

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 43/44 (1904)  
**Heft:** 19

**Artikel:** Zugkraft und Neigungsreduktion in Strassenkurven  
**Autor:** Nussbaumer, K.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-24811>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 19.01.2026

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

Trotz der Zunahme des Kohlensäuregehaltes war also eine Verschlechterung des Ofenganges eingetreten. Die Abgangstemperatur war um  $100^{\circ}\text{C}$ . gestiegen. Dieses Ansteigen rührte hier nicht von der Verkleinerung des Rauchgasvolumens her, da in diesem Falle der ganze Ofen hätte heißer werden müssen, dieser aber sehr deutlich an Hitze verloren hatte. Zugleich trat im Rauchgaskanal unten die Kohlenoxydflamme auf. Das deutet zweifellos darauf hin, dass eine Verlegung der Verbrennungszone nach unten, d. h. gegen das Kamin zu, stattgefunden haben musste, indem durch das Engerstellen der Sekundärklappen ein Luftmangel dort eingetreten ist, wo sonst die Hauptverbrennung im Ofen vor sich gegangen war. Dadurch kam, neben einer zu hohen Abgangstemperatur, noch eine unrichtige Wärmeverteilung im Ofen zustande, die bewirkte, dass der praktische Nutzeffekt noch schlechter war als der berechnete theoretische, da dieser nur die Gesamtwärme im Ofen berücksichtigt. Durch Wiederöffnen der Klappen nahm der Ofen bald wieder die frühere Temperatur an.

Aus allen Versuchen war ersichtlich, dass sich an der Stelle des Rauchkanals, wo die Abgase in das Kamin entweichen, eben nicht mehr als 14 bis 15% Kohlensäure (auf trockenes Rauchgas bezogen) erhalten liessen bei guter Verbrennung in der richtigen Höhe des Ofens. Wäre ein Ofen überall vollständig dicht, d. h. könnte nirgends falsche Luft eingesogen werden, so müsste natürlich der Kohlensäuregehalt zu erhöhen sein. Dies wird aber in der Praxis schwer erreicht werden, besonders wenn die Ofen durch darüber angebrachte Transporteinrichtungen beständig Erschütterungen erleiden, wie dies beispielsweise im Retortenhause in Schlieren der Fall ist. Hat man also an der richtigen Stelle im Ofen und direkt nach der Verbrennung z. B. 19% Kohlensäure, so können diese bis zum Orte, wo die Analyse entnommen wird, durch erwähnte Undichtigkeiten leicht auf 14 bis 15% herabsinken. Will man nun den Kohlensäuregehalt hinaufschrauben durch Engerstellen der Sekundärklappen, so wird es eben dem Ofen an der richtigen Stelle an Sauerstoff mangeln.

Aus allen Untersuchungen kann praktisch folgendes Mittel als gut bezeichnet werden:

| Trockenes Rauchgas              | Feuchtes Rauchgas | Temperatur | Nutzeffekt              |
|---------------------------------|-------------------|------------|-------------------------|
| Kohlensäure . . . .             | 14,6 %            | 13,0 %     | $610^{\circ}\text{C}$ . |
| Sauerstoff + Stickstoff . . . . | 85,4 %            | 77,0 %     | 61,7 %                  |
| Wasserdampf . . . .             | —                 | 10,0 %     |                         |

In der Praxis kann der Betriebsleiter ganz gut auf das Messen der Abgangstemperatur sowie die Bestimmung des Wasserdampfes verzichten, um dennoch ein genügend genaues Bild von der Arbeitsweise seines Ofens zu bekommen. Jene kann er mit genügender Schärfe von Auge schätzen, indem er einfach darauf achtet, dass der vordere Teil des Rauchkanals schwach rotglühend und dabei keine Kohlenoxydflamme zu konstatieren ist. Den Wasserdampfgehalt braucht er gar nicht zu kennen, wogegen für

ihn die Bestimmung der Kohlensäure von grosser Wichtigkeit ist.

Der letzte Vortrag, jener des Herrn Direktor *Uttinger* aus Zug, betraf die *Ammoniakwasserarbeitung nach Dr. Gutknecht*. Nach dem patentierten Verfahren Dr. Gutknechts zur Verarbeitung von Gaswasser wird der Schwefelwasserstoff mit Eisenvitriol ausgefällt (wobei auch das Cyan an Eisen gebunden wird), filtriert und die Soole zum Gaswaschen usw. wieder verwendet, bis sie genügend konzentriert ist, um dann mit ungebranntem Gips in eine Lösung von Ammoniumsulfat umgewandelt zu werden. Nach dem Filtrieren wird die Salzlösung, womöglich mit Abhitze, eingedampft. Der Schwefelwasserstoffschlamm soll nach Gutknecht in chemischen Fabriken wieder in Eisenvitriol zurückverwandelt und dieser als Kompensation für die aus demselben Schlamm erhaltenen und der Fabrik verbleibenden Cyanverbindungen dem Gaswerk unentgeltlich zurückgeliefert werden. Unter dieser Annahme und nach den im Gaswerk Zug gemachten Erfahrungen dürften sich die Betriebsverhältnisse für ein Werk mit 2000 t Kohlenverbrauch folgendermassen gestalten.

