

Tauchroboter

— H A M B U R G —

PRÜFEN | SAR | ORTEN

Seite 1 v 7

Dokumentation zur Schlamm- und Sedimentserfassung

26.09.2023

Am Regenrückhaltebecken RRB-Krugteich in Kiel

Inhaltsverzeichnis

• Einleitung.....	2
• Ausgangslage.....	2-3
• Datenerfassung.....	3
• Messergebnisse und Erläuterungen.....	3-4
• Übersichtkarte und 3D Karte.....	4
• Großkarte mit Tiefenangaben.....	5
• Datenvergleich mit GEODOC.....	6
• Kartenansicht Vergleich.....	6
• Schlussbemerkung.....	7

Das Projekt ist eine Initiative von



Mitwirkende:

Landeshauptstadt Kiel: Thomas Koop, Oke Petersen, Dennis Behrenbeck, Joakim Rehage, Martin Klein,

Geodoc GmbH: Lüdeke Grasshoff, Martin Wiertz, Hector Andreas Lopez, Basir Saberi

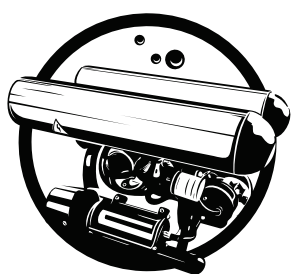
Tauchroboter Hamburg: Marcus Wiest

Eine Unternehmung der
Wiest GmbH
Hauptstrasse 55
22962 Siek

Tel: 04107 3741922
info@tauchroboter-hamburg.de
www.tauchroboter-hamburg.de

HRB: 20850 HL
Steuernummer 30/298/20063
Ust-ID Nummer: DE 317977159

Bankverbindung Wiest GmbH
Raifeisenbank
Kto-Nr: DE21 2006 9177 0000 2680 03
BIC: GENODEF1GRS



Tauchroboter

— H A M B U R G —

PRÜFEN | SAR | ORTEN

Seite 2 v 7

Einleitung

Diese Dokumentation präsentiert die Ergebnisse der technischen und visuellen Untersuchung des Regenwasserrückhaltebeckens (RRB-Krugteich) mit einem Unmanned Survey Vehicle (USV), welches mit einem Dual Frequency Echosounder und einem Side Scan Sonar ausgestattet ist. Diese wurde durchgeführt, um genaue Daten der aktuellen Wassertiefe des Rückhaltebeckens zu erhalten. Ziel der Untersuchung war es, wichtige Informationen zu Schlammansammlungen und eventuellen Sedimentsmengen zu erfassen. Auf Basis der gewonnenen Daten können dann Lösungen und Maßnahmen für das weitere Vorgehen definiert werden. Diese Daten können in die Berichte der SÜVO als Anlage zur Schlamm-mengenermittlung übernommen werden. Die folgende Dokumentation bietet einen umfassenden Überblick über den Untersuchungsprozess und die daraus resultierenden Erkenntnisse.

Zum Zeitpunkt der Messung waren uns keine Daten wie Wasserstand, Bauausführungszeichnungen oder ähnliches bekannt.

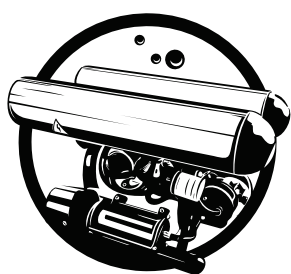
Augangslage



Zum Zeitpunkt der Messung am 26.09.2023 gegen 10 Uhr war das Wetter sonnig bei ca. 20 Grad. Laut Google Earth hat das RRB eine Länge von ca 155 Meter und eine Breite von 44 Meter. Mitarbeiter der Stadt Kiel haben uns den Bereich mit dem Zugang zum Rückhaltebecken geöffnet, und an der Messung teilgenommen.



