Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 55/56 (1910)

Heft: 9

Artikel: Die Ermittlung der Zentralellipse von Kreisbogen, Kreisausschnitt und Kreisabschnitt durch Zeichnung

Autor: Hartmann, H.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-28669

Die Ermittlung der Zentralellipse von Kreisbogen, Kreisausschnitt und Kreisabschnitt durch Zeichnung.

Von Ingenieur *H. Hartmann*, Konstantinopel.

1. Soll das Endergebnis einen bestimmten Genauigkeitsgrad nicht unterschreiten, so bedingt die graphische Behandlung vieler Aufgaben die Kenntnis der einen oder andern der in der Ueberschrift genannten Zentralellipsen Für diese sind meines Wissens bisher keine einfachen Konstruktionen bekannt gegeben worden, sodass die einschlägigen Grössen jeweils durch Rechnung bestimmt werden müssen, welche Rechnung jedoch nicht nur zeitraubend, sondern auch unbequem ist, insofern als dabei Tabellenwerke benötigt werden.

Nachstehend soll nun unter Zuhilfenahme nur der elementarsten Sätze der Geometrie und Mechanik gezeigt werden, dass sich die Zentralellipse des Kreisbogens, Kreisausschnittes und Kreisabschnittes in der einfachsten Weise durch Zeichnung ermitteln lässt.

Als bekannt darf vorausgesetzt werden, dass für Kreisbogen sowohl als für Kreisausschnitt und Kreisabschnitt der Schwerpunkt S auf der Halbierungsgeraden CD des Zentriwinkels α liegt (Abbildung 1); dass die eine Hauptachse i_{II} der Zentralellipse mit dieser Halbierungsgeraden zusammenfällt, und dass somit die andere Hauptachse i_I auf ihr senkrecht steht, also zur Bogensehne AB parallel ist.

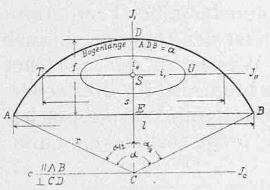

Abbildung 1.

A. Kreisbogen.

2. Zunächst ist der *Schwerpunkt* S zu bestimmen, also, da er auf der bekannten Geraden CD liegt, sein Abstand von irgend einem Punkt der Zeichnungsebene. Als solchen Punkt wählen wir den Kreismittelpunkt C. Ist dann St_c das statische Moment des Kreisbogens ADB bezüglich der Geraden c, so ist laut Definition des Schwerpunktes

$$a \cdot \overline{CS} = St_c \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

Das statische Moment St_c wird durch Summation der statischen Momente ΔSt_c der einzelnen Bogenelemente Δa erhalten (Abbildung 2), wobei Δa in Wirklichkeit unendlich klein zu denken ist, sodass es also auch gradlinig ist. Wird dessen Mittelpunkt mit Y bezeichnet, so ergibt sich

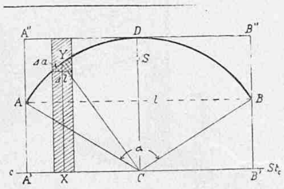

Abbildung 2.

$$\Delta St_c = \Delta a \cdot \overline{XY}$$

Da das kleine, doppelt schraffierte Dreieck ähnlich ist dem Dreieck CYX, so ist aber auch

$$\Delta a \cdot \overline{YX} = \Delta l \cdot \overline{CY} = \Delta l \cdot r, \qquad \text{d. h. es ist}$$

$\Delta St_c =$ der Fläche des schraffierten Rechtecks, woraus durch Summation über den ganzen Kreisbogen folgt:

$$St_c = \Sigma(\Delta St_c) = \text{Fläche des Rechtecks } A^I A^{II} B^{II} B^I = r \cdot \overline{AB} \quad (2)$$

Diesen Wert in Gleichung 1 eingesetzt, gibt

$$a \cdot \overline{CS} = r \cdot \overline{AB} \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

womit die Unbekannte CS und damit der Schwerpunkt S bestimmt ist. Die graphische Auflösung von Gleichungen der vorstehenden Form geschieht bekanntlich mit Hilfe ähnlicher Dreiecke. Abbildung 3 gibt die möglich einfachste Lösung: in einem Bogenendpunkt, z. B. in A, zieht man die Kreistangente und trägt darauf von A aus die Länge des Bogens ADB ab [1]), womit der Punkt F erhalten wird; dann schneidet die durch den Punkt A zur Geraden BF gezogene Senkrechte die Winkelhalbierungslinie CD im Schwerpunkt S. Denn in den Dreiecken AFB und CAS stehen die Seiten aufeinander senkrecht, mithin sind die beiden Dreiecke ähnlich, woraus folgt:

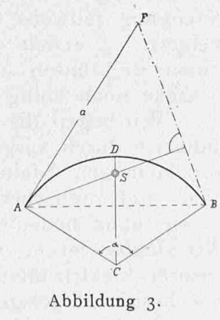

Abbildung 3.

$$\overline{AF} \cdot \overline{CS} = \overline{AA} \cdot \overline{CB}$$

oder $$a \cdot \overline{CS} = \overline{AB} \cdot r$$

entsprechend Gleichung 3.

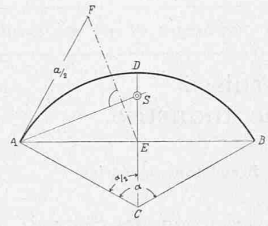

Abbildung 4.

Ist der Winkel α gross, so reduziert man das Dreieck ABF auf die Hälfte, d. h. man trägt auf der Tangente in A die halbe Bogenlänge AD auf (Abbildung 4) worauf $AS \perp EF$ gezogen wird.

Ist $\alpha < 57^0$, so wird in Abbildung 3 $\overline{BF} < \overline{AS}$, so dass ein Fehler in der Richtung von BF sich in vergrössertem Masstab auf den Schwerpunkt S überträgt. Man umgeht dieses Arbeiten vom Kleinen ins Grosse, wenn man auf das Dreieck ABF (Abbildung 3) den Satz anwendet, dass die von den Endpunkten auf die Gegenseiten gefällten Lote sich in einem Punkte schneiden. Das Lot vom Punkt B auf die Gegenseite AF ist aber parallel AC, und das Lot vom Punkt F auf die Gegenseite AB ist parallel CD; mithin ergibt sich nach Abbildung 5 mit $BG \parallel AC$ und $FG \parallel CD$ der auf dem dritten Lot AS gelegene Schnittpunkt G und damit der Schwerpunkt S. Wird $\alpha = 133^0$, so fällt der Punkt F auf die Winkelhalbierungsgerade CD, und der Punkt G fällt daher mit S zusammen; für Winkel $\alpha > 133^0$ wird $\overline{AG} < \overline{AS}$, der Schwerpunkt S also besser nach Abbildung 3 oder 4, bezw. 7 (siehe weiter unten) bestimmt.

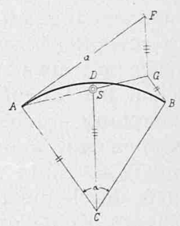

Abbildung 5.

Die Gleichung (3) bleibt bestehen, wenn für CS und AB ihnen proportionale Längen eingeführt werden. Nimmt man daher für $\overline{CS}$ dessen senkrechte Projektion $\overline{CL}$ auf CA (Abbildung 6) so muss man für $\overline{AB}$, da $AB \perp CS$ ist, die senkrechte Projektion auf eine zu CA senkrechte Gerade nehmen, am einfachsten also auf die Gerade SL, womit die entsprechende Länge $\overline{LH}$ erhalten wird und Gleichung 3 nun lautet:

$$a \cdot \overline{CL} = r \cdot \overline{LH} \text{ oder } \overline{AF} \cdot \overline{CL} = \overline{CA} \cdot \overline{LH}$$

d. h. die Dreiecke CAF und CLH sind ähnlich, mithin muss der Punkt H auf der Geraden CF liegen. Um daher den Schwerpunkt S zu bestimmen, kann man auch auf der Tangente im Endpunkt A die Bogenlänge von A aus abtragen, den so erhaltenen Punkt F mit C verbinden und nun, durch einmaliges Anlegen des Winkels, $BH \parallel CA$ und $HL \perp CA$ ziehen, welch' letztere Gerade den Schwerpunkt S bestimmt. Wie die Konstruktion nach Abbildung 5, so ist auch die vorstehende nur für Winkel $\alpha <$ etwa $\frac{3}{2}\ \pi$ zu empfehlen. —

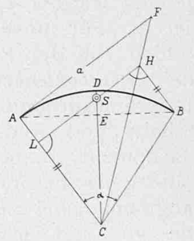

Abbildung 6.