#### An Ausgaben:

|  |          |
|--|----------|
| 14000 kg Dünggips                            | 250 Fr.  |
| Kraftverbrauch für Pumpenbetrieb             | 100 "    |
| Betriebslöhne                                | 1200 "   |
| Reparaturen und Unkosten                     | 100 "    |
| Zins und Amortisation von 3000 Fr. zu $10\%$ | 300 "    |
|  | 1950 Fr. |
| oder rund 2000                               |          |

Diesen Ausgaben stehen an Einnahmen gegenüber: 2400 kg  $\text{NH}_3$  zu 1,00 Fr. = 2400 Fr., somit 400 Fr. über eine fünfprozentige Verzinsung hinaus, sodass sich nach dieser Aufstellung die Anlagekosten eigentlich zu 18% verzinsen würden.

Auf alle Fälle geht aus dem Angeführten hervor, dass die Einrichtung auch bei bedeutend höhern Anlagekosten rentieren müsste, besonders wenn die örtlichen Verhältnisse günstig liegen und damit, nach der Ansicht des Erfinders, eventuell eine Einschränkung oder sogar Elimination der Trockenreinigung verbunden werden könnte.

Der zweite Vortrag von Dir. *Uttinger* über den Deaconschen Messer für Wasserleitungsverluste fiel wegen vorgekürzter Zeit aus.

#### Zugkraft und Neigungsreduktion in Strassenkurven.

##### I.

In den Handbüchern für Strassenbau findet man häufig die Vorschrift: in engen Kurven sei die Längsneigung einer Strasse zu reduzieren mit Rücksicht auf die beim Befahren derselben eintretenden Kraftverluste.

Untersuchen wir nun die Verhältnisse an einem Fuhrwerke gewöhnlicher Konstruktion, von der Länge (Achsenabstand)  $l$ , mit am Langbaum steif und rechtwinklig befestigter Hinterachse, drehbarer Vorderachse und einem auf beide Achsen gleichmässig verteilten Gewichte  $G$ , so ergibt sich folgendes:

Das Rathaus in Basel.  
Von den Architekten E. Vischer und E. Fueter († 1901) in Basel.



Abb. 19. Blick aus dem Grossratssaal auf das Archivgebäude und den Martinskirchturm.

Bilden die beiden Achsen den Winkel  $\Psi$ , dann ist der Abstand vom Schnittpunkt der verlängerten Radachsen:  $l \cotg \Psi$  für die Mitte der festen Achse,

$l \sqrt{\cotg^2 \Psi + \frac{1}{4}}$  für den Schwerpunkt des Wagens (bei obiger Annahme die Wagenmitte),  $l \cosec \Psi$  für die Mitte der drehbaren Achse.

Wirkt senkrecht auf eine der Radachsen und parallel zur Fahrbahn eine Kraft, so hat diese das Bestreben, den Wagen um den Schnittpunkt der verlängerten Radachsenrichtungen als Drehpunkt zu drehen.

Zur Ueberwindung der Reibungswiderstände  $Q = \mu G$ , worin  $\mu$  den Reibungskoeffizienten bezeichnet, ist eine beständig wirkende Kraft  $P$  nötig.

Wirkt diese Kraft  $P$  an der drehbaren Achse, so muss sie nach den Gesetzen über den Hebel sein:

Für den auf der drehbaren Achse ruhenden Teil der Last:  $\frac{Q}{2}$ , und für den auf die feste Achse fallenden Teil:

$$\frac{Q}{2} \cdot \frac{\cotg \Psi}{\cosec \Psi} = \frac{Q \cos \Psi}{2}, \text{ zusammen:}$$

$$P = \frac{Q}{2} (1 + \cos \Psi) \quad [1a]$$

Wirkt die Kraft  $P$  an der festen Achse, so muss sie sein:

Für den auf die feste Achse fallenden Teil der Last:  $\frac{Q}{2}$  und für den auf die drehbare Achse fallenden Teil:

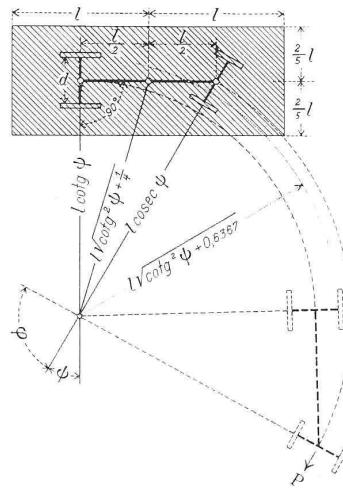
$$\frac{Q}{2} \cdot \frac{\cosec \Psi}{\cotg \Psi} = \frac{Q}{2 \cos \Psi}, \text{ zusammen:}$$

$$P = \frac{Q}{2} \left( 1 + \frac{1}{\cos \Psi} \right) \quad [1b]$$

Setzen wir nun  $Q = 1$ , so ergeben sich für die Kraft  $P$ , welche mit  $Q$  im Gleichgewicht ist, bezw. den Wagen mit der ihm durch eine beschleunigende Kraft erzielten Geschwindigkeit weiter zu befördern vermag, für verschiedene Radachsenstellungen folgende Verhältniszahlen:

Tabelle I.

| $\Psi$ | $P$   |  |
|--------|---|--|
|        | an der drehbaren Achse =<br>$\frac{1}{2} + \frac{\cos \Psi}{2}$ | an der festen Achse =<br>$\frac{1}{2} + \frac{1}{2 \cos \Psi}$ |
| 90°    | $0,5 + \frac{0}{2} = 0,5$                                       |  |
| 75°    | $0,5 + \frac{0,259}{2} = 0,63$                                  | $0,5 + \frac{1}{0,518} = 2,43$                                 |
| 60°    | $0,5 + \frac{0,500}{2} = 0,75$                                  | $0,5 + \frac{1}{1} = 1,5$                                      |
| 45°    | $0,5 + \frac{0,707}{2} = 0,85$                                  | $0,5 + \frac{1}{1,414} = 1,21$                                 |
| 30°    | $0,5 + \frac{0,866}{2} = 0,93$                                  | $0,5 + \frac{1}{1,732} = 1,08$                                 |
| 20°    | $0,5 + \frac{0,940}{2} = 0,97$                                  | $0,5 + \frac{1}{1,879} = 1,03$                                 |
| 10°    | $0,5 + \frac{0,985}{2} = 0,99$                                  | $0,5 + \frac{1}{1,970} = 0,01$                                 |
| 5°     | $0,5 + \frac{0,996}{2} = 0,998$                                 | $0,5 + \frac{1}{0,992} = 1,002$                                |
| 0°     | $0,5 + \frac{1}{2} = 1,0$                                       | $0,5 + \frac{1}{2} = 1,00$                                     |



Die vorstehenden Formeln gelten jedoch nur so lange der Schnittpunkt der verlängerten Radachsen nicht zwischen die Räder an der festen Achse fällt. Für letztern Fall wird bei einer Spurweite  $d$ ,

wenn die Kraft an der drehbaren Achse wirkt:

$$P = \frac{Q}{2} \left( 1 + \frac{d \sin \Psi}{2 l} \right) \quad [2a]$$

wenn die Kraft an der festen Achse wirkt:

$$P = \frac{Q}{2} \left( 1 + \frac{d \sin \Psi}{2 l} \right) : \cos \Psi \quad [2b]$$

Zur Ueberwindung des Trägheitswiderstandes der Last  $G$ , d. h. um die Wagenlast in Bewegung zu setzen, braucht es noch einen Kraftüberschuss, eine kürzere oder längere Zeit wirkende beschleunigende Kraft, die wir mit  $P_1$  bezeichnen wollen. Der Widerstand gegen eine drehende Bewegung ist nun nicht blos von der Grösse der Last, sondern auch von ihrer Verteilung im Raume abhängig. Um der Wirklichkeit einigermassen nahe zu kommen, nehmen wir an, die Last sei im Grundriss auf einem Rechteck von  $2l$  Länge und  $\frac{4}{5}l$  Breite, welches links und rechts gleich weit über den Langbaum und vorn und hinten gleich weit über die Radachsen vorspringt, gleichmässig verteilt. Dann ist, wenn  $g$  die Beschleunigung

durch die Schwere und  $\frac{G}{g} = M$ :

das polare Trägheitsmoment des Körpers bezogen auf die durch den Schwerpunkt gehende Drehachse:  $M \frac{29l^2}{75}$ ,

das Trägheitsmoment des Schwerpunktes des Körpers für die durch den Schnitt der verlängerten Radachsen gehende vertikale Drehachse:  $M l^2 \left( \cotg^2 \Psi + \frac{1}{4} \right)$ ,

und das ganze Trägheitsmoment:

$$J = M l^2 \left( \cotg^2 \Psi + 0,6367 \right) \quad [3]$$

Wie bei der Betrachtung über die Reibungswiderstände sind auch hier wieder  $l \cosec \Psi$  und  $l \cotg \Psi$  die Hebelarme für die angreifende Kraft, je nachdem diese an der drehbaren oder an der festen Achse angreift.

