Bebauung der Ericusspitze in Hamburg

Teil 1: Tiefbau

Christian Böttcher
Werner Nagel
Raphael Schreiber

Die dreiseitig vom Wasser umschlossene Ericusspitze ist nach wechselvoller Geschichte heute das nordöstliche Tor zum neuen Stadtteil HafenCity. Der dort neu angesiedelte Hauptsitz des Nachrichtenmagazins „Der Spiegel" ist mit 15 Obergeschossen zudem einer der bedeutenden Hochpunkte der HafenCity. Zusammen mit dem benachbarten Ericus-Contor, dessen 11 Obergeschosse ebenfalls überwiegend als Büro genutzt werden, konnte ein architektonisch hochwertiges Ensemble mit Vorbildcharakter auch für das nachhaltige Bauen geformt werden. Beide Gebäude stehen auf einem gemeinsamen zweigeschossigen Warftsockel in fugenloser WU-Bauweise, der wesentlich zur Integration in das historische Umfeld beiträgt.
Für die bereits sehr frühzeitig einbezogene Tragwerksplanung waren seit der Investorenauswahl und des internationalen Architektenwettbewerbes besondere technische und terminliche Herausforderungen zu meistern. Insbesondere tiefe Vor- und Rücksprünge in der Kubatur des Spiegel-Verlages und weitgespannte Brückengeschosse im Ericus-Contor erforderten ungewöhnliche Lösungen. Dies galt auch für die Pfahlgründung, bei der zahlreiche Zeitzeugen im Untergrund und neu eingebrachte Verpressanker aus einer parallel durchgeführten Sanierung und Ertüchtigung der das Grundstück einfassenden alten Kaimauern sowie eine außergewöhnliche terminliche Situation zu berücksichtigen waren. Die große Baugrube direkt am tideoffenen Elbwasser konnte durch enge tragwerksplanerische Vorgaben z. B. zur Höhenentwicklung des Rohbaus und unter Ausnutzung der örtlichen Gegebenheiten ohne umlaufenden Spundwandkasten und ohne aufwendige Wasserhaltung kostengünstig realisiert werden.

1 Einleitung

Das Nachrichtenmagazin „Der Spiegel" war nach den Anfangsjahren in Hannover und im backsteinernen Hamburger Kontorhausviertel seit Ende der 1960er Jahre Mieter des Hamburger Immobilienunternehmens Robert Vogel. In dessen Auftrag war bis 1969 neben dem an eine Lochkarte erinnernden IBM-Hochhaus eigens die hochmoderne neue Spiegel-Zentrale an der Brandstwiete von Architekt *Werner Kallmorgen* errichtet worden. Das farblich legendäre Innendesign stammt vom Dänen *Verner Panton*.

Von einem kleinen Verlag eines politischen Nachrichtenmagazins wuchs der Spiegel schnell zum Multimedia-Konzern. Heute erwirtschaftet dieser mit über 1300 Mitarbeitern einen Umsatz von über 350 Mio. €. Da die verschiedenen Unternehmensbereiche aus Platzgründen bald an zahlreichen Standorten über die gesamte Innenstadt verteilt waren, wurde bereits seit Anfang der Neunziger Jahre ein neuer Standort für das Gesamtunternehmen gesucht. Ein Angebot von *Robert Vogel*, auch das freiwerdende IBM-Hochhaus anzumieten und damit ab 1996 die gesamte sog. Spiegel-Insel zu belegen, bedeutete das Ende für verschiedene Pläne einer eigenen Immobilieninvestition (Bild 1).

Da bald auch dieser Standort zu klein wurde und der Mietvertrag auslief, mussten Alternativen innerhalb und außerhalb Hamburgs gesucht werden. Mitte 2006 entschied sich die Spiegel-Gruppe für den Umzug an die am Eingang zur HafenCity gelegene Ericusspitze, die dreiseitig vom Was-

Bild 1. Bisheriger Standort Spiegelinsel

ser umschlossen wieder ein identitätsstiftendes Inseldasein bieten sollte. Aus unternehmenspolitischen Gründen sollte auch an diesem Standort für ca. 1100 Mitarbeiter nur gemietet werden. Ein Investorenwettbewerb wurde im Spätsommer 2006 ausgelobt, aus dem das Unternehmen *Robert Vogel* auch als zukünftiger Vermieter hervorging.

Bereits im Rahmen des Investorenwettbewerbes mussten als wichtige Grundlage der Kalkulation für das vom Spiegel geforderte Raum- und Ausstattungsprogramm sowie für die Entwicklung des Terminplans u. a. die Besonderheiten des neuen Standortes bzw. Grundstücks in ingenieurtechnischer Hinsicht geklärt werden. Diese Aufgabe übernahm das Tragwerksplanungsbüro. Insbesondere die belebte Vergangenheit des Grundstücks mit zahlreichen noch im Boden befindlichen Zeitzeugen und Kontaminationen, die Lage des Grundstücks außerhalb des öffentlichen Hamburger Hochwasserschutzes, aber auch die geplante Sanierung und Ertüchtigung der die Ericusspitze umschließenden historischen Kaimauern waren hierbei relevant. Die bereits in dieser Phase vom Investor initiierte, frühe Bildung des Teams aus den wichtigsten Fachplanern, noch ohne Architekt, hat sicherlich entscheidend zum Gesamterfolg des Projektes beigetragen.

Erst nach der Einigung auf einen Mietzins und einen durchaus ehrgeizigen Terminplan wurde im Mai 2007 ein Architektenwettbewerb mit einem hochrangigen internationalen Teilnehmerfeld ausgelobt. Dieser wurde von der Tragwerksplanung umfassend in ingenieurtechnischer Hinsicht begleitet und entsprechend ausgewertet. Als Sieger ging nach Überarbeitung im Herbst 2007 das dänische Büro Henning Larsen hervor. Dessen Entwurf zeichnete sich einerseits durch eine angemessene städtebauliche Antwort auf die wichtige Funktion der Ericusspitze als nordöstliches Tor zum neuen Stadtteil HafenCity und andererseits als Pendant zum anderen Hochpunkt der HafenCity, der Elbphilharmonie, aus (Bild 2).

Hierbei konnte einerseits die elegante Aufteilung in die zwei auf einem gemeinsamen Sockelbauwerk angeordneten Baukörper des 15-geschossigen Spiegelverlages mit ca. 33000 m^2 BGF bei 56,5 m Höhe bzw. des 11-geschossigen Ericus-Contors mit ca. 21000 m^2 BGF bei 46,5 m Höhe überzeugen. Andererseits versprach die von 10 m tiefen Vor- und Rücksprüngen geprägte Kubatur des ca. 103 m × 47 m großen Bauteils Spiegel die Anordnung einer großformatigen Medienfassade zur Stadt hin sowie ein großzügiges Atrium als kommunikatives Herz. Das Ericus-Contor mit Außenabmessungen von ca. 82 m × 48 m zeichnet sich insbesondere durch ein auf der Südseite brückenartig über 40 m spannendes 8. und 9. Obergeschoss aus. Die insgesamt ca. 21000 m^2 BGF umfassenden beiden Untergeschosse des Sockelbauwerkes werden als Tiefgarage mit ca. 460 Stellplätzen sowie durch die Haustechnik und Lagerflächen genutzt (Bild 3).

