

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Conference Paper, Published Version

Altenhöfer, Christina; Maßmann, Birgit

Neubau von fünf Schleusen am Dortmund-Ems-Kanal – Geotechnische und geohydraulische Aspekte

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/110443>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Altenhöfer, Christina; Maßmann, Birgit (2022): Neubau von fünf Schleusen am Dortmund-Ems-Kanal – Geotechnische und geohydraulische Aspekte. In: Hafentechnische Gesellschaft e.V. (Hg.): Tagungsband 'HTG Kongress 2022, 31. Mai - 2. Juni 2022, Düsseldorf'. Hamburg: Hafentechnische Gesellschaft e.V. S. 9-18.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Neubau von fünf Schleusen am Dortmund-Ems-Kanal – Geotechnische und geohydraulische Aspekte

Dipl.-Ing. C. Altenhöfer, Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe

Dipl.-Ing. B. Maßmann, Wasserstraßen-Neubauamt Datteln

Fünf Schleusen an der sogenannten Schleusentreppe Rheine, darunter zwei in Nordrhein-Westfalen, werden im Rahmen des Projektes „Neue Schleusen DEK-Nord“ durch einen Neubau ersetzt. Das Projekt „Neue Schleusen DEK-Nord“ ist ein wesentlicher Baustein in dem Vorhaben, die Nordstrecke des Dortmund-Ems-Kanals (DEK) von Bergeshövede bis Papenburg den Anforderungen der modernen Güterschifffahrt entsprechend auszubauen. Der DEK gilt als eine der bedeutendsten künstlichen Wasserstraßen Deutschlands. Über den Rhein-Herne-Kanal und den Wesel-Datteln-Kanal verbindet er das Ruhrgebiet mit dem Seehafen Emden. Drei Schleusen mit geringer Hubhöhe werden mit einer Spundwandkammer ausgeführt, die übrigen mit größerer Hubhöhe in Massivbauweise mit einem durchgehenden Stahlbeton-U-Rahmen.

Baugrund- und Grundwasserverhältnisse spielen grundsätzlich eine entscheidende Rolle in der Planung und Ausführung von Wasserbauwerken. Eine Erarbeitung einheitlicher Vorgehensweisen bei den fünf Schleusen in geotechnischer und geohydraulischer Hinsicht ist teilweise möglich, teilweise erfordern unterschiedliche Randbedingungen in Baugrund und Grundwasser jedoch eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Standorte. Eine standortübergreifende Herausforderung besteht zum Beispiel darin, dass im Grundwasser eine Betonaggressivität infolge kalklösender Kohlensäure festgestellt wurde. Ein chemischer Angriff durch kalklösende Kohlensäure auf den Zementkörper von Verpressankern oder Mikropfählen kann sich gravierend auf deren Tragverhalten auswirken. Derartige Verankerungselemente können daher nur eingeschränkt zum Einsatz kommen, teilweise sind Alternativlösungen wie zum Beispiel gerammte Stahlpfähle erforderlich.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist am Standort Gleesen bereits die Schleusenbaugrube fertiggestellt, an weiteren Standorten sind Arbeiten zur Baustelleneinrichtung sowie Erdbau- und Ufersicherungsmaßnahmen in den Vorhöfen erfolgt. Die Verkehrsfreigabe des Gesamtprojektes für das Großmotorgüterschiff ist für 2029 vorgesehen.

1. Einleitung

Gegenstand des vorliegenden Beitrags sind die fünf Schleusen an der sogenannten Schleusentreppe Rheine, zwei davon liegen in Nordrhein-Westfalen und drei in Niedersachsen. Im Rahmen des Gesamtprojektes „Neue Schleusen DEK-Nord“ werden die fünf Schleusen durch einen Neubau ersetzt. Das Projekt Neue Schleusen DEK-Nord ist ein wesentlicher Baustein in dem Vorhaben, die Nordstrecke des Dortmund-Ems-Kanals (DEK) von Bergeshövede bis Papenburg den Anforderungen der modernen Güterschifffahrt entsprechend auszubauen. Nachdem die Südstrecke zwischen Datteln und Bergeshövede bereits seit 2007 vom Großmotorgüterschiff befahren werden kann, soll dies zukünftig auch auf der Nordstrecke möglich sein. Der DEK selbst gilt als eine der bedeutendsten künstlichen Wasserstraßen in Deutschland. Über den Rhein-Herne-Kanal (RHK) und den Wesel-Datteln-Kanal (WDK) verbindet er das Ruhrgebiet mit dem Seehafen Emden. Bei Bergeshövede liegt der Anschluss

an den Mittellandkanal (MLK), welcher die Verbindung zu den Industrieregionen in Mittel- und Ostdeutschland herstellt (Maßmann 2015).

