

Eignung von Gemischen für hydraulisch gebundene Tragschichten nach Europäischer Norm für Anwendungen in Deutschland

FA 8.181

Forschungsstelle: Hochschule Anhalt (FH), Fachgebiet Straßenbautechnik, Dessau (Prof. Dr.-Ing. W. Weingart)

Bearbeiter: Lüdike, H.

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

Abschluss: Januar 2008

1 Aufgabenstellung

Die Europäischen Normen für hydraulisch gebundene Tragschichten (HGT)

- EN 14227 Hydraulisch gebundene Gemische
- Teil 2: Schlackegebundene Gemische
- Teil 3: Flugaschegebundene Gemische
- Teil 4: Flugasche für hydraulisch gebundene Gemische

sehen Bauweisen vor, die mit puzzolanischen oder latent hydraulischen Bindemitteln gebunden werden, wie etwa Flugaschen oder Hüttensand. Diese Bauweisen werden in anderen europäischen Ländern seit vielen Jahren mit Erfolg für Tragschichten im klassifizierten Straßennetz verwendet.

In Deutschland dürfen demgegenüber nach derzeit geltendem Regelwerk Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln nur mit Zement oder Tragschichtbinder hergestellt werden. Die Verwendung von schlacke- und flugaschegebundenen Gemischen ist daher in Deutschland nur auf Ausnahmefälle, insbesondere auf Versuchsbaumaßnahmen beschränkt. Forschungsziel ist es, die europäischen und deutschen Erfahrungen mit diesen schlacke- und flugaschegebundenen Tragschichtgemischen zusammenzutragen, ihre Leistungsfähigkeit auf vorhandenen Straßenbefestigungen zu prüfen und festzustellen, unter welchen Bedingungen sie für Deutschland eine wirtschaftliche Alternative zur derzeitigen Verfahrensweise der ausschließlichen Verwendung von Zement bzw. Tragschichtbinder darstellen.

Als Ergänzung zu diesen Felduntersuchungen sind verschiedene Flugaschen und gemahlene Hüttensande daraufhin zu untersuchen, ob und unter welchen Voraussetzungen mit ihnen Tragschichten hergestellt werden können, die die Kriterien der ZTV T-StB 95 (Ausgabe 1995 / Fassung 2002) bzw. TL Beton-StB 07 an HGT mit definierter Frühfestigkeit erfüllen.

2 Allgemeine Übersicht zur Anwendung schlacke- und flugaschegebundener Gemische

Die Anwendung von Flugaschen, Schlacken und Hüttensand für die Herstellung hydraulisch gebundener Gemische im Straßenbau wird hauptsächlich unter den Aspekten der Ökologie und Ökonomie betrachtet:

- Verwendung lokaler Materialien zur Kostensenkung,
- Verwendung puzzolanischer Bindemittel mit geringer CO₂-Emission und

- Reduzierung der Schichtdicken der Asphaltbefestigung.

Dies trifft vor allem auf Belgien, Frankreich, Großbritannien, Polen und Spanien zu. In diesen Ländern stellen Bauweisen mit geeigneten Flugaschen oder granuliertem, gemahlenem oder ungemahlenem Hüttensand als alleiniges Bindemittel oder in Kombination mit Zement oder Kalk wirtschaftliche Alternativen zu "herkömmlichen" zementgebundenen Tragschichten dar. Europaweit werden 42 % der Schlacken im Straßenbau eingesetzt. Vor allem in Großbritannien, Frankreich, Polen und der Slowakei werden diese Bauweisen in größerem Umfang angewendet.

Es werden im Wesentlichen drei Kategorien für die Biegesteifigkeit der Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln (ThB) unterschieden:

1. ThB mit hoher Steifigkeit (Druckfestigkeit > 10 MPa, E ≈ 15 000 bis 30 000 MPa, i. d. R. Anordnung von Kerben zur Vermeidung breiter Risse) – Belgien, Deutschland, Frankreich
2. ThB mit mittlerer Steifigkeit (Druckfestigkeit ≈ 2,5 bis 4 MPa, E ≈ 7 000 bis 10 000 MPa, schmale Risse) – Italien
3. ThB mit geringer Steifigkeit (Druckfestigkeit < 2 MPa, E ≈ 1 000 bis 2 000 MPa, Mikrorisse) – Schweiz

Dabei ist zu unterscheiden zwischen langsam bzw. selbst-erhärtenden Gemischen und solchen mit einer definierten Frühfestigkeit im Sinne einer HGT oder einer Verfestigung nach den ZTV T-StB 95 (Ausgabe 1995 / Fassung 2002) (28d-Druckfestigkeit 7 bis 12 N/mm² unter Asphalt und > 15 N/mm² unter Beton).

