

NACHWEIS

über

die Konstruktion und die Verbreitung von

360 Wasserthürmen und Gasbehältern

nach dem System und den Berechnungen

von

GEH. REG.-RATH PROFESSOR O. INTZE IN AACHEN

ausgeführt

in den Jahren 1883 bis 1896

Mit zahlreichen Abbildungen

herausgegeben von

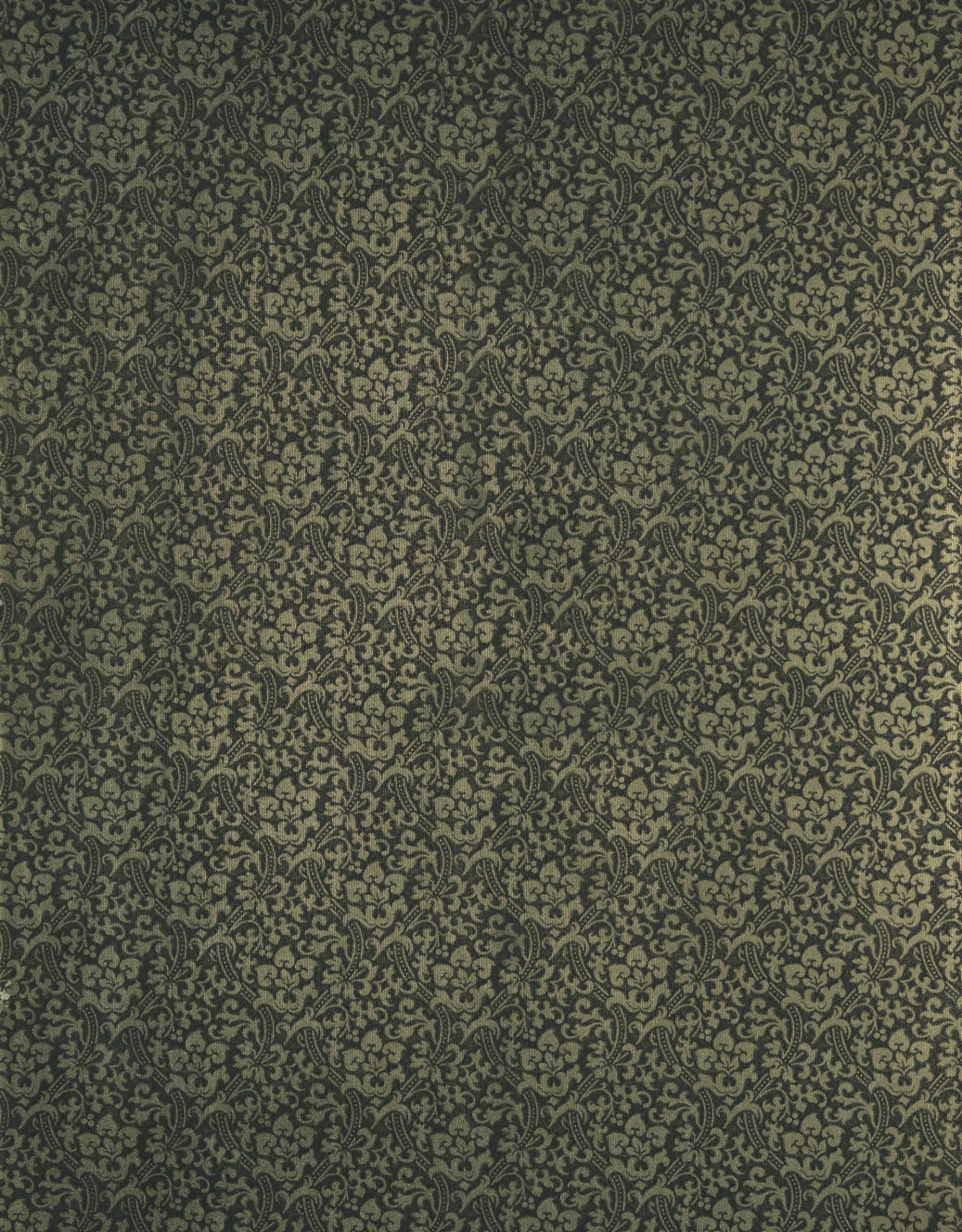
F. A. NEUMAN IN ESCHWEILER

1897

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301570



82844
98.

xxx
1172

NACHWEIS

über

die Konstruktion und die Verbreitung

von

360 Wasserthürmen und Gasbehältern

nach dem System und den Berechnungen

des

Geh. Reg.-Rath Professor O. INTZE in Aachen

In den Jahren 1883 bis 1896 vorwiegend ausgeführt durch die Firmen:

F. A. NEUMAN in ESCHWEILER

und die

BERLIN-ANHALTISCHE MASCHINENBAU-AKTIEN-GESELLSCHAFT in BERLIN,

ferner durch

PROBST CHAPPUIS & WOLF in BERN,

durch die

SOCIÉTÉ COCKERILL in SERAING

und durch

SCHLÄPFER & Co. in TURIN.

Angewandt in

Deutschland, in Oesterreich, in der Schweiz, in Italien, in Dänemark,
in Schweden, in Belgien, in Holland, in Frankreich,
in Spanien und in Südamerika.

Mit zahlreichen Abbildungen herausgegeben

von

F. A. NEUMAN IN ESCHWEILER.

1897.

Druck von C. H. Georgi in Aachen.



F. A. Neuman 19 948

13/4
92044a 5ⁱ *XXX*
1172

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Uebersichtskarte der Verbreitung der Wasserreservoirs und Gasbehälter	3—5
Vortrag des Dr. Forchheimer über Konstruktion und Berechnung von Wasser- und Oelbehältern nach Intze's System	7—16
Kurze Beschreibung der wesentlichen Anordnungen bei Hochbehältern nach Intze's System	17—18
Abbildungen von Wasserthürmen, Wasser- und Oelreservoirs	19—40
Ueber den Ausbau vorhandener alter Wasserthürme	41—42
Ueber Kamin-Reservoirs nach Intze's System	43—44
Abbildungen von Kamin-Reservoirs	45—48
Beschreibung der Hochreservoirs für Eisenbahnen	49—50
Graphische Darstellung der Zunahme in der Anwendung Intze'scher Hochreservoirs und Eisenbahn-Reservoirs	51—54
Abbildungen von Eisenbahn-Wasserthürmen	55—61
Verzeichniss der Ausführungen von Wasser- und Oel-Reservoirs nach Intze's Patent von 1883 bis 1897	62—71
Beschreibung der Gasbehälter-Bassins in Metallblech nach Intze's System	72—74
Verzeichniss der Ausführungen Intze'scher Gasbehälter mit schmiedeeisernem Bassin von 1883 bis 1897	75—77
Abbildungen von Intze'schen Gasbehältern	78—93
Abbildung des in Coblenz durch Gasexplosion zerstörten gewöhnlichen Gasbehälters mit gemauertem Bassin	94
Abbildung eines durch Wasserdruck geplatzten gemauerten Gasbehälter-Bassins	95



III 16496



Uebersichtskarte der Verbreitung

der

Wasser- und Oel-Reservoirs und Gasbehälter

nach Intze's Patent

von

F. A. NEUMAN

in Eschweiler.

Ueber eiserne Wasser- und Oelbehälter.

Vortrag von Dr. Forchheimer, Privatdocent zu Aachen.

Gehalten auf der Hauptversammlung des Deutschen Vereins von Gas- und Wasser-Fachmännern in Wiesbaden im Mai 1884.

Die folgenden Mittheilungen ¹⁾ beziehen sich auf die Konstruktion eiserner Wasserbehälter und berühren hiermit ein Thema, das eine eingehendere Erörterung an dieser Stelle verdienen dürfte, da bis heute die Anlage von Thürmen mit Wasserbehältern noch recht kostspielig erscheint und bei diesen Bauten zu bewerkstelligende Ersparnisse die Herstellungskosten eines ganzen Wasserwerkes nicht unwesentlich zu verringern vermögen. Herrn Prof. Intze in Aachen ist es gelungen, wichtige Verbesserungen zu treffen, und da eine Reihe nach seiner Angabe ausgeführter Thürme bis jetzt keinerlei Missstände zeigt, so scheint es ihm an der Zeit, dem Urtheil der massgebenden Kreise das Ergebniss seiner Untersuchungen hiermit vorzulegen.

Sieht man von der ältesten Konstruktionsweise — jener in Gusseisen — ab, so sind es drei Verwendungsarten des Schmiedeeisens, die zu erwähnen sind. Zunächst nahm man schmiedeeiserne Träger und stellte auf dieselben den mit wagrechtem Blechboden ausgeführten Behälterkasten, obgleich die beanspruchenden Kräfte bei ebenen Blechen recht hoch ausfallen. So wie es niemand einfallen würde, die Kette einer Kettenbrücke möglichst gerade zu spannen, so müsste man auch die Bodenbleche des Wasserkastens nicht wagrecht legen, sondern durchhängen lassen. Beispiele für die Anwendung eines flachen Bodens liefern ein für die holländische Stadt Gouda bestimmter Thurm und zwei Projekte für Wasserstationen, welche ein Betriebsamt der rheinischen Bahn ausgearbeitet hat, um sich über den gegenseitigen Werth der verschiedenen Konstruktionsweisen Klarheit zu verschaffen. Aus der (zum Schluss gegebenen) Tabelle erhellt, dass den Behältern mit flachem Boden grosses Eigengewicht und hohe Kosten zukommen.

Später ging man dazu über, Behälter und Thurm rund — und nicht mehr vierkantig — zu gestalten und durchhängende Behälterböden anzuwenden. Es liegt auf der Hand, dass diese Anordnung des Materials eine weit vortheilhaftere ist. Zur Bestimmung der Kräfte, welche in einem solchen Boden wirken, der eine beliebige Umdrehungsfläche darstellen soll, kann man etwa folgendermassen vorgehen.

Man denkt sich den Boden an einer beliebigen Stelle durch eine wagrechte Ebene geschnitten und betrachtet den unterhalb des Schnittkreises (Parallelkreises) hängenden Bodentheil. Bezeichnet man den Zug, den der untere Bodentheil pro laufenden Meter des Parallelkreises schräg nach unten, in der Richtung des Meridians ausübt mit s , welcher Zug der Gegenkraft gleich ist, die das Herabstürzen hindert, das Gewicht des Cubikmeters Wasser mit γ und die Längen und Winkel derart, wie es aus der Fig. 1 erhellt, so lastet auf dem unteren Bodentheil ein Wassergewicht:

$$\gamma \cdot (h - x) \cdot y^2 \pi + \gamma \int_0^x y^2 \pi \cdot dx$$

und es lautet die Bedingungsgleichung für das Gleichgewicht der lothrechten Kräfte:

$$\gamma (h - x) y^2 \pi + \gamma \int_0^x y^2 \pi dx - s \sin \beta 2 y \pi = 0$$

woraus, da $\cos \alpha = \sin \beta$ ist, folgt

$$s = \frac{\gamma (h - x)}{2 \cos \alpha} y + \frac{\gamma}{2 y \cos \alpha} \int_0^x y^2 dx \dots \dots \dots (I)$$

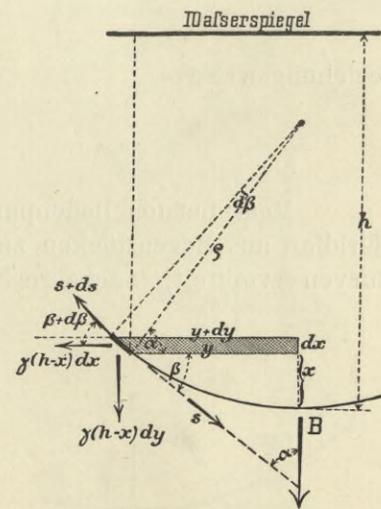


Fig. 1.

¹⁾ Sämmtliches Material war von Herrn Prof. Intze zur Verfügung gestellt worden, welchen ein Todesfall in seiner Familie verhinderte, den von ihm angekündigten Vortrag selbst zu halten.

Hiermit ist die Beanspruchung in der Richtung des Meridians bekannt; s ändert sich, wenn man vom tiefsten Bodenpunkt den Meridian hinaufwandert. Um auch die Beanspruchung in der Richtung des Parallelkreises zu ermitteln, werde ein Bodenstreifen $a b c$ (Fig. 2) betrachtet, welchen zwei einander nahe benachbarte halbe Parallelkreise begrenzen. Auf ihn wirken folgende, sich das Gleichgewicht haltende Kräfte. Es ziehen schräg von unten Kräfte s , schräg von oben Kräfte, die von s etwas verschieden sind, eine steilere Richtung besitzen und mit $s + ds$ bezeichnet werden können; wagrecht an den kleinen Meridianstücken treten bei a und c Kräfte auf, welche pro laufenden Meter Meridian die Grösse t haben sollen; endlich drückt das Wasser auf den Flächenstreifen. Von s wirkt wagrecht und radial per laufenden Meter Bogen die Componente $s \cos \beta$; betrachtet man von diesen Radialcomponenten nur die zu t parallelen Theilkräfte, und addirt diese sämtlichen Theilkräfte von a bis c , so geben sie eine Mittelkraft $s \cos \beta 2y$, welche um $d(s \cos \beta 2y)$ kleiner ist als die Mittelkraft aller wagrechten, parallel zu t gerichteten Theilkräfte von $s + ds$. Was den Wasserdruck in der Richtung von t anbelangt, so hat er die Grösse $\gamma(h-x) \cdot 2y dx$, weil die Projection des Streifens $a b c$ in der Richtung von t durch $2y dx$ ausgedrückt wird und die Höhe des Wasserspiegels über dem Streifen $h-x$ beträgt. Endlich hat, wenn der Meridian im Streifen den Krümmungshalbmesser ρ besitzt, der Flächenstreifen die Breite $\rho d\beta$ und es entfällt demnach auf das Meridianstück bei a , sowie auf jenes bei b je eine Zugkraft $t \rho d\beta$. Es folgt als Bedingungsgleichung der wagrechten, in der Richtung von t , auf den Bodenstreifen wirkenden Kräfte:

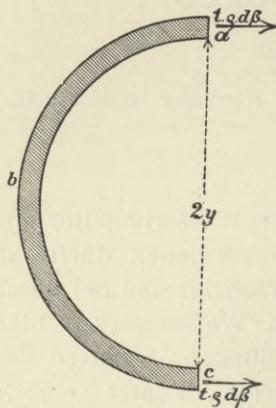


Fig. 2.

Daraus ergibt sich

$$d(s \cos \beta 2y) + \gamma(h-x) 2y dx - 2t \rho d\beta = 0.$$

$$t = \frac{\gamma(h-x)y}{\cos \alpha} - \frac{sy}{\rho \cos \alpha} \dots \dots \dots (II)$$

Die Spannungen s und t wirken jede auf einen Blechquerschnitt von einem Meter Länge und der Dicke des betreffenden Bleches. In der Nähe des tiefsten Bodenpunktes B gilt, wenn der Boden unten abgerundet ist, $\rho_1 = \frac{y_1}{\cos \alpha}$. Führt man zuerst ρ_1 in die Gleichungen I und II ein, und setzt dann x_1 und y_1 gleich Null, so findet sich für den tiefsten Punkt $s = t = \frac{1}{2} \gamma h \rho_1$. Da man die Blechdicke nach der stärksten im Blech auftretenden Spannung bestimmen muss, könnte es von Vortheil scheinen, den Boden derart zu krümmen, dass überall $s = t$ wird. Für diesen Fall geht Gleichung II über in

$$t = \frac{\gamma(h-x)y}{\cos \alpha} - \frac{ty}{\rho \cos \alpha}$$

oder in

$$s = t = \frac{\gamma(h-x)\rho}{\rho \cos \alpha + y} \dots \dots \dots (III)$$

beziehungsweise

$$\rho = \frac{1}{\frac{\gamma}{t}(h-x) - \frac{\cos \alpha}{y}} \dots \dots \dots (IV)$$

Vom tiefsten Bodenpunkt mit einem angenommenen ρ_1 ausgehend, kann man graphisch den Meridian aus Bogenstücken zusammensetzen, für welche Gleichung IV gilt. Prof. Intze hat derartige Curven ermittelt, nachgerechnet wie stark nach ihnen gekrümmte Böden ausfallen müssten und gefunden, dass sie zwar etwas leichter, aber kostspieliger würden als die bis jetzt üblichen Kugelböden, welche ihnen gegenüber den durchschlagenden Vortheil haben, dass alle Bleche dieselbe Krümmung erhalten, also in derselben Form gekümpelt werden können.

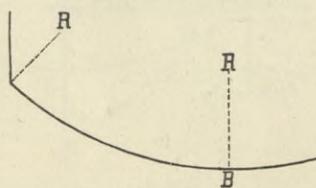


Fig. 3.

Für die Kugelform ist (Fig. 3) $\rho = R$ (constant) und $y = R \cos \alpha$. Man erhält aus I und II

$$s = \gamma(h-x) \frac{R}{2} + \gamma \frac{x^2}{2y^2} R^2 - \gamma \frac{x^3}{6y^2} R \dots \dots \dots (V)$$

$$t = \gamma(h-x) R - s \dots \dots \dots (VI)$$

Angenähert lautet für die Kugelform die Bedingungsgleichung für das Gleichgewicht der lothrechten Kräfte, wenn man ein Paraboloid an die Stelle der Kugel setzt

$$\gamma (h-x) y^2 \pi + \gamma \frac{x}{2} y^2 \pi - s \sin \beta 2 y \pi = 0.$$

Daraus folgt

$$s = \gamma \left(h - \frac{x}{2} \right) \frac{y}{2 \sin \beta}$$

oder

$$s = \gamma \left(h - \frac{x}{2} \right) \frac{R}{2} \dots \dots \dots (\text{Va})$$

$$t = \gamma \left(h - \frac{3x}{2} \right) \frac{R}{2} \dots \dots \dots (\text{VIa})$$

Sowohl s als t nehmen daher mit x ab und s ist grösser als t . Bei der Berechnung der Blechstärke eines Kugelbodens genügt es also, bloss s zu ermitteln und, wenn man im Boden gleiche Blechdicke anwendet, nur das s des tiefsten Bodenpunktes. Für diesen gilt

$$s = \frac{1}{2} \gamma h R = t \dots \dots \dots (\text{VII})$$

Wo der Kugelboden an die aufrechten Gefässwände stösst, pflegt man ihn an einem Auflager- ringe zu befestigen. Derselbe soll stark genug sein, um ohne Mithülfe der aufrechten Gefässwände den vom Boden übertragenen Zug aufzunehmen. Nennt man den Halbmesser des Auflager- ringes r , das Gewicht des Behälterinhaltes G und den wagrechten Druck, welchen der Auflager- ring zu ertragen hat, D , so erfordert das Gleichgewicht der lothrechten und wag- rechten Kräfte, dass (vergl. Fig. 4 und 5)

$$D = s \sin \alpha r \text{ und } G = s \cos \alpha 2 r \pi$$

woraus

$$D = \frac{G \tan \alpha}{2 \pi} \dots \dots \dots (\text{VIII})$$

folgt. Es ist für

$\alpha =$	30°	45°	60°	75°
$\frac{D}{G} =$	0,0924	0,159	0,273	0,594

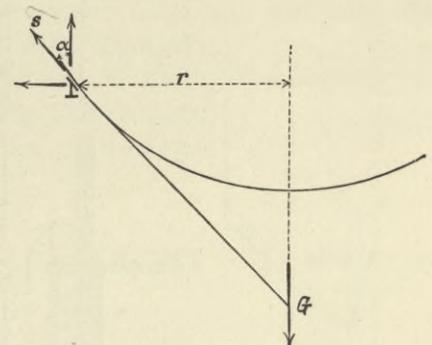


Fig. 4

Bezüglich der Berechnung eines Kugelbodens soll nur noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass sich bei Einbau eines Treppencylinders (Fig. 6) die Spannung im Durchdringungskreis a beinahe auf das Doppelte erhöht; will man mit einer einzigen Blechstärke auskommen, so muss man z. B. bei ungefähr 6% Spannungsvergrößerung den Boden in seinem untersten Theile nach einer Umdrehungsfläche krümmen, welche die obere Kugel in einem Kreise berührt, dessen Halbmesser $y = 4r_1$ ist, wobei r_1 den Halbmesser des Treppencylinder- querschnittes bedeutet.

Nach den entwickelten Formeln sind viele Behälter mit Kugel- böden konstruirt, so der von Thometzek für 500 cbm Inhalt entworfene und erbaute zu Mülheim a. Rh., welcher aus Sparsamkeitsrücksichten ohne Umhüllung auf den Thurm gesetzt und bloss überdacht worden ist. Wie Herr Director Thometzek mittheilt, haben sich Uebelstände weder im Winter noch im Sommer ergeben. Die Baukosten des Thurms, welcher auch zwei Arbeiterwohnungen enthält, vertheilen sich nach der Abrechnung in runden Zahlen, wie folgt:

I. Erdarbeiten	.....	M.	640
II. Maurerarbeiten	.....	"	7850
III. Maurermaterial	.....	"	14320
IV. Zimmerarbeit und Material	.....	"	1420
V. Dachdecker- und Klempnerarbeiten	.....	"	1150

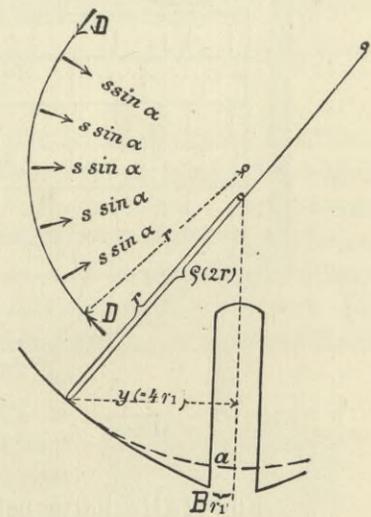


Fig. 6

VI. Schreinerarbeiten	M.	930
VII. Schlosser- und Schmiedearbeiten	"	340
VIII. Maschinenbauarbeiten	"	19400
IX. Glaser- und Anstreicherarbeiten	"	760
X. Wasserinstallation und Kanal	"	300
XI. Insgemein (Entwurf, Bauaufsicht, Reisen, Gratification etc.)	"	2290

zusammen M. 49400

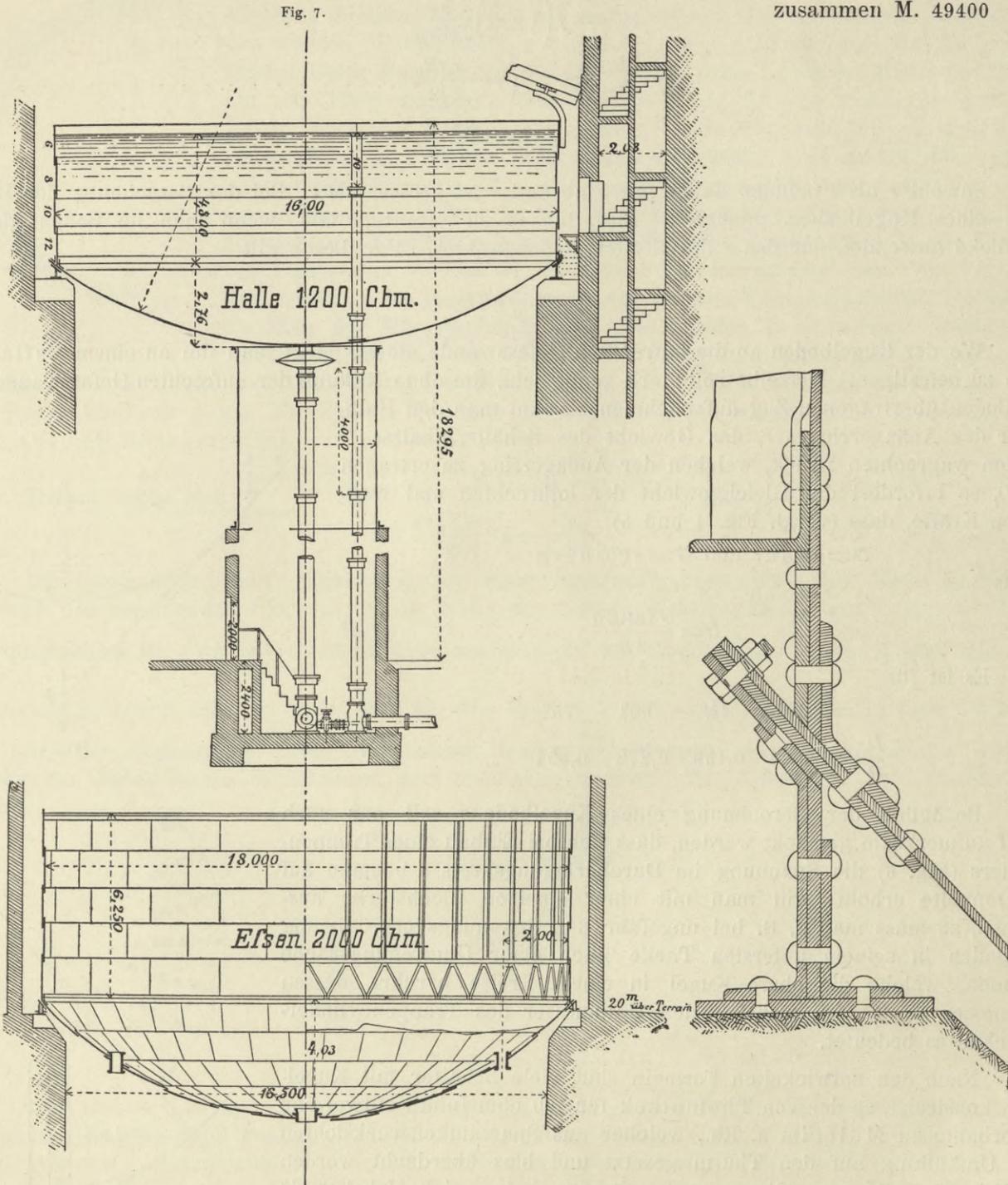


Fig. 8.

Fig. 9.

Für Halle hatte bei der Ausschreibung ein Entwurf (1200 cbm Inhalt) vorgelegen, in welchem der Auflagering zu schwach angenommen war. Die Bauleitung nahm bereitwillig die von Prof. Intze abgeänderte Konstruktion an, welche eine grössere Pfeilhöhe der Bodenwölbung und einen stärkeren Auflagering aufweist (Fig. 7).

Für Essen, dessen Thurmbehälter mit 2000 cbm Fassungsvermögen wohl der grösste schmiedeeiserne in Deutschland, wenn nicht überhaupt der grösste existirende (in Schmiedeeisen)¹⁾ ist, lag eben-

¹⁾ Gegenwärtig (1897) sind bereits grössere schmiedeeiserne Behälter für Wasserthürme aufgeführt, so z. B. nach Intze's Patent und Berechnung von 2100 cbm Inhalt in dem umgebauten Wasserthurm der Stadt Lübeck.

falls bei der Ausschreibung ein Entwurf vor, der nicht vollständig zur Ausführung kam. Prof. Intze änderte mit Rücksicht auf die Sackungen, welchen die dortige durch den Bergbau unterwühlte Gegend ausgesetzt ist, den Auflagerring, indem er ihn aus Walzeisen statt aus Gusseisen machte und auf einfache Weise aus U-Eisen zusammenfügte; auf den Ring setzte er ein steifes Fachwerk aus Winkeleisen, welches ebenfalls den nachtheiligen Einfluss von Sackungen zu mildern hat (vgl. Fig. 8 und 9); auch die Pfeilhöhe der Bodenwölbung wurde hier vergrößert.

Den rein technischen Bemerkungen möge eine architektonische folgen: hohe Wasserthürme nach Art der vorgeführten bilden lange aufrechte Walzen, bei welchen eine äussere Wirkung nur durch künstliche, kostspielige Zuthaten, mächtig ausladende Gesimse, Strebepfeiler, Treppenthürmchen und dergl. zu erreichen wäre. Die Schwierigkeit der künstlerischen Aufgabe zeigt deutlich der Entwurf eines Wasserthurmes für eine rheinische Stadt, bei welcher der Wasserspiegel in die bedeutende Höhe von 43 m über Erdboden kommen sollte. Leichter ist dieselbe bei geringer Erhebung, wie bei dem ersten von Prof. Intze herrührenden Entwurf eines Thurmes für die Stadt Remscheid, dessen von Prof. Damert in Aachen herrührende Architektur auch bei der späteren Ausführung beibehalten wurde. Der Thurm dient gleichzeitig als Aussichtsturm und soll mit seinen Quadern und farbigen Verblendsteinen recht ansprechend wirken.

Der Wasserthurm von Remscheid gab dazu den Anlass, dass Prof. Intze noch weitere Berechnungen über Behälterkonstruktionen anstellte, mit der Absicht nachzuforschen, ob sich nicht durch Abweichung von der Kugelform nennenswerthe Ersparnisse erzielen lassen. Der Kugelboden hat den Nachtheil, keine aufwickelbare Fläche darzustellen, so dass sich die ursprünglich ebenen Bleche nicht derart in ihre spätere Form überführen lassen, dass jede auf ihnen gezogene Linie vor und nach der Krümmung dieselbe Länge hat. Mit anderen Worten, es müssen beim Kümpeln Streckungen oder Zusammendrückungen der Bleche vorgenommen werden, wodurch sie leiden können; gleichzeitig wird die Erzeugung des Behälters etwas schwieriger. Diese Uebelstände liessen sich durch Benutzung eines hängenden Kegelbodens vermeiden. Bei einem solchen Boden ist (vgl. Fig. 10)

$$s = \gamma \frac{l}{2f} y \left(h - \frac{2}{3} x \right) \dots \dots \dots \text{(IX)}$$

$$t = \gamma \frac{l}{f} y (h - x) \dots \dots \dots \text{(X)}$$

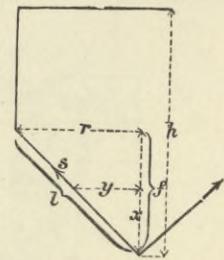


Fig. 10.

Zum Maximum wird s für $x = \frac{3}{4} h$ und t für $x = \frac{1}{2} h$. Bestimmt man nach diesen grössten Werthen die Blechstärke, so zeigt sich, dass hängende Kegelböden bei gleicher Neigung am Auflagerring etwa 40% schwerer werden als Kugelböden und daher nicht zu empfehlen sind.

Nunmehr ging Prof. Intze dazu über, die stützenden Kegelböden der ihm patentirten Behälterkonstruktionen zu untersuchen, bei welchen der Auflagerring nicht mehr an die höchste Stelle des kegelförmigen Bodens, sondern tiefer gelegt wird, und der Boden oberhalb des Auflagerringes — der Aussenboden — nicht mehr hängt, sondern trägt. Es hat diese Anordnung den Vortheil, dass der Auflagerring und das ihn tragende Mauerwerk einen kleineren Durchmesser erhalten und entsprechend billiger werden, unter Umständen auch, dass die Gefahr nachtheiliger Sackungen sich verringert, weil das Mauerwerk auf einem weniger ausgedehnten, daher gleichmässigeren Baugrund ruht; als aufwickelbare Fläche lässt sich der stützende Kegelboden gerade so wie der hängende aus ungekämpelten Blechen bilden. Was die statischen Verhältnisse anbelangt, so wird ein oberhalb des Auflagerringes gelegenes Bodentheilchen nicht wie früher nur durch Zugkräfte in Anspruch genommen, es treten vielmehr wagrechte Zugkräfte und senkrecht zu ihnen in der Richtung der Erzeugenden wirkende Druckkräfte auf. Bei Druckkräften allein wäre ein Zerknicken des Bodens zu fürchten; dem Einknicken wirken aber die Zugkräfte entgegen, welche die Gefässwände anspannen, und so ist es möglich, für dieselben einfach Blech zu nehmen.

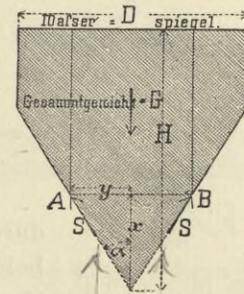


Fig. 11.