Weiter waren Mitarbeiter der Firma GEODOC GmbH vor Ort, um durch eine manuelle Messung die Daten vom USV zu kontrollieren. Dazu sind 2 Personen in einem Schlauchboot über den befahrbaren Bereich des Regenrückhaltebeckens gefahren und haben jeweils eine Messung der Wassertiefe und eine Messung der Sedimenttiefe gemacht. Verwendet wurde dazu eine Messlatte mit GPS. Diese wurde zu Tiefenmessung mit einem Teller auf dem Grund positioniert. Bei der zweiten Messung wurde mit einer Spitze durch den Schlamm gestochen und so die Differenzmessung gemacht. Ziel war es, die Sonardaten vom USV mit der manuellen Messung zu verifizieren.

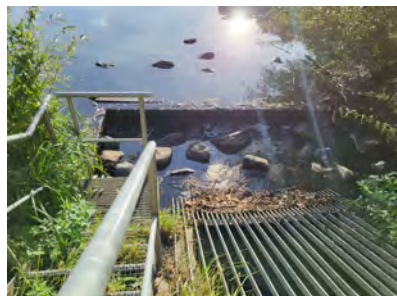


Tauchroboter

— H A M B U R G —

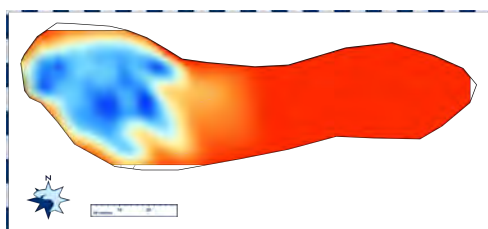
PRÜFEN | SAR | ORTEN

Seite 3 v 7



Der Wasserstand am RRB Krugteich ist wie auf dem Bild zu sehen gerade so, dass geringe Mengen an der Überlaufkannte drüber fließen. Vor und im Bereich des Überlaufes sind Steine, die bereits aus dem Wasser gucken, was auf eine geringe Wassertiefe an dieser Stelle hindeutet. Ebenso sind schon vor der Mitte des Regenrückhaltebeckens Enten zu sehen, die aufgrund der geringen Tiefe über das Wasser laufen können.

Datenerfassung



Bereits während der Fahrt mit dem USV wird klar, dass aufgrund der geringen Wassertiefe keine komplette Messung möglich ist. Der auf diesem Bild rot markierte Bereich hat eine geringere Tiefe als 19 cm. In diesem Bereich kann das USV aufgrund des Tiefgangs nicht fahren. Das Sonar hat eine Tiefe von 14cm, die in der Auswertung durch ein Water Level Offset einberechnet wird.

Auch die manuelle Messung ist hier nicht möglich, da das Schlauchboot ebenfalls nicht weiter kommt. Durch das Side Scan Sonar wird nur ein Teilbereich der flachen Stellen aufgezeichnet.



THTSPlus USV

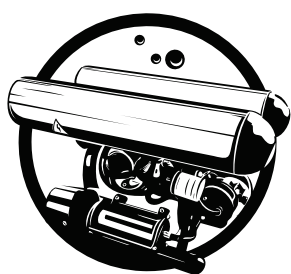
1. Gesamtfläche laut Google Earth : 5747 m²

Messergebnisse vom USV:

2. Wasservolumen des Messbereiches: 921 m³
3. Tiefe - Min: 0.10 Meter Max: 0.80 Meter
4. Sedimentvolumen : 2575 m³
5. Anzahl Messpunkte: 2172 / Pings: 32580 /

Erklärungen

1. Die Gesamtfläche wird durch die Satellitenkarte von Google Earth ausgegeben. Da diese aus Luftaufnahmen generiert wird, kann dieser Wert nur als ungefährender Wert betrachtet werden. Verdeckte Bereiche, zum Beispiel durch Bäume oder Äste, können diesen Wert verfälschen.
2. Das Wasservolumen wird durch die Sonarsoftware berechnet. Dieser Wert ergibt sich aus der Anzahl der Messpunkte mit dem gemessenen Tiefenwert. Zuzüglich des Abstandes vom Sonar zur Wasseroberfläche. (Sonarabstand zur Wasseroberfläche = 14cm, zuzüglich gemessene Tiefe).