3 Untersuchungsmethodik

Im Rahmen der Forschungsarbeit wurde eine umfassende Literaturlauswertung über Erfahrungen mit schlacke- und flugaschegebundenen Tragschichten in folgenden Ländern vorgenommen:

- Frankreich und Spanien
- Niederlande
- Belgien
- Schweden
- Australien
- Großbritannien
- USA
- Polen und Ungarn
- Finnland
- Deutschland

Außerdem wurde eine Übersicht zur Dimensionierung hydraulisch gebundener Gemische in diesen Ländern erarbeitet.

3.1 Untersuchungen an langsam erhärtenden Tragschichten

Entscheidend für die Beurteilung derartiger Tragschichten als Alternative zu den in Deutschland üblichen Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln ist ihr Langzeitverhalten, das am zweckmäßigsten durch Messungen auf bereits ausgeführten Straßenbaumaßnahmen ermittelt werden kann. Aus diesem Grund wurden 38 Versuchsabschnitte untersucht, die bereits mehrere Jahre unter Verkehr liegen. Die einzelnen Versuchsabschnitte sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Durch Felduntersuchungen wurden der jeweilige Straßenaufbau und für die Dimensionierung relevante Materialkennwerte ermittelt. In den Jahren 2005 und 2006 wurden Tragfähigkeitsmessungen durchgeführt sowie bereits vorhandene Langzeitmessungen ausgewertet. Mit den auf diesen Baumaßnahmen verwendeten Ausgangsmaterialien wurden parallel zu den Felduntersuchungen vergleichende Laboruntersuchungen durchgeführt. Zur Bewertung und Einordnung der alternativen hydraulisch gebundenen Tragschichten in die Systematik der RstO 01 erfolgte ferner die Ermittlung der spezifischen Verformungsmoduln auf Grundlage der ermittelten Messergebnisse der Tragfähigkeitsmessungen mithilfe des Falling Weight Deflectometers.

Für die iterative Auswertung der auf den Versuchsstrecken mit flugasche- und schlackegebundenen Tragschichten gemessenen Deflektionsmulden wurde die von Weingart entwickelte Näherungsfunktion {1} für das Zwei-Schicht-System verwendet, die eine ausreichende Übereinstimmung zur BISAR-Berechnung liefert:

$$\frac{w_r}{w_{r=0}} = \frac{1}{\sqrt[6]{1 + (\kappa * r/a)^2 + (2 * \lambda * r/a)^6}} \quad \{1\}$$

mit

$$\lambda = 1 - \frac{2}{\pi} * \left(1 - \frac{1}{n^3}\right) * \arctan\left(\frac{h * n}{2 * a}\right) = \frac{E_0}{E_a} \quad \{2\}$$

$$\text{und } n = 2,75 \sqrt{\frac{E_1}{E_0}}$$

sowie der Näherungslösung für die relative Setzung der Schicht 1 im Lastzentrum

$$\frac{\Delta w(r=0)}{w(r=0, E_1)} \approx 1 - \sqrt[3]{e^{-\frac{h}{a}}} \quad \{3\}$$

und für den spezifischen E-Modul des Asphalts

$$E_{\text{Asphalt}} \approx 28.000 / e^{0,07 * T_{\text{Asphalttemperatur}}} \quad \{4\}$$

r = Abstand vom Lastzentrum

a = Radius der Belastungsplatte

h = Dicke der Schicht 1

E_1 = spezifischer E-Modul der oberen Schicht 1

E_0 = E-Modul des Halbraums

E_a = äquivalenter E-Modul auf der Oberfläche des Zweischichtsystems

w_r = Deflektion im Abstand r vom Lastzentrum

E_{Asphalt} {4} wurde außerdem durch Messungen oberhalb und unterhalb der Asphaltschicht im Bohrloch kontrolliert.