Die fünf Schleusen des Projektes „Neue Schleusen DEK-Nord“ haben nach rund 100 Jahren ihre Lebensdauer erreicht und entsprechen in ihren Abmessungen nicht den genannten Anforderungen. Ein vollständiger Ersatz der Schleusen wurde daher erforderlich.

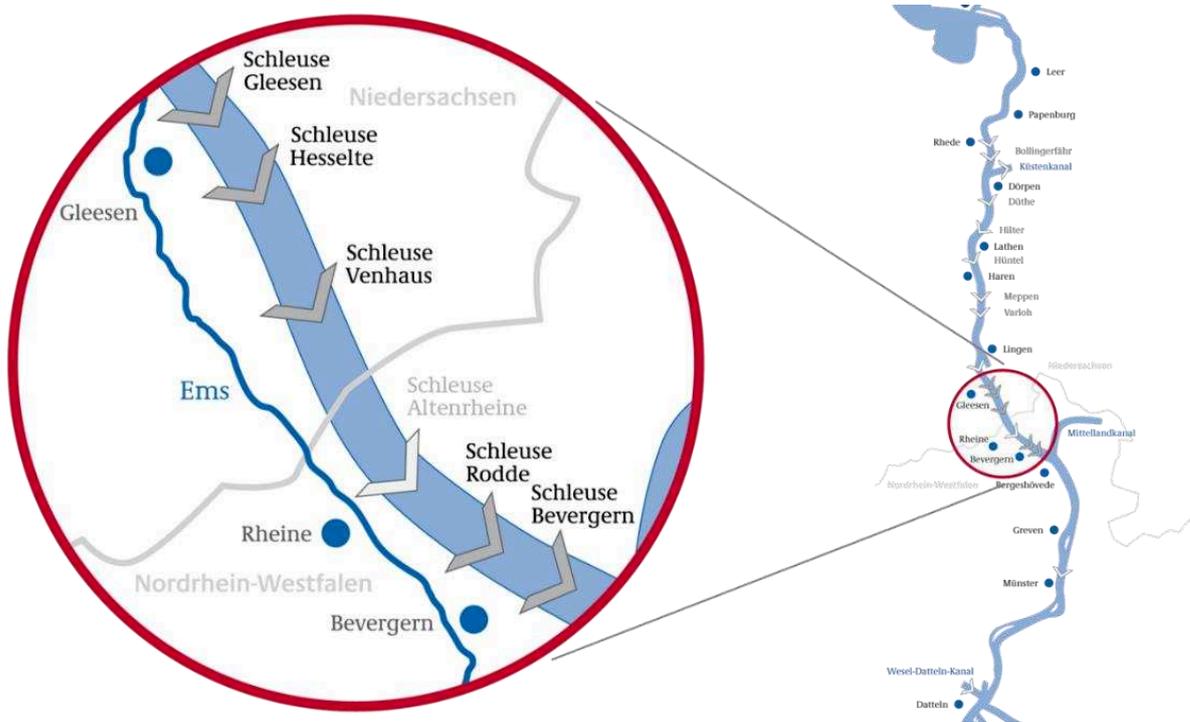


Abb. 1: Schleusen des Projektes "Neue Schleusen DEK-Nord" an der Schleusentreppe Rheine (Quelle: WNA Datteln)

