

U. 17.

75

10g75

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299666

K

xxx
1181

Quilap XXXI

bruff

Aulage XXXI

Das Streckmetall

*Expanded Metal * Métal déployé*

seine Erzeugung und Anwendung.

Alleiniges Erzeugungs- u. Verkaufsrecht für die Schweiz

Albert Buss & Cie

544

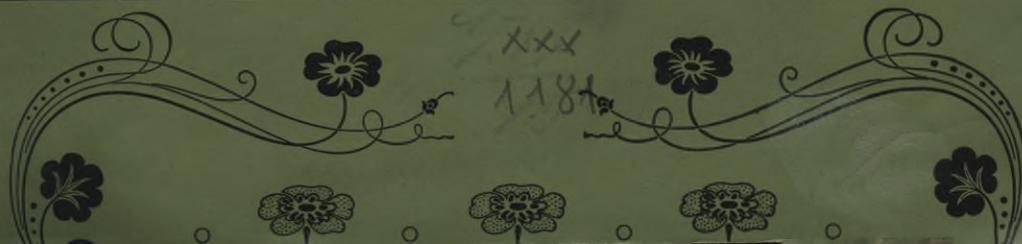
Bauunternehmung

190 Güterstrasse * **Basel** * Güterstrasse 190

F. No. 24 464



Schweizerische Patente No. 8954, 9437, 11956.





II 8176

Akc. Nr. 1491/52



Das Streckmetall

und seine Anwendungen im Bauwesen.

Erzeugung des Streckmetalls.

Mit Streckmetall (*métal déployé* — expanded metal) bezeichnet man ein eisernes Maschenwerk mit festen Knotenpunkten, welches aus dem Vollblech, ohne Materialverlust, durch parallele Einschnitte mit einer eigenartigen Schere und durch Strecken, senkrecht zur Schnittrichtung, hergestellt wird.

Das Anwendungsgebiet dieses Fabrikates ist mannigfaltig und dessen praktische Verwendbarkeit im Bauwesen ist in den sechs Jahren, seit der Erfindung des amerikanischen Ingenieurs J. F. Golding, auch in Europa, namentlich Frankreich und England, vielfach erprobt worden, so dass eine Beschreibung Fachgenossen Interesse bieten dürfte.

Die Maschine zur Herstellung des Streckmetalls ist eine Schere mit geradlinigem Untermesser und winkelförmigem Obermesser. (Fig. 1.) Das Rohblech *B* läuft horizontal zwischen den Messern und wird im Schneiden der Schlitz nach unten gedrückt, wobei die abgeschnittenen Streifen, entsprechend der Form des Obermessers, sich strecken, und zwar um den Längenunterschied der Basis gegen die Summe der beiden Dreieckseiten. Während das Spiel der Messer sich wiederholt, erfolgt ein mechanischer Vorschub des Bleches senkrecht zur Messerebene, wodurch die Stegbreite des fertigen Produktes bestimmt ist, und eine Verschiebung parallel zu den Schnitten um die halbe Maschenlänge.

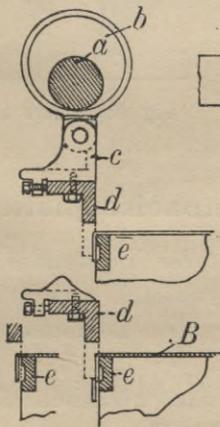


Fig. 1.

- a. Welle.
- b. Excenter.
- c. Support für das Obermesser.
- d. Obermesser.
- e. Untermesser.
- B. Rohblech.

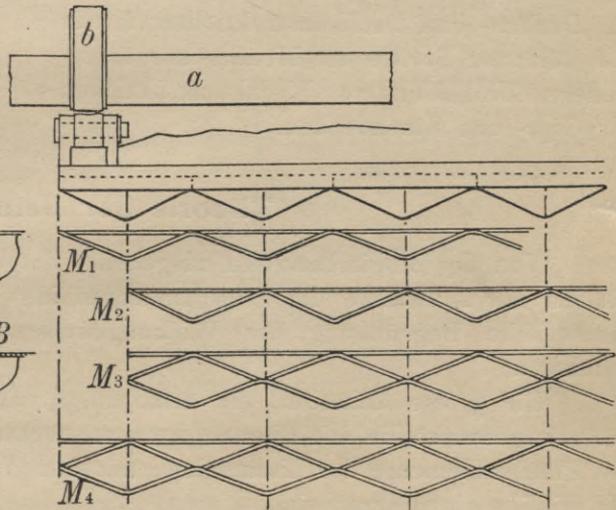


Fig. 2.

Fig. 2 veranschaulicht, in welcher Weise durch diese, in regelmässigen Intervallen sich wiederholenden Schnitte und Verschiebungen ein Maschenwerk gebildet wird.

Das vertikal abfliessende Streckmetall hat je nach der Wahl der Maschenweiten und Litzenstärken eine 2 bis 12 Mal grössere Länge als das Rohblech, während die Breite unverändert bleibt. Die Stegbreite, Blechdicke u. Maschenweite sind innerhalb der Grenzen der Leistungsfähigkeit der Maschine verschieden.



Die Bleche sind

aus Flusseisen von 3.5 bis 4.5 $\frac{\text{ton}}{\text{cm}^2}$ Bruchfestigkeit und 20 % Dehnung. Fig. 3 zeigt die Maschine.

Die wichtigsten Anwendungen des Streckmetalls sind in Verbindung mit Beton, für Decken- und Dachkonstruktionen; ferner die dünnsten Sorten des Metalls zur feuersicheren Umhüllung von Eisenkonstruktionen für Gips- und Stuckdecken.

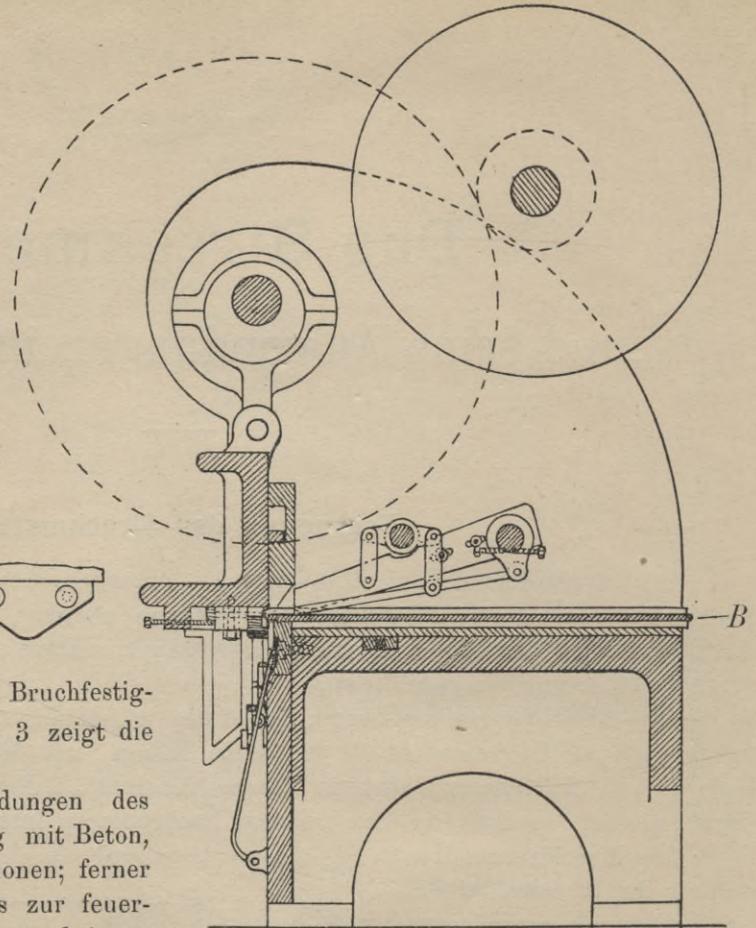


Fig. 3. Schere zur Herstellung des Streckmetalls.

