

SPEZIAL

Rohrleitungsbau

Gas, Wasser, Abwasser

ab Seite 16

Leitungsbau
Brunnenbau
Geothermie

bbr

Simulation des Spülvorgangs
von Gasrohrleitungen

Impulsgestützte
Schüttgutkonsolidierung

Wärmewende: Chancen
der Geothermie nutzen

JANSEN hipress PN35 DIE STÄRKSTE SONDE DER WELT



Der **Digital**
Geothermie
Kongress
2020

09. – 13. November 2020

jansen.com/geothermie-kongress



JANSEN

jansen.com/hipress

Für tiefe Bohrungen oder schwierige Geologien:
JANSEN hipress ist druckstabil, bietet den stärksten Schutz sowie sichere,
langlebige Anlagen dank absoluter Diffusionsdichtheit. Geringster hydraulischer
Widerstand und bester Wärmeübergang mindern Stromverbrauch und Bohrkosten.

Flüssigbodentechnologie kombiniert Klimaschutz und Kostensenkung

Über 170 verschiedene Anwendungsmöglichkeiten für Flüssigboden hat das Forschungsinstitut für Flüssigboden Leipzig bereits entwickelt. Das RSS-Flüssigbodenverfahren kann breit eingesetzt werden und erzielt wichtige wirtschaftliche Vorteile, sodass die hierdurch einsparbare Menge an CO₂ mittlerweile eine relevante Größe erreichen kann. Eine aktuelle Baustelle am Europaplatz in Tübingen bestätigt diese Aussage. Dort werden im Zuge der Verlegung neuer Leitungen für Wasser, Abwasser, Strom und andere Medien in neuen Gräben hunderte Tonnen CO₂ eingespart.

Flüssigboden nach RAL-Gütezeichen 507 wird auf der Grundlage eines Verfahrens hergestellt, welches vor über 22 Jahren durch das Forschungsinstitut für Flüssigboden (FiFB) in Leipzig entwickelt wurde. Im Rahmen eines Forschungsprojektes beschäftigte sich das damalige Team mit Lösungen für Infrastrukturprobleme bei der Erstellung komplexer Leitungstrassen, wie beim gemeinsamen Bau von Regenwasser-, Schmutzwasser- und sonstigen Versorgungsleitungen. Das Ergebnis dieser Verfahrensentwicklung erhielt die Bezeichnung RSS-Flüssigbodenverfahren – kurz Flüssigbodenverfahren.

Das damals neuartige Verfahren konnte eine Reihe von Problemen des klassischen Kanal- und Leitungsbaus lösen. Schnell folgten Nachnutzer des Begriffs „Flüssigboden“, deren Angebote allerdings oftmals nichts mit Flüssigboden im Sinne der Vermeidung von Mörtel- oder betonartigen Strukturen oder gar der Erhaltung bodentypischer Eigenschaften gemein hatten. Zur Vermeidung der zunehmenden Anzahl von Bauschäden durch die mitunter auch gezielt irreführende Verwendung des Begriffs „Flüssigboden“ gründeten primär Auftraggeber und Planer im Jahr 2008 die RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e. V. Deren erklärtes Ziel wurde es, transparente Maßstäbe der Gütesicherung als Hilfsmittel zur sicheren Vermeidung von Bauschäden bei der Anwendung des RSS-Flüssigbodenverfahrens zu erarbeiten und verfügbar zu machen.

Eigenschaften des Flüssigbodens

Die Aufbereitung von Bodenaushub zu einem Flüssigboden, der den Anforderungen des RSS-Flüssigbodenverfahrens bzw. Flüssigboden nach RAL Gütezeichen 507 entspricht, kann in zentralen oder mit kompakten Anlagen unterschiedlicher Größe und kompletter Überwachung und Aufzeichnung des gesamten Herstellprozesses direkt auf der Baustelle erfolgen (Abb. 1). Das Ziel ist in den meisten Fällen, dass der Flüssigboden nach seiner Rückverfestigung wieder Eigenschaften erreicht, die denen des Umgebungsbodens auf der Baustelle weitestgehend entsprechen. Die mit Flüssigboden verfüllten Bereiche reagieren somit in der gleichen Art und Weise wie der umliegende gewachsene Boden u. a. auf Feuchtigkeits-, Last- sowie Temperaturveränderungen. Im Bedarfsfall können Eigenschaften wie Volumenkonstanz, Belastbarkeit, Schwind- und Quellverhalten, Schwin-

gungsdämpfung, Dichte, Wasserdurchlässigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Wärmeübergangswiderstände, Reibkräfte, Kohäsion usw. gezielt verändert werden.

