



# Das RSS<sup>®</sup>- Flüssigbodenverfahren entsprechend RAL Gütezeichen 507

Eine Entwicklung des Forschungsinstituts für Flüssigboden FiFB – seit 1998



## Technische Grundlagen und planerische Möglichkeiten

INFORMATION – FLÜSSIGBODEN – Stand 26.06.2019



# Was ist Flüssigboden?

## Grundsätzliches

1. **Ein neues Verfahren** zur Aufbereitung und Nutzung **beliebigen Aushubbodens ohne später Fremdkörper** unter der Straße zu erzeugen und erstmals geeignet, bodentypische Eigenschaften zu erhalten.
2. **Ein Verfüllmaterial** für verschiedenste Anwendungen in den Bereichen Infrastruktur und Geotechnik
3. **Eine Entwicklung** des Forschungsinstitutes für Flüssigboden, inzwischen ca. 20 Jahre in Anwendung.





# Flüssigboden nach RAL-GZ 507, Gruppe der ZFSV



Systematik der zeitweise fließfähigen selbstverdichtenden Verfüllmaterialien

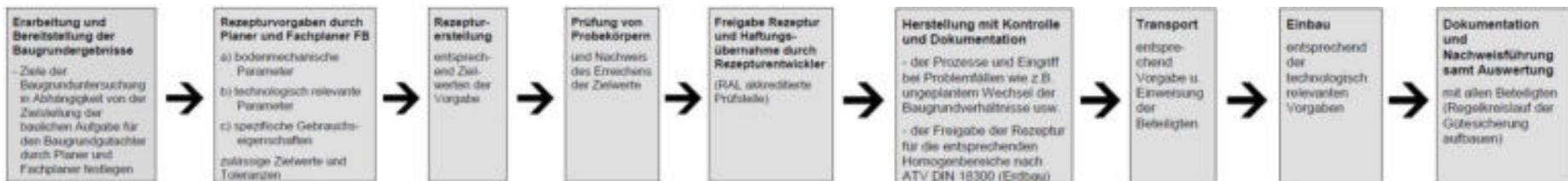
Quelle: Wikipedia - Flüssigboden



# Unterschiede der zwei Gruppen der ZFSV

Unterschiede zwischen Flüssigboden nach RAL-GZ 507 und anderen ZFSV aus dem Gütesicherungsprozess mit Umsetzung der Vorgaben der neuen ATV DIN 18 300 für Homogenbereiche und des Kreislaufwirtschaftsgesetzes (KrWG)

## Gütesicherung nach RAL 507 bei Einsatz des Aushubbodens der jeweiligen Baustelle



## Gütesicherung hydraulisch abbindender ZFSV – nach BQF und BÜV





# Flüssigboden nach RAL-GZ 507 bietet uns drei Werkzeuge

## Erhaltung wichtiger Eigenschaften des Aushubbodens möglich

- verhält sich bauphysikalisch vergleichbar mit dem Umgebungsboden
- gleiche Tragfähigkeit wie Umgebungsboden
- gleiches Konsolidierungsverhalten wie Umgebungsboden
- keine Differenzsetzungen
- daher keine Risse in der Straße
- Vermeidung von „Fremdkörpern“ im Boden usw.

## Einstellung technologisch relevanter Eigenschaften möglich

- Rückverfestigungsgeschwindigkeit
- Pumpbarkeit
- Auftriebsverlauf
- Retentionsfähigkeit bei entspr. Einbausituationen
- Thixotropie u.a. rheologische Eigenschaften usw.
- Entmischungsstabilität usw.

## Gezielte Veränderung von Eigenschaften ebenfalls möglich

- Elastizitätsverhalten
- Biege- und Längszugfestigkeit
- Scherfestigkeit
- Kohäsion veränderbar
- Adhäsion steuerbar
- Schwingungsdämpfung und
- Dichte
- Wasserdurchlässigkeit
- Relaxationsfähigkeit als Basis dauerhafter Reibkräfte
- Wärmespeicherung
- Wärmeableitung
- Wärmedämmung
- Verbesserung des Korrosionsschutzes
- Frost- Tauverhalten veränderbar
- Suffosionsstabilität
- Abrasionsfestigkeit usw.



# Was ist Flüssigboden?



## Entwicklungen seit 1998

entwickelt durch das Forschungsinstitut für Flüssigboden GmbH (FiFB) im Rahmen von inzwischen über 40 Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit nationalen und internationalen Partnern, z. B.:

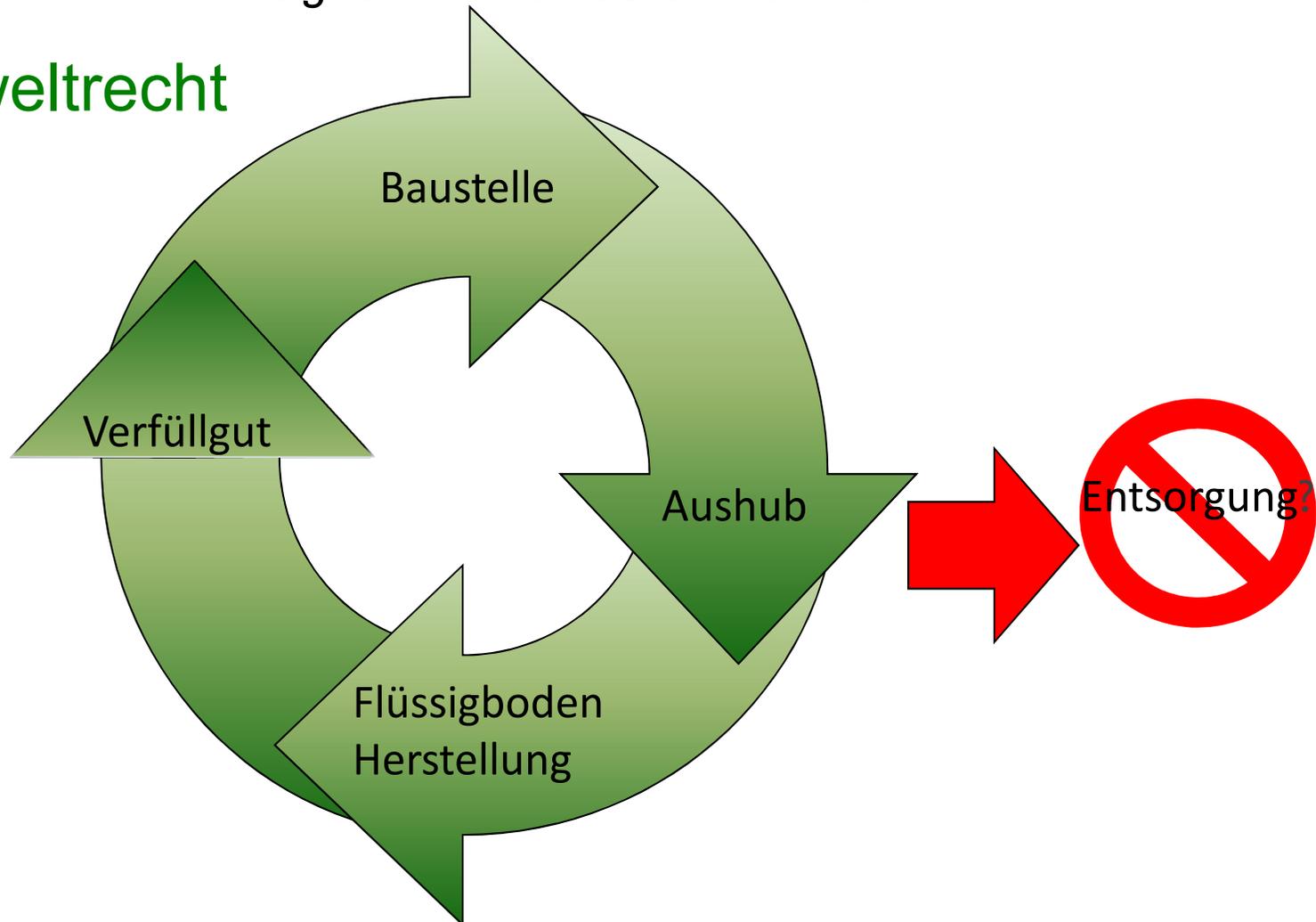
- Siemens und Praxispartner - **thermisch stabilisierender Flüssigboden seit 2004 bzw. 2009**
- RWTH, Aachen – **Schwingungsdämpfung, Vermeidung von Rohrverformungen seit 2005**
- FFI Fernwärme Forschungsinstitut, Hannover u. a. – **Fernwärmeanwendung seit 2006**
- TU Dresden u. a. Partner – **Immobilisierung seit 2006 bzw. 2008**
- SP Technisches Forschungsinstitut Schweden - **Einsatz von FB im Winter seit 2007**
- Stadt Dortmund, Ruhruni Bochum, Büro Stein – **Kombitrassen und Flüssigboden seit 2007**
- Staatliche Technische Erdöluniversität, Ufa - **winterliches Bauen und Pipelinebau seit 2009**
- Hochschule Regensburg – **Grundlagenforschung u.a. Themen seit 2009**
- EBA und DB als Partner für Erprobungen von Bahnanwendungen – **seit 2013 mit den erforderlichen Eignungsnachweisen eingesetzt**  
und viele andere Partner **und Themen**



# Flüssigboden - warum?

*Flüssigboden und das Umweltrecht*

Umweltrecht



**Die Umwelt schonen und daraus Nutzen ziehen!**

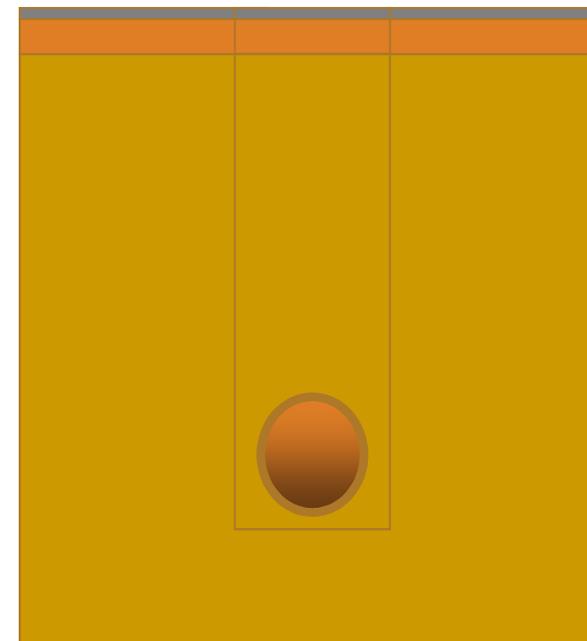
# Flüssigboden - warum?

*Flüssigboden – unterirdische Netze und der Straßenbau*

**Erstmals möglich** – die Erhaltung bodentypischer Eigenschaften und deren Bedeutung für die ausfallfreie Nutzungsdauer von Straßen und Netzen



Verfüllbereich mit: **bodenfremdem** Verhalten



Verfüllbereich mit: **bodentypischem** Verhalten

s. ZTVA 12 StB – Wiederherstellung einer Aufgrabung im ungestörten (natürlichen) Zustand



# Flüssigboden - warum?

*Flüssigboden – sichere Problemlösungen mittels Fachplanung*

*Bereits über 170 Möglichkeiten stehen zur Lösung baulicher Aufgaben, auf teils völlig neuen Wegen zur Verfügung – Haftung über Fachplaner geregelt*

- Beginn vor 22 Jahren mit dem Kanal- und Rohrleitungsbau*
- später auch Straßen-, Autobahn-, Tunnel- und Bahnbauanwendungen*
- heute mit Technologien für das Bauen im und unter Wasser*
- Wasserbau, Hafenaufbau, Küstenschutz, off shore Aufgaben*
- Bauen auf instabilen Untergründen, an Hängen*
- Ingenieur- und Spezialtiefbau bis hin zu Deponiebau*
- Hangstabilisierungen, Grundbruchverhinderungen usw.*
- Sanierung von Industriebrachen und kontaminierten Böden*
- Baugruben unter komplizierten Bedingungen z.B. GW, Platzprobl. usw.*
- und viele weitere Anwendungen – Auszüge davon werden vorgestellt*





# Flüssigboden - warum?

*Flüssigboden und die Städteplanung*

## Städteplanerische Möglichkeiten

KOMBITRASSEN, EINE ANTWORT AUF DIE HERAUSFORDERUNGEN UNSERER ZEIT: EINSATZ UND AUSWIRKUNGEN AUF DIE BAU- UND FOLGEKOSTEN

Angebot Untersuchung Innovativer Infrastruktur

Hyder

LOGIC

Untersuchung Innovativer Infrastruktur

BERLIN TXL THE URBAN TECH REPUBLIC

Berlin TXL, The Urban Tech Republic

RSS-Schacht mit Gütertransport

RSS Beginn



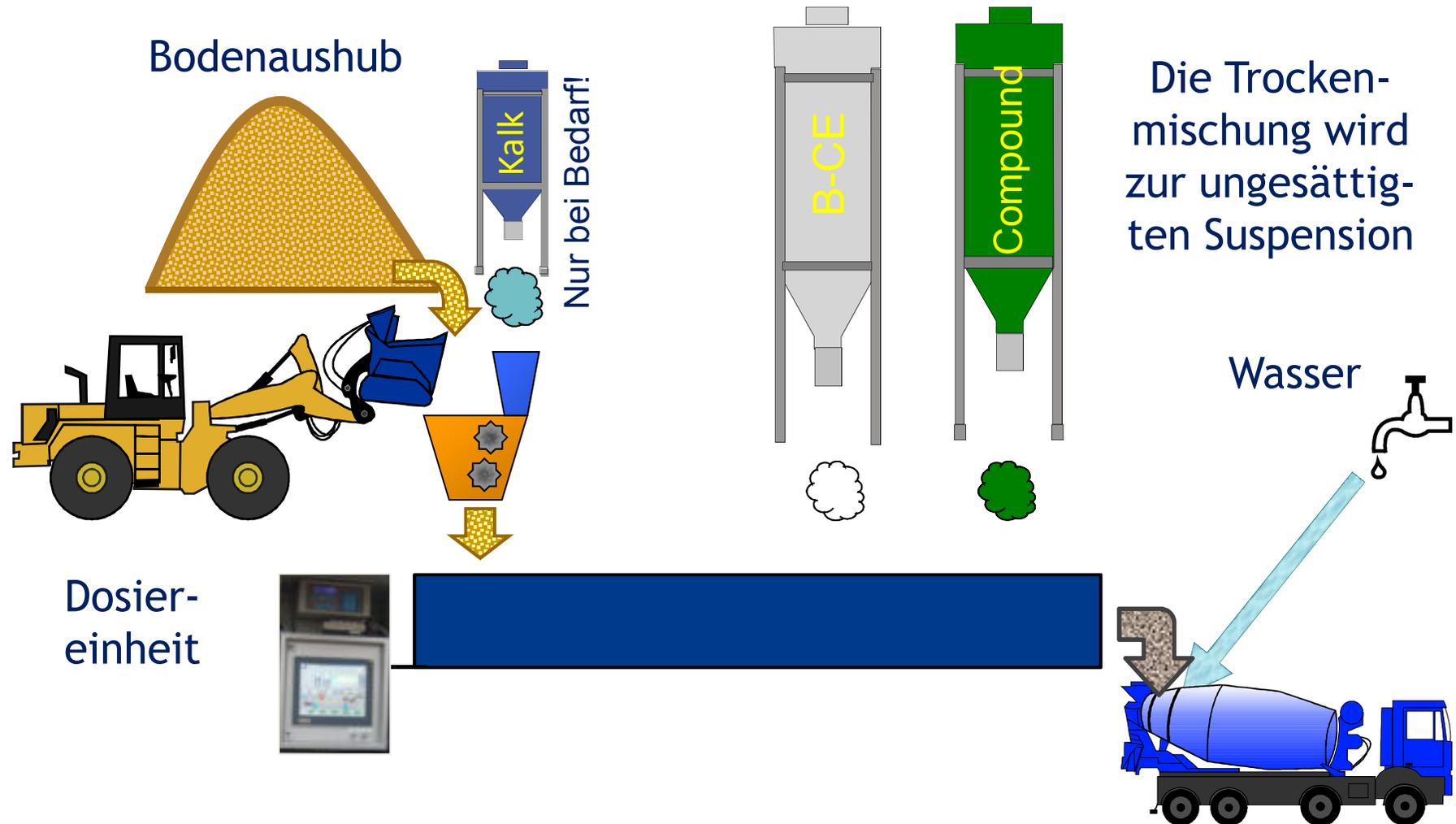
### Städteplanung:

Beratung von Kommunen zu den städteplanerischen Möglichkeiten, die mit der Anwendung des Flüssigbodenverfahrens, ergänzt durch flexible Kombitrassen und intelligente Konzepte für Bau, Betrieb und Wartung verbunden sind. z. B. Platz für neue Verkehrslösungen, flexibel anpassungs-fähige Netze und mehr wird erstmals möglich



# RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden nach RAL-GZ 507

## Seine Herstellung





# Herstellertechnik – Kompaktanlage



Quelle: -PROV- Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH – RSS Maschinenteknik



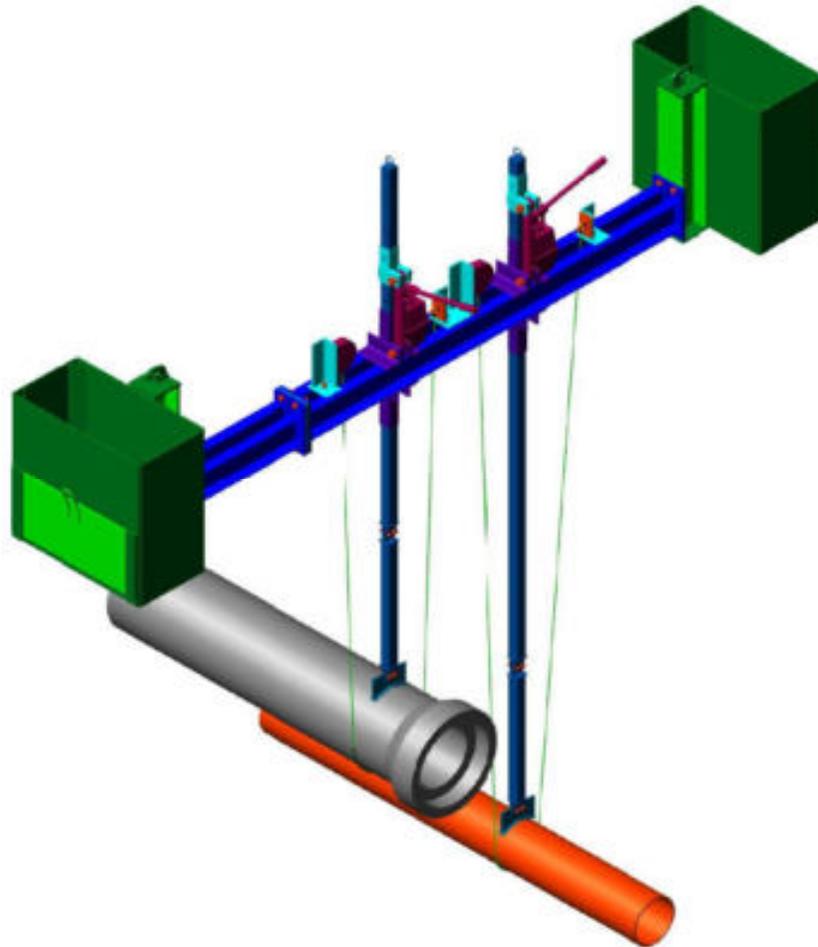
# Herstellertechnik – Schaufelseperator



Quelle: -PROV- Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH – RSS® Maschinentechnik



# Einbautechnik – Rohrverlegehilfen Auftriebssicherungen und Messmittel



Quelle: -PROV- Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH – RSS® Maschinentechnik

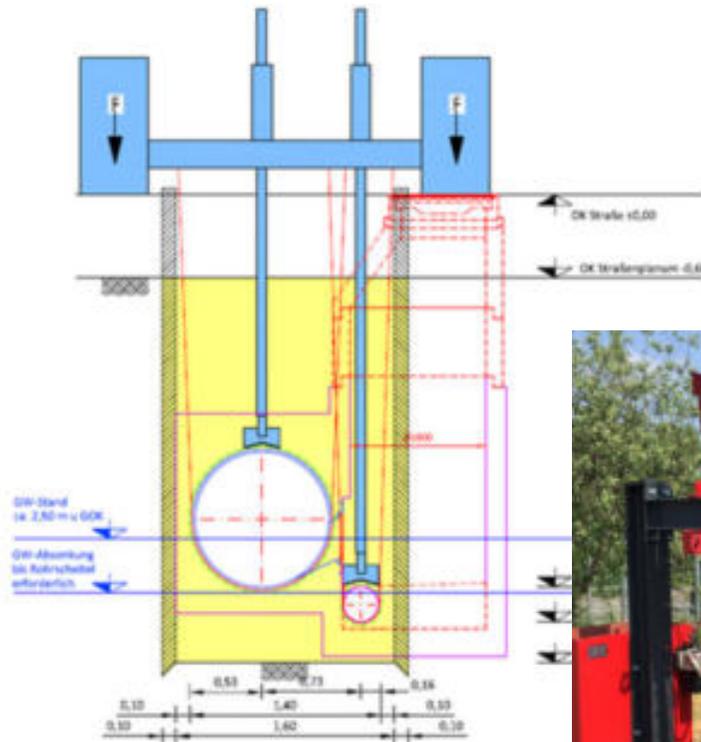


# Einbautechnik – Rohrverlegehilfen

## Teil der Systemtechnik für Bauen mit FB

- ein modernes Hilfsmittel für die wirtschaftliche Arbeit mit Flüssigboden -

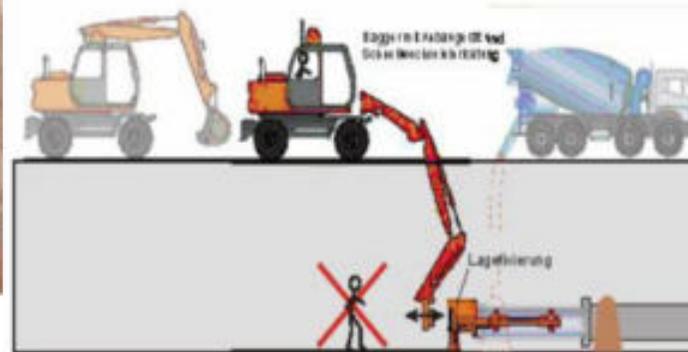
### Rohrverlegung bei erhöhtem Grundwasser unter Einsatz der RSS-Rohrverlegehilfe





## und die technische Innovation geht weiter

Rohrverlegung ohne Personal im Graben – vom Bagger aus und mit Rohrverlegehilfe:



**Neue technische Lösungen** mit hoher Wirtschaftlichkeit und als Grundlage einer hohen Qualität beim Bauen – hier für das Bauen mit neuen Technologien

Quelle: -PROV- Produktions- und Vertriebsgesellschaft mbH – RSS® Maschinentechnik

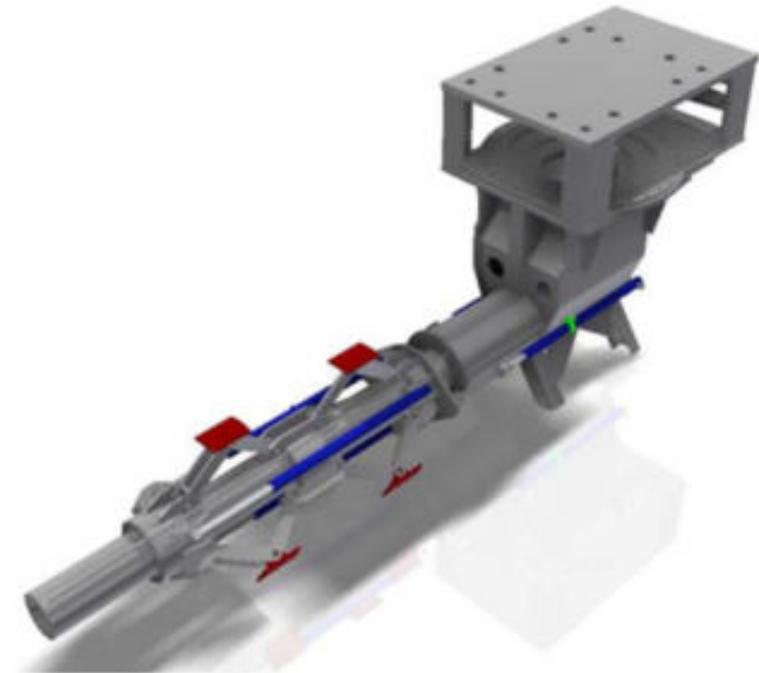
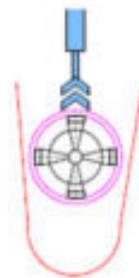
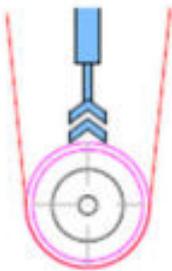
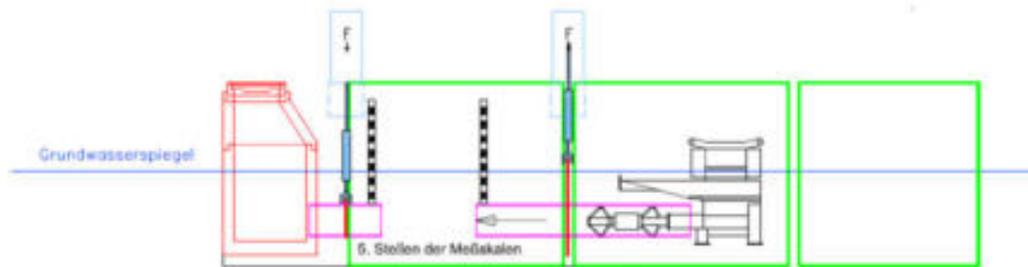


# Einbautechnik – Rohrverlegemanipulator Teil der Systemtechnik zum Bauen mit FB

- ein modernes Hilfsmittel für die wirtschaftliche Arbeit mit Flüssigboden -

## Rohrverlegung im Wasser (RSS RVM und RSS RVH)

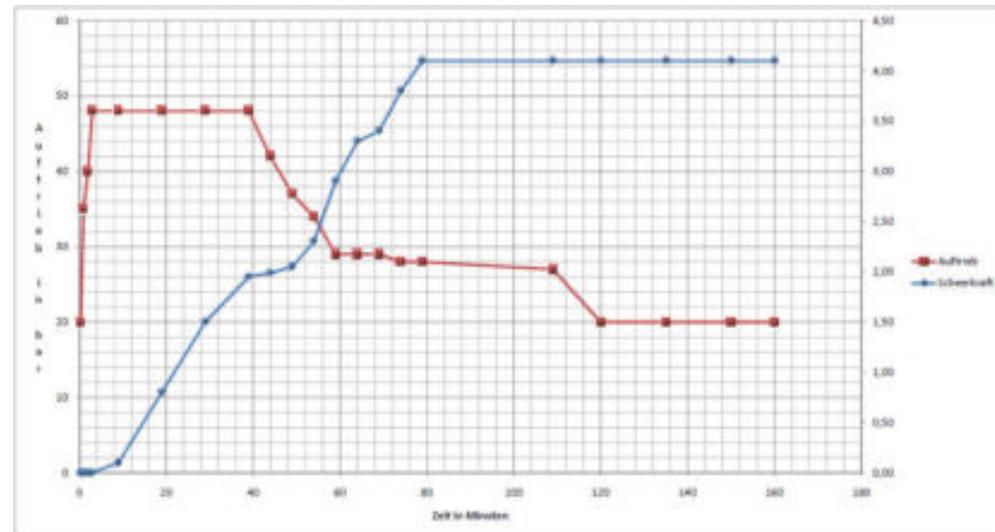
schematische Darstellung einer Typenlösung mit dem **RSS Rohrverlegemanipulator** in Kombination mit der **RSS Rohrverlegehilfe**



## Alternative Lösungen mit Nachweisführung – Bsp. Verbau - Aufgabe des Fachplaners für FB Anwendungen

alternative Verbaulösungen sind möglich, wenn man ihre Anwendung absichern kann:

z.B. bei Nutzung von Flüssigboden ist eine Umstellung von Spundwand auf Plattenverbau möglich (Nachweisführung nötig – Refixierung, Scherkraft usw.) – **der Flüssigboden übernimmt nach dem Ziehen des Verbaus die Verbaufunktion!**



Quelle: Archiv RSS® Flüssigboden Baustellen



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen

- Unter Einbaubedingungen schwindungsfreies Material
- ermöglicht eine dauerhaft gute Rohrbettung mit einem 180° Auflager
- Somit Entlastung des Rohres und keine Setzungen
- Grundlage für eine lange, schadensfreie Nutzung des Rohres



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507– Ausgang Böden aller Art



„London Clay“ als Ausgangsmaterial für Flüssigboden



Stark humin belasteter Boden als Ausgangsmaterial für Flüssigboden



Blauton als Ausgangsmaterial für Flüssigboden

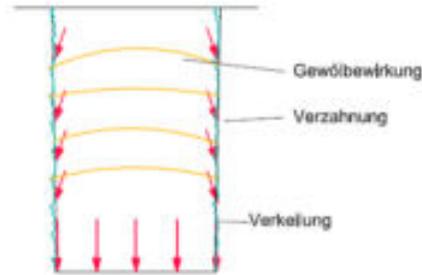
**Wiederverwendung aller relevanten Bodenarten** zur Herstellung von Flüssigboden als Möglichkeit der Erfüllung der umweltrechtlichen Vorgaben des Gesetzgebers

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



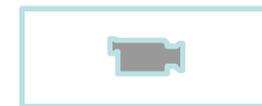
Weiche Kraft wirkt noch ?

- Reduzierung durch geringere Dichte möglich
- Reduzierung durch Gewölbewirkung des FB
- Reibkraft durch Verzahnung
- In Verbindung mit Volumenstabilität (keine Abnahme durch Schwindung wie beispielsweise bei hydr. Materialien)
- Verstärkung der Gewölbewirkung durch Verkantung



**Neue Technologien** wie z.B. die schwimmende Verlegung im Grundwasser mittels speziell eingestelltem Flüssigboden auf der Grundlage einer gesonderten Nachweisführung und Planung

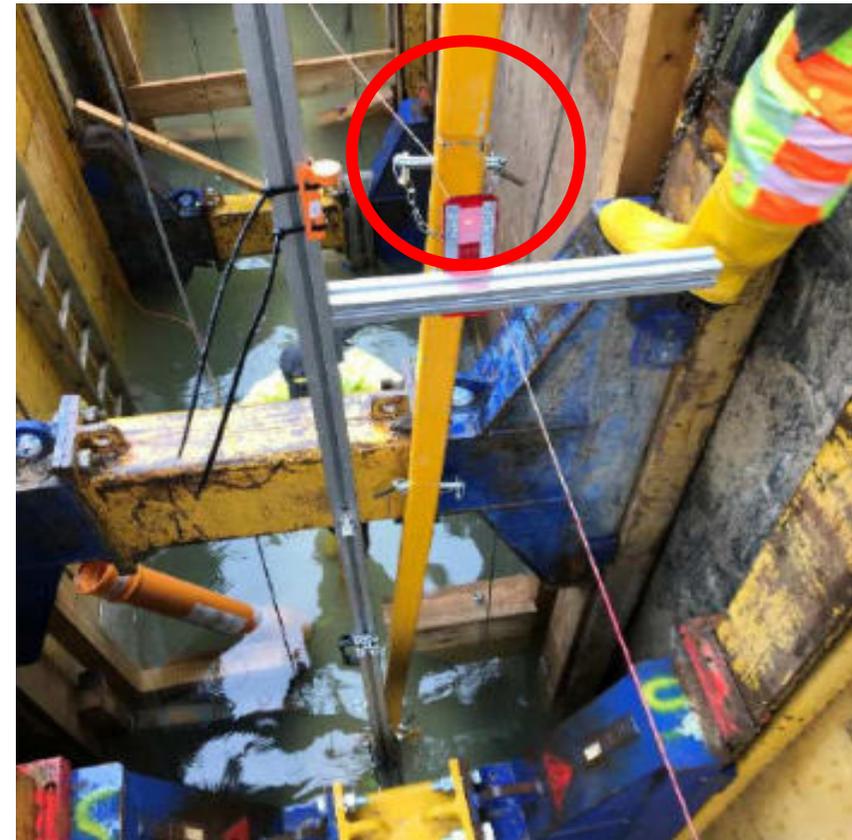
**Bedarf an Nachweisen** zur Sicherung der Gebrauchstauglichkeit z.B. Nachweis der dauerhaft sicheren Schwindungsfreiheit und der nötigen Relaxationsfähigkeit des eingesetzten Flüssigbodens als Grundlage der dauerhaften Lagesicherheit des Rohres unter statischen und dynamischen Lasten.