Neben den aus der Figur 11 ersichtlichen Benennungen soll G das Gesamtgewicht des bis zur untern Kegelspitze — mag diese wirklich bestehen oder nur

gedacht sein — gefüllten Behälters, S die in der Richtung der Kegelerzeugenden auf einen Meter des Kreisumfanges wirkende Druckkraft bezeichnen und T die wagrecht in der Mantelfläche auf einen Meter Erzeugende wirkende Zugkraft. Dann lautet die Bedingungsgleichung für das Gleichgewicht der lothrechten Kräfte *(solvi dicitur seu pntzungey mitaufalle x y)*

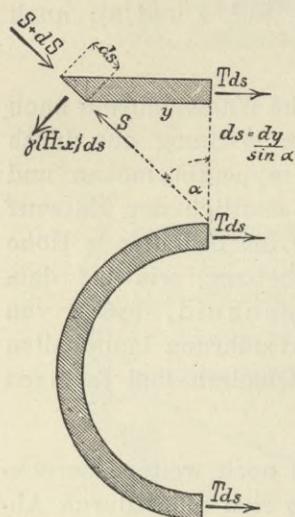


Fig. 12.

$$S \cos \alpha \cdot 2y \pi = G - y^2 \pi \gamma \left(H - \frac{2}{3} x \right)$$

woraus:

$$S = \frac{G}{2y \pi \cos \alpha} - \frac{\gamma y \left(H - \frac{2}{3} x \right)}{2 \cos \alpha} \dots \dots \dots \text{(XI)}$$

Die Bedingungsgleichungen für das Gleichgewicht der wagrechten Kräfte eines Ringstreifens liefert (vergl. Fig. 12)

$$2 T ds = \gamma (H - x) ds \cos \alpha \cdot 2y - d(S \sin \alpha \cdot 2y)$$

worin $ds = \frac{dy}{\sin \alpha}$ ist. Es findet sich

$$T = \gamma \left(\frac{H - x}{\cos \alpha} \right) y \dots \dots \dots \text{(XII)}$$

Statt innerhalb des Auflagerringes den Kessel durchhängen zu lassen, kann man hier ebenfalls den Boden ansteigen lassen, mit anderen Worten einen Kegelboden als Gegenboden (Innenboden) ausbilden. Die Kräfte ergeben sich bei Bezeichnungen, welche den bisher benutzten ähneln

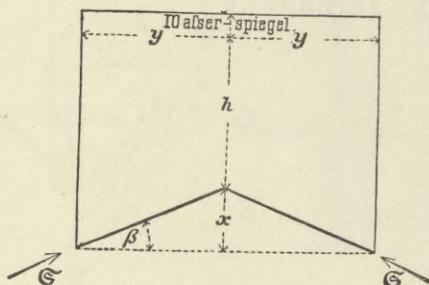


Fig. 13.

$$\mathfrak{S} = \gamma \frac{h + \frac{2}{3} x}{2 \sin \beta} y \dots \dots \dots \text{(XIII)}$$

$$\mathfrak{T} = \gamma \frac{h + x}{\sin \beta} y \dots \dots \dots \text{(XIV)}$$

\mathfrak{T} ist demnach fast doppelt so gross wie \mathfrak{S} und für die Blechstärke massgebend.

Für einen Kugelboden als Innen- oder Gegenboden findet sich (vergl. Fig. 14)

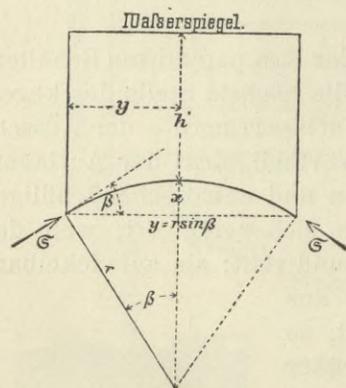


Fig. 14.

$$\mathfrak{S} = \frac{\gamma y \left(h + \frac{x}{2} \right)}{2 \sin \beta} = \gamma \left(h + \frac{x}{2} \right) \frac{r}{2} \dots \dots \dots \text{(XV)}$$

$$\mathfrak{T} = \gamma (h + x) r - \mathfrak{S} = \gamma \left(h + \frac{3}{2} x \right) \frac{r}{2} \dots \dots \dots \text{(XVI)}$$

Während der stützende Kegelboden den Auflagerring zusammenzupressen sucht, trachtet der Gegenboden ihn auseinanderzureissen; dadurch gibt er die Möglichkeit an die Hand, den Auflagerring von jeder Beanspruchung im wagrechten Sinne zu befreien. Zu diesem Zwecke muss man (Fig. 15)

$$S \sin \alpha = \mathfrak{S} \cos \beta$$

machen oder

$$\cos \beta = \frac{S}{\mathfrak{S}} \sin \alpha.$$

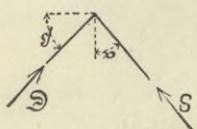


Fig. 15.

Der Auflagerring darf dann bedeutend leichter sein als bei den gewöhnlichen, durchhängenden Böden und da die in ihm herrschende wagrechte Spannung, sowohl bei vollem als bei leerem Reservoir Null ist, arbeitet er bei Schwankungen des Wasserspiegels fast gar nicht auf dem Mauerwerk herum: er wird wohl höher und niedriger aber nicht weiter und enger.

Wenn der Gegenboden bei einem bedeutenderen Behälter selbst etwas grösser wird, so fällt seine Absteifung nicht mehr leicht aus. Es ist dann von Vortheil, den Gegenboden mit einem mittleren Hängeboden, wie Fig. 16 andeutet, zu versehen, wodurch die Kraftwirkungen am Auflagering nicht geändert werden. Der Hängeboden besitzt dann wenig Flächeninhalt und erhält einen kleinen Krümmungshalbmesser, daher geringe Spannung, und bedarf, wo er an den Gegenboden stösst, nur eines leichten Befestigungsringes, für den meistens ein gewöhnliches Winkeleisen von 100 bis 150 mm Schenkelbreite genügt.

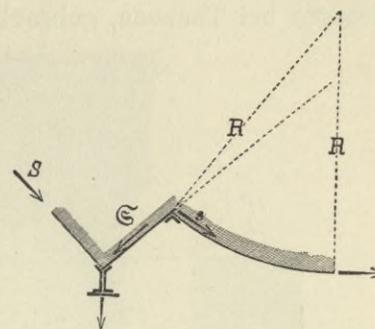


Fig. 16.

Eine anderweitige Verbindung von durchhängenden und stützenden Theilen eignet sich für grössere Behälter mit innerer Wendeltreppe, indem es sich bei ihnen empfiehlt, den Kegelboden in ein Gerippe von Trägern und Gurtböden mit zeltartig durchhängenden Blechen aufzulösen, welche sehr dünn ausfallen, wenn man den Pfeil tief, also den Krümmungshalbmesser ρ der durchhängenden Bögen (Fig. 17) klein wählt.

Hat man in einem vorliegenden Falle eine der besprochenen Grundformen gewählt, so muss man daran gehen, das günstigste Verhältniss von Höhe und Breite festzustellen, weil die Wahl dieser Ausmaasse die Kosten wesentlich beeinflusst. Für die verschiedenen Theile, Wandung, Boden, Mauerwerk u. s. f. bildet man je einen algebraischen Ausdruck, also eine Gleichung, in welcher die Kosten auf der linken Seite, eine der veränderlichen Dimensionen auf der rechten Seite steht. Die Addition liefert die Gesamtkosten des Behälters, bei welchem man noch die kapitalisirten Betriebskosten berücksichtigen kann. Man rechnet für einige Werthe die Gesamtkosten aus, trägt das Ergebniss graphisch auf und wählt die günstigste Form. Die graphische Darstellung (Fig. 18) zeigt eine solche für durchhängenden Kugelboden und Kegelboden mit Gegenboden, anlässlich des Entwurfs eines Behälters für das Salzbergwerk Neu-Stassfurt durchgeführte Ermittlung, aus der hervorgeht, dass ein Kegelboden mit Gegenboden weit billiger als ein durchhängender Kugelboden ist; zur besseren Uebersicht sind die betrachteten Einzelformen über den Kostenbeträgen skizzirt. Zu einem ähnlichen Schlusse gelangte das schon früher erwähnte Betriebsamt der rheinischen Bahn, welches die beiden Formen der Behälter von 300 cbm Inhalt verglich und die Gesamtkosten der beiden Ausführungen gleich M. 13 500 bzw. M. 17 000 fand.

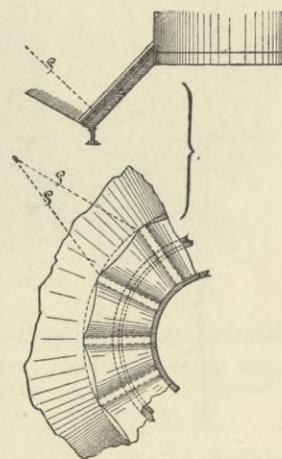


Fig. 17.

Als Beispiele für die Anordnung von Behältern mit Kegel- und Gegenboden seien ferner folgende Wasserthürme angeführt, deren Konstruktion von Prof. Intze und deren Architektur von Prof. Damert stammt:

Wasserthurm für die Stadt Remscheid, 400 cbm Inhalt; bereits erwähnt, er kostete M. 4000 weniger, als er bei durchhängendem Boden erfordert haben würde.

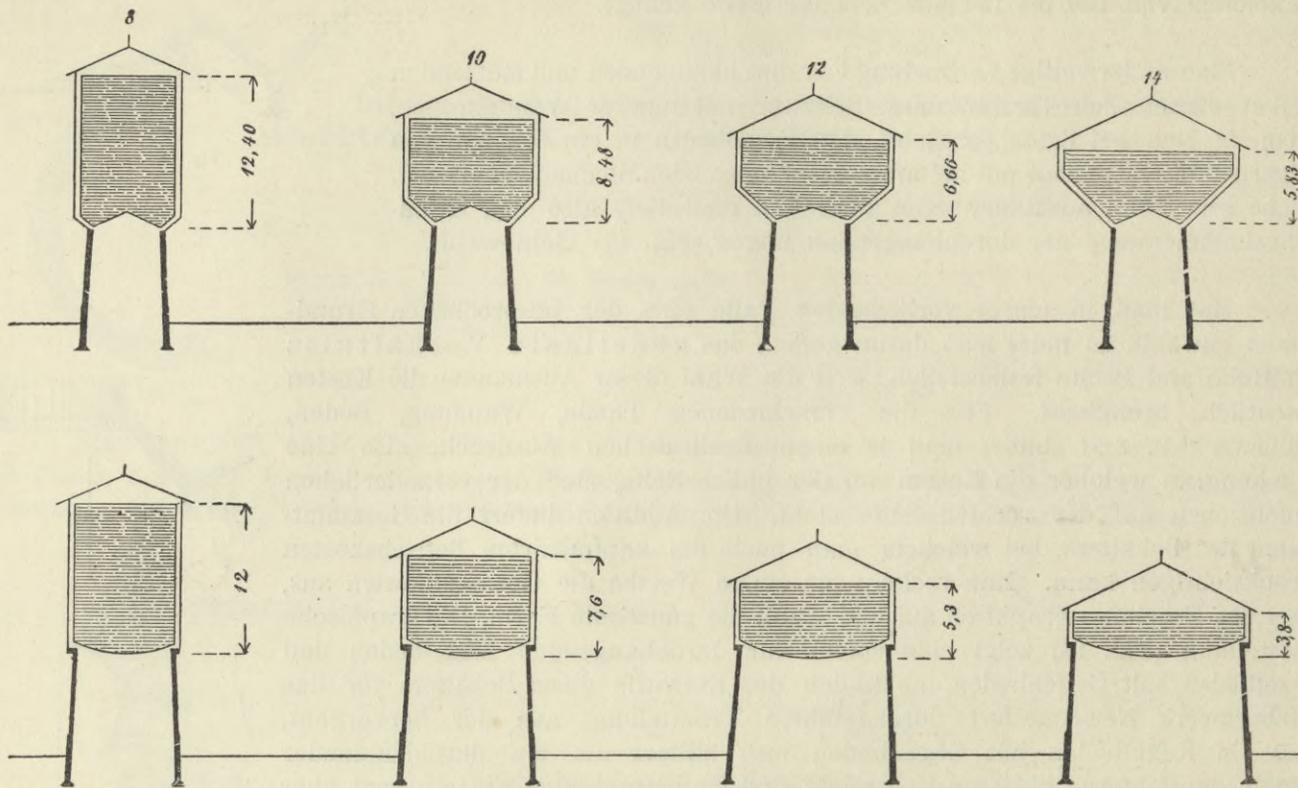
Entwurf für die Stadt Szegedin, mit einigen architektonischen Aenderungen vom Erbauer des dortigen Wasserwerks, Herrn Grahn, zum Bau in Aussicht genommen.

Doppelwasserthurm für die Stadt Diedenhofen, Gesamtinhalt 1000 cbm, zeichnet sich durch seine architektonische Ausbildung als Stadthor aus.

Wasserthurm für die Stadt Düren (Fig. 19 und 20), 550 cbm, der Wasserspiegel 45 m über Erdboden, sieht besser aus, als der oben erwähnte projektirte Thurm einer rheinischen Stadt, welcher ungefähr dieselbe Höhe, 43 m, aber keine obere Auskragung erhalten sollte.

Mit den Wasserbehältern in baulicher Hinsicht nahe verwandt sind die Oelbehälter. Erstere, oben offen, bildet man als Cylinder aus, weil dadurch bei gegebenem Inhalt die Aussenfläche — von der Grundfläche werde abgesehen — am kleinsten wird; bei letzteren nähert man sich, weil sie oben

geschlossen sind, am besten der Kugelgestalt. Für den Boden gilt alles schon beim Wasser Gesagte. Als Beispiel sei der von Prof. Intze entworfene Behälter der Riebeck'schen Montanwerke, Fabrik Reussen bei Theissen, gebracht, welcher 500 cbm fasst.



Baukosten und Betrieb.

Reine Baukosten.

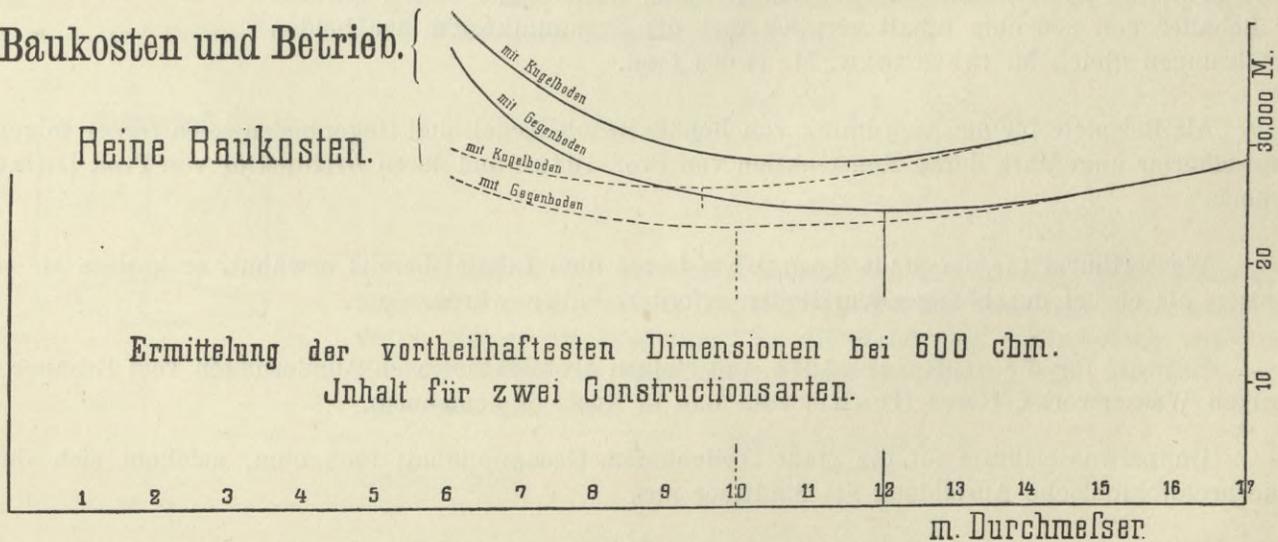


Fig. 18.

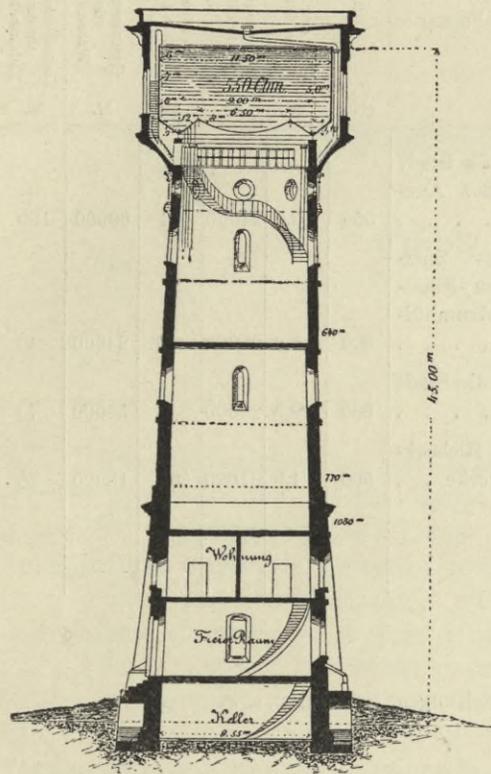


Fig. 19.

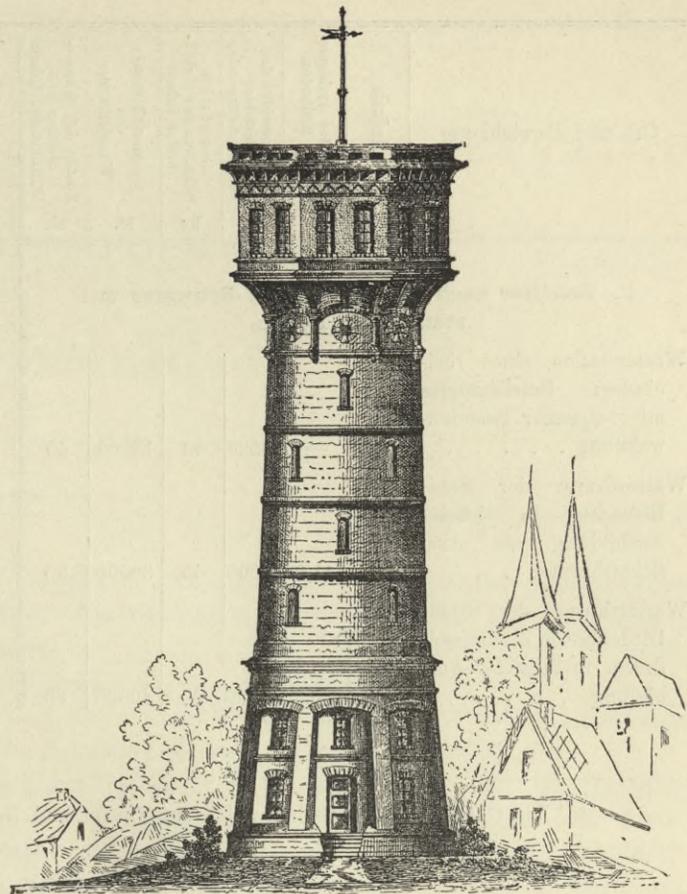


Fig. 20.

Den Schluss mag die folgende Tabelle bilden, deren Angaben über das Gewicht der Behälter und die Kosten des Wasserthurmes per Kubikmeter Inhalt jene Ersparnisse lehren, welche eine sorgsame Erwägung und Prüfung der Formgebung und Kraftwirkung erzielen liess.

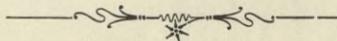
Vergleich der Gewichte von Wasserbehältern und Kosten von Wasserthürmen bei Anwendung flacher, hängender und stützender Behälterböden.

Ort und Bezeichnung	Inhalt cbm	Höhe des Auflegers über Erdboden m	Eisengewicht des Behälters sammt Auflagerring kg	Gewicht des Behälters per Kubik- meter Inhalt kg	Gesamtkosten ¹⁾ des Wasserthurms M.	Kosten des Wasser- thurms pro Kubikmeter Inhalt M.	Ort und Bezeichnung	Inhalt cbm	Höhe des Auflegers über Erdboden m	Eisengewicht des Behälters sammt Auflagerring kg	Gewicht des Behälters per Kubik- meter Inhalt kg	Gesamtkosten ¹⁾ des Wasserthurms M.	Kosten des Wasser- thurms pro Kubikmeter Inhalt M.
A. Flache Böden auf I-Trägern.							Wasserthurm der Stadt						
Wasserstation eines rheinischen Betriebsamtes ohne Beamtenwohnung	100	—	19790	198	11300	113	Mülheim a. Rh. ohne Ummantelung des Behälters	584	27,0	43000	74	49400	85
Wasserthurm der Stadt Gouda	250	—	35000	140	—	—	Wasserthurm der Stadt München-Gladbach	600	31,0	50000	83	66000	110
B. Durchhängende Böden und äusserer Auflagerring.							Wasserthurm für die Stadt Bremerhaven (Vergleichsentwurf)	660	18,5	48000	73	70000	106
Wasserstation eines rheinischen Betriebsamtes mit kleiner Beamtenwohnung	300	—	19100	64	17000	57	Wasserthurm der Stadt Halle in reicher Ausbildung	1200	11,0	66100	55	150000	125
Wasserthurm einer rheinischen Stadt in einfacher Ausbildung	550	40,0	—	—	70000	130	Wasserthurm der Stadt Essen in reicher Ausbildung	2000	20,0	96000	48	180000	90

¹⁾ Die Gesamtkosten beziehen sich auf Thurm und Behälter ohne Rohrleitungen, Schieber u. s. w.

Ort und Bezeichnung	Inhalt						Ort und Bezeichnung	Inhalt					
	cbm	m	kg	kg	M.	M.		cbm	m	kg	kg	M.	M.
C. Behälter nach der patentirten Bauweise mit stützendem Boden.							Wasserthurm für die Stadt Düren in reicher Ausbildung	550	40,0	24000	44	60000	109
Wasserstation eines rheinischen Betriebsamtes mit bequemer Beamtenwohnung	300	—	14500	48	13500	45	Wasserthurm des Salzbergwerks Neu-Stassfurt mit Holzumhüllung.	600	8,0	28000	47	24000	40
Wasserthurm der Stadt Remscheid in reichster Ausbildung als Aussichtsturm	400	11,0	18000	45	38000	95	Wasserthurm für die Stadt Bremerhaven	660	18,5	29000	44	50000	75
Wasserthurm der Stadt Diedenhoven als Doppelthurm in reichster Ausbildung	500	25,0	22000	45	40000	80	Oelbehälter der Riebeck-schen Montanwerke . .	500	1,0	31000	62	13000	26

1) Die Gesamtkosten beziehen sich auf Thurm und Behälter ohne Rohrleitungen, Schieber u. s. w.



Kurze Beschreibung der wesentlichen Anordnungen bei Hochbehältern nach Intze's System.

Zur Aufspeicherung von Wasser, Oel und sonstigen Flüssigkeiten in grösseren Quantitäten wurden Hochbehälter älterer Konstruktion bisher in Metallblechen entweder mit flachem Boden konstruirt und durch gerade Träger unterstützt, oder bei cylindrischem Mantel mit einem äusseren Auflagerringe versehen, zwischen welchem der kugelförmige Boden frei durchhing.

Im Gegensatz hierzu geht nun Professor Intze davon aus, für Blechreservoirs eine ringförmige Auflagerung anzuwenden, welche einen kleineren Durchmesser besitzt als der Cylindermantel.

Durch diese Anordnung wurde die Möglichkeit geboten, den Auflagerring von Horizontalkräften zu entlasten, da die nach Aussen und nach Innen überstehenden Theile des Reservoirbodens leicht so geneigt und beansprucht werden können, dass die Horizontalkomponenten der in den achsialen Vertikalschnittebenen am Auflagerringe auftretenden Kräfte sich kompensiren, dass mithin nur vertikale Kräfte für den Auflagerring übrig bleiben.

Das Konstruktionsprinzip gestattet nun, wie die zahlreichen unten angegebenen Ausführungen nachweisen, ausserordentlich vielseitige Modifikationen der Gesamtform.

Der wesentliche praktische Nutzen des Intze'schen Reservoir-Systems gegenüber der bisherigen Konstruktionsweise zeigt sich nun hauptsächlich in folgenden Punkten:

1. Durch den Ausgleich der Horizontalkräfte am Auflagerringe kann nicht nur ein leichter, vortheilhaft ganz in Walzeisen (oder in weichem Stahl) zu konstruirender, daher fest mit dem Reservoir zu vernietender Auflagerring angewandt werden, sondern es fällt auch die Gesamtkonstruktion des Reservoirs (in Eisenblech) relativ leicht aus.
2. Da sowohl bei leerem als auch bei vollem Reservoir gar keine oder doch nur sehr kleine Horizontalkräfte für den Auflagerring resultiren, so erleidet derselbe gar keine oder eine nur geringe Ringspannung. Er überträgt nicht, wie das sonst der Fall ist, bedeutende Horizontalkräfte und damit auch Ringdruckkräfte auf die stützende Mauerung; andererseits ist damit die Tendenz, Bewegungen des Auflagerringes auf dem Mauerwerk hervorzurufen, beseitigt.
3. Durch die vom Auflagerringe nach Aussen und nach Innen ansteigenden benachbarten Bodentheile werden nicht nur der Auflagerring und diese Bodentheile, sondern auch alle Theile der Reservoirkonstruktion sehr leicht zugänglich; sie können daher sehr leicht revidirt, eventuell reparirt und in Anstrich gehalten werden.
4. Die Stützung des Reservoirs fällt bei kleinem Durchmesser derselben, da eine gleichmässige Ausnutzung der Festigkeit des Mauerwerks leicht möglich ist, relativ leicht aus, wodurch eine billige Gesamtanordnung resultirt. Bei grossen Höhen ist mit Vortheil eine Stützung in Eisen in Anwendung gebracht, da deren Eigengewicht sehr leicht und billig wird.
5. Die Umhüllung der Reservoirs ist in Stein, in Holz und in neuester Zeit auch in leichtem Rabitz'schem Cement-Putz auf Drahtgewebe ausgeführt und meistens mit leichtem Eisengerippe der Art versehen, dass ein bequem zugänglicher Raum zwischen Reservoir und Umhüllung geschaffen wird. Die Ueberdachung ist in sehr verschiedenen Dachdeckungs-materialien ausgeführt und vortheilhaft durch ein mit dem Reservoir-Mantel und mit der Umhüllung verbundenes, daher gegen Sturm sicher versteiftes Eisengerippe getragen worden. Besonders wurde Holzcementdeckung auf leichten Gewölben (Schwemmsteine und hohle Ziegel) oder Doppelpappdach mit Asphaltanstrich auf Rabitz'schem Putze angewandt.

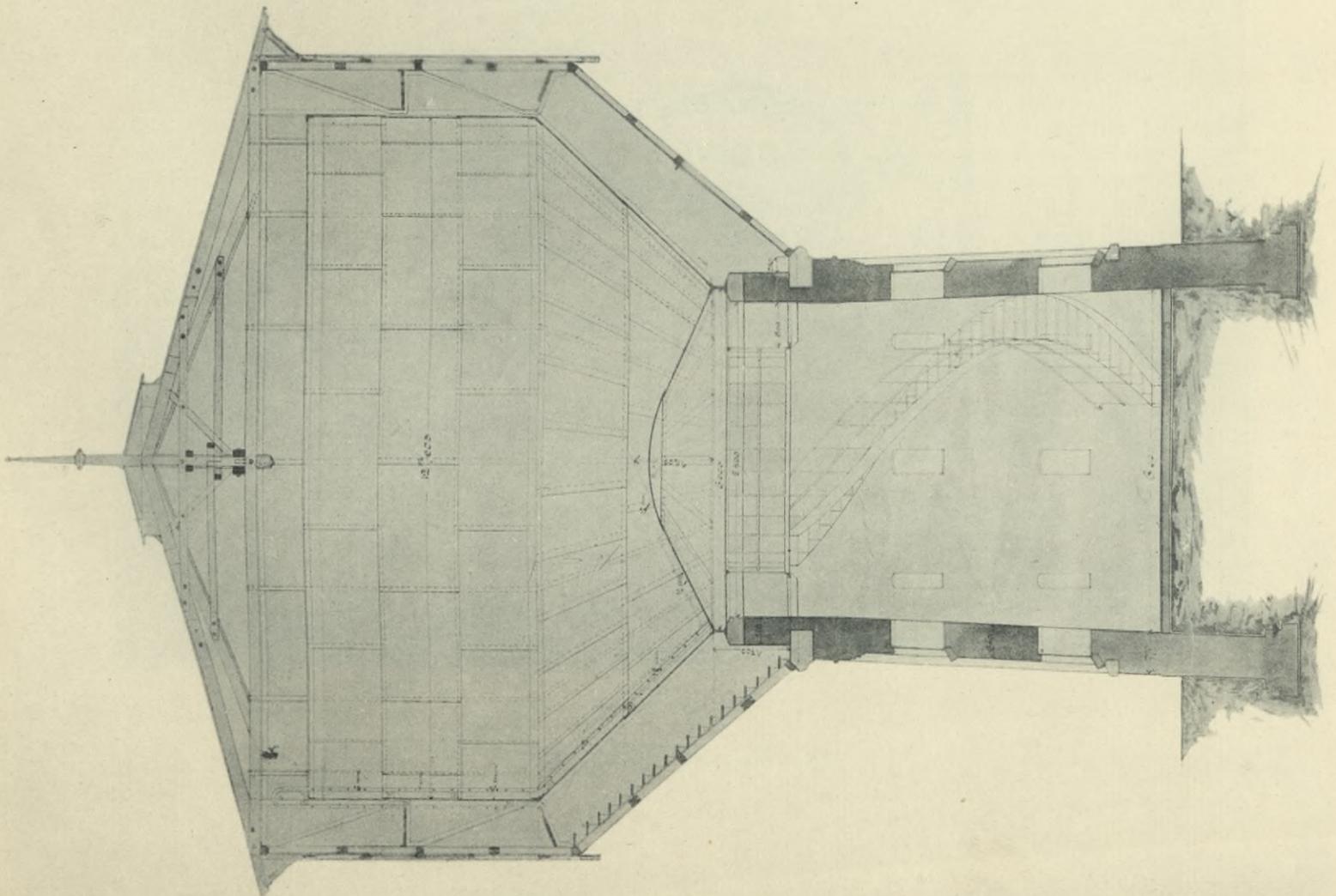
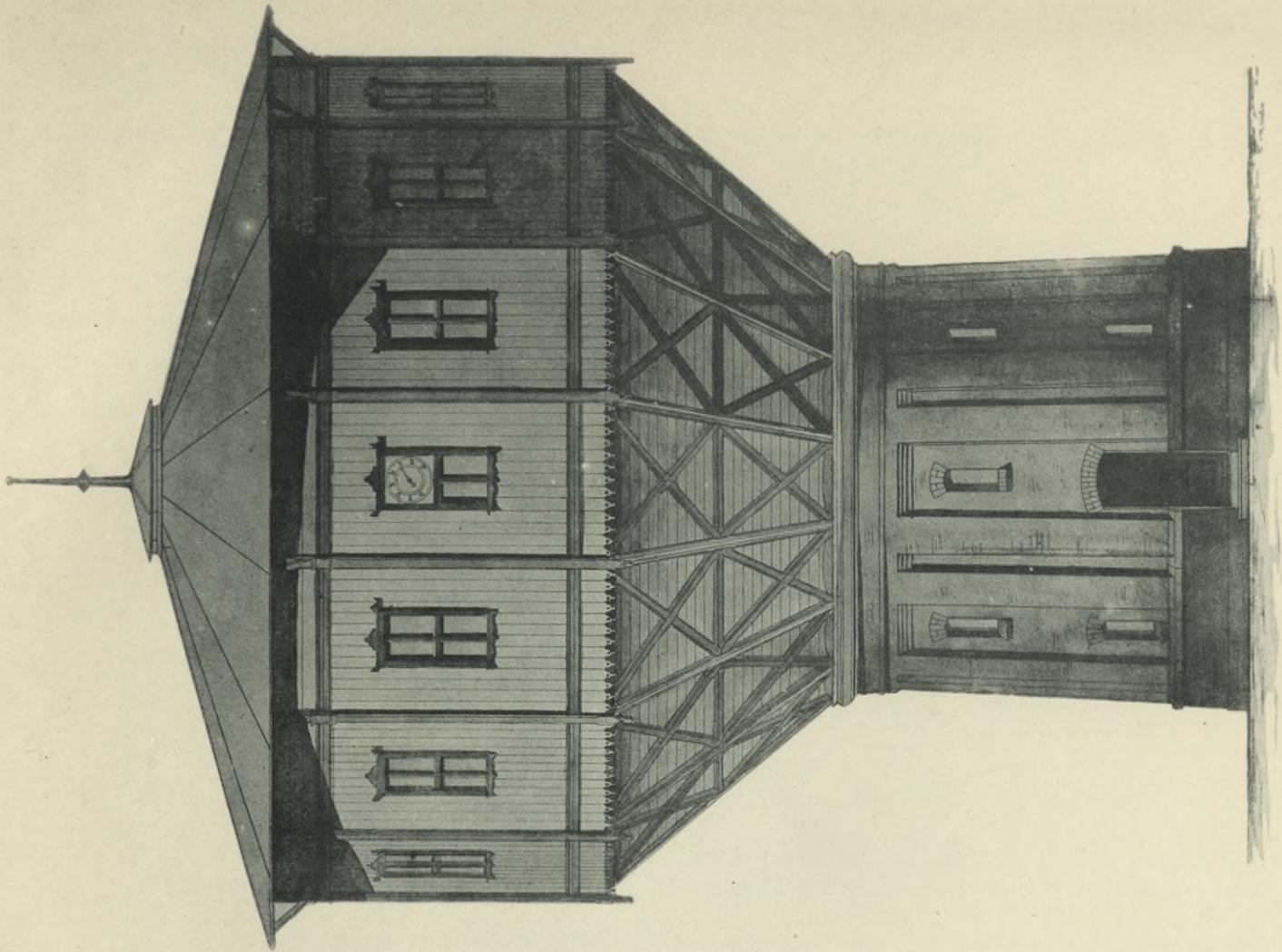
Bei geringer Höhe wird eventuell eine für sich freistehende leichte Hülle, ganz getrennt von der wesentlich kleineren Mittelstütze, in Anwendung gebracht.

