

Kettenbogen

Mehr Details

Eine Kettenlinie (auch Seillinie oder Katenoide genannt) entsteht, wenn ein Seil an zwei Punkten aufgehängt wird und ohne äußere Belastung locker durchhängt (Abb. 1). Die Form dieser Kurve hängt nicht vom Gewicht des Seils oder der Kette, sondern nur von der Seillänge und der Entfernung der beiden Befestigungspunkte ab. Eine horizontal gespiegelte Kettenlinie nennt man Kettenbogen oder Stützlinie.



© Foto: Kamel15, CC BY-SA 3.0
<<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>>,
via Wikimedia Commons

Abb. 1: Beispiel für einen Kettenbogen
bei einer Absperrung.

Das Gewicht verteilt sich dabei naturgegeben gleichmäßig. Bei der Kettenlinie bezeichnet man dies als Zug- und bei der Stützlinie als Druckkraft. Die Kräfte wirken nur in Richtung der Kurve. Diese stabilste, selbsttragende Bogenform stellt daher ein wichtiges architektonisches

Konstruktionselement dar. Baut man also mit Bauklötzchen bei unserem Experiment ein Brücke, welche die Form einer auf dem Kopf stehenden Kettenlinie hat, dann bleibt diese auch ohne Klebstoff stabil.

Die Römer bauten Bögen meist in einer Halbkreisbogenform. Bei romanischen Bauten kann man das auch noch häufig beobachten. Solch ein Halbkreisbogen ist als freistehender Bogen nicht stabil, er würde zu den Seiten ausbrechen. Bei Belastung mit Mauerwerk von oben erweist sich diese Bogenform allerdings als sehr stabil und ist deshalb in vielen Aquä- und Viadukten zu sehen.

Ein modernes Beispiel für eine umgekehrte Hängebrücke ist die Harbour Bridge in Sydney (Abb. 2). Ihr statisches Prinzip besteht darin, dass die vertikalen Lasten, die insbesondere durch die Eigenlast und den Verkehr entstehen, allein durch Druckkräfte im Bogen in den Baugrund abgeleitet werden.

Abb. 2: Harbour Bridge in Sydney.

Parabel und Kettenbogen

Die Ähnlichkeit zwischen den Graphen einer Parabel und einer Kettenlinie ist sehr groß (siehe Abb. 3). Eine Parabel lässt sich aber viel einfacher bestimmen (Normalparabel: $y=x^2$). Deshalb wird sie bei einfachen Architekturaufgaben noch heute als Näherung eingesetzt.

Die Kettenlinie folgt hingegen der komplizierteren Funktion eines Kosinus Hyperbolicus ($y=a \cosh(x/a)+y_0$).

Abb. 3: Kettenlinie (rot) und
Normalparabel (blau).

An Hängebrücken wie z.B. der Golden Gate Bridge kann man auch die Form einer Parabel beobachten. Sie stellt sich ein, wenn an das durchhängende Seil eine Last gehängt wird, die gleichmäßig über die Spannweite verteilt ist.

Auch als Gewölbebogen tritt die Kettenlinie in unterschiedlichsten Formen in Erscheinung. Der katalanische Baumeister Gaudí hat nach dem Kettenlinienprinzip seine Gebäude konstruiert (Abb. 4). Auch mit exotischen Baumaterialien lässt sich ein Kettenbogen erstellen: Das Eishotel im schwedischen Jukkasjärvi ist komplett aus Schnee und Eis erbaut (Abb. 5).



Abb. 4: Gewölbe von Gaudí mit Kettenbogenform.



Abb. 5: Eishotel in Schweden mit Kettenbogenform.

