15_1

Ueber die Riese constanter Fallgeschwindigkeit.

Von

Ingenieur **Friedr. Steiner,**[1])

Docent am Wiener Polytechnikum, sowie an der Hochschule für Bodencultur.

Die von K. Petraschek gemachten Mittheilungen über das Gefälle der Riesen als Grundlage benützend, möge es gestattet sein, hieran einige Bemerkungen über denselben Stoff zu schliessen.

Während im Interesse rascher Bringung die Aufrechthaltung einer möglichst grossen Geschwindigkeit liegt, fordert die Rücksicht auf thunlichste Schonung des Holzes, dass eine gewisse Grenze derselben nicht überschritten werde.

Es erscheint mithin als rationellste Linie für die Anlage einer Riese jene, auf welcher sich das Holz mit der gestatteten Maximalgeschwindigkeit gleichförmig bewegt.

Ist die Trace eine Gerade, so wird diess erreicht, wenn man der Riese ein Gefälle gibt, das dem Reibungscoefficienten für die Bewegung der abzuriesenden Holzform entspricht.

Die Terrainverhältnisse erlauben in den seltensten Fällen die praktische Durchführung einer solchen Linie und zwingen entweder, abweichend von dem oben ausgesprochenen Principe, Riesen mit wechselndem Gefälle anzulegen oder Bogen einzuschalten.

In der Curve aber bieten sich der Bewegung des Holzes neue Widerstände. Besitzt die Riese in ihr dasselbe Gefälle wie in der Geraden, so wird sich die Geschwindigkeit verringern, diese verminderte Geschwindigkeit wird in die folgende Strecke hinüber genommen, Betriebsstockungen werden wahrscheinlicher, die Bringungsdauer verkürzt sich.

Durch Vermehrung des Gefälles der Riese in der gekrümmten Strecke besitzt man ein Mittel diesem Uebelstande vorzubeugen, und es soll Aufgabe dieser Zeilen sein zu untersuchen, um wie viel das Gefälle einer Riese im Bogen von gegebenem Radius vergrössert werden muss, damit für eine bestimmte Holzform, Riesgattung und Bringungsgeschwindigkeit letztere selbst constant bleibe.

Die Frage findet ihr Analogon in der Ermittlung der Linie constanten Widerstandes für die Bergfahrt bei Eisenbahnen, welche in neuester Zeit mehrfach mit Erfolg zur Anwendung gekommen und in jenen Regeln des Wegebaues, die eine Verminderung der Steigung in gekrümmten Strecken einer Strasse als rationell bezeichnen, obwohl speciell auf diesem Gebiete ausreichende Versuche fehlen, die eine vollständige Lösung des Problems gestatten.

[1]) Herr Steiner wurde im Sinne des §. 5 unseres Statutes für die Vornahme einzelner Versuche und Untersuchungen gewonnen.

Auch auf dem Felde der Rieswerke ist dies leider der Fall, da unseres Wissens diessbezügliche Versuche nicht vorliegen, es ist daher auch hier eine endgiltige Erledigung der Aufgabe nicht möglich und soll dieselbe nur so weit zur Sprache kommen, als sie der theoretischen Behandlung zugänglich ist.

Zuvor aber möge noch der Zweifel in Betracht gezogen werden, ob eine derartige Untersuchung nicht überhaupt zwecklos sei, ob man nicht auch hier es dem praktischen Gefühle des erfahrenen Holzmeisters überlassen solle, das richtige zu treffen; der ja die Curven in den seltensten Fällen als Kreisbogen ausstecken, sondern lediglich nach dem Augenmasse vorgehen wird.

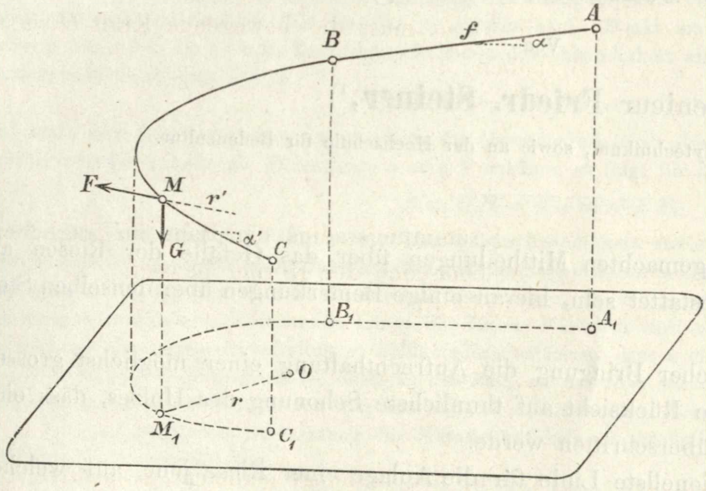

Fig. 1.