Die Entwicklung des Vorentwurfs aus dem Wettbewerbsbeitrag war geprägt durch die Einarbeitung von aus Besonderheiten des Grundstücks abgeleiteten ingenieurtechnischen Vorgaben zur Geometrie der Untergeschosse sowie vom parallel laufenden Bebauungsplanverfahren. Insbesondere die Höhenentwicklung der Untergeschosse musste entsprechend dem vom Tragwerksplanungsbüro bereits im Investorenverfahren entwickelten Konzept so gesteuert werden, dass trotz der Lage am tideoffenen Gewäs-

Bild 2. Visualisierung Wettbewerbssieger Henning Larsen Architects

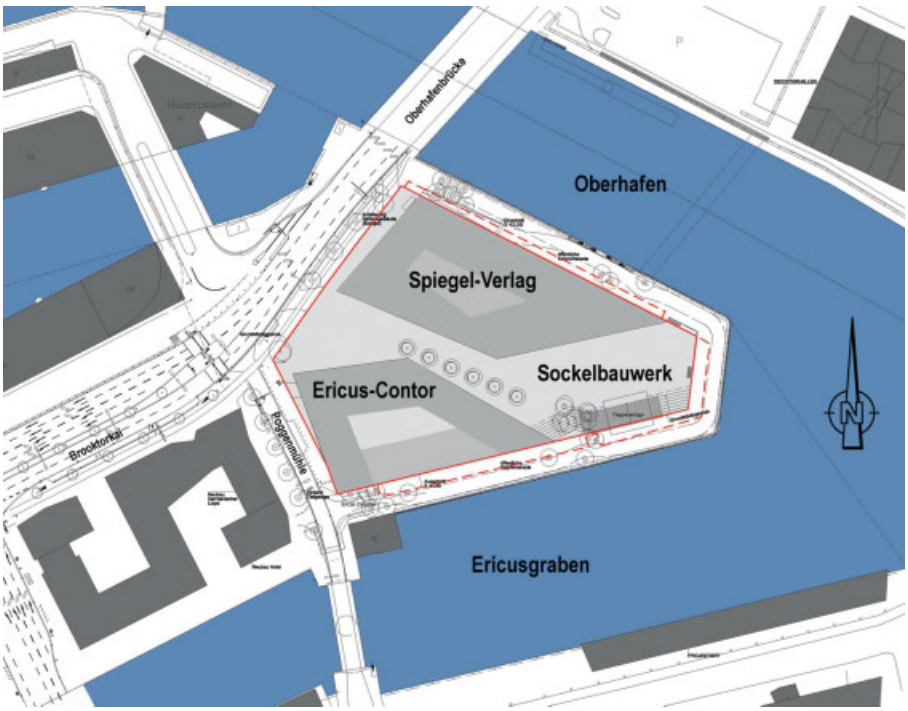

Bild 3. Lageplan mit Darstellung von Spiegel-Neubau und Ericus-Contor auf dem gemeinsamen Sockel

ser auf eine aufwendige, wasserdicht umschlossene Baugrube verzichtet werden konnte.

Gegen Ende des Vorentwurfs im Frühjahr 2008 wurde nach intensiver Untersuchung und Diskussion zwischen Mieter und Vermieter entschieden, das HafenCity-Umweltzeichen in Gold für den Bauteil Spiegel erreichen zu wollen. Dies hatte u. a. einen erhöhten Bedarf an Technikflächen, einen außerordentlich hohen haustechnischen Installationsgrad des Rohbaus, verschärfte Anforderungen an die Fassade sowie die Erfordernis von Geothermienutzung zur Folge. Ziel sollte ein Jahresprimärenergiebedarf von weniger als 100 kWh/m^{2}a sein. Weiterhin sollte das Ericus-Contor mit Gold der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen bewertet sein. Als weitreichende Konsequenz hieraus ergab sich neben erhöhten Planungs- und Baukosten insbesondere eine angespannte terminliche Situation, da sich die Erarbeitung der Entwurfsplanung komplizierte und verzögerte.

Um den vertraglich vereinbarten Terminplan dennoch einhalten zu können, musste von der üblichen Reihenfolge der einzelnen Planungsschritte und auch von der üblichen Aufgabenteilung gemäß HOAI teils erheblich abgewichen werden. So fiel dem Tragwerksplanungsbüro insofern eine besondere Rolle zu, als dass dieses zunächst ohne abgeschlossenen Bauwerksentwurf für alle Leistungen im Zusammenhang mit einer vorgezogenen Planung, funktionalen Ausschreibung und Ausführung von Baugrube und Pfahlgründung mit über 1000 Pfählen federführend sein musste.

Dabei wurden die Planungs- sowie die ab Sommer 2008 laufenden Ausführungsarbeiten des Tiefbaus erheblich durch die praktisch parallel laufende Sanierung und Ertüchtigung der das Grundstück umfassenden historischen Kaimauer erschwert. Schließlich waren Pfahlsystem und Pfahlanordnung, Herstellungsverfahren und Anordnung von Geothermiesonden sowie Art und Umfang der Baugrubensicherung und Wasserhaltung insbesondere auf die weit in das Grundstück hineinragende neue Rückverankerung der Kaimauer mit Verpressankern detailliert mit den verschiedenen Bauherren, Planern und ausführenden Firmen abzustimmen. Hinzu kam, dass das Grundstück zu diesem Zeitpunkt noch nicht übereignet, sondern lediglich „anhand“ gegeben war.

Während der Ausführung der Tiefbauarbeiten und anfänglich ebenfalls noch ohne abgeschlossenen Bauwerksentwurf wurde vom Tragwerksplanungsbüro die funktionale Ausschreibung für den Rohbau erarbeitet, die im Spätherbst 2008 auf den Markt gegeben wurde. Die Vergabe des Rohbaus erfolgte im Mai 2009 an eine Rohbau-Arge und damit terminlich passend zur Fertigstellung von Geothermiesonden, Pfahlgründung sowie zugehöriger Profilierung und Schutz der Baugrubensohle mit Magerbeton. Baubeginn im ersten Arbeitsabschnitt der über 12000 m^2 großen, fugenlosen WU-Sohle war somit im Mai 2009.

Die Herstellung des Rohbaus dauerte wegen des harten Winters 2009/2010 länger als geplant bis zum Herbst 2010, mit geringem zeitlichem Versatz mussten daher bereits die Fassaden- und Ausbauarbeiten parallel erfolgen. Die Fertigstellung und Übergabe des Bauteils Spiegel ist für Mitte 2011 geplant. Das Ericus-Contor wird für den Mieterausbau im Herbst 2011 übergeben.

2 Standortanalyse

2.1 Lage/Historie

Das etwa dreiecksförmige Baugrundstück, die sog. Ericusspitze, liegt im Bereich des ehemaligen Großen Grasbrook, einer ehemals vor der Stadt gelegenen, sumpfig-marschigen Insel mit Geländehöhen um ca. NN +0,00 m. Im Norden, Osten und Süden ist die Ericusspitze durch die tide- und sturmflutbeeinflussten Hafenfleete Oberhafen und Ericusgraben eingefasst, im Südwesten wird sie heute durch die Straße Poggenmühle und im Nordwesten durch den Straßenzug Brooktorkai/Oberbaumbrücke begrenzt.

Von 1616 bis 1628 wurden kurz vor bzw. noch während des Dreißigjährigen Krieges unter dem Festungsbaumeister *van Valckenburg* die Verteidigungsanlagen der Stadt Hamburg stark ausgebaut (Bild 4). Das dabei vergrößerte Stadtgebiet wurde von 22 nach den Ratsherren der Stadt benannten Bastionen, hohen Erdwällen und breiten Wassergräben geschützt. Die sog. Bastion Ericus wurde nach der lateinischen Form des Vornamens des Ratsherrn *Erich Stoltow* benannt.

Im Anschluss an seine militärische Aufgabe wurde das halbinselartige Grundstück für den bewusst etwas außerhalb der Stadt und im nordöstlichen Bereich der Ericusspitze angeordneten Teerhof genutzt. Später wurde durch die Herstellung des sog. Sülzedurchstiches bzw. der sog. Sülze praktisch eine Insellage erzeugt und zusätzlich eine Dampfmühle auf dem Grundstück errichtet.

Bild 4. Hamburger Stadtbefestigung zur Zeit des 30-jährigen Krieges

Insbesondere der im 19. Jahrhundert einsetzende Boom der Hafenwirtschaft führte dann zu weiteren wesentlichen Umgestaltungen des Grundstücks. So wurde für die Erschließung des zwischen 1862 und 1866 errichteten Sandtorhafens 1868 eine Gleisanbindung von Nordosten über das Grundstück geführt und dazu eigens eine neue Brücke über den Oberhafenkanal errichtet sowie die Sülze wieder verengt und überbrückt (Bild 5).

