

# **Zusätzliche technische Vertragsbedingungen für die Ausführung von Nassbaggerarbeiten**

## **ZTV-Nassbaggerarbeiten HPA**

### **Teil 2**

## **Elektronische Fernüberwachung von Laderaumsaugbaggern**

Ausgabe: Juni 2024 (Neßsand)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeines.....</b>	<b>1</b>
1.1	Aufgabe der Fernüberwachung.....	1
1.2	Beschreibung der Fernüberwachung .....	1
<b>2</b>	<b>Messtechnik und -größen.....</b>	<b>1</b>
2.1	Niveaumesser und Ladungsvolumen (Pinger) .....	2
2.2	Tiefgangsmesser und Verdrängung .....	2
2.3	Position und Tiefgang des Saugkopfes.....	3
2.4	Dichtemessung .....	3
2.5	Gemischgeschwindigkeit .....	3
2.6	Transportwasservolumen.....	4
<b>3</b>	<b>Schnittstelle und Daten .....</b>	<b>4</b>
3.1	Datenlogger .....	4
3.2	Datenübermittlung .....	4
3.3	Spezifikation der Schnittstelle .....	4
3.4	Datenformate .....	5
3.5	Systemzeit (UTC) .....	5
3.6	Datenredundanz .....	5
3.7	Störungen.....	5
<b>4</b>	<b>Voraussetzungen für die Inbetriebnahme .....</b>	<b>6</b>
4.1	Installation eines Datenloggers .....	6
4.2	Prüfberichte zu Messeinrichtungen .....	6
4.3	Eignungsnachweis.....	6
4.4	Feststellung der Einsatzbereitschaft .....	7
4.5	Inbetriebnahme.....	8
<b>5</b>	<b>Auswertung.....</b>	<b>8</b>
5.1	Vorgehensweise .....	8
5.2	Baggerumlauf .....	8
5.3	Position und Tiefgang des Saugkopfes.....	9
5.4	Kontrolle von Umlagerarbeiten.....	9
5.5	Ermittlung der Fahrstrecken.....	9
5.6	Kontrolle von Ladungsverlusten (Vollfahrt).....	10
<b>6</b>	<b>Schlickbaggerung.....</b>	<b>10</b>
6.1	Berechnung des Ladungsvolumens (Schlick) .....	10
6.2	Berechnung der Ladungsdichte (Schlick).....	10
6.3	Minimale Beladedichte.....	11
6.4	Berechnung des AMOB Betriebes (Schlick).....	11
6.5	Bonus-/Malussystem (Schlick) .....	11
6.6	Abrechnungsrelevante Größen (Schlick).....	11

---

<b>7 Sandbaggerung .....</b>	<b>12</b>
7.1 Berechnung des Abrechnungsvolumens (Sand) .....	12
<b>Anlage „Ortsdichten“ .....</b>	<b>14</b>
<b>Anlage „Daten und Datenformate“ .....</b>	<b>15</b>
<b>Ansprechpartner .....</b>	<b>16</b>

# **1 Allgemeines**

## **1.1 Aufgabe der Fernüberwachung**

Die elektronische Fernüberwachung von Laderaumsaugbaggern dient der lückenlosen Dokumentation von Sand- und Schlickbaggerungen unter Kontrolle der Prozessdaten (Position, Baggertiefe etc.) sowie der Berechnung aller abrechnungsrelevanten Größen. Dazu zählen im Wesentlichen:

- Betriebszeiten
- Positions- und Tiefendaten
- Fahrstrecken
- Ladungsvolumen und Ladungsdichte
- Abrechnungsvolumens unter Verwendung eines Bonus- / Malus-Systems
- Kontrolle des AMOB-Betriebs
- Kontrolle des Entladevorganges
- Ermittlung der Vergleichsdichte aus Handaufmaß und elektronischem Aufmaß (Sandbaggerung)

Die Produktionsergebnisse des Laderaumsaugbaggers werden laufend ausgewertet und kommuniziert.

## **1.2 Beschreibung der Fernüberwachung**

Das bordeigene System des AN an Bord des Laderaumsaugbaggers liefert alle relevanten Informationen über den Verlauf der Baggerung in Form eines Datenstrings an das Erfassungssystem des AG. Die Daten sind entsprechend des vom AG spezifizierten Protokolls kontinuierlich an eine serielle Schnittstelle zu übertragen. Dort werden die Daten von einem an diese Schnittstelle angeschlossenen Datenlogger (Beistellung durch den AG) zur weiteren Verarbeitung aufgezeichnet und validiert. Alle Daten werden in einem Datenbanksystem eingelesen und aufbereitet.

Die übergebenen Daten sind die Grundlage für alle vertraglichen Handlungen, wie z.B. die Prüfung auf vertragsgemäße Durchführung der Baggerung sowie der Bewertung von evtl. Schlechtleistungen gem. VOB.

# **2 Messtechnik und -größen**

Der AN muss eine, für die zu sendenden (liefernden) Daten, geeignete Messeinrichtung an Bord des Baggergerätes installieren und kontinuierlich betreiben. Der Betrieb beinhaltet neben der Durchführung der Messungen auch die sachgemäße Wartung und Prüfung aller beteiligten Elemente der Messanlage.

Die in der Anlage „Daten und Datenformate“ angegebenen, den Baggerbetrieb beschreibenden, Messgrößen sind durch den Betreiber des Schiffes mit der schiffseigenen Messanlage über die gesamte Dauer kontinuierlich zu erheben und zu speichern. Mess- und Sendeeinrichtungen dürfen im Rahmen des normalen Produktionsprozesses (z.B. das Manövrieren) nicht beeinflusst oder unterbrochen werden.

## 2.1 Niveaumesser und Ladungsvolumen (Pinger)

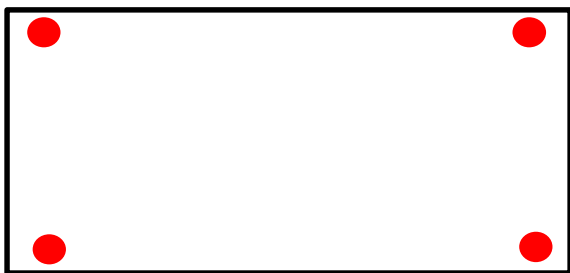
Das Ladungsvolumen ist anhand von Niveaumessungen im Laderaum unter Verwendung der geeichten Laderaumtabelle zu ermitteln. Es ist zwingend erforderlich, dass die Niveaugaben dabei der Laderaumtabelle mit den gesendeten Niveaumesswerten und den entsprechenden Laderaumvolumen korrespondieren. Die aktuelle Laderaumtabelle ist dem AG vor Beginn der Arbeiten in **digitaler Form (z.B. Excel-Tabelle, ASCII)** bereitzustellen.

