

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 15/16 (1890)
Heft: 3

Artikel: Zur Erdmassen-Berechnung bei Strassen- und Eisenbahnbauten
Autor: Zwicky, K.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-16368>

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: 21.02.2026

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

selbständiger Uebertragung grosser Kräfte von 100 und mehr Pferden könnte die Complication eines besondern Motors zur Ingangsetzung der Secundärmaschine in Anbetracht der übrigen grossen Vorzüge einer solchen Anlage mit in den Kauf genommen werden, dagegen ist es für die Verwendung von Wechselstrom-Kleinmotoren natürlich die erste Bedingung und viel wichtiger als selbst die automatische Regulirung, dass der Motor allein angeht. Die bekannte Westinghouse Electric Comp., welche in Nordamerika auf dem Gebiete der Wechselstromeinrichtungen leitend ist, veröffentlichte zu Anfang dieses Jahres eine Notiz, nach welcher es ihr gelungen sei, selbststehende Wechselstrommotoren für constante Belastung bis zu $\frac{1}{4}$ HP hinunter zu construire; die Firma Ganz & Comp. soll unabhängig und fast gleichzeitig dazu gelangt sein, selbststehende und bei variablem Kraftverbrauch selbst regulirende Kleinmotoren für Wechselstrombetrieb zu combiniren; doch sind bis jetzt über keines dieser beiden Systeme genaue Beschreibungen und Resultate bekannt geworden, abgesehen von einigen kurzen Angaben über Untersuchungen, welche Professor Dr. Kittler an einem 30 HP Ganz-Wechselstrommotor erhalten hat; es wäre daher sehr zu begrüssen, wenn die Ergebnisse der im November letzten Jahres von einer Expertencommission in Frankfurt a. M. vorgenommenen wissenschaftlichen Messungen publicirt würden, da dieselben ein abschliessendes Urtheil über den gegenwärtigen Stand der Wechselstrommotorentechnik erwarten lassen.

Entsprechen die neuen Motoren allen practischen Anforderungen, wie sie an Gleichstrommotoren gestellt werden, so ist dem Wechselstromsystem unbedingt der Vorzug gesichert vor demjenigen mit Gleichstrom, sobald es sich um Uebertragung electrischer Energie auf grosse Distanz und nachherige Vertheilung in Form von Kraft und Licht handelt. Denn durch die Anwendung der Transformatoren wird es möglich, für die Uebertragung sehr hohe Spannungen zu benutzen und doch den Consumenten Ströme von beliebig niedriger Spannung und Intensität an jedem Punkt des Leitungsnetzes zum directen Betrieb von Electromotoren und Lampen abzugeben.

Das Verwaltungsgebäude der Gotthardbahn in Luzern.

Architekt: K. Mossdorf in Luzern.
(Mit einer Tafel.)
(Schluss.)

Die der heutigen Nummer beigefügte Tafel gibt eine perspektivische Ansicht vom Vestibul des Verwaltungsgebäudes der Gotthardbahn.

Die Treppe und Säulen, welche das Vestibul vom Corridor trennen, wurden in Granit von Wassen ausgeführt; die weissgraue Farbe dieses Gesteines mit seinem rauhen Gefüge bildet einen angenehmen Contrast zu den farbigen, matt glänzenden Wänden aus künstlichem Marmor (Stucco lustro). Diese gleiche Bekleidung haben die Wände der Haupttreppe erhalten.

Die Treppe ist freitragend construirt und aus dem feinkörnigen Stein von Brenno hergestellt; der Treppenpilar wurde als Candelaber gestaltet, welcher die Glocke für die electrische Beleuchtung trägt, er wurde in carrarischem Marmor mit feiner ornamental Durchbildung von Herrn Michelangelo Molinari in Clivio ausgeführt. Das reiche, kunstvoll in Schmiedeeisen von Herrn Johann Meyer in Luzern ausgeführte Geländer bildet einen schönen Schmuck dieser Treppe.

Die Gesamtkosten des Verwaltungsgebäudes beliefen sich auf 1,210,000 Fr., dabei kommt der Quadratmeter Fundation (Aushub, Pfahlung und Betonirung) auf 54 Fr. und der Cubieter des ausgeführten Baues, gerechnet vom Trottoir bis zum Dachgesims, auf 30,5 Fr., in welchem Preis Fundation, Heizung, Beleuchtung und Bauleitung inbegriffen sind.