Sollen die Angriffspunkte der Kraft in der gleichen Zeit die gleiche Beschleunigung  $p$  erhalten, so ergibt sich nach dem Satze der Mechanik  $P = Mp$  (Kraft = Masse  $\times$  Beschleunigung), und nach Reduktion von  $M$  auf die Angriffspunkte der Kraft vermittelst Division des Trägheitsmomentes durch das Quadrat des Abstandes der Angriffspunkte vom Schnittpunkte der verlängerten Radachsen, die erforderliche Kraft  $P_1$  nach folgenden Formeln:

wenn die Kraft  $P_1$  an der drehbaren Achse angreift:

$$P_1 = \frac{p J}{l^2 \cosec^2 \Psi} = p M \frac{\cotg^2 \Psi + 0,6367}{\cotg^2 \Psi + 1} \quad [4a]$$

wenn die Kraft  $P_1$  an der festen Achse angreift:

$$P_1 = \frac{p J}{l^2 \cotg^2 \Psi} = p M \frac{\cotg^2 \Psi + 0,6367}{\cotg^2 \Psi} \quad [4b]$$

Für  $p$  und  $M = 1$  ergeben sich somit für die erforderliche Kraft bei verschiedenen Radachsenstellungen folgende Verhältniszahlen:

Tabelle II.

| $\Psi$ | $P_1$  |   | $P_1$  |   |
|--------|--|---|--|---|
|        | an der drehbaren Achse<br>$= \frac{\cotg^2 \Psi + 0,6367}{\cotg^2 \Psi + 1}$ | an der festen Achse<br>$= \frac{\cotg^2 \Psi + 0,6367}{\cotg^2 \Psi}$ | an der drehbaren Achse<br>$= \frac{\cotg^2 \Psi + 0,6367}{\cotg^2 \Psi + 1}$ | an der festen Achse<br>$= \frac{\cotg^2 \Psi + 0,6367}{\cotg^2 \Psi}$ |
| 90°    | 0,6367 : 1 = 0,64  |   | 0,6367 : 1 = 0,64  |   |
| 75°    | 0,7085 : 1,0718 = 0,66   |   | 0,7085 : 1,0718 = 0,66   |   |
| 60°    | 0,9700 : 1,3333 = 0,73   |   | 0,9700 : 1,3333 = 0,73   |   |
| 45°    | 1,6367 : 2 = 0,82  |   | 1,6367 : 2 = 0,82  |   |
| 30°    | 3,6367 : 4 = 0,91  |   | 3,6367 : 4 = 0,91  |   |
| 20°    | 8,186 : 8,549 = 0,96   |   | 8,186 : 8,549 = 0,96   |   |
| 10°    | 32,801 : 33,164 = 0,99   |   | 32,801 : 33,164 = 0,99   |   |
| 5°     | 131,282 : 131,645 = 0,997  |   | 131,282 : 130,645 = 1,005  |   |
| 0°     | $\infty$ : $\infty$ = 1  |   | $\infty$ : $\infty$ = 1  |   |

Ferner ist:

*Wenn  $P_1$  an der drehbaren Achse angreift:*

*Für den Angriffspunkt der Kraft:*

Die Beschleunigung:

$$\ddot{p} = \frac{P_1 l^2}{J \sin^2 \varphi} = \frac{P_1}{M} \cdot \frac{\cot^2 \varphi + 1}{\cot^2 \varphi + 0,6367} \quad [5a]$$

Die Geschwindigkeit nach  $t$  Sekunden:

$$v = \dot{p} t \quad [6a]$$

Der nach  $t$  Sekunden zurückgelegte Weg:

$$s = \frac{v t}{2} = \frac{\dot{p} t^2}{2} \quad [7a]$$

*Für den Schwerpunkt:*

Die Beschleunigung:

$$q = \dot{p} \sin \varphi \sqrt{\cot^2 \varphi + \frac{1}{4}} \quad [8a]$$

*Für alle Punkte:*

Die Winkelbeschleunigung:

$$\epsilon = \frac{\ddot{p}}{l} \sin \varphi = \frac{P_1 l}{J \sin \varphi} = \frac{P_1}{M \sin \varphi (\cot^2 \varphi + 0,6367)} \quad [9a]$$

