ZFSV-Teilfüllung in Sandwichbauweise

Abb.: Großmann/Kortbus/Radmacher

Flüssigboden im Rohrleitungsbau – Einführung zum Baustoff und dessen Praxisanwendung

Auf den Rohrleitungsbau wirken sich ändernde Anforderungen an die Technik, deren fortschreitende Entwicklung, ökonomische Optimierungszwänge sowie verstärkt ökologische Aspekte aus. Daraus resultiert u. a. die Entwicklung des Baustoffs Flüssigboden, welcher flexibel einsetzbar und an die individuellen Anforderungen anpassbar ist. Flüssigboden kann von der Bodenverbesserung, über die Schadstoffimmobilisation bis zum Hinterfüllen von Bauwerken eingesetzt werden. Der ökologische Aspekt kommt bei der Herstellung von Flüssigboden im Sinne der Kreislaufwirtschaft auch durch Wiederverwertung von Aushub zum Tragen. Erläutert wird, welche Faktoren beim Einsatz dieses innovativen Baustoffes bei der Bauplanung bzw. auf der Baustelle zu beachten sind.

Flüssigboden wird als zeitweise fließfähiger, selbstverdichtender Verfüllbaustoff (ZFSV) aus Böden und Baustoffen bezeichnet, welcher u. a. im Tief- und Rohrleitungsbau zum Einsatz kommt. Durch die temporäre Fließfähigkeit und gute Selbstverdichtung stellt Flüssigboden eine ausgesprochen wirtschaftliche und sichere Alternative zur konventionellen Ver- oder Hinterfüllung von Gruben, Gräben oder Schächten dar. ZFSV sind Böden und Baustoffe (Eignung gemäß Abb. 1) mit Bindemitteln. Sie fließen ohne Einwirkung zusätzlicher Verdichtungsenergie, allein unter dem Einfluss der Schwerkraft und füllen Hohl- und Zwischenräume vollständig aus. Die Verfüllbaustoffe weisen nach einem definierten Zeitraum den Anwendungen entsprechende mechanische und physikalische Eigenschaften auf und gewährleisten diese langfristig. Flüssigboden ist aus Sicht der Autoren der Baustoff der Zukunft, da er aufgrund seiner Eigenschaften eine Vielzahl von Einsatzmöglichkeiten bietet:

- fließfähig und selbstverdichtend,
- vibrationsfrei einbaubar,
- gasdurchlässig,
- verdrängt anstehendes Wasser in der Baugrube,
- gewährleistet den belastungsarmen Einbau der Versorgungsleitung,
- bleibt lösbar,
- bietet Schutz vor Wurzeleinwuchs,
- verringert die Baukosten durch weniger Straßenaufbruch und Wiederherstellung von Straßen,
- geringerer Bodenaushub und reduzierte Transport- und Deponierungskosten,
- keine Verdichtungsarbeiten in der Leitungs- und Verfüllzone notwendig,
- Immobilisation von Schadstoffen.

Mit Blick auf den Rohrleitungstiefbau werden bei richtiger Planung und Anwendung Schäden durch unsachgemäße Verdichtung in der Rohrleitungszone und im Graben ausgeschlossen und damit die Lebensdauer der Rohrleitungen und Kanäle stark verlängert. Des Weiteren wird das Ziel des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG) eingehalten und damit die Schonung natürlicher Ressourcen gewährleistet. Die Bedeutung des Flüssigbodens als Verfüllbaustoff der Zukunft kommt auch durch die Überarbeitung des Arbeitsblattes DWA 139 „Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen“ und der Aufnahme des Flüssigbodens als Verfüllbaustoff zum Ausdruck.

Zusammensetzung

Allgemein kann die Zusammensetzung von Flüssigboden als Grundmaterial (Boden) mit Beimengung von Wasser, Bindemitteln und weiteren Komponenten zusammengefasst werden. Das Grundmaterial kann entweder ein definiertes Sand-Korn-Gemisch oder das wiederverwertete Aushubmaterial sein. Die Bindemittel werden in der Praxis auch als Compounds bezeichnet. Die weiteren Komponenten der Flüssigbodenrezeptur sind Tone, Plastifikatoren, Stabilisatoren, Hochleistungsbentonite.

