

Ueber Dach-Constructionen.

Von

Heinrich Schmidt,

General-Inspector der k. k. priv. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 18, 19 und 20.)

Nachdem die vor etwa einem Menschenalter ausgeführten ersten Eisenbahnanlagen in sehr vielen Fällen sich für die jetzt bestehenden Verkehrszwecke ungenügend erweisen, wird es häufig nothwendig, die Gebäude, namentlich aber die gedeckten Hallen, zu vergrössern, oder aber durch Neubauten zu ersetzen, welche den jetzigen Verhältnissen entsprechen.

Auch für verschiedene andere Zwecke werden Hallen benöthigt, welche eine möglichst grosse eingedeckte Fläche bieten sollen, ohne die letztere durch Pfeiler oder Säulen zu verstellen. Um nun einen möglichst grossen, freien und nutzbaren Raum zu erhalten, verlässt man die schweren und meist nur für geringe Spannweiten geeigneten Dach-Constructionen aus Holz und wendet sich den eisernen Dächern zu, welche nicht nur grössere Spannweiten ermöglichen, sondern auch eleganter und leichter zu construiren, sowie feuersicherer als die Holzdächer sind, und ausserdem sehr billig angefertigt werden.

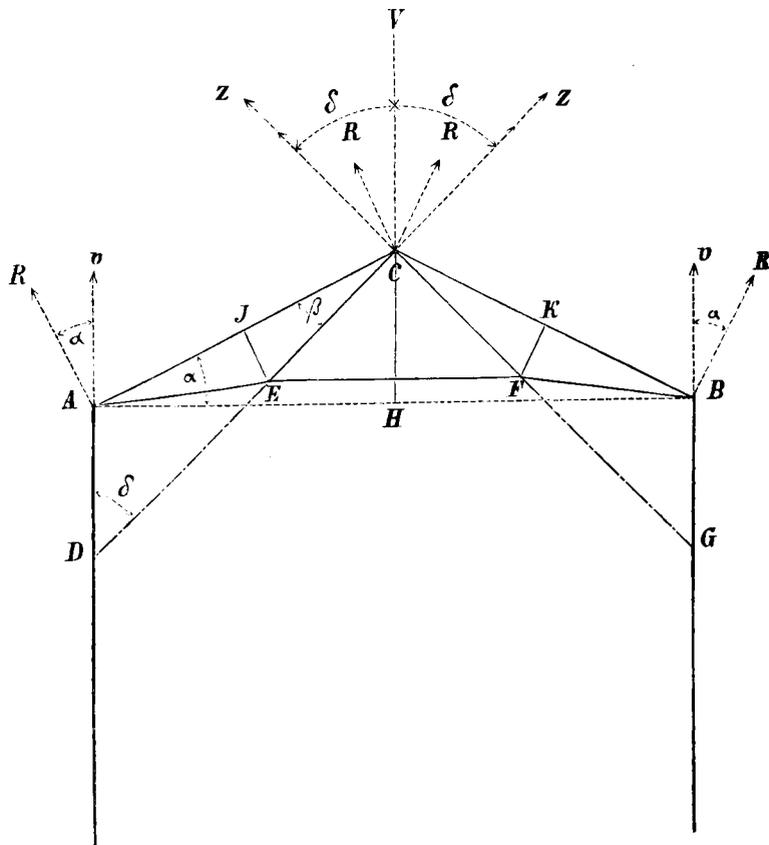
Da solche eiserne Dachstühle im Verhältnisse zu der eingedeckten Fläche, wie bereits erwähnt, sehr geringes Gewicht besitzen, so müssen bei offenen Hallen, bei welchen der Wind sich unter den Dächern verfassen kann, und dieselben zu heben versucht, die Dachbinder entweder auf ihren Stützen befestigt, oder es müssen irgend welche Vorkehrungen getroffen werden, dass eine Hebung und Verschiebung solcher Dächer nicht stattfinden kann. Bei grösseren Spannweiten aber, für welche nur Eisen-Constructionen zur Anwendung kommen, muss den letzteren ein Spielraum für die Längenänderungen in Folge der Temperatur-Veränderungen gegeben werden, das Niederhalten auf die Auflager ist daher nicht immer einfach zu bewerkstelligen, auch wird dadurch in der Regel die Reibung vergrössert und mit der letzteren die auf die Stützen wirkende hin- und herzerrende Horizontalkraft.

Bei den für grosse Spannweiten sich besonders eignenden sogenannten belgischen Dach-Constructionen lässt sich nun sehr einfach ein Niederhalten des Daches dadurch bewerkstelligen, dass man (siehe Figur 1) die Zugstangen CE und CF der Binder-Construction in derselben Richtung bis D und G verlängert und sie an diesen Punkten, an welchen sie die Stützen treffen, entsprechend befestigt. Sind die Dachstützen von Eisen, so ist die Befestigungsart dieser verlängerten Zugstangen eine äusserst einfache, aber auch am Mauerwerk lassen sich ohne Schwierigkeit Platten, Haken oder Bolzen anbringen, welche eine geeignete Befestigung der Stangen ermöglichen. Bei den Auflagerstellen A und B können sodann die Vorkehrungen gegen das Heben des Daches durch Windstösse entfallen, damit die Füsse der Dachbinder bei Temperatur-Veränderungen möglichst frei hin- und hergleiten, es ist denselben nur eine Grenze zu setzen, welche das Abgleiten über die Kanten der Stützen verhindert.

Die Zugstangen ED und FG dienen aber nicht allein dazu, um das Dach niederzuhalten, im Falle heftige Windstösse von unten auftreten, sondern sie stellen auch Dreiecke DAC und GBC her, welche den von aussen wirkenden Windstößen

gegen die Verschiebung des Dachwerkes kräftiger zu widerstehen vermögen, als das einfache Dachgerippe ohne diese Ergänzungsstangen; auch gewinnt die Stabilität der Stützen dadurch, dass

Figur 1.



die Angriffspunkte der Horizontalkräfte des Windschubes von A oder B durch diese Stangen auf die Punkte D oder G übertragen werden, also die Hebelsarme dieser Kräfte in Bezug auf die Fusspunkte der Stützen um die Entfernungen AD oder BG verkürzt werden.

Da die offenen Hallen, bei welchen diese Ergänzungsstangen angezeigt erscheinen, meist sehr hoch sind, so werden diese letzteren auch die Ausnützung der Hallenräume nicht stören, umsoweniger, wenn darauf Rücksicht genommen wird, dass die Haftpunkte D und G nicht gar zu tief gelegt werden.

Die zweckentsprechendste Anordnung der Dach-Construction ergibt sich, wenn die Haftpunkte D und G so tief unter den Stützlagern A und B angebracht werden, dass $AD = BG = CH =$ der Dachhöhe wird; oder allgemein, wenn $AB = S$ gleich der Spannweite des zu überdachenden Raumes und die Dachhöhe

$$CH = \frac{S}{n}$$

gesetzt wird, so soll auch:

$$AD = BG = CH = \frac{S}{n} \text{ sein.}$$

Zieht man nach der Bestimmung der Punkte D und G die Geraden DC und GC , halbirt die Sparrenlängen $AC = BC = l$, errichtet in den Punkten J und H die darauf Normalen JE und HF , so ergeben die Schnittpunkte E und F die Knotenpunkte, in welchen die Zugstangen und Druckstreben der Dach-Construction zusammenlaufen.

Bezeichnet man die Winkel

$$CAH = CBH = \alpha$$

$$ACD = CDH = HGC = GCB = \beta$$

$$ADC = BGC = DCH = GCH = \delta,$$

und drückt die trigonometrischen Functionen dieser Winkel, sowie die Längen der einzelnen Dachlinien

$$AC = CB = l; AE = EC = BF = CF,$$

$$DC = GC \text{ und } JE = KF$$

ganz allgemein durch die gegebenen Grössen S und n aus, so findet man:

$$AC = CB = l = \frac{S \sqrt{n^2 + 4}}{2n}$$

$$DC = CG = \frac{S \sqrt{n^2 + 16}}{2n}$$

$$CE = CF = AE = BF = \frac{S \cdot (n^2 + 4) \sqrt{n^2 + 16}}{4n(n^2 + 8)}$$

$$JE = KF = \frac{S \sqrt{n^2 + 4}}{2(n^2 + 8)}$$

$$\sin \alpha = \frac{2}{\sqrt{n^2 + 4}}; \cos \alpha = \frac{n}{\sqrt{n^2 + 4}}$$

$$\sin \beta = \frac{2n}{\sqrt{(n^2 + 4)(n^2 + 16)}}; \cos \beta = \frac{(n^2 + 8)}{\sqrt{(n^2 + 4)(n^2 + 16)}}$$

$$\sin \delta = \frac{n}{\sqrt{n^2 + 16}}; \cos \delta = \frac{4}{\sqrt{n^2 + 16}}$$

Zur Bestimmung der Dimensionen der Ergänzungsstangen DE und FG diene nun folgende Betrachtung:

Wenn ein heftiger Windstoss unter dem Dachraume ACB einströmt, so wird die Luft als elastische Flüssigkeit auf jede Flächeneinheit der unteren Dachfläche ACB einen ganz gleichmässigen Druck q normal auf die Sparrenlage AC und CB ausüben. Dieser Druck q ist die Differenz des von unten wirkenden Windstosses und des von oben wirkenden Dachgewichtes, bezogen auf die Flächeneinheit.

Stehen nun die Dachbinder ACB in einer Entfernung b von einander, so ist die einem Sparren AC entsprechende Dachfläche $f = bl$ und der von unten wirkende Hub $P = blq$. Diese Kraft wirkt normal auf den Sparren und kann in den Punkten A und C wirkend gedacht werden, so dass in jedem Punkte die Kraft $\frac{P}{2} = R$ wirkt.

Ebenso wirkt dieselbe Kraft $P = blq$ normal auf den Sparren BC , und zwar je die Hälfte R in den Punkten B und C . Die Kräfte R bilden mit der Verticalen den Winkel α , zerlegt man dieselben nun je in eine Verticale und eine Horizontale, so wird die erstere $v = R \cos \alpha$ und die letztere $h = R \sin \alpha$.

Die beiden Horizontalkräfte in C heben sich gegenseitig auf, die Horizontalkräfte in A und B werden durch die Zugstangen $A E F B$ aufgenommen und heben sich ebenfalls auf, bleiben somit nur die Verticalkräfte v übrig, welche man sich alle vier im Firste C vereinigt denken kann, woselbst sie das Dachsystem zu heben trachten.

Diese Kraft ist daher:

$$V = 4 \cdot R \cos \alpha = 2 P \cos \alpha = 2 b l q \cos \alpha,$$

und muss von den beiden Zugstangen CED und CFG aufgenommen werden.

Diese Stangen sind gegen die Verticale unter dem Winkel δ geneigt; zerlegt man nun die Kraft V in die zwei symmetrisch liegenden Seitenkräfte Z nach den Richtungen dieser Zugstangen, so wird

$$Z = \frac{V}{2 \cos \delta} = \frac{b l q \cos \alpha}{\cos \delta},$$

oder wenn man für l , $\cos \alpha$ und $\cos \delta$ die oben gefundenen Werthe substituirt:

$$Z = \frac{b \cdot q \cdot S \cdot \sqrt{n^2 + 16}}{8} = 0 \cdot 125 \cdot b \cdot q \cdot S \sqrt{n^2 + 16} \dots (I).$$

Diese Kraft Z ist also abhängig von der Entfernung b der Dachbinder, der Neigung des Daches oder dem Verhältnisse $S : n$, und namentlich von der Spannweite S , sowie endlich von q der Differenz des Winddruckes und der Dachlast auf die Flächeneinheit bezogen.

Die Dachneigung wechselt je nach der Art der Bedeckung mit Schiefer, Glas oder Blech von $n = 4$ bis $n = 6$. Steilere Dächer als $n = 4$ kommen seltener vor, gewöhnlich nur für Ziegeleindeckungen oder bei Kirchendächern, die jedoch derart gebaut sind, dass der Wind von innen nicht angreifen kann, und bei welchen eine sogenannte belgische Dach-Construction von Eisen auch nur ausnahmsweise zur Anwendung kommt.

Werden nun für die am meisten vorkommenden Verhältnisse der Dachneigungen, die Werthe $n = 4$, $n = 5$ und $n = 6$ in die Formeln I eingesetzt, so findet man:

$$Z_{(n=4)} = 0 \cdot 7071 \cdot b \cdot q \cdot S \text{ rund } \frac{1}{14} \cdot b \cdot q \cdot S \dots I_{(n=4)}$$

$$Z_{(n=5)} = 0 \cdot 8040 \cdot b \cdot q \cdot S \text{ rund } \frac{2}{25} \cdot b \cdot q \cdot S \dots I_{(n=5)}$$

$$Z_{(n=6)} = 0 \cdot 9014 \cdot b \cdot q \cdot S \text{ rund } \frac{1}{11} \cdot b \cdot q \cdot S \dots I_{(n=6)}$$

Die Werthe b und S wechseln je nach dem Zwecke des Baues bedeutender als n , weshalb wir diese beiden Grössen als veränderliche in der Formel belassen, dagegen kann q für alle vorkommenden Fälle als Maximum und Minimum bestimmt werden.

Bei dem stärksten Orcale ist nach Claudel der Stoss auf $1 \square^m = 277 \cdot 87^{kg}$. Diese Maximalkraft wird übrigens höchst selten und nur an besonders exponirten Stellen an Meeresufer vorkommen.

Wir werden für unsere Bauten im Binnenlande sicher genug rechnen, wenn wir die Maximal-Geschwindigkeit des Windes mit 40^m in der Secunde und den ausübenden Stoss mit 186^{kg} auf den \square^m in Rechnung ziehen. Für Orte, die weniger den Stürmen ausgesetzt sind, kann die Maximal-Geschwindigkeit des Windes mit 30^m in der Secunde und der Druck auf den \square^m mit 100^{kg} angenommen werden. Nimmt man ferner an, dass das Durchschnittsgewicht eines mit Schiefer oder Glas gedeckten Daches $= 76^{kg}$ per \square^m , eines solchen mit Zink- oder Eisenblech gedeckten aber nur 41^{kg} beträgt (von Pappedächern, welche nur etwa 30^{kg} wiegen, wird hier ganz abgesehen), so ergeben sich für q folgende Werthe:

a) für Glas- und Schieferdächer:

$$q_{(s)} = 186 - 76 = 110^{kg}; \quad q_{(s)} = 100 - 76 = 24^{kg};$$

b) für Blechdächer:

$$q_{(b)} = 186 - 41 = 145^{kg}; \quad q_{(b)} = 100 - 41 = 59^{kg}.$$

Substituiert man diese Werthe für q in die Gleichungen (I) und rundet die sich ergebenden Zahlen-Coëfficienten auf Ganze ab, so erhält man nachstehende, für die Praxis hinlänglich genaue Formeln:

a) für Glas- und Schieferdächer:

	Maximum		Minimum	
$Z_{(n=4)}$	$= 78 \cdot b \cdot S$	und	$= 17 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots \dots II_{(n=4)}$
$Z_{(n=5)}$	$= 88 \cdot b \cdot S$	und	$= 19 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots \dots II_{(n=5)}$
$Z_{(n=6)}$	$= 99 \cdot b \cdot S$	und	$= 22 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots \dots II_{(n=6)}$

b) für Blechdächer:

	Maximum		Minimum	
$Z_{(n=4)}$	$= 102 \cdot b \cdot S$	und	$= 42 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots \dots III_{(n=4)}$
$Z_{(n=5)}$	$= 116 \cdot b \cdot S$	und	$= 47 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots \dots III_{(n=5)}$
$Z_{(n=6)}$	$= 131 \cdot b \cdot S$	und	$= 53 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots \dots III_{(n=6)}$

Wenn die Grössen b und S in Meter ausgedrückt sind, so erhält man die Werthe für Z in Kilogrammen.

Die für die ungünstigsten Fälle berechneten Zugkräfte fallen bei grossen Spannweiten S und bei weiter Binderstellung b ziemlich bedeutend aus, so dass die Dimensionen der Zugstangen ED und FG ebenfalls stark werden, im Falle man nur mässige Material-Inanspruchnahme zulässt. Da diese Zugstangen aber nur ausnahmsweise in Anspruch genommen werden, und die oben berechnete Maximal-Spannung nur äusserst selten, in manchen Jahren vielleicht gar nicht auftritt, so darf das Material (hier Eisen) in solchen Ausnahmefällen auch bis nahe an die Elasticitätsgrenze in Anspruch genommen werden, und da man zu solchen Zugstangen überhaupt nur bestes Material verwendet, so unterliegt es durchaus keinem Anstande, den \square^{mm} bis zu 12^{kg} Ananspruchnahme in Rechnung zu ziehen. Bei einer solchen Anstrengung werden dann diese Zugstangen, selbst bei grossen Spannweiten, keine übermässigen Dimensionen erhalten.

Ist ein Gebäude so geschlossen, dass Windstösse nicht unter das Dach kommen können, sondern nur auf die äussere Dachfläche wirken, und wird angenommen, dass die Windrichtung unter einem Winkel von 10° gegen den Horizont einfällt, so ist die ganze auf einen Dachsparren AC horizontal wirkende Windkraft (siehe Figur 2):

$$W_{(h)} = b \cdot w \cdot \frac{S}{n} \sin 80^\circ.$$

Wenn w den Druck des Windes auf den \square^m der Vertical-Projection der Dachfläche bedeutet, oder da $\sin 80^\circ = 0.9848$ ist:

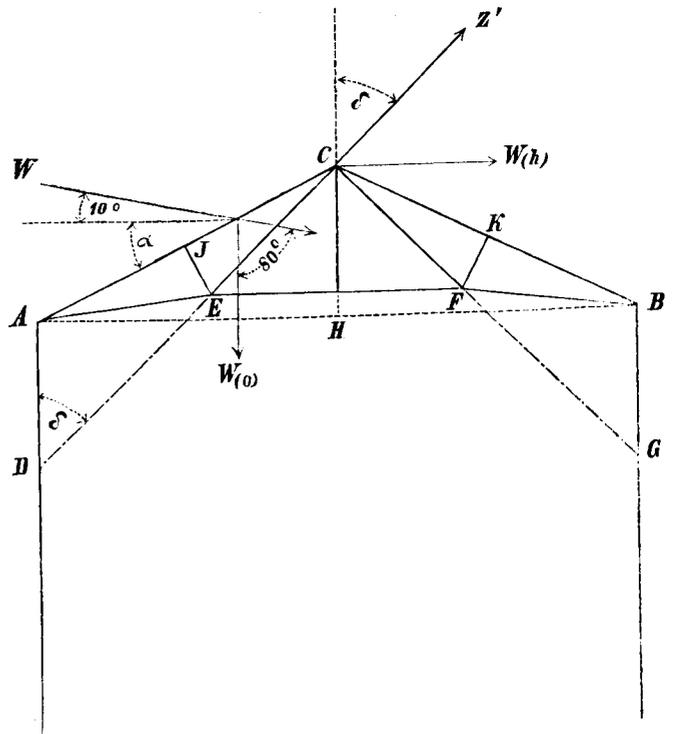
$$W_{(h)} = 0.9848 \cdot b \cdot w \cdot \frac{S}{n} \dots \dots \dots IV,$$

und die vertical wirkende Kraft

$$W_{(v)} = b \cdot w \cdot \frac{S}{n} \cdot \sin 10^\circ = 0.17365 \cdot b \cdot w \cdot \frac{S}{n} \dots \dots V.$$

Ist der Dachsparren bei A befestigt und hat die Stütze DA Standfestigkeit genug, um dem ganzen Horizontalschub widerstehen zu können, so ist allerdings keine Gefahr vorhanden, dass das Dach verschoben wird, wenn aber der Temperatur-Veränderungen wegen

Figur 2.



der Sparren bei A oder B nicht befestigt werden soll, so kann man die Horizontalkraft $W_{(h)}$ am Firste C wirkend denken, und dieselbe nach den Richtungen CZ' und CH zerlegen. Die Stange ED wird dann, wenn man von der Reibung auf den Stützflächen bei A und B absieht, so stark sein müssen, dass sie den Zug:

$$Z' = \frac{W_{(h)}}{\sin \delta} = \frac{0.9848 \cdot b \cdot w \cdot S \cdot \sqrt{n^2 + 16}}{n^2} \dots \dots VI$$

auszuhalten im Stande ist.

