

ARGE LuneDelta-suc

SWECO 

urbanegestalt  
PartGmbH



cityförster  
architecture + urbanism

# Entwurfsplanung

## Erschließung des Gewerbegebietes Lune Delta, Green Economy Bremerhaven

Auftraggeber:  
BIS Bremerhavener Gesellschaft für  
Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH  
Im Namen der BEAN - Bremerhavener  
Entwicklungsgesellschaft Alter/ Neuer Hafen

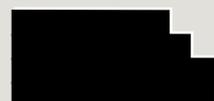
## Erläuterungsbericht

### Teil B, Aufsandung, Bodenmanagement

Stand März 2023

ARGE LuneDelta-suc

c/o Sweco GmbH  
Karl-Ferdinand-Braun Str. 9  
28359 Bremen



## **Impressum**

Auftraggeber: BIS Bremerhavener Gesellschaft für  
Investitionsförderung und Stadtentwicklung mbH  
Im Namen der BEAN mbH

Auftragnehmer: **ARGE LuneDelta-suc**  
**(Sweco GmbH, urbanegestalt PartGmbH,**  
**CITYFÖRSTER architecture + urbanism)**

Karl-Ferdinand-Braun- Str. 9  
28359 Bremen

Bearbeitung:



Bearbeitungszeitraum: Juli 2019 – September 2020  
Jan 2022 – März 2023 (Überarbeitung)

## Inhaltsverzeichnis

<b>B.</b>	<b>Planung der Aufsandung, Bodenmanagement</b>	<b>3</b>
B.1	Örtliche Verhältnisse	3
B.1.1	Bestand	3
B.1.2	Boden- und Grundwasser (soweit relevant für die Aufsandung)	3
B.1.2.1	Setzungen	4
B.1.3	Ehemalige Bodenentnahmen	5
B.1.4	Altspülfeld bremenports	5
B.1.5	Ruderalflächen	5
B.1.6	Grünlandflächen	5
B.1.7	Ackerlandflächen	6
B.1.8	Deichrelikt	6
B.1.9	Lichtschtzwall	6
B.1.10	Kleilager bremenports	6
B.1.11	Aufgehöhte Flächen	6
B.1.12	Bestandsgräben	6
B.1.13	Verkehrswege	7
B.2	Vorbereitende Arbeiten	7
B.2.1	Altspülfeld bremenports	7
B.2.2	Ruderalflächen	7
B.2.3	Grünlandflächen	7
B.2.4	Ackerlandflächen	7
B.2.5	Kleilager bremenports	8
B.2.6	Aufgehöhte Flächen	8
B.2.7	Bestandsgräben	8
B.3	Beschreibung der Maßnahmen	9
B.3.1	Randbedingungen	9
B.3.1.1	Aufsandungshöhe	9
B.3.1.2	Vorbelastung	9
B.3.1.3	Standsicherheit	11
B.3.1.4	Grundwasser	11
B.3.1.5	Einrichtung der Spülfelder und Transportleitungen	12
B.3.2	Herstellung Lune Delta Wasser	12
B.4	Sandgewinnung	13
B.5	Erschließungs- und Aufsandungskonzept	15
B.5.1	Allgemein	15
B.5.2	Phase B-Plan I	15
B.5.2.1	Phase 1	16
B.5.2.2	Phase 2	17
B.5.2.3	Phase 3	18
B.5.2.4	Phase 4	18
B.5.3	Phase B-Plan II	19

B.5.3.1	Phase 5	20
B.5.4	Phase B-Plan III	21
B.5.4.1	Phase 6	22
B.5.4.2	Phase 7	22
B.5.5	Massenbilanz	23
B.6	Bauzeitliche Be- und Entwässerung des Baufeldes	24

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Auszug Baugrundbeurteilung Umtec GmbH von 2019 - Zuordnung der Warfflächen und Setzungen	4
<b>Abbildung 2: Auszug Gründungsgutachten, Anlage 12</b>	11
Abbildung 3: Systemdarstellung Wasserspiegel	13
Abbildung 4: Übersicht Sandentnahme Weser mit Koppelstelle	14
Abbildung 5 - Warften und Einbaukonzept (Nass- und Trockeneinbau) für B-Plan I	16
Abbildung 6- Warften und Einbaukonzept (Nass- und Trockeneinbau) für B-Plan II	19
Abbildung 7 - Warften und Einbaukonzept (Nass- und Trockeneinbau) für B-Plan III	21

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Vorbelastungshöhen der Nutzungsbereiche	10
Tabelle 2 Übersicht Aufsandungsphasen und B-Pläne-Phasen	15
Tabelle 3: Massenbilanz Klei	23
Tabelle 4: Massenbilanz Mutterboden	23
Tabelle 5: Massenbilanz Sand	23

## Anlagen

Anlage 1 – Bauzeitenplan Aufsandung	
-------------------------------------	--

## **B. Planung der Aufsandung, Bodenmanagement**

### **B.1 Örtliche Verhältnisse**

#### **B.1.1 Bestand**

Als Grundlage für die Planung dient der Plan Bestandsvermessung VFA-3-A-LP-001 der auf Grundlage von Laserscan aus dem Jahr 2015 und Vermessungsdaten aus dem Jahr 2018 durch das Vermessungs- und Katasteramt, Bremerhaven erstellt wurde. Die Bestandsvermessung wurde durch Peildaten aus dem Jahr 2019 ergänzt. Die hinterlegten Orthofotos wurden ebenfalls durch das Vermessungs- und Katasteramt Bremerhaven bereitgestellt.

Aus der Bestandvermessung abgeleitet ist der Bestandplan VFA-3-A-LP-002.

#### **B.1.2 Boden- und Grundwasser (soweit relevant für die Aufsandung)**

Im Zuge der Erstellung des B-Plans 450, Luneplate wurde für die Haupterschließungsstraße eine Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung durch das Grundbaulabor Bremen durchgeführt (Grundbaulabor Bremen Ingenieurgesellschaft für Geotechnik mbH, 07.10.2013). Das Gebiet entspricht dem nördlichsten Abschnitt der Luneplate und grenzt an die „Alte Lune“.

Es wird angegeben, dass nach der geologischen Übersichtskarte, Blatt Bremerhaven im nördlichen Bereich der Luneplate holozäne Weichschichten in einer Mächtigkeit von 15 bis 20 m kartiert sind.

Die Boden- und Grundwassersituation auf der Großen Luneplate wurde u.a. im Zusammenhang mit den Kompensationsplanungen zum CT 4 Bremerhaven untersucht. Aus diesen Untersuchungen kann die Boden- und Grundwassersituation zusammenfassend wie folgt beschrieben werden.

Die *Große Luneplate* ist eine ehemalige Weserinsel, welche bis in das 19. Jahrhundert bestand. Die *Alte Weser* war Teil des, die *Große Luneplate* östlich umschließenden Weserarms. Bedingt durch seine Lage in der Weserrinne sind in dieser über die Zeit aufsedimentierte Terrassensande anzutreffen. Diese holozänen Sande unterschiedlicher Körnung werden von überwiegend sehr feinkörnigen Schlickwattablagerungen (Klei) überdeckt. Diese wenige Meter bis hin zu 15 m mächtigen oberflächennahen Ablagerungen weisen vereinzelt Torfeinlagerungen auf.

Diese Angaben konnten in der ergänzenden Bohrkampagne in 2019 durch die Umtec Prof. Biener Sasse Konertz GmbH nicht in Gänze bestätigt werden. Im Bereich des Weidelands und der Brachflächen wurden ca. 0,1 m bis 0,7 m mächtige Mutterböden angetroffen. Im östlichen Untersuchungsgebiet im Bereich der Ackerflächen konnten überwiegend Oberböden als humose Schluffe, teilweise mit Wurzelresten bis in eine Tiefe von ca. 0,3 m bis 1,0 m erkundet werden. Unterhalb der Auffüllungen sowie der Oberböden lagern Kleiböden als überwiegend humose, tonige bis feinsandige Schluffe. Die Mächtigkeit betragen hier ca. 5 m bis 10 m. Im zentralen Untersuchungsgebiet konnte Schichtstärke von ca. 2 m bis 4 m erkundet werden. Die oberen Kleischichten werden von holozänen Wattsanden als schluffige bis stark schluffige Feinsande unterlagert. Unterhalb dieser wenig tragfähigen Böden stehen holozäne und im tieferen Verlauf pleistozäne Sande an. Im geotechnischen Bericht zur Baugrunderkundung und Gründungsempfehlung von 03/2020 sind die Erkenntnisse zusammengefasst.