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507 – Kanalbau unter Wasser



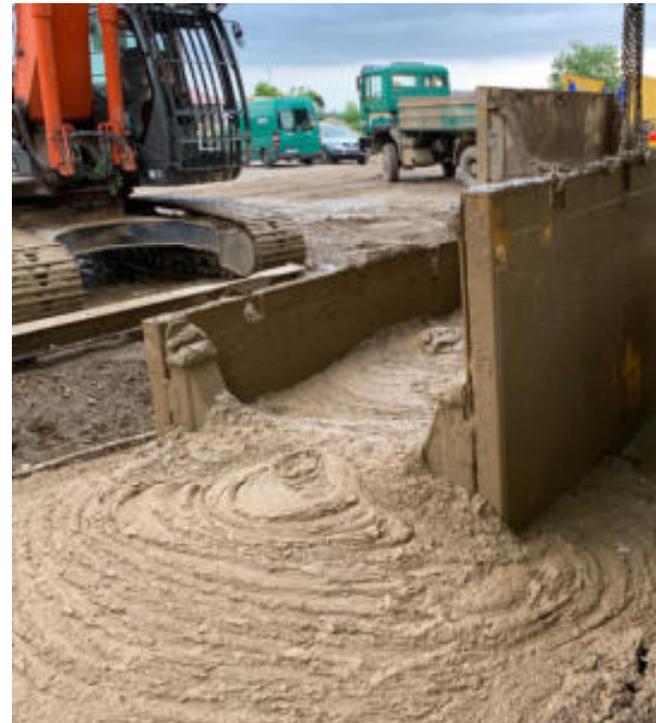
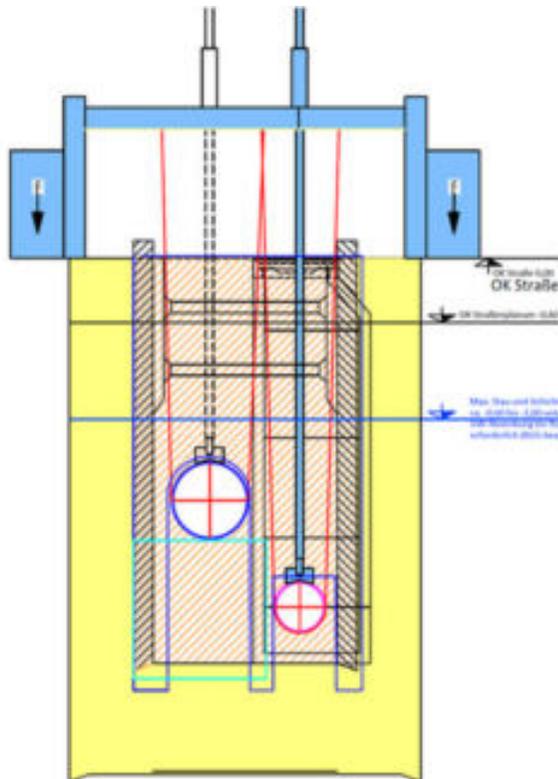


# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507 – Kanalbau unter Wasser

**Neue Technologien** wie z.B. die sogenannte holländische Bauweise im Grundwasser bei sehr hohen Wasserständen und/oder vielen Querungen im Bereich der Grundwassereinwirkung und kleinen Nennweiten der Abwasserrohre

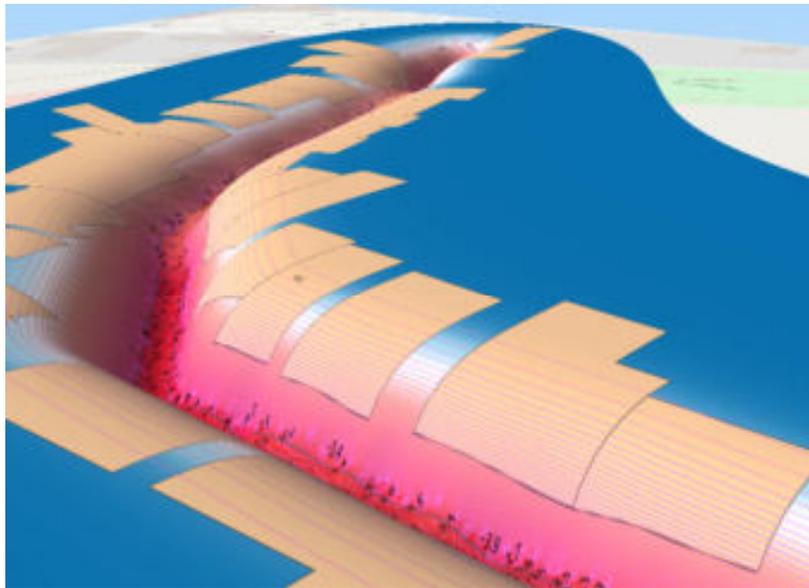




# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Vergleich der herkömmlichen Wasserhaltung mit den Möglichkeiten des RSS<sup>®</sup>-Flüssigbodenverfahrens

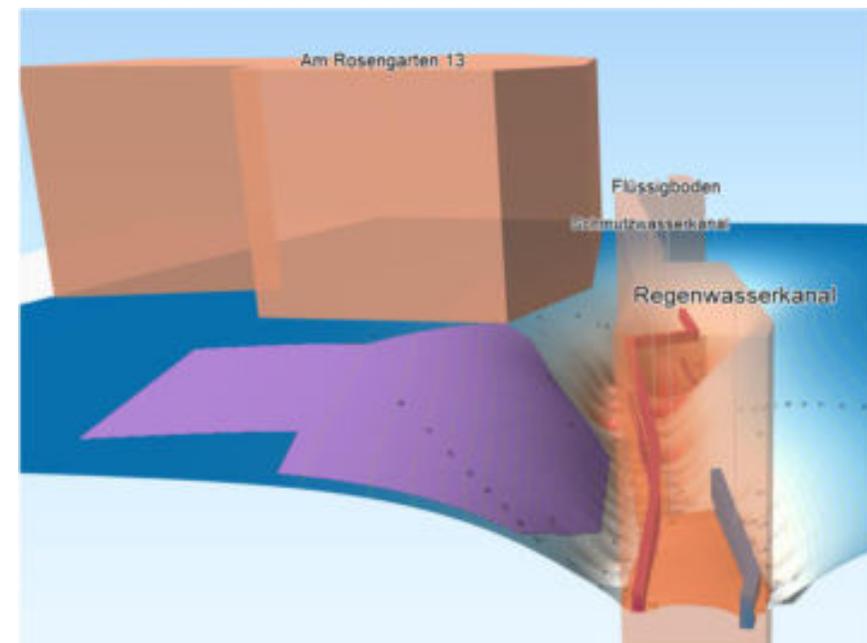


### Absenktrichter bei GW Absenkung mittels Filterbrunnen:

- Absenkung des Grundwasserspiegels 0,5 m unter die Grabensohle bei klassischer Verdichtung erforderlich
- Verlust der InkompRESSibilität der wassergefüllten Porenräume des Bodens unter den Gebäuden

### Tragfähigkeitsverlust unter Gebäuden

- unter den Gebäudeflächen kommt es zu Setzungen als Folge der GW Absenkung
- hohe Kosten durch die GW Absenkung
- hohes Risiko ungeplanter Folgeschäden
- hoher Aufwand und lange Bauzeit

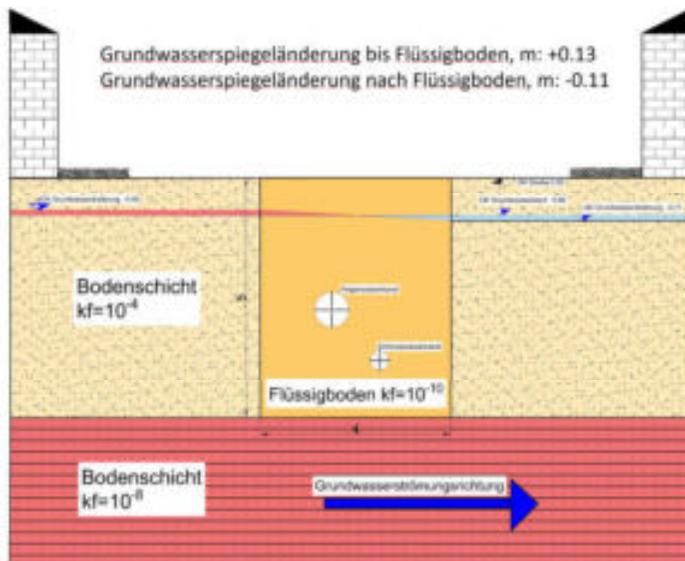




# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Absicherung des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden bei Arbeiten unter den Grundwasserniveau

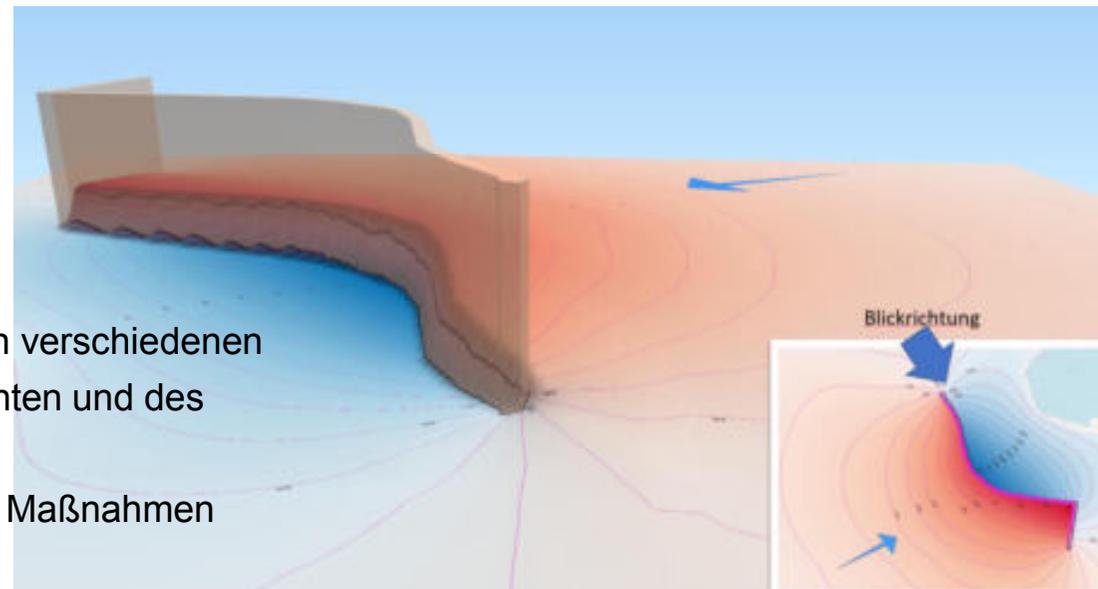


### Ergebnisse der hydrogeologischen Modellbildung

- Quantifizierung des Einstaus als Folge von verschiedenen Wasserdurchlässigkeiten der Bodenschichten und des Flüssigbodens
- Herleitung und Planung der erforderlichen Maßnahmen zur Verhinderung des Einstaus

### Alternative Flüssigbodenbauweise und Ergebnisse der Nutzung eines hydrogeologischen Modells

- unter den Gebäudeflächen kommt es zu keinem Tragfähigkeitsverlust mehr, da keine GW Absenkung erforderlich ist
- Kosten der GW Absenkung entfallen
- kein Risiko ungeplanter Folgeschäden
- reduzierter Aufwand und kürzere Bauzeit





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



**Taktbauweise statt langer offener Gräben:** kurze getaktete Bauweise, ermöglicht durch gezielt eingestellte und technologisch relevante Eigenschaften von Flüssigboden **(Ist in einer angepassten Form auch bei Erdkabeln möglich!)**

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen

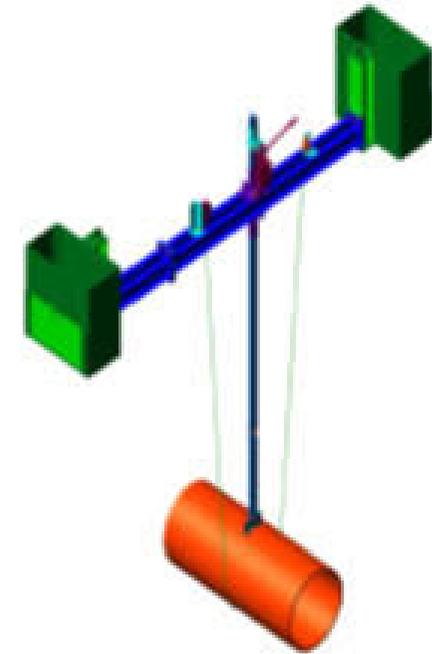


# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

**Kombination Flüssigboden** hier mit Saugbagger-technik zur Sicherung hoher Bauleistung auch bei Querungen und gehäuften unterirdischen Hindernissen



Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

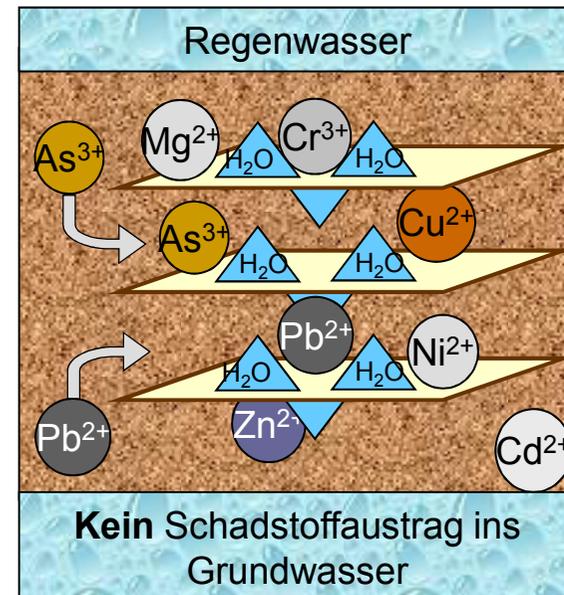
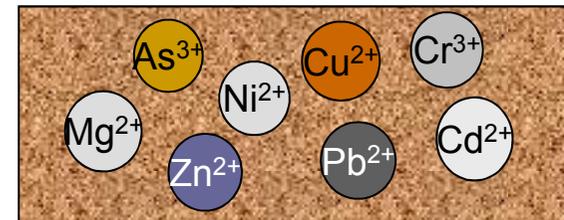
## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

### Umgang mit kontaminierten Böden:

- Immobilisierung von kontaminierten Böden mit verschiedenen Arten von Kontaminationen am Beispiel von stark kontaminierten Schlämmen und Schlacken
- hier: Luxemburg – Arcelor/Mital Esch Belval



Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

### Untergrundstabilisierung und alternative Gründungskonzepte:

- Herstellung von stabilen Untergründen auf und aus herkömmlich ungeeignetem Material



Quelle: Fa. Die Bau GmbH, Baustelle Rheinfeldern



Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen - Offenburg



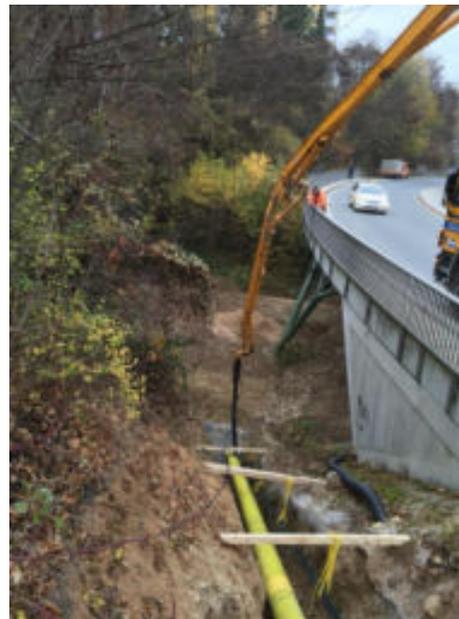
# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

### Steuerung technologisch relevanter Eigenschaften:

- Verfüllung einer Gashochdruckleitung mit Flüssigboden nach RAL-GZ 507 am Hang
- Arbeit bei Hangneigung von 40 – 45 Grad mit Pumpe ohne Wegfließen des Materials
- Sicherung der Widerlagerfunktion
- deutliche Bauzeitverkürzung

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen

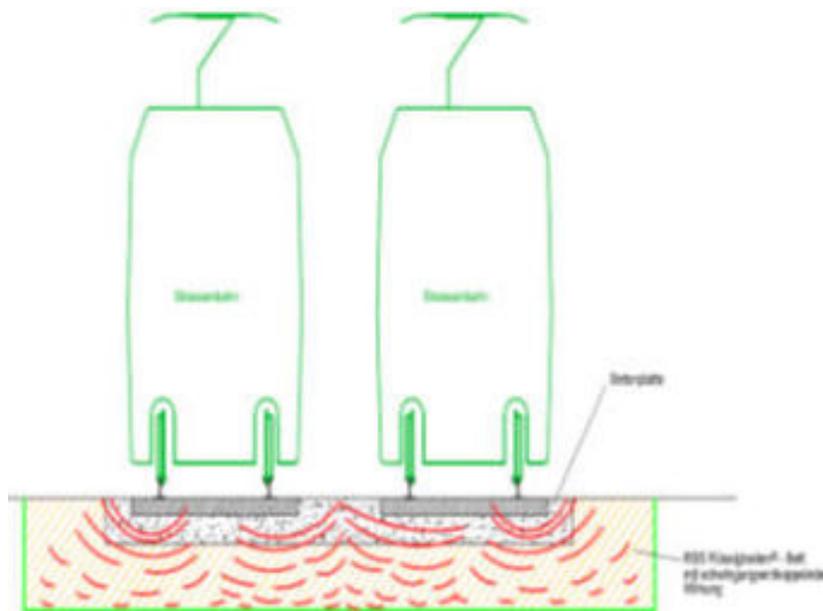




# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



## Schwingungsentkopplung und -dämpfung:

Schutz von Material, Gebäuden und Menschen vor den Folgen dynamischer Lasteinwirkungen z.B. beim Straßenbahnbau



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



## Denkmalschutzanwendungen:

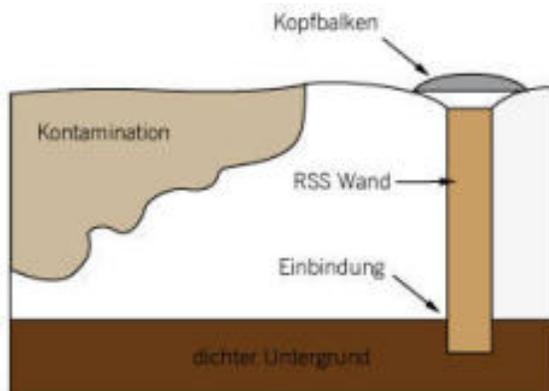
z.B. Schutz alter, denkmalgeschützter Bausubstanz durch den Einsatz von Flüssigboden vor Schwingungen und Wasser

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen

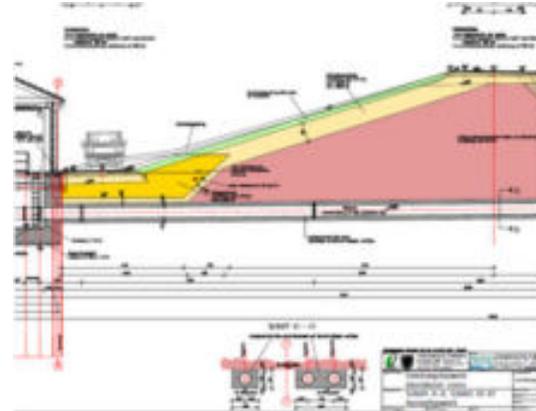


# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



- Anwendungen im Ingenieurbau:
  - Stütz- und Dichtwandbau
  - Deponiebau z.B. Einkapselung kontaminierter Bereiche
  - Kerndichtungen für Dämme
  - Trogbauweise usw.