Der 1872 vollzogene Anschluss Hamburgs an das südlich der Elbe bis Harburg bestehende Eisenbahnnetz bedingte eine weitere Eisenbahntrasse über das Grundstück sowie im Süden den Bau einer Drehbrücke über den Ericusgraben einschließlich einer Begradigung der südlichen Kontur des Grundstücks. Diese sog. Ericusbrücke ist noch heute erhalten, allerdings wurde sie im Jahr 1948 im Zuge eines Umbaus für Straßenverkehr festgelegt.

1881 trat Hamburg dem Reichszollgebiet bei, woraufhin *Bismarck* die Errichtung eines Freihafens als Gegenleistung zusicherte. Auf der Grundlage des Generalplans des Hamburger Hafens von 1883 wurde ab 1885 die Speicherstadt in mehreren Bauabschnitten errichtet. Der Sülzedurchstich wurde vollständig geschlossen und durch einen neuen Straßenzug in Nord-Süd-Richtung, die sog. Poggenmühle, überbaut. 1885 wurden sowohl der Ericusgraben im Süden als auch der Oberhafen im Norden verbreitert und in diesem Zuge eine neue Schwergewichts-Kaimauer aus Mauerwerk auf hölzernem Pfahlrost errichtet. Die Kaimaueroberkante lag zu diesem Zeitpunkt bei ca. NN +2,91 m. Im Jahr 1907 erfolgte die Erhöhung der 1885 erstellten Kaimauern auf ca. NN +5,74 m, dem Niveau der neuen Brückenanlagen, als verblendete Betonkörper. In diesem Zusammenhang entstand auch das denkmalgeschützte Zollgebäude an der Ericusbrücke.

Um 1908/1909 ergab sich eine Aufwertung der Ericusspitze zum östlichen Abschluss der Speicherstadt. Hierzu wurde ein äußerer Straßenzug um die Ericusspitze gelegt, die auf dem Grundstück vorhandenen Eisenbahnanlagen zurückgebaut und in der Mitte des Grundstücks ein Hafenbecken, die sog. neue Sülze, mit Spüldurchlass in den Ericusgraben sowie mit Speichervorsetzen als Ufereinfassung für die geplanten Speicher Y, Z1 und Z2 ausgehoben. Diese Speicher wurden jedoch nie errichtet, wahrscheinlich, da das Grundstück ohne Bebauung für den gegenüberliegenden Zentralmarkt am Deichtor wertvolle Umschlagsflächen bot.

Bis ca. 1935 wurde die neue Sülze als Hafenbecken genutzt, dann aber verfüllt und darin eine eingeschossige Tiefgarage, die sog. Paulmanngarage, mit einer Sohloberkante auf NN +0,95 m errichtet. Es handelte sich bei dieser ersten Tiefgarage Deutschlands um eine Stahlbetonkonstruktion mit einer 80 cm dicken Sohle auf Holzpfählen. Zugehörig wurden oberirdisch eine Tankstelle sowie Werkstätten etc. errichtet. Da die Ericusspitze von Kriegszerstörungen nicht betroffen war, konnte die Garagennutzung auch nach dem 2. Weltkrieg beibehalten werden. 1951 folgte eine Kranbahnanlage auf Stahlbetonrammpfählen am Ericusgraben und 1961 die neue Oberbaumbrücke über den Oberhafen.

Für die hochwassersichere Erschließung der HafenCity wurden 2006 die Hauptstraßen Brooktorkai und Oberbaumbrücke höher gelegt (Bild 6), in diesem Zuge die Paulmanngarage im Straßenbereich zurückgebaut und dort anschließend auf Basis von Rüttelstopfsäulen und mehrlagigen Geogittern verfüllt. Im Jahr 2007 lief der Mietvertrag für die Garagennutzung und auch eine langjährig parallele Nutzung der Ericusspitze als Campingplatz aus.

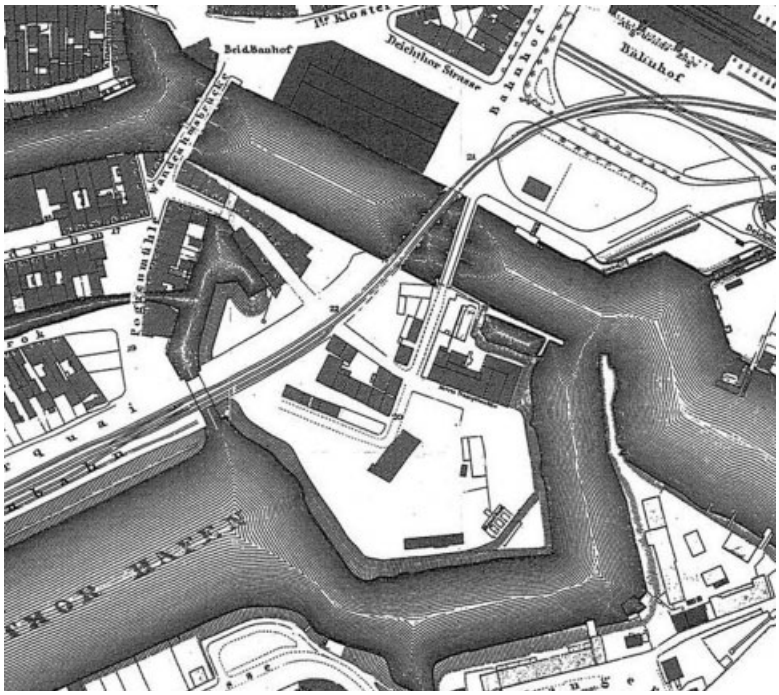

Bild 5. Grundstückssituation um 1868

2.2 Baugrund

Die vorgefundene Geländeoberkante variierte in ihrer Höhe zwischen NN +5,30 m und NN +7,40 m. Das Urgelände lag jedoch bei ca. NN +0,00 m, der darüber liegende Boden war somit über die Jahrhunderte aufgefüllt worden. Die Auffüllungen bestanden aus unregelmäßigen Lagen von Sand und Klei, jeweils durchmengt mit Bauschutt, Ziegel- und Betonbruch, Asphalt- und Schlackeresten.

Auf den Höhen des Urgeländes standen gewachsene Weichschichten aus Klei und Torf in stark unterschiedlicher Mächtigkeit von bis zu 7 m an, so dass eine Pfahlgründung erforderlich wurde. Im Bereich der Paulmanngarage waren aufgrund der ehemaligen großen Aushubtiefe des Hafenbeckens keine bzw. nur noch gering mächtige Weichschichten vorhanden. Darunter folgten Wechsellagerungen aus Elbsanden und Klei, ebenfalls in stark streuenden Schichtdicken. Als ausreichend tragfähig erwiesen sich erst die ab einer Tiefe von ca. NN –7,50 m unterlagernden, vergleichsweise homogen eiszeitlichen Sande. Diese bestanden zunächst aus feinsandigen Mittelsanden und wur-

Bild 6. Luftbild von ca. 2006 mit laufenden Arbeiten zur Höherlegung der Hauptstraßen

den in zunehmender Tiefe grobsandig mit kiesigen Beimengungen.

Aufgrund der vielfältigen Vornutzung des Grundstücks war von zahlreichen teils bekannten, teils unbekannten Bauwerksresten, Pfählen und sonstigen Hindernissen auszugehen. Die in das ehemalige Hafenbecken der neuen Sülze eingebaute Paulmanngarage konnte in den Innenabmessungen aufgemessen werden, während für die auf Holzpfählen gegründeten Speichervorsetzen nur qualitative Angaben verfügbar waren.

Aufgrund der geschichtlichen Bedeutung bestand die Auflage, alle Erdbau- und Abbrucharbeiten archäologisch zu begleiten und zu dokumentieren. Das Gelände einschließlich der angrenzenden für die Verankerung benötigten Flächen musste aufgrund der Einstufung als Verdachtsfläche auch noch vollständig auf Kampfmittel untersucht werden. Trotz einer bereits vorab durchgeführten Sondierung wurde bei den weiteren Tiefbauarbeiten tatsächlich ein 75 kg schwerer Blindgänger gefunden.

2.3 Wasserstände

Die Ericusspitze liegt außerhalb der öffentlichen Hochwasserschutzlinie und ist nicht hochwassersicher. Dies kann lediglich für die angrenzenden Straßen Brooktorkai und Oberbaumbrücke aufgrund ihrer speziell angepassten Höhenlage gelten. Die angrenzende Straße Poggenmühle ist ebenfalls nicht hochwassersicher.