Da die Rückverfestigung nicht primär von der Wirkung hydraulischer Bindemittel abhängt, sondern hauptsächlich von gesteuerter Kohäsion und reaktionskinetischen Einwirkungen als Folge der Verfahrensspezifika, können noch ganz andere Wirkungen mithilfe des RSS-Flüssigbodenverfahrens erzielt werden. Die Rückverfestigung als friktional, kohäsive Rückverfestigung steht hierbei im Gegensatz zur Rückverfestigung auf der Grundlage der Ausbildung geschlossener, starrer Fremdstrukturen bei hydraulisch abbindenden Materialien, für die beispielsweise die Zementsteinbildung verantwortlich ist.

Mit dem Flüssigbodenverfahren wurden die Grenzen und Nachteile älterer Entwicklungen von zeitweise fließfähigen Materialien, wie z. B. Bodenmörtel, erfolgreich überwunden und erstmals ein für alle Bodenarten – selbst Torf und dessen Wiederverwendung als Füllmaterial und Baustoff – geeignetes Verfahren entwickelt. Inzwischen existieren über 170 verschiedene Anwendungen für die verschiedenen Varianten von RSS-Flüssigboden, die vom FiFB entwickelt wurden und den Weg über innovative Planer und Baufirmen auf die Baustellen gefunden haben. Schwerpunkt solcher Lösungen sind in vielen Fällen neue Technologien mit vorteilhafteren Kostenstrukturen, sodass inzwischen neben den qualitativen auch die wirtschaftlichen Vorteile solcher Anwendungen die Kauf-

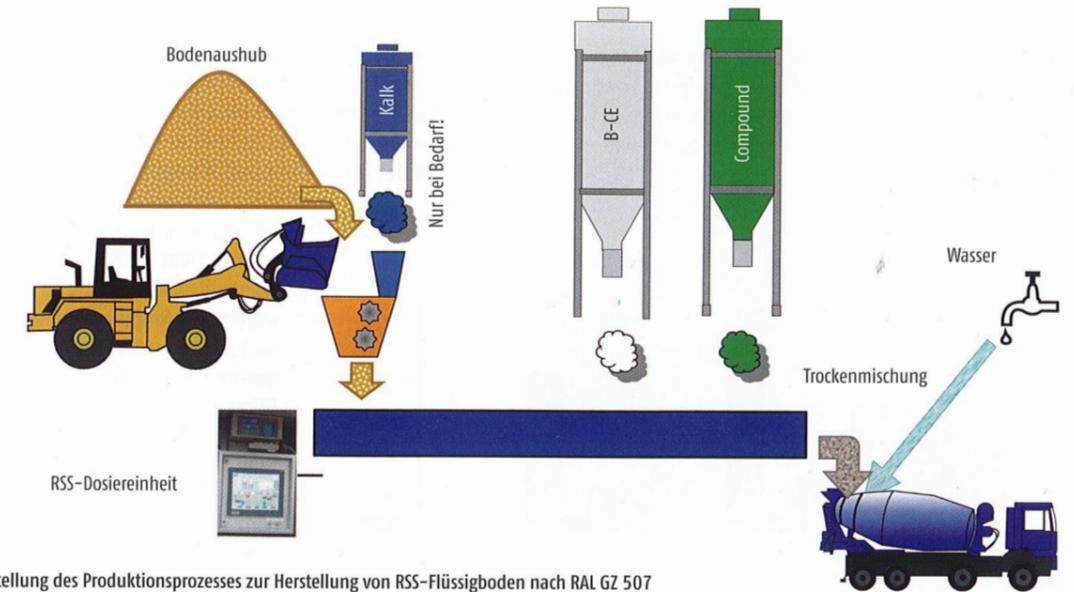


Abb. 1 – Darstellung des Produktionsprozesses zur Herstellung von RSS-Flüssigboden nach RAL GZ 507

