

## Sonderreport Rethebrücke

### Bauherr:

Hamburg Port Authority A.ö.R

### Auftraggeber:

Arbeitsgemeinschaft Ingenieurbau  
Rethebrücke (HOCHTIEF Solutions AG,  
F+Z Baugesellschaft GmbH)

### Kurzinfo:

Auftriebsicherung der UWB-Sohle sowie Tiefgründung und Rückverankerung der Klappenpfeiler im Zuge der Herstellung einer wasserdichten Baugrube für die neue Retheklappbrücke im Hamburger Hafen. Mit 2.700 kN nachgewiesenen Prüfkraft am Einzelpfahl, Bohren gegen 16 m freien Wasserdruck im 178er Doppelkopfbohrverfahren sowie 50 m langen Schrägbohrungen im engen Raster durch die UWB-Sohle wurden neue technische Meilensteine gesetzt.

### Technische Angaben:

Geotechnische Systeme:	504 Stk. GEWI 63,5 Plus DKS (dauerhaft) 11 Stk. GEWI 75 Plus DKS (dauerhaft) 20 Stk. GEWI 63,5 Plus SKS (temporär) 17 Stk. GEWI 50 SKS (temporär) 3 Stk. GEWI 63,5 SKS (temporär) 2 Stk. GEWI 63,5 DKS (dauerhaft)
Stahllänge gesamt:	18.140 m
Bohrlänge gesamt:	25.750 m
Zementmenge/-art:	975 to/CEM I 42,5
Prüflast:	2.700 kN
Bohrverfahren:	Überlagerungsbohren mit Innenspülung, System „Doppelkopf“
Baugrund:	Schluffe und Sande
Ausführungszeitraum:	August 2011 – März 2013 (in mehreren Abschnitten)

### Von der alten zur neuen Rethebrücke – Ein Einblick in die Hamburger Hafenhistorie

Als am 20. Juli 1934 die ersten Straßen- und Schienenfahrzeuge die Rethe nahe der Mündung an den Reiherstieg überquerten, konnte sich die Stadt Hamburg nach fünfzehnmonatiger Bauzeit schließlich mit der Eröffnung einer der weltweit größten Hubbrücke ihrer Bauart rühmen. Durch ihre 50m hohen Türme mit Hubeinrichtung stellte dieses einzigartige Bauwerk eine Wasserstraßendurchfahrtshöhe von 42m sicher und verband



Bild 1: Alte Rethehubbrücke  
(Quelle: Hamburg Port Authority)



Bild 2: Neue Retheklappbrücke  
(Quelle: Ing.-Büro Grassl)



## Sonderreport Rethebrücke

Der Bauablauf sah vor, dass nach Herstellung der Baugrubenwände der Unterwasseraushub auf ca. -15,5 mNN erfolgen und anschließend ca. 2,5 m Unterwasserbeton hergestellt werden konnte. Auf dieser Sohle sollten anschließend im Trockenen die Gründungssohle sowie alle weiteren Stahlbetonarbeiten ausgeführt werden. Bevor die Baugrube trockengelegt werden konnte, musste jedoch zunächst die Unterwasserbetonsohle, welche bei ca. -13 mNN abschloss, gegen den von unten einwirkenden enormen Wasserdruck rückverankert werden. Hierzu griff die Bauplanung auf vielfach an anderen Schleusenbauwerken erprobte GEWI-Verpresspfähle zurück.

### Auftriebsicherung und Tiefgründung der Achse 10 und 20

Mit der Herstellung der Auftriebsicherungspfähle für die UWB-Sohle wurden wir von der Arge Ingenieurbau Rethebrücke beauftragt. Hierbei setzten wir Verpresspfähle vom Typ GEWI 63,5 & 75 Plus DKS ein, um die aus dem Wasserdruck resultierenden Zuglasten während der Bauphase in den tieferliegenden tragfähigen Baugrund abzuleiten. Um die Drucklasten des späteren Bauwerkes aufzunehmen, wurden die GEWI-Pfähle gleichzeitig als Gründungspfähle für die Klappenpfeiler genutzt, um Setzungen am Bauwerk auszuschließen. In einem Raster von ca. 3,0 x 2,5 m stellten wir so über 400 Stk. Mikropfähle von bis zu 32,6 m Einzellänge mit doppeltem Korrosionsschutz (DKS) her.