Allgemein werden in Hamburg Wasserstände oberhalb NN +3,60 m als Sturmflut, oberhalb NN +4,60 m als schwere Sturmflut und oberhalb NN +5,60 m als sehr schwere Sturmflut bezeichnet. Als hochwassersicher gilt ein Bauwerk im Bereich der Ericusspitze dann, wenn es entsprechend den Regeln des privaten Hochwasserschutzes und für einen Bemessungswasserstand im Endzustand von NN +7,50 m ausgelegt ist. Zuschläge für Luvlage und Wellenschlag waren nicht zusätzlich zu berücksichtigen. Im Bauzustand sind das Sommerhochwasser mit Elbwasserständen von NN +4,00 m bzw. das Winterhochwasser mit NN +6,50 m maßgebend, wobei dieses zwischen dem 01. 09. eines Jahres bis zum 15. 04. des Folgejahres zu erwarten ist.

Darüber hinaus waren Stauwasserstände zu berücksichtigen, die im Bereich der Auffüllungen auch bei noch darunterliegenden, aufgefüllten bzw. gewachsenen Weichschichten durch die Elbwasserstände beeinflusst wurden. Den Grundwasserleiter bilden die unterhalb der Weichschichten anstehenden Elbsande. Da die das Grundstück umschließenden Kaimauern bauartbedingt nicht wasserdicht sind, folgen die Grundwasserstände allgemein auf dem Grundstück höhenmäßig und zeitlich in schwach gedämpfter Form den Elbwasserständen. Diese liegen regelmäßig bei NN +2,10 m für das mittlere Tidehochwasser bzw. NN –1,51 m für das mittlere Tideniedrigwasser.

2.4 Schadstoffe

Die historisch vielfältige Nutzung als Teerhof, Werkstatt, Garage, Öllagerstelle, Tankstelle, Kohlenlagerplatz, Lagerplatz für Schrottfahrzeuge etc. hatte eine Vielzahl an Verdachtsflächen für Kontaminationen des Baugrundes sowie des Stau- bzw. Grundwassers zur Folge. Mittels einer orientierenden Schadstoffuntersuchung in den Jahren 2000 bis 2002 waren vom Grundstücksverkäufer bereits übergeordnete Teilflächen mit einzelnen Schadensbereichen genauer eingegrenzt worden. Insbesondere MKW, PAK und BTEX waren demnach im Boden bzw. Wasser nachweisbar (MKW Mineralölkohlenwasserstoffe, PAK polycylische aromatische Kohlenwasserstoffe, BTEX aromatische Kohlenwasserstoffe, z. B. Benzol, Toluol). In der Folge musste jegliches Bodenaushubmaterial entsprechend den LAGA-Klassen eingestuft und entsorgt werden. Verunreinigtes Wasser war entsprechend den Vorgaben der Behörden geeignet zu behandeln. Somit waren Planungsleistungen nicht nur zur Wasserhaltung, sondern auch zur Verfahrenstechnik der Wasserreinigung erforderlich.

2.5 Sanierung und Ertüchtigung der historischen Kaimauern

Die das Grundstück umfassenden, denkmalgeschützten Kaimauern von 1885 bzw. 1907 mussten angesichts eines schlechten Allgemeinzustandes unglücklicherweise unmittelbar vor bzw. gleichzeitig zur Investorenbaumaßnahme saniert und ertüchtigt werden (Bilder 7 bis 9).

Entgegen der ursprünglichen Planung der HafenCity Hamburg GmbH waren dazu u. a. vorlaufend zu Pfahlgründungsarbeiten für die Neubauten wasserseitig weit ins Grundstück reichende Verpressanker einzubringen. Hieraus ergab sich die Notwendigkeit einer detaillierten Diskussion und Abstimmung von Herstellungsreihenfolgen, Abständen von Ankern und Pfählen etc. Eine nicht unerhebliche Mühe musste dabei auf die Koordi-

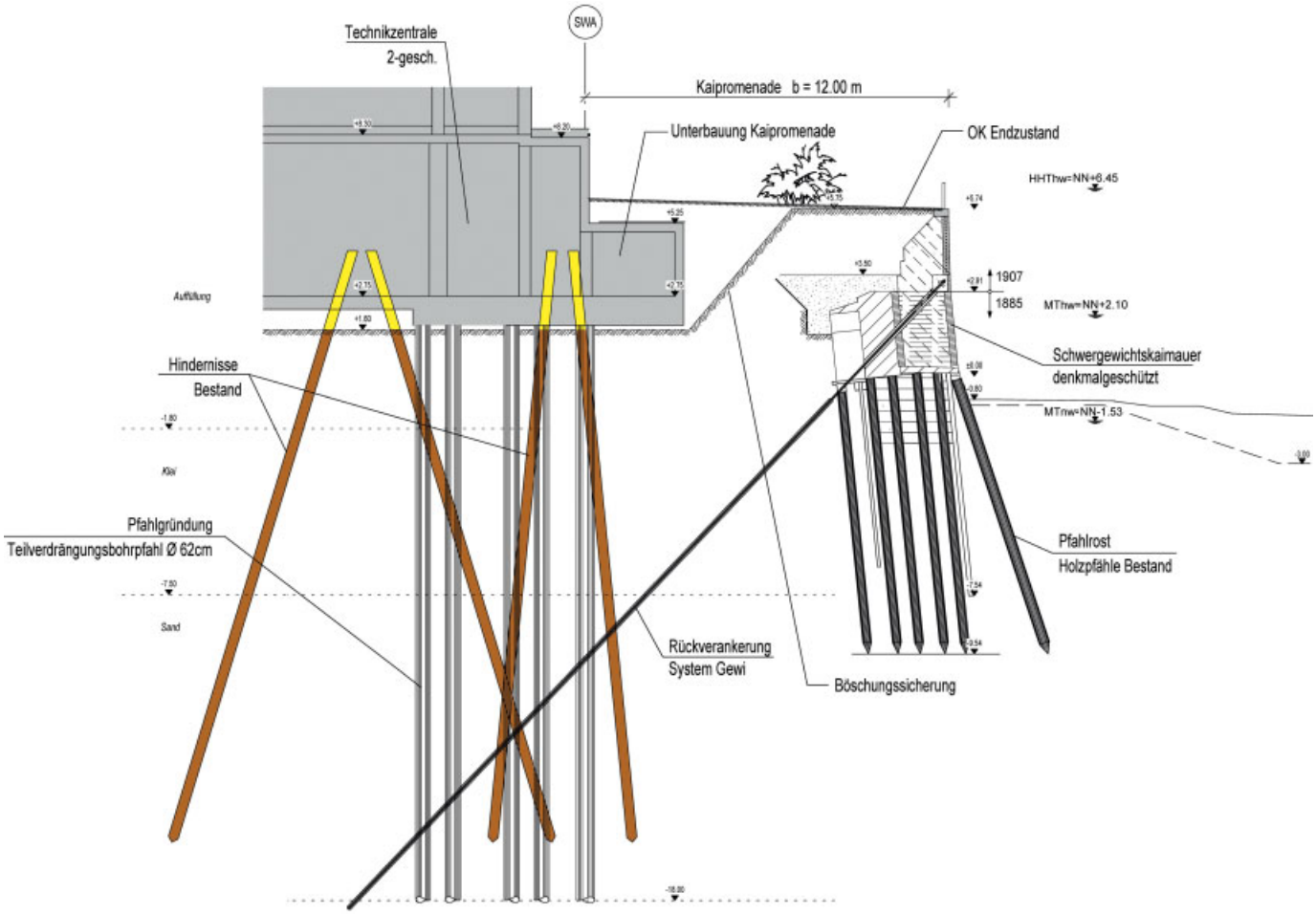

Bild 7. Schnitt mit historischer Kaimauer, Verpressankern und Pfahlgründung Neubauten

nation der verschiedenen Bauherren, Planer und ausführenden Firmen verwendet werden.

