



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Konstruktions-Elemente in Stein, Holz und Eisen, Fundamente**

**Marx, Erwin**

**Stuttgart, 1901**

3. Kap. Senkröhrengründung

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78727](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78727)

## 3. Kapitel.

## Senkröhrengründung.

494.  
Uebersicht.

Ebenso wie die Gründung auf Senkbrunnen zu den Pfeilergründungen gehört, sind auch die Senkröhrenfundamente unter die Pfeilerfundamente einzureihen. Auch in diesem Falle ist es lediglich die Herstellungsweise der Röhrenpfeiler, wodurch sie sich von den Brunnenpfeilern und den massiv aufgeführten Fundamentpfeilern unterscheiden.

Die Gründung auf Senkröhren ist mit der Brunnengründung insofern sehr nahe verwandt, als bei beiden die lockere, nicht tragfähige Bodenschicht nicht abgegraben wird, sondern durch letztere hindurch ein hohler Cylinder hinabgesenkt wird. Bei den Senkbrunnen wird dieser Mantel gemauert oder aus Beton hergestellt; im vorliegenden Falle sind es hölzerne, seltener eiserne Röhren oder Kasten, welche abgesenkt und hierauf, ganz ähnlich wie die Senkbrunnen, mit Beton oder Mauerwerk ausgefüllt werden.

Die Verwandtschaft zwischen Röhren- und Brunnengründung macht es erklärlich, daß bisweilen beide Gründungsverfahren bei einer und derselben Gebäudegruppe zugleich zur Anwendung kommen. Die Bauten, welche in Berlin in der Mitte der sechziger Jahre an den *Werder'schen* Mühlen ausgeführt worden sind, stehen auf einem Grundstück, welches an der Schleusenfeite folgende Bodenschichten zeigte: zunächst 3,15 m aufgeschütteter Boden, dann 2,50 m Torf, 1,60 m Schlack mit 65 cm starken Sandadern, 1,25 m Sand und dann guter Kies; nach der Mitte der Baustelle zu fand sich erst in 15 m Tiefe ein ziemlich schlechter Kiesboden. Von dem ursprünglich in Aussicht genommenen Pfahlrost mußte Abstand genommen werden, weil durch die Erschütterungen der Ramme ein benachbartes, ohnehin schon baufälliges Gebäude zu viel gelitten hätte. Zunächst entschied man sich für die Brunnengründung und senkte 1,88 m im Lichten weite Senkbrunnen 8,78 m tief hinab. Da sich jedoch diese Gründung wegen der in den unteren Torfschichten lagernden Hölzer zu schwierig zeigte, so wählte man die Kastengründung, und auch diese mußte bald aufgegeben werden, weil die Kasten schiefe einfanken. Infolgedessen wählte man eine Vereinigung von Kasten und Brunnen<sup>279)</sup>.

Man hat nicht selten die Brunnen- und die Röhrengründung vollständig parallel nebeneinander gestellt, hat beide Verfahren grundsätzlich als ganz gleich bezeichnet und den Unterschied nur im Baustoff des zu versenkenden Cylinders gesucht. Indes ist diese Anschauung nicht ganz gerechtfertigt; denn bei Brunnenpfeilern dient der gemauerte Mantel mit der Ausfüllung zum Tragen des darauf gesetzten Baukörpers; bei der Röhrengründung trägt jedoch nur die Ausfüllung; der Mantel ist bloß die Hülle des Fundamentpfeilers. Man könnte diese Hülle auch als ein besonderes Verfahren der Auszimmerung der schachtartigen Baugrube betrachten, so daß von diesem Gesichtspunkte aus die Röhrenpfeiler den massiv gemauerten Fundamentpfeilern gewöhnlicher Art näher ständen, als den Brunnenpfeilern.