Theorie der Betoneisenplatten.

Von der Monierbauweise ausgehend, hat die Verwendung von Eiseneinlagen in Betonplatten zur Aufnahme der Zugspannungen in vielfach modifizierten Systemen und auch die theoretische Begründung der Wirkungsweise des kombinierten Baumaterials Verbreitung gefunden.

Die grosse Adhäsion, die erfahrungsgemäss zwischen den zwei verschiedenen Stoffen besteht, gestattet die mit Eiseneinlagen verstärkte Betonplatte als homogen aufzufassen, wobei die Flächenelemente der Eiseneinlage mit dem Verhältnis der Elastizitätskoeffizienten α beider Materialien einzuführen sind.

Die Verschiebung der neutralen Axe im Betonquerschnitt von der Breite = 1 beträgt

$$s = \frac{\alpha f m}{h + \alpha f} \quad 1)$$

das Trägheitsmoment des Querschnittes auf diese Axe

$$I = \frac{h^3}{12} + \frac{h \alpha f m^2}{h + \alpha f} = \frac{h^3}{12} + h \cdot m \cdot s \quad 2)$$

und die Spannungen

$$\sigma_d = \frac{M}{I} \left(\frac{h}{2} + s \right) \quad 3) \text{ Druck im Beton.}$$

$$\sigma_z = \frac{M}{I} \left(\frac{h}{2} - s \right) \quad 4) \text{ Zug im Beton.}$$

Ferner, wenn man die Zugfestigkeit des Betons = 0 setzt,

$$\sigma_e = \frac{1}{f} \frac{M}{\frac{5}{6}h - \frac{s}{3} - e} \quad 5) \text{ Zug im Eisen.}$$

Die Bezeichnungen sind aus Figur 4 ersichtlich.

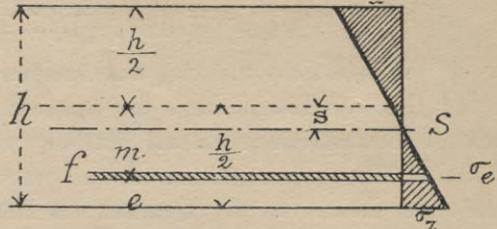


Fig. 4.

Diese Formeln gelten nur so lange, als die Zugfestigkeit des Betons noch nicht überwunden ist. Treten in den unteren Betonfasern Haarrisse auf, d. h. ist diese Betonpartie statisch unwirksam geworden, so haben die Druckspannungen im Beton, im Verein mit den Zugspannungen im Eisen, den äusseren Kräften das Gleichgewicht zu halten, wobei die kleineren Zugspannungen des Betons vernachlässigt werden können.

Der Abstand der neutralen Axe von den oberen Druckfasern (Fig. 5) ist

$$n = \frac{\alpha f}{\beta} + \sqrt{\frac{\alpha f}{\beta} \left[\frac{\alpha f}{\beta} + 2(h - e) \right]} \quad 6)$$

Je nachdem die Spannungsverteilung in Beton nach einer Parabel oder Geraden angenommen wird, erhält β die Werthe $\frac{2}{3}$ oder 1. Die Spannungen ergeben sich, mit parabolischer Spannungslinie

$$\sigma_d = \frac{3M}{2n(h - \frac{2}{3}n - e)} \quad 7) \text{ Druck im Beton.}$$

$$\sigma_e = \frac{M}{f(h - \frac{2}{3}n - e)} \quad 8) \text{ Zug im Eisen.}$$

mit gerader Spannungslinie

$$\sigma_d = \frac{2M}{n(h - \frac{1}{3}n - e)} \quad 9) \text{ Druck im Beton.}$$

$$\sigma_e = \frac{M}{f(h - \frac{1}{3}n - e)} \quad 10) \text{ Zug im Eisen.}$$

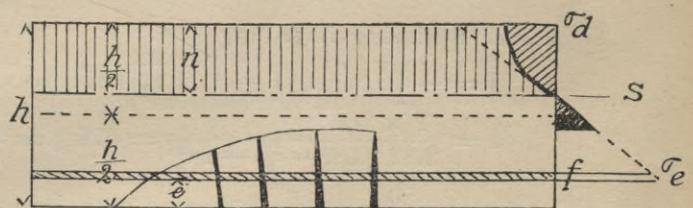


Fig. 5.

Wir wollen an der Hand zweier Beispiele den Wert der Formeln erörtern.

Als erstes Beispiel wählen wir die in der Abhandlung „Über die Bauweise Hennebique“ von Professor Ritter berechnete Betondecke von 1.5 m Weite, 2235 kg/m² Gesamtbelastung, 10 cm Betondicke und Rundeiseneinlagen von 1.4 cm in Distanzen von 20 cm.

Mit Berücksichtigung der Kontinuität beträgt das Biegemoment pro 1 cm Querschnittsbreite und für $\alpha = 10$.

$$M = \frac{1}{10} 2250 \times 1.5^2 = 506 \text{ kg/cm.}$$

$$f_e = \frac{3.141 \times 1.4^2}{4} \times \frac{1}{20} = 0.077 \text{ cm}^2.$$

$$s = \frac{10 \times 0.077 \times 3}{10 + 10 \times 0.077} = 0.214 \text{ cm.}$$

$$I = \frac{10^3}{12} + 10 \times 3 \times 0.214 = 83.3 + 6.4 = 89.7 \text{ cm.}$$

$$\sigma_d = \frac{506}{89.7} (5.0 + 0.21) = 29 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck im Beton.}$$

$$\sigma_z = \frac{506}{89.7} (5.0 - 0.21) = 27 \text{ kg/cm}^2 \text{ Zug im Beton.}$$

$$\sigma_e = \frac{1}{0.077} \frac{506}{\frac{5}{8}10 - \frac{0.21}{3} - 2.0} = 1054 \text{ kg/cm}^2 \text{ Zug im Eisen.}$$

Man ersieht hieraus, was übrigens aus der allgemeinen Form der Gleichungen hervorgeht, dass die Eiseneinlage die Spannungen im Beton nur unwesentlich beeinflusst, sofern die untere Betonpartie noch als statisch wirksam aufgefasst werden darf. Wie weit man nun mit den Zugspannungen im Beton gehen darf, ohne Haarrisse befürchten zu müssen, hängt in erster Linie von der Qualität des Betons ab. Professor Ritter nimmt keinen Anstand, mit dieser Grenze bis auf 40 kg/cm² zu gehen, die später beschriebenen Bruchversuche mit Betonplatten weisen geringere Zugspannungen auf.

Die weitere Frage über die Grösse von α , des Verhältnisses beider Elastizitätskoeffizienten, ob man berechtigt ist, für Druck und Zug den gleichen konstanten Koeffizienten einzuführen, hat mehr theoretisches Interesse, indem dieselbe die Spannungen nicht wesentlich beeinflusst.