Die gewünschten Eigenschaften von Flüssigboden können je nach Bodenbeschaffenheit durch die Rezeptur individuell angepasst und variabel gesteuert werden. Der Gedanke der Wiederverwertung von Boden steht dabei im Vordergrund, sofern die Bodenklasse dies erlaubt und keine Kontaminierung des Aushubmaterials vorliegt.

Konsistenzen

Eine wichtige Eigenschaft des Flüssigbodens ist seine Fließfähigkeit im Einbauzustand, welche über die einstellbaren Konsistenzzahlen F1 bis F6 definiert wird. Im Wesentlichen resultiert hieraus auch eine Eingruppierung der Einsatzmöglichkeiten (Abb. 2 & 3). Die Endkonsistenz eines Flüssigbodens nach Einbau und Abbindung ist steif bis fest. Im allgemeinen Anwendungsfeld ist ein Flüssigboden bereits nach acht bis zwölf Stunden hinreichend fest, um überschüttet zu werden. Im Allgemeinen wird die einstellbare Endfestigkeit nach zwölf bis 28 Tagen erreicht.

Einstellungsmöglichkeiten des Flüssigbodens

Flüssigboden kann nach vorheriger Eignungsprüfung auf bestimmte Parameter eingestellt werden. Die Einstellungsmöglichkeiten bzw. Endprodukteigenschaften beschreiben die Eigenschaften des Flüssigbodens im verfestigten Zustand und ergeben sich entsprechend den Ergebnissen der Eignungsprüfung für den vorgesehenen Anwendungsfall. Dabei können die bodenmechanischen und bodenphysikalischen Eigenschaften des umgebenden Bodens oder auch davon abweichende Eigen-

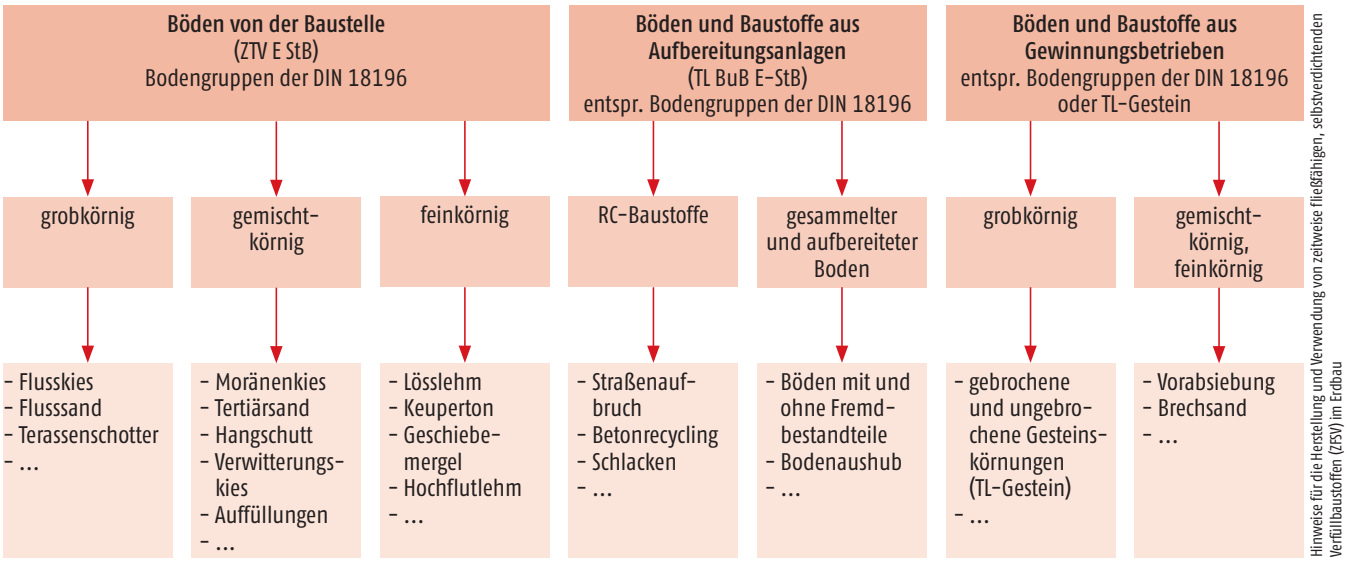

Abb. 1 – Übersicht der Böden und Baustoffe für ZFSV (Auszug)

