

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 49/50 (1907)
Heft: 20

Artikel: Maximalmomente
Autor: Ackermann, F.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-26813>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

noch heute unvergesslich vor Augen, wie er mit jugendlichem Feuer und einer seltenen, klaren Darstellungsweise es verstand, seine Zuhörerschaft für den Gegenstand des Vortrages zu gewinnen und mit sich fortzureissen.

Mit Zeuner ist der letzte aus der Zahl unserer Hochschulelehrer dahingegangen, die im Jahre 1855 bei Eröffnung des Polytechnikums ihre Lehrtätigkeit an der Schule begonnen und durch ihr glückliches Zusammenwirken der jungen Anstalt in kurzer Zeit den hervorragenden Rang unter ihren Schwesteranstalten errungen haben. Dafür ist die Hochschule auch dem nun, nach überaus arbeitsvollem Leben zur Ruhe eingegangenen bleibend zu Dank verpflichtet. Und nicht nur als Lehrer, sondern auch als Direktor hat Zeuner dem eidg. Polytechnikum, von 1865 bis 1867 an seiner Spitze stehend, mit grossem Erfolg gedient durch seinen tiefen Einblick in die Bedürfnisse aller der einzelnen Abteilungen und seine klaren Dispositionen bei Aufstellung der Studienordnung und der Lehrpläne.

Zeuner zählte, wie er bei jedem Anlass zu wiederholen liebte, seinen Zürcher Aufenthalt zu den schönsten Zeiten seiner Lehrtätigkeit und hat auch, als ihm Freunde und dankbare Schüler zu seinem 70. Geburtstage einen grösseren Geldbetrag zur Verfügung stellten, diesen zu gleichen Teilen zu Stipendienfonds an das Zürcher Polytechnikum, an die Bergakademie Freiberg und an die technische Hochschule zu Dresden bestimmt.

So ist mit dem Entschlafenen wieder eine Erinnerung aus den ersten, schönen Zeiten unserer technischen Hochschule zu Grabe getragen worden. Mögen wie das gegenwärtige auch die kommenden Geschlechter, derer stets mit Dankbarkeit gedenken, die wie Zeuner zum Aufblühen unserer schweizerischen Anstalt ihr Bestes beigetragen haben.

Maximalmomente.

In den Nummern 1 und 2 der „Schweizerischen Maschinenbau-Zeitung“¹⁾ wird unter obiger Ueberschrift von Herrn Ingenieur Andrée zur Ermittlung der Maximalmomente des durch ein verschiebbares System von Einzellasten belasteten Trägers auf zwei Stützen ein Verfahren vorgeführt, nach welchem mindestens so viele Parabeln, bzw. Parabelstücke zu berechnen und aufzuzeichnen sind, als das Lastsystem Einzellasten besitzt. Schliesslich werden die in Einzelfiguren dargestellten Parabelstücke auf einer Grundlinie zusammengeworfen, um so in der gemeinsamen Umrisslinie die Maximal-Momenten-Kurve zu erhalten.

Die theoretische Grundlage dieser Berechnungsweise hat schon Winkler in seiner „Theorie der Brücken“ I. Heft, Seite 66 (3. Auflage 1886) gegeben. Nachdem er die Formel für das Moment M eines durch ein System von Einzellasten belasteten einfachen Trägers abgeleitet hat, sagt Winkler:

„Die graphische Darstellung von M liefert hiernach als Momentenlinie eine Parabel. Kommt für das Maximum von M eine neue Last an den Querschnitt zu liegen, oder vermehrt oder vermindert sich die Zahl der auf dem Träger ruhenden Lasten, so entsteht natürlich eine neue Parabel. Demnach wird die das Maximum von M enthaltende Linie eine aus einzelnen Parabeln zusammengesetzte Kurve sein.“

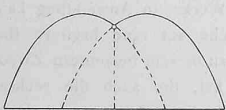


Abb. 1. Maximalmoment für zwei gleiche Lasten.

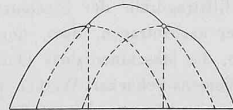


Abb. 2. Maximalmoment für drei gleiche Lasten.

Das hier Gesagte wird dann für die Einzellastensysteme mit zwei und drei gleichen Lasten bildlich dargestellt (siehe die Abb. 1 und 2).