Die Winkelgeschwindigkeit nach  $t$  Sekunden:

$$\omega = \epsilon t \quad [10a]$$

Der entsprechende Weg nach  $t$  Sekunden:

$$\frac{\omega t}{2} = \frac{\epsilon t^2}{2} \quad [11a]$$

Der Umdrehungswinkel:

$$\varphi^0 = \frac{\omega t}{2 \pi} = \frac{\epsilon t^2}{2 \pi} \quad [12a]$$

*Wenn  $P_1$  an der festen Achse angreift:*

*Für den Angriffspunkt der Kraft:*

Die Beschleunigung:

$$\ddot{p} = \frac{P_1 l^2}{J \operatorname{tg}^2 \varphi} = \frac{P_1}{M} \cdot \frac{\cot^2 \varphi}{\cot^2 \varphi + 0,6367} \quad [5b]$$

*Für den Schwerpunkt:*

Die Beschleunigung:

$$q = \dot{p} \operatorname{tg} \varphi \sqrt{\cot^2 \varphi + \frac{1}{4}} \quad [8b]$$

*Für alle Punkte:*

die Winkelbeschleunigung:

$$\epsilon = \frac{\ddot{p}}{l} \operatorname{tg} \varphi = \frac{P_1 l}{J \operatorname{tg} \varphi} = \frac{P_1}{M \operatorname{tg} \varphi (\cot^2 \varphi + 0,6367)} \quad [9b]$$

Gleiche Geschwindigkeit des Angriffspunktes der Kraft in der Kurve wie in der Geraden vorausgesetzt und von den in der Kurve neu hinzutretenden Widerständen, von denen später noch die Rede sein wird, abgesehen, tritt somit, wenn die Kraft an der drehbaren Achse wirkt, für die Zugtiere eine Erleichterung ein; sie haben infolge des in der Kurve kleiner werdenden Weges des Schwerpunktes eine kleinere mechanische Arbeit zu leisten. Die Erleichterung erfolgt auf Unkosten der Arbeit. Infolge Abnahme der Geschwindigkeit in der Kurve wird ferner der frei werdende Teil der lebendigen Kraft die Arbeit der Zugtiere noch weiter erleichtern, während beim Austritt aus der Kurve zur Erreichung der früheren Geschwindigkeit wieder ein gewisser Kraftzuschuss erforderlich ist.

Die Annahme, dass die Geschwindigkeit des Angriffspunktes der Kraft in der Kurve die gleiche bleibe wie in der Geraden, dürfte wohl zutreffen, da die Zugtiere ohne Zweifel das ihnen zusagendste Marschtempo einzuhalten bestrebt sein werden. Würden die Zugtiere, was auch nicht ausgeschlossen ist, infolge der eingetretenen Erleichterung das Marschtempo etwas beschleunigen, so würden dadurch Leistung (Arbeitsstärke) und Arbeit vergrössert. Wegen der Abnahme des Leistungsvermögens der Tiere bei einer Abweichung von der für die Arbeit günstigsten Geschwindigkeit (im Handbuch der Ingenieurwissenschaften, I. Band 4. Abt. sind 1,1 m angenommen, nach der Formel von Lechalas ergeben sich 0,8 m) wird aber ohne stärkere oder besser gesagt ungünstigere Beanspruchung der Tiere nicht die gleiche Arbeit zu erzielen sein, wie in der Geraden, es sei denn, dass die Geschwindigkeit in der Geraden unter der günstigsten gewesen wäre.

Dieser Vorteil wird auch von den Fuhrleuten beim Anfahren mit schweren Fuhrwerken benutzt, indem sie die Zugtiere nicht geradeaus, sondern mit schief gestellter Deichsel anziehen lassen.

Aus obigen Rechnungsergebnissen erhellt auch deutlich, dass es vorteilhafter wäre, wenn der Antrieb der Motorwagen von der drehbaren Achse aus erfolgen würde. Der Vorteil würde sich namentlich auch in der besseren Lenkbarkeit geltend machen.

## II.

Angesichts der vorstehenden Ergebnisse, die eine Reduktion der Neigung in Strassenkurven im allgemeinen als überflüssig erscheinen lassen, ist es wohl gerechtfertigt, zu untersuchen, ob und nach welchen Grundsätzen eine solche Reduktion allfällig dennoch vorgenommen werden sollte.

