

Der Einsatz von Flüssigboden, entsprechend der Anforderungen des RAL Gütezeichens 507 im Straßenbau

(Die „unkaputtbare“ Straße mit Flüssigboden nach RAL GZ 507)

Dipl. Ing. (TU) Olaf Stolzenburg

Forschungsinstitut für Flüssigboden FiFB
Wurzner Straße 139, 04318 Leipzig
Tel. 0341 – 244 69 27, Fax. 0341 – 244 69 32
E-Mail: o.stolzenburg@fi-fb.de

Die Straßen, unter deren Oberfläche der Einbau von Ver- und Entsorgungsleitungen erfolgten, zeigen in vielen Fällen bereits kurz nach ihrer Herstellung Schäden der verschiedensten Art auf. Diese Schäden sind bei der klassischen Herstellung von Einbauten unter Straßen langfristig nicht vermeidbar, da sie nicht nur durch mögliche schlechte Verdichtung entstehen sondern hauptsächlich die Folge der Materialunterschiede sind, die zwischen dem jeweiligen Verfüllmaterial und dem anstehenden Umgebungsboden bestehen und dessen Verhalten bei Veränderungen der äußeren Bedingungen wie z.B. Bodenfeuchte, statischer Druck, dynamische Lasten, Temperatur, hydrogeologische Situation usw. bestimmen. Diese Unterschiede in der Reaktion des Verfüllmaterials und des Umgebungsbodens, können sicher vermieden werden und damit auch deren Folge, die Schäden an unseren Straßen. Das Mittel zu diesem Erfolg ist Flüssigboden, der den Anforderungen des RAL Gütezeichens 507 entsprechen und ohne die Ausbildung eines „Fremdkörpers“ im verfüllten Bereich das Verhalten des Umgebungsbodens auf Änderungen der vorgenannten äußeren Bedingungen weitgehend abbilden kann.

1. Einleitung - typische Ursachen von Straßenschäden

Die typischen Straßenschäden entstehen nicht ausschließlich durch eine zu geringe (Setzungen) oder zu hohe Verdichtung (Durchstempelungen)! Sie sind die Ursache eines unterschiedlichen Verhaltens des Verfüllmaterials und des Umgebungsbodens der jeweiligen Aufgrabung, denn solche Auffüllungen stellen im bauphysikalischen Sinn pure „Fremdkörper“ im Untergrund dar. Dies ist nicht neu und wurde schon in den bestehenden Vorschriften (s. ZTV A StB 12) versucht, zu berücksichtigen. Die Forderung nach der Wiederherstellung einer Aufgrabung im ursprünglichen Zustand zeigt dies. Nur der ursprüngliche, ungestörte Zustand einer Aufgrabung ermöglicht es, ungewollte Veränderungen im Untergrund mit der Folge von ungeplanten späteren Schäden, zu vermeiden. Solche Veränderungen können beispielsweise durch veränderte hydrogeologische Verhältnisse infolge des Einbaus von Material entstehen oder durch Reaktionen auf die Einflüsse aus der Umgebung der jeweiligen Verfüllung. Dies können z.B. sein: Änderungen der Bodenfeuchte (Unterschiede bei Quell- und Schrumpfverhalten), der dynamischen und statischen Lasten (Nachverdichtung etc.), der Temperaturen (Dampfdruck und Diffusion), der Bodenzusammensetzung bei hydrogeologischen Einflüssen (z.B. Ausspülung von Feinkornanteilen durch Sulfationswirkungen) usw. All diese Möglichkeiten sind es, die mit viel wirksamerem „Erfolg“ zu

Straßenschäden führen. Denn ein ungenügender Verdichtungsgrad ist nur der Maßstab für eine spezielle Art der Schadensentstehung, die aber auf dem gleichen Wege „geheilt“ werden kann, wie die vorher genannten Ursachen von Straßenschäden, nicht zu vergessen die Schäden an im Untergrund verlegten Netzen.

All das ist nicht neu. Fachleute wie z.B. die Herren Zeller und Kottmann haben die Ergebnisse ihrer Untersuchungen zu diesem Thema bereits 1987 und 1988 in der Fachpresse (3R) vorgestellt. Nur gab es bisher keine echte Lösung mit einfacher Nachnutzbarkeit.

