

Fachplanung Flüssigboden

unter Nutzung von Lösungen des
RSS® Flüssigbodenverfahrens

- Bauvorhaben:** Errichtung Abschlagsbauwerk E-Werk und Auflassung bestehender Abschlagsbauwerke, sowie Errichtung neuer Kanäle
- Gegenstand:** Kanalbau im Geoponton mit holländischer Bauweise, sowie Kanalbau schwimmende Verlegung, Baugruben aus Flüssigboden und Verdämmung



Stadtwerke Abensberg
Bad Gögginger Weg 2
93326 Abensberg

Datum: 09.03.2026

Version: 01

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis.....	3
Anlagenverzeichnis	4
Zeichungsverzeichnis	5
1 Projektbeschreibung.....	6
1.1 Bauaufgabe und Veranlassung	6
1.2 Bearbeitungsgrundlagen	6
2 Örtliche Situation	7
2.1 Umgebung.....	7
2.1.1 Lage 7	
2.1.2 Umgang mit vorhandenen Anlagen und Bauwerken	7
2.2 Baugrund.....	8
2.3 Grundwasser	9
3 Das RSS Flüssigbodenverfahren: Grundlagen der Fachplanung.....	10
3.1 Grundlagen.....	10
3.2 Qualitätssicherung.....	10
3.3 Einweisung des Personals	12
3.4 Rezepturspezifikation	13
4 Ausführungsbeschreibung.....	14
4.1 Umfang und Bauablauf der Flüssigbodenarbeiten	14
4.2 Technologisches Konzept - Kurzvorstellung der Bauweisen	15
4.3 Verbauarbeiten	16
4.4 Einbau und Verfüllung	16
4.5 Auftriebssicherung.....	18
4.6 Logistisches Konzept	20

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Maßnahme	7
Abbildung 2: beispielhafte Auswahl veränderbarer Parameter bei Anwendung des RSS Flüssigbodenverfahrens	13
Abbildung 3: Lageübersicht der anzuwendenden Technologien.....	15
Abbildung 4: Beispiele von technischen Hilfsmitteln zum korrekten Einbau von RSS Flüssigboden entsprechend der technologischen Vorgaben der Fachplanung.....	17
Abbildung 5: Darstellung ausgewählter Einbauhilfen für die Medienverlegung	20
Abbildung 6: Anordnungsprinzip Mischplatz Draufsicht.....	21
Abbildung 7: Lage Mischplatz	21

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Schichtenaufbau nach [1], Kap. 3	8
Tabelle 2: Schritte während der Planungsphase	11
Tabelle 3: Schritte während der Bauphase.....	12
Tabelle 4: Maximale Abstände der Rohrauftriebssicherungen.....	19

Anlagenverzeichnis

A. Anforderungen der Technologie und Flüssigboden

- A.1 Technologisches Konzept Kanalbau
- A.2 Technologisches Konzept Verdämmung
- A.3 Logistisches Konzept
- A.4 Technisches Konzept
- A.5 Rezepturspezifikation

B. Umwelt und sonstiges

- B.1 Hydrogeologisches Modell

C. Statik

- C.1 Statik Geoponton
- C.2 Rohrauftriebsstatik für Regelquerschnitt 1 und 2
- C.3 Rohrauftriebsstatik für Regelquerschnitt 3
- C.4 Rohrauftriebsstatik für Regelquerschnitt 5 Mischwasserkanal
- C.5 Rohrauftriebsstatik für Regelquerschnitt 5 Niederschlagswasserkanal
- C.6 Rohrauftriebsstatik für Regelquerschnitt 7
- C.7 Rohrauftriebsstatik für Regelquerschnitt 8
- C.8 Rohrauftriebsstatik für Regelquerschnitt 9
- C.9 Rohrauftriebsstatik für Regelquerschnitt 10

D. Rezepturen

- D.1 Kalkulationsrezeptur 1 – Geoponton / 015-26 kf
- D.2 Kalkulationsrezeptur 2 – Kanalbau (FB aus FB) / 016-26 kf
- D.3 Kalkulationsrezeptur 3 – Kanalbau (schwimmende Verlegung) /017-26 kf
- D.4 Kalkulationsrezeptur 4 – Verdämmung / 018-26 kf

E. Qualitätssicherungsplan

- E.1 Qualitätssicherungsplan
- E.2 QSP-Anhang 1 – Technische Richtlinie Flüssigboden 25.1.1
- E.3 QSP-Anhang 2 – Hinweise Probenahme 1-3
- E.4 QSP-Anhang 3 – Hinweis Eigenfeuchte
- E.5 QSP-Anhang 4 – Protokoll Eigenfeuchte
- E.6 QSP-Anhang 5 – Probenahmeprotokoll Flüssigboden
- E.7 QSP-Anhang 6 – Protokoll Absetzmass Teil 1 und Teil 2
- E.8 QSP-Anhang 7 – Protokoll Sichtkontrolle Ausgangsmaterial
- E.9 QSP-Anhang 8 – Protokoll Sichtkontrolle Flüssigboden
- E.10 QSP-Anhang 9 – Protokoll Ausbreitmaß Hersteller
- E.11 QSP-Anhang 10 – Einbautagebuch
- E.12 QSP-Anhang 11 – Herstellertagebuch
- E.13 QSP-Anhang 12 – Protokoll Penetrationswiderstand
- E.14 QSP-Anhang 13 – Protokoll Penetrationswiderstand tgl
- E.15 QSP-Anhang 14 – Protokoll Tragfähigkeit
- E.16 QSP-Anhang 15 – Protokoll Ammonium
- E.17 QSP-Anhang 16 – Protokoll Salzsäure
- E.18 QSP-Anhang 17 – Hinweis komplexe Böden
- E.19 QSP-Anhang 18 – Hinweis Feldtest SSR 1-2
- E.20 QSP-Anhang 19 – Hinweis Feldtest SSR 2-2

