

Aergste schädigen würden. Dazu kommt, dass an betriebsreichen Orten die rentenschluckende Langsamkeit der Bauausführungen für die Geschäftswelt schwer ins Gewicht fällt, dass die Bauthätigkeit deshalb auch während des Winters womöglich nur dann unterbrochen wird, wenn ein Weitermauern trotz aller Schutzmittel gegen Frost sich von selbst verbietet. Sobald die grössere Kostspieligkeit des Cementmörtels gegenüber dem gewöhnlichen Bindematerial sicher aufgehoben wird durch die Ersparung kostspieliger Zeit, greift der rechnende Unternehmer auch jetzt bereits zum Cement. Es ist bekannt, dass 4—5 Tage alte gute Portlandcementmörtel durch Frost keinen Schaden mehr nehmen, dass im Gegentheil in kühler Jahreszeit angefertigte Cementkörper durchweg fester als die im Sommer gefertigten werden. Dies erklärt sich dadurch, dass jenen das zur Erhärtung nöthige Wasser durch die weniger durstige Luft nicht entzogen wird, und in Folge dessen der Erhärtungsprozess ungestört vor sich gehen kann.

Ist schon die schnelle und gute Erhärtung des Cementmörtels und Cementbetons zu jeder Zeit ein gewichtiger Vorzug, so wird es leicht begreiflich, welche Vorzüge in dieser Hinsicht erst recht die Monier'sche Bauweise bietet. In Folge der geringen erforderlichen Stärken geht die Erhärtung in der ganzen Dicke weit schneller vor sich als bei dickwandigen Betonkörpern, die noch lange nach ihrer Herstellung unliebsame Ausscheidungen zeigen. So wird also die Mehrarbeit des Flechtens von Eisen reichlich wettgemacht durch die schnellere Benutzungsfähigkeit eines Bauwerkes in Eisen und Cement.

Fasst man die bisher erörterten Vorzüge des Systems zusammen, so folgt daraus die verhältnissmässige Billigkeit dieser Bauweise von selbst, auch wenn die Herstellungskosten in der Vergleichsrechnung sich höher stellen sollten, als bei weniger haltbaren massigeren und zeitraubenderen Konstruktionen.

**6. Billigkeit  
der Bauweise  
in Cement  
und Eisen.**

Bei Ausführungen ganzer Bauwerke in einheitlicher Weise, bei Gasometer- und Wasserbehältern grossen Umfanges, zeigt es sich am ehesten, wie kostspielig die Ausführung in dicken Mauern gegenüber der Monier'schen Herstellungsweise ist. Die Kostspieligkeit, so massige Bauwerke auf schlechtem Boden zu gründen, hat in Frankreich immer mehr zur Herstellung von Gasometerbehältern in der Cement-Eisen-Konstruktion geführt, und auch in Deutschland hat man es vorgezogen, schadhafte Wasserbehälter lieber durch Einlage eines Moniermantels als durch umständliche Ausbesserungen des Mauerwerks zu reparieren.

Aber auch bei Wohngebäuden, in denen gewöhnlich die volle Leistungsfähigkeit der Monier-Konstruktionen sich nicht geltend machen kann, weil die freien Spannweiten nur mässige sind und die Rücksichten auf geringe Herstellungskosten diejenigen auf spätere Reparaturersparnisse und dauernde Rentabilität oft mehr überwiegen, als es zu rechtfertigen

ist, ergeben sich Ersparnisse in der Ausführung durch Anwendung von Bautheilen in Cement um Eisen.

Zum Nachweis soll eine **Vergleichsrechnung** zwischen den reinen Herstellungskosten verschiedener Konstruktionsarten hier vorgenommen werden. Es wird damit am Einfachsten das bisher Gesagte verdeutlicht, Neues vermerkt, das sich ohne Störung des Zusammenhanges nicht anführen liess, und endlich die Art und Weise angedeutet, in der später vergleichende Kostenberechnungen in weiterem Umfange zusammengebracht und der Fachwelt zur handlichen Benutzung übergeben werden sollen.

