

Gasometer Schlieren

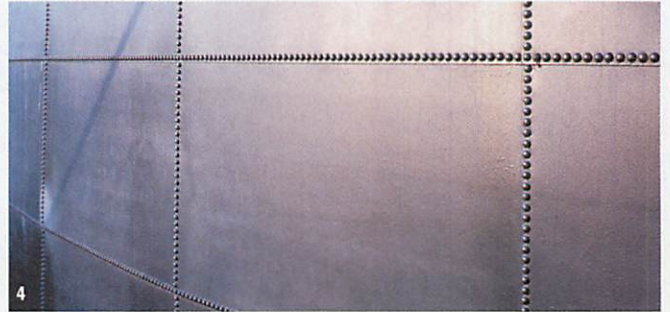
Die Instandsetzung des Teleskop-Gasometers in Schlieren setzt in der Erhaltung solcher technischer Monumente neue Massstäbe. Denn nur in Schlieren wurde der Gasometer als das begriffen, was er ist: nämlich – trotz seinem imposanten Volumen – nicht ein Gebäude, sondern eine Maschine. Eine Maschine, die in langsamem Atem wachsen und in sich zusammensinken kann. Die geglückte Instandsetzung erlaubt, dass Besucherinnen und Besucher diesen atmenden Raum heute von innen erleben und zusehen können, wenn unter dumpfem Donnerrollen die Blechkuppel aus dem Wasserbassin emporsteigt. Zurückhaltend gesetztes Licht mit mystischer Wirkung unterstützt die Inszenierung. Eine Nutzung von kommerziellem Charakter ergibt diese Instandsetzung natürlich nicht. Aber einen ganz und gar einmaligen Raum, der die Vorstellungskraft enorm anregt.

Seit Erdgas in den 1970er-Jahren das aus Kohle gewonnene «Stadtgas» ersetzte, sind die städtischen Gaswerke fast überall dem Abbruch zum Opfer gefallen. Die Gasversorgung, als Netz-Technologie älter als das Trinkwassernetz und bis weit ins 20. Jahrhundert der wichtigste Energieträger in den Städten, war bis dahin Inbegriff des Service public gewesen. Die riesigen Gasfabriken gehörten zu den ersten Infrastrukturwerken, die in kommunaler Regie betrieben wurden. Nach der Stilllegung wurden Kohlelager, Schrägaufzüge, Kokshallen, Wassertürme und Kraftzentralen meist abgebrochen und mit ihnen die Gasometer. In Bern und Biel wurden «Gaskessel» in Jugendklubs umgebaut. Nur im Stadtzürcher Gaswerk Schlieren blieben die mächtigen Blechglocken bis 1999 als Lagerbehälter für Erdgas im Gebrauch.

In den 1990er-Jahren wurden Gasfabriken und Gasometer als städtische Wahrzeichen neu entdeckt. In Wien-Simmering entstand 1999–2001 die «Gasometer City»: Die vier gewaltigen Gasometer waren 1899 mit einer Ummantelung aus Backsteinmauern erbaut worden. Beim Umbau wurden die gemauerten Türme zur Hülle für ungewöhnliche Wohn-, Einkaufs- und Entertainment-Räume. Die technische Substanz, die eigentlichen Gasbehälter aus Stahl, ging dabei freilich verloren. Schon 1993 machte Oberhausen im Ruhrgebiet den mit 117m höchsten Gasometer Europas zu seinem Wahrzeichen. Der ehemalige Scheiben-Gasometer mit starrer Stahlhülle und beweglichem Deckel ist heute eine Ausstellungshalle mit 3500m² Grundfläche und über 100m Raumhöhe. Ein Glaslift lässt die enormen Raumdimensionen erleben. In Berlin Schöneberg blieb vom Teleskop-Gasbehälter der Gasag nur das 80m hohe, leere Führungsgerüst erhalten.

Die Rettung des technischen Bauwerks in Schlieren war dennoch keineswegs selbstverständlich. Ohne die 25-jährige industriearchäologische Propaganda von Hans-Peter Bärtschi, ohne das jahrelange Wirken des Technikgeschichtlichen Vereins Zürcher Unterland, ohne harte Verhandlungen und ohne Geld aus dem Lotteriefonds wäre sie nicht zustande gekommen. Und ohne den konstruktiven Mut und das rastlose Weitertüfteln von Beat Schwengeler und Reto Bonomo wäre wohl auch der letzte Rettungsversuch gescheitert. Dass dies nicht so war, freut unterdessen auch die Standortgemeinde Schlieren: Sie hat den Gasometer als ihr neues Wahrzeichen entdeckt. Ab nächstem Jahr, versichert der Schlierer Wirtschaftsförderer, wird der Gasometer als Symbol der Stadt Schlieren die amtlichen Drucksachen zieren.

Daniel Kurz, Historiker, Zürich, daniel.kurz@gmx.ch



4 Im Gasometer

| *Beat Schwengeler* | Vor einigen Jahren konnte der letzte grosse Gasometer der Schweiz in letzter Minute vor dem Abriss gerettet werden. Nach der eben beendeten Sanierung bietet sich nun die weltweit wohl einmalige Möglichkeit, die Funktionsweise dieses Industriedenkmals auch im beeindruckenden Innenraum zu erleben.

10 Luftdruck gegen Beulen

| *Reto Bonomo* | Der Gasometer Nr. 1 in Schlieren ist ein Musterbeispiel hundertjähriger stahlbauerischer Materialeffizienz. Mit der Folge allerdings, dass die überaus dünnen, im Wind beulanfälligen Bleche einer grundsätzlichen Umnutzung im Weg standen. So kam es, dass dem Gasometer seine ursprüngliche Funktionalität glücklicherweise erhalten blieb.

20 Wettbewerbe

| Neue Ausschreibungen und Preise | Zentrum Papiermühle, Ittigen | Areal Dürrenrain, Pfungen | Neues Kongresszentrum, Zürich |

24 Magazin

| Flugbildarchäologie – Zeitgeschichte aus der Luft | Publikation: Winterthurs Wohnbauexperte | In Kürze | Potenzielle Entwicklung des Erdklimas | Naturgefahren und Raumplanung |

28 Aus dem SIA

| SIA-Präsidentenkonferenz: Beständig wirken und Neues angehen | Das aktuelle Register der Dichtungsbahnen | Nachwuchsförderung |

32 Produkte

| Kurzserie fürs Bad | Zertifizierung von Bauprodukten | Maxwell-Render | Schwachstellen von Bauteilen | SHL Zollikofen | Ikad-Zertifikat |

38 Veranstaltungen



1

Im Gasometer

In letzter Minute konnte vor vier Jahren in Schlieren der letzte grosse Gasometer der Schweiz vor dem Abriss bewahrt werden. Dieses Industriedenkmal ist nun renoviert und Besuchern zugänglich. Weltweit wohl einmalig: Die Arbeitsweise des Teleskop-Mechanismus lässt sich auch im bisher nicht zugänglichen Innenraum miterleben.

Gasometer sind Gasspeicher. Für moderne (Hochdruck-)Anlagen wird der Name kaum mehr verwendet. Die ersten Gasometer entstanden um 1830 und waren immer Bestandteil eines Gaswerks. Das erste Zürcher Gaswerk hatte eine private Trägerschaft und entstand 1856 am Platzspitz, wo heute das Landesmuseum steht. Als Rohstoff für die Gasgewinnung wurde Holz verwendet. Beim zweiten Gaswerk, das 1867 an der Limmatstrasse erstellt wurde, war es dann bereits Kohle. Die Verfügbarkeit von qualitativ guter Kohle – sie wurde aus Deutschland importiert – spielte eine wichtige Rolle bei der weiteren Entwicklung. 1886 übernahm die Stadt Zürich die bestehenden Gaswerke.