Dieselben Gründe, welche eine sorgfältige und richtige Fixirung der Serpentinenaxen im Waldwegebaue, ein richtiges Einhalten bestimmter Gefälle bei Schlittwegen und Bringungsanstalten aller Art fordern, entscheiden auch hier: der Umstand, dass, wie auch Petraschek bemerkt, nur wenige jenen praktischen Blick besitzen, der unbewusst das wahre trifft, der Umstand ferner, dass jedes derartige Bauwerk um so vollständiger seinem Zwecke entspricht, je mehr es auch in theoretischer Hinsicht den Anforderungen nachkommt. Wer kann den Einfluss leugnen, den die Uebertragung theoretisch entwickelter Forderungen auf den Eisenbahnbau genommen, was ist aber eine Riese anders als eine Eisenbahn im weiteren Sinne, betrieben von dem billigsten Motor — der Schwere

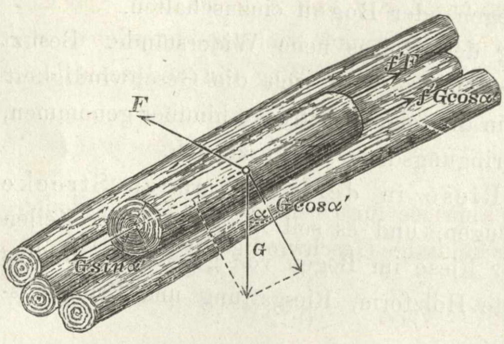

Fig. 2.

Eine Hauptursache, dass gewisse Regeln bei aller Wichtigkeit so schwer in die Praxis dringen, liegt oft in der Complicirtheit der Form, in der sie erscheinen.

Es soll daher getrachtet werden, das Endresultat möglichst einfach, dem praktischen Bedürfnisse entsprechend zu gestalten.

Beifolgende Figur 1 versinnliche die Trace einer Riese: AB die als Gerade projectirte Strecke vom Neigungswinkel α gegen die Horizontale, wobei $tg\,\alpha = f$ dem Reibungscoefficienten der Bewegung.

Der Theil BC sei als Curve nach der in der Praxis üblichen Weise so ausgesteckt, dass seine Horizontalprojection einen Kreisbogen vom Radius r bilde.

Man erreicht diess, indem man die bei der Bogenaussteckung in Betracht kommenden Maasse stets als horizontale Strecken aufträgt. Die einzelnen Elemente dieses Bogens seien unter dem constanten Winkel α gegen den Horizont geneigt. AC repräsentirt dann eine gewöhnliche Schraubenlinie.

Auf den innerhalb BC herabgleitenden Körper wirken das lothrecht nach abwärts ziehende Gewicht G und die in der Richtung des Krümmungsradius der Bahn nach aussen drängende Centrifugalkraft F.

G zerlegt sich in zwei Componenten $G \sin \alpha'$ und $G \cos \alpha'$, erstere tritt als bewegende Kraft auf, letztere, der Normaldruck, erzeugt eine der Bewegung entgegenwirkende Reibungscomponente $f G \cos \alpha'$. Aber auch die Fliehkraft verursacht einen gleichgerichteten Widerstand $f F$.

