

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 73/74 (1919)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Die Kettenlinie im Ingenieurwesen  
**Autor:** Brunner, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-35654>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 28.04.2025

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

INHALT: Die Kettenlinie im Ingenieurwesen. — Die neue Entwässerungs-Anlage in Codigoro. — Ideen-Wettbewerb für die Erweiterung der kantonalen Kranken-Anstalt Aarau. — Fellsprengungen mit flüssiger Luft. — Miscellanea: Lebensdauer von Hängebrücken. Schwere elektrische Güterzuglokomotiven der schlesischen Gebirgsbahnen. Schweizerische wirtschaftliche Studienreise nach Nordamerika. Neue Aargauer Kraftwerke. Schweiz. Verein von Dampfkessel-Besitzern. Bündner Kraftwerke. Wasser-

Turbinen von 37 500 PS Leistung. — Nekrologie: G. Rieser. — Konkurrenzen: Ueberbauung des Obmannamt-Areals Zürich. Arbeiter-Wohnhäuser im „Pré d'Ouchy“ in Lausanne. Gartenstadt Piccard, Pictet & Cie. in Lausanne. — Preisausschreiben: Zur Milderung der Klassengegensätze. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein. G. e. P.: Einladung zur 35. General-Versammlung mit 50-jährigem Jubiläum der G. e. P.; Stellenvermittlung.

Band 74.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 2.

## Die Kettenlinie im Ingenieurwesen.

Von Dipl.-Ing. J. Brunner, Luzern.

Im Anschluss an den anregenden Artikel von Dr. A. Kiefer über die Kettenlinie in Nr. 12 und 13 (vom 22. und 29. März 1919) möchte ich hier mehr die praktischen Anwendungen betonen, wie sie beim Bauen mit weitgespannten Drahtseilen, Ketten, Drähten zur Geltung kommen.

Wir stützen uns dabei auf zwei einfache Eigenschaften der Kettenlinie.

Alle Kettenlinien sind einander ähnlich, wie z. B. auch alle Parabeln einander ähnlich sind. (Abbildung 1).

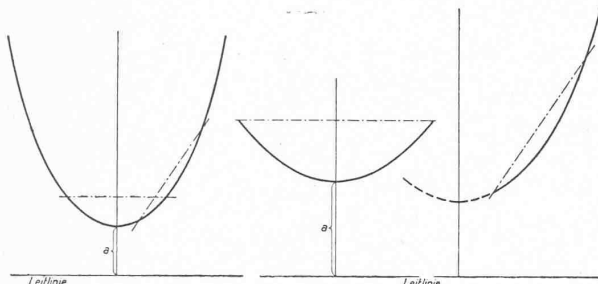


Abb. 1.

In der Gleichung der Kettenkurve

$$y = \frac{a}{2} \left( e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right)$$

kann einzig  $a$  verschieden eingesetzt werden, woraus folgt, dass durch Vergrößerung oder Verkleinerung alle Kettenlinien miteinander zur Deckung gebracht werden können.

Ebenso kann jedes Bogenstück eines beliebig gespannten oder belasteten Seiles zu einer gewöhnlichen Kettenlinie ergänzt gedacht, also durch Vergrößerung oder Verkleinerung mit einem entsprechenden Stück einer einmal fest berechneten Kettenlinie in Kongruenz gebracht werden.

Wir zeichnen ein für alle Mal eine bestimmte Kettenkurve auf. Deren Koordinaten z. B. für  $a = 12$  sind:

| $x$   | $y$   | $x$   | $y$   | $x$   | $y$   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $\pm$ | $+$   | $\pm$ | $+$   | $\pm$ | $+$   |
| 0     | 12,00 | 10    | 16,41 | 20    | 32,90 |
| 2     | 12,17 | 12    | 18,52 | 22    | 38,48 |
| 4     | 12,67 | 14    | 21,14 | 24    | 45,14 |
| 6     | 13,54 | 16    | 24,34 | 26    | 53,06 |
| 8     | 14,77 | 18    | 28,23 | usf.  | usf.  |

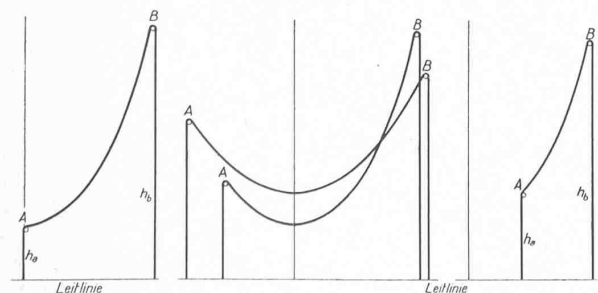


Abb. 2.