Zur Erdmassen-Berechnung bei Straßen- und Eisenbahnbauten.

Von Prof. K. Zwicky in Zürich.

Zur Bestimmung der zwischen zwei Querprofilen aufzufüllenden, resp. abzutragenden Erdmasse bedient man sich in der Praxis der einen oder andern empirischen Formel, welche einen angenäherten Werth für das Volumen liefert.

Zweck dieser Zeilen ist nun die Prüfung jener Formeln auf ihre Genauigkeit.

1. Flächeninhalt eines Querprofils.

Für die Construction der Querprofile sei gegeben die Planumsbreite = b ; die Höhe h des Auftrages oder Einschnittes, in der Planumsmitte gemessen; die Neigung der Böschungen (n fache Anlage), die natürliche Terrainlinie $m n$. Nach der Neigung dieser letztern kann man dann folgende drei Fälle unterscheiden:

a) Terrainlinie $m n$ sei geradlinig und horizontal. Hier ergibt sich für den Querprofil-Inhalt F ganz einfach:

$$F = b h + n h^2.$$

Die Ausrechnung dieses Ausdrückes geschieht am bequemsten mittelst zwei Rechenschiebern; der eine liefert die Producte $b h$, der andere $n h^2$; da b und n für alle Querprofile constant sind, so kann immer dieselbe Einstellung benutzt werden:

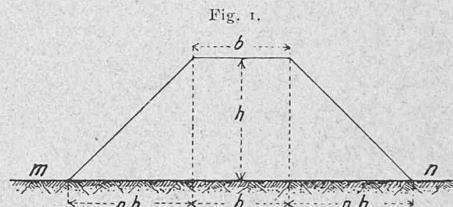


Fig. 1.

b) Terrainlinie $m n$ gerade, aber geneigt. Dieser Fall kann auf einfache Weise auf den vorigen zurückgeführt werden. Ein Profil mit geneigter Terrainlinie ist stets grösser als das der mittleren Höhe h entsprechende mit horizontaler Terrainlinie. Zieht man nämlich durch den Axenpunkt E die Horizontale $C_1 D_1$, ferner $C_1 F$ parallel BD und endlich durch F und C die Horizontalen FG und CH , so erkennt man:

$$ABDC = ABD_1 C_1 + \Delta CC_1 E - \Delta DD_1 E = ABD_1 C_1 + \Delta CC_1 F.$$

Nun ist aber:

$$\begin{aligned} \Delta CC_1 E &= \frac{1}{2} \cdot C_1 E \cdot EH \\ \Delta DD_1 E &= \Delta C_1 EF = \frac{1}{2} C_1 E \cdot EG \\ \Delta CC_1 E - \Delta DD_1 E &= \frac{1}{2} C_1 E \cdot GH = C_1 D_1 \cdot \frac{GH}{4} \end{aligned}$$

Trägt man nun $\frac{GH}{4}$ = EJ auf, und zieht durch J die Horizontale $C_2 D_2$, so wird sehr annähernd

$$C_1 D_1 \cdot \frac{GH}{4} = \text{Trapez } C_1 D_1 D_2 C_2 \text{ und damit } ABDC = ABD_2 C_2$$

