

Der Umschlaghafen Tiefenbrunnen in Zürich

Autor(en): **Bernardi, Benno**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **97 (1979)**

Heft 36: **ASIC-Sonderheft 1979**

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-85520>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

ASIC Association Suisse des Ingénieurs-Conseils
Schweizerische Vereinigung Beratender Ingenieure
Associazione Svizzera degli Ingegneri Consulenti

Sonderheft 1979

Der Umschlaghafen Tiefenbrunnen in Zürich

Von Benno Bernardi, Zürich

In Zürich hat sich das Ufergelände zwischen Bahnhof Tiefenbrunnen und Stadtgrenze gegen Zollikon seit mehreren Jahrzehnten zu einer ästhetisch unbefriedigenden Industrie- und Werkplatzlandschaft entwickelt. Im Zusammenhang mit dem Bau des Hafens Tiefenbrunnen, der mit wenig Seeanstoss dem Umschlagbetrieb dient, kann nun eine Neuordnung dieses Bereiches mit Parkanlagen für die Öffentlichkeit verwirklicht werden. Die baulichen Anlagen des Umschlaghafens werden unter Berücksichtigung der besonderen geologischen Verhältnisse beschrieben.

Seeufergestaltung zwischen Bahnhof Tiefenbrunnen und Stadtgrenze gegen Zollikon

Zwischen dem Stationsgebäude Tiefenbrunnen (SBB) und der Stadtgrenze gegen Zollikon erstreckt sich ein Ufergelände von rund 500 m Länge, das in jahrzehntelanger Schüttarbeit mit Material aus Baugruben dem See abgewonnen wurde. Die ersten Schüttungen erfolgten bereits im letzten Jahrhundert. Das ursprüngliche, natürliche Ufer lag im Bereich der heutigen Bahnanlagen. Der beträchtliche Landgewinn wurde

für den Bau der Bahnanlagen, der Bellerivestrasse - Seestrasse und ihre Verbreiterungen, sowie zuletzt für Umschlag-, Lager- und Werkplätze verwendet. Nach 1939 (Landesausstellung, Verbreiterung der Bellerivestrasse) wurden die Schüttungen allmählich beendet. Die Ufer sind so steil geworden, dass Vorkopfschüttungen keinen nennenswerten Landgewinn mehr bringen. Sie sind geotechnisch, besonders dann, wenn sie in kurzen Abständen stattfinden, gefährlich geworden, weil die Seekreide, noch mehr aber die Seebodenlehme, bei Belastung Porenwasser Spannungen aufbauen, die nur sehr langsam

abklingen. Die ganze, über viele Jahrzehnte aufgeschüttete Landmasse bewegt sich auch heute noch langsam, aber doch feststellbar gegen den See hin; dieser Kriechbewegung musste bei den nachfolgend beschriebenen Bauten Rechnung getragen werden.

Noch vor 10 Jahren wollte man in Tiefenbrunnen, wie übrigens an vielen anderen Uferpartien des Zürichsees, durch weitere Schüttungen Land für den Zugang der Öffentlichkeit zum See gewinnen. Technisch wäre dies mit langsam erfolgenden Flächenschüttungen realisierbar gewesen. Ein Projekt für Tiefenbrunnen, basierend auf umfangreichen Bohrsondierungen sowie auf Versuchsschüttungen mit Setzungs- und Porenwasserdruckmessungen, lag bereits vor. Inzwischen hat aber das Amt für Gewässerschutz und Wasserbau des Kantons Zürich diesen Vorhaben ein Ende gesetzt, da die Uferzonen für Fauna, Flora und Laichplätze sehr wichtig sind und weil langandauernde Schüttungen das Leben im Wasser stören würden.

Mit dem Neubau des Umschlaghafens sind die baubetrieblichen Anlagen in eine kompakte Einheit zusammengefasst worden, woraus für die öffentlichen Parkanlagen ein beträchtlicher Landgewinn entsteht.