3.2 Untersuchungen an Gemischen mit gezielter Frühfestigkeit (HGT nach ZTV T-StB 95 (Ausgabe 1995 / Fassung 2002))

Auf Basis der chemisch-mineralogischen Daten der Flugaschen und Hüttensande wurden ferner drei Hüttensande (Eisenhüttenstadt, Duisburg-Schweglern, Huckingen), vier Flugaschen (BFA Schkopau und Jänschwalde, SFA Scholven und Bexbach) und zwei Tragschichtbinder HRB 32,5E (Dotternhausen, Neuwied) sowie ein Zement CEM I 32,5 R nach Europäischer Norm ausgewählt, die sich hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung so unterschieden, dass das Spektrum der infrage kommenden Bindemittel abgedeckt wurde. Auswahlkriterium war, dass sie sowohl die Anforderungen der Europäischen Normen EN 14227-2 und EN 14227-3 als auch diejenigen der ZTV T-StB 95 (Ausgabe 1995 / Fassung 2002) (TL Beton-StB 07) erfüllen. Mit diesen Bindemitteln wurden im Labor unter Verwendung von Kiessand 0/16 normkonforme HGT-Mischungen hergestellt und auf Grünstandfestigkeit (CBR-Wert), Druck- und Spaltzugfestigkeit, dynamischen Elastizitätsmodul, Dauerschwellfestigkeit beim Biegezugversuch, Frostwiderstand, Raumbeständigkeit und Dauerhaftigkeit untersucht.

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Langsam erhärtende Tragschichten

4.1.1 Allgemeine Schlussfolgerungen

Die Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, dass die Einführung der Europäischen Normen für langsam erhärtende schlacke- und flugaschegebundene Gemische in Deutschland grundsätzlich empfohlen werden kann. Es konnte nachgewiesen werden, dass auch unter den in Deutschland vorherrschenden klimatischen und hydrologischen Bedingungen schlacke- und flugaschegebundene Gemische ausreichend frostbeständig sind und eine hohe Langzeittragfähigkeit aufweisen.

Selbst bei einem untersuchten Objekt mit verschiedenen flugaschegebundenen Gemischen ohne Asphaltüberbauung traten lediglich Oberflächenabwitterungen auf. Die Tragfähigkeit der gesamten flugaschegebundenen Schicht wurde durch die Abwitterungen praktisch nicht negativ beeinflusst und blieb auf allen Versuchsabschnitten erhalten.

Ferner kann festgestellt werden, dass die für die Dimensionierung benötigten Tragfähigkeitskennwerte von Straßenbefestigungen mit sehr unterschiedlichen Steifigkeits- und Schichtdickenverhältnissen vorteilhaft mit dem Falling Weight Deflectometer ermittelt werden können. Die Untersuchungsergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

4.1.2 Schlackegebundene Gemische

Schlackegebundene Gemische können hiernach einen E-Modul_{spez.} von 800 bis 16 000 MPa aufweisen. Beispielsweise können Gemische aus 80 % Hochofenschlacke und 20 % Hüttensand als selbsterhärtende gebundene Tragschichtgemische bewertet werden, da der spezifische E-Modul weitgehend unabhängig von der Tragfähigkeit des Untergrunds im Durchschnitt > 4 000 MPa ist. Bemerkenswert ist hierbei, dass auch bei dünner Asphaltüberbauung in der Regel keine Reflexionsrisse aufgetreten sind.

Tabelle 1: Zusammenstellung der durch Rückrechnung aller FWD-Messergebnisse ermittelten E_{Tm} -Moduln der flugasche- und schlackegebundenen Gemische im Vergleich zu den E_{ToB} -Moduln von Tragschichtgemischen ohne Bindemittel (Die FWD-Messungen wurden auf allen Versuchsstrecken mit Ausnahme der Versuchsstrecke Seelow im Jahre 2005 durchgeführt und im Jahre 2006 wiederholt. Die Messungen auf der Versuchsstrecke Seelow erfolgten im Herbst 2007.)

