TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Fakultät Bauingenieurwesen
Institut für Geotechnik
Professur für Bodenmechanik und Grundbau

Bestimmung des Erddrucks mittels Erddruckmessdosen

(Determination of earth pressure using earth pressure cells)

Tom Schulze

Einleitung

Ein wichtiger Bestandteil geotechnischer Nachweisführungen ist der Erddruck, welcher vor allem bei baulichen Maßnahmen zur Absicherung und Stützung von Böschungen und Baugrubenwänden eine Rolle spielt. Eine möglichst gute Kenntnis des Erddrucks stellt im Feld eine Bedingung für eine wirtschaftliche und vor allem sichere Bauweise verschiedenster Bauvorhaben dar. Die Bestimmung des Erddrucks im Feld geschieht meist mit Erddruckmessdosen. Vor der Verwendung müssen diese Sensoren, wie jede Messtechnik, zunächst kalibriert werden. Die Zielstellung dieser Arbeit ist, fünf neue Erddruckmessdosen zu kalibrieren und diese in kleinen Modellversuchen zur Bestimmung des Erddrucks zu nutzen. In der Arbeit standen zwei verschiedene Dosen zur Verfügung:

Hersteller	Typ	Messbereich	d	Anzahl
Glötzl	PA-10-5	0-5 bar	10,6 cm	1
Glötzl	PA-9-2	0-2 bar	5,5 cm	4

Beide Typen sind in der Abbildung 1 dargestellt. Links, die große Glötzl Messdose PA-10-5 und rechts, eine kleine Messdose PA-9-2.

Abb. 1: Glötzl Erddruckmessgeber

In den Modellversuchen wurde der Versuchsboden „Dresdener Sand“ verwendet. Dieser kann als enggestufter Sand SE klassifiziert werden und wird als schwach grobsandiger, feinsandiger Mittelsand csa´fsaMSa benannt. Die Grenzen der Lagerungsdichte ließen sich zu $\varrho_{min} = 1{,}441\ g/cm^3$ und $\varrho_{max} = 1{,}825\ g/cm^3$ bestimmen. Im Weiteren wurde eine Korndichte zu $\varrho_s = 2{,}656\ g/cm^3$ ermittelt. Über Rahmenscher- und Schüttkegelversuche wurden die nachfolgenden Reibungswinkel bestimmt.

	φ_p	φ_c	$\varphi_{c,Schütt}$
DD-Sand	48,5°	33,4°	32,6°

Kalibrierversuche mit Totlasten

Als erste Kalibriermethode wurde eine Probebelastung mit Totlasten durchgeführt. Dabei wurden stufenweise Spannungen aufgebracht. Die dafür verwendeten Massestücke wurden starr auf der Belastungsfläche der Sensoren platziert. Das Ergebnis der großen Glötzl Messdose ergab eine gute Linearisierung der mechanischen Spannung, berechnet aus der aufgelegten Masse und der elektrischen Spannung, welche durch das Programm Labview aufgezeichnet wurde. Bei den vier kleinen Dosen wurden teils große Abweichungen von der Regressionsgeraden beobachtet, dies ist in der Abbildung 2 beispielhaft dargestellt. Als Ursache konnte hier eine starke Abhängigkeit von der Lastexzentrizität gefunden werden.

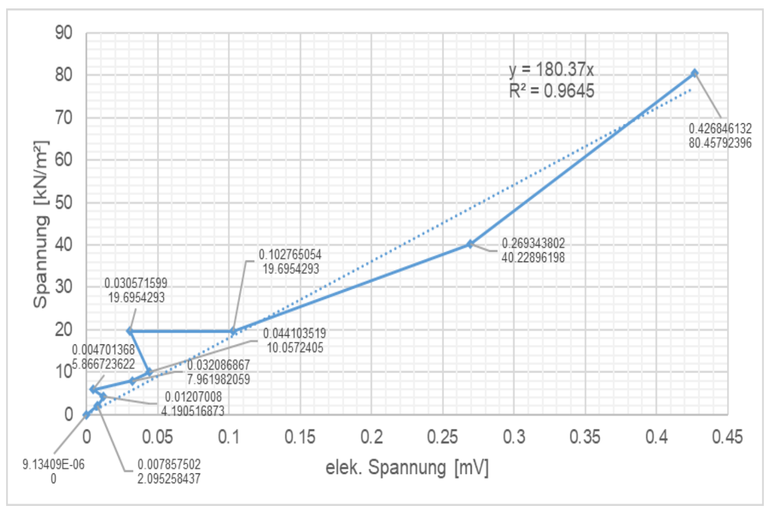

Abb. 2: Regressionsdiagramm Kalibrierung mit Totlasten (PA-9-2)

