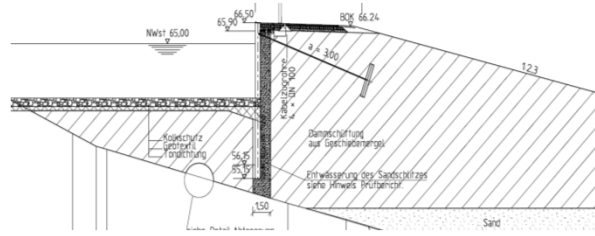


# EINBRINGVERFAHREN FÜR SPUNDWÄNDE UND DEREN AUSWIRKUNG AUF DIE TRAGFÄHIGKEIT



DIPL.-ING. KRISTIAN FRÖHLICH – BAW KOLLOQUIUM SEPTEMBER 2018

**ZÜBLIN**  
TEAMS WORK.



**1 EINLEITUNG**

**2 SPUNDWAND IN DESIGNTEM BAUGRUND**

**3 DIREKTES EINBRINGEN VON SPUNDWÄNDEN IN DEN BAUGRUND**



**4 EINBRINGEN VON SPUNDWÄNDEN MIT ZUSATZMAßNAHMEN**

**5 EINSTELLEN VON SPUNDBOHLN**



1

# EINLEITUNG

## SCHLEUSE UELZEN II



## WEHRANLAGE LEWITZ



## SPERRWERK GREIFSWALD



## MARINEHAFEN WILHELMSHAVEN



# TECHNISCHE KRITERIEN FÜR DAS EINBRINGEN VON SPUNDBOHLN

## BAUGRUNDAUFSCHLUSS

- Schichtung des Baugrunds
- Korngröße, -form, -verteilung
- Hindernisse Findlinge
- Grundwasser / Wasserspiegel

## RAMMGUT

- Spundbohle
- Rohr

## EINBRINGVERFAHREN

- Rammen
- Rütteln
- Pressen
- Einstellen / Schlitzen

## ÜBERSICHT EINBRINGHILFEN

- Lockerungsbohrungen
- Bodenaustauschbohrungen
- Lockerungssprengungen
- Spülhilfen

## UMWELTBELASTUNG

- Lärmimmission
- Vibrationen
- Erschütterungen

# WIRTSCHAFTLICHE KRITERIEN FÜR DAS EINBRINGEN VON SPUNDBOHLN

## BAUGRUNDAUFSCHLUSS

- Schichtung des Baugrunds
- Korngröße, -form, -verteilung
- Hindernisse Findlinge
- Grundwasser / Wasserspiegel

## EINBRINGVERFAHREN

- Rammen
- Rütteln
- Pressen
- Einstellen/Schlitzen

## RAMMGUT

- Spundbohle
- Rohr

## ÜBERSICHT EINBRINGHILFEN

- Lockerungsbohrungen
- Bodenaustauschbohrungen
- Lockerungssprengungen
- Spülhilfen

## UMWELTBELASTUNG

- Lärmimmission
- Vibrationen
- Erschütterungen

## TRÄGERGERÄTE / ARBEITSRAUM

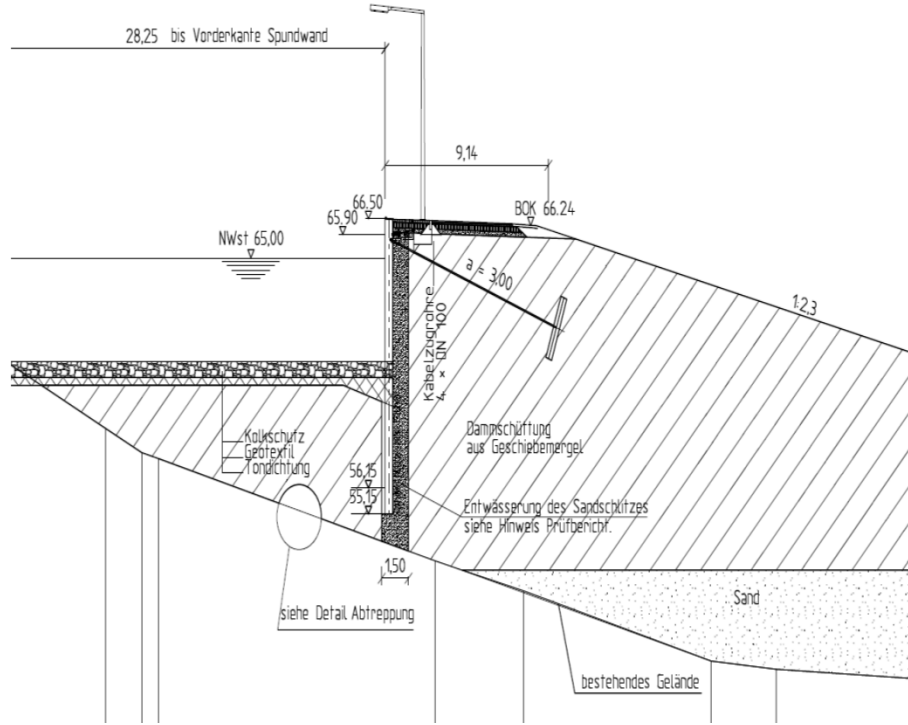
- an Land
- über dem Wasser



2

# SPUNDWAND IN DESIGNTEM BAUGRUND

# SPUNDWAND IN UNGESTÖRTEM BAUGRUND



## VORAUSSETZUNGEN

- aufgeschütteter Damm oder Sandschlitz mit qualifiziertem Bodenmaterial
- Festlegung der Bodenkenwerte