Substituiert man wieder, wie früher, für n der Reihe nach die Werthe 4, 5 und 6 in die Formel VI, so ergeben sich die Zugkräfte:

$$Z'_{(n=4)} = 0.3482 \cdot b \cdot w \cdot S \text{ rund } \frac{1}{3} \cdot b \cdot w \cdot S \dots \dots VI_{(n=4)}$$

$$Z'_{(n=5)} = 0.25223 \cdot b \cdot w \cdot S \text{ rund } \frac{1}{4} \cdot b \cdot w \cdot S \dots \dots VI_{(n=5)}$$

$$Z'_{(n=6)} = 0.19726 \cdot b \cdot w \cdot S \text{ rund } \frac{1}{5} \cdot b \cdot w \cdot S \dots \dots VI_{(n=6)}$$

Die Grösse w ist bei geringerem Sturme $= 100^{kg}$, und bei bedeutendem Sturme $= 186^{kg}$ zu setzen, daher berechnen sich die Werthe Z' im

	Minimum		Maximum	
$Z'_{(n=4)}$	$= 35 \cdot b \cdot S$	und	$= 65 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots VII_{(n=4)}$
$Z'_{(n=5)}$	$= 25 \cdot b \cdot S$	und	$= 47 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots VII_{(n=5)}$
$Z'_{(n=6)}$	$= 20 \cdot b \cdot S$	und	$= 37 \cdot b \cdot S$	$\dots \dots VII_{(n=6)}$

Nimmt man jedoch Rücksicht auf die Reibung bei den Auflagerflächen A und B , welche durch das Gewicht der Drath-Construction und die verticale Seitenkraft des Winddruckes hervor-

gebracht wird, so ist diese Reibung von der Horizontalkraft $W_{(h)}$, Gleichung IV, in Abzug zu bringen. Bedeuten:

p das Eigengewicht des Daches pro \square^m ,
 μ den Reibungs-Coëfficienten,

so ist die vom Dachgewichte stammende Reibung

$$r_{(g)} = \mu \cdot b \cdot l \cdot p,$$

und die vom Winde stammende Reibung:

$$r_{(w)} = \mu \cdot W_{(v)} = 0.17365 \cdot u \cdot b \cdot W \cdot \frac{S}{n},$$

daher die Gesamttreibung

$$\rho = \frac{\mu \cdot b \cdot S}{2n} \left\{ p \cdot \sqrt{n^2 + 4} + 0.3473 \cdot w \right\} \quad \text{. . VIII.}$$

Da in der Regel die Reibung von Eisen auf Eisen, und zwar trocken, stattfindet, so kann immer $\mu = 0.3$ gesetzt werden; meist wird dieselbe sogar grösser sein, da die Flächen verstaubt sind und zuweilen Rostansatz haben, doch soll der Sicherheit wegen nur $\mu = 0.3$ in Rechnung gesetzt werden. Nimmt man ferner als Mittelwerthe

$p = 76^{kg}$ für Schiefer- und Glasdächer und

$p = 41^{kg}$ für Blechdächer, endlich wieder

$w = 186^{kg}$ als Maximum und

$w = 100^{kg}$ als Minimum, und setzt diese Werthe abwechselnd

in die Formel VIII, so erhält man für

$$p = 76^{kg} \text{ und } w = 186^{kg}.$$

$$\rho_{(n=4)} = 15.19 \cdot b \cdot S; \rho_{(n=5)} = 14.21 \cdot b \cdot S; \rho_{(n=6)} = 13.63 \cdot b \cdot S.$$

für $p = 76^{kg}$ und $w = 100^{kg}$.

$$\rho_{(n=4)} = 14.05 \cdot b \cdot S; \rho_{(n=5)} = 13.32 \cdot b \cdot S; \rho_{(n=6)} = 12.88 \cdot b \cdot S.$$

für $p = 41^{kg}$ und $w = 186^{kg}$.

$$\rho_{(n=4)} = 9.30 \cdot b \cdot S; \rho_{(n=5)} = 8.55 \cdot b \cdot S; \rho_{(n=6)} = 8.10 \cdot b \cdot S.$$

für $p = 41^{kg}$ und $w = 100^{kg}$.

$$\rho_{(n=4)} = 8.18 \cdot b \cdot S; \rho_{(n=5)} = 7.66 \cdot b \cdot S; \rho_{(n=6)} = 7.35 \cdot b \cdot S.$$

Hieraus ist zu ersehen, dass sich die Reibungswiderstände zwischen den Grenzen $15.19 \cdot b \cdot S$ und $7.35 \cdot b \cdot S$ bewegen; wenn man nun anstatt aller der berechneten Reibungswiderstände wieder nur diese beiden äussersten Werthe berücksichtigt, und bei der Bestimmung von Z' aus der Gleichung VI nur die beiden Grenzwerte $15.19 \cdot b \cdot S$ und $7.35 \cdot b \cdot S$ für die Reibung in Abzug bringt, so erhält man die beiden Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} Z'_{\min} &= \frac{W_{(h)} - 15.19 \cdot b \cdot S}{\sin d} = \\ &= \frac{b \cdot S \cdot \sqrt{n^2 + 16}}{n^2} \left\{ 0.9848 W - 15.19 n \right\} \\ Z'_{\max} &= \frac{W_{(h)} - 7.35 \cdot b \cdot S}{\sin d} = \\ &= \frac{b \cdot S \cdot \sqrt{n^2 + 16}}{n^2} \left\{ 0.9848 \cdot W - 7.35 n \right\} \end{aligned} \right\} \text{. IX.}$$

und wenn man wieder für n die Werthe 4, 5 und 6 einsetzt:

	Minimum		Maximum	
$Z'_{(n=4)}$	$= 25 \cdot b \cdot S$	und	$= 44 \cdot b \cdot S$. . X _(n=4)
$Z'_{(n=5)}$	$= 18 \cdot b \cdot S$	und	$= 32 \cdot b \cdot S$. . X _(n=5)
$Z'_{(n=6)}$	$= 14 \cdot b \cdot S$	und	$= 25 \cdot b \cdot S$. . X _(n=6)

Aus der Vergleichung dieser Werthe mit denjenigen, welche unter VII berechnet erschienen, ist der Einfluss zu entnehmen, welchen die Reibung bei den Auflagern auf die Grösse der Zugkräfte Z' , somit auf die Dimensionen der Ergänzungsstangen ED und FG ausübt; die Zugkräfte, also auch die Dimensionen, erleiden eine Verminderung von circa 30 Procent.

Bei geschlossenen Bauten, bei welchen der Wind nicht unter das Dach eingreifen kann, also nur von aussen wirkt, sind bei den belgischen Dächern die Ergänzungsstangen ED und FG nach den Formeln X zu berechnen, bei offenen Hallen jedoch sind diese Stangen nicht nur nach der Formel X, sondern auch, je nach der Eindeckung, nach den Formeln II oder III zu berechnen, und ist der sich ergebende grösste Werth als für die Ausführung massgebend zu betrachten.

In der Regel werden die aus den Gleichungen II und III erhaltenen Werthe von Z grösser sein, als die aus den Gleichungen X sich ergebenden Werthe von Z' .

Am Schlusse dieser Betrachtungen dürfte es nicht uninteressant sein, eine Zusammenstellung über die Gewichte mehrerer ausgeführter eiserner Dach-Constructionen von grösseren Spannweiten zu finden, um dieselben miteinander vergleichen zu können.

Die unten folgende Tabelle gibt die Gewichte von 80 verschiedenen Hallendächern, meist für Bahnhöfe und Markthallen, welche nach den lichten Spannweiten geordnet sind. Leider war es mir nicht möglich, die den Berechnungen dieser Constructionen zu Grunde gelegten Daten, als da sind: Eigengewicht, Schnee- und Windbelastung, sowie die für zulässig gehaltene Material-Inanspruchnahme zu erhalten, dass man aber bei den Berechnungen und der Construction dieser Dächer von den verschiedensten Principien ausgegangen ist, auch die verschiedensten Annahmen der grössten zufälligen Lasten und zulässigen Material-Inanspruchnahmen gemacht hat, geht aus der grossen Differenz dieser Gewichte bei gleichen oder nahezu gleichen Spannweiten hervor. Doch sieht man, dass die in jüngster Zeit gebauten Dächer im Allgemeinen leichter und nach einheitlicheren Principien construirt sind als die älteren, weshalb auch ihre Gewichte im Verhältnisse zu ihren Spannweiten sich übereinstimmender zeigen.

Zu grösserer Deutlichkeit und Versinnlichung der Formen und Systeme der in den Tabellen zusammengestellten Dach-Constructionen sind die Zeichnungen auf Blatt 18, 19 und 20 beigelegt, welche in $\frac{1}{250}$ der natürlichen Grösse die Skizzen derselben in einfachen Linien geben, ohne in die Detail-Constructionen einzugehen, da die letzteren zu weit führen und über das hier gesteckte Ziel hinaus greifen würden.

Da mir nur diese geringe Anzahl von authentischen Daten zu Gebote steht, so ersuche ich die Herren Fachgenossen, welche sich für diese Sache interessiren, und welche in der Lage sind, weitere Mittheilungen zu machen, mir dieselben zur Vervollständigung dieser Tabelle gefälligst bekannt geben zu wollen, und erkläre mich zu Gegendiensten stets bereit. Gleichzeitig spreche ich allen denjenigen Herren Fachgenossen, welche so freundlich waren, mir Daten zur Zusammenstellung dieser Tabelle mitzutheilen, meinen verbindlichsten Dank aus.

Zusammenstellung

 der Eisengewichte mehrerer Dach-Constructionen per \square^m überdachter Fläche, exclusive des Eindeckungs-Materials.

Post-Nr.	Bezeichnung des Gebäudes	Jahr der Erbauung	System der Dachconstruction	Lichtweite des Daches in Metern	Eisengewicht per \square^m der überdachten Fläche in Klg.	Bemerkungen
1	Seitenhallen des Industriepalastes für die Weltausstellung 1873 in Wien.	1872	Kreisförmige Stichbogen aus Fachwerk ohne Zugstangen. Pfeil 2·5 ^m . Dachpfetten aus Holz.	13·26	19·48	Ganze Dachweite 15·26 ^m . Gesamtlänge 2541·2 ^m . Entfernung der Dachgespärre 4·93 ^m und 5·769 ^m . Eindeckung mit Zinkblech. Mit Einrechnung der 10·75 ^m hohen schmiedeisenen Säulen beträgt das Gewicht per \square^m eingedeckter Fläche 42·40 ^{kg} .
2	Güterschuppen am Sandthor zu Hamburg.	1866	Fachwerkgespärre mit Dreiecksystem, ungleich hoch und gebrochen, mit beiderseitigen Vordächern.	13·45	31·07	Länge 717 ^m . Die Vordächer sind 3·45 ^m und 3·75 ^m vorstehend. Entfernung der Gespärre 17·2 ^m . Constructionshöhe in der Mitte 2 ^m . Gewicht mit Verschalung und Zinkeindeckung per \square^m 54 ^{kg} .
3	Bahnhof - Restauration der k. k. pr. öst. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Pest.	1876	Abgerundetes französisches Dach; die runden, sichelförmigen Fussstücke aus Blech, die Zwischenconstruction aus Fachwerk. Dachhöhe 5·13 ^m .	13·50	45·70	Länge 30 ^m . Grösste Entfernung der Gespärre 4·11 ^m . Eindeckung mit Schiefer. Der Plafond liegt 2·45 ^m über dem Fusse der Dachsparren und hängt am Dache.
4	Synagoge in Berlin, Oranienburger Strasse 30.	1863	Schwedlerische Kuppelconstruction in Kugelform. Pfeilhöhe 10 ^m .	13·81	53·34	Gewicht per \square^m Kuppeloberfläche 20·06 ^{kg} . Eindeckung mit Zinkblech.
5	Markthalle in Levallois-Perret bei Paris.	1873	Bogengespärre aus Gitterwerk und Blech mit 3·6 ^m breiter Laterne. Pfetten aus Holz. Dachhöhe 6 ^m ohne Laterne.	14·00	14·60	Länge 221 ^m . Entfernung der Gespärre 5·25 ^m . Preis per \square^m 11·70 Francs. Zinkblecheindeckung auf Holzschalung.
6	Dompavillon in Sévres, Frankreich.	1862	Mansardenartig überhöhte Gittergespärre. Dachhöhe 15·5 ^m .	14·00	120·00	Länge 14 ^m . Preis per \square^m 108 Francs.
7	Gepäcks-Abgabshalle d. k. k. pr. öst. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Pest.	1876	Polonceaugespärre mit Blechsparren und einer Sparrenstütze. Dachhöhe 3 ^m .	14·59	20·54	Länge 87·88 ^m . Entfernung der Gespärre 4·425 ^m . Eindeckung mit Zinkblech.
8	Material - Magazin in Tarbes.	1873	Einfache Dachsparren aus Gitterwerk mit horizontaler Zugstange. Dachhöhe 4 ^m .	15·00	27·30	Länge 60 ^m . Entfernung der Gespärre 4 ^m . Preis per \square^m 20 Francs.
9	Alte Bessemerhütte in Reschitza im ungarischen Banate.	1867	Polonceaugespärre aus I-Eisen mit einer Sparrenstütze und 1·96 ^m breiter Laterne. Pfetten aus \angle -Eisen. Dachhöhe 4·1 ^m .	15·80	42·88	Stützweite 16·58 ^m . Länge 17·8 ^m . Entfernung der Gespärre 3 ^m . Eindeckung mit Eisenblech Nr. 18.
10	Halle des Aubrais (Orleanbahn).	1865	Polonceaugespärre aus I-Eisen mit einer Sparrenstütze.	16·00	35·00	Länge 100 ^m . Entfernung der Gespärre 4 ^m . Preis per \square^m 14 Francs.
11	Locomotiv - Remise in Aigrefeuilles (Orleanbahn).	1866	Polonceaugespärre aus I-Eisen mit einer Sparrenstütze. Dachhöhe 4 ^m .	16·00	22·40	Länge 95 ^m . Entfernung der Gespärre 5 ^m . Preis per \square^m 20 Francs.
12	Bahnhof-Halle in Gray (Lyon-Paris).	1866	Sichelbogenförmiges Fachwerk-system. Pfetten aus I-Eisen. Pfeilhöhe 1·6 ^m . Ganze Dachhöhe 3·4 ^m .	16·00	51·50	Länge 72 ^m . Entfernung der Gespärre 5 ^m . Preis per \square^m 39·5 Francs.
13	Kunst-Museum in Wien (am Stuben-Ring).	1870	Halbkreisförmige Gittergespärre mit horizontalen Zugstangen.	16·12	64·20	Stützweite 16·75 ^m . Entfernung der Gespärre 3·21 ^m . Glaseindeckung. Am Dache hängt eine Glasdecke über den Hof des Gebäudes.
14	Bahnhof-Halle in Freiburg in der Schweiz.	1874	Polonceaugespärre mit fester Vernietung der aus Flacheisen bestehenden Zugstangen unter sich und mit den Sparren. Niedere 3 ^m breite Laterne. Dachhöhe 3·6 ^m .	17·52	30·70	Ganze Länge der Gespärre 17·92 ^m . Länge 102·6 ^m . Die Entfernung der Gespärre wechselt von 6·45 ^m bis 7·92 ^m . Eindeckung $\frac{1}{16}$ mit Glas und $\frac{17}{16}$ mit Wellenblech aus Zink Nr. 13. Kosten per \square^m eingedeckter Fläche sammt Mauerwerk und Gussssäulen 43·47 Francs.
15	Güterschuppen im Bahnhofs in Hamburg.	1872	Dachträger aus Fachwerk nach dem Dreiecksystem mit horizontaler Untergurte und schräger Obergurte. Die Abtheilungen der letzteren sind nach unten fischbauchartig gekrümmt.	17·58	15·88	Stützweite 17·89 ^m . Entfernung der Gespärre 3·77 ^m . Constructionshöhe der Sparren in der Mitte 3·35 ^m und an den Enden 1·86 ^m .
16	Gepäcks-Aufgabshalle d. k. k. pr. öst. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Pest.	1876	Korbbofgenförmige Dachgespärre mit Zugstangen, zwischen Bogen und First sowie Bogen und Dachsaum versteift.	18·61	31·96	Länge 35 ^m . Entfernung der Gespärre 4·425 ^m . Pfeil des Korbbofgens 5·44 ^m . Ganze Gespärrehöhe 7·22 ^m . Eindeckung mit Zinkblech. Material-Inanspruchnahme 8 ^{kg} bis 9·8 ^{kg} per \square^m .
17	Warte-Saal der k. k. pr. öst. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Pest.	1876	Korbbofgenförmige Dachgespärre mit Zugstangen und gewundenem Firstwerk zwischen Bogen und First, sowie Bogen und Dachsaum.	18·61	32·58	Länge 35 ^m . Entfernung der Gespärre 4·425 ^m . Pfeil des Korbbofgens 5·43 ^m . Ganze Gespärrehöhe 7·22 ^m . Eindeckung mit Zinkblech. Material-Inanspruchnahme 8 ^{kg} bis 9·8 ^{kg} per \square^m .

Post-Nr.	Bezeichnung des Gebäudes	Jahr der Erbanung	System der Dachconstruction	Lichtweite des Daches in Metern	Eisengewicht per \square^m der überdachten Fläche in Klg.	Bemerkungen
18	Retortenhaus in Berlin, Hellweg 8.	1868	Polonceaugespärre mit einer Stütze. Die Sparren sind zwischen den Stützpunkten fischbauchartig gekrümmt. Dachhöhe 5.42 ^m .	18.83	26.90	Länge 20.09 ^m . Entfernung der Gespärre 2.86 ^m . Inanspruchnahme des Eisens 7.5 ^{kg} per \square^m . Eindeckung mit gewelltem Zinkblech.
19	Cassen-Vestibuldach im Bahnhofe der k. k. pr. öst. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Pest.	1876	Abgerundetes französisches Dach mit sichelförmigen Dachsparren aus Fachwerk und einem 6.75 ^m breiten Oberlicht. Dachhöhe sammt Oberlicht 8.28 ^m .	19.00	93.25	Länge 34.78 ^m . Entfernung der Gespärre 4.5 ^m . Eindeckung mit Schiefer und Glas. Der Plafond mit Glasdecke hängt am Dach, u. zw. 2.85 ^m über dem Fusse der Dachsparren und ist in dem Gewichte auch das Gerippe des Plafonds mit inbegriffen.
20	Bahnhof-Halle in Mannheim.	1875	Die Seitenhallen haben einfache Eisensparren mit horizontalen Zugstangen. Die Mittelhalle hat belgische Gespärre mit einer Stütze und abgerundeten Eckversteifungen. Alle drei Hallen haben Laternen.	14+19+14 47.00	40.00	Länge 158.4 ^m . Entfernung der Gespärre von 5.92 ^m bis 7.81 ^m . Höhe des Mitteldaches ohne Laterne 3.2 ^m . Breite der Laterne 3.5 ^m . Die Zugstangen sind aus Flacheisen. Gewicht per \square^m eingedeckter Fläche sammt den 8.5 ^m hohen Gussäulen 96.11 ^{kg} . Kosten per \square^m 43.75 Mark. Eindeckung $\frac{1}{3}$ mit Glas und $\frac{2}{3}$ mit Zinkblech.
21	Detail-Markthalle in Wien, Zedlitzgasse.	1870	Sprengwerke mit horizontalen Zugstangen und aufgesetzter Laterne.	19.91	58.90	Länge 103.3 ^m . Entfernung der Gespärre 5.74 ^m . Gesammtes Eisengewicht mit Säulen und Seitenwänden per \square^m eingedeckter Fläche 195.24 ^{kg} . Eindeckung ganz mit Schiefer.
22	Trinite-Kirche in Paris.	1867	Halbkreisförmige Bogengesparre aus Gitterwerk.	20.00	202.00	Länge 65.4 ^m . Entfernung der Gespärre 10.28 ^m .
23	Werkstätten-Halle in Creuzot (Frankreich).	1867	Polonceaugespärre aus I-Eisen mit einer Sparrenstütze. Dachhöhe 4 ^m .	20.00	17.20	Länge Entfernung der Gespärre 5 ^m .
24	Central-Bahnhof der k. k. pr. öst. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft in Wien.	1870	Polonceaugespärre aus I-Eisen mit einer Sparrenstütze und 5 ^m breiten Laternen. Dachhöhe 3.95 ^m .	2.20, 23 = 40.46	53.32	Länge 165.63 ^m . Entfernung der Gespärre 4.425 ^m . Gewicht per \square^m eingedeckter Fläche mit Säulen und Abschlusswänden 76.93 ^{kg} . Eindeckung $\frac{2}{3}$ mit Glas und $\frac{1}{3}$ mit Zinkblech.
25	Retortenhaus der städtischen Gas-Anstalt in Berlin, Stralauerplatz.	1868	Polonceaugespärre aus doppelten I-Eisen, mit drei Sparrenstützen. Dachhöhe 9.89 ^m .	20.72	35.53	Länge Entfernung der Gespärre 4.63 ^m . Inanspruchnahme des Eisens 7.5 ^{kg} . Ziegeleindeckung.
26	Zoll-Revisionshalle in Tetschen (österr. Nordwestbahn).	1874	Polonceaugespärre mit Gittersparren und einer Stütze. Dachpfetten von Holz. Dachhöhe 3.7 ^m .	20.80	18.86	Stützweite 21.5 ^m . Länge 29.9 ^m . Entfernung der Gespärre 5.40 bis 6.05 ^m . Glasoberlicht 4.2 ^m breit, die übrige Eindeckung von Zinkblech.
27	Bahnhof-Halle in Toulouse.	1865	Polonceaugespärre mit Gittersparren und einer Stütze. Dachhöhe 4.2 ^m .	21.00	42.00	Länge 97 ^m . Entfernung der Gespärre 4 ^m . Preis per \square^m 44 Francs.
28	Nordbahn-Halle in Wien.	1862	Gothische Spitzbogengesparre aus Fachwerk. Dachhöhe der Mittelhalle 10.43 ^m .	5.057 + + 21.966 + 5.057 = 32.08	121.07	Länge 140.34 ^m . Entfernung der Gespärre 6.64 und 9.80 ^m . Eindeckung $\frac{1}{3}$ mit Glas und $\frac{2}{3}$ mit Eisenblech. Gewicht per \square^m sammt Gussäulen und Abschlusswänden 162.32 ^{kg} .
29	Mittelhalle des Industriepalastes für die Weltausstellung 1873 in Wien.	1872	Sichelbogenträger aus Fachwerk ohne horizontale Zugstangen. Pfeil 3.68 ^m . Pfetten aus Holz.	22.46	24.40	Ganze Weite 25.26 ^m . Gesammtlänge 859 ^m . Entfernung der Gespärre 6.947 ^m und 7.632 ^m . Gewicht per \square^m eingedeckter Fläche, wenn die 17.38 ^m hohen schmiedeisernen Säulen mitgerechnet werden 63.3 ^{kg} . Zinkblecheindeckung.
30	Bahnhof-Halle in Agen (Frankreich).	1866	Polonceaugespärre mit Gittersparren und einer Sparrenstütze.	23.00	43.30	Länge 95 ^m . Entfernung der Gespärre 4 ^m . Preis per \square^m 46 Francs.
31	Mittelhalle des Industrie-Ausstellungspalastes 1867 in Paris.	1866	Polonceaugespärre mit einer Sparrenstütze und 5.83 ^m weiter Laterne.	23.00	32.00	Gesammtlänge 1559.8 ^m . Entfernung der Gespärre 4.26, 5.53 und 7.50 ^m . Eindeckung $\frac{1}{3}$ mit Glas und $\frac{2}{3}$ mit Zinkblech.
32	Ueberlade-Halle in Belfort (franz. Ostbahn).	1872	Die Gespärre bestehen aus dreieckigen Fachwerkträgern mit horizontaler Untergurte. Die Obergurten bilden die Dachsparren. Dachhöhe 5 ^m .	24.00	55.55	Länge 76 ^m . Entfernung der Gespärre 2.8 ^m . Preis per \square^m 28.50 Francs.
33	Volontair-Drill-Halle in Derby (England).	1870	Vom Boden an aufsteigende, korbogenartige, aus 0.66 ^m hohem Dreieckfachwerke bestehende Gespärre mit 7 ^m breiter Laterne.	25.00	36.70	Länge 50 ^m . Entfernung der Gespärre 5 ^m . Pfeilhöhe des Korbogens 11.5 ^m . Preis per \square^m 88 Francs.
34	Locomotiv-Schuppen in St. Johann bei Saarbrücken.	1863	Schwedlerisches Kuppeldach, 16eckig mit Holz-Laterne = 4.96 ^m Durchmesser. Pfeil 3.92 ^m .	25.11	22.34	Eindeckung mit Zinkblech. Preis per \square^m 14.5 Mark.