Soll die Bewegung eine gleichförmige bleiben, so muss die bewegende Kraft $G \sin \alpha'$ der Summe der Widerstände gleich sein, wir haben

$$1) \quad G \sin \alpha' = f G \cos \alpha' + f F$$

Nun ist aber

$$F = \frac{G v^2}{g r'}$$

wenn g die Beschleunigung der Schwere, r' den Krümmungsradius der Bahn im fraglichen Punkte, v die Geschwindigkeit bezeichnet, mit welcher sich der Körper bewegt.

r' ist bei der Schraubenlinie constant und zwar gilt

$$r' = \frac{r}{\cos^2 \alpha'}$$

Setzen wir noch

$$2) \quad tg\, \alpha' = f + \varphi$$

indem wir mit φ jene Grösse bezeichnen, um welche der Reibungscoefficient, respective die Tangente des Reibungswinkels für die Gerade, in der Curve vergrössert werden muss, damit die Bewegung des Holzes in derselben eine gleichförmige bleibe; so erhält man aus 1) nach kurzer Reduction, die Gleichung nach φ geordnet

$$\varphi^4 + 2 f \varphi^3 + (1 + f^2) \varphi^2 = f^2 \cdot \frac{v^4}{g^2 r^2}$$

Die Auflösung der Gleichung würde bei bekannten v, f und r direct den Werth φ geben. Der Ausdruck ist jedoch für den praktischen Gebrauch viel zu complicirt, wir schlagen daher, um eine Näherungsregel zu gewinnen, folgenden Weg ein und schreiben:

$$\frac{f}{r} = \frac{g \varphi}{v^2} \sqrt{1 + (f + \varphi)^2}$$

Nach Petraschek's Versuchen ist bei der Trockenriese für Dreilinge und harte Scheiter $f = 0{\cdot}4$, setzen wir ausserdem nach seinen Angaben als zulässige Geschwindigkeit $v = 10$ Meter, so erhält man

für					
$\varphi =$	0·01	0·03	0·06	0·09	0·12
$\frac{f}{r} =$	0·106 φ	0·107 φ	0·108 φ	0·109 φ	0·110 φ.

Trägt man die Werthe von $\frac{f}{r}$ als Abscissen die zugehörigen Grössen von φ als Ordinaten auf, so sieht man, dass die einzelnen Punkte nahezu in eine Gerade fallen, was übrigens der Umstand, dass die bei φ erscheinenden Coefficienten wenig differiren, sofort erklärt. Setzen wir mit einer für den vorliegenden Zweck vollständig ausreichende Genauigkeit

$$\frac{f}{r} = 0{\cdot}11\, \varphi$$

so haben wir mit Rücksicht auf (2) die kurze Näherungsregel

$$tg\,\alpha' = \left(1 + \frac{9}{r}\right) f$$

Mit Bezug auf die Petraschek'schen Coefficienten lassen sich, in derselben Weise vorgehend, nachstehende einfache Regeln aufstellen:

Ist f die Tangente des Reibungswinkels für die Bewegung auf gerader Bahn, respective das Gefälle einer geraden Riesstrecke, so vermehre man dasselbe mit Rücksicht auf den durch die Centrifugalkraft erzeugten Widerstand in der Curve für Dreilinge-, harte und weiche Scheiter-Bringung

bei Eis-, Schnee- und Nassriesen um $\frac{10}{r} \cdot f$

bei Trockenriesen um $\frac{9}{r} \cdot f$.

Hiebei ist eine Maximalgeschwindigkeit von 10 Meter vorausgesetzt. Für eine Geschwindigkeit von v Meter sind die erhaltenen Werthe noch mit dem Verhältniss $\frac{v^2}{100}$ zu multipliciren.

Diess gibt für die dem Gefälle in der Curve zuzuschlagende Grösse bei Stämmen und Klötzen unter Voraussetzung einer Maximalgeschwindigkeit von 4 Meter

bei Eis-, Schnee- und Nassriesen $\frac{1 \cdot 6}{r} \cdot f$

bei Trockenriesen . $\frac{1 \cdot 4}{r} \cdot f$.

Ausser dem Widerstande, der durch die vermehrte Reibung erzeugt wird, kommt bei der Bewegung in der Curve noch ein weiterer Factor hinzu, der ebenfalls zu beachten ist. In Praxis tritt nämlich an Stelle der reinen Curve ein aus geraden Stücken gebildetes Polygon. Beim Gleiten des Holzes stösst dieses durch die Centrifugalkraft nach aussen gepresst gegen die einspringenden Winkel und verliert dadurch an angesammelter Arbeit.

Vielleicht setzen mich seinerzeit in Gemeinschaft mit Herrn Petraschek anzustellende Versuche in die Lage auch die Berücksichtigung dieses Einflusses auf die Bewegung in der Riese näher präcisiren zu können.