## a) Hölzerne Senkröhren.

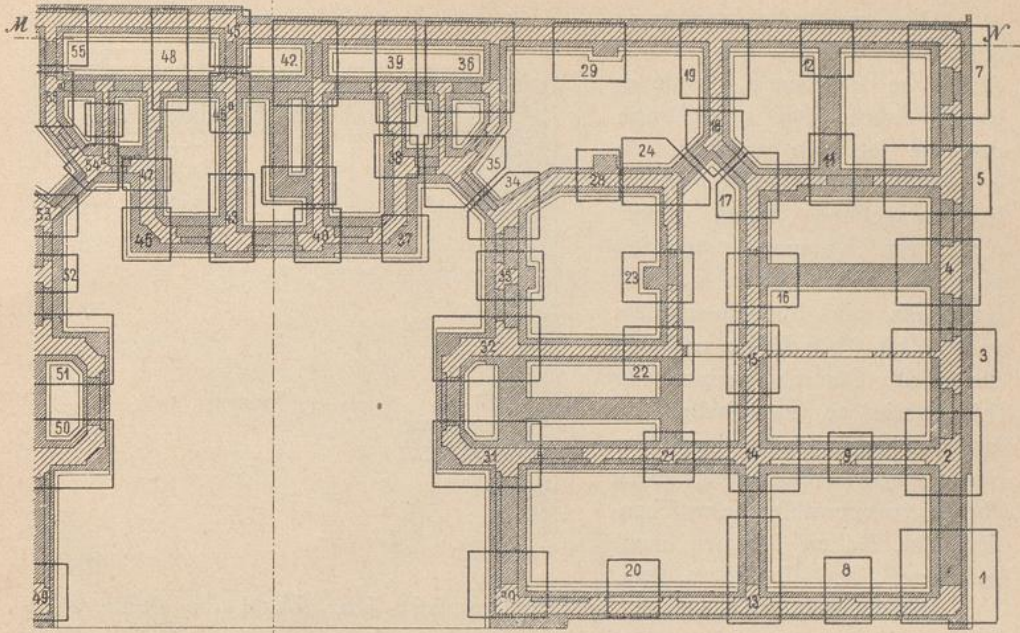
495.  
Anordnung  
und  
Querschnitt.

Bezüglich der Zahl und der Verteilung der hölzernen Senkröhren oder, wie sie wohl in der Regel genannt werden, Senkkasten im Grundplane des zu gründenden Gebäudes gilt das bei den Senkbrunnen Gesagte (vergl. Art. 475, S. 385). Die Querschnittsform der Kasten ist dem Material entsprechend zu wählen; in folgedessen wird der Kreis, das Oval etc. auszuschließen sein, und es werden hauptsächlich rechteckig gestaltete Kasten in Anwendung kommen. Für Gebäude mit ganz regelmäßigen Grundplan (Fig. 790) werden andere, als rechteckige Querschnittsformen für die Kasten nicht erforderlich. Bei weniger regelmäßig gestaltetem Gebäudegrundriß erhalten die Kasten auch andere Querschnittsformen, wie solches aus Fig. 788, 789 u. 791 ersichtlich ist.

<sup>279)</sup> Näheres hierüber in: *Zeitschr. f. Bauw.* 1865, S. 504.

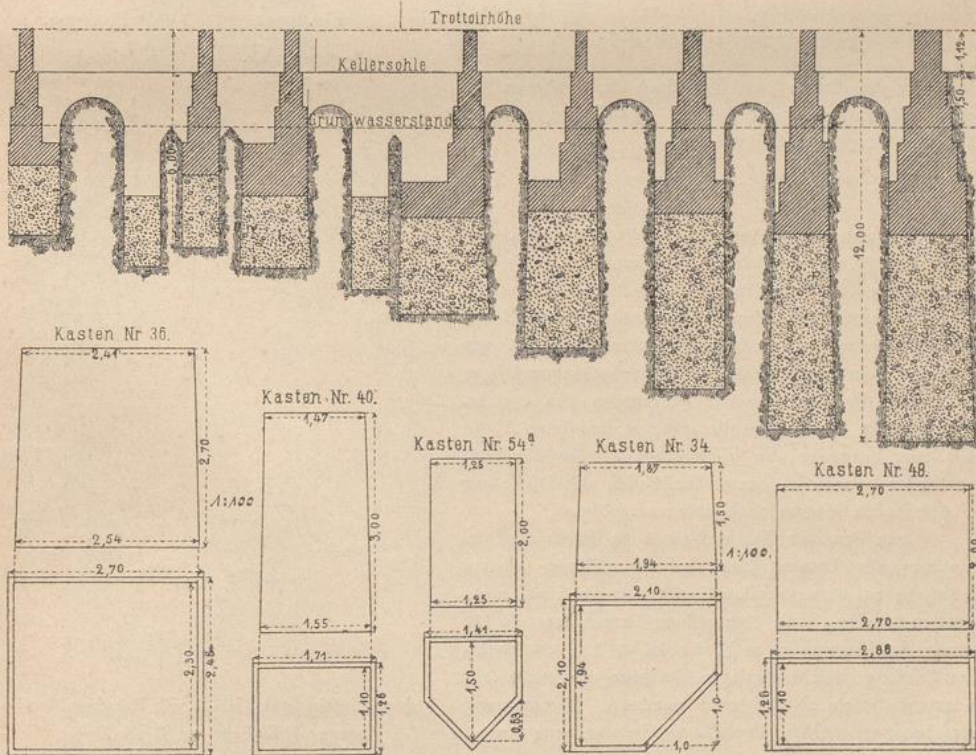


Fig. 788.