Der Laderaumsaugbagger muss dazu mit einer Einrichtung zur Berechnung des Ladungsvolumens in kleinen Messintervallen (Messintervall  $\leq 10$  sec) ausgerüstet sein.

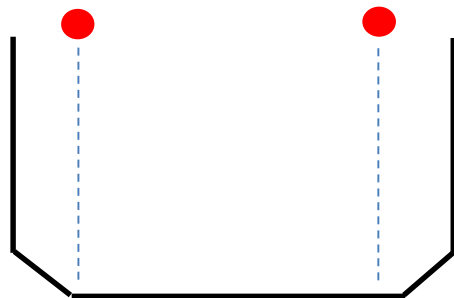
Grundlage für die Ermittlung des Laderaumvolumens stellen mindestens vier installierte, elektronische Niveaumesser dar, die eine ungestörte und permanente Messung des Laderaumniveaus über die gesamte Laderaumhöhe gewährleisten. Vor Aufnahme der Baggerarbeiten ist dieses dem AG nachzuweisen.

Sowohl die horizontale als auch die vertikale Anordnung der einzelnen Niveaumesser sind dem AG in Form einer Prinzipskizze in der **Anlage Geräteverzeichnis** und im **Generalplan** des Schiffes nachzuweisen.

Um den ungestörten Verlauf des Laderaumniveaus darzustellen, könnten die Niveaumesser beispielsweise wie folgt angeordnet sein (*schematische Darstellung*).



**Abbildung:** Schematische Ansicht des Laderaums mit Positionen der Niveaumesser



**Abbildung:** Schematischer Querschnitt des Laderaums mit Positionen der Niveaumesser

In der **Anlage Geräteverzeichnis** ist anzugeben, mit wie vielen und ggf. mit welchen Niveaumessern das Ladungszustände ermittelt wird (z. B. 6 Niveaumesser installiert, zur Berechnung des Ladungsvolumen werden jedoch nur 4 Werte verwendet).

Neben den einzelnen Niveaus, ist auch das sich daraus ergebende Ladungsvolumen als Wert an die Schnittstelle zu liefern.

## 2.2 Tiefgangsmesser und Verdrängung

Mit den Werten der Tiefgangsmessung erfolgt unter Zuhilfenahme der Carenentabelle die Ermittlung der Verdrängung.

Es ist zwingend erforderlich, dass die Tiefgangsangaben in der Carenentabelle mit den aufgezeichneten Tiefgangsmesswerten und der entsprechenden Verdrängung korrespondieren. Vor Aufnahme der Baggerarbeiten ist dieses dem AG nachzuweisen. Zu diesem Zweck ist dem AG die aktuelle Carenentabelle vor Beginn der Arbeiten in **digitaler Form (z.B. Excel-Tabelle, ASCII)** bereitzustellen.

Neben den Einzelwerten ist auch die sich daraus ergebende Verdrängung als Wert an die Schnittstelle zu liefern. Die Anordnung der einzelnen Tiefgangssensoren sind dem AG in Form einer Prinzipskizze in der **Anlage Geräteverzeichnis** und im **Generalplan** des Schiffes nachzuweisen.

### 2.3 Position und Tiefgang des Saugkopfes

Die Position des Saugkopfes als Gauß-Krüger Koordinate (Mitte der Schneidkante) sowie die Tiefe des Saugkopfes sind kontinuierlich an die Schnittstelle zu senden. Alle Positionsangaben sind im Lagestatus 310 (ETRS 1989 UTM Zone 32N) EPGS:25832) zu senden.

Die Tiefenangabe des Saugkopfes hat dabei pegelkorrigiert unter Berücksichtigung des jeweiligen Bezugshorizontes (z.B. Hamburger Kartennull) zu erfolgen. Der dabei zum Einsatz kommende Korrekturwert (Pegel) muss der Örtlichkeit entsprechen, dazu sind die Daten der nächstgelegenen Pegelstationen bzw. ein RTK-Pegel zu verwenden.

Vor Aufnahme der Arbeiten ist die Einmessung des Saugkopfes durch ein **unabhängiges Vermessungsbüro** vorzunehmen und nachzuweisen. Dabei wird eine Lagegenauigkeit von  $x,y \leq 1 \text{ m}$  und in der Tiefe (z)  $\pm 0,15 \text{ m}$  gefordert.

### 2.4 Dichtemessung

Das Verhältnis von Feststoffkonzentration und Durchfluss ist maßgebend für die Produktivität von Laderaumsaugbaggern. Es gibt unterschiedliche Verfahren zur Überwachung des Förderstroms. Die radiometrische Dichte- und Konzentrationsmessung hat sich als zuverlässiges Verfahren zur Bestimmung der Förderstromdichte erwiesen. Es sind jedoch auch andere Messtechniken zur Bestimmung der Förderstromdichte zugelassen. Das Prinzip der eingesetzten Technik ist in der **Anlage Geräteverzeichnis** zu erläutern.

Für jeden Saugkopf hat eine separate Dichtemessung zu erfolgen und das Ergebnis ist an der Schnittstelle bereitzustellen.

### 2.5 Gemischgeschwindigkeit

Neben der Dichtemessung des Förderstroms ist die Messung der Gemischgeschwindigkeit maßgebend für die Produktionsüberwachung von Laderaumsaugbaggern. In der Regel werden Magnetisch-Induktive-Durchflussmesser zu Bestimmung der Gemischgeschwindigkeit eingesetzt. Es sind jedoch auch andere Messtechniken zur Bestimmung der Gemischgeschwindigkeit zugelassen. Das Prinzip der eingesetzten Messtechnik ist in der **Anlage Geräteverzeichnis** zu erläutern.

Für jeden Saugkopf ist je ein Gerät zur Messung der Gemischgeschwindigkeit einzusetzen und an die Schnittstelle zu senden. Zu Ermittlung des Fördervolumenstroms ist der maßgebliche Durchmesser der Messeinrichtung im Geräteverzeichnis zu benennen.