Natürlich kann man auch hier wieder — analog den Abbildungen 3 und 4 — statt der ganzen Bogenlänge a nur deren Hälfte auf der Tangente in A abtragen, worauf dann an Stelle des Punktes B der Punkt E zu nehmen ist.

Denkt man sich die Abbildung 6 durch ihr Spiegelbild bezüglich AC ergänzt, so erkennt man, dass der Punkt L nichts anderes ist als der Schwerpunkt des so erhaltenen Kreisbogens vom Zentriwinkel 2α. Man kann also für grosse Winkel α weitabliegende Punkte F oder allzu schiefe Schnitte umgehen, indem man den Schwerpunkt für die Bogenhälfte ermittelt, womit dann sofort auch der Schwerpunkt für den ganzen Bogen bestimmt ist. Anderseits ergibt sich aber auch die Schwerpunktbestimmung nach Abbildung 7, bei der, anstatt wie bisher vom Bogen-Endpunkt, vom Bogenscheitel ausgegangen wird. Der

[1]) Die Streckung eines Bogens erfolgt sehr rasch und genau nach der Methode von Culmann; vgl. dessen Graphische Statik.

unmittelbare Beweis für die Richtigkeit dieser Konstruktion folgt aus den ähnlichen Dreiecken DFC und SHC, wonach

$\overline{DF} \cdot \overline{CS} = \overline{CD} \cdot \overline{SH}$ ist, oder, da $\overline{SH} = \overline{EB} = \frac{\overline{AB}}{2}$

$\frac{a}{2} \cdot \overline{CS} = r \frac{\overline{AB}}{2}$ entsprechend Gleichung (3).

Mit der Ermittlung des Bogenschwerpunktes ist die Grundlage für alle weitern Konstruktionen gegeben, weshalb es angezeigt erschien, etwas näher auf die Bestimmung von S einzugehen.

3. Aus der Abbildung 6 kann eine für die weitern Untersuchungen höchst fruchtbare Beziehung abgeleitet werden. Zunächst folgt: Fläche des Kreisausschnittes

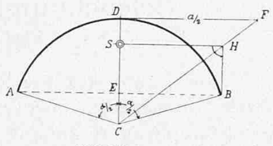

Abbildung 7.

$$CADBC = \frac{ar}{2} = \frac{\overline{AF} \cdot \overline{AC}}{2} = \text{Dreieck } AFC$$

Da $BH \parallel AC$, so ist weiters

$$\text{Dreieck } ABC = \text{Dreieck } AHC.$$

Die vorstehenden Gleichungen von einander subtrahiert, gibt: Fläche des Kreisabschnittes ADB = Dreieck AFH. Da $LH \perp CA$, also $\parallel AF$, so ist aber auch

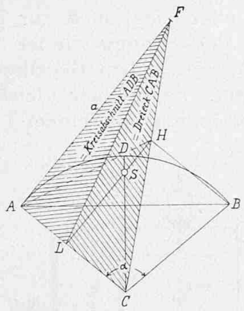

Abbildung 8.

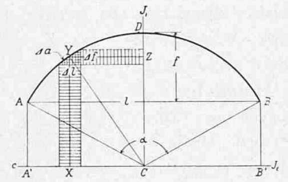

Abbildung 9.

Dreieck AFH = Dreieck AFL, also $= \frac{\overline{AF} \cdot \overline{AL}}{2} = \frac{a}{2} \overline{AL}$,

somit Kreisabschnitt ADB = Dreieck $AFL = \frac{a}{2} \overline{AL}$ (4)

woraus unmittelbar die weitere Beziehung folgt:

Dreieck ABC = Dreieck $LFC = \frac{a}{2} \overline{LC} = \frac{a}{2} (r - \overline{AL})$ (5)

4. Nunmehr kann die *Zentralellipse* bestimmt werden. Zu dem Ende ermitteln wir die Trägheitsmomente I_{I} und I_c bezüglich der Geraden CD und c.