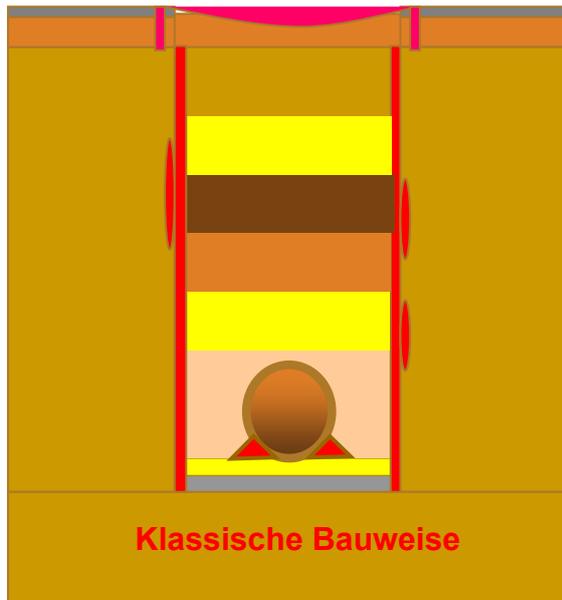


Bild 1
Verfüllbereich mit: **bodenfremdem** Verhalten

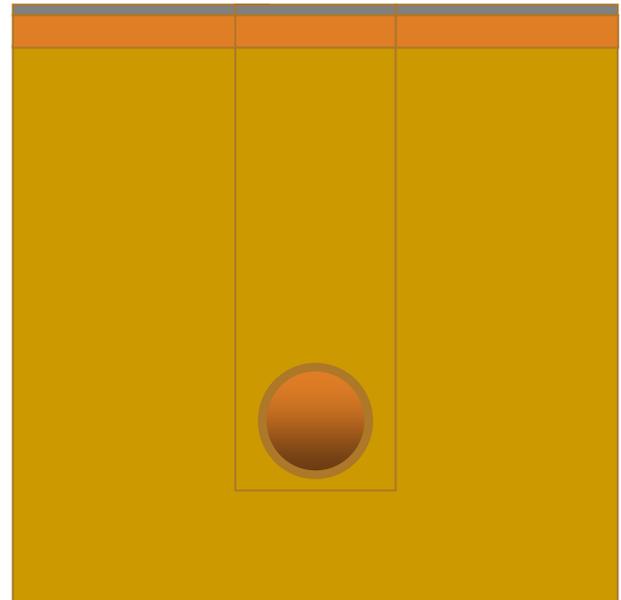


Bild 2
Verfüllbereich mit: **bodenartigem** Verhalten

2. Die Lösung zu Vermeidung der typische Ursachen von Straßenschäden

Flüssigboden nach RAL Gütezeichen 507 kann alle vorgenannten Schadensursachen vermeiden helfen, vorausgesetzt, sein Einsatz wird kompetent geplant und ausgeführt. Denn seine Eigenschaften müssen relevanten Eigenschaften des Umgebungsbodens entsprechen und dürfen nicht wieder zur Entstehung eines „Fremdkörpers“ im Straßenuntergrund führen.

Daher beginnt die Planung und Gütesicherung des Einsatzes von Flüssigboden nach RAL GZ 507 bei der Untersuchung und Ermittlung der Baugrundverhältnisse, der Eigenschaften des anstehenden Bodens und der Ermittlung möglicher Probleme des anstehenden Untergrundes. Die Ergebnisse dieser Vorarbeiten müssen vom Planer genutzt werden, um die Zieleigenschaften des einzusetzenden Flüssigbodens vorzugeben.

Denn Flüssigboden nach RAL GZ 507 ist aus dem vor Ort anfallenden Bodenaushub herstellbar und kann erstmalig wichtige Eigenschaften des Ausgangsbodens weitgehend ähnlich bis gleich wiederherstellen, wie sie für den anstehenden Boden charakteristisch sind. Das ist die Grundlage der Vermeidung der vorgenannten „Fremdkörper“ unter der Straße und damit der Vermeidung der bekannten Straßenschäden.

Um diesen hohen Anspruch korrekt erfüllen zu können bedarf es einer hochwertigen Gütesicherung. Und diese beginnt mit der Planung bzw. eigentlich mit der Ausbildung der Planer und technischen Entscheidungsträger, für die eine solche Herangehensweise in vielen Fällen noch recht neu ist.