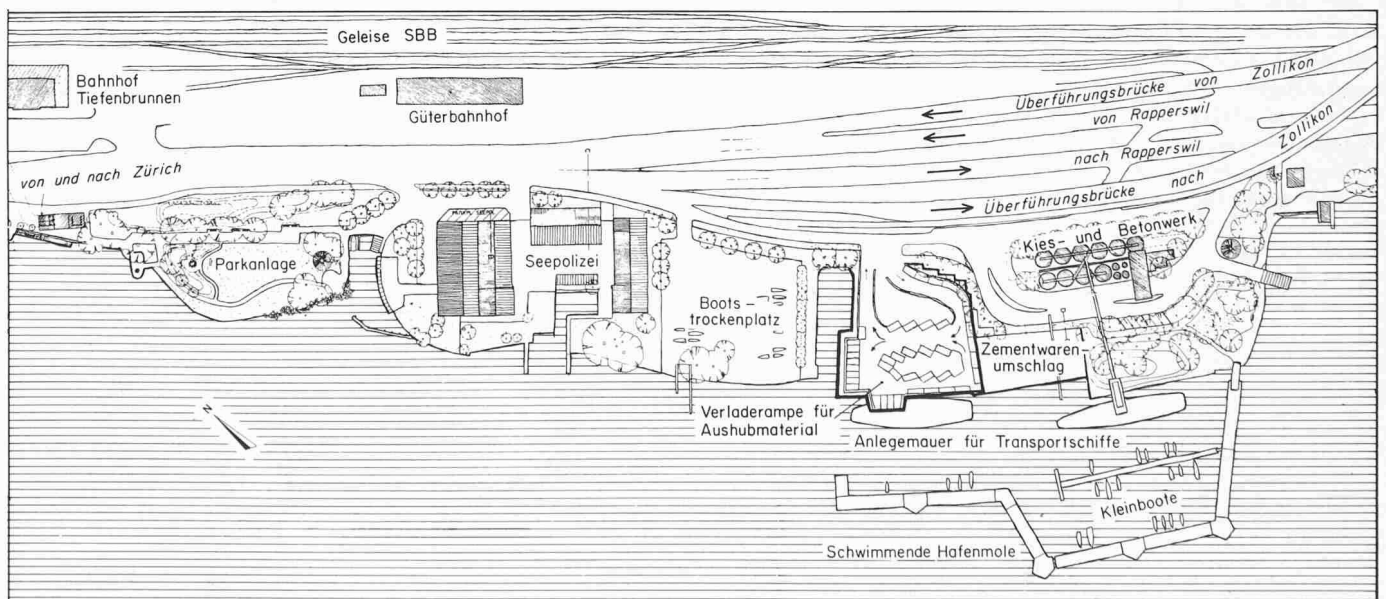


Bild 1. Situation der Ufergestaltung in Zürich Tiefenbrunnen

Konzept

Um möglichst wenig Uferlänge zu beanspruchen, musste ein Gelände mit relativ grossem Abstand zwischen der Uferkante und der Bellerivestrasse gewählt werden, was für den ehemaligen Werkplatz des Tiefbauamtes der Stadt Zürich nahe der Stadtgrenze gegen Zollikon zutrifft. Hier konnte eine besondere, zur Bellerivestrasse parallel laufende, *Erschliessungsstrasse für den Umschlaghafen* eingeplant werden. Dieser Verkehrsanschluss wurde bereits in den Jahren 1970 bis 1972 gebaut, im Zuge des Ausbaus der Bellerivestrasse zwischen Bahnhof Tiefenbrunnen und der Stadtgrenze gegen Zollikon; dazu gehören auch die beiden Überführungsbrücken über die Bahnlinie nach Zollikon, die den Umschlaghafen überdies gut gegen die Wohnquartiere an der Seefeldstrasse abschirmen.

In ein ungefähr rechteckiges Grundstück mit 140 m Uferanstoß und 65 m Breite (inkl. Erschliessungsstrasse) wurden folgende *Anlageteile* einprojektiert:

- Verladerrampe für Aushubmaterialien
- Umschlagplatz für Zementwaren
- Kies- und Betonwerk
- Unterwassersportzentrum.

Zum *Schutz der Schiffsanlegestellen* wurde eine *schwimmende Hafenumkleidung* gebaut, als Begrenzung gegen den See. Die Anlage nimmt auch die Fussgängerverbindung längs dem See auf. Im Vollausbau bleiben genügend Flächen für Begrünung mit Bäumen und Sträuchern, um einzelne Anlageteile gegen den See hin etwas zu verdecken.