FiFB Leipzig



Schwimmende Verlegung: Einbau eines Abwasserrohres bei erhöhtem Grundwasser mittels RSS-Rohrverlegehilfe in Flüssigboden

FiFB Leipzig



Abb. 2 – RSS-Rohrverlegehilfen auf dem Mischplatz in Tübingen; die Rohre schwimmen bei Einsatz im frisch eingebetteten Flüssigboden nicht auf.

FiFB Leipzig

leute überzeugen. Es zeigt sich, dass es nicht auf billigen Flüssigboden oder günstige Komponenten ankommt, sondern auf Flüssigboden, der die Eigenschaften bietet, die für eine erfolgreiche und schadensfreie Anwendung der neuen Lösungen erforderlich sind.

Beispiel Tübingen: Einsatz von Flüssigboden am Europaplatz

Die Breinlinger Ingenieure Tiefbau GmbH und die Universitätsstadt Tübingen arbeiten seit November 2019 an der Neugestaltung des Zentralen Omnibusbahnhofs am Europaplatz. Im Zuge der von der Universitätsstadt angestrebten Neuordnung des Areal werden der zentrale Omnibusbahnhof und das Bahnhofsumfeld umgestaltet. Mit dem freiwerdenden Baufeld besteht die Chance, an dieser zentralen Stelle weitere Nutzungen von gesamtstädtischer Bedeutung zu verorten. So soll die Tübinger Innenstadt attraktiver werden – für die Bürgerschaft und für Gäste. In diesem Zuge werden der Mischwasserkanal entlang des Europaplatzes sowie die Stromtrassen in diesem Bereich neu verlegt. Die Realisierung der Baumaßnahme erfolgt mit RSS-Flüssigboden und den damit einhergehenden technologischen Lösungen. Die Fachplanung, welche die Projektplanung ergänzt, erfolgte durch das Ingenieurbüro LOGIC Logistic Engineering GmbH aus Leipzig – dem ersten Fachplaner für Flüssigbodenanwendungen, der heute, zusammen mit dem FiFB und Hochschulpartnern, die Ausbildung interessierter Planerkollegen zum Fachplaner für Flüssigbodenanwendungen unterstützt. In Tübingen sollte aufgrund der laut Baugrundgutachten vorherrschenden Grundwasser- und Bodenverhältnisse die sogenannte „Schwimmende Verlegung“ zur Anwendung kommen.

Schwimmende Verlegung

Die Technologie der schwimmenden Verlegung ist ein vom FiFB konzipiertes und patentiertes Verfahren zur Reduzierung der Baukosten, speziell von Wasserhaltungskosten, und zur Beschleunigung des Baufortschritts. Die korrekt eingestellten Eigenschaften des Flüssigbodens sind dabei von hoher Bedeutung. Bei der schwimmenden Verlegung wird die in der herkömmlichen Bauweise erforderliche Grabensohle und trockene Baugrube mit einem Grundwasserspiegel, der auf mindestens 0,5 m unter der Grabensohle abgesenkt wird, nicht mehr benötigt. Eine Absenkung des im Graben anstehenden Wassers ist je nach gewählter Bauart und Technologie nicht mehr erforderlich, sodass auch kein entsprechender Absenkttrichter entsteht und das durch Abpumpen abgesaugte Feinkorn nicht mehr zu Suffosion und Setzungen führen kann. Bei der schwimmenden Verlegung werden die Rohre nicht auf Rohrauflegern gebettet, sondern in Seilschlaufen hängend verlegt. Unter Verwendung geeigneter und speziell entwickelter technischer Hilfsmittel, wie z. B. der RSS-Rohrverle-

hilfen, kann diese Technik neben ihrer Funktion als Lastaufnahme und Sicherung der Rohre gegen Auftrieb auch als Messmittel und zur Steuerung der Abläufe genutzt werden (Abb. 2). Auf diese Weise kann ausgereifte Technologie mit bewährter Spezialtechnik wirtschaftlich vorteilhaft genutzt werden. Der Verfahrensentwickler FiFB und von ihm ausgebildete Fachleute stehen beim Einsatz unterstützend zur Verfügung.

