als Curven, welchen die Gurtungspolygone einbeschrieben sind, einfacher Parabeln substituiren, deren Axen mit der verticalen Mittellinie der Brücke zusammenfallen, und deren Scheitel somit gleichfalls in der Mitte der Tragwände sich befinden.

Bei gegebener Stützweite und nach Festsetzung der geometrischen Höhe der Tragwand in der Mitte, welch' letztere auch hier, wie beim Fachwerke mit parallelen Gurten zu $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{10}$ der Stützweite genommen wird, lassen sich die Gleichungen der symmetrisch zur neutralen Axe anzuordnenden Parabeln leicht aufstellen und somit die Ordinaten der einzelnen Polygonecken berechnen, sobald die Lagen der Mittellinien der Pfosten, also die Abscissen der Eckpuncte, den Verhältnissen entsprechend, gewählt sind. —

In neuester Zeit wurden von verschiedenen Seiten, namentlich auch von Herrn Gerber, Vorschläge gemacht für die Construction continuirlicher Fachwerke mit gebogenen Gurten, welche aber seither nur zu vereinzelten Anwendungen geführt haben. Die hiebei auftretenden, statisch vollkommen begründeten, im Allgemeinen aber ungewöhnlichen Formen, und die in mancher Beziehung mit Schwierigkeiten verbundene Detailanordnung werden zwar der Verbreitung solcher Träger vielfach hindernd im Wege stehen, in besonderen Fällen aber, wie bei Ueberdeckung mehrerer aufeinander folgender bedeutender Spannweiten dürften dieselben ökonomische Vortheile bieten, die durch andere gebräuchliche Trägerconstructionen nicht zu erreichen wären. —

Blatt 44.

Kurze und lange Oderbrücke in Breslau.

Wie im südlichen Theile Deutschlands polygonale Fachwerke nach Pauli's System vielfach Verwendung finden, so werden im Norden des deutschen Reiches manche bedeutende eiserne Brücken nach Schwedler's System ausgeführt.

Im Nachfolgenden soll desshalb das Wesentlichste hierüber zunächst in statischer und sodann auf Grundlage des durch Blatt 44 dargestellten Beispieles in constructiver Beziehung hervorgehoben werden.

Die Horizontalcomponente der Diagonalkraft im Fachwerk ist nach Früherem (Seite 112) im Allgemeinen $= \frac{\mathfrak{M}_{(x+d)}}{h_{(x+d)}} - \frac{\mathfrak{M}_x}{h_x} = \delta \hat{H}$. Beim Fachwerk mit parallelen Gurtungen nimmt dieser Ausdruck, weil $h_{x+d} = h$ wird, die Gestalt $\frac{\hat{V}}{\operatorname{tang} \alpha}$ an.

Bezeichnet man nun die von links nach rechts fallenden Diagonalen kurz als „fallende", die von links nach rechts steigenden ebenso als „steigende Diagonalen", so ist leicht einzusehen, dass positive $\delta \hat{H}$ oder positive $\hat{V}$ in den fallenden Diagonalen Zug, in den steigenden Druck, und dass umgekehrt negative $\delta \hat{H}$ oder negative $\hat{V}$ in den fallenden Diagonalen Druck und in den steigenden Zug verursachen.

Weil nun bei Fachwerken mit Parallelgurten und bei den üblichen Polygonalfachwerken, — deren Krümmung nicht unter jene der Parabel herabgeht —, im Falle einer vollen gleichmässigen Belastung links von der Mitte die $\delta \hat{H}$ oder $\hat{V}$ positiv und rechts negativ sind, so ist man genöthigt, auf der linken Seite fallende und auf der rechten Seite steigende Diagonalen anzuordnen, wenn man auf dieselben keine Druckkräfte einwirken lassen will (Zugbandsystem).

Es ist ferner klar, dass beim polygonalen Fachwerk $\delta \hat{H}$ kleiner als beim Parallelfachwerk ist, dass also die Diagonalen kleineren Kräften ausgesetzt sind, weil im Ausdruck $\frac{\mathfrak{M}_{(x+d)}}{h_{(x+d)}}$ beim polygonalen Fachwerk Zähler und Nenner zugleich wachsen, während beim Parallelfachwerk der Nenner constant bleibt.