Abb. 2 – Beispiel Konsistenz F1und F2: Haltebänke

Abb. 3 – Beispiel Konsistenz F6: Hohlraumverfüllungen

schaften eingestellt werden, wie z. B. Druckfestigkeit, Tragfähigkeit, Wiederaushubfähigkeit, Volumenstabilität, Wärmeleitfähigkeit, Gasdurchlässigkeit (offene Porosität) oder Wasserdurchlässigkeit. Des Weiteren können Schadstoffe immobilisiert werden, beispielsweise wird aus Bodenschadstoffklasse Z 2 dann Z 1.1 oder sogar Z 0 (im Eluat).

Herstellung von Flüssigboden

Grundsätzlich bestehen mehrere Möglichkeiten der Herstellung von Flüssigboden. Beim Systemhersteller WBM-Flüssigboden GmbH werden vier verschiedene Varianten zur Flüssigbodenherstellung angeboten. Jede der vier Varianten hat ihre Berechtigung und ist – je nach Bauvorhaben – die effektivste und kostengünstigste Variante.

Abb. 4 – An ein Trägergerät angebrachte Mischschaufel

Flüssigboden-Mischschaufel

Mit einer Mischschaufel kann der Flüssigboden „just in time“ vor Ort produziert und eingebaut werden. Die Mischschaufel wird an einem Trägergerät – mindestens ein 18 t-Bagger – angebracht und kann pro Tag bis zu 50 m³ Flüssigboden herstellen (Abb. 4). Das Bereitstellen und Anlegen großer Mischplätze wird nicht erforderlich und die Konsistenz der Rezepturen des Flüssigbodens kann bei jeder Charge geändert werden. Eine flexible Nutzung des Trägergerätes ist bei Produktionsunterbrechungen oder während der Abbindung des Flüssigbodens möglich.

Mobile Mischanlagen

Mobile Mischanlagen eignen sich für Tagesmengen von 50 bis 300 m³ und produzieren den Flüssigboden ebenfalls „just in time“ direkt auf der Baustelle. Es handelt sich dabei um ein Fahrzeug mit einer fest installierten Mischanlage, welches mit den Inhaltstoffen der Rezeptur beschickt wird und diese mischt (Abb. 5).

Die Freigabe des Flüssigbodens erfolgt direkt in den Graben oder es wird ein Fahrmischer durch ein zusätzliches Förderband beschickt. Auch hier kann die Konsistenz der Rezeptur des Flüssigbodens bei jeder Charge geändert werden. Durch die Mobilität der Mischanlagen ist eine schnelle Umsetzung auf der Baustelle stets gegeben.

Stationäre Anlagen

Die stationäre Anlage ist für Tagesmengen bis 300 m³ geeignet und produziert den Flüssigboden ebenfalls „just in time“ direkt auf der Baustelle. Die hergestellten Mengen erlauben eine Verteilung der Flüssigbodenmengen per Fahrmischer, sodass vor allem sehr weitläufige Einbauorte hiervon beschickt werden können (Abb. 6). Stationäre Anlagen ermöglichen die Herstellung sehr großer Chargenmengen mit sehr homogenen und konstanten Flüssigbodeneigenschaften.

Transportbetonwerke

Die Nutzung eines Transportbetonwerkes ist für Tagesmengen ab 300 m³ geeignet. Der Flüssigboden kann per Fahrmischer zu mehreren Baustellen und Einbaustellen gebracht und dort ein-

gebaut werden, wobei auch geringe Mengen vom Transportbetonwerk abgerufen werden können. Auch hier ermöglicht die Herstellung sehr großer Chargenmengen sehr homogene und konstante Flüssigbodeneigenschaften. Im Gegensatz zu den vorher genannten drei Varianten ist eine Verarbeitung anstehender Böden nicht möglich.

