



M&S UMWELTPROJEKT GMBH
www.mus-umweltprojekt.de

Zentrale Plauen

Pfortenstraße 7
PF 400250
08502 Plauen
Tel. 03741 / 572 190
Fax.03741 / 572 1940

E-Mail: plauen@mus-umweltprojekt.de



Durch die DAkkS deutsche Akkreditierungsstelle GmbH
nach DIN EN ISO / IEC 17025:2005
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde
aufgeführten Prüfverfahren.

Auf der Grundlage der Verwaltungsvereinbarung zwischen
Der OFD-H und der BAM anerkanntes Ingenieurbüro für
Probennahme und Analytik auf Bundesliegenschaften,
BAM-Registrier-Nr. 204

Privatrechtliche Anerkennung von Prüfstellen
für Baustoffe und Baustoffgemische im Straßenbau
nach RAP Stra 10
[A1/ A3]

Gefördert durch:



Europäische Union

Europa fördert Sachsen.



Europäischer Sozialfonds

Innovationsassistent

*Weiterentwicklung Qualitätssicherungssystem für Herstellung und
Anwendung von Flüssigboden*

- Beschreibung des Vorhabens -



Förderung aus dem Europäischen Sozialfonds mitfinanzierten Vorhaben

InnoExpert



Die M&S Umweltprojekt GmbH beschäftigt seit dem 01.09.2016 einen Innovationsassistenten.
Dieser wird durch den Europäischen Sozialfond (ESF) gefördert.

Thema des Vorhabens: Weiterentwicklung Qualitätssicherungssystem für Herstellung und
Anwendung von Flüssigboden

Geförderte Person: Tommy Gambke
Diplom-Ingenieur für Geotechnik und Bergbau



Inhaltsverzeichnis

Seite

1. ZIELE DES VORHABENS.....	4
1.1 Ausgangssituation.....	4
1.2 Gesamtziel des Vorhabens	5
2. ZIELERREICHUNG UND ARBEITSSCHRITTE.....	6
2.1 Wissenschaftlich-technische Arbeitsziele des Vorhabens und vorgesehene Lösungswege.....	6
2.2 Arbeitspakete	7
3. ERGEBNISSE UND DOKUMENTATION.....	8
3.1 Erwartete Ergebnisse	8
3.1.1 Einschätzung der Erreichbarkeit der Ziele	8
3.2 Wirtschaftliche Nutzung.....	8
3.2.1 Markt- und Kundenstruktur des Unternehmens.....	9
3.2.2 Marktanalyse/ -abschätzung für die Projektergebnisse	9
4. BEACHTUNG VON GRUNDSÄTZEN / QUERSCHNITTAUFGABEN – BEITRÄGE DES VORHABENS ZUR VERBESSERUNG DER UMWELT.....	10

1. Ziele des Vorhabens

1.1 Ausgangssituation

Das Flüssigbodenverfahren ist eine neue, moderne und innovative Technologie mit hohem Zukunftspotenzial und weitem Anwendungsgebiet. Bei Flüssigboden handelt es sich um ein zeitweise fließfähiges, volumenkonstantes, sich selbst verfestigendes Verfüllmaterial für bautechnische Zwecke. Es kann aus dem vor Ort vorkommenden Aushubmaterial hergestellt und für unterschiedlichste Anwendungszwecke optimiert werden. Im Sinne der Kreislaufwirtschaft wird damit anfallender Bodenaushub verwertet und muss nicht auf Deponien entsorgt werden. Darüber hinaus können Schadstoffe im Boden immobilisiert und verdichtungsbedingte Bauschäden vermieden werden. Weiterhin kann für die zunehmend erdverlegte Stromkabel die Wärmeableitfähigkeit des Bodens dauerhaft sichergestellt werden.