Setzt man nun voraus, dass in dem oben citierten Beispiel der Beton bereits haarrissig sei, so berechnet sich die Lage der neutralen Axe bei parabolischer Spannungsverteilung

$$n = \frac{-10 \times 0.077 \times 3}{2} + \sqrt{\frac{10 \times 0.077 \times 3}{2} \left[\frac{10 \times 0.077 \times 3}{2} + 2(10.0 - 2.0) \right]} = 3.3 \text{ cm.}$$

$$\sigma_d = \frac{3 \times 506}{2 \times 3.3 (10.0 - \frac{3}{8} \times 3.3 - 2.0)} = 34 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_e = \frac{506}{0.077 (10.0 - \frac{3}{8} \times 3.3 - 2.0)} = 972 \text{ kg/cm}^2,$$

bei gerader Spannungsverteilung

$$n = -10 \times 0.077 + \sqrt{10 \times 0.077 [10 \times 0.077 + 2(10.0 - 2.0)]} = 2.82 \text{ cm.}$$

$$\sigma_d = \frac{2 \times 506}{2.82 (10.0 - \frac{2.82}{3} - 2.0)} = 51 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_e = \frac{506}{0.077 \times (10.0 - \frac{2.82}{3} - 2.0)} = 936 \text{ kg/cm}^2.$$

Als zweites Beispiel nehmen wir den dänischen Bruchversuch No. 15 von folgenden Dimensionen:

Länge der Platte.	= 0.82 m.
Stützweite	= 0.68 m.
Breite der Platte	= 0.47 m.
Dicke der Platte.	= 0.03 m.

Die Belastung ruht auf zwei Stützen, jede 0.17 m von der Mitte entfernt. Die Hauptstäbe sind Rundeisen von 7 mm Dicke, in Distanzen von 6 cm verlegt, und einen Abstand der Mitte von der Unterkante der Platte = 0.75 cm. Die Querstäbe sind 5 mm dick. Das Netzwerk war an den Kreuzungspunkten gebunden, das Mischungsverhältnis 1 Vol. Cement auf 3 Teile Sand. Die Eisenstäbe hatten eine Zugfestigkeit von 3900 kg/cm² bis 4470 kg/cm². Der verwendete Mörtel konnte nach 27 Tagen 209 kg/cm² tragen.

Die Bruchlast betrug bei dem Versuch No. 15 1343 kg.

$$M = \left[\frac{1343}{2} \times 0.17 + \frac{1}{8}26 \times 0.68 \right] \frac{100}{47} = 247 \text{ kg/cm auf 1 cm Breite.}$$

$$f = \frac{3.141 \times 0.70^2}{4} \times \frac{1}{6} = 0.064 \text{ cm}^2.$$

$$s = \frac{10 \times 0.064 \times 0.75}{3 + 10 \times 0.064} = 0.25 \text{ cm}.$$

$$I = \frac{3^3}{12} + 3 \times 0.75 \times 0.25 = 2.80 \text{ cm}.$$

$$\sigma_d = \frac{247}{2.80} (1.5 + 0.25) = 154 \text{ kg/cm}^2 \text{ Druck im Beton.}$$

$$\sigma_z = \frac{247}{2.80} (1.5 - 0.25) = 110 \text{ kg/cm}^2 \text{ Zug im Beton.}$$

$$\sigma_e = \frac{1}{0.064} \frac{247}{\frac{5}{6} \cdot 3 - \frac{0.25}{3} - 0.75} = 2310 \text{ kg/cm}^2 \text{ Zug im Eisen.}$$

Nachdem lange vor dem Bruch der Beton bereits haarrissig sein musste, so ist man zur Anwendung dieser Formeln nicht berechtigt, rechnet man noch Gl. 6. mit $\beta = \frac{2}{3}$, so ist

$$n = -10 \times 0.064 \times \frac{3}{2} + \sqrt{\frac{10 \times 0.064 \times 3}{2} \left[\frac{10 \times 0.064 \times 3}{2} + 2(3 - 0.75) \right]} = 1.33 \text{ cm}.$$

$$\sigma_d = \frac{3 \times 247}{2 \times 1.33 (3 - \frac{2}{3} \cdot 1.33 - 0.75)} = 159 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_e = \frac{247}{0.064 \times 1.752} = 2203 \text{ kg/cm}^2.$$

mit $\beta = 1$

$$n = -10 \times 0.064 + \sqrt{10 \times 0.064 [10 \times 0.064 + 2(3 - 0.75)]} = 1.17 \text{ cm}.$$

$$\sigma_d = \frac{2 \times 247}{1.17 (3 - \frac{1.17}{3} - 0.75)} = 227 \text{ kg/cm}^2.$$

$$\sigma_e = \frac{247}{0.064 \times 1.86} = 2075 \text{ kg/cm}^2.$$

Professor Thulie gelangt bei Berechnung dieses Beispiels auf Spannungen von
198 kg/cm² und 2234 kg/cm²,

bei gebrochener Spannungslinie auf

181 kg/cm² und 2162 kg/cm².

Die Schwankungen sind

159, 181, 198, 227 kg/cm² für Beton,

2203, 2162, 2234, 2075 kg/cm² für Eisen.

Alle Berechnungen können in der Nähe der Bruchgrenze nur als angenäherte Werte an die Wahrheit betrachtet werden.

Immerhin geht daraus hervor, dass mit der Überwindung der Zugspannungen im Beton auch Steigerungen der Druckspannungen auftreten, welche über die Grenze gehen können, mit der man guten Beton zu beanspruchen wünscht. Es empfiehlt sich daher, die Dimensionierung der Betondicke nach der grössten Zugspannung des Betons zu bestimmen, in der unteren Schichte eine vorzügliche Qualität anzuwenden und eine möglichst lange Erhärtungsdauer vor der Belastung zu gestatten.

Um ferner die Bedingungen der Rechnung zu erfüllen, sind die Eiseneinlagen nahe aneinander zu verlegen, damit eine homogene Platte entsteht, die Adhäsion möglichst zu steigern und die Höhenlage der Eisenstäbe genau nach der Rechnung einzuhalten.

Diese Bedingungen werden von den Streckmetalleinlagen in hohem Masse erfüllt; die rauhen Schnittflächen des Eisens tragen zur Vermehrung der Adhäsion wesentlich bei, die

konstante Maschenweite schliesst Fehler in der Verlegung aus, ebenso wie die fertige verlegte Platte leicht in richtige Höhenlage zu bringen ist. Das feste Maschenwerk gewährt eine grosse Quersteifigkeit der Platte und die schief laufenden Eisenstäbe werden statisch ausgenützt, während dieses bei den senkrechten Querstäben des Moniernetzes nicht der Fall ist. Diese Folgerungen stützen sich auf Parallelversuche, von denen diejenigen, welche von den — durch den Bau der Firth of Forth-Brücke — bekannten englischen Ingenieuren Fowler und Baker vorgenommen wurden, nachstehend wiedergegeben sind. (S. Tabelle 1.)

Diese Versuche umfassen:

a. Gewöhnliche Betonplatten von 7.6 cm Dicke im Mischungsverhältnis: 1 Volumen Cement, 1 Volumen Sand, 2 Volumen Schotter für die Versuche 12, 13, 14, 15.

1 Volumen Cement auf 2 Volumen Sand für den Versuch *F*, ferner 1 Volumen Cement auf 1 Volumen Sand für den Versuch *H*, und 3 Volumen Cement auf 1 Volumen Sand für die Versuche 4, 7, 8, 9.