Grundriß des Erdgeschosses und Fundamentplan. — 1/200 w. Gr.

Fig. 789.



Schnitt durch die Fundamente nach *MN*. — 1/100 w. Gr.

Vom Lehrerhaus beim Seminar zu Berlin.



Die Querschnittsabmessungen der Kastenpfeiler hängen ab von der Stärke der Mauern, die sie zu tragen haben, und vom Druck, den die letzteren ausüben. In ersterer Beziehung wählt man die Kastenabmessung (Breite) winkelrecht zur Längenrichtung der zu gründenden Mauern so, daß beiderseits ein Fundamentabfuß von 12 bis 25 cm Breite entsteht; die zweite Querschnittsabmessung (Länge) wird an jenen Stellen, wo zwei Mauern gegeneinander stoßen oder einander durchkreuzen, nahezu ebenso groß gewählt; die zwischenliegenden Kasten erhalten meist geringere Länge (Fig. 788 u. 790).

Die Längenabmessung der Kastenpfeiler läßt sich, sobald die Breite angenommen ist, aus der Belastung, die sie aufzunehmen haben, und aus der Tragfähigkeit des Baugrundes berechnen.

Beträgt die letztere  $K$  Tonnen für 1 qcm, die lotrechte Belastung des betreffenden Kastenpfeilers  $D$  Tonnen, so ist der Querschnitt  $f$  des letzteren bekanntlich

$$f = \frac{D}{10\,000 K} \text{ Quadr.-Met.}$$

Ist die Breite  $b$  auf Grundlage der früheren Angaben (Mauerdicke plus 24 bis 50 cm) angenommen worden, so ergibt sich die Länge

$$l = \frac{f}{b}.$$

Da man beim Ausarbeiten des Entwurfes den Druck  $D$  meist von vornherein nicht kennt, so muß man zunächst für die Pfeilerlängen  $l$  eine Annahme machen. Läßt sich später, wenn der Entwurf weit genug gediehen ist, die Belastung  $D$  ermitteln, so berechnet man, wie groß bei den angenommenen Querschnittsabmessungen der Pfeiler die Belastung des Baugrundes sich ergibt. Ueberschreitet die letztere die zulässige Belastung  $K$ , so muß man entweder die Pfeilerlänge  $l$  oder die Zahl der Pfeiler vermehren, unter Umständen die Dicke der zu gründenden Mauern nach unten vergrößern.

Beim Bau der Nationalgalerie in Berlin sind im ursprünglichen Entwurf Zahl und Grundfläche der zur Gründung zu verwendenden Senkkasten so groß angenommen worden, daß eine nähere Berechnung die Belastung des Baugrundes zu 11 bis 15 kg für 1 qcm ergab, eine Pressung, welche sonstigen Erfahrungen gemäß sehr bedeutend erschien und eine namhafte Verringerung wünschenswert machte. Deshalb wurde eine neue Anord-

Fig. 790.

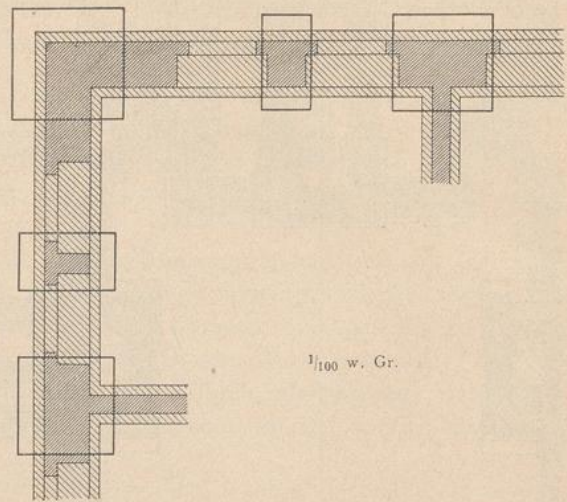
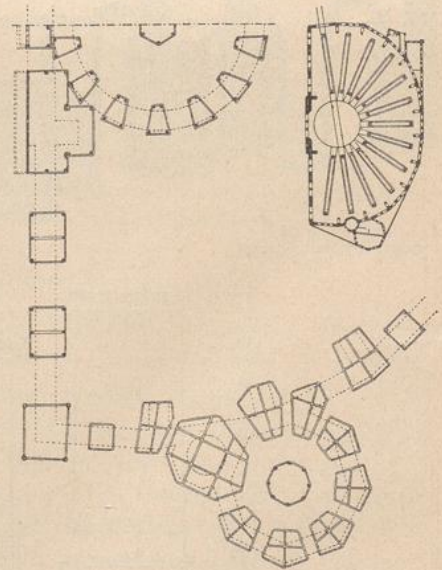
 $\frac{1}{100}$  w. Gr.