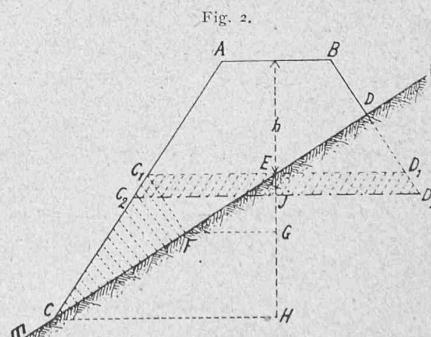
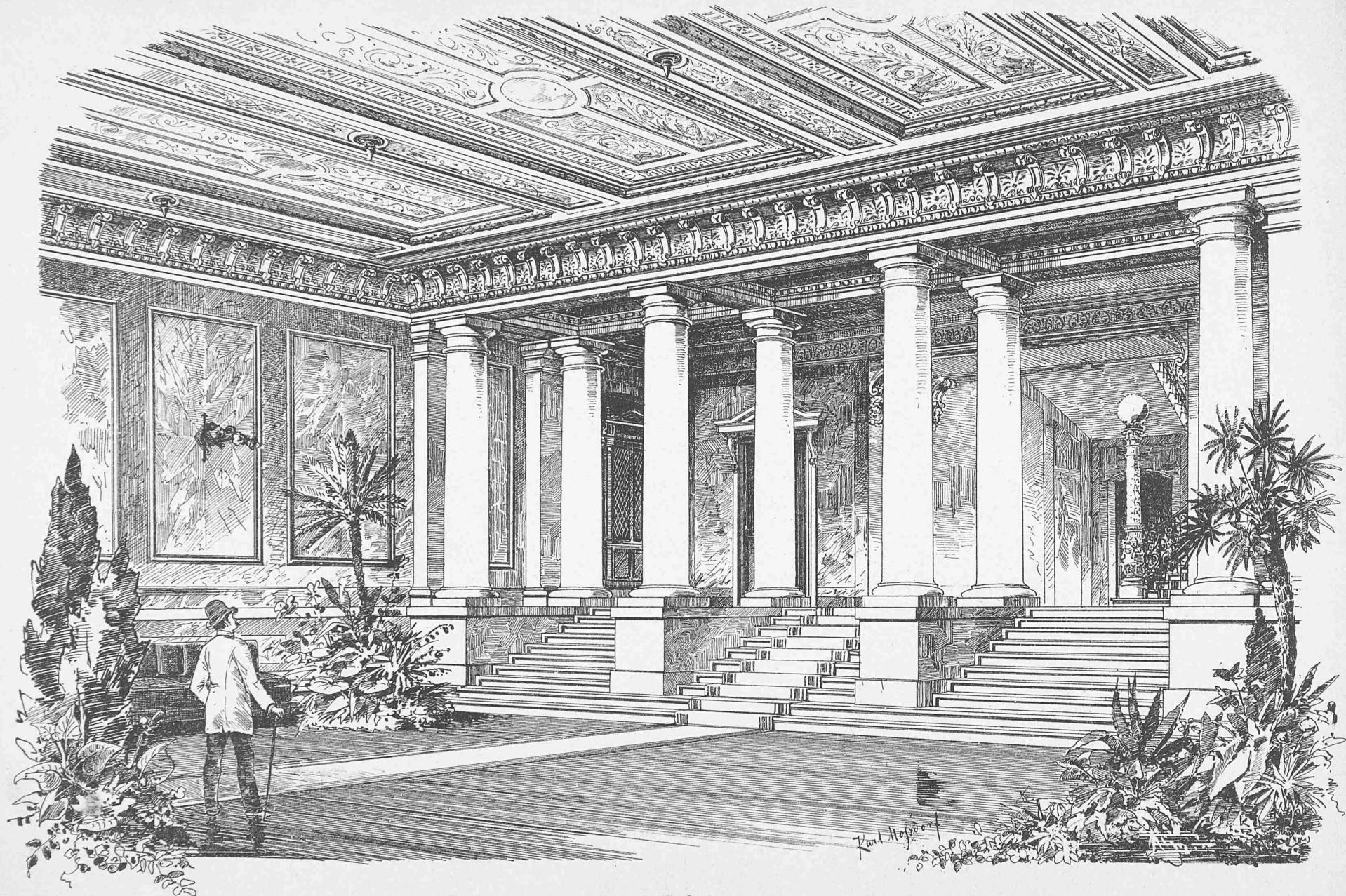


Fig. 2.

d. h. der Inhalt eines Querprofiles von der Axenhöhe h mit geneigter Terrainlinie ist gleich demjenigen mit horizontaler Terrainlinie von der Höhe $h + \frac{GH}{4}$.*

*) Aus der Bedingung $ABDC = ABD_2 C_2$ folgt auch, wenn man AC und BD bis zu ihrem Schnittpunkt P verlängert,

$$\Delta CPD = \Delta C_2 PD_2,$$



Vestibule.

Verwaltungsgebäude der Gotthardbahn in Luzern.

Erbaut von G. MOSSDORF, Architekt.

