seien, dass später der Bau *leicht* (d. h. ohne wesentliche Veränderungen der vorhandenen Räume) *erweitert werden* könne und zwar bei *rationeller Ausnützung des gesamten Bauareales.*

Gerade die richtige Lösung dieser Bestimmungen bildete nun aber die Hauptschwierigkeit der ganzen Aufgabe und eine sorgfältige Besichtigung der Planausstellung zeigte klar, dass sich von 90 Konkurrenten 80 redlich Mühe gegeben hatten auch diesem schwierigsten Teil der Aufgabe gerecht zu werden.

V. Das Preisgericht scheint aber diese grundlegenden Bestimmungen des Bauprogrammes vergessen oder mit Absicht umgangen zu haben, denn die mit dem I. und II. Preise bedachten Projekte gehörten gerade zu denjenigen 10, welche sich um diese Vorschriften sozusagen gar nicht bekümmert hatten. Nach *Projekt I* kann man den Bau durch Fortsetzung von zwei Flügelbauten erweitern, aber nur mit Umänderung der zuerst erstellten Flügel, Eliminierung einer Anzahl jetzt vorgesehener Arbeitsräume und Umänderung und Verkleinerung von anderen. Aber auch bei solch unzweckmässiger und kostspieliger Umbauerei erhält man nur wenig Raum für spätere Vergrösserung. *Projekt mit Preis II* hat eine Vergrösserung vorgesehen in einer Variante, welche aber schwere Beleuchtungsmängel aufweist. Auch hier ist die Vergrösserungsmöglichkeit nur eine unbedeutende, in gar keinem Verhältnisse stehend zu den Programm-Anforderungen. Diese beiden Projekte würden dem Programme entsprechen, wenn der Artikel 2 folgendermassen gelautet hätte:

1) Stets ist $P > \left(\left(\frac{\pi}{\lg \frac{c}{a}}\right)^2 + 1\right) \frac{E J_1}{4 c^2}$.

Setzt man daher P gleich obigem Ausdruck, so rechnet man bereits mit Knicksicherheit und es bedeutet in dieser Formel c die Höhe der vollen, erzeugenden Parabel, a die Entfernung des Parabelscheitels von der Kopffläche, oder die Höhe des abgeschnittenen Paraboloids, J_1 das grösste vorkommende Trägheitsmoment des Querschnittes der Säulenmitte, bezw. des eingemauerten Säulenfusses.

Um die Knickkraft P mathematisch genau zu berechnen, kann man die Formel benutzen:

2) $$P = (\beta^2 + 1) \frac{E J_1}{4 c^2},$$

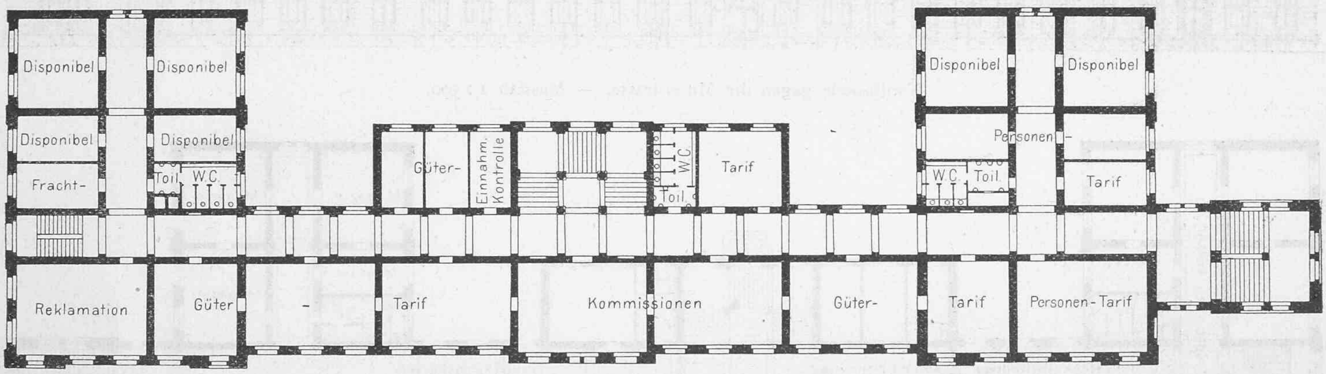
wo der Zahlenwert β aus der Bedingung zu entnehmen ist:

$$\beta = -\operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2} \lg \frac{c}{a}\right) = -\operatorname{tg}\left(\beta \lg \sqrt[4]{\frac{J_1}{J_0}}\right) = -\operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{4} \lg \frac{J_1}{J_0}\right)$$

d. h. der erste stets zwischen $\frac{\pi}{2}$ und π liegende Winkelwert $\frac{\beta}{2} \lg \frac{c}{a}$, welcher der angegebenen Bedingung entspricht, liefert den genauen Zahlenwert β.