Aus diesen Bruchproben mit reinen Betonplatten ersieht man, dass die Zugfestigkeit des Betons vom Mischungsverhältnis abhängt und dass die Annahme von 30 kg/cm² Zugfestigkeit zu hoch gegriffen ist. Gebraucht man bei Betonplatten mit Eiseneinlagen die Vorsicht, in der unteren Partie eine sehr gute Mischung anzuwenden, so wird man bis auf 25 kg/cm² gehen können, ohne dass der Beton rissig wird, wobei die Druckspannung des Betons bei richtig dimensionierten Platten auf ca. 30 kg/cm² steigt.

b. Versuche mit Betonplatten von gleicher Dicke 7.6 cm mit Streckmetall-Einlagen von 7.5 cm Maschenweite in 2 verschiedenen Dimensionen. Das Mischungsverhältnis bei sämtlichen Platten war 1 : 1 : 2.

Die Bruchlasten sind bei den kleineren Spannweiten 8 Mal, bei den grösseren Spannweiten 11 Mal grösser als bei Betonplatten ohne Eiseneinlagen.

Die berechneten Spannungen der Eiseneinlagen sind weit grösser als die Zugfestigkeit der Rohbleche (3500 kg/cm²). In der Rechnung ist als Fläche pro 1 cm² Querschnittsbreite $f = \frac{\text{Breite} \times \text{Dicke}}{\text{Maschenweite}} \times 2$ eingeführt, womit sämtliche Stäbe des Maschenwerks statisch ausgenützt sind.

Nachdem die berechneten Zugspannungen die Zugfestigkeit des Eisens übertreffen ferner bei den Versuchen mit dem stärkeren Streckmetall der Bruch im Beton zuerst eingetreten ist, so muss man eine günstige Spannungsverteilung, infolge der steifen Knoten, annehmen, um diesen Umstand erklären zu können.

c. Versuche mit eingespannten Betonbogen von 7.6 cm Scheitelstärke und $\frac{1}{10}$ Pfeilhöhe zeigen, dass bei den grösseren Spannweiten die Betonplatten mit Eiseneinlagen auch diesen überlegen sind.

Berücksichtigt man ferner, dass bei ausgeführten Deckenkonstruktionen die Bruchlasten infolge der Kontinuität wachsen würden, während die Probepögen, infolge der starren Einspannung unter den günstigsten Umständen belastet wurden, so ergibt sich die Hochwertigkeit der Streckmetall-Betonplatten. Die Versuche zeigen ferner, dass 7½ cm dicke Platten mit Streckmetalleinlagen von 4½ × 3 m auf 75 mm Maschenweite mit Nutzlasten von 600 kg pro m² auf 2.0 m Spannweite belastet werden dürfen.

d. Um den Wert des Streckmetalls im Vergleiche mit gewöhnlichen Monierplatten zu zeigen, führen wir die dänischen Bruchversuche an, welche auf 1.90 m Stützweite mit 5 cm dicken Platten vorgenommen wurden, wobei die Spannungen wie bei den englischen Bruchversuchen mit parabolischer Spannungslinie berechnet sind. Die verwendeten Rundeiseneinlagen

Tabella 1. **a. Bruchversuche mit reinen Betonplatten 7,6 cm. dick.**

Nummer des Versuches	Stützweite Meter	Bruchlast kg m ²	Bruchmoment kg. cm.	Spannungen im Beton kg. cm ²		Bemerkung
				Zug	Druck	
4	1.06	2084	315.9	32.9	32.9	Alter der Platte 63 Tage. *)
8	1.06	2517	376.7	39.1	39.1	» » » 63 »
12	1.06	1251	198.9	20.6	20.6	» » » 63 »
15	1.06	1251	198.9	20.6	20.6	» » » 63 »
E	1.06	1251	198.9	20.6	20.6	» » » 77 »
F	1.06	833	140.0	14.6	14.6	» » » 77 »
H	1.06	1251	189.9	20.6	20.6	» » » 77 »
7	1.97	477	214.9	22.3	22.3	» » » 63 »
9	1.97	477	214.9	22.3	22.3	» » » 63 »
13	1.97	224	189.2	19.7	19.7	» » » 63 »
14	1.97	224	189.2	19.7	19.7	» » » 63 »

*) Im Bruchmoment ist das Eigengewicht mitberücksichtigt.

c. Bruchversuche mit Betonbögen Scheitelstärke 7,6 cm.

4	1.06	10017	—	Alter der Bögen 63 Tage. Pfeilhöhe 10,6 cm.		
5	1.06	11688	—	»	»	» 63 » » 10,6 »
6	1.06	10017	—	»	»	» 63 » » 10,6 »
1	1.97	2099	—	»	»	» 63 » » 19,7 »
3	1.97	1524	—	»	»	» 63 » » 19,7 »

b. Bruchversuche mit Streckmetall-Betonplatten 7,6 cm. dick.

Nummer des Versuches	Stützweite Meter	Bruchlast kg. m ²	Bruchmoment kg. cm.	Spannungen kg. cm ²		Maschenweite des Streckmetalls m/m	Querschnitt des Streckmetalls m/m	Fläche in cm ² pro 1 cm Breite	Bemerkung
				Druck im Beton	Zug im Eisen				
2	1.06	5844	844	121	4880	75	5 ¹ / ₂ × 2.3	0.0337	Alter der Platte 63 Tage.
6	1.06	8347	1195	143	4000	75	5.5 × 4.0	0.0586	» » » 63 »
B	1.06	9608	1372	196	7750	75	5.5 × 2.3	0.0337	» » » 77 »
C	1.06	10436	1488	178	5010	75	5.5 × 4.0	0.0586	» » » 77 »
1	1.97	2243	1169	167	6600	75	5.5 × 2.3	0.0337	» » » 63 »
3	1.97	2474	1281	153	4300	75	5.5 × 4.0	0.0586	» » » 63 »
A	1.97	2243	1169	167	6600	75	5.5 × 2.3	0.0337	» » » 77 »
D	1.97	2469	1278	153	4300	75	5.5 × 4.0	0.0586	» » » 77 »

d. Dänische Bruchversuche mit Monierplatten 5 cm. dick.

Nummer des Versuches	Stützweite Meter	Bruchlast kg. m ²	Bruchmoment kg. cm.	Spannungen kg. cm ²		Rundeisen Hauptstäbe m/m	Rundeisen Querstäbe m/m	Bemerkung
				Druck im Beton	Zug im Eisen			
1	1.90	1555	755	148	3770	7	4	Die Belastung, ruhend auf 2 Stützen, jede 0,25 m von der Mitte, ist in eine äquivalente Last verwandelt. Eigengewicht ist im Bruchmoment auf 1 cm Querschnittsbreite berücksichtigt. — Versuchsalter der Nummern 1, 3, 4, 6 circa 1 Jahr. Für No. 1—7 ist das Mischungsverhältnis 1 : 3, für No. 9 ist das Mischungsverhältnis 1 : 2.
3	1.90	1405	688	124	3260	7	5	
4	1.90	1405	688	123	3350	7	5	
6	1.90	1555	755	129	3800	7	0	
7	1.90	1474	718	128	3500	7	5	
9	1.90	1724	635	150	3940	7	5	

hatten eine Zugfestigkeit von 3900 bis 4470 kg/cm². Der Eisenaufwand betrug ca. 8 kg pro m², während die Streckmetallplatten 3, im Maximum 5 kg pro m² Eisen besitzen.

Professor Thulie gelangt bei den Berechnungen mit gerader Spannungslinie auf höhere Druckspannungen im Beton und geringere Zugspannungen im Eisen.