Das Trägheitsmoment des Bogenelementes Δa bezüglich der Geraden CD ist

$$\Delta I_{I} = \Delta a \cdot \overline{YZ}^2$$

Da das doppelt schraffierte, kleine Dreieck ähnlich ist dem Dreieck CYZ, so ist

$$\Delta a \, \overline{YZ} = \Delta f \cdot r, \qquad \text{somit}$$
$$\Delta I_{I} = r \, \Delta f \cdot \overline{YZ}$$

$\Delta f \cdot \overline{YZ}$ ist aber gleich dem Inhalt des vertikal schraffierten Flächenstreifens, denn in Wirklichkeit ist ja Δf unendlich klein. Durch Summation über den ganzen Bogen ADB ergibt sich hiernach das erste Hauptträgheitsmoment zu $I_{I} = \Sigma (\Delta I_{I}) = r \, \Sigma (\Delta f \cdot \overline{YZ}) = r \times$ Fläche des Kreisabschnittes ADB . . . . (6)

Für die Fläche ADB ihren Wert $\frac{a}{2} \overline{AL}$, Gleichung 4, eingeführt, gibt

$$I_{I} = \frac{1}{2} ar \, \overline{AL} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (7)$$

In gleicher Weise erhält man für die Gerade c

$\Delta I_c = \Delta a \cdot \overline{YX}^2 = r \cdot \Delta l \cdot \overline{YX} = r \times$ horizontal schraffierter Flächenstreifen, mithin

$I_c = \Sigma (\Delta I_c) = r \, \Sigma (\Delta l \cdot \overline{YX}) = r \times$ Fläche $A^I ADBB^I$. (8)

oder, da

Fläche $A^I ADBB^I$ = Kreisausschnitt $CADBC$ + Dreieck ABC

$$\left.\begin{aligned} &= \frac{1}{2} ar + \frac{1}{2} a \, \overline{LC} \\ &= \frac{1}{2} ar + \frac{1}{2} a (r - \overline{AL}) \end{aligned}\right\} \text{nach Gleich. (5)}$$

so ergibt sich

$$I_c = \frac{1}{2} ar (r + \overline{LC}) = \frac{1}{2} ar (2r - \overline{AL}) \quad . \; . \quad (9)$$

Mit I_c ist auch das Trägheitsmoment für die zu c parallele Schwerpunktaxe, d. h. das zweite Hauptträgheitsmoment I_{II} bekannt:

$$I_{II} = I_c - a \, \overline{CS}^2 = \quad . \; . \; . \; . \; . \quad (10)$$

Dividiert man das Trägheitsmoment I durch die Bogenlänge a, so erhält man das Quadrat des Trägheitsarmes i:

$$i^2 = \frac{I}{a}$$

Die Gleichungen 7, 9 und 10 ergeben daher

$$i_{I}^2 = \frac{1}{2} r \, \overline{AL} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (11)$$

$$i_c^2 = \frac{1}{2} r (r + \overline{CL}) = \frac{1}{2} r (2r - \overline{AL}) \quad . \; . \quad (12)$$

$$i_{II}^2 = i_c^2 - \overline{CS}^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (13)$$

Fällt man nach Abbildung 10 vom Bogenschwerpunkt S das Lot SL auf AC und markiert dessen Schnittpunkt K mit dem Kreisbogen, so ist

$$\overline{AK}^2 = \overline{AC} \cdot \overline{AL} = 2r \cdot \overline{AL} \text{ d. h. } = 4 i_{I}^2$$
$$\overline{OK}^2 = \overline{OA} \cdot \overline{OL} = 2r (2r - \overline{AL}) \text{ d. h. } = 4 i_c^2$$

mithin wird

$$i_{I} = \frac{1}{2} \overline{AK} = \overline{AM} = \overline{MK} = \overline{CN} \quad . \; . \; . \quad (14)$$

$$i_c = \frac{1}{2} \overline{OK} = \overline{ON} = \overline{NK} = \overline{CM} \quad . \; . \; . \quad (15)$$

wobei $CM \perp AK$, also $\parallel OK$ und $CN \perp OK$, also $\parallel AK$ ist.

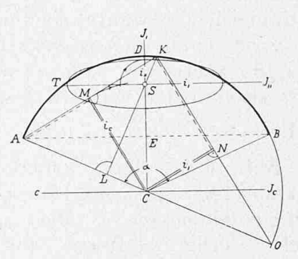

Abbildung 10.