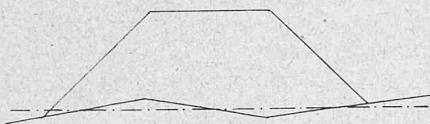
Seite / page

14(3)

leer / vide /
blank

c) Terrainlinie $m n$ krummlinig oder gebrochen. Hier führt wohl eine Berechnung mittelst Planimeter am raschesten zum Ziele. Uebrigens kann man die krumme Terrainlinie dadurch bequem durch eine gerade ersetzen, dass man eine auf Pauspapier gezeichnete Gerade so darauf legt, dass sich die links und rechts davon liegenden Theile (dem Augenmass nach) ausgleichen und dann diese Linie durchsticht.

Fig. 3.



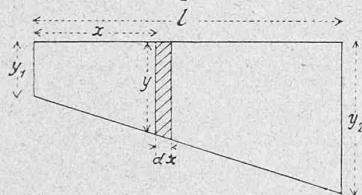
2. Volumen-Berechnung.

Unter Voraussetzung stetiger Aenderung des Terrains ist der zwischen zwei Querprofilen F_1 und F_2 anzuschüttende, resp. abzutragende Erdkörper ein *Prismatoid*, dessen parallele Endflächen jene beiden Endquerprofile und dessen Höhe die Entfernung l derselben sind. Bezeichnet man mit F_m das Querprofil in der Mitte, so ist der Volumen-Inhalt des Prismatoïdes:

$$V = \frac{l}{6} (F_1 + 4 F_m + F_2),$$

also gleich demjenigen eines Prismas von derselben Höhe l und dem Querschnitt $f = \frac{F_1 + 4 F_m + F_2}{6}$.

Fig. 4.



Unter Voraussetzung horizontaler Terrainlinien lässt sich diese Formel analytisch sehr einfach direct finden. Bezeichnen wir die variable, von y_1 bis y_2 zunehmende Profilhöhe mit y , den zugehörigen Querprofilinhalt mit F , so ergibt sich für das Volumenelement dV von der Dicke dx :

$$dV = F \cdot dx,$$

wo

$$F = by + ny^2 \text{ und } y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{l} \cdot x, \text{ woraus}$$

$$dx = \frac{l}{y_2 - y_1} \cdot dy. \text{ Damit wird}$$

$$dV = (by + ny^2) \cdot \frac{l}{y_2 - y_1} \cdot dy$$

und der ganze Erdkörper zwischen y_1 und y_2

$$\begin{aligned} V &= \int_{y_1}^{y_2} dV = \frac{l}{y_2 - y_1} \int_{y_1}^{y_2} (by + ny^2) \cdot dy \\ &= \frac{l}{y_2 - y_1} \left\{ b \frac{y_2^2 - y_1^2}{2} + n \frac{y_2^3 - y_1^3}{3} \right\} \\ &= \frac{l}{6} \left\{ 3b(y_1 + y_2) + 2n(y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2) \right\} \end{aligned}$$

Nun sind die den Höhen b_1 , b_2 und $\frac{b_1 + b_2}{2}$ entsprechenden Querschnittsflächen F_1 , F_2 und F_m :

$$F_1 = b y_1 + n y_1^2$$

$$F_2 = b y_2 + n y_2^2$$

$$F_m = b \frac{y_1 + y_2}{2} + n \frac{y_1^2 + 2 y_1 y_2 + y_2^2}{4} \text{ woraus für}$$

$F_1 + F_2 + 4 F_m = 3b(y_1 + y_2) + 2n(y_1^2 + y_1 y_2 + y_2^2)$ was eben mit oben gefundenem Klammerausdruck übereinstimmt. **)

woraus man $C_2 D_2$ als horizontale Scheiteltangente einer Hyperbel erkennt, für welche AC und BD die Asymptoten und CD eine Tangente sind, welche Eigenschaft indessen eine bequeme Construction für $C_2 D_2$ nicht liefert.

**) Obige Formel kann eventuell zur genauen Berechnung des Volumens benutzt werden, wird aber hiefür zweckmässig noch etwas umgeformt. Es ist

$$V = \frac{l}{6} \cdot \{F_1 + F_2 + 4 F_m\}$$

In der Praxis wird selten dieser genaue mittlere Querschnitt $f = \frac{F_1 + 4 F_m + F_2}{6}$ berechnet, sondern man begnügt sich mit einer einfacheren Annäherung, entweder dem arithmetischen Mittel der beiden Endquerprofile: $f' = \frac{F_1 + F_2}{2}$ oder dem der mittleren Höhe $\frac{y_1 + y_2}{2}$ entsprechenden Querprofil $f'' = F_m$.

