



MASTERARBEIT EINFLUSS DER UNTERGRUNDSTEIFIGKEIT AUF DIE SETZUNG DES SCHOTTERS

AUFGABE

Die Schotterbettung, die mechanisch als Lockergestein kategorisiert wird, ist eine der wichtigsten Komponenten des Eisenbahnoberbaus. Ihr Setzungsverhalten bestimmt die Länge der Stopfintervalle und damit einen erheblichen Teil der Lebenszykluskosten des Eisenbahnoberbaus. Die Setzung des Eisenbahnschotters wird durch die Untergrundsteifigkeit beträchtlich beeinflusst. Daher sind genaue numerische Prognosen der Schottersetzung in Abhängigkeit von der Untergrundsteifigkeit von entscheidender Bedeutung, um die Stopfintervalle zu verlängern und die Lebenszykluskosten des Eisenbahnoberbaus zu senken.

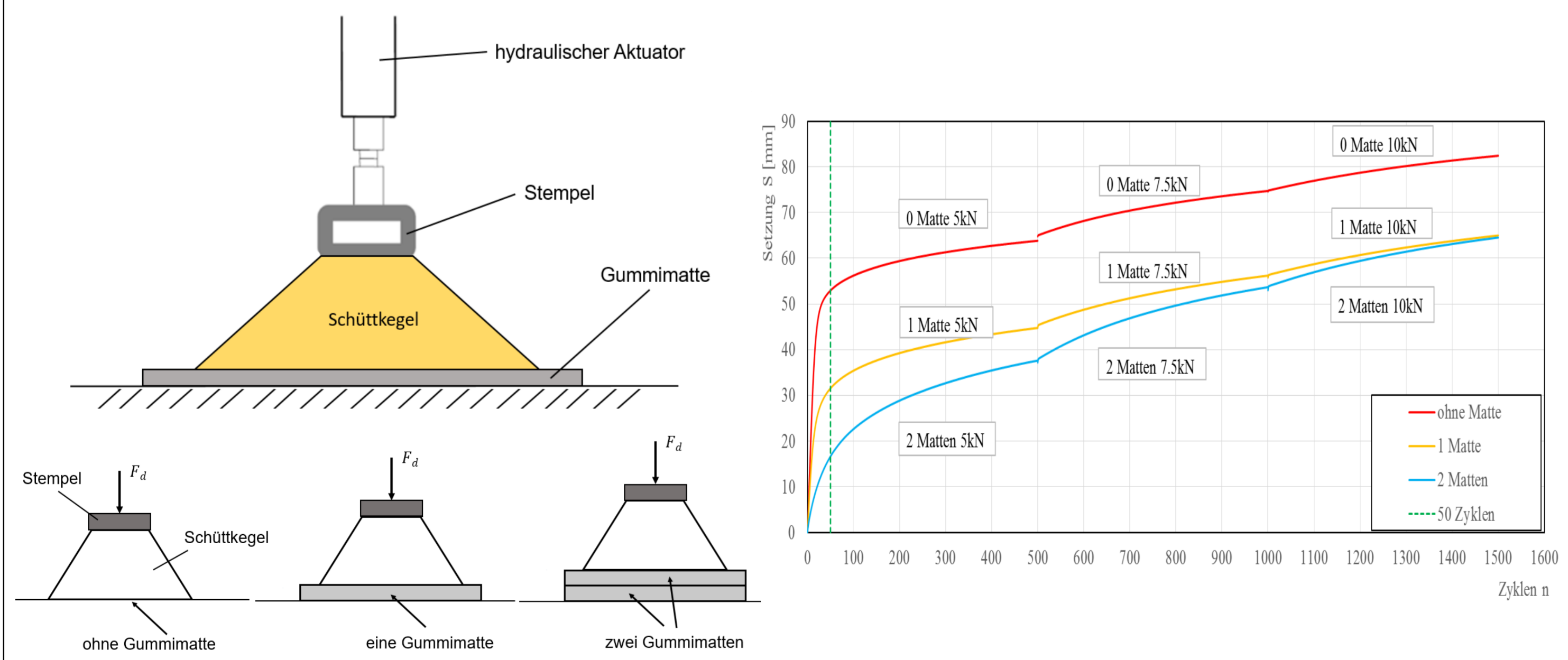
Das Ziel der vorliegenden Arbeit besteht darin, den Zusammenhang zwischen der Setzung und der Untergrundsteifigkeit wissenschaftlich darzustellen. In der vorliegenden Arbeit wird ein einfaches Schottermodell (Schüttkegel aus Sand) mit nur wenigen Modellparametern entwickelt, mit dem der Einfluss der Untergrundsteifigkeit auf die Setzung untersucht wird. Die Untergrundsteifigkeit ändert sich mit der Anwendung der Gummimatte. Im Schottermodell werden die Schotterkörner durch Sandkörner ersetzt, um die Setzungsanteile aus Lagestabilität und Verschleiß unter zyklischer Belastung zu entfernen. Die verbleibende Setzung lässt sich mit der Bewegung der Sandkörner erklären.