Vorläufig seien die gewählten Beispiele in Bezug gebracht zu den Versuchs-Objekten der amtlichen Belastungsproben, weil die hinten beigedruckten Protokolle und Berichte zugleich für statische Vergleiche eine sichere und einfache Kontrolle abgeben.

Das erste Versuchs-Objekt der Berliner Belastungsproben vom 23. Februar 1886 bezieht sich auf die bogenförmige Ueberdeckung einer freien Weite von 4,5 m.

Eine **Ziegelsteinkappe** von 4,50 m Spannweite würde allein für die gewöhnliche in Wohnhäusern vorkommende Auflast eine Stärke von 1 Stein und ein Widerlager von durchschnittlich  $3\frac{1}{2}$  Stein haben müssen. Das Gewicht der Kappe würde also ohne die nothwendige Hintermauerung schon **416** kg/qm im Bogen gemessen betragen. In diesem Gewicht ist das der nothwendigen Hintermauerung nicht enthalten, weil auch die Monierkappe zur Aufbringung des Fussbodens zu hinterfüllen wäre. Die Konstruktionshöhe von der Kämpferebene bis zur Scheiteloberfläche der Ziegelkappe ist mindestens auf  $\frac{1}{8} \cdot 4,50 + 0,25 = 0,80$  m anzunehmen.

Dagegen betrug das Eigengewicht der zuerst erprobten **Monierkappe** für 4,50 Spannweite **111** kg/qm, die Konstruktionshöhe in den gleichen Grenzen 0,45 m. Dabei nahm dieselbe auf 1,35 qm eine einseitige Last von 1646 kg auf bis zum Eintritt der ersten merkbaren Durchbiegung, trug also auf den qm  $\frac{1646}{1,35} =$  rund 1200 kg einseitige Last.

Diese grosse Tragfähigkeit, die für gewöhnliche Wohnräume nicht beansprucht wird, resultirt aus Stärken der Cémentdecke und des Eisengerippes, welche für den vorliegenden Zweck das erforderliche Maass weit überschreiten. Um aber an dieser Stelle den Gang der Besprechung nicht noch durch eingehende statische Berechnung der Monierkonstruktionen zu hemmen, soll einfach an der Hand der amtlichen Belastungsproben eine vergleichende Kostenberechnung bei den genannten Abmessungen für den Fall aufgestellt werden, dass die Kappen etwa den Berliner Bauverhältnissen entsprechend in dem Kellergeschoss eines mehretagigen Wohnhauses auszuführen wären, dass also wenigstens an einer Seite die Wandstärke von  $3\frac{1}{2}$  Stein schon an und für sich bedingt wäre durch die Auflast der Umfassungsmauern. Dabei kommt ferner der Ziegelsteinkappe zu gut, dass für hohe Lehrgerüste und den schwereren Materialientransport nach höher gelegenen Stockwerken keine Kostenerhöhung in Ansatz gebracht wird. Im Uebrigen wird die Berech-

nung der 4,50 m weiten Kappen für 1 m Tiefe durchgeführt. Die Höhe der Kämpferebene über Kellerfussboden wird auf 2,2 m angenommen, sodass für die Ziegelkappe eine Höhe von 3,0 m zwischen Fussboden- und Scheitel-Oberfläche des Gewölbes nöthig wird, während die Ueberdeckung durch eine Monierkappe nur 2,65 m Höhe der Umfassungsmauern erfordert.

Für die Preiszusammenstellung ist das Jahrbuch der Baupreise Berlins, jüngste Ausgabe, und die im „Deutschen Baugewerks-Blatt“ Jahrgang 1887 No. 4 begonnene Kostenvergleiche benützt. Darnach setzt sich der Preis für die Konstruktion in Ziegeln zusammen aus:

1. Maurermaterialien für 4,50 qm gewöhnliches Kappengewölbe, in der Ebene gemessen, 1 Stein stark, ohne Verstärkungsurte, einschliesslich der Hintermauerung bis auf  $\frac{2}{3}$  der Pfeilhöhe:  
 $4,50 \cdot 1,40 = 0,630$ , Tausend Ziegel à 36 M. . . . . 22,68 M.  
 $4,50 \cdot 1,80 = 8,10$ , hl Kalkmörtel à 0,92 M. . . . . 7,45 -
2. Arbeitslohn einschl. Vorhalten der Lehrgerüste 4,50 qm  
 1 Stein starke Kappe in grossen Flächen 2,20 M. . . . . 9,90 -  
 Zusammen: Herstellung der Kappe 40,03 M.
3. Mehrhöhe der Umfassungsmauern  
 $2 \cdot 0,35 \cdot 0,90 \cdot 1,0 = 0,63$  cbm Ziegelmauerwerk.

Material:

0,63 · 0,400 Tausend Ziegel à 36 M. . . . . 9,00 -  
 0,63 · 3,60 hl Kalkmörtel à 0,92 M. . . . . 2,27 -  
 Dabei Verputz nicht gerechnet.  
 Arbeitslohn für den cbm volle Wand  $0,63 \cdot 3,00 =$  1,90 -

4. Mehraushub an Erdboden:  
 $4,5 \cdot 0,35 = 1,58$  cbm auszuheben und zu verkarren  
 0,67 M/cbm . . . . . 1,05 -  
 Zusammen: **Ausführung in Ziegeln 54,25 M.**

Weitaus gebräuchlicher ist heute — mit Rücksicht auf die Ersparung an Widerlagern und grössere Billigkeit im Allgemeinen — die Ueberdeckung eines 4,50 m weiten Raumes mit 3 Kappen in  $\frac{1}{2}$  Stein-Stärke von 1,50 m Spannweite auf 2 zwischengelegten I-Trägern.

Es soll auch diese Konstruktionsart für einen Raum von mittleren Abmessungen, beispielsweise für 5,0 m Blicktiefe in Vergleich gestellt werden, um für die I-Träger nicht einmal aussergewöhnliche Eisengewichte zu erhalten.

Bei 5 m Freilänge haben die 1,50 m von einander entfernten Kappen-träger an der gewöhnlichen Nutzlast von 200 kg/qm und an dem Konstruktionsgewicht von 400 kg/qm zu tragen:

$$5,0 \cdot 1,50 \cdot 6,00 = 4\,500 \text{ kg}$$

$$\text{Erforderlich } W = \frac{500 \cdot 4\,500}{8 \cdot 750} = 375$$

Zu verwenden Normal-Profil No. 26, Gewicht . 41,9 kg/qm

Davon nothwendig:

2 . 5,50 . 41,9 = 461 kg à 0,21 M. einschliesslich Unterlagsplatten, Verlegen und Anstrich . . . . . 96,81 M.

Maurermaterialien für 3 Kappengewölbe von  $\frac{1}{2}$  Stein Stärke bei 1,50 m Spannweite im Einzelnen, auf 5,0 lfd. m berechnet:

4,50 . 72 . 5,0 = 1,62 Tausend Ziegel à 36 M. . . . 58,32 -

4,50 . 92 . 5,0 = 20,70 hl Kalkmörtel à 0,92 M. . . . 19,04 -

Arbeitslohn für 4,50 . 5,0 = 22,5 qm  $\frac{1}{2}$  Stein starke Kappengewölbe zwischen eisernen Trägern, à qm im Grossen 1,35 M. . . . . 30,38 -

Zusammen: 5 lfd. m Ziegelkappen auf Trägern 204,55 M.

Ergibt für 1 lfd. m **Ziegelkappe auf Trägern 40,91 M.**

Das Eigengewicht der Konstruktion beträgt an Eisen (siehe vorn) . . . . . 461 kg

Gewicht der Ziegelkappen, in der Wölbung gemessen, ohne die Hintermauerung 3 . 1,60 . 5,0 . 2,08 = 4992 -

Zusammen bei 22,5 qm Grundfläche 5453 kg

Oder auf den qm Grundfläche 242 -

Davon ist Eigengewicht der Ziegelkappe 222 -

Dagegen:

Eigengewicht der Monierkappe in Wölbung gemessen, 4,65 . 111 = 516 kg für den lfd. m, d. i.

auf den qm Grundfläche  $\frac{516}{4,5} = . . . . . 115 -$

Die Konstruktionshöhe ist bei beiden Ausführungsarten, in Ziegelkappen auf Trägern und nach Monier als eine einzige Kappe, gleich zu setzen, da bei der für Monierkonstruktionen geringfügigen Nutz-Belastung von 200 kg/qm die Höhe von 0,33 m zwischen Kämpferebene und Scheitel ausreicht.