Nr.	Tragschichtgemisch	Schichtmodul ^{gerundet} [MPa]
1	100 % Brechsand 0/5 (Halle Bj. 2004)	90
2	Schottertragschicht 0/32 (Halle Bj. 2004)	140
3	Brechsandreiche Schottertragschicht (Halle Bj. 2004)	180
4	Schottertragschicht aus Naturgestein (Seelow 2007)	290
5	Schottertragschicht (Boxberg Bj. 1993)	400
6	Schottertragschicht (Bexbach Bj. 1985)	400
7	Ziegelreiches RC-Material 0/32 (Halle Bj. 2004)	500
8	RC-Material 0/32 (Halle Bj. 2004)	700
9	50 % LDS 0/22 + 50 % HS 0/5 (Straße am Röhrenwerk Duisburg Bj. 1993)	800
10	80 % HOS 0/32 + 20 % HS 0/5 auf 100 % HOS 0/32 (Dieselstraße Duisburg Bj. 1989)	800
11	RC-Material mit 40 % Ziegelanteil (Seelow 2007)	970
12	RC-Material 0/32 (Dieselstraße Duisburg Bj. 1989)	1.000
13	Zementverfestigte Steinkohlenflugasche ohne Gesteinskörnung (Bexbach – Altstadt Bj. 1985)	1.000
14	30 % LDS 0/22 + 70 % HS 0/5 (Hoffsche Straße Duisburg Bj. 1993)	1.200
15	100 % Hochofenschlacke (Dieselstraße Duisburg Bj. 1989)	1.300
16	80 % HOS 0/32 + 20 % HS 0/5 auf 70 % HS 0/5 + 20 % HOS 8/22 + 10 % LDS 0/10 (Dieselstraße Duisburg Bj. 1989)	1.300
17	75 % HOS 0/32 + 10% LDS 0/10 + 15 % HS 0/5 auf 100 % HOS 0/32 (Dieselstraße Duisburg Bj. 1989)	1.600
18	95 % BFA Jänschwalde + 5 % Zement ohne Gesteinskörnung (Boxberg Baujahr 1993)	1.800
19	RC-Material mit 30 % Ziegelanteil (Seelow 2007)	1.960
20	Zementverfestigte Steinkohlenflugasche ohne Gesteinskörnung (KW Bexbach Bj. 1985)	2.000
21	80 % HOS 0/32 + 20 % HS 0/5 auf 100 % HS 0/5 (nicht direkt befahrbar) (Diesel- straße Duisburg Bj. 1989)	2.000
22	RC-Material mit 20% Ziegelanteil (Seelow 2007)	2.300
23	RC-Material mit 10% Ziegelanteil (Seelow 2007)	3.300
24	80 % HOS 0/32 + 20 % HS 0/5 (Dieselstraße Duisburg Bj. 1989)	4.200
25	Gerissene Verfestigung aus 30 % CaO-reiche BFA Schkopau + 70 % Beton- recyclat (Lochau Bj. 1997)	5.000
26	95 % Hüttensand + 5% Kalkhydrat (Dieselstraße Duisburg Bj. 1989)	6.300
27	50 % HOS 0/32 + 50 % HS 0/5 (Hoffsche Straße Duisburg Bj. 1993)	7.900
28	80 % HOS 0/32 + 20 % HS 0/5 auf 30 % HMVA 0/16 + 70 % HS 0/5 (Straße am Röhrenwerk Duisburg Bj. 1993)	8.000
29	50 % RC 0/32 + 50 % Hüttensand 0/5 (Hoffsche Straße Duisburg Bj. 1993)	8.700
30	30 % CaO-reiche BFA Schkopau + 70 % Ziegelrecyclat (Lochau Bj. 1997)	9.000
31	80 % HOS 0/32 + 20 % HS 0/5 (Hoffsche Straße Duisburg Bj. 1993)	10.000
32	80 % HOS 0/32 + 20 % HS 0/5 auf 50 % HMVA 0/16 + 50 % HS 0/5 (Straße am Röhrenwerk Duisburg Bj. 1993)	11.000
33	80 % Hochofenschlacke + 20 % Hüttensand 0/5 (Straße am Röhrenwerk Duisburg Bj. 1993)	11.000
34	100 % Hochofenschlacke Dillingen (KW Bexbach Bj. 1985)	11.000
35	80 % HOS 0/32 + 20 % HS 0/5 auf 100 % HOS 0/32 (Fiskusstraße Duisburg Bj. 1989)	14.000
36	100 % Hochofenschlacke 0/32 (Fiskusstraße Duisburg Bj. 1989)	16.000
37	30 % CaO-reiche BFA Schkopau + 70 % Betonrecyclat (Asendorf Baujahr 1998)	28.000
38	51,2 % RC + 28,8 % Kiessand + 17,8 % BFA Jänschwalde + 2,2 % PZ (Boxberg Baujahr 1993)	28.600

