

Waldemar Pauls

**Untersuchung des elastischen und
plastischen Verformungsverhaltens von mit
Geogittern bewehrten Tragschichten im
Erdbau**

Diplomarbeit

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT



- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit
- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops
- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen
und kostenlos publizieren



Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Impressum:

Copyright © 2008 GRIN Verlag
ISBN: 9783640499519

Dieses Buch bei GRIN:

<https://www.grin.com/document/140746>

Waldemar Pauls

Untersuchung des elastischen und plastischen Verformungsverhaltens von mit Geogittern bewehrten Tragschichten im Erdbau

GRIN - Your knowledge has value

Der GRIN Verlag publiziert seit 1998 wissenschaftliche Arbeiten von Studenten, Hochschullehrern und anderen Akademikern als eBook und gedrucktes Buch. Die Verlagswebsite www.grin.com ist die ideale Plattform zur Veröffentlichung von Hausarbeiten, Abschlussarbeiten, wissenschaftlichen Aufsätzen, Dissertationen und Fachbüchern.

Besuchen Sie uns im Internet:

<http://www.grin.com/>

<http://www.facebook.com/grincom>

http://www.twitter.com/grin_com

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Aufgabenstellung	5
3	Grundlagen für Tragschichten im Erdbau	6
3.1	Straßenaufbau	6
3.2	Anforderungen an die Tragschichten	8
3.2.1	Tragschichten auf weichen Böden	9
3.3	Zusatzmaßnahmen	10
3.3.1	Erhöhung der Tragschichtdicke	10
3.3.2	Stabilisierung des Baugrundes durch Kalken	13
3.3.3	Bewehren der Tragschicht mit Geogittern	17
4	Konsolidation	23
4.1	Allgemeines	23
4.1.1	Unterkonsolidiert	27
4.1.2	Normalkonsolidiert	27
4.1.3	Überkonsolidiert	27
4.2	Abgrenzung und Voraussetzung	29
4.3	Grundlagen der Theorie	32
5	Numerische Simulation	36
5.1	Grundlagen des Rechenmodells	36
5.1.1	Das Input - Programm	37
5.1.2	Das Calculations - Programm	38
5.1.3	Das Output - Programm	38
5.1.4	Das Curves - Programm	38
5.2	Aufzählung der Stoffgesetze	39
5.3	Auswahl der relevanten Stoffgesetze	45
6	Auswertung und Vergleich der numerisch simulierten Modelle	46
6.1	Ergebnisse eines früheren Feldversuches	46
6.2	Numerische Simulation des Plattendruckversuches	49

6.3	Ergebnisanalyse zur numerischen Berechnung einer LKW-Überfahrt_____	58
6.3.1	Einfluss des FE-Netzes auf das Rechenergebnis _____	58
6.3.2	Konsolidationsberechnungen mit einem Lastwechselspiel und einer Variation der Bodenkennwerte _____	61
6.3.3	Konsolidationsberechnungen mit einem Lastwechselspiel und einer Variation der Belastungsgröße _____	89
6.3.4	Weitere Lastabhängige Konsolidationsberechnungen unter Berücksichtigung eines anderen PET Produktes _____	115
6.3.5	Spannungen in der Fuge zwischen Schotter und Lehm _____	126
6.3.6	Betrachtung der Dehnung und axialen Kraft im Geogitter _____	127
7	Feldversuch _____	134
7.1	Planung des Feldversuches _____	134
7.2	Vorbereitung des Feldversuches _____	136
8	Fazit _____	139
	Abbildungsverzeichnis _____	141
	Tabellenverzeichnis _____	142
	Abkürzungsverzeichnis _____	143
	Literaturverzeichnis _____	144



1 Einleitung

In dieser Diplomarbeit geht es um die Untersuchung des elastischen und plastischen Verformungsverhaltens von mit Geogittern bewehrten Tragschichten im Erdbau.

Die Problemstellung sieht wie folgt aus:

Verkehrsflächen werden durch die Reifen von Fahrzeugen mit zum Teil hohen Lasten beansprucht. Um die Verkehrsflächen dauerhaft zu befestigen, werden Tragschichten aus Schotter zu Beispiel der Körnung 0/45 mm verwendet. Die Schottertragschicht muss eine gute Lastverteilung sicherstellen, so dass beim Übergang zum gewachsenen Baugrund dessen in der Regel deutlich geringere Scherfestigkeit durch die verbleibenden Beanspruchungen nicht überschritten wird.