6. Bei unzuverlässigem Untergrunde, der durch schlechte Beschaffenheit oder durch Unterwühlen des Bodens nachgibt, kann man, wie dies bereits in einigen Fällen konstatiert ist, durch die vorliegende Konstruktionsweise wegen des kleineren Umfanges, der besser zusammenhängenden Fundamente und durch die steife Auflagerform des ganzen Bodens grössere Sicherheit gegen etwaige Beschädigungen der Gesamtanlage schaffen.
7. Die vorliegende Konstruktionsweise ermöglicht bei vorhandenen durchgehenden stützenden Konstruktionen (wie z. B. bei Schornsteinen) die leichte Anordnung von zugänglichen Hochreservoirs (selbst in 25 bis 30 Meter Höhe) ohne nennenswerthe Mehrkosten für die Stützung, wie dies schon mehrfach mit Vortheil bei Fabrikschornsteinen zur Ausführung gebracht wurde.
8. Durch zahlreiche Ausführungen ist nachgewiesen, dass Intze's Reservoir-System charakteristische und trotz billiger Ausführung recht gefällige Formen für Wasserthürme ergeben hat, selbst unter den abweichendsten Bedingungen, was Höhe, Inhalt und Durchmesser anbetrifft; während bisher in der Regel die architektonische Wirkung älterer Wasserthurm-Konstruktionen, wenn nicht etwa die Mittel sehr verschwenderisch angewandt wurden, als eine schwerfällige bezeichnet werden musste.
9. Endlich mag erwähnt werden, dass die bisweilen gewünschte Anordnung zweitheiliger Hochreservoirs durch das Intze'sche System mit einfacher Ringstützung dadurch in vortheilhafter Weise möglich geworden ist, dass der mittlere durchhängende kugelförmige Theil des Gegenbodens nach oben in seiner Kugelform (eventuell unter Hinzufügung eines Cylinders) verlängert wurde, wie dies z. B. beim Hochreservoir für das Wasserwerk der Stadt Diedenhofen mit 600 cbm Total-Inhalt und beim Hochreservoir des Centralbahnhofes in Frankfurt a. M. mit 800 cbm Total-Inhalt geschehen ist.

Die verhältnissmässig grosse Zahl der nachfolgend genannten Ausführungen von Wasserthürmen und sonstigen Hochbehältern nach Intze'schem Reservoir-System, welche im Laufe von 14 Jahren fast sämmtlich nach genauen statischen Berechnungen des Prof. Intze errichtet wurden, und welche im Ganzen einen Kostenaufwand von circa 10 Millionen Mark erforderten, sowie die fortschreitende Verbreitung, welche die Anwendung des Intze'schen Systems durch das erfreuliche Entgegenkommen der Herren Spezialtechniker und der verehrlichen Behörden des In- und Auslandes erfährt, dürften die Bedeutung dieses Systems wohl ausser Frage stellen.

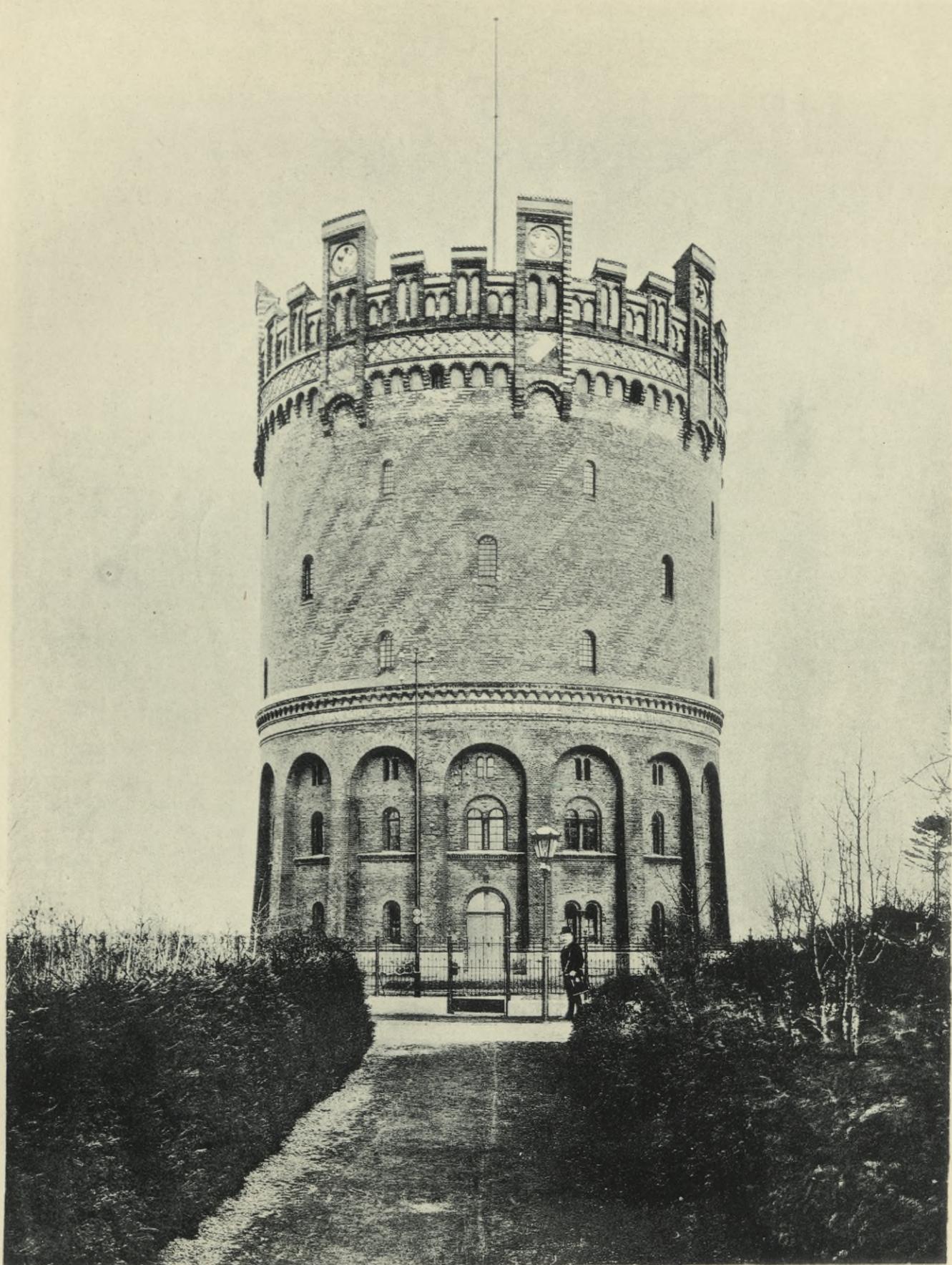






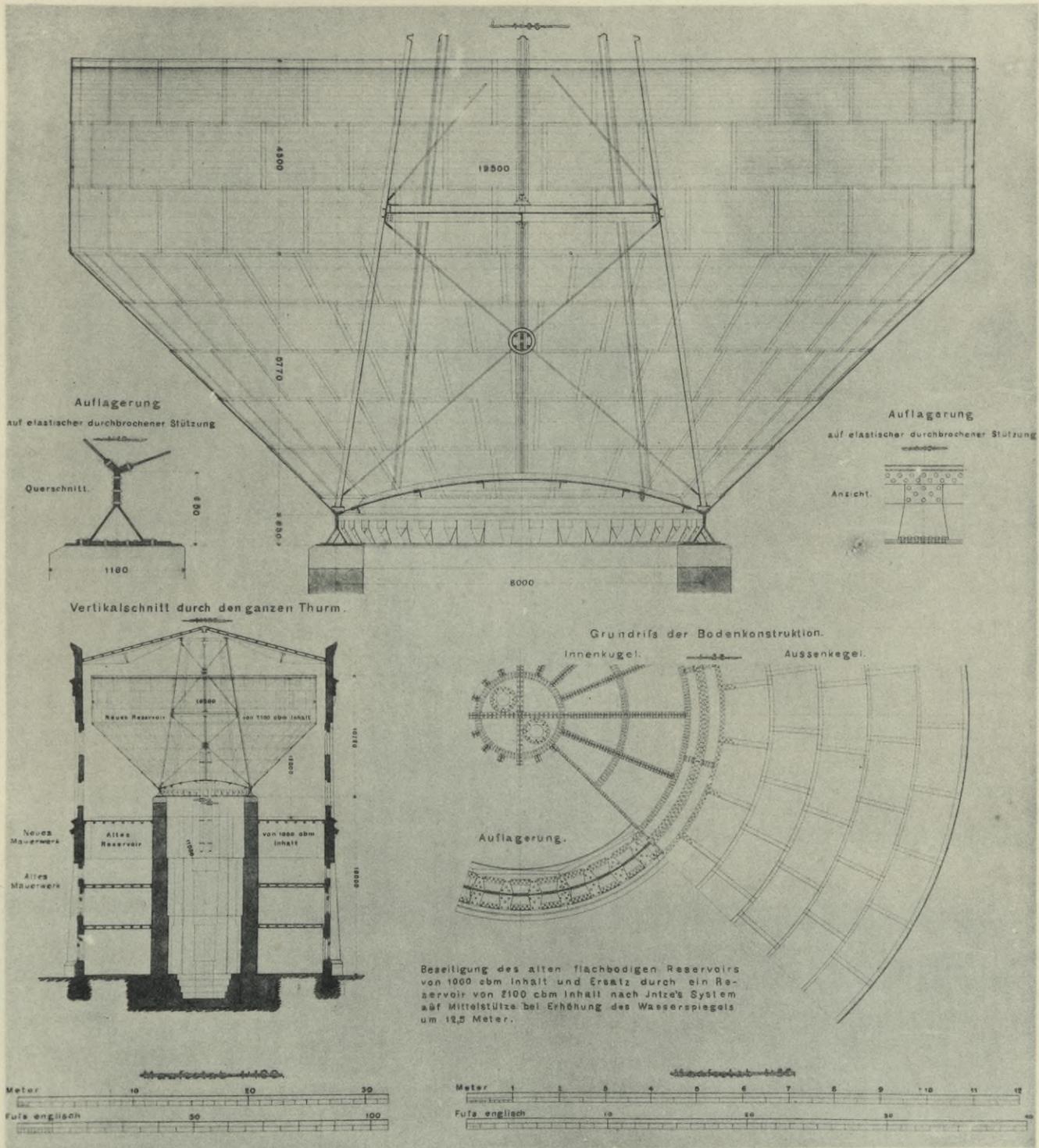
Wasserturm, 600 cbm. Salzbergwerk Neu-Stassfurt.





Wasserthurm Lübeck, 2100 cbm.





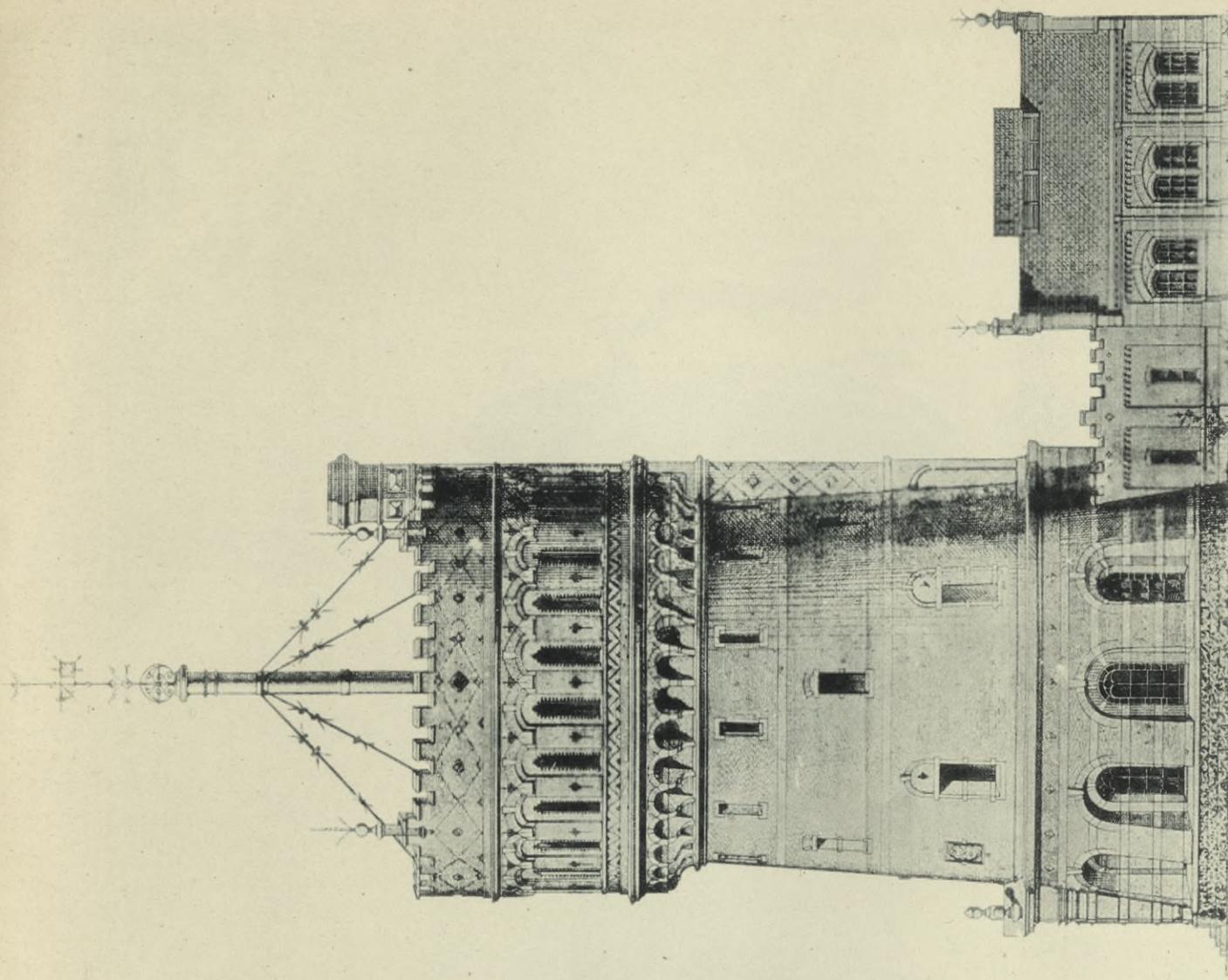
Wasserturm Lübeck, 2100 cbm.



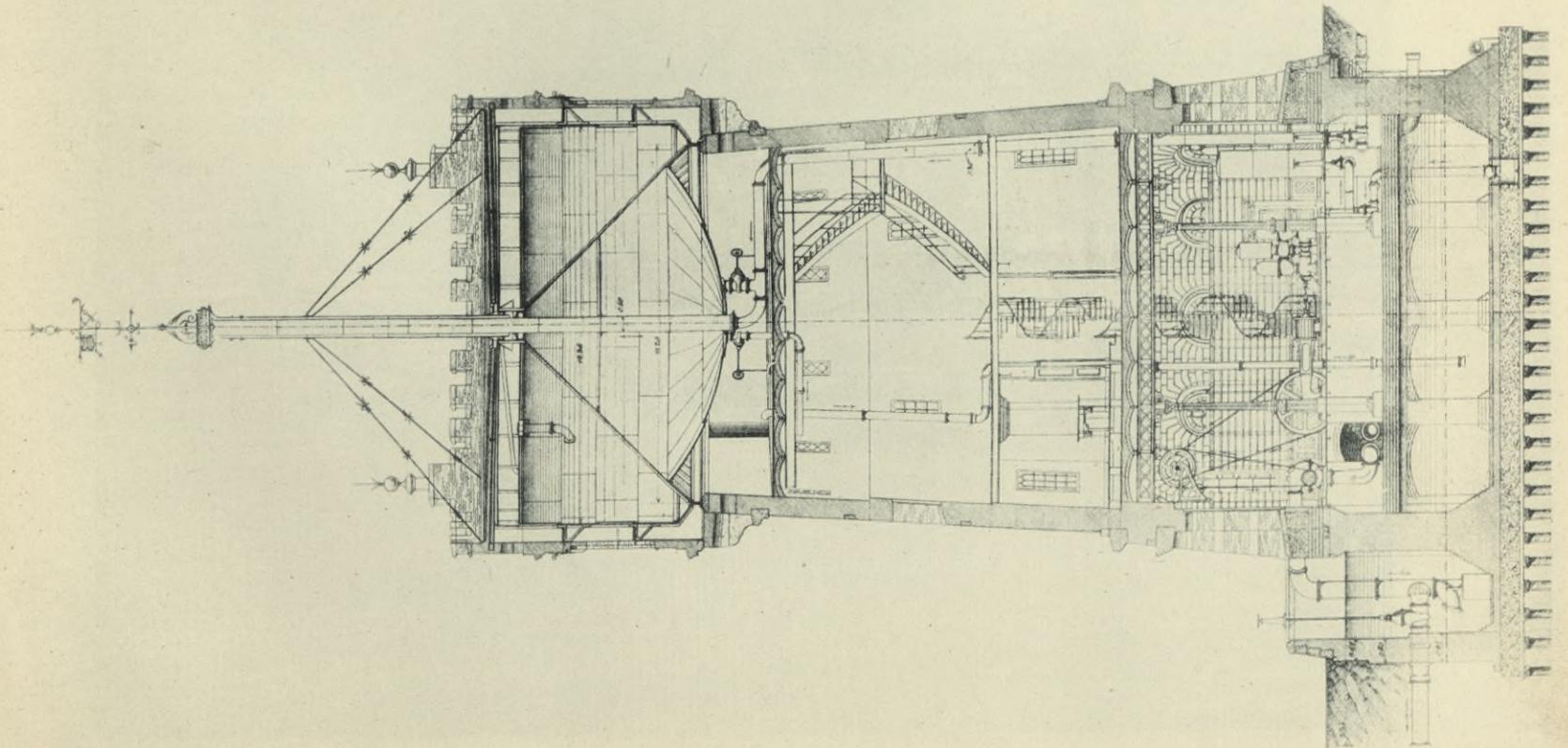


Wasserthurm Schiedam (Holland), 600 cbm.
Ingenieur Halbertsma in s'Gravenhage.





Wasserwerk Schiedam (Holland), 600 cbm.
Ingenieur Halbertsma in s'Gravenhage.







Wasserthurm Leeuwarden (Holland), 500 cbm.
Ingenieur Halbertsma in s'Gravenhage.



Absorptionsturm, 190 cbm, für Wilhelm Grillo in Oberhausen.

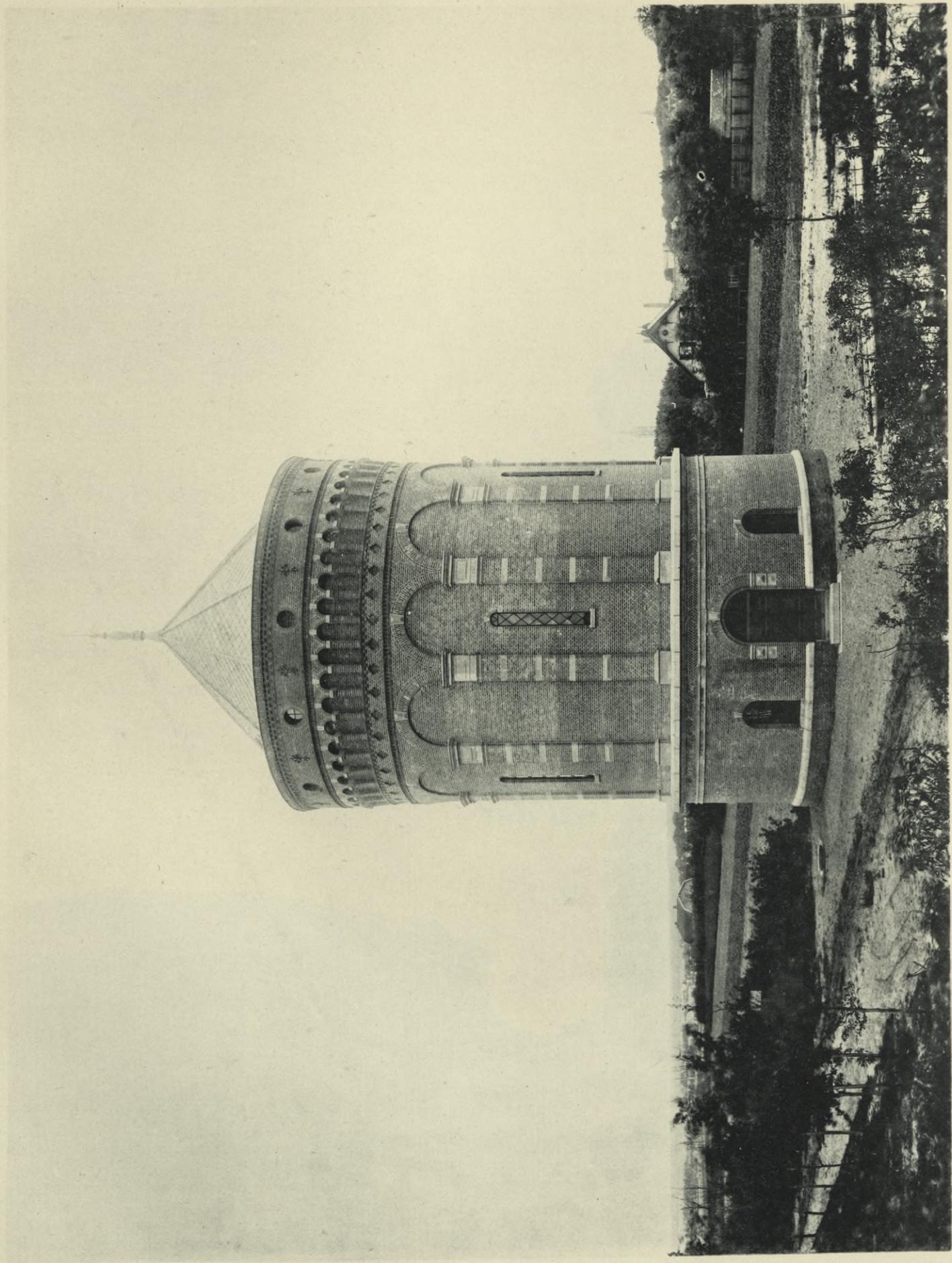




Wasserthurm Rheydt, 600 cbm. Entwurf von Intze und Clodius.

Bauleitung: Ingenieur H. Ehlert in Düsseldorf.





Wasserthurm in Hilversum.

Reservoir von 600 cbm Inhalt auf innerer mittlerer Eisenstützung. Ingenieur Rijk in Utrecht.





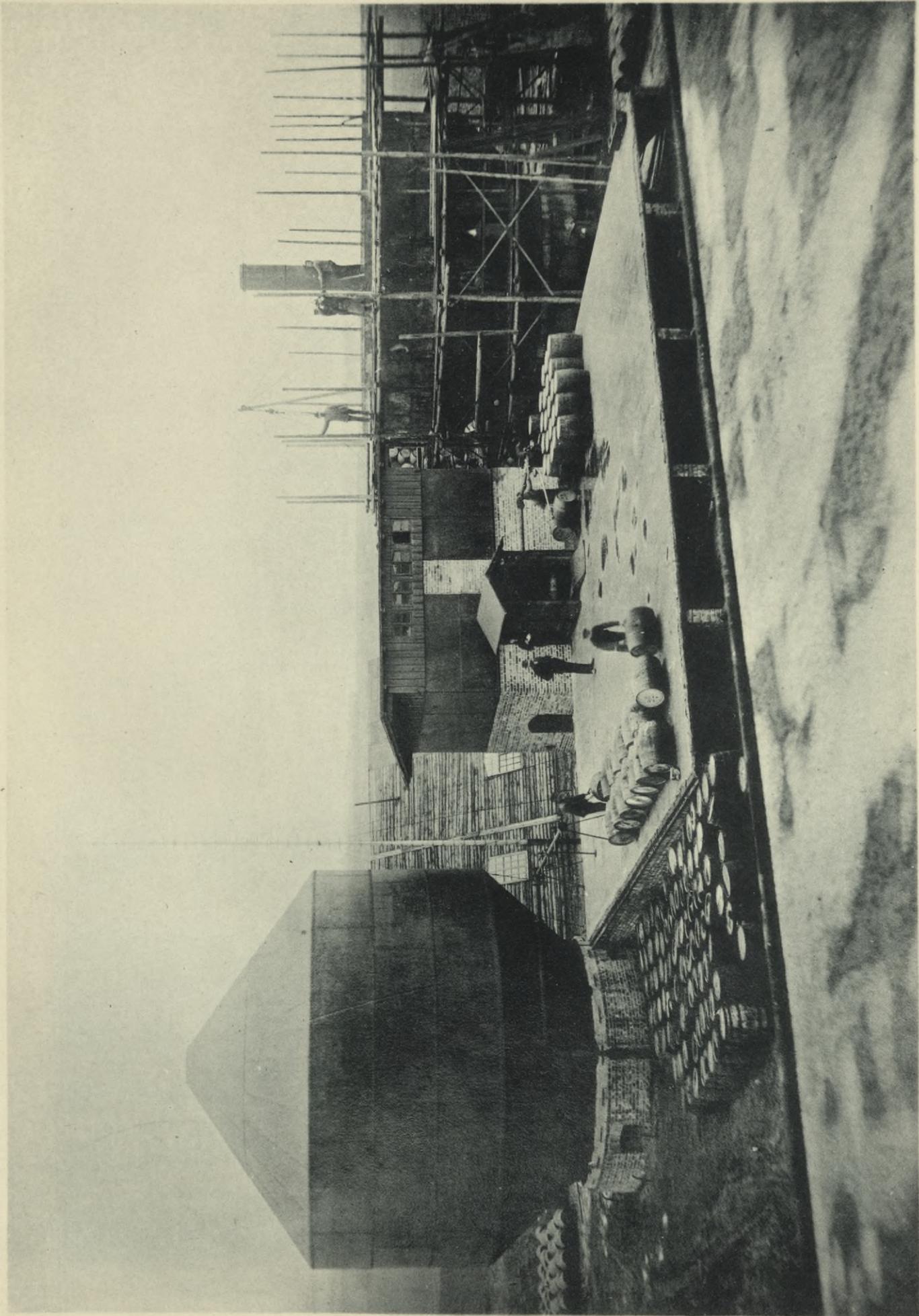
Wasserthurm Düren, 550 cbm.





Wasserthurm Bremerhaven, 650 cbm.
Ingenieur Walter Pfeffer in Halle a. d. S.





Oelreservoir der Riebeck'schen Montanwerke bei Halle von je 500 cbm Inhalt.





Wasserkwerk Merseburg, 850 cbm.
Ingenieur Walter Pfeffer in Halle a. d. S.





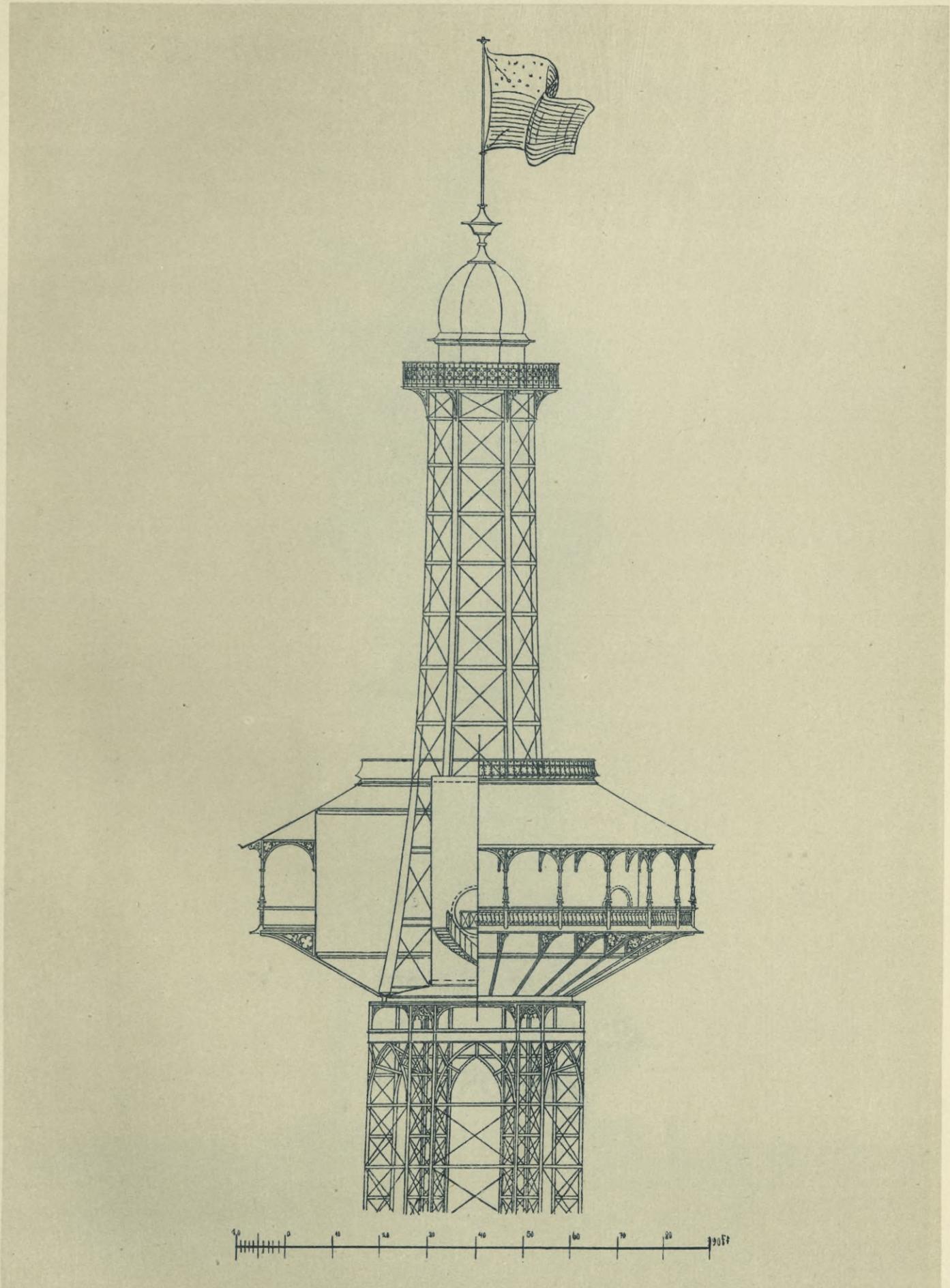
Wasserthurm von 120 cbm Inhalt auf Hahnerberg.

