

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 12/13 (1880)  
**Heft:** 4

## Inhaltsverzeichnis

### 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:** 20.02.2026

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

**I N H A L T:** Bestimmung des Erddrucks mit Rücksicht auf Cohäsion. Von W. Ritter, Professor in Riga. Mit 7 Zeichnungen. — Die electrische Beleuchtung am eidgenössischen Sängerfest in Zürich. Mitgetheilt von W. Weissenbach, Maschineningenieur. Mit einer Zeichnung. — La mauvaise partie du Grand Tunnel du Gothard. Von E. Stockaler, Ingenieur. — Miscellanea: Eclairage électrique. — Literatur. —

## Bestimmung des Erddrucks mit Rücksicht auf Cohäsion.

Von W. Ritter, Professor in Riga.\*)

I. Die Ermittelung des auf eine Stützmauer wirkenden Erddrucks mit gleichzeitiger Berücksichtigung der Reibungs- und Cohäsionswiderstände gilt im Allgemeinen für eine Aufgabe, deren Lösung zu umständlich wird, um practisch verwertet werden zu können. Es ist dies wohl der Hauptgrund, weshalb von den meisten Bearbeitern der Erddrucktheorie die Cohäsion ausser Acht gelassen oder nur in dem speciellen Fall berücksichtigt wird, wo sich die Lösung einfacher gestaltet. Auch die nachfolgende graphische Behandlung der Aufgabe besitzt noch nicht den für praktische Zwecke wünschenswerthen Grad von Einfachheit, scheint uns indessen doch, was Uebersichtlichkeit der Entwicklung und Bequemlichkeit der Construction betrifft, den bisher bekannten Methoden überlegen zu sein.

II. Wir schicken voraus, dass wir die Gleit- oder Trennungsfläche (wie es bei allen practisch brauchbaren Methoden zur Erddrucksbestimmung geschehen ist) als *Ebene* annehmen, ferner dass wir diejenige Gleitfläche als die ungünstigste ansehen, für welche der Erddruck ein Maximum wird.\*\*) Der Reibungswinkel zwischen Erde auf Erde sei  $\varphi$ , derjenige zwischen Erde und Mauerwerk  $\varphi_1$ ; das specifische Gewicht der Erde nennen wir  $\gamma$  und den Cohäsionswiderstand pro Flächeneinheit  $k \cdot \gamma$ , worin  $k$  naturgemäß eine Linie darstellt.\*\*\*) Wir beschränken ferner unsere Entwicklung auf den Fall eines nicht überhöhten und nicht belasteten Erdkörpers und deuten die bei Ueberhöhung und Belastung eintretenden Modificationen nur kurz am Schlusse an.

Die hintere Wand der Stützmauer oder die „Erdwand“ sei  $AB$  (Fig. 1) und die Erdbegrenzung oder „Terrainlinie“  $BG$ ; die Erde trenne sich längs der Linie  $AG$  und gleite in Form eines dreiseitigen Prismas  $ABG$  herunter. Dann treten bei diesem Vorgang vier Kräfte auf, die unter sich im Gleichgewicht sein müssen. Diese sind:

1) Das *Gewicht*  $P$  des abgleitenden Erdprismas; dasselbe berechnet sich, wenn man das Perpendikel  $A A'$  auf die Terrainbegrenzung fällt und die Tiefe des Erdkörpers gleich der Einheit annimmt.

$$P \equiv {}^{1/2} \gamma \cdot A \; A' \cdot B \; G.$$

2) Der Druck, welchen die stehen bleibende Erde auf das gleitende Prisma ausübt, zusammengesetzt mit der dabei auftretenden Reibung; da letztere gleich dem Normaldruck mal dem Reibungskoeffizienten ( $\tan \varphi$ ) ist, so bildet die Mittelkraft aus beiden Kräften mit der Gleitfläche den Winkel  $90^\circ - \varphi$ ; wir nennen diese Mittelkraft *Gegendruck* und bezeichnen sie mit  $Q$ .

3) Die *Cohäsionskraft*  $K$ , welche in der Richtung der Gleitfläche, der Bewegung entgegen, wirkt; sie ist der Länge der Gleitfläche proportional und berechnet sich  $K = k \cdot \gamma \cdot A G$ .

<sup>3)</sup>) Die vorliegende Abhandlung war schon aufgesetzt, als mir die interessante Arbeit von Ingenieur F. Klemperer (Zeitschr. des österr. Ing.- u. Arch.-Vereins, 1879, Seite 116) zu Gesichte kam, welche ganz dieselbe Aufgabe löst; ich fragte mich, ob es sich noch lohne, meine eigene Arbeit an die Öffentlichkeit zu bringen, entschloss mich aber doch dazu, da der von mir eingeschlagene Weg etwas rascher zum Ziele führt. *Der Verfasser.*

\*\*) Nur scheinbar ist dieses Verfahren von demjenigen verschieden, bei welchem man dasjenige Erdprisma sucht, für welches ein Abgleiten am leichtesten eintritt; mag auch diese letztere Auffassung rationeller erscheinen, so ist doch die ältere Auffassung des Prismas vom grössten Druck fasslicher, und schliesslich führen beide Wege zu denselben Resultate.