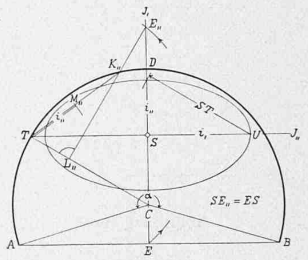

Abbildung 11.

Um die Zentralellipse des Kreisbogens zu erhalten, hat man daher nur $SK \perp AC$ zu ziehen, dann gibt die halbe Länge der Sehne AK bezw. das von C auf OK gefällte Lot sofort den zu CD senkrechten Hauptträgheitsarm i_{I}. Den zweiten, in CD gelegenen Hauptträgheitsarm i_{II} erhält man, entsprechend Gleichung (13), indem man die zu AB parallele Schwerpunktsehne mit dem aus C beschriebenen Kreisbogen vom Halbmesser $CM = i_c$ schneidet; die so erhaltene Länge muss dann noch aus S auf CD geschlagen werden.

Es kann aber i_{II} auch unmittelbar auf der Geraden CD abgeschnitten werden. Aus dem rechtwinkligen Dreieck CMA folgt nämlich

$$\overline{CM}^2 = \overline{CA}^2 - \overline{AM}^2 \text{ oder } i_c^2 = r^2 - i_{I}^2$$

womit Gleichung (13) geschrieben werden kann:

$$i_{II}^2 = (r^2 - \overline{CS}^2) - i_{I}^2 \text{ oder } = (\overline{CT}^2 - \overline{CS}^2) - i_{I}^2, \quad \text{d. h.}$$
$$i_{II}^2 = \overline{ST}^2 - i_{I}^2 \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (16)$$

Hiernach wird also der Hauptträgheitsarm i_{II} auch erhalten, wenn man nach Abbildung 11 die Winkelhalbierungsgerade CD mit dem aus dem Endpunkt U der Hauptachse i_{I} beschriebenen Kreisbogen vom Radius ST = halbe Länge der Schwerpunktsehne schneidet. — Diese Ermittlung von i_{II} sowohl als jene nach Abbildung 10 sind nur für Winkel $\alpha > 120^0$ zu empfehlen.

Am genauesten erhält man i_{II} wenn man die Länge $2 i_{II}$ analog der Länge $2 i_{I}$ ermittelt. Zu dem Ende führen wir den Wert für i_c^2 nach Gleichung 12 in die Gleichung (13) ein und bekommen

$$i_{II}^2 = \frac{1}{2} r (r + \overline{LC}) - \overline{CS}^2 = \frac{1}{2} r \left[r - \left(2 \frac{\overline{CS}^2}{r} - \overline{LC} \right) \right]$$

Aus der Aehnlichkeit der Dreiecke CSL und CAE (Abbildung 10) folgt

$$\overline{LC} = \overline{CE} \frac{\overline{CS}}{\overline{CA}} = \overline{CE} \frac{\overline{CS}}{r}, \qquad \text{mithin wird}$$

auch: $$i_{II}^2 = \frac{1}{2} r \left[r - \frac{\overline{CS}}{r} (2 \, \overline{CS} - \overline{CE}) \right] \qquad \text{oder}$$

$$i_{II}^2 = \frac{1}{2} r \left[r - \frac{\overline{CS}}{r} (\overline{CS} + \overline{ES}) \right] \quad . \; . \; . \; . \quad (17)$$

Macht man daher nach Abbildung 11

$$\overline{LE_{II}} = \overline{ES}, \text{ so ist } \overline{CE_{II}} = \overline{CS} + \overline{ES}$$

Fällt man jetzt von E_{II} das Lot $E_{II}L_{II}$ auf CT, so ergibt sich das zu CST ähnliche Dreieck $CL_{II}E_{II}$ und man hat daher

$$\overline{CL_{II}} = \overline{CE_{II}}\,\frac{\overline{CS}}{\overline{CT}} = (\overline{CS} + \overline{ES})\,\frac{\overline{CS}}{r}$$

Hiemit schreibt sich Gleichung (17)

$$i_{II}^2 = \frac{1}{2}\,r\,(r - \overline{CL_{II}}) = \frac{1}{2}\,r\,\overline{TL_{II}} \quad . \quad . \quad . \quad (17a)$$

Das Lot $E_{II}L_{II}$ schneidet den Kreisbogen im Punkte K_{II} und es ist daher

$$\overline{TK_{II}}^2 = 2\,r\,\overline{TL_{II}} \text{ d. h. } = 4\,i_{II}^2, \qquad \text{somit}$$

$$i_{II} = \frac{1}{2}\,\overline{TK_{II}} = \overline{TM_{II}} = \overline{M_{II}K_{II}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (18)$$

Es wird also i_{II} analog i_I erhalten, nur tritt an Stelle von S der Punkt E_{II} und an Stelle des Bogenendpunktes A der Endpunkt T der Schwerpunktsehne.