Hierbei musste eine Luft- und Wasserstrecke von ca. 19 m während der Bohrarbeiten überwunden werden, da sich unsere Arbeitsebene bestehend aus doppelten HEB 1000 Trägern mit ausgelegten Panzerbrücken (Achse 10) bzw. einer Fahrbühne (Achse 20) bei ca. +3,5 mNN befand. Ein lagegenaues Einrichten unseres Bohrgestänges konnten wir mittels eines geodätischen Einmess-Systems an unseren Geräten sicherstellen. Bei über 45 m Gesamtbohrstrecke wurden unsere Bohrgeräte bis an ihre Belastungsgrenzen beansprucht.



Bild 4: Herstellung von Vertikalbohrungen mit zwei Geräteeinheiten

## Sonderreport Rethebrücke

Die Krone dieser Leistung wurde uns bei knapp zwei Dutzend erforderlichen geneigten Gründungspfählen aufgesetzt. Diese galt es, quer durch die Baugrube innerhalb des engen Pfahlrasters in bis zu 30 m Länge bei Überwindung einer über 20 m langen Luft- und Wasserstrecke herzustellen – ein Umstand schierer Unmöglichkeit aus Sicht einer praxisgerechten Ausführung. Nichtsdestotrotz stellten wir den punktgenauen Bohransatzpunkt auf der Sohle mithilfe eines Industrietauchers und einer speziellen Bohrführung sicher.

Eine weitere Besonderheit stellten die geforderten Prüfungen an 57 Stk. lotrechten und 11 Stk. geneigten Gründungspfählen dar, bei denen Zuglasten von bis zu 2.400 kN nachgewiesen wurden. Auch hier erwiesen sich die praktischen Gegebenheiten als höchst herausfordernd, so dass die Pfähle zur Prüfung wasser- und luftseitig um bis zu 30 m verlängert werden mussten. Die Pfahlkopfmontage unter Wasser führten wir mit Taucherhilfe durch. Nachdem diese erfolgt war, konnte der UWB-Sohle, in die unsere Pfahlköpfe kraftschlüssig einbinden, hergestellt werden. Nachfolgend konnte der Wasserspiegel innerhalb der Baugrube abgesenkt und die Pfahlköpfe für die Gründungssohle montiert werden.

### Rückverankerung der Klappenpfeiler Achse 10 und 20

Desweiteren stellten wir zur zusätzlichen Rückverankerung der beiden Klappenpfeiler über 100 Stk. Schrägpfähle in bis dato selten erprobten Einzellängen von bis zu 51 m her. Auch hier wurden gerätetechnisch neue Belastungshorizonte erschlossen. Während ein Teil dieser Rückverankerungselemente noch oberhalb der (Grund-)Wasserlinie eingebracht wurde, mussten wir 60 Stk. Pfähle mit Bohransatzpunkten in bis zu -13 mNN herstellen. Somit stand uns in der gelenzten Baugrube eine freistehende Wassersäule von mehr als 16 m Höhe bei maximalem Wasserstand in der Rethe gegenüber.