Die Verladerrampe für Aushubmaterialien

Zweck und Anforderungen

Mit Jahreskubaturen von 150 000 bis 180 000 m³ aus zahlreichen städtischen Baugruben wurden in Tiefenbrunnen seit langem Transportschiffe verladen. Für den Verladebetrieb war eine *Zwischendeponie* notwendig, einerseits, um einen kontinuierlichen Lastwagenbetrieb auch bei Schiffswechsel zu si-



Bild 2. Verladerrampe. Sicht nordwärts gegen die Stadt Zürich

chern, andererseits, um schlechte Aushubmaterialien je nach Verwendungszweck aussortieren zu können. Der bisherige Betrieb über provisorische Lastwagenrampen und mit offenen Deponiehaufen, die mit Trax gestapelt und verladen wurden, war staubig oder sumpfig und lärmig. Die neue Anlage ist umsichtig, im Hinblick auf möglichst geringe Immissionen ausgelegt. Die Lastwagen erreichen über eine Auffahrtsrampe die Abkippanzel und verlassen das Areal über eine separate Abfahrtsrampe. Die Lastwagenräder kommen nicht mehr mit dem Aushubmaterial in Berührung, sodass sich eine Waschanlage für die Räder erübrigt. Von der Rampe aus können die Lastwagen zudem direkt auf die Zwischendeponie schütten, ebenfalls ohne Radberührung mit dem Aushubmaterial. Es sind so viele Abkippstellen für die Zwischendeponie vorhanden, so dass kein Material mit dem Trax umgelagert werden muss; von der Zwischendeponie wird das Material per Trax und Förderband ins Transportschiff verladen. Die Zwischendeponie ist überdies durch Wände, die den Schall zurückwerfen, gegen aussen abgeschirmt.

Die ganze Verladeanlage ist in der

Höhe gedrängt gebaut, da der Betonbau am Seeufer möglichst unauffällig wirken soll. Der Deponieplatz ist auf Hochwasserkote des Zürichsees gelegt. Der Lichtraum zwischen Deponieboden und Rampenunterkante beträgt 4,00 m, was dem betrieblich erforderlichen Minimum entspricht; das gleiche gilt für die Bauhöhe der Rampe.

Das *Schlammwasser wird geklärt*, sodass es ohne Trübungen und ohne Öl dem See übergeben werden kann.

In die Verladerrampe ist ein *kleines Unterwassersportzentrum* eingegliedert.

Foundation

Die Konstruktion steht am vorderen Böschungsrand der in der Einleitung beschriebenen Seeschüttung. Diese besteht aus Schüttmaterialien verschiedenster Art, vermischt mit Seekreide und organischen Beimengungen, in einer Stärke von bis zu 30 m. Darunter folgen siltig-feinsandige bis moränenartige Seebagerungen. Standfester Untergrund für stehende Pfähle ist nicht erreichbar. Für die beträchtlichen Lasten der Konstruktion und der Materialdeponie wurden relativ kleinkalibrige, schwimmende Pfähle eingesetzt. Die