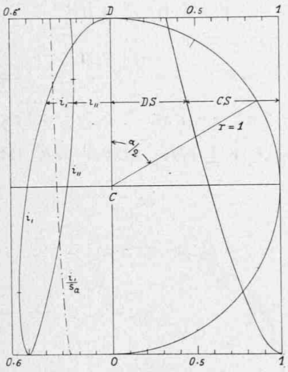

Abbildung 12.

5. In Abbildung 12 sind die Längen $\overline{DS}$ (bezw. $\overline{CS}$), i_I und i_{II} für alle Winkel α (von 0 bis 360 Grad) auf der zugehörigen Bogensehne aufgetragen. Danach nehmen DS und i_{II} mit α kontinuierlich zu, während i_I für $\alpha \sim 257^0$ einen Grössenwert $= 0{,}780\ r$ erreicht; für $\alpha = 360^0$, also für den vollen Kreis, wird $i_I = i_{II} = \frac{r}{\sqrt{2}} \sim 0{,}707 r$.

Will man den Schwerpunktabstand und die Hauptträgheitshalbmesser i_I und i_{II} durch Verhältniszahlen ausdrücken, sodass für alle Winkel α diese Zahlen > 0 und $< \infty$ sind, so muss man die Längen DS (bezw. ES) und i_{II} auf die Bogenhöhe f, i_I auf die Länge s der Schwerpunktsehne als Einheit beziehen. Damit ergeben sich die —·— Kurven in Abbildung 12. Man erkennt, dass $\frac{DS}{f}$, $\frac{i_I}{s}$ und $\frac{i_{II}}{f}$ sich mit zunehmendem Winkel α zuerst nur langsam ändern, sodass in manchen Fällen die Konstruktion den vorgeschriebenen Genauigkeitsgrad auch noch erreicht, wenn man statt der wahren Werte $\frac{\overline{DS}}{f}$, $\frac{i_I}{s}$ und $\frac{i_{II}}{f}$ ihre Grenzwerte für $\alpha = 0$ benützt. Diese Grenzwerte ergeben sich aus den allgemeinen Formeln für die betreffenden Grössen. Zunächst erhält man aus Abbildung 2 und Gleichung (3)

$$\overline{CS} = r\,\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha}{2}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (19)$$

somit
$$\overline{DS} = r - \overline{CS} = r\left(1 - \frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha}{2}}\right) \quad . \quad . \quad : \quad (20)$$

Aus Abbildung 10 und Gleichung (11) bezw. Gleichung (12) und (13) folgt sodann

$$i_I^2 = \frac{1}{2}\,r\left(r - \overline{CS}\cos\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{1}{2}\,r^2\left(1 - \frac{\sin\alpha}{\alpha}\right) \quad . \quad (21)$$

$$i_{II}^2 = \frac{1}{2}\,r\left(r + \overline{CS}\cos\frac{\alpha}{2} - \frac{2\,\overline{CS}^2}{r}\right) =$$
$$= \frac{1}{2}\,r^2\left[1 + \frac{\sin\alpha}{\alpha} - 2\left(\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha}{2}}\right)^2\right] \quad (22)$$

Ausserdem ist

$$f = r\left(1 - \cos\frac{\alpha}{2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (23)$$

$$s = 2\sqrt{r^2 - \overline{CS}^2} = 2\,r\sqrt{1 - \left(\frac{\sin\frac{\alpha}{2}}{\frac{\alpha}{2}}\right)^2} \quad . \quad . \quad (24)$$

Entwickelt man die goniometrischen Funktionen nach Potenzen von α, so erhält man die Grenzwerte

$$\frac{\overline{DS}}{\alpha = 0} = \frac{1}{3}\,f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (25)$$

$$i_{I\,\alpha = 0} = \frac{1}{2}\,s \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (26)$$

$$i_{II\,\alpha = 0} = \sqrt{\frac{4}{45}}\,f \sim 0{,}298\,f \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (27)$$

(Schluss folgt.)