Bezeichnen wir vorerst mit:

$\alpha_m$  die zugelassene Maximalsteigung in Geraden;

$\alpha$  die reduzierte Neigung in Kurven;

$R$  den Radius der Kurve in der Strassenmitte;

$R_m$  den Radius, bei welchem keine Reduktion der Neigung mehr vorgenommen werden soll;

$a$  die Minimallänge von  $R$ , bei welcher noch keine Neigung vorhanden sein soll,  $\overline{R}$  halbe Strassenbreite ( $a$  darf aus geometrischen Gründen nicht kleiner sein als die halbe Strassenbreite).

In den Vorschriften für ein neueres Alpenstrassenprojekt finden wir folgende Angaben:

$\alpha_m = 0,08$  in Geraden,

$\alpha = 0,05$  in Kurven von 50 m Radius,

$\alpha = 0,04$  " " 40 m "

$\alpha = 0,02$  " " 30 m "

$\alpha = 0,01$  " " 20 m "

$\alpha = 0$  bis höchstens 0,005 in Kurven von 10 m Radius.

Diese Werte für  $\alpha$  ergeben sich nach der Formel:

$$\alpha = \alpha_m \frac{R - a}{R_m - a} \quad [1a]$$

wenn  $\alpha_m = 0,08$ ,  $a = 10$  m und  $R_m = 90$  m angenommen und zu den Ergebnissen für  $R = 40$  und 50 m 0,01 addiert wird, oder auch nach der Formel

$$\alpha = \alpha_m \frac{R}{R_m} \quad [1b]$$

wenn  $\alpha_m$  wie oben = 0,08 und  $R_m = 80$  m und von den Ergebnissen für  $R = 10$  bis 30 m 0,01 subtrahiert wird.

Muss in Kurven eine Neigungsreduktion eintreten, so kann diese naturgemäss erst ganz aufhören, wenn der Radius unendlich gross wird. Setzt man aber in obigen Formeln  $R_m = \infty$ , so ergibt sich, dass sogar in den Geraden keine Neigung vorhanden sein dürfte; sie beruhen somit nicht auf einem richtigen Grundsatz.

Soll der innere Rand einer Strassenkurve nicht zu steil oder unter Umständen ganz unfahrbar werden, so ist nun allerdings eine gewisse Reduktion der Längsneigung der Strasse in der Mittellinie vorzunehmen, aber bei weitem nicht in dem Masse, wie es sich nach den vorstehenden Formeln ergeben würde. Es genügt, wenn dem inneren Rand keine grössere als die Maximalneigung gegeben wird. Eine Reduktion nach diesem Grundsatz erfüllt auch die Bedingung, dass die Reduktion erst bei unendlich grossem Radius aufhören sollte, und ist ferner proportional dem Zentriwinkel der Kurve, wie die Reibungswiderstände beim Drehen der Räder um ihren *vertikalen Durchmesser*.

Wenn die Reduktion bis  $R = \infty$  fortgesetzt werden wollte, müsste nach der Formel

$$\alpha = \alpha_m \left(1 - \frac{a}{R}\right) \quad [2a]$$

gerechnet werden, und, wenn die Reduktion bei Radius  $R_m$  aufhören soll, nach der Formel

$$\alpha = \alpha_m \frac{R_m}{R_m - a} \left(1 - \frac{a}{R}\right) \quad [2b]$$

Um dem Umstände Rechnung zu tragen, dass in engen Kurven die Vorspanntiere ausser Zug kommen, sowie zur Vorsorge für eine allfällige spätere Strassenverbreiterung, kann man  $a$  ein für allemal so gross annehmen, dass es auf alle Fälle grösser ist, als die halbe Strassenbreite, z.B. 5 m oder 10 m. Das erste Mass dürfte für die meisten, das letztere jedenfalls so ziemlich für alle Fälle genügen.

Nachstehende Tabelle gibt die Werte der Koeffizienten  $\alpha : \alpha_m$  nach den verschiedenen Formeln und für bestimmte Annahmen:

Werte für  $\alpha : \alpha_m$ .