Oberer Vorhafen der Schleuse Uelzen II

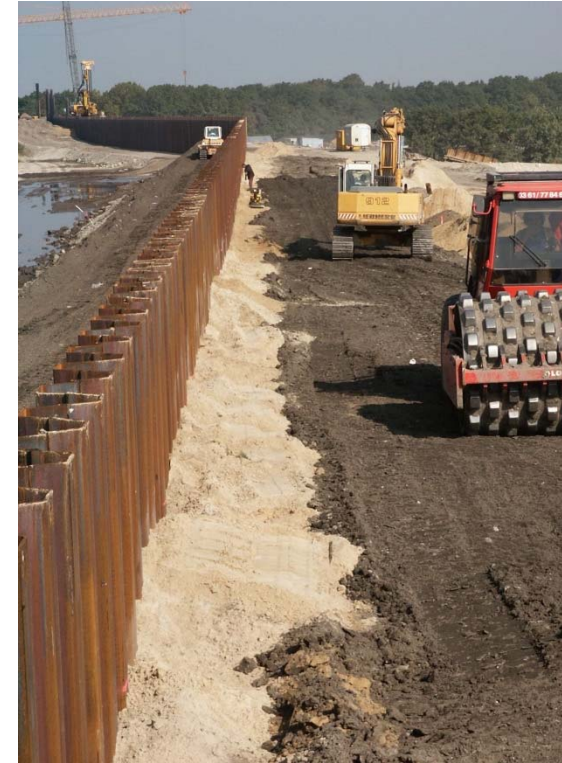


# SPUNDWAND IN UNGESTÖRTEM BAUGRUND



## ANWENDUNG

- -Ggf. höherer Aufwand in Erdbau
- +Rammgerät kann optimal auf den Boden eingestellt werden
- +Hohe Leistung beim Rammfortschritt
- +Keine Hindernisse

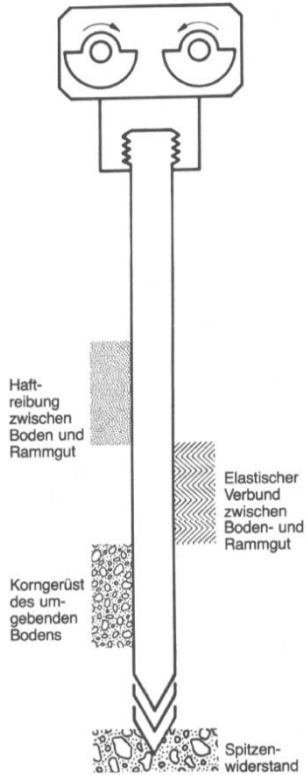


An aerial photograph of a large-scale construction project in a harbor. In the foreground, several barges and cranes are positioned in the water, with long orange structures extending from the barges towards a central construction area. The background shows a city skyline with various buildings and a marina. A semi-transparent grey box with white text is overlaid on the center of the image.

3

# DIREKTES EINBRINGEN VON SPUNDWÄNDEN IN DEN BAUGRUND

# VIBRATIONSVERFAHREN



## WIRKUNG DES VIBRATIONSVERFAHRENS

- Versetzung des Bodens in einen pseudoflüssigen Zustand

## EINFLUSS AUF DEN BAUGRUND

- Übertragung der Beschleunigung des Rammgutes auf den umgebenden Boden bewirkt die Umlagerung des Korngerüsts und setzt die Korn zu Kornreibung und reduziert damit die Bodenwiderstände.
- bei verdichtungsfähigem Boden sehr starke Verfestigung möglich

# VIBRATIONSVERFAHREN



## BODENBESCHAFFENHEIT FÜR DAS VIBRATIONSVERFAHREN

geeignet	bedingt geeignet	nicht geeignet
Schlick (breiig bis weich)	Löß (seif)	Ton (steif bis fest)
Lehm (breiig bis weich)	Lehm (steif)	Mergel (steif)
Sand (rund)	Sand (eckig)	Sand (eckig, trocken)
Kies (rund bis ca. 50mm)	Kies (eckig bis 100mm)	Kies (größer 100mm / Bindigen Bestandteilen)

# ZIEHEN MIT VIBRATOREN



## WIRKUNG DES VIBRATORS

- Lösen des Rammguts vom Baugrund
- Versetzung des Bodens in einen pseudoflüssigen Zustand
- Überbeanspruchung des Rammguts durch Vibrationsenergie oder Eigengewicht

