

# Ungebundene Tragschichten in der Praxis

Meist kommt den Tragschichten unter Pflasterdecken, Plattenbelägen und Großformaten nicht die Bedeutung zu, wie es für eine leistungsfähige Unterlage erforderlich wäre. Mit einfachen Vorgaben und Mitteln können ausschreibende Stellen und ausführende Bauunternehmen die Qualität von Tragschichten stark positiv beeinflussen.

## Planung

Bei der Planung sind die grundlegenden Hinweise der DIN 18315, DIN 18308 und der ZTV SoB für die Tragschichten ohne Bindemittel zu berücksichtigen. Hinsichtlich der zulässigen Abweichung von der Ebenheit sollten an Tragschichten unter Pflasterdecken mit einer zulässigen Toleranz von +/- 1 cm auf 4 m höhere Anforderungen gestellt werden, als in der ZTV SoB beschrieben. Weiterhin erhält das „Merksblatt für die Herstellung von Trag- und Deckschichten ohne Bindemittel“ einschlägige Hinweise.

Die Tragschichten sollten auf die zu erwartende Verkehrsbelastung nach RStO abgestimmt werden. Insbesondere bei spurfahrendem Verkehr und weiteren besonderen Beanspruchungen muss abgewogen werden, ob ungebundene Tragschichtmodelle ausreichend leistungsfähig sind. Abgestimmte Materialmischungen mit begrenz-

ten Sand- und Feinanteilen oder gar ein Wechsel auf biegesteife Tragschichten, z. B. Dränbeton, können in Bereichen mit erhöhten Beanspruchungen erforderlich sein.

Die Leistungsfähigkeit der Tragschichten wird durch abgestimmte Materialien (Sieblinie) und durch Anforderungswerte an die Tragfähigkeit sowie an die Standfestigkeit bestimmt. Nach RStO muss in Gehwegbereichen ein Verformungsmodul  $E_{v2}$  von mindestens 80 MPa gewählt werden. Für Gehwegbereiche mit Zufahrten oder möglicher Befahrung ist es empfehlenswert, ein Verformungsmodul von  $E_{v2} > 120$  MPa zu vereinbaren bzw. baulich anzustreben. Für befahrene Flächenbefestigungen wird generell ein Verformungsmodul von mindestens  $E_{v2} > 120$  MPa gefordert. In höher belasteten Verkehrsflächen sollte der Verformungsmodul  $E_{v2}$  abhängig von der Belastungsklasse bei mindestens 150 MPa liegen.

In der Planung von kommunalen Verkehrsflächen ist in besonderen Fällen an etwaiges Tragschichtversagen zu denken. Es handelt sich hierbei um nicht hinzunehmende starke Verformungen des Oberbaus. Das Tragschichtversagen kann man als progressive Ansammlung plastischer Verformungen beschreiben. Die starken Verformungen werden durch wechselwirkende Parameter verursacht. Hierzu gehören unterschiedliche Belastungsniveaus sowie Belastungsdauer, die vielfältigen Einflüsse der verwendeten Tragschichtmaterialien und der Wasserzutritt insbesondere über die Fuge.

Vor allem bei Verkehrsflächen bis zur Belastungsklasse BK 1,0 ist ein Versagen des Oberbaus zu beobachten. Der Umstand, dass sich gerade in niedrigen Bauklassen Spurrinnen ausprägen, ist dadurch zu erklären, dass die Oberbaudicke

knapp dimensioniert wird und an die eingesetzten Materialien geringe Qualitätsansprüche gestellt werden. Der Oberbau sollte immer so bemessen werden, dass irreversible Verformungen aufgrund einer Überschreitung von Bodenbruchspannungen vermieden werden.

Generell ist es bei Tragschichten ohne Bindemittel empfehlenswert, Materialien mit einem hohen Verformungswiderstand (gebrochenes Material) zu verwenden und die nach RStO ermittelten Schichtdicken um bis zu 10 cm zu erhöhen. Alternativ kann der Verformungswiderstand in Sonderfällen auch durch geeignete Bewehrung mit Geokunststoffen gesteigert werden.

## Grundlagen

Tragschichten im Straßenbau müssen geometrische und physikalische Anforderungen erfüllen, um dauerhaft die hohen Belastungen

des Verkehrs und der klimatischen Einflüsse aufnehmen zu können.

Die geometrischen Anforderungen sind die Soll-Lage, Ebenheit, der Querschnitt und das Gefälle. Auf Basis dieser Vorgaben sind bei der Ausführung die zulässigen Toleranzen einzuhalten. Durch die Beachtung der geometrischen Anforderungen wird u. a. auf der Tragschichtebene die Ableitung von eingedrungenem Wasser gesichert und eine leistungsfähige Unterlage für eine schadensfreie Pflasterung ermöglicht.