Das Grundwasser in der oberen Deckschicht (Klei) auf der Großen Luneplate steht hydraulisch nicht mit dem Hauptgrundwasserleiter in Verbindung, es handelt sich um einen Stauwasserkörper in der bindigen

Bodenschicht. Je nach Witterungslage kommt es zu starken Schwankungen der Stauwasserstände, welche zwischen mehreren Metern unter Geländeoberkante bis hin zur Geländeoberkante liegen können. Das Stauwasser des oberflächennahen Untergrunds weist nur eine geringe Salinität auf. Der erste Hauptgrundwasserleiter der pleistozänen Sande ist in den oberen Schichten weitgehend ausgesüßt und weist in den tieferen Lagen eine erhöhte Salinität auf. Im Hauptgrundwasserleiter stehen überwiegend gespannte Grundwasserverhältnisse an.

### B.1.2.1 Setzungen

Durch den Baugrundsachverständigen sind im Rahmen der vorgenannten Untersuchungen Setzungsrechnungen durchgeführt worden, die eine Einteilung in Zonen gleicher Setzungen zulässt. Dabei wurden die Flächen im Planungsbiet günstigen und ungünstige Untergrundverhältnisse zugeordnet und in Anlage 11.9 Tabelle 11.9.1 zusammengestellt. Die in Abbildung 1 zusammengestellten Setzungsbandbreiten werden bei der Massenermittlung (u.a. Vorbelastungskörper) als Mittelwerte berücksichtigt.

Gemäß der obengenannten Baugrundbeurteilung ist nach einer Liegezeit der Aufhöhung von 6 Monaten mit einem Konsolidierungsgrad von 75 % zu rechnen. Nach Abschluss der Primärsetzungen werden noch Sekundärsetzungen aus Kriechen des Bodens eintreten. Diese sind jedoch gleichförmig und treten über sehr lange Zeiträume auf.

#### Anlage 11.9 Zuordnung der Warftflächen

**Tabelle 11.9.1:** Kleine S- und M-Warften und „Commons“-Flächen ( $p_v = 20 \text{ kN/m}^2$ )

Warftfläche	UK Holozäne Weichschichten			Zuordnung	Abgeschätzte Setzungen aus Gesamtlast ( $p_A + p_v$ ) [ $\text{kN/m}^2$ ]
	Minimum [m uGOK]	Maximum [m uGOK]	Mittelwert [m uGOK]		
<b>Initial-cluster</b>	14,3	16	15,1	ungünstig	45 - 65
C1	12,8	16,5	14,6	ungünstig	45 - 65
S1	4,5	16,7	12,7	ungünstig/ günstig	25 - 65
M1	3,1	17,5	5,7	ungünstig/ günstig	20 - 65
S8	2,5	11,5	2,6	ungünstig/ günstig	15 - 50
S2	4,7	5	4,9	günstig	25 - 35
S3	3	3,2	3,1	günstig	15 - 30
S4	2	4	3	günstig	15 - 30
S7	2,6	3,1	2,7	günstig	15 - 30
M2	3,1	4,4	3,4	günstig	20 - 30
M3	2,5	3,2	2,9	günstig	15 - 30
M4	2	3	2,5	günstig	15 - 30
M5, Süd*	1,9	3,3	2,2	günstig	15 - 30
C2	2	4,1	2,6	günstig	15 - 30
<b>S5</b>	3	3,6	3,2	günstig	15 - 25
<b>S6</b>	3	4	3,4	günstig	15 - 25

\* nur der Süden wurde erkundet, im Norden befinden sich die drei Seen. Setzungsangaben gelten für den erkundeten Bereich.

**Tabelle 11.9.2:** Große L-Warften ( $p_v = 33,3 \text{ kN/m}^2$ )

Warftfläche	UK Holozäne Weichschichten			Zuordnung	Abgeschätzte Setzungen aus Gesamtlast ( $p_A + p_v$ ) [ $\text{kN/m}^2$ ]
	Minimum [m uGOK]	Maximum [m uGOK]	Mittelwert [m uGOK]		
<b>L1</b>	14	17	14,8	ungünstig	55 - 75
L4	7	14	9,1	ungünstig	70 - 100**
L2	3	11,9	6,2	ungünstig/ günstig	30 - 60
<b>L3</b>	1,5	6,9	3,5	günstig	20 - 40

\*\* s. Kapitel 8.3.3

### Abbildung 1 Auszug Baugrundbeurteilung Umtec GmbH von 2019 - Zuordnung der Warftflächen und Setzungen

### B.1.3 Ehemalige Bodenentnahmen

Im Norden des Planungsgebietes im Bereich der Warften M 5 und L 4 befinden sich drei Wasserflächen bei den es sich um ehemaligen Bodenentnahmen handeln soll. Nur für die südliche Wasserfläche liegt eine Wassertiefenpeilung, vor.

Die Tiefenkarte steht nur als Grafik mit teilweise unklaren Angaben zur Verfügung. Die Tiefenangaben beziehen sich offensichtlich auf den Wasserspiegel, und liegen zwischen 1,0 und 2,8 m. Die daraus abgeleitete mittlere Wassertiefe beträgt 1,8 m. Der Höhenbezug für den Wasserspiegel wird aus dem Bestandsplan des Katasteramtes mit 0,55 m NHN übernommen. Damit ergibt sich die mittlere Sohlhöhe des südlichen Beckens zu  $+0,55 - 1,80 = -1,25$  m NHN.

Für die nordwestliche Wasserfläche ist in der vorgenannten Peilung nur für eine kleine Teilfläche eine Tiefenangabe von ca. 1,0 m vorhanden. Diese wird als mittlere Wassertiefe für die nordwestliche Wasserfläche, und wegen fehlender Daten auch für die nordöstliche Wasserfläche angesetzt. Damit ergibt sich für diese beiden Flächen bei gleicher Wasserspiegellage eine Sohlhöhe von  $+0,55 - 1,00 = -0,45$  m NHN.

### B.1.4 Altspülfeld bremenports

Der Initialcluster befindet sich im Bereich eines ehemaligen Versuchsspülfeldes von bremenports. Das Versuchsspülfeld wurde 2002 / 2003 betrieben. Der eingespülte Schlick wurde bis 2009 beräumt und einer Verwertung zugeführt. Dezember 2008 wurde durch Umtec ein Gutachten zur Entlassung der Fläche aus dem Abfallrecht erstellt.

In seiner Bewertung des Umtec Gutachtens kommt der Geologische Dienst Bremen in einer Stellungnahme vom 6.12.2018 zu folgendem Fazit für die verbliebende Restfläche des ehemaligen Spülfeldes: *„Es handelt sich um fruchtbare Oberböden, die sich grundsätzlich für vielfältige Nutzungen verwenden lassen. Aufgrund des Überschreitens der Vorsorgewerte nach Bodenschutzverordnung (für Böden mit <8 % Humus) und auch der Z0-Werte nach LAGA ist eine allgemeine Verwendung des Oberbodens jedoch nicht zu empfehlen. Eine technische Verwertung wäre nur mit einem zusätzlichen Abdecken des Oberbodens an anderer Stelle möglich (z.B. Deichbau), sodass der Effekt der weiteren guten Nutzung eines Oberbodens nicht erreicht wird. Ein Abtrag des Oberbodens auf den untersuchten Flächen, um diesen an anderer Stelle optimal nutzen zu können, wird daher nicht für erforderlich gehalten. Im natürlichen Lagerungszustand dieser Oberböden ist auf der Luneplate eine Grundwasserbelastung aufgrund der großen Mächtigkeiten der holozänen Deckschichten nicht zu erwarten.“*

### B.1.5 Ruderalflächen

Im Bereich der Flächen L2/C1, C2 und L4 befinden sich nicht genutzte Ruderalflächen die nicht landwirtschaftlich genutzt werden und mit Röhrlicht und teilweise mit Büschen und Bäumen bestanden sind. Aus den vorhandenen Bohrprofilen ergeben sich für die Ruderalflächen keine relevanten Oberbodenmächtigkeiten.