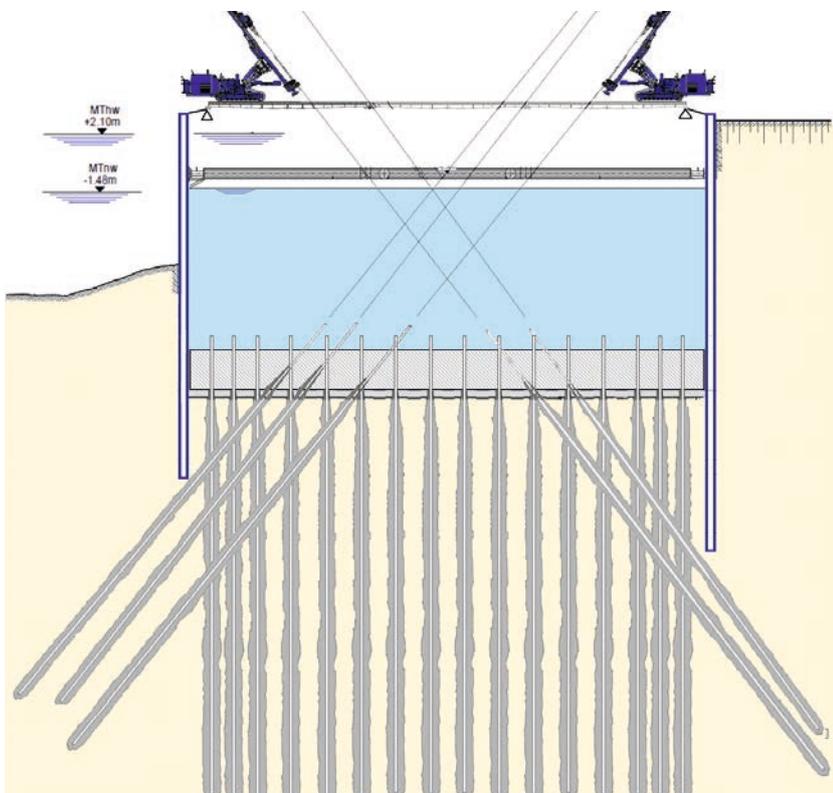


Bild 5: Schrägpfahlbohrungen im engen Bohrraster

## Sonderreport Rethebrücke

Das Bohren gegen diesen enormen Wasserdruck führten wir mit einem selbst entwickelten Bohrpacker in der Systemgröße für 178 mm Doppelkopfbohrgestänge durch; ein Umstand, der ebenfalls technisches Neuland darstellte. Eine besondere Schwierigkeit bestand in dem zuvorigen Durchkernen der Stahlpundwand bzw. Tragrohre, wonach das System geöffnet und rückgebaut werden musste, ohne dass sich der anstehende Wasserdruck in die Baugrube entlud. Die nachfolgenden Pfahlbohrungen erfolgten mit dem Einsatz spezieller Klinkenkronen, die es bei jedem Rohrwechsel manuell „auszuklinken“ galt; ein Unterfangen von höchstem technischen Risiko, das uns nach Anlaufschwierigkeiten bedingt durch den großen Bohrrohrdurchmesser fehlerfrei gelang.

Zum Nachweis der Lagegenauigkeit der Schrägpfähle führten wir Bohrlochvermessungen an allen Bohrungen mithilfe eines 3-Achs-Inklinometers durch. Anhand der Ergebnisse wurde überprüft, ob die planerischen Achsabstände untereinander sowie zu benachbarten Erdbauwerken eingehalten wurden. Alle Schrägpfähle wurden einer Abnahmeprüfung unterzogen, bei denen rekordverdächtige Lasten von 270 Tonnen erfolgreich nachgewiesen wurden.

Da die Rückverankerungselemente auch die nachfolgend zu errichtenden Klappenpfeiler sichern sollten, verlängerten wir einen Großteil der GEWI-Zugelemente zwecks Einbindung in die Stahlbetonkonstruktion. Während in Achse 10 in der unteren Ankerlage die Verpressanker vorgespannt wurden, stellte in Achse 20 eine Plattenverankerung im Stahlbeton den Kraftschluss sicher.



Bild 6: Vorgespannte und verlängerte Verpresspfähle untere Verankerungslage

## Sonderreport Rethebrücke

### Fazit

In Summe stellten wir über 550 Verpresspfähle in einem Zeitraum von August 2011 bis März 2013 in mehreren Bauabschnitten her. Mit 18.000 m Stahl, ca. 1.000 Tonnen Zement und Bohrungen im Überlagerungsbohrverfahren mit 26 km Gesamtlänge stand der Umfang dieser Spezialtiefbaumaßnahme in keiner Weise dem technischen Anspruch nach. Einer ausgeklügelten Ausführungsplanung und unserem hochmotiviertem und eingespieltem Personal sei Dank konnten wir alle Schwierigkeiten auch unter widrigsten Bedingungen, bei Eiseskälte und starkem Nordwind, und hohem Leistungsdruck sicher meistern.

Während zur Stunde die Testläufe der bereits eingebauten Klappbrücke noch laufen, so können wir uns schon bald über eine echte Ingenieursmeisterleistung freuen, die in perfekter Manier von allen am Bau Beteiligten zur Ausführung gebracht wurde.



Bild 7: Konterung eines GEWI-Stabes mithilfe eines Kontergerätes