¹⁾ Siehe unter Literatur S. 195 des laufenden Bandes.

Auf Seite 72 berechnet Winkler den Abstand x , für welchen das Moment einer Laststelle zum Maximum wird zu

$$x = \frac{1}{2} (l - e) \quad (1)$$

und das Maximalmoment an dieser Stelle zu

$$\max. M = R \frac{x^2}{l} - R' \cdot e' \quad (2)$$

hierin bedeutet e den Abstand der Resultante R sämtlicher Lasten von der fraglichen Laststelle, R' die Resultante der links oder, wenn x vom rechten Stützpunkt aus bestimmt wird, rechts von dieser Laststelle liegenden Lasten und e' ihren Abstand von der Laststelle. Siehe Abbildung 3 in der diese Bezeichnungen für die Laststelle III eingetragen sind.

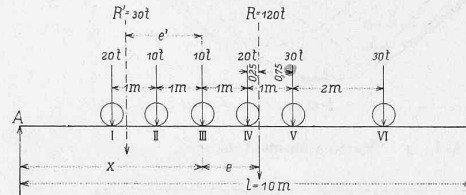


Abb. 3.

Das Verfahren, das nun Herr Andrée zur Ermittlung der Maximal-Momentenkurve an zwei Beispielen durchführt, wird gegenüber den üblichen Berechnungsarten — Ermittlung der Maximalmomente durch Verschieben des Trägers auf dem Seilpolygon des Lastsystems oder vermittelst Einflusslinien — namentlich bei einer grösseren Zahl von Einzellasten, wegen seiner Umständlichkeit in der Praxis kaum Eingang finden.

Wie nachstehend gezeigt werden soll, kann man jedoch unter Benützung derselben theoretischen Grundlage auf einfacherem Wege schneller zum Ziele gelangen.

Nach obiger Gleichung (1) wird

$$\text{die Parabellänge } 2x = l - e,$$

sie kann somit ohne weiteres für jede Laststelle aus der Abbildung 3 entnommen oder mit dem Zirkel abgegriffen werden. Ferner wird aus Gleichung (2)

$$\text{die Parabelhöhe} = R \frac{x^2}{l}.$$

Da für ein konstantes R , d. h. solange keine neue Last hinzu- oder hinwegkommt, alle Parabeln der verschiedenen Laststellen zueinander kongruent sind, so genügt das Aufzeichnen nur einer Parabel, die man in dickem Papier ausschneidet und als Schablone verwendet.

Herr Andrée begrenzt seine Parabeln auf die Strecke $m-n$, welche die in Frage kommende Last durchläuft, solange alle Lasten innerhalb der Stützen bleiben. Theoretisch ist dies richtig, für das gesuchte Endresultat hat jedoch diese Einschränkung keinen Einfluss, da die Parabelteile ausserhalb der Strecke $m-n$ nicht in Frage kommen. Um Arbeit zu sparen, sehen wir hievon ab.

Die Aufzeichnung der Maximal-Momentenkurve wird dann für das in Abbildung 3 dargestellte Einzellastensystem (Beispiel I des Herrn Andrée) folgende einfache Gestalt annehmen:

Für sämtliche Laststellen werden die Abstände x und die max. M , wie sie aus Abbildung 3 und den Gleichungen (1) und (2) entnommen werden können, in folgender Tabelle zusammengestellt:

Tabelle für x und max. M .

Laststelle	e	$x = \frac{l-e}{2}$	$R \frac{x^2}{l}$	$R' \cdot e'$	max. M	
	m	m	mt	mt	mt	
I	3,25	3,375	137	0	137	x v. linken Lager aus
II	2,25	3,875	180	20	160	dto.
III	1,25	4,375	230	50	180	dto.
IV	0,25	4,875	285	90	195	dto.
V	0,75	4,625	257	60	197	x v. rechten Lager aus
VI	2,75	3,625	158	0	158	dto.