Mit Hilfe der Planung können alle nötigen Sicherheiten und Voraussetzungen für den Einsatz von Flüssigboden nach RAL GZ 507 geschaffen werden, die dann in die Gütesicherung der jeweiligen Baustelle einfließen und von den einzelnen Anwendungen abhängen.

Beispielsweise ist die Frage zu klären, wann nach dem Einbau von Flüssigboden in seiner zeitweise fließfähigen Form, eine weitere Überbauung möglich ist. Die Antwort geht mit in der Planungsphase durchzuführenden Untersuchungen und Nachweisen einher, die das rezepturabhängige Rückverfestigungsverhalten des geplanten Flüssigbodens den technologischen Forderungen der jeweiligen Baustelle weitestgehend anpassen kann und muss. Dafür ist die Korrelation zwischen im Labor ermittelbaren Größen und den vor Ort auf der Baustelle gemessenen Größen relevant. Ein solches Beispiel stellt die Tragfähigkeit dar.

Die im Allgemeinen nicht miteinander korrelierenden Größen q_u , EV_2 , EV_{dyn} können, dann allerdings nur gültig für eine bestimmte Bodenart und die gewählte Rezeptur, im Rahmen der Rezepturermittlung des jeweiligen Flüssigbodens in ein Verhältnis zueinander gebracht werden.

Das Wissen um diese Korrelationen und den zeitlichen Verlauf der Rückverfestigung dient dann der Beurteilung der erreichbaren Tragfähigkeiten, bereits in der noch weichplastischen Phase des eingebauten Flüssigbodens. (s. Ergebnisse von Groß- und Laborversuchen des FiFB für das Mistere des travaux publics, Administration des Ponts et Chaussées, Luxemburg)



Bild 3 - Versuchsfeld in Esch Belval



Bild 4 - Korrelation zwischen verschiedenen Prüfverfahren (bodenart- und rezepturabhängig)

3. Bisherige Einsatzmöglichkeiten von Flüssigboden nach RAL GZ 507 im Straßenbau

- lastverteilende Schichten z.B. Flächenstabilisierungen auf Parkplätzen bis Autobahnen
- Untergrundstabilisierung bis hin zu pontonartigen Bodenplatten (Bilder 5 & 6)
- Schwingungsdämpfung und -entkopplung als aktiver Gebäudeschutz (Bild 7)
- Einsatz als seitlich die Straße stabilisierende Schwergewichtsmauer
- Reduzierung der Stärke des Straßenunterbaus
- Hohlraumverfüllungen
- Einsatz für den Kanal- und Rohrleitungsbau unter der Straße
- Vergleichmäßigung des Untergrundverhaltens bei mineralisierenden Untergründen
- Vermeidung von Bergfällen und Schadensbeseitigung
- Schadensbeseitigung bei Unterspülungen von Straßen
- Schutz gegen Unterspülungen durch seitliche und soffionsresistente Schlitz- bis Dämme
- Immobilisierung bei kontaminierten Aushubmaterialien
- Hang- und Böschungsstabilisierung
- Lärmschutzwälle bis Deiche
- Bauen von Straßenfundamenten im Grundwasser und Vermeidung von Ausspülungen und
- Restabilisierungen auch über sehr lange Zeiträume
- Bauen in engen Altstadtbereichen
- Bauen unter Zeitdruck
- usw.



Bilder 5 & 6 - Untergrundstabilisierung bis hin zu pontonartigen Bodenplatten

Darstellung der Geschwindigkeit aus den Versuchen am Messpunkt 2

Einzelwerte	f < 10 Hz		f = 10...50 Hz		f = 50...100 Hz	
	5 mm/s		5 ... 15 mm/s		15 ... 20 mm/s	
Grenzwert	5 mm/s		5 ... 15 mm/s		15 ... 20 mm/s	
Messdatum	24.11.03	01.12.03	24.11.03	01.12.03	24.11.03	01.12.03
X-Achse	1,62 mm/s	0,04 mm/s	5,23 mm/s	0,15 mm/s	1,41 mm/s	0,14 mm/s
Y-Achse	1,50 mm/s	0,09 mm/s	4,80 mm/s	1,02 mm/s	1,82 mm/s	0,47 mm/s
Z-Achse	1,58 mm/s	0,05 mm/s	7,21 mm/s	1,07 mm/s	2,31 mm/s	0,26 mm/s
Maximalwert auf Achse:	X	Y	Z	Z	Y	Y
mit Wert	1,62 mm/s	0,09 mm/s	7,21 mm/s	1,07 mm/s	2,31 mm/s	0,47 mm/s
Abstand zum Erreger	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m	2,0 m