3 Tiefbau

3.1 Abbruch und Baugrube

Aufgrund der zuvor dargestellten Sachverhalte war mit erheblichen Schwierigkeiten bei den geplanten Tiefbauarbeiten zu rechnen. Die Bauherren folgten daher der Empfehlung der Tragwerksplanung, die Abbruch- und Tiefbauarbeiten vorzuziehen, obwohl planmäßig weder zur Erstellung der diesbezüglichen Ausschreibung noch zur Vergabe eine abgeschlossene Planung vorlag.

Zuerst war die ehemalige Paulmanngarage in für die Sicherung der angrenzenden Straßen geeigneten Abschnitten abzubrechen (Bild 10). Die Regelaushubkote der Baugrube innerhalb lag bei ca. NN +0,30 m, außerhalb der ehemaligen Paulmanngarage bei ca. NN +2,00 m. Insgesamt wurden für die Herstellung der Baugrube

Bild 8. Rückwärtige Ansicht eines Kaimauerschadens mit gefährlicher Versackung

Bild 9. Wasserseitiges Einbringen von Verpressankern vom Ponton aus

Bild 10. Abbruch Paulmanngarage

ca. 4000 m³ Abbruchmaterialien entsorgt sowie ca. 34000 m³ Erdreich bewegt.

Teile der Baugrube mussten zur Aufrechterhaltung der Straßennutzung sowie aufgrund einer Vielzahl von Leitungen im Schutze eines Baugrubenverbaus errichtet werden. Als Verbau im Bereich der Straßen Brooktorkai und Poggenmühle sowie in einem Teilbereich der südlichen Kaipromenade vor dem alten Zollgebäude konnte eine einfach verankerte Trägerbohlwand mit Holzausfachung eingesetzt werden. Hierbei wurden ca. 950 m² Trägerbohlverbau und 48 Verpressanker mit Längen bis zu 24,0 m und einer Festlegekraft von 500 kN eingebaut. Aufgrund der tiefliegenden tragenden Bodenschichten mussten die Anker mit sehr steiler Neigung ausgeführt werden. Im Bereich des tiefgegründeten Widerlagers der direkt angrenzenden Oberbaumbrücke musste der Verbau nach innen abgesteift werden. Die Bohlträger mit Abständen zwischen 2,0 m bis 3,5 m wurden in vorgebohrte Löcher gestellt und nach Abschluss der Baumaßnahme wieder gezogen, während die Verpressanker im Baugrund verblieben.

Die im Bereich des aus Gründen der hochwassersicheren Erschließung der Hafencity höher gelegten Straßenzuges Brooktorkai/Oberbaumbrücke bereits teilabgebrochene ehemalige Paulmanngarage erforderte gesonderte Aufwendungen zur Baugrubensicherung (Bild 11). Teilweise konnte die alte/neue Abschlusswand nach Überprüfung der Reststandsicherheit als Verbauwand herangezogen werden. Zum Zeitpunkt der Planung der hochwassersicheren Straße war eine Bebauung der Ericusspitze noch in weiter Ferne, so dass die auf Basis von dreilagigen Geogittern erfolgte Sicherung des aufgehöhten Erdkörpers nun nach Festlegung der Grundstücksgrenzen auf Privatgrund und im Bereich des über die oberirdische Gebäudekontur vorspringenden Sockel-

