Der neue Schiffslift der ZSG in Zürich-Wollishofen

Autor(en): **Austmeyer, Harald F. / Prosen, Günter**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **102 (1984)**

Heft 26

PDF erstellt am: **29.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-75487

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Der neue Schiffslift der ZSG in Zürich-Wollishofen

Von Harald F. Austmeyer, Düsseldorf, und Günter Prosen, Moers

Am 21. Juli 1983 wurde erstmals in der Schweiz ein 440 t schweres Kiesschiff durch ein *neuartiges, vertikal arbeitendes Auswasserungssystem* aus seinem nassen Element gehoben. An diesem Tag, 13 Monate nach Auftragserteilung, fand die Belastungsprobe (Bild 1) des neuen Schiffsliftes der Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft (ZSG) statt, und die Firma *Krupp* konnte damit die Anlage der ZSG übergeben.

Anforderungen

Die Auswasserungsanlage bildet das *Kernstück einer Werft*. Der im vorliegenden Fall gestellte Anforderungskatalog lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Der Schiffslift soll *alle Schiffe der ZSG* aus dem Wasser heben können.
- Wartungs- und Betriebsaufwand sollen *so gering wie möglich* sein.
- Der Schiffslift soll senkrecht zum befestigten Ufer in den See hinausreichen und so das zur Verfügung stehende Werftgelände um einen *zusätzlichen Werkplatz* vergrössern.
- Die *Schiffsliftplattform* muss sich auf 8 ‰ Neigung einstellen lassen, entsprechend dem Gefälle von Vorplatz und Werfthallenboden. Beim Verholen der Schiffe in die Werfthalle darf die Verschiebebahn keine Knicke aufweisen.
- Die *maximale Durchbiegung* der Liftplattform darf nicht mehr als $^1/_{1000}$ der Aufsetzlänge betragen, um besonders die unersetzbaren alten Dampfschiffe zu schonen. Als Aufsetzlänge gilt der maximale Kielpallenabstand beim Trockensetzen der Schiffe «DS Rapperswil», «MS Linth» und «MS Helvetia».
- Die Hubeinrichtungen müssen in einem *Temperaturbereich* von −20 °C bis +45 °C funktionstüchtig sein, da sowohl im Hochsommer als auch im tiefsten Winter Schiffe trockenzusetzen sind.
- Der Schiffslift muss sich *optisch unauffällig* in die Umgebung einfügen.

Der Schiffslift wurde für die von der ZSG angegebenen *Schiffslastverteilungskurven* den Vorschriften der DIN 19 704 entsprechend ausgelegt.

Der Schiffslift (Bild 2) besteht im wesentlichen aus *drei Komponenten:*

- der Schiffsliftplattform,
- den hydraulischen Hubwerken und den landseitigen Verriegelungen,
- dem Hydraulikaggregat mit vollautomatischer elektrischer Steuerung.

Plattform

Die Plattform des Liftes nimmt die Rollwagen mit den Schiffen auf. Sie hängt an sechs Punkten in den Hubwerken. Beim Verholen der Schiffe in die Werfthalle wird sie zusätzlich durch drei landseitige Verriegelungen gestützt (Bild 3).

Hauptdaten

Plattform:	63 × 16,32 m
Hubweg bis Betriebsstellung:	4,25 m
Hubweg bis Revisionsstellung:	5,25 m
Dauer des Betriebsstellungshubes:	etwa 23 min
Nennhubfähigkeit:	4400 kN
Max. Hubvermögen:	9000 kN
Anzahl der Hubwerke	6
Hubkraft eines Hubwerkes	1500 kN
Kielpallenlast:	120 kN/m
Max. Strombedarf:	60 kW

Das *statische System* ist im Normalfall ein 2-Feld-Trägerrost mit beidseitig anschliessenden Kragfeldern. Die Innenfelder haben in Längsrichtung eine Stützweite von 18 m. Die beiden Kragarme sind je 13,5 m lang. Die in den Hubwerken gelenkig aufgehängten Hauptquerträger haben eine Stützweite von 17,22 m. Für die Bemessung der Träger war die Durchbiegung massgebend.

