | Setzung (s _{max}) | 15 kg Belastungsvorrichtung (F _{max} 10,605 kN) |
|---|--------------------------------|---|--------------------------------|--|
| Ungeeignet | | 100 MPa (MN/m ²) | 0,338 mm | Stark verdichteter Boden, hervorragende Tragfähigkeit. Fundament für stark befahrene Straßen. |
| Sehr gut verdichteter Boden, hohe Tragfähigkeit. Geeignet für stark befahrene Straßen (z.B. Autobahnen). | 0,321 mm | 70 MPa (MN/m ²) | 0,480 mm | Sehr gut verdichteter Boden, hohe Tragfähigkeit. Geeignet für stark befahrene Straßen (z.B. Autobahnen). |
| Gut verdichteter Boden, gute Tragfähigkeit. Fundament für Überland- und Verbindungsstraßen. | 0,450 mm | 50 MPa (MN/m ²) | 0,680 mm | Gut verdichteter Boden, gute Tragfähigkeit. Fundament für Überland- und Verbindungsstraßen. |
| Gering verdichteter Boden, angemessene Tragfähigkeit. Fundament für z.B. gering belastete Verkehrsflächen und Parkplätze. | 0,750 mm | 30 MPa (MN/m ²) | 1,130 mm | Ungeeignet |
| Geringer oder nicht verdichteter Boden, geringe Tragfähigkeit. Nicht direkt für den Bau geeignet. | 4,500 mm | 5 MPa (MN/m ²) | | Ungeeignet |

Kalibrierter Setzungsbereich

Der s/v Wert

Der s/v Wert ist das Verhältnis der maximalen Setzung zur maximalen Geschwindigkeit der Lastplatte. Er ist eine nützliche Ergänzung zum Verformungsmodul E_{vd} . Der Wert gibt wichtige Hinweise zur Qualität der Verdichtungsarbeit und über die zu erwartende Wirksamkeit weiterer Verdichtungsmaßnahmen.

Ergänzend zum E_{vd} hilft der s/v Wert Auftraggeber und Auftragnehmer vor Ort Entscheidungen zu treffen, z.B. über eine größere Schichtdicke, notwendige Maßnahmen zur Bodenverbesserung oder einen Bodenaustausch. Der s/v Wert muss dabei immer im Zusammenhang mit den Einzelsetzungen der Lastplatte ($s_1 - s_3$) und dem resultierenden E_{vd} Wert betrachtet werden!

Auf einem verdichteten Boden gilt dabei folgendes:

s/v < 3,5 ms

- Der Boden ist gut verdichtet und hat sein Optimum erreicht. Der E_{vd} Wert entspricht dabei den Erwartungen.

s/v > 3,5 ms

Prüfen Sie folgende, mögliche Ursachen:

- Der Boden ist unzureichend verdichtet (Einzelsetzungen betrachten, $s_1 - s_3$ abnehmend bei deutlichem Unterschied).
- Die Schichtdicke ist nicht ausreichend (Stoßkraft wirkt bis in den Bestand, da die max. Messtiefe dem doppelten Lastplattendurchmesser entspricht, hier: 60 cm).
- Das Material ist zu weich (Recycling).
- Es liegt ein zu hoher Wassergehalt vor (bzw. hoher Grundwasserspiegel).
- Das Material ist schlecht verdichtbar (schlechte Stufung, ungünstige Sieblinie).

Korrelationen und Richtwerte

In der Praxis stellt sich häufig die Frage nach der Vergleichbarkeit von Ergebnissen des Statischen mit dem Dynamischen Plattendruckversuch sowie dem Verdichtungsgrad, d.h. dem Verhältnis der tatsächlichen Trockendichte auf der Baustelle zur maximalen (Proctor) Trockendichte desselben Bodens.

Tatsächlich lässt sich zwischen den Kennwerten E_{v1}/E_{v2} , E_{vd} und D_{Pr} bisher kein mathematischer Zusammenhang herstellen. Allerdings existieren verlässliche Erfahrungswerte für verschiedene Bodenklassen. Diese finden sich in technischen Richtlinien wie den ZTV E-StB (zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau).

| Bodengruppe (DIN 18196) | Statischer Verformungsmodul E_{v2} in MPa | Dynamischer Verformungsmodul E_{vd} in MPa | Verdichtungsgrad D_{Pr} in % |
|----------------------------|---|--|-----------------------------------|
| GW, GI | ≥ 100 ≥ 80 | ≥ 50 ≥ 40 | ≥ 100 ≥ 98 |
| GE, SE, SW, SI | ≥ 80 ≥ 70 | ≥ 50 ≥ 40 | ≥ 100 ≥ 98 |

Quelle: ZTV E-StB 2017, Abschnitt 14.3.5, Werte E_{vd} jeweils für 10 kg Fallgewicht mit max. 7,070 kN Stoßkraft.