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Flugplatzbau mit RSS<sup>®</sup> Flüssigboden nach RAL-GZ 507





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Flugplatzbau mit Flüssigboden nach RAL-GZ 507

### Verschiedene Anwendungen auf Flugplätzen:

- Bauen auf schlecht tragfähigen Untergründen
- Bauen im und unter Wasser
- Stütz- und Dichtwandbau
- Schwingungsdämpfung
- Wiederverwendung des Aushubbodens ohne Austausch und Deponierung außerhalb des Flugplatzes
- Wiederverwendung kontaminierter Böden z.B. bei Enteisungsmittel, Kerosin etc.





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



- Dichtwand
- Kerndichtung



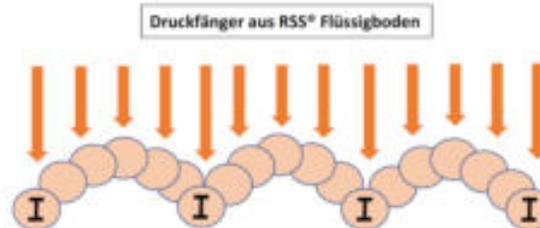
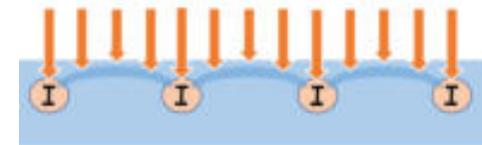


# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



Überschneidende Bohrpfehlwände mit besonders hoher Tragfähigkeit bei zusätzlicher Bewehrung und hoher Relaxation





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

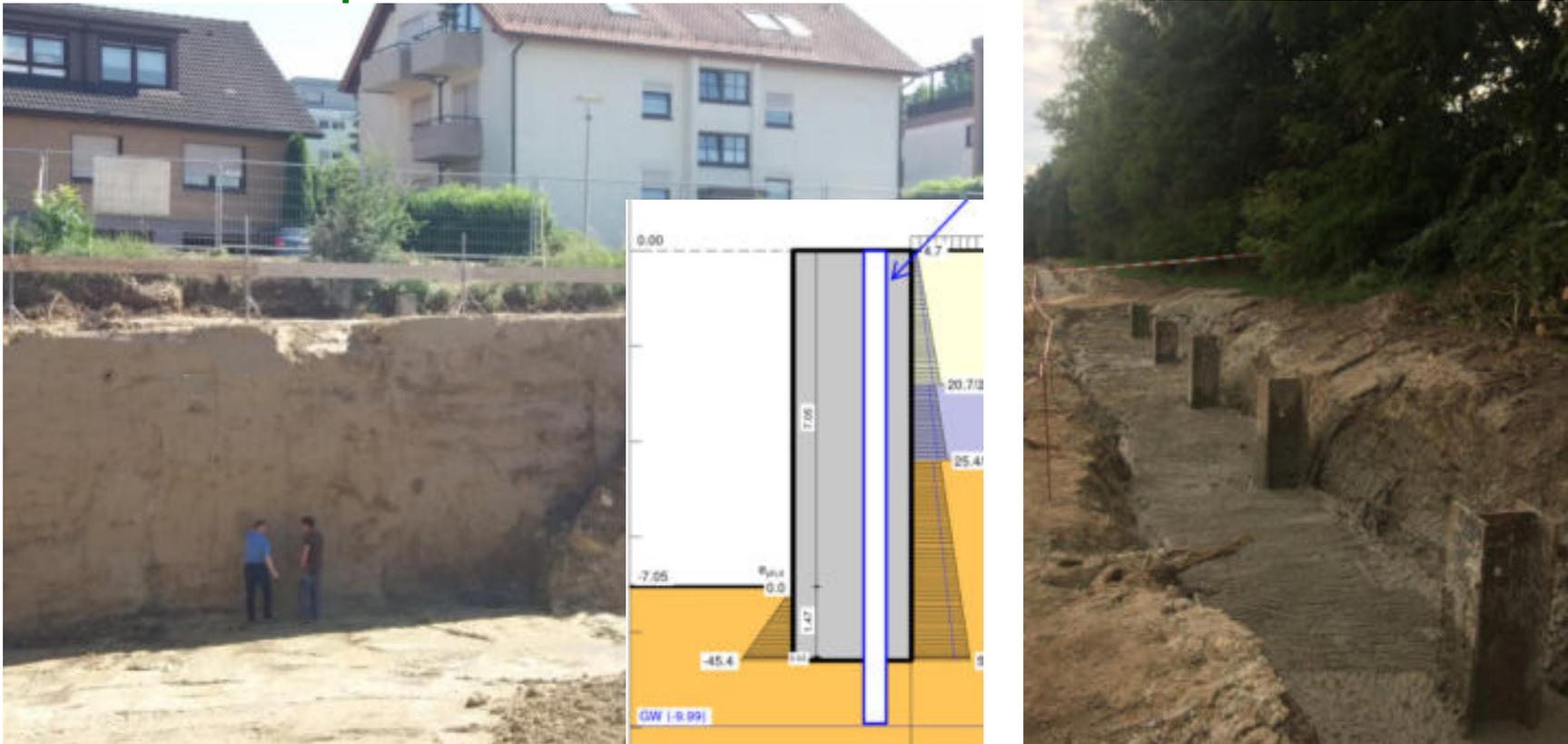


RSS<sup>®</sup> Wand als dichter Baugrubenverbau zur Substitution der rückverankerten, dichten Spundwand ohne verbleibende Bewehrung



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

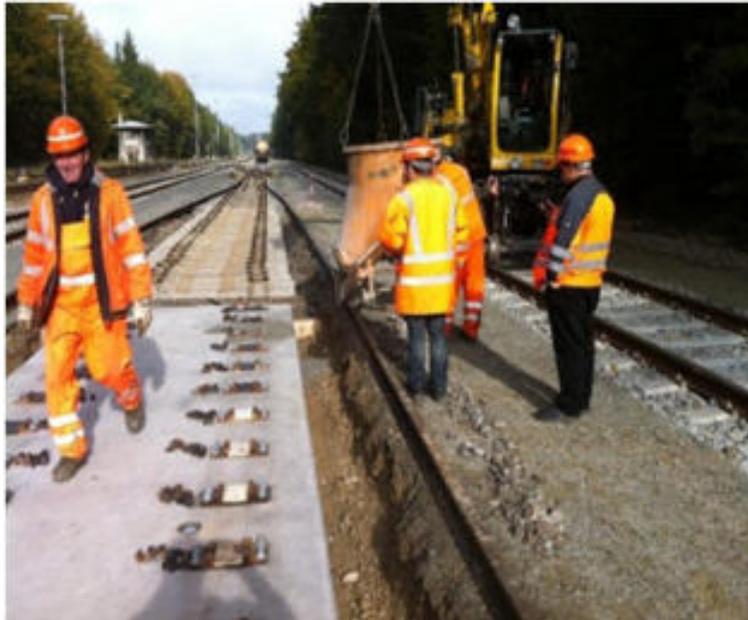


RSS<sup>®</sup> Wand als dichter Baugrubenverbau, ergänzt durch eine wasserdichte Bodenplatte aus RSS<sup>®</sup> Flüssigboden mit Wegfall der rückverankerten, wasserdichten Spundwand und Rückgewinnung der Bewehrung



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507



Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen

### **Bahnanwendungen:**

Einsatz von Flüssigboden zur Erzielung hoher Tragfähigkeiten bei gleichzeitig nutzbarer Schwingungsentkopplung und Lösbarkeit



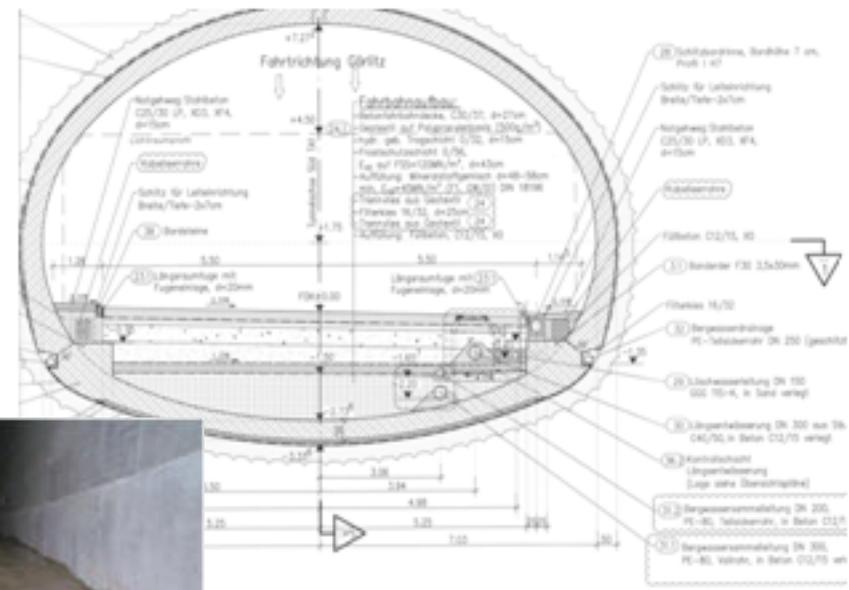
# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507 im Tunnelbau

### Anwendungen im Tunnelbau:

- Tragschichten
  - Hohraumverfüllung
  - Leitungsumverlegung
  - Wasserprobleme
  - Schwingungsentkopplung
- usw.



Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Straßenbau mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

- Straßenbau auf „schwimmenden“ Platten aus RSS Flüssigboden<sup>®</sup>  
Bsp. Projekt Bahnhof Offenburg





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Straßenbau mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

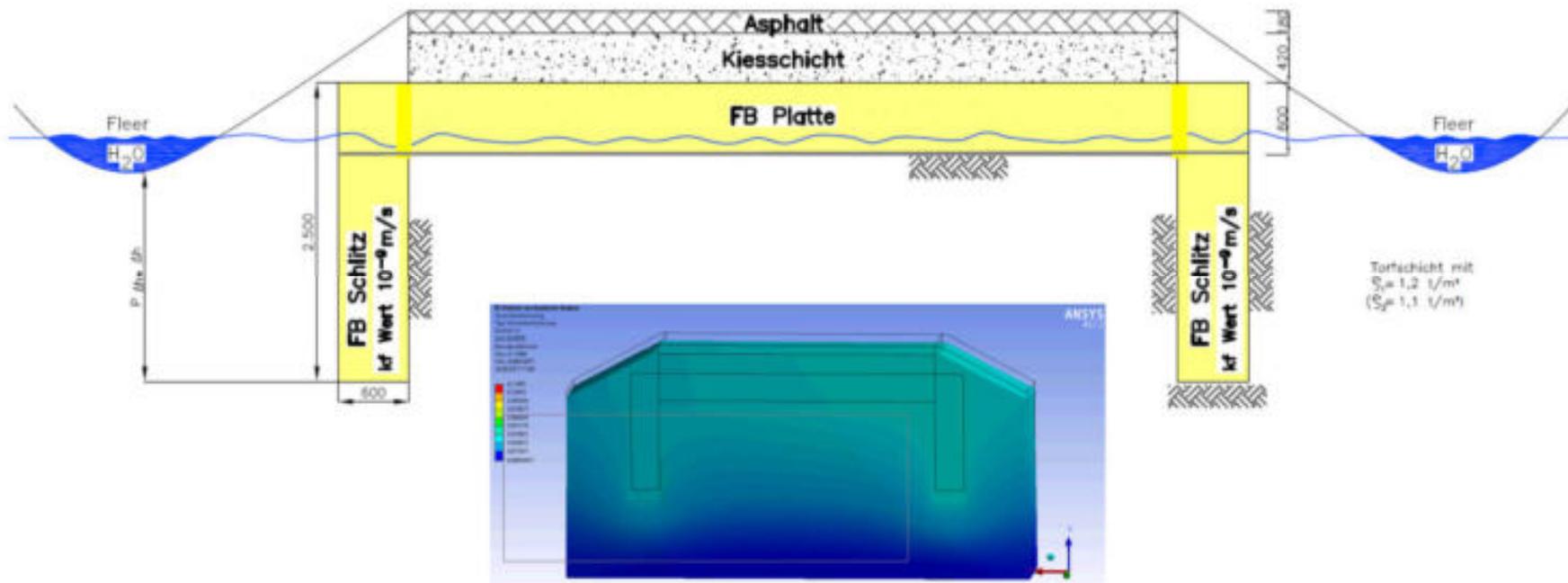
- Straßenbau auf weichplastischen Untergründen bis Schlamm



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Straßenbau mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

Seitlich gefasste Bodenplatte zur Minimierung von Setzungen über einen, mittels Schlitztiefe gesteuerten Gegendruck





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Straßenbau mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

Schutz der anstehenden Bebauung aber auch der eingebauten Rohre vor dynamischen Lasten aus dem Straßenverkehr infolge hoher Absorption von Schwingungen mittels Flüssigboden – Bsp.: Projekt Barth

Darstellung der Geschwindigkeit aus den Versuchen am Messpunkt 2

Einzelwerte	f = 10 Hz		f = 10...50 Hz		f = 50...100 Hz	
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





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Straßenbau mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

Hangstabilisierung mit Flüssigboden – Stirnseite druckbelastet  
 Seitenflächen über Reibkräfte Last abtragend

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen





# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Straßenbau mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

Flüssigboden als lastverteilende Schicht unter Autobahnen, Straßenbahnen usw.



Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen



Autobahnbau Luxemburg - Frankreich



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

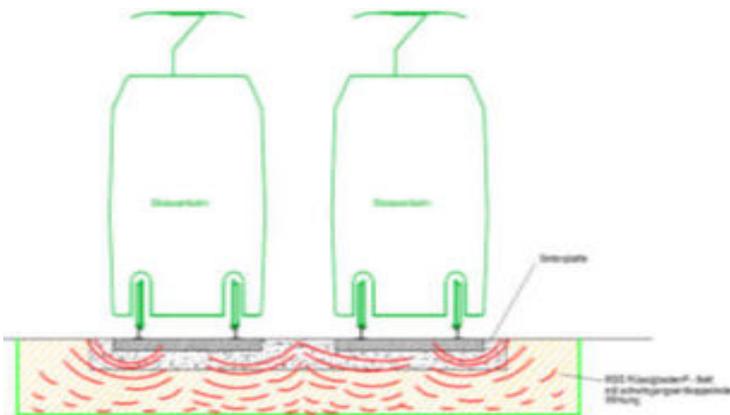
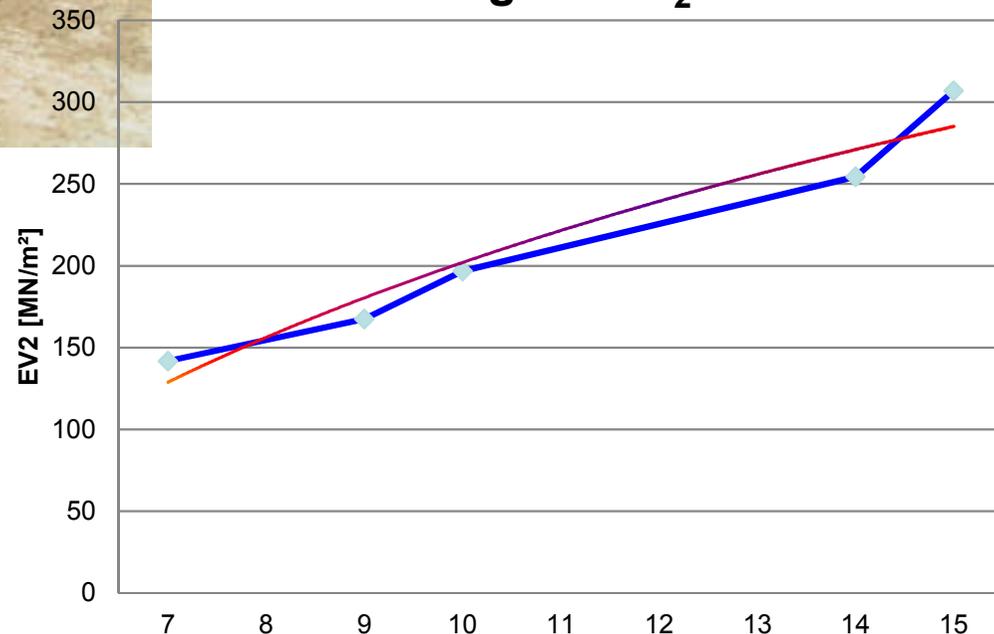
## Straßenbau mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen



Beispiel einer Bodenplatte aus RSS Flüssigboden unter einem Stadtbahngleis in Stuttgart - Zuffenhausen

**Entwicklung der  $E_{v2}$ -Werte**







# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Vermeidung von Grundbruch mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

### Wasserbau / Hafenanlagen

- Hinterfüllung von Auskolkungen hinter Spundwänden
- Schwingungsdämpfung und damit Verhinderung von Grundbruch als Folge dynamischer Lasten durch Propeller bis Trossenzug
- Verfüllung im und unter Wasser unabhängig ob Süß- oder Salzwasser
- Vermeidung von Schäden im Untergrund als Folge „falscher“ Verfüllungen, die durch Dichteunterschiede Schwinger bei Energieeinwirkungen bilden
- Restabilisierung alter Mauern

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen





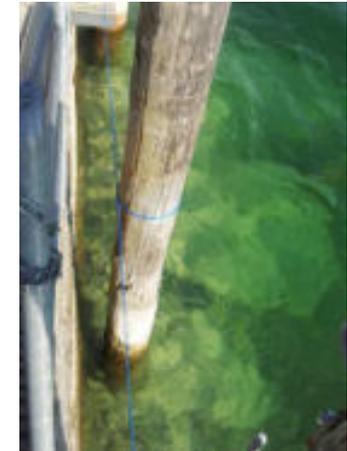
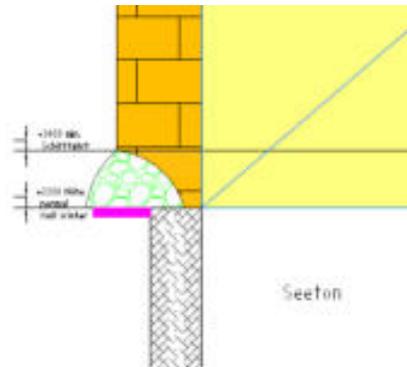
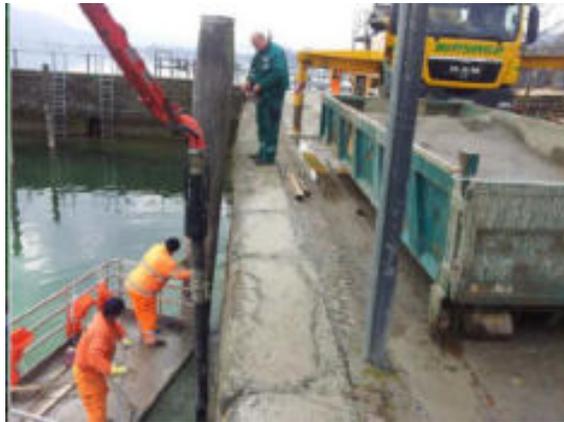
# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Lösung statischer Probleme mit RSS<sup>®</sup>- Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

### Sanierung einer alten Hafenmauer

- Sanierung von historischen Bauwerken in und unter Wasser
- Sanierung von statisch unbestimmten Bauwerken in und unter Wasser
- Einsatz einer Lösung, die zu einer statischen Bestimmbarkeit des Sanierungsergebnisses führt.
- Aktiver Schutz gegen Sackungen und Grundbruch durch die Sanierungslösung

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen





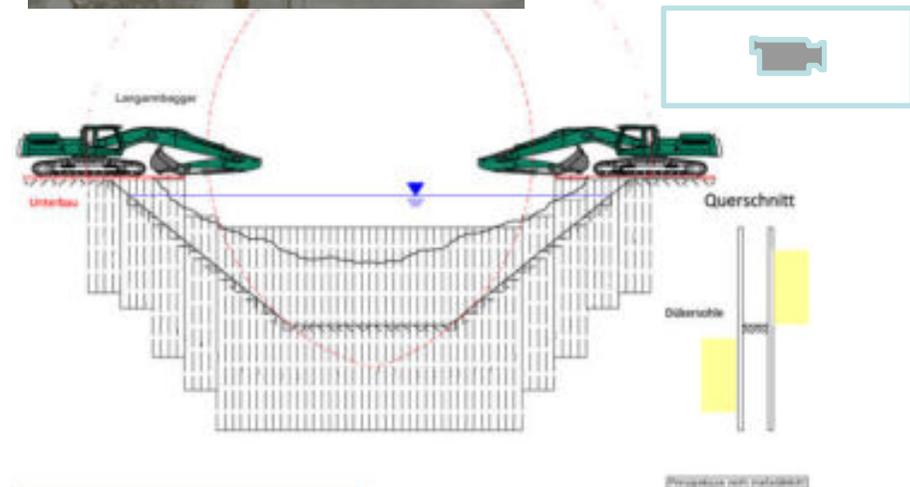
# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Dükerbau bei fließendem Wasser mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

### Dükerbau in Fließgewässern:

- Kosten und Bauzeit sparender Bau von Dükern in Flüssen ohne Aufstau oder Bypasslösungen
- Verzicht auf externe Widerlager und Auflager
- Einsatz der sogenannten „schwimmenden Verlegung“

Quelle: Archiv RSS® Flüssigboden Baustellen



Quelle: Archiv RSS® Flüssigboden Baustellen



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Möglichkeiten des Einsatzes von RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL GZ-507

Medium	Problem	Lösung
Hoch- und Höchstspannung	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elektro-Leitungen geben Wärme an die Umgebung ab</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gezielte Optimierung der Wärmeleitfähigkeit mit dem Ziel höherer Übertragungsleistungen und Lebensdauer</li> </ul>
Fernwärmeleitungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Benötigen Reibkräfte mit definierten Ober- und Untergrenzen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gezielte Einstellung der Reibkräfte über die Optimierung der Relaxation</li> </ul>
Gasleitungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Längsläufigkeit von Gas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Herstellung erhöhter Adhäsion</li> </ul>
Trinkwasser	<ul style="list-style-type: none"> <li>Erwärmung infolge Klimaänderungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutzung der Möglichkeit, Flüssigboden dämmend einstellen zu können</li> </ul>
LWL usw.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lage im Bereich der Frosteindringtiefe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wahl einer entsprechend geeigneten Rezeptur und ihrer Bestandteile</li> </ul>

### Komplexe Trassen als Ergebnis der Energiewende:

Vorteile für Stadtwerke bis Abwasserbetriebe : Anwendungen für kommunale Ver- und Entsorger im Bereich aller Versorgungsleitungen von Gas über TW bis ELT, LWL oder Fernwärme aber auch Regen- und Schmutzwasser



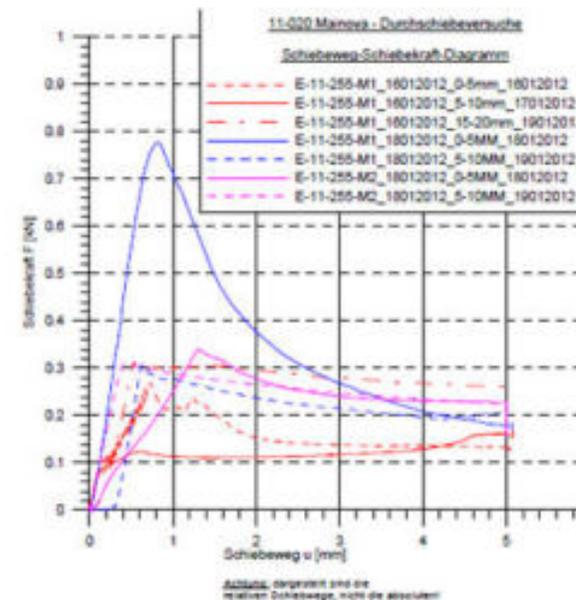
# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Fernwärme



### Qualitätssicherung und Nachweisführung

Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen

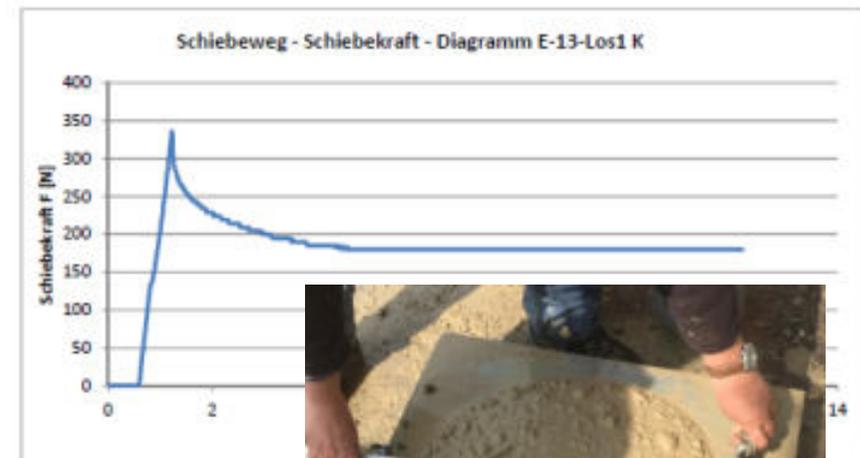


**Dauerhafte Reibkräfte** mit definierter Ober- und Untergrenze am Fernwärmerohr – Grundlage für eine lange, schadensfreie Nutzung des Rohres – Berlin, Unter den Linden, KMR DN 400

# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Fernkälte

### Qualitätssicherung und Nachweisführung



**Dauerhafte Reibkräfte** mit definierter Untergrenze am Fernkälterrohr – Grundlage für eine lange, schadensfreie Nutzung des Rohres – in Kombination mit hoher Wasserdichtheit und geringer WLF - München, Zschokkestraße – DN 500



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Gasleitungen bis Pipelinebau



Quelle: Archiv RSS® Flüssigboden Baustellen



- Relaxationseigenschaften verhindern Längsläufigkeit von Gas
- Verbesserung des Korrosionsschutzes
- Minimiert bis verhindert Joule Thomson Effekt
- chemischen Beständigkeit der Odoriermittel zur Suche von Leckagen gegeben
- punktgenaue Suche von Leckagen möglich, da keine Längsläufigkeit des Gases
- neue Technologien im Pipelinebau möglich
- Alternative Lösungen bei technischen Problemen wie z.B. Düker möglich
- Winterbau bei tiefen Temperaturen möglich
- Widerlagerfunktionen können durch definiert einstellbare Reibkräfte übernommen werden

(s. F&E Aktivitäten und Projekterfahrungen auf Basis von Versuchen mit RSS Flüssigboden<sup>®</sup>)



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Bau von Hoch- und Höchstspannungstrassen



### Folgen der Energiewende

- Bau von neuen Höchstspannungstrassen mit Bedarf an guter Wärmeabführung (hier Frankfurt Kelsterbach mit 380-420 kV) mit thermisch stabilisierendem Flüssigboden TS
- Vermeidung einer Reduzierung der Übertragungsleistung selbst in warmen Jahreszeiten
- Probleme mit Anwohnern und Land-/Forstwirten ausschließen
- Kostenreduzierung
- Bauzeitverkürzung
- Hohe Umweltakzeptanz



Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen



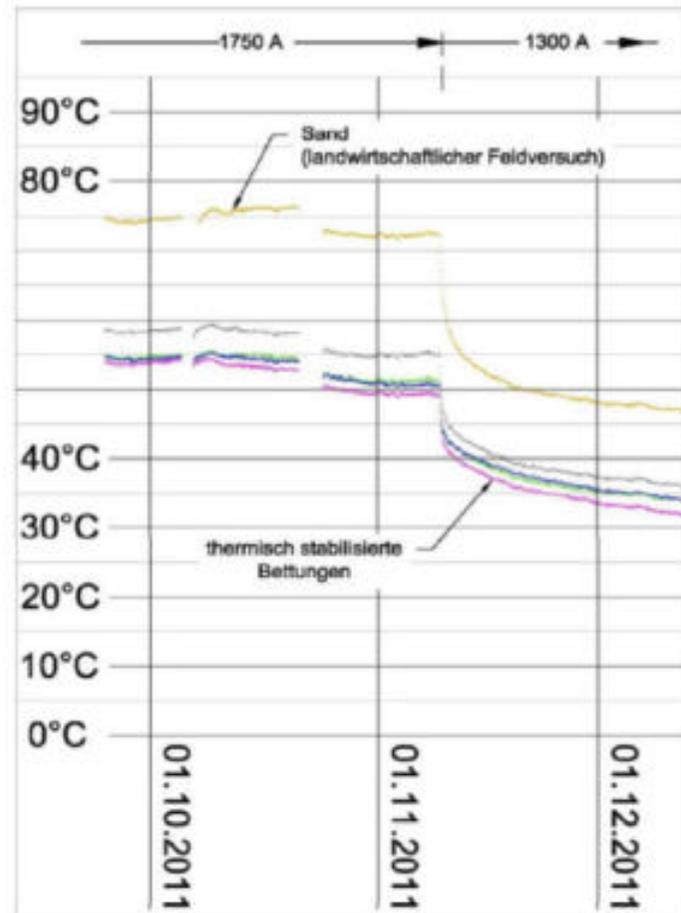
# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Temperaturkurve Übergang von Kabel-Grenzlast auf Dimensionierungslast

Sand als herkömmliches Bettungsmaterial führt zu hohen Temperaturen im Kabel

Thermisch stabilisierender Flüssigboden reduziert die Temperatur im Kabel deutlich.