2. Bauwerk

An jedem der Schleusenstandorte befindet sich neben der in Betrieb befindlichen sogenannten „Großen Schleuse“ aus dem Jahr 1914 auch eine rund 15 Jahre ältere Schleuse, die sogenannte „Kleine Schleuse“. Die Lageplanung für den jeweiligen Schleusenneubau unterliegt damit besonderen Anforderungen. Maßgebend für die Standortwahl ist die Aufrechterhaltung des Verkehrs während der Bauzeit und die Vermeidung negativer Auswirkungen der Baumaßnahme, insbesondere der Baugrubenherstellung auf die Großen Schleusen. Des Weiteren sind Belange des Denkmalschutzes zu berücksichtigen. Der Neubau der Schleusenanlagen umfasst auch eine bautechnisch aufwändige Anpassung der Vorhäfen. Hier sind nautische Gesichtspunkte zu beachten einschließlich der Breitstellung von Warte- bzw. Liegeplätzen für Großmotorgüterschiffe und Übergroßmotorschiffe sowie für Sportboote. Beispielhaft gibt Abb. 2 einen Überblick über die Lageverhältnisse am Schleusenstandort Gleesen.



Abb. 2: Luftbild der Schleusenanlage Gleesen im August 2019 (Quelle: WNA Datteln)

Die Schleusen selbst werden in einem zukunftsorientierten, einheitlichen Standard von 140 m Kammerlänge und 12,50 m Kammerbreite gebaut. Für die Schleusenkammer kommen dabei zwei unterschiedliche Bauweisen zur Ausführung. Für die Schleusen Bevergern und Gleesen, die mit 6,37 m und 8,10 m die größeren Hubhöhen aufweisen, sieht die Konstruktion einen flachgegründeten durchgehenden U-Rahmen in Massivbauweise vor. In Rodde, Venhaus und Hesselte sind die Hubhöhen mit rund 3,50 m geringer. Hier werden die Kammern in Spundwandbauweise ausgeführt. Der vertikale Baugrubenverbau bleibt dabei als spätere Kammerwand bestehen. Die Häupter werden an allen Schleusen in Massivbauweise errichtet. Aus Gründen der Wasserbewirtschaftung werden in Bevergern und Gleesen Sparbecken integriert. Abb. 3 und Abb. 4 zeigen einen schematischen Querschnitt der Schleusenanlagen Bevergern und Rodde mit den unterschiedlichen Konstruktionen der Schleusenammern.

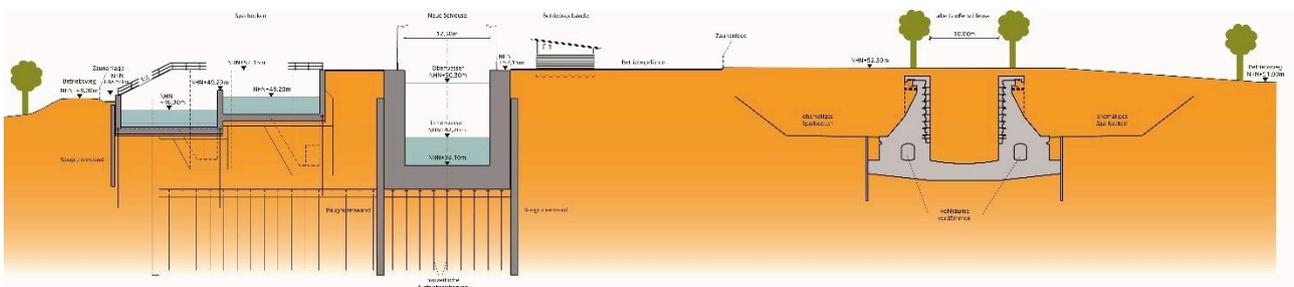


Abb. 3: Querschnitt Schleusenanlage Bevergern (Quelle: WNA Datteln)

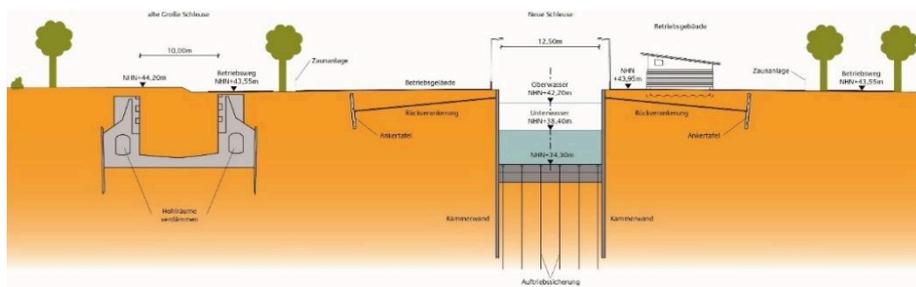


Abb. 4: Querschnitt Schleusenanlage Rodde (Quelle: WNA Datteln)