Zeichnungsverzeichnis

Plannummer	Inhalt
10.1	Regelquerschnitte Flüssigboden
10.2	Lageplan Verbauboxplan

1 PROJEKTBE SCHREIBUNG

1.1 Bauaufgabe und Veranlassung

In der Umgebung des E-Werks Abensberg soll eine Kanalerneuerung sowie die Errichtung eines neuen Abschlagsbauwerks stattfinden. Im Zuge der Maßnahme sollen nicht nur die neuen Kanäle verlegt und das Abschlagsbauwerk errichtet werden, sondern auch die Bestandskanäle, sowie das alte Bauwerk zurückgebaut bzw. verdämmt werden. Für die Planung der Kanalerneuerung wurde die EBB Ingenieurgesellschaft mbH von den Stadtwerken Abensberg beauftragt. Aufgrund der hohen Grundwasserstände wird eine Verlegung mit Hilfe des Flüssigbodenverfahrens durchgeführt. Für die Planung der Flüssigbodenarbeiten wurde Flüssigboden Engineering GmbH mit der Fachplanung beauftragt.

Nachfolgend sollen die wichtigsten Herausforderungen und Ziele der Sanierungsmaßnahme noch einmal genannt werden:

Herausforderungen:

- Grundwasserstand bis 1 m u. GOK
- Nah an der Trasse gelegene Bestandsbebauung
- Enge Platzverhältnisse

Ziele:

- + Bauen ohne Wasserhaltung
- + Schutz der umliegenden Gebäude vor Setzungen

1.2 Bearbeitungsgrundlagen

Als Grundlage zur Erstellung der vorliegenden Planung wurden folgende Unterlagen verwendet:

- [1] Geotechnischer Bericht, Baugrundvoruntersuchung nach DIN EN 1997, IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH, 05.08.2025
- [2] Vorentwurf Lageplan, Mischwasserentlastung SKU E-Werk, Errichtung Abschlagsbauwerk E-Werk und Auflassung bestehende Abschlagsbauwerke sowie Errichtung neuer Kanäle; Jan. 2026
- [3] Vorentwurf Längsschnitt, Niederschlagswasser - Ableitung, Errichtung Abschlagsbauwerk E-Werk und Auflassung bestehende Abschlagsbauwerke sowie Errichtung neuer Kanäle; Jan. 2026
- [4] Vorentwurf Längsschnitt, Mischwasser, Errichtung Abschlagsbauwerk E-Werk und Auflassung bestehende Abschlagsbauwerke sowie Errichtung neuer Kanäle; Jan. 2026
- [5] Vorentwurf Lageplan mit Schnitten, Mischwasserentlastung SKU-E-Werk, Errichtung Abschlagsbauwerk E-Werk und Auflassung bestehende Abschlagsbauwerke sowie Errichtung neuer Kanäle; Jan. 2026

2 ÖRTLICHE SITUATION

2.1 Umgebung

2.1.1 Lage

Das Baufeld befindet sich in Abensberg und erstreckt sich entlang der Max-Bronold-Straße auf Höhe des E-Werks bis über die Parkplätze an der Ecke Max-Bronold-Straße und Mayrstraße.



Abbildung 1: Lage der Maßnahme

2.1.2 Umgang mit vorhandenen Anlagen und Bauwerken

Bestehendes Kanalsystem

Ein Großteil der neuen Trasse ist in gleicher oder ähnlicher Lage wie die bestehenden Bestandskanäle geplant. Diese sind im Zuge der Arbeiten innerhalb der offenen Grabenbereiche abubrechen. Dies betrifft Kanäle, Schächte und auch Sonderbauwerke. Die übrigen stillgelegten Bestandskanäle im Umfeld der neuen Trasse verbleiben im Untergrund und sind zu verdämmen. Die Verdämmung erfolgt mit Flüssigboden.

Kabelpakete im Bereich der Einleitstelle

In dem Bereich der WC-Anlage und den E-Ladesäulen kreuzen große Kabelpakete mit Niederspannungskabeln, Mittelspannungskabel und Hochspannungskabeln mehrmals die Trasse. Die Kabel müssen vor Beginn der Arbeiten in diesem Bereich mittels Suchschachtungen lokalisiert werden. Die Tiefenlage und die tatsächliche Breite des Kabelpakets sind zum Zeitpunkt der Planung unbekannt. Es wurde die Annahme getroffen, dass die Kabel tiefer als die geplante Trasse liegen und somit nicht von den Aushubarbeiten tangiert werden. Nichtsdestotrotz werden im Zuge der Bauarbeiten Abstimmungen hierzu vor Ort erforderlich sein, in denen auch die Netzbetreiber einzubinden sind.

Sonstige Medien

Die Trasse wird an mehreren Stellen von Stromkabeln, Trinkwasserleitungen und Nachrichtenkabeln gekreuzt. Freigelegte Bestandsmedien sind im Graben zu sichern und werden bei der Verfüllung in Flüssigboden gebettet.

Entlang der Kanaltrasse kreuzt an verschiedenen Stellen ebenfalls eine Gashochdruckleitung DN110. Diese geht vorab der Bauarbeiten außer Betrieb. In Kreuzungsbereichen sind die Rohre abzubereiten.

2.2 Baugrund

Zur Baugrunduntersuchung des zu bebauenden Gebiets führte die IMH Ingenieurgesellschaft für Bauwesen und Geotechnik mbH am 01.07.2025 7 Kleinrammbohrungen durch. Die Aufschlüsse BS 1 - BS 5 wurden bis 5,0 m u. GOK abgeteuf, BS 5 bis 7,0 m und BS 6 bis 7,5 m. Bei BS 7 wurde nach 2,8 m Fels angetroffen, weswegen auf dieser Höhe die Bohrung gestoppt wurde.