Kommt zur gleichmässigen ruhenden Last $\mathfrak{p}$ pr. Längeneinheit eine Verkehrslast $\hat{k}$ hinzu und rückt dieselbe vom Auflager B, d. h. von rechts nach links vor, so entstehen an der Spitze des Zuges die Maxima der positiven $\delta \hat{H}_k$ (und $\hat{V}_k$), und wenn die Last von A, d. h. von links nach rechts vorrückt, so entstehen an der Spitze des Zuges die Maxima der negativen $\delta \hat{H}_k$ (und $\hat{V}_k$).

Wenn nun für eine Diagonale $\delta \hat{H}_p$ und $\delta \hat{H}_k$ einerlei Zeichen haben, so wird, durch die Wirkung der Verkehrslast, die Beanspruchung der Diagonale grösser; wenn aber zum positiven $\delta \hat{H}_p$ (linke Seite) ein negatives $\delta \hat{H}_k$ (links hereinrückender Zug), oder zum negativen $\delta \hat{H}_p$ (rechte Seite) ein positives $\delta \hat{H}_k$ (rechts einrückender Zug) hinzukommt, so wird die Beanspruchung der Diagonale kleiner, d. h. die Diagonale wird entlastet und zwar so lange, als $\delta \hat{H}_p$ grösser als $\delta \hat{H}_k$ ist. Erhält aber $\delta \hat{H}_k$ den grösseren Werth, so bekommt die Summe beider Anspannungen das dem $\delta \hat{H}_p$ entgegengesetzte Vorzeichen und die Diagonale würde auf Druck beansprucht werden, wenn man nicht Gegendiagonalen anordnen würde, welche nun in Activität treten und Zugspannungen erleiden.

Beim polygonalen Fachwerk kann nun $\delta \hat{H}_p + \delta \hat{H}_k$ auf die ganze Balkenlänge sein Vorzeichen wechseln, es sind also in allen Fachen Gegendiagonalen nothwendig. Die Anspannung der Diagonalen wird hiebei durch die Gestalt der Gurtungen beeinflusst. Beim Parallelfachwerk ist der Zeichenwechsel von $\hat{V}_p + \hat{V}_k$ auf einen Abschnitt innerhalb der Balkenmitte (innerhalb der Puncte $\hat{V} = 0$) beschränkt; es sind blos in diesem Raum Gegendiagonalen nothwendig. In den beiderseitigen Aussenabschnitten hat das Parallelfachwerk keine Gegendiagonalen.

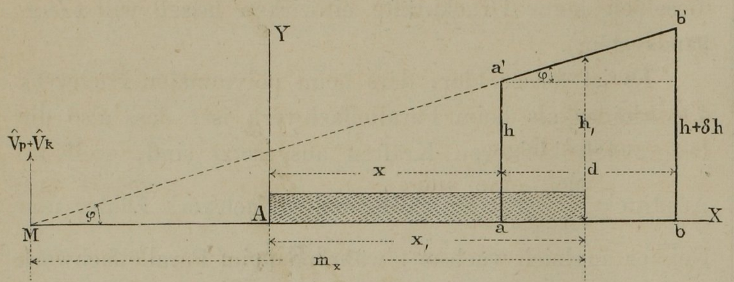
Man kann sich nun schrittweise die Parallelgurten herabgedrückt denken und kommt dadurch an eine Grenze, durch deren Ueberschreitung die Gegendiagonale auch hier nothwendig würde. An dieser Grenze ist aber die Anspannung der Hauptdiagonale Null geworden.

Behält man die linke Balkenhälfte im Auge, so ist an dieser Grenze:

$\delta \hat{H}_p$ gleich dem negativen max. $\delta \hat{H}_k$.

Das so entstehende Fachwerk ist das Schwedler'sche.

Wenn in einem Fache x bis x + d die Diagonalspannung gleich Null ist, so halten die Spannungen der beiden Gurtungen a b und a′ b′ für sich allein den äusseren Kräften, deren Mittelkraft $\hat{V}$ ist — nämlich $\hat{V}_p + \hat{V}_k$ —, das Gleichgewicht.