Am Schleusenstandort Gleesen sind die Arbeiten am weitesten fortgeschritten. Im April 2021 ist bereits die Schleusenbaugrube einschließlich der Rückverankerung fertiggestellt und gelenzt. An den Schleusenstandorten Rodde und Venhaus werden aktuell im Rahmen von Vorarbeiten Erdbau- und Ufersicherungsmaßnahmen in den Vorhäfen umgesetzt. Abb. 5 zeigt eine Luftaufnahme der Baustelle Venhaus im März diesen Jahres. Im Vordergrund ist der Einfahrtstrichter im neuen oberen Vorhafen bereits erkennbar.

Mit den grundlegenden Herausforderungen im Gesamtprojekt „Neue Schleusen DEK-Nord“ beschäftigen sich Maßmann et al. (2019). Hier wird auf den Umfang an zu berücksichtigenden Randbedingungen hingewiesen, woraus sich „höchste Anforderungen an die Vergabeunterlagen [...] sowie an die vertragliche Gestaltung“ ergeben. Der vorliegende Beitrag bezieht sich auf einzelne Aspekte von Baugrund und Grundwasser.



Abb. 5: Baustelle Venhaus im März 2021 (Quelle: WNA Datteln)

3. Baugrund und Grundwasser

Der technischen Konzeption der Schleusenbauwerke selbst liegt trotz unterschiedlicher Fallhöhen eine Standardisierung zugrunde, die unter Berücksichtigung der Aspekte Sicherheit und Verfügbarkeit, Betrieb und Unterhaltung sowie Wirtschaftlichkeit erarbeitet wurde und Konstruktionsprinzipien festlegt. Näheres hierzu ist Maßmann und Ebers-Ernst (2017) zu entnehmen. Auch hinsichtlich der Bewertung der Baugrund- und Grundwasserverhältnisse spielt für den einzelnen Schleusenstandort der Kontext des Gesamtprojektes eine wichtige Rolle. Erkenntnisse aus der Baugrunderkundung sowie Erfahrungen bei der Bauausführung werden stets auf ihre Übertragbarkeit auf die anderen Schleusenstandorte hin betrachtet und ihre Relevanz für die weitere Planung und Bauausführung an allen Schleusenstandorten überprüft.

Baugrund- und Grundwasserverhältnisse sind grundsätzlich lokal zu betrachten und zu bewerten. Eine umfangreiche Baugrunderkundung wurde von der BAW an jedem der fünf Schleusenstandorte durchgeführt und die Ergebnisse standortspezifisch in jeweils einem Geotechnischen Bericht zusammengefasst. Die Baugrundverhältnisse sind unterschiedlich und auch innerhalb eines Schleusenstandortes nicht zwangsläufig homogen. Aufgrund der naturräumlichen Nähe der Standorte untereinander und der gemeinsamen glazialen Prägung des Projektgebietes lassen sich aber Parallelen feststellen und aus den Eigenschaften einzelner Bodenschichten Annahmen für Schichten anderer Schleusenstandorte ableiten.

So wurden umfangreiche Vorversuche, die bereits 2011 im Vorfeld der eigentlichen Baumaßnahmen durchgeführt wurden, so konzipiert, dass diese nicht an allen, sondern nur an ausgewählten Standorten in ausgewählten Schichten erfolgten und Erkenntnisse für andere Standorte genutzt werden konnten. Im Wesentlichen wurden bei den Vorversuchen an drei Schleusenstandorten Proberammungen von Spundwänden sowie Probelastungen an Verpressankern, Mikropfählen und Spundwänden durchgeführt. Ziel dabei war, den Erfolg bautechnischer Verfahren einschätzen und Bauteilwiderstände festlegen zu können. Eindrucksvoll aufgezeigt wurde zum Beispiel bei den Proberammungen, welche Probleme Steine und Blöcke, im Kontext von glazialen Sedimenten auch Findlinge genannt, für Verfahren des Spezialtiefbaus verursachen können (Abb. 6). Eine detaillierte Beschreibung der Vorversuche ist in Bergholz und Herten (2012) zu finden.