Schleuse Uelzen II

# EINPRESSVERFAHREN



## WIRKUNG DES EINPRESSVERFAHRENS

- Hydraulische Pressenkraft und Reaktionskraft

## EINFLUSS AUF DEN BAUGRUND

- Verfestigung nur im unmittelbaren Nahbereich der Bohle

# BODENBESCHAFFENHEIT FÜR EINPRESSVERFAHREN

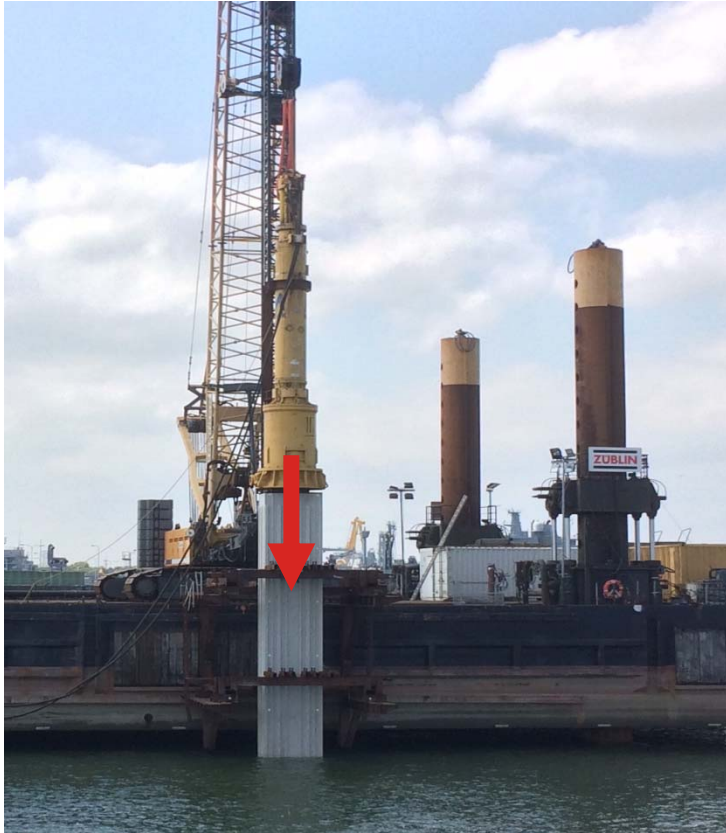


Wehranlage Lewitz

## BODENBESCHAFFENHEIT FÜR DAS EINPRESSVERFAHREN

geeignet	bedingt geeignet	nicht geeignet
Schluff (weich bis halbfest)	Schluff (fest)	dicht gelagerte Böden mit Steineinlagerung
Ton (weich bis halbfest)	Ton (fest)	
Sand (locker bis mitteldicht)	Sand (mitteldicht bis dicht)	Sand (sehr dicht)
Kies (locker bis mitteldicht)	Kies (mitteldicht bis dicht)	Kies (sehr dicht)

# RAMMVERFAHREN



## WIRKUNG DES RAMMVERFAHRENS

- Vertikale Kraftkomponente aus
  - Rammenergie  $W = G \times h$
  - Kinetische Energie  $W = \frac{1}{2} \times m \times v^2$

## EINFLUSS AUF DEN BAUGRUND

- Verfestigung nur im unmittelbaren Nahbereich des Rammgutes  
bis
- Starke Ausbildung des Spitzendrucks und Verdichtung des Bodens



# RAMMVERFAHREN

## FREIFALL- ODER HYDRAULIKBÄREN / DIESELBÄREN

- bis zu 60 Schläge pro Minute
- besonders geeignet bei bindigen Böden, können aber auch bei fast allen anderen Böden eingesetzt werden.
- Mittelschwere und schwere Rammung

## HYDRAULIK- ODER DRUCKLUFTHÄMMER

- 100 bis 400 Schläge pro Minute
- werden bei rolligen oder leicht bindigen Bodenarten eingesetzt.
- Leichte Rammung

# RAMMVERFAHREN



Wehranlage Lewitz

## BODENBESCHAFFENHEIT FÜR DIE UNTERSCHIEDLICHEN RAMMVERFAHREN

leichte Rammung	mittelschwere Rammung	schwere Rammung
Moor, Torf Schlick, Klei	Mittel-, Grobsand Feinkies	Fein-, Mittel-, Grobkies Feinsand (dicht gelagert)
Mittel-, Grobsand Kies (locker gelagert)	Ton, Lehm (steif)	Schluff, Lehm, Ton (halbfest bis fest)
		Geschiebemergel

# RAMMEN IN BÖDEN MIT GERINGER FESTIGKEIT



## DURCHFALLENDE RAMME

- Gefahr für die Rammmannschaft
- Materialüberbeanspruchung der Geräte
- Maßgenauigkeit beim Rammvorgang kann nicht mehr kontrolliert werden.
- Lösung ist die Kombination aus vibrieren und rammen



4

# EINBRINGEN VON SPUND- WÄNDEN MIT ZUSATZMAßNAHMEN

# ÜBERSICHT EINBRINGHILFEN

- **Auflockerungsbohrungen**
- **Bodenaustauschbohrungen**
- **Spülhilfen - Nieder- und Hochdruckspülen**
- **Lockerungssprengungen**
- **Einstellen von MIP-Wänden (Mixed in Place)**
- **Einstellen in DSV-Wände (HDI)**