## 2.6 Transportwasservolumen

Ist vorgesehen Baggergut zu verspülen, so ist zusätzlich die Ermittlung des Transportwasservolumens erforderlich. Dazu ist die Gesamtmenge an verwendetem Transportwasservolumen zu berechnen und an der Schnittstelle bereitzustellen. Falls dabei das Beladen und das Verspülen mit separaten Anlagen erfolgt, müssen zusätzlich Dichte- und Geschwindigkeit, für die beim Verspülvorgang zum Einsatz kommenden Anlagen, gesendet werden. Dazu sind in der Anlage „Daten und Datenformate“ die Werte 35 - 37 vorgesehen. Sind keine Einspülvorgänge vorgesehen, können diese Angaben entfallen.

## 3 Schnittstelle und Daten

### 3.1 Datenlogger

Der vom AG bereitgestellte Datenlogger besteht im Wesentlichen aus einem PC oder einem Notebook. Für den Datentransfer sowie die Administration wird zusätzlich ein Mobilfunkrouter installiert und mit dem Datenlogger verbunden.

Eingaben oder Bedienungen am Erfassungsrechner seitens des AN sind nur in Ausnahmefällen - *und nur mit Zustimmung sowie in Abstimmung mit dem AG* - zulässig.

### 3.2 Datenübermittlung

Der Erfassungsrechner des AG wird mit einem geeigneten Kabel (z.B. Nullmodemkabel) an die vom AN bereitgestellte Schnittstelle angeschlossen. Die Beschreibung der an die Schnittstelle zu sendenden Daten und deren Formate sind in der Anlage „Daten und Datenformate“ detailliert beschrieben.

Im Zuge der Installation der Fernüberwachung wird überprüft, ob die Daten im vereinbarten Format an die Schnittstelle gesendet werden. Erst nach erfolgreichem Abschluss der Testreihe dürfen die Arbeiten aufgenommen werden.

### 3.3 Spezifikation der Schnittstelle

Folgende Spezifikation der Schnittstelle sind vorzusehen.

#### Typ: RS 232

Bezeichnung	Wert
Typ	Simplex
Baudrate	9.600
Datenbits	8
Parity	No
Stopbits	1
Handshake	No Handshake

#### Software

Bezeichnung	Zeichen	ASCII – Wert
Startzeichen	STX	2
Endzeichen	ETX CR LF	3 13 10
Trennzeichen	Tab	9
Sendeintervall		10 Sekunden

Nicht lieferbare Informationen, wie z.B. die Tiefe eines nicht vorhandenen 2. Saugkopfes können entfallen und werden stattdessen mit dem Wert „0“ gesendet. Alternativ besteht die Möglichkeit, die Schnittstelle bei vorheriger Abstimmung individuell zu konfigurieren.

### 3.4 Datenformate

Die Daten sind in verschiedenen Formaten zu senden. Nachkommastellen der analogen Werte sind dabei entsprechend der Anlage „Daten und Datenformate zu senden. Die angegebenen Einheiten sind zwingend einzuhalten. Die Einheiten (m³, bar, s usw.) selbst sind nicht mitzusenden!

Der Anlage „Daten und Datenformate ist dabei auch zu entnehmen, wie die Werte gebildet werden:

		Beispiel
I	letzter Einzelwert eines Messintervalls	Wertespeicherung sekundlich Sendeintervall (Werteübermittlung) jede 10. Sekunde Übermittlung des <u>letzten</u> Wertes (10. Wert)
MW	Mittelwert, gebildet aus allen Einzelwerten eines Messintervalls	Wertespeicherung sekundlich Sendeintervall (Werteübermittlung) jede 10. Sekunde Übermittlung des zu bildenden <u>Mittelwertes</u> aus den 10 Einzelwerten
Σ	Summe aller Werte eines Messintervalls	

### 3.5 Systemzeit (UTC)

Alle Zeitangaben haben sich auf die **koordinierte Weltzeit (UTC)** zu beziehen. Dadurch ist sichergestellt, dass sich alle Zeitangaben eindeutig sind und keine Korrektur infolge des Wechsels von Winter- und Sommerzeit erforderlich ist.

Ortszeit und koordinierter Weltzeit lassen sich wie folgt bestimmen:

Mitteleuropäischen Zeit                      MEZ  $\equiv$  UTC+1

Mitteleuropäische Sommerzeit      MESZ  $\equiv$  UTC+2

### 3.6 Datenredundanz

Aus Gründen der Datensicherheit hat der AN die gesendeten Rohdaten im selben Format ebenfalls zu speichern und bis zum Abschluss der Maßnahme in digitaler Form vorzuhalten. Bei Bedarf sind diese Rohdaten dem AG binnen 24 Stunden zur Verfügung zu stellen.

Alle Daten werden gespeichert und archiviert. Für den Fall späterer Nachfragen kann dann mit einem erneuten Zugriff auf diese Original-Datensätze die Betriebssituation zu jedem Zeitpunkt rekonstruiert werden. Die vom Schiff gesendeten Rohdaten werden im Zuge der Auswertung (5) nicht verändert, evtl. erforderliche Korrekturen werden lediglich am Datenbestand des AG vorgenommen.

### 3.7 Störungen

Störungen von Komponenten des Messsystems sowie ein Totalausfall des Messsystems sind dem AG mitzuteilen. Der AN hat unverzüglich Maßnahmen zur Behebung der Störungen zu ergreifen.



## **4 Voraussetzungen für die Inbetriebnahme**

### **4.1 Installation eines Datenloggers**

Die Installation eines Datenloggers erfolgt durch den AG an Bord des Gerätes. Sie umfasst die Aufstellung des Datenloggers sowie einer Mobilfunkanlage ggf. einschließlich einer externen marinen Antenne. Der AN ist bei der Installation (z. B. Verlegung von Kabeln) behilflich und sichert den Zustand der installierten Anlage und deren Stromversorgung über die gesamte Dauer der Maßnahme zu.

Für die Aufstellung des Datenloggers und der Zusatzkomponenten ist an Bord ausreichend Platz vorzusehen. Der Aufstellungsort ist so zu wählen, dass er sich in der Nähe der schiffseigenen Rechneranlage befindet und schmutz- und erschütterungsfrei betrieben werden kann. Weiterhin sind mindestens drei 230V/10A Wechselstromanschlüsse (unterbrechungsfrei) in der Nähe des Aufstellungsortes vorzuhalten.