Fig. 791.

Fundamentplan.  
 $\frac{1}{250}$  w. Gr.

Fig. 792.

Grundriß.  
 $\frac{1}{1000}$  w. Gr.Lokomotivschuppen der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn zu Berlin <sup>280)</sup>.

280) Nach: Zeitschr. f. Bauw. 1865, Bl. T.



nung fämtlicher Senkkasten entworfen derart, daß ein ziemlich gleichmäßiger Druck von etwa nur 5,8 kg für 1 qcm hervorgebracht wurde.

Um das Senken der Kasten zu erleichtern, läßt man nicht selten den Querschnitt derselben nach oben zu abnehmen; das Verjüngungsverhältnis beträgt  $\frac{1}{50}$  bis  $\frac{1}{25}$  (vergl. Fig. 789).

Die hölzernen Senkröhren oder Senkkasten werden aus 4,5 bis 5,5 cm starken Bohlen zusammengesetzt, die entweder lotrecht oder wagrecht angeordnet sind; ersteres geschieht hauptsächlich bei geringen Tiefen und nicht bedeutendem Erd- drucke. Bei kleineren Pfeilern können statt der Bohlen stärkere Bretter Anwendung finden.

Kasten mit lotrecht gestellten Bohlen müssen durch wagrecht angeordnete Kränze, die aus etwa  $15 \times 15$  cm starken Hölzern angefertigt werden, zusammen- gehalten und abgesteift werden. Solcher Kränze sind mindestens zwei, einer am

Fig. 793.

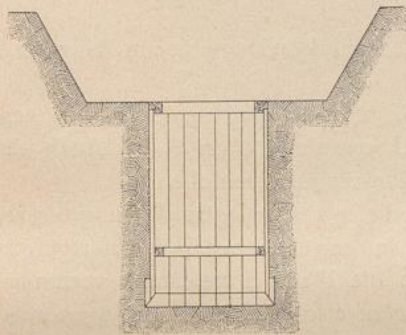
Senkröhren. —  $\frac{1}{100}$  w. Gr.

Fig. 794. Fig. 795.



oberen, einer am unteren Rande der Röhre, erforderlich. Bei größerer Tiefe und stärkerem Drucke wird noch ein Zwischenkranz angeordnet, der jedoch nicht etwa in halber Höhe ange- legt, sondern tiefer nach unten gerückt wird, da dort der Druck am größten ist. Der unterste Kranz wird keilförmig zugeschärft.

Die Senkkasten des in Fig. 791 u. 792 angedeuteten Lokomotivschuppens haben die in Fig. 793 veranschaulichte Kon- struktion erhalten. Die Bohlen sind 4 cm dick, oben in den Falz eines  $13 \times 16$  cm

starken Kranzes eingelassen, unten zugeschärft und außen herum mit einem gleichfalls geschärften Kranz von 5 cm starken Bohlen versehen. Etwa 80 cm über dem unteren Rande ist ein zweiter Kranz angeordnet.

Sollen die Bohlen wagrecht liegen, wie in Fig. 794 u. 795, so müssen die Ecken durch lotrecht gestellte Kreuzhölzer *a, a, g, g* von etwa  $10 \times 10$  bis  $12 \times 12$  cm Dicke ausgesteift werden; bei größeren Querschnittsabmessungen der Kasten werden noch Leisten *b, b* angeordnet. Die Bohlen werden derart aufge- nagelt, daß ihr Hirnholz an den Ecken wechselweise an der einen Seite frei liegt und an der anderen von einer entsprechenden Bohle bedeckt wird. Dem wechselnden Drucke entsprechend können die Bohlen im vorliegenden Falle im oberen Teile schwächer gehalten werden als im unteren. Die unterste Bohlenlage wird häufig doppelt angeordnet, um den unteren Kastenrand, der beim Senken am meisten be- ansprucht wird, zu verstärken.

Bei beiden Konstruktionen werden die Bohlen auf die Versteifungshölzer auf- genagelt; ebenso werden in beiden Fällen innerhalb der Kasten während des Senkens noch vorläufige Verstreben angebracht, welche teils aus wagrecht, teils aus schräg gestellten Spreizen gebildet sind. In Fig. 794 u. 795 sind in den Grund- rissen der Senkkasten derartige sich kreuzende Verstrebungshölzer angedeutet.