Städtisches Wasserwerk Elberfeld.





Wasserthurm Meppel (Holland), 200 cbm.
Ingenieur Halbertsma in s'Gravenhage.

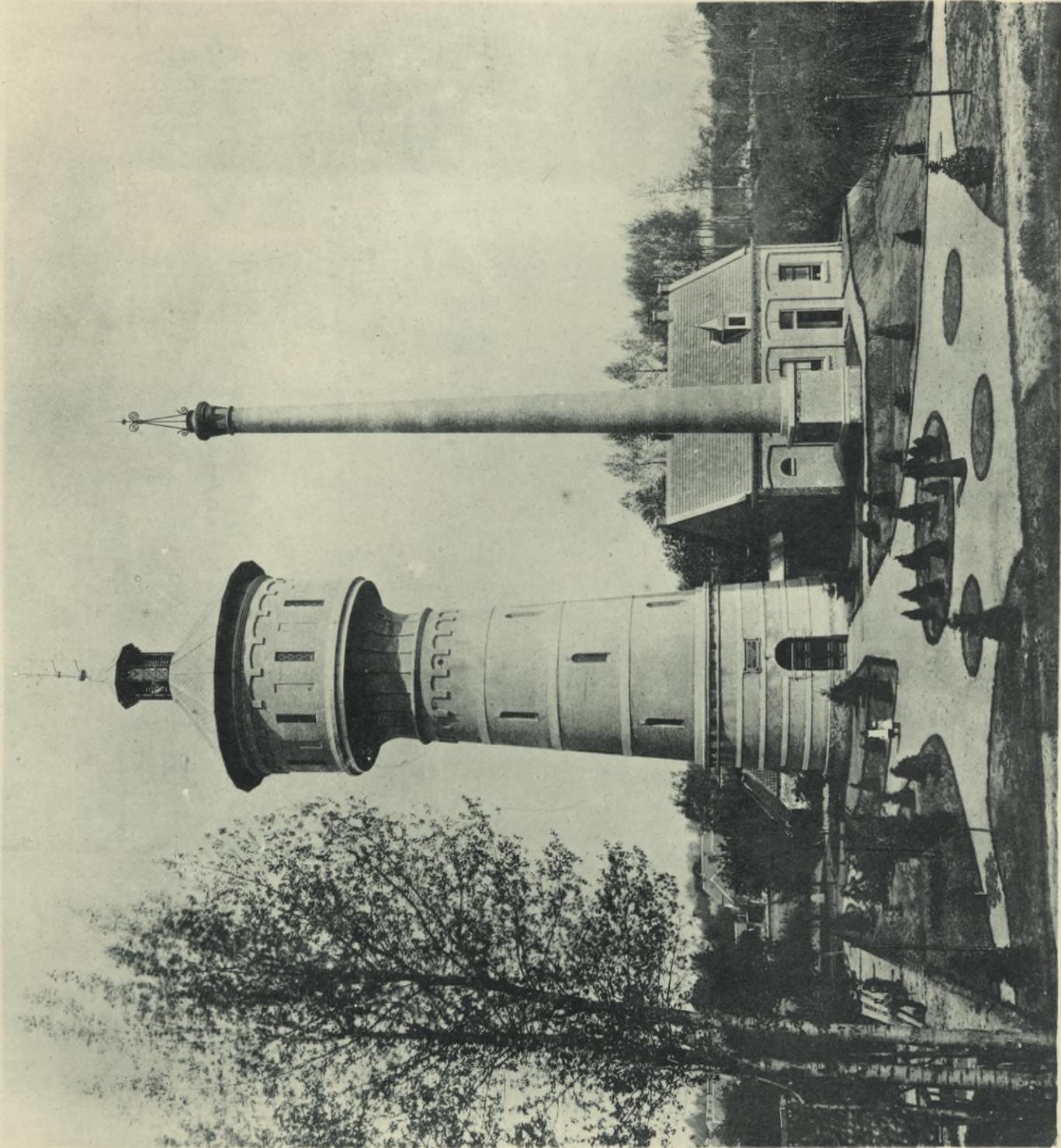


Behälter von 3650 cbm Inhalt,
projektirt für den Proctor-Thurm der Chicagoer-Ausstellung 1893.



Wasserthurm Deventer (Holland), 500 cbm.
Ingenieur Moulock Houwer in Deventer.





Wasserturm, 300 cbm. Tiel (Holland).
Ingenieur Rijk in Utrecht.



Wasserthurm, 1500 cbm, Utrecht (Holland).

Director Rijk.





Wasserthurm, 300 cbm, Zeist (Holland).

Director Rijk.





Wasserbehälter auf Eisenstütze, 800 cbm,
aufgestellt über einen bestehenden von 400 cbm, für das Wasserwerk Mülheim-Deutz-Kalk
(Rheinische Wasserwerks-Gesellschaft zu Bonn, Director Thomatzek).



Ausbau vorhandener alter Wasserthürme

durch Anwendung des Intze'schen Reservoir-Systems.

Sehr häufig tritt, besonders in den letzten Jahren, an die städtischen Verwaltungen die Frage heran, auf welche Weise nicht nur der Inhalt vorhandener älterer Wasserthürme vergrössert werden kann, sondern wie gleichzeitig, wenn irgend möglich, ein grösserer Wasserdruck zu erzielen ist.

Da hierbei zunächst die Bedingung gestellt wird, dass der Betrieb des vorhandenen Wasserwerkes nicht unterbrochen werden darf, so entschliesst man sich sehr häufig einen neuen Wasserthurm zu bauen von grösserem Inhalt und grösserer Höhe, womit selbstredend sehr grosse Kosten verbunden sind.

Mehrfach ist es in den letzten Jahren möglich gewesen, mit verhältnissmässig geringen Kosten den vorgenannten Bedingungen dadurch zu entsprechen, dass vorhandene Wasserthürme älterer Konstruktion zur Unterstützung neuer Reservoirs Intze'scher Konstruktion benutzt wurden.

Hierbei entsteht natürlich zunächst die wichtige Frage, ob und bis zu welcher Grenze eine Mehrbelastung des vorhandenen Mauerwerks und des Untergrundes möglich ist, oder wie man eventuell in sicherer und einfacher Weise diese Mehrbelastung unschädlich machen kann.

Die Konstruktion der alten Wasserthürme, welche im Allgemeinen mit bedeutender Mauerdicke bis zum Auflager-Ring des Reservoirs hinauf durchgeführt sind, zeigt in der Regel, veranlasst durch die Anwendung der älteren Konstruktion eines durchhängenden Bodens, eine stärkere Belastung des Mauerwerks an der inneren Begrenzung unterhalb des Auflagers, während nach Aussen hin der Druck oft erheblich abnimmt. Durch die Erfüllung der Bedingung, ausserhalb des Auflagers dieser älteren Reservoirs einen genügenden Platz zur Herstellung einer Ummantelung oder zur Belassung eines Revisionsraumes zu schaffen, sind in der Regel sehr bedeutende Mauerstärken angewandt, die sowohl oben als auch in den tiefer liegenden Schichten nicht voll ausgenutzt werden konnten. Fügt man also ausserhalb des Auflagers der vorhandenen Ringstützung des älteren Reservoirs eine Belastung hinzu, so wird dieselbe das weniger beanspruchte Mauerwerk ausnutzen und oft eine wesentliche Verbesserung der Druckvertheilung, besonders in den oberen Schichten der Ringstützung, bewirken können. Wenn auch in den unteren Theilen der Thurmmauerung eine Erhöhung des Druckes gegen früher eintreten muss, so werden doch sehr häufig diese Beanspruchungen noch innerhalb der Grenzen bleiben, die für die Belastung eines guten, in der Regel während vieler Jahre erhärteten Mauerwerks als zulässig angesehen werden dürfen, und immer noch einen sehr hohen Grad von Sicherheit bieten.

Was nun die Belastung des Untergrundes betrifft, so wird dieselbe, wenn nicht eine Veränderung in den Fundamenten vorgenommen wird, naturgemäss gegen früher wachsen; indessen hat sich auch hierbei sehr häufig gezeigt, dass entweder früher die Belastung des Untergrundes eine aus der Mauerkonstruktion sich ergebende geringfügige war, und daher eine Vergrösserung dieses Druckes auf den Untergrund ohne Nachtheil zugelassen werden durfte, oder dass durch die anhaltende Belastung, welche der ältere Wasserthurm auf den Untergrund ausgeübt hatte, und durch die resultierende Zusammensetzung des Untergrundes eine, in der Regel nicht sehr ins Gewicht fallende Vergrösserung des Druckes zulässig erschien, ohne bemerkbare Senkungen befürchten zu müssen.

Wo nach der Beschaffenheit des Untergrundes und nach den Beobachtungen über das bei dem älteren Thurm vorgekommene Setzen des Mauerwerks eine bemerkbare grössere Beanspruchung des Untergrundes nicht rathsam erscheinen sollte, kann durch eine Betonirung zwischen den vorhandenen Fundamenten und durch geeignete Verbindung dieser Betonirung mit dem vorhandenen Fundament-Mauerwerk oft eine solche Vergrösserung der gesammten Fundamentfläche erzielt werden, dass eine wesentliche Mehrbelastung des ganzen Thurmes durch ein neues Reservoir zulässig wird.

Als Beispiel einer derartigen Ausführung mag hier der Wasserthurm von Mülheim a. Rhein genannt werden, der bisher ein Reservoir von 600 cbm Inhalt in einer Höhe der Ringstützung von 26,25 m über Terrain besass und seit etwa zwei Jahren ein neues Reservoir Intze'scher Konstruktion von 800 cbm Inhalt hinzu erhalten hat, wie dasselbe nach der nebenstehenden photographischen Aufnahme auf dem vorhandenen Mauerwerk ohne Verstärkung der Fundamente ausgeführt worden ist, wobei keinerlei Senkungen oder sonstige Nachtheile sich gezeigt haben. Der Untergrund besteht aus Kies und ist durch die jetzige Gesamtlast einschliesslich Sturmdruck mit etwa 3,66 kg pro qcm an der ungünstigsten Stelle belastet, während früher durch das alte Reservoir und seinen Thurmbau die grösste Belastung etwa 2,6 kg pro qcm betrug. Nachdem durch eingehende statische Berechnungen der Bau-Polizei-Behörde der Nachweis geliefert war, dass nach dem neuen Projekte irgend welche ungünstige Beanspruchungen in den Mauertheilen und für den Untergrund nicht erwachsen könnten, wurde anstandslos die Genehmigung zur Erweiterung des Wasserthurmes ertheilt. Eine Betriebsstörung hat bei dieser Ausführung nicht stattzufinden brauchen, da die Stützung des neuen Reservoirs, wie bereits erwähnt, auch in diesem Falle ausserhalb des alten Reservoir-Mantels in Walzeisen-Konstruktion hergestellt werden konnte und die Auflagerung des neuen Reservoirs von 800 cbm Inhalt sich oberhalb des Randes des alten Reservoirs auf den genannten 12 Stützen befindet.

Die Beanspruchung im oberen, in Cementmörtel ausgeführten Theile des Mauerwerks unterhalb des alten Reservoirlagers ist durch geeignete Stellung der Stützen des neuen Reservoirs nicht über 11,6 kg pro qcm unter der Auflagerplatte gewachsen. In dem unteren Theile des Thurmes betragen diese Beanspruchungen in den am meisten belasteten Fensterpfeilern nur zwischen 6,5 kg bis 7,6 kg pro qcm. Die Stützungen sind, wie die Darstellung erkennen lässt, unter einander mit Diagonalbändern verknüpft, damit durch Sturm, welcher direkt auf das nicht ummantelte neue Reservoir, und ebenso wie bisher auf das ältere untere, freiliegende Reservoir wirkt, nicht eine horizontale Verschiebung des neuen Reservoirs erfolgen kann. Die Anbringung dieser Stützen hat besondere Schwierigkeiten nicht geboten, da dieselben in passender Entfernung von dem vorhandenen Reservoir anzubringen waren. Das Dach des alten Reservoirs ist mit entsprechender geringfügiger Veränderung auf das neue Reservoir gesetzt worden. Durch die höhere Aufstellung des neuen Reservoirs hat der Wasserdruck um etwa 7 m vergrössert werden können. Bei ausnahmsweise starkem Konsum, sobald das obere Reservoir leer gezapft sein sollte, kann, wie bisher, das untere Reservoir im Nothfalle wieder für kurze Zeit in Benutzung genommen werden.

In ähnlicher Weise ist vor mehreren Jahren auch ein vorhandener älterer Wasserthurm in Bautzen ausgenutzt, um ein wesentlich grösseres und wesentlich höher aufgestelltes Reservoir zu tragen.

Dass durch die genannte Anwendung des Intze'schen Reservoir-Systems eine erhebliche Ersparung an Kosten gegenüber dem Neubau eines zweiten Wasserthurms erzielt wird, bedarf wohl keines besonderen Nachweises.

Viele Städte, die vor der Frage der Vergrösserung des Inhaltes der Wasserthürme und gleichzeitig auch sehr häufig vor der Frage der möglichst einfachen Vergrösserung des Wasserdruckes stehen, oder die vortheilhaft eine zweite höhere Druckzone schaffen wollen, werden zu erwägen haben, ob die vorhandene Thurm-Konstruktion in der durch vorstehendes Beispiel angedeuteten Weise benutzt werden kann.

Kamin-Reservoir

nach

Intze's System.



Kamin-Reservoir.

Seit 1885 hat die Anwendung der Intze'schen Kaminreservoir, von denen damals das erste für die Schiffswerft Uebigau bei Dresden ausgeführt wurde, stetig zugenommen, sowohl was die Zahl derselben, als auch was die Grösse der einzelnen Reservoir anbelangt.

Es hat sich in der Praxis gezeigt, dass alle Bedenken, welche in Betreff dieser auf den ersten Blick kühn und gewagt erscheinenden Konstruktion anfänglich laut wurden, durchaus nicht gerechtfertigt sind, dass vielmehr die auf Grund der statischen Berechnungen des Prof. Intze aufgestellten Behauptungen sich bewahrheitet haben, dass nämlich die Belastung, welche gefüllte Kaminreservoir selbst bei grossem Wasserinhalt ergeben, durch die garnicht oder nur unwesentlich verstärkten Wandungen der Kamine sehr sicher aufgenommen werden können, und dass sogar durch das gefüllte Reservoir, selbst bei grosser Höhenlage desselben von 25—30 Metern über Erdoberfläche, die Stabilität des Schornsteins bei Sturm nicht unwesentlich erhöht werden kann.

Im Jahre 1894 haben viele dieser Kaminreservoir in Norddeutschland, z. B. 2 Stück bei Blohm & Voss in Hamburg und eines bei H. C. Meyer jr. in Harburg, orkanartige Stürme bei sehr freier Lage ohne irgend welche Schädigung überstanden, während bekanntlich Thürme und gewöhnliche Kamine an vielen Orten durch diesen Orkan umgeweht wurden.

Selbst wenn das Reservoir ganz leer sein sollte, was bei Eintritt eines Sturmes leicht verhindert werden kann, so würde doch vermöge der oberen und unteren Kegelflächen dieser Reservoir (siehe photographische Abbildungen) die Vergrösserung des Winddruckes gegenüber einem Kamin ohne Reservoir keine sehr bemerkbare sein, da das Eigengewicht des Reservoirs die Resultirende der Kraftwirkungen für beide Fälle nur sehr wenig von einander abweichen lässt.

Ist das Reservoir bei Sturm zum grossen Theil oder ganz gefüllt, so wird die Resultirende aller Kraftwirkungen für den unteren Theil des Kamins wesentlich weniger von der Vertikalen abweichen als beim Kamin ohne Reservoir, so dass eine nicht unwesentliche Verminderung oder vollständige Beseitigung der die Standfähigkeit der Kamine bei Sturm stets sehr gefährdenden Zugbeanspruchungen des Mauerwerks eintritt.

Die Kaminreservoir nach Intze's System werden in der Regel in einer Höhe von 20 bis 30 Meter über Erdoberfläche gestützt und können nicht nur bei Neuanlagen, sondern auch sehr wohl an vorhandenen älteren Kaminen angebracht werden, wie das z. B. im Jahre 1889 bei dem Kamin des Herrn H. C. Meyer jr. in Harburg durch Ausführung eines Reservoirs von 60 cbm Inhalt ohne besondere Schwierigkeiten mit bestem Erfolge geschehen ist.

Dass durch diese Anordnung eine billigere Hochreservoir-Anlage geschaffen werden kann, als wenn man einen besonderen Wasserthurm bauen müsste, ist leicht ersichtlich, wengleich das um den Kamin herum zu konstruirende Ringreservoir für sich natürlich schwerer und theurer ausfallen muss, als wenn man ein einfaches Reservoir innerhalb eines Wasserthurmes auszuführen hätte.

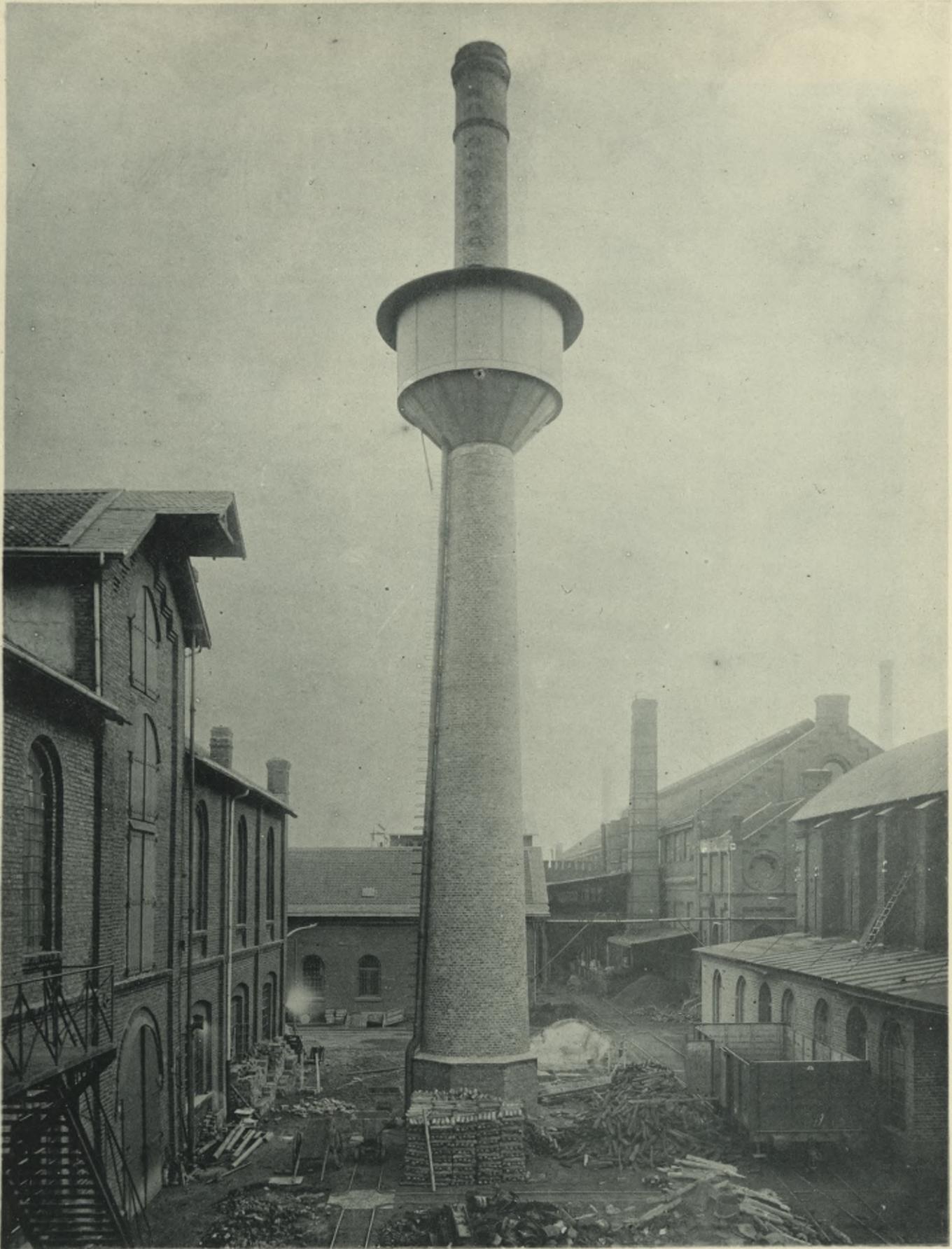
Im Laufe von 10 Jahren hat die Erfahrung gelehrt, dass die Kaminreservoir nach Intze's System einer besonderen Umhüllung nicht bedürfen, sondern gegen starken Frost hinreichend geschützt sind, indem die Wärme der Kaminwandungen benutzt werden kann und ausreicht, um das Wasser hinreichend warm zu halten.

Andererseits kann man einer etwa unerwünschten Erwärmung des Wassers im Sommer durch eine geeignete Lüftung des Raumes zwischen Kamin und Reservoir vorbeugen, wengleich es für die Zwecke, denen die Kaminreservoir in der Regel dienen, nicht darauf ankommen wird, ob die Temperatur dieses Wassers im Laufe des Tages sich etwas ändert. Bei hinreichend häufiger Erneuerung des Wasserinhaltes ist die Temperaturveränderung desselben nur unbedeutend. Will man einen besonderen Schutz gegen Abkühlung und Erwärmung schaffen, so genügt ein Rabitz'scher Putz, welcher, durch Drahtgewebe gehalten, direkt auf die Blechwandungen getragen wird.

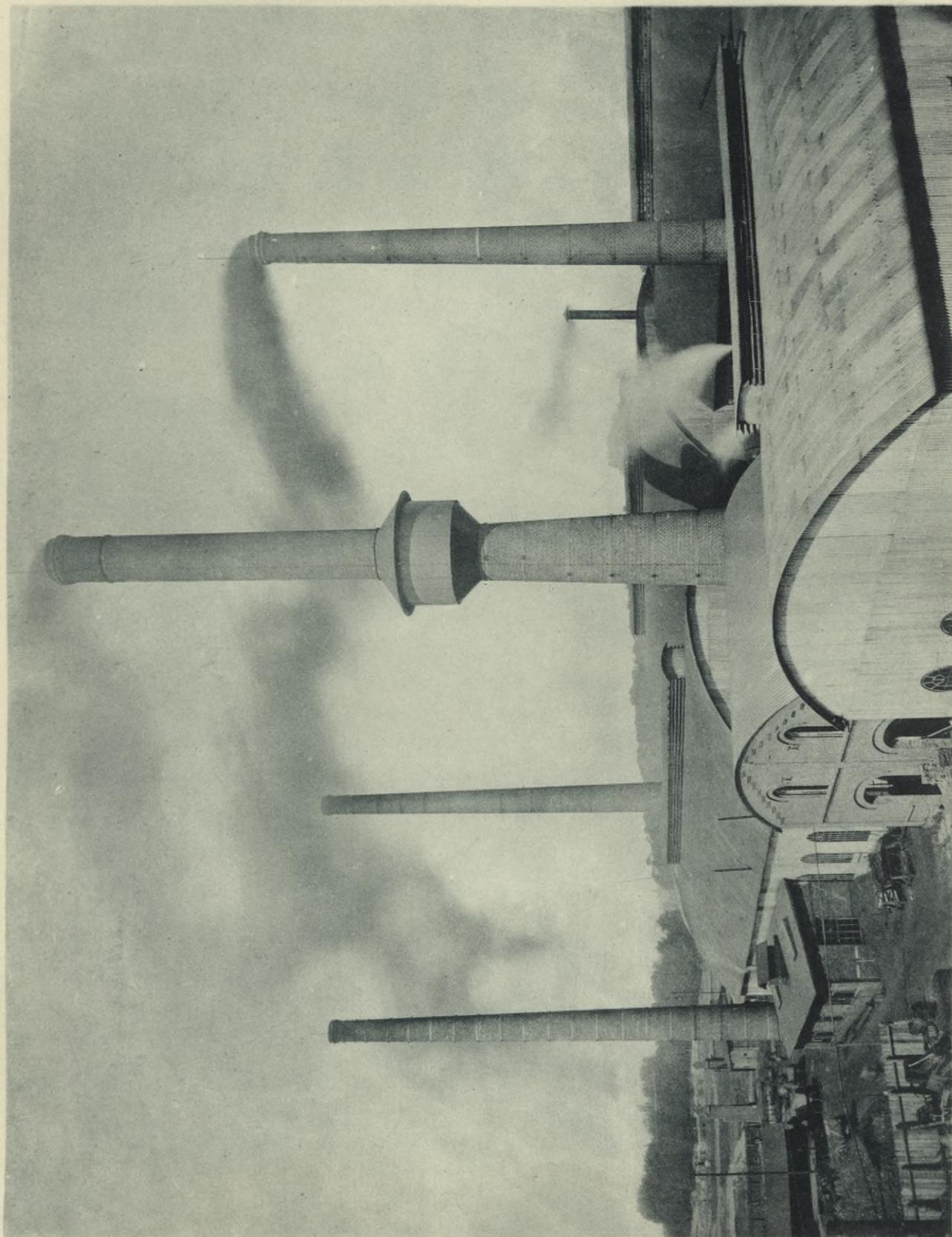
Auch die Rohrleitungen, welche an der Schornsteinwand aufsteigen und abfallen, sind durch die Wärme der Kaminwandung gegen Einfrieren durchaus geschützt.

In den Jahren 1885 bis 1896 wurden gemäss Verzeichniss der Reservoir-Ausführungen 25 Kaminreservoir mit zusammen 1241 cbm Nutzinhalt hergestellt. Der kleinste Inhalt dieser Reservoir betrug 10 cbm, der grösste 200 cbm, der mittlere rund 50 cbm.

Selbst wesentlich grössere Kaminreservoir würden ohne nennenswerthe Schwierigkeiten und Mehrkosten für den Kamin leicht ausgeführt werden können.



Kamin-Reservoir, 40 cbm Inhalt, von Haniel & Lueg in Düsseldorf,
erbaut von G. Lütgen-Borgmann in Eschweiler und Berlin.



Kamin-Reservoir von 25 cbm Inhalt. Ehrhardt & Heye in Rath bei Düsseldorf.

Kamin erbaut von Alphons Custodis in Düsseldorf.

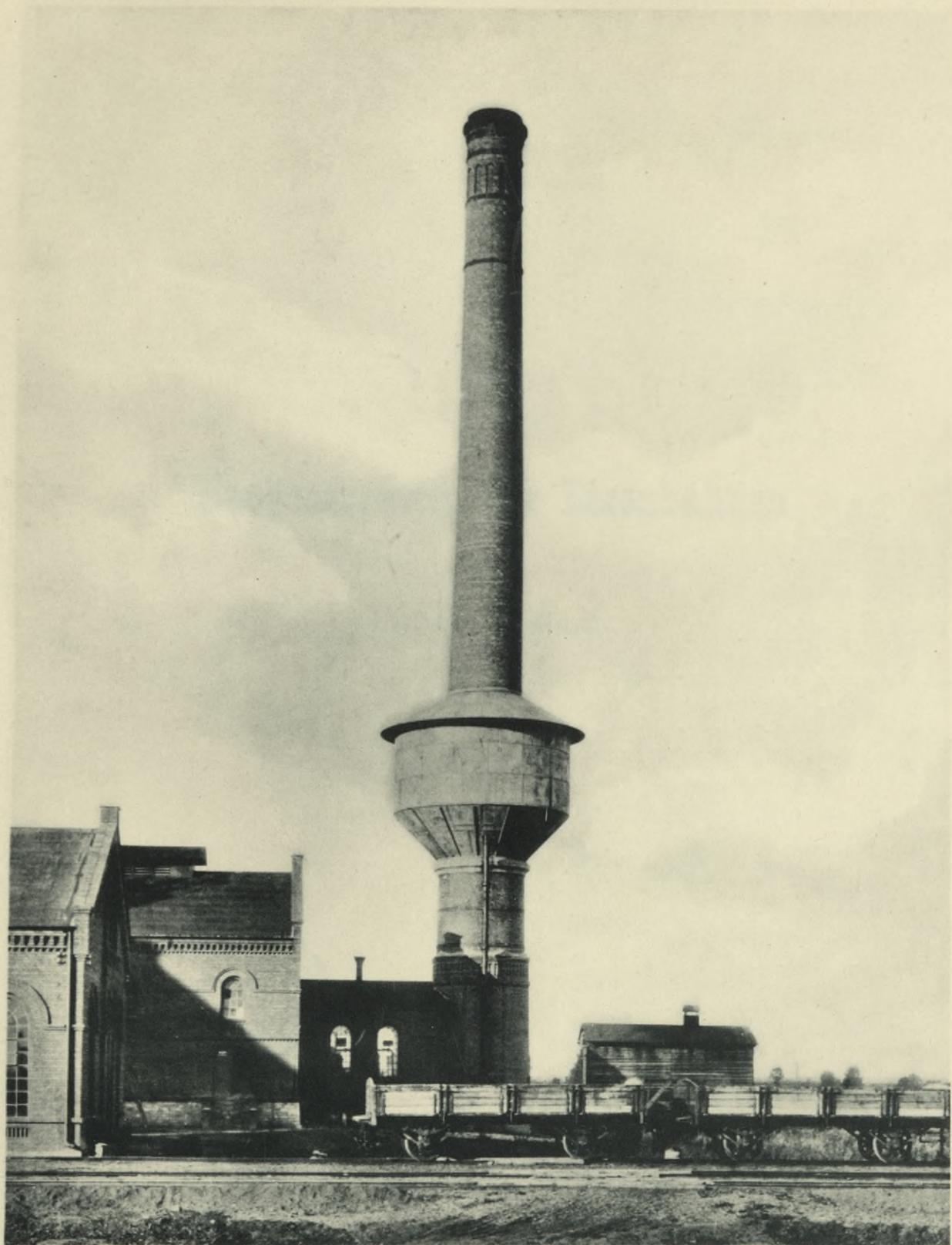


Kamin-Reservoir, 100 cbm.

Société des Engrais Concentrés à Engis (Belgien).

Kamin erbaut von J. Ferbeck & Cie. in Forst bei Aachen.





Kamin-Reservoir von 200 cbm Inhalt
für die Consolidirte Alkali-Werke, Westeregeln.



Hochreservoir für Eisenbahnen

nach

Intze's System.

Hochreservoirie für Eisenbahnen.

Die Anwendung eiserner Hochreservoirie nach Intze's Patent für Eisenbahnen hat besonders in den letzten Jahren eine wesentliche Steigerung erfahren, und ist es daher wohl gerechtfertigt, hierüber einige Mittheilungen zu machen.

Die Vortheile, welche die wenig Platz erfordernde Mittelstütze der Intze'schen Reservoirie, besonders bei ihrer Unterbringung auf beschränktem Platze neben und zwischen Eisenbahngleisen, bietet, hatten schon in den 5 Jahren von 1886 bis 1890 zur Ausführung von 23 Hochreservoirien auf Bahnhöfen (mit zusammen 4725 cbm Wasserinhalt) Veranlassung gegeben.