Steigender Gasbedarf

Gas wurde zu jener Zeit beinahe ausschliesslich für die Beleuchtung verwendet, immer mehr aber auch zum Heizen und Kochen. Um den steigenden Bedarf decken zu können, wurde 1897 mit dem Bau des neuen Gaswerks in Schlieren, westlich von Zürich, begonnen. Für den Standort gab es zwei wichtige Kriterien: eine tiefe Lage innerhalb des Versorgungsgebietes (für den Transport des Gases gab es noch keine mechanischen Transporthilfen) und ein guter Anschluss an das Eisenbahnnetz für die Kohlelieferungen.

1

Auf einem Steg über dem Wasserbecken lässt sich der Hebevorgang im Innenraum des Gasometers miterleben. Rechts der Mitte ist der trichterförmige Lufteinlass zu erkennen (Bilder: Andrea Helbling)

2

Die vier Teleskop-Gasometer des Gaswerks der Stadt Zürich in Schlieren kurz vor dem Ende ihrer Nutzung 1999. Saniert wurde der kleine Gasometer mit der hellen Kalotte. Rechts am Bildrand die modernen, kugelförmigen Hochdruckbehälter (Bild: comet)

Der erste Gasometer auf dem Werkareal hatte einen Nutzinhalt von 25 000 m³. Das entsprach einer Tagesproduktion von Stadtgas (Leuchtgas). Die Produktion stieg unterdessen weiter, und so wurde gleich anschliessend der Bau eines zweiten, baugleichen Gasometers in Angriff genommen, der 1899 ans Netz ging. Nochmals acht Jahre später nahm man einen doppelt so grossen, dritten Gasometer in Betrieb, und im Jahre 1935 folgte der Bau des letzten und grössten Behälters von 100 000 m³ Nutzinhalt. Damit war die charakteristische Silhouette, die das Gaswerk Schlieren für Jahrzehnte prägen sollte, komplett.

Mit dem Beginn von Erdgaslieferungen wurde die Gasproduktion 1974 zwar eingestellt. Die Gasometer blieben zu dessen Speicherung aber noch bis 1999 in Betrieb, obwohl dafür nun bereits viel effizientere Hochdruckspeicher zur Verfügung standen (Bild 2). Zwei Jahre später waren drei Gasometer bereits abgebrochen. Aber es gelang, den vierten (einen der älteren und denkmalpflegerisch wertvolleren) Gasometer unter Schutz zu stellen und damit vor dem Abbruch zu bewahren.

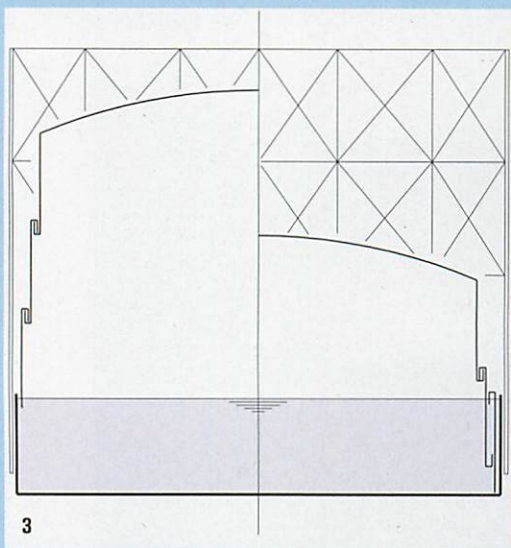


Funktionsweise eines Gasometers

Als Gasometer wird allgemein ein Niederdruck-Gasbehälter bezeichnet, der sein Volumen dem gespeicherten Volumen anpasst. Es existieren drei Arten von Gasometern: Teleskopgasometer, Schraubengasometer und Scheibengasometer. Der Teleskopgasometer (wie in Schlieren) ist die älteste Konstruktionsart und seit der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts bekannt. Er passt sein Volumen an, indem sich mehrere Teleskope, genauer Teleskopmäntel, sowie die Glocke als oberer Abschluss gegeneinander verschieben. Wird der Gasometer mit Gas befüllt, hebt sich durch den inneren Gasdruck (je nach Gewicht und Grösse der Konstruktion zwischen 15 und 30 mbar) zuerst das innerste Element, die Glocke. Ist diese voll ausgefahren, folgt der nächststüssere Ring, indem er sich am unteren Rand des bereits angehobenen Elementes anhängt. Die eigentliche Herausforderung bei der Entwicklung der Teleskopgasometer war die gasdichte Abdichtung der sich gegeneinander verschiebenden Teleskopringe. Waren doch die Behälteroberflächen in genieteter Stahlbauweise uneben und daher für eine Abdichtung mittels mechanischer Dichtungen (z.B. Leder oder Kautschuk) ungeeignet. Die (geniale) Lösung: Die Abdichtung gegen den Baugrund und für die unterste Fuge übernimmt ein tiefes Wasserbecken. So genannte Tassen (ähnlich einem Siphon) übernehmen diese Aufgabe für die bei hohem Füllgrad aus dem Wasser ragenden Teleskope und die Glocke (Bild 3).

In den umlaufenden Tassen erzeugt das eingefüllte Wasser nach dem Prinzip der kommunizierenden Röhren aussen einen Gegendruck zum inneren Gasdruck (der Wasserspiegel liegt innen und aussen nicht auf gleicher Höhe). Die Bewegung der aufsteigenden Elemente erfolgt aus dem wassergefüllten Bassin heraus, das eine Tiefe entsprechend der Höhe der Teleskope aufweist. Damit ist in jeder Stellung eine 100%ige Dichtigkeit in den Bewegungsfugen sichergestellt.

Die kontrollierte Führung der Vertikalbewegung übernimmt beim Teleskopgasometer das für diese Bauart charakteristische Führungsgerüst. An diesem stützen sich die Glocke und die Teleskope über Rollen horizontal ab. Eine Weiterentwicklung, der Schrauben-Gasometer, machte dieses Führungsgerüst dann überflüssig. Der dritte Bautyp, der Scheibengasometer, benötigte dann auch keine Wasserfüllung mehr. Hier bewegt sich eine Scheibe innerhalb eines feststehenden Zylinders je nach Füllungsgrad nach oben. *Reto Bonomo*



3

Links: Teleskop-Gasometer voll ausgefahren. Rechts: Gasometer etwa zur Hälfte ausgefahren. Wasser im Becken und in den ringförmigen Siphons dichtet den Behälter ab (Bild: Autor)

Gasometer Nr. 1 wird saniert

Als technisches Denkmal hat der Gasometer Nr. 1 eine herausragende Bedeutung (die Gasometer wurden nicht chronologisch, sondern nach ihrer Lage auf dem Areal benannt). Nicht nur weil Teleskop-Gasometer dieser Art sehr selten geworden sind, sondern auch weil bis jetzt noch keine derartige Sanierung gelang. Aus technikgeschichtlicher Sicht stellt ein Gasometer aufgrund seiner anschaulichen Funktionsweise und seiner zentralen Stellung in der Gasproduktion ein vielseitiges und einmaliges Objekt dar.

Nach der Unterschutzstellung, vorangetrieben und begleitet von der Denkmalpflege des Kantons Zürich, ging der Gasometer samt Heizhäuschen und Grundstück im Baurecht an «Pro Zürcher Haus», eine Stiftung des Zürcher Heimatschutzes. In einer ersten Machbarkeitsstudie wurde empfohlen, den Gasometer auf 80% auszufahren und mit 16 Innenstützen auf dieser Höhe zu fixieren. Ebenerdig waren Eingänge vorgesehen, der Gasometer sollte ein grosser Raum mit rund 40 m Durchmesser und 25 m Höhe werden. Für die Sanierungsarbeiten bewilligte der Regierungsrat des Kantons Zürich zu Lasten des Denkmalpflegefonds (gespeist aus dem Lotteriefonds) 4.52 Mio. Fr.