Qualitätssicherung

Eignungsprüfung

Der Auftragnehmer hat die Eignung der für die Lieferung vorgesehenen Baustoffe und der Baustoffgemische entsprechend den Anforderungen des Bauvertrags nachzuweisen. Der Nachweis ist durch Prüfzeugnisse einer für die jeweiligen Baustoffe und Baustoffgemische vom Auftraggeber anerkannten Prüfstelle (z. B. eine zugelassene Prüfstelle gemäß den „Richtlinien für die Anerkennung von Prüfstellen für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau“ (RAP Stra)) vor der Ausführung der Baumaßnahme zu erbringen. Der Prüfbericht muss eine eindeutige Produktidentifikation (z. B. Name des Produktes und Sortennummer) enthalten. Es darf auf vorhandene Eignungsprüfungen zurückgegriffen werden, sofern sich Art und Eigenschaften der zu verwendenden Baustoffe und Baustoffgemische nicht geändert haben und die Prüfzeugnisse nicht älter als zwei Jahre sind. Wenn sich die Art und Eigenschaften der Böden und Baustoffe gegenüber der in der Eignungsprüfung zugrunde gelegten Böden und Baustoffe verändern, ist eine erneute Eignungsprüfung vorzunehmen. Bei den anwenderspezifischen Eigenschaften ist der erforderliche Wiederholungszeitraum der Nachweise mit den Netzbetreibern abzustimmen. Der Prüfablauf gliedert sich in:

- Schurf bzw. Entnahme der Bodenprobe (mindestens 30 kg je Referenzprobe) auf der Baustelle (Abb. 7),
- Lieferung zum Labor in geschlossenen und beschrifteten Eimern,
- Anlieferung im Labor,
- Beginn Rezeptur,
- Rezepturerstellung.

Nach der Eignungsprüfung und Rezepturerstellung wird der Prüfbericht erstellt. Dieser beinhaltet je nach Anforderungen mindestens die Sieblinie, den Wassergehalt, die Rezeptur, das Ausbreitmaß sowie Druckfestigkeit nach sieben, 14 und 28 Tagen.

Eigenüberwachung

Die Eigenüberwachung beinhaltet die Prüfungen bei der Herstellung und während der Baudurchführung durch die jeweiligen Auftragnehmer (Abb. 8). Die Ausführung der Prüfungen ist im Tagesprotokollheft (Bautagebuch) zu vermerken. Im Regelfall werden mindestens folgende Prüfungen durchgeführt und dokumentiert:

Abb. 5 – Mobile Mischanlage

- Messen der Eigenfeuchte vom Ausgangsboden mittels Mikrowelle oder Sonde (täglich),
- Messen des Ausbreitmaßes (täglich),
- Bodenansprache (laufend),
- Druckfestigkeit (alle 20 Produktionstage oder alle 500 m³).

Kontrollprüfung

Die Kontrollprüfungen sind die Prüfungen des Auftraggebers. Dem Auftraggeber wird empfohlen, durch örtliche Begehung die Einhaltung der Arbeitsverfahren und durch die Kontrolle der Prüfzeugnisse die ordnungsgemäße Durchführung der Eigenüberwachung zu überprüfen. Die Prüfungen umfassen,

Ihre Informationsquelle

www.bbr-online.de/anzeigen

...für alle Fragen rund um Ihre Anzeigenbuchungen!

Kompetenz: Energie & Wasser. | wvgw

wvgw Wirtschafts- und Verlagsgesellschaft Gas und Wasser mbH
Josef-Wirmer-Straße 3 · 53123 Bonn · Tel.: 0228 9191-451 · Fax: 0228 9191-499
anzeigen@wvgw.de · www.wvgw.de

Abb. 6 – Stationäre Anlage

soweit erforderlich, die Probenahme, das sachgerechte Zubereiten, das Lagern und versandfertiges Verpacken der Probe, den Transport der Probe von der Entnahmestelle zur Prüfstelle sowie die Prüfungen einschließlich Auswertung und Prüfbericht.