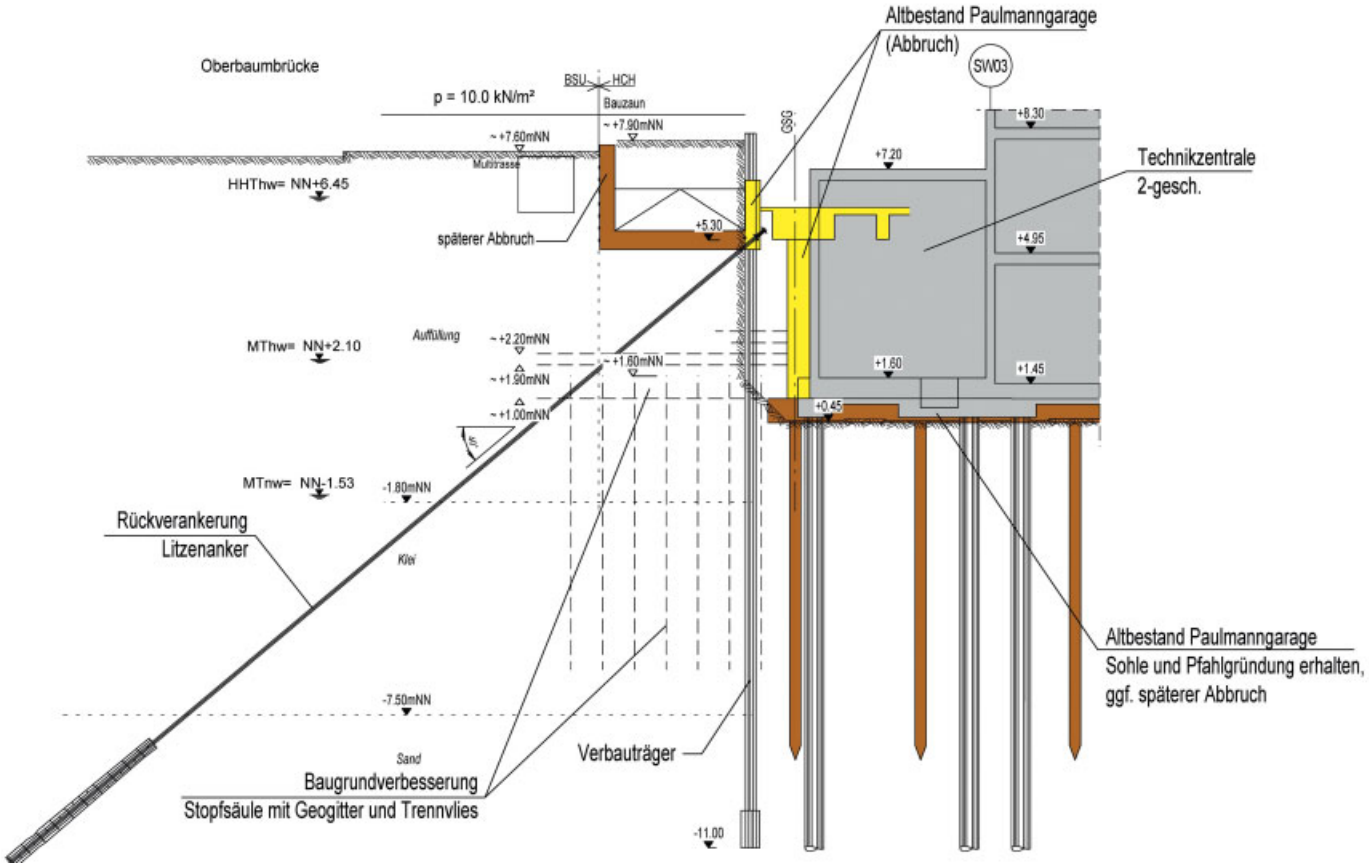

Bild 11. Schnitt Baugrubenverbau angrenzend Straßenzug Oberbaumbrücke

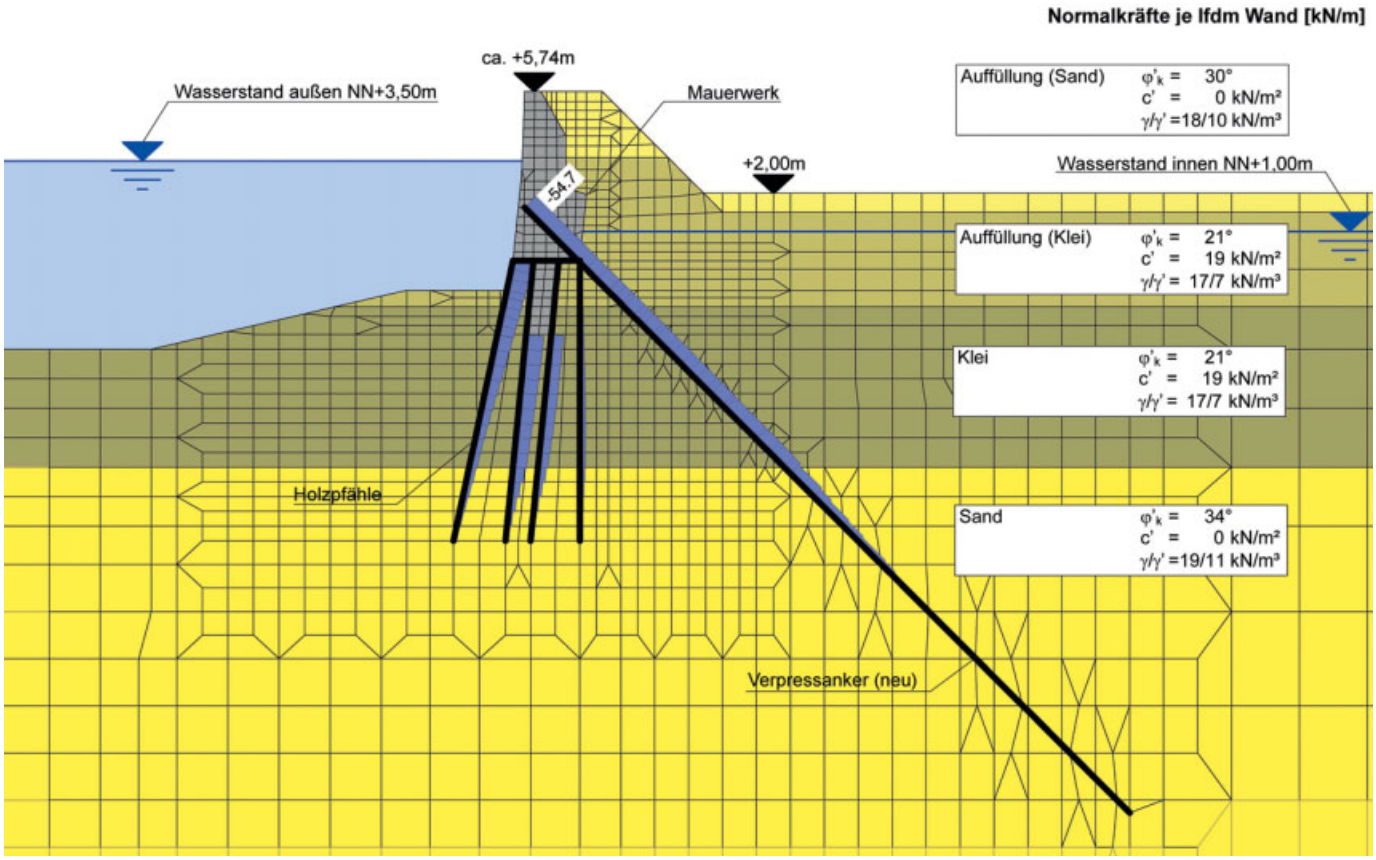

Bild 12. Finite-Elemente-Modell der historischen Kaimauern mit bei Vollaushub verbleibender Hinterfüllung

bauwerkes lag. Die Geogitter mussten nach intensiver Abstimmung mit den zahlreichen Beteiligten im Zuge der Baugrubenerstellung aufwendig gesichert und bereichsweise angearbeitet bzw. neu verlegt werden.

Auf dem überwiegenden Teil der Baufläche, direkt angrenzend an den tideoffenen Oberhafenkanal und Ericusgraben, wurde ohne Verbau und nur im Schutz der wegen der großen Sockelausdehnung überall nur noch knapp hinterfüllt gebliebenen alten Kaimauern gearbeitet. Dieses Vorgehen war schon während der Investorenauswahl vom Tragwerksplanungsbüro aus Kostengründen empfohlen worden. Dies erwies sich auch angesichts der späteren Entscheidung der HafenCity Hamburg GmbH, die Kaimauerkonstruktion entgegen der ursprünglichen Planung durch eine nachträgliche Rückverankerung zu ertüchtigen, als richtig, denn ein alternativer und für Baustellen am tideoffenen Gewässer gewöhnlich eingesetzter wasserdichter Verbau war nicht mehr möglich bzw. hätte nur mit erheblichen zusätzlichen Kosten und unter Inkaufnahme einer erheblichen Verlängerung der Bauzeit hergestellt werden können.

Die ausreichende Standsicherheit und Schadensfreiheit der historischen Kaimauerkonstruktion bei Vollaushub der Baugrube und hohen Außenwasserständen wurde vielerseits bezweifelt. Mit Berechnungen auf Basis eines im Tragwerksplanungsbüro speziell für erdstatische Aufgabenstellungen selbst entwickelten nichtlinearen Finite-Elemente-Programmsystems [7] gelang es jedoch, die Standsicherheit der Kaimauerkonstruktion für die baupraktisch entscheidenden Wasserstände nachzuweisen (Bild 12). Für den Fall eines Auftretens von höheren und dementsprechend seltenen Sturmflut-Wasserständen wurden im sog. Flutschutzkonzept entsprechende Flutungsszenarien festgelegt (s. Abschnitt 3.2). Als zusätzliche Sicherung wurde die rückwärtige Böschung mit einer dünnen bewehrten Sauberkeitsschicht abgedeckt.

3.2 Wasserhaltung und Hochwasserschutz

Im Falle einer Sturmflutvorhersage durch das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie waren besondere Sicherungsmaßnahmen zu ergreifen. Entsprechend einem vom Tragwerksplaner aufgestellten Flutschutzkonzept, in dem sämtliche Szenarien von möglichen Außen- und Innenwasserständen sowie der verschiedenen Bauzustände während der Tiefbau- und anschließenden Hochbauarbeiten untersucht und entsprechende Handlungsanweisungen vorgegeben wurden, musste bei Vorhersage von Außenwasserständen höher als NN +3,80 m eine Flutung der Baugrube vorgenommen werden. Erst nach Herstellung der Decke über 2. OG war die Auftriebssicherung des Gesamtgebäudes für die bei einer sehr schweren Sturmflut auftretenden Wasserstände höher NN +5,60 m gegeben.

Generell gelten zudem für Baustellen im Überflutungsgebiet besondere Bestimmungen für Hochwasserereignisse. So sind alle Fahrzeuge und Maschinen hochwassersicher aufzustellen, es sind alle nicht auftriebssicheren Materialien aus dem Überflutungsbereich herauszubringen und elektrische Anlagen zu sichern. Holz, Kunststoffe und andere schwimmfähige Materialien dürfen nicht in das Gewässer eintreiben, Öltanks und Kraftstoffe nicht im Überschwemmungsbereich gelagert werden.

Unabhängig von Sturmflutereignissen waren während der gesamten Bauausführung aufgrund der nicht wasserdichten Baugrube besondere Maßnahmen zur Wasserhaltung zu treffen. So musste zumindest Oberflächen- und Stauwasser sowie horizontal zusickerndes Wasser aus den Fleeten gefasst werden können.

Hinter den Uferwänden standen vergleichsweise geringdurchlässige Böden an. Dadurch konnten die uferwandparallelen Aushubschritte ohne besondere Wasserhaltung realisiert werden. Aufgrund von möglichen Unterläufigkeiten der alten Uferwand insbesondere im Bereich der Ufertreppe am Oberhafen wurden zur Vermeidung rückschreitender Erosionen während des jeweiligen Hochwasserscheitels in Teilabschnitten Vakuumfassungen vorgesehen. Hierzu wurden von einer Spülberme auf der Höhenkote NN +2,50 m Spülfilterlanzen jeweils zwischen die Anker eingebracht, die wegen der Anker auch nur bis max. zur Tiefe NN –1,00 m gespült werden konnten. Die Vakuumhaltung wurde planmäßig nicht betrieben, nur für den Fall von Wasseraustritten oder der Vorhersage besonderer Außenwasserstände höher als NN +2,50 m wurden die Böschungssicherungen eingeschaltet (Bild 13).

Im Zentrum der Baufläche war im Bereich der ehemaligen Paulmanngarage eine Teilfläche von etwa 3600 m^2 auf ca. NN +0,30 m auszuheben. In dieser Teilfläche wurde planmäßig eine offene Wasserhaltung betrieben, die mittels Schachtbrunnen und anhängender Bauhilfsdränage das anstehendes Grundwasser abziehen konnte.