Strenge Umweltauflagen

Die wichtigsten Arbeiten waren die Reinigung und der Korrosionsschutz. 1200 m³ Schlamm, die Rückstände von 100 Jahren Betrieb, mussten herausgewaschen und speziell entsorgt werden.

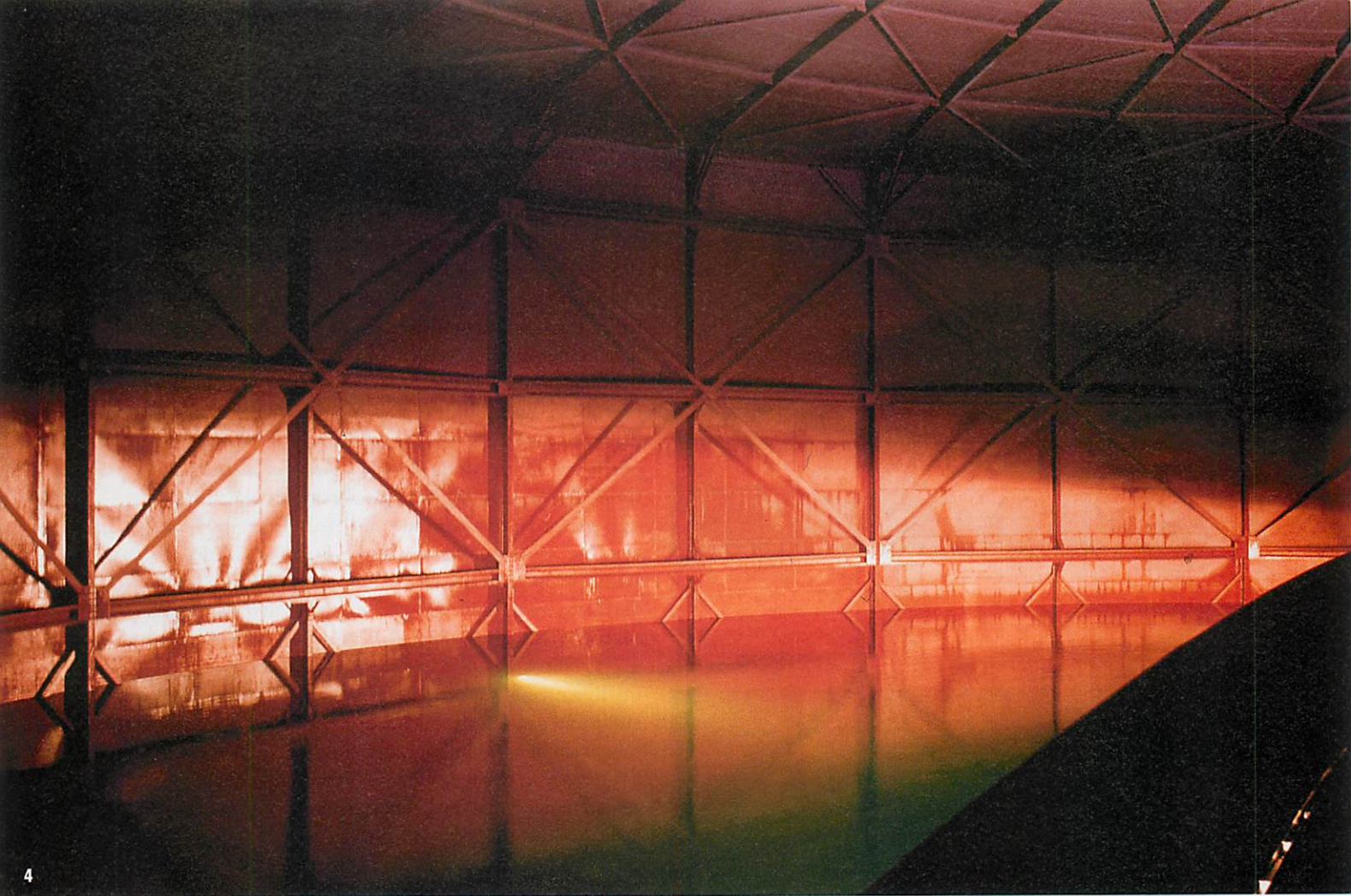
Korrosionsschutz in dieser Grössenordnung ist mit strengen Umweltauflagen verbunden, hier wurde eine vollständige Einhausung verlangt. Das bedingte die Erstellung eines Notdaches von 40 m Spannweite auf einer Höhe von 35 m. Das Gerüst hatte eine Gesamtfläche von 5000 m². Und es war empfindlich: Bereits kleinere Stürme vermochten die Einhausung mehr oder weniger zu zerzausen, und so ging weder dem Gerüstbauer noch den Versicherungen die Arbeit aus.

Mit den Korrosionsschutzarbeiten begann man im Innern des Gastanks, wo zuerst auf einem Flächengerüst das Dach neu beschichtet wurde. Das war im heissen Sommer 2003, und unter dem Metalledach sorgten Temperaturen von über 50°C für sehr schwere Arbeitsbedingungen.

Unter dem Notdach, zuoberst auf dem Führungsgerüst, wurden nun 16 hydraulische Pressen installiert, um die einzelnen Teleskopteile auseinander ziehen zu können. Dieser Lösungsansatz, den nur einer der Anbieter in der Offertphase eingebracht hatte, entpuppte sich als wichtiges Kriterium bei der Vergabe des Auftrages.

Fehlender Innendruck

Schon während der Reinigungsphase hatte sich gezeigt, dass die Bauvorgänge hohe Anforderungen an Planung und Bauleitung stellen. Darum beschloss man zu diesem Zeitpunkt, ein Planungsteam mit weiteren Fachleuten zusammenzustellen. Auch stellten sich bald derart grundlegende Fragen, dass die Bauherrschaft sich stärker einbringen musste. Schon nach wenigen Wochen stiess man nämlich auf einen Sachverhalt, der



4

Der hier sichtbare, innerste Teil des Teleskops, die Glocke, steht in Ruheposition neu auf Stützen. Das Wasserbecken ist 8 m tief

in der Machbarkeitsstudie übersehen worden war und der das vorgesehene Nutzungs- und Sanierungskonzept zu Fall bringen sollte: Ohne inneren Gasdruck würde die nur 2.5 mm dicke Blechhülle unter Windeinfluss unweigerlich zerbeult werden (vgl. Artikel S. 10). Als weiterer Stolperstein für das vorgesehene Nutzungskonzept erwies sich die Wasserführung. Die Tassen, die die drei Teleskope gegeneinander abdichten (vgl. Kasten), sind so konstruiert, dass Regenwasser, das auf die Kalotte fällt, ins Innere des Gasometers überläuft. Um das zu verhindern, hätten entlang aller Tassen Abdichtungen (Spenglerarbeiten) angebracht werden müssen – eine gestalterisch und denkmalpflegerisch überaus schwierige Aufgabe.

Unter grossem Zeitdruck – die Sandstrahlarbeiten waren bereits in vollem Gang – wurden mögliche Alternativen geprüft: Eine Aussteifung der Blechhülle hätte einen grossen Eingriff dargestellt und überdies Mehrkosten von mehr als 1 Mio. Fr. verursacht. Der Vorschlag, den Gasometer auf einer niedrigeren Höhe zu fixieren, wurde als für Silhouette und Innenraum nicht vertretbare Minimallösung, die den hohen Sanierungsaufwand kaum gerechtfertigt hätte, verworfen.

Kein Gebäude – eine Maschine

An diesem Punkt begannen die zuerst unüberwindbar scheinenden Hindernisse den Weg zu einer neuen Lösung zu öffnen. Der entscheidende Gedanke war,

den Gasometer nicht als Gebäude, sondern vielmehr als Maschine zu betrachten. Warum sollte eine Maschine wie dieser Gastank zu einer Halle werden? Es muss wohl sein, dachten wir plötzlich, dass sich dieses mechanische Meisterwerk gegen eine Degradierung zu einer simplen Halle wehrt.