Flüssigboden besteht aus Grundmaterial (natürliche oder industriell hergestellte Gesteinskörnungen), Zugabewasser, Flüssigbodencompound und Beschleuniger. Da die Eigenschaften, insbesondere des Grundmaterials, immer wieder variieren und der Flüssigboden eine Vielzahl technologisch steuerbarer Eigenschaften aufweist, kommt der Qualitätsüberwachung eine sehr hohe Bedeutung zu. Zu den wichtigsten Eigenschaften zählen unter anderen:

- Fließfähig,
- Selbstverdichtend,
- Schnell überbaubar,
- Mechanisch lösbar (Spatenlösbar),
- Setzungsfrei,
- Kein Nacherhärten,
- Pumpbar,
- Definierte steuerbare Eigenschaften,
- Umweltverträglich,
- Verträglichkeit mit Rohrmaterialien,
- Stabile chemische Eigenschaften,
- Erosionsstabil,
- Dämpfendes Verhalten bei dynamischer Einwirkung,
- Keine Nachverdichtung bei dynamischer Einwirkung, Wärme-, Wasser- und Gasdurchlässigkeit.

In der Vergangenheit gab es häufig Schadensfälle im Zusammenhang mit der Flüssigbodentechnologie, die auf eine fehlende Qualitätssicherung, insbesondere auf ein fehlende Vorort- Kontrolle der Flüssigbodeneigenschaften zurück zu führen waren. Nur bei sicher und nachhaltig gewährleistbaren Eigenschaften wird sich diese innovative und umweltschonende Technologie großtechnisch bei Herstellern, Anwendern und Kunden am Markt gegenüber den bisherigen Ressourcen verbrauchenden Technologien durchsetzen können. Das Flüssigbodenverfahren verbindet ressourcenschonendes und umweltfreundliches Bauen mit tiefbautechnischen Vorteilen. Die Vorteile des Verfahrens können wie folgt zusammengefasst werden:

- (1) Kosten- und Zeitersparnisse bei der Verfüllung (Bau-, Personal- und Folgekosten),
- (2) vielseitige Anwendbarkeit,
- (3) Selbstverdichtend – keine Erschütterung, Lärmemissionen und Schäden an Nachbarbauwerken durch Verdichtungsarbeiten,
- (4) optimale Verdichtung,
- (5) Keine Nachsetzungen – keine Fahrbahn-, Oberflächen- und Leitungsschäden,
- (6) Umweltunbedenklich, schützt Boden und Grundwasser,
- (7) Vollständige Bettung der Rohre, keine erhöhten Punktbelastungen,
- (8) Schmalere Gräben – Optimierung des Arbeitsraumes und weniger Bodenaushub – Masseneinsparung – Schonung von Kies- und Sandvorkommen,
- (9) Komplette Ausfüllung der Gräben, auch in schwierigen Bereichen mit schlechter Zugänglichkeit,
- (10) Stoffkreislauf wird gewährleistet,
- (11) Personaleinsparung,
- (12) Langlebigkeit durch gute Bettungseigenschaften.

Für einen erfolgreichen Einsatz bedarf es an einer zukunftsorientierten und prozessintegrierten Weiterentwicklung des Qualitätssicherungssystems.

1.2 Gesamtziel des Vorhabens

Die Qualitätssicherung ist das Herzstück für den Einsatz, der weiteren Entwicklung und Anwendung des Verfahrens.

Flüssigboden ist kein Produkt sondern eine Technologie, die in Ihrer Gesamtheit betrachtet werden muss. Das Flüssigbodenverfahren kennzeichnet sich immer durch wechselnde Ausgangsmateria-

lien und unterschiedlichen Rezepturen aus. Daher ist die Gestaltung der Sollwerte und Güteanforderungen schwierig zu definieren. Die Regelungen der Gütesicherung nach RAL- GZ 507 stellen einen ersten Versuch dar, dieses Problem zu lösen. Sie müssen jedoch dringend wissenschaftsbasiert und versuchstechnisch abgesichert weiterentwickelt werden. Für jede Baumaßnahme sind die Arbeitsschritte und Anforderungen standortspezifisch anzupassen. Genau wie das Verfahren benötigt auch die Sicherstellung der Qualitätsansprüche eine zukunftsorientierte und stetige Weiterentwicklung.

Die Weiterentwicklung der fehlenden bzw. unzureichenden Qualitätssicherung des gesamten Prozesses ist Ziel des Vorhabens. Es sollen objektive Prüfkriterien im Bereich der Herstellung, Transport, Einbau bis hin zur Langzeitwirkung aufgestellt werden. Mit geeigneten Untersuchungsmethoden sind chemische und bodenphysikalische Besonderheiten des Verfüllmaterials zu charakterisieren. Diese Ergebnisse sind in die Qualitätssicherung einzuarbeiten.