Die Senkkasten sind sofort in voller Höhe auszuführen und im Ganzen an die Baustelle zu bringen; die letztere wird hier ebenso vorbereitet, wie bei Senkbrunnen (vergl. Art. 484, S. 390). Die Senkung kann in gleicher Weise wie bei den Brunnen

496.  
Konstruktion.497.  
Ausführung.



vorgenommen werden; doch wird bei den Senkkasten fast ausschließlich der Sackbohrer (vergl. Art. 489, S. 392) angewendet. Die künstliche Belastung des zu senkenden Kastens darf niemals fehlen, da er selbst nur ein geringes Eigengewicht hat; sie kann bloß bei engeren Kästen (Röhren) entbehrt werden, wenn man diese durch die Schläge einer Ramme zum Sinken bringt.

Beim Senken stellen sich die Kästen leicht schief, weshalb in der Regel Steifen aufgestellt werden, die das Kippen der Kästen zu verhüten haben<sup>281)</sup>.

Ist die Senkung bis auf die erforderliche Tiefe vollführt, so ist das nunmehr einzuschlagende Verfahren hier daselbe, wie bei den Senkbrunnen (vergl. Art. 493, S. 395). Auch hier wird zunächst die nach unten dichtende Betonschicht hergestellt, nach Erhärtung derselben das Wasser ausgeschöpft und die Ausmauerung vorgenommen; oder der ganze Kasten wird mit Beton ausgefüllt. Letzteres wird namentlich dann vorgezogen, wenn die Kästen (Röhren) sehr eng sind oder wenn infolge bedeutenden Erddruckes eine starke Verftreibung der Kastenwände vorgenommen werden mußte und infolgedessen der Innenraum des Kastens nur wenig frei ist.

Die ausgemauerten Kastenpfeiler werden bei stark nachgiebigem Baugrunde bisweilen untereinander verankert.

In einigen Fällen hat man die Kästen bloß mit Steinen ausgefüllt und ausgestampft, was sich als vollkommen ausreichend erwiesen haben soll. Auch die Ausfüllung mit scharfkörnigem, grobem Sande ist nicht ausgeschlossen.

Ueber dem Grundwasserspiegel oder, wenn dieser tief gelegen ist, in größerer Höhe wird die Mauerung der Fundamentpfeiler in gewöhnlicher Weise fortgesetzt bis zu jener Stelle, wo die Grundbögen, welche die Pfeiler miteinander verbinden sollen, anzusetzen sind. Nach Aufstellung der hierzu erforderlichen Lehrbögen wird die etwa 2 Stein starke Wölbung und hierauf die Ausmauerung der Wölbzwickel vorgenommen. Stehen die Kästen sehr nahe aneinander, so kann man die Verbindungskonstruktion auch durch Auskragen der betreffenden Steinscharen bewirken; beide Anordnungen sind in Fig. 788 u. 789 zu finden.

Die Anwendung der Senkkastengründung ist eine beschränkte. Sie sollte nur für geringe Gründungstiefen (4, höchstens 5<sup>m</sup>) angewendet werden, da man anderenfalls die Kästen, bezw. Röhren nicht steif genug konstruieren kann. Allein auch sonst hat sich dieses Gründungsverfahren nur wenig Eingang verschafft; sie ist hauptsächlich bloß in den älteren preussischen Provinzen im Gebrauch und wird der Brunnengründung vorgezogen, wenn der Baugrund sehr ungleichartig ist und sobald in der lockeren Bodenschicht Baumstämme oder andere Hindernisse vorhanden sind, welche die Senkung von Brunnen gefährden könnten.

#### b) Eiserne Senkröhren.

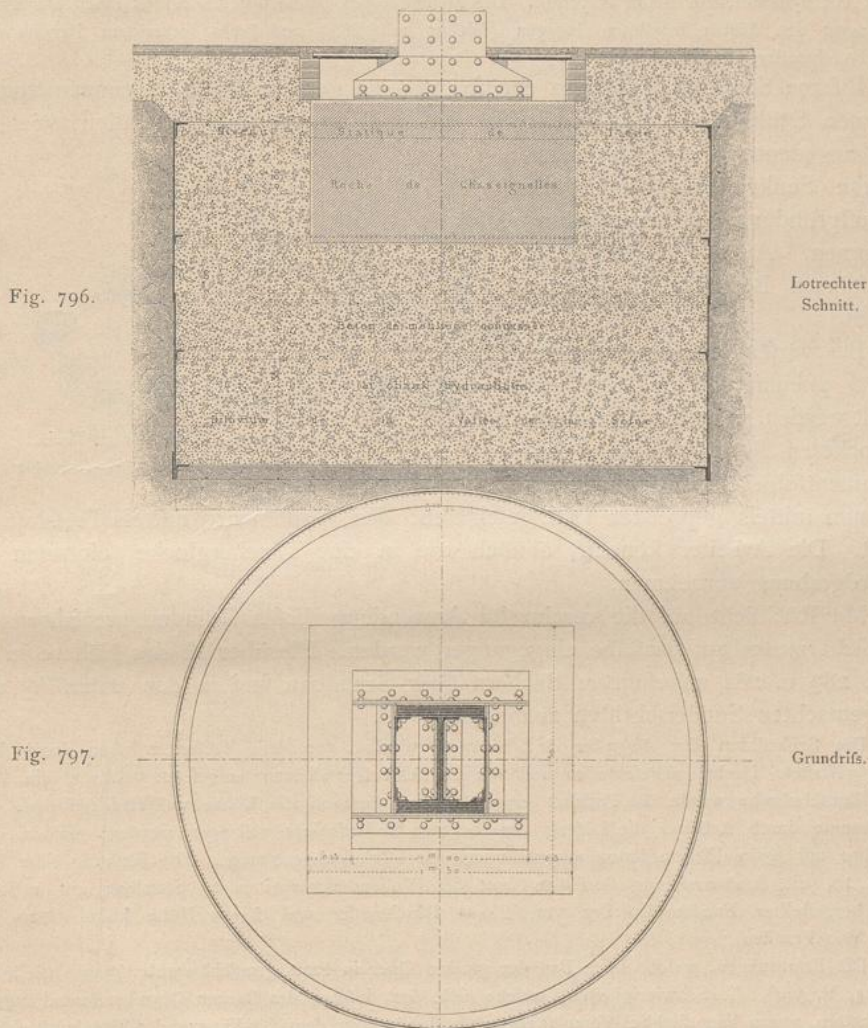
498.  
Senkröhren.

