

# Bestimmung der Belastungsgrenze bei Fachwerken mit abwechselnd lotrechten und schiefen Streben

Autor(en): **Marcus, Maximilian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **27/28 (1896)**

Heft 7

PDF erstellt am: **22.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82321>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

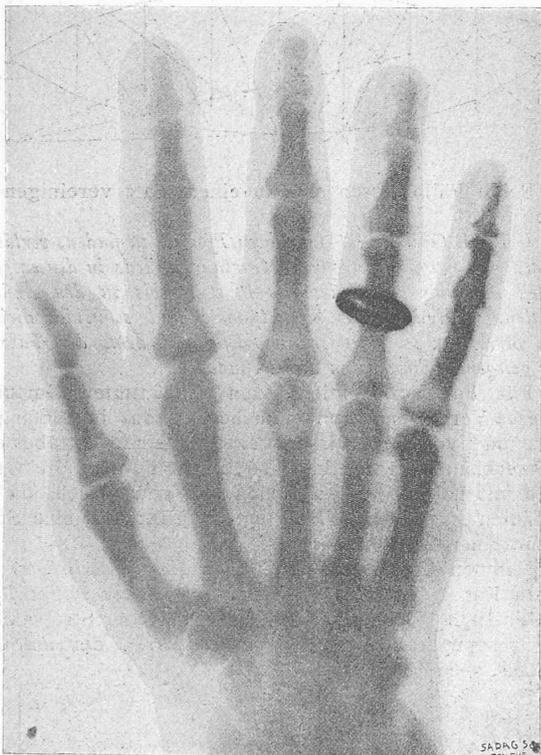
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

negative Ladungen besitzen, während in der Nähe der Stelle, woselbst sie entstehen, auch die entsprechenden positiven Ladungen auftreten. Aus diesen Versuchen dürfte möglicher-



Aufnahme des physikalischen Staatslaboratoriums zu Hamburg  
Hand in  $\frac{1}{2}$  der nat. Grösse.

weise der Hypothese einer materiellen Radiation, die von Crookes und Prof. J. J. Thomson vertreten wird, eine neue Stütze erwachsen.

Nach Ansicht des Herrn Perrin würde in der Nähe der Kathode das elektrische Feld hinlänglich stark sein, um eine grössere Zahl von Molekülen in Ionen aufzulösen.

Die *negativen* Ionen wandern alsdann der Region zu, wo das Potential wächst. Sie erlangen hierbei eine beträchtliche Geschwindigkeit und bilden alsdann die Kathodenstrahlen. Ihre elektrische Ladung und auch ihre Masse ist leicht bestimmbar unter Anwendung der Faraday'schen Cylinder.

Die *positiven* Ionen gehen in der entgegengesetzten Richtung und bilden ein diffuses Bündel, welches jedoch nicht als eine Radiation im korrekten Sinne des Wortes aufzufassen ist.

Daraus würde folgen, dass die X-Strahlen ihre Entstehung dem Anprall der negativ geladenen Moleküle gegen die Wand des Rohres verdanken. Manche der beobachteten Strömungserscheinungen dürften hierdurch ihre Erklärung finden.

Während die physikalische Natur dieser neuen Strahlen noch teilweise in Dunkel gehüllt ist, liegen anderseits schon eine Reihe wertvoller Anwendungen der Photographie undurchsichtiger bzw. halbdurchsichtiger Körper vor, welche die Anwendbarkeit der neuen Strahlen zur Konstatierung von Knochenverletzungen oder Deformationen durchaus bejahen. So gelang es z. B. dem berühmten Chirurgen des „Hôpital Trousseau“ zu Paris, Herrn Lannelongue auf diesem Wege den Beweis zu führen, dass die Auflösung der Knochen vom Centrum ausgehe und nach und nach so weit fortschreite, dass nur noch papierdünne Hüllen übrig bleiben. Auch eine Photographie, aufgenommen von Prof. Puluj in Prag lässt die Zerstörung der Knochenmitten einer tuberkulösen Hand recht deutlich erkennen.

Während bei lebenden Objekten die Muskeln sehr

durchsichtig sind und der Schattenriss einer lebenden Hand daher die äusseren Umrisse ziemlich gleichmässig begrenzt wiedergibt und nur die Knochen scharf und klar sich abheben, ist bei toten Objekten unter gleichen Verhältnissen die Muskulatur zu erkennen. Selbst Blutgefässe treten hervor, wenn dieselben nach dem Vorgange des Wiener physiologischen Institutes mit einer Mischung von Steinöl mit Kreide und Zinnober injiziert werden.