Ein Vergleich dieser dänischen Bruchversuche mit denen von Fowler und Baker ist insofern lehrreich, als die Stützweite nahezu gleich 1.90 gegen 1.97, während die Plattendicke 5 cm gegen 7.6 cm beträgt. In den dänischen Versuchen sind die nutzbaren Eiseneinlagen $\frac{1}{7}$ der Plattendicke, in den englischen Versuchen nur $\frac{1}{23}$ bis $\frac{1}{30}$.

Es werden 14 verschiedene Nummern des Streckmetalls in den Handel gebracht von 1.8 bis 6 $\frac{1}{2}$ kg pro m². Man findet bis zu 16 cm dicke Betonplatten mit einfachem Streckmetall in Anlagen, und können Platten bis zu 4.50 m Stützweite ohne Unterzüge angewendet werden. (Fig. 6 u. 7 zeigt Muster des Streckmetalls.)

Überall, wo die kombinierte Bauweise von Beton und Eisen in Frage kommt, kann das Streckmetall in Verbindung mit Eisenträgern, oder auch als Betoneisenträger, in mannigfaltigen Konstruktionen zur Anwendung gelangen. Es existieren in Frankreich, England und Amerika zahlreiche Ausführungen, welche die Verwendbarkeit des Materials beweisen.

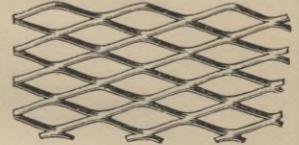


Fig. 6.



Fig. 7.

Anwendung des Streckmetalls.

Wir wollen an Hand einiger Beispiele die Anwendungen bei Decken- und Dachkonstruktionen erläutern.

Gerade Decken über Walzträger-Unterzüge können mit geringer Konstruktionshöhe für die üblichen Nutzlasten bis zu 4.5 m Spannweite verwendet werden. Die Unterzüge werden mit Vorteil in die Zwischenwände verlegt. Auf dem abgeglätteten oberen Beton kann Linoleum, Xylolith oder Eubolith etc. verlegt, die unteren Flächen geweißelt, die Anschlüsse der Decke an die Mauern mit Profilleisten von beliebiger Form ausgeführt werden. Solche Decken sind ökonomisch und eignen sich für Schulen, Hotels, Bureaux, Magazine etc. (Fig. 8, 8a und 8b.)

Wo die Unterzüge innerhalb der zu überdeckenden Räume fallen, werden dieselben zum Feuerschutz mit der dünnsten Sorte des biegsamen Streckmetalls umhüllt und mit Gips oder Kalk, der daran sehr gut haftet, angeworfen. (Fig. 9.)

In Wohnräumen wird man zur Erhöhung der Schallsicherheit und behufs Erlangung gerader Decken die untere Gipsdecke mit der Streckmetalleinlage mittelst dünner Flacheisen an die Unterzüge aufhängen.

Fig. 10 und 11 zeigt die Decke, Fig. 12 die Details der angewendeten Aufhängung mittelst Klammern.

Eine solche drei Monate alte Decke wurde am 10. März 1899 in England einer Feuerprobe unterzogen, in-

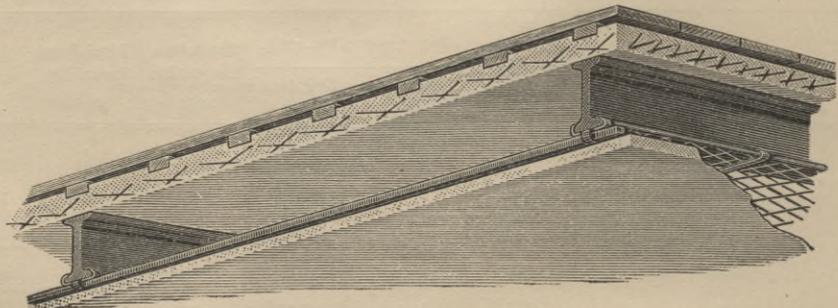


Fig. 8.

dem während 50 Minuten eine Erhitzung der Decke auf 320° C. und dann während einer Stunde bis auf 1100° C. bewirkt wurde. Die Decke war mit 700 kg/m² belastet und wurde durch kräftige Wasserstrahlen plötzlich abgekühlt, ohne dass das Feuerdurchbrach oder die Decke ernstlich beschädigte.

Die Luftzirkulation zwischen der Gipsdecke und den Fussboden-Betonplatten ersetzt vorteilhaft das übliche Füllmaterial. Ein weiterer Vorteil liegt darin, dass die Gipsdecke am Streckmetall keine Risse erhält, wie es bei den gewöhnlichen Gipsdecken, infolge Schwinden des Holzes, oft einzusetzen pflegt.

Für grössere Spannweiten hat sich

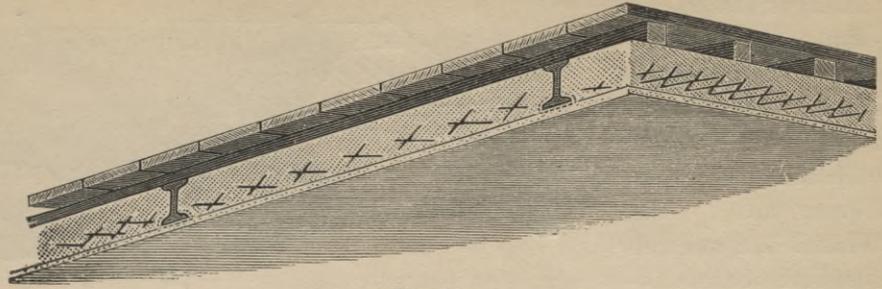


Fig. 8a.

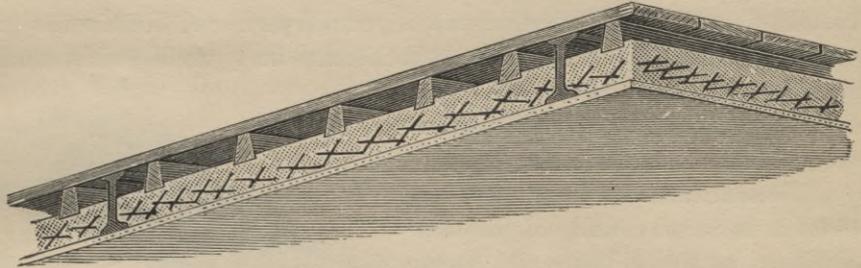


Fig. 8b.

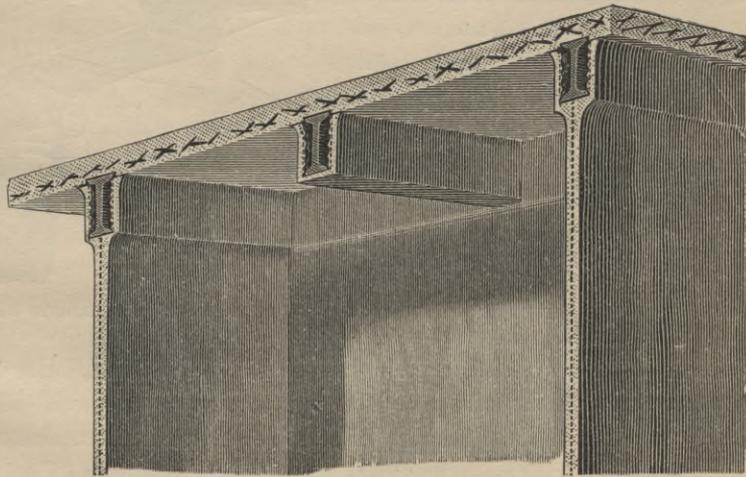
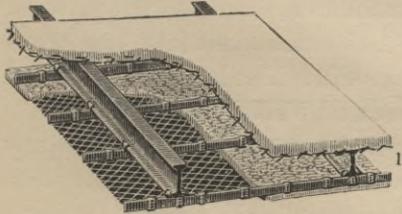


Fig. 9.