### B.1.6 Grünlandflächen

Den größten Flächenanteil am Planungsgebiet nehmen Grünlandflächen ein. Es handelt sich im Wesentlichen um die Flächen S1 bis S8, M1 bis M4, L1 und kleinere Anteile von L3 und C2. Dieses Grünland wird hauptsächlich als, wohl extensiv genutztes, Weidefläche für Rinder genutzt. Die Oberbodenschicht dieser Flächen ist erfahrungsgemäß nur wenige Zentimeter stark.

### **B.1.7 Ackerlandflächen**

Den zweitgrößten Flächenanteil nehmen die Ackerflächen im Bereich L2, L3, und C2 ein. Hier wird intensiver Ackerbau mit Getreide- und eventuell Maisanbau betrieben. Gemäß dem „Gutachten über eine Bodenfunktionsbewertung“ von Umtec aus Januar 2020 liegt die Mächtigkeit des Oberbodens zwischen 18 und 25 cm. Im Bereich der Warft L3 wurde ca. 2013 auf einer Fläche von rund 16 ha Oberboden aus einer Kompensationsmaßnahme aufgebracht. Da dieser Oberboden Saatgut der invasiven Art „Herkulessstaude“ beinhaltet, galt die Auflage, diesen Oberboden unterzupflügen. Die Lage der Fläche kann der Anlage 1 des „Gutachten über eine Funktionsbewertung entnommen werden.

### **B.1.8 Deichrelikt**

Westlich des geplanten Lune Delta Wasser zieht sich ein Deichrelikt durch die Marschlandschaft als Teil der Bedeichung der ehemaligen Insel Luneplate. Im Zuge der Aufsandung sind in diesem Gebiet keine Maßnahmen geplant.

### **B.1.9 Lichtschutzwall**

An der westlichen Grenze des Planungsgebietes ist als Abgrenzung zum Naturschutzgebiet Luneplate ein bis zu 75 cm hoher Erdwall als Abgrenzung und zur Minimierung von Lichtemissionen aus dem Gewerbegebiet vorhanden. Mit dem anfallenden Klei soll der Wall auf 3,0 m ü. NHN erhöht werden.

### **B.1.10 Kleilager bremenports**

Im Bereich M5 befindet sich zurzeit ein Kleilager von bremenports in dem in großflächigen Mieten Klei für Deichbaumaßnahmen gelagert wird. Es handelt sich um ehemalige Grünlandflächen die ohne besondere technische Bauwerke als Bereitstellungsfläche für Kleiboden genutzt werden.

### **B.1.11 Aufgehöhte Flächen**

Die Fläche C1 ist im Zuge der Herstellung der neuen Straße Seeborg teilweise deutlich über die geplante Sollhöhe des Gewerbegebietes aufgehöht worden. Das Volumen dieser Überhöhe beträgt ca. 53.000 m<sup>3</sup> sandiger Boden.

Das Initialcluster wird im Rahmen einer Vorabmaßnahme aufgehöht und ist somit nicht Bestandteil des Aufsandungskonzeptes. Der überschüssige Sand aus der Vorbelastung, mit einer Menge von ca. 15.000 m<sup>3</sup>, wird auf der Fläche C1 abgelagert und im Rahmen der Aufsandung mit verbaut. Somit befinden sich auf der Fläche C1 ca. 68.000 m<sup>3</sup> verwendbare Sande.

### **B.1.12 Bestandsgräben**

Die Weideflächen sind durch wasserführende Gräben eingefasst. Die Gräben dienen einerseits zur Viehkehrung und zur Bereitstellung von Tränkewasser für das Vieh. Gemäß dem Vermessungsplan liegt die Sohltiefe in den Gräben bei ca. +1,1 m NHN und die Wassertiefe bei ca. 60 bis 80 cm. Der Zugang zu den Feldern erfolgt über verrohrte Überfahrten.

### **B.1.13 Verkehrswege**

Im Planungsgebiet befindet sich ein landwirtschaftlicher Weg, der vom Norden vom Weserdeich herkommend das Planungsgebiet erschließt. Bei M4 knickt er rechtwinklig nach Osten ab um nach ca. 230 m um 45 ° nach rechts abzuknicken und Generalrichtung Südost weiterzuführen. Circa an der Grenze L2 / L3 knickt er rechtwinklig nach links ab. Er führt dann in Richtung Nordost und endet am Ufer begleitenden Weg der Alten Lune. Ein zweiter Weg, ebenfalls am Weserdeich beginnend, führt am westlichen Ufer der Alten Lune entlang und endet kurz vor der Straße Seeborg. Alle Wege haben eine Breite von ca. 3,5 m und eine wassergebundene Decke.

## **B.2 Vorbereitende Arbeiten**

### **B.2.1 Altspülfeld bremenports**

Für die Planungen wird davon ausgegangen, dass die anstehenden Böden vor Ort verbleiben und im Zuge der Aufsandung mit Sand bis zur neuen Geländeöhe überbaut werden. Besondere Schutzmaßnahmen zur Behandlung der Böden sind nicht vorgesehen.

### **B.2.2 Ruderalflächen**

Die Ruderalflächen in L2 und L4 gehören zu den Kernflächen des Gewerbegebietes und werden daher im Zuge der Aufsandung beräumt und vollständig mit Sand überbaut.

Die Ruderalflächen in C1 liegen im Uferbereich des neu zu schaffenden Lune Delta Wassers. Die Flächen in C2 liegen, im Uferbereich der Alten Lune. Eine Überbauung dieser Flächen im Zuge der Aufsandung ist nicht geplant.

Es sollte in der weiteren Planung geprüft werden, ob diese Flächen teilweise in die Gestaltung des Lune Delta Wassers bzw. in die Uferrenaturierung der Alten Lune integriert werden kann.

### **B.2.3 Grünlandflächen**

Im Zuge der Aufsandung werden die vorhandenen Einfriedigungen aus Weidezäunen zurückgebaut. Die wenige Zentimeter starke Oberbodenschicht lässt sich mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand nicht abräumen. Die Grasnarbe bleibt daher erhalten und wird im Zuge der Aufsandung mit überbaut.

### **B.2.4 Ackerlandflächen**

Die ca. 18 bis 25 cm starke Oberbodenschicht ist vor der Aufsandung abzutragen und wieder einzubauen, bzw. zu verwerten. Lediglich im Bereich der Warft L3 wird ein Teil des Oberbodens, ca. 1,6 ha, durch die Aufsandung überbaut. Dieser Oberboden enthält Samen der invasiven Herkulesstaude, dessen Verbreitung eingeschränkt werden soll. Durch die Bewirtschaftung der Fläche können sich die Samen auf der Fläche weiter verteilt haben, weshalb ein Schutzstreifen von ca. 10 m auf beiden Seiten der Fläche mit überbaut wird, woraus sich eine zu überbauende Fläche von ca. 2,3 ha ergibt.

### **B.2.5 Kleilager bremenports**

Für die weitere Planung wird davon ausgegangen, dass diese Flächen bis zur geplanten Aufsandung durch bremenports geräumt werden. Sie werden im Weiteren dann wie die Grünlandflächen behandelt und im Zuge der Aufsandung aufgefüllt.

### **B.2.6 Aufgehöhte Flächen**

Das Volumen der Überhöhe von ca. 68.000 m<sup>3</sup> sandiger Boden wird im Zuge der Flächenherrichtung und der Aufsandung umgelagert und wiederverwendet.

### **B.2.7 Bestandsgräben**

Die Bestandsgräben werden, soweit sie im Zuge der Aufsandung überbaut werden, vor der Verfüllung von Schlamm und weichen Sedimenten geräumt. Der Aushub wird auf den angrenzenden Flächen dünn ausgestrichen. Die Verfüllung der Gräben erfolgt mit Kleiboden der bei der Herstellung der neuen Gräben und des Lune Delta Wassers anfällt.

Dadurch wird erreicht, dass der Bodenaufbau in den Gräben und den angrenzenden Flächen weitgehend gleich ist. Dies sorgt für eine Vergleichmäßigung der Setzungen.

Würden die Gräben mit Sand verfüllt werden, treten in der Sandauffüllung keine Setzungen auf, der Kleiboden in den angrenzenden Flächen konsolidiert unter der Auflast aus der Aufsandung und verliert an Volumen. Dies führt dazu, dass sich langfristig die mit Sand verfüllten Gräben an der Oberfläche als Erhebungen abzeichnen würden. Durch die Verfüllung der Gräben mit Klei, der ein ähnliches Verformungsverhalten wie der Klei in den angrenzenden Flächen aufweist, wird der Effekt des „Aufwachsens“ der Gräben im Wesentlichen vermieden.