Post-Nr.	Bezeichnung des Gebäudes	Jahr der Erbauung	System der Dachconstruction	Lichtweite des Daches in Metern	Eisengewicht per \square^m der überdachten Fläche in Klg.	Bemerkungen
35	Neue Bessemerhütte in Reschitza im ungarischen Banate.	1875	Polonceaugespärre aus I-Eisen mit drei Sparrenstützen aus geschmiedeten Bessemerstahl mit 2·2 ^m breiter Laterne. Pfetten aus ∇ -Eisen.	25·28	61·56	Stützweite 26·28 ^m . Länge 36·94 ^m . Entfernung der Gespärre 3·16 ^m . Dachhöhe 6·69 ^m . Eindeckung mit Eisenblech Nr. 20.
36	Bahnhof-Halle der Kaiserin Elisabeth-Bahn in Wien.	1859	Polonceaugespärre aus Blechträgern mit einer Sparrenstütze und 2·5 ^m breiter Laterne. Dachhöhe 6·72 ^m . Holzpfetten.	27·20	65·70	Länge 163·725 ^m . Entfernung der Gespärre 4·425 ^m . Eindeckung $\frac{2}{3}$ mit Glas und $\frac{1}{3}$ mit Schiefer.
37	Bahnhof-Halle in Nancy (Frankreich).		Korbbogengespärre aus Gitterwerk mit einem polonceauartigen Zugstangensystem und 6·8 ^m breiter Laterne. Pfeilhöhe 7·4 ^m . Holzpfetten.	27·40	32·00	Länge 98 ^m . Entfernung der Gespärre 7 ^m . Preis per \square^m 40 Francs.
38	Getreide-Markthalle in Alençon (Frankreich).	1864	Halbkreisförmige Bogengespärre aus Gitterwerk mit einem Zugstangensystem. Auf der Kuppel sitzt eine Laterne mit 6 ^m Durchmesser.	28·00	60·00	Die Halle ist kreisförmig. Die Kuppel ist mit Zinkblech eingedeckt. Preis per \square^m 55·65 Francs.
39	Bahnhof-Halle d. Kaiser Franz Josef-Bahn in Wien.	1871	Polonceaugespärre aus Gitterwerk mit einer Sparrenstütze. Holzpfetten. Dachhöhe 4·745 ^m .	28·50	29·04	Länge 139·5 ^m . Entfernung der Gespärre 6·32 ^m . Das Dach ist mit Schiefer gedeckt; die sehr niedrige Laterne mit Zinkblech ohne Holzunterlage.
40	Dach der Giesserei im Arsenal Woolwich (England).	1870	Sparrendach mit Zugstangen und verticaler Sparrenstütze, sowie einer 9 ^m breiten, niedrigen Rauchabzuglaterne.	28·60	32·50	Länge 52·60 ^m . Entfernung der Gespärre 3·8 ^m . Dachhöhe 4·7 ^m . Preis per \square^m 20 Francs.
41	Viehmarkthalle in La Villette bei Paris.	1866	Die Seitenhallen sind mit Gitterträgern abgedeckt. Die Mittelhalle hat einfache Gittersparren mit Zugstangen. Dachhöhe 3·25 ^m .	6·9, 666 + + 29·00. = 87·00	51·09	Länge der drei Hallen 215·8 + 2·116·2 = 448·2 ^m . Entfernung der Gespärre 8·3. Preis per \square^m Dachfläche 45 Francs. Eindeckung mit Zinkblech. Gesamtkosten des ganzen Baues per \square^m 95 Francs. Die Lüftunglaterne ist niedrig und 9·6 ^m breit.
42	Bahnhof-Halle in Stuttgart.	1865	Die Gespärre bestehen aus, durch ein eigenthümliches Fachwerkssystem, verstärkten Sichelbogenträgern mit 4·4 ^m breiter Laterne. Gespärhöhe 12·2 ^m . Sichelträgerhöhe 7 ^m .	29·08	43·69	Länge 152·5 ^m . Entfernung der Gespärre 4·6 ^m . Eindeckung 45% der Fläche mit Glas und 55% mit Zinkblech.
43	Wellington-Halle in Bombay.	1866	Fachwerkgespärre mit geraden Obergurten und parabolischer Untergurte und 6 ^m breiter Laterne. Parabelpfeil 5 ^m .	29·30	33·00	Länge 32 ^m . Entfernung der Gespärre 4·57 ^m . Preis per \square^m Dachfläche 26 Francs.
44	Maschinen-Halle der Weltausstellung 1873 in Wien.	1872	Polonceaugespärre aus I-Eisen mit einer Sparrenstütze. Holzpfetten. Dachhöhe 6·925 ^m .	29·58	18·62	Länge 799 ^m . Entfernung der Gespärre 7·14 ^m und 7·33 ^m . Eindeckung mit Zinkblech.
45	Ostbahn-Halle in Paris.	1851	Die Gespärre bestehen aus korbbogenförmigem Fachwerkssystem nach Neville mit Zugstangen und Sparrenstützen. Pfeil des Korbbogens 11 ^m . Holzpfetten.	29·70	65·80	Länge 142 ^m . Entfernung der Gespärre 4 ^m . Preis per \square^m 67 Francs. Eindeckung mit Glas und Zinkblech.
46	Halles centrales in Paris.	1855 b. 1865	Sprengwerke aus Gitterbalken mit Zugstangen.	29·80	50·00	Mehrere quadratische Pavillons. Eingedeckt mit Glas und Zinkblech.
47	Bahnhof-Halle in Bordeaux.	1858	Polonceaugespärre aus I-Eisen mit drei Sparrenstützen und 11·5 ^m breiter Laterne. Dachhöhe 8 ^m .	30·00	40·40	Länge 42 ^m . Entfernung der Gespärre 4·15 ^m . Preis per \square^m 44·30 Francs. Eingedeckt mit Glas und Schiefer.
48	Markthalle in Madrid.	1865	Gittergespärre mit horizontalen Zugstangen.	30·00	65·00	Länge 42 ^m . Entfernung der Gespärre 5·5 ^m . Preis per \square^m 39·60 Francs.
49	Gasbehälter zu Berlin, Holzmarktstrasse 28.	1863	Schwedlerisches Kuppeldach. Kubisches Paraboloid über einem 24-Eck. mit Holzlaterne von 6·20 ^m Durchmesser.	30·286	28·93	Stützweite 30·914 ^m . Parabelpfeil 3·89 ^m . Preis per \square^m 18·3 Mark. Mit Pappe eingedeckt.
50	Retortenhaus der zweiten städtischen Gasanstalt in Berlin am Hellweg.	1868	Polonceaugespärre mit fünf Sparrenstützen. Sparren aus zweifachem I-Eisen. Dachhöhe 12·56 ^m .	30·45	44·16	Länge Entfernung der Gespärre 3·89 ^m . Inanspruchnahme des Eisens 7·5 ^{kg} per \square^m . Ziegeleindeckung.

Post-Nr.	Bezeichnung des Gebäudes	Jahr der Erbauung	System der Dachconstruction	Lichtweite des Daches in Metern	Eisengewicht per \square^m der überdachten Fläche in Klg.	Bemerkungen
51	Bahnhof-Halle in Triest.	1877	Kreisförmige Blechbogenge-spärre mit horizontalen Zugstangen und zwischengelegtem Fachwerk, auch 10·88 ^m breiter Laterne. Pfeilhöhe 5·05 ^m . Ganze Dachhöhe 5·65 ^m . Die Dachpfetten sind eiserne Blechträger.	31·00	52·24	Stützweite 32·64 ^m . Länge 99 ^m . Entfernung der Gespärre 7·5 ^m . Eindeckung $\frac{1}{3}$ mit Glas und $\frac{2}{3}$ mit Wellenblech aus verzinktem Eisen ohne irgend eine Holzzwischenlage. Inanspruchnahme des Eisens 9 ^{ks} und speciell der Zugstangen mit 10 ^{ks} per \square^m . Der Berechnung zu Grunde gelegte grösste zufällige Last 225 ^{ks} per \square^m mit Rücksicht auf die Bora.
52	Kreisrunde Locomotiv-Remise in Görlitz.	1868	Schwedlerische Kuppel mit parabolischen Bogen über einem regelmässigen 19-Eck. Laterne aus Holz mit 6·277 ^m Durchmesser. Pfeil der Parabel 4 ^m .	31·385	29·07	Inanspruchnahme des Eisens 7·2 ^{ks} per \square^m . Zinkblecheindeckung.
53	Retortenhaus der Imp. Continental - Gas - Association in Berlin.	1871	Spitzbogenförmige Sparren aus Fachwerk ohne Zugstangen. Dachhöhe 16·48 ^m .	32·96	46·75	Länge 58·75 ^m . Entfernung der Gespärre 4·71 ^m . Die Dachbogen beginnen nahe dem Boden. Eindeckung mit gewelltem Zinkblech auf eisernen \square förmigen Pfetten.
54	Maschinen - Halle der Weltausstellung 1867 in Paris.	1867	Eisenblechgespärre in Stichbogenform. Pfeil 6·11 ^m .	33·00	115·00	Länge 1209·6 ^m . Entfernung der Gespärre 15 ^m . Preis per \square^m 75 Francs. Eindeckung mit Wellenblech aus Eisen.
55	Gasometer in Wien (vor der Favoriten-Linie).	1867	Schwedlerisches Kuppeldach mit parabolischen Bogen und Holzlaterne von 6·95 ^m Durchmesser.	33·636	37·25	Pfeil der Parabel 4 ^m . Eindeckung mit Zinkblech.
56	Bahnhof-Halle in Neapel.	1866	Polonceaugespärre aus Gitterwerk mit einer Sparrenstütze. Pfetten ebenfalls aus Gitterwerk. Dachhöhe 6 ^m .	34·30	57·00	Länge 179·6 ^m . Entfernung der Gespärre 9 ^m . Inanspruchnahme der Zugstangen bis 10·91 ^{ks} per \square^m . Preis per \square^m 38 Francs.
57	Potsdam - Magdeburger Bahnhof-Halle in Berlin.	1872	Bogenträger mit horizontalen Zugstangen und 5 ^m breiter Laterne. Dachhöhe 7·4 ^m ohne Laterne, 10 ^m mit Laterne.	35·55	65·00	Stützweite 36·72 ^m . Länge 172 ^m . Entfernung der Gespärre 7·5 ^m . Eindeckung $\frac{7}{8}$ mit Glas und $\frac{1}{8}$ in Wellenblech auf eisernen Pfetten und Uförmigen Rinneisen.
58	Bahnhof-Halle der Südbahn in Wien.	1872	Polonceaugespärre aus Gittersparren und drei Sparrenstützen, sowie 4·5 ^m breiter Rauchabzugs-laterne. Dachhöhe 6·58 ^m .	35·70	60·00	Ganze Dachweite 38·23 ^m . Länge 139·7 ^m . Entfernung der Gespärre 6·95 ^m . Eindeckung $\frac{3}{8}$ mit Glas und $\frac{5}{8}$ mit verzinktem Wellenblech.
59	Görlitzer Bahnhof-Halle in Berlin.	1867	Sichelträger mit 7·5 ^m weiter Laterne. Dachhöhe =	37·00	55·50	Länge 148 ^m . Entfernung der Gespärre 3·44 ^m . Eindeckung $\frac{2}{7}$ mit Glas und $\frac{5}{7}$ mit Wellenblech aus Zink.
60	Niederschlesisch - Märkische Bahnhof-Halle in Berlin.	1868	Sichelträger mit 5 ^m weiter Laterne. Dachhöhe =	37·50	61·00	Stützweite 38·1 ^m . Länge 208 ^m . Entfernung der Gespärre 3·77 ^m . Eindeckung $\frac{2}{3}$ mit Glas und $\frac{1}{3}$ mit Wellenblech aus Zink auf eisernen Pfetten. Uförmige Rinneisen.
61	Halle der preussischen Ostbahn in Berlin.	1867	Doppelte, je 0·93 ^m abstehende gitterförmige Bogenträger mit Charnieren ohne Laterne. \square förmige armirte Pfetten. Dachhöhe =	37·50	58·75	Stützweite nur 36·5 ^m auf vorspringenden Consolen. Länge 190 ^m . Entfernung der Gespärre 7·53 ^m . Eindeckung $\frac{7}{12}$ mit Glas auf \square förmigen Rinneisen, $\frac{5}{12}$ mit gewelltem Eisenblech. Die gusseisernen Consolenlager sind im Gewicht nicht mit einbegriffen.
62	Berlin-Stettiner Eisenbahn-Halle in Berlin.	1876	Bogenträger mit Zugstangen. Pfeilhöhe =	37·66	57·08 58·36	über der Halle { Länge . . . Entfernung der über dem Vestibul } Gespärre =
63	Bahnhof-Halle in Hamburg.	1872	Bogenträger aus Dreieckfachwerk mit horizontaler Zugstange und 5·5 ^m breiter Laterne. Pfeilhöhe 7·48 ^m .	37·66	52·77	Stützweite 38·29 ^m . Länge 126 ^m . Entfernung der Gespärre 6·28 ^m . Eindeckung $\frac{3}{7}$ mit Glas und $\frac{4}{7}$ mit Zinkblech. Gewicht des Daches per \square^m sammt Zink und Glas 74·5 ^{ks} .
64	Magdeburg - Halberstädter Eisenbahn-Halle in Berlin.	1870	Bogenträger.	38·29	55·50	Länge . . . Entfernung der Gespärre =
65	Bahnhof-Halle der Nord-westbahn in Wien.	1872	Sichelträger aus Fachwerk mit 3 ^m breiter Laterne. Holzpfetten. Dachhöhe 7·95 ^m . Höhe des Sichelträgers in der Mitte 7 ^m .	39·00	65·35	Hallenlänge 126 ^m . Entfernung der Gespärre 7 ^m , 10·5 ^m und 14 ^m . Stützweite 40·3 ^m . Eindeckung $\frac{2}{3}$ mit Glas und $\frac{1}{3}$ mit Zinkblech.
66	Westbahnhof-Halle St. Lazare in Paris.	1856	Polonceaugespärre aus Blechträgersparren und drei Sparrenstützen mit fest vernieteten Knotenpuncten ohne Laterne. Dachhöhe 7 ^m .	40·00	71·85	Länge 80 ^m . Entfernung der Gespärre 10 ^m . Wellenblecheindeckung. Preis per \square^m 67·15 Francs. Die Zugbänder und Sparrenstützen sind aus Flach- und Δ -Eisen genietet.

Post-Nr.	Bezeichnung des Gebäudes	Jahr der Erbauung	System der Dachconstruction	Lichtweite des Daches in Metern	Eisengewicht per \square^m der überdachten Fläche in Klg.	Bemerkungen
67	Maschinen-Halle (Ronde) in Ambérieux (Lyoner Bahn).		Bogengesparre aus Gitterwerk ohne Zugstangen mit 5·6 ^m breiter Laterne. Pfeil 10·5 ^m .	40·00	77·00	Kreisförmig mit 16 Gesparren. Holzpfetten. Preis per \square^m 54 Francs.
68	Bahnhof-Halle in Amsterdam.	1863	Sichelträger mit Gurtungen aus Gussröhren, einem Dreieckfachwerk und 12 ^m breiter Laterne. Pfeil 5·5 ^m .	40·00	44·00	Hallenlänge 100 ^m . Entfernung der Gesparre 8·33 ^m . Preis per \square^m ohne Montirung und Transport (in England) 27 Francs. Dachhöhe 11 ^m . Höhe des Sichelträgers in der Mitte 5·5 ^m .
69	Städtischer Gasbehälter in Berlin, Hellweg 9.	1865	Schwedlerisches Kuppeldach mit Holzlaterne von 6·28 ^m Durchmesser. Pfeil 6·83 ^m .	40·172	26·67	24-Eck mit 40·8 ^m Durchmesser. Eindeckung mit Pappe. Preis per \square^m 15·2 Mark.
70	Bahnhof-Halle in Mailand.	1863	Flache, gothische Spitzbogengesparre aus Gitterwerk mit Blechconsolen und polygonalem Zugstangensystem, auch 3·6 ^m breiter niedriger Laterne. Holzpfetten.	40·50	35·23	Länge 250 ^m . Entfernung der Gesparre 7·50 ^m . Eindeckung zur Hälfte mit Glas und zur Hälfte mit Zinkblech. Ganze Dachhöhe 13·835 ^m .
71	Bahnhof-Halle in Zürich (Schweizerische Nordostbahn).	1869	20 Hauptgesparre aus Fachwerksichelträgern, zwischen welchen in Entfernungen von je 4·39 ^m kreisförmige Stichbogenträger von 3·024 ^m Pfeilhöhe und 13·5 ^m Spannweite, mit 3·18 ^m breiten Laternen eingestellt sind. Diese Zwischendächer sind 3·965 ^m hoch.	41·55	90·52	Stützweite 42·34 ^m . Hallenlänge 169 ^m . Entfernung der Hauptgesparre je 4·5 ^m und 13·5 ^m abwechselnd. Die Sichelträger sind in der Mitte 3·22 ^m und an den Enden 1·055 ^m hoch. Die Eindeckung ist mit Wellenblech auf Eisenpfetten ohne Holzzwischenlage durchgeführt. Gewicht per \square^m mit der Blecheindeckung 98·52 ^m . Der Längenschnitt der Halle zeigt 9 Bogensegmente mit 9 Laternen.
72	Agricultur - Halle in London.	1862	Bogengesparre aus Fachwerk ohne Zugstangen. Pfeil 16·8 ^m .	42·00	47·60	Länge 128 ^m . Entfernung der Gesparre 8 ^m . Preis per \square^m 32 Francs.
73	Bahnhof-Halle der k. k. pr. öst. Staats-Eisenbahngesellschaft in Pest.	1876	Polonceaugesparre mit Fachwerksparren und einer Sparrenstütze, sowie mit gewundenen Eckversteifungen aus Blech- und Winkeleisen, auch 14 ^m breiter Laterne. Die Gesparre sind mit den schmiedeisernen Fachwerkständern fest vernietet.	42·00	49·85	Länge 146·5 ^m . Entfernung der Gesparre 8·85 ^m . Eindeckung $\frac{1}{4}$ mit Glas und $\frac{3}{4}$ mit Zinkblech. Maximal-Inanspruchnahme der Sparren 9 ^{ks} und der Zugstangen 9·6 ^{ks} per \square^m . Gewicht per \square^m sammt den 10·5 ^m hohen schmiedeisernen Ständern (jedoch ohne die beiden Abschlusswände) 63·16 ^m . Pfetten aus gebogenen Fachwerkträgern.
74	Gasbehälter in Berlin, Müllerstrasse.	1865	Schwedlerisches Kuppeldach mit 6·28 ^m weiter Holzlaterne. Pfeil der Kuppel 7·22 ^m .	43·31	28·52	24-Eck. Stützweite 43·94 ^m . Zinkeindeckung. Preis per \square^m 16·25 Mark.
75	Bahnhof-Halle in Philadelphia (Baltimore-Bahn).		Stichbogenförmige Sparren aus Fachwerk mit horizontalen Zugstangen. Pfeil 8 ^m . Holzpfetten.	45·50	27·00	Länge Entfernung der Gesparre 3·66 ^m . Preis per \square^m 18·5 Francs. Eindeckung mit Eisenblech.
76	Industrie-Palast in Paris (Champs Elysées).	1855	Halbkreisförmige Bogengesparre aus 2 ^m hohem Fachwerk ohne Zugstangen. Dachhöhe 26 ^m .	48·00	90·00	Länge 192 ^m . Entfernung der Gesparre 8 ^m . Preis per \square^m 81·4 Francs. Eindeckung mit Glas und Zinkblech.
77	Orleans - Bahnhof in Paris.	1869	Polonceaugesparre mit Sparren aus Fachwerk und drei Sparrenstützen sowie Eckconsolen. Dachhöhe 11·778 ^m . Laterne 13·346 ^m breit.	51·25	79·00	Länge 280 ^m . Entfernung der Gesparre 10 ^m . Preis per \square^m 71·4 Francs. Eindeckung $\frac{1}{2}$ mit Glas und $\frac{1}{2}$ mit Zinkblech. Höhe des Daches vom Fusse der Consolen bis zum Dachfirst 18 ^m .
78	Bahnhof-Halle in Liverpool (Great Northern).	1872	Korbbogenförmige Sparren aus Dreieckfachwerk mit Zugstangen in gebrochener Linie und 9·5 ^m breiter Laterne. Dachhöhe 13 ^m .	53·00	58·80	Länge 165 ^m . Entfernung der Gesparre 16·5 ^m . Preis per \square^m 41·5 Francs.
79	Berlin-Anhalt'sche Bahnhof-Halle in Berlin.	1876 der Entwurf genehmigt	Bogenträger aus Fachwerk mit horizontalen Zugstangen. Holzpfetten. Pfeil =	60·00	54·00	Länge Entfernung der Gesparre Stützweite 62·5 ^m . Eindeckung $\frac{1}{20}$ mit Glas, $\frac{1}{20}$ mit Wellenblech und $\frac{18}{20}$ Holzschalung.
80	Bahnhof St. Pancraz in London.		Korbbogenförmige Sparren aus Fachwerk ohne Zugstangen. Pfeil 26 ^m .	73·00	150·00	Länge 216 ^m . Entfernung der Gesparre 9 ^m . Preis per \square^m 82·4 Francs.

Ueber Raumberechnung unregelmässiger Körper.

Von

Joh. G. Schoen,

o. ö. Professor an der k. k. technischen Hochschule in Brünn.

Der Kenntniss des Rauminhaltes unregelmässig begrenzter Körper bedarf man zum Zwecke von Untersuchungen rein wissenschaftlicher Natur, sowie in den verschiedenen Bauwissenschaften.

Der Rauminhalt wird, abgesehen von anderen Verfahren, meist durch Berechnung nach gegebenen oder erhobenen Maassen bestimmt.

Liegen Risse von einem unregelmässig begrenzten Körper auf Grund eines Entwurfes vor, wie etwa bei Mauerkörpern, Schiffen u. s. w., so können dann durch eine Anzahl Schnittebenen Theilkörper von bekannter Form und Bildung und bestimmten Ausmaassen der Begrenzungsflächen abgetrennt werden. Anders ist es jedoch bei unregelmässigen Körpern, deren Form und Ausmaasse erst durch eingehende Betrachtung und Messungen erhoben werden können, wie dies z. B. bei Erdbauten der Fall ist, wo Theile der Erdschale abzutragen, oder Aufträge zu bilden sind, welche letztere auf die natürliche Erdoberfläche zu ruhen kommen; es ergeben sich hierbei Rauminhalte von Körpern zu berechnen, welche die regellos geformte Erdoberfläche zu einer der Begrenzungen haben.