» Flüssigboden soll nach seiner Rückverfestigung wieder Eigenschaften erreichen, die denen des Umgebungsbodens auf der Baustelle weitestgehend entsprechen. «

734 t weniger CO₂ durch Einsatz von RSS-Flüssigbodentechnologie

Interessant ist der detaillierte CO₂-Emissionsvergleich zwischen der Bauweise unter Einsatz des herkömmlichen Verfahrens (Verdichtung, Bodenaustausch, Wasserhaltung usw.) mit den Möglichkeiten und technologischen sowie technischen Alternativen des RSS-Flüssigbodenverfahrens. Grundlage für diesen Vergleich sind die Straßen-, Kanal- und Rohrleitungsarbeiten am Europaplatz in Tübingen. Wie die Abbildungen 3 bis 5 zeigen, liefern eine Reihe von Prozessen relevante Beiträge zu den CO₂-Emissionen. Bei gezielter Anwendung des RSS-Flüssigbodenverfahrens kann CO₂ gleich auf drei Ebenen reduziert werden:

- auf der stofflichen Ebene der Massenreduzierungen,
- auf der technologischen Ebene, die von Energieeinsparungen durch andere technologische Lösungen lebt, wie beispielsweise dem Wegfall von Wasserhaltung,
- und auf der Betreiber-Ebene, die von der Lebensdauerverlängerung gesondert zehrt.

Die Bauabläufe konnten auf der Baustelle in Tübingen energetisch und damit auch hinsichtlich ihres Energieverbrauchs sowie der CO₂-Emissionen durch den Einsatz des RSS-Flüssigbodenverfahrens im Vergleich mit der herkömmlichen Bauweise deutlich minimiert werden. Da Energieverbräuche zu Kosten führen, bleibt zu hoffen, dass diese Minimierung der Energie und damit auch von Kosten zu einer zunehmenden Anwendung des Verfahrens aus rationalen Gründen – sprich aus Kostengründen – führt und so der Nutzen für die Verbesserung der klimabedeutenden CO₂-Bilanz ohne Verbote und Zwänge ebenfalls wirksam unterstützt wird.

Paradigmenwechsel im Tiefbau

Um einen Paradigmenwechsel bei der Verfahrenswahl zu beschleunigen, kann und muss auch die Politik eingreifen. Grundlegende Neuerungen und Veränderungen werden von den einzelnen Marktteilnehmern nicht immer freiwillig und schnell aufgegriffen, da kurzfristige wirtschaftliche Überlegungen, aber auch Eigeninteressen häufig eine große Rolle spielen. Diese sinnvoll zu kanalisieren und zu nutzen, ist Aufgabe der Politik.

Die Ingenieurwissenschaften stellen das erforderliche Hilfsmittel in Form des RSS-Flüssigbodenverfahrens und der mit ihm verbundenen Anwendungsmöglichkeiten zur Verfügung. Das Ergebnis der Anwendung ist überzeugend, wenn die