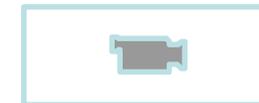
# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden

## Bau von Solarwärmespeichern



- **Isolierung und Speicherung**
- Bau von Solarwärmespeichern mit thermisch isolierendem Flüssigboden im Außenring und thermisch stabilisierendem Flüssigboden als Speicher bei gleichzeitiger Kühlung von Photovoltaikanlagen zur Steigerung des Wirkungsgrades der Anlagen

mit einer 0,8 m starken, rundum laufenden Schlitzwand aus wärmedämmendem RSS Flüssigboden®, mit hoher Wasserdichtheit und einem Kern aus wärmespeicherndem und ebenfalls wasserdichtem RSS Flüssigboden®

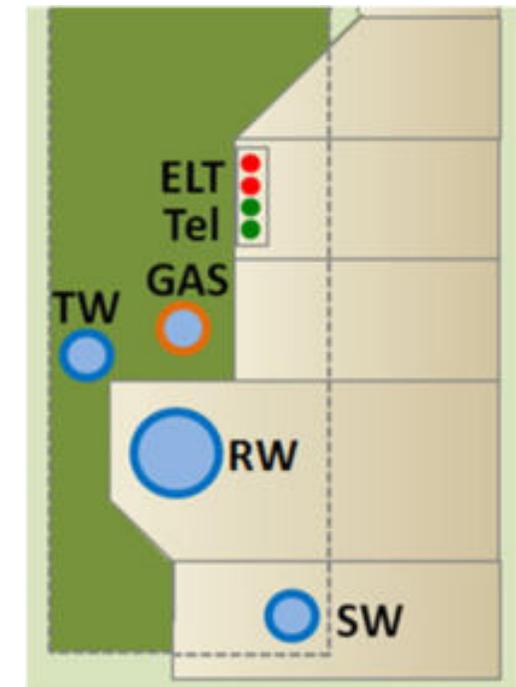
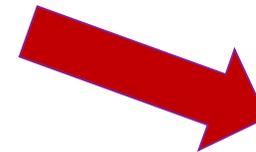
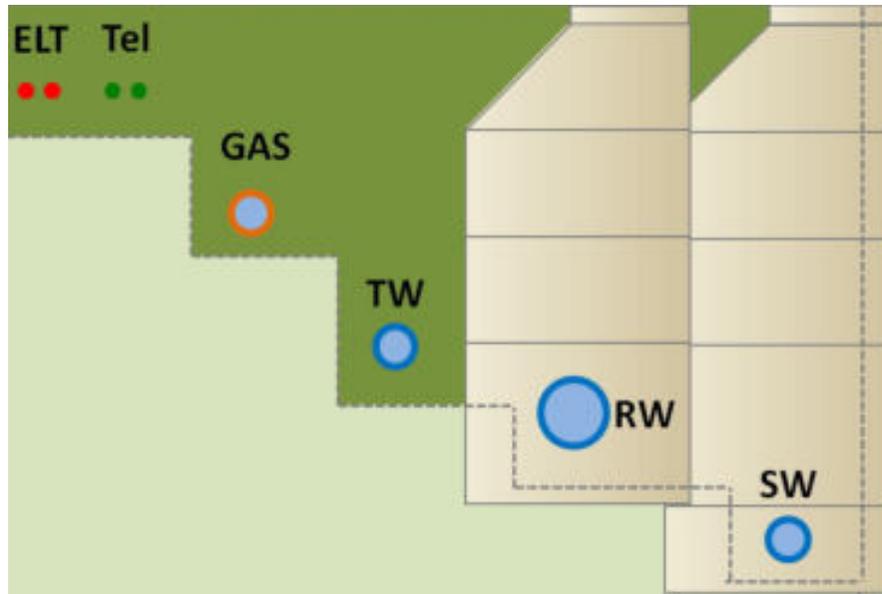


Quelle: Archiv RSS<sup>®</sup> Flüssigboden Baustellen



# Energiewende und RSS® Flüssigboden

*Kombitrassen – Bedeutung für flexible städteplanerische Lösungen*



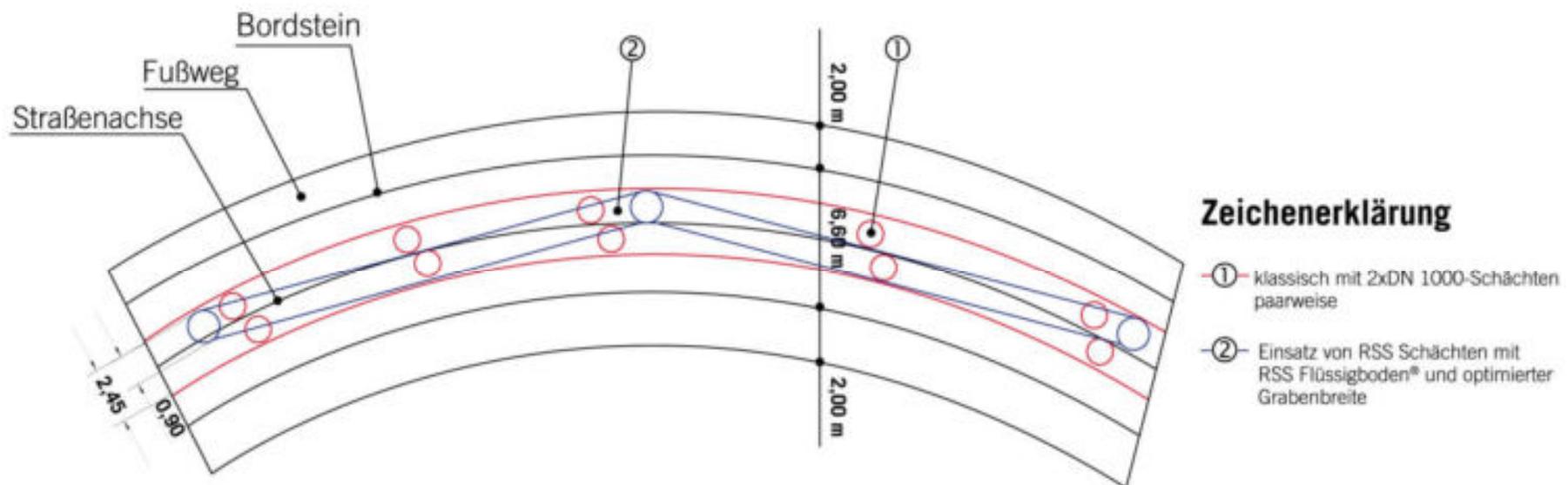
Steigender Aufwand bei der Erhaltung der Netze  
bedurfte neuer Wege

**Energiewende und Standortwettbewerb**  
zusätzliche Faktoren bei der Suche nach flexiblen  
Infrastruktursystemen

**Vorteile für die Straßen, ihre Erhaltung und  
Flexibilität im Untergrund**

## Teilziele – Wirtschaftlichkeit und Standortvorteile

Voraussetzung für einen hohen wirtschaftlichen Nutzen ist eine Minimierung der Anzahl an Schächten in der Straße bei Erhalt des Zugriffs auf alle Medien und eine Lösung, um die Straßendecke nicht aufnehmen zu müssen



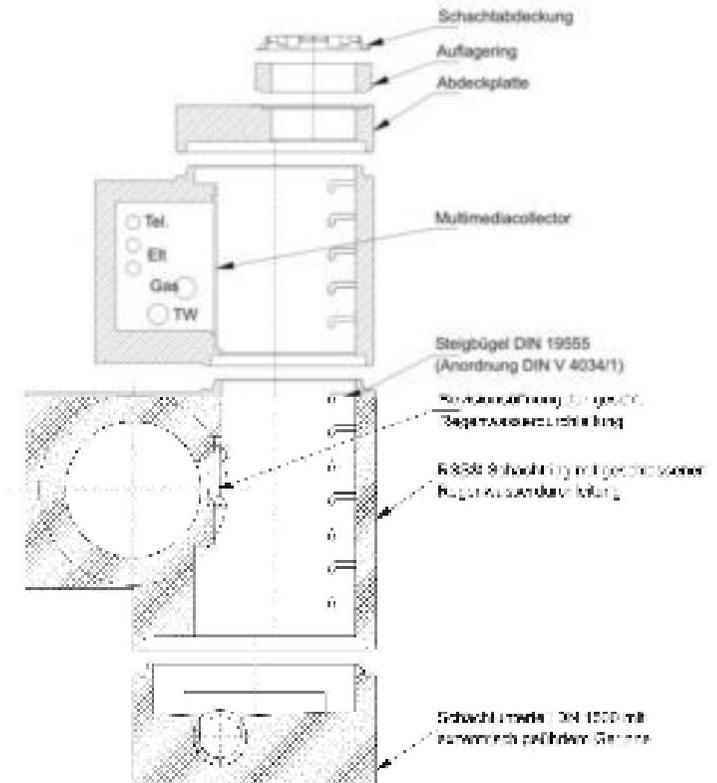


# Erfahrungen mit Kombitrassen und RSS®-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

Quelle: Archiv RSS® Flüssigboden Baustellen



Quelle: Ing. Büro LOGIC, Projekt Stuttgart, Katharinenhospital



Quelle: Fa. Bau GmbH, Projekt, Lachen, Schweiz



# Erfahrungen mit Kombitrassen und RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden entsprechend RAL-GZ 507

## Beim Bau von Kombitrassen mit Flüssigboden:

- werden Bauraumreduzierungen nutzbar
- werden Bauzeitverkürzungen möglich
- werden Folgekosten bei Betrieb und Wartung des Kanals reduziert
- werden Folgekosten für den Erhalt der Straßen reduziert
- werden Standortvorteile geschaffen, da flexible Systeme nutzbar werden und neue städteplanerische Lösungen möglich werden
- entstehen neue, vorteilhaftere Kostenstrukturen die zur Reduzierung der Kosten und Beiträge genutzt werden können

**Das zeigen zahlreiche Projekte bei Neubau und Erneuerung!**



# Erfahrungen mit RSS<sup>®</sup>-Flüssigboden



## Bedarf an Fachkompetenz bei Planern und Baufirmen

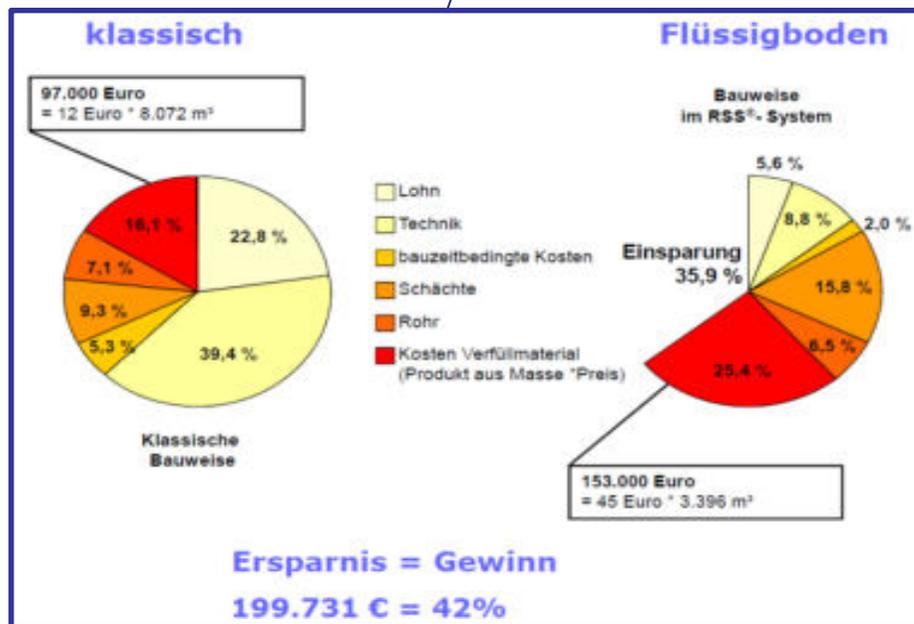


- Mit zunehmender Fachkompetenz bei Planern und Baufirmen werden technologisch anspruchsvollere Lösungen nutzbar, wie sie in den letzten Jahren entwickelt wurden.
- Dies ist wichtig, denn beim Flüssigbodenverfahren geht es um ein grundlegend neues Verfahren und völlig neue technologische Lösungen mit entsprechendem Bedarf bei der Gütesicherung

Quelle: IB Vogel Ingenieure, Projekt Stuttgart, Mittlerer Schlossgarten

# WARUM FACHPLANUNG FÜR FLÜSSIGBODENANWENDUNGEN?

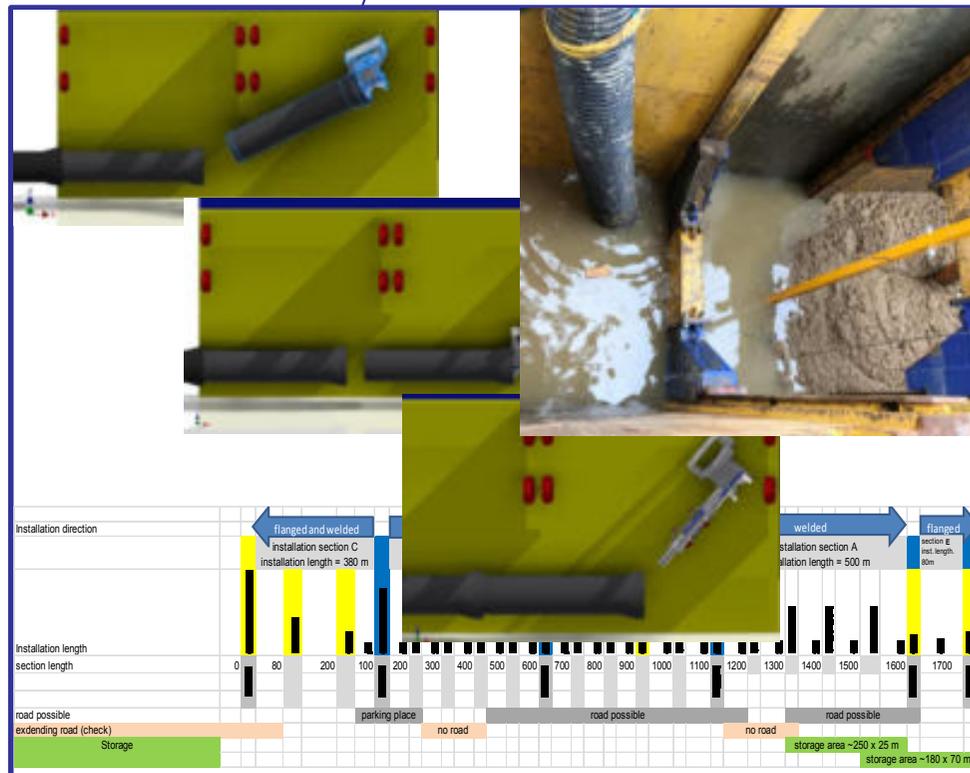
Neue Technologien führen zu veränderten Kostenstrukturen und werden so zur Basis des Nutzens für Bauherrn und Ausführende  
 Kostenberechnung (Kalkulation) als Teil der Fachplanung



- ### Andere technologische Lösungen haben eine andere Kostenstruktur zur Folge
1. DIES ERFORDERT EINE TECHNOLOGIEBASIERTE KOSTENBERECHNUNG/KALKULATION
  2. DER PLANER RESPEKTIVE DER KALKULATOR MÜSSEN DAFÜR DIE TECHNOLOGISCHEN ABLÄUFE UND DIE TECHNISCHEN HILFSMITTEL SEHR GENAU KENNEN
  3. ES GIBT BEREITS SOFTWAREHILFSMITTEL, DIE HELFEN, DIE KOSTENUNTERSCHIEDE DER VERSCHIEDENEN TECHNOLOGISCHEN LÖSUNGEN ZU BERECHNEN

## Technologisches Konzept als Teil einer Fachplanung

Das technologische Konzept macht neue Kostenstrukturen nutzbar und bietet völlig neue Lösungen – hier z.B. Bauen im und unter GW



**Das technologische Konzept macht die Abläufe und die dafür erforderlichen Ressourcen transparent und kalkulierbar**

1. DARSTELLUNG DER BAUTECHNOLOGIE UND ALLER SCHRITTE DES BAUABLAUFES
2. ANGABE DER ERFORDERLICHEN RESOURCEN UND MÖGLICHEN ABLÄUFE
3. ANGABE DER TECHNOLOGISCHEN BESONDERHEITEN DER FB TECHNOLOGIE
4. OPTIMIERUNG DER ABLÄUFE
5. BASIS DER KALKULIERBARKEIT DER VORTEILE

## Technisches Konzept als Teil der Fachplanung

Das technische Konzept macht neue Technologien erst umsetzbar und hilft so die Abläufe zu optimieren und sicher zu machen



### Das technische Konzept erarbeitet die Anforderungen an die benötigte Technik

1. ZUSAMMENSTELLUNG DER ERFORDERLICHEN TECHNISCHEN HILFSMITTEL UND PARAMETER
2. ANGABE DER ERFORDERLICHEN RES-SOURCEN UND MÖGLICHEN ABLÄUFE
3. ANGABE DER TECHNOLOGISCHEN BE-SONDERHEITEN DER FB - TECHNOLOGIE
4. OPTIMIERUNG DER ABLÄUFE
5. BASIS DER KALKULIERBARKEIT DER VORTEILE DES FLÜSSIGBODENVERFAHRENS UND DER OPTIMALEN NUTZUNG DER TECHNOLOGI-SCHEN VORTEILE

## Logistisches Konzept als Teil der Fachplanung

Das logistische Konzept optimiert Bauhilfsprozesse und hilft so die Kosten neuer Flüssigbodensanwendungen zu reduzieren



### Das logistische Konzept zur Absicherung optimierter Bauhaupt- und Bauhilfsprozesse

1. SOLL DIE OPTIMALEN ABLÄUFE AUF DER BAUSTELLE FÜR DIE BELIEFERUNG, HERSTELLUNG, DEN TRANSPORT UND DEN EINBAU ABSICHERN
2. SOLL BAUZEIT VERKÜRZEN HELFEN
3. SOLL DEN AUFWAND BEI TRANSPORT- UND HILFSPROZESSEN MINIMIEREN
4. IST EIN RELEVANTER TEIL DER MÖGLICHKEIT KOSTEN AM BAU ZU REDUZIEREN