Ein umfassendes Verständnis des Spannungszustandes im Schüttkegel bei statischer Belastung und zyklischer Belastung ist hierfür außerordentlich wichtig, um den Ort und Beginn der Bewegung der Sandkörner zu bestimmen. Dadurch können wir die Ursache für die verschiedenen Setzungsraten ermitteln. Im Zuge der Bearbeitung kommen die Theorien der Lockergesteine, das Mohr-Coulombsche Bruchkriterium und das Lamellenverfahren zur Anwendung.

Der Einfluss der Untergrundsteifigkeit auf die Setzung wird mit einem Schüttkegel aus Sand experimentell nachgewiesen und quantifiziert. Auf dieser Grundlage konzentrieren wir uns auf eine detaillierte parametrische Studie über die Setzungsmodelle für Lockergestein und versuchen, ein Vorhersagemodell für die Setzung in Abhängigkeit von der Untergrundsteifigkeit zu entwickeln.

VERSUCHSKONZEPT

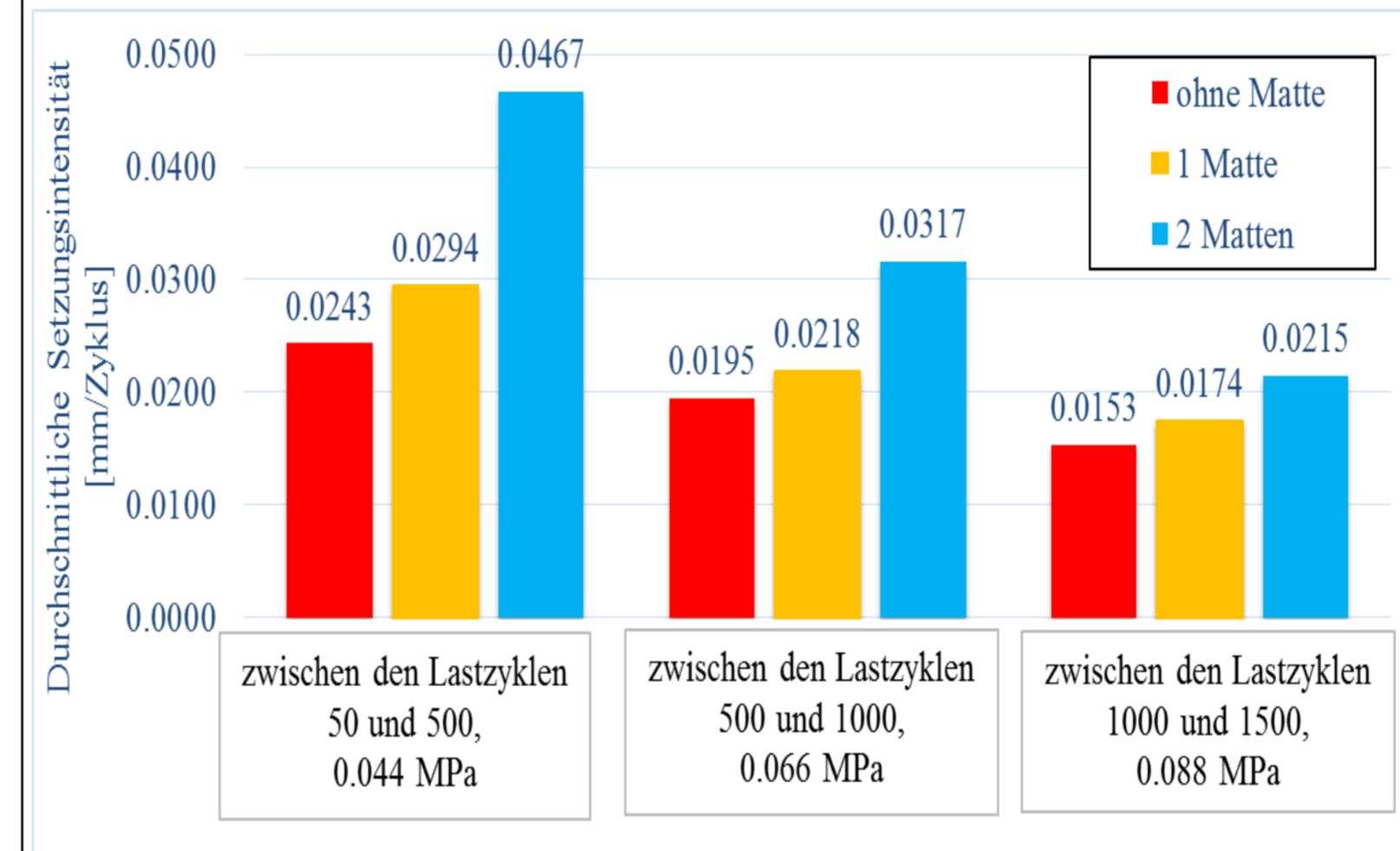
Auf der Basis von einem vereinfachten Modell haben wir mehrere Versuche bei verschiedenen Belastungen und mit unterschiedlichen Anzahlen der Gummimatte durchgeführt. Die vertikale Belastung und die Steifigkeit der Gummimatte stellen die Achslast auf einem Untergrund und die Untergrundsteifigkeit der Schotterbettung dar. Das Modell besteht aus einem Schüttkegel aus Sand, der auf einer Gummimatte liegt. Während der Versuche wird die Gummimatte als elastischer Untergrund auf dem Boden des Schüttkegels verwendet, wobei seine Wirkung durch die Veränderung der Dicke der Gummimatte (0mm, 8mm, 16mm) und die Versuche in einem Schüttkegel aus Sand gezeigt und bewertet wurde.