Um den Datentransfer zu gewährleisten kann es für die Sicherstellung der Signalstärke erforderlich sein, für den Mobilfunkrouter einen separaten Standort mit unterbrechungsfreier Stromversorgung vorzusehen.

### **4.2 Prüfberichte zu Messeinrichtungen**

Vor Beginn der Maßnahme ist von den jeweils geeigneten/zuständigen Institutionen (Hersteller, Prüfinstitut) eine Prüfung aller an der Prozessbeschreibung beteiligten Messgeräte durchzuführen.

Beteiligte Messgeräte sind:

- Abstandsmessung für Ladungshöhe, Beladevolumen
- Druckmessung für Tiefgangsbestimmung, Verdrängung
- Durchflussmessung Gemisch
- Dichtemessung Gemisch
- Messung des AMOB-Betriebs

Das Ergebnis ist dem AG bei Bedarf zur Verfügung zu stellen. Liegen dem AN keine aktuellen Prüfzeugnisse vor, sind diese Prüfungen umgehend - *zu Lasten des AN* - durchzuführen.

### **4.3 Eignungsnachweis**

Vor Aufnahme der Baggerarbeiten ist der Nachweis über die Genauigkeit der Messanlage zu erbringen. Zu diesem Zweck werden ein Wassertest bzw. ein Ballasttest durchgeführt. Erst wenn der Wassertest sowie der Ballasttest erfolgreich war, dürfen die Arbeiten aufgenommen werden.

Um die Beeinträchtigung von äußeren Einflüssen auf die Messergebnisse so gering wie möglich zu halten, ist der Wassertest bei möglichst wenig Geschwindigkeit bzw. in liegender Position durchzuführen. Bei Durchführung in einer Liegeposition ist darauf zu achten, dass die Vertäuerung mit ausreichendem Spiel gewählt wird, um die Darstellung der Verdrängung und des Ladungsvolumens nicht zu beeinträchtigen.

1. Der Laderaum ist zunächst vollständig zu entleeren und dieser Zustand für ca. 1 Minute zu halten.

2. Anschließend ist der Laderaum über den Saugkopf vollständig mit Wasser zu befüllen. Zur Überprüfung der Durchfluss- und Dichtemessanlage muss der Beladevorgang über die Durchfluss- und Dichtemessanlage erfolgen!

3. Der vollständig gefüllte Laderaum ist für ca. 1 Minute beizubehalten.

Aus der Differenz von Volumen und Verdrängung wird die Laderaumdichte ermittelt und mit der lokal geltenden Dichte von Wasser (im Hamburger Hafen gilt: Süßwasser mit einer Dichte von  $1,00 \text{ t/m}^3$ ) verglichen. Die Abweichung des Testergebnisses darf maximal 1,5 % betragen ( $0,985 - 1,015 \text{ t/m}^3$ ). Liegt die Abweichung außerhalb des Toleranzbereiches, sind die Messeinrichtungen zu überprüfen und der Wassertest ist zu wiederholen.

Die Funktionstüchtigkeit und Genauigkeit des Summensignals [ $\text{m}^3$ ] der Peilung der Ballasttanks wird ebenfalls im Rahmen des Wassertests überprüft (Ballasttest).

#### 4.4 Feststellung der Einsatzbereitschaft

Alle Anforderungen an die Fernüberwachung des Nassbaggergerätes müssen vor Maßnahmenbeginn erfüllt sein. Zu diesem Zweck werden die einzelnen Kriterien in einem Protokoll festgehalten und nach Abschluss der Einrichtung von Vertretern des AG und AN unterzeichnet.

Die folgenden Unterlagen sind zwingend im Vorwege (min. 14 Tage im Voraus) in digitaler Form und in aktueller Fassung zu liefern:

- ☒ Laderaumtabelle (digital)
- ☒ Carenentabelle (digital)
- ☒ Detaillierte Darstellung der Rechenschritte um aus den Eingangsgrößen (Niveaumesser) und der Anwendung der Laderaumtabelle das entsprechende Ladungsvolumen zu erhalten.
- ☒ Detaillierte Darstellung der Rechenschritte um aus den Eingangsgrößen (Tiefgang vorn und Tiefgang Hinten) und der Anwendung der Carenentabelle die entsprechende Ladungsmasse zu erhalten.
- ☒ Generalplan
  - maßstabsgerecht, Format: .dwg, .dxf - keine Projektskizzen
  - Inkl. Anordnung der Niveaumesser
  - Inkl. Anordnung der Tiefgangssensoren
- ☒ Maßgeblicher Durchmesser der Durchflussmessgeräte
- ☒ Testdatensatz

Die folgenden Kriterien werden vor Ort im Zuge der Einrichtung der Überwachung überprüft:

- ☒ Ergebnis der Saugkopfeinmessung
- ☒ Datensatz der Schnittstelle
- ☒ Wassertest
  - Verdrängung und Ladungsvolumen

- Ballasttest
- Dichte- und Durchflussmessanlage
- ☑ Messung des AMOB-Betriebes

#### **4.5 Inbetriebnahme**

Die Installation der Fernüberwachung des Laderaumsaugbaggers ist erfolgreich abgeschlossen, wenn alle unter Ziffer 4.4 genannten Bedingungen erfüllt sind.

Für Konfigurationen, die im laufendem Baggerbetrieb durchgeführt werden müssen, wird dem AN zu jeder Zeit ermöglicht an Bord des Gerätes zu gelangen und Einstellungen oder weitere Prüfungen vorzunehmen.

Mit Beginn der Produktionsaufnahme wird der AG die gesendeten Daten laufend bezüglich der Vollständigkeit, Plausibilität und Genauigkeit prüfen und dem AN das Ergebnis zur Beseitigung möglicher Mängel unmittelbar mitteilen.

### **5 Auswertung**

#### **5.1 Vorgehensweise**

Die an die serielle Schnittstelle gesendeten Daten werden vom Datalogger aufgezeichnet und laufend an das Überwachungssystem den AG übermittelt. Die Daten werden in ein datenbankbasierendes Auswertungssystem eingelesen und weitgehend automatisiert analysiert. Die Automatik betrifft im Wesentlichen die automatische Umlauferkennung anhand der gesendeten Statussignale, die Kontrolle der Baggerfelder hinsichtlich Position und Baggetiefe sowie die Ermittlung einzelner Betriebszeiten.