Anforderungen und Planung

Verfüllung von Rohrgräben

Im klassischen Verfüllungsprozess von Rohrgräben kommen Sandgemische zum Einsatz, welche in der Leitungszone manuell, später maschinell verdichtet werden. Zusammenfassend können die wesentlichen bodenmechanischen Anforderungen an das Verfüllmaterial und den -prozess von Rohrgräben wie folgt definiert werden:

- geringe nachträgliche Eigensetzung des Verfüllungsmaterials,
- ausreichende Gasdurchlässigkeit (Leckortung),
- geringe Wasserdurchlässigkeit (Hemmung der Korrosionsbildung),
- ausreichende Tragfähigkeit (Überfahrbarkeit),
- Aushubfähigkeit (später leichte Löslichkeit des Verfüllungsmaterials).

Vonseiten der Leitungsstatik, also der Festigkeitsbewertung einer Gashochdruckleitung, die im Leitungsgraben mit Flüssigboden verfüllt ist, soll das Verfüllmaterial eine ähnliche Wichte wie der „natürliche Boden“ haben. Der Einfluss des Bodens auf die Festigkeit des Rohres einer Gashochdruckleitung ist bei 1,0 m Überdeckung nachweislich vernachlässigbar.

Für den Fall des Einsatzes von Flüssigboden kommen jedoch zwei neue Lastkollektive im Bauzustand hinzu, welche die Lagesicherheit und Stabilität beeinflussen können. Im flüssigen Zustand sorgt ab einer bestimmten Verfüllhöhe Flüssigboden für Auftrieb. Diese Kräfte müssen vermieden werden – entweder durch eine Teilfüllung bzw. die „Sandwichbauweise“, bei der sich Schichten aus Flüssigboden und Sand abwechseln (siehe Aufmacherbild), oder durch die konstruktive, temporäre oder dauerhafte Ausbildung einer Auftriebssicherung. Dabei muss die Auftriebssicherung die Auftriebskräfte der Gashochdruckleitung vollständig und sicher aufnehmen und abtragen können, z. B. durch eine Bodenrückverankerung oder die Ausbildung von Bodenriegeln.

Abb. 7 – Entnommene Bodenproben

Abb. 8 – Prozess der Eigenüberwachung

Abb. 9 – Beispiel der Fließfähigkeit des Baustoffes Flüssigboden

Abb. 10 – Endfestigkeit nach Aushärtung

Weiterhin wirken im Moment der flüssigen Phase des Flüssigbodens hydrostatische Außendrücke, welche bei dünnwandigen Rohren ohne Innendruck (z. B. in der Bauphase) zu Stabilitätsproblemen führen können. Ist der Flüssigboden ausgehärtet, so steht zwar diese Außenlast an, jedoch hat sie den Charakter einer „Zwängungslast". Im Betriebszustand der Gashochdruckleitung mit Innendruck wirkt diese Außenlast entlastend und reduziert die Beanspruchung der Gashochdruckleitung über deren Umfang.

Fließfähigkeit

Die Fließfähigkeit ist namensgebende, charakteristische Eigenschaft des Baustoffes Flüssigboden, welche eine Verfüllung ohne Ausbildung von Hohlräumen und Auflockerungen ermöglicht (Abb. 9). Sie ist die grundlegende Voraussetzung für eine verdichtungsfreie und setzungsminimierende Bettung der Gashochdruckleitung. Die Fließfähigkeit eines Flüssigbodens wird durch sein Absetzmaß sowie Zieh- und Ausbreitmaß beschrieben.

Wasserdurchlässigkeit

Die Permeabilität K wird in der Geotechnik zur Quantifizierung der Durchlässigkeit von Flüssigkeiten oder Gasen durch Böden und Fels benutzt. Damit sehr eng verbunden ist der Durchlässigkeitsbeiwert k_f. Die Durchlässigkeit eines Bodens hängt in erster Linie von seiner Porosität ab, die von Fels von seiner Porosität und/oder seiner Klüftigkeit. Die Porosität von Boden wiederum hängt von den Korngrößen, ihrer Verteilung und damit vom Porenvolumen des Bodens ab. Sind die Durchlässigkeitsbeiwerte zu hoch, wird die flüssige Phase des Flüssigbodens zu schnell in angrenzende Erdreiche abgegeben und es kann zum einen zu hohen Setzungen und zum anderen zu einer Verringerung der Tragfähigkeit kommen.