Tabelle 1: Schichtenaufbau nach [1], Kap. 3

Schicht	Auffüllungen	Tone	Kiese und Sande	Fels
Beschreibung	Sandige Kiese mit unterschiedlich hohe Feinkornanteilen; vereinzelte Ziegelreste	Schwach kiesige, sandige Tone	Sande und Kiese mit unterschiedlich hohen Feinkornanteilen	Kalkstein, veränderlich bis nicht veränderlich
Bodengruppe	A[GU*/GT*/GU/GT]	TM	SU*/ST*/GU*/GT*/SU/ST/GU/GT	k.A.
Lagerungsdichte	Mitteldicht bis dicht	-	Locker bis mitteldicht	-
Konsistenz	-	Sehr weich bis breiig	-	-
Bodenklasse	BK 3 und BK 4 bei Wasserzutritt oder dynamischen Belastungen BK 2	BK 2	BK 4 bei Wasserzutritt oder dynamischen Belastungen BK 2	-
Homogenbereich	B1	B2	B3	X

Zur umweltrechtlichen Untersuchung der Bodenproben wurden zwei Mischproben erstellt und nach LVGBT und DepV untersucht und eingestuft.

Die Bodenmischprobe MP 1 (BS 2 E2, E3 + BS 2 E2, E3) wies gem. LVGBT erhöhte Parameter an Σ PAK n. EPA und Benzo[a]pyren auf. Die Mischprobe ist als >Z2 einzustufen. Gemäß DepV ist die Bodenmischprobe MP 1 als DK 0 Material einzustufen.

Auch bei der Bodenmischprobe MP 2 (BS 4 E2 + BS 5 E2 + BS 6 E1, E2) wurden gem. LVGBT erhöhten Parameter an Σ PAK n. EPA und Benzo[a]pyren nachgewiesen. Jedoch sind die Ergebnisse geringer, weswegen eine Einstufung als Z 1.2 resultiert.

2.3 Grundwasser

Im geotechnischen Bericht [1] wurde während der Baugrunduntersuchungen ein mittlerer Wasserstand von 362,0 m ü. NHN festgestellt. Der Wasserspiegel der Abens lag zu dem Zeitpunkt bei 368,05 m ü. NHN. Laut Baugrundgutachten ist damit kein direkter Zusammenhang des Grundwasserstands und dem Wasserstand der Abens anzunehmen.

Der Bemessungswasserstand ist mit 363,75 m ü. NHN anzunehmen. Dies basiert auf der Lage des Baufelds in einer Hochwassergefahrenfläche HQ_{100} und den Wasserspiegellagen gemäß dem Bayerischen Landesamt für Umwelt, welche bei 363,75 m ü. NHN liegen.

3 DAS RSS FLÜSSIGBODENVERFAHREN: GRUNDLAGEN DER FACHPLANUNG

3.1 Grundlagen

Das RSS Flüssigbodenverfahren, mit seiner Qualitätssicherung ist ein Verfahren, um alle gängigen Bodenarten temporär in einen zeitweise fließfähigen Zustand zu versetzen und die so entstandene fließfähige Masse anschließend nach planbaren und damit steuerbaren Vorgaben der Fachplanung gezielt rückzuverfestigen. Dies erfolgt entweder mit den bodenmechanisch relevanten Eigenschaften des Ausgangsbodens oder mit gezielt geänderten Eigenschaften (bodenmechanische, technologisch relevante und spezielle Gebrauchseigenschaften, die das Ausgangsmaterial nicht besitzt), die der konkreten bautechnischen Zielstellung, also der geplanten Anwendung und den Bedingungen der jeweiligen Baustelle entsprechen und über die jeweilige Rezeptur oder Rezepturmatrix realisiert und abgesichert werden.

Erstmals können auch die Anforderungen des Gesetzgebers im Rahmen des Kreislaufwirtschaftsgesetzes vollumfänglich, und damit uneingeschränkt, erfüllt werden. Selbst zahlreiche Kontaminationen können mit den Mitteln der dem RSS Flüssigbodenverfahren primär zugrunde liegenden Tonmineralogie beherrscht werden, sodass ehemals kontaminierter Boden in vielen Fällen wieder einbaubar wird, was sogar für den Einbau unter der Höhe des Grundwasserpegels gilt und in jedem derartigen Fall auch mit den erforderlichen umweltrechtlichen Nachweisen der Umweltunbedenklichkeit verbunden ist.

3.2 Qualitätssicherung

Die Qualitätssicherung erfolgt für die Anwendung der auf den Möglichkeiten des RSS Flüssigbodenverfahrens basierenden Flüssigbodenbauweise bei dem jeweiligen Bauvorhaben:

- für die aus der konkreten Flüssigbodenanwendung, den Bedingungen der Baustelle und des Untergrundes erwachsenden Anforderungen an den Flüssigboden,
- für die korrekte Umsetzung der für die geplante bautechnische Lösung erforderlichen Technologie der Flüssigbodenanwendung und
- für die Sicherstellung der technischen Anforderungen an das nach den Vorgaben der Fachplanung der Flüssigbodenanwendung herzustellende Flüssigbodenbauwerk

Dabei gelten die Anforderungen der Fachplanung, speziell die des Qualitätssicherungsplanes sowie die, die spezielle Anwendung betreffenden und beschreibenden, Richtlinien, Daten-, Arbeits- und Hinweisblätter des Verfahrensentwicklers und bestehender gesetzlicher Anforderungen. Die Vorgaben des Verfahrensentwicklers sind dabei bereits auf die bestehenden gesetzlichen Anforderungen abgestimmt. Die für die konkrete Anwendung geltenden Dokumente werden als Teil der Fachplanung dieser als Anlagen beigefügt. Die Qualitätssicherung hat auch die baustellenspezifischen Besonderheiten zu erfassen und die Voraussetzungen dafür zu schaffen, dass die erforderlichen Maßnahmen zur Sicherung der qualitativen, quantitativen und sicherheitsrelevanten Ziele des Bauvorhabens in Bezug auf den Flüssigbodeneinsatz rechtzeitig bekannt und kalkulierbar sind sowie umgesetzt werden können.