Trotz der weitgehend automatisierten Validierung und Auswertung der Prozessdaten erfolgt die abschließende Kontrolle und eventuelle Korrektur der einzelnen Umlaufdaten durch einen sachverständigen Mitarbeiter des AG. In diesem Rahmen erfolgt auch die Berechnung und Darstellung der Ergebnisse durch den AG, die in vertraglicher Hinsicht als verbindlich gelten. Das Ergebnis einer Auswertung wird dem AN zeitnah per E-Mail zur Verfügung gestellt.

Bei der elektronischen Fernüberwachung wird im Wesentlichen zwischen Sand- und Schlickbaggerungen unterschieden (6 bzw. 7).

#### **5.2 Baggerumlauf**

Aus Beginn und Ende des entsprechenden Status bei einem Umlauf wird die jeweilige Betriebszeit berechnet und zusammen mit Beginn- und Endzeitpunkt dokumentiert. Der AN ist gehalten den entsprechenden Status hinreichend genau zu setzen. Im Zuge der Datenauswertung kann es zu Korrekturen kommen, sofern Indizien einzelner Prozessdaten die Vermutung eines Statuswechsels belegen.

Die einzelnen Statussignale sind wie folgt beschrieben:

- Die Leerfahrt der ersten Reise, zwischen dem Liegeplatz und einem Baggergebiet, wird nicht vergütet. Der erste Wert des Statussignals ist „2“ (baggern).

- Als Beginn der Baggerung gilt das erste Statussignal „2“ (baggern) eines Umlaufs, gekennzeichnet durch eine Förderstromdichte  $> 1,00 \text{ t/m}^3$ .
- Als Ende der Baggerung gilt das erste Statussignal „3“ (Vollfahrt), gekennzeichnet durch Ende des Förderstroms, Anhebung des Saugkopfes und Zunahme der Geschwindigkeit.
- Als Beginn des Entladevorganges gilt das erste Statussignal „4“ (beim Verklappen) bzw. 5 (beim Verspülen) eines Umlaufs, gekennzeichnet durch die nachlassende Verdrängung.
- Das Statussignal „1“ kennzeichnet die Leerfahrt des Baggers.
- Alle von diesen Fällen abweichenden Zustände (z.B. Stillstand, Bunkern, Havarie o.ä.) sind mit dem Statussignal „0“ zu versehen.

### 5.3 Position und Tiefgang des Saugkopfes

Die Position des Saugkopfes wird anhand der geographischen Begrenzungen von Hafenkarte und Baggerfeldern im Rahmen der Auswertung überprüft (Geofencing). Sollte im Zuge der Auswertung, Abweichungen vom Arbeitsauftrag, z.B. ein Überschreiten der Baggerfeldgrenzen in Lage oder Tiefe festgestellt werden, so wird der AN auf diesen Zustand hingewiesen und damit zur Ursachenforschung und Korrektur aufgefordert.

Der AG behält sich vor, bei Überschreitungen Kompensationsmaßnahmen zu Lasten des AN zu veranlassen.

### 5.4 Kontrolle von Umlagerarbeiten

Das Umlagern von Baggergut (Verklappen) erfolgt ebenfalls innerhalb geografischer Grenzen und kann zusätzlich zeitlichen Restriktionen unterliegen. Die Kontrolle des Zeitpunktes der Umlagerung erfolgt im Rahmen der Auswertung anhand der Prozessdaten unter Zuhilfenahme des Tideverlaufes. Geltende Umlagerzeiträume und Bezugspegel werden mit dem Arbeitsauftrag bekanntgegeben.

### 5.5 Ermittlung der Fahrstrecken

Die Fahrstrecken werden anhand von gesendeten Gauß- Krügerkoordinaten und relevanten Statussignalen ermittelt. Die Strecke ergibt sich aus dem Abstand zweier aufeinander folgender Positionen nach der Formel:

$$S_{\text{Strecke}} = \sqrt{((RW_2 - RW_1)^2 + (HW_2 - HW_1)^2)}$$

Die Fahrstrecke ist die Summe aller Teilstrecken des entsprechenden Statussignales. Für die Abrechnung werden die Leerfahrtstrecke, Vollfahrt und - *im Anwendungsfall* - die Umlagerstelle ermittelt. Bei Schlickbaggerungen werden diese Strecken mit dem Faktor des Bonus- / Malus-Systems (6.5) multipliziert.

Fahrten zum Liegeplatz z.B. nach der letzten Entladung im Tidefenster werden ebenfalls ohne Berücksichtigung von Bonus-/Malus-System (6.5) vergütet. Als Leerfahrt des folgenden Umlaufs gilt die Fahrt vom Liegeplatz zum Einsatzgebiet. Sollte das Gerät im beladenen Zustand einen Liegeplatz anfahren, so beträgt der Bonus-/Malus- Abrechnungsfaktor für den geleisteten Umweg 1.

## **5.6 Kontrolle von Ladungsverlusten (Vollfahrt)**

Ladungsverluste während der Vollfahrt zur Umlagerstelle (Verklappstelle) sind zu vermeiden. Zur Kontrolle wird das Ladungsvolumen zu Beginn der Vollfahrt und zu Beginn der Entladung verglichen. Die Differenz darf maximal 1% des Ladungsvolumens zu Beginn der Vollfahrt betragen. Darüber hinaus gehende Mengen werden nicht vergütet. Werden bei drei aufeinander folgenden Reisen Ladungsverluste >2% des Ladungsvolumens festgestellt, ist davon auszugehen, dass eine Undichtigkeit besteht. Die Baggerarbeiten sind bis zur Beseitigung dieser Undichtigkeit einzustellen.

## **6 Schlickbaggerung**

### **6.1 Berechnung des Ladungsvolumens (Schlick)**

Während des Beladevorgangs wird das Ladungsvolumen über die Zeit aufgezeichnet. Das gesamte Ladungsvolumen ergibt sich aus der Summe aller Intervallvolumina, die zwischen Beginn und Ende der Beladung aufgenommen werden. Da die Berechnung von dem jeweiligen Anfangszustand des Baggers zu Beginn der Beladung ausgeht, wirken sich mögliche, im Laderaum verbleibende Restmengen eines vorherigen Entladevorganges nicht auf das Ergebnis aus.