Wiederaushubfähigkeit

In Deutschland wurde nach der DIN 18300 die Lösbarkeit von Boden in Klassen eingeteilt. Demnach kann ein Boden als leicht (von Hand) aushubfähig eingestuft werden, der den Bodenklassen 3 und 4 entspricht. Die neue Fassung der DIN 18300 klassifiziert den Boden für Erdbau in Homogenbereiche. Demnach sind die Bodenklassen 3 und 4 vergleichbar mit dem aktuellen Homogenbereich I. A.

Die Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V. (FGSV) ordnet die Wiederaushubfähigkeit in Abhängigkeit von Druckfestigkeit bzw. CBR-Wert ein. Dabei entspricht ein CBR-Wert zwischen 25 bis 60 % einem Boden, welcher von Hand bzw. mithilfe leichter Geräte gelöst werden kann.

Druckfestigkeit

Die Druckfestigkeit entwickelt sich im eingebrachten Flüssigboden erst im Laufe der Zeit. Aus Erfahrungswerten ist bekannt, dass nach sieben bis zwölf Tagen 90 % des geplanten Druckfestigkeitswertes und nach 28 Tagen der Endwert erreicht wird (Abb. 10). Für Flüssigboden wird der gleiche einaxiale Druckversuch zur Ermittlung der einaxialen Druckfestigkeit wie im Erd- und Grundbau durchgeführt.

> » Für den erfolgreichen Einsatz von Flüssigboden ist die Kontrolle der Eigenschaften bereits bei der Rezepturerstellung wesentlich. «

Qualitätssicherung

Der Einsatz von Flüssigboden ist nur dann erfolgreich, wenn die jeweiligen projektspezifischen, technischen Anforderungen auch konsequent überprüft werden. Hier gilt es, die beiden Arbeitsphasen „Verfüllung" und „Erhärtung" zu unterscheiden. Im Einbauzustand muss im Wesentlichen die Fließfähigkeit gegeben sein, sodass Hohlräume und Hinterschnitte vollständig verfüllt werden. Weiterhin soll die selbstverdichtende Eigenschaft sichergestellt werden.

Im Endzustand der Verfüllung müssen die geplante Tragfähigkeit, Gas-/Wasserdurchlässigkeit und weitere festzulegende,

Abb. 11 – Beprobung der Fließfähigkeit

bodenmechanische Eigenschaften erreicht werden. Damit ergeben sich Prüfungen vor der Verfüllung und nach Aushärtung des Materials (Abb. 11). Auf Seiten des Auftraggebers empfiehlt es sich, den Hersteller des Flüssigbodens erst nach erfolgreichem Nachweis der Endeigenschaften, meist nach mehreren Tagen, aus der Verantwortung zu entlassen. Neben der Eigenüberwachung durch den Hersteller des Flüssigbodens sollte eine externe, unabhängige Fremdüberwachung eingeschaltet werden. Die Umfänge der Überwachung sind stark vom Projektumfang abhängig und im Rahmen der Projektplanung und Ausschreibung zu konkretisieren.

Es hat sich in der Praxis gezeigt, dass die besten Ergebnisse im Umgang mit Flüssigboden mit anerkannten und z. B. nach „Bundesqualitätsgemeinschaft Flüssigböden e. V.“ zertifizierten Firmen erzielt werden. Referenzen zu erfolgreich abgeschlossenen Projekten geben die wichtigsten Hinweise, welche Firmen zur Umsetzung hinreichend befähigt sind.

Planungsprozess

Für eine erfolgreiche Anwendung des Flüssigbodens als Verfüllbaustoff müssen im Rahmen der Bauplanung und Baustelleneinrichtung einige Sachverhalte berücksichtigt werden:

- Wieviel Flüssigboden soll auf der gesamten Baustelle eingebaut werden?
- Kann der anstehende Boden auf der Baustelle zu Flüssigboden verarbeitet werden?
- In welchen Zeitraum (durchgängig, im Intervall) soll der Flüssigboden eingebaut werden?
- Wie groß ist die tatsächliche Tagesleistung des einzubauenden Flüssigbodens?
- Wieviel Platz ist auf der Baustelle vorhanden?