Bei Tragschichten auf weichen Böden können eine ausreichende Tragfähigkeit und die Minimierung von Setzungen häufig nur durch Zusatzmaßnahmen, z.B. die Bewehrung mit Geogittern, sichergestellt werden. Die Geogitter weisen im Gebrauchslastbereich ein ausgeprägt elastisches Materialverhalten auf, d.h. die bei Lastüberfahrten auftretenden Setzungen „federn“ quasi zunächst in die Ausgangslage zurück. Demgegenüber verhalten sich Kalkstabilisierte Böden quasi starr. In den üblicherweise für Kontrolluntersuchungen eingesetzten Plattendruckversuchen führt das starre Verhalten zu höheren E_{V2} -Modulen und damit zu einer günstigeren Bewertung.

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wird zunächst anhand numerischer Simulationen des Plattendruckversuches bzw. wiederholter Lastwechsel, wie sie bei Überfahrten von Verkehrsflächen auftreten untersucht ob das elastische Verhalten der Geogitter zu einer Reduzierung der plastischen Setzung gegenüber unbewehrten Tragschichten führt.

Darüber hinaus wird ein Feldversuch geplant, mit dem die Ergebnisse der numerischen Simulation in der Praxis überprüft werden können.



Das endgültige Ziel ist es, aus den Untersuchungsergebnissen ein optimiertes Dimensionierungsverfahren für die Bewehrung von Tragschichten mit Geogittern abzuleiten.



2 Aufgabenstellung

Im Einzelnen sind folgende Aufgaben zu bearbeiten:

1. Mit Hilfe des Programms PLAXIS und des vorhandenen Simulationsmodells für den Plattendruckversuch ist die Wirkung von Geogitterlagen in einer Tragschicht auf weichem bindigen Boden zu untersuchen. Dabei sind insbesondere die plastischen Setzungen der bindigen Schicht bei periodisch wiederkehrender Belastung zu erfassen. Variationen der Randbedingungen sind einzubeziehen.
2. Es ist ein Feldversuch für die Überprüfung bzw. Bestätigung des Rechenmodells zu planen.
3. Die Ergebnisse der Berechnung sind in einer geeigneten Form auszuwerten und hinsichtlich der Tragwirkung der geogitterbewehrten Tragschichten zu bewerten.

3 Grundlagen für Tragschichten im Erdbau

3.1 Straßenaufbau

Der Aufbau einer Verkehrsfläche wird in drei Bereiche unterteilt:

- Oberbau
- Unterbau
- Untergrund

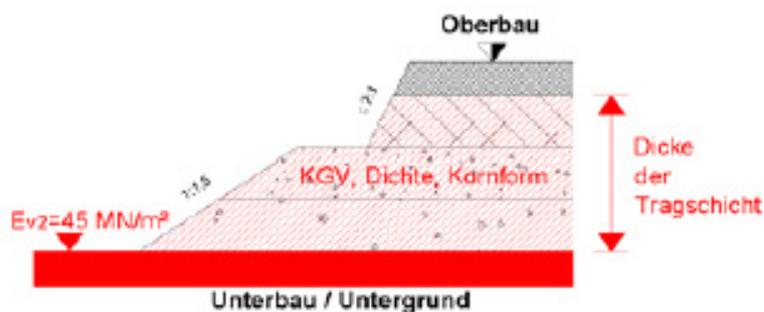


Abb. 3.1-1: Beispiel für einen Straßenaufbau gemäß ZTVT-StB 95/98

Oberbau:

Der Oberbau umfasst alle Schichten, die zur Gewährleistung der Tragfähigkeit der Verkehrsfläche baulich erforderlich sind, also alle Tragschichten! Normalerweise sieht man vom Oberbau nur die Deckschicht (Asphalt, Beton, Pflaster, Platten). Der gesamte Oberbau besteht aber aus diversen Schichten verschiedener Materialien. Der Oberbau einer Fahrbahn hat normalerweise eine Gesamtdicke von 40 – 90 cm. Für Geh- und Radwege beträgt die Gesamtdicke in der Regel 20 – 40 cm. Die Abfolge und Dicke der einzelnen Schichten des Oberbaus ist in Deutschland durch die RStO oder durch Vorgaben der örtlichen Tiefbauämter geregelt.



Unterbau:

Als Unterbau wird der künstlich erstellte Erdkörper zwischen Oberbau und Untergrund bezeichnet, der vorrangig zur Erreichung der Höhenlage der Straße notwendig ist (z.B. Dammschüttungen). Für den Unterbau gelten die gleichen Anforderungen an die Tragfähigkeit wie für den Untergrund.

E_{V2} -Wert: $\geq 45 \text{ MN/m}^2$ auf dem Erdplanum.