# AUFLOCKERUNGSBOHRUNGEN



UVH Schleuse Uelzen

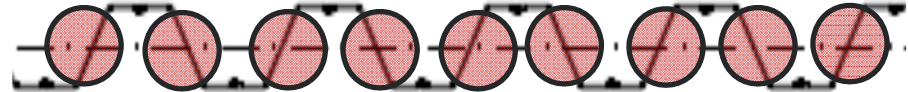


## GERÄT

- Bohrschnecke an Baggervorbaugerät oder auch mäklergeführt am Rammgerät

## EINSATZ

- Bohrungen erfolgen in der Regel aufgelöst im Spundwandraster
- einsetzbar in allen rolligen und bindigen Böden ohne Hindernisse
- Bohrungen können auch zur Sondierung von Hindernissen genutzt werden
- Einsatz bei gespanntem Grundwasser sollte vermieden werden



# AUFLOCKERUNGSBOHRUNGEN



Wehranlage Lewitz



## WIRKUNG DES AUFLOCKERNS

- Lokale Entnahme von Material und damit Entspannung des Bodens

## EINFLUSS AUF DEN BAUGRUND

- Verfestigung des Bodens erfolgt in der Regel wieder mit dem Einbringen des Rammguts.

# RÄUMUNGSBOHRUNG



Wehranlage Lewitz

## WIRKUNG DER RÄUMUNGSBOHRUNG

- Vollständige Entnahme des Bodens und Wiederverfüllung

## VERFÜLLMATERIAL

- Nutzung des anstehenden Bodens
- Bodeneigenschaften im Bauprozess und Endzustand prüfen
- Wechselwirkung zwischen verfülltem Material und anstehendem Boden untersuchen
- Verfüllung der Räumungsbohrung für besondere Eigenschaften möglich

## EINFLUSS AUF DEN BAUGRUND

- Neue Eigenschaft des verfüllten Bodenmaterials



# AUSTAUSCHBOHRUNGEN DN 400 – SPERRWERK GREIFSWALD



Sperrwerk Greifswald

## ANFORDERUNG

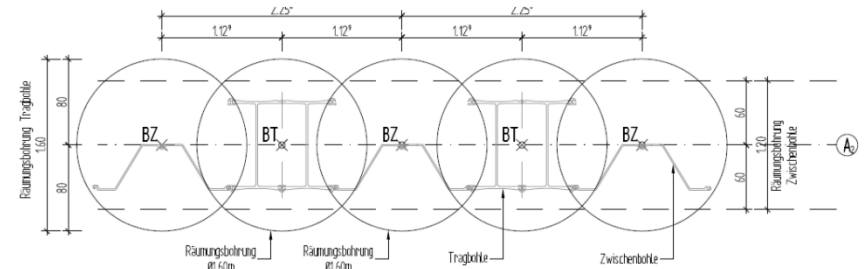
- Einspannung der Spundbohle im Boden
- Räumungsbohrung DN 400 zur Beseitigung von Hindernissen im Mergelboden
- Rammung der Spundbohlen in der Räumungsbohrung



