

Ermittlung von Zusammenhängen zwischen dem CBR-Wert des Tragschichtmaterials und der Tragfähigkeit E_{v2} von Tragschichten ohne Bindemittel

FA 6.071

Forschungsstelle: Technische Universität München, Lehrstuhl und Prüfamt für Grundbau, Bodenmechanik und Felsmechanik (Prof. Dr.-Ing. N. Vogt)

Bearbeiter: Fillibeck, J. / Schwabbaur, T.

Auftraggeber: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Bonn

Abschluss: Januar 2002

1. Aufgabenstellung

In den derzeit geltenden Vorschriften und Richtlinien für den Aufbau von Verkehrsflächenbefestigungen sind Anforderungen enthalten, die sowohl die Regelschichtdicke als auch die Mindesttragfähigkeit von Tragschichten vorgeben. Aussagen über die Festigkeits- und Verformungseigenschaften der Tragschichten werden aber nicht getroffen. Dies kann dazu führen, dass die geforderte Tragfähigkeit bei der angegebenen Regelschichtdicke mit dem zur Verfügung stehenden Material trotz ausreichender Mindesttragfähigkeit auf dem Untergrund nicht erreicht werden kann. Bei einer höheren Untergrundtragfähigkeit hingegen kann es zu einer unwirtschaftlichen Überdimensionierung der Straßenkonstruktion kommen. Eine Aussage über die Eignung des gewählten Tragschichtmaterials und Schichtaufbaus kann bisher erst nach dem Einbau erfolgen.

Im Rahmen dieses Forschungs- und Entwicklungsvorhabens wurde untersucht, welche Zusammenhänge zwischen CBR-Wert des Tragschichtmaterials und der Tragfähigkeit der Tragschicht unter Einbeziehung der Parameter Tragschichtdicke und Verformungsmodul E_{v2} des Untergrunds bestehen, um eine Beurteilung von Tragschichtmaterialien anhand von Eignungsuntersuchungen, im Hinblick auf den zu erwartenden Verformungsmodul E_{v2} der Tragschicht, zu ermöglichen.

2. Untersuchungsmethodik

Es wurden an vier Tragschichtmaterialien (Sand 0/4 mm, Sand 0/8 mm, Kies 0/32 mm rundkörnig und Kies 0/32 mm gebrochen) Laborversuche zur Ermittlung der CBR-Werte in Abhängigkeit des Verdichtungsgrades durchgeführt. Weiterhin wurde an diesen vier Tragschichtmaterialien im großmaßstäblichen Versuchsfeld der Verformungsmodul der Erst- und Zweitbelastung E_{v1} und E_{v2} , jeweils bei drei unterschiedlichen Schichtdicken (15 cm, 30 cm und 45 cm) und bei zwei unterschiedlichen Untergrundverhältnissen ($E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ und $E_{v2} = 120 \text{ MN/m}^2$) ermittelt.

Der CBR-Versuch ermöglicht unter Laborbedingungen eine zeitnahe Aussage über die Tragfähigkeit des zu untersuchenden Materials. Bei der Durchführung der CBR-Versuche (132 Stück) zeigte sich, dass bei der Bestimmung des CBR-Wertes, speziell bei den untersuchten Kiesen, relativ hohe Streuungen auftraten. Es wurde versucht, diese Streuungen mittels am CBR-Versuchsgerät und bei der Versuchsdurchführung vorgenommenen Veränderungen zu minimieren.

Die Untersuchungen zur Ermittlung des Verformungsmoduls E_{v2} in Abhängigkeit vom Material, von der Schichtdicke und der Tragfähigkeit des Untergrunds wurden in der Versuchsgrube am Lehrstuhl und Prüfamt für Grundbau, Bodenmechanik und Fels-

mechanik der Technischen Universität München durchgeführt. Dies hatte den Vorteil, dass die Versuche unabhängig von Witterungseinflüssen waren und auf Grund der Einbauhöhe des Untergrundmaterials von 6 m Berandungseinflüsse durch die Grubensohle weitgehend ausgeschlossen werden konnten, wodurch ein annähernd unendlich tiefer homogener Halbraum gegeben war.

Jeweils vor der Durchführung der statischen Plattendruckversuche (196 Stück) zur Ermittlung des Verformungsmoduls E_{v2} wurden zusätzlich zahlreiche dynamische Plattendruckversuche, Dichte- und Wassergehaltsmessungen (ca. 150 Stück) über die Versuchsfläche verteilt durchgeführt, um ein homogenes Planum des Untergrunds bzw. eine homogene Tragschichtoberfläche sicherzustellen.