Je nachdem ein derlei Körper *a*) eine Ausdehnung überwiegend nach der Länge hat, wie dies bei Dämmen und Einschnitten der Strassen- und Bahnbauten etc. vorkommt, oder *b*) nach Länge und Breite der Fall ist, also vornehmlich Flächenausdehnung besitzen, wie bei Sammelteichen, Bergen etc.; werden ad *a*) solche Längenkörper zweckmässig durch verticale, ad *b*) durch horizontale, parallele Ebenen in so viele Theile getheilt, dass, jeder der Theilkörper für sich betrachtet, eine Beurtheilung und Auffassung der unregelmässigen Begrenzungen ermöglicht ist. Eine unregelmässige Begrenzung der Oberfläche wird nun aufgefasst werden können α) übereinstimmend einer Reihenfolge von Tangirungsebenen, welche in ihren Durchschnitten allgemein Polygone bilden; bei entsprechend klein gewählten Abständen der parallelen Theilungsebenen aber zwischen letzteren eine Reihenfolge von Dreiecken ergeben; oder β) man erkennt für die Begrenzung der Oberfläche des Theilkörpers zwischen beiden parallelen Theilungsebenen eine Fläche von bestimmter Gesetzmässigkeit, etwa eine windschiefe Fläche, als mit der natürlichen Begrenzung übereinstimmend.

Aus dem Gesagten ergibt sich die Weisung, Behufs einer beabsichtigten Raumberechnung die Orte und beziehungsweise die Entfernungen der parallelen Theilungsebenen so zu wählen, dass der unregelmässige Körper in Theilkörper zerfällt, deren Begrenzungen der Bildung nach erkannt und durch Messungen erhoben werden können.

Dem unter *a*) angeführten nach lässt sich die Raumberechnung unregelmässig begrenzter Körper, nachdem die Zerlegung der unregelmässigen Oberfläche in passende Dreiecke stattgefunden hat, welche auf eine Ebene bezogen

werden, die Abstände der drei Eckpunkte je eines Dreieckes von dieser Ebene erhoben und die Fläche der Projection der Dreiecke auf die Ebene bestimmt sind, zurückführen auf die Summe der Rauminhalte aller dieser schiefabgeschnittenen dreiseitigen Prismen mit Berücksichtigung der bezüglichen Vorzeichen + oder —.

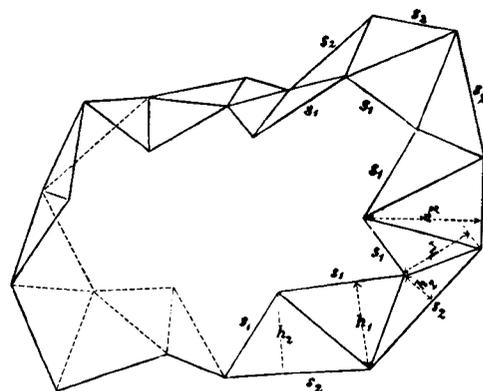
Zum Beispiel der Raumberechnung eines Erdkörpers, Berges u. dgl. müsste vorangehen die Auspflockung der Dreieckspunkte innerhalb der Begrenzung der Oberfläche, die Horizontalaufnahme und Nivellirung derselben; ein Verfahren, das in gewissen Fällen Anwendung finden wird.

Körper, welche ad *a*), *b*) und α) von zwei parallelen Ebenen und zwischen beiden durch Dreiecke der Reihe folgend begrenzt sind, deren Basen sich an die beiden parallelen Polygone schliessen, werden Prismatoide genannt. Diesen wollen wir vorerst unsere Aufmerksamkeit schenken, da durch die Summirung der Volumen solch' beschaffener Theilkörper eben die Gesamttrauminhalte von unregelmässigen Körpern erhalten werden.

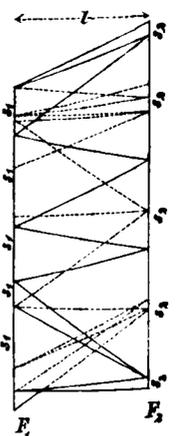
Fig. 1 und 2 stellen ein Prismatoid in zwei Projectionen dar. Es sei l der Abstand der beiden parallelen Polygone, F_1 und F_2 deren Flächen und s_1 und s_2 die Längen der Seiten der Polygone.

Denkt man sich nun durch die Seiten s_1 des Polygons F_1 und durch die von dem Polygone F_1 ausgehenden Dreieckseiten Schnittebenen gelegt, welche auf den beiden parallelen Polygonebenen normal stehen, so wird der Körper in ein gerades Prisma von der Grundfläche F_1 und Höhe l und in zwei Gruppen von Pyramiden getheilt. Die eine Gruppe bildenden Pyramiden stehen an dem Polygone F_1 , jene die zweite bildenden an dem Polygone F_2 ; die Pyramiden der ersten Gruppe haben rechteckige Basen von den Seiten

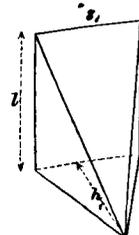
Figur 1.



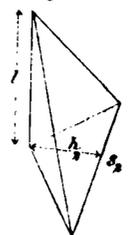
Figur 2.



Figur 3.



Figur 4.



s_1 und Abstand l Fig. 3 und zugehörigen Höhen h_1 aus Fig. 1, normal zu den Basislinien s_1 gemessen; die zweite Gruppe enthält Pyramiden mit dreieckigen Basen von den Seiten s_2 und entsprechenden Basishöhen h_2 und den Pyramidenhöhen l Fig. 4.

Nun die Ausdrücke für die betreffenden Volumina aufgestellt und diese summirt, erhält man die Formel für den Rauminhalt K eines Prismatoides, wie folgt:

$$K = F_1 \cdot l + \sum s_1 \cdot l \cdot \frac{h_1}{3} + \sum s_2 \cdot \frac{h_2}{2} \cdot \frac{l}{3}$$

oder

$$K = F_1 \cdot l + \sum s_1 \cdot \frac{h_1}{2} \cdot \frac{2}{3} l + \sum s_2 \cdot \frac{h_2}{2} \cdot \frac{l}{3}$$

Die Summe der Flächen der Projectionen sämtlicher Dreiecke

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} + \sum \frac{s_2 h_2}{2} = F_2 - F_1$$

berücksichtigt, und in obige Gleichung gesetzt, gibt

$$K = \frac{l}{3} \left(2 F_1 + F_2 + \sum \frac{s_1 h_1}{2} \right) \dots \dots \dots \text{I.}$$

Die symmetrische Gleichung

$$K = \frac{l}{3} \left(F_1 + 2 F_2 - \sum \frac{s_2 h_2}{2} \right) \dots \dots \dots \text{II.}$$

Die Gleichungen I und II addirt, erhält man den Ausdruck für den Rauminhalt des Prismatoides

$$K = l \left[\frac{F_1 + F_2}{2} + \frac{1}{6} \left(\sum \frac{s_1 h_1}{2} - \sum \frac{s_2 h_2}{2} \right) \right] \dots \dots \dots \text{III.}$$

In diesen Formeln I, II, III ändern sich selbstverständlich die Zeichen für den Werth der Flächen der Projectionen der Dreiecke je nach Lage der Polygone F_1 und F_2 gegeneinander; entsprechend der Ableitung sind in den Summen die sichtbaren Projections-Dreiecksflächen als mehr, jene durch das obere parallele Polygon gedeckten als weniger zu rechnen.

Ist die Summe der Flächen der Projectionen auf eine der Polygonebenen der an dem einen Polygone anstehenden Dreiecke gleich gross mit der Summe der Flächen der Projectionen aller an dem zweiten Polygone anstehenden Dreiecke, somit

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} - \sum \frac{s_2 h_2}{2} = 0,$$

so wird

$$K = l \cdot \frac{F_1 + F_2}{2} \dots \dots \dots \text{IV.}$$

Der letztere Ausdruck bringt die Mittelschnittfläche in Erinnerung, nämlich jene Fläche, welche durch den Durchschnitt einer im halben Abstände der Polygone zu diesen parallel gelegten Ebene entsteht. Bezeichnen wir die Mittelschnittfläche Fig. 5 und 6 mit F und suchen wir einen Ausdruck in Beziehung zu Gleichung III.

Es ist:

$$F = F_1 + \frac{3}{4} \sum \frac{s_1 h_1}{2} + \frac{1}{4} \sum \frac{s_2 h_2}{2}$$

$$F = F_2 - \frac{1}{4} \sum \frac{s_1 h_1}{2} - \frac{3}{4} \sum \frac{s_2 h_2}{2};$$

nun die Werthe aus

$$F_2 - F_1 = \sum \frac{s_1 h_1}{2} + \sum \frac{s_2 h_2}{2}$$

gesetzt, erhält man:

$$F = F_1 + \frac{F_2 - F_1}{4} + \frac{1}{2} \sum \frac{s_1 h_1}{2}$$

$$F = F_2 - \frac{F_2 - F_1}{4} - \frac{1}{2} \sum \frac{s_2 h_2}{2},$$

welche beide Gleichungen addirt den Ausdruck für die Mittelschnittfläche eines Prismatoides geben:

$$F = \frac{F_1 + F_2}{2} + \frac{1}{4} \left(\sum \frac{s_1 h_1}{2} - \sum \frac{s_2 h_2}{2} \right) \dots \dots \text{V.}$$

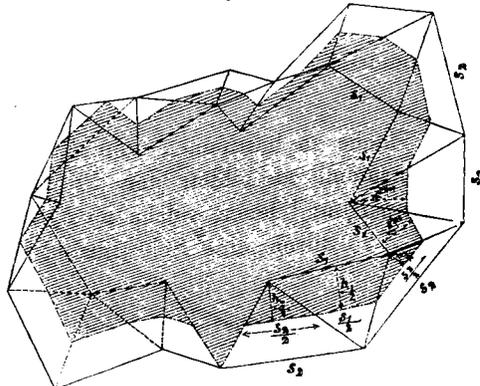
Hieraus

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} - \sum \frac{s_2 h_2}{2} = 4 F - 2 (F_1 + F_2)$$

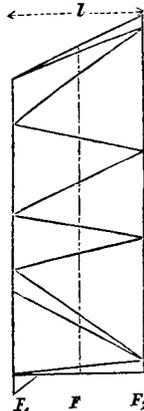
in die Gleichung III substituirt, erhält man die bereits bekannte Formel für den Rauminhalt eines Prismatoides, ausgedrückt durch l, F, F_1 und F_2

$$K = \frac{l}{3} \left(\frac{F_1 + F_2}{2} + 2 F \right) \dots \dots \dots \text{VI.}$$

Figur 5.



Figur 6.



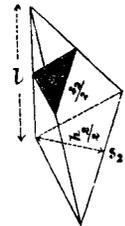
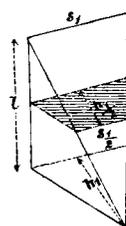
Ist $F = \frac{F_1 + F_2}{2}$

entsprechend Gg V. für

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} - \sum \frac{s_2 h_2}{2} = 0,$$

so wird

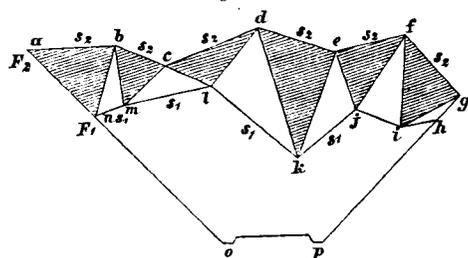
$$K = l \cdot F \dots \dots \dots \text{VII.}$$



Durch die Formel III ist nun der Weg gezeigt, wie der genaue Körperinhalt eines Prismatoides ohne Vorherbestimmung der Mittelschnittfläche, welche in Formel IV bedingt ist, gefunden werden kann.

Fig. 7 stelle die Projection eines derartigen Körpers dar, z. B. eines zwischen zwei parallelen Ebenen abgetrennten Stückes eines Einschnittes, bei welchem die Entfernung der

Figur 7.



parallelen Theilungsebenen so gewählt wurde, dass die freie Oberfläche, entsprechend der Bedingung eines Prismatoides, durch eine Reihenfolge von Dreiecken begrenzt ist. In der Ausübung werden normal auf die abgesteckte Bauachse in den entsprechenden Entfernungen Querprofile aufgenommen und über die Verbindung der Dreieckspunkte eine Aufzeichnung gemacht.

Sind die Querprofile in Zeichnung ausgefertigt, so hat Behufs der Raumberechnung nun ein Uebereinanderlegen je zwei der nacheinander folgenden Querprofile auf eine Copirglasplatte der Art zu geschehen, dass sich die Verticalachsen decken und beide Profile jene den Seehöhen entsprechende Lage übereinander erhalten; so dass hierdurch die Projection des Körpers auf eine der Polygonebenen ersichtlich wird. In unserem Beispiele, wenn das Stück Einschnitt eine horizontale Sohle, der ganzen Länge durch auch gleiche Sohlenbreite und gleiche Böschungen hat, werden sich die Böschungs- und Sohlenbegrenzungen decken müssen, daher das über der durchsichtigen Copirplatte erscheinende Bild, entsprechend der Fig. 7, als Projection auf die hintere Profilebene erscheint, sobald die Verbindung der Dreieckspuncte zwischen den Bodengrenzungen übereinstimmend der Aufschreibung ersichtlich gemacht wurde.

Es ist nun die Fläche zu bestimmen von F_1 und F_2 , und dann die Flächensumme zu bilden der Projectionen der Dreiecke, welche an F_1 und jener, welche an F_2 stehen; letztere sind in Fig. 7 durch eine Schraffirung unterschieden.

Es brauchte nicht erst angeführt zu werden, da z. B.

$$\Sigma \frac{s_2 h_2}{2} = (F_2 - F_1) - \Sigma \frac{s_1 h_1}{2} \text{ etc.,}$$

dass das eine oder das andere zu bestimmende Glied nicht unmittelbar durch Messung zu ermitteln ist, sondern durch die betreffende Subtraction erhalten werden kann.

Die Verbindung der Dreieckspuncte ist zum Zwecke der Raumberechnung nur anzudeuten und nicht vorzuzeichnen, weil sich die Maasse zur Flächenberechnung auch ohne dem abnehmen lassen und bei Umfahrung mit einem Planimeterstifte längs einem genau angelegten, je die zusammengehörigen Dreieckspuncte verbindenden Richtscheid, überflüssig wäre; ebenso, wenn die Dreiecksflächen unmittelbar aus einem „Flächennetz“ abgelesen werden.

Bei Anwendung eines Planimeters lassen sich sämtliche Flächen in einem Zuge des Planimeterstiftes wie folgt erheben. Etwa in h nach Ablesung (1_h) beginnend, fährt man über p, o, \dots bis n , liest (1_n) ab, fährt dann weiter über m, l, k, \dots bis wieder zu h , liest dort (2_h) ab und umfährt die Dreieckslinien $h, g, i, f, j, e, k, \dots, c, m, b, n$, wo die Schlussablesung (2_n) erfolgt, wenn nicht gelegentlich gleich über n, a, b, c, d, \dots, h die Umfahrung fortgesetzt wird.

Die Ablesungen (1_h) und (2_h) geben die Fläche F_1 , die Ablesungen (1_n) und (2_n) die $\Sigma \frac{s_1 h_1}{2}$ u. s. w. erhält man

$$\Sigma \frac{s_2 h_2}{2}, F_2.$$

Die Ausführung der Raumberechnung vereinfacht sich, sobald die Projectionen der Dreiecke zwischen gleich weit abstehenden parallelen Linien, Fig. 8 und 9, erscheinen, was z. B. bei Erdkörpern der Fall ist, wenn die Querprofilspuncte in gleichen Abständen aufgenommen werden. Je ein Dreieck rechts von einer Aequidistanten, auf F_1 anstehend,

hat gleiche Fläche mit jenem links sich an dieselbe Aequidistante und F_2 anschliessenden, somit ist die Differenz

$$\Sigma \frac{s_1 h_1}{2} - \Sigma \frac{s_2 h_2}{2}$$

inner den Begrenzungen $a b$ und $c d$ Fig. 8 und 9 gleich Null, und es erübrigt nur die Restendflächen (in Fig. 8 und 9 schraffirt) in Betracht zu ziehen, um den Rauminhalt nach III zu berechnen. Weitere Vereinfachungen in der Ausübung einer grösseren Raumberechnung liegen nahe.

Denken wir uns nun in den Projectionen auf eine der parallelen Polygonebenen die gleichweit von einander abstehenden parallelen Dreieckslinien, wie solche Fig. 8 und 9 zeigen, unendlich nahe gerückt, so verschwinden die Dreiecksbegrenzungen und es gehen die Aequidistant-Linien selbst in die Projectionen der Erzeugenden einer windschiefen Fläche über, für welche die Begrenzungen der parallelen Basisebenen die Leitlinien sind.

Der Rauminhalt eines Körpers mit windschiefen Flächen, zwischen parallelen Ebenen begrenzt, kann somit, wie der eines Prismatoides, nach Formel III berechnet werden.

Seien Fig. 10 und 11 die Projectionen derartiger Körper, $a c$ und $b d$ die Leitlinien und $m n$ die Erzeugenden; Ebene $a c h g$ habe eine Fläche F_2 und Ebene $b d h g$ eine Fläche F_1 und liegen parallel im Abstände l .

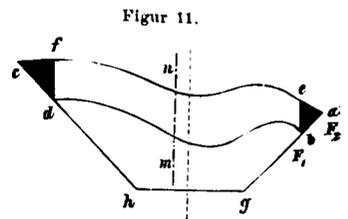
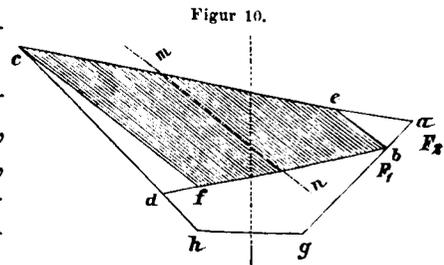
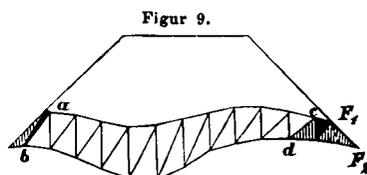
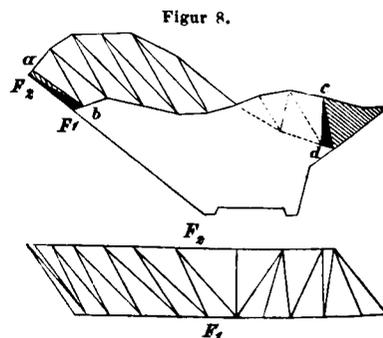
Es ist der Körperinhalt K Fig. 10 nach III, und dem oben Gesagten, indem die Flächen zwischen den in der Projection parallelen Geraden $c f$ und $b e$ nicht, und nur die Endflächen in Betracht kommen, somit

$$\left. \begin{aligned} \Sigma \frac{s_1 h_1}{2} &= \text{area } c d f \text{ und} \\ \Sigma \frac{s_2 h_2}{2} &= \text{area } a b e \text{ wird,} \end{aligned} \right\}$$

$$K = l \left(\frac{F_1 + F_2}{2} + \frac{1}{6} (\text{area } c d f - \text{area } a b e) \right). \text{ III}_1.$$

Für den speciellen Fall Fig. 11, wo die Projection der Erzeugenden parallel jener der verticalen Achse läuft, ist $\Sigma \frac{s_1 h_1}{2} = 0$, $\Sigma \frac{s_2 h_2}{2} = \text{area } (a b e) + \text{area } (c d f)$, und

$$K = l \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{1}{6} (\text{area } a b e + \text{area } c d f) \right). \text{ III}_2.$$



Dies nun für die Berechnung von Erdkörpern angewendet gedacht, würde sich der Berechnungsvorgang un-
gemein vereinfachen, wenn man die Entfernung der paral-
lelen Ebenen so wählt, dass die Oberfläche als windschiefe
Fläche aufgefasst werden könnte, gebildet durch die zwei
Profillinien als die Leitlinien und die Erzeugende parallel
liegend der Verticalebene, welche normal auf den Profil-
ebenen steht (ad Fig. 11), oder indem die Lage der Er-
zeugenden entsprechend Fig. 10 angegeben ist. In allen
diesen Fällen, wie Fig. 11, wären nur die Böschungslängen
 bg und hd in die betreffenden Profilzeichnungen abzu-
tragen, die Parallelen df und be zur Projection der Erzeu-
genden zu ziehen, und diese so erhaltenen gemischtlinigen
Enddreiecke zu planimetrieren, deren Flächenwerthe unter
Berücksichtigung des Zeichens entsprechend der Formel III
in diese eingesetzt, auf einfachste Art die Berechnung des
Körperinhaltes ermöglicht ohne erheblichen Aufwand von
Zeit und Mühe.

Die vielfache und leichte Anwendung des bisher Ent-
wickelten zu zeigen und gleichzeitig hervorzuheben, dass es
nicht genügt, die Profilflächen allein, entsprechend Formel IV,
in Rechnung zu ziehen, sei beispielsweise ein Körper ge-
wählt, welcher begrenzt ist von zwei parallelen Flächen
 F_1 und F_2 , die um l abstehen und sich in ihrer Projection
theilweise decken. Fig. 12.

Um an die Raumberechnung schreiten zu können,
muss vorerst die Beschaffenheit der Fläche $abcd$ ge-
kannt sein.

- a) Wird eine Begrenzung durch Ebenen angenommen,
wo dann der bezügliche Körper, wie in nebengesetzter
Skizze Fig. 13 ersichtlich, gestaltet ist, und dessen
Rauminhalt nach Formel III berechnet, indem

$$\Sigma \frac{s_1 h_1}{2} = 0, \Sigma \frac{s_2 h_2}{2} = F_2 - F_1,$$

welche letztere Fläche $\triangle adb$ Fig. 12 an F_2 schliesst,
somit

$$K_a = l \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{1}{6} (F_2 - F_1) \right) = \frac{l}{3} (2 F_1 + F_2).$$

- b) Setzt man eine stetige Begrenzung durch eine wind-
schiefe Fläche voraus, so muss weiters gegeben sein,
nach welcher Gesetzmässigkeit diese Windschiefe ge-
bildet ist. Angenommen, die Profilsbegrenzungen Fig. 14
 ad und bc seien die Leitlinien, und die Erzeugenden
liegen parallel zu der durch die Längsachse gelegten
Verticalebene, so ist nach Formel III (speziell III₂)
das Volumen

$$K_b = l \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{1}{6} \text{area } aeb \right).$$

- c) Liegen die Erzeugenden zur einen Begrenzungsfläche
 ab Fig. 15 parallel, so ist

$$K_c = l \left(\frac{F_1 + F_2}{2} \right),$$

nach IV genau berechnet, dagegen

- d) in jedem anderen Falle, wo die Erzeugenden parallel
zu einer auf der Projectionsebene normal stehenden
Ebene liegen, muss das bezügliche Enddreieck der
Projection $abcd$ nach Formel III, (III₁) bertück-
sichtigt werden.

