

Die „unterirdische Revolution“

Das RSS-Flüssigbodenverfahren und seine vielseitigen Einsatzmöglichkeiten

Andreas Bechert (Leipzig)

Mai 2011

Auch im Kanal- und Tiefbau wächst der Bedarf an Kosteneinsparungen. Hinzu kommt, dass durch uneffektiv ausgeführte Bauvorhaben und teilweise veraltete Methoden Jahr für Jahr beachtliche Mängel und Schäden und damit ungeplante Folgekosten anfallen. Die Verlegung einer neuen Rohrleitung oder einer Stromleitung erfolgt vielerorts noch nach der altbekannten Methode: Ein Graben wird ausgeschachtet, das Rohrauflager hergestellt und danach das Rohr oder das Kabel in die Baugrube gelegt. Im Anschluss daran werden Sand oder Kies in verschiedenen Schichten eingebracht und diese, wenn nötig durch mechanische Kräfte (Rüttelplatte) hoch verdichtet. So will man Setzungserscheinungen, also das spätere Nachsacken im Graben und in deren Folge Straßenschäden vermeiden. Doch dies gelingt nicht immer, da sich Verfüllmaterialien oftmals sehr stark vom Umgebungsboden unterscheiden und auch die Verfüllung nicht immer gleichmäßig ist. Auch das Entstehen von Hohlräumen ist oft unvermeidlich. Das Resultat sind Schäden an Straßen und Gehwegen, Rohrbrüche oder defekte Leitungen und Folgekosten in ungeahnter Höhe. Bei dieser herkömmlichen Bauweise sind die Kosten bekanntlich auch deswegen so hoch, weil viel Personal auf der Baustelle benötigt wird und die Arbeitsgeschwindigkeit von der zeitaufwändigen lagenweisen Verdichtung abhängig ist. Hinzu kommen in vielen Fällen die Kosten des Abtransportes und der Entsorgung des Grabenaushubes.

Doch die Baukosten können reduziert und die meisten Baumängel ganz vermieden werden, denn eine neue Technologie wird den Tiefbau der Zukunft gravierend verändern. Das Flüssigbodenverfahren bietet die fortschrittliche Alternative für schnelleres, günstigeres Bauen, entsprechend den Anforderungen moderner Infrastruktursysteme. Fachleute sprechen schon heute von der „unterirdischen Revolution“ als Ergebnis der Anwendung der vielen neuen technologischen und technischen Möglichkeiten, die mit diesem Verfahren verbunden sind und laufend weiter entwickelt werden.



Nahtlos umschließt der Flüssigboden alle Rohre und Leitungen. Hier werden zum Beispiel Hochspannungskabel in der Nähe von Frankfurt am Main in Flüssigboden verlegt.

Das Flüssigbodenverfahren wurde ab 1998 durch das heutige Forschungsinstitut für Flüssigboden – ein privatwirtschaftliches Unternehmen mit Sitz in Leipzig (Sachsen in Deutschland) – entwickelt. Dieses Verfahren wurde in verschiedenen Varianten durch den Entwickler patentrechtlich geschützt. Das Flüssigbodenverfahren ermöglicht es, beliebige Arten von Bodenaushub, industriell hergestellte und natürli-

che Gesteinskörnungen, sowie andere mineralische Stoffe zeitweise fließfähig zu machen, danach ohne jegliche Verdichtung wieder einzubauen und damit bodenähnliche bis bodengleiche Verhältnisse im bauphysikalischen Sinn wiederherzustellen. Dadurch kann eine Auf-



Durch den Einsatz von Flüssigboden kann eine Aufgrabung wieder in ihren ursprünglichen, ungestörten Zustand zurückversetzt werden – jegliche Schäden an Straße und Rohrleitungen gehören dann der Vergangenheit an.

grabung wieder in ihren ursprünglichen, ungestörten Zustand zurückversetzt und jegliche Schäden an Straße und Rohrleitungen vermieden werden. Doch so einfach wie das Verfahren im ersten Moment scheint, so schnell kann die Anwendung ohne das nötige Hintergrundwissen, die richtigen Hilfsmittel und Stoffe zu Problemen führen. Erst die passende planerische Vorbereitung der jeweiligen Anwendungen des Flüssigbodenverfahrens ermöglicht allen Beteiligten das notwendige Verständnis und vermittelt das spezielle Fachwissen für eine qualitativ und wirtschaftlich erfolgreiche Baustellenabwicklung.