Die allgemeinen und baustellenspezifischen Anforderungen an die Qualitätssicherung der Flüssigbodenanwendungen, die teils auch in den Besonderheiten der örtlichen Situation zu finden oder in bautechnischen Anforderungen begründet sind, werden durch einen entsprechend qualifizierten und erfahrenen Fachplaner für Flüssigbodenanwendungen festgelegt und von ihm haftungsrelevant verantwortet (s. auch REGnorm Guide Flüssigboden). Alle Anforderungen und die damit verbundenen Pflichten werden im Rahmen eines baustellenspezifischen Qualitätssicherungsplans (QSP) festgehalten. Dieser QSP ist Bestandteil der Fachplanung und liegt als E.1 der Fachplanung bei.

Ergeben sich während der Bauausführung Änderungen, so sind diese mit allen Beteiligten abzustimmen und im QSP zu ergänzen. Der QSP ist somit über die Baustelle nach Erfordernis fortzuschreiben. Die Veranlassung dafür liegt bei der Fachplanung Flüssigboden und kann von der bauausführenden Firma und allen Beteiligten im Bedarfsfall eingefordert werden.

Im Rahmen der vor Baubeginn erfolgenden Baustelleneinweisung der ausführenden Firmen erfolgt eine Einweisung in die Pflichten, die für die Baufirma aus den Forderungen des QSP hervorgehen und die erforderliche Vorgehensweise. Die Baufirma hat die Pflicht, bei Unklarheiten den Fachplaner der Flüssigbodenanwendung direkt anzusprechen und die eventuell noch bestehenden Fragen oder Unklarheiten zu klären. Die Ergebnisse der Umsetzung des QSP sind zeitnah, korrekt und vollständig durch die bauausführende Firma zu dokumentieren und in einem Qualitätssicherungsordner auf der Baustelle, für den Bauherrn und seine Vertreter jederzeit einsehbar, abzulegen. Die Unterlagen sind dem Kontrollprüfer, dem Fachplaner für die Flüssigbodenanwendung und den übrigen Vertretern des Bauherrn auf Abruf zur Verfügung zu stellen. Die Aufbewahrung dieser Dokumentation hat, mindestens in Kopieform, durch die Baufirma auf der Baustelle zu erfolgen.

Die Anforderungen an die Strukturierung der Dokumente der Qualitätssicherung auf der Baustelle gehen aus der Struktur eines dafür bei Bedarf auf Anfrage zur Verfügung stehenden Musterordners hervor, der im Rahmen der Fachplanung erarbeitet wird. Der Musterordner wird auf Nachfrage für die bauausführende Firma erstellt. In seine Führung wird bei Bedarf vor Baubeginn während der Baustelleneinweisung eingeführt.

Die Qualitätssicherung ist ein wichtiges Element des Planungs- und Bauprozesses, das im Ergebnis der Flüssigbodenanwendung eine korrekte Funktionalität des Bauwerks und langfristige Schadensfreiheit bei dessen Nutzung sicherstellen hilft. Die nachfolgenden Tabellen sollen den Ablauf dieses Prozesses verdeutlichen.

Tabelle 2: Schritte während der Planungsphase

Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6
Erarbeitung und Bereitstellung der Baugrundergebnisse	Analyse der aus Baugrund erwachsenden Probleme und Aufgaben	Vorgaben von Zieleigenschaften durch Planer und Fachplaner	Vorläufige Rezeptur mit vorgegebenen Eigenschaften und Toleranzen	Prüfung von Probekörpern auf Einhaltung der Vorgaben	Freigabe der Rezeptur und damit Haftungsübernahme durch den Rezepturersteller

Tabelle 3: Schritte während der Bauphase

Phase 7	Phase 8	Phase 9	Phase 10	Phase 11	Phase 12
Rezeptureinstellung vor Ort auf der Baustelle und Umwandlung der vorläufigen Rezeptur in eine endgültig anwendbare Rezeptur/-matrix	Herstellung, Kontrolle und Dokumentation des Flüssigbodens nach endgültig freigegebener Rezeptur/Rezepturmatrix	Transport mit geeigneten Hilfsmitteln von Mischer bis Pumpe	Einbau nach technologischen Vorgaben und mit geeigneten Hilfsmitteln	Dokumentation und Nachweisführung samt Auswertung	Auswertung und Nachbereitung der Baustelle

Zu beachten ist: Der Fachplaner für Flüssigbodenanwendungen muss zusammen mit dem Projektplaner bei relevanten Veränderungen der hydrogeologischen Situation, der Bodenarten oder anderen wichtigen Abweichungen von den der Planung zugrunde liegenden Gegebenheiten durch die ausführende Firma sofort zum Zeitpunkt der Feststellung informiert werden, um die erforderlichen Entscheidungen zeitnah treffen zu können. Der SIGEKO ist über seinen Verantwortungsbereich betreffende Probleme oder relevante Änderungen der örtlichen Situation ebenfalls zu informieren und bei Bedarf einzubinden.

Zu beachten ist: Ergeben sich somit während der Bauausführung relevante und im QSP noch nicht berücksichtigte Änderungen mit Auswirkung auf die Bauweise, die entstehende Qualität etc. bis hin zu den Bedingungen für den einzuhaltenden Arbeitsschutz, so sind diese mit allen Beteiligten abzustimmen, umzusetzen und im QSP zu ergänzen.

Die Ergebnisse der Umsetzung des QSP sind zeitnah, korrekt und vollständig durch die bauausführende Firma fortlaufend zu dokumentieren, im Qualitätssicherungsordner der Baustelle abzulegen und in Kopie dem, die Baustelle betreuenden Fachplaner, kontinuierlich und zeitnah, unaufgefordert zur Verfügung zu stellen. Dies kann per Mail erfolgen, um zeitliche Verzögerungen zu vermeiden und zügige Reaktionen sicherzustellen.