Im Rahmen der Planung müssen diese Fragen beantwortet und geeignete Mittel und Prozesse definiert werden, welche die erfolgreiche Handhabung des Flüssigbodens in der Baupraxis sicherstellen. Dazu kann die Planung in zwei Planungsschritte gegliedert werden.

Im Rahmen der Vorplanung sind die erforderlichen Mengen des einzusetzenden Flüssigbodens und die Zeiträume der Verfüllung zu ermitteln. Dabei erfolgt auch die Definition der geforderten Eigenschaften des Flüssigbodens beim Einbau und im verfestigten Zustand.

Im Zentrum der Detailplanung stehen die Erstellung von Zeichnungen, die Bodenuntersuchung/-analyse und Entscheidungsfindung zum Bodenaustausch/-verwertung. Dieser Planungsprozess wird durch das „Flüssigbodenkonzept“ unterstützt (Abb. 12), welches sich in die vier Teilkonzepte gliedert: Material, Einbau, Logistik, Prüfung.

Darin werden u. a. die oben gestellten Fragen beantwortet, aber auch die Inhalte und Umfänge der erforderlichen Planungsprozesse und -dokumente definiert. Die Umsetzung des Flüssigbodenkonzeptes ist bei Vorhaben mit geplanten Einbaumengen von Flüssigboden ab 25 m³ und insbesondere bei Großbaustellen ab 250 m² zu empfehlen. Für Bauvorhaben dieser Größenordnung kann die Anwendung des Flüssigbodenkonzeptes auch die Kostenvorteile beim Einsatz von Flüssigboden als Verfüllbaustoff gegenüber der konventionellen Verfüllung und Verdichtung herausarbeiten.

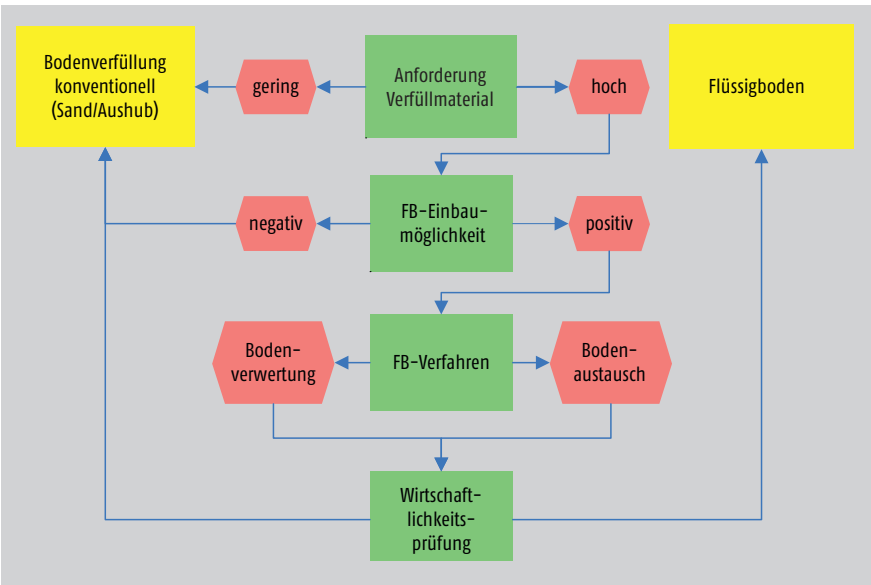

Abb. 12 – Auszug aus Flüssigbodenkonzept – Entscheidungskriterien

Abb. 13 – Verfüllung einer Baugrube

Aufbauend auf den Ergebnissen der Detailplanung können die Ausschreibung (Leistungsverzeichnis) und die Auswahl eines Herstellers, der Flüssigboden nach Qualitätsrichtlinien herstellt, erfolgen. Mit der Bauumsetzung erfolgen die Vermessung der Objektlage (Leitung/Station/Armatur) vor und nach dem Einbau des Flüssigbodens, der eigentliche Einbauprozess mit Protokollierung und Fotodokumentation sowie die Flüssigbodenbeprobung zum Einbauzeitpunkt vor Ort sowie im Labor.