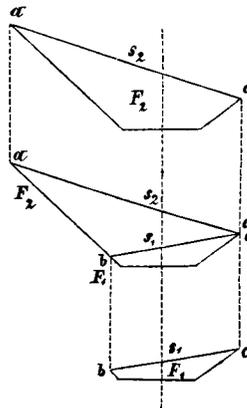
- e) Wird die windschiefe Fläche gebildet gedacht durch
längs den Leitlinien ab und cd parallel zur Pro-
jections- (oder Profils-) Ebene liegenden Erzeugenden,
so kann die Mittelschnittfläche F (nach VI) zur
genauen Volumberechnung benützt werden. Fig. 16.
Da hier speciell

$$F = \frac{F_1 + F_2}{2},$$

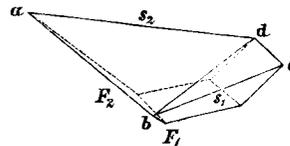
so folgt (VII)

$$K_e = l F = l \cdot \frac{F_1 + F_2}{2}.$$

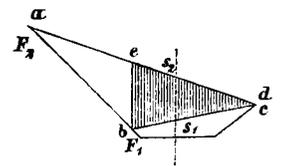
Figur 12.



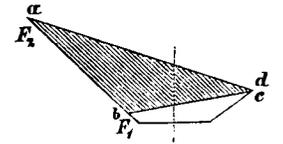
Figur 13.



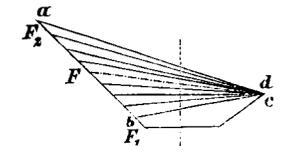
Figur 14.



Figur 15.



Figur 16.



Die Vergleichung der verschiedenen Endresultate dieser
einfachen Beispiele, welchen allen eine gleiche Gestalt der
Projectionen auf eine der Basisebenen zukommt, weist
darauf hin, wie wichtig die Erkennung der Gestalt der
Oberfläche und deren Aufnahme ist, um für gegebene
Fälle eine genaue Rauminhalts-Berechnung vornehmen zu
können, und dass man nicht blindlings alleinig mit Hilfe der
erhobenen Querprofile nach Formel IV fortfachen darf.

Es liegt an der Hand, dass die Formeln III und VI
zur Specialformel führen für Körper von gewisser Gestaltung,
wenn wieder für F_1, F_2 etc. die betreffenden Werthe, aus-
gedrückt durch die Einzelausmaasse, gesetzt werden.

Nun erscheint es mir angezeigt, die Grösse der
Fehler ersichtlich zu machen, welche durch die, man
kann sagen, amtsmässig eingeführte und geübte Anwendung
der Formel IV, oder die anderorts auch in Uebung stehende
VII gemacht werden.

Wenn der Rauminhalt eines Körpers, der als Prisma-
toid betrachtet werden kann, statt nach Formel III nach IV
berechnet wird, so ist die Grösse des Fehlers:

$$\triangle (\text{III} - \text{IV}) = \frac{l}{6} \left(\Sigma \frac{s_1 h_1}{2} - \Sigma \frac{s_2 h_2}{2} \right).$$

Wird statt nach Formel III nach VII gerechnet, so
ist die Grösse der Fehler

$$\triangle (\text{III} - \text{VII}) = - \frac{l}{12} \left(\Sigma \frac{s_1 h_1}{2} - \Sigma \frac{s_2 h_2}{2} \right).$$

Wenn statt der Formel VI jene VII verwendet wird,

$$\Delta (VI - VII) = \frac{l}{3} \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - F \right);$$

statt VI die Formel IV in Anwendung genommen, würde der Fehler

$$\Delta (VI - IV) = -\frac{2}{3} l \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - F \right) \text{ sein.}$$

Da K nach III gleich K nach VI berechnet, so folgt die Fehlergrösse

$$\Delta (III - IV) = \Delta (VI - IV)$$

und

$$\Delta (III - VII) = \Delta (VI - VII).$$

Der Fehler durch die Anwendung der Formel IV statt jener III oder VI ist somit der Grösse nach doppelt so gross, als wenn nach VII mittelst der Mittelschnittfläche gerechnet wird; und zwar mit Berücksichtigung des Vorzeichens, erhält man bei IV das Endresultat K um die doppelte Fehlergrösse zu klein als bei VII, welche letztere Formel zu grosse Resultate liefert. Die Fehler werden im Allgemeinen um so grösser, je grösser die Unterschiede der Flächen F_1 und F_2 sind.

Die Fehler werden Null, wenn

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} = \sum \frac{s_2 h_2}{2},$$

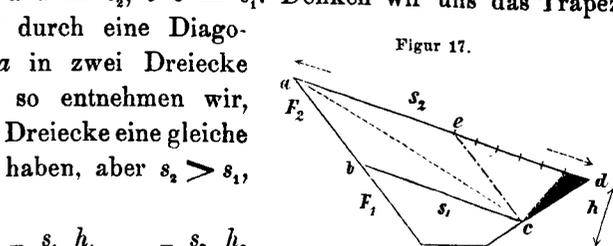
oder

$$F = \frac{F_1 + F_2}{2},$$

speciell $F_1 + F_2 = 2F$ oder

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} = \sum \frac{s_2 h_2}{2} = 0 \text{ ist.}$$

Um es an Nachweis und Verdeutlichung der Fehlerquelle und Fehlergrösse nicht fehlen zu lassen, wollen wir schliesslich sehen, in welchen Fällen die Formel IV zu genauen Resultaten führt, wenn Körper ausschliesslich von Trapezen und Rechtecken begrenzt sind. Z. B. Seien die Körper Einschnitte oder Dämme mit ebener natürlicher Bodenfläche, ebenen Böschungen, Sohlen oder Kronen etc. Fig. 17 $a d = s_2$, $b c = s_1$. Denken wir uns das Trapez $a b c d$ durch eine Diagonale $c a$ in zwei Dreiecke getheilt, so entnehmen wir, da beide Dreiecke eine gleiche Höhe h haben, aber $s_2 > s_1$, somit



$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} - \sum \frac{s_2 h_2}{2}$$

nicht 0 ist, der Rauminhalt des Körpers Fig. 17 nur nach III (beziehungsweise VI) gerechnet werden kann.

Zieht man zu $a b \parallel c d$, so wird

$$\text{area } c d e = \sum \frac{s_1 h_1}{2} - \sum \frac{s_2 h_2}{2},$$

es stellt somit

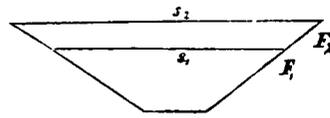
$$\left(\frac{1}{6} \cdot \overline{e d} \cdot h \cdot l \right)$$

entsprechend III die Ergänzung des nach IV berechneten Rauminhaltes zum richtigen Volumen dar.

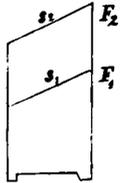
Dasselbe gilt für die Gestalt Fig. 18; dagegen für Fig. 19, welche einem Felseinschnitte entsprechen kann, wird Formel IV ein fehlerloses Resultat geben; desgleichen selbstverständlich für prismatische Körper.

Demnach ist dargethan, wie beschränkt die Formeln IV und VII behufs Ermittlung des genauen Rauminhaltes

Figur 18.



Figur 19.

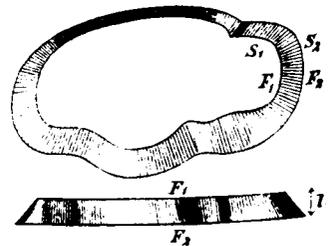


angewendet werden können, und welche bedeutende Fehler durch Vernachlässigung des richtigen Vorganges von Fall zu Fall gemacht werden.

Betrachten wir nun einen unregelmässigen, von zwei parallelen Ebenen begrenzten Körper mit stetigen Seitenflächen, Fig. 20; d. h., dass alle die Seitenbegrenzung bildenden Dreieckflächen unendlich schmal seien.

Die Seiten s_1 und s_2 an den parallelen Basisbegrenzungen werden ebenfalls unendlich klein, und die Polygone gehen in die krummlinig begrenzten parallelen Ebenen von den Flächen F_1 und F_2 über; man kann für $\sum s_1 = S_1$ und $\sum s_2 = S_2$ schreiben, wo S_1 und S_2 die Umfänge der Flächen F_1 und F_2 sind.

Figur 20.



Setzen wir nun die Summe der Flächen der Projectionen der unendlich schmalen Dreiecke, welche an F_1 sich schliessen

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} = S_1 \cdot h,$$

nämlich gleich dem Umfange S_1 mal einer verglichenen Höhe; ebenso sei

$$\sum \frac{s_2 h_2}{2} = S_2 \cdot h$$

angenommen; so wird

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} + \sum \frac{s_2 h_2}{2} = F_2 - F_1 = h (S_1 + S_2),$$

daraus

$$h = \frac{F_2 - F_1}{S_1 + S_2}$$

$$\sum \frac{s_1 h_1}{2} - \sum \frac{s_2 h_2}{2} = h (S_1 - S_2) = F_2 - F_1 \cdot \frac{S_1 - S_2}{S_1 + S_2},$$

welcher Werth in III eingesetzt für den Rauminhalt unter obiger Annahme ergibt:

$$K = l \left(\frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{F_2 - F_1}{6} \cdot \frac{S_2 - S_1}{S_1 + S_2} \right) \dots \text{VIII.}$$

Aus Gleichung V erhält man für die Mittelschnittfläche.

$$F = \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{1}{4} (F_2 - F_1) \left(\frac{S_2 - S_1}{S_1 + S_2} \right) \dots IX.$$

Um sich Einsicht zu verschaffen, für welche Körperformen die gemachte Annahme statthaft ist, sei die Formel VIII zur Raumberechnung eines schiefen elliptischen Stutzkegels angewendet.

Der Rauminhalt K_k eines schiefen Stutzkegels mit elliptischen Basen von den Achsen a und b , $n a$ und $n b$ ist bekanntlich

$$K_k = \frac{l}{3} (F_1 + \sqrt{F_1 \cdot F_2} + F_2).$$

Für $F_1 = \pi \cdot n^2 \cdot a b$, $F_2 = \pi \cdot a b$ gesetzt, wird

$$K_k = \frac{\pi}{3} l a b (n^2 + n + 1),$$

wenn l = Abstand der parallelen elliptischen Basen.

Nun in Formel VIII obige Werthe von

$$\begin{aligned} F_1 &= \pi \cdot n^2 \cdot a \cdot b \\ F_2 &= \pi \cdot a \cdot b \text{ und} \\ S_1 &= \pi \cdot (a + b) \cdot n \cdot x \\ S_2 &= \pi \cdot (a + b) \cdot x \end{aligned}$$

substituirt, gelangt man nach entsprechender Reduction zu der genau gleichen Formel für den Rauminhalt K_k .

Dieser Uebereinstimmung gemäss lässt sich die ziemlich ausgedehnte Anwendbarkeit entnehmen; so dass ein durch parallele Ebenen zerlegter Körper nach Formel VIII berechenbar erscheint, sobald die parallelen Schnittebenen, beziehungsweise Basen, eine zur nächsten, ähnlich sind und die Oberfläche eine stetige Begrenzung zeigt, entsprechend jener der schiefen elliptischen Stutzkegel.

Nachdem VIII nur unter der Voraussetzung

$$\Sigma \frac{s_i h_i}{2} = S_1 h \text{ und } \Sigma \frac{s_2 h_2}{2} = S_2 h$$

den Rauminhalt genau gibt, andererseits die Richtigkeit derselben für den schiefen elliptischen Stutzkegel nachgewiesen ist, so zeigt der Ausdruck für die Mittelschnittfläche IX, dass auch für Körper, bei welchen wieder obige Bedingung erfüllt ist, nur dann die Formel IV

$$K = l \cdot \frac{F_1 + F_2}{2}$$

angewendet werden darf, wenn $F_1 = F_2$ oder $S_1 = S_2$ ist, oder beides zugleich zutrifft.

Zur Raumberechnung vieler Körper ist Formel VIII mit genügender Annäherung verwendbar; es bedarf dabei nur der Messung der Flächen F_1 und F_2 und der Umfänge S_1 und S_2 , welch' letztere durch ein am Planimeter-Fahrstift angebrachtes Scheibchen mit Zählwerk geschehen könnte, wo die Längen der umfahrenen Basen ebenso wie am Planimeter die Flächen, einbezogen die betreffenden Correctionen, abgelesen würden.

Die Praxis der Kubikberechnung durch die Veröffentlichung meiner Studie und gemachten einfachen Darlegungen aus ihrem tiefgefurchten Geleise zu wälzen,

erwarte ich nicht; möge weiters nach der beliebten Berechnungsweise

$$K = l \cdot \frac{F_1 + F_2}{2} \text{ oder } K = l \cdot F$$

gerechnet werden, sobald man der Grösse der dabei begangenen Fehler bewusst ist, insbesondere bei grösseren Erdarbeiten etc. Arbeitsgeber und Arbeitsnehmer die Vergütung nach einer dieser Rechnungsmethoden „vereinbaren“.

Es sei nur erwähnt, dass der Rechnungsvorgang allgemein nach III eine tabellarische Uebersicht der erhobenen Werthe gestattet und dadurch auch derlei Berechnungen leicht controlirbar sind.

Ich übergebe diese 1872 gemachte Studie meinen werthen Genossen, annehmend, dass sie Manchem willkommen sein, vielleicht einen grösseren Kreis interessiren dürfte, wenn sich auch im Verfolge meiner Abhandlung einiges Bekannte wiederfindet, wie VI und III₂ von Wittstein, Schlesinger; dies musste sich eben sachgemäss ergeben, sobald von einem „allgemeinen Satze wie I, II, III“ ausgegangen wird.

Mittheilungen über die Weltausstellung in Paris im Jahre 1878.

Von

Anton Hanninger,

Ingenieur der österr. Staats-Eisenbahn-Gesellschaft.

(Mit Zeichnungen auf Blatt Nr. 21 u. 22.)

Neuerdings bereitet sich Paris vor, um im künftigen Jahre wieder alle Völker zum allgemeinen Wettstreit auf dem Felde der Kunst und Industrie zu sich zu laden, nachdem elf Jahre seit der letzten Pariser Weltausstellung verflossen sind.

Trotzdem die Einleitung der Arbeiten im verflossenen Jahre in eine nicht günstige Zeit für ein so allgemeines Friedensfest fiel, da alle europäischen Staaten mehr oder weniger vom Krieg und dessen politischen Consequenzen in Athem gehalten wurden, und auch heuer alle Phasen von Friedenshoffnungen und Kriegsbeginn durchzumachen hatten, so zeigt sich doch bisher ein lebhafter Antheil an der Ausstellung, welcher zunächst in den zahlreichen Anmeldungen der Aussteller (in Frankreich und dessen Colonien gegen 30,000, während im Jahre 1867 nur 19,000) Ausdruck findet. Mit rastloser Eile und Fleiss arbeiten Tausende, damit rechtzeitig das schützende Dach bereit sei, um die zahllosen Producte des geistigen und mechanischen Schaffens vom Urstoff bis zu dessen vollendetster Bearbeitung zu bergen, und so beginnt am 1. Mai 1878 das grosse Völkerfest, bei dem jeder Besucher ein reiches Feld des Studiums und der Belehrung finden wird.

Das Programm für das Project des Ausstellungsgebäudes wurde zum Concurs vom 25. April bis 15. Mai 1876, das ist für 20 Tage ausgeschrieben, und ein Preis mit 5000 Frs., ein Preis mit 3000 Frs. und drei Preise mit je 2000 Frs. bestimmt.

Es langten 94 Projecte ein, wovon am 26. Mai v. J. zwar kein erster Preis zur Vertheilung gelangte, jedoch mit je 3000 Frs. die Architekten Davioud und Bourdais, Bruneau, Crépinet,

Coquart, Picq, Roux, und weitere sechs Architekten mit je 1000 Frs. ausgezeichnet wurden.

Das Weltausstellungs-Gebäude wird in Paris wieder auf demselben Platze wie im Jahre 1867 — am Marsfelde — errichtet, nur dass noch ein bedeutender Vergrößerungsbau dazu kommt, der sich auf dem anderen Ufer der Seine, „am Trocadero“ befindet, in dessen Park auch alle Nebenbauten, sowie Gebäude der Gartenkunst und Aquarien etc. untergebracht werden. Indem über die Jena-Brücke während der Ausstellung voraussichtlich eine ungeheure Frequenz sein wird, so ist eine provisorische Verbreiterung dieser Brücke während dieser Zeit in Aussicht genommen.

Anfangs wollte man neben der 15·0^m breiten Jena-Brücke eine ganz neue Brücke in der Verlängerung der Avenue de Suffren ausführen, ging aber später von der Idee ab und überdeckt jetzt einfach die Jena-Brücke mit Querträgern, welche auf Säulchen neben der alten Fahrbahn und auf dem starken, steinernen Geländer aufliegen und mit Consolen über die Parapete hinausragen, wodurch um zwei Gehwege mehr geschaffen werden. Die alte, unterhalb liegende Fahrbahn bleibt wie sie ist, und soll der also gewonnene Raum zwischen alter und neuer Fahrbahn dazu dienen, um die Wasserleitungsröhren für die Ausstellung hineinzulegen. Nach Schluss der Ausstellung wird die neue Ueberbrückung abgenommen und der frühere Bestand hergestellt.

1. Das Ausstellungsgebäude am Marsfelde.

Das Marsfeld ist ein rechteckiger circa 1000·0^m langer und 500·0^m breiter Platz, der an den kurzen Seiten von der Militärschule und der Seine, an den Langseiten von den Avenuen de Suffren und de la Bourdonnaye begrenzt wird. In der Mitte desselben erhebt sich das Ausstellungsgebäude mit einer Länge von 706·20^m und einer Breite von 340·60^m, welche Dimensionen im Maximum, bis zum Dachrand der Marquisen und der Pavillons gemessen, 750·20^m und 350·6^m betragen, und einer Gesamtfläche von 256.000 □^m entsprechen. — An die beiden Langseiten und dem der Militärschule zugewendeten Theile des Gebäudes schliesst sich ein ungefähr 55·0^m breiter, zu Parkanlagen ausgebildeter Streifen an, auf welchem die Administrations-, Post- und Telegraphengebäude, sowie die verschiedenen Kesselhäuser errichtet werden.

Von der Seine aus gelangt man zur Hauptfaçade des Gebäudes durch einen hübsch angelegten, circa 180·0^m breiten Park von 8 Hektaren Fläche, der zu einer grossen 75·0^m breiten Treppe von 20 Stufen führt, über welche man zu einer 17·0^m breiten Terrasse hinansteigt, die sich in einer Länge von 210·0^m unmittelbar vor dem Gebäude hinzieht. Von diesem Plateau aus hat man einen sehr freundlichen Ueberblick auf den Park, die lebhaft mit Dampfschiffen befahrene Seine, an deren anderem Ufer die Gartenanlagen des Trocadero mit den vielen verschiedenartigen Bauten ansteigen, welche von dem grossartigen Festgebäude mit den beiderseits sich anschliessenden Gallerien gekrönt werden und so ein ebenso anziehendes wie prächtiges Bild begrenzen.

Die bedeutende Länge des Ausstellungsgebäudes, sowie die Abwechslung in der Façade durch den vorspringenden 40^m hohen Mittelbau und Eckpavillons, welche durch mächtige Kuppeln überdeckt sind, geben dem Ganzen einen bedeutenden Charakter, der noch insbesondere durch die vorgelegte grosse Treppe und Terrassenanlage erhöht wird.

Die Stirnfaçade gegen die Seine misst 340·6^m und ist, so wie überhaupt das ganze Gebäude, im Wesentlichen aus Eisen hergestellt.

Man gelangt durch 27 Thore in das grosse, 25·0^m im Lichten breite Vestibule von 16·0^m Höhe, welches durch die ganze Breite des Gebäudes geht und wovon alle Längsgalerien auslaufen. Dasselbe wird sehr hell durch grosse Glasfenster erleuchtet, und soll durch Malerei, hauptsächlich polychrom durchgeführt, reich ausgeschmückt werden. Von den beiden Enden des grossen Vestibules in senkrechter Richtung auf dasselbe kommt man von den Eckpavillons aus jederseits in eine 645·00^m lange Maschinen-Gallerie, welche eine Lichtweite von 35·0^m, eine Höhe der Seitenwände von 15·75^m und eine Firsthöhe von 23·65^m hat, und am andern Ende des Gebäudes, gegen die Militärschule zu, wieder in ein ganz gleiches Quer-Vestibule, wie das vorher beschriebene mündet, nur dass dasselbe in der Decorirung einfacher gehalten ist.

Der Hauptsache nach besteht die Construction der Maschinen-Galerien aus Bindern in Entfernung von je 15·0^m, welche aus eisernen Hauptfeilern gebildet sind und ein Polonceau-Gespärre mit einer Sparrenstütze tragen, wovon jedoch der Angriffspunct der horizontalen Zugstange an der untern Gurtung des Sparrens liegt, welch' letzterer gegen das Auflager consolenartig geformt und so die einseitige Windbelastung aufzunehmen im Stande ist.

Zwischen je zwei Gespärren der Maschinen-Gallerie laufen 2 Saumpfetten für die Rinnen, 16 gewöhnliche und eine Firstpfette aus Schmiedeseisen, in Form von Fachwerkträgern, der Länge der Gallerie nach. Ueber dem First beider Maschinen-Galerien und Vestibule, somit längs des Umfanges des ganzen Gebäudes, geht ein 5·0^m breiter Laufsteg, von welchem man einen prachtvollen Blick über Paris und den zunächst liegenden Ausstellungsplatz mit dem Trocadero gewinnt. Bis zur Höhe von 8·50^m sind sowohl Maschinen-Galerien wie auch die Vestibule in der Stärke von 0·50^m als Fachwerk ausgemauert, und daher die Hauptfeiler unter sich mit eisernen Querriegeln verbunden.