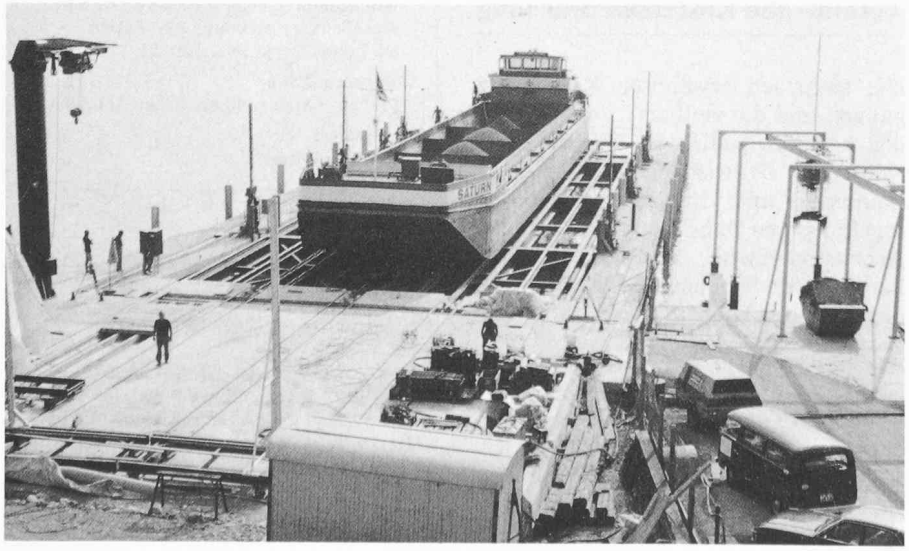
Die Oberkanten aller Träger liegen in einer Ebene. Auf den Längsträgern sind insgesamt acht Kranschienen A 55 angeklemmt. Sie bilden drei Gleise für die Rollwagen mit Kielpallen und zwei zusätzliche ganz aussenliegende Einzelbahnen, auf denen für den Fall, dass zwei kleine Schiffe nebeneinander ausgewassert werden sollen, die seitlichen Stützwagen mit Kimmpallen fahren können.

Die Spurweite der Wagen bestimmt den Längsträgerabstand. Das mittlere Längsträgerpaar ist für eine maximale Belastung von 120 kN/m bemessen, die beiden seitlichen Längsträgerpaare für je 60 kN/m. Für die Längsträger wurden Walzprofile der HE-Reihe verwendet. Die Hauptquerträger, welche die Belastung zu den Hubwerken hin abtragen, sind 1610 mm hohe Vollwand-Schweissprofile mit 50 mm starken Gurten. Längs- und Querträger sind biegesteif durch Schweissanschlüsse miteinander verbunden.

Der *Trägerrost* ist mit einem zu Paletten zusammengefassten Holzbelag aus Bongossi-Bohlen abgedeckt, welcher auf den Quer- und Längsträgern festgeschraubt ist. Zusätzliche Sekundärträger in Längs- und Querrichtung verkürzen die Stützweite der Holzbohlen. Der *Holzbelag* ist für eine Flächenlast von 5 kN/m² ausgelegt. Seine Befestigungen vermögen auch dem Eisschollendruck von unten standzuhalten, falls die Hebebühne im Winter in den zugefrorenen See abgesenkt wird.

Beim Heben und Senken wird die Plattform seitlich geführt. In den Führungen werden auch die Windkräfte und

Bild 1. Belastungsprobe des Schiffslifts mit dem 440 t schweren Kiesschiff Saturn. Da der Holzbelag noch nicht aufgebracht ist, ist die Stahl-Tragkonstruktion noch sichtbar. Zu beiden Seiten der Plattform sind die Betonstege mit den hydraulischen Hubwerken zu sehen