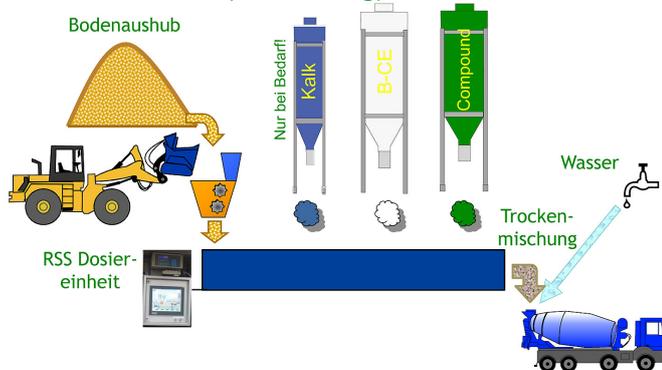
Was ist Flüssigboden?

Hinter dem Wort „Flüssigboden“ steht ein Verfahren, mit dessen Hilfe jede Art von Bodenaushub zeitweise in fließfähigem Zustand versetzt werden kann, wobei die bautechnisch wichtigen Eigenschaften des Ausgangsbodens weitgehend erhalten bleiben. Die Aufbereitung des Bodenaushubes zu Flüssigboden kann dabei in zentralen Anlagen oder mit kompakten Anlagen unterschiedlicher Größe direkt auf der Baustelle erfolgen. Das Ziel ist dabei immer, dass der Flüssigboden nach seiner Aushärtung wieder Eigenschaften erreicht, die denen des Umgebungsbodens auf der Baustelle weitestgehend gleichen. So werden Fremdkörper unter der Straße vermieden. Die mit Flüssigboden verfüllten Bereiche reagieren dann in der gleichen Art und Weise wie der umliegende gewachsene Boden. Im Bedarfsfall können Eigenschaften, wie Volumenkonstanz, Belastbarkeit, das Schwind- und Quellverhalten, die Schwingungsdämpfung, die Dichte, die Wasserdurchlässigkeit aber auch gezielt verändert werden. Da die Rückverfestigung nicht primär von der Wirkung hydraulischer Bindemittel sondern hauptsächlich von der kristallinen Wasseranlagerung des Zugabewassers in der Bodenmatrix abhängt, können noch ganz andere Wirkungen mit Hilfe dieses Verfahrens erzielt werden. Die Möglichkeiten reichen von der Immo-

bilisierung kontaminierter Böden bis hin zu Materialeigenschaften und technologischen Eigenschaften, die völlig neue bautechnische Lösungen ermöglichen. Für deren erfolgreiche und risikofreie Anwendung sind ein entsprechendes Fachwissen, die passende Technik und die Begleitung durch einen mit dem Verfahren vertrauten Planer erforderlich.

RSS Flüssigboden®

Das Verfahren (Herstellung)



Der richtig hergestellte Flüssigboden ist zu 100% umweltverträglich und trägt so entscheidend zum Schutz des Bodens und vor allem des Grundwassers bei. Im Mittelpunkt steht dabei immer die Wiederverwendung des auf der Baustelle anfallenden Bodens. Dieses Ziel kann das Flüssigbodenverfahren durch seine besondere Eigenschaft der stabilen Bindung des Zugabewassers (kristalline Wasseranlagerung), sowie seinen konsequenten Verzicht auf steife, fremde Strukturen (z.B. Zementstein) jederzeit gewährleisten.

Qualitätssicherung ist wichtig!

Die bei der Herstellung und Verwendung von Flüssigboden notwendigen Aufgaben der Qualitätssicherung erfordern ein entsprechendes Fachwissen. Dieses Wissen wird Interessenten durch das Forschungsinstitut für Flüssigboden als Verfahrensentwickler in Zusammenarbeit mit kompetenten Fachleuten von Hochschulen und aus den Bereichen Qualitätssicherung, Anwendung und Umweltrecht vermittelt. So zum Beispiel in einem zweitägigen Lehrgang mit anschließender Prüfung und Zertifizierung der Teilnehmer. Ein derartiger Qualifikationsnachweis ist zwei Jahre gültig und muss nach Ablauf erneuert werden. Das ist notwendig, da das Flüssigbodenverfahren in technischer, technologi-



