Construction eines Curvenschemas zur Bestimmung der Fahrzeiten von Eisenbahnzügen.

(Mit einer Tafel als Beilage.)

Die Aufstellung von Fahrtenplänen für Eisenbahnzüge ist eine der wichtigsten und complicirtesten Aufgaben, die im Eisenbahndienst zu lösen sind. Von den Fahrtenplänen hängen nicht nur die Sicherheit und Regelmässigkeit des Betriebes, sondern auch der Kohlenverbrauch, die Locomotiv- und Wagenreparatur, sowie die Geleiseunterhaltungskosten ab und üben dieselben somit auch einen tiefgreifenden Einfluss auf die Oekonomie im Eisenbahndienst aus. Da die Fahrtenpläne in der Hauptsache technischer Natur sind, so sollten dieselben nie, wie es immer noch hie und da geschieht, ohne Zuziehung einer Vertretung des Zugkraftsdienstes ausgearbeitet werden, indem diese allein im Stande ist, die sachgemässe Vertheilung der disponiblen Fahrzeit auf die einzelnen Stationsdistanzen entsprechend der Leistungsfähigkeit der Locomotive auf den verschiedenen Steigungen vorzunehmen. Zugslast und Zugsgeschwindigkeit sind nämlich zwei ganz untrennbare Factoren und kann daher die dem Chef des Zugkraftsdienstes zufallende Aufgabe, die Belastungsnormen für die verschiedenen Zugsgattungen zu bestimmen, nur unter gleichzeitiger Festsetzung der auf den verschiedenen Steigungen einzuhaltenden Geschwindigkeiten gelöst werden.

Jetzt erst können die Fahrzeiten zwischen je 2 Stationen unter zu Grundelegung der für die betreffende Steigung aufgestellten Zugsgeschwindigkeit berechnet werden, wobei jedoch dem Rechnungsresultate, wie aus den mit den Hipp'schen Controlapparaten vorgenommenen Bestimmungen hervorgeht, ein Zuschlag von wenigstens zwei Minuten für den Zeitverlust beim Anfahren und Halten beigefügt werden muss. Solche Rechnungen sind indessen, wie Jeder weiss, der sich mit solchen Fahrzeitsbestimmungen abzugeben im Falle war, sehr zeitraubend.

Es lässt sich nun aber ein Curvenschema construiren, aus dem man für jede beliebige Zugsgeschwindigkeit und Stationsdistanz sofort die Fahrzeit ablesen kann.

Die Gleichung für gleichförmig fortschreitende Bewegung ist bekanntlich

$$s = c \,.\, t \qquad \text{(I)}$$

wo s einen beliebigen Weg in Metern bedeutet,
c die Geschwindigkeit in Metern per Secunde
und t die Anzahl Secunden, die nöthig sind, um den Weg s mit der Geschwindigkeit c zurückzulegen.

Nach einer kleinen Umänderung erhält man daraus die Gleichung für gleichförmig fortschreitende Bewegung von Eisenbahnzügen

$$S = \frac{C}{60} \,.\, T \qquad \text{(II)}$$

wo S die Stationsdistanz in Kilometern,
C die Zugsgeschwindigkeit in Kilometern per Stunde
und T die Fahrzeit in Minuten

bedeutet.

Sind zwei dieser Werthe S, C und T bekannt, so rechnet man den dritten nach dieser Gleichung (II) aus.

Nimmt man C oder T als constant an, so stellt diese Gleichung eine Gerade dar, d. h. bleibt eine der Grössen C und T unverändert, so wächst die andere proportional mit dem Wege S.

Setzt man dagegen S als constant, so erhält man eine Hyperbel. Dieser letzte Fall wird hier angenommen, um bei einer gegebenen Stationsdistanz den Zusammenhang von Zugsgeschwindigkeit und Fahrzeit zu studiren.

Für jeden gewählten Werth von S liefert Gleichung (II) eine ganz bestimmte Hyperbel.

Sei z. B. die Stationsdistanz $S = 1$ Kilometer, so ergiebt sich aus (II)

$$C \,.\, T = 60 \qquad \text{(III)}$$

Dies ist die Gleichung einer bestimmten Hyperbel auf ihre Assymptoten als Coordinatenachsen bezogen.

Setzt man nun für T beliebige Werthe ein und rechnet die zugehörigen C aus, so ergibt sich z. B.

für $T =$ 1,5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 20, 30, 60 Minuten

u. es ist $C =$ 40, 30, 20, 15, 12, 10, 7,5, 6, 5, 4, 3, 2, 1 Kilometer

Geschwindigkeit per Stunde.

Um diese Gleichung graphisch darstellen zu können, nimmt man für die Zeit und die Geschwindigkeit beliebige Masstäbe an, z. B.

für eine Minute 1 Millimeter

und für die Geschwindigkeit von 1 Kilometer per Stunde 1 $^1/_2$ Millimeter.

wie es in der Beilage geschehen ist (siehe die Figur in der Ecke rechts).

Nun construirt man die Punkte, die durch ihre Coordinaten, nämlich die zusammengehörigen Werthe von C und T gegeben sind, und zwar bestimmt man so viele als nöthig sind, um die gesuchte Hyperbel ganz genau aufzeichnen zu können.

Auf diese Weise ist das beiliegende Curvenschema entstanden. Wie man aus Gleichung (II) sofort ersieht, ergibt sich dabei eine bedeutende Vereinfachung der Construction. Hat man nämlich die Hyperbeln für $S = 1$ und $S = 30$ Kilometer construirt, so braucht man nur das durch diese beiden Hyperbeln von einer beliebigen Verticalen oder Horizontalen abgeschnittene Stück in 29 gleiche Theile zu theilen, um je einen Punkt der den Distanzen 2, 3 etc. bis 29 Kilometer entsprechenden Hyperbeln zu erhalten. Ganz allgemein ergibt sich, wenn die Hyperbel für $S = 1$ construirt ist, für eine beliebige andere Hyperbel ein Punkt, wenn man die eine der Coordinaten irgend eines Punktes der Hyperbel für $S = 1$ bei unveränderter zugehöriger Coordinate so vielmal als Einheit aufträgt, als die der gesuchten Hyperbel entsprechende Distanz einen Kilometer übertrifft.

Ich nenne im weitern Verlauf des Aufsatzes diese Hyperbeln, entsprechend der kilometrischen Distanz für die sie construirt sind, einfach Distanzcurve 1, 2, 3 etc.

Anstatt die Distanzcurven, wie es in beiliegender Zeichnung geschehen ist, von Kilometer zu Kilometer zu construiren, kann man sie auch für ganz bestimmte Stationsdistanzen einer Linie z. B. Zürich-Aarau aufzeichnen. Man erhält dann ein Curvenschema einzig für die Linie Zürich-Aarau gültig, in welchem jede Curve einer bestimmten Stationsdistanz entspricht. So ergibt sich z. B. für die Strecke Zürich-Altstetten, die 4,15 Kilom. lang ist, die Gleichung

$$4{,}15 = \frac{C}{60} \,.\, T \qquad \text{oder} \qquad C \,.\, T = 249$$

die man, wie oben gezeigt wurde, graphisch darstellt.

Anstatt auf diese Weise jede einer Stationsdistanz entsprechende Curve aus ihrer Gleichung zu berechnen und zu construiren, kann man auch nur die Distanzcurve 1 aufzeichnen und diese als Masstab für beliebige Stationsdistanzcurven in der Art benutzen, dass man, um einen Punkt der Distanzcurve x zu erhalten, die eine der Coordinaten irgend eines Punktes der