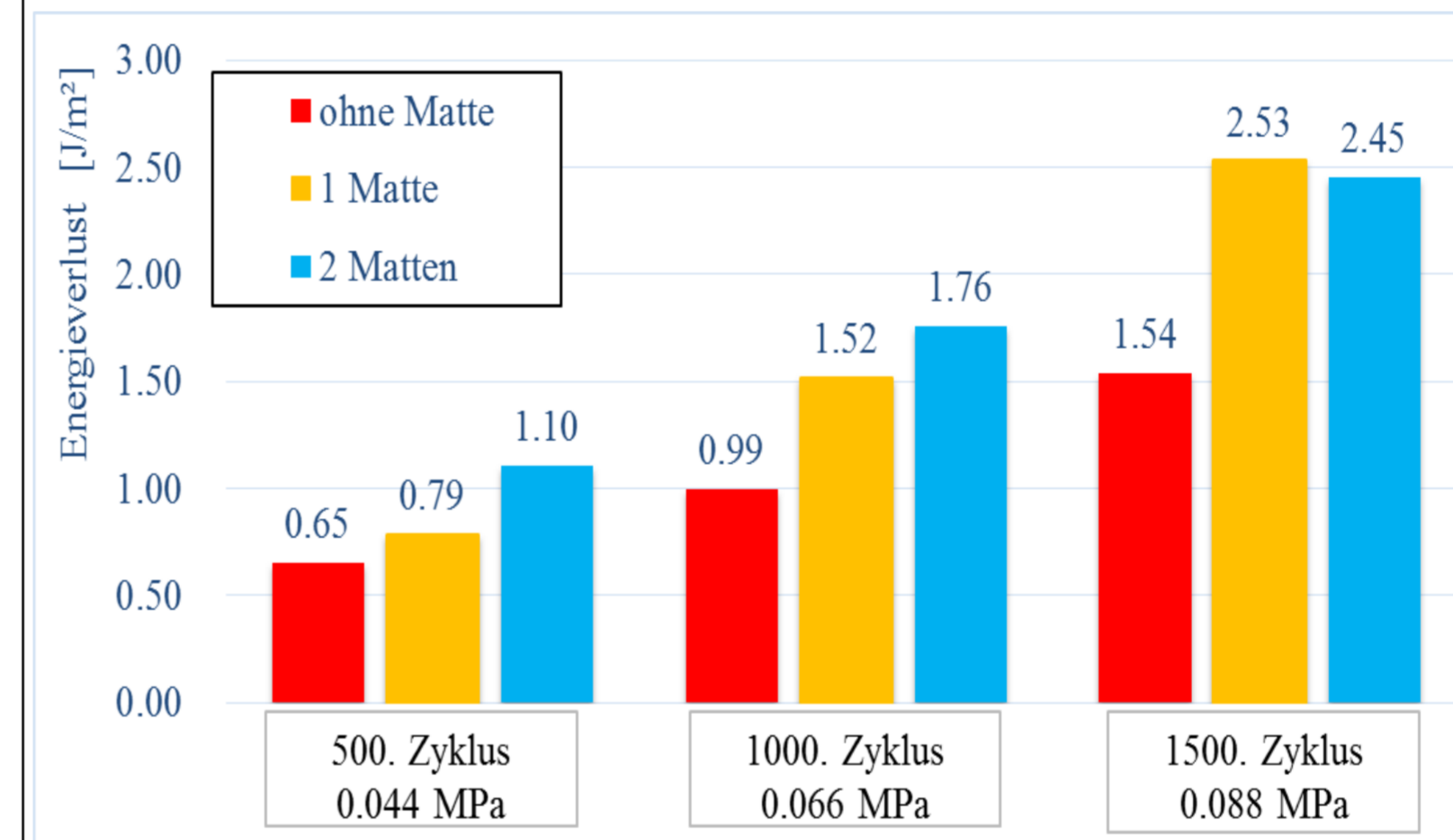
Auf der Die servohydraulische Prüfmaschine ZWICK HB 160 legt die Last auf den Schüttkegel durch eine Sinuswelle an. Dabei werden die Stempelkraft und die Stempelbewegung aufgezeichnet. Als die Belastungsspitze werden die Werte 5 kN, 7,5 kN und 10 kN veranschlagt und der Frequenzwert beträgt 2 Hz. Anhand der Messdaten haben wir 9 Setzungskurven erhalten.