Aufgehängte Mörteldecke auf Streckmetall und Betonplatten in Streckmetall.



1 = Luftzirkulation.

Fig. 10.

Schnitt durch den Fussboden und die Decke.

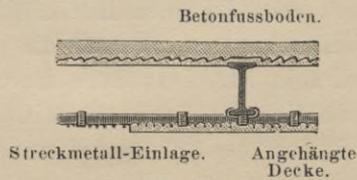
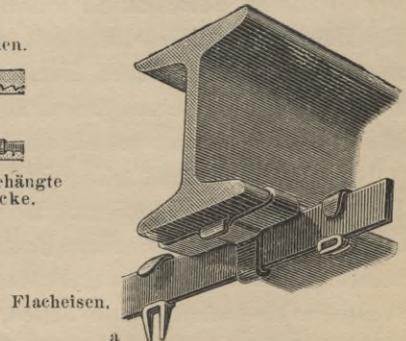


Fig. 11.

Details der angehängten Decke.



a = Klammer zur Befestigung des Streckmetalls an das Flacheisen.

Fig. 12.

Golding eine Deckenkonstruktion nach Fig. 13 patentieren lassen. Sie besteht aus eisernen, aufbetonierten gebogenen Rippen aus \square oder Winkeleisen, auf welcher Streckmetall-

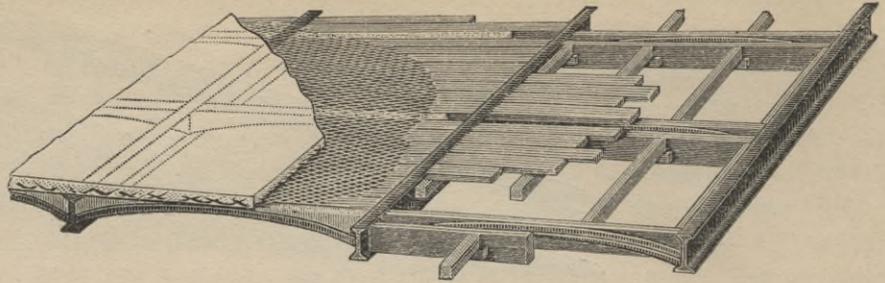


Fig. 13. Goldings Deckenkonstruktion.

wird. Es ist dieses ein System mit Rippenkörpern und Hurdis für grosse Spannweiten und grosse Nutzlasten. Die Horizontalschübe können dort, wo sie nicht statthaft sind, durch Zugstangen aufgehoben werden. Mit dieser Konstruktion lassen sich reiche kassetierte Decken ausbilden. (Fig. 14.)

Versieht man die Rippen mit der Gipsdecke in Streckmetall, wie sie oben beschrieben wurde, so lassen sich grosse Räume, Säle architektonisch ausbilden, ohne zu den gespannten Rundeisen, wie sie bei solchen Subkonstruktionen nötig werden, greifen zu müssen. Fig. 14 veranschaulicht eine solche Decke mit der Säulenumhüllung in Streckmetall-Mörtel behufs Feuerschutz.

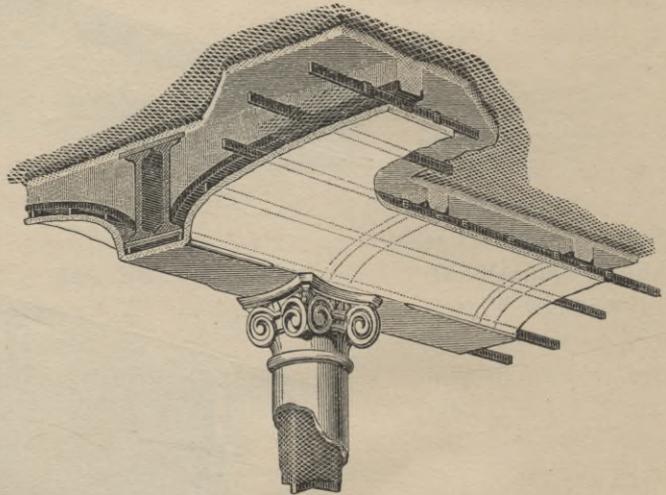


Fig. 14. Cassettierte Decke mit Streckmetallbeton.

Überall, wo eiserne Unterzüge angewendet werden, ist die Ausführung derartiger Deckenkonstruktionen sehr bequem. Die Schalung findet ihre Auflagerung vermittelt Querhölzer auf den Eisenträgern selbst. Der freie Raum wird nicht durch Spriessungen beansprucht und die Montage erfolgt rasch, weil die Handarbeit an den Eisenlagen gänzlich entfällt. Da die Eisenträger feuersicher umhüllt werden, ebenso Säulen, so steht der Anwendung derselben nichts im Wege, während Eisenträger in Bezug auf Tragfähigkeit, minimaler Konstruktionshöhe, Ökonomie und rasche Ausführung die bekannten Vorteile bieten. Fig. 13 veranschaulicht den Arbeitsvorgang bei der provisorischen Schalung.

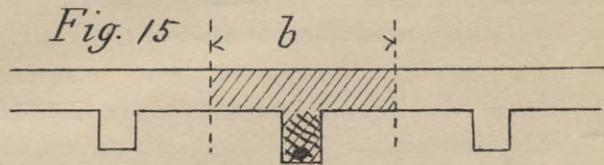
Solche Betonbauten mit Streckmetall-Einlagen bieten dem Architekten und Baumeister die Möglichkeit, dieselben mit ihren eigenen Hilfskräften auszuführen, weil die Handarbeit zur Bildung des eisernen Netzwerkes entfällt und die ganze Aufmerksamkeit auf eine gute Zubereitung des Betons beschränkt ist. Das Streckmetall ist eine Marktware, die für jeden käuflich ist, ohne zu Konzessionären seine Zuflucht nehmen zu müssen.

Die Zeitschrift „Le Ciment“ berichtet in ihrer Oktober-Nummer über den Bau eines Lagerhauses für Phosphate in Sfax von 100 m Länge, 20 m Breite und 14 m Höhe. Das Gerippe dieser bedeutenden Baute ist eine leichte Eisenkonstruktion in steifen Eisen-Profilen, während die Wände, welche infolge ihrer Höhe und der klimatischen Verhältnisse grosse Winddrücke aufzunehmen haben, in Beton mit Streckmetall ausgeführt wurden. „Le Ciment“ sagt hierüber:

„L'ossature des parois a été prévue en métal déployé (fourni par la Compagnie française de Métal déployé), principalement dans le but de réduire au minimum les frais de main-d'œuvre. Il est juste d'ajouter que le métal déployé a permis de réaliser également des économies sur la fourniture de l'ossature elle-même, car si le prix aux 100 kilos du métal déployé est beaucoup plus élevé que celui des treillis faits sur place avec des barres rondes, l'énorme réduction du kilotage par suite de la grande résistance du métal, et la suppression de la main-d'œuvre, compensent largement cette augmentation de prix.“

Wenn die Witterungsverhältnisse ein Betonieren im Freien nicht mehr zulassen, können mit dem Streckmetall Betonhurdis in geschlossenen Räumen gebildet werden, welche verlegt, später nur ein Ausgiessen der Fugen bedingen.