Abb. 6: Proberammung mit Hydraulikrammbär und deformiertes Spundwandprofil nach der Rammung (Quelle: WNA Datteln)

Insbesondere die Proberammungen und Probelastungen von Spundwandprofilen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse bekamen eine neue Bedeutung als festgestellt wurde, dass an allen Schleusenstandorten eine Betonaggressivität infolge kalklösender Kohlensäure vorliegt. An allen Standorten wurden Werte gemessen, die mindestens eine Einstufung in die Expositionsklasse XA1 erfordern. Ein chemischer Angriff auf den Zementkörper durch kalklösende Kohlensäure kann sich gravierend auf das Tragverhalten von Verankerungselementen wie Verpressanker oder Mikropfähle auswirken. Die chemische Reaktion mit dem Zementstein kann zum einen eine Schmierschicht verursachen, die den Verbund zwischen Verpresskörper und Baugrund verringert und zum anderen den Spannungszustand im Boden verändern. Letzterer wird durch den Verpressvorgang erzeugt und bestimmt die Tragfähigkeit von Verpressankern und verpressten Mikropfählen maßgeblich.

Zunächst wurden nur vereinzelt erhöhte Werte kalklösender Kohlensäure im Grundwasser festgestellt. Als bei einer erneuten Messkampagne die Werte deutlich höher lagen und eine Literaturrecherche zeigte, dass bei Verpressankern unter dem Einfluss kalklösender Kohlensäure ein markanter Tragfähigkeitsverlust tatsächlich festgestellt wurde, erfolgte die Empfehlung der BAW, Verpressanker und verpresste Mikropfähle nicht im bisher geplanten Umfang auszuführen. Der Empfehlung der BAW folgend dürfen derartige Verankerungselemente an den Schleusenneubauten des DEK-Nord nur verbunden mit geringeren Tragfähigkeiten und einer Begrenzung der Einsatzdauer angewendet werden. Für die Rückverankerung von Dauerbauwerken mussten daher Alternativen gefunden werden.

4. Ramppfähle zur dauerhaften Ufersicherung

Daraufhin erfolgte im unteren Vorhafen der Schleuse Gleesen die Rückverankerung der dauerhaften Ufersicherung auf weiten Strecken durch gerammte Stahlpfähle. Andere Alternativen wie Ankertafeln und Fangedammkonstruktionen waren aufgrund der lokalen Platzverhältnisse und zum Schutz des naheliegenden alten Baumbestandes nicht überall möglich. Rund 80 Profile auf der linken und 100 Profile auf der rechten Uferseite, jeweils des Typs HP 305*110 mit Längen von 18 bis 24 m mussten hierfür mittels schlagender Rammung in den Baugrund eingebracht werden. Der Materialverbrauch sowie der Geräteaufwand und die Lärmemissionen bei der Herstellung sind bei Rückverankerungen durch Ramppfähle im Vergleich zu anderen Bauweisen erheblich, einen Eindruck hiervon gibt Abb. 7.



Abb. 7: Ramppfähle - Profile und Einbringung mittels schlagender Rammung (Quelle: BAW)

Kennwerte für die Bemessung zugbelasteter Stahlrammpfähle mussten im Zuge der Umplanung nach Abschluss der eigentlichen Baugrunderkundung ermittelt werden. Im Rahmen der Baugrunderkundung wurden lediglich charakteristische Kennwerte für Mantelreibung und Spitzendruck druckbelasteter Spundwände bestimmt. Gemäß Handbuch EC 7, Band 1(2015) können Bemessungswerte für Zugpfähle analog zu druckbelasteten Pfählen grundsätzlich durch Proberammungen oder auf Grundlage von Erfahrungswerten ermittelt werden. Letzteres ist allerdings schwieriger als bei druckbelasteten Pfählen, da bei zugbelasteten Pfählen bei gleichen Baugrundverhältnissen in der Regel von geringeren Mantelreibungswerten auszugehen ist und über die tatsächliche Größe dieser Abweichung wenig Erfahrungen vorliegen.