Unter die physikalischen Anforderungen einer Tragschicht fallen die Tragfähigkeit, die Verdichtung sowie die Wasserdurchlässigkeit. Die mechanischen Eigenschaften des Tragschichtmaterials und die Tragschichtdicke bestimmen die Tragfähigkeit (Widerstand gegen Verformungen unter Verkehrslast) und die Lagerungsdichte (Standfestigkeit der Materialstruktur). Auf der Baustelle können beide Para-

### ■ Verfasser

**Technischer Betriebswirt**  
**Alexander Eichler**  
Obmann

**Dipl.-Ing. (FH)**  
**Karl-Heinz Bloedt**  
Öbuv Sachverständiger

**Dipl.-Ing. (FH)**  
**Wolfgang Donderer**

**Dipl.-Ing. (FH)**  
**Franz Knobling**

**Dipl.-Ing.**  
**Markus Gerigk**

QS Pflaster e. V.  
Technischer Ausschuss  
Grosswallstädter Straße 7a  
63843 Niedernberg  
info@qspflaster.de  
www.qspflaster.de



Bild 1: Wasserundurchlässige Tragschicht (Fotos: A. Eichler)



Bild 2: Setzungen aufgrund undurchlässiger Schichten

meter durch den Verdichtungsmodul  $E_{v2}$  und den Verhältniswert  $E_{v2}/E_{v1}$  nachgewiesen werden. Alternativ kann ein leichtes Fallgerät zur Ermittlung des  $E_{vd}$  als Maßstab der Tragfähigkeit eingesetzt werden. Der Verformungsmodul  $E_{vd}$  wird mit dem Verformungsmodul  $E_{v2}$  über einen Korrelationskoeffizienten verglichen. Die zu akzeptierenden Werte müssen mit dem Auftraggeber vereinbart werden.

Der Wasserdurchlässigkeit kommt gerade im Bereich der Pflasterbauweise eine besondere Bedeutung zu. Aufstauendes Wasser auf undurchlässigen Tragschichten (Bild 1) erzeugt unter einer Radlast einen Porenwasserüberdruck und vermindert gleichzeitig die innere Reibung des Bettungs- und Fugenmaterials. Diese Wirkung entspricht quasi der eines Gleitmittels. Die Steine bewegen sich unter Verkehrslasten, lagern sich um und können sich verschieben. Verstärkt wird diese Problematik, wenn durch Zerreiben von zu weichen Bettungs- und Fugenmaterialien die Wasserdurchlässigkeit weiter abnimmt und die entstandenen Feinmaterialien durch den Reifensog bzw. Wasserüberdruck ausgepumpt werden. Dies führt zu einem Entleeren der Fugen und zu einer veränderten Oberflächengeometrie (Absackungen, Verschiebungen des Fugenbildes und Unebenheiten). Derartige Schadensbilder (Bild 2) können durch eine ausreichende Infiltration der Schichten vermieden werden. Die Infiltration kann einfach auf der

Baustelle überprüft werden (siehe Abschnitt Schnelltest).

## Tragschichtmaterialien

Konventionell ausgebildete Tragschichten mit Kies- oder Schottergemischen lassen sich einfach einbauen und wirtschaftlich verwenden. Schottertragschichten weisen mit gebrochenen Grundmaterialien gegenüber dem Rundkornmaterial der Kiestragschichten eine größere innere Reibung und somit eine höhere technische Leistungsfähigkeit auf. Rundkornmaterial ist dahingegen verdichtungswilliger. Um Nachverdichtungen aus Verkehr und klimatischen Einflüssen (z. B. Wasserzutritt über die Fugen) zu vermeiden, sollten vorzugsweise Schottertragschichten mit abgestimmten Sieblinien verwendet werden. Die Bestandteile der Korngröße 0,063 sollten auf 5 M.-% im eingebauten Zustand beschränkt werden. Vor allem die Durchlässigkeitsbeiwerte der Tragschichten sind sehr von den abschlämmbaren Bestandteilen abhängig. In der FGSV gibt es Diskussionen, wonach in höher belasteten Verkehrsbereichen mit Pflasterdecken die Fein- und Sandbestandteile analog zu den „Schottertragschichten unter Betondecken“ (Bild 3) zu begrenzen sind.