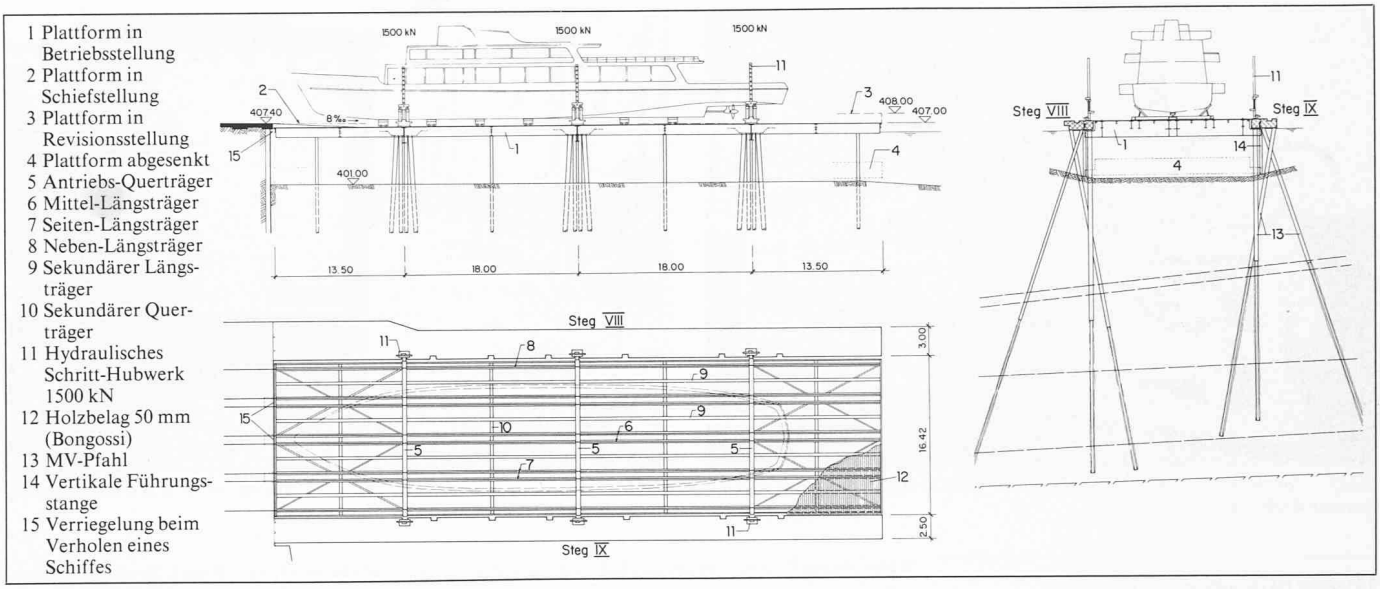


Bild 2. Übersichtszeichnung der Schiffsliftanlage

die Kräfte aus Wellenschlag abgenommen. Der Bemessungswinddruck wurde auf 1,0 kN/m² festgelegt. Das entspricht in etwa einer Windgeschwindigkeit von 120 km/h, wie sie bei Föhnstürmen auftreten kann. Die Wellen wurden mit einer Höhe von 0,5 m angenommen.

Hubwerke

Die Liftplattform wird durch sechs hydraulische *Schritthubwerke* gehoben oder gesenkt (Bild 4). Sie ermöglichen Einzelschritte (Hubtakte) von effektiv 687 mm. Die Hub- und Senkbewegungen werden von pendelnd aufgehängten Hubstangen übertragen, die im Hubwerkrahmen grob geführt sind. Das Oberteil mit der Traverse stützt sich an der Hubstange ab. Jedes Hubwerk hat drei Verriegelungsmechanismen, die aus Instandhaltungsgründen austauschbar konstruiert sind.

Die Hubwerke *arbeiten wie folgt:* Die Kolbenstangen der beiden senkrecht stehenden Hubzylinder fahren gleichmässig aus und bewegen die Traverse mit der eingehängten Hubstange und der Plattform nach oben. Die Stange ist bei diesem Vorgang durch einen hydraulisch betätigten Verriegelungsbolzen in der Traverse verriegelt.