4.1.2 Schlackegebundene Gemische

Schlackegebundene Gemische können hiernach einen E-Modul_{spez.} von 800 bis 16 000 MPa aufweisen. Beispielsweise können Gemische aus 80 % Hochofenschlacke und 20 % Hüttensand als selbsterhärtende gebundene Tragschichtgemische bewertet werden, da der spezifische E-Modul weitgehend unabhängig von der Tragfähigkeit des Untergrunds im Durchschnitt > 4 000 MPa ist. Bemerkenswert ist hierbei, dass auch bei dünner Asphaltüberbauung in der Regel keine Reflexionsrisse aufgetreten sind.

4.1.3 Flugaschegebundene Gemische

Flugaschegebundene Gemische haben ebenfalls wie schlackegebundene Gemische in der Regel nach 28 Tagen noch nicht die Endfestigkeit erreicht. Die Laborergebnisse zeigen außerdem, dass bei der Durchführung von Eignungsprüfungen für Gemische mit kalkreicher Braunkohlenflugasche die Probekörper entsprechend EN 14227-1, Anh. C, **Nachbehandlungsverfahren D** für die Dauer von > 7 d in der Schalung verbleiben müssen, um eine rissfreie Erhärtung zu gewährleisten. Zur Vermeidung zu hoher Steifigkeiten und damit verbundener zu hoher Reflexionsrissegefahr ist es grundsätzlich zweckmäßig, für die Erarbeitung der jeweiligen Rezeptur im Rahmen der Eignungsprüfung die **Festigkeitsklasse C_{3/4}** gemäß DIN EN 14227, Teil 2 und Teil 3 vorzugeben.

4.2 Gemische mit definierter Frühfestigkeit

Die wesentlichen Ergebnisse der zusätzlich durchgeführten Laboruntersuchungen zur Herstellung von Tragschichtgemischen mit definierter Frühfestigkeit entsprechend den derzeitigen, mit Zement oder Tragschichtbinder gebundenen Tragschichten nach ZTV T-StB 95 (Ausgabe 1995 / Fassung 2002) (HGT) lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Mit den untersuchten kalkreichen oder kiesel-säurereichen Flugaschen oder gemahlenem Hüttensand war es mit verschiedenen Anregern (Zement, NaOH) möglich, HGT-Gemische herzustellen, die die Anforderungen an die Druckfestigkeit von HGT erfüllten. Die Druckfestigkeit dieser Gemische ist in Abhängigkeit von der Erhärtungszeit in Bild 1 dargestellt. Zu beachten ist die unterschiedliche Nacherhärtung.
- Steinkohlenflugaschen (SFA) benötigten für eine anforderungsgerechte Druckfestigkeit etwa 2 M.-% Zement als Anreger, gemahlener Hüttensand erreichte die Festigkeit mit Zement, kalkreichen Braunkohlenflugaschen (BFA) oder NaOH als Anreger, kalkreiche BFA erreichte die Festigkeit auch ohne Anreger.
- HGT mit ausreichender Druckfestigkeit und ausreichend langer Hydratationszeit waren auch ausreichend widerstandsfähig gegen Frost und gegen wiederholte starke Durchfeuchtung und Austrocknung.
- Gefügestörungen durch Sulfatangriff und Ettringitbildung (Sulfatreiben) wurden nicht festgestellt.

Die Eignungsprüfung kann gemäß TP HGT-StB 94 durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten, dass sich bedingt durch die z. T. deutlich größeren Bindemittelgehalte von mehr als 20 M.-% bezogen auf die Gesteinskörnung ggf. auch die Standfestigkeit der frischen HGT von derjenigen üblicher grobkörniger HGT unterscheiden kann. Sie kann mit dem CBR-Versuch überprüft werden.