Die Kontrolle des berechneten Ladungsvolumens erfolgt anhand der Durchflussmessanlage. Da bei der Schlickbaggerung im Hamburger Hafen kein Überlauf über die Wehre erfolgen darf, wird das gesamte Gemisch, das in den Laderaumsaugbagger einströmt, sowohl durch die Messung der Ladungshöhe als auch durch die Durchflussmessanlage erfasst (der AMOB Anteil muss berücksichtigt werden). Es ist somit möglich, die mit unterschiedlichen Verfahren gemessenen Größen zu vergleichen und somit eine unmittelbare Kontrolle durchzuführen. Bei Übereinstimmung der Größen ist die Messung korrekt. Zeigen beide Messverfahren Differenzen auf und überschreiten diese einen Grenzwert von 5 %, muss eine Überprüfung der an der Messung beteiligten Sensoren erfolgen (4.2).

### **6.2 Berechnung der Ladungsdichte (Schlick)**

Die Ladungsdichte ergibt sich aus der Division der Ladungsmasse durch das Ladungsvolumen. Die Ladungsmasse wird aus der als Funktion der Zeit aufgetragenen Verdrängungskurve ermittelt (Verdrängung errechnet aus Tiefgangsmessung und Carenentabelle). Der AG überprüft die Verdrängung mit Hilfe der Tiefgangsmesswerte und der Carenentabelle.

Es wird davon ausgegangen, dass der Verbrauch an Betriebsmitteln während der Baggerung vernachlässigbar klein ist. Während der Baggerung darf keine Änderung des Ballastvolumens erfolgen. Der Ballastzustand wird durch die Aufzeichnung der Ballastkurve überprüft.

### 6.3 Minimale Beladedichte

Bei Schlickbaggerungen werden für die unterschiedlichen Baggergebiete zu erreichende mittlere Laderaumdichten vorgegeben. Diese orientieren sich an erreichten Dichten vorangegangener Baggerungen. Die in der Anlage „Ortsdichten“ genannten minimalen Beladedichten sind nicht zu unterschreiten. Sollten diese in mehr als drei aufeinander folgenden Reisen in einem Gebiet unterschritten werden, ist die Förderanlage des Baggers auf Mängel zu untersuchen und festgestellte Mängel zu beseitigen.

### 6.4 Berechnung des AMOB Betriebes (Schlick)

AMOB-Betrieb (Automatic Light Mixture Overboard) liegt definitionsgemäß dann vor, wenn das angesaugte Wasser-Feststoffgemisch während des Baggerbetriebs mit einer definierten Förderdichte außenbords befördert wird.

Der Bagger ist mit einem elektronischen Zählwerk auszurüsten, dass die AMOB-Bedingungen abprüft und die innerhalb eines Messintervalls auftretende AMOB-Zeit ermittelt (maximal also die Zeit des Messintervalls). Der AG ermittelt im Rahmen der Umlaufanalyse die Gesamtzeit des AMOB-Betriebs durch Summierung der während der Baggerung angefallenen AMOB-Zeiten in den einzelnen Intervallen. Dabei werden nur Intervalle berücksichtigt, in denen der Förderstrom eine Gemischdichte  $> 1,06 \text{ t/m}^3$  aufweist. Das AMOB-Volumen ergibt sich aus der Gemischgeschwindigkeit, dem maßgeblichen Rohrdurchmesser und der AMOB-Zeit. Der AMOB-Betrieb darf maximal 10% der Dauer des aktiven Förderstroms der Beladepumpe je Baggerumlauf betragen. Die Funktionsfähigkeit der AMOB-Zeitmessung ist vor der Aufnahme der Baggerarbeiten nachzuweisen!

### 6.5 Bonus-/Malussystem (Schlick)

Die Ermittlung des Abrechnungsvolumens erfolgt auf der Basis von Ladungsvolumen (6.1) und Ladungsdichte (6.2) und der sich daraus ergebenden Tonnen Trockensubstanz ( $t_{\text{TDS}}$ ). Für das Bonus-/Malussystem wird ein Abrechnungsfaktor ermittelt, mit dem das Ladungsvolumen multipliziert wird. Der Abrechnungsfaktor ergibt sich aus den erreichten  $t_{\text{TDS}}/\text{m}^3$  im Verhältnis zu einem ortsspezifischen  $t_{\text{TDS}}/\text{m}^3$  Wert. Ausgehend von den bei Hamburg Port Authority bisher durchgeführten Baggereinsätzen vorliegenden Erfahrungen über die Sandgehalte und In-Situ-Dichten des Sediments, lässt sich für die Hauptbaggergebiete diejenige Ladungsdichte angeben, die sich bei sorgfältiger Durchführung der Baggerung einstellt (6.3). Mit der Dichte von Wasser ( $1,00 \text{ t/m}^3$ ) und einer Feststoffdichte ( $2,45 \text{ t/m}^3$ ) ergibt sich der ortsspezifische Vorgabewert in  $t_{\text{TDS}}/\text{m}^3$  (Anlage „Ortsdichten“).

Der ermittelte Abrechnungsfaktor gilt für den gesamten Umlauf, d.h. die für die Abrechnung maßgeblichen Fahrstecken (Leerfahrt zur Baggerstelle, Vollfahrt und Verklappen) werden ebenfalls mit diesem Faktor beaufschlagt.

Der Abrechnungsfaktor ist begrenzt auf  $0,85 \leq \text{Abrechnungsfaktor} \leq 1,15$ .

### 6.6 Abrechnungsrelevante Größen (Schlick)

Es wird davon ausgegangen, dass bei der Fahrt zum Entladeort keine Ladungsverluste auftreten. Durch Vergleich der Verdrängung am Ende der Beladung und zu Beginn der Entladung wird dieser Sachverhalt überprüft (s. 5.6).