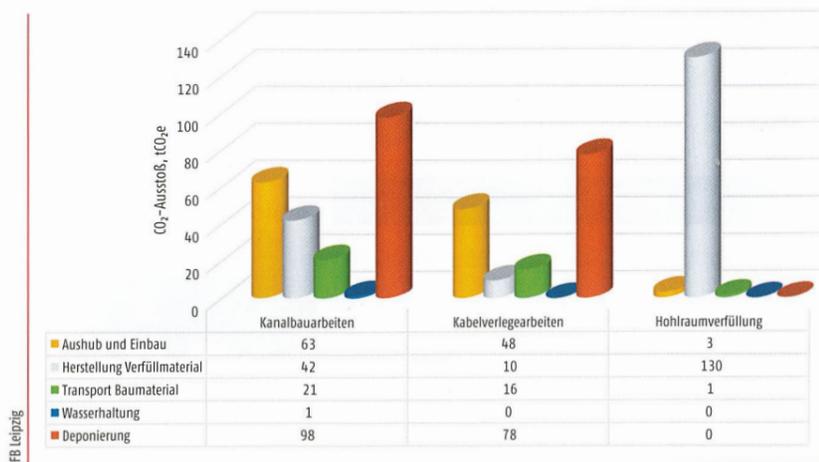


Abb. 3 – CO₂-Ausstoß in herkömmlicher Bauweise: 510 t CO₂

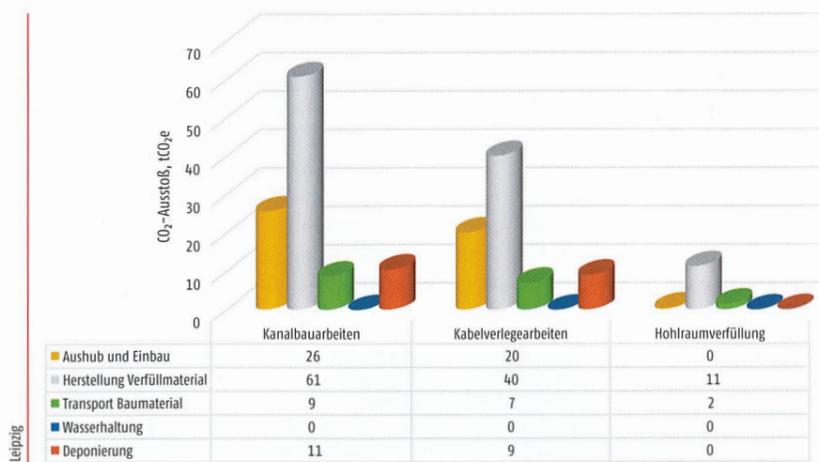


Abb. 4 – CO₂-Emission beim Einsatz des RSS-Flüssigbodenverfahrens: 195 t CO₂

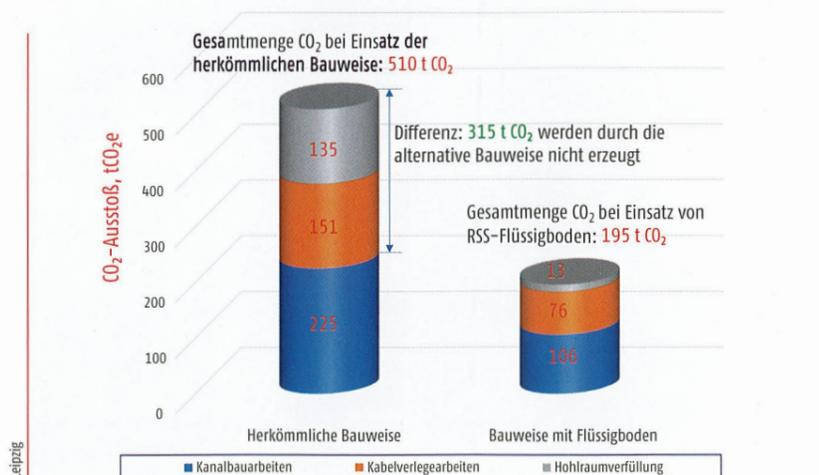


Abb. 5 – CO₂-Ausstoß im Vergleich



Unsere Leistungen



Ein Team.

Mit Leidenschaft.

Bauen.

breinlinger.de



Abb. 6 – Aus Bauaushub entsteht Verfüllgut: Durch die Flüssigbodentechnologie wird den Bestimmungen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes zu 100 % entsprochen.

dabei in der Planung tätigen Ingenieure das erforderliche Fachwissen erwerben und gezielt einsetzen. Der Verfahrensentwickler FiFB bietet den Erwerb des Wissen an, teils auch in Zusammenarbeit mit Hochschulen und Universitäten, die bei der Weiterbildung von Praktikern auf Ingenieurniveau unterstützend aktiv sind.