Den Gasometer wieder so zu betreiben wie früher ist nüchtern betrachtet wenig aufregend. Interessanter war der Gedanke, Gas durch Luft zu ersetzen und die technikinteressierten Besucher das Schauspiel der sich bewegenden Teleskope *im Inneren* des Tanks miterleben zu lassen. Der nur geringe Innendruck im Gasometer steht dem jedenfalls nicht entgegen: Mit lediglich 25 mbar liegt er nur wenig über demjenigen einer normalen Traglufthalle.

Gewichtiger waren die Fragen, die sich in Bezug auf die Sicherheit stellten: Wie können die Besucher im Notfall aus dem Innenraum evakuiert werden? Liesse ein Loch im Dach die Kalotte auf die Besucher herunterdonnern? Dafür wurde die Swiss TS (Swiss Technical Services), eine Tochter des Schweizerischen Vereins für Technische Inspektionen (SVTI), beigezogen.

Das neue Konzept

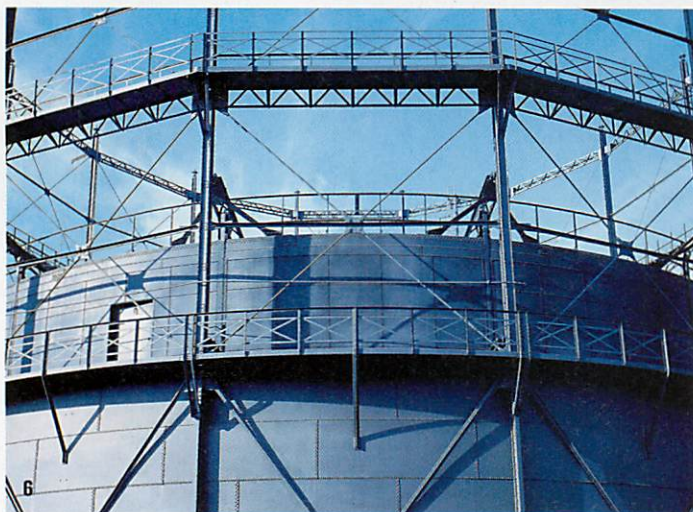
Um über dem wieder gefüllten Wasserbassin einen permanent begehbaren Raum zu schaffen, wurde die Glocke auf 4 m hohe Stützen abgestellt. Dadurch ragt sie auch in der unteren (Ruhe-)Position über den aus-



sersten, festen Ring hinaus. Die neu eingebaute druckdichte Türe ist über die bestehende Treppe und den Umgang (Bild 5) erreichbar. Durch die Türe tritt der Besucher auf einen geschwungenen Steg aus Stahl, der etwa einen halben Meter über dem Wasser quer durch den Innenraum des Gasometers führt (Bild 1).

Die Lüftungsaggregate zur Erzeugung des notwendigen Innendrucks konnten im bestehenden Heizhaus (Bild 5, links) untergebracht werden. Von dort musste eine Verbindung ins Innere des Tanks geschaffen werden. Ein begehbare Tunnel unter dem Gasometer mündet in ein Stahlrohr (Durchmesser 1.5 m), das bis über die Wasseroberfläche führt. Motorisierte Deckel regeln den Luftstrom. Die Verbindung dient gleichzeitig als Notausstieg. Im zweiten Heizhaus wurde eine neue Heizung installiert. Sie ist notwendig, damit die 10 000 m³ Wasser im Winter nicht gefrieren. Der Heizkessel springt ein, wenn die Temperatur des Wassers, das von der wärmeren Mitte des Beckens an die Peripherie gepumpt wird, unter + 1°C fällt.

Im Innenraum werden die filigranen Strukturen der Hülle und das Wasserbecken zurückhaltend beleuchtet, ganz nach dem Grundsatz, den Gasometer als Maschine erlebbar zu machen. Wird er bis zum Maximum ausgefahren, dauert ein Hebe- und Senkvorgang rund eine halbe Stunde.



Beat Schwengeler führt in Winterthur ein Architekturbüro und leitete die Sanierung des Gasometers.
info@absb.ch

AM PROJEKT BETEILIGTE

ARCHITEKT

Beat Schwengeler, Winterthur

BAUINGENIEUR

Reto Bonomo, Rüdlingen

LÜFTUNG

PGMM, Winterthur

SPEZIALIST KORROSIONSSCHUTZ

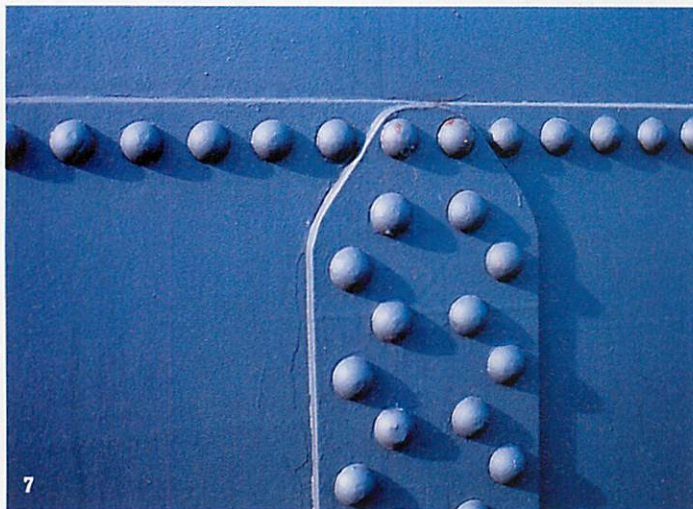
Martin Schicker, Effretikon

GU UND STAHLBAU

Inauen-Schätti, Schwanden GL

KORROSIONSSCHUTZ

Stucortec, Winznau



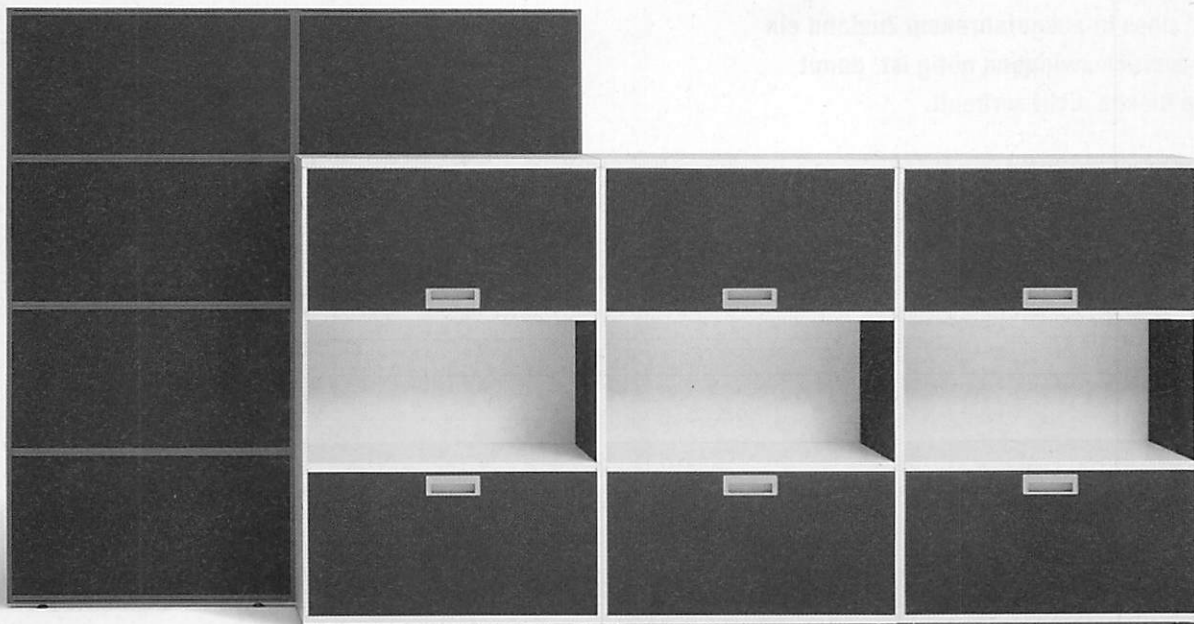
5+6

Vom bestehenden Umgang aus führt eine Drucktüre in den Innenraum

7

Gasdichter Behälter Baujahr 1899: In enger Anordnung genietet, überlappende Stahlplatten