Zudem wurden Untersuchungen zur Frage der Erhöhung des Verformungsmoduls E_{v2} von darunter liegenden Lagen durch den Einbau darüberliegender Lagen durchgeführt und ob der unmittelbar darunter liegende statische Plattendruckversuch einen Einfluss auf den Verformungsmodul der darüberliegenden Versuchsstelle hat.

3. Untersuchungsergebnisse

Die Auswertung der im Labor durchgeführten CBR-Versuche ergab folgende Zusammenhänge:

- Der Wassergehalt besitzt bei grobkörnigen Böden einen eher geringen Einfluss auf den CBR-Wert.
- Die Zunahme des Korndurchmessers, des Verdichtungsgrades bzw. die Verwendung gebrochener Mineralstoffe erhöhen jeweils den CBR-Wert.
- Die ermittelten CBR-Werte zeigten trotz vorgenommener Modifikationen am CBR-Versuchsgerät, dass mit zunehmendem Größtkorn, aber auch mit zunehmendem Verdichtungsgrad, die Streuung des CBR-Wertes zunahm.

Die Auswertung der in der Versuchsgrube durchgeführten statischen Plattendruckversuche ergab folgende Zusammenhänge:

- Je größer die Differenz zwischen dem E_{v2} -Wert auf dem Planum und dem E_{v2} -Wert auf der Oberfläche der Tragschicht ist, desto größere Tragschichtdicken sind notwendig, um den erforderlichen E_{v2} -Wert auf der Tragschicht zu erreichen.
- Die bekannten Zusammenhänge zwischen dem E_{v2} -Wert auf der Tragschichtoberfläche, der Schichtdicke und dem E_{v2} -Wert auf dem Planum des Untergrunds konnten bestätigt werden.
- Die E_{v2} -Werte nehmen mit steigendem Größtkorn bzw. mit zunehmendem Anteil an gebrochenem Korn zu.
- Durch statische Plattendruckversuche auf Tragschichten kann keine signifikante Erhöhung des Verformungsmoduls E_{v2} auf darüber eingebaute Tragschichtlagen festgestellt werden.
- Auf Grund unterschiedlicher Randbedingungen konnte kein Zusammenhang zwischen dem Verformungsmodul E_{v2} beim Aufbau der einzelnen Lagen und beim Abbau der Lagen hergestellt werden. Somit kann keine detaillierte Aussage über die Nachverdichtung darunter liegender Lagen durch den Einbau darüber liegender gemacht werden.

Stellt man nun einen Zusammenhang zwischen dem CBR-Wert und dem E_{v2} -Wert ($D_{Pr} = 97 \%$) der untersuchten Tragschichtmaterialien her, so wird eine signifikante Abhängigkeit deutlich (Bild 1).