Selbstfahrender benzin-elektrischer Beleuchtungswagen der S. B. B.

Von *M. Messer*, Elektroingenieur der S. B. B., Zürich.

Im Laufe des verflossenen Jahres ist von der *Werkstätte Zürich der Schweizerischen Bundesbahnen* ein Beleuchtungswagen gebaut und dem Betrieb übergeben worden, der von andern, ähnlichen Zwecken dienenden Wagen in verschiedenen Beziehungen abweicht. Es mag daher auch für weitere Kreise von Interesse sein, über die Bauart und Ausrüstung dieses Wagens etwas zu vernehmen.

Dieser Beleuchtungswagen ist eingerichtet zur Erzeugung von elektrischem Strom, der sowohl für die Beleuchtung bei Tunneluntersuchungen, Oberbau- und Brückenbauarbeiten und bei Betriebsunfällen, als auch zur Fortbewegung des Wagens selbst Verwendung findet. Zu diesem Zwecke ist er mit einer von einem Benzinmotor angetriebenen Dynamo ausgerüstet. Es sei hier gleich erwähnt, dass der zu seiner Fortbewegung mit einem Trambahn-Vorgelegemotor ausgerüstete Beleuchtungswagen im allgemeinen grössere Strecken nicht durch eigene Kraft zurücklegen soll, sondern dass er mit irgend einem Zuge auf die dem Verwendungsorte am nächsten gelegene Station befördert wird, um erst von dort aus mit Hülfe seines eigenen Motors nach der Arbeitsstelle zu fahren. Damit das Wagengewicht bezw. die Achsenbelastung nicht zu gross ausfalle und damit er in seiner Benützungsdauer unbeschränkt und von einer Ladestation unabhängig sei, ist von der Verwendung einer Akkumulatorenbatterie als Stromquelle abgesehen worden. Der Wagen ist aus einem ausrangierten, zweiachsigen Personenwagen entstanden durch Umbau des Kastens zu einem Maschinen- und einem Gerätschaftsraum (Abbildung 1 und 2). Durch einseitige Verkürzung des alten Wagenkastens ergab sich auf der Vorderseite eine geräumige Plattform, von der zwei Aufstiege auf das durch einen Lattenrost geschützte und mit Schutzgeländern versehene Wagendach führen. Das Untergestell ist der aufzunehmenden Last entsprechend verstärkt und die alten Tragfedern sind durch stärkere ersetzt worden. Der Maschinenraum (Abb. 3 u. 4, S. 116 u. 117) enthält die aus Benzinmotor und Dynamo bestehende Maschinengruppe, sowie einen Spannungsregler, zwei Schalttafeln, einen Fahrschalter, Handbremse, Werkzeugkästchen u. s. f.

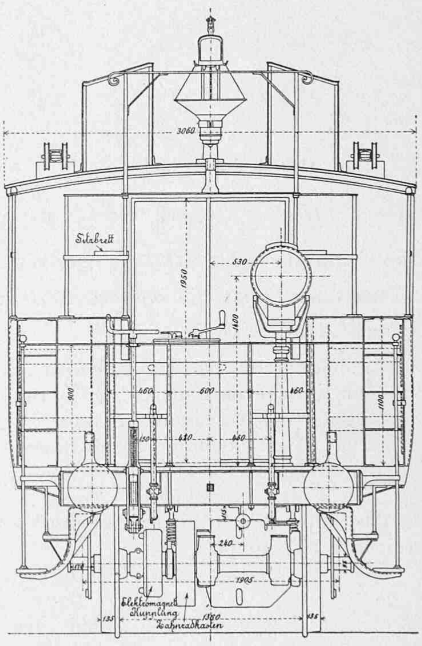

Abb. 2. Stirnansicht. — 1 : 50.

Als *Motor* (Abb. 3 und 5, S. 116) kam ein normaler, vierzylindriger Lastautomobilmotor von ungefähr 22 *PS* bei 800 *Uml/min* zur Verwendung, der sowohl mit Benzin als