Sollten aus wirtschaftlichen Gründen rundkornhaltige Baustoffgemische eingesetzt werden, ist es empfehlenswert, im Korngrößenbereich bis 8 mm gebrochene Körnungen einzusetzen. Versuche mit

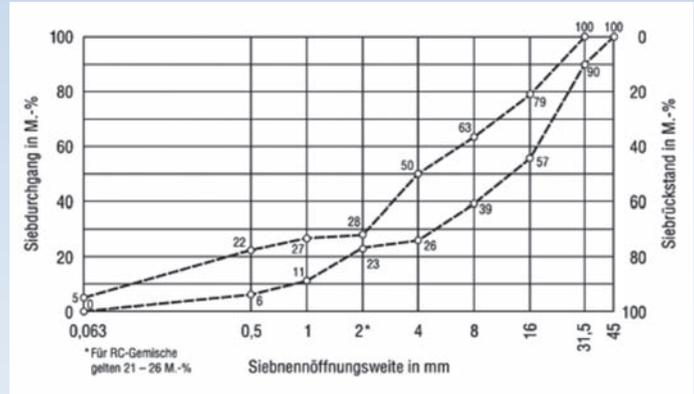


Bild 3: Schottertragschicht 0/32 unter Beton (aus ZTV SoB 2007)

derartigen Materialien weisen eine geringere Verformungsneigung auf. Recyclingmaterialien dürfen nur in Abstimmung mit dem Auftraggeber verwendet werden. Vor dem Einsatz ist ein Eignungsnachweis unter Einbeziehung der umweltrelevanten Merkmale durchzuführen. Gebiets- und einsatzbezogene Einschränkungen sind im Hinblick auf die zulässigen Einbaukonfigurationen von Recyclingmaterialien zu beachten. So werden Recyclingbaustoffe meist nicht in Wassergewinnungsgebieten zugelassen.

## Einbau

Vor dem Einbau der Tragschichten ist anhand der Sieblinie die Durchlässigkeit „kf“ z. B. nach Hazen-Beyer rechnerisch zu bestimmen; dabei sollten die Anforderungswerte „kf“ > 10<sup>-5</sup> m/s betragen. Beim Einbau der Tragschichten sollte man sich bezüglich des Feuchtegehaltes am optimalen Wassergehalt orientieren, dadurch wird die

größte Lagerungsdichte ( $D_{pr}$ ) und somit eine ausreichende Standfestigkeit erreicht.

Tragschichten ohne Bindemittel sollten möglichst homogen zusammengesetzt sein. Um Entmischungen vorzubeugen, ist im Baubetrieb auf das Abladen, den Längstransport und sachgemäßen Einbau zu achten. Bei größeren Losen sollte überprüft werden, ob das Mineralstoffgemisch mit einem Fertiger fachgerecht eingebracht werden kann. Auf kleinere Lose abgestimmte Einbau- und Verdichtungsgeräte sollten gerade im kommunalen Straßenbau angewendet werden.

Der Einbau der oberen Tragschicht darf aus Sicht des technischen Ausschusses von QS-Pflaster erst kurz vor der eigentlichen Pflasterung erfolgen. Eine häufige Befahrung gerade der oberen Tragschicht reduziert die Infiltrationsleistung der Unterlage mit nachteiligen Folgen für die Dauerhaftigkeit der Flächenbefestigung.

40 Jahre Erfindergeist!

Made in Germany

## Multi 6

### Pflaster-Greifer

Anbaugerät für alle gängigen Trägergeräte. Zum Verlegen von allen Pflastersteinsorten.

Telefon 0 44 98 924 20

optimas.de



Bild 4: Aufbau Schnelltest „Wasserdurchlässigkeit“



Bild 5: Versuchsdurchführung Schnelltest „Wasserdurchlässigkeit“

Abflusszeit	Qualitative Abschätzung der Durchlässigkeit	
bis 6 Minuten	ausreichend	Die Versickerungsfähigkeit der geprüften Schicht kann als ausreichend betrachtet werden. Bei einer homogenen Oberflächenstruktur kann die Schicht angenommen werden.
6 bis 10 Minuten	im Grenzbereich (positiv)	Die Versickerungsfähigkeit der geprüften Schicht muss fachkundig eingeschätzt werden. Hierzu können weitere Infiltrationsmessungen notwendig sein.
> 10 Minuten	im Grenzbereich (beginnend negativ)	Die Eignung der geprüften Schicht muss durch Infiltrationsmessungen nachgewiesen oder durch bauliche Maßnahmen verbessert werden.