Es müssen sich also diese beiden Spannungen, also auch die beiden Gurtungsaxen a b und a′ b′ in einem Punct treffen, welcher in der Richtung der Kraft $\hat{V}$ liegt. Dieser Punct sei M. Das negative max. $\hat{V}_k$ entspricht einem Vorderende der bewegten Last in x_1, von welchem M um m_x absteht. Es muss nun $\hat{V} \cdot m_x = \mathfrak{M}$ oder

$$m_x = \frac{\mathfrak{M}}{\hat{V}} \text{ sein}, \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (1)$$

oder auch nach vorstehender Figur

$$\operatorname{tang} \varphi = \frac{h_1}{m_x} = \frac{\delta h}{d}, \quad \ldots \ldots (2)$$

woraus sofort erhalten wird:

$$h_1 = \frac{\delta h}{d} \cdot \frac{\mathfrak{M}}{\hat{V}}. \quad \ldots \ldots \ldots \ldots (3)$$

Hiebei sind $\mathfrak{M}$ und $\hat{V}$ die aus der ganzen ruhenden Last und der von A bis x_1 reichenden Verkehrslast resultirenden Werthe.

Es ist aber für diese Belastung

$$\mathfrak{M} = \tfrac{1}{2} x_1 (l - x_1) \left[\hat{p} + \hat{k} \frac{x_1}{l}\right] \text{ und}$$

$$\hat{V} = \hat{p} (\tfrac{1}{2} l - x_1) - \tfrac{1}{2} \hat{k} \frac{x_1^2}{l}, \text{ daher}$$

$$h_1 = \frac{\delta h}{d} \cdot \frac{\tfrac{1}{2} x_1 (l - x_1) \left(\hat{p} + \hat{k} \frac{x_1}{l}\right)}{\hat{p} (\tfrac{1}{2} l - x_1) - \tfrac{1}{2} \hat{k} \frac{x_1^2}{l}}. \quad \ldots \ldots (4)$$

Wenn man sich die Fachweite d unendlich klein denkt, so reducirt sich dieselbe auf d x, δh geht über in d h, und h_1 und x_1 werden identisch mit h und x.

Hiedurch ergibt sich die Differential-Gleichung:

$$h = \frac{dh}{dx} \cdot \frac{\tfrac{1}{2} x (l - x) \left(\hat{p} + \hat{k} \frac{x}{l}\right)}{\hat{p} (\tfrac{1}{2} l - x) - \tfrac{1}{2} \hat{k} \frac{x^2}{l}}, \quad \ldots \ldots (5)$$

und durch deren Integration

$$h = \frac{4f}{l^2} (\hat{p} + \tfrac{1}{2} \hat{k}) \frac{x (l - x)}{\hat{p} + \hat{k} \frac{x}{l}}. \quad \ldots \ldots \ldots (6)$$

In dieser Gleichung ist f die Integrations-Constante, nämlich der Werth für h bei $x = \tfrac{1}{2} l$.

Vorstehende Gleichung gilt laut Entwicklung blos für die linke Balkenhälfte. Für die rechte Balkenhälfte wird die Curve durch symmetrisches Umlegen des linken Zweiges erhalten.

Die Curve ist eine Hyperbel mit schiefstehender Axe; ihr höchster Punct — da wo die Tangente horizontal ist — liegt bei dem (oben angeführten) linken Null-$\hat{V}$-Punct. Von dort senkt sich die Curve, und das Schwedler'sche Fachwerk müsste in der Mitte eine herzförmige Einsattlung erhalten, wenn die Forderung „keine Gegendiagonale“ anzuwenden, strenge durchgeführt werden wollte.

Das Schwedler'sche Fachwerk wird aber innerhalb der Null-$\hat{V}$-Puncte als Parallelfachwerk construirt.

Indem oben $\delta x = dx$ oder $x_1 = x$ und $\delta h = dh$ gesetzt wurde, ist eine Ungenauigkeit zugelassen worden, welche berichtigt werden muss. Es wurde hiedurch das $\hat{V}$ der directen Belastung mit dem $\hat{V}$ der indirecten Belastung vertauscht und die Verkehrsbelastung A bis x als diejenige eingeführt, welche das negative max. $\delta \hat{H}$ gibt, während dies die Belastung A bis x_1 sein sollte. Die ganz unberücksichtigte Fachbelastung müsste (S. 113) $\hat{F} = \frac{\mu}{\lambda} \hat{Q}$ sein. Es ist aber $\mu = 1 - \eta \frac{\delta h}{d}$ eine Function, welche selbst von der Gestalt des Fachwerks abhängig ist, und durch deren Einführung in die Gleichung diese sehr complicirt werden müsste. Sucht man den Fehler annäherungsweise zu berichtigen, so kann am nächsten $\mu = \tfrac{1}{2}$ und $\hat{F} = \frac{\hat{Q}}{2 \lambda}$, oder $x_1 - x = \tfrac{1}{2} d$ gesetzt werden.