Die grundsätzlichen Formeln zur Ermittlung der abrechnungsrelevanten Größen lauten:

- Abrechnungsfaktor [-] =  $t_{TDS}/m^3(\text{Ladung}) / t_{TDS}/m^3(\text{Ortsvorgabe})$
- Abrechnungsvolumen [m<sup>3</sup>] = Ladungsvolumen [m<sup>3</sup>] x Abrechnungsfaktor [-]
- Abrechnungsstrecke [km] = Fahrstrecke [km] x Abrechnungsfaktor [-]

## **7 Sandbaggerung**

### **7.1 Berechnung des Abrechnungsvolumens (Sand)**

Das elektronische Abrechnungsvolumen von Sandbaggerungen wird zu einem Betriebszustand ermittelt, bei dem die dynamischen Einflüsse des fahrenden Schiffes nicht auftreten bzw. gering ausfallen (z.B. beim Verspülen). Da Sand im Laderaum i.d.R. keine ebene Oberfläche aufweist können die Niveaumesser nicht zur Ermittlung des Sandvolumens verwendet werden. Daher erfolgt die Berechnung des Abrechnungsvolumens anhand der entladenen Gesamtmasse.

Um aus der Gesamtmasse das abrechnungsrelevante Sandvolumen zu erhalten wird die Masse durch die sogenannte mittlere Vergleichsdichte (Sand) geteilt. Die mittlere Vergleichsdichte (Sand) wird während der Ausführung der Maßnahme orts- und geräteabhängig individuell ermittelt. Dazu wird das Handaufmaß einer jeden Reise an Board unmittelbar vor dem Entladevorgang ermittelt und mit dem elektronisch ermittelten Maß verglichen. Durch Anpassung der mittleren Vergleichsdichte stellt sich in der Regel nach 10 Reisen eine nur noch geringe Abweichung zwischen dem elektronischen Abrechnungsvolumen und dem Handaufmaß ein. Die Handaufmäße sind während der gesamten Maßnahme für jede einzelne Reise lückenlos und fehlerfrei zu erheben und zeitnah dem Auftraggeber oder seinem Vertreter zu übermitteln. Als Nachweis kann die in der Anlage enthalten Eichaufnahme verwendet werden. Verfügt der Auftragnehmer über eigene Nachweise, so können diese nach Abstimmung und Freigabe durch den Auftraggeber ebenfalls verwendet werden. Der Auftraggeber behält sich vor bei der Ermittlung der Handaufmäße anwesend zu sein.

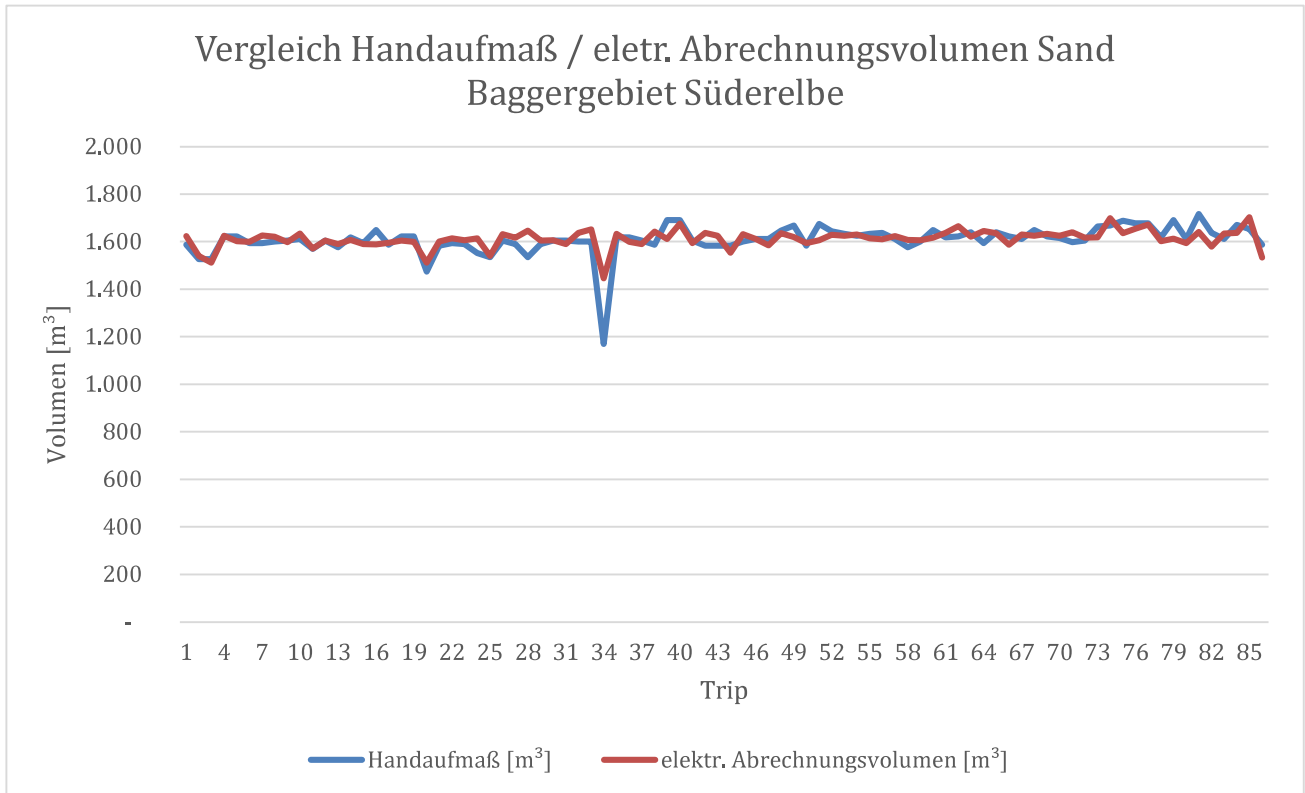


Abbildung 1: Vergleich Handaufmaß / elektr. Abrechnungsvolumen Sand; Baggergebiet Süderelbe (2015)



## Anlage „Ortsdichten“

Ortspezifische Dichten, ortsspezifischer  $t_{DS}$ -Vorgabewert und minimale Beladedichte zu Baggergebieten des Hamburger Hafengebietes.