Für das Planum (plangerecht bearbeitete Oberfläche des Untergrunds bzw. Unterbaus) gelten in Deutschland folgende Anforderungen an die Tragfähigkeit. Diese sind regelmäßig zur Abnahme nachzuweisen.

| Bodengruppe (DIN 18196) | Statischer Verformungsmodul E_{v2} in MPa | Dynamischer Verformungsmodul E_{vd} in MPa |
|--|---|--|
| Allgemein | ≥ 45 | $(\geq 25)^*$ |
| Nach qualifizierter Bodenverbesserung | ≥ 70 | $(\geq 40)^*$ |
| GW, GI | ≥ 100 | ≥ 50 |
| SW, SI | ≥ 80 | ≥ 40 |

Quelle: ZTV E-StB 2017, Abschnitt 4.5.2. (außer* Richtwerte ZORN Instruments)

Die genannten Anforderungen beziehen sich auf das 10 %-Mindestquantil bei 8 Dynamischen Plattendruckversuchen je 1.000 m².

Messwertinterpretation

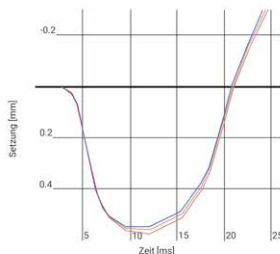
Die folgenden Beispielergebnisse beruhen auf realen Prüfungen mit dem Leichten Fallgewichtsgerät. Sie bieten Anhaltspunkte zur Einordnung eigener Prüfungen, insbesondere bei eventuell unerwarteten Resultaten.

1 Prüfung auf einem optimal verdichteten Boden mit guter Tragfähigkeit. Einzelsetzungen leicht abnehmend mit geringer Differenz. Mittlerer E_{vd} Wert und $s/v < 3,5$.

Empfehlung: Verdichtungsarbeiten beenden!

| Stoß | v [mm/s] | s [mm] |
|------|----------|--------|
| 1 | 181.9 | 0.575 |
| 2 | 194.4 | 0.563 |
| 3 | 183.6 | 0.554 |
| Ø | 183.3 | 0.564 |

Ergebnis **Evd: 39.89 MN/m²**
s/v: 3.077ms

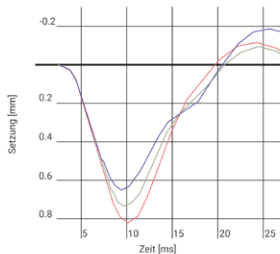


2 Prüfung auf unzureichend verdichtetem Boden. Einzelsetzungen stark abnehmend mit deutlicher Differenz. E_{vd} Wert unter möglichem Optimum, $s/v > 3,5$.

Empfehlung: Weiter verdichten!

| Stoß | v [mm/s] | s [mm] |
|------|----------|--------|
| 1 | 182.3 | 0.810 |
| 2 | 173.5 | 0.724 |
| 3 | 163.4 | 0.636 |
| Ø | 173.1 | 0.723 |

Ergebnis **Evd: 31.10 MN/m²**
s/v: 4.180ms

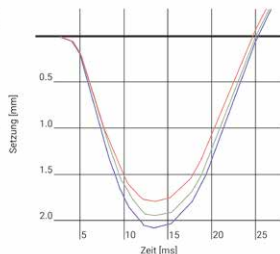


3 Prüfung auf durchnässtem Boden oder bei hohem Grundwasserspiegel. Große Einzelsetzungen, die im Versuchsverlauf ansteigen. E_{vd} Wert unzureichend und s/v deutlich $> 3,5$.

Empfehlung: Abtrocknen lassen und Prüfung wiederholen. Ggf. weitere Maßnahmen abstimmen.

| Stoß | v [mm/s] | s [mm] |
|------|----------|--------|
| 1 | 319.5 | 1.798 |
| 2 | 341.0 | 1.948 |
| 3 | 373.3 | 2.077 |
| Ø | 344.6 | 1.941 |

Ergebnis **Evd: 11.59 MN/m²**
s/v: 5.633ms



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

FAQs



Weitere Beispiele finden Sie im FAQ Bereich unserer Webseite.

E_{vd}



Erfahren Sie mehr zur Zuordnung des Verdichtungsgrades mit dem statischen und dynamischen Verformungsmodul.