## **B.3 Beschreibung der Maßnahmen**

### **B.3.1 Randbedingungen**

#### **B.3.1.1 Aufsandungshöhe**

Im Konzept „Lune Delta“, vorgestellt von der Planungsgemeinschaft CITYFÖRSTER architecture + urbanism und urbanegestalt PartGmbH, dass hier fortgeschrieben wird, ist eine mittlere Höhe für die Aufsandung der Warftflächen von +3,1 m NHN (Bezug Höhe angrenzende Erschließungsstraße) vorgesehen. Bei einer mittleren Höhe des Bestandsgeländes von ca. +1,6 m NHN ergibt sich eine mittlere Auftraghöhe von ca. 1,5 m.

In der Baugrundbeurteilung und Gründungsempfehlung, Geotechnischer Bericht zur Baugrunderkundung und Gründungsbeurteilung von Umtec Prof. Biener/ Sasse/ Konertz mbB 02/2020, Kapitel 8.3 wird auf eine Mindeststärke des Sandpolsters Bezug genommen. Dort wird unter den Hauptverkehrsstraßen eine Gesamtstärke der Sandtragschicht von OK Fahrbahne bis OK Planum von 1,5 m gefordert.

Diese geforderte Gesamtstärke ist im Mittel über die Fläche gegeben. In hochbelasteten Flächen wie den öffentlichen Verkehrsflächen und den individuellen Verkehrsflächen auf den L-Warften, kann partiell ein Bodenaustausch erforderlich werden.

Die Geländehöhe der unterschiedlichen Warften variiert und beträgt im Mittel +3,1 m NHN.

Die Flächenbefestigungen auf den Warften werden mit einer mittleren Stärke der Trag- und Deckschichten von 50 cm angesetzt. Dieser gemittelte Wert setzt sich aus den folgenden Gesamtdicken zusammen. Bei Hauptverkehrsstraßen beträgt die Gesamtdicke im Bereich der Fahrbahn 52 cm, im Bereich der Radwege 44 cm und im Gehwegbereich 27 cm. Daraus ergibt sich für die Hauptverkehrswege eine mittlere Dicke von 45 cm. Im Bereich der Freianlagen variieren die Dicken für den Oberboden zwischen 10 und 30 cm, für die Freizeitwege zwischen 24 und 55 cm. Bei den Flächenbefestigungen auf den Grundstücken wird eine Dicke von ca. 50 cm angenommen. Der Wert von 50 cm liegt damit auf der sicheren Seite der Planumshöhe für die Aufsandung.

Die tatsächliche mittlere Aufsandungshöhe nach Abtrag der Vorbelastung und Abklingen der Setzung liegt damit 50 cm unter der Endhöhe, bei im Mittel ca. +2,6 m NHN.

#### **B.3.1.2 Vorbelastung**

Die später in der Nutzungsphase auftretenden vertikalen Lasten aus Verkehr und flachgegründeten Gebäuden erzeugen neben der Aufsandung zusätzliche Setzungen der Weichschichten im Untergrund. Setzungen an Verkehrswegen, Flächenbefestigungen, Gebäuden und der Ver- und Entsorgungsinfrastruktur sind zu vermeiden, da sie die Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigen und schwere Schäden an der Infrastruktur verursachen können, die mit erheblichem Kostenaufwand während der Nutzungsphase beseitigt werden müssen. Im Extremfall kann es zur Gebrauchsuntauglichkeit von Bauwerken kommen mit der Notwendigkeit dies abzubrechen und neu zu errichten.

Es wird daher angestrebt, diese Setzungen vor der Inbetriebnahme der Verkehrswege bereits zu realisieren. Dies erfolgt im Allgemeinen durch Aufbringen einer zusätzlichen Bodenauflast in Größe der zu

erwartenden Lasten. Bei sehr mächtigen Weichschichten und großen bzw. langanhaltenden Setzungszeiträumen können auch andere bzw. zusätzliche Verfahren wie Vertikaldränagen oder Konsolidierungsverfahren durch Einsatz von Vakuum zum Einsatz kommen.

Für den Entwurf wird auf Grundlage der Gründungsempfehlung von einer Vorbelastung durch Aufbringen einer Auflast ausgegangen. Im Zuge der weiteren Planung können beschleunigende Maßnahmen wie z.B. Vertikaldrainagen angeordnet werden.

Die Höhe der Vorbelastung der Flächen wird auf Grundlage ihrer Nutzungen und der zu erwarten Verkehrslasten in unterschiedlichen Höhen ausgeführt. Der Planungsbereich wurde daher in verschiedene Nutzungsbereiche aufgeteilt.

Den Nutzungsbereichen werden Verkehrslasten zugeordnet, die mit einer Wichte  $18,0 \text{ kN/m}^3$  in Vorbelastungshöhen umgerechnet werden, woraus sich die nachfolgenden Vorbelastungshöhen ergeben (Geotechnischer Bericht zur Baugrunderkundung und Gründungsbeurteilung, Umtec, März 2020):

**Tabelle 1** Vorbelastungshöhen der Nutzungsbereiche

Bezeichnung	Flächenlast p	Vorbelastungshöhe h
Freiflächen	10,0 kN/m <sup>2</sup>	0,6 m
Hallenflächen mit Tiefgründung (L-Warften)	10,0 kN/m <sup>2</sup>	0,6 m
Hallenflächen mit Flachgründung (sonstige Flächen)	20,0 kN/m <sup>2</sup>	1,2 m
individuelle Verkehrsflächen (S + M Warften)	33,3 kN/m <sup>2</sup>	1,9 m
individuelle Verkehrsflächen (L - Warften)	33,3 kN/m <sup>2</sup>	1,9 m
öffentliche Verkehrsflächen	33,3 kN/m <sup>2</sup>	1,9 m

### B.3.1.3 Standsicherheit

Durch die Auflast der Aufсандung und Vorbelastung wird der Porenwasserdruck im Klei vergrößert und die innere Reibung im Bodenkörper nimmt ab, bis der erhöhte Porenwasserdruck wieder abgebaut ist. In diesem Zustand besteht die Gefahr von Böschungsbrüchen. Der Boden gleitet dann auf kreisförmigen Bruchfiguren ab.

Im Gründungsgutachten der Fa. Umtec Prof. Biener/ Sasse/ Konertz GmbH werden mehrere Musterberechnung an einem repräsentativen Querschnitt im Bereich der Entwässerungsgräben durchgeführt, die bei Einhaltung eines Mindestabstandes von 2 m zu Grabenböschungen und einer Böschungsneigung der Aufhöhung  $\geq 1:3$  eine ausreichende Standsicherheit nachweisen. (siehe Abbildung 2).