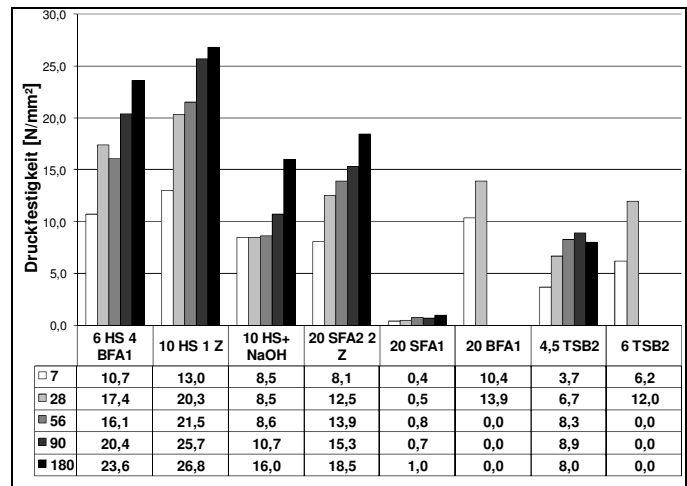


Bild 1: Druckfestigkeit und Erhärtungsverlauf der untersuchten Gemische mit definierter Frühfestigkeit

Zusätzlich zur Prüfung nach 28 Tagen sollte die Druckfestigkeit in einer Erstprüfung auch nach 56 Tagen und – sofern möglich – nach 90 Tagen geprüft werden, um die Nacherhärtung und damit das Langzeitverhalten und die Wahrscheinlichkeit von Reflexionsrisse im späteren Alter abschätzen zu können, soweit nicht gekerbt werden soll.

Bei allen HGT mit den hier untersuchten Bindemitteln sollte ferner der Frostwiderstand nach TP HGT-StB 94 geprüft werden. Bei HGT mit zuvor nicht verwendeten kalkreichen Braunkohlenflugaschen sollte außerdem die Gefügebständigkeit bei wiederholter Durchfeuchtung und Austrocknung geprüft werden.

Anhaltswerte für die Eignungsprüfung liefert Tabelle 2.

Tabelle 2: Aus Bild 1 abgeleitete Anhaltswerte für die Bindemittelgehalte von HGT bei einer Gesteinskörnung A/B 16 zur Einhaltung der Grenzwerte der ZTV T-StB an die Druckfestigkeit bei der Eignungsprüfung

Bezeichnung	Bindemittelgehalt Versuchsmischung	Bindemittelgehalt in M.-% ¹⁾ für HGT unter	
		Asphalt	Beton
6 HS + 4 BFA1	6 M.-% Hüttensand _{gemahlen} + 4 M.-% kalkreiche BFA	5 HS + 2 BFA1	6 HS + 4 BFA1
10 HS + 1 Z	10 M.-% Hüttensand _{gemahlen} + 1 M.-% CEM I	5 HS + 1 Z	8 HS + 1 Z
10 HS + NaOH ²⁾	10 M.-% Hüttensand _{gemahlen} + Natronlauge ²⁾	8 HS + NaOH ²⁾	10 HS + NaOH ²⁾
20 SFA2 + 2 Z	20 M.-% Steinkohlenflugasche + 2 M.-% CEM I	15 SFA2 + 1,5 Z	20 SFA2 + 2,5 Z
20 BFA1	20 M.-% kalkreiche BFA	15 BFA 1	25 BFA 1
4,5/6 TSB2	4,5 oder 6 M.-% TSB 2	5 TSB2	7 TSB2

¹⁾ bezogen auf Gesteinskörnung ²⁾ molare Konzentration

5 Bedeutung der Forschungsergebnisse und Folgerungen für die Praxis

Die wirtschaftliche und wissenschaftliche Bedeutung der Forschungsergebnisse besteht u. a. darin, dass durch Anwendung der alternativen Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln nach europäischer Norm auch für deutsche Verhältnisse Baukosten gespart werden können. Flugaschen und Hüttensand sind zudem ebenso wie die damit hergestellten Tragschichten ökologisch günstig, weil sie als Nebenprodukte bei der Stromerzeugung in Kraftwerken bzw. bei der Eisen- und Stahlerzeugung anfallen und somit zu ihrer Herstellung keine zusätzliche Energie benötigt und keine Emissionen verursacht werden.