Messung am 24.11.03 ohne eingeordneten Flüssigboden
 Messung am 01.12.03 mit eingeordneten Flüssigboden



Bild 7 - Schwingungsdämpfung und -entkopplung als aktiver Gebäudeschutz

3.1 Möglichkeiten der Herstellung und des Einbaus

Die Herstellung von Flüssigboden nach RAL GZ 507 ist nach dem Verfahren mixed in place und mixed in plant, je nach Bedarf und Aufgabe, möglich.

Dabei sind es vor allem Baufirmen und Bodenrecycler, die sich des Verfahrens immer häufiger bedienen. Die dafür benötigte Spezialtechnik ist inzwischen nicht nur käuflich sondern auch als Miettechnik verfügbar.

Hinzu kommt eine zunehmende Anzahl mobiler Firmen, die ihre Dienste bei der Herstellung an jedem Ort potentiellen Bedarfes anbieten.



Bild 8 - Stationäre Anlage mit Bunkerband



Bild 9 - mobile Anlage mit Hakenlift



Bild 10 – Schaufelseparator mit RSS Dosiereinheit zur Bodenaufbereitung

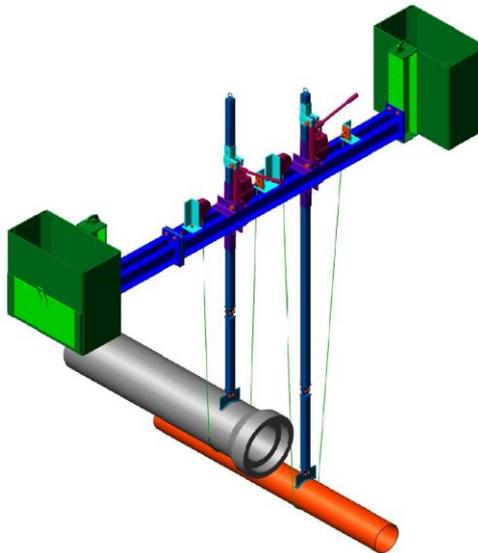


Bild 11 – RSS Rohrverlegehilfe mit Seilaufhängung für die Verlegung mehrerer Medien in einem Arbeitsgang

4. Umweltschutz und Kreislaufwirtschaft können dennoch Kosten sparen helfen

Das Flüssigbodenverfahren ist ein Verfahren, das es ermöglicht, fast alle Arten von Boden wieder zu verwenden und somit als wertvollen Baustoff nutzbar zu machen, statt den Aushub teuer entsorgen und mit allen Belastungen für die Umwelt, die Straßen und die Anwohner transportieren und gegen oft auch noch teures Austauschmaterial auswechseln zu müssen.

Infolge der mit diesem Verfahren verbundenen neuen technologischen Möglichkeiten muss Umweltschutz dabei nicht teurer sein, als die herkömmlichen Bauweisen. Im Gegenteil treten interessanten wirtschaftliche Effekte durch neue Technologien auf, die dann auch meist mit anderen Kostenstrukturen verbunden sind. So entfallen Arbeitsschritte samt dazugehöriger Ressourcen. Doch auch die Lebensdauer der im Flüssigboden erfolgenden Einbauten nimmt infolge der Einbaubedingungen deutlich zu.



Bild 12 – Das Flüssigbodenverfahren ist gelebte Kreislaufwirtschaft

5. Qualitätssicherung und Weiterbildung

Das für die korrekte Umsetzung der Ziele dieser Bauweise erforderliche Fachwissen wird derzeit noch auf keiner deutschen Universität oder Hochschule vermittelt. Da aber mit dem Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 01.06.2012 die Umsetzung der politisch gewollten Entwicklung in Richtung Kreislaufwirtschaft begann, entstand der Bedarf nach einem ersten Bildungsträger, der vor 8 Jahren in der RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e.V. entstand, die vom Deutschen RAL Institut autorisiert wurde, das Gütezeichen 507 zu vergeben und das für den erfolgreichen Erwerb notwendige Fachwissen im Rahmen von Weiterbildungen anzubieten.