Eiserne Senkröhren kommen meist nur für Brückenpfeiler, in England wohl auch für längere Mauern zur Anwendung und werden alsdann in der Regel mit Hilfe von geprefster Luft versenkt. Im Hochbauwesen sind sie sehr selten zu Fundamenten benutzt worden; als einzige Ausführung dieser Art ist die im Jahre 1880 bewirkte Gründung der neuen *Magasins du Printemps* zu Paris (Arch.: *Sédille*) bekannt geworden.

<sup>281)</sup> Siehe hierüber: Sicherheits-Absteifung für Senkkästen. Centralbl. d. Bauverw. 1892, S. 318.



Das für derlei Senkröhren am häufigsten angewendete Material ist Gufseisen; die Röhre besteht alsdann aus einzelnen cylindrischen Trommeln, welche in demselben Maße übereinander gefetzt werden, als die Röhre infolge der Löfung des Bodens in den letzteren einfinkt. Die Trommeln sind an der Ober- und Unterkante mit ringförmigen Flanschen versehen und werden mit diesen und mit Hilfe von Schrauben miteinander verbunden.



Von den *Magasins du Printemps* zu Paris. — Gründung der eisernen Freistützen<sup>282</sup>).

Arch.: *Sédille & Baudet*. —  $\frac{1}{40}$  w. Gr.

Senkröhren von größerem Durchmesser werden aus Eisenblechen (nach Art der Kesselnietungen) zusammengefetzt; durch L- und T-Eisen wird den Wandungen die nötige Steifigkeit verliehen.

Die *Magasins du Printemps* wurden, teils in Rücksicht auf Feuerficherheit, teils um möglichst wenig an Raum zu verlieren, im Inneren der Hauptsache nach in Eisenkonstruktion ausgeführt; Decken und Dächer werden von eisernen Freistützen (Fig. 796 u. 797<sup>282</sup>) getragen. Diese sowohl, als auch die gemauerten

<sup>282</sup> Fakf.-Repr. nach: *Encyclopédie d'arch.* 1885, Pl. 997.



Pfeiler, welche im Erdgeschoss die Frontmauern tragen (Fig. 798<sup>282</sup>), haben großen Belastungen (die größte Belastung beträgt 350 t, die kleinste 230 t) zu widerstehen. Um diese in geeigneter Weise auf den Baugrund zu übertragen, bezw. auf eine möglichst große Fläche zu verteilen, wurden für sämtliche 46 eiserne Freistützen der Magazinsräume, ebenso für die steinernen Stützen der Frontmauern, für die Freistützen der großen Flurhalle und der Rotunden cylindrische Röhrenpfeiler von 2,50 bis 3,00 Durchmesser verfenkt. Dieselben erhielten 2 m Höhe, die Wandungen 4 mm Blechdicke und zur Verfeinerung ringförmige gebogene Winkeleisen von 60 × 60 × 8 mm Querschnitt. Nach dem Verfenken wurden die Röhren mit hydraulischem Beton ausgefüllt. Die Mehrzahl der Brunnenpfeiler erhielt einen Durchmesser von 2,50 m; den stärker belasteten dagegen (solchen mit 265 t und 350 t lotrechtem Druck) wurde 3,00 m Durchmesser gegeben.