Mit dem Streckmetall lassen sich auch in Verbindung mit steifen Eisenprofilen eigentliche Betoneisenträger ausbilden, sofern durch Zeitmangel, oder sonstige Umstände solche Betoneisenträger wirkliche Vorteile bieten. Immerhin erfordern alle Betoneisenträger in Rippenform, sei es mit Anwendung von Streckmetall, oder mit Rundeisen nach den Systemen Hennebique, Cottancin, Coignet etc. sowohl in der Dimensionierung als in der Ausführung grosse Vorsicht. In der Zeitschrift „Le Ciment“ weist Considère nach, dass die Hennebique-Träger, nach der von Hennebique aufgestellten Formel berechnet, eine durchschnittliche Sicherheit von 2 bis $2\frac{1}{2}$ haben u. s. w für permanente Lasten, für variable Lasten sinkt sie weiter herunter. Considère giebt sich mit dieser Sicherheit zufrieden, mit der Begründung, dass Eisenkonstruktionen mit der Überschreitung der Elastizitätsgrenze, infolge Knicken, zusammenbrechen würden, somit die Sicherheit eigentlich auch nicht grösser als 2 bis $2\frac{1}{2}$ sei. Dieses kann nur dort zutreffen, wo die Knickgefahr nicht in Rechnung gezogen wird. In der Schweiz und in Deutschland werden jedoch alle Druckglieder sorgfältig dimensioniert, und die Inanspruchnahme derselben unter den zulässigen Lasten ist weit geringer, als Considère annimmt, so dass richtig dimensionierte Eisenkonstruktionen eine vierfache Sicherheit bieten. Es wäre verhänglich bei Betonbauten sich mit geringeren Sicherheiten zu begnügen. Aber auch bei Anwendung richtiger, auf die Festigkeitsgesetze gegründeter Formeln liegt der schwache Punkt des Betonrippen körpers darin, dass eine grosse Breite der eigentlichen Betonplatte zum Träger gerechnet wird, während es von der Ausführung abhängt, ob die obere Betonplatte, statt mitzutragen, belastend auf die Rippe wirkt. Es ist klar, dass hiedurch sich ganz andere Spannungen ergeben können, als berechnet worden, wenn die Plattenbreite b reduziert in die Rechnung gezogen wird.



Wenn die Rippen weit distanziert sind, 1.5 bis 2.5 m, so ist es unwahrscheinlich, dass die äussersten Teile der Betonplatte ebenso beansprucht werden wie die in der Nähe der Rippe gelegenen. Hiedurch entstehen aber Verschiebungen in der Lage der neutralen Axe, wodurch die Druckspannungen im Beton wesentlich steigen können.

Aus diesem Grunde namentlich, und wegen der Umständlichkeit der Ausführung, beschränkt man sich bei dem Streckmetall auf die Bildung der Decke selbst mit Hilfe eiserner Unterzüge, und wendet Betonrippenkörper nur da an, wo sie nicht zu umgehen sind.

Weitere Anwendungen findet das Streckmetall für die Bildung einfacher und doppelter, tragender und nicht tragender Riegelwände (Fig. 16 u. 17), ferner zur feuersicheren Verkleidung von Eisenkonstruktion (Fig. 18 u. 19). (Siehe S. 12.)

Im Palais de Mines et de la Métallurgie auf der künftigen Pariser Ausstellung hat Architekt M. Varcollier für die Verkleidung der Eisenkonstruktionen und für die Decken und

Dächer das Streckmetall in grossem Masstabe verwendet, ca. 600,000 m². „La Revue technique“ berichtet hierüber:

„Les murs et cloisons sont constitués par des montants et traverses en bois, formant des séries de compartiments de 1^m,20 de hauteur et 0^m,60 de largeur, venant s'encadrer et

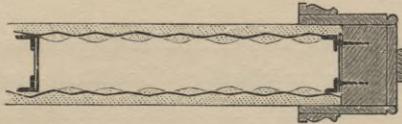
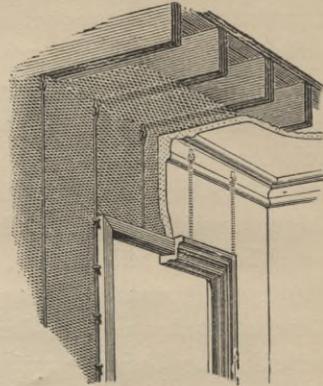


Fig. 16. Riegelwände mtt Streckmetall-Verputz.



Thürstock.
Fig. 17.

se fixer sur les montants et traverses en charpente métallique de la construction. Les feuilles de lattes une fois fixées sur ces bois, et des deux côtés, l'enduit en plâtre étendu sur ces surfaces rigides réalise une sorte de mur creux absolument plan et absolument lisse sur ses deux faces. Il faut visiter ce chantier deux jours de suite pour se rendre compte de la rapidité

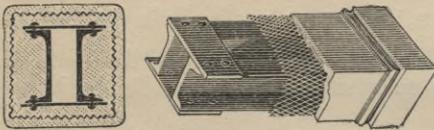


Fig. 18. Feuersichere Umhüllung von Säulen.

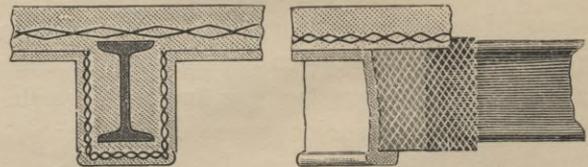


Fig. 19. Feuersichere Umhüllung von Unterzügen.

stupéfiante avec laquelle ces murs creux sont exécutés; on pense involontairement au palais d'Aladin construit par les Génies dont parlent les Mille et une Nuits.

„Qui sait si, en dépit du caractère provisoire de ces palais, ce n'est pas le mode de construction que l'avenir nous réserve pour nos usines et peut-être pour nos maisons d'habitation?“

Ein grosses Gebiet eröffnet sich dem Streckmetall für **Dachkonstruktionen**. Flache Dächer mit Holzcement-Abdeckung sind im Fabriksbau sehr beliebt, bei geringer Luftzufuhr kann Holzwerk jedoch rasch zu Grunde gehen. Die Holzsparren und Holzverschalung werden bei nahezu gleichen Kosten durch dünne Betonplatten mit Streckmetalleinlagen ersetzt, womit sich feuersichere Dachkonstruktionen ergeben. Hier werden die unteren Betonflächen direkt geweiselt, und helle Räume mit einfachen, billigen Mitteln erzeugt.

Auch stärker geneigte Dachflächen, Bogendächer können mit Goudron-Abdeckungen mit Streckmetall ausgeführt werden. Es sind dann, je nach der Spannweite, Unterkonstruktionen in Eisen zu bilden. Der Preis pro m² ist geringer als für Wellblecheindeckung.

Für **Strassenbrücken**, Gehstege kann Streckmetallbeton als Ersatz für Zores-Eisenbelag mit Reduktion der Kosten angewendet werden.

Zum Schlusse verweisen wir auf die auf Seite 15 befindliche Tabelle, in welcher die Resultate der Berechnungen mit Betonplatten von 6 bis 16 cm Dicke und den gebräuchlichsten Nummern des Streckmetalls von 2.10 bis zu 6.25 kg pro m² wiedergegeben sind.

Einmal ausgerechnet, genügt es, ähnlich wie bei Walzträgern, die Nutzlast und Spannweite in der Tabelle aufzusuchen, um die Betonplatte mit der Streckmetalleinlage zu finden.