# AUSTAUSCHBOHRUNGEN DN 1800/1600 – MARINEHAFEN WHV



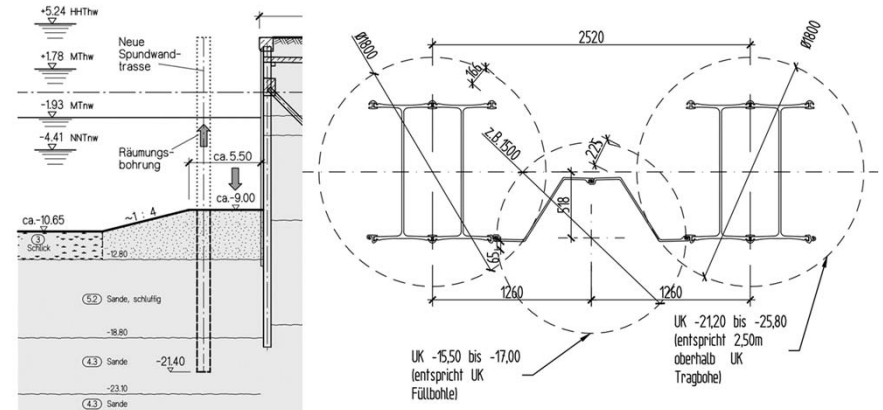
Marinehafen Wilhelmshaven



# AUSTAUSCHBOHRUNGEN DN 1800/1600 – MARINEHAFEN WHV



Marinehafen Wilhelmshaven



# AUSTAUSCHBOHRUNGEN DN 1800/1600 – MARINEHAFEN WHV

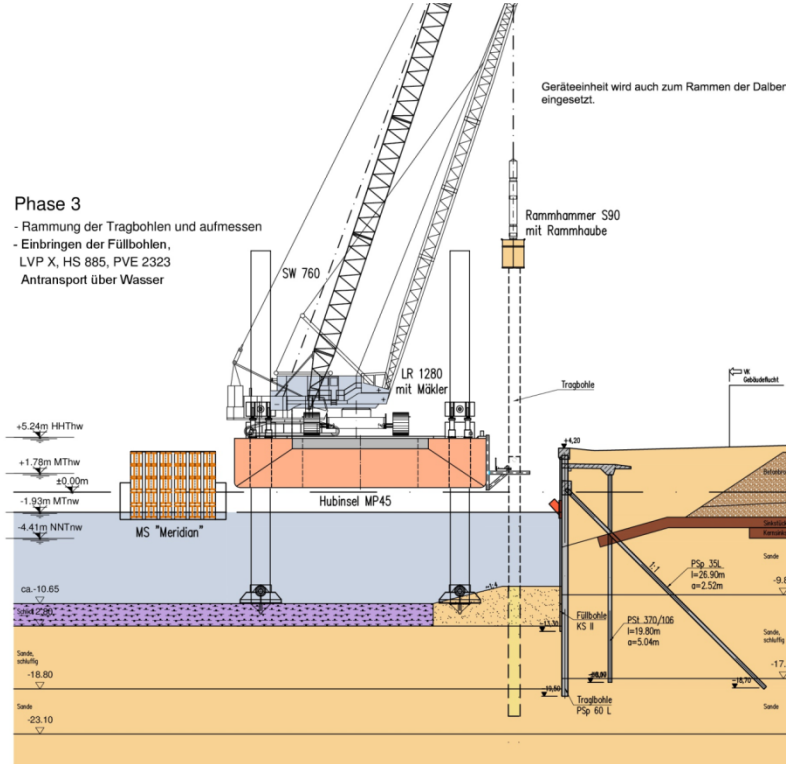


Marinehafen Wilhelmshaven

# RAMMARBEITEN – MARINEHAFEN WHV

## Phase 3

- Rammung der Tragbohlen und aufmessen
- Einbringen der Füllbohlen, LVP X, HS 885, PVE 2323
- Antransport über Wasser



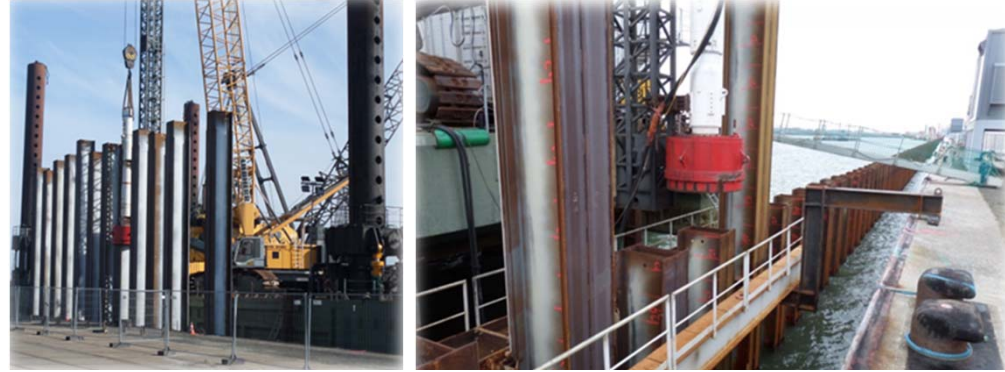
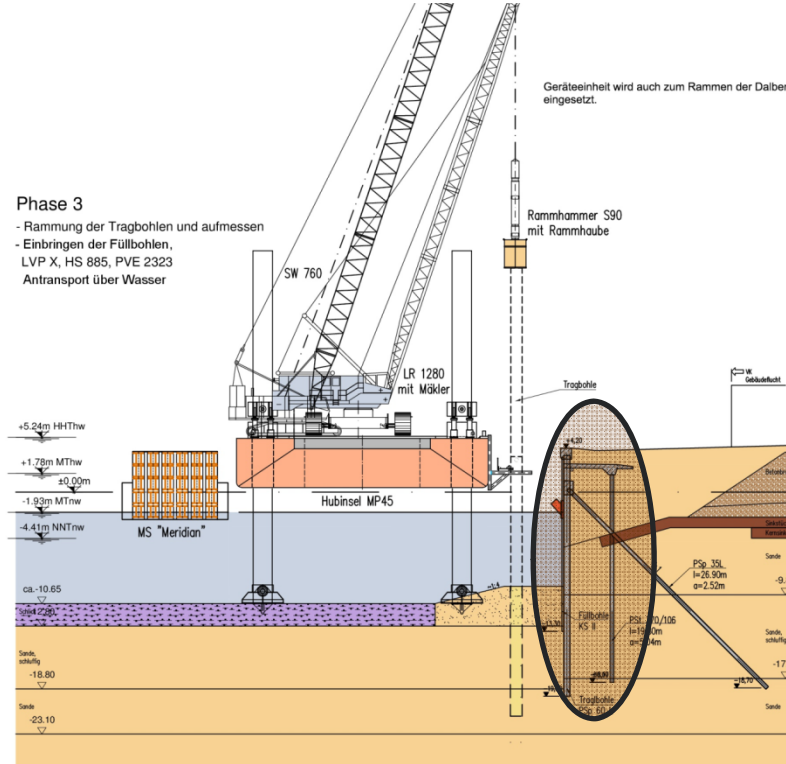
## RAMMUNG NACH EINER RÄUMUNGSBOHRUNG