Da besonders für Eisenbahnstationen die Bedingungen in Betreff der Grösse und Höhenlage der Wasserbehälter nur zwischen engen Grenzen zu schwanken pflegen, und nachdem der Herr Minister der öffentlichen Arbeiten in Preussen durch Erlass vom 24. Dezember 1890 Grundzüge für die Erbauung von Wasserstationen auf Bahnhöfen gegeben hatte, schien es besonders empfehlenswerth, Normalien für Eisenbahnhochreservoirie Intze'scher Konstruktion aufzustellen, welche dem genannten Erlass des Herrn Ministers entsprachen. Solche Normalien wurden nach Vereinbarung mit der Königlichen Eisenbahn-Direktion in Breslau im Jahre 1891 ausgearbeitet und sind deren Grössen für die häufiger gewünschten Inhalte von 100, 150, 200, 300, 400, 500 und 800 cbm bemessen und in ihren Einzeldimensionen bestimmt worden.

Da es in den meisten Fällen nicht nothwendig sein dürfte, zwischenliegende Grössen wählen zu müssen, so ist es am vortheilhaftesten, nach diesen in allen Einzelheiten durchgearbeiteten und in zahlreichen Ausführungen bewährten Normalien zu bestellen. Die lizenzberechtigten Firmen sind natürlich in der Lage, für gleiche Formen, wegen der hierfür vorhandenen Vorrichtungen, die häufiger verlangten Reservoirie bestimmter Grösse schneller und billiger liefern zu können, als wenn für abweichende Inhalte und abweichende Formen besonders gerechnet, konstruirt und ausgeführt werden muss.

Es war auf diese Weise möglich, die an und für sich billige Konstruktion der Intze'schen Wasserthürme für Eisenbahnzwecke besonders billig und dabei doch in gefälliger Form und in allen Theilen sehr bequem zugänglich zu liefern.

Der Erfolg dieses Vorgehens zeigte sich bei dem erfreulichen Entgegenkommen der Eisenbahn-Direktionen und Betriebsämter darin, dass nach Aufstellung der Normalien seit etwa 5 Jahren 82 Reservoirie mit zusammen rund 19 000 cbm Nutzinhalt für Eisenbahnen bestellt wurden.

Die nachstehende graphische Darstellung zeigt die Zunahme der Ausführungen dieser Eisenbahnreservoirie der Zahl und dem Nutzinhalt nach von 1886 bis Ende 1896 und im Vergleich zu den Ausführungen Intze'scher Hochreservoirie im Allgemeinen.

Während man früher glaubte, die eisernen Hochreservoirie überhaupt ummanteln zu müssen, hat man sich in den letzten Jahren sehr häufig damit begnügt, die Eisenbahnreservoirie nur zu überdachen.

Von den nach Intze's Patent seit 1886 ausgeführten 105 Eisenbahnreservoirien sind etwa 35 Stück ohne Ummantelung gebaut worden und haben sich, wenigstens nach den Erfahrungen im Westen Deutschlands und in Belgien, Uebelstände selbst in strengen Wintern nicht herausgestellt, da die Erneuerung des Wasserinhaltes beim Eisenbahnbetriebe scheinbar eine zu häufige und zu regelmässige ist, als dass die Kälte nachtheilige Wirkungen ausüben könnte. Hierbei kommt freilich der Umstand hinzu, dass es beim Eisenbahnbetriebe in der Regel weit weniger auf gleichmässige Temperatur des Wassers ankommt, als bei der Wasserversorgung von Städten.

Hin und wieder sind die Eisenbahn-Reservoirie auch als Doppelreservoirie auf derselben Ringstütze ausgeführt worden, wenn man Werth darauf legte, eine Abtheilung des Reservoirs reinigen und neu anstreichen zu können, während die andere Abtheilung benutzt bleibt.

Die für Eisenbahnen gelieferten eisernen Hoch-Reservoirie sind in beifolgendem Verzeichniss roth gedruckt.

Aachen, im Februar 1897.

Zunahme der Anwendung

Intze'scher Hochreservoirs und Intze'scher Eisenbahnreservoirs

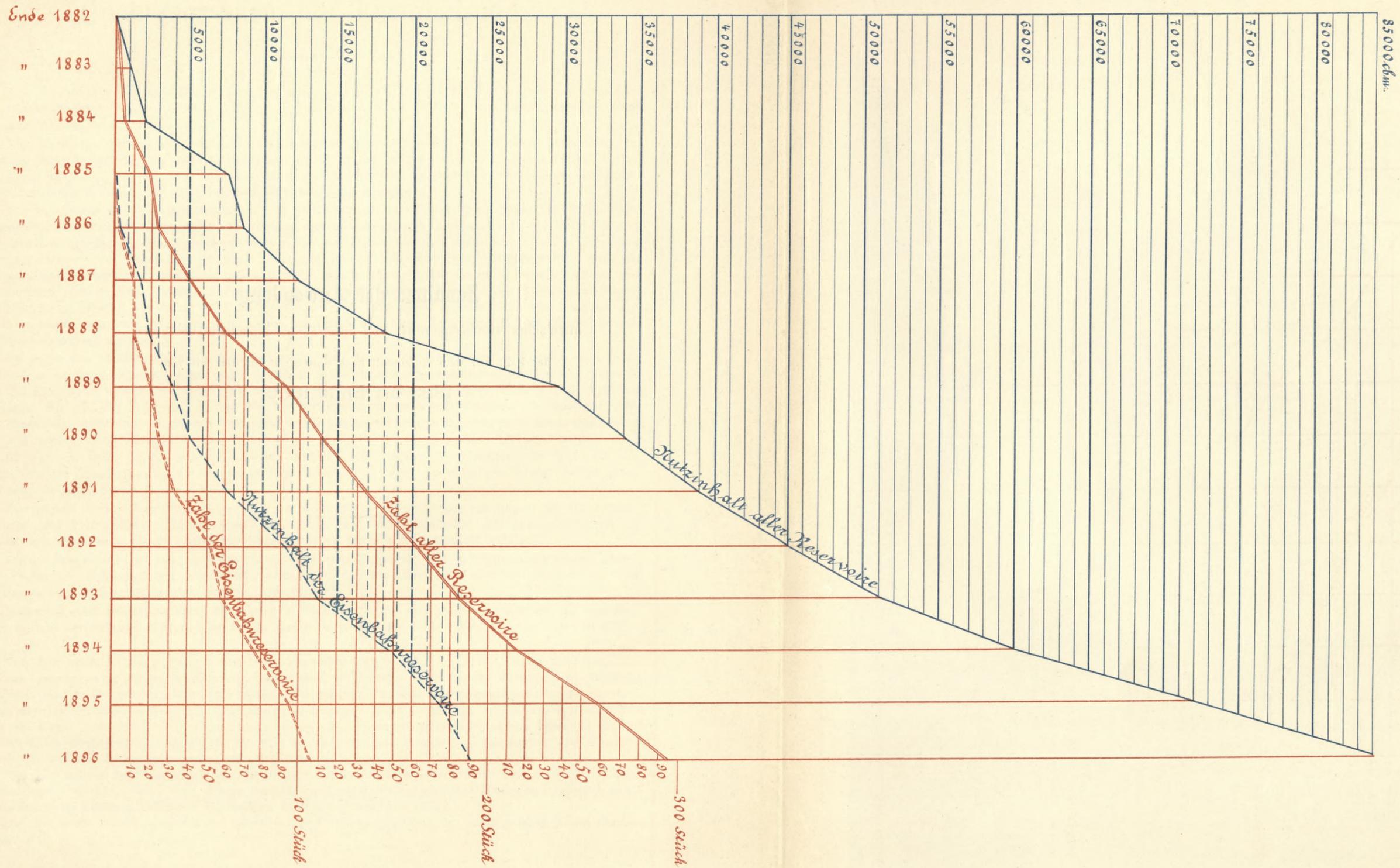
der Zahl und dem Nutzinhalt nach dargestellt für die Zeit von

1883 bis Ende 1896.

Zunahme der Anwendung

Intz'scher Hochreservoirire und Intz'scher Eisenbahnreservoirire

der Zahl und dem Nutzinhalt nach dargestellt für die Zeit von
1883 bis Ende 1896.

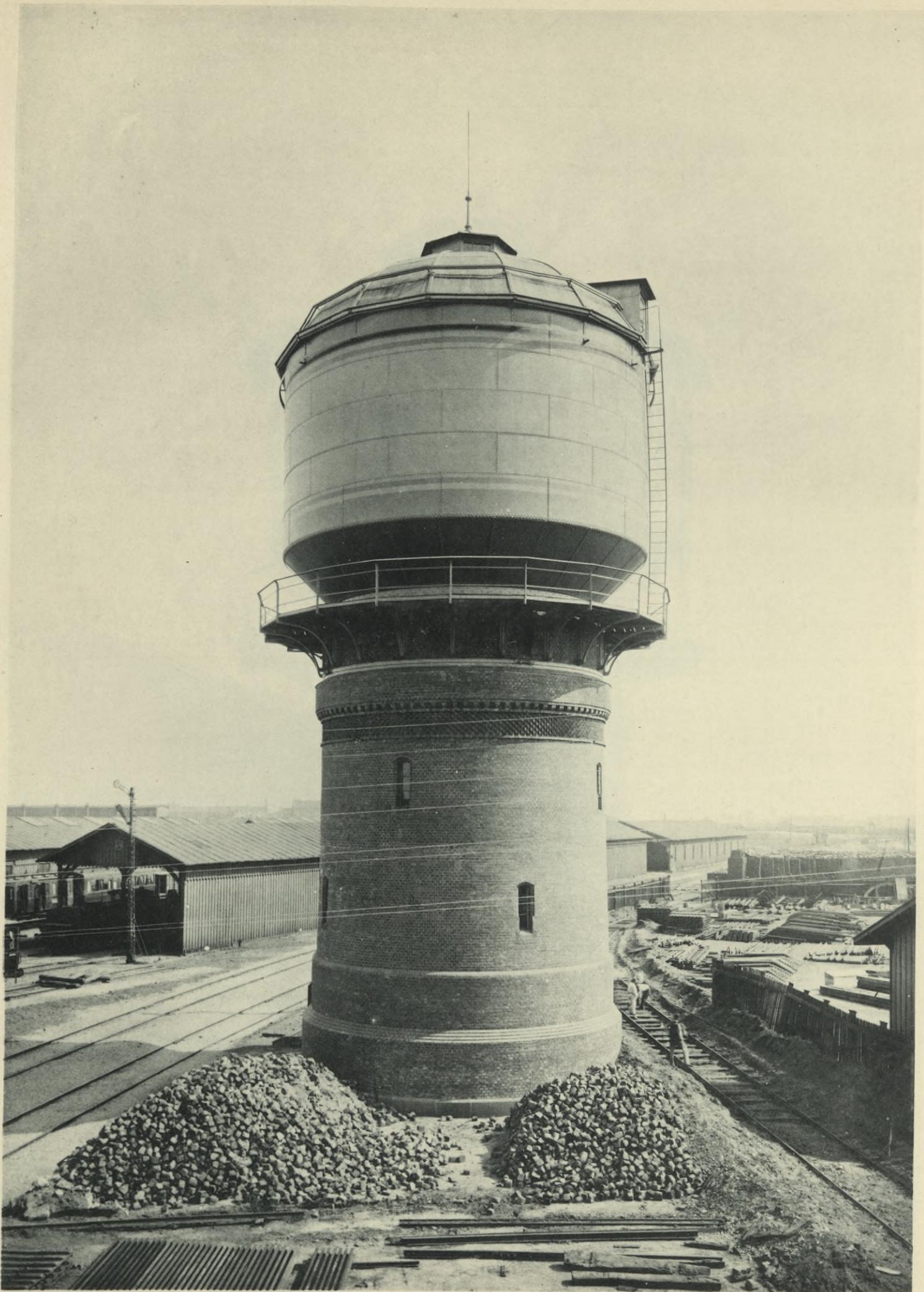




Wasserturm mit Doppelreservoir, 800 cbm.

Centralbahnhof Frankfurt a/M.





Wasserthurm Bahnhof Köln-Gereon, 600 cbm Wasserinhalt.





Wasserturm Eisenbahnstation Herzogenrath. Inhalt 200 cbm.





Wasserthurm Eisenbahnstation Hamm. Inhalt 800 cbm.



Wasserthurm von 100 cbm Inhalt in Völklingen.



Doppel-Wasserthurm, 600 cbm Wasser fassend. Bahnhof Antwerpen (Est).





Wasserturm, 1000 cbm Wasser-Inhalt, Bahnhof Salbke bei Magdeburg.



Verzeichniss der Ausführungen

von

Wasser- und Oel-Reservoirien

nach Intze's System von 1883 bis 1897.

Verzeichnis der Ausführungen

Wasser- und Gel-Reservoiren

nach Litze's System von 1897 bis 1907

Wasser- und Oel-Reservoirs

nach Intze's Patent.

Ausführungen.

Lfd. Nr.			1883.		
1.	1	Wasserthurm	von 400 cbm	f. d.	städtische Wasserwerk Remscheid.
2.	1	Reservoir für Lauge	" 75 "	" "	Salzbergwerk Neu-Stassfurt.
3.	1	Wasserthurm	" 600 "	" "	" "
1884.					
4.	1	Wasserthurm	von 650 cbm	f. d.	städtische Wasserwerk Bremerhaven (Ing. W. Pfeffer, Halle).
5.	1	"	" 400 "	" "	Alkaliwerk b. Westeregeln.
1885.					
6.	1	Wasserthurm	von 550 cbm	f. d.	städtische Wasserwerk Düren.
7.	1	Kaminreservoir	" 75 "	a. d.	Kamin der Schiffswerft Uebigau.
8.	1	Wasserthurm	" 100 "	f. d.	städt. Wasserwerk Vlaardingen (Holland).
9.) 15.)	7	Oelreservoirs	von je 500 "	" "	Riebeck'schen Montanwerke bei Halle.
16.	1	Wasserreservoir auf Eisenstütze	von 7 "	f.	William Prym in Stolberg.
17.	1	Wasserthurm	von 600 "	f. d.	Herzogl. Salzwerk Leopoldshall.
18.	1	"	" 600 "	" "	Wasserwerk Schiedam (Holland) (Ing. Halbertsma).
1886.					
19.	1	Absorptionsturm (Wasserreservoir auf Eisenstütze)	von 190 cbm	f.	Wilh. Grillo in Hamborn bei Oberhausen.
20.	1	Wasserthurm, 2 Reservoirs	von je 150 cbm	f. d.	Bahnhof Herbesthal der linksrhein. Eisenbahn.
21.	1	"	von 600 cbm	f. d.	Wasserwerk Wesel.
22.	1	Doppelreservoir auf Eisenstütze	von 7 cbm	f.	Max van Gülpen in Mülheim a. Rhein.
1887.					
23.	1	Wasserthurm mit Doppelreservoir	von 600 cbm	f. d.	städt. Wasserwerk Diedenhofen.
24.	1	" " " " " "	800 "	" "	Centralbahnhof Frankfurt a. M.
25.	1	"	von 550 cbm	f. d.	Zellstofffabrik Waldhof in Waldhof b. Mannheim.
26.	1	Wasserreservoir	von 20 cbm	Inhalt f.	Gust. Eichhorn in Düsseldorf.
27.	1	"	auf Eisenstütze	von 2 cbm	f. Ernst Sieglin in Forst b. Aachen.
28.	1	Wasserthurm	von 30 cbm	f.	Albert von Toussaint in Mannheim.
29.	1	" " 500 "	" "	f. d.	städtische Wasserwerk Emmerich.
30.	1	" " 120 "	" "	" "	Wasserwerk der Dörfer Steigra und Calzendorf b. Querfurt.
31.	1	Wasserreservoir auf Eisenstütze	von 50 cbm	f. d.	Bahnhof Cüstrin.
32.) 34.)	3	Wasserthürme	von je 150 cbm	f. d.	Belg. Staatsbahnen in Brüssel, Gouvy, Ostende.
35.	1	Wasserreservoir auf Eisenstütze	von 20 cbm	f.	Cudell & Monteiro in Oporto.
36.	1	" " " " " "	20 "	" "	Reuter & Straube, Halle a. S.
37.	1	Kaminreservoir	" 60 "	" "	Blohm & Voss, Hamburg.
38.	1	Wasserthurm	" 200 "	f. d.	Wasserwerk Oberhausen.
39.	1	"	" 60 "	" "	Bahnhof Neustadt a. d. H.
40.	1	"	" 80 "	" "	" Landau.
1888.					
41.	1	Wasserthurm	von 560 cbm	f. d.	Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M.
42.	1	" " 500 "	" "	" "	Königl. Berginspektion zu Stassfurt.
43.	1	" " 600 "	" "	" "	Eisenbahn-Direktion Köln f. Bahnhof Gereon.

Lfd. Nr.				
97.	1	Wasserthurm	von 200 cbm	f. d. Wassserwerk Velbert (Ing. H. Ehlert, Düsseldorf), 2. Bestellung.
98.	1	"	" 500 "	" " Deutschen Solvay Werke in Bernburg.
99.	1	"	" 400 "	in Düsseldorf für Joh. Simons Erben
100.	1	"	" 280 "	in Elberfeld
101.	1	Kaminreservoir	" 12 "	f. Heinr. Stockholm in Mannheim.
102.	1	Doppelreservoir	" 450 "	Bahnhof Charleroi in Belgien.
103.	1	Wasserreservoir	" 200 "	f. d. Königl. Berginspektion III Grube v. d. Heydt.
104.	1	Wasserthurm	" 150 "	Bahnhof Krotchin.
105.	1	"	" 120 "	" Wasserwerk Hahnerberg (Elberfeld).
106.	1	Wasserreservoir	" 100 "	f. Joh. Simons Erben in Elberfeld.
107.	1	Filterreservoir	" 52 "	f. Hans Reisert (in Nr. 100 montirt).
108.	1	Wasserthurm	" 60 "	f. d. Stadt Burscheid.
109.	1	"	" 400 "	" Stadt Wald (Ing. H. Ehlert in Düsseldorf), 3. Bestellung.
110.	1	"	" 100 "	" Königl. Landes-Anstalt Hubertusberg.
111.	1	Theerreservoir	" 150 "	" Gasanstalt Elbing.
112.	1	Oelreservoir (2. Auftrag)	" 500 "	f. Ph. & Aug. van Schayck in Straehlen bei Venlo. (Nachbestellung.)
1891.				
113.	1	Wasserthurm	von 500 cbm	f. d. Stadt Geestemünde (Ing. W. Pfeffer in Halle a. d.S.) 4. Bestellung.
114.	1	Wasserreservoir auf Eisenstütze	" 20 "	" " Glashütte vorm. Gebr. Siegwart & Cie., Stolberg.
115.	1	Wasserthurm	" 75 "	" " Gasanstalt Chemnitz.
116.	1	"	" 200 "	f. Bahnhof Altona.
117.	1	"	" 125 "	f. d. Stadt-Wasserkunst Hamburg (für Sandwäsche).
118.	1	"	" 300 "	f. Bahnhof Cosel-Kandrin.
119./120.	je 1	Reservoir	" 250 "	f. Bahnhof Posen.
121.	1	Wasserthurm	" 250 "	f. Wasserversorgung auf dem Montmartre z. Paris.
122.	1	"	" 100 "	f. d. Kaliwerke Aschersleben.
123.	1	"	" 200 "	f. Bahnhof Camenz
124.	1	"	" 200 "	f. Bahnhof Neisse
125.	1	Reservoir	" 3 "	f. d. Technische Hochschule zu Aachen.
126.	1	"	" 30 "	f. Grube von der Heydt bei Saarbrücken. (Nachbest.)
127.	1	Wasserthurm	" 600 "	f. Bahnhof Essen-Osterfeld.
128.	1	"	" 400 "	f. Bahnhof Trier-Karthaus.
129.	1	Reservoir	" 130 "	f. d. Kgl. Conservefabrik Haselhorst.
130.	1	Wasserthurm	" 300 "	f. K. Oehler, Offenbach a. M.
131.	1	Kaminreservoir	" 35 "	f. Himly, Hölscher & Cie., Nienburg a. d. Weser.
132.	1	Reservoir	" 20 "	f. d. Friedhöfe in Aachen.
133.	1	Wasserthurm	" 750 "	f. d. Wasserwerk Wandsbeck (Ing. P. Schmick in Frankfurt a. M.)
134.	1	"	" 60 "	f. d. Farbwerke Hoechst a. M., vorm. Meister, Lucius & Brüning. 2. Bestellung.
1892.				
135.	1	Reservoir auf Eisenstütze	von 25 cbm	f. d. Gasanstalt M.-Gladbach.
136.	1	Wasserthurm	" 200 "	" " Bahnhof Herzogenrath.
137.	1	Kaminreservoir	" 40 "	f. Haniel & Lueg in Düsseldorf-Grafenberg.
138.	1	Wasserthurm	" 300 "	f. d. Wasserwerk in Almelo (Ingenieur Halbertsma in s'Gravenhage). 3. Bestellung.
139.	1	"	" 500 "	" Wasserwerk in Lichtenberg-Berlin (Ing. O. Smreker in Mannheim).
140.	1	"	" 500 "	" Wasserwerk in Deventer (Ing. Moulock-Houwer in Deventer).
141.	1	"	" 23 "	f. Bahnhof Mannheim.

Lfd. Nr.					
142.	1	Wasserthurm	von 15	cbm	f. Bahnhof Reichenbach i. V.
143.	1	"	" 200	"	f. Bahnhof Deutsch-Rasselwitz.
144.	1	"	" 300	"	f. Bahnhof Konitz.
145.	1	Doppelreservoir	" 150	"	f. Bahnhof Pankow.
146.	1	Wasserthurm	" 100	"	f. Bahnhof Oppum bei Crefeld.
147.	1	"	" 50	"	f. Bahnhof Loburg bei Magdeburg.
148.	1	"	" 100	"	f. Bahnhof Call i. E.
149.	1	" auf Eisenstütze	" 600	"	f. d. Wasserwerk in Hilversum (Ing. Rijk in Utrecht).
150.	1	"	" 50	"	Chem. Fabrik, Actiengesellschaft in Hamburg.
151.	1	"	" 300	"	Bahnhof Tirlemont (Belg. Staatsbahn).
152.	1	Kaminreservoir	" 100	"	Société des Engrais concentrés à Engis.
153./154.	2	Wasserthürme	" 284	"	f. Bahnhof Borgerhout (Antwerpen)
155./156.	2	"	" 368	"	f. Bahnhof Stuyvenberg (Antwerpen)
157./158.	2	"	" 300	"	f. Bahnhof Antwerpen (Est)
159.	1	Wasserthurm	" 150	"	f. Bahnhof Cortemark
160.	1	"	" 200	"	f. Bahnhof Manage
161.	1	"	" 200	"	f. Bahnhof Angermünde (Berlin-Stettiner Eisenbahn).

1893.

162.	1	Kaminreservoir	von 40	cbm	f. Escher Wyss in Zürich.
163.	1	Wasserthurm	" 500	"	f. d. Wasserwerk Rendsburg (Ing. O. Smreker in Mannheim).
164.	1	"	" 1000	"	" Wasserwerk Bautzen.
165.	1	"	" 300	"	f. Bahnhof Kreuzburg i. Schles.
166.	1	"	" 300	"	f. Bahnhof Lichtenberg b. Berlin.
167.	1	"	" 500	"	f. Bahnhof Pankow b. Berlin (Ing. O. Smreker).
168.	1	"	" 200	"	f. d. Wasserwerk Twikel (Holland) Ing. Halbertsma. 4. Bestellung.
169.	1	"	" 200	"	" Arnheim (Holland) Ing. Rijk. 2. Bestellung.
170.	1	Theerreservoir	" 90	"	f. Solvay & Cie. in Bruxelles.
171.	1	Oelreservoir	" 25	"	dieselben.
172.	1	Wasserthurm	" 165	"	dieselben.
173.	1	Oelreservoir	" 18	"	dieselben.
174.	1	Theerreservoir	" 35	"	dieselben.
175.	1	Wasserreservoir	" 100	"	f. Bahnhof Euskirchen.
176.	1	"	" 50	"	f. Wachter und Morstadt.
177.	1	Kaminreservoir	" 25	"	f. Ehrhardt & Heye in Rath b. Düsseldorf.
178.	1	Wasserthurm	" 200	"	f. d. Wasserwerk Meppel (Holland) Ing. Halb. 5. Bestellung.
179.	1	"	" 1200	"	" Mailand.
180.	1	"	" 150	"	" Trenen.
181.	1	"	" 100	"	f. Bahnhof Schwientochlowitz (Königl. Eisenbahnbetriebsamt Kattowitz).
182.	1	Kaminbehälter	" 25	"	f. d. Rheinische Metallwaren- & Maschinenfabrik zu Düsseldorf.
183.	1	Wasserthurm	" 50	"	f. Bahnhof Bedburg, Betriebsamt Cöln-Düren.
184.	1	"	" 800	"	f. Bahnhof Hamm. " Dortmund.

1894.

185.	1	Doppelbehälter	von 520	cbm	f. d. Stadt Wolfenbüttel.
186.	1	"	" 1000	"	f. Bahnhof Salbke (Direktion Magdeburg).
187.	1	Wasserthurm	" 80	"	f. Bahnhof Varel (Oldenburgische Eisenbahn).
188.	1	"	" 100	"	f. Bahnhof Völklingen.
189.	1	"	" 350	"	f. d. Stadt Brühl.
190./191.	2	Wasserthürme	" 100	"	f. Bahnhof Charbonage de Mariemont Bascoup.

Lfd. Nr.					
192./193.	2 Wasserthürme	von 300 cbm	f. Bahnhof Carbonage de Mariemont Bascoup.		
194.	1 Wasserthurm	" 200 "	f. d. Stadt Boele b. Kabel (Ing. Müller, Bochum).		
195.	1 "	" 750 "	" " Höchst a. M. (Ing. Schmick, Frankfurt a. M.)		2. Bestellung.
196.	1 " auf Eisenstütze	" 150 "	f. Bahnhof Spandau.		
197.	1 "	" 300 "	f. Bahnhof Stralsund (Dir. Altona).		
198.	1 "	" 300 "	f. Bahnhof Brockau (Dir. Breslau).		
199.	1 "	" 100 "	f. d. Vereinigte Strohstoffabrik Coswig (Sachsen).		
200.	1 Wasserthurm	" 230 "	f. Bahnhof Oldenburg (Grossh. Dir.)		
201.	1 Kaminbehälter	" 20 "	f. d. Phosphatmühlen, Aktienges., Malstatt-Burbach.		
202.	1 Wasserthurm	" 100 "	f. Bahnhof Strehlen (Dir. Breslau).		
203.	1 Kaminbehälter	" 35 "	f. Ehrhardt & Heye in Rath b. Düsseldorf.		(Nachbestellung.)
204.	1 Wasserthurm	" 100 "	f. Bahnhof Junkerath, Eis.-Bauinspekt. Euskirchen.		
205.	1 "	" 300 "	f. Wasserwerk Vlissingen.		
206.	1 "	" 100 "	f. d. Landesirrenanstalt Zschadras b. Colditz.		
207.	1 "	" 200 "	f. Bahnhof Baal (Betriebs-Amt Aachen).		
208.	1 "	" 500 "	f. Wasserwerk Zerbst.		
209.	1 "	" 50 "	f. Bahnhof Radeberg (Sächs.Staatsbahn-Verwaltung).		
210.	1 "	" 600 "	f. Wasserwerk Delft (Holland).		
211.	1 "	" 500 "	f. " Blasewitz b. Dresden.		
212.	1 "	" 110 "	f. " Hochheim a. M.		
213.	1 "	" 600 "	f. Bahnhof Wanne.		
214.	1 Kaminbehälter	" 25 "	f. Georg Fischer, Schaffhausen.		
215.	1 Doppelreservoir	" 500 "	f. Bahnhof Halle a. S.		
216.	1 Wasserthurm	" 500 "	f. Bahnhof Stendal (Eisenbahn-Dir. Magdeburg).		
1895.					
217.	1 Wasserthurm	von 1500 cbm	f. Wasserwerk Utrecht (Holland) (Ing. Rijk).		3. Bestellung.
218.	1 "	" 400 "	f. Bahnhof Beuthen O./S. (Dir. Breslau).		
219.	1 "	" 100 "	f. Vereinigte Bautzener Papierfabriken, Bautzen.		
220.	1 "	" 50 "	f. Bahnhof Borsigwerk O./S. (Dir. Breslau).		
221.	1 "	" 120 "	f. Wasserwerk Grünberg i. Oberh. (Ing. Schmick)		3. Bestellung.
222.	1 "	" 800 "	f. Wasserwerk Mülheim a. Rh. (Dir. Thometzek).		
223.	1 Kaminbehälter	" 60 "	f. Continental Caoutchouc- und Guttapercha-Com- pagnie, Hannover.		
224.	1 Wasserthurm	" 50 "	f. Bahnhof Wollstein (Dir. Posen).		
225.	1 "	" 50 "	f. Bahnhof Blotnik (Dir. Posen).		
226.	1 "	" 300 "	f. Bahnhof Minden (Dir. Hannover).		
227.	1 Kaminbehälter	" 200 "	f. Consolidirte Alkaliwerke, Westeregeln.		
228.	1 Wasserthurm	" 300 "	f. Bahnhof Neunkirchen (Dir. Saarbrücken).		
229.	1 "	" 300 "	f. Zeche Prosper (Arenberg'sche Act.-G. f. Bergbau in Essen (Ruhr).		
230.	1 "	" 300 "	f. Zeche Prosper (Arenberg'sche Act.-G. f. Bergbau in Essen (Ruhr).		
231.	1 "	" 50 "	f. Steinkohlen-Destillation Harlingen (Holland).		
232.	1 "	" 20 "	f. Strafanstalt zu Siegburg.		
233.	1 "	" 300 "	f. Wasserwerk Zeist (Holland)- (Dir. Rijk), 4. Best.		
234.	1 "	" 200 "	f. Berliner Gewerbe-Ausstellung 1896.		
235.	1 "	" 200 "	f. Kgl. Eisenb.-Dir. Kattowitz, Bahnh. Morgenroth.		
236.	1 "	" 200 "	f. " " Breslau, " Königszelt.		
237.	1 "	" 100 "	f. Bahnhof Greifenberg (Dir. Breslau).		
238.	1 "	" 100 "	f. Bahnhof Golssen (Eisenb.-Insp. 12, Berlin).		
239.	1 "	" 200 "	f. Bahnhof Bingerbrück (Eisenb.-Insp. Coblenz).		

Lfd. Nr.					
240.	1	Wasserthurm	von 50 cbm	f. Farbwerk Mühlheim b. Offenbach a. M.	
241.	1	Kaminbehälter	" 45 "	f. Gebr. Grünewald, Budapest.	
242.	1	Wasserthurm	" 300 "	f. d. Bahnhof Braunschweig, Eisenb.-Dir. Magdeburg.	
243.	1	"	" 100 "	" Bahnhof Gütersloh, Eisenb.-Dir. Hannover.	
244.	1	"	" 100 "	" Bahnhof Lemgo, " "	
245.	1	"	" 100 "	" Bahnhof Lübbenau, Eisenb.-Dir. Halle a. S.	
246.	1	" auf Eisenstütze	" 35 "	f. H. C. J. van Houten Zoon, Weesp (Holland).	
247.	1	"	" 100 "	f. d. Bahnhof Malsch, Eisenb.-Dir. Breslau.	
248.	1	"	" 200 "	f. E. Merk in Darmstadt.	
249.	1	"	" 100 "	f. d. Bahnhof Kleinen, Eisenb.-Dir. Schwerin.	
250.	1	Wasserthurm	" 50 "	f. d. Bahnhof Schwerin i. P., Eisenb.-Dir. Posen.	
251.	1	"	" 300 "	" Bahnhof Sommerfeld, Eisenb.-Dir. Breslau.	
252.	1	"	" 1500 "	" Wasserwerk in Kiel.	
253.	1	Oelbehälter	" 555 "	" Kaiserliche Werft in Kiel.	
254.	1	"	" 555 "	" " " " " " "	
255.	1	"	" 555 "	" " " " " " Wilhelmshaven.	
256.	1	"	" 555 "	" " " " " " "	
257.	1	"	" 555 "	" " " " " " "	

1896.