499.  
Senkung.

Eiserne Senkröhren können ebenso, wie die gemauerten Senkbrunnen und die hölzernen Senkkästen verfenkt werden; indes ist in den meisten Fällen, wie oben schon angedeutet wurde, das pneumatische Senkverfahren oder die Prefsluftgründung in Anwendung gekommen. Auch bei dem eben vorgeführten Beispiele ist dies geschehen.

Bei verfenkten Fundamenten, die auf pneumatischem Wege hergestellt werden, wird für die Lösung der lockeren Bodenschicht an der Fundamentsohle ein wasserfreier Arbeitsraum mittels gepresster Luft geschaffen; das Wasser wird mittels Prefsluft verdrängt. Die Arbeiter können, ähnlich wie in eine Taucherglocke, eintreten und die Erdgrabung vornehmen.

Mit Rücksicht auf die vereinzelt Anwendung dieses Gründungsverfahrens soll hier nicht weiter auf dasselbe eingegangen werden. Hierüber ist das Nähere in den auf S. 283 u. 284 angeführten Büchern über Grundbau und in den unten<sup>284</sup>) namhaft gemachten Sonderchriften zu finden.

Die Senkröhren der *Magasins du Printemps* wurden vor dem Verfenken oben durch kegelförmig gestaltete Deckel abgeschlossen und die Luftschleusen alsdann aufgesetzt. Durch ein 70 mm weites Kautschukrohr wurde die Prefsluft eingeführt und dadurch die Röhre wasserfrei gemacht. Nuncmehr konnte durch Arbeiter die Lösung der lockeren Bodenschicht vollzogen werden; alsdann wurde die Röhre mit hydraulischem Beton ausgefüllt und der Deckel abgenommen. Die Senkung einer Röhre dauerte 10, die Ausbetonierung derselben samt den Vollendungsarbeiten 24 Stunden; ein in solcher Weise hergestellter Fundamentpfeiler von 2,50 m Durchmesser und 2,50 m Höhe kostete 720 Mark (= ca. 900 Franken).

Die Erfahrungen, welche beim Bau der großen Oper in Paris gemacht worden waren (siehe auch Art. 424, S. 344), die Schwierigkeiten, welche sich dort infolge des starken Grundwasserandranges ergeben hatten, waren hauptsächlich Veranlassung, daß *Baudet*, von dem der Entwurf der Eisenkonstruktionen des in Rede stehenden Gebäudes herrührt, die Anwendung der Prefsluftgründung in das Auge faßte; die betreffenden Arbeiten wurden unter der Leitung *Zschokke's* ausgeführt<sup>285</sup>).

<sup>282</sup>) Nach: *La semaine des const.*, Jahrg. 6, S. 233.

<sup>284</sup>) GÄRTNER, E. Entwicklung der pneumatischen Fundierungsmethode etc. Wien 1879. (Sonderabdruck aus: *Zeitschr. d. öst. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1879, S. 41.)

PERNOLET, A. *L'air comprimé et ses applications etc.* Paris 1879.

ANSPACH, L. *Notice sur les fondations par l'air comprimé etc.* Brüssel 1880.

BRENNECKE, L. Ueber die Methode der pneumatischen Fundierungen. Petersburg 1881.

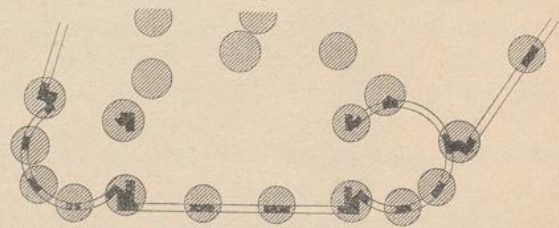
<sup>285</sup>) Eingehendere Mitteilungen über diese Gründung sind zu finden in:

*Grands Magasins du Printemps à Paris.* *Encyclopédie d'arch.* 1885, S. 1.

DUPRÉ, E. *Les fondations à l'air comprimé.* *La semaine des const.*, Jahrg. 6, S. 232.

FERRAND, S. *Les fondations à l'air comprimé aux nouveaux Magasins du Printemps.* *Gaz. des arch.* 1881, S. 207.

Fig. 798.



Von den *Magasins du Printemps* zu Paris.  
Teil des Fundamentplanes<sup>283</sup>). — 1/500 w. Gr.



## Litteratur

»über Senkröhregründungen«.