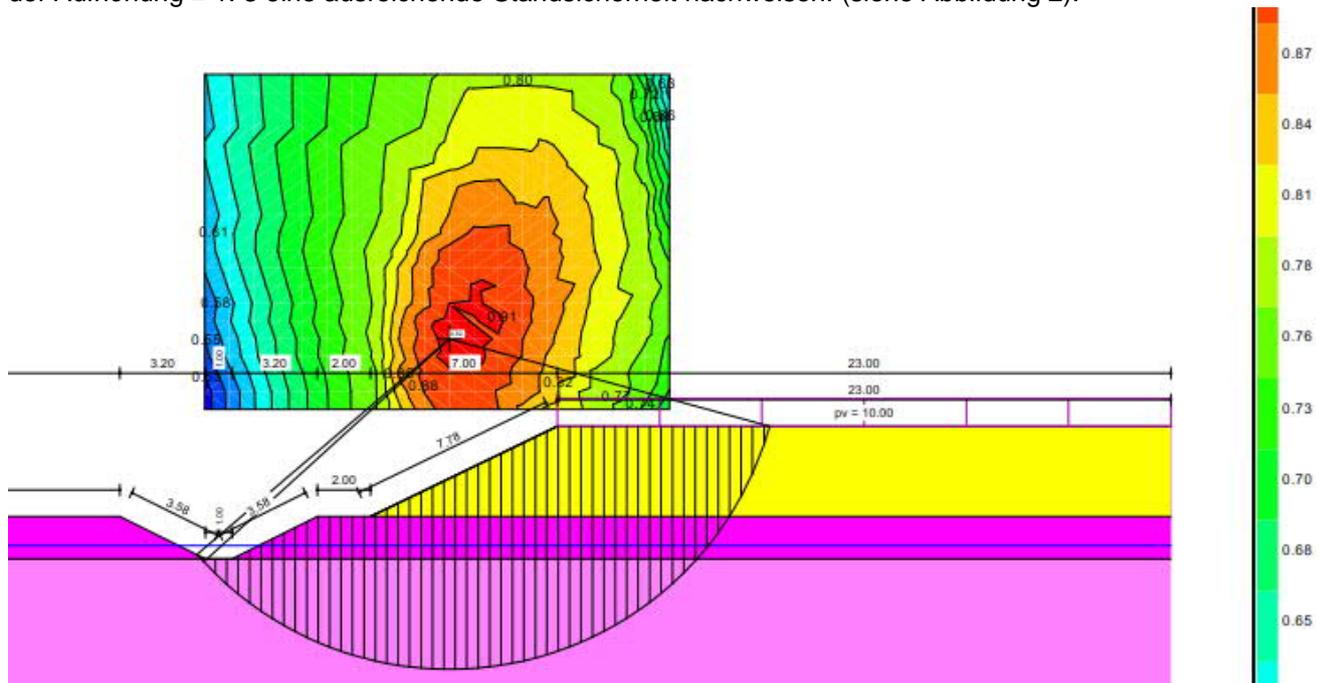


Abbildung 2: Auszug Gründungsgutachten, Anlage 12

### B.3.1.4 Grundwasser

Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden durch die Umtec Prof. Biener/ Sasse/ Konertz GmbH auf dem Baufeld mehrere Grundwassermessstellen errichtet und mehrere Proben entnommen, die u.a. auf Färbung, Trübung, Geruch, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Sauerstoffgehalt, Redoxpotential und Temperatur hin untersucht wurden.

In den beschriebenen Grundwasserproben konnten keine Verunreinigungen festgestellt werden, die die Mindestgrenzen nach TR LAGA überschreiten würden. Es konnte jedoch eine erhöhte Eisenkonzentration bis 21 mg/L festgestellt werden, die typisch für die anstehenden Kleischichten mit Torfbändern ist und einer künftigen Wasserhaltung von Bedeutung scheint.

### **B.3.1.5 Einrichtung der Spülfelder und Transportleitungen**

Die Variantenuntersuchung hat gezeigt, dass die Gewinnung, der Transport und Einbau von Spülsand aus der Unterhaltungsbaggerung in der Weser eine wirtschaftliche und nachhaltige Methode für die Herichtung der Flächen darstellt.

Hierzu sieht das Bodenmanagement die Errichtung von mehreren Spülfeldern vor, die in den jeweiligen Bauphasen die umliegenden Warften mit Sand versorgen. In der Phase 1 wird daher auf den Warften L1, L2 und L3 ein Spülfeld und in Phase 6 auf den Warften M5 und L4 ein Spülfeld eingerichtet, das durch eine Transportleitung mit Spülsand von einem Baggerschiff versorgt wird. Als Vorbereitung auf diesen Prozess wird das Spülfeld mit einer umlaufenden Verwallung aus Klei oder Sand ausgestattet. Das überschüssige salzhaltige Spülwasser wird in einem Spülwasserbecken gesammelt und in die Weser zurückgepumpt. Der Transport der Sande aus den Spülfeldern erfolgt dann nach Konditionierung und Lagerung im Trockenbetrieb.

Diese Methode sieht daher die Errichtung von Spülfeldern, eine Transportleitung mit Koppelstelle für einen Hopperbagger und Anbindung im Spülfeld, sowie eine Spülwasserrückführung in die Weser, bzw. den Luneorthafen, vor. Weitere Details können dem Kap. B.4 bzw. der Zeichnung Nr. VFA-3-A-LP-010 entnommen werden.

### **B.3.2 Herstellung Lune Delta Wasser**

Durch das Planungsgebiet soll ein neues größeres Gewässer (Lune Delta Wasser) hergestellt werden, das einerseits den Marschencharakter des Gebietes betont, die Aufenthaltsqualität durch eine begleitende Parklandschaft erhöhen soll und für Freizeitaktivitäten genutzt wird. Andererseits dient das Gewässer auch als Retentionsbereich für die Niederschlagswasserbewirtschaftung und als Vorfluter für die Be- und Entwässerung des Gebietes.

Im Konzept von urbanegestalt und Cityförster war eine Gewässerspiegellage von  $\pm 0,00$  m NHN vorgesehen. Das neue Gewässer sollte dabei höhengleich an seinen Endpunkten mit der Alten Lune verbunden werden. Im Zuge der Bearbeitung stellte sich heraus, dass der Wasserstand der Alten Lune mit einem Mittelwasserstand von  $-1,20$  m NHN nicht auf dem geplanten Niveau des Lune Delta Wassers liegt.

Das ursprüngliche Konzept mit einem durchgehenden Wasserspiegel von  $\pm 0,00$  m NHN ist damit nicht umsetzbar. Es wurden daher mehrere Varianten für die Wasserspiegellagen untersucht und die Vorzugsvariante C festgelegt. Bei der Variante C bilden die Gräben im Gewerbegebiet und das Lune Delta Wasser ein gemeinsames Gewässer mit einer Wasserspiegellage auf  $+1,00$  m NHN. Der Wasserspiegel ist damit  $1,0$  m höher als im Konzept vorgesehen. Zur Alten Lune hin sind am Ende des Lune Delta Wassers jeweils Absperrdämme mit Staubauwerken erforderlich. Diese halten die Wasserspiegeldifferenz bei Mittelwasser (MW) von  $2,20$  m.