2. Zielerreichung und Arbeitsschritte

2.1 Wissenschaftlich-technische Arbeitsziele des Vorhabens und vorgesehene Lösungswege

Ziel ist die Untersuchung des Flüssigbodens aus bodenmechanischer, chemischer sowie umwelttechnischer Sicht. Durch den Einsatz in verschiedensten Anwendungsgebieten ist eine strenge Kontrolle für den gesamten Gütesicherungsprozess notwendig. Für Baumaßnahmen mit Flüssigbodenanwendung erfolgt eine Einteilung je nach Umfang der Maßnahme, daraufhin wird baustellenspezifisch ein Untersuchungsprogramm von Baugrunderkundung bis zur Überwachung der Langzeitwirkung des Flüssigbodens ausgearbeitet. Eine Kategorisierung der einzelnen Versuche ist dabei anzustreben. Die Realisierung und Umsetzung von bodenmechanischen Versuchsanordnungen sowie das Aufstellen von Randbedingungen zur Überwachung von Flüssigbodenmaßnahmen im Labor und In-Situ sind Ziel des Vorhabens. Die Festlegung der durchzuführenden Versuche sowie die weitere Optimierung und Anpassung ist die Lösung der jetzigen Probleme im Qualitätssicherungsbereich. Das hohe Potential und die steigende Anwendung dieser Technologie sind nur erfolgreich umzusetzen, wenn eine lückenlose Überwachung und Dokumentation erfolgt.

Ein weiteres Arbeitsziel ist die Immobilisierung von Schadstoffen mittels Flüssigboden. Hierfür sind Testreihen geplant hinsichtlich Spezifikation der eingesetzten Tonminerale sowie der vorhandenen Schadstoffe.



2.2 Arbeitspakete

Folgende Arbeitspakete werden bearbeitet:

1. Theoretische Grundlagen
 - 1.1 Recherche zum IST - Stand der Qualitätssicherung beim Flüssigbodenverfahren
 - 1.2 Ermittlung und Recherche von vorhergehenden Schadensursachen
2. Laborversuche
 - 2.1 Überprüfung von bodenmechanischen Laborversuche
 - 2.2 Durchführung und Auswertung von bodenmechanischen Laborversuche
 - 2.3 Durchführung von labortechnischen bzw. computersimulierten Untersuchungen
3. Feldversuche
 - 3.1 Ermittlung geeigneter Feldversuche in Abhängigkeit vom Anwendungsgebiet
 - 3.2 Durchführung von Untersuchungsmethoden auf der Baustelle
4. Korrelation der Labor- und Feldversuche
 - 4.1 Korrelation allgemein
 - 4.2 Korrelation zwischen einaxiale Druckfestigkeit (EDF) und der Tragfähigkeit
5. Immobilisierung von Schadstoffen
 - 5.1 Vertiefung der Funktionsweise bei der Immobilisierung mit Flüssigboden
6. Langzeitwirkung und Aktualisierung des Qualitätssicherungssystems
 - 6.1 Langzeitwirkung
 - 6.2 Aktualisierung der Qualitätssicherung

3. Ergebnisse und Dokumentation

3.1 Erwartete Ergebnisse

Die Erfolgsaussichten des Projektes sind mit Hinblick der zu erwarteten Ergebnisse sehr gut. Durch die Optimierung der einzelnen Versuche, die Aufstellung von flüssigbodenspezifischen Parametern sowie eine prozessintegrierte Weiterentwicklung der Qualitätssicherung nach RAL GZ 507 können bisherige auftretende Schadensbilder vermieden werden.

3.1.1 Einschätzung der Erreichbarkeit der Ziele

Die Aussichten für einen erfolgreichen Abschluss der wissenschaftlich-technischen Entwicklungsarbeiten sind ausgesprochen gut. Die Erfahrungen der M&S Umweltprojekt GmbH auf ihrem Gebiet bilden eine hervorragende Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung dieses Vorhabens, die beim derzeitigen Kenntnisstand machbar erscheint.

Durch eine lückenlose Qualitätssicherung von Erkundung, Planung, Herstellung, Einbau und Langzeitüberwachung steigt die Akzeptanz der Technologie.