Offizielle Eröffnung des Gasometers: Samstag, 26. November 2005, um 14 Uhr. Industrie Gaswerk Schlieren Nord, Ballonstrasse, Schlieren

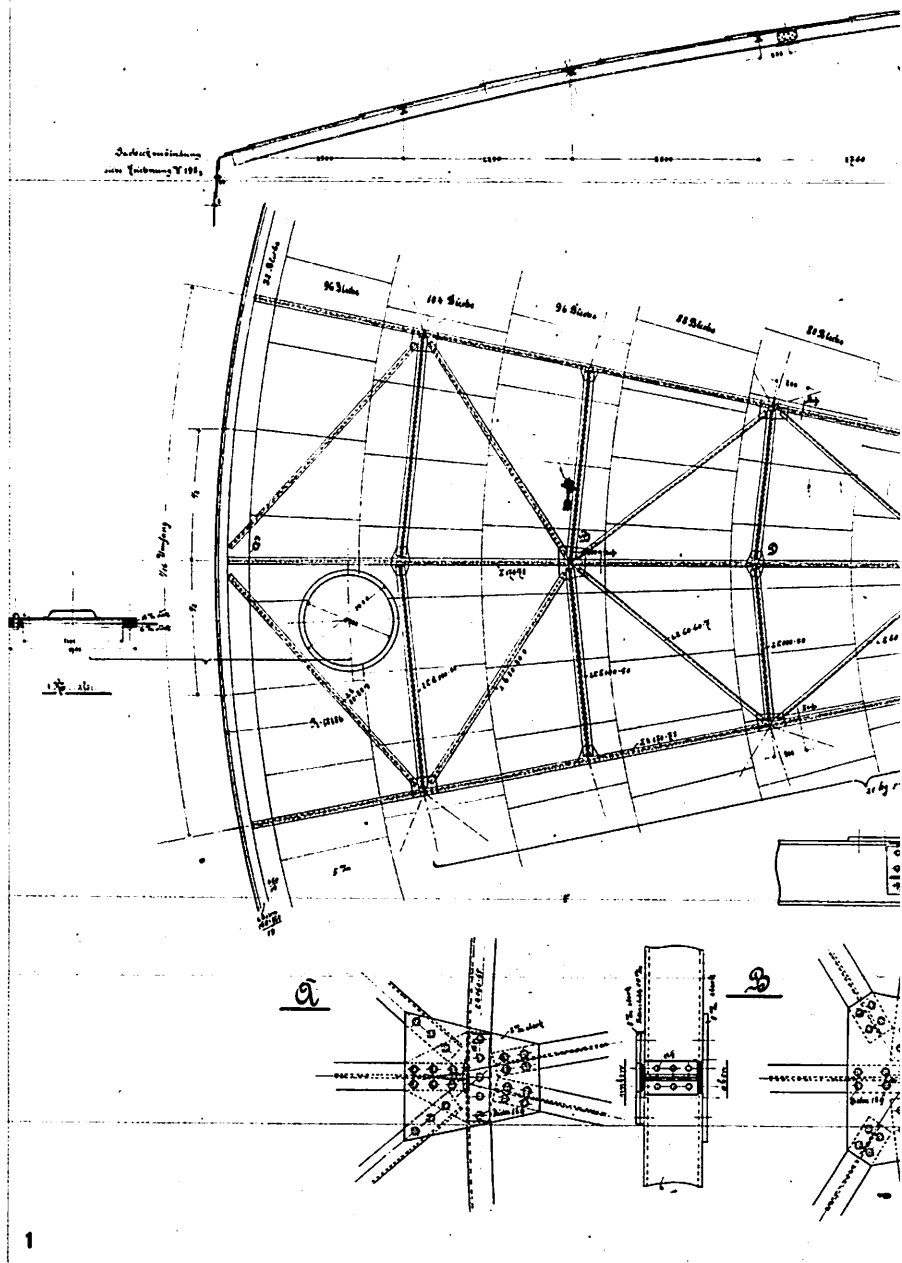


Lista QUB ist die überzeugende Lösung für eine optimale Raumstruktur und mehr Individualität am Arbeitsplatz. Mit dem modularen Schrank- und Wandsystem lassen sich Räume beliebig unterteilen und durch einfaches und müheloses Umstellen jederzeit veränderten Bedürfnissen anpassen. Für mehr Informationen: Telefon 071 372 52 52 oder www.lista-office.com

Reto Bonomo

Luftdruck gegen Beulen

Die nur 2.5 mm dicke Blechhaut des Gasometers verhält sich ähnlich wie die Hülle eines Ballons. Die Kalotte hebt sich beim Befüllen sogar von ihrer Unterkonstruktion ab. Bei der Sanierung hat sich gezeigt, dass in ausgefahrenem Zustand ein (kleiner) Überdruck zwingend nötig ist, damit der Wind die Bleche nicht zerbeult.