Tauchroboter

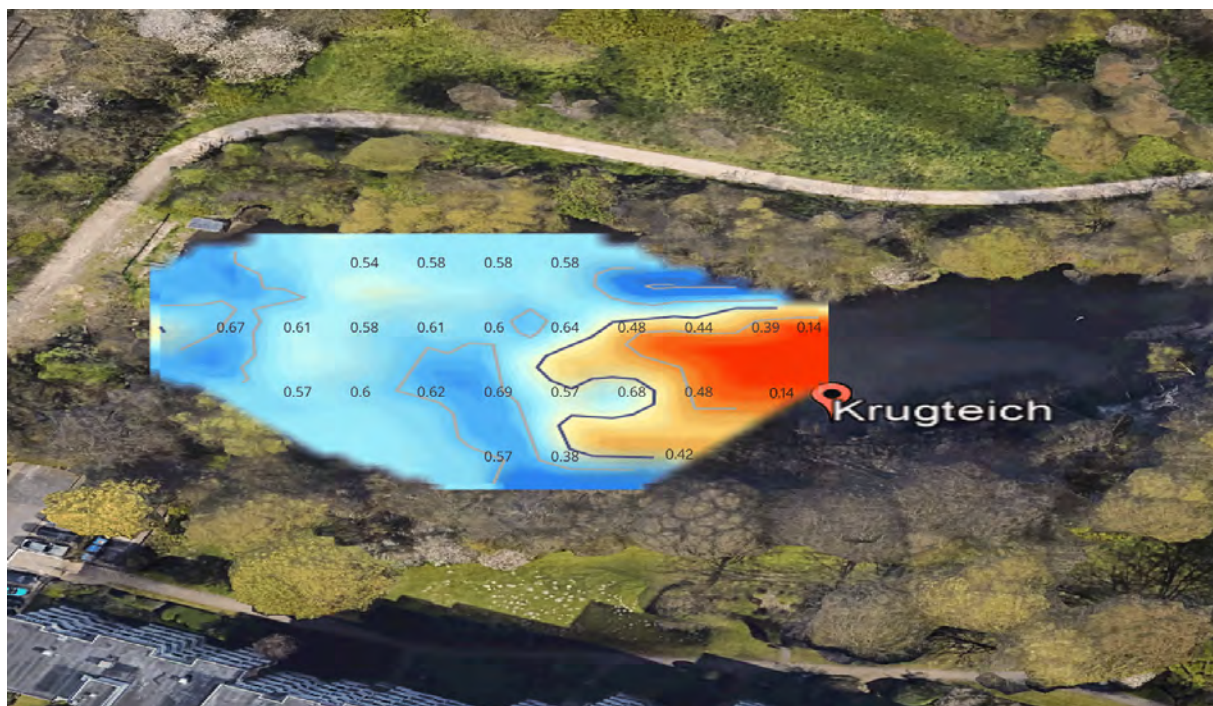
— H A M B U R G —

PRÜFEN | SAR | ORTEN

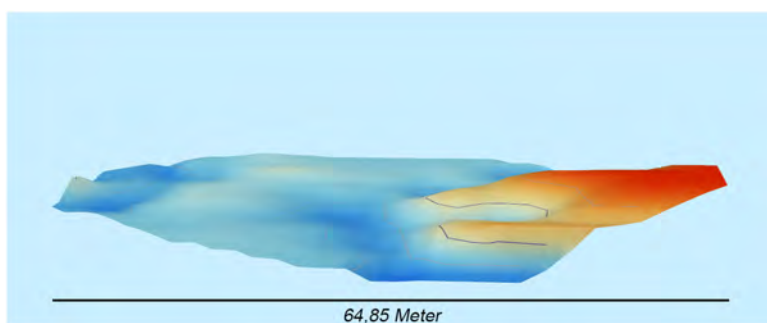
Seite 4 v 7

3. Die gemessenen Daten vom Sonar mit der geringsten und der maximal gemessenen Tiefe.
4. Das Sedimentvolumen wird ebenfalls vom Sonar berechnet. Es wird hier davon ausgegangen, dass die tiefste gemessene Stelle (In diesem Fall 80cm) über das ganze Becken zur Verfügung steht. Alle Punkte, die nicht die 80cm Tiefe haben, werden von der gemessenen Tiefe bis zu 80cm berechnet. Die Gesamtsumme ergibt hier das Sedimentvolumen. Da der Software aber keine Referenzmessungen (tatsächliche Tiefe) bekannt sind, ist dieser Wert nur als Schätzung zu betrachten.
5. Die Anzahl der Messpunkte sind die Messungen vom Sonar. Pro Messpunkt wurden 15 Pings mit unterschiedlichen Frequenzen gemacht (240 KHz bis 1075KHz), um eine Täuschung des Sonars zum Beispiel durch Bewuchs oder andere im Wasser befindliche Gegenstände zu minimieren. Der Mittelwert der 8 mittleren Pings wird als Tiefenwert gespeichert.