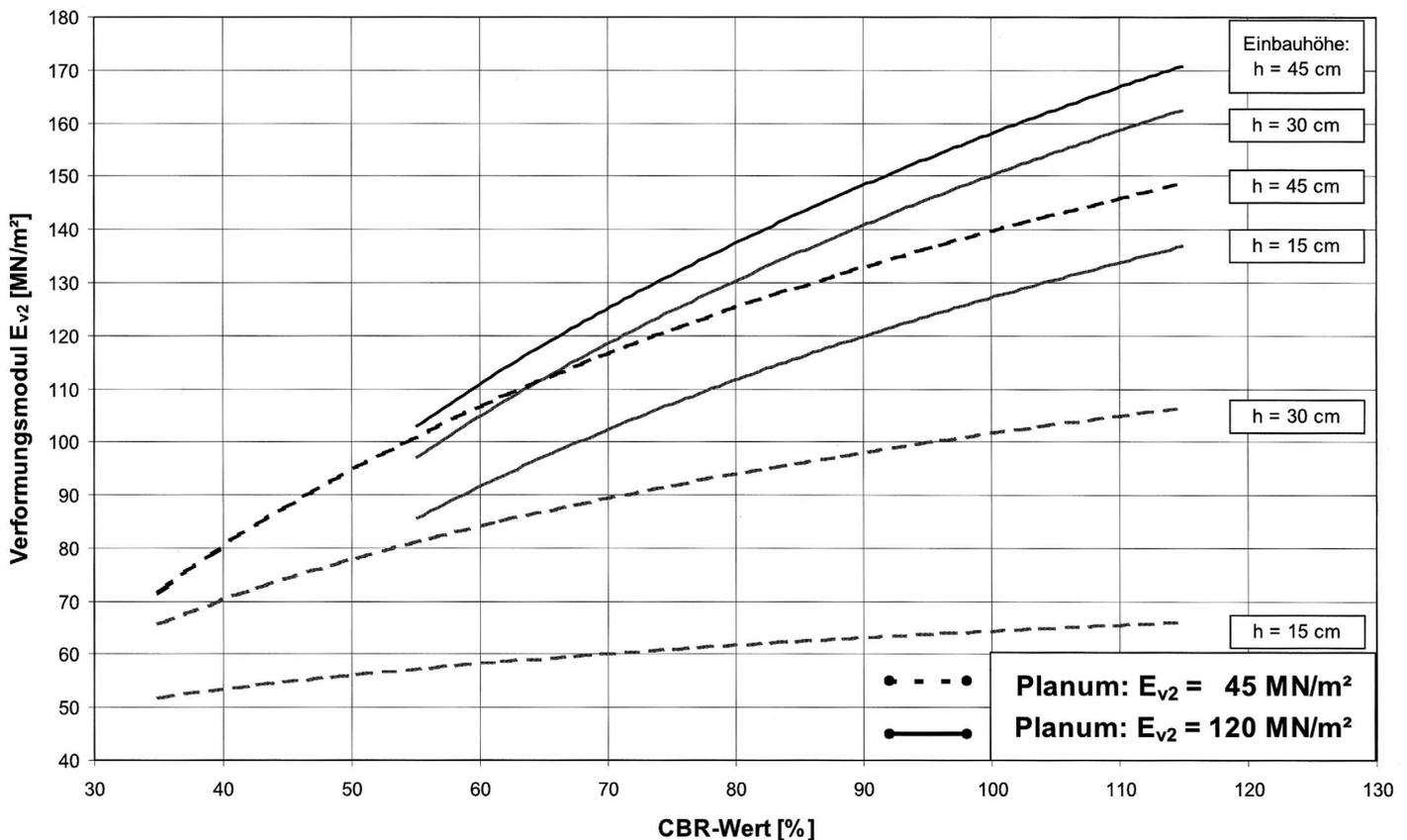
4. Folgerungen für die Praxis

Aus dem Diagramm (gemäß Bild 1) kann die erforderliche Dicke von Tragschichten in Abhängigkeit vom CBR-Wert des Tragschichtmaterials, dem Verformungsmodul E_{v2} des Untergrunds und dem geforderten E_{v2} -Wert auf der Oberfläche der Tragschicht abgeleitet werden. Dadurch ist es möglich, wirtschaftliche Gesichtspunkte in die Konzeption von Straßenaufbauten einfließen zu lassen, da schon vor dem Einbau der Tragschicht Aussagen über den zu erwartenden Verformungsmodul E_{v2} auf der Tragschichtoberfläche möglich sind.

So kann man besser bewerten, ob es sinnvoller ist, z. B. eine Verbesserung des Untergrunds vorzunehmen und damit den E_{v2} -Wert des Untergrunds zu erhöhen, oder durch Wahl eines Tragschichtmaterials mit höherem CBR-Wert und einer geeigneten Tragschichtdicke den geforderten E_{v2} -Wert auf der Oberfläche des Tragschichtmaterials zu erreichen.

Auf Grund der Streuungen bei der Durchführung des CBR-Versuches wird empfohlen, jeweils mehrere CBR-Versuche beim Einbauverdichtungsgrad des Tragschichtmaterials sowie bei unterschiedlichen Verdichtungsgraden auszuführen: beispielsweise fünf CBR-Versuche bei verschiedenen Verdichtungsgraden und zusätzlich drei beim Einbauverdichtungsgrad.

Problematisch bei der Ermittlung des CBR-Wertes an Tragschichtmaterialien mit Größtkorn über 20 mm ist, dass Tragschichtmaterialien, wie z. B. 0/32 mm, 0/45 mm aber auch 0/56 mm, die Verwendung im Straßenbau finden, nach dem für die Ermittlung des CBR-Wertes erforderlichen Absiebens auf 0/20 mm in ihren Eigenschaften gegenüber dem Ausgangsmaterial derart verändert sind, dass der CBR-Wert am abgesiebten Material keine geeignete Aussage mehr über die Tragfähigkeit des Ausgangsmaterials liefert. Somit sollte der maximal abgesiebte Masseanteil beschränkt werden, z. B. auf etwa 15 bis 20 M.-%.



1: Verformungsmodul E_{v2} versus CBR