Wenn man also die Fachhöhe h_x bei x sucht, so wäre in der Gleichung $x + \tfrac{1}{2} d$ statt x zu setzen, wodurch

$$h = \frac{f}{l^2} \cdot (\hat{p} + \tfrac{1}{2} \hat{k}) \frac{(2x + d)(2l - 2x - d)}{\hat{p} + \hat{k} \frac{2x + d}{2l}} \quad \ldots (7)$$

gefunden würde.

Bei dieser Gleichung ist immer noch die Frage unentschieden, welcher Werth für die Verkehrslast $\hat{k}$ einzusetzen ist. Es darf dieses Lastenäquivalent keineswegs die Durchschnittsbelastung, auch nicht jene vertheilte Belastung sein, welche das nämliche max. $\mathfrak{M}$ gibt. Beide Werthe sind zu klein. Es ist im Gegentheil jener Werth von $\hat{k}$ einzusetzen, welcher für die Zugslänge x_1 das den concentrirten Lasten entsprechende $\hat{V}$ gibt. Für die Zugslänge x_1 (statt z hier x_1 gesetzt) ist aber $\hat{V} = \hat{A} - \hat{k} x_1 = - \hat{B}$ und $\hat{B} = \tfrac{1}{2} \frac{\hat{k} x_1^2}{l}$.

Nunmehr ist auf S. 23, indem man $\hat{A}$ und $\hat{B}$ gegen einander vertauscht, das Aequivalent $\hat{A}_{x_1} = \frac{(\hat{A}\,l)_{x_1}}{l}$ aufzusuchen und zu setzen $\frac{1}{2}\,\frac{\hat{k}\,x_1^2}{l} = \frac{(\hat{A}\,l)_{x_1}}{l}$, also

$$\hat{k} = 2\,\frac{(\hat{A}\,l)_{x_1}}{x_1^2} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (8)$$

Aber auch dieser Werth $\hat{k}$ genügt noch nicht, wenn man nach Seite 75 die grössere Wirkung der bewegten Last wegen der Erschütterungen in Betracht zieht. Nach den dort erörterten Grundsätzen müsste der $1\frac{1}{2}$fache Werth von $\hat{k}$ in die Gleichung eingeführt werden. —

Die kurze und lange Oderbrücke in Breslau führen einen Strassenzug über zwei durch eine Insel getrennte Arme der Oder. Erstere Brücke hat zwei Oeffnungen von $25{,}11^{m}$ Stützweite, die andere hat drei solche Oeffnungen. Beide Brücken stehen schief zur Stromrichtung, und zwar die erstere im Verhältniss von 25 : 8, die andere im Verhältniss von 25 : 4. Beide, in ihrer constructiven Anordnung und in den Details wesentlich übereinstimmende Brücken sind eiserne Fachwerkbrücken nach dem Schwedler'schen System und die auf Blatt 44 aufgenommenen Zeichnungen sowie einige der nachfolgenden Angaben sind der Zeitschrift für Bauwesen von Erbkam, Jahrgang 1868, entnommen.

Die Fahrbahn ist zwischen die beiden Fachwerkträger, welche $7{,}87^{m}$ von Mitte zu Mitte von einander abstehen, eingeschlossen, während die Fusswege auf consolartigen Verlängerungen der Querträger ruhen, welche um $2{,}35^{m}$ über die Mitte der Tragwände hinausragen.

Die gepflasterte Fahrbahn erhält ihre Unterstützung durch gusseiserne Platten, welche von I-förmigen Barrenträgern getragen werden. Diese sind wiederum an den als Blechträger construirten Querträgern angenietet.