\*) Ueber die Ermittlung des Werthes  $k$  siehe „Culmann's Graph. Statik, I. Aufl., S. 554 etc.“

4) Der *Erddruck*  $E$ , welcher, da er sich wie  $Q$  aus dem Normaldruck auf  $AB$  und der dabei entstehenden Reibung zusammensetzt, mit  $AB$  den Winkel  $90^\circ - \alpha$ , einschliesst.

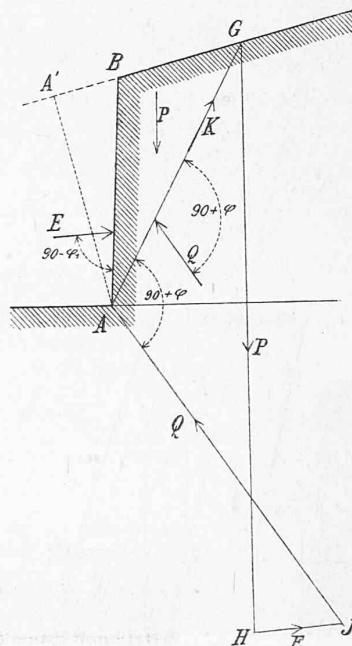
Setzt man diese vier Kräfte zusammen, so entsteht ein geschlossenes Polygon. Nimmt man dabei den Kräftemasstab gleich  $k \cdot \gamma$  (d. h. dividirt man sämmtliche Kräfte durch  $k \cdot \gamma$ , um sie als Linien auftragen zu können) so wird die Cohäsionskraft durch  $AG$  dargestellt, während  $P$  gleich der Linie

$$\frac{^{1/2}\gamma \cdot A A' \cdot B G}{k \cdot \gamma} = \frac{A A' \cdot B G}{2k}$$

wird. Dieses Kräftepolygon ist in Fig. 1 aufgetragen:  $AG$  stellt die Cohäsion dar,  $GH$  das Gewicht des Erdprismas,  $HJ$  den Erddruck und  $JA$  den Gegendruck. Da  $GH$ , wie eben gezeigt worden ist, der Linie  $BG$  proportional ist, so liegen die Punkte  $H$  sämmtlich auf einer durch  $B$  gehenden *geraden Linie*; wir nennen dieselbe in Zukunft kurz die „ $H$ -Linie“. Der Winkel  $JAG$  muss offenbar gleich  $90^\circ + \varphi$  sein. Da bei gegebener Gleitfläche  $AG$  und  $GH$  nach Grösse und Richtung,  $HJ$  und  $JA$  dagegen der Richtung nach bekannt sind, so lässt sich der Erddruck für jede Gleitfläche leicht ermitteln.

Gibt man nun der Gleitfläche eine andere Richtung, so wird sich auch das Kräftepolygon ändern und unsere Aufgabe besteht darin, diejenige Gleitfläche zu finden, für welche der Erddruck  $HJ$  ein Maximum wird.

Fig. 1.



III. In Fig. 2 sind drei verschiedene Gleitflächen  $A G_1$ ,  $A G_2$  und  $A G_3$  angenommen und die entsprechenden drei Kräftepolygone construit worden, wobei die einzelnen Punkte stets die betreffende Nummer tragen. Hierbei ergibt sich nun das interessante Resultat, dass die Punkte  $J_1, J_2, J_3 \dots$  auf einem *Kegelschnitt* und zwar auf einer *Hyperbel* liegen.

Die Punkte  $J$  können nämlich als Schnitte zweier Strahlenbüschel des *Gegendruckbüschels*  $A J_1, A J_2, A J_3 \dots$  und des *Erddruckbüschels*  $H_1 J_1, H_2 J_2, H_3 J_3 \dots$  angesehen werden; letzterer ist ein Parallelstrahlenbüschel und hat sein Centrum im unendlich fernen Punkte der Linie  $AE$ , welche die Richtung des Erddrucks angibt. Nun ist der Gegendruckbüschel  $A J_1, A J_2 \dots$  congruent zu dem Strahlenbüschel  $A G_1, A G_2$ , weil die entsprechenden Strahlen stets den Winkel  $90^\circ + \varphi$  mit einander einschliessen. Der Büschel  $A G_1, A G_2 \dots$  liegt aber perspektivisch zu dem Parallelstrahlenbüschel  $G_1 H_1, G_2 H_2$  und dieser wiederum perspektivisch zu dem Erddruckbüschel  $H_1 J_1, H_2 J_2 \dots$ ; somit ist letzterer zum Gegendruckbüschel  $A J_1, A J_2 \dots$  projectivisch und der Schnitt beider Büschel ist eine Curve zweiter Ordnung.