Aufgrund der im Beitrag erläuterten Zusammenhänge kann der Einsatz des RSS-Flüssigbodenverfahrens für Kanal-, Rohrleitungs- und Straßenbauarbeiten als die wesentlich umweltfreundlichere Methode im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen bezeichnet werden. Dabei spielt die Genauigkeit der in Zahlen ausgedrückten Ergebnisse eine sekundäre Rolle, denn viele der den Berechnungen zugrunde liegenden Angaben zur Größe

der mit den Prozessen und Materialien verbundenen CO₂-Emissionen sind in der Fachliteratur noch nicht immer mit einheitlichen Angaben verbunden. Trotz dieser vorhandenen Unschärfen, die auch dank der weiterführenden Untersuchungen immer weiter reduziert werden, ist die wichtige Gesamttendenz klar erkennbar. Sie zeigt, dass mittels ingenieurtechnischer Lösungen ein relevanter Beitrag zur Reduzierung von CO₂-Emissionen geleistet werden kann, der mit der damit einhergehenden Reduzierung von Energieverbräuchen auch mit einer Kostenreduzierung verbunden ist.

Erstmals können auch die Anforderungen des Gesetzgebers im Rahmen des neuen Kreislaufwirtschaftsgesetzes in vollem Umfang und damit uneingeschränkt erfüllt werden (Abb. 6). Durch die Wiederverwendbarkeit praktisch aller anfallenden Aushubböden im Rahmen der Anwendung des RSS-Flüssigbodenverfahrens werden bei der Verfüllung die bauphysikalisch relevanten Eigenschaften des RSS-Flüssigbodens, vergleichbar mit denen des Ausgangsbodens, wiederhergestellt oder gezielt an die Anforderungen der Baustelle angepasst. So können die bekannten späteren Risse in Straßen und Wegen bis hin zu den im Boden liegenden Netzen unter Lasteinwirkung wie auch Risse und Undichtigkeiten in den verfüllten Bereichen sicher vermieden werden.

Kreislaufwirtschaftsgesetz und Fachplanung

Beim vorgestellten Bauobjekt in Tübingen war eine Wiederverwendung der Aushubmassen sinnvoll. Es wurde deshalb die Entscheidung getroffen, den Flüssigboden mit Aushubmaterial nach dem vorgenannten Prozedere herzustellen und für die Verfüllung zu nutzen (Abb. 7). Die folgenden Eigenschaften des RSS-Flüssigbodens werden dabei gezielt genutzt und sollen, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, hier kurz genannt sein:

- Ist jederzeit mechanisch – vergleichbar mit dem Umgebungsboden – wieder lösbar und wirkt schwingungsdämpfend bei dynamischen Lasten;
- ist in sich setzungsfrei und wird daher als selbstverdichtend bezeichnet;
- ist zeitlich in einen zeitlich steuerbaren Rahmen wieder belastbar.