Tabelle 1: Qualitative Abschätzung der Durchlässigkeit

Im Rahmen der Eigenüberwachungsprüfung müssen nach dem Einbau die Durchlässigkeit (Infiltrationsversuch), die Verdichtung und die Tragfähigkeit geprüft werden. Zur Überprüfung der Tragfähigkeit ist der Verformungsmodul maßgebend. Der Verformungsmodul  $E_{v2}$  wird planerisch nach RStO abhängig von der Verkehrsbelastung festgelegt. Bei höheren Verdichtungsanforderungen muss auf der Baustelle auf die Materialauswahl besonders geachtet werden. Daher ist bei hochverdichteten Tragschichten zu berücksichtigen, dass sich eine starke Verdichtung bei schlecht abgestimmten Sieblinien mit hohem Sand- und Feinkornanteil hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit nachteilig auswirkt.

Der geforderte Verdichtungsgrad  $D_{pr}$  größer als 100 bzw. 103 % ist einzuhalten. Eine ausreichende Verdichtung wird aus dem Quotienten des Verformungsmoduls  $E_{v2}/E_{v1}$  nachgewiesen. Der Verhältniswert muss bei einem geforderten

Verdichtungsgrad  $D_{pr} > 103$  % unter 2,2 liegen. Bei Verhältniswerten unter 1,9, also einer beginnenden Überverdichtung, ist es unabdingbar, die Durchlässigkeit mittels Infiltrationsversuch zu überprüfen.

Auch Nachverdichtungen von Tragschichten ohne Bindemittel beeinträchtigen die Wasserdurchlässigkeit stark. Auch aus diesem Grund sollten nach Empfehlung von QS-Pflaster die abschlämmbaren Bestandteile der gelieferten Gesteinskörnungen max. 3 M.-% betragen und sich die Sieblinie im unteren, zulässigen Bereich der ZTV SoB bewegen. Dies ist bereits bei der Ausschreibung, spätestens bei der Bestellung der Materialien zu berücksichtigen.

#### Infiltrationsversuch – Schnelltest „Wasserdurchlässigkeit“

Der Schnelltest dient der einfachen, qualitativen Abschätzung der Wasserdurchlässigkeit von Tragschich-

ten und gibt Hinweise zur Durchlässigkeit von versickerungsfähigen Schichten. Die ermittelte Ausflusszeit von 10 Minuten entspricht etwa einer Ausflussgeschwindigkeit von  $5 \cdot 10^{-5}$  m/s. Wegen der vereinfachten Versuchsbedingungen kann das Ergebnis nicht einem Durchlässigkeitsbeiwert „kf“ gleichgesetzt werden. Pro 1.000 m<sup>2</sup> zu überprüfender Fläche sollten drei Schnelltests durchgeführt werden. Bei inhomogenen Voraussetzungen ist die Anzahl der Prüfungen so festzulegen, dass eine Einschätzung der Durchlässigkeit der Gesamtfläche möglich ist.

#### Durchführung des Schnelltests

Ein Prüfling (z. B. KG-Rohr, Flanschrohr) mit 300 mm Durchmesser wird auf die abgedichtete Oberfläche der zu prüfenden Schicht gelegt (Bild 4). Die Abdichtung (Schnellzement oder Gips) ist erforderlich, um einen seitlichen Wasseraustritt zu vermeiden. Nachdem der Prüfling versetzt wurde, ist der Prüfbehälter

reich zu wässern. Dadurch wird die Schwankungsbreite der Versuche reduziert. In den Metallring werden dann 2 l Wasser als Prüfflüssigkeit zügig, ohne Unterbrechung eingefüllt und mit der Stoppuhr die Zeit gemessen, bis die Prüfflüssigkeit vertikal versickert ist (Bild 5).

#### Zusammenfassung

Überverdichtungen, ein Übermaß an Feinteilen, keine ausreichende oder nachlassende Tragfähigkeiten etc. gefährden in Tragschichtebene in vielfältiger Hinsicht die Stabilität und Dauerhaftigkeit der Pflasterdecke. Mit einfachen Schritten können sowohl der Planer als auch Bauausführende die Qualität der Tragschichten, also der Unterlage leistungsfähiger Pflasterdecken, Plattenbeläge und Großformate, sicherstellen.

#### Literaturverzeichnis

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (1995): Merkblatt für die Herstellung von Trag- und Deckschichten ohne Bindemittel, Ausgabe 1995. FGSV Verlag, Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2007): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau, Ausgabe 2004, Fassung 2007 (ZTV SoB-StB). FGSV Verlag, Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2012): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2012 (RStO 12). FGSV Verlag, Köln

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2016): Merkblatt für Versickerungsfähige Verkehrsflächen, Ausgabe 2013 mit Änderungen August 2016 (MVV 2016). FGSV Verlag, Köln