An dieser Stelle konnte auf die erwähnten Vorversuche zurückgegriffen werden. Die Proberammungen erfolgten unter anderem an Kombinationsprofilen mit Trägerprofilen des Typs HZ 1080M A. Auch wenn die Proberammungen im Hinblick auf einen möglichen späteren Einsatz als Baugrubenwand erfolgten und der Fokus dieser Untersuchung auf einem Vergleich unterschiedlicher Einbringverfahren lag, ermöglichten die Einbringprotokolle der Trägerprofile eine qualitative Unterscheidung des Widerstandes der unterschiedlichen Bodenschichten. Unmittelbar neben den Proberammungen erfolgten bei den Vorversuchen sowohl statische als auch dynamische Probelastungen an Spundwänden. Festgestellt wurde hierbei zum einen eine gute Übereinstimmung zwischen der dynamischen und der statisch ermittelten Gesamtragfähigkeit und zum anderen die deutlich verringerte Tragfähigkeit bei der statischen Zugbelastung gegenüber der Druckbelastung. Die Auswertung der Proberammungen im Einzelnen ist in Bergholz und Herten (2012) erläutert.

Aus einer Gesamtbetrachtung der Ergebnisse der Probelastungen, der Proberammungen und der Erfahrungswerte der EA-Pfähle (2012), die wiederum aus den Ergebnissen der Drucksondierungen abgeleitet werden, konnten für die anstehenden Lockergesteinsschichten charakteristische Werte für die Mantelreibung zugbelasteter Stahlrammpfähle ermittelt werden.

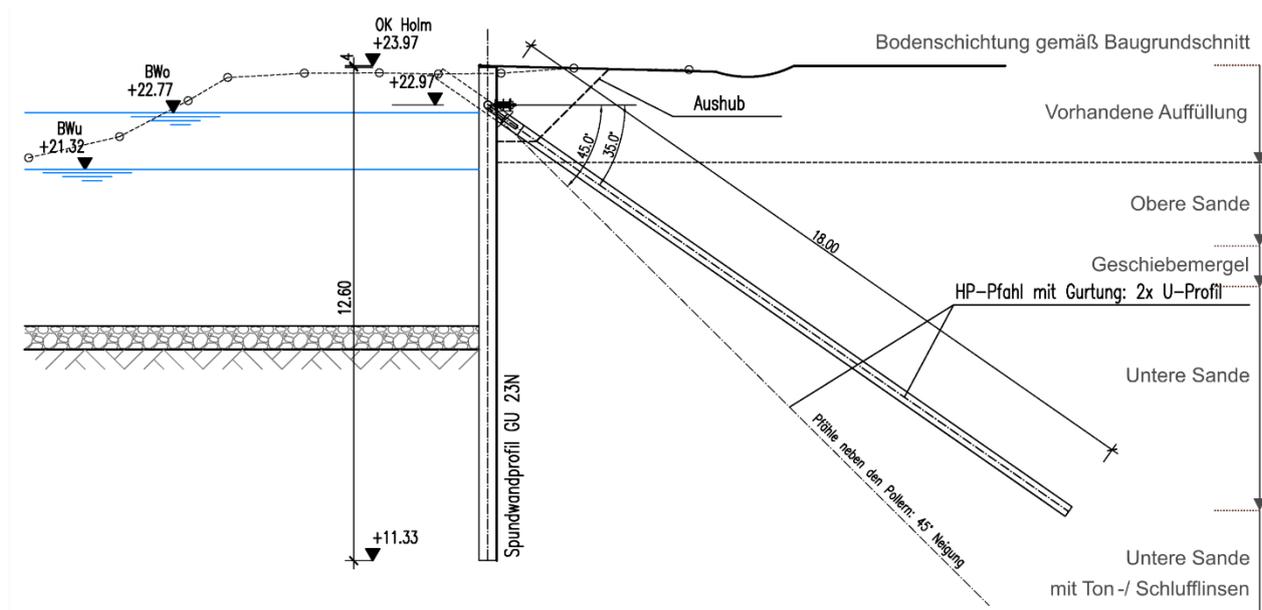


Abb. 8: Uferspundwand mit Rückverankerung durch Rammpfahl - Beispiel eines Regelquerschnitts

Entsprechend DIN EN 1997-1:2014-03 sind grundsätzlich 2 % der Zugpfähle zu überprüfen, die näheren Vorgaben hierzu sind in den EA-Pfähle (2012) formuliert. Die ersten Prüfungen erfolgten durch Zugversuche an separat hergestellten Prüfpfählen. Hierbei wurden bewusst Prüflasten gewählt, die die statisch erforderlichen Prüflasten überschreiten, um auf diese Weise das tatsächliche Tragverhalten der Rammpfähle näher zu untersuchen.



