Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer

Herausgeber: A. Waldner

Band: 10/11 (1879)

Heft: 25

Inhaltsverzeichnis

Ueber die rationellste Form der Wildbachschaalen.

Die Beobachtungen, die ich seit mehreren Jahren an einigen Wildbachschaalen gemacht habe, bringen mich zur Ansicht, dass die Anschauung, von welcher bis dahin viele Ingenieure, beim Bau derselben, ausgegangen sind, nicht richtig sei.

Diese Ingenieure nehmen nämlich an, dass die rationellste Form des diesen Schaalen zu gebenden Profils diejenige sei, bei welcher die Geschwindigkeit des Wassers, nach der gewöhnlichen Formel

$$V = C\sqrt{\frac{a}{p}\,J}$$

ein Maximum wird. Sie geben desshalb ihren Schaalen ein Profil mit abgerundeter Sohle. Nach obigem Grundsatze ist zwar der Halbkreis die günstigste Form bei vollem Querschnitt. Der Halbkreisform wurde jedoch vielfach die Parabelform vorgezogen, indem behauptet wurde, dieselbe sei desshalb die zweckmässigste, weil in einem Schaalenprofil, in welchem der Hochwasserquerschnitt eine gleichseitige Parabel bildet (d. h. eine Parabel, wo die Tiefe gleich der halben Breite ist), die hydraulische Tiefe (der mittlere Radius) sich für die kleinen und die mittlern Wasserstände günstiger gestalte, als in einem Schaalenprofil, dessen Hochwasserquerschnitt einen Halbkreis bildet. Man scheint bei dieser Anschauung darauf Bedacht genommen zu haben, dass auch bei den, den grössten Theil des Jahres stattfindenden kleinern Wasserständen eine Geschiebführung vorkommen könne, zu deren Förderung eine Vermehrung der Geschwindigkeit des Wassers nöthig sei.

Ich nehme mir vor in Folgendem meine von obiger Anschauung abweichende Ansicht zu begründen.

Ich bekämpfe die runden Schaalen aus zweierlei Gründen. Die einen sind theoretische Betrachtungen, die andern aber — und das sind die maassgebendern — sind aus der Erfahrung genommene Thatsachen.

Betrachten wir zuerst die erstern:

Es werden namentlich dann an Wildbächen Schaalen angebracht, wenn es sich darum handelt, die vom Berge herunter kommenden Geschiebe über einen Schuttkegel zu führen, um sie in einem See oder in einem Fluss abzulagern. Man hat demnach bei Bestimmung ihres Querschnittes nicht nur auf den Abfluss des Wassers, sondern ganz besonders auch auf die Geschiebführung Rücksicht zu nehmen.

Entweder hat man es mit einem eigentlichen Muhrgang oder mit einem gewöhnlichen, Geschieb führenden Wildbach zu thun.

Im ersten Falle ist das Wasser so mit Schlamm gesättigt, dass es mit demselben eine breiartige, halbflüssige Masse bildet, die sich nach ähnlichen Gesetzen vorwärts bewegt wie das Wasser. Die grösseren Steine werden von dieser Masse nicht sowohl gestossen, als vielmehr getragen. Das abgeführte Quantum an Schlamm und Steinen bleibt dem abfliessenden Wasserquantum proportional, welches auch die Form der Schaale sei. Durch Formänderung des Profils kann nicht erzielt werden, dass bei der gleichen Wassermenge eine grössere Geschiebmasse abgeführt werde. Damit bei solchen Muhrgängen die Masse in Folge Stauungen nicht austreten könne, wird mehr auf ein grosses Schaalenprofil als auf eine besondere Form desselben zu sehen sein.

Im zweiten Falle bilden die Geschiebe eine von dem Wasser getrennte Masse, deren Vorwärtsschreiten einzig durch den Stoss des Wassers bewirkt wird. Ist die Stosskraft ungenügend um die Reibung, die diese Geschiebe durch ihr Gleiten oder Rollen auf der Sohle hervorbringen, zu überwinden, so lagern sich dieselben ab und das Wasser fliesst einfach über dieselben weg. Es ist demnach zur Vermeidung der Geschiebanhäufungen sehr wichtig, dass das Wasser soviel als möglich von seiner lebendigen Kraft an die Steine abgebe.