Der Preis für die **Monierkonstruktion** stellt sich für die Spannweite von 4,50 m und die Nutzlast von 200 kg/qm auf 8,0 M/qm im Stadtkreis Berlin, also für den lfd. m auf **36,00 M.**

Wesentlich günstiger noch für die Cement-Eisen-Ausführung gestaltet sich der Vergleich mit anderen massiven Konstruktionen, wenn für die Monier-Decke eine Form gewählt wird, bei welcher der Cement-Fussboden zugleich einen mitfunktionirenden Theil des tragenden Systems ausmacht.

Eine solche Konstruktion zeigt das 7. Versuchs-Objekt der Berliner Belastungsproben. Die Fussbodenplatte aus Cement auf Eisengerippe zwischen Endauflagern von 3,50 m Entfernung wird unterfangen durch bogenförmige Streben, die mit der Fussbodenplatte in eine abgeflachte Kappe verlaufen.

Da sich die erste merkbare Durchbiegung erst nach einer einseitigen Belastung von  $\frac{2730}{3,50 \cdot 0,60} = 1300$  kg/qm zeigte, so leistet jene

Form selbst bei der **Spannweite** von  
**4,50 m**

statisch nicht weniger als eine Konstruktion aus  $\frac{1}{2}$  Stein starken Ziegelkappen auf zwischengelegten Trägern. — Aber selbst abgesehen von grossen Nutzlasten, empfiehlt sich der abgefangene Monierfussboden da überall von selbst, wo massive Fussböden vor Holzbelag den Vorzug verdienen, wie in Korridoren, Küchen, Lagerräumen und wo immer sonst noch, weil ein Estrich auf Ziegelsteinen wegen der verschiedenen Porosität und Austrocknung beider Materialien sich niemals so dauerhaft erweisen wird, wie ein Cement- oder Terrazzo-Estrich auf Cementunterboden.

Ausserdem kostet unter den gleichen Bedingungen wie oben ein **unterfangener Monierfussboden** bei 4,50 m Spannweite im lfd. m bei sauber bearbeiteter Fussbodenoberfläche

$$4,50 \cdot 9,5 = \mathbf{42,75 \text{ M.}}$$

Dagegen stellt sich 1 qm Cementestrich über Ziegelfussboden auf 3,00 M., also nach den vorstehenden Kostenberechnungen der lfd. m **Ziegelkappe incl. Estrich** auf  $40,91 + 4,50 \cdot 3,0 = \mathbf{54,41 \text{ M.}}$

Kommt es darauf an, Decken zu bilden, die z. B. wegen ihrer Lage in Wohngeschossen unten eine ebene Fläche abgeben und gegen Durchhörigkeit möglichst gut schützen sollen, so wird man als Monierdecke ein System wählen, wie es von Herrn Bauinspektor Haesecke im „Centralblatt der Bauverwaltung“ vom 10. April 1886, S. 145 veröffentlicht worden ist und hier später unter dem Kapitel „Decken“ im Zusammenhange beschrieben werden soll.

Nach dem Gesetz, dass der billigste Preis für die gesammte Konstruktion sich dann ergibt, wenn die Kosten der Stütze gleich sind den Kosten der zu unterstützenden Theile, ergibt sich für die oben gewählte Raumtiefe von 5,0 m als die günstigste Zwischenweite der Träger ein Maass von 2,0—2,5 m, aber in Anbetracht dessen, dass damit wieder die Höhe der abschliessenden Wände wächst und vor allem die Einschubplatten eine unhandliche Grösse und Schwere bekommen, empfiehlt es sich die Trägerweite auf 1,5—1,75 m herabzusetzen. Bei einer freien Weite des Raumes von 4,50 m werden dabei unter Rücksicht auf die Entlastung der Fenstersturze 2 Träger erforderlich werden, von denen jeder  $1,5 \cdot 5,0 (200 + 160) + 5,0 \cdot 30 = 2850$  kg zu tragen hat. Es ist demnach zu verwenden Normal-Profil No. 21 mit einem Eigengewicht von 28,5 kg/m.