Es gilt ferner die Eigenschaft, dass die Kettenlinie im Gleichgewicht ist, wenn ihre Enden, über kleine Rollen geführt, bis zur Leitlinie (Koordinatenaxe im Abstand  $a$

vom Scheitel) herabhängen. Es entsprechen also die Gewichte der senkrechten Stücke von  $A$  bzw.  $B$  bis zur Leitlinie der entsprechenden Spannung der Kette bei  $A$  bzw.  $B$  (Abb. 2). Diese Teile  $h_a$  und  $h_b$  heissen die Hängstücke.

Mit Hilfe dieser einfachen Eigenschaften lassen sich nun die Verhältnisse (Spannungen, Durchhänge usw.) von belasteten und unbelasteten Seilen leicht angeben und zwar durch graphisches Probieren an einer aufgezeichneten Kettenlinie, ein Verfahren, das für die Praxis immer zu genügend genauen Ergebnissen führt, wo sonst ein komplizierter, nicht übersichtlicher und daher gegen grobe Fehler nicht geschützter Formelapparat auftreten würde.

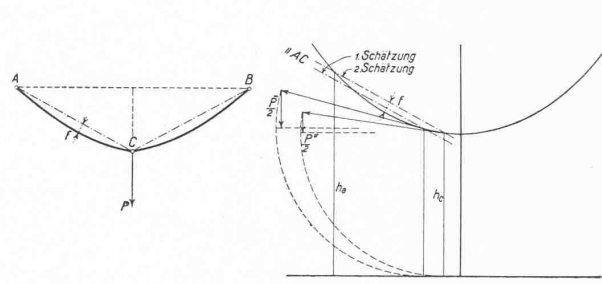


Abb. 3.

**Beispiel.** Für ein auf eine bestimmte Strecke  $AB$  gespanntes Seil, das in der Mitte ein Gewicht  $P$  trägt, sei der zulässige Durchhang, der Punkt  $C$ , festgelegt (Abbildung 3). Welches sind nun für ein bestimmtes Seil die maximale Spannung aus Eigengewicht und Last und welches die Abweichung  $f$  von der Visierlinie  $AC$ ?

Für unsere Untersuchung schneiden wir durch eine Parallele zu  $AC$  schätzungsweise ein Bogenstück aus der aufgezeichneten Kettenkurve ab (Abbildung 3). Dann denken wir uns das Sekantenstück zwischen den Bogenschnittpunkten auf die wahre Länge  $AC$  vergrößert und ebenso in gleichem Verhältnis vergrößert die Hängstücke  $h$ . Die Gewichte dieser Hängstücke messen uns die Spannungen in den Schnittpunkten. Die Richtung ist tangential. Der Schnitt muss so lange verschoben werden, bis die Vertikal-Komponente der Spannung in  $C = P/2$  ist. Dann zeigt das abgeschnittene Kettenkurvenstück die wahre Form des Kettenlinienbogens. Durch  $h_a$  wird die Spannung im Aufhängepunkt angegeben.

Ein anderes Beispiel. Ungleichhohe Aufhängepunkte  $A$  und  $B$  seien gegeben, ebenso der Punkt  $C$ , in welchem eine Last gehalten werden muss. Es liege ein Seil oder eine Kette vor mit Gewicht  $g$  in  $\text{kg/m}$  (Abbildung 4).

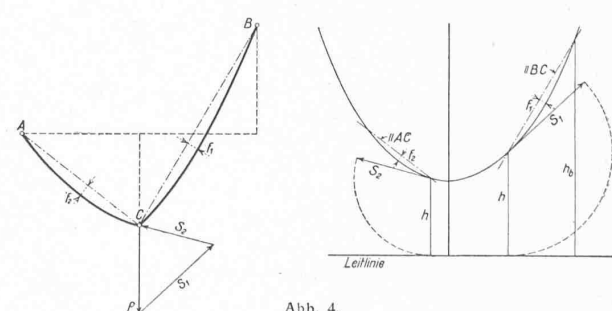


Abb. 4.