Die Stosskraft des Wassers ist dem Quadrat der Geschwindigkeit und zugleich auch der gestossenen Fläche proportional.

Ein isolirter Stein wird demnach in einer Schaale, bei deren Profilform die Geschwindigkeit des Wassers am grössten wird, auch am leichtesten abgeführt werden. Für eine Anhäufung von Steinen ist aber diess nur dann richtig, wenn die Gesammtfläche, welche die Geschiebmasse dem Stoss des Wassers bietet und die Reibungsverhältnisse sich nicht mit der Profilform verändern.

Es ist offenbar, dass wenn die Steine dicht an einander und auf einander liegen, sie dem Angriff des Wassers weniger Fläche darbieten, als wenn sie frei neben einander sind. Sie werden aber um so dichter in einander liegen, je kleiner die Sohlenfläche ist, auf welcher sie angehäuft sind, und es wird demnach die Stossfläche mit der Breite der Sohle wachsen. Bei massenhafter Geschiebführung wird nun die Gesammtschiebkraft des Wassers in einer Schaale nicht nur dem Quadrat der Geschwindigkeit des Wassers, sondern auch der Sohlenbreite proportional sein.

Wir haben indessen hier nicht sowohl die Schiebkraft, als vielmehr die mechanische Arbeit zu betrachten, welche durch dieselbe verrichtet wird, indem der Nutzeffect dieser Arbeit durch die in einer Secunde abgeführte Geschiebmasse repräsentirt wird.

Sobald die Reibungswiderstände überwunden sind und die Steine in Bewegung kommen, wird die Stosskraft nicht mehr vom Quadrat der Geschwindigkeit des Wassers, sondern vielmehr vom Quadrat der Differenz zwischen der Geschwindigkeit des Wassers und der Geschwindigkeit der Geschiebe abhängig sein. Bezeichnen wir

mit V die Geschwindigkeit des Wassers,
" U " der Geschiebe
und " b " Sohlenbreite, so wird die Stosskraft, welche auf die in Bewegung gesetzte Geschiebmasse wirkt und durch welche die beständig sich erneuernden Widerstände überwunden werden, dem Ausdruck $(V-U)^2 b$ proportional sein und da der Weg, den dieselbe zurücklegt, U ist, so wird die mechanische Arbeit der Schiebkraft dem Ausdruck $b\,(V-U)^2\,U$ proportional werden. Die Geschwindigkeit U hängt zwar von vielen Factoren ab: von der Beschaffenheit der Geschiebe, d. h. von ihrer Grösse, ihrer Form und ihrem Gewicht, von dem Gefälle des Baches, von dem Rauheitsgrade der Sohle und ohne Zweifel auch von der Lage der Steine zu einander. Wir haben indess hier diese Factoren nicht näher zu berücksichtigen, indem sie für den gleichen Bach als constant angesehen werden können. Wir sehen aus obigem Ausdruck, dass die Arbeit sowohl mit der Geschwindigkeit U, als mit der Stosskraft $(V-U)^2$ wächst. Da aber der eine dieser Werthe abnimmt, wenn der andere zunimmt, so muss sie offenbar bei einem bestimmten Verhältniss zwischen V und U ein Maximum werden. Differenzirt man nun den Ausdruck $(V-U)^2 U$ in Bezug auf U und setzt den Differenzialquotienten $= 0$, so erhält man

$$(V-U)^2 - 2\,U\,(V-U) = 0,$$

woraus sich das Maximum von U

$$U = {}^1/_3 V \text{ ergibt.}$$

In diesem Fall verwandelt sich der obige Ausdruck

$$b\,(V-U)^2\,U$$

so, dass die mechanische Arbeit der Schiebkraft nunmehr dem Werth bV^3 proportional wird. Es ist somit, wenn das Maximum eintritt, die Geschiebführung proportional dem Product der Breite mit der dritten Potenz der Geschwindigkeit des Wassers. Wir haben aber, nach bekannter Wassergeschwindigkeitsformel

$$V^2 = C^2\,\frac{a}{p}\,J,$$

wenn C einen Coefficienten, a den Querschnitt des Wassers, p den benetzten Umfang und J das Gefäll bezeichnet.