Wettbewerb für ein Dienstgebäude der Schweizerischen Bundesbahnen.

III. Preis (ex aequo). Verfasser: *Alphonse Andrey*, Architekt in Freiburg.



Grundriss vom I. Stock. — Masstab 1 : 500.

«Der vorhandene Bauplatz von 4800 m^2 steht den Konkurrenten für die vorliegende Aufgabe frei zur Disposition. Auf eine spätere Vergrösserung des Baues braucht keine Rücksicht genommen zu werden».

Auch bei solcher Fassung des Programmes hätten schwerlich Projekte einlaufen können, welche in Bezug auf eine eventuell doch eintretende spätere Vergrösserung ungünstiger hätten disponiert werden können, als die vorgenannten prämiierten Projekte.

VI. Dieser Sachverhalt veranlasste eine Anzahl Bewerber eine Versammlung von Teilnehmern an dieser Konkurrenz zu veranstalten, zur Besprechung dieser Fragen und des geeigneten weiteren Vorgehens. An dieser Versammlung, die am 30. Januar 1902 im Hotel Pfistern in Bern stattfand, erschienen 19 Konkurrenten, 9 aus der französischen, 10 aus der deutschen Schweiz.

Nach längerer eingehender Diskussion wurde beschlossen, eine Eingabe an die Generaldirektion der Bundesbahnen zu richten, mit dem Verlangen einer neuen Beurteilung der Konkurrenzpläne. Dieselbe wurde von sämtlichen 19 Anwesenden unterschrieben. 15 andere Konkurrenten aus verschiedenen Teilen der Schweiz und aus dem Auslande haben nachträglich schriftlich ihre Zustimmung zu dem beschlossenen Vorgehen erklärt.

(Forts. folgt.)

Die Knickkraft des Paraboloids.

Von Baurat *Adolf Francke* in Herzberg a. Harz.

Wir betrachten (Abb. 1) die Knickkraft P einer Säule, welche bei frei drehbaren Enden aus zwei mit den breiten Grundflächen aufeinander gesetzten, durch Drehung einer Parabel um ihre Achse erzeugten, abgestumpften Paraboloiden besteht, oder — damit gleichwertig — die Knickkraft P eines einzigen solchen Paraboloids mit eingemauertem Fuss A und frei drehbarem Kopfe.

Beweis des Vorigen: Indem man (Abb. 1a) für die Betrachtung einer unendlich kleinen Knickbiegung den Ursprung 0 in die Wagerechte des Parabelscheitels, lotrecht über den elastisch ausgebogenen Kopfpunkt verlegt, erhält man aus der allgemeinen Momentengleichung der elastischen Verbiegung y

$$E J_x \frac{d y^2}{d x^2} = -P y,$$

da für den angenommenen Fall des Paraboloids

$$J_x = \frac{J_0}{a^2} x^2 = \frac{J_1}{c^2} x^2 = C x^2$$

ist, die Gleichung

$$x^2 \frac{d y^2}{d x} + \frac{P c^2}{E J_1} y = 0.$$

Durch die Einsetzung $y = A x^\alpha$ wird das allgemeine Integral dieser Differenzialgleichung gefunden durch die beiden Wurzeln der Gleichung:

$\alpha(\alpha - 1) + \frac{P c^2}{E J_1} = 0$, also wenn abkürzend $\beta = \sqrt{\frac{4 P c^2}{E J_1} - 1}$ gesetzt wird, durch die beiden Wurzelwerte

$$\alpha = \frac{1 \pm \beta i}{2}.$$

Indem man nun in

$y = A x^{\frac{1+\beta i}{2}} \pm A x^{\frac{1-\beta i}{2}}$ die beiden imaginären Werte zusammenfasst nach den Formeln

$$\frac{x^{\frac{\beta i}{2}} + x^{\frac{-\beta i}{2}}}{2} = \frac{e^{\frac{\beta i}{2} \lg x} + e^{\frac{-\beta i \lg x}{2}}}{2} = \cos\left(\frac{\beta}{2} \lg x\right);$$

$$\frac{x^{\frac{\beta i}{2}} - x^{\frac{-\beta i}{2}}}{2} = \sin\left(\frac{\beta}{2} \lg x\right)$$

erhält man das allgemeine Integral in der reellen Form:

$$y=\sqrt{x}\left\{B\sin\left(\frac{\beta}{2}\lg x\right)+B_1\cos\left(\frac{\beta}{2}\lg x\right)\right\}.$$