Die Aufbewahrung dieser Dokumentation hat in Kopie parallel durch die Baufirma bereits auf der Baustelle im Qualitätssicherungsordner zu erfolgen, in dem auch alle weiteren Unterlagen abzulegen sind, die im Zuge der Baumaßnahme als Nachweis und qualitätsrelevante Dokumentation anfallen, z. B. zu vor Ort durchgeführten Prüfungen, Schulungen, Coachings und Einweisungen.

3.3 Einweisung des Personals

Die Baufirma muss zwingend absichern, dass die im Rahmen der Baustelleneinweisung eingewiesenen Mitarbeiter für die Beurteilung des Aushubs bzw. des angelieferten Flüssigbodens und die richtige Umsetzung der geplanten Technologie nicht während des Baus gewechselt werden und so das vermittelte Wissen nicht mehr genutzt werden kann. Es muss sichergestellt werden, dass immer Mitarbeiter mit den in der Einweisung vermittelten Fähigkeiten und Wissen die Arbeiten durchführen. Die Kolonne und die Bauleitung der ausführenden Baufirma sollten an der Einweisung des Bedieners der Anlagentechnik ebenfalls teilnehmen und sich bezüglich der zwischen Baustelle und Herstellung erforderlichen Kommunikation abstimmen.

3.4 Rezepturspezifikation

In Form einer Rezepturspezifikation werden die wesentlichen Rezepturziele zur Sicherstellung der bodenmechanisch relevanten und der für die Anwendung erforderlichen Zieleigenschaften vorgegeben, sowie die technologischen Anforderungen an den herzustellenden RSS Flüssigboden. Rezeptur bzw. Rezepturmatrix müssen diese Eigenschaften des für die aktuelle Bauaufgabe und die örtlichen Verhältnisse geeigneten RSS Flüssigbodens sicher abbilden. Die Einhaltung dieser Zieleigenschaften ist durch Prüfungen nachzuweisen und in Form von aussagekräftigen Prüfberichten zu dokumentieren.

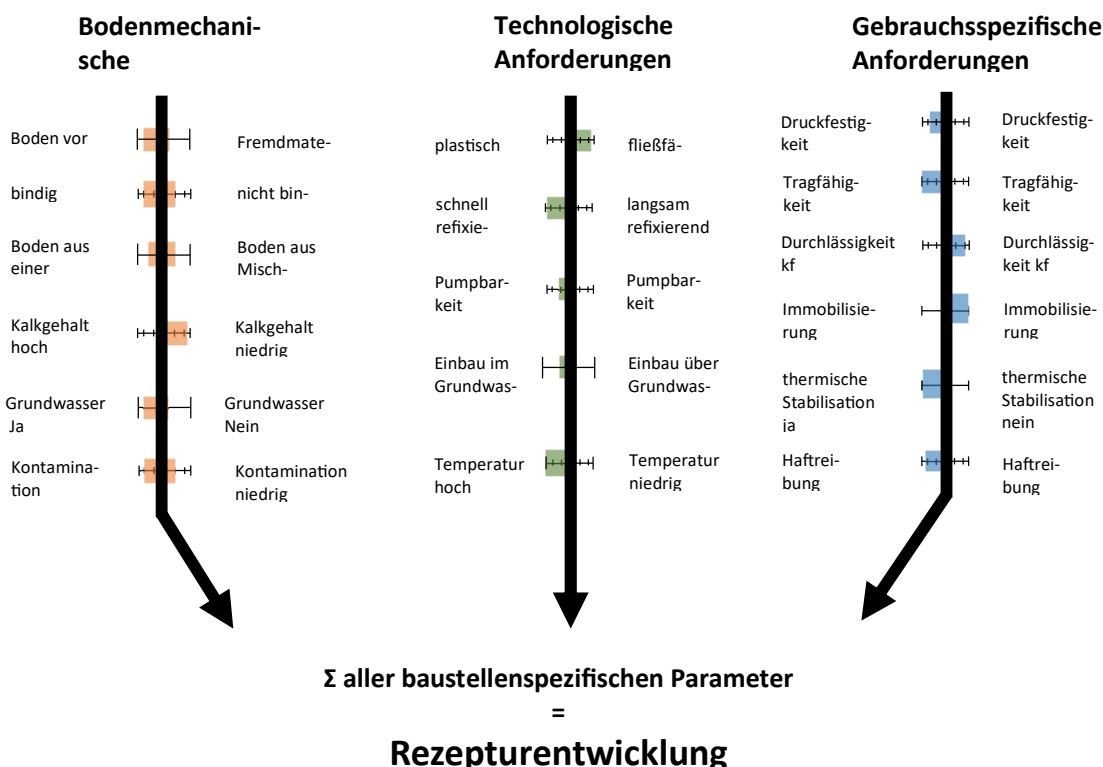


Abbildung 2: beispielhafte Auswahl veränderbarer Parameter bei Anwendung des RSS Flüssigbodenverfahrens

Die Rezepturspezifikation liegt als Anlage A.5 der Fachplanung bei. Es sind insgesamt 4 Rezepturen herzustellen:

- Rezeptur 1: Geoponton / 015-26 kf
- Rezeptur 2: Kanalbau (FB aus FB / Verfüllung im Geoponton) / 016-26 kf
- Rezeptur 3: Kanalbau (schwimmende Verlegung) / 017-26 kf
- Rezeptur 4: Verdämmung/ 018-26 kf

Die Rezepturen werden vorab der Bauausführung übergeben. Zur Ausschreibung liegen Kalkulationsrezepturen bei, welche zur Preisbildung zu verwenden sind, siehe Anlagen D ff.

4 AUSFÜHRUNGSBESCHREIBUNG

4.1 Umfang und Bauablauf der Flüssigbodenarbeiten

Im Bauvorhaben sind 9 verschiedene Technologien mit dem Flüssigbodenverfahren auszuführen.