Gewässerbezeichnung	Ortsdichte [t/m <sup>3</sup> ]	Ortsspezifischer Wert [ $t_{DS}/m^3$ ]	Minimum Beladedichte [t/m <sup>3</sup> ]
Billwerder Bucht	1,19	0,321	1,162
Blumensandhafen	1,18	0,304	1,153
Brandenburger Hafen / Niederhafen	1,19	0,321	1,162
Ellerholzhafen	1,20	0,338	1,170
Fährkanal	1,19	0,321	1,162
Hansahafen	1,21	0,355	1,179
Kaiser-Wilhelm Hafen	1,20	0,338	1,170
Kattwykhafen	1,17	0,278	1,145
Kühlbrand	1,26	0,439	1,221
Köhlfleet und Köhlfleethafen	1,20	0,338	1,170
Kuhwerder Hafen	1,19	0,321	1,162
Moldauhafen	1,21	0,355	1,179
Müggendorfer Kanal / Peutekanal	1,19	0,321	1,162
Magdeburger Hafen / Baakenhafen	1,16	0,270	1,136
Neuhöfer Hafen	1,19	0,321	1,162
Norderelbe Blatt 6	1,22	0,372	1,187
Norderelbe Blatt 7	1,26	0,439	1,221
Reiherstieg Blatt 1 bis 3	1,16	0,270	1,136
Reiherstieg Blatt 7	1,22	0,372	1,187
Reiherstieg Vorhafen	1,19	0,321	1,162
Rethe	1,19	0,321	1,162
Rechtes Elbufer - Mittelkai	1,23	0,389	1,195
Rosshafen	1,18	0,304	1,153
Saalehafen	1,19	0,321	1,162
Sandauhafen	1,19	0,321	1,162
Sandtorhafen Einfahrt	1,21	0,355	1,179
Seehäfen 1-4	1,16	0,270	1,136
Spreehafen	1,17	0,278	1,145
Steendiekkanal	1,18	0,304	1,153
Steinwerder Hafen	1,20	0,338	1,170
Süderelbe Blatt 5	1,19	0,321	1,162
Südwesthafen	1,20	0,338	1,170
Unterelbe Blatt 8	1,25	0,422	1,213
Unterelbe Blatt 12 (Begegnungsbox)	1,32	0,541	1,287
Vorhafen	1,19	0,321	1,162
Waltershöfer Hafen / Parkhafen	1,21	0,355	1,179
Werfthafen B&V	1,18	0,304	1,153

## Anlage „Daten und Datenformate“

Nr.	Parameter	Format	Beispiel	Werte-bildung
1	Datum & Uhrzeit	DateTime	TT.MM.JJJJ HH:MM:SS <b>18.08.2022 09:05:05</b>	I
2	Status	Integer	1 = Leerfahrt 2 = Baggern 3 = Vollfahrt (beladen) 4 = Umlagern/Verklappen 5 = Verspülen 0 = Sonstiges	I
3	RW-Position Bb Saugkopf	Real	Position Mitte Saugkopf (ETRS89/UTM ohne Zonen- nummer) <b>565440.72</b>	I
4	HW-Position Bb Saugkopf	Real		I
5	RW-Position Sb Saugkopf	Real		I
6	HW-Position Sb Saugkopf	Real		I
7	Geschwindigkeit über Grund [kn]	Real	8.50	I
8	Kurs [°]	Real	270	I
9	Tiefgang vorne (Mittel Bb, Sb) [m]	Real	6.35	I
10	Tiefgang hinten (Mittel Bb, Sb) [m]	Real	6.35	I
11	Verdrängung [t]	Real	10500	I
12	Tiefe Saugkopf Bb (Kopf- Oberfl.) [m]	Real	25.5	I
13	Tiefe Saugkopf Sb (Kopf- Oberfl.) [m]	Real	25.5	I
14	Pegel [m KN]	Real	2.55	I
15	Gemischdichte Bb [ t/m³]	Real	1.32	MW
16	Gemischdichte Sb [ t/m³]	Real	1.32	MW
17	Gemischgeschwindigkeit Bb [m/s]	Real	4.50	MW
18	Gemischgeschwindigkeit Sb [m/s]	Real	4.50	MW
19	Füllstand Hopper Bb vorn [m]	Real	2.13	I
20	Füllstand Hopper Sb vorn [m]	Real	2.13	I
21	Füllstand Hopper Bb mitte [m]	Real	2.13	I
22	Füllstand Hopper Sb mitte [m]	Real	2.13	I
23	Füllstand Hopper Bb hinten [m]	Real	2.13	I
24	Füllstand Hopper Sb hinten [m]	Real	2.13	I
25	Masse Feststoff [t]	Real	3500	I
26	Masse leeres Schiff [t]	Real	4000	I
27	Ladungsvolumen [m³]	Real	7000	I
28	Druck vor Bapu Bb [bar]	Real	0.05	MW
29	Druck vor Bapu Sb [bar]	Real	0.05	MW
30	Druck hinter Bapu Bb [bar]	Real	3.55	MW
31	Druck hinter Bapu Sb [bar]	Real	3.55	MW
32	Peilung Ballasttanks [m³]	Real	40	I

33	Aktive AMOB-Zeit je Messintervall Bb [s]	Real	10	$\Sigma$
34	Aktive AMOB-Zeit je Messintervall Sb [s]	Real	10	$\Sigma$
35*	Zusatzwassermenge [m³]	Real	1000	$\Sigma$
36*	Gemischdichte Verspülen [t/m³]	Real	1,32	MW
37*	Gemischgeschwindigkeit Verspülen [m/s]	Real	4,50	MW

\*) Werte können ggf. entfallen (siehe 2.6)

## Ansprechpartner

Fragen im Zusammenhang mit der Fernüberwachung von Laderaumsaugbaggern sind zu richten an:

### Hamburg Port Authority AöR

#### Nassbaggertechnik (WI 12)

Neuer Wandrahm 4

D- 20457 Hamburg

#### Christoph Tiggesbäumker

Tel.: +49 (0)40 / 428 47 – 2743

Mobil: +49 (151) 12547567

Email: [christoph.tiggesbaeumker@hpa.hamburg.de](mailto:christoph.tiggesbaeumker@hpa.hamburg.de)

#### Wolfgang Bode

Tel.: +49 (0)40 / 428 47 – 2388

Mobil: +49 (160) 4777069

Email: [wolfgang.bode@hpa.hamburg.de](mailto:wolfgang.bode@hpa.hamburg.de)

#### Rudolf Islinger

Tel.: +49 (0)40 / 42847 - 5592

Mobil: +49 (0171) 5558130

Email: [rudolf.islinger@hpa.hamburg.de](mailto:rudolf.islinger@hpa.hamburg.de)

#### Christian Jonas

Tel.: +49 (0)40 / 428 47 – 2763

Mobil: +49 (151) 12547568

Email: [christian.jonas@hpa.hamburg.de](mailto:christian.jonas@hpa.hamburg.de)