258.	1	Wasserbehälter	von 730 cbm	f. d. Magistrat in Spandau.
259.	1	Wasserreservoir auf Eisenstütze	" 100 "	" Zeche Massen bei Unna.
260.	1	Wasserthurm	" 200 "	" Bahnhof Northeim, Eisenb.-Dir. Cassel.
261.	1	"	" 200 "	" Bahnh. Conz, Eisenb.-Dir. St. Joh.-Saarbrücken.
262.	1	Doppel-Oelreservoir	" 400 "	" Steinkohlentheer-Dest. Perseverantia, Harlingen. 2. Bestellung.
263.	1	Wasserthurm	" 150 "	" Bahnhof Soltau, Eisenb.-Dir. Hannover.
264.	1	"	" 1500 "	" Wasserwerk Mittweida in Sachsen, Königin Marienhütte A.-G. Cainsdorf (Sachsen).
265.	1	"	" 200 "	" Deutsche Solvay-Werke in Bernburg a. Saale. 2. Bestellung.
266.	1	Kaminreservoir	" 100 "	" Chautiers Navals in Nicolaieff (Russland).
267.	1	Wasserthurm	" 100 "	" Pfälzische Eisenbahnen in Ludwigshafen.
268.	1	"	" 300 "	" Wasserwerk in Emden (Wasserwerk für das nördl. westf. Kohlenrevier zu Gelsenkirchen).
269.	1	Wasserbehälter auf Eisenstütze	" 10 "	" Gasanstalt Bergen op Zoom.
270.	1	Wasserthurm	" 500 "	" Wasserwerk Oldenburg (Wasserwerk für das nördl. westf. Kohlenrevier zu Gelsenkirchen).
271.	1	Kaminreservoir	" 40 "	f. Ludw. Loewe & Co., Berlin.
272.	1	Wasserthurm	" 200 "	f. d. Bahnhof Braunschweig, Eisenb.-Dir. Magdeburg.
273.	1	Oelbehälter	" 1100 "	" Kaiserliche Werft in Danzig
274.	1	Wasserthurm	" 730 "	" Wasserwerk Oppeln.
275.	1	"	" 200 "	" Bahnhof Glatz, Eisenbahn-Dir. Breslau.
276.	1	"	" 20 "	" Städtisches Spital in Szabadka (Ungarn).
277.	1	"	" 100 "	" Provinzial Heilanstalt Freiburg i. Schlesien.
278.	1	"	" 1000 "	f. Thyssen & Cie., Mülheim a. d. Ruhr.
279.	1	"	" 150 "	f. d. Provinzial-Irrenanstalt in Nietleben b. Halle (Ingenieur W. Pfeffer, Halle). 5. Bestellung.
280.	1	"	" 200 "	" Bahnhof Rothe Erde b. Aachen, Eisenbahn-Dir. Köln, Betriebsinsp. I, Aachen.
281.	1	"	" 200 "	" Bahnh. Fürstenwalde (Spree) Eisenb.-Dir. Berlin.
282.	1	"	" 150 "	" Wasserwerk Rheinbach (Ing. Froitzheim, Cöln).
283.	1	"	" 30 "	" Vereinigungsgesellschaft für Steinkohlenbau im Wurmrevier, Kohlscheid b. Aachen.
284.	1	"	" 500 "	" Fried. Krupp, Essen (Hochofenanlage Rhein- hausen).

Lfd. Nr.					
285.	1	Wasserthurm	von 100	cbm	f. Rud. Rütgers, Berlin (Schwientochlowitz).
286.	1	"	" 1870	"	f. d. Städtische Wasserwerk Krefeld.
287.	1	"	" 25	"	Bahnhof Bockhorn, Grossherzogliche Eisenbahn-Dir. Oldenburg.
288.	1	"	" 50	"	Farbenfabriken vormals Friedr. Bayer & Cie., Elberfeld.
289.	1	"	" 50	"	Hamburger Chemische Fabriks-Actiengesellschaft, Berlin.
290.	1	"	" 500	"	Bahnhof Stettin, Eisenbahn-Dir. Berlin.
291.	1	Kaminreservoir	" 50	"	f. Ganz & Cie., Budapest.

1897.

292.	1	Kaminreservoir	von 500	cbm	f. d. Wasserwerk in Utrecht (Holland). 4. Bestellung (Dir. Rijk).
293.	1	"	" 40	"	f. Herren Gebr. Forstreuter, Oschersleben.
294.					
295.					
296.					
297.					
298.					
299.					
300.					
301.					
302.					
303.					
304.					
305.					
306.					
307.					
308.					
309.					
310.					
311.					
312.					
313.					
314.					
315.					

Lfd.
Nr.

- 316.
- 317.
- 318.
- 319.
- 320.
- 321.
- 322.
- 323.
- 324.
- 325.
- 326.
- 327.
- 328.
- 329.
- 330.
- 331.
- 332.
- 333.
- 334.
- 335.
- 336.
- 337.
- 338.
- 339.
- 340.
- 341.
- 342.
- 343.
- 344.
- 345.

Gasbehälter-Bassins

in

Metallblech.

Nach Intze's System.

Kurze Beschreibung der wesentlichen Anordnungen
bei
Gasbehälter-Bassins in Metallblech
nach Intze's System.

Wegen der bei gemauerten Gasbehälter-Bassins vielfach bemerkten Undichtigkeiten hat man in neuerer Zeit mehrfach Bassins aus Metallblech (Eisen und Stahl) in der Weise aufgeführt, dass dieselben mit durchgehendem flachen Boden direkt auf die Erdoberfläche oder auf eine besondere gemauerte oder sonstwie künstlich hergestellte abgegliche ebene Fläche gesetzt wurden. Bei dieser Anordnung ist der Uebelstand vorhanden, dass man Undichtigkeiten im flachen Boden nicht finden, Reparaturen und Anstriche an der unteren Bodenfläche nicht ausführen kann und bei schlechtem Untergrunde genöthigt ist, eine kostspielige Unterstüzung bezw. Fundirung in der ganzen Grundfläche des Bassins anzuwenden.

Professor Intze ging nun bei der Konstruktion seiner Gasbehälter-Bassins aus Metallblech von der neuen Idee aus, diesen Bassins eine ringförmige Stüzung und einen freitragenden zugänglichen Boden zu geben, wobei im Wesentlichen darauf gesehen wurde, den Wasserinhalt auf ein Minimum zu beschränken, ohne andererseits die Konstruktionsflächen unnütz gross bezw. kostspielig zu gestalten.

Als Flächen, welche mit möglichst wenig Materialaufwand grössere Wasserlasten zu tragen im Stande sind, mussten naturgemäss Kegel- und Kugelflächen für die Bodenkonstruktionen in Anwendung kommen, wobei in hervorragendem Maasse die gegen äusseren Druck am widerstandsfähigsten Kugelflächen zu bevorzugen waren.

Bei der praktischen Anordnung dieser Flächen musste für grössere Spannweiten darauf geachtet werden, dass einerseits die Krümmungsradien nicht zu gross ausfielen und andererseits die Bodentheile nicht in den Gasraum der Glocke hineinragten, um sowohl durch das Vorhandensein von Wasser über allen Nietnäthen die Dichtigkeit aller Fugen leicht kontrolliren zu können, als auch hierdurch einen sicheren Abschluss des Gases von dem innerhalb der ringförmigen Auflagerung des Behälter-Bassins gebildeten zugänglichen Luftraume zu schaffen.

Auf Druck beanspruchte Kegelflächen mit grösserer Seitenlänge wurden zur Materialersparung und zur Sicherung gegen Einknicken vorthellhaft aufgelöst in einzelne Träger, welche in die Richtung der Kegelseiten gelegt wurden, und in durchhängende dünne (nach kleinem Krümmungsradius hergestellte) Kegelbleche. Die Ringdruckwirkungen der Hauptkegelfläche wurden hierdurch konzentriert auf einzelne Gurtringe, welche ohne Materialverschwendung leicht knickfest konstruirt werden konnten.

Für sehr grosse Bassindurchmesser, welche etwa 35 Meter überschreiten, ist zur Materialersparung und zur grösseren Reduktion des Wasserinhaltes eine mehrfache Ringstüzung vorzuziehen, wie dies z. B. beim grossen Krupp'schen Teleskop-Gasbehälter für 37 000 cbm Gasinhalt geschehen ist. Nach zweijährigem Betrieb hat dieser Behälter trotz der inzwischen durch Bergwerke in Essen veranlassten Bodensenkungen sich durchaus bewährt und werden die eingetretenen vorhergesehenen Senkungen durch Nachheben der zu stark gesunkenen Punkte ausgeglichen.

Nachdem die ersten Ausführungen von Gasbehälter-Bassins aus Metallblech nach Intze's Erfindung allen Anforderungen entsprochen hatten, sind im Laufe von kaum 14 Jahren, wie das nachfolgende Verzeichniss ergibt, zahlreiche und selbst sehr grosse Gasbehälter-Anlagen nach Intze's System in Anwendung gekommen, für welche im Ganzen ein Bau-Kapital von circa 6 Millionen Mark aufgewendet worden ist.

Auch die nach Prof. Intze's Konstruktion und nach seinen detaillirten statischen Berechnungen in Verbindung mit den Bassins ausgeführten neueren Führungsgerüste für die Glocken und die Versteifungen der Glocken haben sich bisher selbst bei sehr grossen und hohen Teleskop-Behältern, die dem Sturme stark ausgesetzt waren, vorzüglich bewährt, da alle Kraftwirkungen mit grosser Sicherheit trotz nennenswerther Materialersparung gegenüber den älteren Führungsgerüsten, auf die ringförmige Auflagerung des Bassins übertragen werden.

Sehr oft haben die Intze-Bassins vortheilhafte Anwendung dann gefunden, wenn es sich bei **beschränktem Terrain der Gasanstalten um Vergrösserung vorhandener Gasbehälter** handelte, indem vorhandene ringförmige Bassinmauerungen benutzt werden konnten, um Teleskop-Gasbehälter-Bassins mit wesentlich grösserem Durchmesser darauf zu errichten. Auf diese Weise hat der nutzbare Gas-Inhalt um das 4- bis 5fache vergrössert werden können.

Die bei den bisherigen zahlreichen Ausführungen in den Vordergrund getretenen praktischen Vortheile der Gasbehälter-Bauten nach Intze's System lassen sich wie folgt kurz zusammenfassen:

1. Die Bodenkonstruktion ist überall zugänglich und kann daher leicht in Bezug auf Dichtigkeit untersucht, eventuell reparirt und im Anstrich erhalten werden.
2. Die vertikal belastete ringförmige Stützung erfordert nur wenig Mauerwerk und eine relativ billige Fundirung, was besonders bei schlechtem Untergrunde und bei felsigem Boden sehr in's Gewicht fällt.
3. Selbst ungleichmässige, sehr bemerkbare Senkungen der Ringstütze in sehr weichem Boden, oder bei Bodensenkungen, die durch Bergwerke veranlasst werden, haben keinerlei Störungen im Betriebe hervorrufen können.
4. Der innerhalb der Ringstütze geschaffene, durch Fenster in derselben hell beleuchtete Raum, welcher durch die freitragende Bodenkonstruktion des Bassins überdacht ist, kann vortheilhaft als Lagerraum ausgenutzt werden.
5. Die Aus- und Eingangsrohre für Gas lassen sich sehr gut von aussen zugänglich und vom Innenraum vollständig abgeschlossen anbringen.
6. Die Gesamtdisposition gestattet einerseits die Ausnutzung vorhandener sehr beschränkter und stark bebauter Grundstücke der Gasanstalten und andererseits die Vergrösserung vorhandener Gasbehälter mit gemauerten Bassins, bei Gewinnung nutzbarer Räume.
7. Alle Kraftwirkungen werden in vortheilhafter Weise lediglich in die ringförmige Auflagerung des Bassins übertragen.
8. Kleine Bassins können nach Ablassen des Wassers im Ganzen wegen der steifen Form ohne Schädigung leicht transportirt und sehr schnell nach Beendigung des Transportes wieder in Betrieb gesetzt werden.

Die ausgedehnte, sehr gewachsene Anwendung der Intze-Bassins für Gasbehälter und die zahlreichen anerkennenden Aeusserungen in- und ausländischer Techniker über die Vortheile derselben beweisen, dass diese Erfindung in kaum geahnter Weise bei Neu-Einrichtungen und bei Vergrösserungen von Gasanstalten hat Nutzen stiften können.

Januar 1897.

Gasbehälter mit schmiedeeisernem Bassin

nach Intze's Patent.

Ausführungen.

Lfd.
Nr.

1883.

1. 1 Einfacher Gasbehälter von 2000 cbm Gasinhalt f. d. Gasanstalt Emmerich a. Rh.

1884.

2. 1 Teleskop-Gasbehälter von 2100 cbm f. d. Gasanstalt Wurzen.
3. 1 Einfacher " " 100 " " " Coakerei E. Friedländer & Co., Zabrze.
4. 1 " " " 100 " " " Friedenshütte b. Morgenroth i. Schl.

1885.

5. 1 Teleskop-Gasbehälter von 1000 cbm f. d. Gasanstalt Frankfurt a. M.
6. 1 " " " 3000 " " " Liegnitz.
7. 1 " " " 2000 " " " Bernburg.
8. 1 " " " 600 " " " Marienburg.
9. 1 " " " 1500 " " " Hamm i. W.
10. 1 Einfacher " " 600 " " " Borna.
11. 1 " " " 400 " " " Konitz.
12. 1 " " " 400 " " " Burgstädt.
13. 1 " " " 2000 " " " Göttingen.

1886.

14. 1 Teleskop-Gasbehälter von 10000 cbm f. d. Gasanstalt Charlottenburg.
15. 1 " " " 1000 " " " Fürstenwalde.
16. 1 " " " 2000 " " " Freiberg i. S.
17. 1 Einfacher " " 420 " f. Schöller, Mevissen & Bücklers, Düren.
18. 1 " " " 2500 " f. d. Königl. Geschütz-Giesserei Spandau.
19. 1 " " " 50 " f. Jul. Pintsch, Berlin (Bahnhof Wesel).

1887.

20. 1 Teleskop-Gasbehälter von 7000 cbm f. d. Gasanstalt Chemnitz.
21. 1 Einfacher " " 100 " f. Jul. Pintsch in Berlin (Bahnhof Mailand).
22. 1 " " " 50 " " " " " " "
23. 1 " " " 130 " f. d. Gasanstalt Oberursel.
24. } je 1 " " " 2000 " " " Guyaquil (Süd-Amerika).
25. }
26. 1 " " " 2000 " " " Biel (Schweiz).
27. 1 " " " 600 " " " Lüben.
28. } je 1 " " " 3000 " " " Plauen i. Voigtland.
29. }
30. 1 Teleskop- " " 1200 " " " Lauscha.
31. 1 Einfacher " " 100 " " " Garnison-Verwaltung Erfurt.

1888.

32. 1 Einfacher Gasbehälter von 1000 cbm f. d. Gasanstalt Grunewald b. Solingen.
33. 1 Teleskop- " " 5000 " " " Braunschweig.
34. 1 " " " 2000 " " " Weimar.

Lfd.
Nr.

35. 1 Teleskop-Gasbehälter von 900 (1800) cbm f. d. Gasanstalt Riesa.
36. 1 " " " 900 (1800) " " " Meissen.
37. 1 " " " 1000 " " " Neu-Ruppin.

1889.

38. 1 Einfacher Gasbehälter von 2000 cbm f. d. Gasanstalt Saargemünd.
39. 1 " " " 1000 " " " Saalfeld.
40. 1 Teleskop- " " 3000 " " " Elbing.
41. 1 " " " 37000 " f. Fr. Krupp, Essen.
42. 1 Einfacher " " 100 " f. Jul. Pintsch, Berlin (Bahnhof Speldorf).
43. 1 Teleskop- " " 8000 " f. d. Gasanstalt Gera.

1890.

44. 1 Teleskop-Gasbehälter von 800 (1600) cbm f. d. Gasanstalt Harburg (Noblées Thörl).
45. 1 " " " 5000 " " " Flensburg (Dänische Gascompagnie, Kopenhagen).
46. 1 Einfacher " " 500 " " " Waedensweil a. Züricher See.
47. 1 Teleskop- " " 4000 " " " Bern.

1891.

48. 1 Teleskop-Gasbehälter von 5000 cbm f. d. Gasanstalt Görlitz.
49. 1 Einfacher " " 1200 " " Blechwalzwerk Schulz-Knaudt, Essen a. d. Ruhr.
50. 1 " " " 2000 " " Gasanstalt Constanz.
51. 1 Teleskop- " " 6000 " " " St. Gallen.
52. 1 " " " 4400 " " " Frankfurt a. M.
53. 1 Einfacher " " 2000 " " " Graudenz.

1892.

54. 1 Teleskop-Gasbehälter von 5000 cbm f. d. Gasanstalt Tuborg und Kopenhagen.
55. 1 " " " " " " Freiburg i. S.
56. 1 Einfacher " " 2500 " " " Enschede (Holland).
57. 1 " " (mit Seilführung) von 600 cbm f. d. Gasanstalt Sprottau.

1893.

58. 1 Teleskop-Gasbehälter von 1200 cbm f. d. Gasanstalt Assen (Holland).
59. 1 Einfacher " " 2500 " " " Gouda (Holland).
60. 1 Teleskop- " " 15000 " " " Stadt Essen.

1894.

61. 1 Einfacher Gasbehälter von 4000 cbm f. d. Gasanstalt Deventer (Holland).
62. 1 Teleskop- " " 4000 " " " Winterthur.
63. 1 " " " 5000 " " " Pressburg.
64. 1 " " " 300 " " " Budapest.

1895.

65. 1 Teleskop-Gasbehälter von 6000 cbm f. d. Gasanstalt Frankfurt a. Main.

1896.

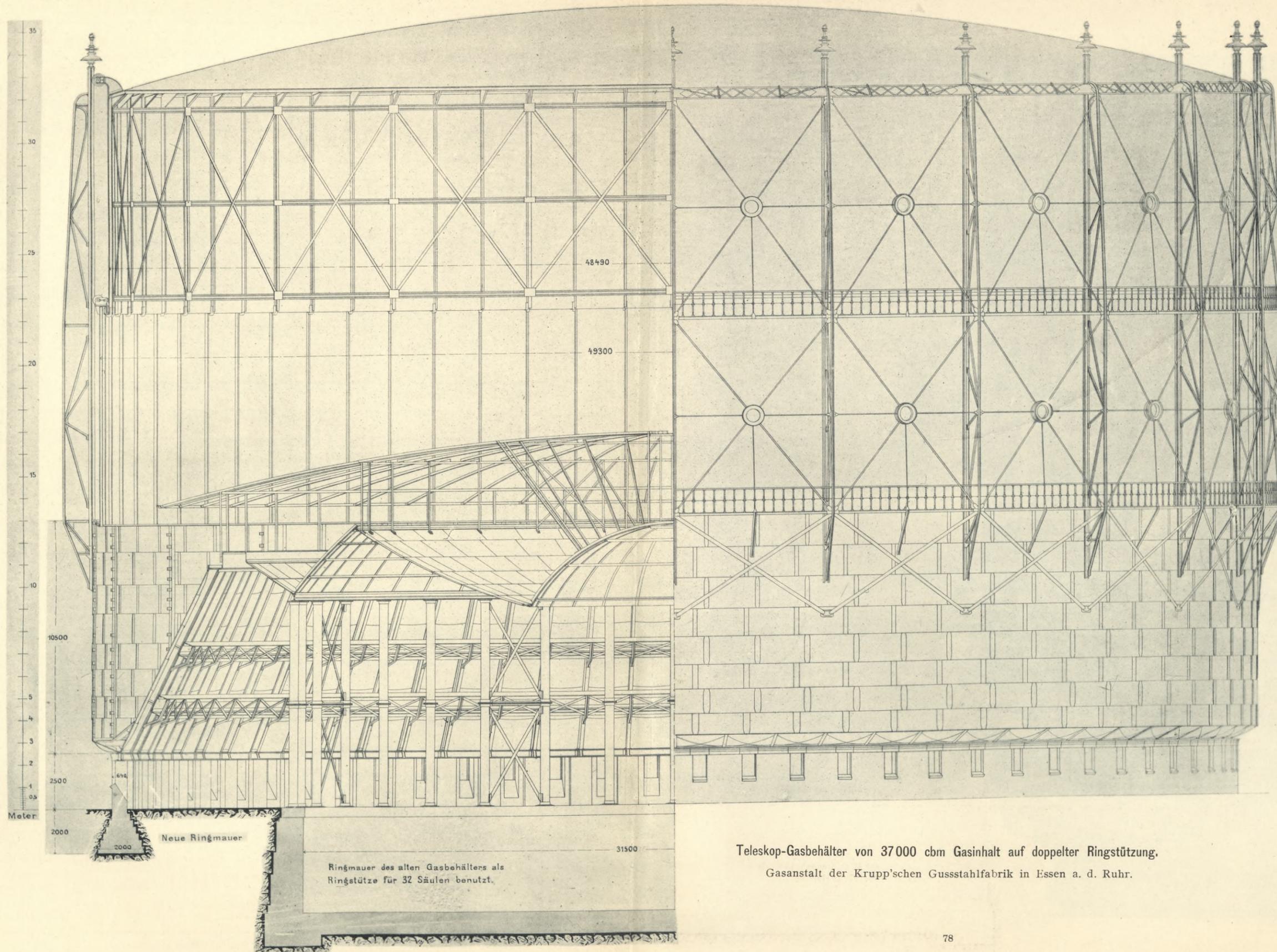
66. 1 Teleskop-Gasbehälter von 5000 cbm f. d. Farbwerke Höchst a. Main vorm. Meister Lucius & Brüning, Höchst a. Main.
67. 1 Einfacher " " 150 " " " Herren Villeroy & Boch in Dresden.

1897.

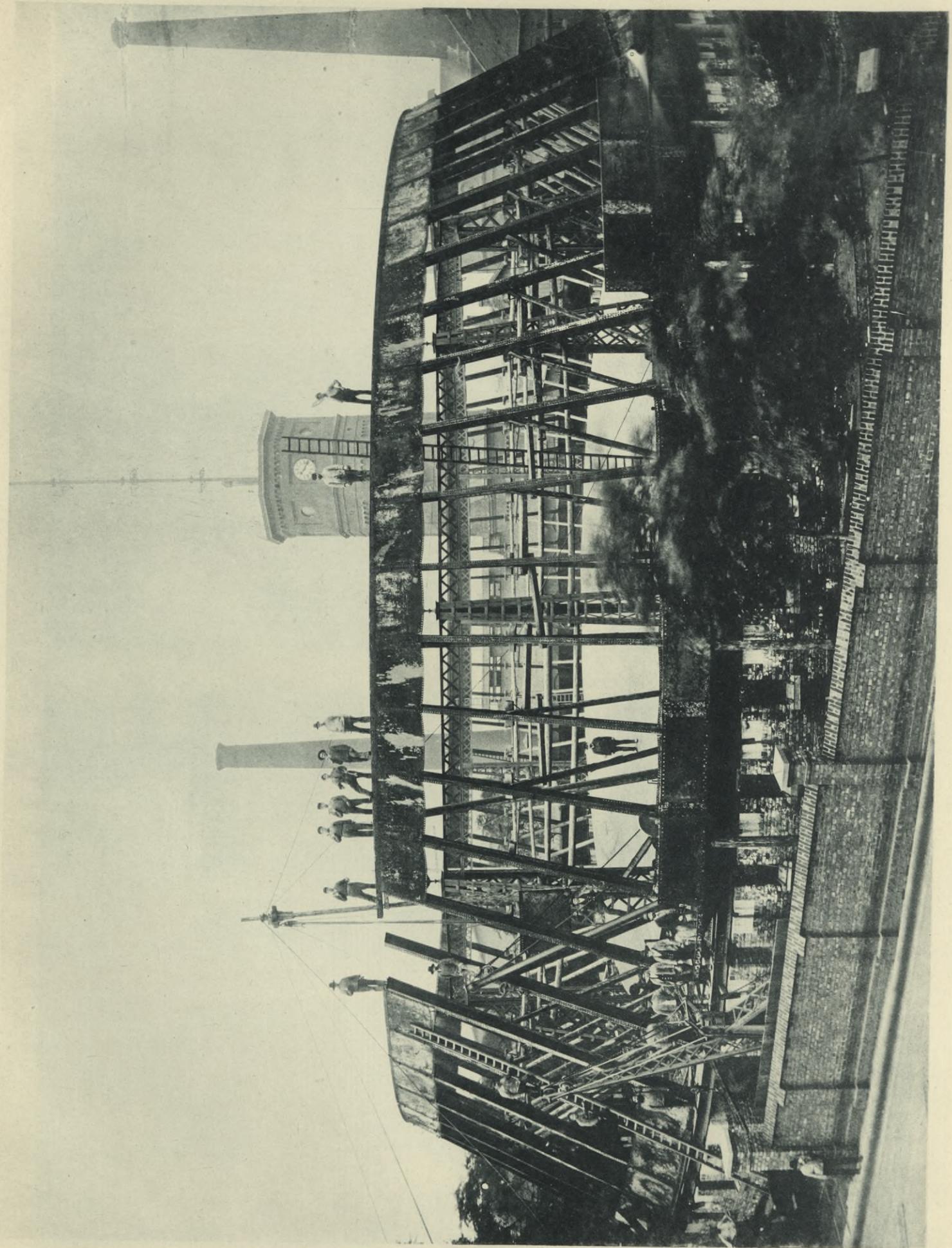
68.
69.
70.

Lfd.
Nr.

71.
72.
73.
74.
75.
76.
77.
78.
79.
80.
81.
82.
83.
84.
85.
86.
87.
88.
89.
90.
91.
92.
93.
94.
95.
96.
97.
98.
99.
100.

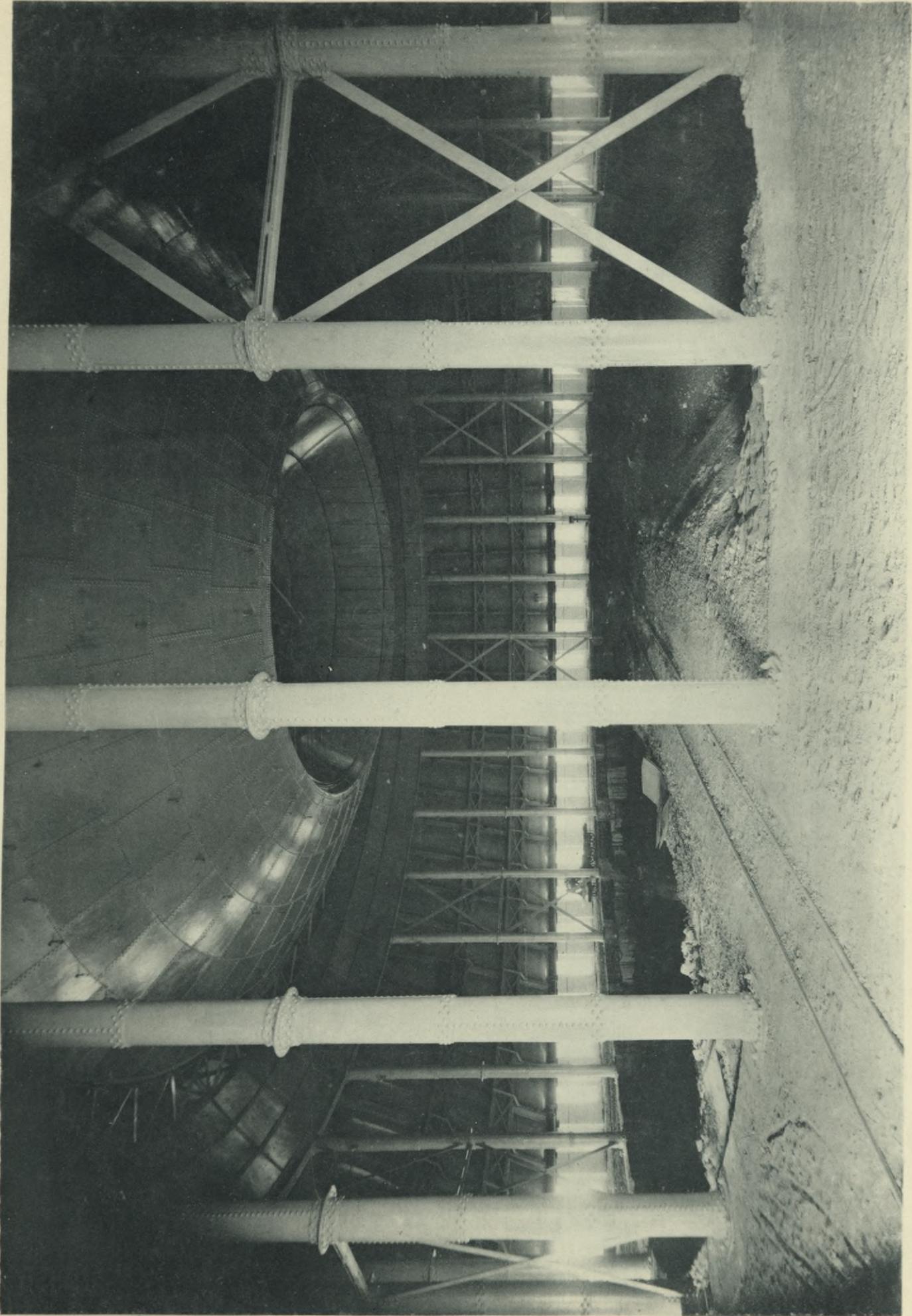


Teleskop-Gasbehälter von 37000 cbm Gasinhalt auf doppelter Ringstützung.
 Gasanstalt der Krupp'schen Gussstahlfabrik in Essen a. d. Ruhr.