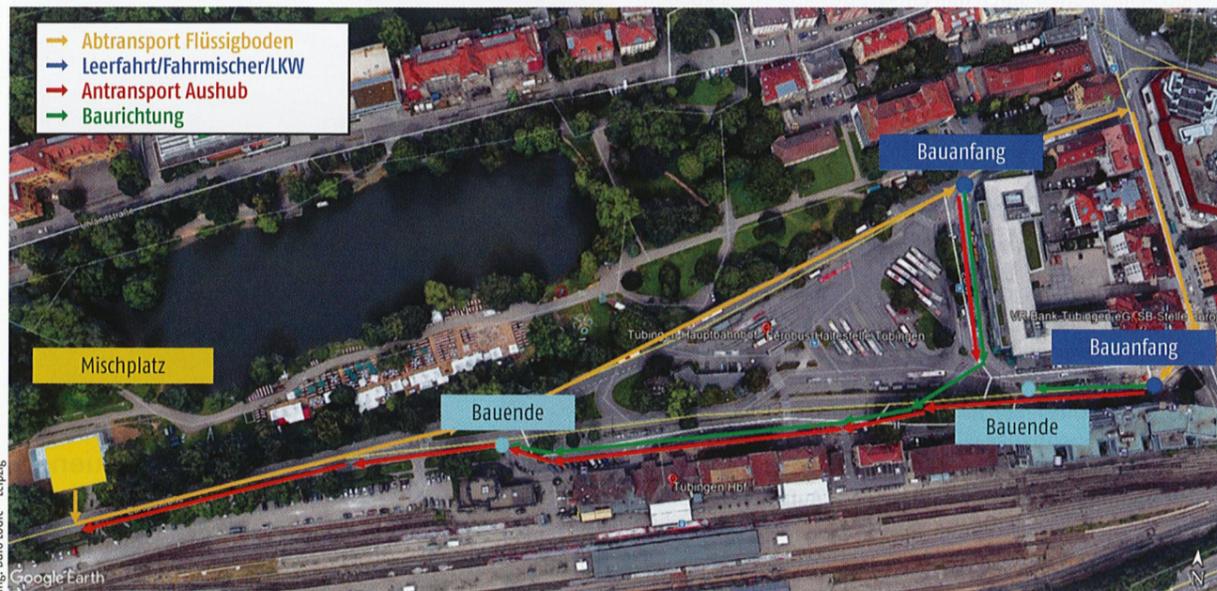


Abb. 7 – Lageplan und logistische Abläufe auf der Baustelle am Europaplatz; der Flüssigboden wird vor Ort hergestellt.

Mit Einsatz dieses Verfahrens werden eine Reihe von Vorteilen nutzbar, wie z. B.:

- beste Verfüll- und Bettungsqualität für langlebige Rohrnetze in verdichtungsfreier Einbauweise und somit Wegfall von Erschütterungen sowie kurzgehaltenen Baustellen mit schnellem Baufortschritt;
- minimale Aushubmassen;
- Hohlraum-, -riss- sowie setzungsfreie Verfüllbereiche.

Für jeden Einsatz sind exakte Anforderungen an die Eigenschaften des Flüssigbodens, die technischen Hilfsmittel und die Prozessabläufe zu erfüllen. Die Umsetzung liegt entweder im Aufgabenbereich einer Fachplanung oder beim für die Maßnahme Verantwortlichen, der bei kleineren Projekten auch mittels geeig-

» Der Einsatz des RSS-Flüssigbodenverfahrens für Kanal-, Rohrleitungs- und Straßenbauarbeiten kann als die wesentlich umweltfreundlichere Methode im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen bezeichnet werden. «

netter Checklisten die Fragen nach den Voraussetzungen für die schadensfreie Anwendung des Flüssigbodenverfahrens stellen und beantworten kann. Auf der Webseite des Verfahrensentwicklers FiFB stehen im Downloadbereich viele Hilfsmittel für die Planung und kompetente Gütesicherung für die Verfahrensanwender zur Verfügung. Das erforderliche Grundlagenwissen für die Bauausführung, wie z. B. für die Umsetzung des im Rahmen der Fachplanung erarbeiteten technologischen und technischen Konzeptes etc., wird der ausführenden Firma im Rahmen eines Coachings vor Ort vermittelt.

Von dieser Möglichkeit konnte in Tübingen auch die bauausführende Firma Brodbeck profitieren, die sich das erforderliche Wissen für die konkrete Baustelle aktiv angeeignet und kompetent nutzte. Die korrekte bauliche Umsetzung ist so zum Tagesgeschäft geworden und wird im Rahmen der Gütesicherung nachgewiesen. Die Gütesicherung liegt in der Verantwortung des Fachplaners und basiert auf einem Gütesicherungsplan, der als Teil der Fachplanung entstand und über die Baustelle fortgeschrieben wird.

Autoren

Olaf Stolzenburg
 Andreas Bechert
 Forschungsinstitut für Flüssigboden Leipzig (FiFB)
 Wurzner Str. 139
 04318 Leipzig
 Tel.: 0341 24469-11
 andreas.bechert@googlemail.com
 www.fi-fb.de

Bewährt bis ins Detail.

FLEXORIPP mit DIBt-Zulassung

Die Vorteile

- zugelassen vom Deutschen Institut für Bautechnik
- erster Wasserzählerschacht für Anlagen gemäß Landesbauordnung
- für Anwender, die eine Schachtzulassung und Stabilitätsnachweise wünschen