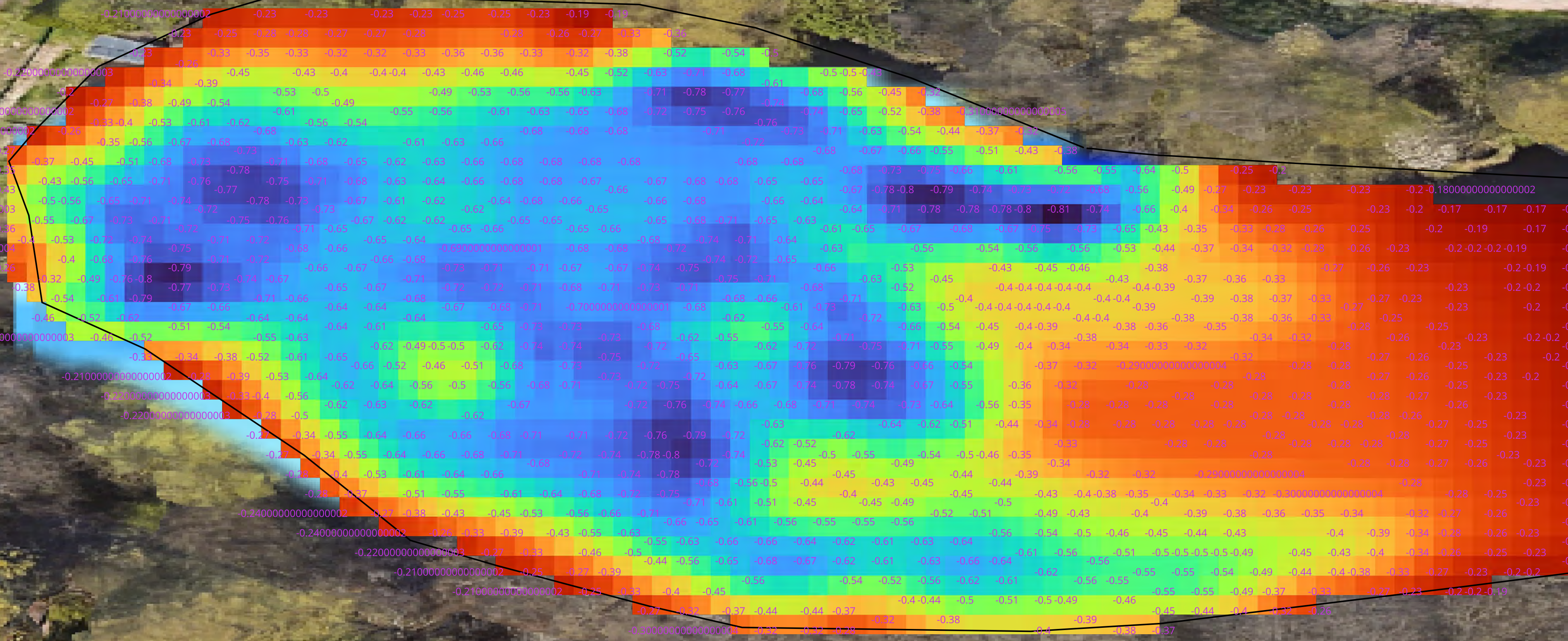