Wir schneiden wiederum auf unserer auf dem Papier gegebenen Kettenlinie Bogenstücke ab durch Parallele  $AC$  und  $BC$ , bringen die Masszahlen der Sekantenstücke samt

ihren Hängstücken  $h$  auf die wirkliche Grösse. Die Produkte  $h \cdot g$  zeigen die tangentialen Spannungen  $S_1$  und  $S_2$  die mit  $P$  zusammen bei genügend korrigierten Schnitten ein geschlossenes Kräfte-dreieck bilden müssen. Das  $h$  misst die auftretende grösste Spannung aus Last und Ketten-Gewicht im Punkte  $B$ . Die Pfeile  $f_1$  und  $f_2$  folgen ebenfalls aus der Vergrösserung.

Aus der Zeichnung der Kettenlinie können wir auch das günstigste Verhältnis von Durchhang zu Spannweite ersehen, wenn für eine feste Spannweite die Zug-

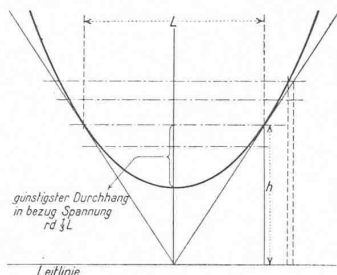


Abb. 5.

spannung aus Eigengewicht ein Minimum werden soll (Abb. 5).

Schneiden wir durch eine Horizontale ein Bogenstück ab und vergrössern  $L$  auf die feste Spannweite und dementsprechend  $h$ , so sehen wir, dass für  $\frac{h}{L} = \text{Minimum}$  der Schnitt dort geführt werden muss, wo die Tangenten aus dem Koordinaten-Anfangspunkt die Kettenlinie berühren. Denn für jeden Punkt innerhalb der Tangenten, also auch für jeden andern Kurvenpunkt wird  $\frac{h}{L}$  grösser, wie eine einfache geometrische Ueberlegung zeigt.

Wir entnehmen der Zeichnung, dass das günstigste Verhältnis Durchhang: Spannweite,  $\frac{f}{L}$ , fast genau  $\frac{1}{3}$  ist. Der genaue Wert ist  $f = 0,33764 \dots L$ . Er würde durch Rechnung gefunden, durch partielle Differentiation der Gleichung der Kettenlinie nach  $a$  bei festgehaltenem  $x$ :

$$\frac{\partial v}{\partial a} = 0$$

Für die Spannweite  $L = 100 \text{ m}$  wird bei günstigstem

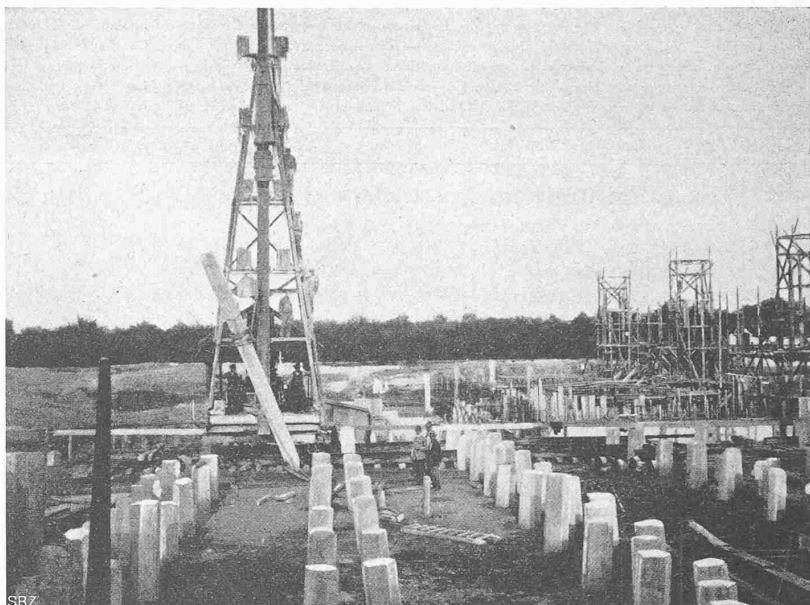


Abb. 7. Rammen der Eisenbetonpfähle für das Kessel- und das Maschinenhaus.