Abb. 9: Zugversuche an Rammpfählen - Aufbau der Prüfeinrichtung (Quelle: BAW)

Abb. 9 zeigt den Aufbau der Prüfeinrichtung und Abb. 10 eine beispielhafte Last-Verformungslinie. Die erforderliche Prüflast betrug in diesem Fall 1300 kN, die gewählte Prüflast 2 MN. Unter Beachtung der geforderten Verformungskriterien wurde die Last stufenweise gesteigert. In diesem Beispiel war die Grenztragfähigkeit bei 1825 kN erreicht.

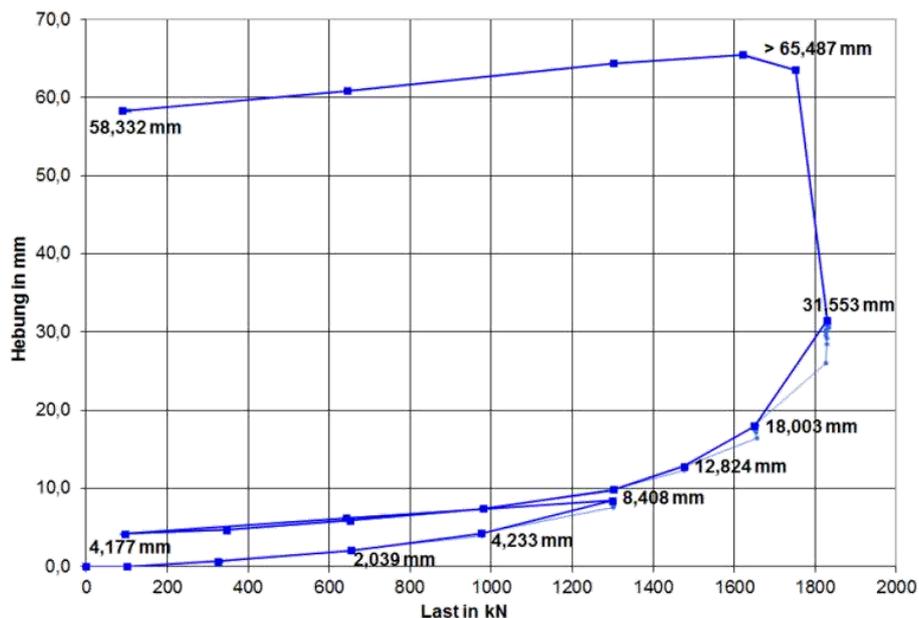


Abb. 10: Zugversuche an Rammpfählen - Last-Verformungslinie

Mit der erfolgreichen Ausführung mehrerer Zugversuche lagen weitere Erkenntnisse zum Tragverhalten von zugbelasteten Stahlrammpfählen in den gegebenen Baugrundverhältnissen vor. Unter Berücksichtigung dieser Ergebnisse war eine erweiterte Betrachtung hinsichtlich der für eine Bemessung anzusetzenden Mantelreibung bodenschichtspezifisch möglich und die charakteristischen Werte konnten wie in Tabelle 1 aufgeführt teilweise erhöht werden.