Am Kopfe, für $x=a$ ist $y=0$ also ist

$$B\sin\left(\frac{\beta}{2}\lg a\right)+B_1\cos\left(\frac{\beta}{2}\lg a\right)=0;$$

$$\frac{B}{B_1}=-\frac{A_1\cos\left(\frac{\beta}{2}\lg a\right)}{A_1\sin\left(\frac{\beta}{2}\lg a\right)},\quad\text{und daher}$$

$$y=A_1\sqrt{x}\cdot\sin\left(\frac{\beta}{2}\lg\frac{x}{a}\right),$$

woraus durch Ableitung folgt:

$$\frac{dy}{dx}=\frac{A_1}{2\sqrt{x}}\left\{\sin\left(\frac{\beta}{2}\lg\frac{x}{a}\right)+\beta\cos\left(\frac{\beta}{2}\lg\frac{x}{a}\right)\right\}.$$

Für $x=c$ ist $\frac{dy}{dx}=0$, also gilt die Gleichung:

$$\sin\left(\frac{\beta}{2}\lg\frac{c}{a}\right)+\beta\cos\left(\frac{\beta}{2}\lg\frac{c}{a}\right)=0,$$

oder

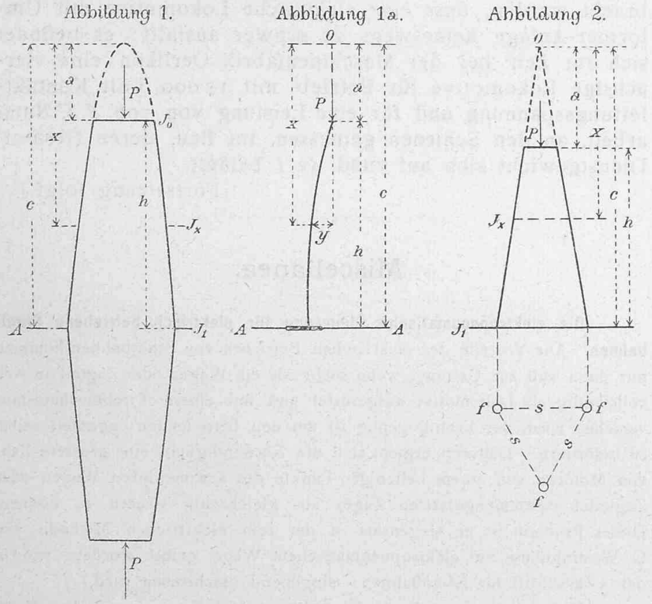
$$\beta=-\operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2}\lg\frac{c}{a}\right)$$

zur Bestimmung des Wertes β und damit auch des Knickwertes $P=(\beta^2+1)\frac{EJ_1}{4c^2}$.

Weil $\frac{\pi}{2}<\frac{\beta}{2}\lg\frac{c}{a}<\pi$, so gilt, bei Wahl des untersten Grenzwertes für das *abgestumpfte* Paraboloid die angegebene Ungleichheit 1). Für das *volle* Paraboloid dagegen gilt, für $a=0$, $c=h$, weil $\lg\frac{c}{a}$ mit abnehmendem Wert a ungemessen anwächst, der Grenzwert $\beta=0$, und daher die Beziehung 1) als Gleichheit in der einfachen Formel

$$P=\frac{EJ_1}{4h^2}.$$

Abbildung 1. Abbildung 1a. Abbildung 2.



Für die entgegengesetzte Grenze, bei welcher das Paraboloid, wenn das Trägheitsmoment J_0 der Kopffläche sich dem Werte des Trägheitsmomentes J_1 der Grundfläche nähert, sich der Cylinderform anschmiegt, folgt für $a=c-h$ und $c=\infty$, der Wert $\lg\frac{c}{a}=0$, $\beta=\infty$ und daher aus

$$\infty=\beta=-\operatorname{tg}\left(\frac{\beta}{2}\lg\frac{c}{a}\right)$$

der Wert $\frac{\beta}{2}\lg\frac{c}{a}=\frac{\pi}{2}$, $\beta=\frac{\pi}{\lg\frac{c}{a}}$ und die Formel:

$$(\beta^2+1)\frac{J_1}{4c^2}=\left(\frac{\pi^2}{\left(\lg\frac{c}{c-h}\right)^2}+1\right)\frac{J_1}{4c^2}$$

geht für $c=\infty$, $\left(\lg\frac{c}{c-h}\cdot\right)c=0\cdot\infty=h$ über in die bekannte Eulersche Knickformel für den Cylinder:

$$P=\frac{\pi^2EJ}{4h^2}.$$

Für das abgestumpfte Paraboloid aber liegt P stets irgendwo zwischen den Grenzen $\frac{EJ_1}{4h^2}<P<\frac{\pi^2EJ_1}{4h^2}$ und sein genauer Wert kann auf Grund der obengemachten Angaben abgeleitet werden.