Davon erforderlich  $2,5,5 \cdot 28,5 = 314 \text{ kg} \text{ à } 0,21 \text{ M.} = 65,94 \text{ M.}$

Es kostet der Monierfussboden auf Eisenbalken mit Einschubplatten für gewöhnliche Belastung in Berlin, einschliesslich der sauberen Bearbeitung des Fussbodens 12,00 M., also im Ganzen 22,5 qm = . . . . . 270,00 -

Zusammen mit den eisernen Trägern 335,94 M.  
d. i. der qm **Einschubdecke** in allem **14,93 -**

Für Wohnräume würde ein Belag mit Linoleum auf Pappunterlage erforderlich sein. Derselbe stellt sich für einfarbigen Belag fertig verlegt auf 3,20 M/qm. Da die saubere Bearbeitung des Cementfussbodens damit überflüssig wird und der Betrag sich somit um 1 M/qm ermässigt, würde der qm doppelte Monierdecke für Wohnräume sich auf 13,93 + 3,20 M. stellen = . . . . . **17,13 -**

In Rücksicht auf etwa gleiche Tauglichkeit wäre der doppelten Monierdecke gegenüberzustellen die Deckenbildung aus Ziegelkappen auf Trägern, versehen mit Drahtmörtelputz zur Bildung einer ebenen Deckenfläche und einem Cementestrich als Fussboden. Nach der vorangegangenen Berechnung kostet der lfd. m eines 4,50 m weiten Raumes Ziegelkappen einschliesslich Träger und Cementestrich 54,41 M. Also 1 qm = 12,09 M. Dazu Drahtmörtelputz 4,50 M/qm, ergibt: 1 qm **ebene Ziegeldecke mit nacktem Estrich** . . . . . **16,59 -**  
**Desgleichen mit Linoleum-Bekleidung** . . . . . **18,79 -**

**7. Hygienischer Vorzug der Monier-Decken und Fussböden.**

Jenen Konstruktionen gegenüber kostet die übliche Holzbalkendecke allerdings weniger. Allen Deckenbildungen aber mit Verwendung von Holz zwischen und auf Füllmaterialien, die dem Hausschwamm und anderen Krankheitserregern zur gedeihlichen Entwicklung ein nahrungsreiches Feld liefern, ist von Aerzten und Technikern immer grössere Abneigung entgegengebracht worden, seit der Privatdozent für experimentelle Hygiene, Herr Dr. R. Emmerich zu Leipzig, in der „Zeitschrift für Biologie“, Bd. 13 Heft 2 und im Anschluss daran die „Deutsche Bauzeitung“ im Jahrgang 1883 auf diesen Punkt der Haushygiene aufmerksam gemacht haben. In dem letzteren Fachblatt (Jahrgang 1886, S. 3—6) erörtert ferner Herr Architekt W. Wagner in seinem Aufsatz: „Cement- und Schlacken-Betondecken. Eine hygienische Zeitfrage“ die Dr. Recknagel'schen Untersuchungen über die Bewegung der Luft in Wohnräumen und die Durchlässigkeit ihrer Mauern und Decken. Er weist darauf hin, dass der stärkste nach auswärts gerichtete Druck durch die Decke hinaus stattfindet und dass die grössere Sterblichkeit der Bewohner von Kellern, Erdgeschoss und hohen Obergeschossen gegen diejenigen der mittleren Stockwerke theilweise veranlasst wird durch die Durchlässigkeit der Fussböden gegen Grundluft und die Ausdünstungen der unteren Nachbarn. Auch im „Centralblatt der Bauverwaltung“ vom 3. April 1886 geht Herr