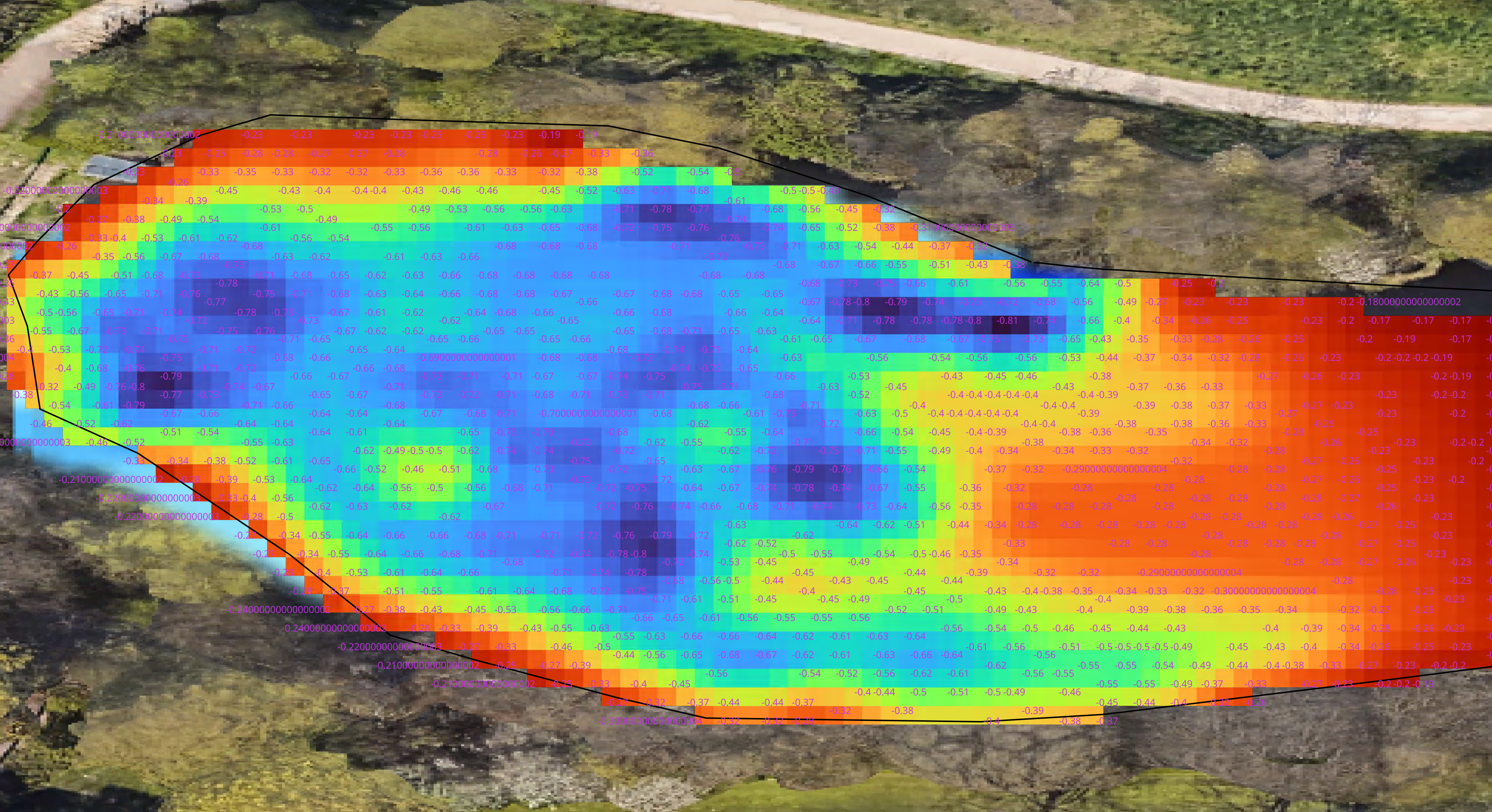
Übersichtskarte