Die Abbildung auf S. 42 zeigt in halber natürlicher Grösse die vom Referenten unter Mitwirkung des Photographen Herrn Ganz ausgeführte Aufnahme der Hand einer Dame.\*) Sehr schön hebt sich der schmale Fingerring von dem Finger ab und lässt sowohl einen Lichtschein als auch den Schatten auf dem Knochen der Hand erkennen. Andere Aufnahmen werden mit dieser vereinigt in zwangloser Folge unter dem Titel: „Die Röntgen'schen Strahlen im Dienste der Kunst, Wissenschaft und Technik“ veröffentlicht werden und sollen sich auch auf das Gebiet der Materialuntersuchung erstrecken.

Von hervorragendem Interesse ist jedoch vor allem die angekündigte Publikation von 15 Photographien einer neuen Art von Strahlen, aufgenommen von Professor W. C. Röntgen, durch welche die klassischen Aufnahmen jedermann zugänglich gemacht werden sollen, sowie ferner die in Aussicht gestellte ausführliche Abhandlung von Professor Röntgen, deren Veröffentlichung alle Physiker mit grösster Spannung entgegensehen.

### Bestimmung der Belastungsgrenze bei Fachwerken mit abwechselnd lotrechten und schiefen Streben.

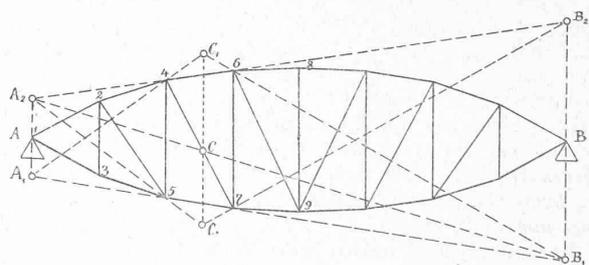
Die bekannte Culmann'sche Regel, nach der man diese Grenze findet, lautet für unten liegende Fahrbahn:

Man verlängert den vom Querschnitte getroffenen Obergurt bis zum Schnitte mit den Auflagervertikalen, verbindet diese Punkte mit den Endpunkten des vom Schnitte getroffenen Untergurts in der Weise, dass diese Verbindungslinien sich ausserhalb des Fachwerkes schneiden, dann ist der Schnittpunkt die gesuchte Grenze. Für oben liegende Fahrbahn vertauscht man die beiden Gurtungen miteinander.

Es gibt aber noch ein Verfahren, welches für specielle Fälle einfacher ist.

Wir wollen die Streben und die Pfosten getrennt behandeln.

Fig. 1.



I. *Streben*. Sei z. B. die Strebe 4—7, für welche wir die Belastungsgrenze finden wollen.

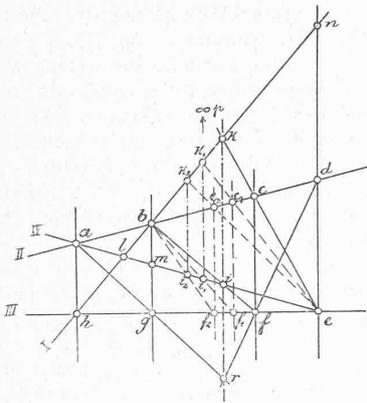
Wir nehmen an, die Fahrbahn sei oben. In diesem Falle verlängert man den Untergurt bis zum Schnitte mit den Auflagervertikalen  $A_1, B_1$ , verbindet dann  $A_1$  mit 4,  $B_1$  mit 6 und findet als Grenze den Punkt  $C_1$ . Man kann aber die Vertikale durch  $C_1$  auch finden, wenn man den Ober-

\*) Um zu zeigen, wie scharf und deutlich die Aufnahmen des Herrn Professor *Pernet* sind, stellen wir seiner Aufnahme die Abbildung einer Hand entgegen, welche am 17. Januar 1896 im physikalischen Staatslaboratorium in Hamburg gewonnen wurde. Diese ebenfalls auf die Hälfte reducierte Darstellung wurde bisher als eine der besten betrachtet, die mit den Röntgen'schen X-Strahlen erzielt worden sind. *Die Red.*

gurt 4—6 nach links bis  $A_2$ , den Untergurt 5—7 nach rechts bis  $B_1$  verlängert, die Punkte  $A_2, B_1$  verbindet und die Strebe 4—7 in  $C$  schneidet. Diese Konstruktion beruht auf folgendem Satz:

Wenn wir vier Parallelen haben, die von zwei beliebigen Geraden in acht Punkten  $a, b, c, d, e, f, g, h$ , geschnitten werden und wir  $bf$  und  $ae$  verbinden, so schneiden sie sich in einem Punkte  $i$ ,

Fig. 2.



welcher mit dem Schnittpunkte  $k$ , der Verbindungsstrahlen  $bb', ce$  auf einer Geraden sich befindet, die parallel zu den vier Parallelen liegt. Der Beweis ist folgender:

Wir betrachten die vier Parallelen und denken uns  $ab, bg$  und  $de$  fest, während  $cf$  sich bewegen soll, nach links bis  $ab$  und nach rechts bis  $de$ , wobei sie immer parallel ihrer ersten Lage bleibt.

Dann beschreibt  $cf$  ein Strahlenbüschel, dessen Scheitel  $\infty p$  ist. Es entstehen auf II und III zwei Reihen  $c, c_1, c_2, \dots$  bzw.  $f, f_1, f_2, \dots$  die projektivisch und in perspektivischer Lage sind. Die Reihe  $c, c_1, c_2, \dots$  wird von  $e$  aus auf I in  $k, k_1, k_2, \dots$  projiziert, welche nun mit der Reihe II projektivisch und in perspektivischer Lage ist. Ebenso ist die Reihe IV mit III ( $i, i_1, i_2, \dots$  und  $f, f_1, f_2, \dots$ ) projektivisch in perspektivischer Lage mit dem Perspektivzentrum  $b$ . Folglich sind die Reihen I und IV projektivisch zu einander. Sie sind aber auch in perspektivischer Lage, denn der Schnittpunkt  $l$  der zwei Geraden I und IV entspricht sich selber (für die Lage von  $cf$  zusammenfallend mit  $ab$ ).

Um das Perspektivzentrum zu finden, genügt es, zwei Verbindungsstrahlen entsprechender Punkte zu konstruieren.

Fällt  $cf$  mit  $bg$  zusammen, so sind die entsprechenden Punkte auf I und IV,  $b$  und  $m$ , der Verbindungsstrahl also ist  $bg$ .

Fällt  $cf$  mit  $de$  zusammen, so sind die entsprechenden Punkte  $n$  und  $e$ , der Verbindungsstrahl ist also  $de$ ; folglich liegt das Perspektivzentrum im Schnitte von  $bg$  und  $de$ , also  $\infty p$ .

Folglich gehören  $ki, k_1, i_1, \dots$  zu einem Strahlenbüschel, dessen Scheitel  $\infty p$  in der Richtung von  $bg$  liegt.

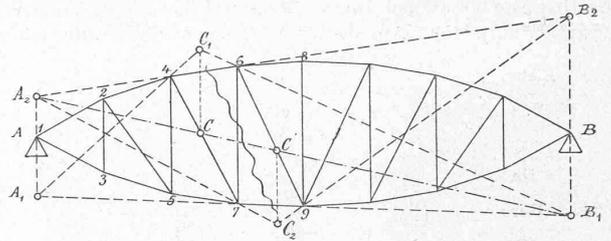
Ebenso lässt sich beweisen, dass auch  $r$ , der Schnittpunkt von  $ag$  und  $df$  auf  $ki$  liegt. Vergleicht man nun die Fig. 1 mit Fig. 2, so findet man, dass  $C$  nichts anderes als  $i$  und  $C_1$  nichts anderes als  $k$  ist. Man sieht auch, dass  $C_2$  dieselbe Rolle wie  $r$  spielt. Folglich ist es für eine schiefe Strebe gleichgültig, ob die Fahrbahn oben oder unten liegt, man bestimmt den Grenzpunkt, indem man den vom Schnitte getroffenen Obergurt nach links, den Untergurt nach rechts bis zu den Auflagervertikalen verlängert, dann diese Schnittpunkte verbindet und die Strebe schneidet. Das gilt für die linke Hälfte, für die rechte Hälfte müsste man links und rechts vertauschen, denn man muss dafür sorgen, dass die Linie  $A_2 B_1$  in gleichem Sinne mit der Strebe steigt oder fällt. Mit anderen Worten man bestimmt für irgend eine Strebe den Grenzpunkt, indem man die vom Schnitte getroffenen Gurtungen verlängert, jede in der Richtung des Endes der Strebe, bis zum Schnitte mit den Auflagervertikalen, dann diese verbindet und die Strebe schneidet.