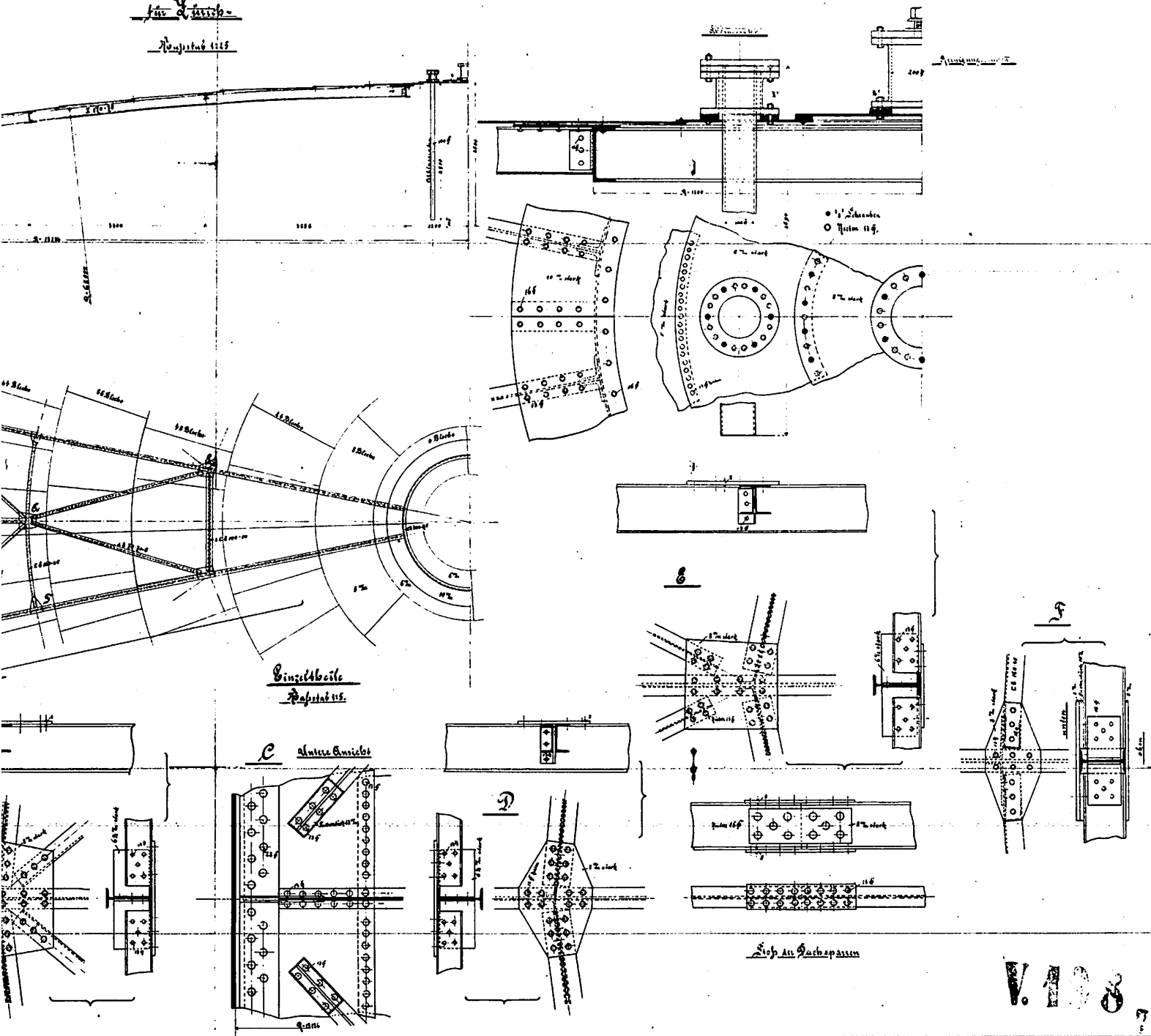


Der vollständig aus Stahl konstruierte Gasometer ist in für die damalige Zeit optimierter Leichtbauweise ausgeführt und stellt seine Technik unverkleidet dar, erkennbar von weither am aufstrebenden Führungsgerüst. Der damalige Stand der Technik der Stahlbauweise zeigt sich auch an der Oberfläche des Gasbehälters in Form der Nietung. Das ursprüngliche Konzept zur Erhaltung des letzten Gasometers in Schlieren sah dessen Konservierung in leerem Zustand unter rein visueller Darstellung seines Betriebszustands in etwa drei Viertel der Maximalhöhe vor. Dazu wären Glocke und Teleskope auf 16 innere Stützen abgestellt worden.

Beulen im Wind

Anfängliche Bedenken zur Tragfähigkeit der Dachkonstruktion unter Schneelasten konnten durch eine

Nachrechnung am dreidimensionalen Tragwerksmodell entkräftet werden. Insofern hätte der Innenraum durchaus ohne Verstärkungsmassnahmen erhalten werden können. Zur Horizontalstabilisierung des Gasometers sind ebenfalls keine zusätzlichen Massnahmen notwendig, da das bestehende Führungsgerüst diese Aufgabe erfüllt. Auch dies konnte am dreidimensionalen Tragwerksmodell nachgewiesen werden. Bemerkenswert ist, wie gut die Konstruktion die Festigkeitseigenschaften des Stahls im Hinblick auf eine effiziente Materialverwendung ausnutzt. Schwierigkeiten traten dagegen beim rechnerischen Nachweis der Sicherheit der leeren Blechhülle unter Windeinwirkungen auf. Fehlt der bei angehobenem Gasometer früher ständig vorhandene leichte Innen- druck, entstehen auf der Luvseite (windabgewandt) im



Blechmantel tangentielle Druckspannungen, die infolge der grossen Schlankheit der Konstruktion zum Beulen des Bleches führen. Entsprechende Deformationen sind im Zuge der Restaurierung der Hülle auch aufgetreten. Der Gasometer war in dieser Zeit in hochgezogenem Zustand und ohne Innendruck einigen heftigen Winterstürmen ausgesetzt.

Die Rippenkonstruktionen aus Stahlprofilen, die die Glocke und die Teleskope innen aussteifen, können diese Beanspruchungen, falls sie in der nach der Norm SIA 261 festgelegten Grössenordnung auftreten, rechnerisch ebenfalls nicht aufnehmen.

Anders bei leichtem Überdruck im Inneren: Dann überlagert sich dieser den Windeinwirkungen, die – über den Umfang ungleichmässig verteilt – auf der angeströmten Seite Überdruck und auf der

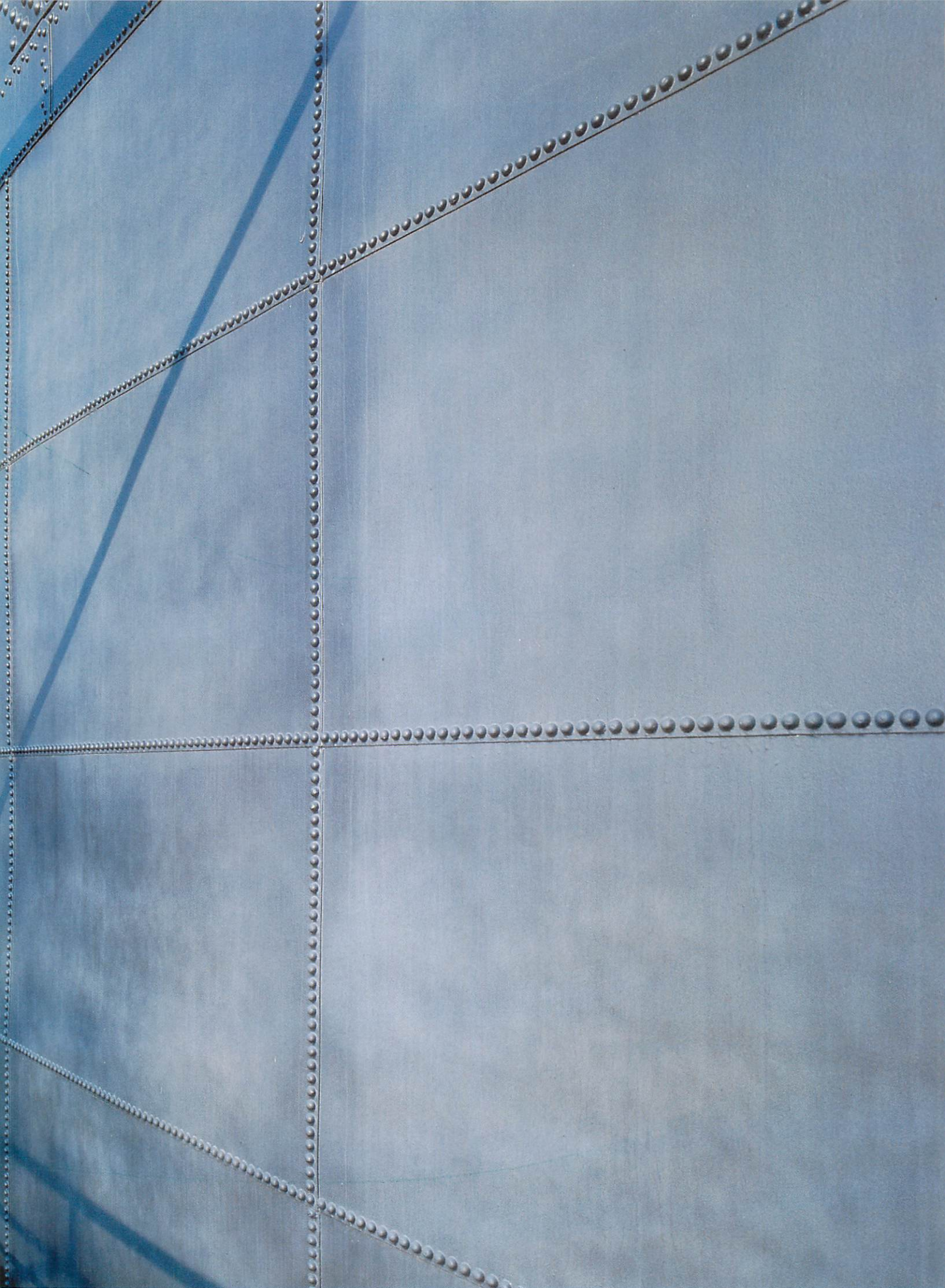
1
Originalplan des baugleichen Gasometers 2 von 1897. Grundriss und Schnitt des Kalotten-Traggerüstes sowie Details (Plan: Denkmalpflege des Kantons Zürich)