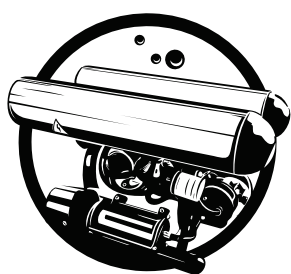


Das obere Bild zeigt den gemessenen Bereich mit 25 eingetragenen Messpunkten, die auf 2 Stellen hinter dem Komma gerundet sind. Zum Vergleich haben wir diese auf einer 3D Karte nachfolgend dargestellt.



Auf der folgenden Seite 5 ist eine Darstellung in höchster Auflösung mit allen Messdaten abgebildet.





Tauchroboter

— H A M B U R G —

PRÜFEN | SAR | ORTEN

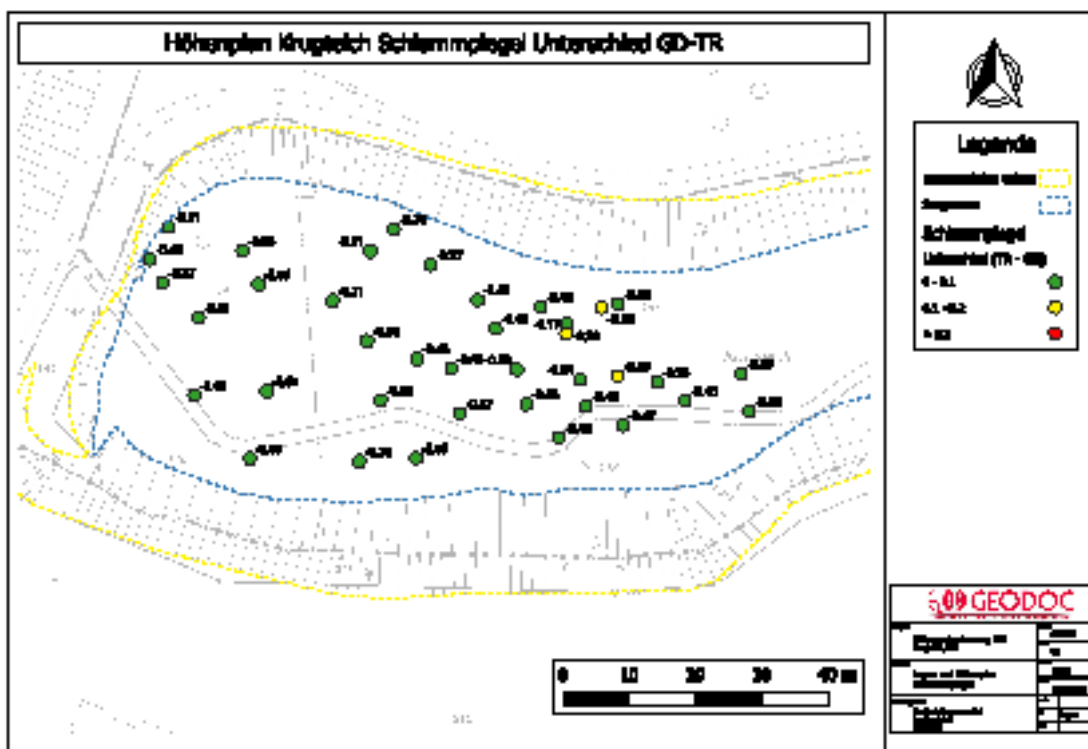
Seite 6 v 7

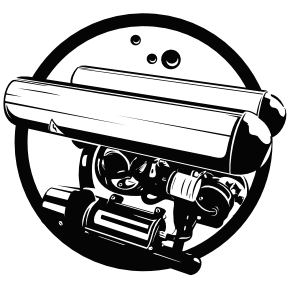
Datenvergleich

Elementar wichtig für den Vergleich der Daten (USV - GNSS) ist die jeweils exakt identische Position der zu vergleichenden Werte. Da die GEODOC GNSS Antenne (Leica GS18) mit Sapos Korrekturdienst (Genauigkeit 2...3cm) arbeitet und das USV die GPS Position ohne Korrekturdienst ermittelt (1...2m) muss man die Messposition anhand der „Outline“ des Regenrückhaltebeckens in Deckung bringen.

Bringt man beide Karten in Deckung, so ergibt sich eine Übereinstimmung in den Werten bei über 90% der Messungen. Im Krugteich haben wir lediglich 3 Werte außerhalb des Toleranzbereiches von 10cm, wobei genau diese 3 Werte im sehr flachen Wasser < 20cm Wassertiefe liegen und vernachlässigt werden können!

Wichtig ist auch die Rasterkarte der USV Messungen in höchster Auflösung auszugeben.





Schlussbemerkung

Diese Datenerfassung wurde in Form eines Tests in Zusammenarbeit mit der Stadt Kiel, GEODOC GmbH und Tauchroboter Hamburg erstellt. Eingesetzt wurde von der GEODOC GmbH ein Schlauchboot mit GPS Messstab sowie von Tauchroboter Hamburg ein professionelles bathymetrie USV mit 2-Frequenz-Echolot und Side Scan Modul für Vermessungszwecke. Der erste grobe Vergleich von Messdaten vor Ort hat bereits gezeigt, dass die erhobenen Daten von beiden Messungen zusammen passen. Für einen genaueren Vergleich werden Tauchroboter Hamburg und GEODOC GmbH die erfassten Daten nebeneinander in Kiel präsentieren.