Technologien 1 bis 5 betreffen die Bauweise ‚Geoponton‘ mit ‚holländischer Bauweise‘:

- Technologie 1: Kanalbau im Geoponton mit holländischer Bauweise
- Technologie 2: Kanalbau im Geoponton mit holl. Bw. – unterschiedliche Einbauhöhen
- Technologie 3: Herstellung Geoponton im Pilgerschritt
- Technologie 4: Schachtanbindung im Geoponton
- Technologie 5: Flüssigboden als äußere Schalung bei Ortbetonbauwerken

Technologien 6 bis 7 betreffen die Bauweise ‚schwimmende Verlegung‘:

- Technologie 6: Kanalbau schwimmende Verlegung
- Technologie 7: Schachtanbindung schwimmende Verlegung

Technologie 8 gilt abschnittsübergreifend für sämtliche Querungen durch Leitungen oder Kanäle.

- Technologie 8: Umgang mit querenden Leitungen

Des Weiteren ist eine weitere Technologie zur Verdämmung der Bestandskanäle auszuführen:

- Technologie 9: Verdämmung

In den folgenden Abschnitten werden die Bauweisen kurz erläutert. Nähere ausführungsrelevante Erläuterungen und Vorgaben sind den **Technologischen Konzepten bzgl. Kanalbau und Verdämmung (Anlage A.1 und A.2)** zu entnehmen.

Zusätzlich wurde die Trasse zur Dimensionierung der Geopontons in mehrere Abschnitte mit definierten Regelquerschnitten unterteilt. Die Schnitte sind in der **Zeichnung Nr. 10.1 ‚Regelquerschnitte Flüssigboden‘** enthalten.

Die Lage der Querschnitte kann dem Lageplan, **Zeichnung Nr. 10.2 ‚Verbauboxplan‘**, entnommen werden.

verwenden. Alternativ kann auch eine Keilverfüllung ohne Abtrennung der Boxenbereiche angewendet werden.

Die Arbeitsschritte Aushub und Verfüllung mit Flüssigboden sind fortlaufend zeitgleich und getaktet auszuführen. Dies bedeutet, dass beim Setzen einer neuen Box bzw. dem Ausheben dieser Box gleichzeitig die vorherige Box mit Flüssigboden verfüllt wird. Die Verbaubox ist während der Verfüllung mit Flüssigboden zu ziehen. Der Flüssigboden ist in diesem Zustand noch plastisch und schließt alle Zwischenräume zwischen Verbaubox und Umgebungsboden. Somit ist ein kontinuierliches Arbeiten aller Maschinen ohne Stillstandzeiten möglich.

Nach ausreichender Rückverfestigung kann der Zweitaushub von Flüssigbodenmaterial innerhalb des Geopontons beginnen. Der zweite Aushub ist unter Einhaltung der statisch gegebenen Wandstärken ohne Verbau möglich.

Bauweise schwimmende Verlegung

In Bereichen, in denen der Rohrscheitel oberhalb des Grundwasserstands liegt, erfolgt der Kanalbau in schwimmender Verlegung. Hier ist kein Geoponton herzustellen. Die Verlegung der Kanäle erfolgt im Grundwasser und ohne Personenarbeiten im Graben. Die Verbauboxen sind hier zur Platzierung der Auftriebssicherungen mit einem Abstand von 0,5 m zueinander zu setzen.

4.3 Verbauarbeiten

Die Gräben zur Herstellung des Geoponton und der schwimmend verlegten Kanalgräben sind mit Verbauboxen zu verbauen. In Gräben des Zweitaushubs im Geoponton ist grundsätzlich ohne Verbau zu arbeiten, da die Wände des Geopontons in den geplanten Breiten standsicher sind.

Es sind Verbauboxen, Rollenschlittenbox der 780er Serie FA. SBH oder gleichwertig einzusetzen. Das Einbringen des Verbaus erfolgt ausschließlich im Absenkverfahren.

Im Bereich von querenden Leitungen ist mit Holzverbau, Stahlplatten, o.Ä. geeignetem Verbau zu arbeiten.

Wenn gemäß des ausgeschriebenen Technologischen Konzepts gearbeitet wird, werden größtenteils keine Personenarbeiten im Graben erforderlich. Der Planung und der auszuführenden Technologie folgend sind deshalb schmalere Grabenbreiten, abweichend von der DIN 4124 und DIN EN 1610 geplant.

Der Einsatz des Verbaus kann dem Lageplan, **Zeichnung Nr. 10.2 ‚Verbauboxplan‘**, entnommen werden.

4.4 Einbau und Verfüllung

Der Flüssigboden ist auf Grund seines zeitweisen thixotropen Verhaltens über Schurren des Fahrmißschers oder zusätzlich einzusetzender Technik (z. B. Betonpumpe im Zuge der Verdämmung) mit dafür vorgesehenen speziellen Hilfsmitteln, im Regelfall energiearm, in den zu verfüllenden Bereich einzubauen (vgl. Anlage Technisches Konzept). Der energiearme Einbau trägt maßgeblich zu einem schnellen

Rückverfestigungsverhalten und zu den erforderlichen technologischen wie auch zu den späteren End-eigenschaften des Flüssigbodens bei. In speziellen Fällen kann jedoch die kinetische Energie des Einbaus gezielt genutzt werden, um technologische oder auch qualitative Ziele zu erreichen.

Der spritzgeschützte Einbau ist für Bauvorhaben speziell in Bereichen erforderlich, in denen Passanten und baustellenfremde Fahrzeuge oder Bauwerke vor einer möglichen Verschmutzung durch Flüssigboden geschützt werden sollen. Ein weitreichender spritzgeschützter Einbau kann meist bereits durch einen energiearmen Einbau realisiert werden, sodass zusätzliche Aufwendungen für einen Spritzschutz minimiert werden oder entfallen.