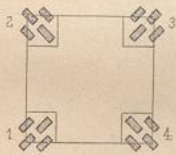
- WEISE, H. Locomotiv-Haus der Berlin-Potsdamer-Magdeburger Eisenbahn zu Berlin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1865, S. 438.
- ERBKAM, G. Die Königliche National-Galerie. *Zeitschr. f. Bauw.* 1869, S. 263.
- CRAMPE, R. Praktische Erfahrung bei Gründung auf Senkkästen. *Baugwks.-Zeitg.* 1870, S. 130.
- SCHMIDT, O. Gründung auf Senkkästen. *Baugwks.-Zeitg.* 1870, S. 113.
- FERRAND, S. *Les fondations à l'air comprimé. Revue indust.* 1881, S. 362.
- FERRAND, S. *Les fondations à l'air comprimé aux nouveaux Magasins du Printemps. Gaz. des arch.* 1881, S. 207.
- Fondations des nouveaux magasins du Printemps au moyen de l'air comprimé. Le génie civil*, Bd. 2, S. 485.
- DUPRÉ, E. *Les fondations à l'air comprimé. La semaine des const.*, Jahrg. 6, S. 232.

## 4. Kapitel.

## Caiffongründung.

Für tiefegehende Fundamente von Ingenieurbauwerken, insbesondere von Brückenpfeilern, wird vielfach die sog. Senkkasten- oder Caiffongründung in Anwendung gebracht. Hierbei wird zunächst ein prismatischer eiserner Kasten oder Caiffon hergestellt, seitlich und oben geschlossen, unten offen, welcher in seiner Grundriffsform der Grundriffsform des zu gründenden Pfeilers entspricht. Auf der Decke dieses Kastens wird das Mauerwerk aufgeführt und dabei der Kasten mit dem Mauerwerk allmählich durch die lockeren Bodenschichten bis auf den tragfähigen Baugrund ver-

Fig. 799.



fenkt. Dies geschieht in der Weise, daß Arbeiter in den Senkkästen eintreten und den Boden allmählich abgraben. Damit die Arbeiter in den Kästen eintreten können und damit überhaupt ein Verkehr nach und von diesem Arbeitsraum stattfinden kann, führen aus der Decke desselben ein oder zwei Schächte nach außen. Der Kasten wird durch Einführen von Pressluft wasserfrei erhalten. Hat der Kasten die nötige Tiefe erreicht, so wird er ausgemauert, bezw. ausbetoniert; Gleiches geschieht mit den Schächten.

Im Hochbauwesen fand dieses Gründungsverfahren wohl die erste Anwendung bei der Gründung der vier Eckpfeiler, auf denen der 300 m hohe *Eiffel-Turm* auf dem *Champ de Mars* bei Paris 1887—89 errichtet wurde.

Die Bodenuntersuchungen hatten ergeben, daß die unterste Schicht aus einer mächtigen, trockenen und sehr festen Thonschicht von ca. 16 m Stärke besteht, welche auf einer Kreideschicht ruht und eine Tragfähigkeit von 3 bis 4 kg für 1 qcm besitzt. Ueber der Thonschicht lagert eine Sandbank und eine zu Gründungen gut geeignete feste Kieschicht von 6 bis 7 m Mächtigkeit; über letzterer beginnt das alte Flussbett der Seine, welches von einer Menge feinen, schlammhaltigen Sandes und von Anschwemmungen aller Art, die für Gründungen ungeeignet sind, bedeckt ist. Man beschloß, den Turm auf vier, je 100 m voneinander entfernten Eckpfeilern zu errichten und letztere so tief zu gründen, daß sie noch durch eine genügend starke Kieschicht vom Thon getrennt sind. Infolgedessen befindet sich z. B. für die beiden Eckpfeiler 1 und 4 (Fig. 799) die gedachte Sand- und Kieschicht erst in der Höhe + 22, d. h. 5 m unter Wasser. Dementsprechend benutzte man für jeden dieser Pfeiler Senkkästen aus Eisenblech von 15 m Länge und 6 m Breite, welche, in der Zahl von 4 für jeden Eckpfeiler, bis zur Höhe + 22 versenkt, 5 m tief unter Wasser zu stehen kamen. Die Höchstpressung auf die Gründungsfohle mit Einschluß des Luftdruckes wurde auf 4 kg für 1 qcm berechnet.

Jeder der vier Eckpfeiler ruht auf 4 getrennt voneinander angeordneten, pyramidal gestalteten Fundamentpfeilern (Fig. 799), welche bestimmt sind, die in den hohlen, eisernen Hauptgurtungsträgern der Turmecken thätigen Druckspannungen aufzunehmen, zu deren Angriffsrichtung ihr oberster Teil senkrecht gerichtet ist (Fig. 800 u. 801) und die gußeisernen Schuhe enthält, in welchen die Hauptträger des eisernen

500.  
Eiserne  
Senkkästen.

501.  
Gründung  
des  
*Eiffel-Turmes*  
zu Paris.

286) Faktf.-Repr. nach: Deutsche Bauz. 1889, S. 391.