2. **Einseitige Belastung.**

Die ungünstigste einseitige Belastung liegt dann vor, wenn nahezu die Hälfte des Bogens belastet ist; ist dann p_1 die Last für die Flächeneinheit Grundriss, so wird der Seitenschub hinreichend genau $= \frac{p_1 \, l^2}{16 \cdot y_0}$ und

$M_{max} = \frac{p_1 \, l^2}{64}$; daher die grösste Beanspruchung

$\sigma_1 = \frac{p_1 \, l^2}{64 \cdot W} + \frac{p_1 \, l^2}{16 \, y_0 \cdot F}$; für volle Belastung war

$\sigma = \frac{1}{624} \frac{pl^2}{W} + \frac{p \, l^2}{8 \, y_0 \, F}$; soll p_1 so gewählt werden, das $\sigma_1 = \sigma$ wird, so muss

$$p_1 \left(\frac{1}{64} + \frac{1}{16} \frac{1}{y_0} \cdot \frac{W}{F}\right) = p \left(\frac{1}{624} + \frac{1}{8} \frac{1}{y_0} \frac{W}{F}\right)$$

da aber $\frac{W}{F} = \frac{3}{16} \delta$ und $\frac{1}{y_0} = \frac{1}{0{,}1013 \, l}$, so wird

$$\text{III.} \ldots\ldots \frac{p^1}{p} = \frac{\frac{1}{624} + \frac{1}{4{,}32} \frac{\delta}{l}}{\frac{1}{64} + \frac{1}{2{,}16} \frac{\delta}{l}}$$

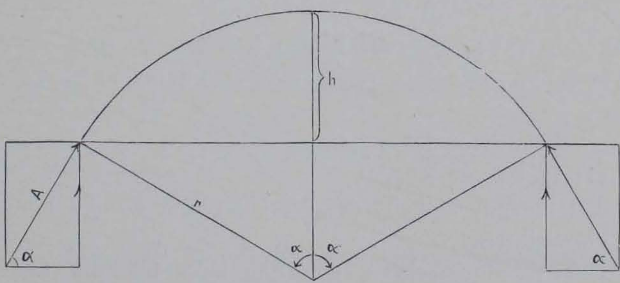
Man kann nun für den vorliegenden Zweck hinreichend genau für $\frac{\delta}{l}$ einen unveränderlichen Durchschnittswerth $= \frac{1}{120}$ einführen; es wird dann

$$\text{IV.} \ldots\ldots \frac{p^1}{p} = \text{rd.} \ \frac{1}{5}.$$

B. Kuppelgewölbe.

Die Rundeisenstäbe werden nach Richtungen der Trajektorien der Hauptspannungen eingelegt, folgen also (nach der Schwedler'schen Theorie) den Meridianen und Parallelkreisen.

Abb. 4.



Bezeichnet:

p das Gewicht der Flächeneinheit Kuppeloberfläche mit Einschluss der Auflast, die in radialer Richtung durchweg gleich hoch aufliege,

A die Meridianspannung für die Längeneinheit Parallelkreis (Druck positiv), B die Ringspannung für die Längeneinheit Meridian,

r der Halbmesser des die Kuppelfläche erzeugenden Kreisbogens, so muss zum Gleichgewicht in lothrechter Richtung unter beliebigem Mittelpunktswinkel α die Summe der lothrechten Seitenkräfte der Meridianspannungen A, also $A \sin \alpha \,.\, 2 r \sin \alpha \,.\, \pi$, dem Gewicht der Kuppelkalotte $= p \,.\, 2 r \pi h$ gleich sein, oder

$$A = \frac{p\, r\, h}{r \sin^2 \alpha} = \frac{p\, r\,(1 - \cos \alpha)}{1 - \cos^2 \alpha}; \text{ oder}$$