Um die Ergebnisse der Abbildung 2 zu verbessern folgten Versuche mit Weichschichten, welche durch Styrodur oder Styropor realisiert wurden. In der Abbildung 3 sind Abweichungen bei den Versuchen mit direkter Belastung (ohne Weichschicht, blaue Linie) zu erkennen. In den Ergebnissen unter Einsatz von Weichschichten (orange Linie) zeigten sich eine verbesserte Linearität. Dies konnte jedoch nicht bei allen Dosen so ermittelt werden.

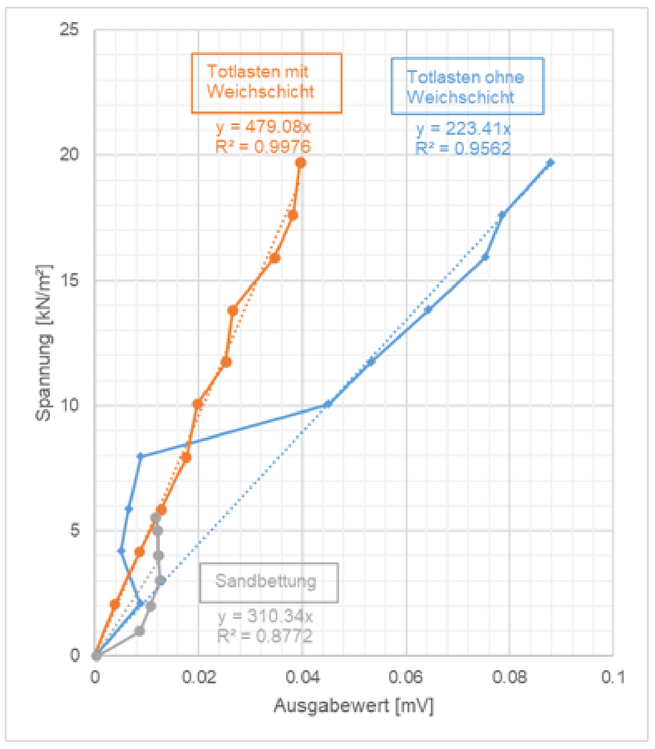

Abb. 3: Kalibrierung mit Totlasten (PA-9-2)

Modellversuche in Sand

Im weiteren wurden einzelne Sensoren innerhalb einer Sandschicht belastet. Diese Versuchsreihe wurde in einer Plastikbox durchgeführt und ist in Abbildung 4 erkennbar.

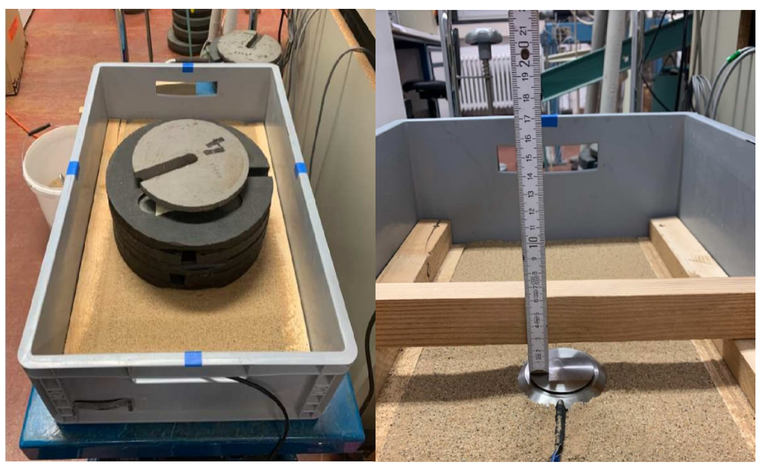

Abb. 4: Modellversuche in einer Plastikbox

Die Ergebnisse des Versuchs sind in Abbildung 3 (graue Linie) dargestellt. Innerhalb der Ergebnisse bildeten sich Abweichungen von der Regressionsgeraden. Der Anstieg, welcher sich als Kalibrierfaktor kennzeichnet, ist entgegen der bisherigen Versuche deutlich größer. Zudem wurde eine Sandgrube verwendet, um in dieser in einem größeren Maßstab Versuche durchführen zu können.