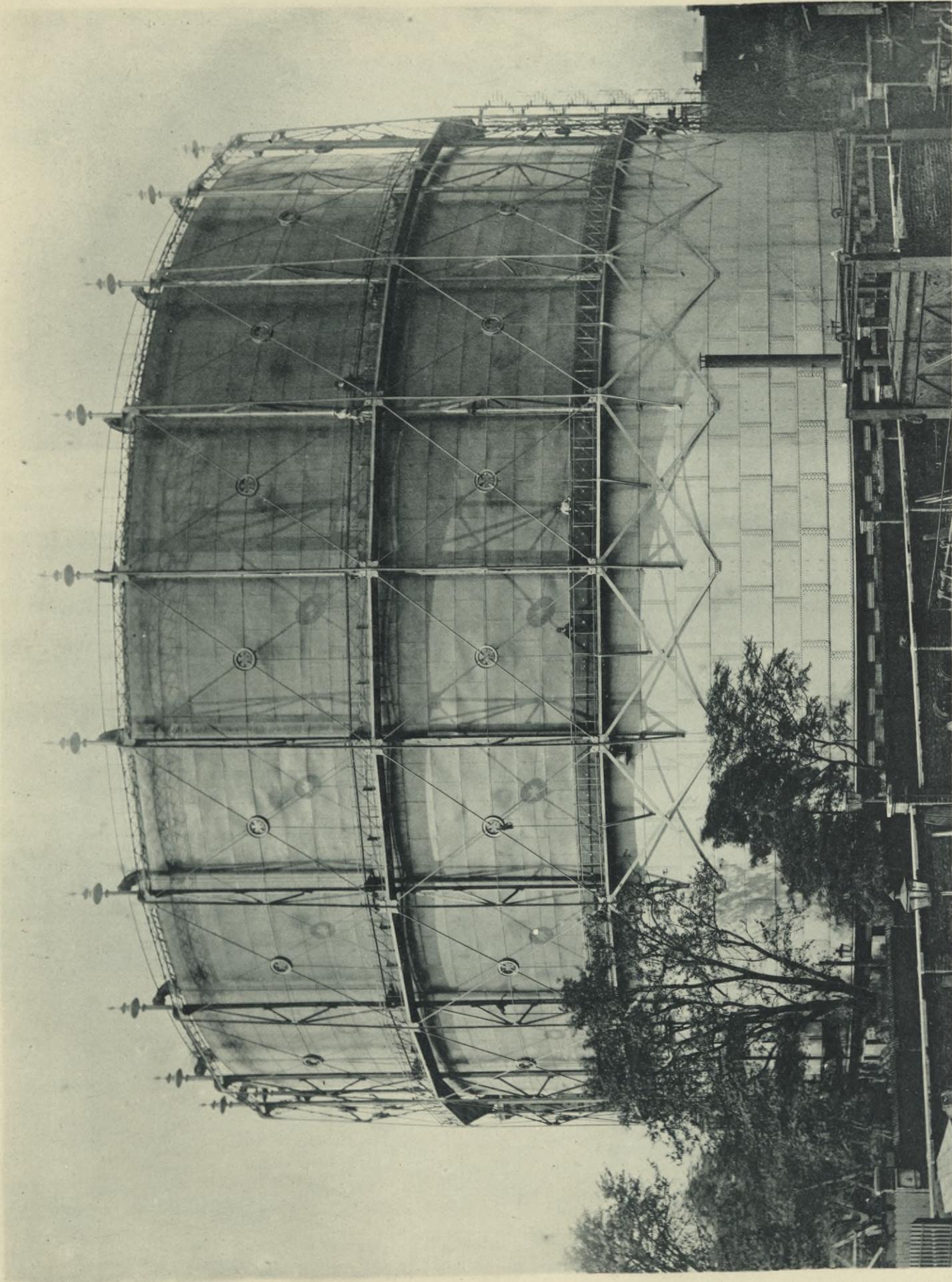
Teleskop-Gasbehälter von 37 000 cbm Gasinhalt der Krupp'schen Gussstahlfabrik in Essen (Ruhr).
Stützgerüst des Innenkegels auf der äusseren Ringstützung.



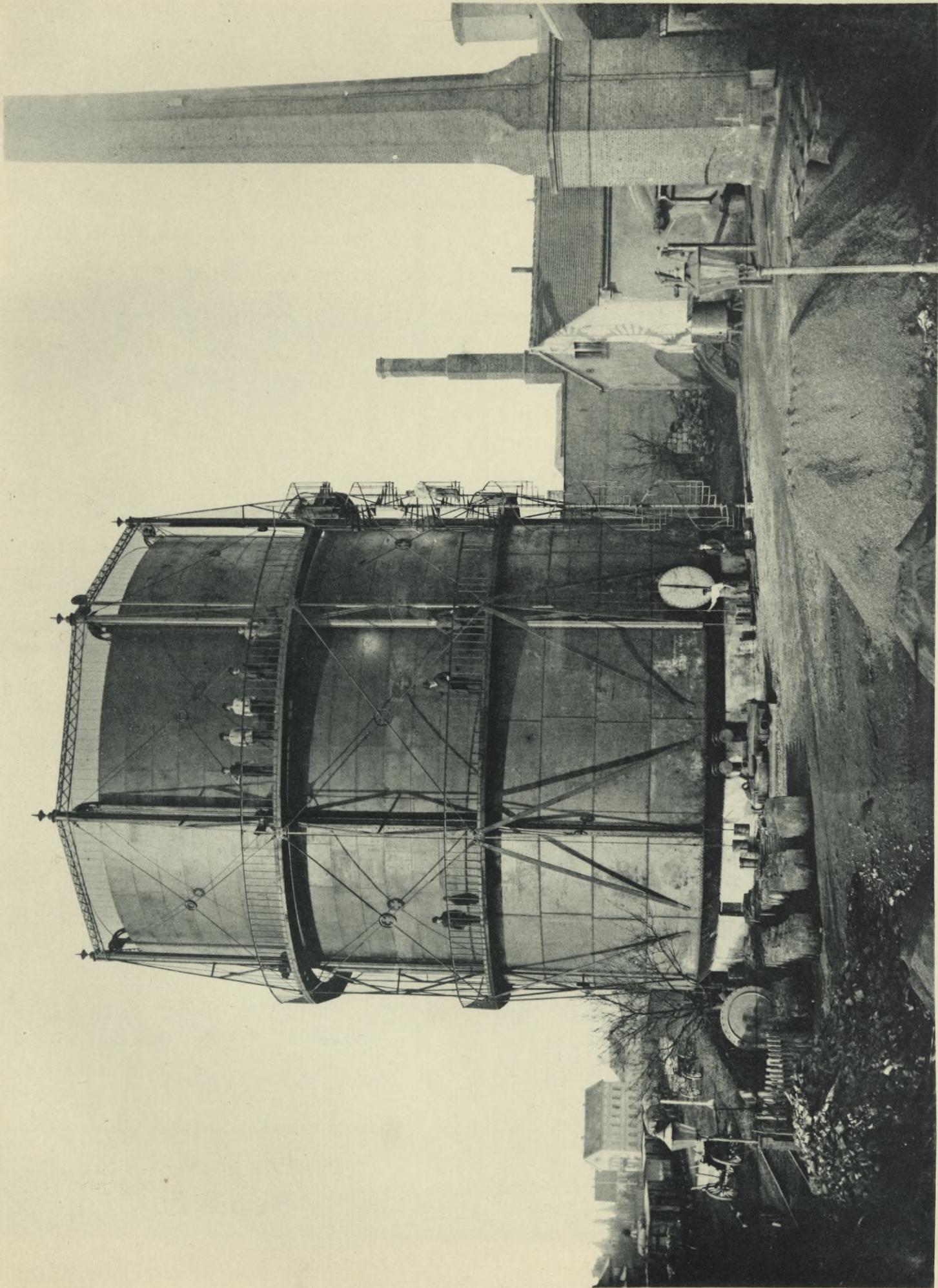


Teleskop-Gasbehälter von 37000 cbm Gasinhalt der Krupp'schen Gussstahlfabrik in Essen (Ruhr).

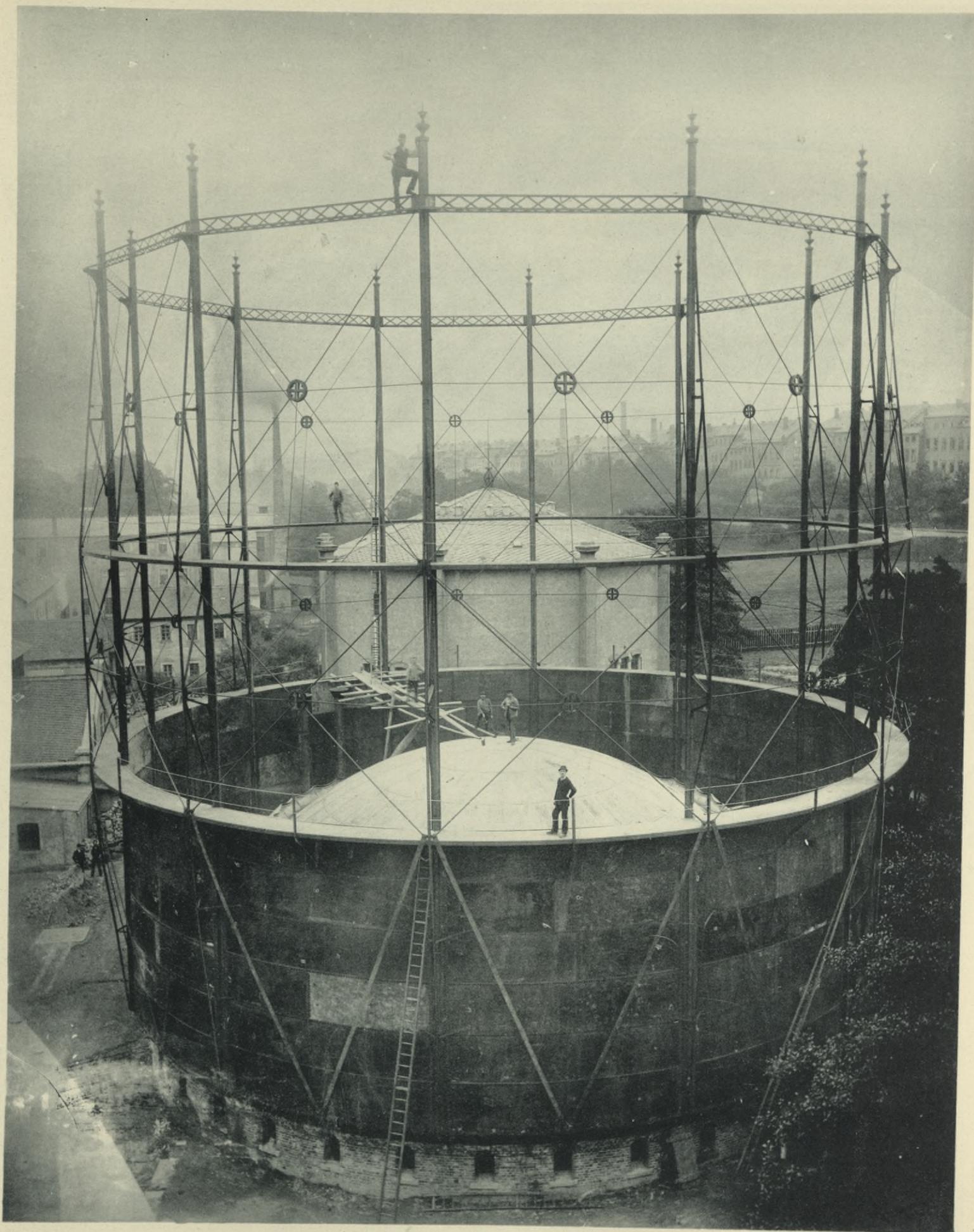
Innere Ansicht des aus Kegel- und Kugelflächen gebildeten Behälterbodens und des als Lager zu benutzenden Raumes unter dem Wasserbehälter.



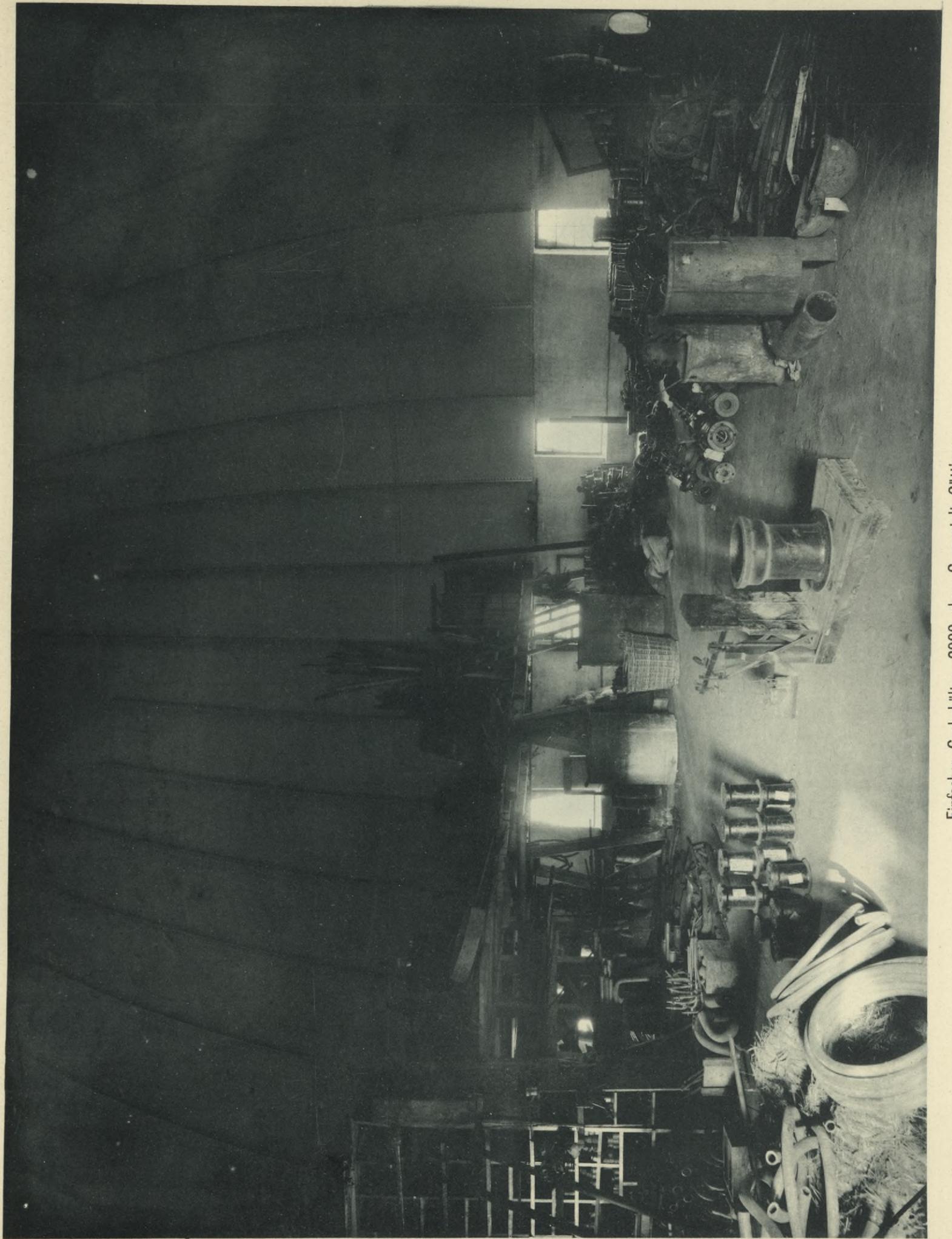
Teleskop-Gasbehälter mit Bassin aus Stahlblechen, 37000 cbm Gas und 9000 cbm Wasser fassend,
nach dem Patente des Herrn Professor Intze erbaut
an der Gasanstalt der Krupp'schen Gusstahlfabrik in Essen (Ruhr).



Teleskop-Gasbehälter, 2100 cbm Inhalt. Gasanstalt Wurzen i. S.



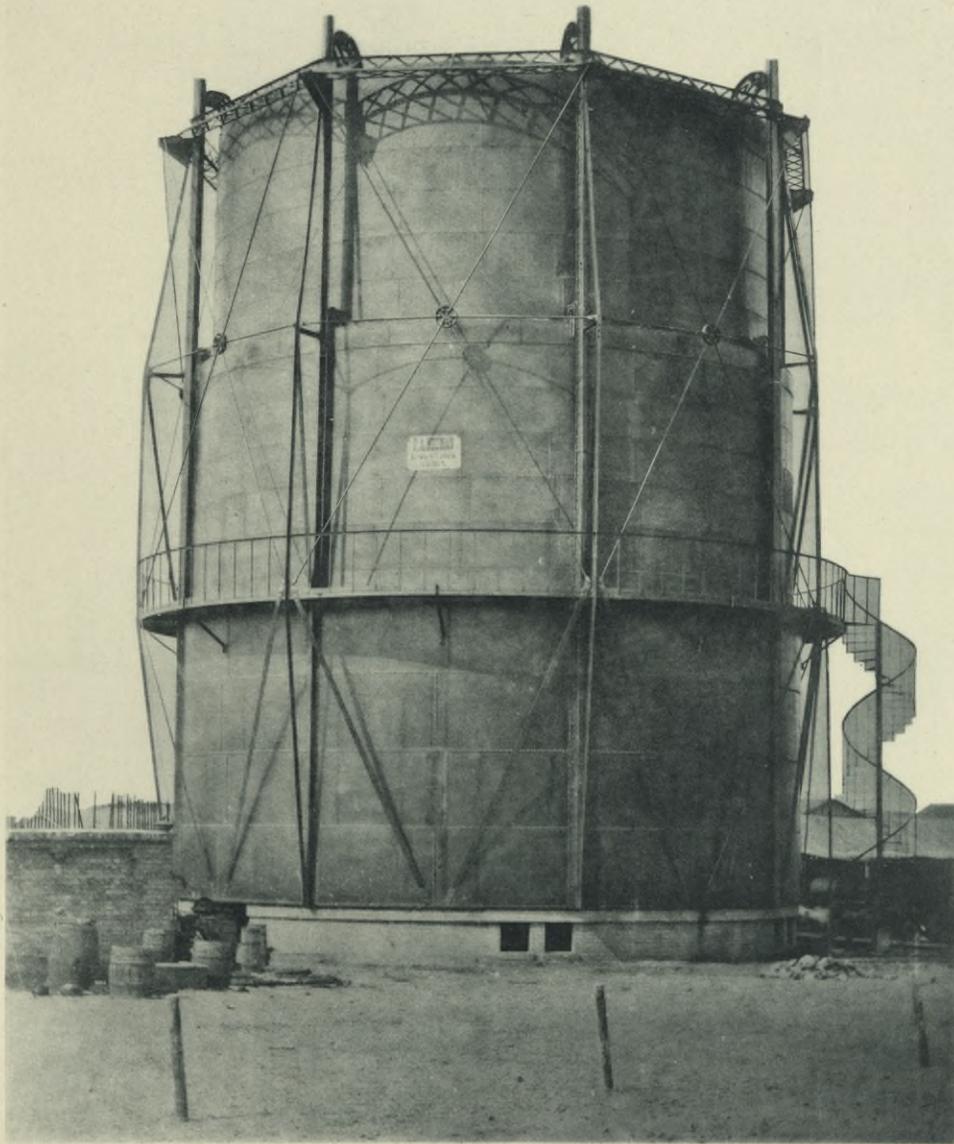
Teleskop-Gasbehälter, 7000 cbm, Gasanstalt Chemnitz.



Einfacher Gasbehälter, 2000 cbm, Gasanstalt Göttingen.

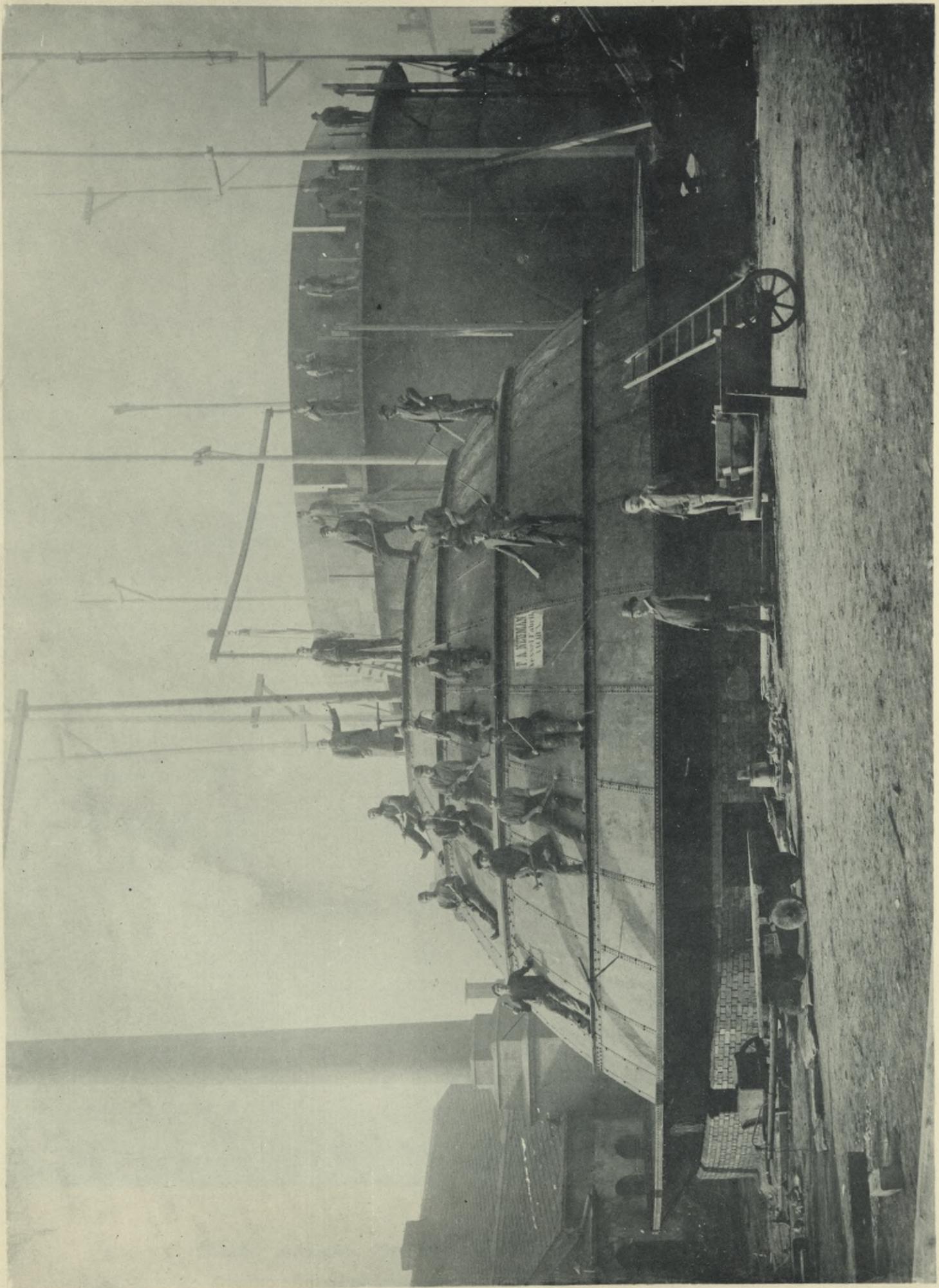
Innere Ansicht des Kugelbodens.





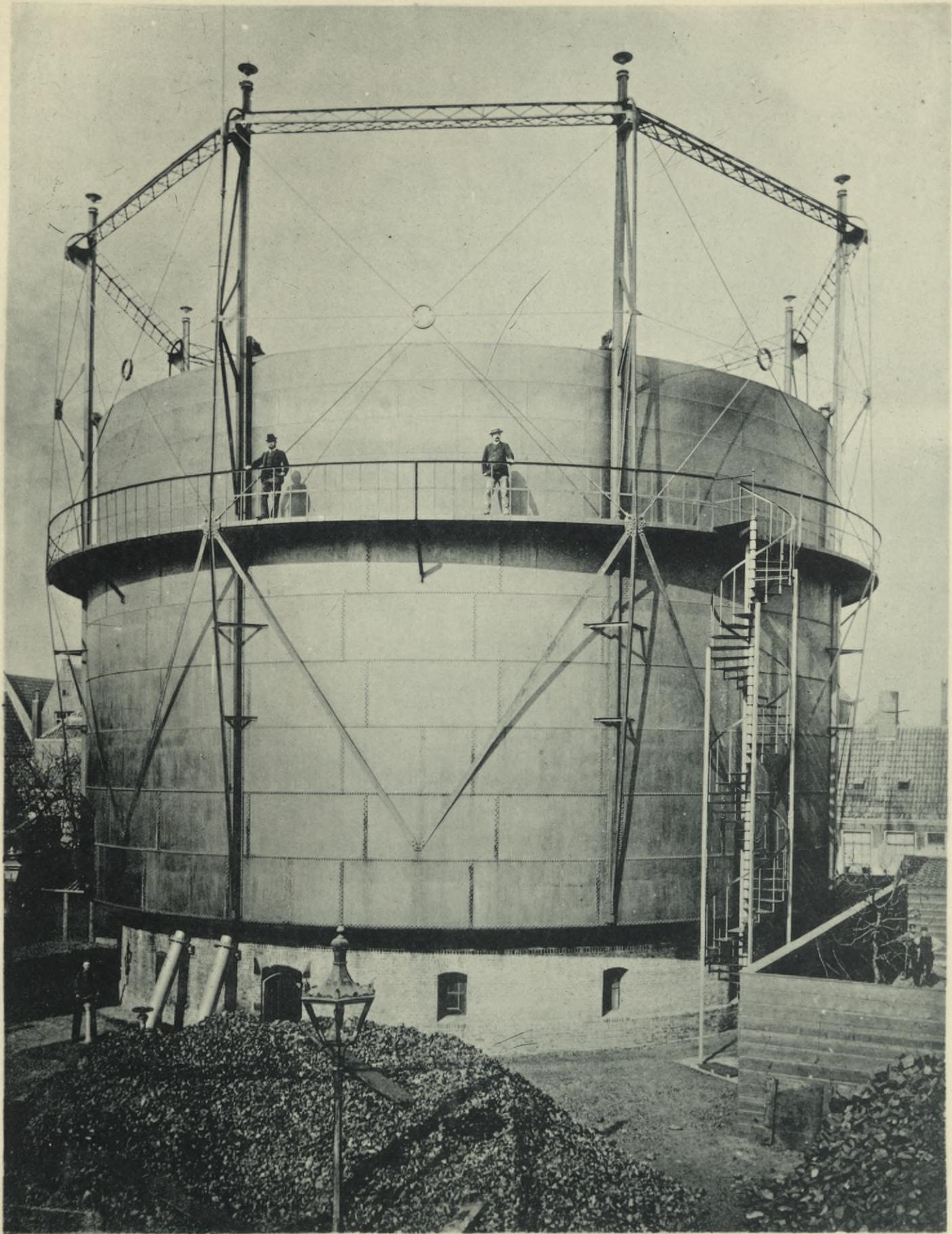
Teleskop-Gasbehälter, 1000 cbm, Gasanstalt Frankfurt a/M.



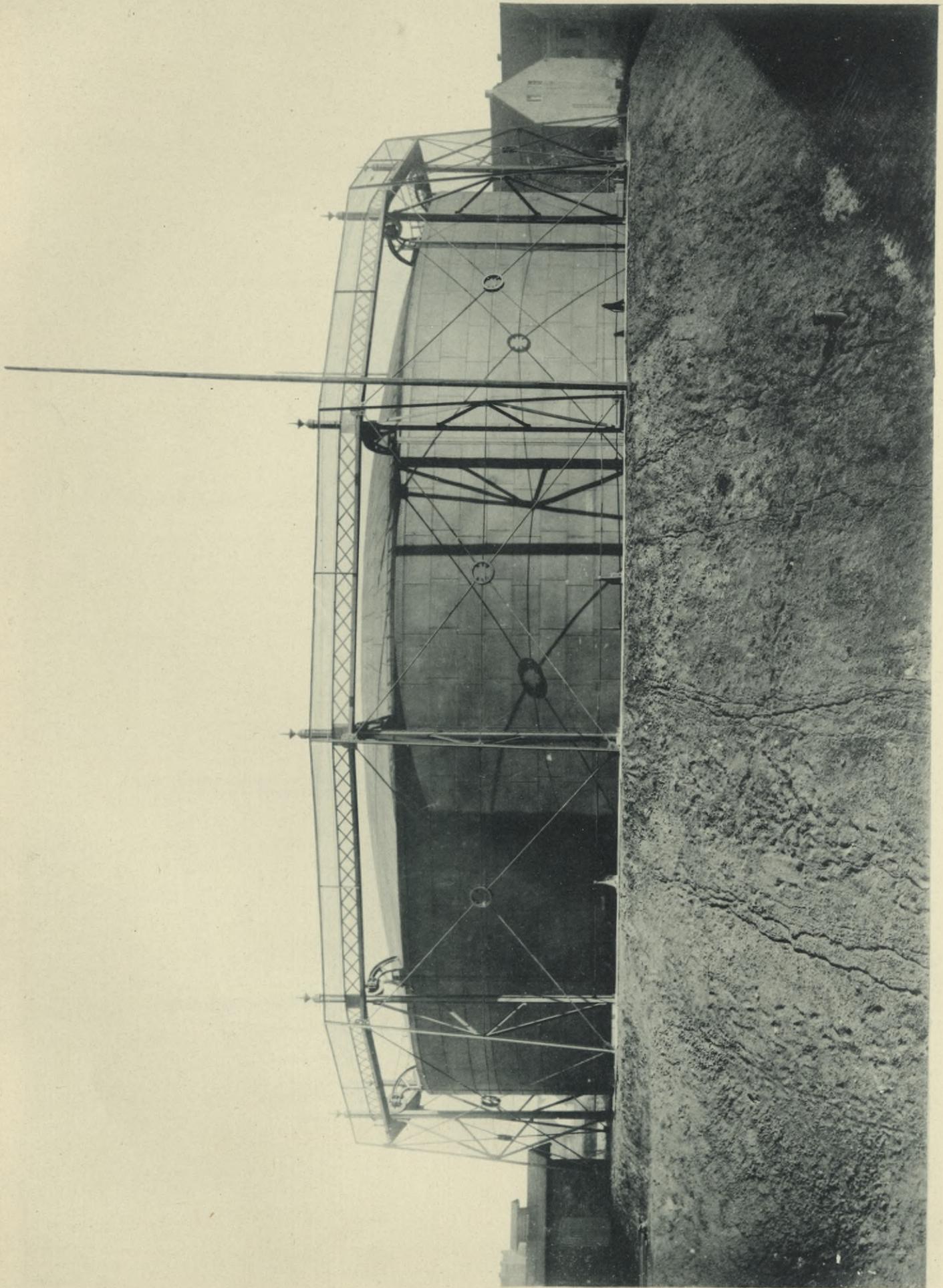


2 einfache Gasbehälter, je 3000 cbm Inhalt, Gasanstalt Plauen i. Voigtl.



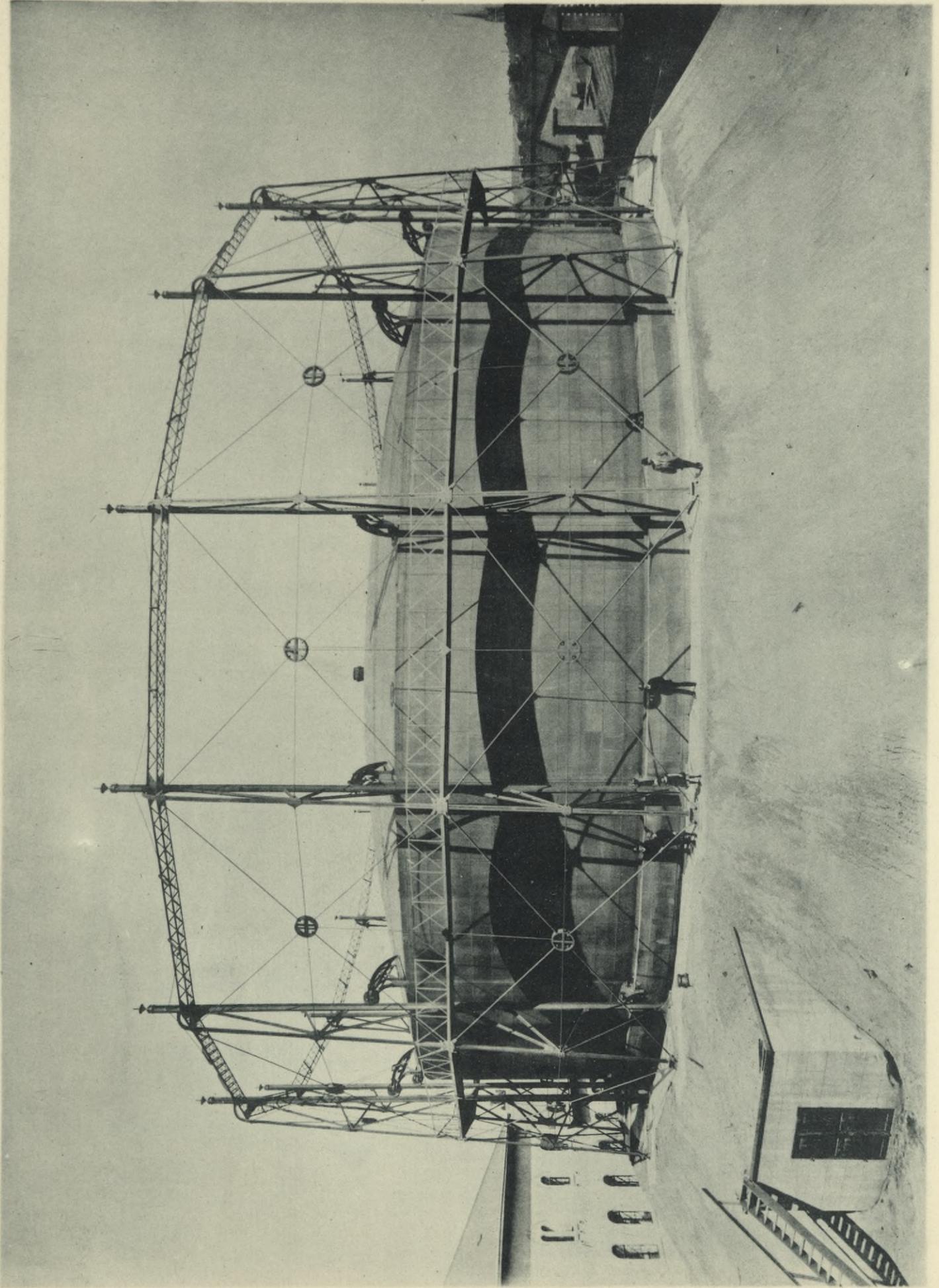


Einfacher Gasbehälter, 2500 cbm, Gasanstalt Gouda (Holland).