Um diese drei Werthe f , f' und f'' bequem mit einander vergleichen zu können, wollen wir die Profilhöhen bezeichnen wie folgt:

$$\text{Profil } 1: y_1 = b$$

$$2: y_2 = b + 2y, \text{ so wird das}$$

$$3: \text{Mitte: } b_m = b + y.$$

Unter Annahme horizontaler Terrainlinien ergibt sich dann für die Flächeninhalte dieser drei Querprofile:

$$F_1 = b b + n b^2$$

$$F_2 = b(b + 2y) + n(b + 2y)^2 = bb + 2by + nb^2$$

$$+ 4ny + 4ny^2$$

$$F_m = b(b + y) + n(b + y)^2 = bb + by + nb^2 + 2ny + ny^2$$

und daraus $f = \frac{F_1 + 4 F_m + F_2}{6} = bb + by + nb^2 + 2ny + \frac{4}{3}ny^2$

$$f' = \frac{F_1 + F_2}{2} = bb + by + nb^2 + 2ny + ny^2$$

$$f'' = F_m = bb + by + nb^2 + 2ny + ny^2.$$

Der genaue mittlere Durchschnitt f lässt sich also durch die genäherten sehr einfach ausdrücken:

$$f = \frac{F_1 + F_2 - 2/3 ny^2}{2} = \frac{F_1 + F_2}{2} - \frac{n}{6}(y_1 - y_2)$$

$$f = F_m + 1/3 ny^2 \quad \int = F_m + \frac{n}{12}(y_1 - y_2)$$

Die Mittelung der Querprofile $\left(\frac{F_1 + F_2}{2}\right)$ liefert also einen zu grossen, die Mittelung der Höhen $\left(F_m \text{ zu } \frac{y_1 + y_2}{2}\right)$ gehörig einen zu kleinen Werth, der aber genauer als der erstere ist.

Beispielsweise wird für

$$\begin{aligned} m \\ b &= 6,00 & F_1 &= 6,0 \times 1,0 + 1,5 \times 1,0^2 = 7,5 \text{ m}^2 \\ y_1 &= 1,00 & F_2 &= 6,0 \times 2,0 + 1,5 \times 2,0^2 = 18,0 \text{ "} \\ y_2 &= 2,00 & F_m &= 6,0 \times 1,5 + 1,5 \times 1,5^2 = 12,375 \text{ m}^2, \quad \frac{n}{3} y^2 = 0,125 \text{ m}^2 \\ n &= 1,5 & & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y = \frac{y_1 - y_2}{2} &= 0,50 & f &= 12,500 \text{ "} \\ \frac{n}{3} &= 0,5 & \frac{F_1 + F_2}{2} &= 12,750 \text{ "}, \quad 2 \frac{n}{3} y^2 = 0,250 \text{ "} \\ \frac{F_1 + F_2}{2} & \text{ist um } \frac{0,250}{12,5} = 2\% \text{ zu gross.} & & \\ F_m & \text{ist um } \frac{0,125}{12,5} = 1\% \text{ zu klein.} & & \end{aligned}$$

Fortschritte im Eisenbahnwesen.

Ueber die im Eisenbahnwesen anzustrebenden Fortschritte hielt Regierungsrath Ritter von Hornbostel in der Plenarversammlung des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins vom 7. letzten Monats einen Vortrag, der allgemeinem Interesse begegnete und dem sich auch eine lebhafte Discussion angeschlossen hat. Der Redner hatte zwar namentlich österreichische Verhältnisse im Auge, aber da die nach Verbesserung und Fortschritt drängenden Kräfte sich anderwärts in gleichem Masse geltend machen und theilweise auch gleiche Widerstände finden, so gilt vieles, was Herr Hornbostel ausgeführt hat, auch für unser

$$\begin{aligned} &= \frac{l}{6} \left[3b(y_1 + y_2) + 2n \left\{ y_1(y_1 + y_2) + y_2^2 \right\} \right] \\ &= \frac{l}{6} [(3b + 2ny_1) \cdot (y_1 + y_2) + 2ny_2^2], \end{aligned}$$

wobei der Klammerausdruck wie derjenige für F nur noch aus zwei Producten-Gliedern besteht, also fast so bequem wie dieser berechnet werden kann.