Ergänzend zur Flächendränung wurden in besonders tiefliegenden Bereichen, wie z. B. Fahrstuhlunterfahrten, Regenwasserschächten etc. mit Aushubtiefen bis ca. NN –0,20 m und im Ausnahmefall sogar bis NN –0,70 m lokal geschlossene Absenkungen installiert, die mittels Vakuumanlagen eventuelle zusätzliche Wassermengen abfassten.

Bereits fertiggestellte Abschnitte des Baugrubenaushubs wurden nach dem Aufbringen des Unterbetons zunächst aus der Wasserhaltung ausgenommen und geflutet. Auf eine pumpengestützte Aufbruchsicherung mittels Brunnen wurde verzichtet, stattdessen wurden zwei offene und technisch nicht weiter ausgerüstete Bohrungen mit einem freien Auslauf auf definierter Höhe vorgesehen. Im Fall eines zu hohen Wasserdrucks unterhalb des Aushubniveaus und somit der Gefahr eines hydraulischen Grundbruchs konnten die vergleichsweise kleinflächigen Baugruben ohne weitere technische Hilfsmittel von alleine geflutet werden.

Für die beschriebene Wasserhaltung war eine umfangreiche Genehmigung der Hamburger Umweltbehörde erforderlich, da es sich wie im Abschnitt 2.4 beschrieben größtenteils um belastetes Wasser handelte. Das geförderte Wasser wurde nach geeigneter Aufbereitung planmäßig einem Schmutzwassersiel zugeführt. Eine Einleitung in die Fleete war nicht genehmigungsfähig. Die tatsächlich gefassten Wassermengen lagen weit unter den zuvor auf Basis von hydrogeologischen Berechnungen abgeschätzten und von den Bauherren befürchteten Mengen.

3.3 Pfahlgründung

Angesichts des nicht ausreichend tragfähigen Baugrunds war eine Pfahlgründung erforderlich, die u. a. wegen des schlechten Allgemeinzustandes der historischen Kaimauern nach intensiver Begutachtung und Diskussion im Ergebnis zwingend erschütterungsarm mit Teilverdrängungsbohrpfählen ausgeführt werden musste.

Es wurden insgesamt 1000 Teilverdrängungsbohrpfähle System GKT mit Längen zwischen 15 m und 19 m sowie den Durchmessern und Tragfähigkeiten (charakt. Werte) eingebracht (Tabelle 1).

Die Restriktionsflächen im Bereich von Altbebauungen und deren Gründungsresten, die noch im Baugrund vorhandenen und erst im Zuge

Tabelle 1. Tragfähigkeiten der eingesetzten Teilverdrängungsbohrpfähle

Durchmesser	Tragfähigkeit Druck	Tragfähigkeit Zug
∅ 52 cm	max. 1500 kN	max. 750 kN
∅ 62 cm	max. 2400 kN	max. 1000 kN

Bild 13. Einbau Sauberkeitsschicht und Pumpenanlage auf Kaimauerkrone

Bild 14. Alte Stahlbetonrammpfähle als Beispiel für Hindernisse im Baugrund

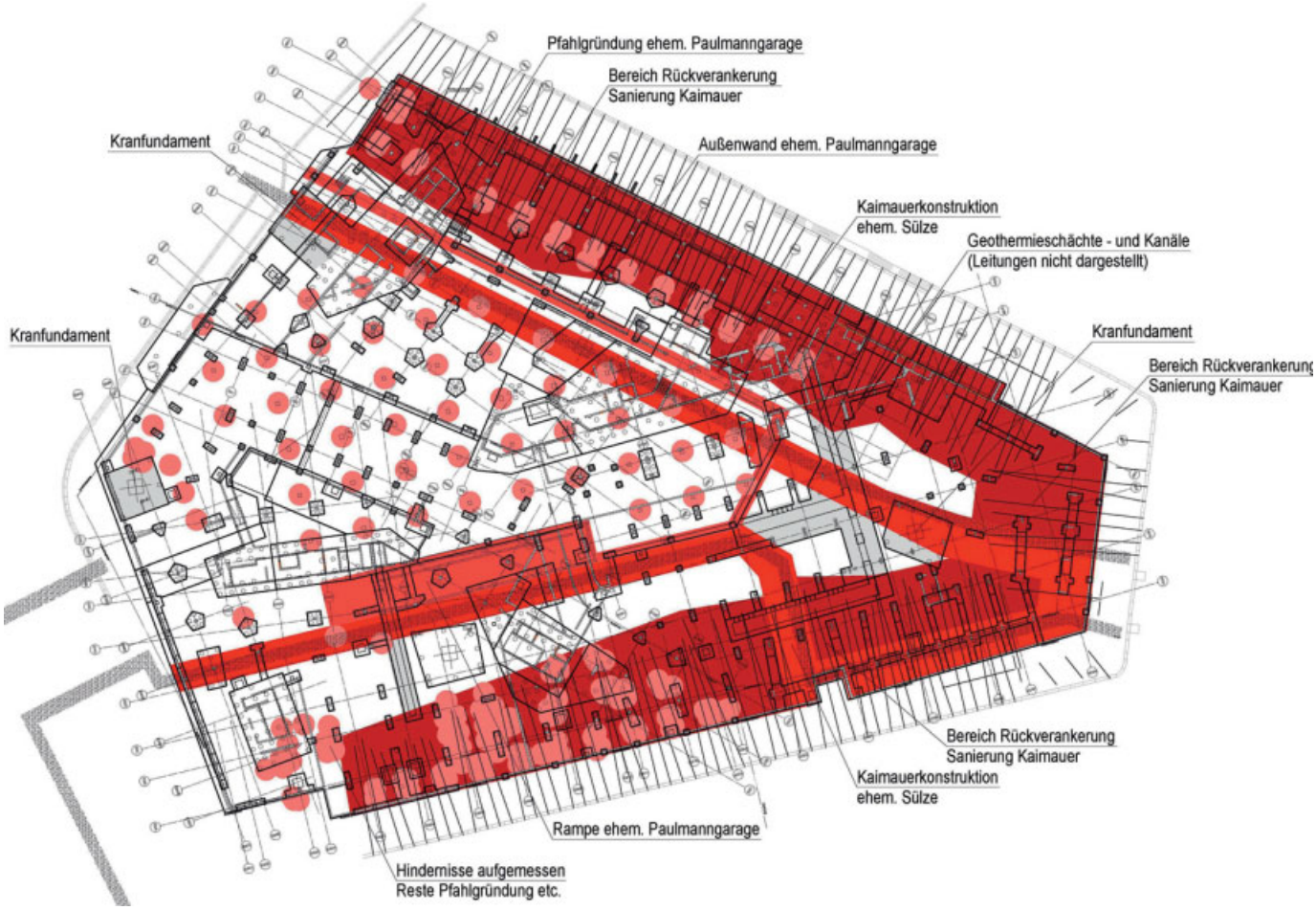

Bild 15. Pfahlplan mit Darstellung der Restriktionsflächen

der Erdarbeiten genau aufgemessenen Speichervorsetzen im Bereich der neuen Sülze und insbesondere im Bereich der neu hergestellten Verpressanker der Kaimauersanierung nahmen insgesamt über 50 % der gesamten Gründungsfläche ein.

Gerade für die hochbelasteten Aussteifungskerne konnten nur mit Mühe Pfahlstandorte gefunden werden. Einzelne massive Hindernisse im Baugrund erforderten eine komplette Abfangung der hohen Stützenlasten mit in der Sohle integrierten Überbrückungskonstruktionen (Bilder 14 und 15).

Entscheidend bei aller Mühe und bei allem Aufwand zur Erreichung möglichst weniger Hindernisbohrungen und Pfahlverluste stand jedoch die Schadensfreiheit der neuen, empfindlichen Verpressanker an vorderster Stelle. Diese Aufgabe wurde zur äußersten Zufriedenheit der Vertreter der Stadt Hamburg und schadensfrei gemeistert. Auch die abgestimmten Bauphasenpläne mit Zuweisung der jeweiligen Arbeitsbereiche, Zufahrtsmöglichkeiten und der allgemeinen Baustelleneinrichtungsfläche konnten trotz der extrem beengten Verhältnisse weitestgehend umgesetzt werden.