Die Anwendung

Gründung im Pipeline- und Anlagenbau

Die Gründung von Rohrleitungen im Pipeline- und Anlagenbau kann insbesondere dann anspruchsvoll sein, wenn im Zuge von Sanierungen oder Erweiterungen neue Bauteile gegründet werden müssen, komplexe Anlagen ein bestimmungsgemäßes Unterfüttern der Leitungen nicht zulassen oder im Zuge von Überbauungen und Nachinspektionen von Leitungen sichere Gründungsverhältnisse vorzuliegen haben. Baufirmen geraten dabei unter Umständen an die Grenzen ihrer technischen Möglichkeiten oder müssen unverhältnismäßig großen Aufwand treiben und sind dennoch vor Gewährleistungsansprüchen nicht sicher.

Mit Flüssigboden kann ein Großteil dieser Probleme als gelöst oder gar nicht existent betrachtet werden, da der bestimmungsgemäß eingebrachte Flüssigboden eine optimale Gründung für Rohrleitungen darstellt. Durch die Fließfähigkeit gelangt der Boden dorthin, wo klassische Verdichtungsarbeit unmöglich ist. Der Flüssigboden kann so eingestellt werden, dass er nach dem Aushärten eine genau definierte Tragfähigkeit (die des umgebenden Bodens) aufweist. Zudem ist eine der wesentlichen Eigenschaften des Flüssigbodens seine „Stichfestigkeit“ und ist somit seine problemlose Lösbarkeit bei darauffolgenden Baumaßnahmen.

Baupraxis

Die Baufirma muss das Ordern der Mengen, die Transportzeiten und eventuelle Wartezeiten auf der Baustelle so koordinieren, dass die „offene Zeit“ des Flüssigbodens nicht überschritten wird. Durch präzise Rezepturen und Überwachung der Eingangsmaterialien muss eine Qualitätssicherung gewährleistet sein, die einerseits die Fließfähigkeit und andererseits die spätere Tragfähigkeit garantiert (Abb. 13). Die Kosten dürfen die Größenordnung klassischer Verdichtungsarbeit nicht wesentlich überschreiten.

Zusammenfassung

Der Einsatz von Flüssigboden bei der Verfüllung von Rohrgräben ist in der Mehrzahl der Baumaßnahmen ohne Probleme möglich. Sofern der Boden nicht zu stark mit Humus durchsetzt oder steinig ist, steht einer Wiederverwertung des Bodenaushubes nichts im Wege.

Wesentlich für den erfolgreichen Einsatz von Flüssigboden ist die Kontrolle der Eigenschaften bereits bei der Rezepturerstellung. Bei der Auswahl möglicher Lieferanten sollte darauf geachtet werden, dass diese eine entsprechende Referenzliste vorlegen. Die Prüfung auf der Baustelle durch einen unabhängigen Dritten (Fremdprüfung) ist zwingend erforderlich. Die Eigenprüfung des Lieferanten ist Voraussetzung und sollte mit der Fremdprüfung stets abgeglichen werden.

Der Einbau von Flüssigboden erfordert in gleichem Maße Spezialwissen und geübte Fertigkeiten, wie sie z. B. beim Einsatz von Beton gang und gäbe sind. Insbesondere die Überwachung ist unabdingbar.

Autoren

Albert Großmann
Dr.-Ing. Veenker Ingenieurgesellschaft mbH
Leibnizstr. 25
04105 Leipzig
Tel.: 0341 21737-62
albert.grossmann@veenkergmbh.de
www.veenkergmbh.de

Ansgar Kortbus
PPS Pipeline Systems GmbH/WINTER ROHRBAU
Hindenburgstr. 36
49610 Quakenbrück
Tel.: 05431 14-0
info@pipelinesystems.de
www.pipelinesystems.com

René Radmacher
WBM Flüssigboden GmbH
Burgstr. 30
59423 Unna
Tel.: 02303 254158
info@wbm-fluessigboden.de
www.wbm-fluessigboden.de