Qualitätssicherung ist ein wichtiger Bestandteil des Verfahrens. Hier wird mittels eines Absetzmaßes die Konsistenz des Flüssigbodens kontrolliert.

schon und verfahrensseitiger Hinsicht im Zuge seiner stark zunehmenden Anwendung eine schnelle und umfangreiche Weiterentwicklung erfährt. Städte wie Berlin, London, Zürich, Sosnowiec, Katowice und Aschabat wenden dieses Verfahren zum Teil bereits seit mehreren Jahren erfolgreich an und haben durch ihre gesammelten Erfahrungen die Entwicklung der dazugehörigen Qualitätssicherung aus der Sicht der Praktiker mitbestimmt.

Gütezeichen sichert Qualität

Das Flüssigbodenverfahren und die Anforderungen an die Sicherung der Qualität seiner Anwendung wurde in Deutschland vom RAL Institut mit dem Gütezeichen 507 verbunden. Die RAL ist eine bereits 1925 in Berlin gegründete, unabhängige Institution zur Sicherung definierter Qualitätsmaßstäbe. Die Einhaltung dieser Maßstäbe wird durch so genannte Gütezeichen ausgewiesen. Die Gütezeichen wurden durch das RAL Institut in Zusammenarbeit mit den themengebundenen RAL Gütegemeinschaften u.a. auch für das Flüssigbodenverfahren geschaffen. Vergeben werden die Gütezeichen dann durch die für die einzelnen Themen zuständigen RAL Gütegemeinschaften. In diesen Gütegemeinschaften haben sich besonders qualitätsbewusste Auftraggeber, Planer, Wissenschaftler, Dienstleister und Hersteller zusammenschlossen. Nur solche Unternehmen erhalten das Recht zur Führung des RAL Gütezeichens, die sich freiwillig den strengen RAL Güte- und Prüfbestimmungen unterwerfen. Die Einhaltung dieser Bestimmungen wird durch die regelmäßige Eigen- und Fremdüberwachung sichergestellt. Das RAL Gütezeichen steht für Verbraucherschutz in fast allen Lebensbereichen. Die Entscheidung für ein Produkt oder eine Dienstleistung fällt heutzutage immer schwerer. Denn das Angebot aus dem In- und Ausland nimmt ständig zu und gute Qualität ist von schlechter nicht immer zu unterscheiden. Das RAL Gütezeichen bietet hier sichere Orientierung und Schutz vor einem teuren Missgriff. Wo es steht, können Verbraucher und Anwender – wie bei der Nutzung des Flüssigbodenverfahrens – kompetentes Personal, Sicherheit und Schutz der Umwelt, Benutzerfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit erwarten.

Technologie & Technik

Nötige Voraussetzung für die Herstellung von Flüssigboden aus dem anstehenden Aushubmaterial ist die korrekte Umsetzung des Herstellungsverfahrens. Dafür wurden im Rahmen vieler Forschungs- und Entwicklungsprojekte umfangreiche Hilfsmittel technischer, technologischer und planerischer Art entwickelt, die den Anwendern heute zur Verfügung stehen. Auf Grund der bedeutenden Unterschiede zu allen hydraulisch abbindenden und ebenfalls zeitweise fließfähigen Materialien, kann mit dem Flüssigbodenverfahren auch bei tiefen Temperaturen gearbeitet werden. Kurz gesagt, das Verfahren funktioniert bei korrekter Umsetzung sicher und fehlerfrei und die bekannten Grenzen anderer Materialien und Methoden sind nicht mehr gegeben. Die richtige technische Ausrüstung, gepaart mit der notwendigen, spezifischen Ausbildung und Zertifizierung, schaffen die Voraussetzungen für die korrekte Umsetzung des Verfahrens.

Da zu Beginn der Verbreitung des Flüssigbodenverfahrens weder für die Herstellung noch für den sicheren und qualitätsgerechten Einbau zufriedenstellende Technik zur Verfügung stand, musste auch hier umfangreiche Vorarbeit geleistet werden. Die am Markt vorhandene Technik war zu kompliziert, zu schwer, zu teuer und zu unflexibel und konnte die Spezifik des Verfahrens nicht ausreichend genau berücksichtigen. Denn das Flüssigbodenverfahren stellt kein reines Vermischen von Komponenten wie bei hydraulisch abbindenden Materialien dar, sondern es geht gezielt und steuerbar auf die ständig wechselnden Bodeneigenschaften ein. Die dafür entwickelte Technik ist in der



Die für die Herstellung von Flüssigboden entwickelte Technik ist in der Lage, das Verfahren in all seinen Unterschieden zur reinen Misch- und Betontechnologie korrekt umzusetzen.