| R    | $R - a$             | $R_m - a$           | $R_m - a(1 - \frac{a}{R})$ | $1 - \frac{a}{R}$ |
|------|---------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|
|      | $R_m - a$           | $R_m - a$           | $R_m - a$                  |                   |
|      | $a = 10\text{ m}$   | $a = 10\text{ m}$   | $a = 10\text{ m}$          | $1 - \frac{a}{R}$ |
|      | $R_m = 90\text{ m}$ | $R_m = 90\text{ m}$ | $R_m = \infty$             | $R_m = \infty$    |
|      |                     |                     |                            | $R_m = \infty$    |
| 3    |                     |                     |                            | 0                 |
| 3,75 |                     |                     |                            | 0,2               |
| 5    |                     |                     | 0                          | 0,4               |
| 6    |                     |                     | 0,167                      | 0,5               |
| 6,25 |                     |                     | 0,2                        | 0,52              |
| 7,5  |                     |                     | 0,333                      | 0,6               |
| 10   | 0                   | 0                   | 0                          | 0,5               |
| 12,5 | 0,03125             | 0,225               | 0,2                        | 0,6               |
| 15   | 0,0625              | 0,375               | 0,333                      | 0,667             |
| 20   | 0,125               | 0,5625              | 0,5                        | 0,75              |
| 25   | 0,1875              | 0,675               | 0,6                        | 0,8               |
| 30   | 0,25                | 0,75                | 0,667                      | 0,833             |
| 40   | 0,375               | 0,84                | 0,75                       | 0,875             |
| 50   | 0,5                 | 0,9                 | 0,8                        | 0,9               |
| 60   | 0,625               | 0,94                | 0,833                      | 0,9167            |
| 70   | 0,75                | 0,96                | 0,857                      | 0,929             |
| 80   | 0,875               | 0,98                | 0,875                      | 0,9375            |
| 90   | 1,0                 | 1,0                 | 0,889                      | 0,94              |
| 100  |                     |                     | 0,9                        | 0,95              |
|      |                     | u. s. w.            | 0,95                       | 0,97              |
|      |                     | u. s. w.            | 0,95                       | 0,97              |
|      |                     | u. s. w.            | 0,95                       | 0,97              |

Ganz gerecht werden die Formeln  $2a$  und  $2b$  den Verhältnissen allerdings auch nicht. Beim Eintritt der Vorderräder in die Kurve muss nämlich die Deichsel allmählich um  $\psi^0$  von der Geraden ab- und beim Austritt um eben soviel zurückgedreht werden, wobei in der Verbindung der drehbaren Achse mit dem Langbaum ein Reibungswiderstand zu überwinden ist, welcher, vom grössern Widerstand beim Uebergang aus dem Zustand der Ruhe in den der Bewegung abgesehen, offenbar proportional dem Winkel  $\psi$  sein muss, dessen Grösse abhängig ist vom Achsenabstand, vom Radius und von der Länge der Bahn. Die entsprechende Reduktion sollte also proportional dem Winkel  $\psi$  sein und müsste hauptsächlich am Eingang und am Ausgang der Kurve vorgenommen werden.

Wer sich schon mit dem Bau von Bergstrassen beschäftigt hat, wird bestätigen, dass die Reduktion der Neigung in Kehren die Anlage nicht nur sehr erschwert, sondern auch sehr verteuert. Es ist deshalb gewiss am Platz, mit der Reduktion nicht weiter zu gehen, als unumgänglich nötig ist.

Muss die Notwendigkeit beständiger Neuregulierung der Bremse bei der Talfahrt infolge häufiger starker Neigungsänderungen schon auf geraden Strassenstrecken als sehr lästig empfunden werden, so ist sie in Kurven, wo der Fuhrmann dem Lenken der Zugtiere noch vermehrte Aufmerksamkeit schenken sollte, geradezu als gefährlicher Uebelstand zu bezeichnen.

Zürich, im August 1904.

K. Nussbaumer.

### Miscellanea.

**Automatisches Ueberlaufwehr im James River bei Richmond (U.-S.).** Die «Virginia Passenger and Power Co.», die der Stadt Richmond das elektrische Licht und die Kraft liefert, hat zum Zwecke einer Vermehrung der Kraft ihrer Zentrale, an dem Wehre, welches das zum Betriebe der Turbinen erforderliche Wasser aufstaut, eine die Erhöhung des Wasserspiegels bewirkende Änderung vorgenommen. Wie einer bezüglichen Notiz des «Genie civil» zu entnehmen ist, war die ursprüngliche Höhenlage der Ueberlaufskrone auf der Kote 12,2 m schon während des Baues als die äusserste Grenze bezeichnet worden. Dessenungeachtet wurde der Betriebsgesellschaft die Genehmigung zu einer Erhöhung des Wasserspiegels auf

13,55 m erteilt, jedoch nur unter der Bedingung der Erstellung einer Vorkehrung, die ein Abfließen des Wassers bewirke, bevor dieses jene Höhe zu übersteigen vermöge.