Für die Bewertung der schlacke- und flugaschegebundenen Tragschichten und die Dimensionierung von Straßenbefestigungen werden bei Beachtung der Erfahrungen in anderen europäischen Ländern und der eigenen Untersuchungsergebnisse folgende 5 Tragfähigkeitskategorien vorgeschlagen:

Tragfähigkeitskategorie 1:

Spezifischer Schichtmodul $E_1 > 16\ 000\ \text{MPa}$

Beispiele:

- HGT nach DIN EN 14227, Teil 1 mit 28-Tage-Druckfestigkeit $C_{5/6}$ oder $C_{12/15}$
- Langsam erhärtende Gemische nach DIN EN 14227, Teil 2 oder 3 mit 28-d-Druckf. $> C_{3/4}$

Tragfähigkeitskategorie 2:

$E_1 = 4\ 000\ \text{bis}\ 16\ 000\ \text{MPa}$

Beispiele:

- Zementgebundene Gemische nach DIN EN 14227, Teil 1 mit 28-d-Druckf. $C_{3/4}$ oder $C_{1,5/2}$
- Langsam erhärtende Gemische nach DIN EN 14227, Teil 2 oder 3 mit 28-d-Druckf. $C_{1,5/2}$ oder $C_{0,8/1}$
- CBR-Klasse nach DIN EN 14227, Teil 2 $\geq CBR_{50/50}$

Tragfähigkeitskategorie 3:

$E_1 = 1\ 000\ \text{bis}\ 4\ 000\ \text{MPa}$

Beispiele:

- Zementgebundene Gemische nach DIN EN 14227, Teil 1 mit 28-d-Druckf. C_0
- Langsam erhärtende Gemische nach DIN EN 14227, Teil 2 oder 3 mit 28-d-Druckf. $< C_{0,4/0,5}$
- CBR-Klasse nach DIN EN 14227, Teil 2 $\geq CBR_{50/25}$

Tragfähigkeitskategorie 4:

$E_1 = 250\ \text{bis}\ 1\ 000\ \text{MPa}$

Beispiele:

- Tragschichtgemische aus Naturgestein ohne Bindemittel (Kiessand- oder Schottertragschichtgemische nach TL SoB-StB, Ausgabe 2004 / Fassung 2007)
- schlackegebundene Gemische sowie RC-Tragschichtgemische Nr. 4 bis 11 nach **Tabelle 1**

Tragfähigkeitskategorie 5:

Spezifischer Schichtmodul $E_1 < 250\ \text{MPa}$

Beispiele:

- Gemische Nr. 1 bis 3 nach **Tabelle 1** (für Schottertragschichten nicht verwendbar)

Unter Beachtung der Regelungen der RStO 01 können diese Tragfähigkeitskategorien folgenden Asphaltstärken zugeordnet werden:

Tabelle 3: Zuordnung der Asphaltstärken zu den Tragfähigkeitskategorien der ToB bzw. ThB

Bauklasse	SV	I	II	III
Tragfähigkeitskategorie	Asphaltstärke [cm]			
1 (RStO Zeile 2.1 - HGT)	26	22	20	16
2	27	23	20	16
3	28	24	21	17
4 (RStO Zeile 3 - STS)	30	26	22	18

Asphaltstärken für die Bauklassen IV bis VI sind analog zur RStO sowohl nach konstruktiven als auch technologischen Gesichtspunkten festzulegen.

Nach Tabelle 3 ergeben sich also bei Anwendung der schlacke- oder flugaschegebundenen Tragschichten eine Verringerung der Asphaltüberbauungsdicke und damit eine Baukostensenkung. Eine weitere Kostenreduzierung folgt aus der zu erwartenden längeren Nutzungsdauer der Straßenbefestigung, da auf schlacke- oder flugaschegebundenen Tragschichten nachweislich ein höherer äquivalenter Verformungsmodul vorhanden ist als auf herkömmlichen Tragschichten ohne Bindemittel der Tragfähigkeitskategorie 4.