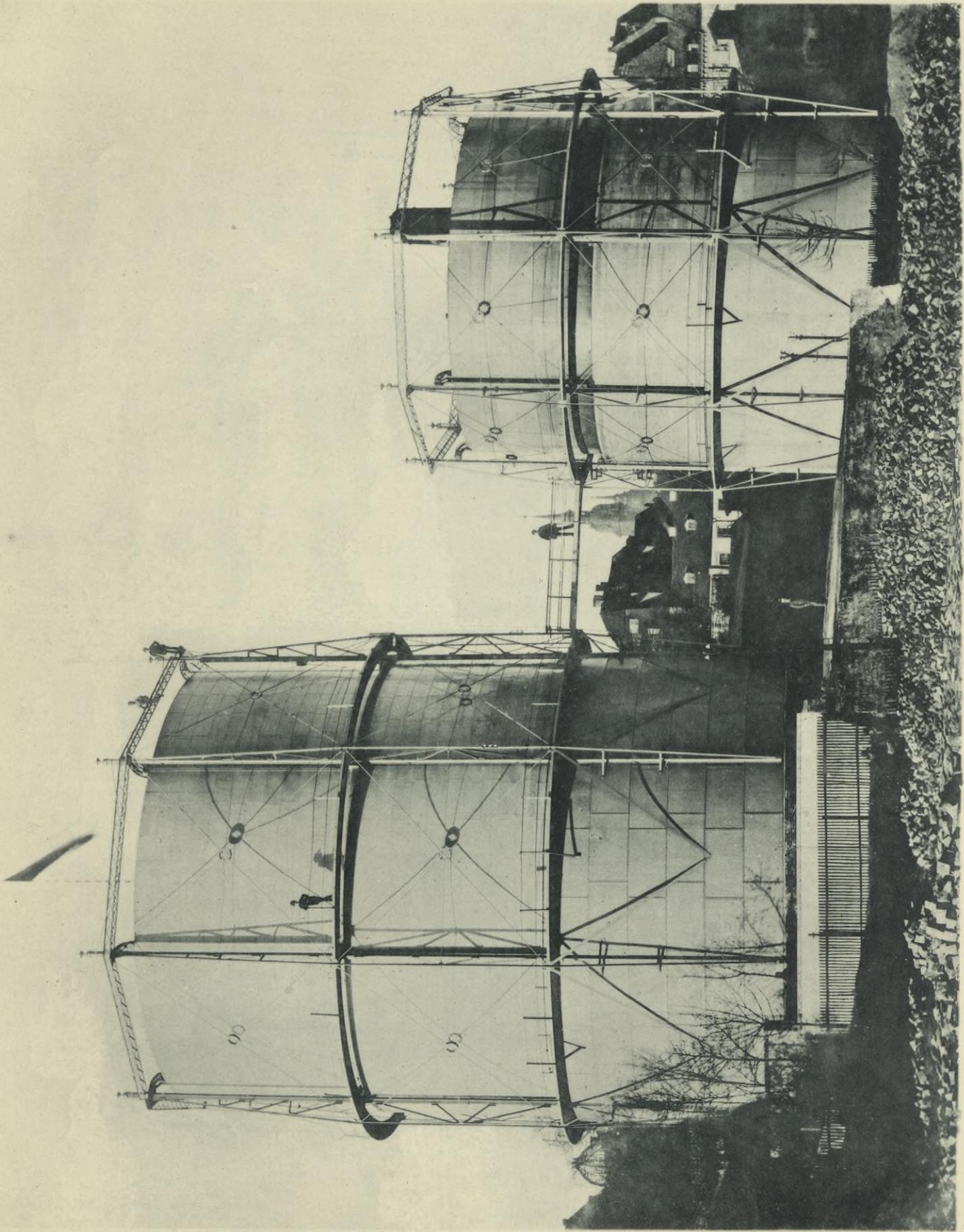
Einfacher Gasbehälter, 5000 cbm fassend, zum spätern Teleskopieren eingerichtet. Gasanstalt Duisburg.





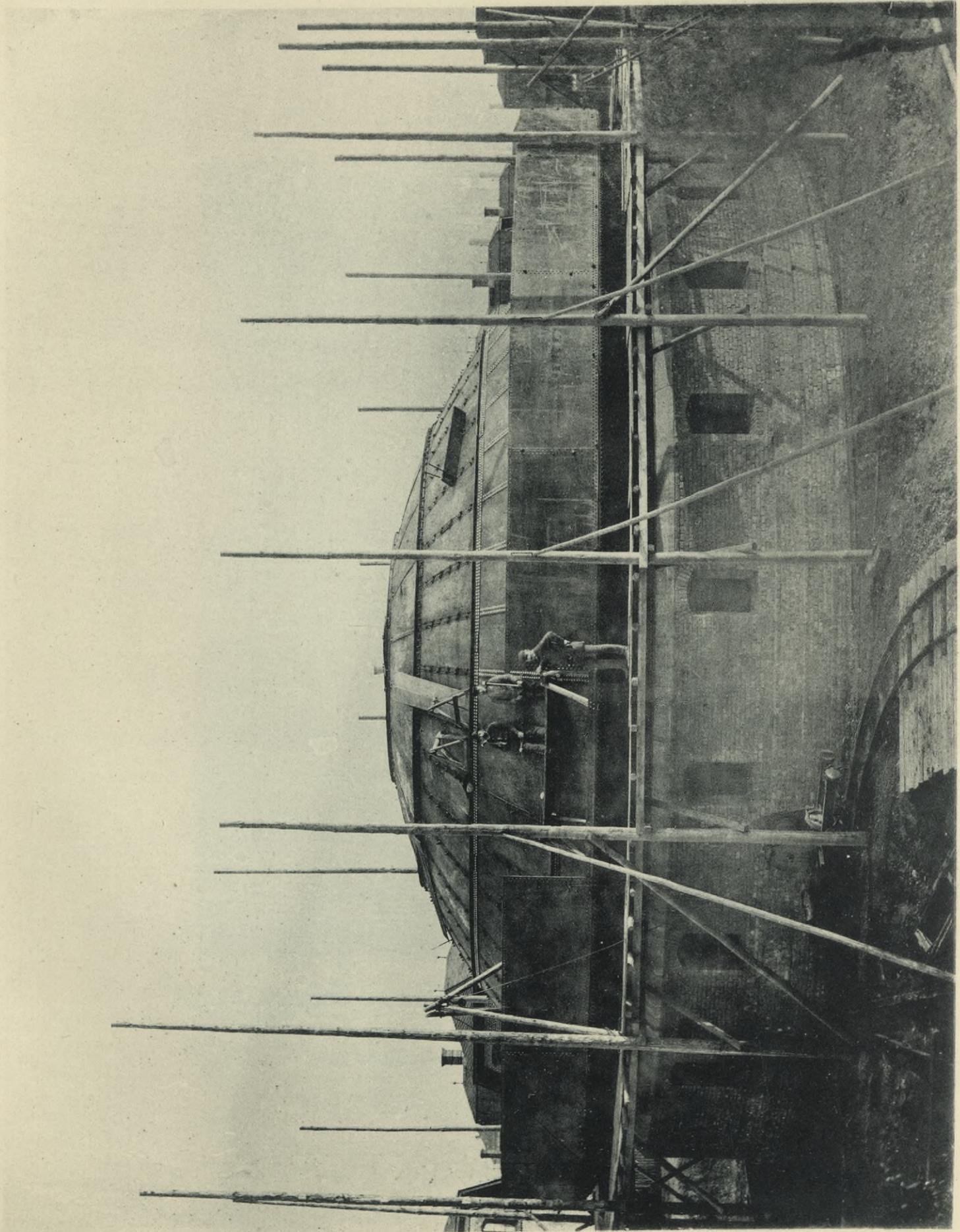
Teleskop-Gasbehälter, 23000 cbm Inhalt. Städtische Gasanstalt Dresden.





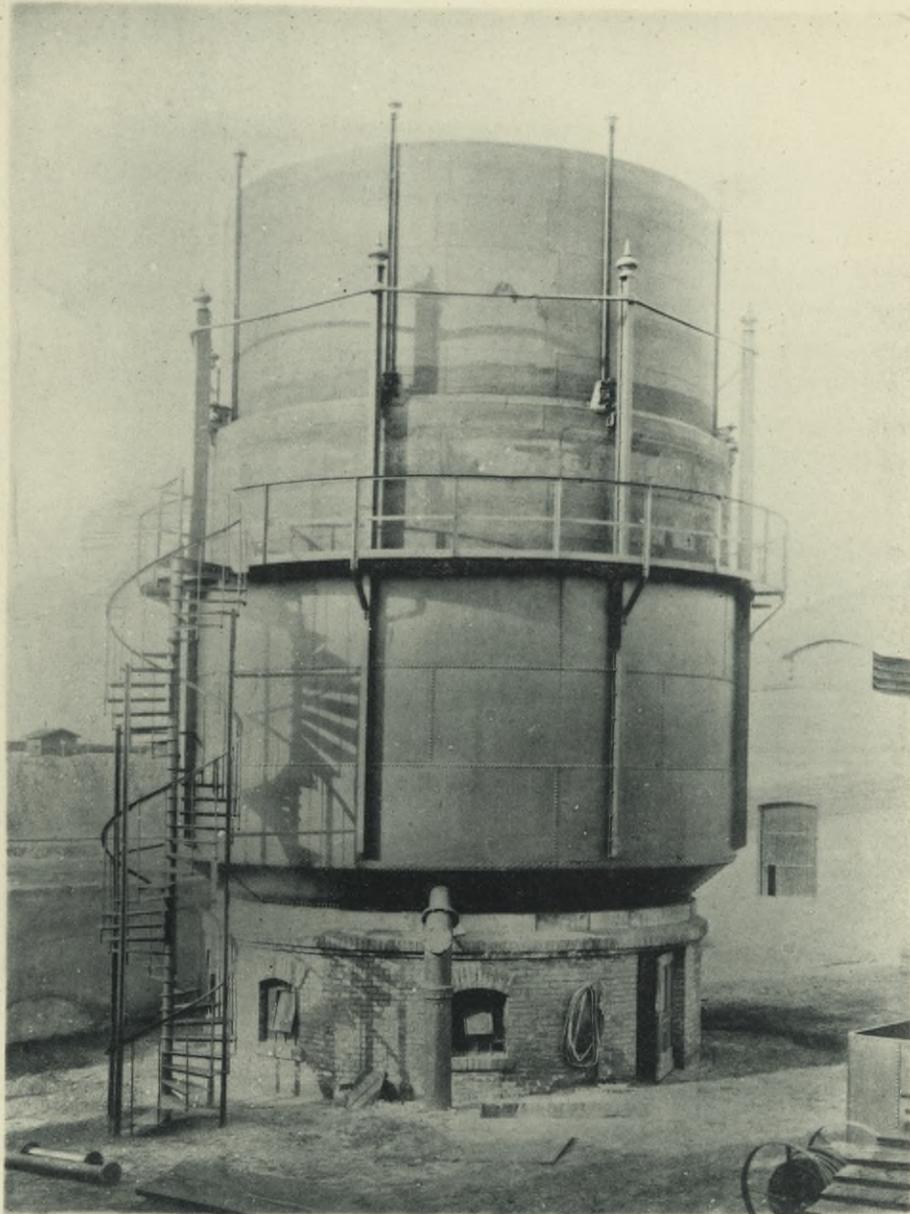
2 Teleskop-Gasbehälter, 5000 bzw. 2000 cbm, Gasanstalt Freiberg i. S.





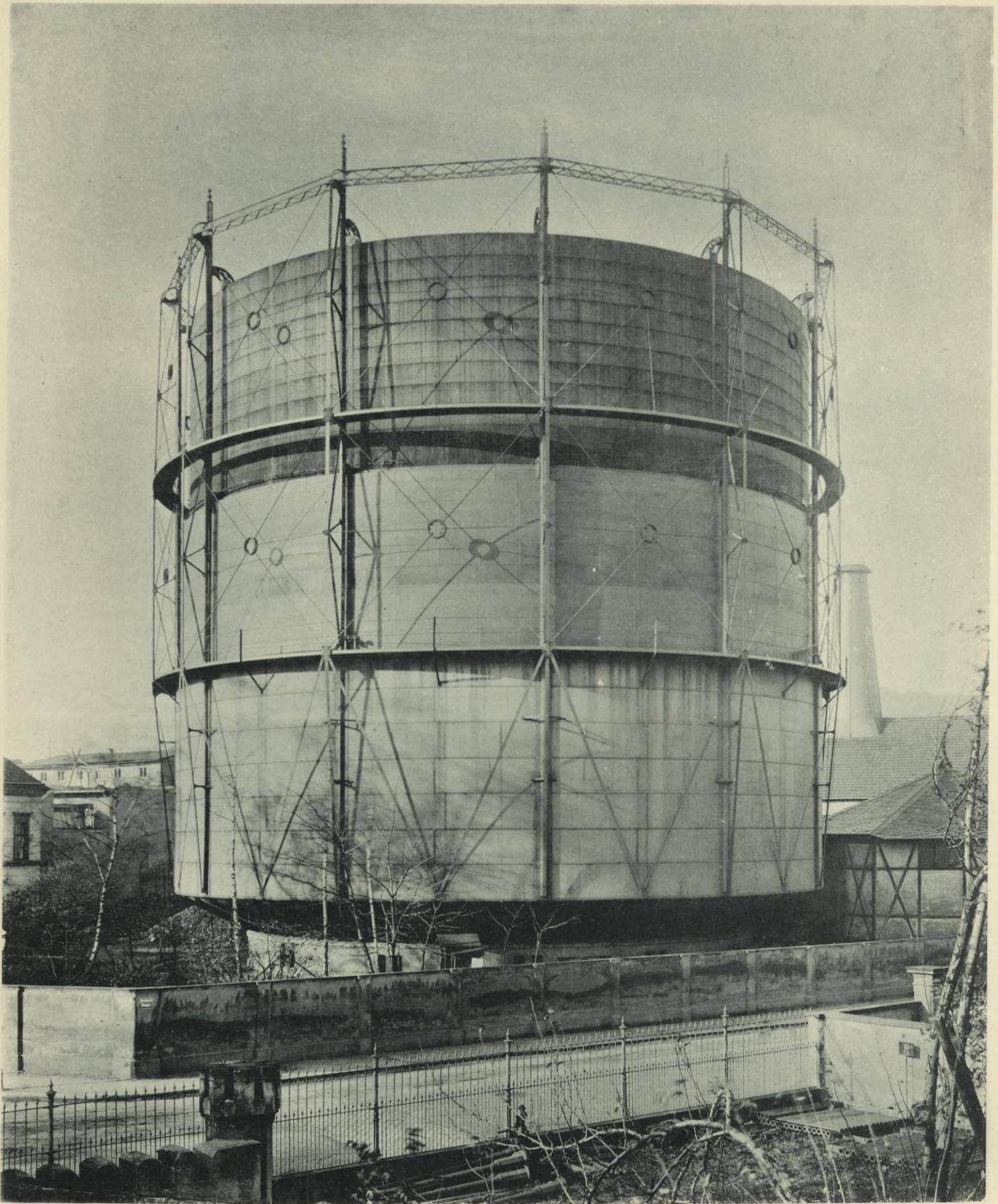
Teleskop-Gasbehälter von 5000 cbm Nutzinhalt für die Farbwerke Höchst a. M.





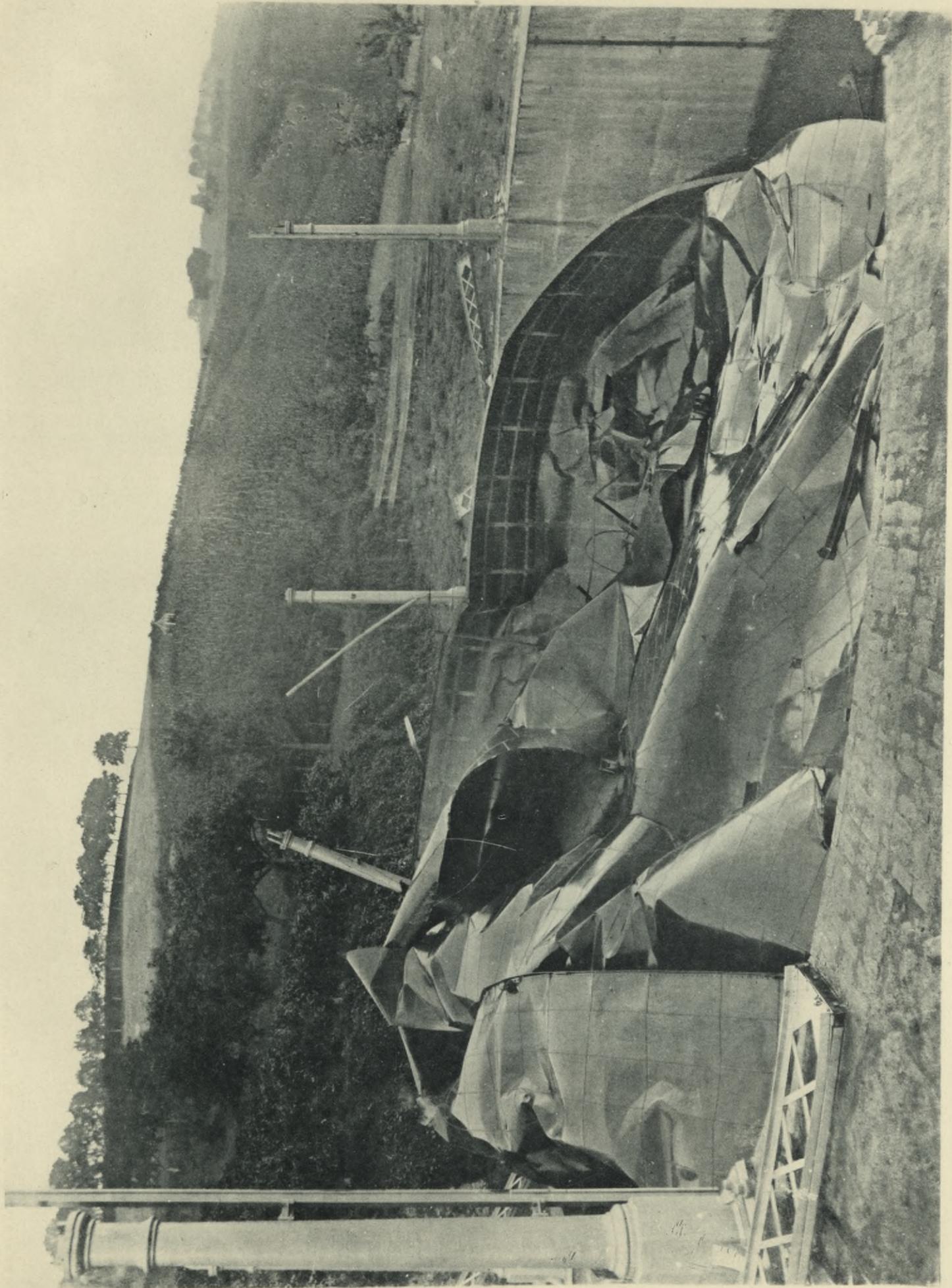
Teleskop-Gasbehälter mit Seilführung (Patent Intze) von 300 cbm Inhalt
für die Wassergasanstalt der Act.-Ges. für Wasserleitungen,
Beleuchtungs- und Heizungsanlagen, Budapest.



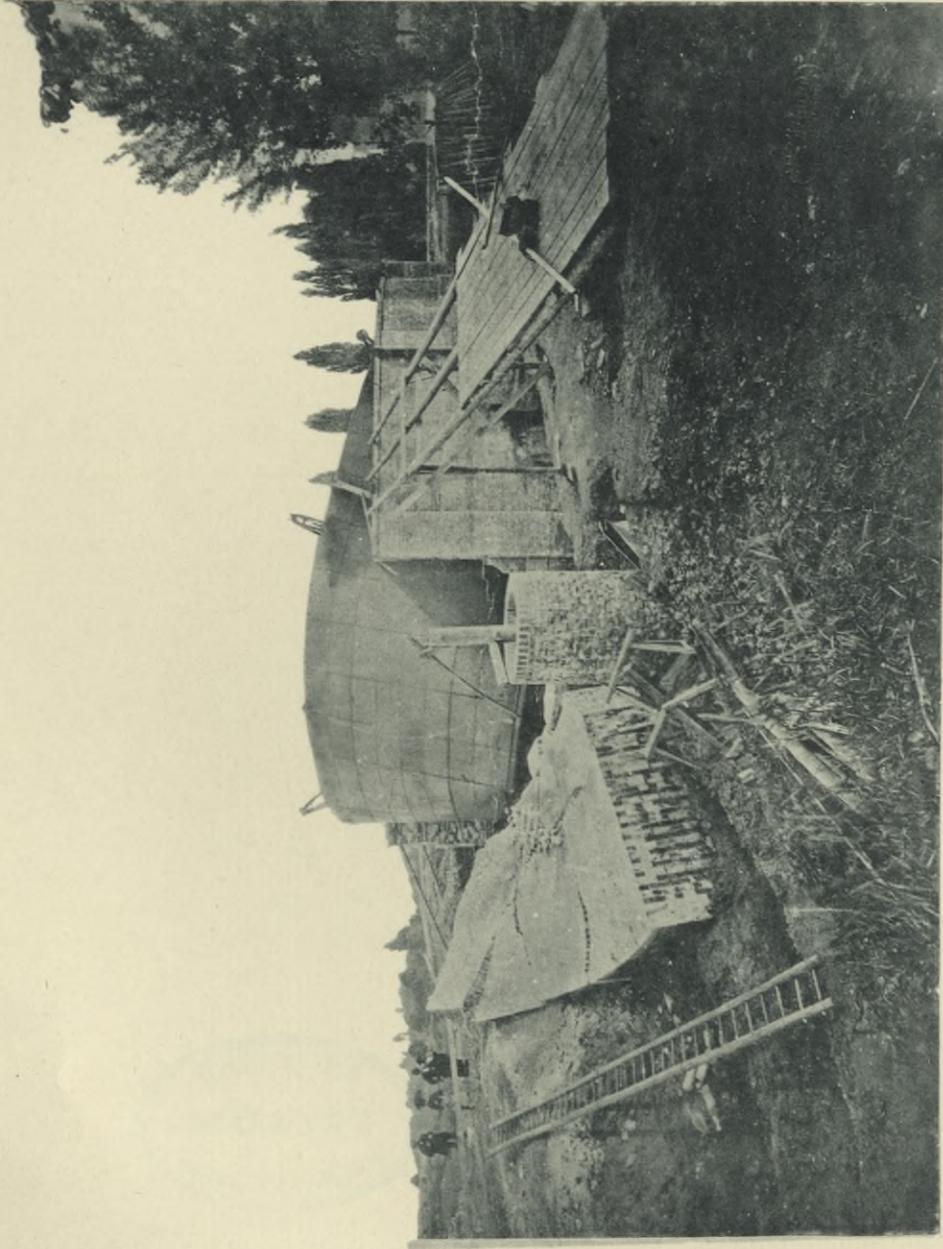


Teleskop-Gasbehälter von 8000 cbm für die Gasanstalt Gera.





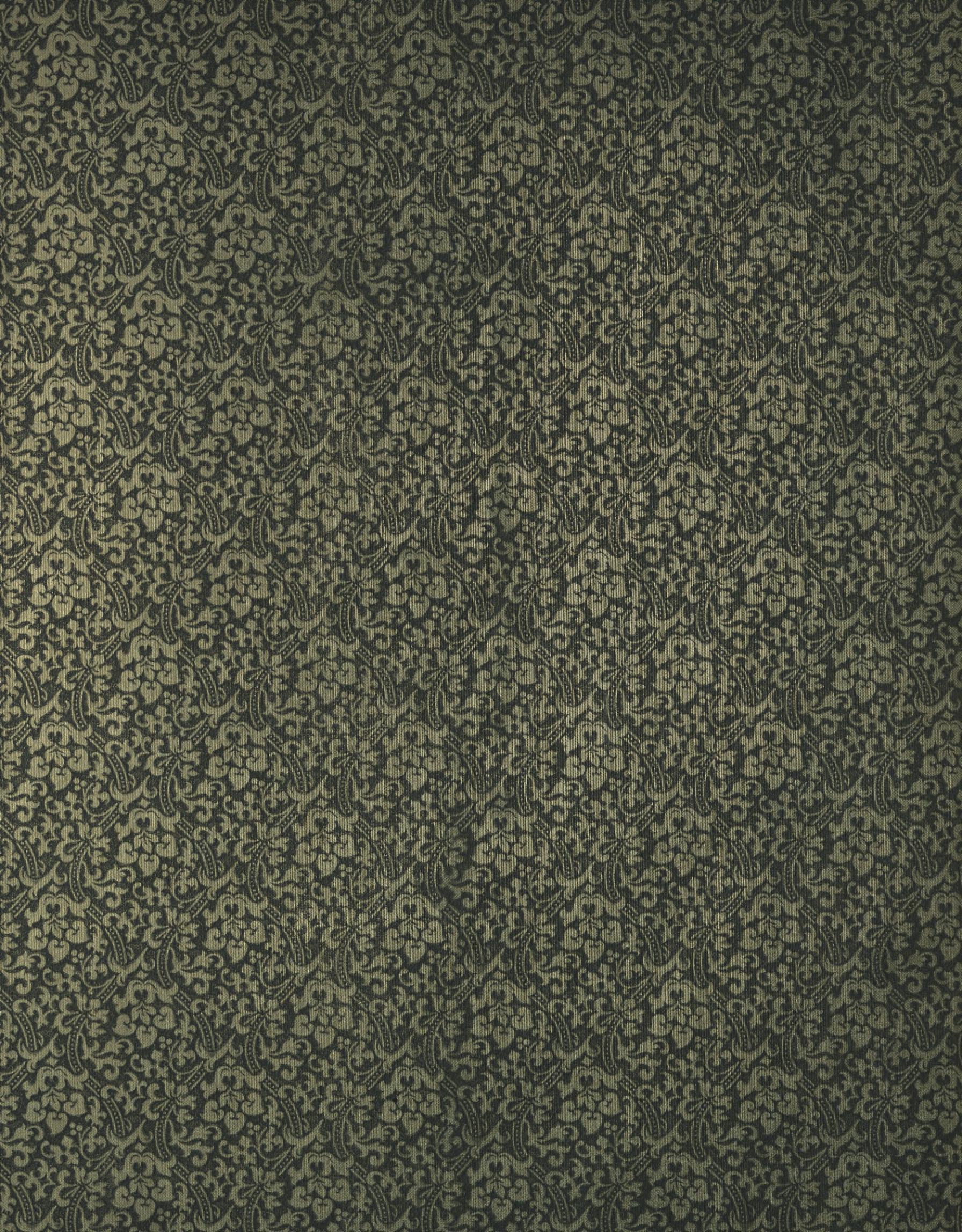
Im Jahre 1878 durch Explosion zerstörter Gasbehälter (3000 cbm fassend). Gasanstalt Coblenz.

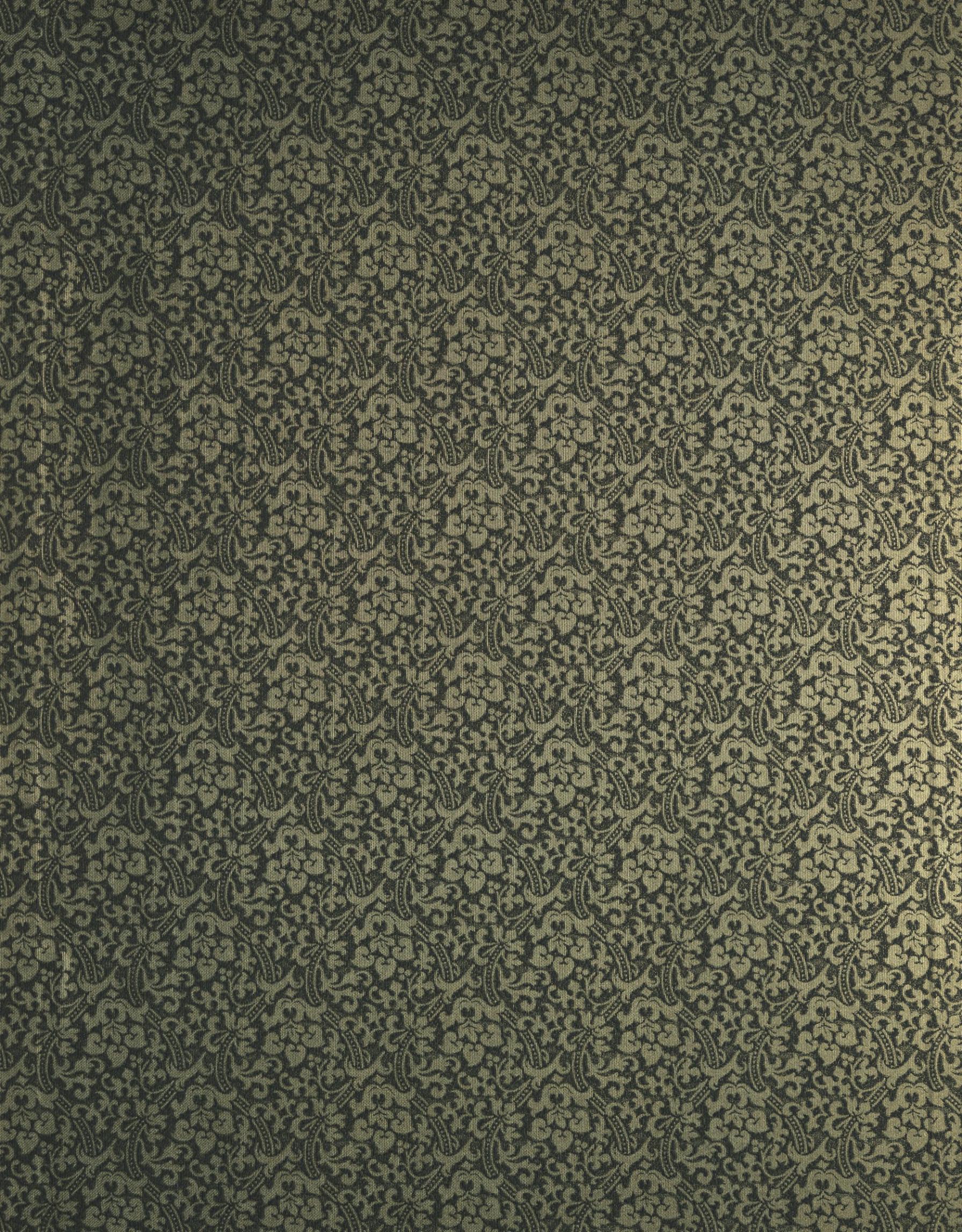


Geplatztes gemauertes Gasbehälter-Bassin.



S. 61





POLITECHNIKA KRAKOWSKA
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

16496

Kdn. 524. 13. IX. 54

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301570