Darauf folgt eine 7·25^m hohe, leichte Fensterwand, welche für den Abschluss der Gallerien nach Aussen und die Seitenbeleuchtung sorgt.

Die Eindeckung des Hauptvestibules und dessen Kuppeln gegen die Seine geschieht mit Schiefer von Angers (die bedeutendsten Brüche im nordwestlichen Frankreich), die beiden Maschinen-Galerien und das Vestibule gegen die Militärschule sind mit 0·21^m × 0·45^m grossen verzinkten Eisenblechtafeln von $\frac{1}{8}$ ^{mm} Stärke eingedeckt.

Es muss hier besonders erwähnt werden, dass auf Vorschlag des Mr. Henri de Dion, Präsident der „Société des ingénieurs civils“, die ganze Construction der Maschinen-Gallerie in gleicher Weise wie die Personenhalle des neuen Pester Bahnhofes der österreichischen Staats-Eisenbahn-Gesellschaft ausgeführt wird, da dieselbe in ihrem Systeme und Details als die zweckmässigste, mit sehr gefälligem Aussehen, anerkannt wurde.

Diese Halle ist unter Leitung des Baudirectors Herrn de Serres im Mai 1876 durch die Unternehmung Eiffel & Comp. (Paris) begonnen, im October 1876 officiell erprobt worden, und geht nun ihrer gänzlichen Vollendung entgegen.

Die Hauptdimensionen beider Hallenprofile sind folgende:

	Pester Personenhalle	Maschinen-Gallerie
Spannweite	42·00 ^m	35·00 ^m
Firsthöhe	24·81 ^m	23·65 ^m
Höhe der Seitenwände .	15·75 ^m	15·75 ^m
Entfernung der Gespärre .	8·85 ^m	15·00 ^m

Desgleichen wurde auch die Ausbildung des Cassen-vestibules des obengenannten Bahnhofes in seiner leichten, eleganten Durchführung für das Hauptvestibule und Façade gegen die Seine in Vorschlag gebracht, und von dem Architekten Mr. Hardy nur eine noch reichere und den Zweck dieses Gebäudes mehr ausdrückende Form angeordnet.

An die äusseren Seiten der Maschinen-Gallerie schliesst sich eine 12·0^m weite und nur 6·0^m hohe Marquise an, die einerseits durch Säulen gestützt ist, zwischen welchen Glaswände zum Abschluss eingesetzt sind.

Durch einen 5·0^m frei über die Säulen ausragenden Theil wird eine gedeckte Promenade geschaffen, die sich längs allen vier Gebäudeseiten hinzieht. Diese Marquise hat in Entfernung von je 5·0^m, gitterförmige Gespärträger, die einerseits auf den Säulen ruhen, anderseits mit den Hauptpfeilern der Maschinen-Gallerie oder deren Verbindungsträgern vereinigt sind. In der Mitte der Marquise ist ein grösseres Glasoberlicht, während die übrigen Theile mit gewöhnlichem Zinkblech gedeckt sind.

An die inneren Seiten jeder der zwei Maschinen-Gallerien reihen sich drei Mittel-Gallerien an, welche durch zwei Gänge von 5·0^m Breite getrennt sind.

Jede der Mittel-Gallerien ist 655·0^m lang und 25·0^m weit. Sie bestehen aus einfachen Polonceau-Gespärren in Entfernung von je 5·0^m, die sich auf 7·5^m hohe gusseiserne Säulen stützen, und im First in der Höhe von 12·50^m einen 1·0^m weiten Dachaufsatz, der zur Lüftung dient, tragen. In den oberen Theilen des Daches, nächst dem Firste, sind Glasoberlichte, während die übrigen Flächen mit Zinkblech gedeckt sind.

Sämmtliche Eindeckungsarbeiten sind derart vergeben, dass die Preise nur für Befestigen, Leihgebühr und Wiederabnahme berechnet werden. Die sechs Mittel-Gallerien ruhen zusammen auf 1220 Säulen.

Quer durch das ganze Gebäude und parallel mit den Vestibules ist die Verbindung durch acht 5·0^m breite und zwei 15·0^m breite Gänge hergestellt, welche alle Gallerien kreuzen und bis in's Freie führen. Unter dem hölzernen Fussboden der Mittel-Gallerien, dessen Langschwelen auf eisernen Säulen ruhen, ist durchwegs ein 2·50^m tiefer hohler Raum geschaffen, dessen Sohle das sich gegen die Seine zu senkende natürliche Terrain bildet, während die ähnlichen Räume unter Maschinen-Gallerien und Vestibule, sowie Central-Gartens zwischen den Fundamentmauern bis zur Fussbodenhöhe angeschüttet sind. Dieselben sind durch grosse Gewölbe für Ventilation- und Canalsystem unterbrochen und verbinden die Souterrains der Mittel-Gallerien mit Aussen bis zu den luftzuleitenden Maschinen. Die Erdbewegung hiebei beträgt circa 300,000^{kbm}.

Nach den beiden letzten Mittel-Gallerien gelangt man in den offenen Raum, welcher 650·0^m lang und 75·0^m breit ist, und kommt zunächst in zwei nur mit Stoffen, zum Schutz gegen Sonne und Regen, überspannte je 18·0^m breite Passagen, zwischen welchen sich die acht Gebäude der Kunst-Gallerie und der Central-Garten befinden.

In der Mitte von jedem Quer-Vestibule aus, gegenüber dem Haupteingange, öffnet sich eine prächtige Enfilade von je vier Sälen mit 49·0^m und 53·0^m Länge und 25·0^m Breite, an die sich zu beiden Seiten eines jeden wieder vier kleinere, 15·0^m lange, 7·0^m breite Ausstellungszimmer anschliessen, somit im Ganzen 8 grosse und 32 kleinere Räume für die Kunstaustellung bestimmt sind.

Jeder Hauptsaal mit seinen vier Nebensälen bildet ein Gebäude für sich und ist von allen Seiten isolirt, um im Falle einer Feuersgefahr dieselbe leichter zu beschränken. Ueberdies sind bei diesen acht Bauten die Wände ganz aus vollem Mauerwerk hergestellt, und mit einem einfachen Polonceau-Dach, genau wie bei den Mittel-Gallerien, überdeckt. Diese Bauten sind durch 7·0^m breite, gedeckte Gänge von einander getrennt.

In der Mitte des ganzen Ausstellungsgebäudes ist ein freier, offener Raum, der als Central-Garten dienen soll, und dem vom Gehen und Sehen müden Besucher einen willkommenen Ruhepunkt gewähren wird; er misst 165·0^m Länge und 75·0^m Breite. — In diesem Garten wird ein grosses Wasserbassin errichtet, in dem sich inselförmig ein Kiosk erhebt, der durch zwei Brücken zugänglich ist, und in welchem täglich Militärmusiken die Besucher auf's angenehmste zerstreuen werden.

Der Central-Garten, sowie die beiden Lang-Passagen werden reich mit Blumen und Gesträuchen geschmückt, und durch aufgestellte Statuen verschönert. Die beiden, 650·0^m langen Façaden der Mittel-Gallerien gegen den Garten sollen noch eine besondere Decoration dadurch erhalten, dass auf denselben die verschiedenen Typen von Architekturen in jener Reihenfolge plastisch dargestellt werden sollen, wie sie den verschiedenen Ländern entsprechen, welche dem betreffenden Theil dieser Façade angehören. Da jene Hälfte des ganzen Ausstellungsgebäudes an der Avenue de la Bourdonnaye für die Erzeugnisse Frankreichs, die andere Hälfte für jene aller übrigen Länder bestimmt ist, so wird auch die erstere Façade die Architekturbilder von französischen Gebäuden, die andere Seite aber die grösste Mannigfaltigkeit der fremdartigsten Architekturen aller Nationen darstellen.

Jede der Mittel-Gallerien wird der Länge nach in zwei Theile getheilt, so dass jederseits zwischen Maschinen- und Kunst-Gallerie, sechs Halbgallerien entstehen. Dieselben sind vom Central-Garten aus, nach Aussen gerechnet, zu folgenden Ausstellungsgruppen bestimmt:

Erste Halbgallerie: Material und Anwendung der freien Künste.

Zweite und dritte Halbgallerie sammt Gang: Möbel und andere Einrichtungsgegenstände.

Vierte und fünfte Halbgallerie sammt Gang: Kleider und andere zum Anzug gehörende Gegenstände.

Sechste Halbgallerie: Erzeugnisse der Urproduction, roh und in verschiedener Bearbeitung.

Dann folgt die Maschinen-Gallerie, in welcher man in ihrer ganzen Länge mit Einem Male das lebhafte Schauspiel industrieller Thätigkeit vor Augen bekommt, und was jedenfalls hier, wie in allen Ausstellungen, eines der blendendsten Bilder geben wird.

Ausserhalb der Maschinen-Gallerie folgt die abgeschlossene Marquise, in welcher „Nahrungsmittel auf verschiedener Stufe der Zubereitung“ ausgestellt sind, und die Restaurants mit den nöthigen Buffets sich installiren werden.

Die einzelnen Gebäudetheile nehmen nachstehende Flächenräume im ganzen Baue ein:

Ausstellungsgebäude 1878	Ähnliche Räume des Aus- stellungsgebäudes 1867	
Aeusserer 12·0 ^m breite Marquise	19,500 □ ^m	13,273 □ ^m
Maschinen-Galerien	46,000 "	42,336 "
Vestibule	18,800 "	2,491 "
Mittel-Galerien sammt Zwischen- gänge	111,600 "	72,169 "
Gebäude der Kunst-Galerien	14,300 "	7,079 "
Galerie der Archäologie (histo- rische Ausstellung) (am Trocadero)		3,375 "
Innere, mit Stoffen überspannte Promenaden	21,800 "	2,293 "
Gedeckte Oberfläche des Ge- bäudes	232,000 □ ^m	143,016 □ ^m
Gedeckte Oberfläche mit Zu- ziehung des 5·0 ^m breiten Vordaches um das ganze Gebäude	243,600 □ ^m	153,071 □ ^m
Innerer Garten	12,400 "	5,743 "
Gesamtoberfläche des Gebäudes .	244,400 □ ^m	148,759 □ ^m
Gesamtoberfläche bis zum Rand des Vordaches gerechnet	256,000 □ ^m	158,814 □ ^m

Die Haupteintheilung des Gebäudes erinnert an die Weltausstellung von 1867, nur dass man in der Grundform die Ellipse (resp. zwei Halbkreise mit gerader Einschaltung) verliess und für 1878 das Rechteck anwendete. Dadurch gewinnen die Gallerien an einfacher Construction, die Besucher an leichter Uebersicht und die Aussteller — durch lauter rechteckige Räume und Ecken — an bequemerer Installation. Ueberdies ist auch die Verwerthung der rückgewonnenen Materialien, insbesondere der Eisentheile, bei späterer Demolirung, durch die Gleichartigkeit der Gespärre und Verbindungsstücke, eine weit günstigere; wogegen der Materialerlös nach der Ausstellung vom Jahre 1867 nur 1½ Millionen, bei einer Herstellungssumme von circa 12 Millionen Frs. ergab.

Die ausländische Abtheilung (gegen Avenue de Suffren) wird durch Querstreifen von verschiedener Breite in die einzelnen Länder getheilt, so dass man wieder die beiden Gruppensysteme nach Ländern und Gegenständen vertreten findet. Vom Haupt-Vestibule gegen die Seine aus liegt zunächst England und seine Colonien, welches ungefähr ¼ des für das Ausland bestimmten Raumes einnimmt, daran schliesst sich Südamerika und Brasilien, Nordamerika, Russland. Nach der Unterbrechung des 15·0^m breiten Querganges folgt bei dem Central-Garten: Italien, Oesterreich, China, Persien, Siam, Japan, Türkei mit den afrikanischen Staaten, Griechenland, Portugal und Spanien. Nach dem folgenden 15·0^m breiten Quergang kommt: Schweden und Norwegen, Dänemark, Schweiz, Niederlande, Belgien und der für Deutschland noch reservirte Raum.

Wenn auch der für die Aussteller bestimmte Raum, strenge genommen, nicht bedeutend grösser wie im Jahre 1867 ist, so wird doch der Besucher angenehm durch die Bequemlichkeit überrascht sein, da durch die weiten Gänge und Vestibule jedes Gedränge vermieden wird, und Jeder die verschiedenen Räume leicht passiren kann, ohne die um die ausgestellten Gegenstände gruppirten Personen zu stören. Es ist vielleicht schade, dass Frankreich von den übrigen Ländern ganz isolirt ist. Durch die grosse Breite des innern Gartens jedoch wird dieser Uebelstand

durch vielerlei Vorzüge, welche in diesem Systeme liegen, aufgehoben.

Insbesondere aber für die fremden Nationen, denen ein kleinerer Streifen im Gebäude zugewiesen ist, wird es von Vortheil sein, einen gleichförmiger vertheilten Raum zu erhalten, als im Jahre 1867. — Belgien, Oesterreich, Schweiz etc., welche mit Recht stolz auf ihre Ausstellungsobjecte sein konnten, aber leider in den halbrunden Theil des Gebäudes eingetheilt waren, fanden für gewisse Gruppen nicht genug Raum im Palais, und mussten deshalb Annexe im Park errichten, da sie durch den trapezförmigen Ausschnitt des Platzes in den inneren Gallerien sehr beschränkt, dagegen nach Aussen, in Maschinen-Gallerie, und insbesondere in der vorgelegten Marquise für die Restaurants sehr weitläufig bedacht waren, was im Jahre 1878 wegfallen wird. Eine weitere, sehr angenehme Neuerung für den Aussteller ist auch die, dass keine Platzmiete im Gebäude zu zahlen ist.

Die Weltausstellung im Jahre 1878 wird somit eine verschönerte und verbesserte Wiederholung von jener des Jahres 1867 sein, und nach den gemachten Erfahrungen alle Vortheile und Annehmlichkeiten einer gleichförmigen Vertheilung haben.

2. Das Gebäude am Trocadero sammt dem Parke.

Der frühere Hügel von Chaillot erhielt um das Jahr 1825 die Bezeichnung „Tracadero“ nach einem gleichnamigen spanischen Fort, welches die Armee des Herzogs von Angoulême (Sohn Carl X.) im Jahre 1823 eroberte. Napoleon I. hatte früher die Absicht, für seinen Sohn, den Herzog von Reichstadt, an diesem Platze ein Palais zu erbauen, was aber unterblieb.

Auf dieser Anhöhe, welche circa 30·0^m über dem Marsfelde liegt, erhebt sich nun, nach den Entwürfen der Architekten MM. Davioud und Bourdais, das Festgebäude, welches aus einem grossen, weithinragenden Mittelbau besteht, von dem beiderseits halbkreisförmig Gallerien auslaufen, die dem Marsfeld zugekehrt sind und mit zwei Pavillons enden, welche die umliegenden Theile des Platzes, mit den einmündenden Avenuen d'Jena und Delessert, bedeutend überragen.

Von den Gallerien bis zur Seine herab senkt sich der Park in unregelmässigen Wellen und gewinnt durch alle Arten von Bauten, Kiosken, Kuppeln, Hütten, Gewächshäusern und Aquarien, sowie Modellen verschiedener Gebäude, Springbrunnen und Statuen eine grosse Abwechslung und Leben.

Der Mittelbau des Gebäudes enthält einen grossen Fest- und Concertsaal, welcher auch zur Eröffnungsfeierlichkeit und Preisvertheilung benützt werden wird. Dieser Saal ist fast kreisrund mit einem Durchmesser von 50·0^m, bei 45·0^m Höhe, und hat ausser dem Parterre zwei Gallerien Logen nebst einem Amphitheater, um im Ganzen 6—8000 Zuhörer zu fassen. Im Grundrisse ist die Kreisform nur an Stelle des Orchesters unterbrochen, wo sich in der Mauer eine riesige halbbogenförmige Oeffnung befindet, um Hunderte von Sängern und Musikern aufzunehmen. Im Fonde dieser stufenförmigen Estrade wird noch eine mächtige Orgel zur Verstärkung der Musikvorträge angebracht. — Zu beiden Seiten des Festsaaes schliessen sich Pavillons an, welche im 1. Stockwerke Versammlungs- und Conferenz-Säle haben, die bei Concerten als Foyers benützt werden können; unter diesen sind im Erdgeschoisse die grossen Vestibule, durch welche man von Seite des

Bois de Boulogne ebenfalls in den Ausstellungsraum gelangt. Zwei grosse Stiegen führen in das 1. Stockwerk, und sind in den Pavillons gegen die Strasse angelegt.

Die halbkreisförmigen Gallerien, welche sich an den Mittelbau anschliessen, bestehen aus zwei Tracten, wovon der eine 12·5^m breite geschlossen ist und die „Historische Kunstaussstellung“ mit den Meisterwerken aller Zeitepochen bis zum Anfang dieses Jahrhunderts enthält, während der andere dem Parke zugewendete Tract eine offene 5·0^m breite, gedeckte Promenade bildet. Diese Gallerien in Gesamtlänge von 500·0^m beginnen vom Mittelbau aus ebenerdig, erheben sich aber immer mehr über das fallende Terrain, so dass auch jede Seite in drei Abtheilungen durch je zwei Zwischenpavillons getheilt ist, zu welchen stets höhere Stiegenanlagen führen, wodurch die Endpavillons, gegen die Seine zu, bereits einstöckig sind und im Erdgeschoss ein Vestibule mit grosser Treppe enthalten, um auch von dem tiefer liegenden Strassenniveau der kreuzenden Avenuen d'Jéna und Delessert zur Höhe der Kunstgalerie, im 1. Stockwerke, zu gelangen.

Indem das Hauptgebäude am Trocadero, mit Ausnahme der beiden Flügel, definitiv stehen bleiben und die Ausstellung überleben soll, so ist dasselbe auch ganz aus Mauerwerk in Stein und farbigen Ziegeln ausgeführt und reicher in der Architektur gehalten.

Zwei 70·0^m hohe Thürme, von welchen aus das Marsfeld mit elektrischem Lichte beleuchtet werden soll, überragen den Mittelbau und stehen zur Seite des Concertsaales, der im Aeusseren durch zwei Etagen von offenen Gallerien umgeben ist, während in weiterer Höhe grosse und breite Bogenfenster Licht in den Saal führen.

Um eine weitere decorative Wirkung zu erzielen, und Bewegung in das ganze Bild zu bringen, hatten die leitenden Architekten den ganz glücklichen Gedanken, vom Niveau des Festsaales aus grossartige Bassins mit Wasserkünsten gegen den Park zu anzulegen.

Von einem grösseren Wasserbecken, in dessen Mitte eine imposante Brunnengruppe steht, welche Frankreich darstellt, die vier Weltgegenden empfangend, stürzt das Wasser in einer Breite von 20·0^m in ein 9·0^m tiefer liegendes Bassin, wobei ein Durchgang hinter diesem Wasserfall angelegt wird. Von diesem Bassin aus gelangt die ganze Wassermasse über 20 Stufen, ähnlich wie bei den Wasserkünsten in St. Cloud bei Paris, in ein unteres grosses Bassin von 70·0^m auf 50·0^m an dessen Rande noch Drachen und andere Ungeheuer weitere Wasserstrahlen in den Teich senden.

Diese Anlage wird nicht nur allein einen fesselnden Anblick, sondern in den heissen Sommertagen eine erfrischende Kühlung gewähren.

Was endlich die Kosten der Weltausstellung betrifft, so werden dieselben nicht wie im Jahre 1867 mit ungefähr $\frac{1}{3}$ vom Staat, einem zweiten Drittel von der Stadt Paris, und dem Reste von einer Gesellschaft, welche zuerst mit den Einnahmen zu entschädigen war, gedeckt, sondern diesmal ist es der Staat allein, welcher die Ausstellung veranstaltet. Das General-Commissariat steht direct unter dem Handelsministerium, und bildet so zu sagen eine temporäre Abtheilung in demselben. Die Ausgaben und Einnahmen gehen durch das Finanzministerium, welches die Zahlungen für die votirte Subvention leistet, und die später entstehenden

Einnahmen empfängt. Die Weltausstellungs-Commission ist daher mehr rathgebend als unmittelbar leitend, so dass der General-Commissär von ihr die Vorschläge erhält, dieselben im Detail ausarbeitet und dann dem Handelsminister zur Genehmigung vorlegt, welcher in besonderen Fällen noch die Bewilligung des Staatsoberhauptes einholt.

Auf diese Art ist sowohl das General-Commissariat wie auch die Ausstellungs-Commission der finanziellen Sorgen enthoben, und kann sich ungestört den eigentlichen inneren Ausführungsarbeiten und organisatorischen Fragen hingeben, die ein weites Gebiet umfassen. Aus der Ausstellungs-Commission gehen noch zwei Comités hervor, wovon das eine die Verträge für die Vergebung der einzelnen Arbeiten unter Vorsitz des Handelsministers abschliesst, das andere die architektonischen Fragen behandelt.

Die vom Staate votirte Summe für die Weltausstellung 1878 beträgt nach den gemachten Voranschlägen Frs. 35,313.000, und vertheilt sich folgendermassen:

	Francs
Für die Construction des Gebäudes	23,228.000
„ Parkanlagen und Cascade	3,265.000
„ Betriebsetzung der Maschinen	1,500.000
„ Einschnitte zur Fortsetzung der Quais	500.000
„ Wasser- und Gasinstallation	950.000
„ besondere Auslagen der Kunstaussstellung	100.000
„ temporäre Thierausstellung	300.000
„ Einfriedungen	370.000
„ Administration, Gratification etc.	1,800.000
„ Herstellung des Marsfeldes in den früheren Bestand	300.000
	32,313.000
„ Medaillen, Anerkennungen und Auszeichnungen	1,500.000
„ Feste	500.000
„ Unvorhergesehenes	1,000.000
	3,000.000
	Zusammen Frs. 35,313.000

(Für die gleichen Posten waren im Jahre 1867 zusammen 23 Millionen bestimmt.)

Die Einnahmen sind auf 19,235.000 Frs. veranschlagt und zerfallen:

Für Einnahmen durch Entrées	14,000.000
(10,765.000 im Jahre 1867)	
„ Verkauf von Baulichkeiten und Materialien	4,000.000
„ Verschiedene Einnahmen durch Vermiethung an Restaurants, Cataloge etc.	1,235.000
	Zusammen Frs. 19,235.000,

somit bleibt eine Summe von 16 Millionen als eigentliche Kosten der Ausstellung, wogegen wohl nicht die erhöhten Einnahmen für Post, Telegraph, Zoll etc. vergessen werden dürfen. Durch die unerwarteten Kosten, welche die ungewöhnlich schwierige Fundirung des Gebäudes am Trocadero verursachten, da dasselbe über das vielfach von Höhlungen durchkreuzte Terrain längst aufgelassener Steinbrüche steht, wurde der Handelsminister bereits genöthigt, die Bewilligung zur Erhöhung der Ausgaben um 3 Millionen

zu verlangen. Die Stadt Paris wird das Palais wahrscheinlich um den Materialwerth von 2 Millionen später übernehmen, worüber gegenwärtig unterhandelt wird.