Nun trägt man (siehe Abbildung 4) die Abstände x und die entsprechenden max. M auf der Grundlinie $A-B$ auf, fertigt eine Parabelschablone von der Länge l und der Höhe $\frac{R \cdot l}{4}$ an (Abb. 5), zeichnet mit dieser, indem man jeweils die Mittellinie der Parabelschablone mit der Senkrechten durch die Laststelle zusammenfallen lässt, die den

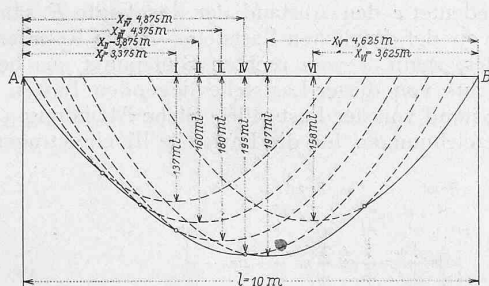


Abb. 4. Maximalmomentenkurve.

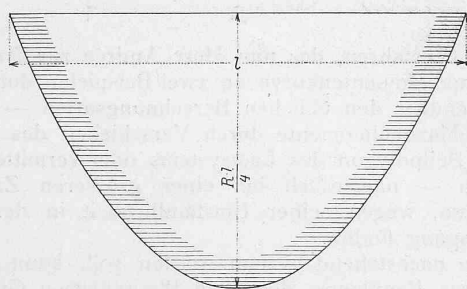


Abb. 5. Parabelschablone.

aufgetragenen max. M entsprechenden Parabeln ein und erhält so in der gemeinsamen Umrisslinie die gesuchte Maximal-Momentenkurve.

Wird bei gewissen Lastanordnungen das Moment in der Nähe der Stützpunkte zum Maximum, wenn die äussersten Lasten bereits über die Stützen hinweggeschritten sind, so sind die Maximalmomente der Trägereenden, unter

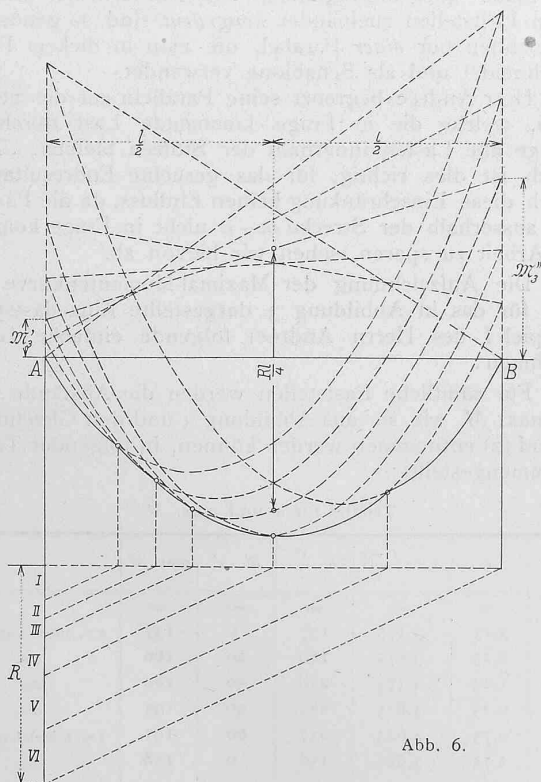


Abb. 6.

Berücksichtigung des veränderten Lastsystems, in analoger Weise noch besonders zu ermitteln.

Im „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“: Der Brückenbau, zweite Abteilung, 3. Auflage 1901, wird in der von Prof. Fr. Steiner, Prag, verfassten „Theorie der eisernen Balkenbrücken“ auf Seite 293 und folg. ein ähnliches Verfahren empfohlen, bei welchem die Parabeln von bestimmten Schlusslinien aus aufgetragen werden (siehe Abb. 6). Die Abstände M' und M'' dieser Schlusslinien von den Stützpunkten stellen die statischen Momente aller links bzw. rechts liegenden Lasten in Bezug auf die in Frage kommende Laststelle dar.

Der oben eingeschlagene, in Abbildung 4 dargestellte Weg dürfte jedoch vorzuziehen sein, da er das Aufzeichnen der Schlusslinien vermeidet und daher einfacher ist.

Nach dem „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“ können die Schnittpunkte der einzelnen Parabeln durch eine einfache, in Abbildung 6 unten ersichtliche Konstruktion kontrolliert werden. Diese Kontrolle lässt sich selbstverständlich auch bei dem Verfahren nach Abbildung 4 anwenden.