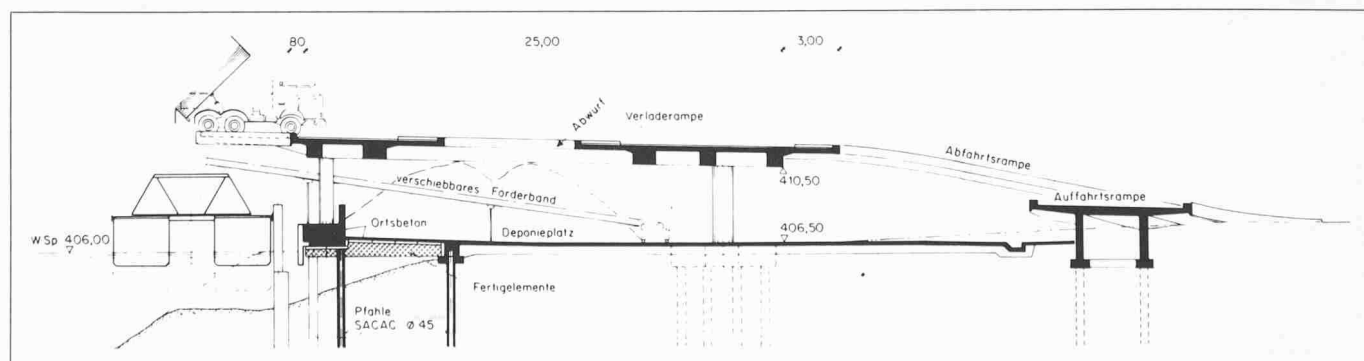


Bild 3. Querschnitt durch Verladerrampe

Wahl fiel auf vorfabrizierte, im untern Teil konische Schleuderbetonpfähle \varnothing 45 cm, mit einer Länge von 22–38 m. Um die beim Rammen zu erwartenden Porenwasserspannungen nicht unnötig zu erhöhen, wurde eine planmässige Rammreihenfolge mit Rampausen eingehalten. Sowohl das Seeufer, wie die Pfahlköpfe wurden auf mögliche Bewegungen horizontal und vertikal überprüft, um die Rammarbeiten bei ersten Bewegungsanzeichen anhalten zu können. Die Konizität der untersten Pfahlabschnitte dürfte die Tragfähigkeit der Pfähle wesentlich gesteigert haben. Die Pfähle zeigten das z. B. für Holzpfähle typische Verhalten in gesättigten, feinkörnigen Böden. Wenn ein Pfahl mit noch relativ grossen Eindringungen pro Hitze über Nacht stehen gelassen und am andern Tag weiter gerammt wurde, sanken die Eindringungen auf die Hälfte bis einen Zehntel der vorzügigen letzten Werte.

Tragkonstruktion

Der Unterbau der Verladerrampe ist konstruktiv ähnlich wie die nachfolgend beschriebene Ufermauer ausgebildet. Mit dem gemischten Einsatz von Ortbeton und Fertigelementen konnten Schalarbeiten dicht über dem Wasserspiegel vermieden werden.

Der Überbau der Rampe ist eine feingliedrige, vorgespannte Plattenbalkenkonstruktion mit nur einer Stütze im Innenraum, um den Traxbetrieb möglichst wenig zu behindern.

Ufermauer

Seeaufwärts, im Anschluss an die Verladerrampe ist für das Anlegen von mit Kies und mit Zementwaren beladenen Transportschiffen, eine Quaikonstruktion von 100 m Länge erstellt worden. Der Platz hinter der Uferkante ist für eine Last von $5,0 \text{ t/m}^2$ bemessen. Über eine Plattenbalkenkonstruktion, die auf langen Fertigbetonpfählen ruht, werden die Lasten in grössere Tiefen der Schüttung abgetragen. Der Vorteil dieser Konstruktion gegenüber einer rückverankerten Spundwand, die auch in Erwägung gezogen wurde, besteht in der geringen Veränderung der Geländebruchsicherheit in den bestehenden Seeuferschüttungen. Hinter der Spundwand wären Aufschüttungen notwendig gewesen; dagegen war unter der Plattenbalkenkonstruktion Material abzutragen, um dem Tiefgang der Schiffe Rechnung zu tragen, was zu einer erwünschten Entlastung der Uferkante geführt hat.

Die vorfabrizierten Schleuderbetonpfähle \varnothing 45 cm sind 22–38 m lang. Ein Probepfahl erreichte eine Bruchlast von 210 t.

Für die Plattenbalkenkonstruktion

konnten Fertigelemente verwendet werden, welche die Arbeit dicht über dem Wasserspiegel wesentlich erleichtert haben:

- Querträger senkrecht zum Ufer,
- Betonbretter von Querträger zu Querträger,
- Schürzenelemente, die als Uferabschluss ins Wasser tauchen.

Alle Elemente sind mit Ortbeton zu einem monolithischen Bauwerk verbunden. Eine Schlepp-Plattenkonstruktion auf der Landseite sichert den Übergang auf die weichere Uferschüttung und verhindert die direkte Belastung der Schüttkante.

Die schwimmende Mole

Einleitung

Die Schwimm-Mole schützt die im Hafen anliegenden und stationierten Schiffe vor Wind und Wellen. Die Einfahrt öffnet sich nordwärts und schützt dadurch gegen Föhn- und Westwindstürme. Ölverschmutzungen werden durch die Mole im Hafen zurückgehalten und können durch die Seepolizei mit einfachen Mitteln beseitigt werden. Diese Schutzfunktion ist vor allem im Zusammenhang mit der naheliegenden Seewasserfassung der Wasserversorgung wichtig. Die Mole erhält eine Bepflanzung, damit die Zweckbauten der Umschlaganlagen vom See her gesehen etwas abgedeckt werden. Auch ist diese schwimmende Mole der Öffentlichkeit zugänglich. Sie ist mit Elektrisch- und Wasseranschlüssen versehen für Beleuchtung, Signalisation und Bootsunterhalt. Im Hafen sind 104 Kleinboote stationiert.