Am Ende der Aufwärtsbewegung erfolgt automatisch eine zweite Verriegelung der Stange im Hubwerksgrundrahmen. Der obere, jetzt entlastete Riegelbolzen in der Traverse wird hydraulisch aus der Stange zurückgezogen, so dass die leere Traverse ungehindert durch Einfahren der Hubzylinderkolbenstangen abgesenkt werden kann. Die Traverse gleitet dabei an der feststehenden Stange entlang nach unten. Am Ende

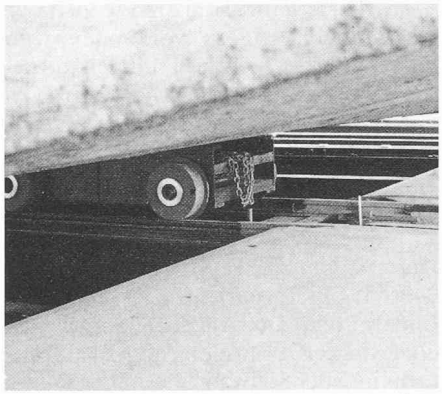


Bild 3 (oben). Der erste Rollwagen vor dem Übergang zwischen Plattform und Vorplatz. Das Zugseil ist am Schiff angeschlagen

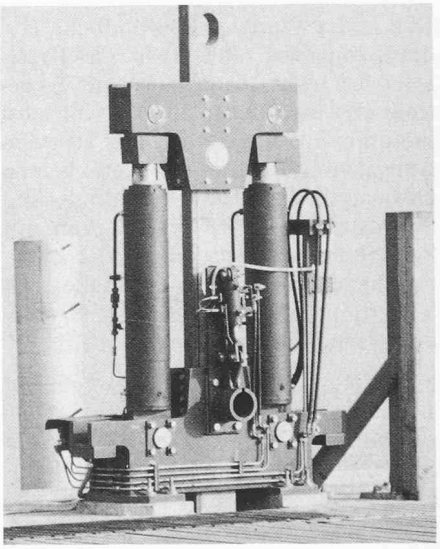


Bild 4 (rechts). Eines der sechs hydraulischen Schritthubwerke

der Abwärtsbewegung erfolgt ein erneutes Verriegeln der Stange in der Traverse. Nach Freiwerden der Grundrahmenverriegelung kann ein neuer Hubschritt erfolgen. Das Absenken erfolgt sinngemäss in umgekehrter Reihenfolge.

Die *Betriebsstellung* ist nach etwa sechs Einzelhubschritten erreicht. Der Gesamthub beträgt 4,25 m, wozu 23 Minuten benötigt werden. Die Plattform kann in der Betriebsstellung separat verriegelt werden. Alsdann können die nach dem Hubvorgang herausragenden Stangen leer abgesenkt werden, so dass sie *nicht mehr sichtbar* sind. In vollständig eingefahrenem Zustand betragen die Abmessungen $H \times B \times T$ eines Hubwerkes $2{,}30 \times 1{,}50 \times 0{,}85$ m.

Eine Besonderheit der hier eingebauten Hubeinrichtung liegt in der Möglichkeit, die Plattform in eine *bestimmte Neigung* (hier 8 ‰) zu legen. Dazu werden in der Betriebsstellung die beiden mittleren und die beiden landseitigen Hubwerke mit exakt aufeinander abgestimmten Ölmengen beschickt, während die seeseitigen Hubwerke als Dreh-Mittelpunkte stillstehen.

Der Übergang von der Plattform zum Ufer wird durch drei *hydraulische Stirnverriegelungen* stabilisiert.

Die leere Plattform kann in die sogenannte *Revisionsstellung* (1 m über Betriebsstellung) gehoben werden. Die Plattform ist in dieser Stellung ganz aufgetaucht und somit für Sichtkontrollen und Unterhaltsarbeiten zugänglich.

Die Konstruktion der sechs Schritthubwerke mit den angebauten Verriegelungen ist *weitgehend wartungsfrei* gestaltet. Inspektionen an den Hubwerken beschränken sich auf eine regelmässige Sichtkontrolle. Alle tragenden, der Witterung ausgesetzten Bauteile sind aus nichtrostenden Materialien hergestellt bzw. mit entsprechendem Korrosionsschutz versehen. Die Hydraulikleitungen zu den Hubwerken bestehen ebenfalls aus nichtrostendem Material.