Ein detaillierter Nachweis zur Ableitung von Horizontalkräften war nicht erforderlich. Ungewollte Ausmitten bei der Pfahlherstellung wurden durch eine steife Pfahlrostkonstruktion in Verbindung mit der biegesteif angeschlossenen Sohlplatte zentriert. Pfähle mit einem geringeren Abstand von a = ca. 1,50 m zu den vorhandenen Verpressankern mussten nach Abstimmung mit der HafenCity Hamburg GmbH und Hamburg Port Authority im Bereich der Kreuzung mit den Ankern ohne Verdrängungswirkung hergestellt werden. Dabei wurde die Verdrängungswirkung in einem Bereich von 1,0 m oberhalb und unterhalb der Schnittkote Pfahl mit der Ankerebene auf ein Minimum durch Anpassung der Vorschubgeschwindigkeit reduziert (vgl. Bild 7). Die entsprechende Arbeitsanweisung wurde mit der statischen Prüfstelle abgestimmt. Im Bereich der minimierten Verdrängungswirkung ergibt sich eine Differenztragfähigkeit, die über eine Erhöhung der Einbindelänge in den tragfähigen Baugrund um 1,0 m kompensiert werden musste. Nach Vorgabe der statischen Prüfstelle waren an 3 %, jedoch mindestens an 30 der eingebauten Pfähle Integritätskontrollen vorzunehmen, durch die eine ordnungsgemäße Herstellung der Pfähle bestätigt werden konnte (Bild 16).

3.4 Geothermie

Während der technischen Bearbeitung des vorgezogenen Lastabtrags und der Pfahlgründung wurde entschieden, auch Geothermie zu nutzen, um eine Zertifizierung der Nachhaltigkeit des Bauteils Spiegel nach HafenCity-Umweltzeichen Gold zu erreichen. Für das Ericus-Contor wurde eine Zertifizierung nach DGNB Gold angestrebt. Infolgedessen unterscheiden sich trotz des gemeinsamen Sockelgeschosses die einzelnen Maßnahmen zur Nachhaltigkeit und auch zum Umfang der Geothermienutzung.

Bild 16. Pfahlbohrgerät im Einsatz

Beim Bauteil Spiegel wurden 120 der vorhandenen Gründungspfähle thermisch aktiviert. Die zugehörigen Leitungen wurden WU-gerecht in die Sohle eingeführt, unter Berücksichtigung der Bewehrung in der Mitte der Sohle weitergeführt und schließlich in Sohlvertiefungen zusammengefasst in die Haustechnikzentrale geführt. Zusätzlich wurden gleichmäßig über das Baufeld verteilt 80 Geothermiesonden bis in 55 m Tiefe abgeteuft. Die zugehörigen Leitungen wurden zwischen den Pfahlköpfen unterhalb der Sohle geführt und WU-gerecht als Leitungspakete in haustechnische Schächte hineingeführt. Beim Ericus-Contor wurden 60 der vorhandenen Gründungspfähle thermisch aktiviert und die zugehörigen Leitungen wie beim Bauteil Spiegel innerhalb der Sohle geführt (Bilder 17 und 18).

Die Ausführung der Geothermie wurde an die bereits beauftragte Tiefbaufirma nachträglich vergeben. Die ausgewählte Fachfirma für die Komplettleistung Geothermie wurde anschließend zur Vermeidung von Gewährleistungsproblemen und zur Vereinfachung von empfindlichen Schnittstellen der ARGE Rohbau untergeordnet. Nach dem positiven Bescheid der wasserrechtlichen Genehmigung wurden die Geothermiebohrungen parallel zu den Pfahlbohrarbeiten hergestellt, wobei auch die für die Pfahlherstellung geltenden Kriterien bezüglich des Abstandes zu den neuen Ankern der Kaimauern einzuhalten waren. Die Geothermieleitungen aus den Pfählen und den Sonden wurden gebündelt und gesichert, um Beschädigungen während der weiteren Tiefbauarbeiten zu vermeiden. Unvermeidliche Beschädigungen einzelner Leitungen mit resultierendem Ausfall eines aktivierten Pfahls konnten durch kurzfristige Bestimmung von Ersatzpfählen kompensiert werden.

Über Planung und Ausführung der Arbeiten für den Hochbau wird im Heft 7 berichtet.

Projektbeteiligte

Investor/Vermieter Spiegel:
Robert Vogel GmbH & Co. KG, Hamburg

Investoren Ericus-Contor:
ABG Allgemeine Baubetreuungsgesellschaft mbH, Köln
Robert Vogel GmbH & Co. KG, Hamburg

Projektsteuerung:
ABG Allgemeine Baubetreuungsgesellschaft mbH, Köln

- Nutzervertretung/Projektmanagement Spiegel:
Macon Gesellschaft für Unternehmensberatung GmbH

Planer/Architekten:
LP 1–4, Leitdetails, KüO: Henning Larsen Architects A/S, DK-Kopenhagen
LP 5–8: Höhler + Partner – Architekten und Ingenieure, Hamburg

Bild 17. Bewehrungskorb für thermisch aktivierten Teilverdrängungsbohrpfahl

Bild 18. Verlegen der Geothermieleitung in der Sohle

Tragwerksplanung, Baugrubenplanung, Gründung:
Ingenieurbüro Dr. Binnewies, Hamburg

Fachplaner:
TGA 1 – HLS, Fassadenplanung, Bauphysik:
DS-Plan GmbH, Stuttgart
TGA 2 – ELT:
IRS – Ingenieurbüro Schlegel & Reußwig GmbH

Baugrundgutachter:
Ingenieurbüro für Geotechnik – Dipl.-Ing. *Rainer J. Pingel*, Hamburg

Gründung:
Bilfinger Berger Spezialtiefbau GmbH, Hamburg

Pfahlgründung:
GKT Spezialtiefbau GmbH, Hamburg

Erweiterter Rohbau:
ARGE erweiterter Rohbau ALPINE/BSS, ALPINE Bau Deutschland AG, Niederlassung Hamburg

Fassadenbau- und Sonnenschutzarbeiten:
Schindler Fenster + Fassaden GmbH, Roding

Technische Gebäudeausrüstung:
Imtech Deutschland, Hamburg

Technische Daten
Bauteil Spiegel
Bruttogeschossfläche: ca. 33000 m^2
Bruttorauminhalt: ca. 125000 m^3
15 Geschosse
Höhe oberhalb Sockel ca. 56,50 m
Zertifizierung nach HafenCity Gold

Bauteil Ericus-Contor
Bruttogeschossfläche: ca. 21000 m^2
Bruttorauminhalt: ca. 75000 m^3
11 Geschosse
Höhe oberhalb Sockel ca. 45,00 m
Zertifizierung nach DGNB Gold

Bauteil Sockelgeschoss
Bruttogeschossfläche: ca. 21000 m^2
Bruttorauminhalt: ca. 85000 m^3
2 Geschosse
Höhe max. ca. 7,50 m
ca. 12000 m^2 fugenlose WU-Sohle

Gesamt
Bruttogeschossfläche: ca. 75000 m^2
Bruttorauminhalt: ca. 285000 m^3

Massen
4000 m^3 Abbruch
34000 m^3 Bodenaushub
950 m^2 einfach rückverankerter Trägerbohlverbau
1000 Teilverdrängungsbohrpfähle Durchmesser 56 cm und 62 cm
80 Geothermiesonden der Tiefe 55 m
39000 m^3 Konstruktionsbeton
2000 m^3 Unterbeton
8500 t Betonstahl
450 t Baustahl Brückenkonstruktion Ericus-Contor

Autoren dieses Beitrages:
Dr.-Ing. Christian Böttcher SFI, geschäftsführender Gesellschafter
Dipl.-Ing. Werner Nagel, Teamleiter
Dipl.-Ing. Raphael Schreiber, Teamleiter
Ingenieurbüro Dr. Binnewies, Ingenieurgesellschaft mbH, Hamburg