Lage, das Verfahren in all seinen Unterschieden zur reinen Misch- und Betontechnologie korrekt umzusetzen und so den Anforderungen des Flüssigbodenverfahrens vollständig zu entsprechen. So sichert diese Technik trotz der Besonderheiten des Verfahrens, für den Nutzer eine einfache und robuste Bedienung, eine exakte und fehlerresistente Dosierung der Komponenten, eine korrekte Verfahrensumsetzung und eine umfangreiche Dokumentation der gesamten Prozessschritte und Ergebnisse.

Kompaktanlage vor Ort

Die Herstellung von Flüssigboden ist direkt auf der Baustelle möglich. Hier wird mit herkömmlichen Mitteln der Boden ausgehoben und das Material rieselfähig gemacht. Dann wird es in einer so genannten „Kompaktanlage“ zu Flüssigboden verarbeitet. Anschließend wird das Material mittels Fahrmischer zu seinem Bestimmungsort gebracht und mit Hilfe geeigneter Hilfsmittel eingebaut. Dabei erfolgt die Lagesiche-



Die Lagesicherung von unterirdischen Bauwerken oder Rohrleitungen wird mittels speziell entwickelter technischer Hilfsmittel gewährleistet.

rung von unterirdischen Bauwerken oder Rohrleitungen auch wieder mittels speziell entwickelter technischer Hilfsmittel. Diese ermöglichen es ebenfalls, über die Messung des Auftriebs, wie auch der Refixierung und des vorher auf die Baustellenanforderungen und technologischen Erfordernisse angepassten Materialverhaltens, die korrekte Lagesiche-

rung der Rohre durchzuführen und die gewünschte Qualitätssicherung umzusetzen. Der Flüssigboden kann so in einem Arbeitsgang eingefüllt werden, statt der früheren Einbauweise, die Schicht für Schicht erfolgte. Er umschließt alle Rohre und Leitungen lückenlos, so dass sich keine Hohlräume bilden und später nichts mehr nachsacken kann. Dank der, dem aufbereiteten Boden beigefügten Komponenten rückverfestigt der Flüssigboden innerhalb von wenigen Stunden soweit, dass verfüllte Bereiche begebar und überbaubar werden. Ein weiterer Vorzug des Flüssigbodens ist, dass er nach seiner Rückverfestigung ähnlich dem Umgebungsboden wieder mechanisch lösbar ist. Zudem absorbiert Flüssigboden Schwingungen und schützt so zusätzlich die Einbauten. Unter Nutzung der umfangreichen Erfahrungen bei der Entwicklung



Neben der Technik zur Herstellung von Flüssigboden wurde auch die für die Steuerung notwendige Software entwickelt.

und Anwendung des Flüssigbodenverfahrens, entstanden neben der für die Herstellung benötigten Gerätetechnik auch die zur korrekten Verarbeitung der stark unterschiedlichen Bodenarten notwendige Steuerung der Technik und die dazugehörige Software. So ist es möglich, aus Boden wieder Boden mit den Eigenschaften des ungestörten Zustandes herzustellen und die Ausbildung der mit Straßenschäden verbundenen Fremdkörper unter der Straßenoberfläche wirkungsvoll zu vermeiden.