3.1.2 Aufwendungen nach Projektende

Am Ende des Vorhabens soll eine lückenlose zukunftsorientierte Qualitätssicherung für die Herstellung und Anwendung vorliegen, welche maßgeblich durch die Arbeiten der M&S Umweltprojekt GmbH beeinflusst wurde. Durch die praxisnahe Anwendung und Erprobung der Verfahren sowie die Durchführung von Testreihen im angegebenen Zeitraum sind keine größeren Aufwendungen nach dem Projektende zu erwarten.

3.2 Wirtschaftliche Nutzung

Aus der erfolgreichen Weiterentwicklung des Qualitätssicherungssystems und den Ergebnissen des erfolgreich abgeschlossenen Projektes sowie auf Grundlage der prognostizierten Zunahme des Bedarfes an Flüssigbodenanwendungen und der allgemein positiven Entwicklung der Flüssigbodentechnologie werden die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten des Projektes als sehr positiv eingeschätzt. Unter dem Gesichtspunkt, dass die M&S Umweltprojekt GmbH über umfangreiche internationale Geschäftsverbindungen verfügt, wird der Marktzugang realisiert und es zeigen sich große Erfolgsaussichten für den Einsatz, wobei deutschland-, europa- und weltweite Anwendungen akqui-



riert werden können. Auch die Vorteile der Flüssigbodens gegenüber den herkömmlichen Standardlösungen und den anderen zeitweise fließfähigen selbstverdichtenden Verfüllmaterialien (ZFSV) sind ein weiterer wichtiger Faktor bei der Betrachtung des wirtschaftlichen Erfolges.

Durch eine wissenschaftliche Fundierung und versuchstechnische Absicherung steigt die Akzeptanz in Hinblick auf die weitere Verbreitung der Technologie.

3.2.1 Markt- und Kundenstruktur des Unternehmens

Mit Probenahme-, Analytik- und Ingenieurleistungen ist die M&S Umweltprojekt GmbH im Umweltbereich tätig. Baugrunduntersuchungen, Vermessungsarbeiten sowie Bauüberwachungen gehören weiterhin zum Tätigkeitsfeld des Unternehmens. Die M&S Umweltprojekt GmbH verfügt als Alleingesellschafter über 2 Tochterfirmen (Analytik Team GmbH mit Sitz in Fellbach sowie M&S Umweltprojekt Baltic UAB mit Sitz in Siauliai/LT) und über 8 Geschäftsstellen in Deutschland. Alle chemischen, bodenphysikalischen und materialtechnischen Untersuchungen werden in hochmodernen, DAKKS akkreditierten, firmeneigenen Laboratorien durchgeführt. Der Anteil der Auslandsumsätze liegt, mit steigender Tendenz, bei ca. 10%. Seit ihrer Gründung beschäftigt sich die M&S Umweltprojekt GmbH mit innovativen Entwicklungen im Umweltbereich und hat in der Vergangenheit bereits an mehreren Forschungsprojekten federführend erfolgreich mitgewirkt.

3.2.2 Marktanalyse/ -abschätzung für die Projektergebnisse

Durch das neue Beschäftigungsfeld der Flüssigbodentechnologie sowie der weiteren Verbreitung ergeben sich folgende Vorteile für das Unternehmen:

- Weiterentwicklung der Labor- und Prüfkompetenz,
- Umsatz- und Ertragssteigerung,
- Zukunftssicherung,
- Verbesserung der nationalen und internationalen Marktposition,
- Erhöhung der Anzahl der Mitarbeiter,
- Bessere Chancen zum Export der Technologie und der Qualitätssicherungskompetenz.



4. Beachtung von Grundsätzen / Querschnittsaufgaben – Beiträge des Vorhabens zur Verbesserung der Umwelt

Nach dem Kreislaufwirtschaftsgesetz hat die Verwertung Vorrang gegenüber der Beseitigung soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist. In diesem Sinne erfüllt die Verwendung des vor Ort anstehenden Bodens als Grundmaterial für den Flüssigboden diesen Grundsatz. Durch die Flüssigbodentechnologie werden Ressourcen geschont. Eine Deponierung des Materials ist nicht notwendig. Daraus ergeben sich kürzere oder kaum Transportwege. Weniger Lärmemissionen sowie Kraftstoffeinsparungen sind die Folge. Das Verfahren schützt aktiv unsere Umwelt.