In den folgenden Abbildungen werden verschiedene Hilfsmittel für den Einbau gezeigt, die die o. g. Anforderungen erfüllen.



Abbildung 4: Beispiele von technischen Hilfsmitteln zum korrekten Einbau von RSS Flüssigboden entsprechend der technologischen Vorgaben der Fachplanung

4.5 Auftriebssicherung

Auftriebssicherungen sind beim Einbau von Rohren und vergleichbaren Bauteilen in Flüssigboden zwingend einzusetzen, um dem während der Einbauphase auftretenden Auftrieb zuverlässig entgegenzuwirken. Hierfür sind ausschließlich mechanische Auftriebssicherungen, bspw. Fa. RSS Rohrverlegethilfen oder gleichwertig, als temporäre Niederhalter und Lagesicherungen zu verwenden.

Die Auftriebssicherungen dienen nicht als dauerhaft wirkende Beauflastung bis zur vollständigen Rückverfestigung des Flüssigbodens, da eine dauerhafte Belastung zu unzulässigen Rohrdeformationen führen kann. Stattdessen ist sicherzustellen, dass in den Auftriebssicherungen ein Manometer integriert ist, das zur Ermittlung des Auftriebs über die Zeit genutzt wird. Die Messung muss mindestens visuell ablesbar sein. Optional kann eine zusätzliche automatische Aufzeichnung des Auftriebsverlaufs erfolgen.

Verwendungshinweise

Auswahl geeigneter Geräte

Die Auftriebssicherungen sind vor Beginn der Flüssigbodenverfüllung entsprechend der Grabengeometrie, den örtlichen Platzverhältnissen sowie der Rohrdimensionen auszuwählen und anzupassen. Gemäß Planung werden Auftriebssicherungen benötigt, die eine Grabenbreite von ca. 0,9 bis 4,0 m überspannen können.

Dabei ist sicherzustellen, dass:

- die Konstruktion oberhalb des Grabens positioniert ist,
- eine stoffliche und örtliche Trennung zu Rohr und Verbau besteht,
- das Rohr frei hängend im Graben fixiert werden kann, um eine vollständige 360°-Ummantelung durch Flüssigboden sicherzustellen.

Stützkraft, Rohrschuhe, Stempel, Traversen und Träger sind entsprechend der Einbausituation (Einzelrohr, Mehrrohrverlegung, Hausanschlüsse, Kabelbündel) zu konfigurieren.

Platzierung am Graben

Die Auftriebssicherungen sind oberhalb des Grabens anzuordnen. Die Rohre sind in Lage, Höhe und Gefälle gemäß Planung an der Auftriebssicherung aufzuhängen (z.B. mittels Seilwinde) und mit dem Stempel von oben zu fixieren.

Die erforderlichen Sicherheitsabstände ergeben sich aus den mitgelieferten Rohrauftriebsstatiken (siehe Anlagen C ff.). Für jedes Rohrsystem werden hierbei zwei maßgebende maximale Punktabstände am Rohr ermittelt:

- a) der zulässige Abstand in Abhängigkeit von der Stützkraft der Auftriebssicherung sowie
- b) der zulässige Abstand in Abhängigkeit von der maximal zulässigen Rohrdurchbiegung.

Der auf der Baustelle einzuhaltende Abstand der Sicherungspunkte richtet sich nach dem jeweils kleineren der beiden Ergebnisse. Die Ergebnisse der Auftriebsstatiken für die verschiedenen Grabensysteme sind in Tabelle 4 zusammengefasst.

Die in den Auftriebsstatiken angegebenen Werte stellen somit maximale Sicherungspunktabstände dar. Technisch bedingt engere Abstände der Auftriebssicherungen sind zulässig.

Tabelle 4: Maximale Abstände der Rohrauftriebssicherungen

Rohrsystem	Max. Abstand je Rohr gem. Durchbiegung	Max. Abstand gem. Stützkraft	Maximal zulässiger Abstand, Baustelle
RQ1 – RQ 2 im Geoponton 3 x DN 800 u. 1 x DN 400	> 10 m	3,30 m	3,30 m
RQ 3 im Geoponton 3 x DN 800	> 10 m	3,60 m	3,60 m
RQ 5 – Mischwasser im Geoponton 1 x DN 1200	> 10 m	4,50 m	4,50 m
RQ 5 – Niederschlagswasser im Geoponton 1 x DN 1200	> 10 m	4,50 m	4,50 m
RQ 7 im Geoponton 1 x DN 1800	> 10 m	2,50 m	2,50 m
RQ 8 Schwimmende Verlegung 1 x DN 1500	> 10 m	4,70 m	4,70 m
RQ 9 Schwimmende Verlegung 1 x DN 1200	> 10 m	5,50 m	5,50 m
RQ 10 im Geoponton 1 x DN 400	> 10 m	6,50 m	6,50 m

Auftriebsmessung und Ziehen

Während der Verfüllung des Grabens mit Flüssigboden ist der Auftrieb zu beobachten. Die gemessenen Druckwerte dienen zur indirekten Bestimmung des Rückverfestungsverlaufs des Flüssigbodens und ermöglichen eine datenbasierte Steuerung des Ziehzeitpunkts.

Die Auftriebssicherungen sind zu dem Zeitpunkt zu entfernen, an dem die dem Auftrieb entgegenwirkenden Kräfte größer sind als der verbleibende Auftrieb. Der Ziehzeitpunkt ist somit anhand der Messwerte festzulegen.

Das Ziehen hat im noch weichplastischen Zustand des Flüssigbodens zu erfolgen, um:

- Spannungsspitzen an Kontaktstellen abzubauen,
- eine Rückverformung des Rohres zu ermöglichen,
- bleibende Verformungen zu vermeiden.

So wird verhindert, dass auftriebsbedingte Deformationen dauerhaft konserviert werden.