Dies ist in der nachfolgenden Abbildung 5 zu erkennen. Der in beiden Versuchen verwendete Dresdener Sand wurde mit einer Dichte von $\varrho_d = 1{,}65\ g/cm^3$ eingebaut (mitteldicht-dicht).

Abb. 5: Versuchsaufbau in einer Sandgrube

Die Ergebnisse sind in der Abbildung 6 zu erkennen. Zur Auswertung wurde ein zuvor bestimmter Kalibrierfaktor (Weichschicht) von 472,74 kPa/mV verwendet, dieser stellte von allen den wahrscheinlichsten Wert dar.

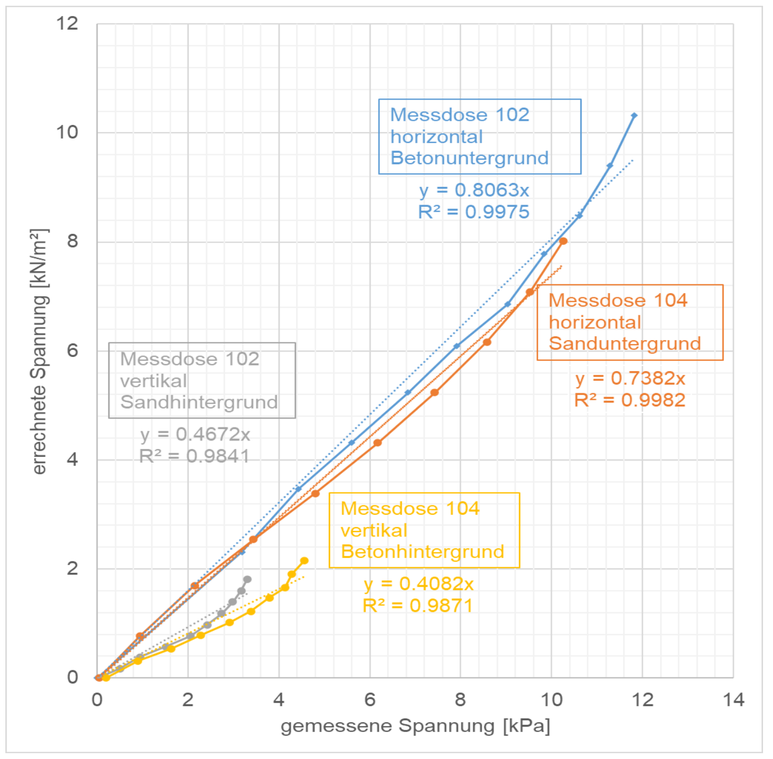

Abb. 6: Versuchsergebnisse Belastung in einer Sandgrube

Anhand der Ergebnisse lässt sich darauf schließen, dass die Untergrundbeschaffenheit keinen Einfluss auf die Werte ausübt.

Zusammenfassung

Abschließend kann festgehalten werden, dass die verwendeten Erddrucksensoren vielfältig einsetzbar sind. Jedoch sollte eine akkurate Kalibrierung als erste Grundvoraussetzung gewährleistet sein, um möglichst realitätsnahe Ergebnisse zu erhalten. Bei der Kalibrierung ist auf die Steifigkeit um die Sensoren herum zu achten. Falls ein Sensor, in diesem spezifischen Fall vordergründig die kleinen Glötzl Messdosen mittels starr aufgebrachter Last untersucht wird, sollte der Effekt der Außermittigkeit und der damit einhergehenden Spannungsänderung kritisch betrachtet werden.

Projekt
Projektarbeit

Hochschullehrer
Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Ivo Herle, TU Dresden

Wissenschaftliche Betreuung
Dr.-Ing. Markus Uhlig, TU Dresden

Abgabe
Januar 2023