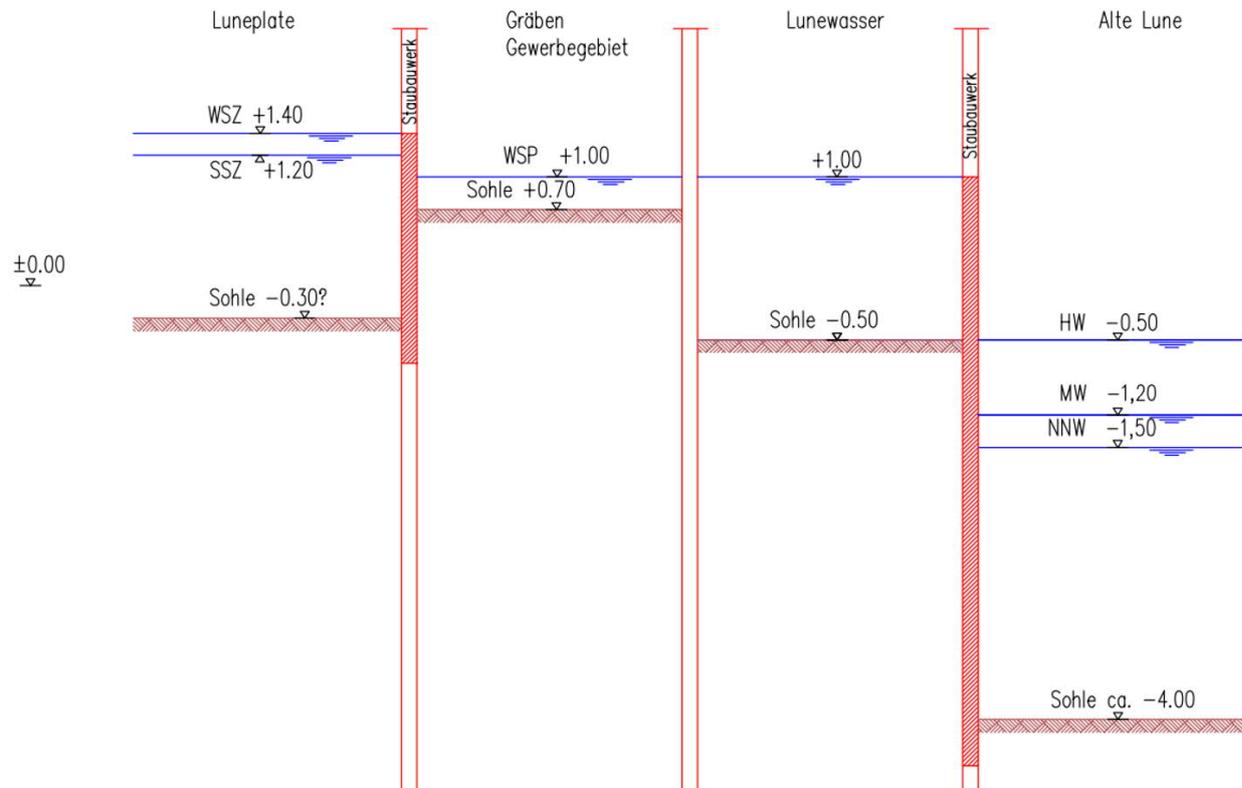


Abbildung 3: Systemdarstellung Wasserspiegel

## B.4 Sandgewinnung

Die Unterweser und Außenweser sind für die Seeschifffahrt ausgebaut worden. Um diese ausgebaute Fahrrinne ausreichend tief zu erhalten sind regelmäßig Baggerarbeiten zur Entfernung von Sediment erforderlich. Gemäß Angaben der BFG variieren die Baggervolumina, in der Außenweser unterhalb Bremerhavens, in den Jahren 1998 bis 2010 zwischen 3,5 Mio. m<sup>3</sup> und 9,2 Mio. m<sup>3</sup> jährlich.

Das Sediment setzt sich dabei aus Schlack und Sand zusammen, wobei die Sandfraktion überwiegt. Es wird daher regelmäßig Sand aus der Unterhaltungsbaggerung für Aufsandungen verwendet (z.B. Ausbau CT4 oder die geplante Errichtung des OTB).

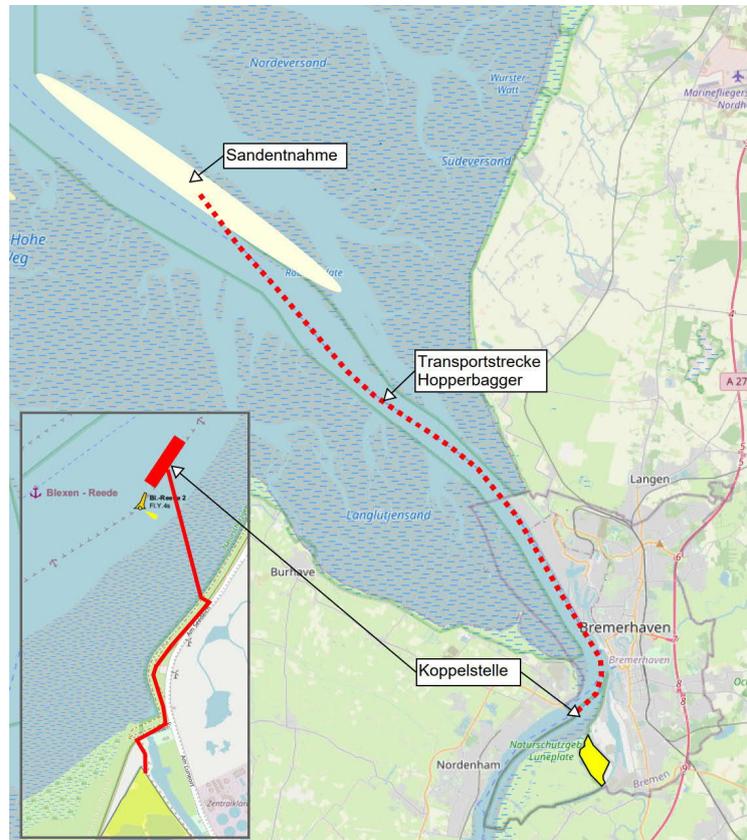
Da der Sand im Zuge der Unterhaltungsbaggerung sowieso gebaggert wird und verbracht werden muss, ist es nachhaltig dieses Sediment für die Aufsandung zu verwenden.

Die Eigenschaften der gebaggerten Sande variieren über die Lage im Fahrwasser und die Stationierung der Entnahmestelle. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass in Fließrichtung der Weser die Korngröße abnimmt und am Ende der Außenweser am Übergang zur Nordsee Feinsande anzutreffen sind.

Wo eine Sandentnahme für die Aufsandung stattfindet, wird entsprechend der Anforderungen der Unterhaltungsbaggerung kurzfristig festgelegt.

Für die weiteren Betrachtungen wird davon ausgegangen, dass eine Sandentnahme in der Außenweser ca. 50 km stromabwärts des Baufeldes stattfindet und der Sand mittels eines Hopperbaggers (Laderaumsaugbaggers) zur Aufsandungsfläche transportiert wird. Dazu wird in der Reede im Blexer Bogen

weserseitig des Baufeldes eine Koppelstelle für den Hopperbagger mit einer Spülleitung an Land in Höhe des ehemaligen Lune Siels eingerichtet.



**Abbildung 4: Übersicht Sandentnahme Weser mit Koppelstelle**

Über diese Koppelstelle und die anschließende Schwimmleitung wird der Sand an Land in die Aufsandungsflächen gespült. In den Aufsandungsbereichen müssen dazu Spülfelder angelegt werden. Die Verwaltungen dazu werden aus anstehendem Klei oder Sand hergerichtet, siehe dazu Plan VFA-3-A-QS-001-B. Die im Sand enthaltene Schlickfraktion wird beim Einspülen separiert und als Flächensicherung der Vorbelastungskörper verwendet.

Das aus der Weser entnommene Transportwasser ist salzig und muss daher getrennt von dem Wasser in den Gräben gehalten werden und wieder in die Weser oder den Luneorthafen gepumpt werden.

Als Spülwasserbecken werden die jeweils neu hergestellten Abschnitte des Lune Delta Wassers verwendet, bevor sie an das Grabensystem angeschlossen werden. Damit ist eine Trennung zwischen dem Wasser der Gräben und dem salzigen Transportwasser sichergestellt. Für die Rückführung wird am Spülwasserbecken eine Pumpenanlage errichtet, die das salzige Transportwasser über eine Rohrleitung wieder in die Weser zurückpumpt.

## B.5 Erschließungs- und Aufsandungskonzept

### B.5.1 Allgemein

Das Entwicklungskonzept von cityförster und urbanegestalt sieht eine Erschließung des Gebietes in Generalrichtung von Süden nach Norden in drei Phasen vor, die sich im Entwurf durch die B-Pläne I bis III darstellen. Das bevorzugte Aufsandungskonzept beruht auf der in der Vorplanung festgelegten Vorzugsvariante 3, die diesen Anforderungen gerecht wird.

Eine Gesamtübersicht über den geplanten Bauablauf kann dem „Bauzeitenplan Aufsandung“ (Anlage 1) entnommen werden. Es ist zu beachten, dass die Ausführungszeiträume für den B-Plan II und III nicht feststehen und somit die Zeiträume zwischen den B-Plänen nur der Darstellung dienen.

Die Umlagerung der Vorbelastungskörper in die nächsten Flächen kann dem Bauzeitenplan entnommen werden. Findet parallel zur Aufhöhung oder Vorbelastung einer Warft keine Umlagerung statt, so wird der Boden aus dem Bodendepot entnommen.

**Tabelle 2 Übersicht Aufsandungsphasen und B-Pläne-Phasen**

Stadtentwicklungsphasen	Aufsandungsphasen
B-Plan I	Phase 1, 2, 3 und 4
B-Plan II	Phase 5
B-Plan III	Phase 6 und 7

### B.5.2 Phase B-Plan I

In der Phase B-Plan I erfolgt die Aufsandung der Phasen 1, 2,3 und 4. Die Sandgewinnung für die Aufhöhung der Flächen erfolgt aus der Weser und wird durch ein Spülfeld in das Gebiet eingespült. Die Spülwasserrückführung erfolgt durch Einleitung des Spülwassers zum Lune Delta Wasser. Um eine Vermischung des salzhaltigen Spülwassers mit dem Lune Delta Wasser zu vermeiden, wird das Spülwasser in einem Spülwasserbecken gesammelt. Dafür wird im Süden und Norden ein Trenndamm aus dem bestehenden Klei errichtet. Vom Spülwasserbecken wird das Wasser in den Luneorthafen und die Weser gepumpt.