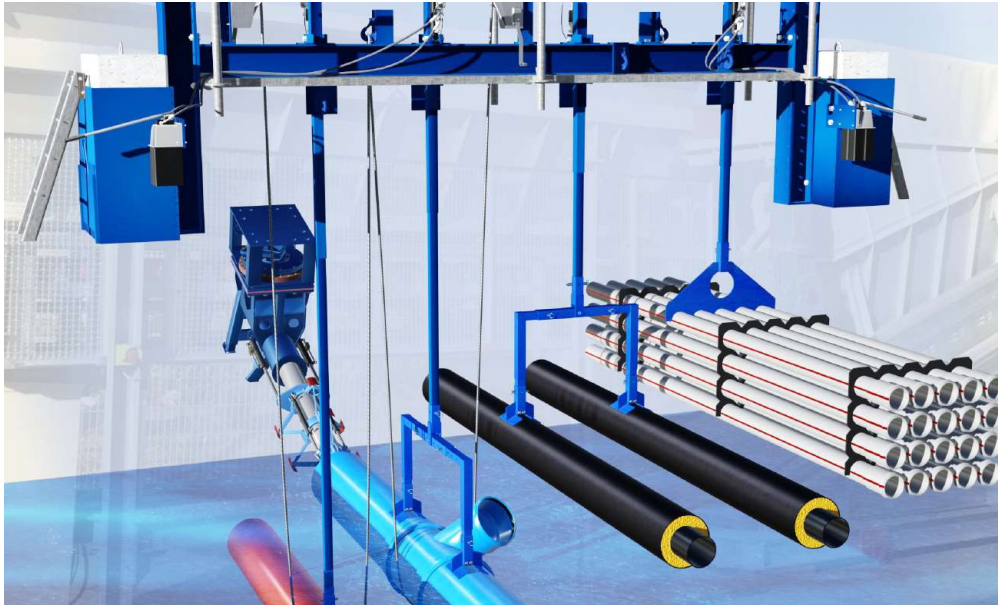


Abbildung 5: Darstellung ausgewählter Einbauhilfen für die Medienverlegung

4.6 Logistisches Konzept

Das logistische Konzept (Anlage A.3) beinhaltet Angaben zum Mischplatzbetrieb und zu den zeitlichen Abläufen des Baustellenbetriebs mit Bezug zur Flüssigbodentechnologie. Die Vorgaben zur Herstellung und den weiteren Schwerpunkten der Bauabläufe sind dem Qualitätssicherungsplan (Anlage E ff.), der Technischen Richtlinie Flüssigboden (E.2) und dem REGnorm Guide Flüssigboden des VSS zu entnehmen.

Transport

Der durch korrekte Umsetzung des Trockenmischverfahrens hergestellte Flüssigboden wird im Regelfall im Fahrmischer, gemäß Vorgaben der Fachplanung, zur Baustelle transportiert und an der vorgesehenen Einbaustelle verfüllt. Hierzu sind geeignete Hilfsmittel, wie z. B. Schütten, Schläuche, Lutten etc. zu verwenden.

Aus Qualitätsgründen darf der Flüssigboden maximal 90 Minuten im Fahrmischer verbleiben, sprich, zwischen Beginn der Beladung und Beendigung der Entladung dürfen nicht mehr als 90 Minuten liegen. Bei Überschreitung dieser Zeit darf der Flüssigboden nicht mehr eingebaut werden und ist zu entsorgen.

Mischplatz

Im vorliegenden Bauvorhaben ist der Mischplatz durch die ausführende Firma eigens für die Baustelle herzurichten, zu betreiben und nach der Bauzeit zu beräumen.

Die Baustelleneinrichtungsfläche wird vom AG bereitgestellt und befindet sich in nächster Nähe zur geplanten Trasse. Die verfügbare Fläche ist ca. 1500 m² groß. Es handelt sich um eine unbefestigte Grünfläche. Mischanlage, Bodenlager und sonstige Anlagen und Lager sind auf dieser Fläche unterzubringen.

Ein beispielhafter Aufbau einer Mischanlage ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

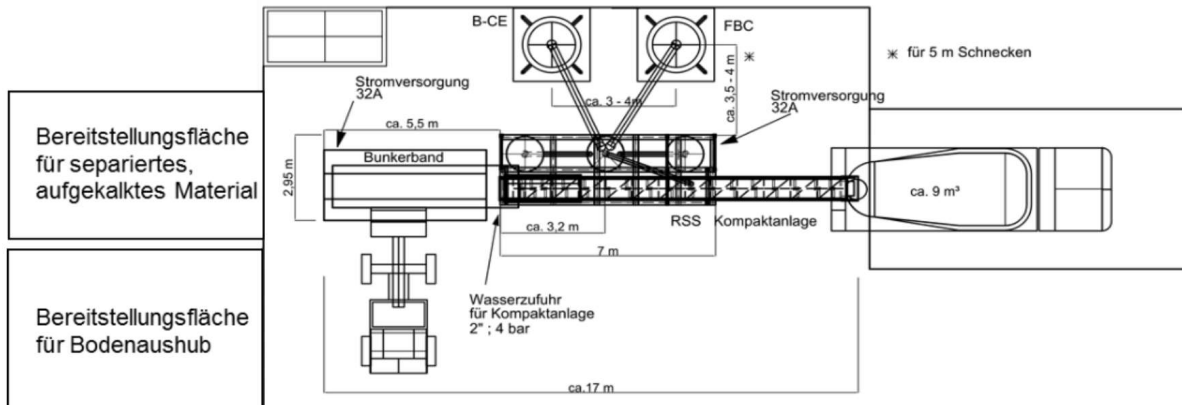


Abbildung 6: Anordnungsprinzip Mischplatz Draufsicht

Die Anfahrt zum Mischplatz ist über die anliegende Brücke über die Abens möglich. Die Entfernung zum weitesten entfernten Einbauort beträgt ca. 400 m.



Abbildung 7: Lage Mischplatz