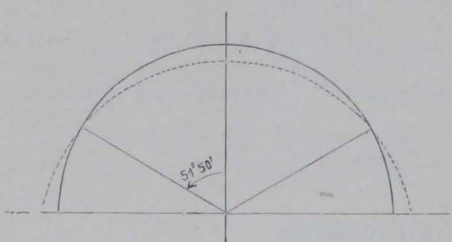
$$1. \ldots.\; A = p\, r \frac{1}{1 + \cos \alpha}.$$

Zum Gleichgewicht im radialen Sinne (entsprechend der Grundgleichung $T = N \,.\, r$ bei cylindrischen Flächen) muss wegen der doppelten Krümmung der Kuppelfläche

$$A + B = p \cos \alpha \,.\, r \text{ sein, oder}$$

$$2. \ldots.\; B = p\, r \left(\cos \alpha - \frac{1}{1 + \cos \alpha}\right)$$

Abb. 5.



Während A stets Druck ist, der mit α, also nach dem Rande der Kuppel hin wächst, bleibt B nur innerhalb eines Mittelpunktswinkels von 51° 50′ Druck und geht von da in Zug über, der gleichfalls nach dem Kuppelrande hin sehr rasch zunimmt, entsprechend der in Abb. 5 angedeuteten Formänderung.

Im Scheitel erreicht B_{Druck} seinen grössten Werth $= \frac{p\, r}{2}$, ebenso gross wie A daselbst; im Aequator wird $A = p\, r$ Druck, dagegen $B = -\, p\, r$ Zug.

Unter Zugrundelegung der beiden letzteren Werthe für die ganze Kuppel, wie unten geschehen, erhält man also auf alle Fälle ausreichende Stärken.

Bezeichnet nunmehr

δ die Dicke der Kuppel,

F_e den Eisenquerschnitt der Meridianstäbe für die Längeneinheit Parallelkreis,

F_e' den Eisenquerschnitt der Ringstäbe für die Längeneinheit Meridian,

k die zulässige Druckbeanspruchung des Cementbetons,

k_1 die zulässige Zug- oder Druckbeanspruchung des Schmiedeeisens, so wird, wenn

$$F_e = \frac{1}{n}\, \delta \text{ gesetzt wird,}$$

$$\frac{1}{n}\delta \,.\, k_1 + \delta\left(1 - \frac{1}{n}\right)k = p\,r, \text{ woraus}$$

$$\text{I.} \ldots \ldots \delta = \frac{p\,r}{1 + \frac{1}{n}(k_1 - k)}.$$

Verzichtet man auf die Zugspannung des Cementbetons, so wird

$$\text{II.} \ldots \ldots F_o' = \frac{p\,r}{k_1}; \text{ endlich wie oben}$$

$$\text{III.} \ldots \ldots F_e = \frac{1}{n}\delta.$$

III. Cylindrische Röhren.

a) Mit **innerem** Normaldruck.

Bezeichnet

r den halben lichten Durchmesser der Röhre, deren Länge gleich der Längeneinheit;

p den Normaldruck für die Flächeneinheit der inneren Röhrenwandfläche;

δ die Stärke der Röhrenwand;

k die zulässige Zugbeanspruchung des Cementbetons;

k_1 diejenige des Schmiedeeisens;

F_e den Eisenquerschnitt, so wird

$$(\delta - F_e)\,k + F_e \,.\, k_1 = p \,.\, r$$

Setzt man $F_e = \frac{1}{n}\delta$, so wird

$$\delta = \frac{p \,.\, r}{k + \frac{1}{n}(k_1 - k)}$$

b) Mit **äusserem** Normaldruck.

Derselbe Werth für δ gilt auch für Röhren mit Normaldruck von Aussen, wobei indess für k und k_1 die zulässigen Druckspannungen der bezüglichen Materialien einzuführen sind.

IV. Freistehende cylindrische Wasserbehälter.

Bezeichnet

r den halben lichten Durchmesser des Behälters;

h die Höhe des höchsten Wasserspiegels über der Sohle;

γ das Einheitsgewicht des Wassers;

δ die Wandstärke in beliebiger Tiefe x unter dem höchsten Wasserspiegel;