Kriens, den 20. Okt. 1907.

F. Ackermann, Ingenieur.

Miscellanea.

Einphasenwechselstrombetrieb der Strecke Seebach-Wettingen der S. B. B. Die Maschinenfabrik Oerlikon hat zur Besichtigung der nunmehr betriebsbereiten Strecke Seebach-Wettingen auf Samstag den 9. d. M. den St. Gallischen Ingenieur- und Architekten-Verein und auf Dienstag den 12. d. M. eine grössere Anzahl von Vertretern der Presse eingeladen. An beiden Tagen wurden die Besucher mittelst elektrischer Traktion durch fahrplanmässige Züge von Seebach nach Wettingen und wieder zurück befördert.

Zum Betriebe diente die Wechselstromlokomotive Nr. 2 der Maschinenfabrik Oerlikon, über deren Betriebsergebnisse wir bereits in Band XLVIII, Seite 159 u. ff. eingehend berichtet haben; an gleicher Stelle findet sich auch das Längsprofil der 19,5 km langen Strecke mit 12 ‰ Maximalsteigung. Die vierachsige Lokomotive empfängt vom Fahrdrat hochgespannten Einphasenwechselstrom von 15 000 Volt und 15 Perioden, der in einem Transformator auf 700 Volt herabtransformiert wird. Die Unterteilung der Sekundärwicklung in Stufen von je 30 Volt ermöglicht die Geschwindigkeitsregulierung der beiden in Serie geschalteten Wechselstrom-Kollektormotoren von je 350 Volt und 250 PS Leistung, durch Zu- und Abschalten von Transformatorspulen, sodass keine Spannung in Widerständen vernichtet werden muss. Eine weitere Lokomotive, Nr. 3, ruht auf zwei dreiachsigen Drehgestellen; auf jede der nichtgekuppelten Achsen treibt mit einfacher Zahnradübersetzung ein Reihenschlussmotor von 225 PS, sodass diese Maschine bei Ausrüstung mit sechs Motoren 1350 PS zu leisten imstande ist. Ihr Gewicht, das wie bei Lokomotive Nr. 2 als Reibungsgewicht voll ausgenutzt ist, beläuft sich mit vorläufig vier eingebauten Motoren auf 68 t; die maximale Geschwindigkeit von 70 km/Std. kann durch Veränderung der Uebersetzung auf 100 km/Std. gesteigert werden.

Bei den genannten Versuchsfahrten beförderte Lokomotive Nr. 2 den Zug von rund 160 t Anhängengewicht mit einer Geschwindigkeit bis zu 58 km/Std. Die Stromzuführung erfolgt auf der Strecke Seebach-Regensdorf nach dem System Oerlikon mittelst seitlich angeordneter Leitung und Kontaktruthe (vergl. Beschreibung und Abbildungen Band XLIII, Seite 79 u. ff.), während von Regensdorf bis Wettingen ein Bügelstromabnehmer und daher auch die Leitung nach dem System der Vielfach-Aufhängung mit Hilfsstragdraht der Siemens-Schuckert-Werke in Anwendung kam. Es ist hier nachzutragen, dass, um die Versuche auf eine breitere Basis zu stellen, die Maschinenfabrik Oerlikon sich zu diesem besondern Zwecke mit den Siemens-Schuckert-Werken verbunden hat, die auch die sechsachsige Lokomotive Mr. 3 gebaut haben. Sämtliche Lokomotiven sind denn auch zugleich mit Bügel- und Ruthen-Stromabnehmern ausgerüstet.

Besonderes Interesse bietet die Zentrale für den Bahnbetrieb, die zwei Maschinenaggregate von 600 und 450 Kw-Leistung enthält. Jede der Gruppen besteht aus einem Drehstrommotor, der auf der einen Seite mit einem Wechselstromgenerator für 700 Volt und 15 Perioden und auf der andern Seite mit einer Gleichstromdynamo gekuppelt ist. Diese ist dazu bestimmt, die durch den Bahnbetrieb nicht benützte Energie des Drehstrommotors einer Pufferbatterie von 375 Elementen und 592 Amp.-Std.