Nachdem in der Kolonne 9 auch die zulässigen Biegemomente für eine gleichmässig verteilte Last angeführt sind, so kann man mit dieser auch Rechnungen für beliebige konzentrierte Lasten vornehmen, ohne die inneren Spannungen nachrechnen zu müssen.

Wir wollen diese Tabelle an zwei Beispielen näher erklären:

1. *Beispiel.* Es ist eine Decke mit 2.50 m Trägerdistanz und 300 kg pro m² Nutzlast zu projektieren. Wir finden in Kolonne 14 Stützweite 2,54 m 10 cm dicke Betonplatte mit einem Streckmetall No. 8 von 4.35 kg pro m². Will man die Kontinuität ausnützen, so ergibt sich für die Belastung ein Moment $M = \frac{1}{10} (300 + 176) \times 2.5^2 = 277 \text{ kg/cm}$, d. h. man kann eine 8 cm dicke Platte mit Streckmetall von 4.35 kg pro cm² anwenden, für welche Platte wir in der Kolonne 9 der zulässigen Biegemomente 270 kg/cm finden. Hierbei arbeitet der Beton mit 24 kg/cm², die Eiseneinlage mit 1000 kg/cm².

2. *Beispiel.* Für das in der Einleitung behandelte Beispiel einer Decke von 1.5 m Spannweite und 2000 kg Belastung finden wir eine Platte von 12 cm mit Streckmetall No. 11 von 5.0 kg pro m². Das Biegemoment ist $M = \frac{1}{10} (2000 + 264) \times 1.5^2 = 509 \text{ kg/cm}$, während

diese Platte ein zulässiges Biegemoment von 579 kg/cm hat. Die Druckspannung ist

$$\sigma_d = \frac{509}{157} \times 6.22 = 20 \text{ kg/cm}^2, \text{ die Zugspannung im Eisen } \sigma_e = \frac{509}{8.93 \times 0.054} = 1055 \text{ kg/cm}^2.$$

In der Einleitung fanden wir für eine 10 cm dicke Platte mit Rundeiseneinlagen $\sigma_d = 29 \text{ kg/cm}^2$.

$\sigma_e = 1054 \text{ kg/cm}^2$. Durch Erhöhung der Betondicke um 2 cm und Verminderung des Eisengewichtes um ca. 2.0 kg pro m² haben wir bei gleicher Zugspannung im Eisen die Inanspruchnahme des Betons heruntergedrückt, so dass Haarrisse nicht zu befürchten sind.

Man ersieht in welcher bequemer Weise man durch diese Tabelle zu einer schnellen Dimensionierung von Betoneisenplatten gelangt.

Es sei noch an Hand der Tabelle ein Fall mit konzentrierter Belastung behandelt. Es sei ein Raddruck von 1.5 ton, der auf 2 Zoresisen von 1.20 Stützweite ruht, dann ist das

$$\text{Moment} = \frac{1500 \times 120}{4 \times 2} = 22500 \text{ kg/cm}. \text{ Für welches Moment ein Zores Prof. } 7\frac{1}{2} \text{ mit}$$

$W = 28.3 \text{ cm}^3$ und 10.3 kg pro lauf. Meter ausreicht. Auf 1 m² entfallen 5 Zores, das Eisengewicht pro m² inklusive Befestigungsmittel beträgt sonach 52 kg.

Will man hierfür verstärkte Betonplatten anwenden und nimmt man an, der Raddruck verteile sich auf 40 cm Breite gleich wie bei den Zores, so hat man ohne Berücksichtigung

$$\text{der Kontinuität } M = \frac{22500}{40} = 562 \text{ kg/cm}. \text{ Nehmen wir hierfür eine Betonplatte mit 12 cm}$$

Dicke und Streckmetall No. 11 zu 5.0 kg pro m² einem Moment = 579 kg/cm, so reichen wir hiemit aus.

Vergleicht man die Kosten beider Eindeckungen zu den üblichen Preisen, so gelangt man, bei Anwendung von Betonplatten, auf eine Ersparnis von Fr. 4 pro m². Diese Ersparnis wird natürlich von den örtlichen Verhältnissen wesentlich beeinflusst.

Es sei noch die Kostenfrage von Betonplatten mit Streckmetalleinlagen berührt. Nennt man k die Kosten des Cubmeter Betons, welche von der Dicke der Platten, der Menge, welche aufzubringen ist, der provisorischen Verschalung etc. abhängen, ferner g das Gewicht des Streckmetalles pro m^2 , so lassen sich die Kosten einfacher Deckenkonstruktionen über Unterzüge, jedoch mit Ausschluss derselben, bis zu 10 cm Dicke in die Form bringen:

$$S = kd + g 100$$

in Centimes, wobei d die Betondicke bedeutet; für Decken von 10 bis 16 cm Dicke

$$S = kd + g 80.$$

In dem oberen 1. Beispiel für eine Decke von 2.50 Stützweite, 300 kg/ m^2 Nutzlast, 10 cm Dicke und Streckmetall No. 8 von 4.35 kg stellen sich die Kosten, sofern man den Cubmeter Beton mit Verschalung zu Fr. 40 erstellen kann, auf

$$S, = 40 \times 10 + 4.35 \times 80 = \text{Fr. 7.48 pro } m^2.$$

Im 2. Beispiel 1.5 m Stützweite, 2000 kg pro m^2 Nutzlast, Plattendicke 12 cm, Streckmetall No. 11 mit 5.0 kg pro m^2 ergeben sich, den Cubmeter Beton mit Fr. 38 gerechnet:

$$S, = 38 \times 12 + 50 \times 80 = \text{Fr. 7.80.}$$

Man ist somit bei der Projektierung solcher Bauten mit kombiniertem Material in der Lage, approximativ die Kosten pro m^2 ebenso leicht zu berechnen, wie bei Doppel I Trägern, Holzgebälk etc.

Basel, im Januar 1900.

Josef Rosshändler,

Ingenieur,

Socius der Firma **Albert Buss & Cie.** in Basel.



Streckmetall.

Métal déployé.

Expanded Metal.

Nummer	Maschenweite in m/m.	Dimensionen in m/m.	Gewicht per m ² in kg.	Verkaufspreise per m ²	
				Schweiz	Frankreich
14	150	4 ¹ / ₂ × 3	1.45	1.80	2.00
12	150	6 × 3	2.00	2.10	2.25
13	120	6 × 4 ¹ / ₂	3.15	3.00	3.00
15	75	3 × 3	2.10	2.30	2.35
9	75	4 ¹ / ₂ × 3	3.15	3.00	3.00
8	75	6 × 3	4.35	3.65	3.65
11	75	4 ¹ / ₂ × 4 ¹ / ₂	5.00	3.90	3.90
10	75	6 × 4 ¹ / ₂	6.25	5.00	5.00
6	40	3 × 1 ¹ / ₂	2.00	2.35	2.45
21	40	4 ¹ / ₂ × 3	6.40	4.75	4.75
24	40	3 × 3	4.10	3.45	3.45
3	20	2 ¹ / ₂ × 1	1.75	2.25	2.25
4	20	2 ¹ / ₂ × 1 ¹ / ₂	3.00	2.65	2.65
2	10	2 ¹ / ₂ × 1	4.00	3.50	3.45
in Tafeln von 2.40 m. × 2.40 m.					
1 (Latten)	10	2 ¹ / ₂ × 6 ¹ / ₁₀	1.60	1.90	1.80
in Tafeln von 2.40 m. × 0.68 m.					

Basel, im August 1899.

Ohne Verbindlichkeit.

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

II

8176

L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299666