Die Oberleitung sämmtlicher Arbeiten der Ausstellung liegt in den bewährten Händen des Herrn Senators J. B. Krantz, welcher zum „General-Commissär der Weltausstellung für 1878“ ernannt wurde. — Mr. Krantz verliess im Jahre 1838 die Ecole des Ponts et Chaussées, und widmete sich dem Eisenbahnfache. Er besitzt eine hervorragend wissenschaftliche Bildung und reiche Erfahrung, und verbindet mit der gewinnendsten Liebenswürdigkeit eine grosse Energie. Die bedeutenden Arbeiten, welche er als Chef-Ingenieur der Orleansbahn beim Baue einer fast 800^{km} langen Strecke in den Departements von l'Aveyron, la Haute-Vienne, le Lot- et Garonne und la Dardogne ausführte, geben einen glänzenden Beweis seiner Thätigkeit. Im Jahre 1867 leitete er den Bau des Ausstellungsgebäudes in Paris, und trat im Jahre 1868 als Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées mit einem neuen Systeme beweglicher Schleusen (barrage mobile) auf, welches auch grösseren Schiffen gestatten würde, bis Paris zu gelangen. Seitdem wurde er mehrfach öffentlich ausgezeichnet, und später zum Senator ernannt.

Als weitere Mitglieder des General-Commissariates wurden Mr. Duval zum Director der Ausstellungsbauten, Mr. Hardy zum Architekten des Ausstellungsgebäudes am Marsfelde bestimmt, welche beide schon bei der Exposition von 1867 ähnliche Stellungen einnahmen, während die MM. Davioud und Bourdais als Architekten des Gebäudes am Trocadero ernannt sind.

Mr. Georges Berger ist Director der ausländischen Abtheilung im Gebäude, und auch schon im Jahre 1867 hiefür thätig gewesen; Mr. Dietz-Monnin, Director der französischen Abtheilung; Mr. de Chennevières leitet die Anordnung und Installirung in der Kunst-Gallerie; Mr. de Longpérier, Director der historischen Ausstellung; Mr. Tisserand, Director der Landwirthschafts- und Garten-Ausstellung.

Schliesslich sei noch über die Vergebung einzelner Arbeiten erwähnt, worunter wir insbesondere bei den Eisenconstructions Firmen treffen, welche auch durch ihre in Oesterreich hergestellten Arbeiten hier bekannt sind:

Eisenconstructions.

Maschinen- und Aussen-Gallerien.

Gegen Avenue de Suffren. Unternehmer: Schneider in Creuzot	1,800.000 Frs.
Gegen Avenue de la Bourdonnaye. Unternehmer: Compagnie de Fives-Lille	1,800.000 „
mit folgenden Einheitspreisen:	
Für Gusseisen per Klgr. 0·30 Frs.	
„ Schmiedeseisen zu Glaswänden, Sprossen etc. „ „ 0·68 „	
„ Schmiedeseisen, gewöhnl. Kategorie „ „ 0·55 „	
samt Lieferung, Aufstellung, Zoll und zweimaligem Oelanstrich.	

Vestibule und Hauptfaçade gegen die Seine.

Unternehmer: Eiffel & Comp. in Levallois-Perret (Paris) 1,500.000 Frs. mit folgenden Preisen:

Schmiedeseisen und Bleche der currenten Gespärre	1,055.460 ^{ks} à 0·55 =	580.503 Frs.
Schmiedeseisen und Bleche des Mittel- und der Eckpavillons	683.440 ^{ks} à 0·65 =	440.236 „
Schmiedeseisen und Bleche der Glaswände	505.453 ^{ks} à 0·68 =	343.708 „
	2,244.353 ^{ks}	= 1,368.447 Frs.
Für Unvorhergesehenes		131.553 „
		1,500.000 Frs.

Vestibule gegen die Militärschule.

Unternehmer: Cail & Comp. in Paris 1,450.000 Frs. (mit gleichen Preisen wie bei Unternehmung Eiffel & Comp.).

Mittel-Gallerien.

Zu vier Theilen an Unternehmer: Roussel, Moisant, Rigolet, Baudet zusammen . . . 5,320.000 Frs.
Gusseiserne Dachrinnen. Unternehmer Gustave de St. Phalles in Mezières 200.000 Frs.

Kunst-Gallerie (Galeries des Beaux-Arts).

Unternehmer: Lelubez 260.000 Frs.

Gallerie der historischen Ausstellung (Trocadero).

Dach-Construction der beiden Flügel. Unternehmer: Joly in Argenteuil (Paris) 175.000 Frs.

Eindeckung mit verzinkten Eisenblechplatten.

In der Grösse von $\frac{210 \times 450}{3 \cdot 5}$ Millimeter.

Unternehmung: Société de Montataire, für leihweise Lieferung bis 1. Mai 1879 sammt Legung und Abnahme.

Circa 450.000^{ks}, für 100^{ks} = 46·15 Frs.

Zimmerarbeit.

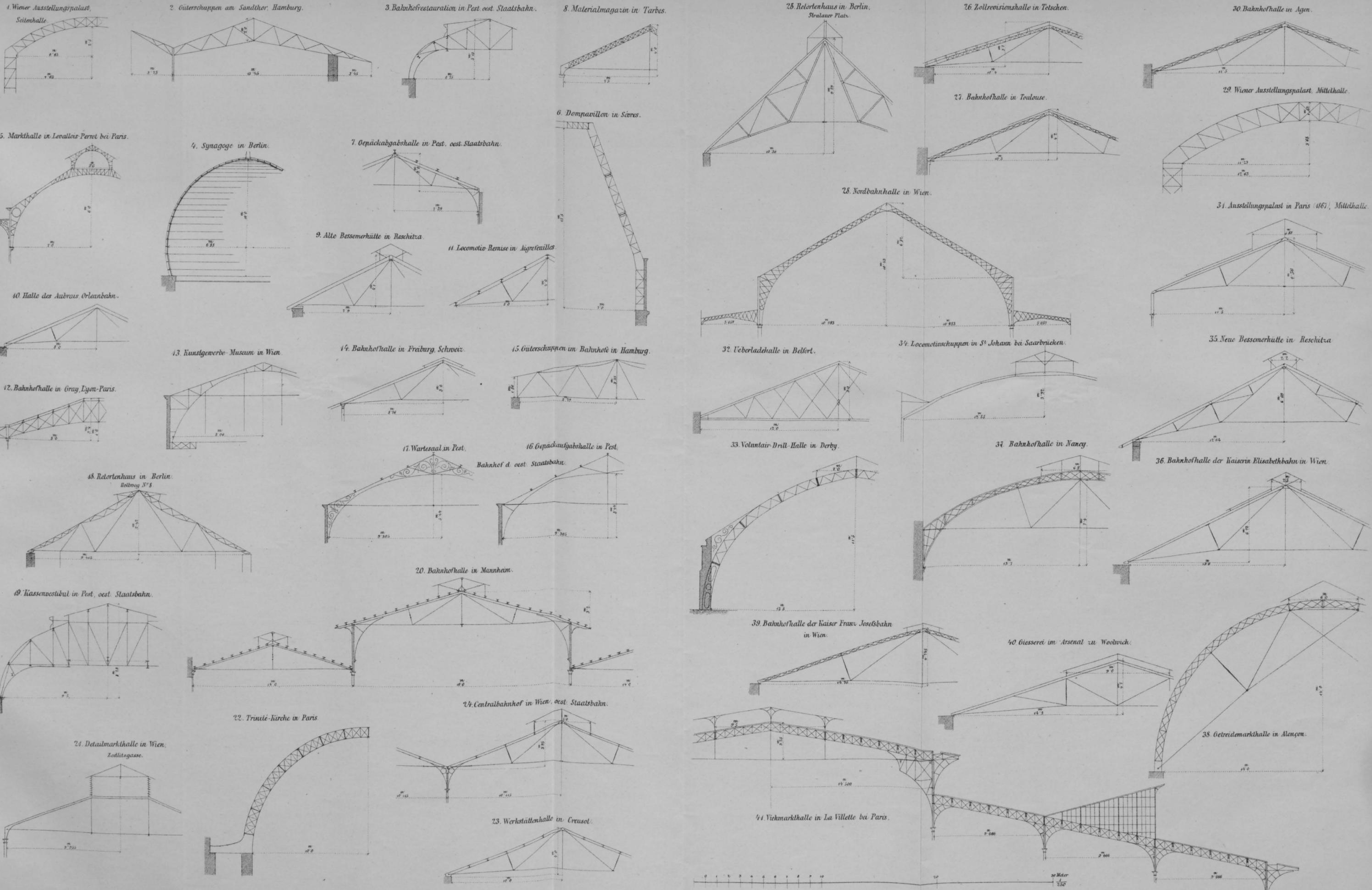
Lieferung und Legen von Fussböden in den Mittel-Gallerien.

Unternehmung: Balatet Cuiet (10·10% Nachlass) 641.800 Frs.	
Für Tannen-Langschwellen . . . per Kub.-Mtr. 95.— Frs.	
„ „ Fussböden 27 ^{mm} stark „ □ Mtr. 3·10 „	
„ „ „ 80 ^{mm} „ „ „ 7·20 „	

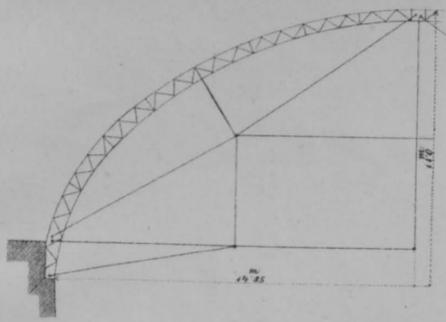
Verbreiterung der Jena-Brücke.

Unternehmer: Joly & Comp. in Argenteuil (Paris).	
Gusseisen für Säulchen und Unterlagen 45.000 ^{ks} à 0·30 =	13.500 Frs.
Schmiedeseisen und Bleche aller Art sammt Geländer	290.000 ^{ks} à 0·465 = 134.850 „
	148.350 Frs.
Zuschlag	15.650 „
Z u s a m m e n .	164.000 Frs.

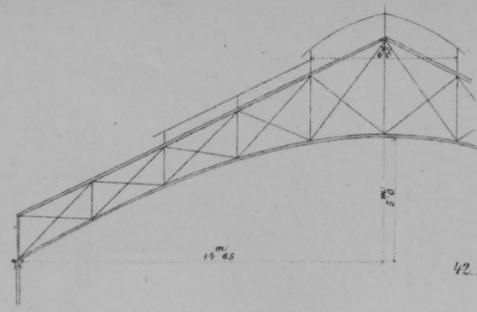
Die Aufstellung der Eisen-Construction am Gebäude des Marsfeldes begann durch die Unternehmung der Compagnie de Fives-Lille mit einem Gespärre der Maschinen-Gallerie in den ersten Tagen des Monats Mai 1877.



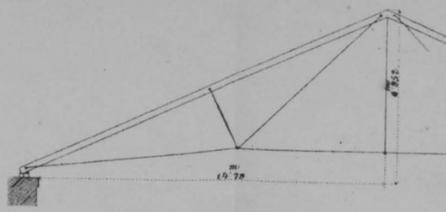
45. Ostbahnhof in Paris.



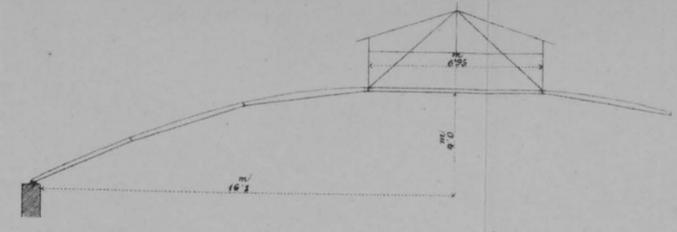
43. Wellington Halle in Bombay.



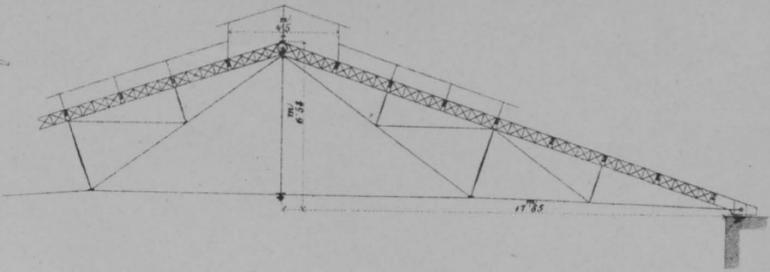
44. Maschinenhalle der Weltausstellung in Wien.



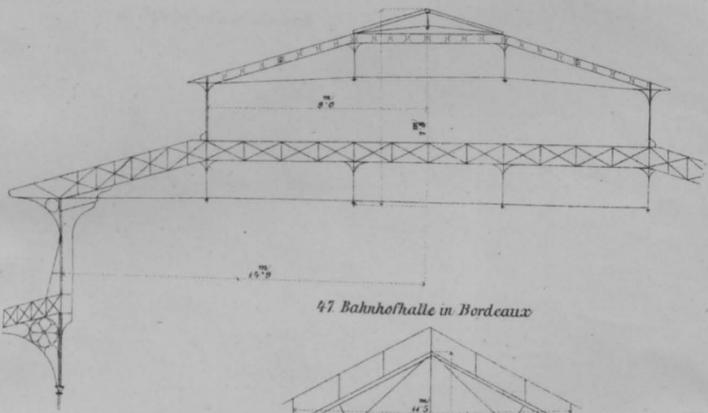
55. Gasbehälter in Wien vor der Favoritenlinie.



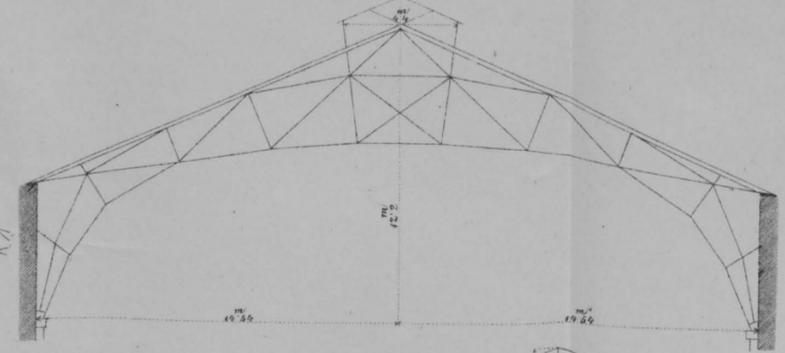
58. Bahnhofhalle der Südbahn.



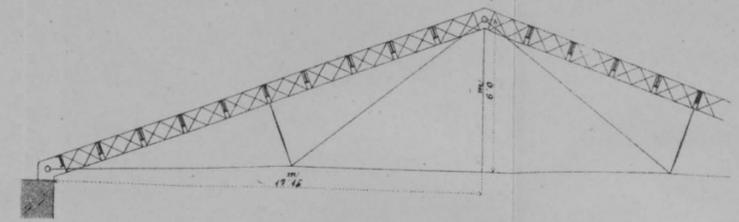
46. Halles centrales in Paris.



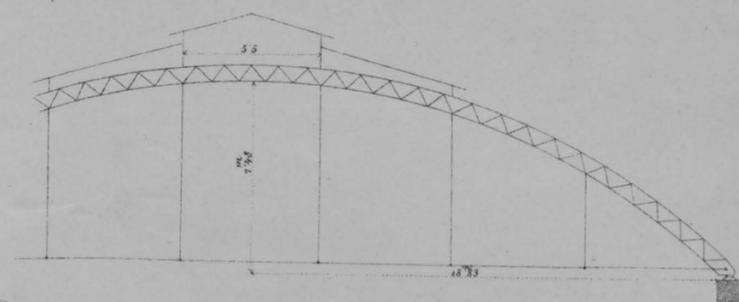
42. Bahnhofhalle in Stuttgart.



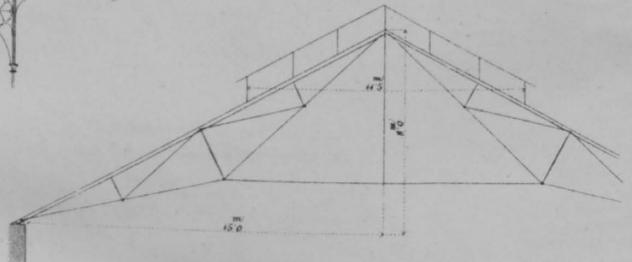
56. Bahnhofhalle in Neapel.



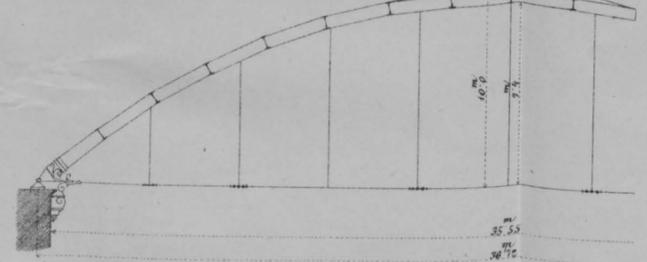
63. Bahnhofhalle in Hamburg.



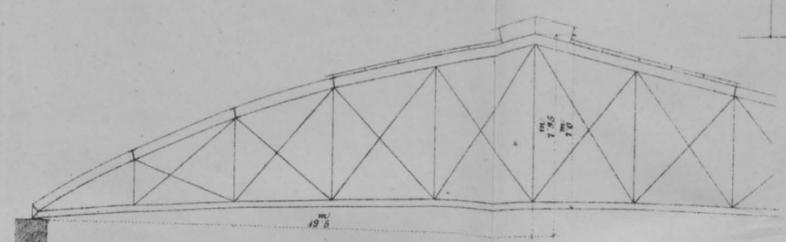
47. Bahnhofhalle in Bordeaux.



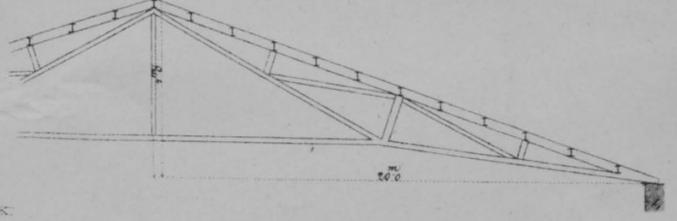
51. Bahnhofhalle der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn.



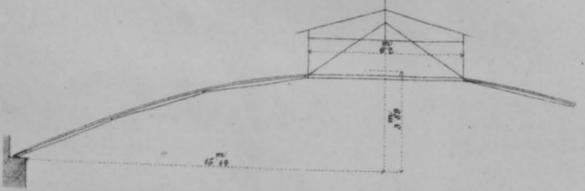
65. Bahnhofhalle der Nordwestbahn in Wien.



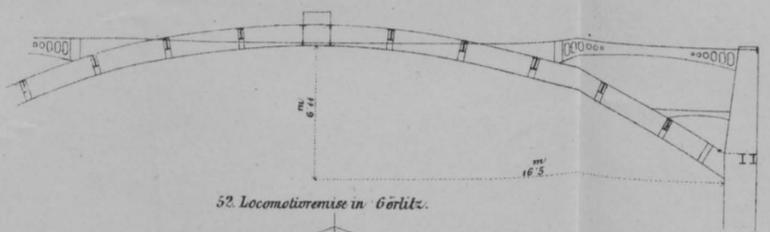
66. Westbahnhofhalle S^t Lazare in Paris.



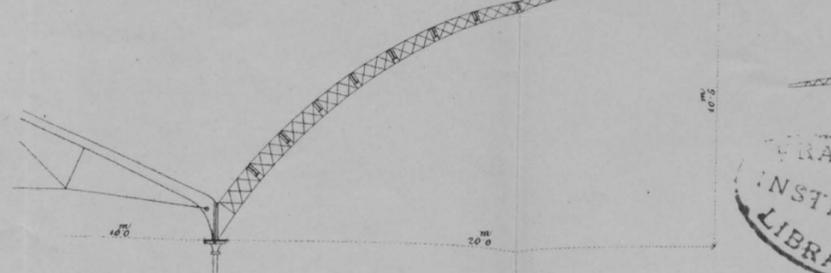
49. Gasbehälter zu Berlin, Holzmarktstrasse 28.



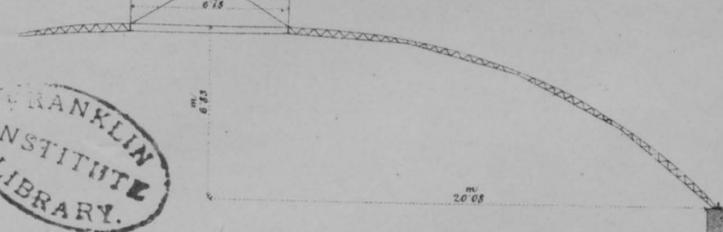
54. Maschinenhalle der Weltausstellung von 1867 in Paris.



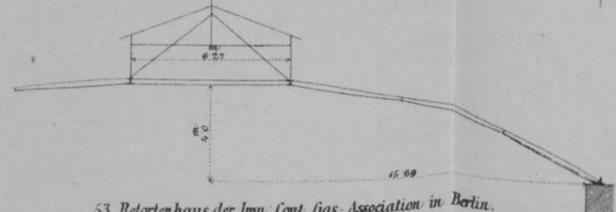
67. Maschinenhalle Rotunde in Amberg, Lyoner Bahn.