Mobilität & Wirtschaftlichkeit

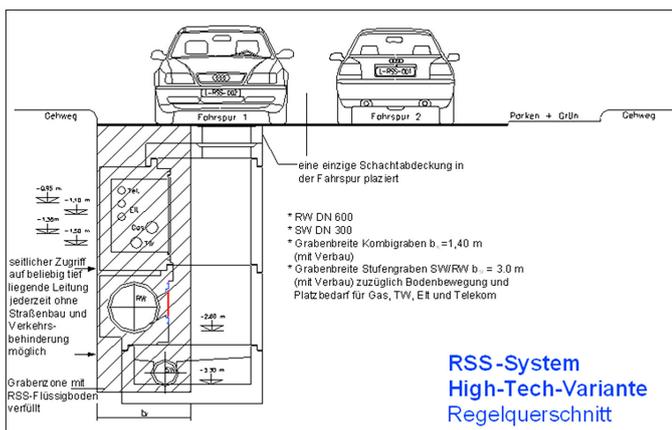
Mit diesem Konzept war durch die Forscher in Leipzig die Basis für einen Anlagentyp im Baukastenprinzip geschaffen worden, womit auch auf spezielle Wünsche der Anwender unkompliziert und dabei auch noch preiswert eingegangen werden kann. Diese vielseitigen und praxiserprobten Anlagen sind leicht und damit gut transportierbar, benötigen kaum Rüstzeiten und reduzieren so die Baustellenvorbereitung und deren Kosten deutlich.

Dies und andere Vorteile machen die Kompaktanlage für die Arbeit schon auf kleinen Baustellen mit geringem Bedarf an Flüssigboden wirtschaftlich. Doch auch größere Baustellen können problemlos bedient werden. Der jetzige Entwicklungsstand ist das Ergebnis langjähriger, praktischer Erfahrungen und vieler Einsätze dieser Technik in ihren unterschiedlichsten Entwicklungsstadien vor Ort auf Baustellen. Die Dosierung der Trockenkomponenten erfolgt gravimetrisch und höchst genau. Die Wasserzugabe erfolgt in der für das Verfahren erforderlichen diskontinuierlichen Form und wird ebenfalls exakt gesteuert, messtechnisch erfasst und dokumentiert. Sollten einmal Probleme auftreten, besteht die Möglichkeit der web- oder funkbasierten Unterstützung durch die Hersteller. Ergänzt wird die Anlagenfunktion durch

den Serviceeinsatz von Fachpersonal vor Ort. Neben der Umsetzung des Flüssigbodenverfahrens kann der Nutzer mit der beschriebenen Kompaktanlage aber auch den einfacheren Prozess der Herstellung hydraulischer Materialien, also einen reinen Mischprozess, gut beherrschen. Dadurch eignet sich diese Technik ebenso für die Herstellung einfacher Betone und Mörtel vor Ort unter Senkung des Transportaufwandes. Die hier beschriebene Anlagen- und Steuerungstechnik wird bereits erfolgreich auf größeren und kleineren Baustellen in verschiedenen Ländern Europas eingesetzt.

Das RSS-System

Parallel zum Flüssigbodenverfahren bietet der deutsche Erfinder noch eine weitere bautechnische Neuheit an – das RSS-System. Dahinter verbirgt sich ein Kombi-Schacht, der in seiner einfachsten Form Schmutz- und Regenwasser in einem Schacht vereint. Doch dem nicht genug – auch für die komplexe Medienverlegung (Telefon, TV, Energie) ist das RSS-System mit dem Vorteil ausgerüstet, zu jeder Zeit einen Zugriff auf alle verlegten Leitungen zu haben. So kann man ein komplexes, platzsparendes, anpassungsfähiges und – in Investition und Betrieb – wirtschaftliches Ver- und Entsorgungssystem aufbauen. Die Bauzeit mit dem RSS-System ist deutlich kürzer, verglichen mit der bisher üblichen Bauweise, bei der jedes Rohr und jedes Kabel eine eigene Trasse hatte, die wiederum mit eigenen Wartungsschächten ausgestattet



Komplex, platzsparend und anpassungsfähig – der Kombischacht des RSS-Systems.

tet war. Die Schachtanfälligkeit des Kombi-Schachtes verringert sich und die Lebensdauer steigt. Also eine Kosteneinsparung in doppelter Hinsicht. Dabei bietet das RSS-System weiterhin die Möglichkeit der späteren flexiblen Einbindung zusätzlicher Medien im gleichen Straßenraum oder des Austausches bestehender Leitungen und dies ohne ein erneutes Öffnen der Straße. Dafür können zum Beispiel – schon beim Bau der Trasse – Leerrohre zwischen den Kombi-Schächten eingebaut werden. Das Problem der Verdichtung des Bodens in Falle der hier übereinander liegenden Leitung ist mit dem Einsatz von Flüssigboden hervorragend gelöst worden.

Kontakt

FiFB – Forschungsinstitut
für Flüssigboden GmbH
Privatwirtschaftliches Unternehmen
Wurzner Straße 139
04318 Leipzig