AUSWERTUNG DER MESSDATEN

Der Setzungsverlauf kann in drei Phasen unterteilt werden. In der ersten Phase (bis 50 Zyklen) findet eine schnelle Verdichtung des Sands statt. Diese Entwicklung spiegelt die ungleichmäßige Verteilung von Poren im Schüttkegel wider. Die zweite Phase dauert von 50 bis 1500 Zyklen mit einem nicht-linearen Anstieg der Setzung. Daher sind großräumige Bewegung der Sandkörner (Volumenstrom) und längere Verschiebung für immer kleinere verfügbare Poren erforderlich. Nach den 1500 Zyklen ist die langfristige Setzung zu beobachten. In diesem Teil der Kurve zeigt die Setzung eine langsame lineare Entwicklung mit der Anzahl der Zyklen auf. Die Setzungsrate blieb nahezu konstant. Dazu werden sehr kleine Kornumlagerungen beobachtet. Somit lässt sich vermuten, dass die langsame Entwicklung auf Fließen des Sands zurückgeführt werden soll.

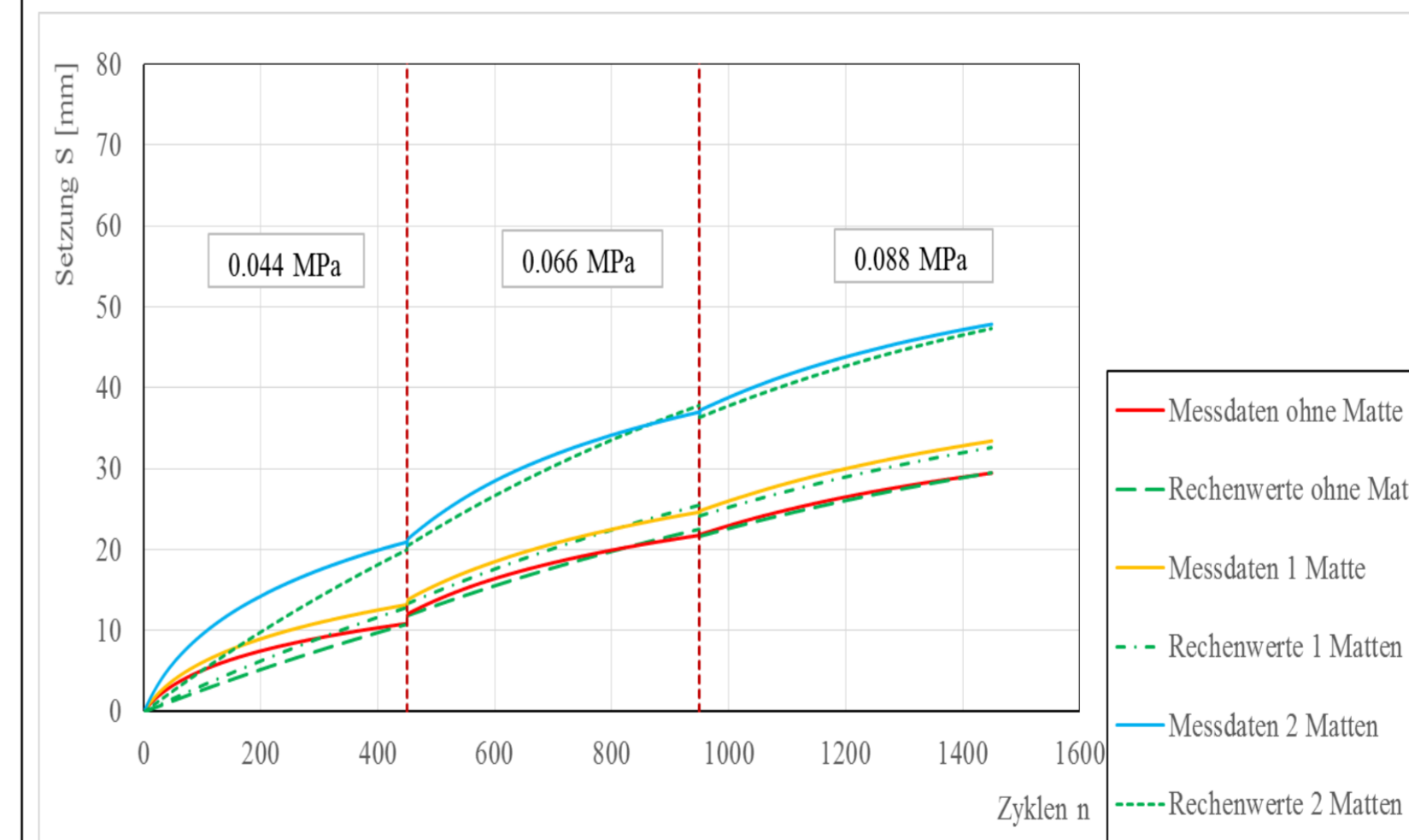


Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Abnahme der Untergrundsteifigkeit höhere dynamische Bewegungen in vertikaler Richtung und Beschleunigungen verursacht, was sogar bei der Verwendung der Gummimatte zur Erhöhung der Setzungsrate führen könnte. Somit wird festgestellt, dass je kleiner die Untergrundsteifigkeit ist, desto höher wird die Setzungsintensität.