II. Pfosten. Da müssen wir die Fälle: Fahrbahn oben und Fahrbahn unten von einander trennen.

a) Fahrbahn oben. Um den Grenzpunkt für den Pfosten 6—7 zu bestimmen, verlängern wir 4—6 nach links bis  $A_2$ , 7—9 nach rechts bis  $B_1$ , verbinden  $A_2 B_1$  und schneiden die Strebe 4—7 im Punkte  $C$ .

b) Fahrbahn unten. Wir verlängern 4—6 bis  $A_2$ , 7—9 bis  $B_1$ , verbinden  $A_2 B_1$  und schneiden die Strebe 6—9 im Punkte  $C'$ .

Fig. 3.



Beide Fälle lassen sich in einem Satz vereinigen wie folgt:

Um den Grenzpunkt für einen Pfosten zu finden, verlängert man die vom Schnitte getroffenen Gurtungen, jede in der entgegengesetzten Richtung des Endes des Pfostens, bis zu den Auflagervertikalen, verbindet diese Schnittpunkte und schneidet diejenige schiefe Strebe, welche im selben Fache mit dem, der Fahrbahn näher gelegenen Streckbaum sich befindet.

Für Fachwerke mit beiden gekrümmten Gurtungen ist dieses Verfahren kaum einfacher als das im Anfang erwähnte und von dem wir ausgegangen sind. Ist aber einer der Streckbäume geradlinig, so bestimmt man die Grenzpunkte mit halb so vielen Linien wie gewöhnlich, da jede der Linien  $A_2 B_1$  zwei Grenzpunkte gibt: für eine Strebe und für einen Pfosten.

Nehmen wir als Beispiel einen Halbparabelträger.

In Fig. 4 ist die Fahrbahn unten, der Punkt  $B_1$  ist allen Linien  $A_2 B_1$  gemeinschaftlich. Auf jeder Strebe liegen zwei Grenzpunkte, der obere für die Strebe, der untere für den links benachbarten Pfosten.

Fig. 4.

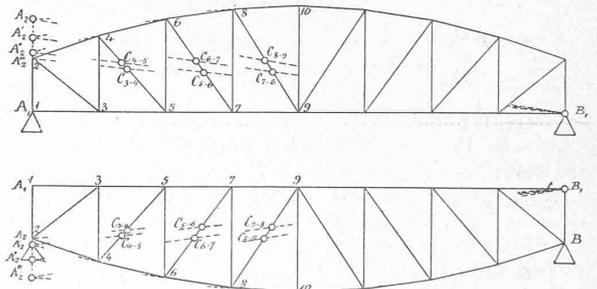


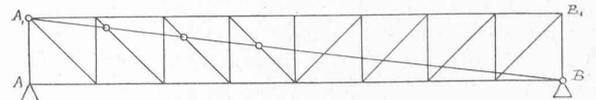
Fig. 5.

In Fig. 5 ist die Fahrbahn oben, die Streben steigen gegen die Mitte. Auch hier ist  $B_1$  allen Linien  $A_2 B_1$  gemeinschaftlich. Auf jeder Strebe sind zwei Grenzpunkte, der untere für die Strebe, der obere für den links benachbarten Pfosten.

Aus den zwei Fällen geht hervor:

1. Auf jeder Strebe werden zwei Grenzpunkte bestimmt für zwei benachbarte Füllungsglieder.
2. Derjenige Grenzpunkt, der der Fahrbahn näher liegt, gilt für den Pfosten.
3. Zusammengehörige Strebe und Pfosten schneiden sich auf der von der Fahrbahn entfernteren liegenden Gurtung.

Fig. 6.



Sind beide Gurtungen geradlinig (Parallelträger), so fallen alle Linien in  $A_2 B_1$  zusammen. Auf jeder Strebe fallen die zwei Grenzpunkte zusammen. Wir bekommen somit die schon bekannte Konstruktion, nach der wir die Diagonale  $A_1 B$  (Fig. 6) ziehen.

Zürich, 8. Jan. 1896.

Maximilian Marcus,  
Assistent am eidg. Polytechnikum.