Die Fusswege sind mit Granitplatten belegt, welche auf [-förmigen Barrenträgern liegen, und diese übertragen ihre Last auf die Consolvorsprünge der Querträger. Letztere sind auf der unteren Gurtung des Fachwerks unmittelbar aufgelagert und, um an Constructionshöhe zu sparen, sind ihre unteren Flanschen gegen die Auflager hin nach aufwärts gebogen.

Jeder Fachwerkträger besteht aus zwei symmetrischen Hälften. Die Hälfte der oberen Gurtung hat eine]-, die der unteren eine I-Form. Jede Trägerhälfte hat ihre gesonderten Zugdiagonalen aus Flacheisen und Druckständer aus Winkeleisen, welche mit Knotenblechen an die Gurtungen angeschlossen sind. Die obere Gurtung ist in verticaler Richtung steif genug gegen Ausbiegen; zur Erzielung der nöthigen Steifigkeit im horizontalen Sinn sind beide Hälften durch ein System von Kreuzbändern vereinigt. In derselben Weise sind auch die Ständerhälften unter sich verbunden.

In der Richtung der Querträger umfassen die Ständer die durch Kuppellaschen verbundenen Mittelbleche der Querträger und Consolen. Hiedurch erlangen einerseits die Consolen ihre feste Stütze, andererseits werden die Fachwerkträger gegen Umkanten gesichert.

An den Knoten sind jedesmal die unteren Gurtungshälften durch angenietete Bleche mit einander verbunden.

Am Auflager- oder Wurzelknoten sind die obere und untere Gurtung mit einander zu vereinigen. Hiezu ist für jede Trägerhälfte ein entsprechend grösseres verticales Wurzelknotenblech angeordnet, welches der unteren Gurtung soweit entgegenreicht, dass diese ohne Aenderung der oberen Gurtung daran angenietet werden kann, während die Winkeleisen der oberen Gurtung so umgebogen sind, dass sie nicht zu weit über den Stützpunct zurückgreifen.

Der Durchschnitt der oberen Gurtungsaxe (des ersten Faches) mit der unteren Gurtungsaxe muss im Loth des Stützpunctes liegen. Ueber der Stütze sind beide Trägerhälften durch eine aufgenietete stärkere Querrippe miteinander verbunden.

Die Hauptträger ruhen auf Kipplagern, deren eines mit dem Mauerwerk fest verbunden ist, während das andere auf einem Rollenlager steht. Die Barren-Längsträger sind auf den Widerlagern mittelst Gleitplatten aufgelegt und auf den Zwischenpfeilern sind die zusammengehörigen Träger verlascht, jedoch so, dass durch ovale Oeffnungen die nothwendige Beweglichkeit nach der Länge erhalten bleibt.

Der statischen Berechnung der Brücke ist ein Eigengewicht von

$\hat{p} = 72$ Ctr pr. lfd. Fuss oder 1130^{k} pr. lfd. Decim.

und eine Verkehrslast von

$\hat{k} = 30$ Ctr pr. lfd. Fuss oder 471^{k} pr. lfd. Decim.

zu Grund gelegt.

Die ausgeführte Brücke gibt $\hat{p}$ um circa $1\frac{1}{2}$ Ctr pr. lfd. Fuss oder 24^{k} pr. lfd. Decim. geringer. Das Eisengewicht aller 5 Brückenöffnungen beträgt an

Schmiedeisen der Hauptträger: 3055 Ctr = $152{,}75^{T}$,

Schmiedeisen der übrigen Constructionstheile: 3324 Ctr = $166{,}20^{T}$,

Gusseisen (mit Einschluss der gusseisernen Fahrbahnplatten): 3371 Ctr = $168{,}55^{T}$.

Blatt 45.

Ehemalige Kinzigbrücke bei Offenburg.

Gusseiserne Bogensprengwerkbrücken kamen zuerst in England zur Ausführung und wahrscheinlich war die in den Jahren 1773—1779 über die Saverne zu Coalbrookdale hergestellte Brücke, die eine Spannweite von $30{,}62^{m}$ bei $12{,}8^{m}$ Pfeilhöhe erhielt, die erste Brücke dieser Art. Von England aus fanden dieselben eine Aufnahme in Deutschland und erst später in Frankreich, woselbst sie hierauf bei der dortigen grossen Vorliebe für Bogenformen rasche Verbreitung fanden.

Der constructiven Ausbildung nach sind drei Arten