Tabelle 1: charakteristische Grenzmantelreibung für zugbelastete Stahlpfähle

Bodenschicht	Mantelreibung in kN/m ²	Mantelreibung in kN/m ² (Anpassung nach Zugversuchen)
Auffüllung	-	-
Obere Sande	40	60
Geschiebemergel/-lehm	15	15
Untere Sande	70	70
Sande mit Ton-/ Schlufflinsen	50	60

Bei der Ableitung statisch anzusetzender Kennwerte aus Versuchsergebnissen ist zu berücksichtigen, dass sich das Tragverhalten im Versuch vom Tragverhalten im Endzustand bzw. vom statisch anzunehmendem Tragverhalten unterscheidet. So wird im Versuch über der gesamten Pfahllänge eine Mantelreibung aktiviert, während im Endzustand, im statischen System der rückverankerten Uferspundwand davon ausgegangen werden muss, dass im Bereich des aktiven Erddruckkeils keine Mantelreibung wirkt. Im Versuch kann dies berücksichtigt werden, indem hinter der Spundwand eine entsprechende Abgrabung vorgenommen wird, die eine Kraftübertragung in diesem Bereich verhindert. Ist dies nicht möglich, muss bei der Ableitung der Grenzmantelreibung aus dem Versuch eine Abminderung erfolgen.

Insgesamt stellt sich die Rückverankerung von dauerhaften Uferspundwänden durch gerammte Stahlträgerprofile als aufwändige, aber mögliche und zuverlässige Alternative heraus. Angestrebt wird dennoch, die Tragfähigkeitsverluste von Verpressankern unter dem Einfluss kalklösender Kohlensäure zukünftig besser einschätzen zu können. Aus diesem Grund wurden am Schleusenstandort Gleesen separate Forschungsanker installiert. Über lange Zeiträume wird hier die Entwicklung der Ankerkräfte unter dem Einfluss kalklösender Kohlensäure beobachtet. Einzelheiten zu diesem Forschungsvorhaben sind Heidenreich und Herten (2020) zu entnehmen. Ziel ist es, auf Grundlage der Forschungsergebnisse genauere Regelungen zum Einsatz von Verpressankern unter derartigen Bedingungen formulieren zu können. Der Aufwand für Alternativlösungen wie im vorliegenden Beispiel könnte damit zukünftig verringert werden.

Literatur

Bergholz, K.; Herten, M. (2012): Proberammungen und Probelastungen von Spundwänden am DEK-Nord. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): BAW Mitteilungen 95. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 125-138.

Bundesanstalt für Wasserbau (2013): Neubau der Schleusenanlage Gleesen – Geotechnischer Bericht (BAW-Gutachten, A3952.02.10116-2).

Deutsche Gesellschaft für Geotechnik e.V. (Hg.) (2012): Empfehlungen des Arbeitskreises „Pfähle“ EA-Pfähle. 2., wesentlich überarbeitete und erweiterte Auflage. Berlin: Ernst & Sohn.

DIN EN 1997-1:2014-03: Eurocode 7 - Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln

DIN Deutsches Institut für Normung e.V. (Hg.) (2015): Handbuch Eurocode 7, Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, 2., aktualisierte Auflage. Berlin: Beuth Verlag GmbH

Heidenreich, Fabian; Herten, Markus (2020): Auswirkungen von kalklösender Kohlensäure im Grundwasser auf den Neubau von fünf Schleusen an der Schleusentreppe Rheine. In: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Christian Moormann, Prof. Dr.-Ing. Carola Vogt-Breyer (Hgg.): 12. Kolloquium Bauen in Boden und Fels - Tagungshandbuch 2020. Tübingen, Narr Francke Attempto Verlag GmbH + Co. KG. S 367-376.

Maßmann, Birgit; Neif, Simon; Renze, Helmut (2019): Planung und Umsetzung von fünf großen Bauprojekten an der Dortmund-Ems-Kanal-Nordstrecke. In Bautechnik 96 (8), S. 632-637.

Maßmann, Birgit; Ebers-Ernst, Jeannette (2017): Eine außergewöhnlich diffizile bautechnische Aufgabe: Fünf neue Schleusen entlang des Dortmund-Ems-Kanals. In: Der Prüflingenieur 51, S. 36-45.

Maßmann, Birgit (2015): 100 Jahre alte Schleusen werden ersetzt: „Das Projekt Neue Schleusen DEK-Nord“. In: Bundesanstalt für Wasserbau (Hg.): Projekte der Geotechnik an Bundeswasserstraßen. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 73-81.

TAGUNGSBAND

TEIL A



Maritim Hotel Düsseldorf
31. Mai. bis 2. Juni 2022