- Stellen der Spund- oder Tragbohlen mit Vibrator in eine Rammführung
- Einbringen der Spund- oder Tragbohlen erst mit Vibrator
- Nachrammen mit auf Endtiefe

# RAMMARBEITEN – MARINEHAFEN WHV

## Phase 3

- Rammung der Tragbohlen und aufmessen
- Einbringen der Füllbohlen, LVP X, HS 885, PVE 2323
- Antransport über Wasser



## RAMMUNG NACH EINER RÄUMUNGSBOHRUNG

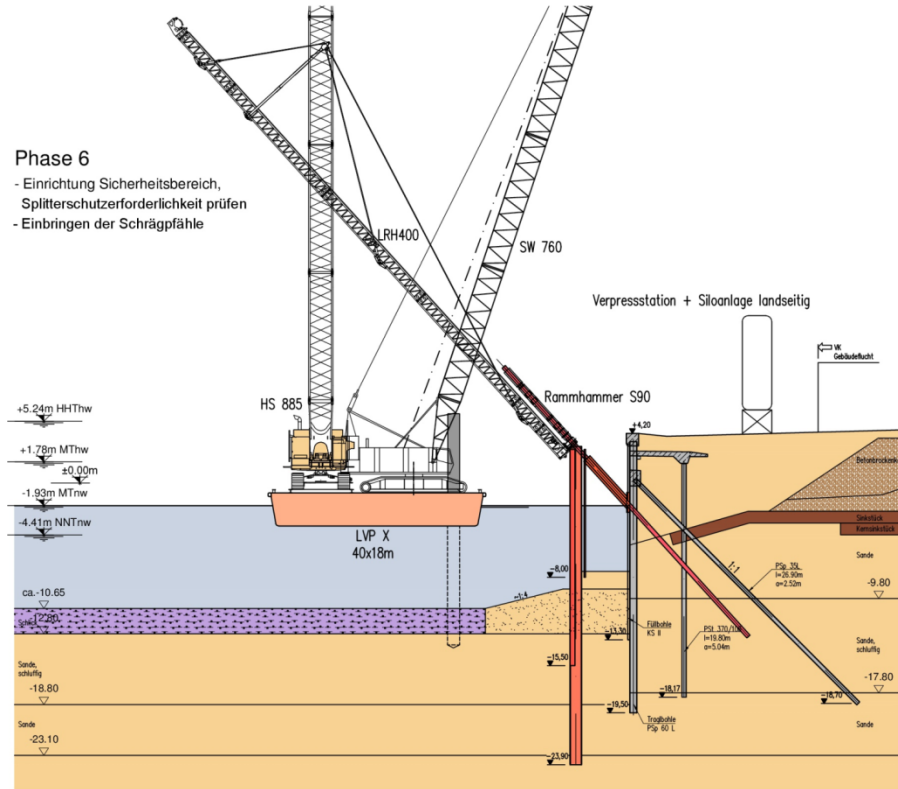
- Stellen der Spund- oder Tragbohlen mit Vibrator in eine Rammführung
- Einbringen der Spund- oder Tragbohlen erst mit Vibrator
- Nachrammen mit auf Endtiefe



# SCHRÄGPFÄHLRAMMARBEITEN– MARINEHAFEN WHV

## Phase 6

- Einrichtung Sicherheitsbereich, Splitterschutzerfordlichkeit prüfen
- Einbringen der Schrägpfähle



## VOLLVERDRÄNGER PFÄHLE ALS ZUGPFÄHL

- vollständige Verdrängung des Bodens
- Mörtelverpressung



Marinehafen Wilhelmshaven



# SCHRÄGPFÄHLRAMMARBEITEN– MARINEHAFEN WHV



Marinehafen Wilhelmshaven



## GERÄTETECHNIK

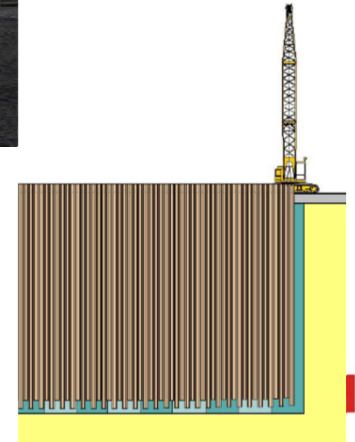
- Hängemäkler / Schwingmäkler
- Trägergerät Baggerfahrgestell / Selbstfahrer