Die gewählte Vorrichtung mit automatischer Wirkungsweise ist auf beistehender Abbildung dargestellt. Die Kronenform des alten Wehres wurde dahin abgeändert, dass sie mit schrägstehenden hölzernen Klappen, die aus dicken, durch Eisen verstärkten Balken gebildet werden, versehen ist. Jede Klappe hat eine Länge von 10,90 m und befindet sich zwischen zwei Pfeilern aus Mauerwerk, die in Abständen von 12,20 m von Achse zu Achse gemessen angeordnet sind. Die Klappe kann sich in einem Scharnier drehen, das an einer im Mauerwerk der alten Wehrmauer angebrachten Schwelle befestigt ist. Zwei am oberen Rande der Klappe angebrachte Ketten halten dieselbe. Das andere Ende jeder Kette ist am Ende eines Doppel-T-Eisens befestigt, das einen Hebel bildet und sich um eine in den gemauerten Pfeilern gelagerte Achse zu drehen vermögt. Jeder dieser Hebel wird durch ein Gegengewicht in Form eines Betonblockes im Gleichgewicht gehalten. Sämtliche Balken einer Klappe sind zusammen durch ein I-Eisen steif verbunden, an dem auch die erwähnte Kette angreift. Die Gegengewichte sind so bemessen, dass die Wehrklappen sich entsprechend neigen, sobald der Wasserspiegel sich der Höhe von 13,55 m nähert, und sich automatisch wieder aufrichten, wenn er sinkt. Diese selbsttätige Wehranlage hat eine Breite von 180 m.

**Das Reissen des Betons.** Eine sehr unangenehme Eigenschaft des Betons ist bekanntlich, dass er leicht Haarrisse und feine Sprünge bekommt, und dieser Uebelstand ist um so unangenehmer, als die Versuche, derartige Risse zu schliessen, durchaus erfolglos blieben. Durch Zufall wurde nun, wie Fritz Krull im »Prometheus« berichtet, ein sehr einfaches Mittel gefunden, solche Risse und Sprünge im Beton zu schliessen und das Eindringen von Wasser absolut zu verhüten. Dieses Mittel besteht im Beigießen des rissigen Betons mit Rohöl. Das ziemlich dickerflüssige Öl dringt in die Risse ein und bildet in ihnen eine Art Kitt, der die Risse vollkommen schliesst und jedes Eindringen von Wasser oder ähnlichen Flüssigkeiten durchaus verhindert. Man begießt hierbei den Beton so lange, als das Öl noch eingesogen wird. Ausser der erwähnten Wirkung hat die Behandlung der Betonflächen mit Öl noch die Vorteile, dass die das Auge blendende weisse Farbe in einen angenehmen bräunlichen Ton übergeht, sowie, dass die Wärmerückstrahlung der Betonfläche nicht unbedeutend verringert wird.

**Die eisenbahnwissenschaftlichen Vorlesungen in Preussen** sind für das Winterhalbjahr 1904/05 in folgender Weise bestimmt: In Berlin werden in den Räumen der Universität Vorlesungen über Nationalökonomie der Eisenbahnen, insbesondere das Tarifwesen, sowie über die Verwaltung der preussischen Staatseisenbahnen, und im technologischen Institut der Universität über Technologie gehalten. In Breslau erstrecken sich die Vorlesungen auf Eisenbahnrecht, Eisenbahnbetrieb und Elektrotechnik, in Köln auf die wirtschaftlichen Aufgaben der Eisenbahnen, insbesondere das Tarifwesen und Frachtrecht, sowie auf Elektrotechnik, in Elberfeld auf Technologie, in Halle a. S. und Frankfurt a. M. auf Elektrotechnik.

**Die Pferdeschwemmen in Salzburg.** Die in den Jahren 1695 und 1732 vollendeten Pferdeschwemmen in Salzburg, grossartige in Marmor ausgeführte Bassinanlagen, in denen die Pferde aus dem ebenfalls ganz in Marmor erbauten erzbischöflichen Marstall »badeten«, sind in der »Oesterreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst« abgebildet und beschrieben. Den Aufnahmen ist eine Zeichnung beigegeben, die den einstigen Freskenschmuck an der Rückwand der Pferdeschwemme am Sigmundsplatz nach den in jüngster Zeit aufgedeckten Resten darstellt; diese Gemälde werden soeben wiederhergestellt.

**Die Talsperre im Glörtale** bei Dahlerbrück, die von der Volmetalperren-Genossenschaft erbaut wurde und im Verein mit der im Bau begriffenen Jubachtalsperre den Wasserzufluss der Volme regulieren soll, ist nach zweijähriger Bauzeit fertiggestellt. Der Stausee, der 2 000 000 m<sup>3</sup> Wasser fasst, bedeckt eine Fläche von 21 ha und nimmt das Wasser eines Niederschlagsgebietes von 7,2 km<sup>2</sup> auf. Die Gesamtkosten betragen annähernd 1 Mill. Fr., sodass der m<sup>3</sup> Stausee-Inhalt auf etwa 50 Cts. zu stehen kommt. An der Glörtalsperre sind 30 industrielle Werke beteiligt.