Einfache Anwendungen: Man kann die gegebenen Formeln nicht nur dann anwenden, wenn thatsächlich ein Paraboloid als Säule vorliegt, sondern überhaupt und ganz allgemein in allen solchen Fällen, in welchen das Trägheitsmoment J_x des Querschnittes dem einfachen Bildungsgesetze $J_x=Cx^2$, entweder mathematisch genau oder mit hinreichender rechnerischer Genauigkeit, entspricht. Für Fälle der Praxis trifft dieses überaus häufig zu. — Beispielsweise folgen alle, aus $3, 4, \cdots n$ einfachen Einzelstäben zusammengesetzten Stützen rechnerisch diesem einfachen Gesetze, wenn diese Einzelstäbe sämtlich durch den nämlichen Punkt gerichtet sind, also die Gesamtanordnung das Bild einer Pyramide bietet.

Betrachten wir (Abb. 2) die dreikantige, im Querschnitt ein gleichseitiges Dreieck bildende Pyramide, deren drei Kanten also durch drei Stäbe des gleichen, unveränderlichen Querschnittes F gebildet sein mögen, während diese drei Stäbe unter sich, durch leichte Querverbindungen, leichtes Gitterwerk oder dergl. verbunden und abgesteift sein sollen, so ist das Trägheitsmoment des Grundschnittes $J_1=F\frac{s^2}{2}$ zu setzen, und das Trägheitsmoment J_x des Schnittes x folgt rechnungsmässig dem Gesetze $J_x=\frac{x^2\cdot J_1}{c^2}$.

Wäre hierbei $c=h$, $a=0$, liefe also diese Pyramide in eine Spitze aus, so wäre die Knickkraft dieser Tragsäule $P=\frac{EJ_1}{4h^2}$. Wäre ein anderes Mal $c=2h$, $a=\frac{c}{2}$, so kann eine untere Grenze für die Knickkraft dieses Falles sofort gegeben werden nach der Formel

1) $P>\left(\frac{\pi^2}{(\lg 2)^2}+1\right)\frac{EJ_1}{4c^2}$ oder, nach Ausrechnung bei Einsetzung $c=2h$,

$$P>5{,}4\frac{EJ_1}{4h^2}.$$

Wollen wir diesen letzteren Wert genauer, in Bezug auf den Grad der ihm bereits innewohnenden Knicksicherheit prüfen, so bestimmen wir aus:

$$\beta=-\operatorname{tg}\left\{\frac{\beta}{2}\lg 2\right\}\text{ oder }\beta=-\operatorname{tg}(0{,}3465\,\beta)$$

den diese Gleichung erfüllenden Wert $\beta=5{,}1$ und erhalten demgemäss aus

$P=(\beta^2+1)\frac{EJ_1}{4c^2}=\left(\frac{5{,}1^2+1}{4}\right)\frac{EJ_1}{4h^2}$ den gültigen mathematisch genauen Knickwert

$$P=6{,}75\frac{EJ_1}{4h^2}.$$

Elektrische Traktion auf normalen Eisenbahnen.[1]

Ausführung eines Vortrages, gehalten am 27. Februar 1902 im Zürcher Ingenieur- und Architektenverein von Ingenieur *E. Huber*, Direktor der Maschinenfabrik Oerlikon.

I.

Mit Erfolg sind bis jetzt *zwei* wesentlich verschiedene Systeme elektrischer Traktion auf normalspurigen, sogenannten Vollbahnstrecken von erheblicher Längenausdehnung angewendet worden. Typische Repräsentanten dieser zwei Systeme sind die Eisenbahnen Mailand-Varese und Burgdorf-Thun.

[1]) Während der Drucklegung dieses Artikels erschien in der Presse eine Notiz, nach der die M. F. O. den Schweizerischen Bundesbahnen offeriert habe, eine Strecke des Bundesbahnnetzes nach dem von ihr ausgearbeiteten System einzurichten. Wir können erklären, dass diese Notiz der Wahrheit entspricht. *E. Huber.*