5

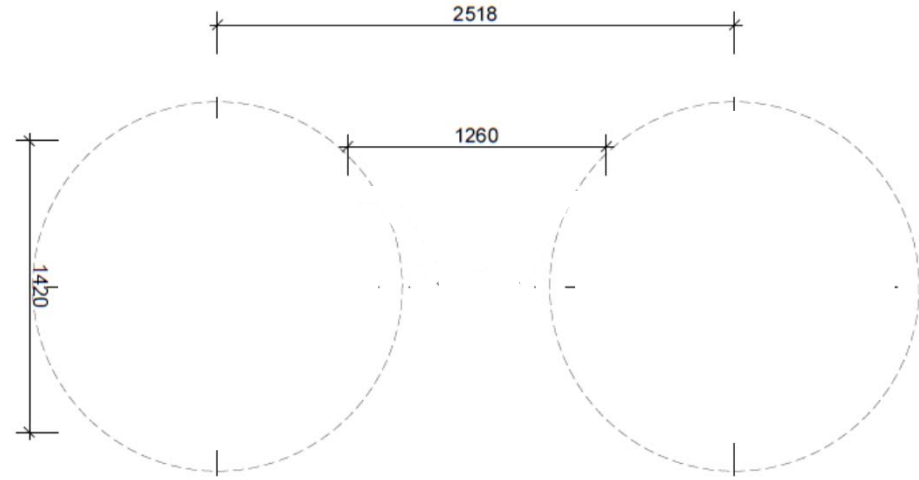
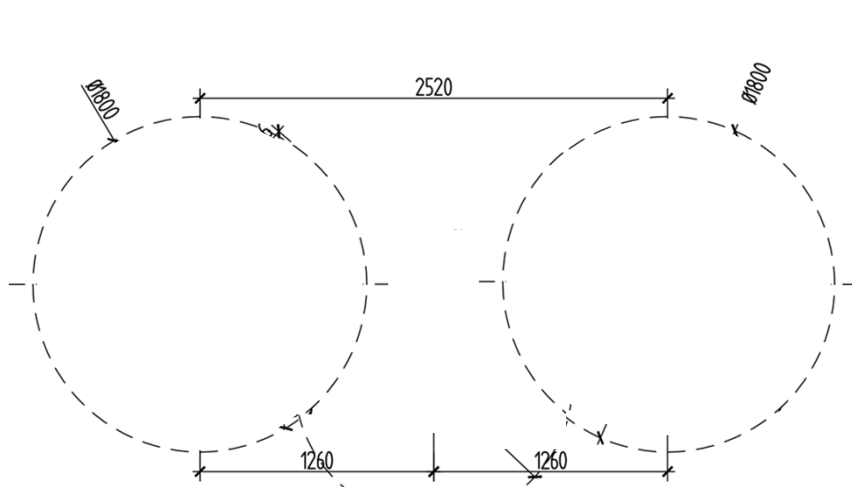
# EINSTELLEN VON SPUNDBOHLLEN



# EINSTELLEN VON SPUNDBOEHLEN



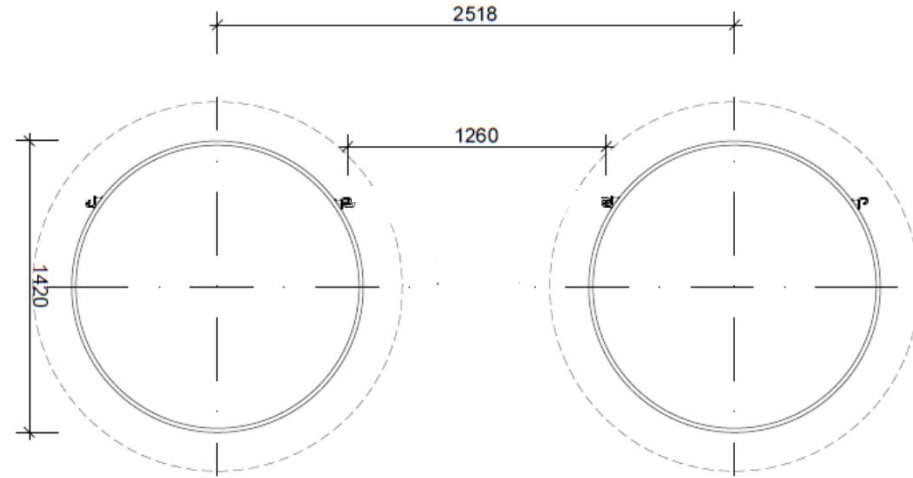
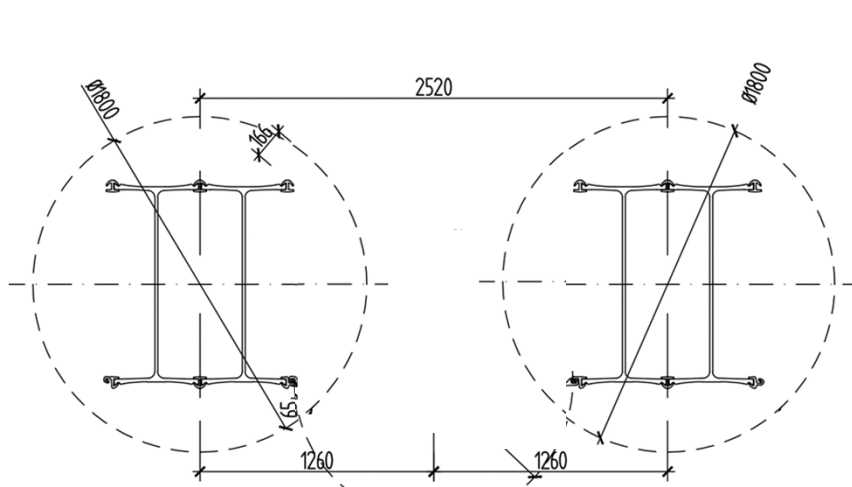
# EINSTELLEN VON SPUNDBOHLEN / TRAGROHREN