Dieser Schritt wurde immer wichtiger, da das hinter dem Flüssigbodenverfahren stehende Umdenken in Richtung eines nicht immer gleichen sondern den Umgebungsbedingungen angepassten Verfüllmaterials vielen Fachleuten noch sehr neu war und mitunter auch schwer fiel. Mitunter aber waren es die wirtschaftlich dominierten Interessen anderer, bereits etablierter Industrien, die dazu führten, dass man versuchte, alle zeitweise fließfähigen, selbstverdichtenden Materialien (ZFSV) in einen Topf zu werfen und nach Prüfkriterien zu bewerten, die eine Unterscheidung der 2 Materialgruppen, die beide zu den vorgenannten ZFSV gehören, erschweren bis verhindern.

Daher hatte die Weiterbildung zuerst die wichtige Aufgabe zu übernehmen, die Maßstäbe für die Unterscheidung der 2 Gruppen der ZFSV, zu der der Flüssigboden nur als eine Untergruppe gehört, allen interessierten Fachleuten zur Verfügung zu stellen. Dies geschah in Form der RAL Güte- und Prüfbestimmungen für Flüssigboden nach RAL GZ 507.



Bild 13 – Unterscheidung der ZFSV, von der Flüssigboden nur eine der 2 Untergruppen darstellt

6. Ausblick

Das Flüssigbodenverfahren wird weitere Freunde gewinnen, da die „unkaputtbare“ Straße mit diesem Verfahren eine bisher oft noch unbekannte technische Grundlage hat, die klaren planerischen und qualitativen Maßstäben folgt, damit transparent und planbar wird und einen nicht zu verschweigenden wirtschaftlichen Nutzen zur Folge hat. Bei knappen Kassen mit den gleichen Mitteln nicht nur mehr sondern auch schneller und qualitativ hochwertiger und nachhaltiger bauen zu können ist ein Argument für viele Fachleute, sich mit diesem innovativen Verfahren zu beschäftigen.

Hier stehen die Fachleute der RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e.V. zur Verfügung und mit Rat und Tat an der Seite neuer Interessenten und Anwender. Da die RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e.V. seit ihrer Gründung eine Gütegemeinschaft der Kommunen und Netzbetreiber sind, stehen deren Interessen im Fokus der Arbeit. Eine konsequente Gütesicherung bedarf eines Regelwerkes, das in Form der RAL Güte- und Prüfbestimmungen Flüssigboden zur Verfügung steht und ständig weiterentwickelt wird.

Neue Anwendungen werden zu den bereits bekannten hinzukommen und helfen, die Flüssigbodenbauweise weiter zu verbreiten. Mit dieser Entwicklung wird die Entwicklung von Spezialtechnik und Prüfmitteln zunehmen und auch das Bildungsangebot dem nicht nachstehen.

In diesem Sinne laden wir alle interessierten Fachleute ein, das Flüssigbodenverfahren zu einem Mittel für ihre Arbeit zu machen und sich dabei der vielen in ca. 17 Jahren Anwendung bereits gesammelten Erfahrungen der RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e.V. zu bedienen.

Quellen

1. Ausbildungsmaterial der RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e.V. (2015)
2. RAL Güte- und Prüfbestimmungen Flüssigboden (2014), Beuth Verlag
3. Baubegleitungs- und Fachplanungsunterlagen der LOGIC Logistic Engineering GmbH
4. Prüf- und Laborberichte des FiFB Forschungsinstitut für Flüssigboden
5. ZFSV Hinweisblatt „Hinweise für die Herstellung und Verwendung von zeitweise fließfähigen, selbstverdichtenden Verfüllbaustoffen im Erdbau – H ZFSV (2012), FGSV Verlag
6. Hr. Zeller und Hr. Kottmann Fachpresse (1987/88) Fachzeitschrift 3R

Bildquellen

1. PROV Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH
2. LOGIC Logistic Engineering GmbH