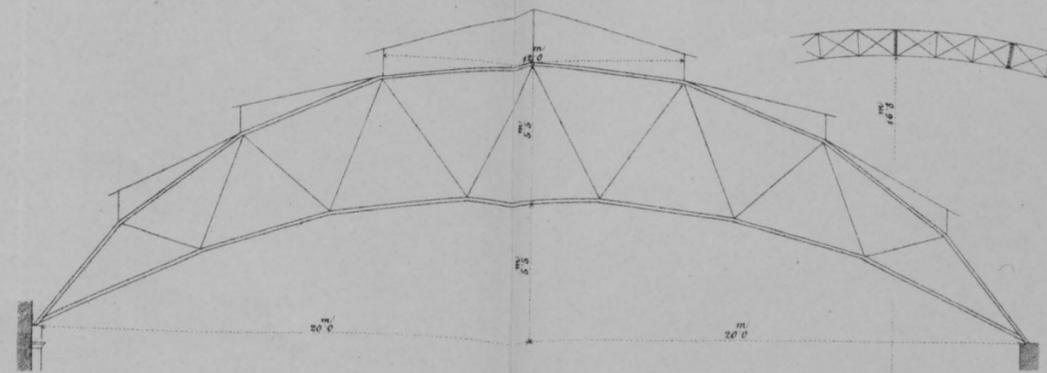
69. Städtischer Gasbehälter in Berlin, Holzweg 9.



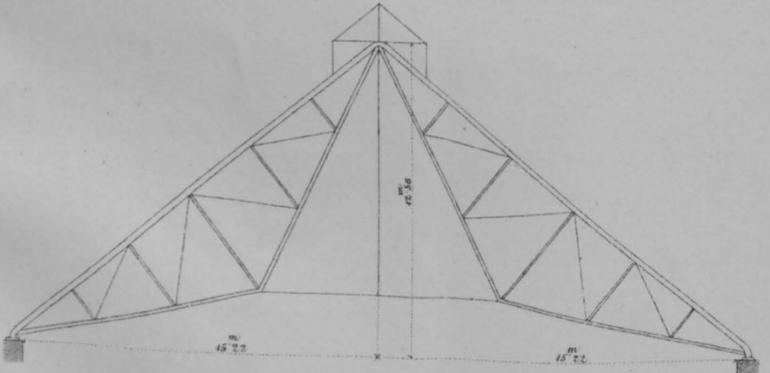
52. Locomotivremise in Görlitz.



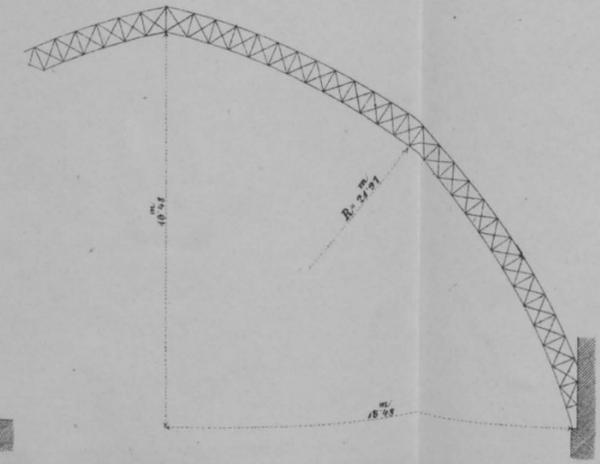
68. Bahnhofhalle in Amsterdam.



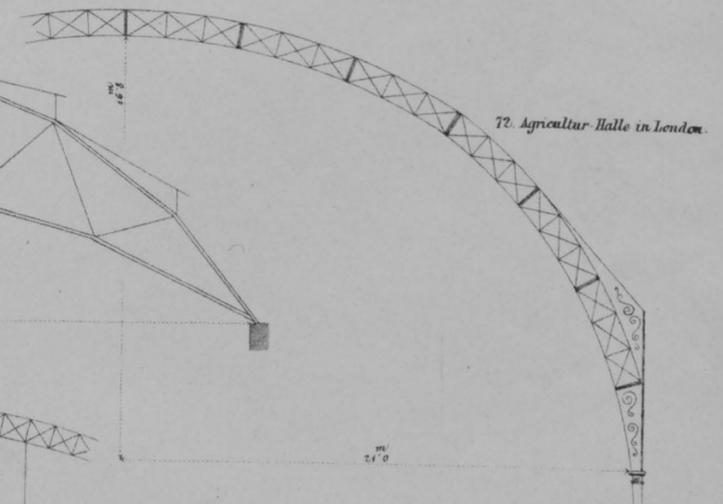
50. Retortenhaus in Berlin, am Helbigweg.



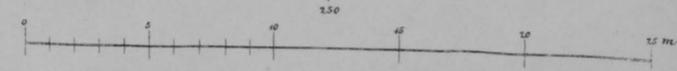
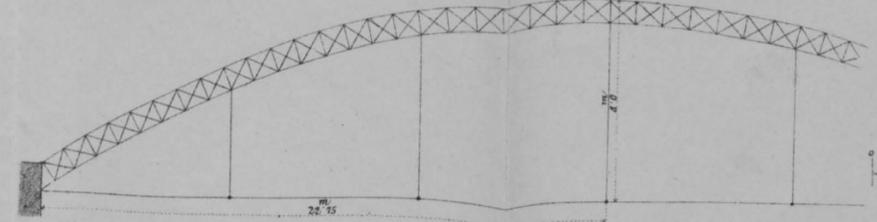
53. Retortenhaus der Imp. Cont. Gas-Association in Berlin.



72. Agricultur-Halle in London.



75. Bahnhofhalle in Philadelphia.



71. Bahnhofshalle in Zürich Schweizerische Nordostbahn.

Fig. a

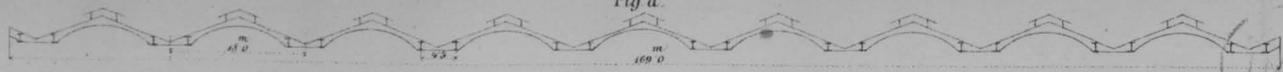


Fig. c

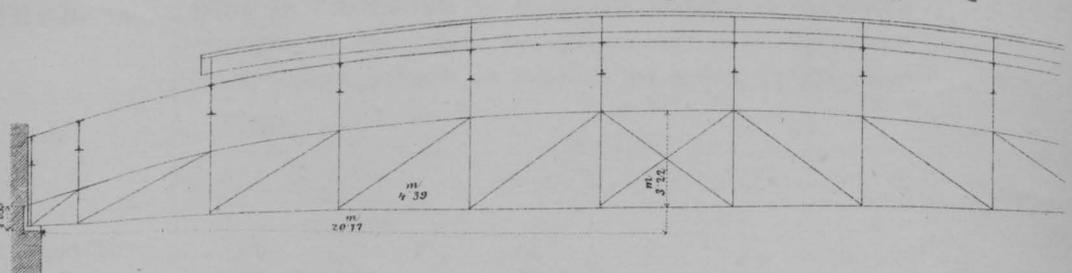
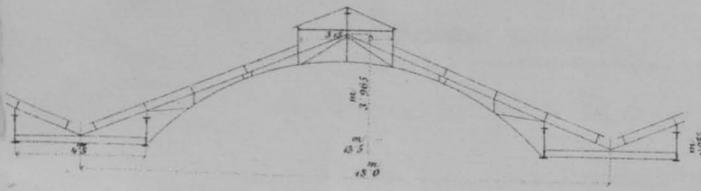
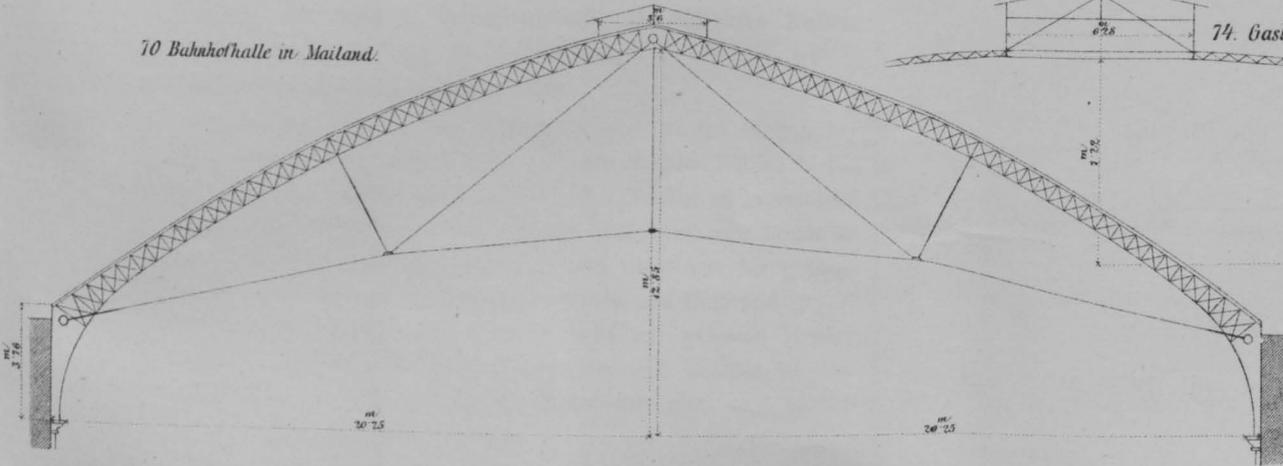


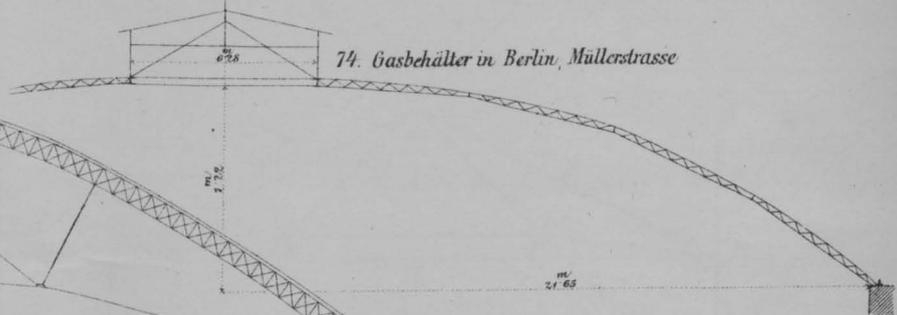
Fig. b



70. Bahnhofshalle in Mailand.

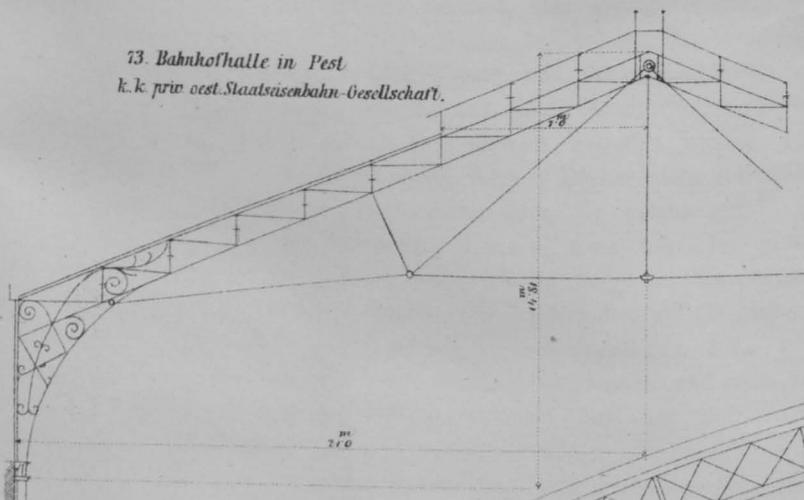


74. Gasbehälter in Berlin, Müllerstrasse

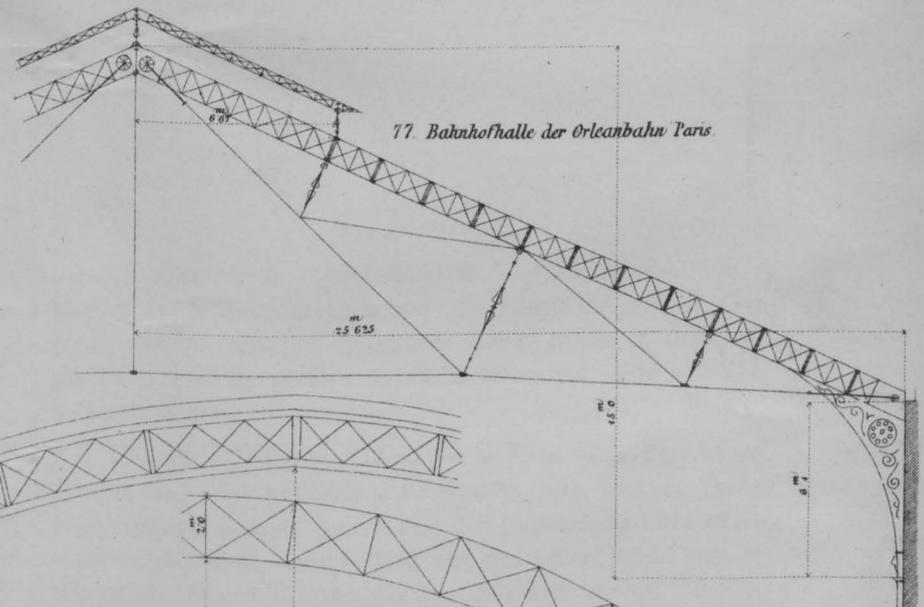


73. Bahnhofshalle in Pest

k. k. priv. oest. Staatsbahnen-Gesellschaft.

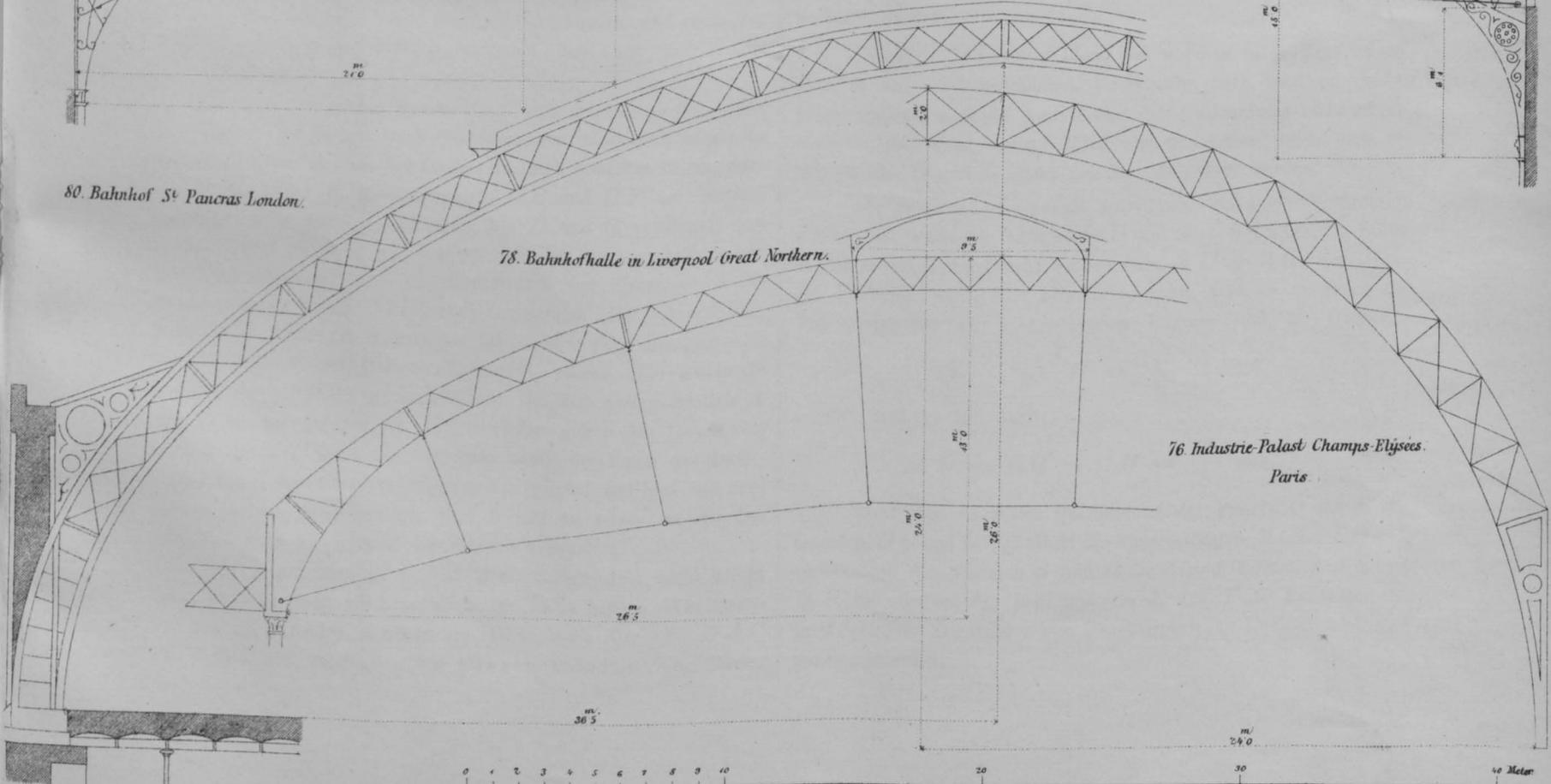


77. Bahnhofshalle der Orleanbahn Paris

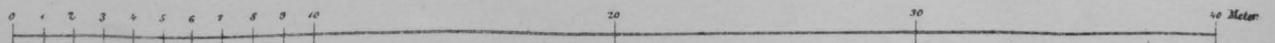


80. Bahnhof St. Pancras London.

78. Bahnhofshalle in Liverpool Great Northern.



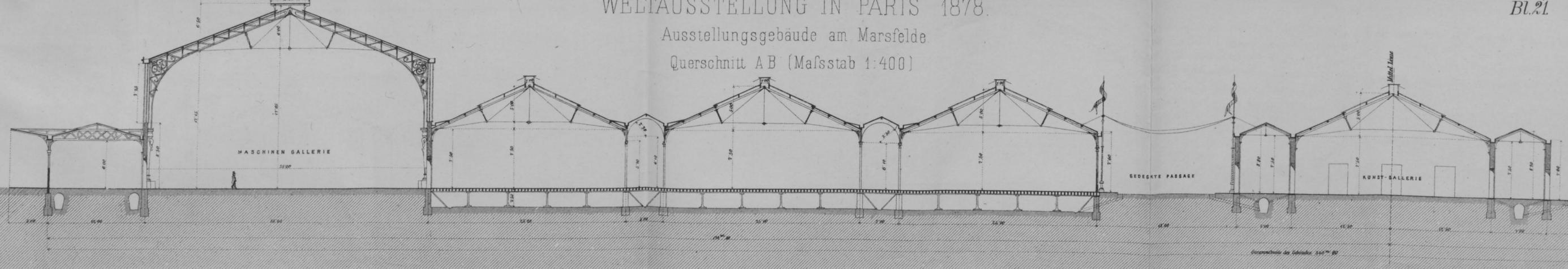
76. Industrie-Palast Champs-Elysees. Paris



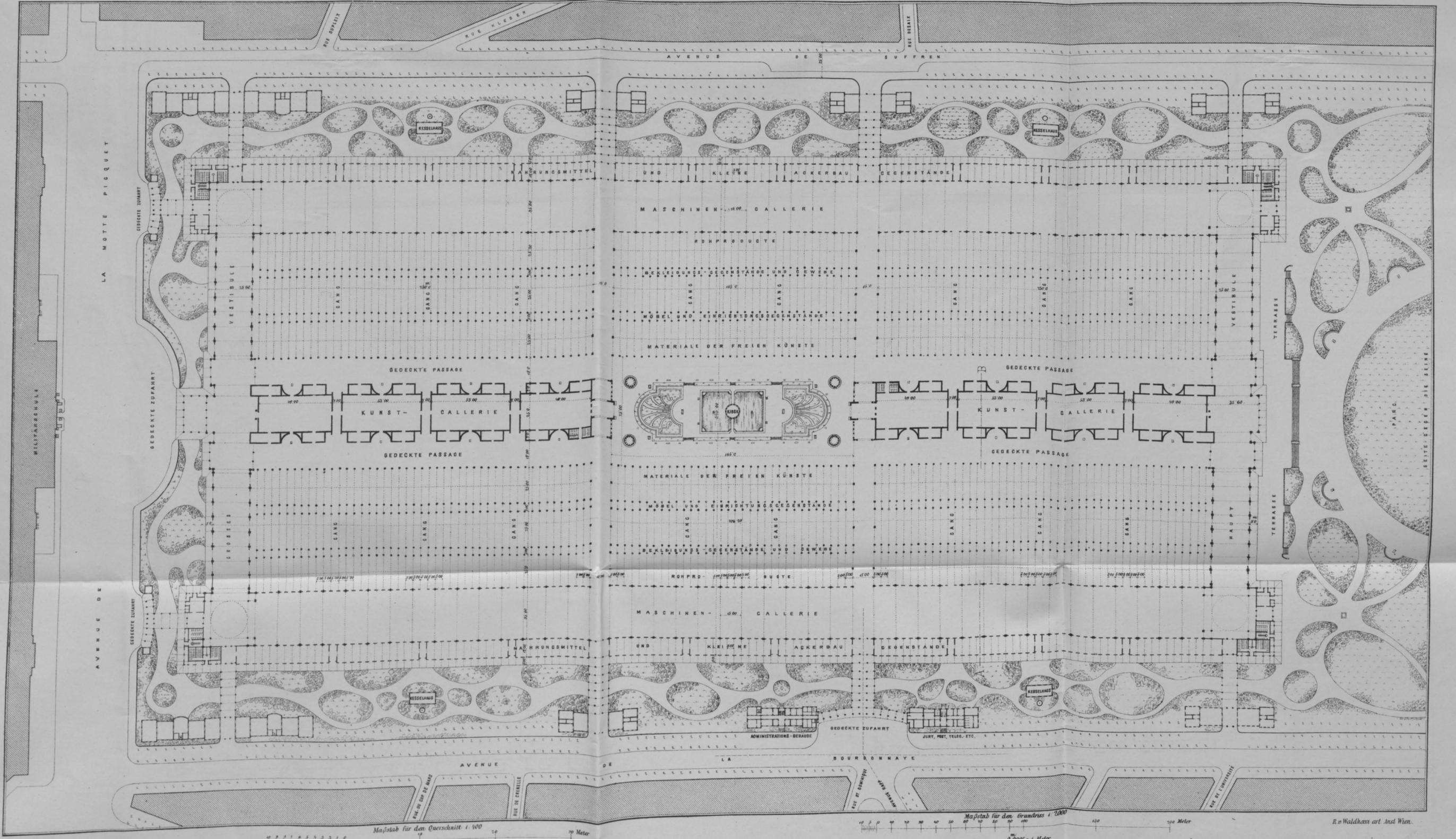
WELTAUSSTELLUNG IN PARIS 1878.

Ausstellungsgebäude am Marsfelde

Querschnitt AB (Maßstab 1:400)



Grundrifs. (Maßstab 1:2000.)



Gebäude am Trocadéro.

Grundriss.