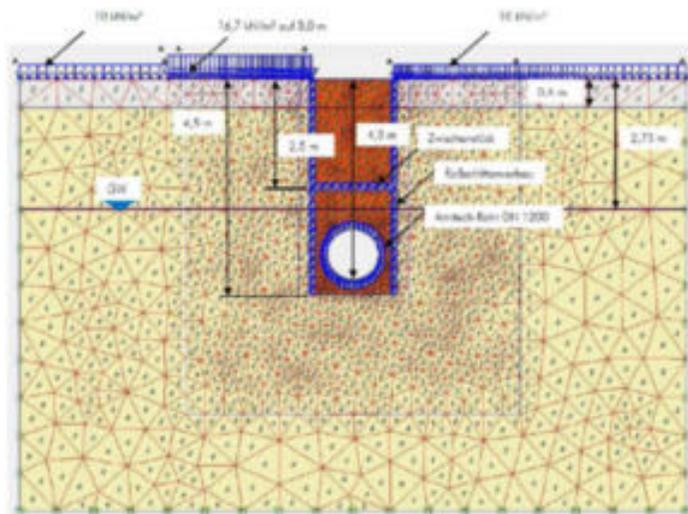


## Funktionale Nachweisführungen als Teil einer Fachplanung am Bsp. statischer Nachweisführung beim Bauen auf Torf und im GW

Die Fachplanung liefert alle funktionalen Nachweise für ein sicheres Bauen und einen sicheren Gebrauch der Lösungen des Flüssigbodenverfahrens

PROJEKT: BV SÖLZKING EITLINGER STRASSE, KARLSRUHE (RASIQ)  
 ERDBEHÖRIGENMATION NUMERISCHE SIMULATION EINBAU FLÜSSIGBODEN MIT FE-FINITE PLANE  
 Seite 4/20  
 11. Dez. 11  
 Daten: 1 FEM Berechnungen, BV, Feing, 02.05.2011

### 3. BERECHNUNGSQUERSCHNITT FLÜSSIGBODEN KARLSRUHE



Baugrundinformationen und Modelle als Grundlage für eine richtige und sicher funktionierende Rezepturentwicklung in mehreren Schritten:

- Modellierung des Baugrundes
- Einsatz eines Flüssigbodens mit angenommenen Zielwerten im Modell
- Belastung unter Betriebsbedingungen
- Beobachtung des Verhaltens des Rohr-Flüssigboden-Systems
- Bei Bedarf Korrektur der Flüssigbodenwerte
- Ableitung der Zielparameter des benötigten Flüssigbodens
- Rezepturentwicklung
- Prüfung der Rezeptur an Hand von Prüfkörpern auf SOLL Wertehaltung
- Freigabe der Rezeptur im Erfolgsfall



## Funktionale Nachweisführungen als Teil einer Fachplanung am Bsp. Der hydrogeologischen Modellierung der GW-Situation

Die Fachplanung liefert alle nötigen funktionalen Nachweise für ein sicheres Bauen und einen sicheren Gebrauch der Lösungen des Flüssigbodenverfahrens

Baugrundinformationen und Modelle als Grundlage für eine Entscheidung pro oder gegen Grundwasserabsenkung:

- Modellierung der hydrogeologischen Situation des Baugrundes
- Darstellung der Einbausituation mit 2 Szenarien (GW Haltung und Flüssigboden)
- Ermittlung von Risiken der herkömmlichen Wasserhaltung (Suffosion, Setzungen.....)
- Ermittlung von Folgen des Einsatzes von Flüssigboden unter Grundwassereinfluss
- Kosten- und Risikobewertung der beiden Alternativen (Wasserhaltung oder Verzicht darauf bei Flüssigbodentechnologie)
- Berechnung technische Lösungen zur Vermeidung von Einstauwirkungen

Pumpkosten				
Bedingung	Zeitraum	Pumprate, l/min	Zeit, Tage	Abgepumptes Wasservolumen, m <sup>3</sup>
Best case	bis zur gewünschten Tiefe des Absenktrichters	135.864	2	391.29
Best case	während der Bauarbeiten	32.02	-	71.91 m <sup>3</sup> pro Tag
Worst case	bis zur gewünschten Tiefe des Absenktrichters	253.744	5	1841.36
Worst case	während der Bauarbeiten	172.8	-	248.83 m <sup>3</sup> pro Tag

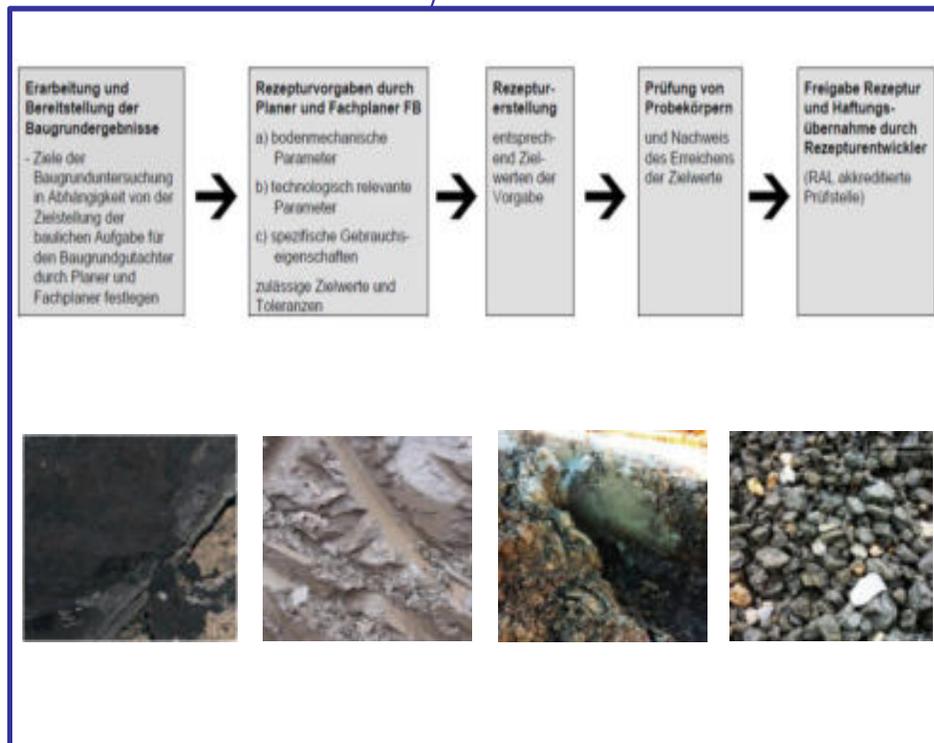
  

Gefahren für Gebäude			
Bedingung	Absenkung unter den Gebäuden, m	Hubkraftverlust, in Tonnen	Dauer der Gefährdung, Tage
Best case	0.0002 - 2.17	13.83 - 187.26	2 + bis zum Ende der Bauarbeiten
Worst case	0.28 - 2.39	226.81 - 568.93	5 + bis zum Ende der Bauarbeiten



## Erarbeitung der erforderlichen Rezeptur bzw. Rezepturmatrix für ein sicheres Bauen und Nutzen des Flüssigbodens

Die erforderliche Rezeptur bzw. Rezepturmatrix macht die Arbeit mit Böden aller Art und selbst wechselnden Bodenarten beherrschbar



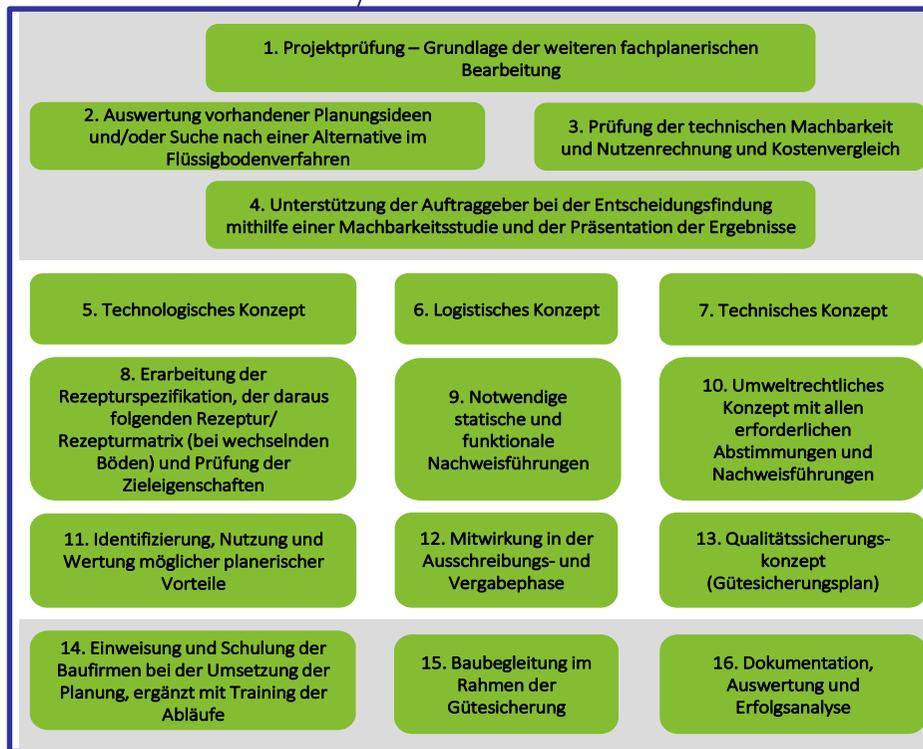
### Die Rezeptur/Rezepturmatrix sichert die Funktionalität des Flüssigbodens bei 3 Gruppen von Eigenschaften

1. BODENMECHANISCHE EIGENSCHAFTEN ZUR VERMEIDUNG VON SCHÄDEN AN STRASSEN, NETZEN UND UNTERIRDISCHEN BAUTEN
2. TECHNOLOGISCH RELEVANTE EIGENSCHAFTEN ZUR UNTERSTÜTZUNG UND OPTIMIERUNG DER BAUABLÄUFE UND REDUZIERUNG DES AUFWANDES
3. SPEZIELLE GEBRAUCHSEIGENSCHAFTEN, DIE DER NATÜRLICHE BODEN NICHT BESITZT, ABER FÜR DIE SPÄTERE NUTZUNG BENÖTIGT WERDEN

# FACHPLANUNG FLÜSSIGBODENANWENDUNGEN

**P**

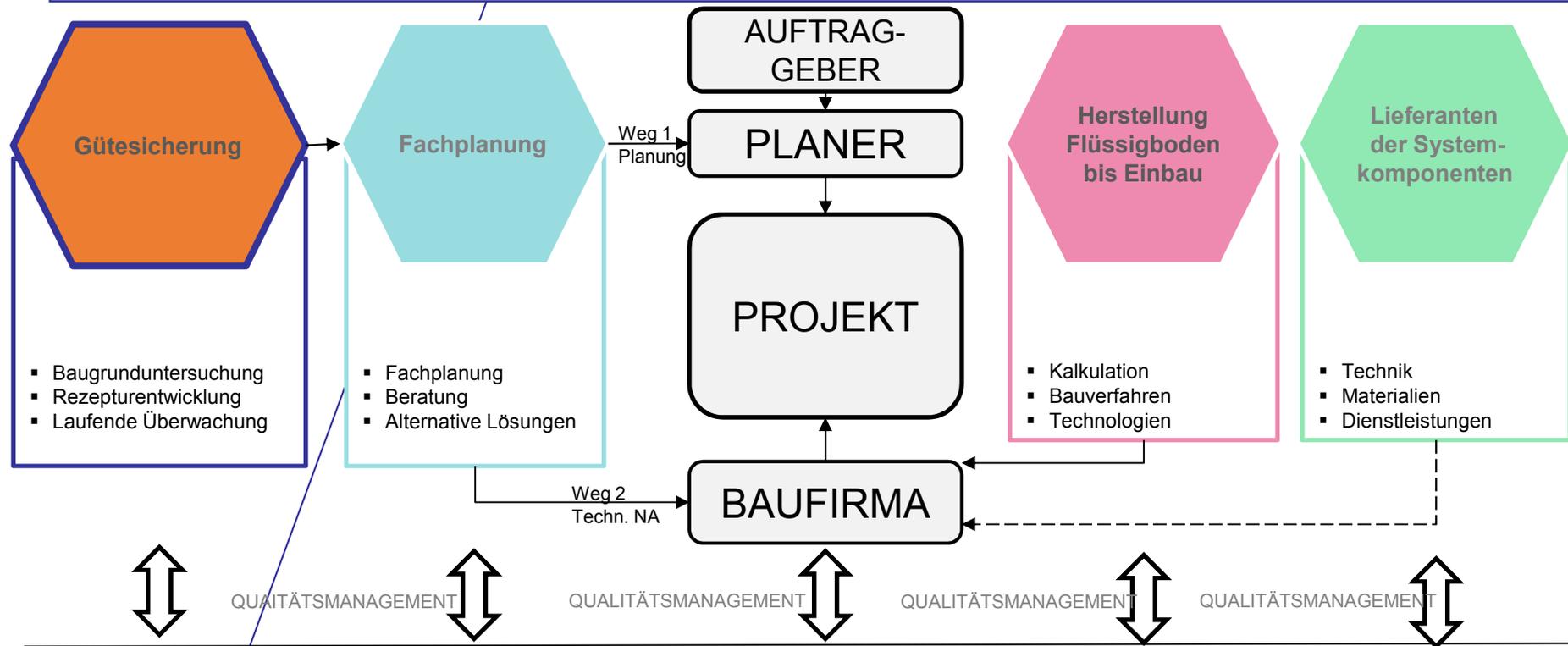
## Beispiele von Planungsleistungen für Flüssigbodenanwendungen



**Fachplanung Flüssigboden:** Leistungen, die die Vielfalt der Anwendungsmöglichkeiten des Flüssigbodenverfahrens technisch sicher und wirtschaftlich vorteilhaft machen sollen und auch alle in diesem Zusammenhang stehenden Fragen von Qualitätssicherung bis zur Kostenberechnung, Nachweisführungen, Umweltrecht, Bodenmechanik, Hydrologie, Materialeignung, Technologie, Technik usw. bearbeiten und als Zuarbeiter des Projektplaners agieren.



## VON DER FB INNOVATION BETROFFENE GESCHÄFTSPROZESSE IM TIEFBAU



- RAL-GZ- 507: ist ein Gütezeichen und Qualitätsstandard, vergleichbar mit der DIN, aber mit höheren Anforderungen als die DIN Anforderungen. RAL zugelassene Prüfinstitutionen überwachen und prüfen die Anwendung des Flüssigbodenverfahrens nach objektiven Kriterien und setzen nötige Standards durch.
- Die erforderliche Ausbildung für Nutzer in Sachen Gütesicherung wird durch „RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e. V.“, in Zusammenarbeit mit den Entwicklern und Praktikern angeboten.
- Die Ausbildung für Planer und Anwender bei der Nutzung der vielen neu entwickelten Technologien und Lösungen bietet das Forschungsinstitut für Flüssigboden FiFB an.
- s. auch [www.fi-fb.de](http://www.fi-fb.de); [www.logic-engineering.de](http://www.logic-engineering.de);



# Gütesicherung Flüssigboden nach RAL-GZ 507

## Basis der sicheren Nutzung der Vorteile

Ziel 1: Vermeidung von Bau- und Folgeschäden





# Gütesicherung Flüssigboden nach RAL-GZ 507

## Basis der sicheren Nutzung der Vorteile

Ziel 2: sichere Nutzung der Möglichkeiten des Flüssigbodenverfahrens z. B. für die vielen Einsatzmöglichkeiten, die es bietet



**Durchwurzelungsschutz**



**Immobilisierung**



**Technologische Eignung z.B. für die Verfüllung per Betonpumpe**



**Einbau im Winter**



## Gütesicherung – Wie und warum entstand die RAL Gütegemeinschaft Flüssigboden e. V.?

- Initiiert nicht von Herstellern, sondern von Auftraggebern, Planern und Gutachtern als deren Vertreter.
- Eine Vorreiterrolle kommt hierbei den nachfolgenden Städten zu.



USW.