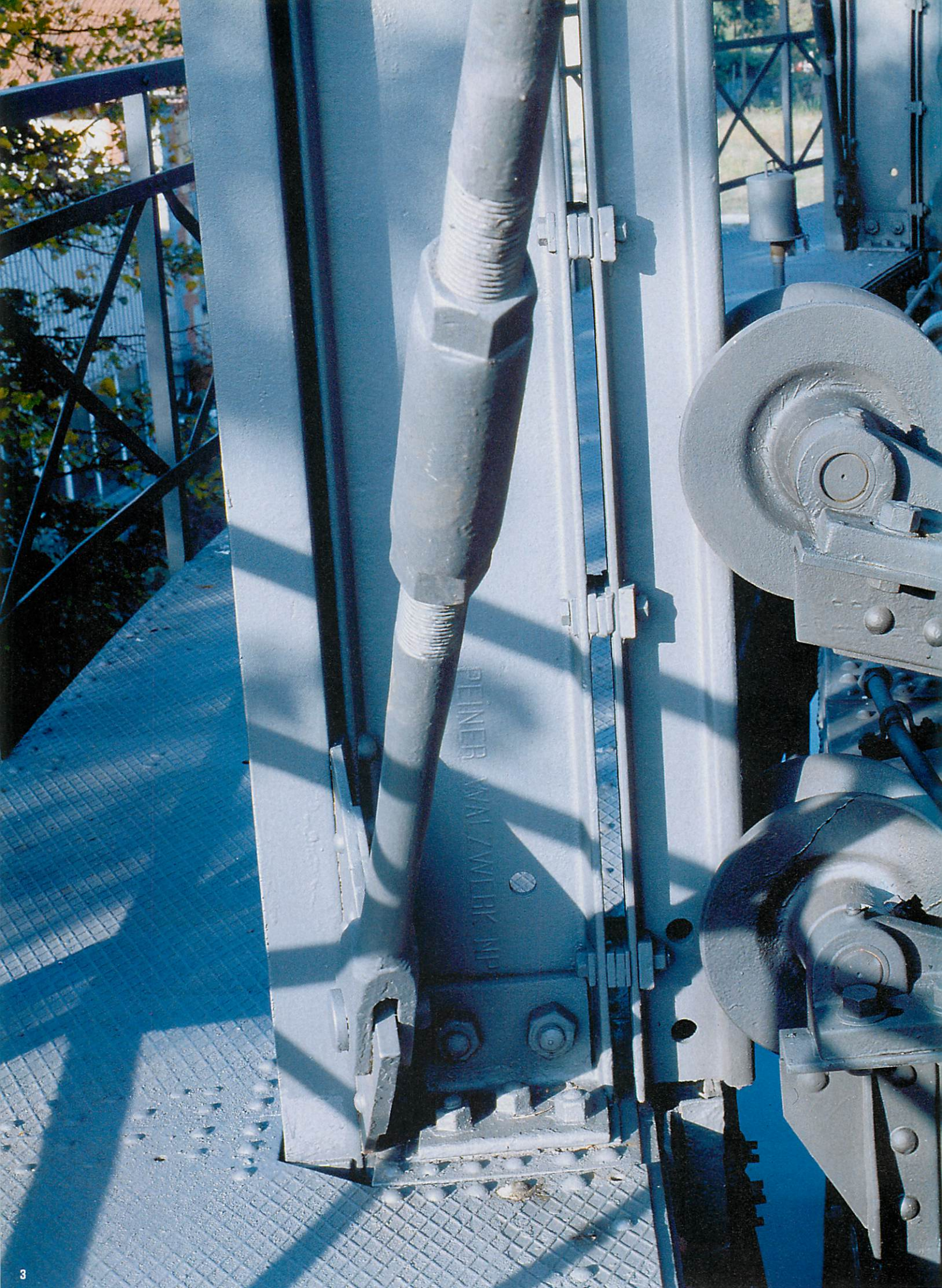
2
Filigraner, materialoptimierter Stahlbau: die Dichtungs- und Führungsmechanik des sanfterten Gasometers 1 (Bilder: Andrea Helbling)

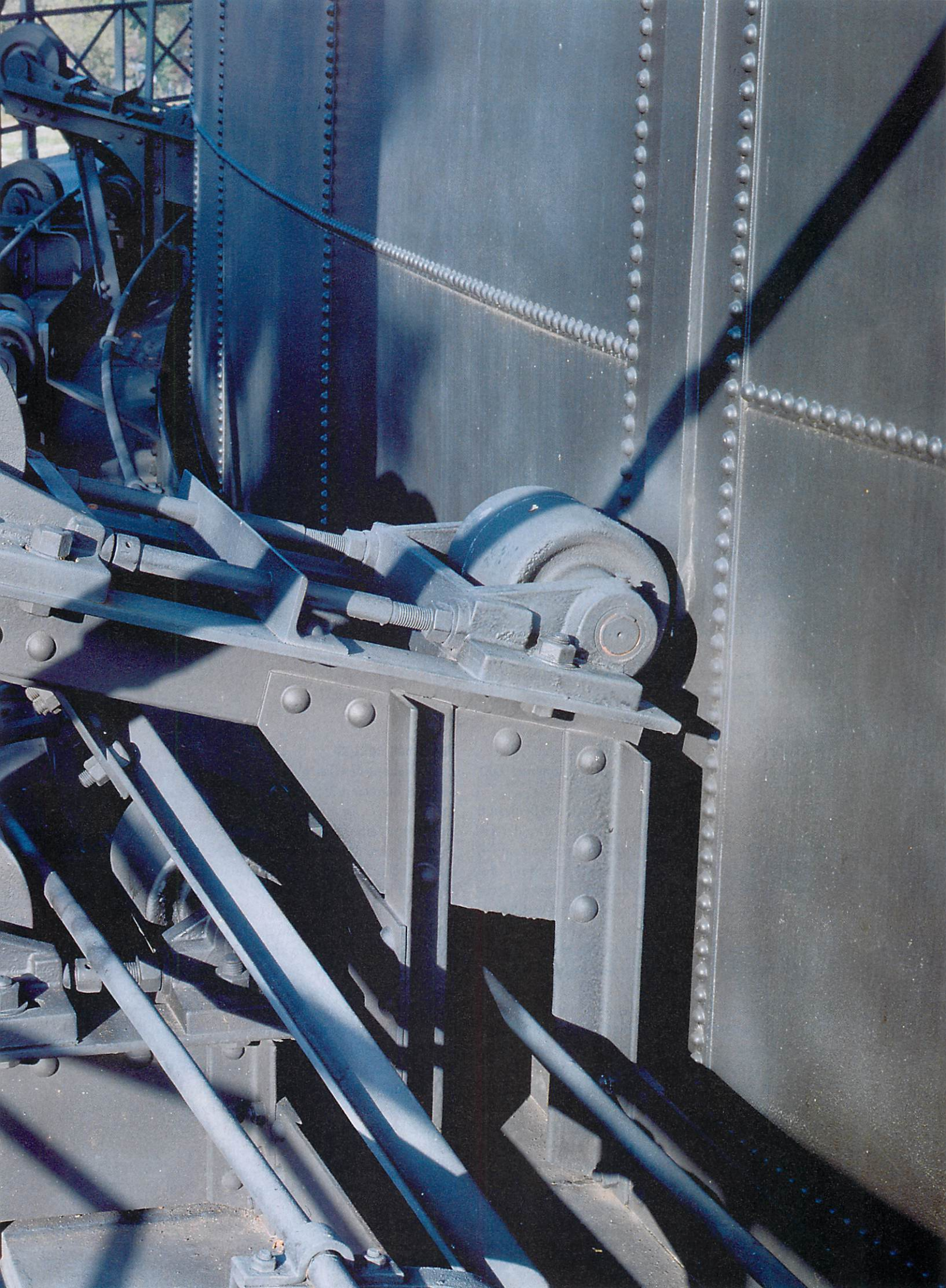
3
Die Führungsschienen und -rollen stabilisieren die Teleskoptelle im ausgefahrenen Zustand



2









4

Blick vom Führungsgerüst des Gasometers auf die Kalotte und die Stadt Zürich im Hintergrund

windabgewandten Seite Unterdruck erzeugen. Aber es resultieren nach wie vor überall im Blechmantel Zugspannungen, Beulen ist ausgeschlossen.