Pfeil das Hängstück  $h = 75,44 \text{ m}$ . Für ein Drahtseil von  $1 \text{ cm}^2$  Querschnitt (der Querschnitt spielt bei Spannungen nur aus Eigengewicht natürlich keine Rolle) würde die grösste Spannung betragen  $75,44 \times 0,785 = 59,2 \text{ kg/cm}^2$ . Durch proportionale Vergrösserung kommen wir auf die maximale Spannweite, bei der das Seil beim günstigsten Durchhang durch das Eigengewicht reissen würde.

$$\text{Für } \sigma_{\text{Bruch}} = 5000 \text{ kg/cm}^2 \text{ ist } L = \frac{5000 \cdot 100}{59,2} = 8450 \text{ m}$$

$$\text{Dagegen für } \sigma_{\text{zul.}} = 1200 \text{ kg/cm}^2 \quad L = \frac{1200 \cdot 100}{59,2} = 2030 \text{ m.}$$

Wählten wir als Material Tiegelstahldraht mit  $\sigma_{\text{Bruch}} = 20000 \text{ kg/cm}^2$ , so würden wir damit eine Spannweite von  $33,7 \text{ km}$  erreichen.

Bei anderen Verhältnissen, z. B. vorgeschriebenem maximalen oder prozentualen Durchhang, bei bestimmter zulässiger Spannung, lässt sich ebenfalls durch graphisches Probieren und proportionales Vergrössern und Verkleinern rasch der nötige Ueberblick gewinnen.

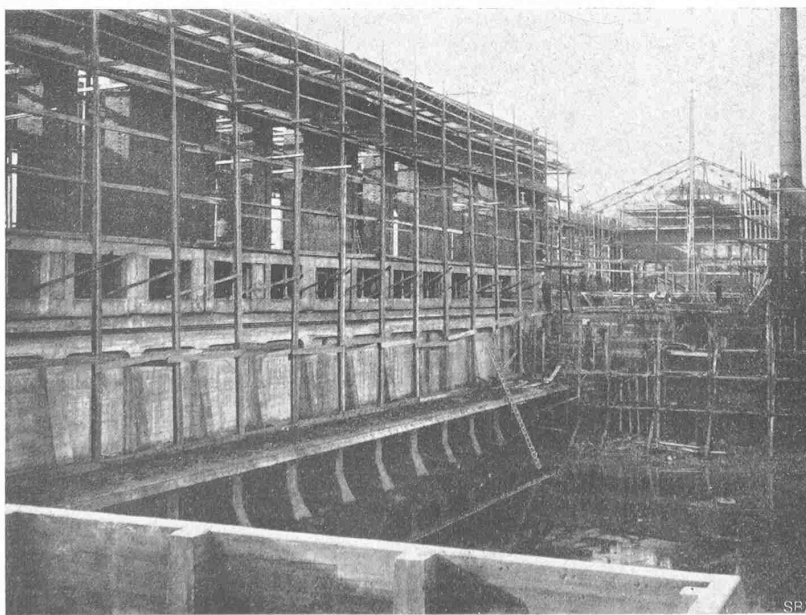


Abb. 9. Neues Pumpenhaus von der Einlaufseite gesehen (im Bau 1911).

## Die neue Entwässerungs-Anlage in Codigoro.

Von Obering. G. Müller, Winterthur.

(Fortsetzung von Seite 4.)

Ueber die Fundierung des Maschinen-Hauses entnehmen wir den Mitteilungen der Firma Züblin & Cie. in Strassburg die nachstehenden interessanten Angaben. Mit Rücksicht auf die höchst ungünstigen Bodenverhältnisse, die schon bei dem bestehenden alten Pumpwerk zu ganz bedenklichen ungleichen Senkungen geführt hatten, wurde bei den Fundierungsarbeiten der neuen Anlage mit ganz besonderer Vorsicht vorgegangen. Wie aus dem Terrainschnitt (Abbildung 6) ersichtlich ist, besteht der Boden, entsprechend seiner geologischen Entstehung, aus wechselnden Schichten leichter Bodenarten: Sand, Torf und Lehm, und zwar bis auf eine Tiefe von etwa  $50 \text{ m}$ . Da die Mächtigkeit jeder einzelnen Bodenschicht auf ihrer ganzen Ausdehnung stark wechselte, konnte an die Anwendung einer schwimmenden Fun-