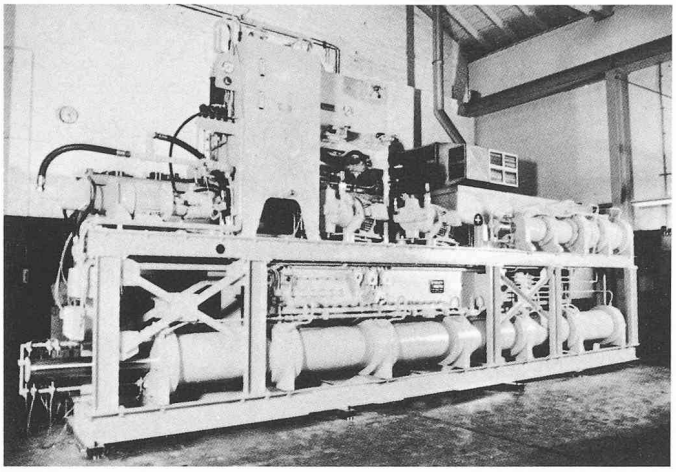


Bild 5. Das Hydraulikaggregat, das Kraftwerk des Schiffsliftes. Vorne ist der Dosierzylinder zu erkennen

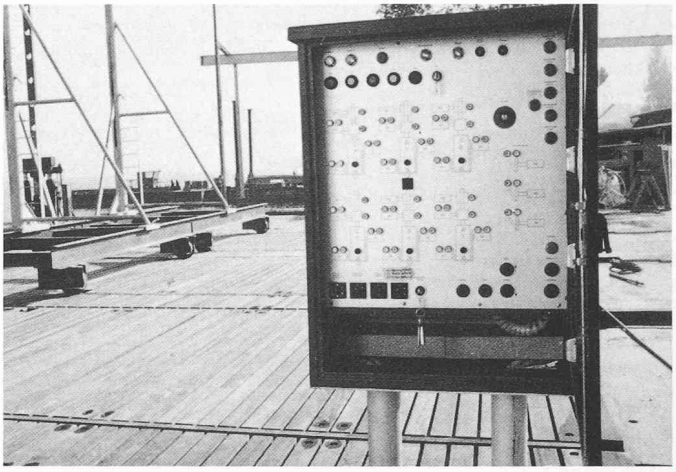


Bild 6. Blick auf die Steuertafel und die Plattform mit dem Peilwagen, bereit, um nach dem Absenken ein Schiff aufzunehmen

Hydraulikaggregat und Steuerung

Das in der Werfthalle befindliche Hydraulikaggregat (Bild 5) ist das Kraftwerk der hydraulischen Anlage. Es besteht im wesentlichen aus den Antriebsmotoren mit angeflanschten Hochleistungshydraulikpumpen, den beiden Dosierzylindern für Normalhub und Schiefstellung, den Ventilblöcken mit Sicherheitssperrventilen und Regeleinrichtungen sowie dem Ölbehälter mit Verschmutzungsanzeige und Niveauüberwachung.

Für die normalen Hubbewegungen sind zwei separat einschaltbare *Pumpenantriebseinheiten* mit je 75 l/min Förderleistung vorgesehen. Die Plattform kann wahlweise mit zwei Geschwindigkeiten gefahren werden, was besonders bei extrem niedrigen Temperaturen von Vorteil ist. Für die Verriegelung sowie für die Schiefstellung ist eine weitere Pumpenantriebseinheit vorhanden. Die Verriegelungsmechanismen der sechs Hubwerke haben jeweils einen separaten Druckanschluss. Dadurch ist nahezu gleichzeitiges Betätigen aller Verriegelungseinheiten möglich.

Der *Dosierzylinder für den Normalhub* besteht aus dem Zylinderrohr sowie der durchgehenden Kolbenstange mit sechs Hubkolben, wodurch der Zylinderraum in sechs gleiche Druckkammern unterteilt wird. Jeder dieser Druckräume ist direkt mit einem Schritthubwerk verbunden. Bei Inbetriebnahme der Hauptpumpen werden die Ringflächen der sechs Dosierkolben pumpenseitig gleichmässig mit Druck beaufschlagt. Mit der durchgehenden Kolbenstange wird eine mechanische Kopplung der Kolben erreicht, so dass exakt gleiche Mengen Hydrauliköls aus den einzelnen Druckkammern in die Zylinder der Schritthubwerke gefördert werden. Der Gleichlauf der Hubwerke ist damit sichergestellt.