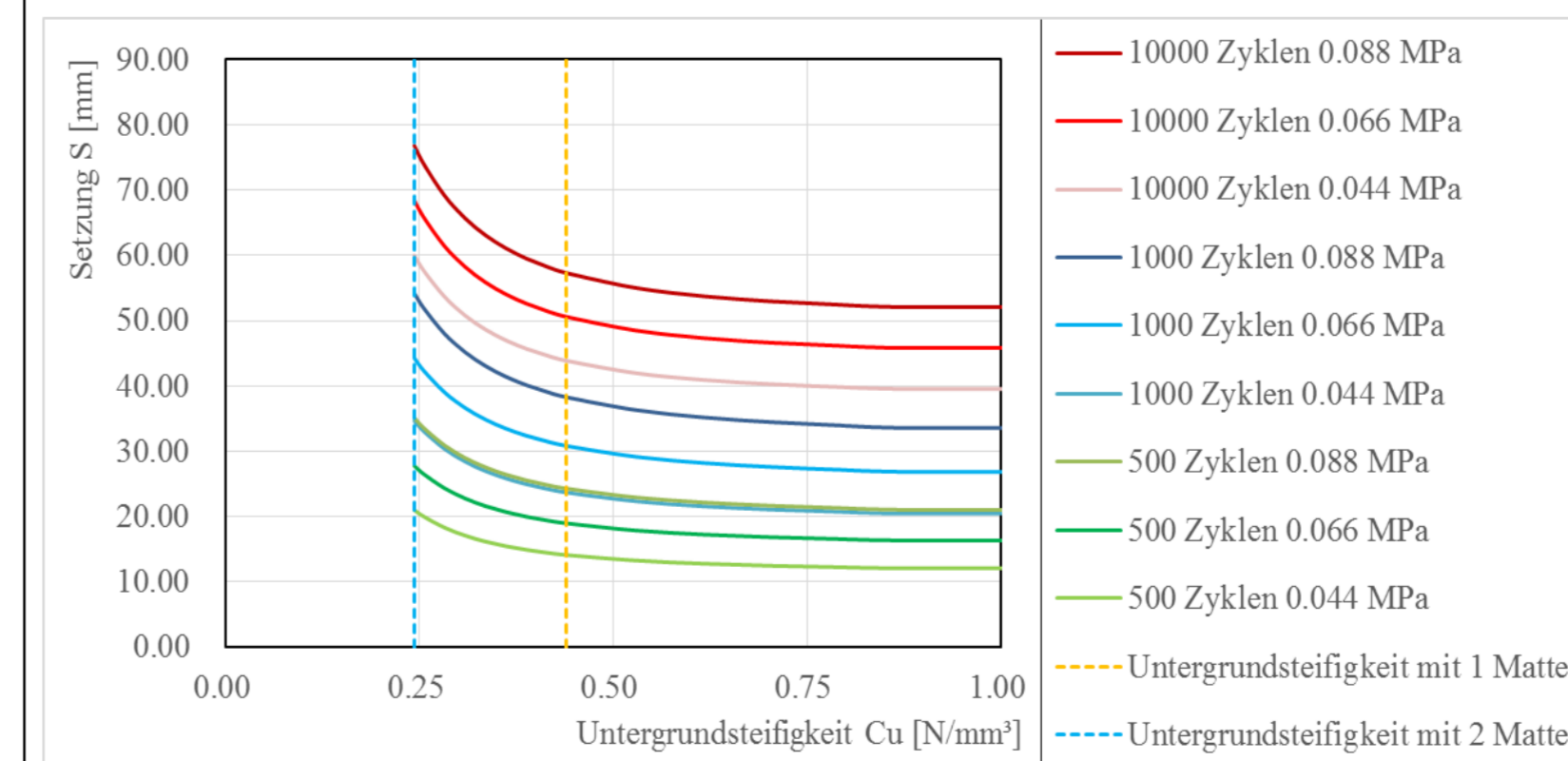


Die Zunahme der Anzahl der Gummimatte induziert den Anstieg des Maximums vertikaler Verschiebung. Es wird beobachtet, dass eine Zunahme der Anzahl der Gummimatte zu einer Abnahme der vertikalen Steifigkeit und einer signifikanten Zunahme des Energieverlustes führt. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Einbau der elastischen Matte die Setzung infolge höherer dynamischer Bewegungen und Beschleunigungen erhöhen könnte.

ERSTELLUNG EINES MATHEMATISCHEN SETZUNGSMODELLS



Durch die Entwicklung eines Prognosemodells auf Grundlage der Sato-Gleichung konnte das Setzungsverhalten anhand von Belastungsparametern und der Untergrundsteifigkeit abgeschätzt werden. Die Modellparameter sind abhängig von Untergrundsteifigkeit und Spannungszustand. Das Modell beschreibt gut die Setzungsentwicklung zwischen den Zyklen 1000 und 1500, aber es weist einen Mangel an Präzision im Prozess der Vorhersage auf.



Mit diesem Prognosemodell konnte eine genaue Setzung für eine große Anzahl von Zyklen berechnet werden. Auch der Einfluss unterschiedlicher Untergrundsteifigkeiten auf die Setzung konnte damit simuliert werden.

Thema: Einfluss der Untergrundsteifigkeit auf die Setzung des Schotters

Bearbeiter: Chenxiang Lai

Geburtstag: 23.02.1988

Geburtsort: Guangzhou, China

Betreuer: Prof.Dr.-Ing. Wolfgang Fengler, TU Dresden

Dr.-Ing. Ulf Gerber, TU Dresden