Konstruktion

Die Mole besteht aus zwei zusammenhängenden, im Grundriss L-förmigen Teilen, die so gekuppelt sind, dass gegenseitige Drehungen in allen räumlichen Axen möglich sind. Die L-Form sichert die Schwimmstabilität der beiden Molenabschnitte, sodass die Mole bei Sturm bemerkenswert ruhig liegt.

Für die Herstellung wurde die Mole in 13 Elemente unterteilt. Die Normalelemente sind 27,3 m lang, 5,0 m breit und 3,8 m hoch. Drei Querschoten unterteilen die Elemente in Kammern zur Verminderung der Sinkgefahr bei allfälligen Beschädigungen. Zwischen die Normalelemente wurden «Kanzelemente» eingebaut, versehen mit grossen Vertiefungen für das Pflanzen von Kleinbäumen und Sträuchern. Die Freibordhöhe beträgt 70–80 cm, was genügt, dass Spaziergänger bei normalem Wetter nicht nass werden. Der Molenboden ist 20 cm dick, die Decke 14 cm, die Wände messen 23 cm. Diese Abmessungen erlauben die einwandfreie Herstellung von wasserdichtem Ortbeton ohne irgendwelche Isolationen und ohne Flickmassnahmen, wie sich auch in diesem Fall zeigte.

Durch zentrische Vorspannung wurden die Elemente zu den beschriebenen L-förmigen Abschnitten von 120 m

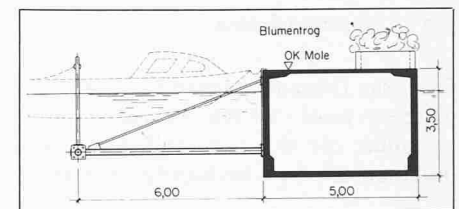


Bild 5. Querschnitt durch schwimmende Mole mit Kleinbootanliegeplätzen

Länge monolithisch zusammengespannt. Die Fugen zwischen den Elementen sind zur besseren Kraftübertragung (hauptsächlich Schub und Torsion) ausgegossen. Die ungünstigste Beanspruchung der Mole ergibt sich aus Wellenbewegungen in vertikaler Richtung, Abdrift in horizontaler Richtung (von 60 kg/1 fm), zusammen mit den horizontalen Stützungen der Kettenanker. Für diese Beanspruchungen wurde voll vorgespannt, um Klaffungen in den Fugen zu vermeiden. Die maximale Wellenhöhe beträgt 1,0 m entsprechend langjährigen Messungen auf dem Zürichsee.

Zusätzlich wurden Sicherheitsbetrachtungen angestellt, die den Fall des Leckwerdens einzelner Zellen betref-