## ABLAUF

- Herstellung der Räumungsbohrung

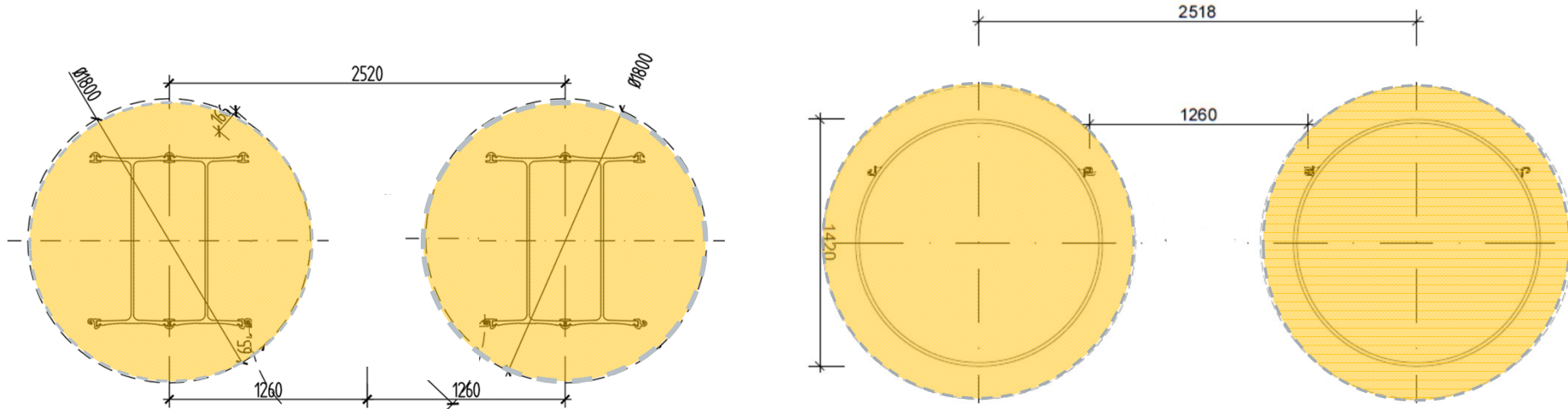
# EINSTELLEN VON SPUNDBOHLEN / TRAGROHREN



## ABLAUF

- Herstellung der Räumungsbohrung
- Einstellen einer Tragbohle oder eines Tragrohrs

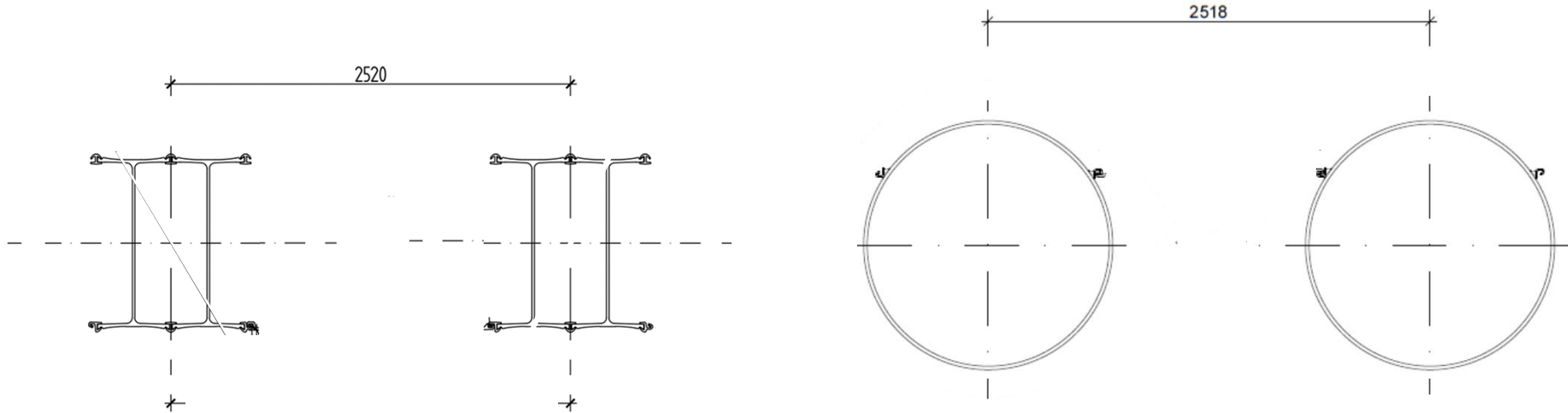
# EINSTELLEN VON SPUNDBOHLEN / TRAGROHREN



## ABLAUF

- Herstellung der Räumungsbohrung
- Einstellen einer Tragbohle oder eines Tragrohrs
- Verfüllen der Räumungsbohrung mit Sand o.ä.

# EINSTELLEN VON SPUNDBOHLEN / TRAGROHREN



## ABLAUF

- Herstellung der Räumungsbohrung
- Einstellen einer Tragbohle oder eines Tragrohrs
- Verfüllen der Räumungsbohrung mit Sand o.ä.
- Ziehen der Verrohrung und Einbau der Zwischenbohle



**DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT**



**ZÜBLIN**  
TEAMS WORK.