Untergrund:

Der Untergrund ist der unterhalb des Oberbaus oder des Unterbaus anstehende Boden oder Fels. An den Untergrund gibt es im Straßenbau bestimmte Anforderungen bezüglich der Tragfähigkeit. Normalerweise sollte ein Verformungsmodul (E_{V2} -Wert) von mindestens 45 MN/m^2 auf dem Erdplanum erreicht werden.

Wird dieser Wert nicht erreicht, kann durch Bodenaustausch, Bodenverfestigung durch Kalken oder das Verlegen von Geogittern und Vliesen die Tragfähigkeit erhöht und somit verbessert werden.



3.2 Anforderungen an die Tragschichten

Die Grundfunktion der Tragschicht besteht in ihrer lastverteilenden Wirkung! Um eine ausreichende Tragfähigkeit der Tragschicht zu erreichen, ist es notwendig, den vorhandenen Untergrund und die eventuell nachträglich aufgetragene Tragschicht ausreichend zu verdichten. Diese Verdichtung sollte, wenn möglich mit Walzen oder schweren Rüttelplatten durchgeführt werden. Die Prüfung der erreichten Festigkeit ist besonders wichtig. Die Tragschicht sollte in einer Stärke von mindestens 15 cm geplant sein. Außerdem ist die Dicke noch abhängig von der Frostempfindlichkeit des Bodens, der Feuchtigkeit des Untergrundes und der Belastung.

Die Praxis zeigt, dass Tragschichten meist in Dicken von 20 bis 25 cm hergestellt werden.

Tragschichten ohne Bindemittel können sein:

- Frostschutzschicht
- Kiestragschicht
- Schottertragschicht

Tragschichten mit Bindemittel können sein:

- Bodenverfestigung als Tragschicht
- Kiestragschichten mit hydraulischen Bindemitteln
- Schottertragschichten mit hydraulischen Bindemitteln
- Betontragschichten



3.2.1 Tragschichten auf weichen Böden

Unter Tragfähigkeit wird die maximal aufnehmbare Kraft des Bodens verstanden, bis zu der es zu keiner bzw. innerhalb der Toleranzgrenzen liegenden Setzung des Untergrundes kommt.

Besonders auf weichen Böden die schnell bei Belastung nachgeben und sich Verformen, ist es wichtig und unvermeidbar zusätzliche Maßnahmen zu treffen um eine ausreichende Tragfähigkeit zu erlangen!

Zusatzmaßnahmen:	Erhöhung der Tragschichtdicke
	Stabilisierung des Baugrundes durch Kalk
	Bewehren der Tragschicht mit Geogittern



3.3 Zusatzmaßnahmen

3.3.1 Erhöhung der Tragschichtdicke

Ohne die Zuhilfenahme von Bewehrung oder Bindemitteln zur Verfestigung gibt es die Möglichkeit die Tragschichtdicke zu erhöhen.

Für die Erhöhung der Tragschicht ist ein zusätzlicher Bodenaushub erforderlich und die neue Tragschicht aus grobkörnigem Material wird dafür aufgetragen. Durch diese Maßnahme entstehen allerdings hohe Kosten für den Transport/Abfuhr des Bodenaushubs und die Deponierungsgebühr.

Häufig verwendete Tragschichten werden aus Schotter mit den Körnungen 0/32 mm, 0/45 mm oder 0/56 mm hergestellt! Die am meisten verwendete ist die 0/45 mm, sie ist zugleich eine meist ausreichend gute Frostschutzschicht.

Wenn auf einem relativ weichen Erdplanum aus bindigen Boden ein nichtbindiger Boden aufgebracht und verdichtet wird, nimmt dieser Untergrund einen großen Teil der aufgebrachten Verdichtungsarbeit ab, ohne wegen des hohen Wassergehaltes seine Dichte ändern zu können. Trotz lang andauernder Einwirkung durch Verdichtungsgeräte ist nur eine verhältnismäßig geringe Verdichtung des nichtbindigen Materials möglich.

Beispiel:

Bei einem niedrigen Verformungsmodul des Erdplanums (zwischen 10 MN/m^2 und 30 MN/m^2) wird eine dicke der (Frostschutz-) Tragschicht von etwa 60 cm benötigt, um mit den üblichen Verdichtungsgeräten Verdichtungsgrade von 103% zu erreichen.

Bei geringer Dicke der Tragschicht verläuft die Druckausbreitung unter einer Versuchslastplatte verhältnismäßig steil und reicht noch relativ weit in den Untergrund hinein.