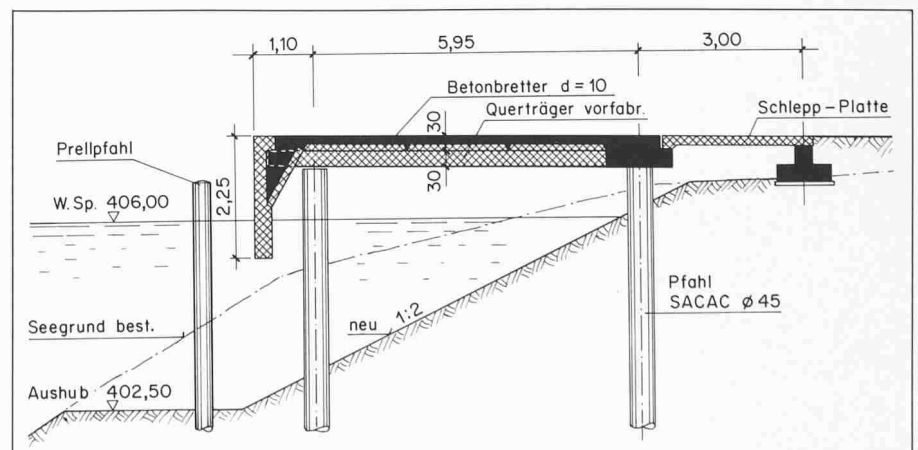


Bild 4. Querschnitt durch Ufermauer-Konstruktion

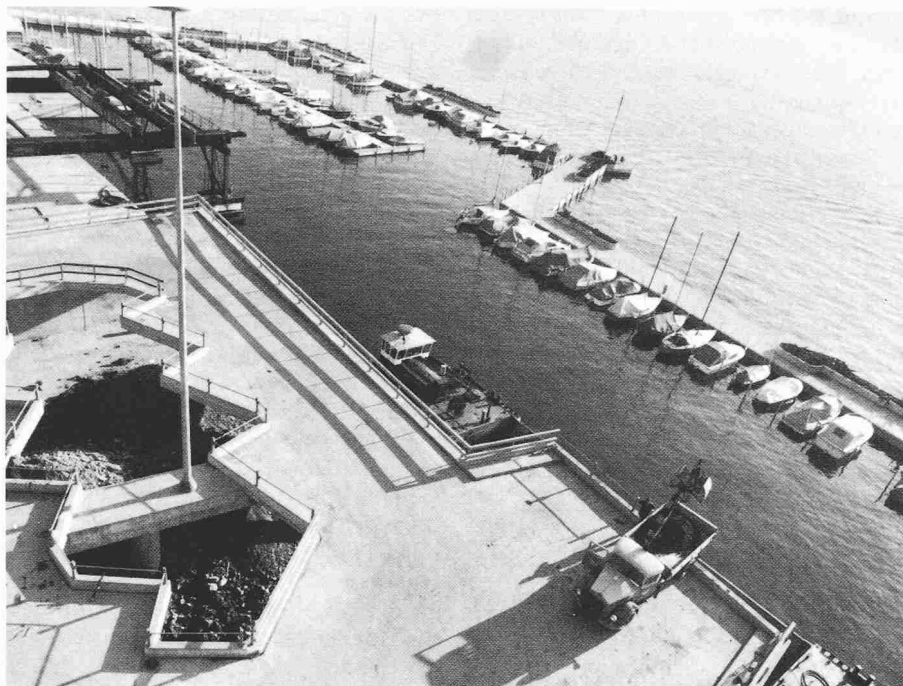


Bild 6. Schwimmende Mole

fen. Die Dimensionierungsgrundlagen wurden zwei VAWE-Berichten entnommen, die sich auf Modellversuche und theoretische Überlegungen stützen.

Bauausführung

Für die Fabrikation und das Wassern von Molenelementen, die hier bis zu 300 t schwer sind, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Die Bauunternehmung hat die Molenkörper auf der im vorherigen Kapitel beschriebenen Uferkonstruktion fabriziert und die Elemente

mit einer eigens für unser Projekt konstruierten Versubvorrichtung angehoben, über die Uferkante geschoben und ins Wasser gesenkt.

Die gewässerten Elemente wurden teils am Ufer verankert, teils im Obersee deponiert. Da sie weniger schwimmstabil sind als die fertige Mole, mussten sie vor hohem Wellengang geschützt werden. Für das Zusammenfügen wurden die Elemente bei ruhigem Wasserstand in Höhe und Lage gerichtet und provisorisch mit Schrauben und kurzen Dywidagstangen zusammengezogen; dar-

auf erfolgte die definitive Vorspannung mittels durch Hüllrohre geschobene Spannkabel.

Die Verankerung der Mole besteht aus zwei mal zwei sternförmigen Kettenzügen. Diese Ketten sind je nach Seetiefe an versenkte Betonplatten oder gerammte Stahlprofile verankert und laufen in Kettenkasten auf der Mole zusammen, wo sie einzeln reguliert bzw. gespannt werden können. Mit an die Ketten angehängten Einzelgewichten erreicht man eine Dämpfung der Schläge aus Abdrift, wodurch Ketten und Verankerungen geschont werden.

Beteiligte:

Bauherr:

Tiefbauamt der Stadt Zürich, vertreten durch die Herren dipl. Ing. F. Hirt und P. Keller, in Zusammenarbeit mit der städtischen Seepolizei, dem Gartenbauamt und dem Hochbauamt

Projekt:

Ingenieurbüro B. Bernardi, Zürich, Sachbearbeiter Ing. Th. Grünenfelder und W. Döbler, in Zusammenarbeit mit dem Architekturbüro W. Stücheli und Th. Huggenberger

Geotechnisches Büro:

Dr. von Moos AG, Zürich

Ausführung:

Bauunternehmungen: Fietz + Leuthold AG, Zürich; Züblin AG, Zürich; Willy Stäubli AG, Zürich

Adresse des Verfassers: B. Bernardi, dipl. Ing. ETH/SIA/ASIC, Rötelstr. 15, 8006 Zürich