Die «konventionelle» Lösung der erwähnten Beul- und Festigkeitsproblematik hätte eine Verstärkung der gesamten Hüllkonstruktion mit Aussteifungsrippen erfordert. Diese Rippen hätten zur Vermeidung des Blechbeulens in einem Abstand von maximal 70 cm angeordnet werden müssen. Zudem wären Verstärkungen der Haupttragkonstruktion der Glocke und der Teleskope notwendig geworden. Damit wäre das Innere des Gasometers wesentlich verändert worden, was man als inakzeptabel beurteilte.

Das Ziel musste somit sein, durch weitgehenden Erhalt der ursprünglichen Einwirkungen die erwähnten Probleme des Tragwerks zu vermeiden und zusätzlich die eigentliche Funktion des Teleskopgasometers, dessen Bewegung, zu erhalten. Im neuen, nun realisierten Konzept wird der früher herrschende Gasdruck von zwischen 15 und 25 mbar (entspricht dem Wasserdruck in 25 cm Tiefe) durch Luftdruck erzeugt. Damit wird es möglich, sich während des Betriebes im Innern des Gasometers aufzuhalten. Im Ruhezustand, und damit ohne Innendruck, bleibt der Gasometer abgesenkt und ist nur geringen Windlasten ausgesetzt. Die Dichtigkeit wird nach wie vor mit dem Konzept der Wasserfüllung des Bassins und der Tassen erreicht (vgl. Kasten S. 6).

Das Blech hebt ab

Zur Anhebung des Gasometers, dessen Hülle eine Eigenlast von insgesamt 2500 kN aufweist (die Glocke allein wiegt 1380 kN), ist auf der Dachfläche von etwas mehr als 1000 m² ein Innendruck von 2.5 kN/m² entsprechend 25 mbar Druck notwendig. Dieser gleichmässige Innendruck erzeugt in der sehr dünnen, nur 2.5 mm starken Blechhülle Zugspannungen, die in den vertikalen Teilen etwa 19 N/mm² erreichen. Bemerkenswert ist die Funktionsweise des kalottenförmigen Dachbleches, das die Gasometerhülle effektiv trägt. Dieses Blech ist innerhalb des am Dachrand umlaufenden Druckringes wie eine Stoffhülle lose aufgespannt, d.h. sie liegt auf dem Dachgespärre nur auf. Bei ansteigendem Innendruck hebt es sich sichtbar davon ab! Die Zugspannungen im Dachblech erreichen dabei rund 30 N/mm².

Die einzelnen Bleche sind mit eng angeordneten Nieten (D=13 mm) im Abstand von nur 32 mm verbunden. Die daraus resultierende zulässige Last in der Naht liegt mit 552 kN/m um ein Mehrfaches über der tatsächlichen Beanspruchung. Die enge Vernietung ergab sich offenbar aus der Forderung nach Gasdichtigkeit der Verbindungsstelle und nicht aus Festigkeitsüberlegungen.

Luft statt Gas

Das heutige Nutzungskonzept sieht nun die periodische Inbetriebnahme des Gasometers mit Aufbau des Innendrucks mittels Luft vor. Dabei wird sich der Gaso-

meter entsprechend dem Volumen der eingepumpten Luft anheben und bei deren Ablassen wieder absenken. Die beiden Teleskope und die Glocke lagen ursprünglich im abgesenkten Zustand auf Stahlwinkeln auf dem Boden des Bassins auf. Das Absetzen erfolgte dabei ungefedert und in Abhängigkeit der Absenkgeschwindigkeit mehr oder weniger hart. Das Absetzen der äusseren Teleskope war schon in der Betriebszeit ein häufig vorkommendes Ereignis, der Gasometer veränderte ja ständig sein Volumen.

Bei den für den Demonstrationsbetrieb vorgesehenen geringen Absenkgeschwindigkeiten von etwa 2–4 m/min bleibt dies weiterhin unkritisch. Die Masse der Teleskope ist als zylindrisches Rohr über den Aufsetzpunkten verteilt. Damit entstehen beim Aufsetzen nur Vertikalkräfte, die von den bestehenden Aussteifungselementen problemlos aufgenommen werden können. Allfällige Schwingungen werden überdies vom Wasser wirkungsvoll gedämpft. Die Auflagerpunkte für die Teleskope mussten somit nicht verändert werden.

Dynamisch beanspruchte Stützen

Anders die Glocke: Sie wurde im bisherigen Betrieb nur selten ganz abgesetzt, da fast immer ein kleines Restgasvolumen vorhanden war. Und sie lagert jetzt unterhalb der Wasseroberfläche auf 4 m langen Stützen auf, um oberhalb der Wasserfläche den notwendigen Freiraum für die Besucher zu schaffen. Für die Stützen ist die Normalkraftbeanspruchung beim Aufsetzen massgebend. Um diese Beanspruchungen kontrolliert einzuschränken, wurden die Auflagerpunkte mit Neoprenlagern ausgestattet. Diese ermöglichen eine maximale elastische Deformation von 18 mm bei progressiv ansteigender Last. Damit bleiben die dynamischen Stosslasten beim Aufsetzen in der Grössenordnung der statischen Lasten. Diese Konstruktion hat zudem den Vorteil, dass die Spannungen, die beim Aufsetzen infolge seiner Massenträgheit im Dachgespärre entstehen, ebenfalls gering bleiben und unter den Ermüdungsspannungen liegen. Die Stützen selbst mussten für verschiedenste Betriebszustände bemessen werden. Wie beschrieben, wurden die Normalkräfte durch den Einbau der Neoprenlager begrenzt. Dazu mussten Horizontalbeanspruchungen kombiniert werden, die am Stützenkopf aus nicht idealen Absetzvorgängen resultieren. Das Führungsgerüst lässt der Glocke nämlich einen gewissen Spielraum, sodass leichte Verkippungen und Verdrehungen der Glocke möglich sind. Beim Absetzen werden diese teilweise wieder rückgängig gemacht, woraus Verschiebungen zwischen Glocke und Stützen entstehen. Diese Verschiebungen können teilweise von den Neoprenlagern aufgenommen werden oder führen zum Gleiten zwischen Glocke und Stützenkopf. Die tangentialen und die radialen Horizontalkräfte werden durch entsprechende Verstreibungen aufgenommen und in die Bodenplatte abgeleitet.

Reto Bonomo führt in Rüdlingen ein Ingenieurbüro und ist Dozent für Tragwerke an der Zürcher Hochschule Winterthur. Er war Projektingenieur für die Sanierung des Gasometers. info@bonomo.ch

**Bohren
Rammen**

**Foundationen
Baugruben-
abschlüsse
Grundwasser-
absenkungen**

RISI
die Spezialtiefbauer

041-766 99 99 www.risi-ag.ch