Der Sandlieferbedarf für diese Phasen inklusive Überhöhung für Setzungen und Vorbelastung beträgt 1.055.400 m<sup>3</sup>. Die gesamte Menge wird in das Gebiet eingespült.

Der genaue Aufsandungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. den Plänen VFA-3-A-LP-003, VFA-3-A-LP-004, VFA-3-A-LP-005 und VFA-3-A-LP-006 entnommen werden.



**Abbildung 5 - Warften und Einbaukonzept (Nass- und Trockeneinbau) für B-Plan I**

### **B.5.2.1 Phase 1**

In dieser Phase werden die Planstraße A und Die Planstraße B aufgesandet sowie das Spülfeld eingerichtet. Im Bereich C1 liegen ca. 68.000 m<sup>3</sup> Sand aus Vorabmaßnahmen, die im Rahmen der Aufсандung mit verwendet werden. Der Sandbedarf für diese Phase inklusive Überhöhung für Setzungen und Vorbelastung beträgt 206.300 m<sup>3</sup>.

Der genaue Aufсандungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. Plan VFA-3-A-LP-003 entnommen werden.

Der Bauablauf wird sich im Wesentlichen wie folgt darstellen:

- Räumung des Geländes des B-Plan I

- Aushub des Lune Delta Wassers in diesem Abschnitt und Herrichtung als Spülwasserrücklaufbecken
- Einrichtung der Fläche C2 als Kleilager
- Einbau eines Teils ausgehobenen Kleis als Warftverwallung und gleichzeitige Spülfeldbegrenzung, Verwertung des nichtbenötigten Kleibodens
- Einrichtung des Spülfeldbetriebes mit Herrichtung Spülleitung, Koppelstelle für den Hopperbagger und Spülwasserrücklaufleitung.
- Einspülen der erforderlichen Liefermenge der B-Pläne I und II in die Fläche L1, L2 und L3.
- Umlagerung der Sandmengen für die Planstraße A und B im Trockenbetrieb aus C1 und dem Spülfeld sowie Profilierung der Vorbelastungskörper
- Herstellung von Sandfangzäunen und Festlegen des Sandes, z. B. durch Anspritzbegrünungen.
- Nach Abklingen der Setzungen erfolgt die Umlagerung der Vorbelastungskörper. Beginn des weiteren Ausbaus und der Erschließung der Fläche.

#### B.5.2.2 Phase 2

In dieser Phase werden die Warften L1, L3 und C2 aufgesandet. Das Spülfeld auf Warft L1 und L3 wird zurückgebaut und die Warft L3 als Bodendepot verwendet. Der Sandbedarf für diese Phase inklusive Überhöhung für Setzungen und Vorbelastung beträgt 953.600 m<sup>3</sup>.

Der genaue Aufsandungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. Plan VFA-3-A-LP-004 entnommen werden.

Der Bauablauf wird sich im Wesentlichen wie folgt darstellen:

- Weiternutzung der Fläche L2 als Spülfeld
- Einspülen der Warften L1 und L3 bis zur maximalen Obergrenze, mit anschließender Aufhöhung und Vorbelastung durch Umlagerung der Sande aus dem Spülfeld L2
- Einrichtung des Bodendepots durch Überhöhung auf Warft L3
- Aufhöhung und Vorbelastung der Warft C1
- Herstellung von Sandfangzäunen und Festlegen des Sandes, z. B. durch Anspritzbegrünungen in den Flächen L1 und C1
- Herrichtung des Lune Delta Wassers in diesem Abschnitt
- Nach Abklingen der Setzungen erfolgt die Umlagerung der Vorbelastungskörper. Beginn des weiteren Ausbaus und der Erschließung der Fläche.

### B.5.2.3 Phase 3

In dieser Phase werden die Warften M1 und S1 aufgesandet. Der Sandlieferbedarf für diese Phase inklusive Überhöhung für Setzungen und Vorbelastung beträgt 189.000 m<sup>3</sup>.

Der genaue Aufsandungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. Plan VFA-3-A-LP-005 entnommen werden.

Der Bauablauf wird sich im Wesentlichen wie folgt darstellen:

- Weiternutzung der Fläche L2 als Spülfeld
- Einbau Klei und Boden aus dem Zwischenlager als Warftverwallung
- Aufhöhung und Vorbelastung der Warften S1 und M1
- Herstellung von Sandfangzäunen und Festlegen des Sandes, z. B. durch Anspritzbegrünungen.
- Rückbau der Baustelleneinrichtung für Einspülarbeiten, mit Nachlauf für die Spülwasserrückführung
- Nach Abklingen der Setzungen erfolgt die Umlagerung der Vorbelastungskörper. Beginn des weiteren Ausbaus und der Erschließung der Fläche.

### B.5.2.4 Phase 4

In dieser Phase werden die Warften S2, M2, M3 und L2 aufgesandet. Der Sandbedarf für diese Phase inklusive Überhöhung für Setzungen und Vorbelastung beträgt 921.790 m<sup>3</sup>.

Der genaue Aufsandungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. Plan VFA-3-A-LP-006 entnommen werden.

Der Bauablauf wird sich im Wesentlichen wie folgt darstellen:

- Einbau Klei und Boden aus dem Zwischenlager als Warftverwallung
- Aufhöhung und Vorbelastung der Warften S2, M2, M3 und L2
- Herstellung von Sandfangzäunen und Festlegen des Sandes, z. B. durch Anspritzbegrünungen.
- Nach Abklingen der Setzungen erfolgt die Umlagerung der Vorbelastungskörper. Beginn des weiteren Ausbaus und der Erschließung der Fläche.

### B.5.3 Phase B-Plan II

Die Erweiterung des bestehenden Bebauungsplanes in der Phase B-Plan II erfolgt in der Aufsandungsphase 5 bei der das vorhandene Material aus dem Bodendepot auf der Warft L3 im Trockeneinbau umgeschichtet wird.



Abbildung 6- Warften und Einbaukonzept (Nass- und Trockeneinbau) für B-Plan II

### B.5.3.1 Phase 5

In dieser Phase werden die Warften S3, S4, S5 und S6 aufgesandet. Es wird der Sand aus dem Boden-depot auf der Warft L3 verwendet.

Der genaue Aufsandungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. Plan VFA-3-A-LP-007 ent-nommen werden.

Der Bauablauf wird sich im Wesentlichen wie folgt darstellen:

- Räumung des Geländes des B-Plan II
- Einbau eines Teils ausgehobenen Kleis und Boden aus dem Zwischenlager als Warftverwaltung
- Aufhöhung und Vorbelastung im Trockenbetrieb in die Flächen S3, S4, S5 und S6 und Profilie-rung der Vorbelastungskörper
- Herstellung von Sandfangzäunen und Festlegen des Sandes, z. B. durch Anspritzbegrünungen.
- Verwertung überschüssiger Sande und Profilierung der Warft L3
- Nach Abklingen der Setzungenerfolgt die Umlagerung der Vorbelastungskörper. Beginn des weiteren Ausbaus und der Erschließung der Fläche.

### B.5.4 Phase B-Plan III

Die Erweiterung des bestehenden Bebauungsplanes im B-Plan III erfolgt in Phasen 6 und 7.

Die Sandgewinnung für die Aufhöhung der Flächen erfolgt aus der Weser und wird durch ein Spülfeld in das Gebiet eingespült. Die Spülwasserrückführung erfolgt in die Weser. Um eine Vermischung des salzhaltigen Spülwassers mit dem Lune Delta Wasser zu vermeiden, wird das Spülwasser zuvor in einem Spülwasserbecken gesammelt.

Der Sandlieferbedarf für diese Phasen inklusive Überhöhung für Setzungen und Vorbelastung beträgt 525.700 m<sup>3</sup>. Die gesamte Menge wird in das Gebiet eingespült.

Der genaue Aufsandungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. den Plänen VFA-3-A-LP-008 und VFA-3-A-LP-011 entnommen werden.



**Abbildung 7 - Warften und Einbaukonzept (Nass- und Trockeneinbau) für B-Plan III**

#### B.5.4.1 Phase 6

In dieser Phase werden die Warften M4, L4 und C2 aufgesandet. Der Sandbedarf für diese Phase inklusive Überhöhung für Setzungen und Vorbelastung beträgt 512.100 m<sup>3</sup>.

Der genaue Aufsandungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. Plan VFA-3-A-LP-008 entnommen werden.