## Warum besteht der Bedarf einer transparenten Gütesicherung in den Händen der Bauherren?



Schwindungen hydraulisch  
abbindender Materialien



## Die zentrale Aufgabe der RAL Arbeit nach Gütezeichen 507 besteht in der Vermeidung von Bauschäden und Mängeln:

- Formulierung klarer technische Anforderungen vor dem Hintergrund wissenschaftlich begründeter, bodenmechanischer und bauphysikalischer Erkenntnisse und der
  - **Erarbeitung dieser Anforderungen in einem öffentlichen Verfahren unter Beteiligung aller Fach- und Verkehrskreise in Form von Güte- und Prüfbestimmungen (GPB)**
- ⇒ Diese GPB bilden die Basis objektiver, transparenter und sicher prüfbarer Kriterien als Grundlage langlebiger Netze, Straßen, Hochwasserschutzmaßnahmen und weiterer Anwendungen

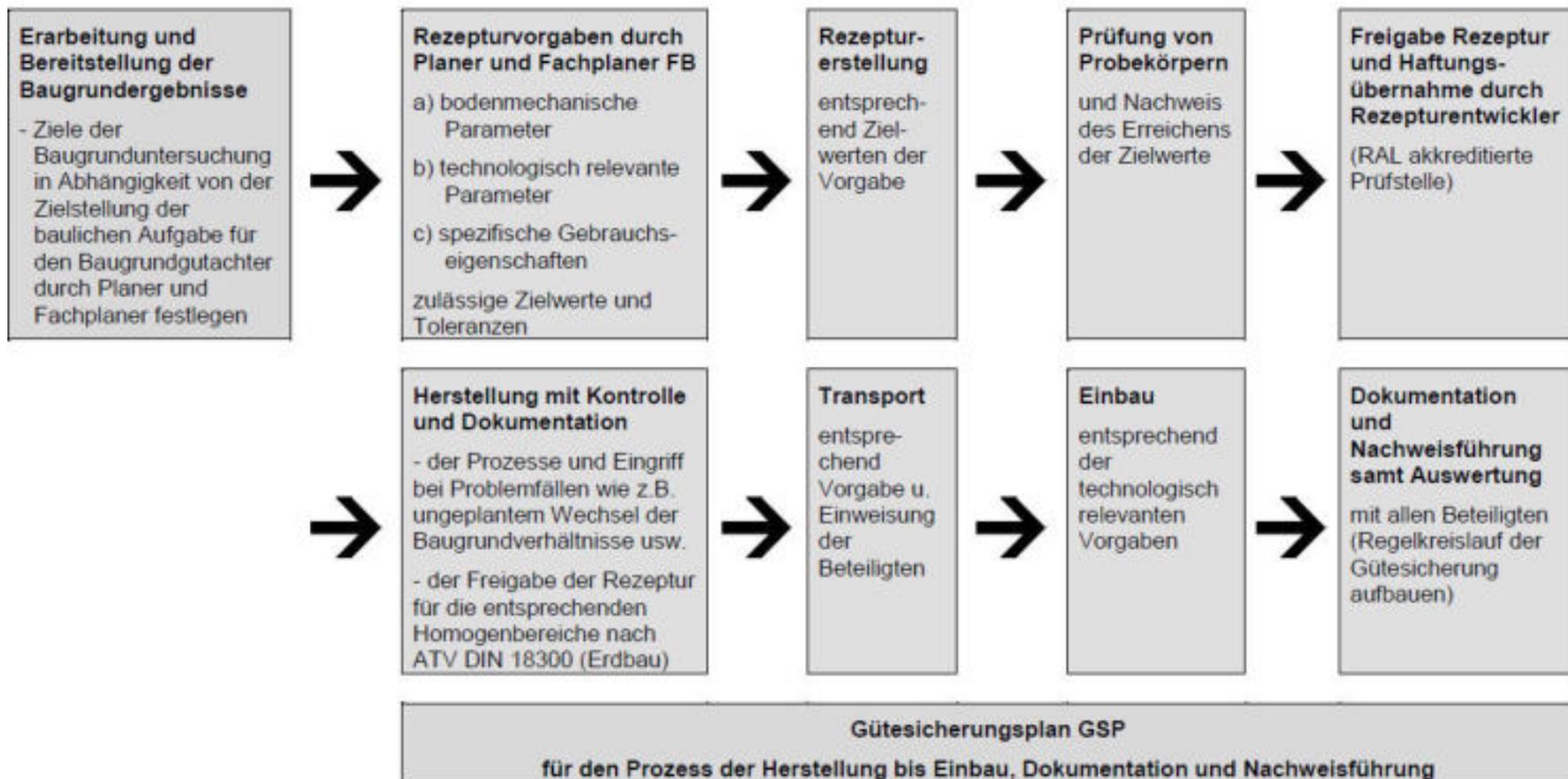




# Gütesicherung Flüssigboden – eine Aufgabe für Planung und Ausführung

## Prozess der Gütesicherung von Flüssigboden nach RAL-GZ 507

### Gütesicherung nach RAL 507 bei Einsatz des Aushubbodens der jeweiligen Baustelle





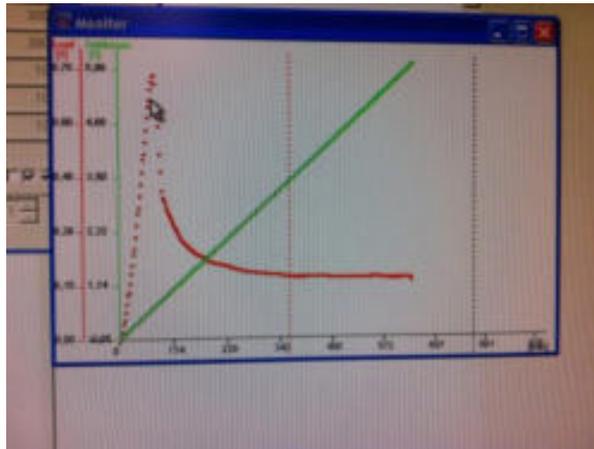
# Gütesicherung Flüssigboden nach RAL-GZ 507



Nachweis der **bodentypischen Eigenschaften** im Gegensatz zu den Eigenschaften hydraulisch abbindender Materialien durch:

- Prüfung des Materialverhaltens bei Änderung der Einbauverhältnisse wie Last, Feuchte, Temperatur usw.
- Beispiel der Messung der Volumenkonstanz bis Schrumpfung

Quelle: FIFB, Forschungsinstitut für Flüssigboden, RAL Schulungen



## Nachweis von Gebrauchseigenschaften

- Nachweis der Schwindungsfreiheit und damit der Sicherung eines vollflächigen Wärmeüberganges zwischen Leiter und Flüssigboden TS durch die Prüfung der Reibkraftentwicklung über die Zeit
- Nachweis einen hohen, übertragbaren Wärmestroms (s. Fouriersches Gesetz), da dieser, analog zur Wärmeleitfähigkeit und bestehenden Temperaturdifferenz proportional zur übertragenden Fläche des Leiters steht und diese Fläche nur bei dauerhaft ringspaltfreiem Bettungsmaterial zur Verfügung steht



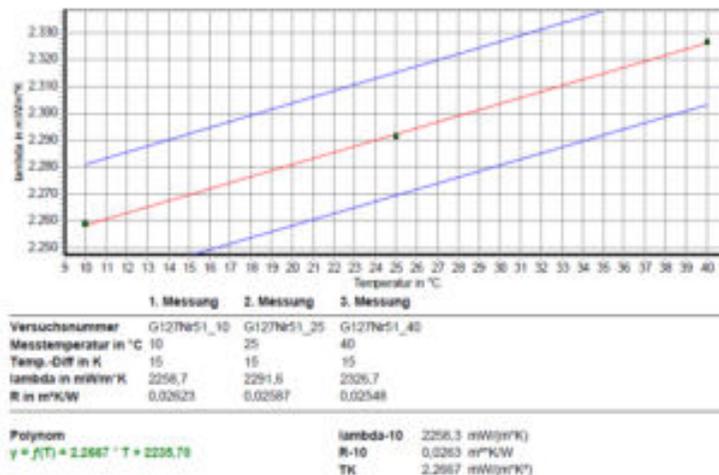
Quelle: FiFB, Forschungsinstitut für Flüssigboden

# Gütesicherung Flüssigboden nach RAL-GZ 507



## Nachweis von Gebrauchseigenschaften

- Verbesserung der Wärmeleitfähigkeit des Bettungsmaterials durch thermisch stabilisierende Wirkung eines speziellen Flüssigbodens und Messung des Lambda Wertes bei zunehmender Temperatur
- Nachweis der Einstellbarkeit dieses Parameters bei Flüssigboden TS mittels Rezepturänderungen, da der Wert für Lambda ebenfalls proportional in die Berechnung der maximal übertragbaren Wärmeleistung nach Fourier eingeht



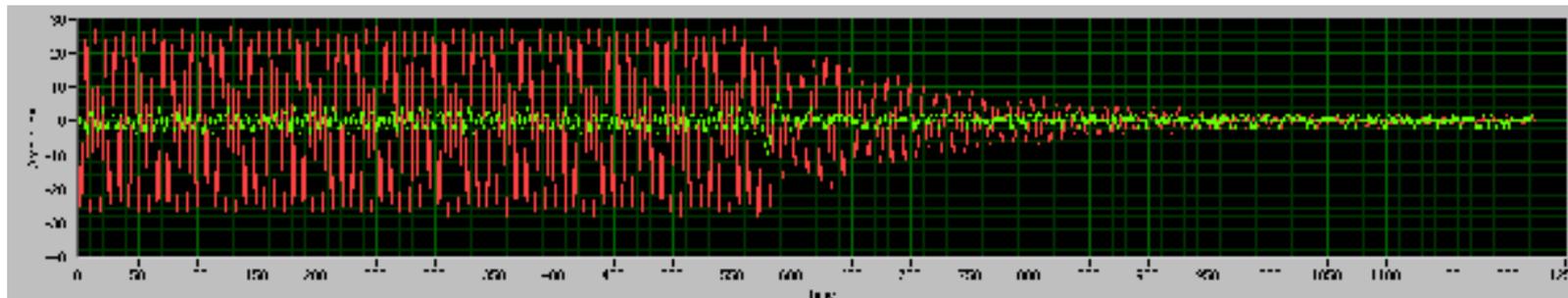
Quelle: FIFB, Forschungsinstitut für Flüssigboden

# Gütesicherung Flüssigboden nach RAL-GZ 507

## Nachweis von Gebrauchseigenschaften

Nachweis projekt- und anwendungsspezifisch benötigter Gebrauchseigenschaften am Bsp. des Dämpfungs- und Absorptionsverhaltens des jeweiligen Flüssigbodens

Bodenprobe [B]



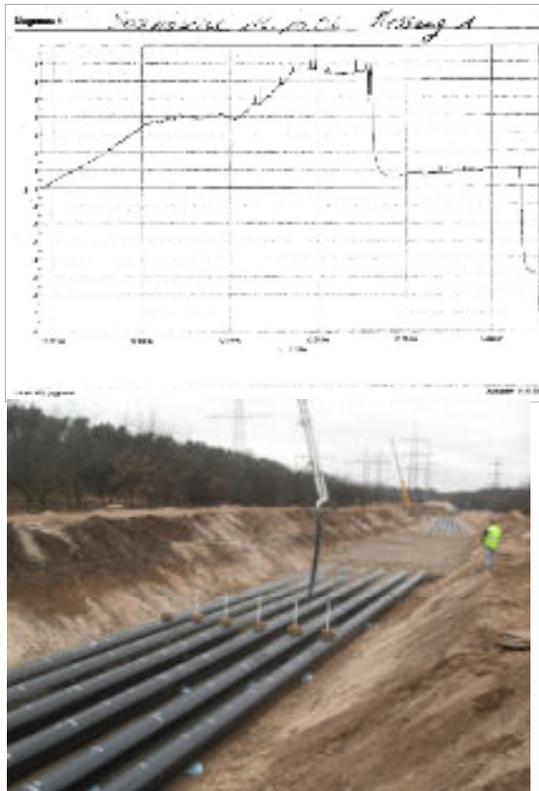
Quelle: FiFB, Forschungsinstitut für Flüssigboden



## Gütesicherung Flüssigboden nach RAL-GZ 507

Messung und Nachweis **technologisch wichtiger Eigenschaften** am Bsp. einer Auftriebsmessung als Nachweis für fremdspannungsfrei eingebaute und so langlebiger Rohre und zur Bestimmung zeitlicher Abläufe

Quelle: Archiv RSS@ Flüssigboden Baustellen





# Gütesicherung Flüssigboden nach RAL-GZ 507



## Zusammenfassung Gütesicherung

Die Gütesicherung sollte ein fester Regelkreislauf von Planung bis Ausführung sein. Dies bedeutet:

- Planung, Durchführung, Dokumentation, Begleitung und Überwachung als Teil der Gütesicherung für den Einsatz von Flüssigboden zu nutzen und eine
- abschließende Auswertung der Ergebnisse mit allen Beteiligten zwecks Nutzung der Erfahrungen der Baustellen organisieren

Schaffung eines Regelkreislaufes der Gütesicherung



## V: Planer und Fachplaner



# Zusammenfassung



## 1. Umweltvorteile

- kein Abtransport von Aushub von der Baustelle nötig
- Nutzung der anstehenden Aushubböden
- geringere Transportwege
- kein zusätzliches Verfüllmaterial
- Reduzierung der CO<sub>2</sub> Emission
- Beitrag zur Verhinderung von Klima- und Umweltproblemen
- ausschließliche Nutzung von mineralischen Zusätzen





# Zusammenfassung

## 2. Materialverhalten

- optimale Bettung
- keine Verdichtung nötig
- keine Setzungen
- einfacher Einbau bis pumpbar
- gesteuert rückverfestigend
- keine Beschädigung der Einbaute
- Verbesserung des Korrosionsschutzes
- keine Belastung durch Erschütterung, Lärm und Staub
- bodenähnliche bis -gleiche Eigenschaften
- einzelne Eigenschaften gezielt veränderbar

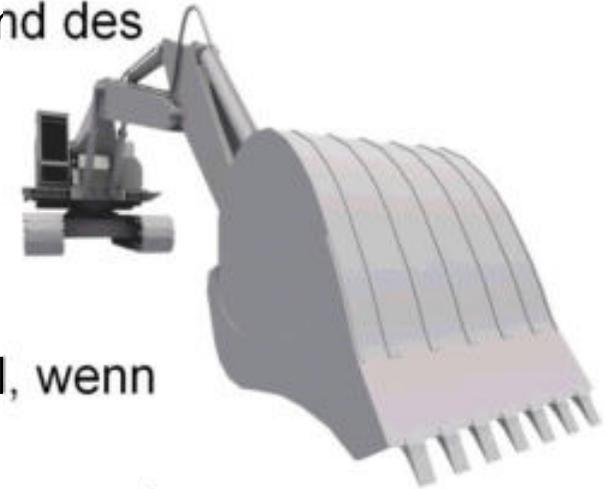




# Zusammenfassung

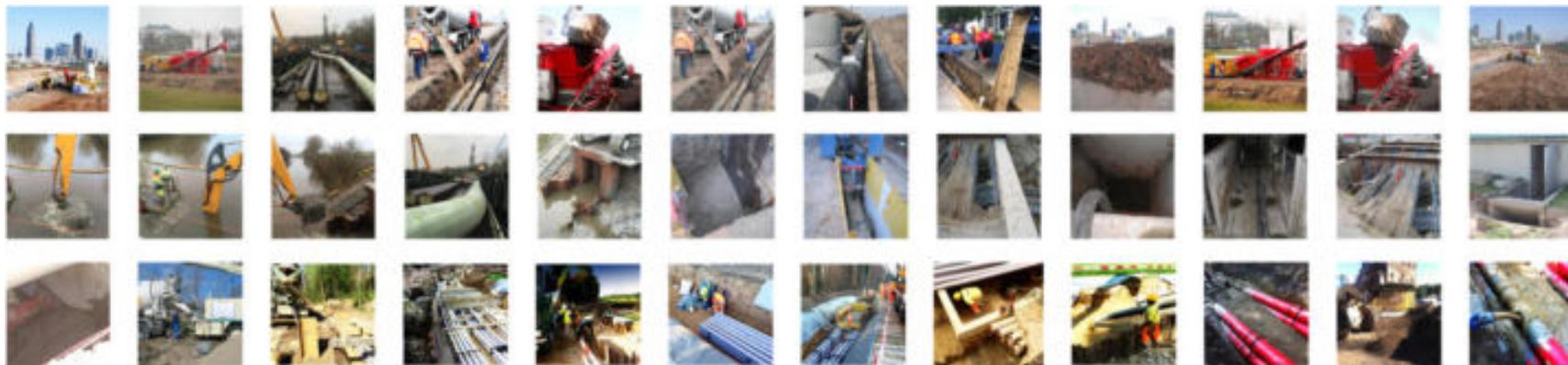
## 3. Kosten bei Planung, Ausführung und Gütesicherung nach RAL-GZ 507

- Reduzierung der Aushubmengen, Bauzeit und des Platzbedarfes mit neuen Lösungen
- hohe Qualität möglich
- völlig neue Technologien nutzbar
- neue Kostenstrukturen bei Bau und Betrieb
- oft bereits für kleinere Bauvorhaben rentabel, wenn gut geplant und vorbereitet
- deutlich längere Lebensdauer für Kabel, Rohre und Straßen ist möglich, Abschreibung!
- Neue städteplanerische Möglichkeiten durch verdichtete Bauweise und Flexibilität der Lösungen
- anwohnerfreundliches Bauen möglich
- Erfüllung aller gesetzlichen Umweltvorgaben
- Fachplanungsleistungen machen Sinn und helfen bei der Reduzierung von Bau- und Folgekosten





## VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT



Olaf Stolzenburg  
Institutsdirektor  
Forschungsinstitut für Flüssigboden GmbH und  
Fachplaner für Flüssigboden und komplexe  
unterirdische Systeme  
[www.fi-fb.de](http://www.fi-fb.de)  
[o.stolzenburg@fi-fb.de](mailto:o.stolzenburg@fi-fb.de)