Während des Tests haben sich bereits Vorteile der Messung mit einem USV abgezeichnet. Neben der Agilität und der Messgeschwindigkeit hat das USV mit über 2100 Messpunkten wesentlich mehr Daten gesammelt, als durch die manuelle Messung erfasst wurden. Ebenso hat das Side Scan Modul für eine bessere Abdeckung von Messdaten, zum Beispiel unter Ästen und in schwer zugänglichen Bereichen beigetragen.

Beim Vergleich der Messergebnisse hat sich gezeigt, dass die GPS-Systeme Differenzen aufweisen. Die GEODOC GmbH verwendet ein professionelles GPS-System für Vermessungszwecke inklusive Korrekturdienst. Das vom USV verwendete GPS ist lediglich ein Standard Schiffs GPS. Somit hat sich erst nach einer Skalierung der Karte vom USV (Anpassung an den Höhen und Tiefenplan von GEODOC) ein Ergebnis gezeigt, welches eine Übereinstimmung der Daten von über 90% mit einer Differenz von weniger als 10cm aufweist. Die Messpunkte mit einer höheren Differenz können auch durch Gegenstände im Wasser (zum Beispiel: Steine und Äste) beeinflusst sein.

Abschließend lässt sich feststellen, dass sowohl die manuelle Messmethode als auch die Messungen mit USV sehr ähnliche Ergebnisse erzielt hat. Aus unserer Sicht ist die Messung mit USV jedoch aufgrund der wesentlich höheren Anzahl an Messpunkten, sowie der flexiblen und umweltfreundlichen Nutzung leicht im Vorteil. Ebenso bietet die hochauflösende Tiefenkarte vom USV für ein langfristiges Monitoring und zur punktuellen Ausbesserung eine bessere Übersicht.

Wir bedanken uns für die außerordentlich gute Zusammenarbeit.