Der Bauablauf wird sich im Wesentlichen wie folgt darstellen:

- Räumung des Geländes des B-Plan III
- Einbau des ausgehobenen Kleis und des Kleis aus dem Bereitstellungslager als Warftverwaltung und gleichzeitige Spülfeldbegrenzung
- Einrichtung des Spülfeldbetriebes mit Herrichtung Spüleleitung, Koppelstelle für den Hopperbagger und Spülwasserrücklaufleitung.
- Einspülen der erforderlichen Liefermenge des B-Plan II in die Flächen M5
- Rückbau der Baustelleinrichtung für die Einspülarbeiten, mit Nachlauf für die Spülwasserrückführung.
- Aufhöhung und Vorbelastung im Trockenbetrieb der Flächen C2, M4 und L4 und Profilierung der Vorbelastungskörper, sowie Überhöhung der Flächen als Zwischenlager
- Herstellung von Sandfangzäunen und Festlegen des Sandes, z. B. durch Anspritzbegrünungen.
- Nach Abklingen der Setzungen erfolgt die Umlagerung der Vorbelastungskörper. Beginn des weiteren Ausbaus und der Erschließung der Fläche.

#### B.5.4.2 Phase 7

In dieser Phase werden die Warften S7, S8 und M5 aufgesandet.

Der genaue Aufsandungsablauf kann dem Bauzeitenplan (Anlage 1), bzw. Plan VFA-3-A-LP-011 entnommen werden.

Der Bauablauf wird sich im Wesentlichen wie folgt darstellen:

- Einbau des ausgehobenen Kleis und des Kleis aus dem Bereitstellungslager als Warftverwaltung
- Aufhöhung und Vorbelastung der Warften S7, S8 und M5 im Trockenbetrieb und Profilierung der Vorbelastungskörper
- Herstellung von Sandfangzäunen und Festlegen des Sandes, z. B. durch Anspritzbegrünungen.
- Nach Abklingen der Setzungen sind die Vorbelastungskörper abzutragen und zu verwerten. Beginn des weiteren Ausbaus und der Erschließung der Fläche.

### B.5.5 Massenbilanz

Nachfolgend werden die wesentlichen Massenbilanzen für die einzelnen Phasen aufgeführt.

**Tabelle 3: Massenbilanz Klei**

Aushub	Wiedereinbau	Verwertung (Deichbau)
249.305 m <sup>3</sup>	158.880 m <sup>3</sup>	90.425 m <sup>3</sup>

**Tabelle 4: Massenbilanz Mutterboden**

Aushub	Wiedereinbau	Verwertung
84.600 m <sup>3</sup>	21.480 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>

In der Massenbilanz für den Mutterboden sind nur die Massen für die Warftverwallungen und Lichtschutzwälle enthalten. Die in dieser Berechnung überschüssigen Mutterböden werden mit der Herstellung der Frei- und Verkehrsanlagen aufgebraucht.

**Tabelle 5: Massenbilanz Sand**

	erf. Volumen Auffüllung	erf. Volumen Vorbelastung	Umlagerung von (Spalte)/ zu (Zeile)							Zulieferung	
			Phase 1	Phase 2	Phase 3	Phase 4	Phase 5	Phase 6	Phase 7	Einspülen	Landweg
Phase 1	940.700 m <sup>3</sup>	528.210 m <sup>3</sup>	138.300 m <sup>3</sup>	68.000 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	207.210 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	1.055.400 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
Phase 2	372.600 m <sup>3</sup>	450.000 m <sup>3</sup>	822.600 m <sup>3</sup>	131.000 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
Phase 3	88.000 m <sup>3</sup>	101.000 m <sup>3</sup>	38.000 m <sup>3</sup>	151.000 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
Phase 4	379.790 m <sup>3</sup>	542.000 m <sup>3</sup>	245.000 m <sup>3</sup>	241.000 m <sup>3</sup>	101.000 m <sup>3</sup>	334.790 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
Phase 5	141.000 m <sup>3</sup>	177.000 m <sup>3</sup>	318.000 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
Phase 6	364.300 m <sup>3</sup>	673.500 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	512.100 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	525.700 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
Phase 7	165.000 m <sup>3</sup>	199.000 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	240.000 m <sup>3</sup>	124.000 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>
Verwertung	-	-	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	0 m <sup>3</sup>	177.000 m <sup>3</sup>	57.000 m <sup>3</sup>	75.000 m <sup>3</sup>	-	-

## **B.6 Bauzeitliche Be- und Entwässerung des Baufeldes**

Das Planungsgebiet wird zurzeit überwiegend landwirtschaftlich genutzt. Im nördlichen Bereich M4 und L5 sind 3 Wasserflächen und Ruderalflächen vorhanden. Westlich des Deiches und im Anschluss an den Deich auf der Ostseite erfolgt eine Grünlandnutzung. Die an die Alte Lune anschließenden Flurstücke werden überwiegend ackerbaulich genutzt.

Die Flächen des Planungsgebietes sind wasserwirtschaftlich über das Staubauwerk S1 und einen Vorfluter an das Gebiet Luneplate angeschlossen.

Ein Anschluss an das Gewässersystem der Alten Lune ist nicht vorhanden.

Als Zielwasserstand für das Lune Delta Wasser ist ein Wasserspiegel von +1,00 m NHN vorgesehen. Die Zuwässerung in das Gebiet von der Luneplate erfolgt mit einem max. Wasserstand von +1,40 m NHN.

Diese Angaben gelten somit auch für den Bestand des Planungsgebiets und werden im Wesentlichen durch die Bestandvermessung bestätigt.

Die landwirtschaftlichen Flächen werden über das bestehende Gewässersystem sowohl entwässert als auch bewässert. Die Bewässerung wird im Sommer zur Viehkehrung an den Gräben und zur Bereitstellung von Tränkewasser benötigt und wird entsprechend den eintretenden Verlusten durch Verdunstung und Versickerung nach Bedarf gesteuert.

Die Entwicklung des Planungsgebietes ist wie vorbeschrieben in 5 Teilabschnitten geplant, wobei die Realisierung jedes Teilabschnittes in Abhängigkeit von der Nachfrage nach Gewerbefläche, der Dauer Genehmigungsverfahren, der Verfügbarkeit von Finanzmitteln für die bauliche Umsetzung und den Konsolidierungszeiten der Vorbelastungen abhängen. Es kann daher mit einer Dauer von wahrscheinlich mehr als 10 Jahren bis zur Realisierung des Gesamtgebietes ausgegangen werden.

Für diesen Realisierungszeitraum der baulichen Umsetzung ist sowohl die Entwässerung der Flächen des Gewerbegebietes und die Ent- und Bewässerung der überwiegend landwirtschaftlich genutzten Flächen nebeneinander sicherzustellen.

Die Gewässersysteme der landwirtschaftlichen Flächen und des Gewerbegebietes werden ab dem Beginn der Baumaßnahme gemeinsam betrieben und sind untereinander verbunden. Die Entwicklung des Gewässersystems ist im Plan VFA-3-A-LP-009 dargestellt.

Da im Gewerbegebiet ein Zielwasserstand von +1,00 m NHN angestrebt ist, wird in diesem Fall auch der Wasserstand in den landwirtschaftlichen Flächen von +0,80 m NHN auf +1,00 m NHN angehoben. Da bereits jetzt im Zuwässerungsfall ein Zielwasserstand von +1,10 m NHN besteht, sollte diese Anhebung des Wasserstandes keine wesentlichen Probleme hervorrufen.

Hauptvorfluter sind die Zuleitungsgräben 1 und 2 und das Lune Delta Wasser. Mit dem Beginn der Phase 1 und dem Bau des Lune Delta Wassers mit Absperrbauwerk zu Alten Lune wird die Verbindung zu bisherigen Gewässersystem am Stau 1 gekappt. Die Entwässerung des Gebietes erfolgt dann über die Alte Lune.

Die Zuleitungsgräben 1 und 2 werden später jeweils entsprechend der Bauphasen verlängert und die landwirtschaftlichen Flächen über die vorhandenen Gräben und das Gewerbegebiet mit den neuen Gräben angeschlossen.

Die Zuwässerung erfolgt im Bedarfsfall aus der Alten Lune über die geplanten Windrad Schöpfwerke die auch für die Erhaltung des Zielwasserstandes des Lune Delta Wassers erforderlich sind.