Ähnlich arbeitet der *Dosierzylinder für die Schiefstellung*. Hier sind jedoch nur vier Druckkammern vorhanden, von denen je zwei Kammern mit den mittleren Hubwerken und zwei Kammern mit den landseitigen Hubwerken verbunden sind. Die Volumen der Druckkammern sind entsprechend den geforderten Hubwegen aufeinander abgestimmt.

Der *maximale Betriebsdruck* beträgt 240 bar. Sperrventile an allen Hubzylindern und am Aggregat sorgen für eine sichere Positionierung der Plattform in jeder Stellung.

Elektrische Steuerung

Das Hydrauliksystem ist sowohl gegen Überlastung als auch gegen unzulässigen Druckabfall *abgesichert*. Die elektrische Steuerung wird bei auftretenden Störungen automatisch unterbrochen, und die Störung wird am Steuerpult signalisiert. Die gesamte elektrische Steuerung ist in Schaltschränken untergebracht, die in unmittelbarer Nähe des Hydraulikaggregates stehen.

Alle Bewegungsabläufe werden durch *elektrische Schrittschaltwerke* eingeleitet. Jede einzelne Bewegung der Hubzylinder bzw. Verriegelungszylinder muss durch entsprechende Endschalter quittiert werden, bevor der nächste Schritt erfolgen kann.

Am Steuerpult auf dem Bedienungssteg (Bild 6) wird jede Hub- bzw. Verriegelungsstellung in einem vereinfachten Hubwerksschema *optisch dargestellt*. Somit ist der momentane Bewegungsablauf jederzeit ersichtlich. Die Steuerung ist so aufgebaut, dass wahlweise nur einzelne Hubschritte gefahren werden können oder der Gesamthub von Tiefstellung bis in Betriebsstellung automatisch erfolgt.

Die elektrischen Einrichtungen entsprechen den Vorschriften des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins (SEV). Der Auftraggeber bestand darauf, dass *keine* elektronischen Zentralsteuerungen (frei programmierbare Steuerungen) verwendet wurden. Um die Ersatzteilversorgung zu vereinfachen, war die Verwendung von in der Schweiz hergestellten Bauteilen vorgeschrieben.

Lieferung und Montage

Im Februar und März 1983 wurden alle Komponenten des Schiffsliftes geliefert. Im März, nach Beendigung der notwendigen Tiefbauarbeiten, begann die Stahlbaumontage, die bis zum Juni dauerte. Parallel dazu wurde die Hydraulikmontage durchgeführt. Alle Montagearbeiten wurden von Schweizer Firmen ausgeführt. Die Inbetriebnahme wurde mit der erfolgreichen Belastungsprobe am 21. und 22. Juli 1983 abgeschlossen. Seitdem verfügt die Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft über eine in der Schweiz einzigartige Auswasserungsanlage modernsten technologischen Standards.

Am Bau des Schiffslifts Beteiligte

Entwurf der Anlage, Lieferung der Bestandteile, Montage-Aufsicht und Inbetriebsetzung:
Krupp-Industrietechnik GmbH, Duisburg
Montage Stahlkonstruktion:
Schneider Stahl- und Kesselbau, Jona
Montage Holzbelag:
Willy Stäubli Ingenieur AG, Zürich
Korrosionsschutzarbeiten:
Zuberbühler AG, Pfäffikon
Montage Elektroinstallationen und Hydraulikaggregat:
Zürichsee-Schiffahrtsgesellschaft
Montage Hydraulikleitungen:
Sapi AG, Schaffhausen

Adresse der Verfasser: *H. F. Austmeyer*, Dipl.-Ing., und *G. Prosen*, Ing. grad., c/o Krupp Industrietechnik GmbH, Franz-Schubert-Str. 1-3, Postfach 141 960, D-4100 Duisburg 14.