

$$d^3 = \frac{P \cdot r}{0,1963 \cdot k_d} = \frac{1500 \cdot 6}{0,1963 \cdot 6000} = 7,64;$$

$$d = 1,97 \sim 2 \text{ cm.}$$

$$n = \frac{\delta \cdot d}{4 \beta \cdot \pi \cdot r^2 \cdot k_d} = \frac{3,07 \cdot 2 \cdot 850000}{4 \cdot \pi \cdot 6^2 \cdot 6000} = 1,92.$$

Gewicht rund 3,3 kg unter Berücksichtigung der beiden Endwindungen.

## XII. Festigkeit der Gefäßwände.

Die folgenden Formeln sind unter der Annahme einer unveränderlichen Dehnungszahl  $\alpha$  abgeleitet. Gefäße aus Gußeisen, bei dem  $\alpha$  mit steigenden Zugspannungen zunimmt, erfahren durch inneren Druck etwas geringere Zugbeanspruchungen und weisen eine gleichmäßigere Spannungsverteilung auf als die Formeln erwarten lassen.

Eine etwaige Gußhaut wirkt besonders an den Stellen größter Zugspannungen schädlich.

Bei zusammengesetzten Gefäßen ist naturgemäß die Sicherheit der Verbindungsnahte durch Löten, Nieten, Schweißen usw. zu beachten und häufig entscheidend.

Widerstandsfähige Böden versteifen die anschließenden zylindrischen Wandungen, und zwar um so mehr, je kürzer die Zylinder sind. Besondere Sorgfalt verdienen die Übergänge zwischen beiden; scharfe Absätze, Eindrehungen, Bohrungen oder sonstige Unterbrechungen führen zu oft beträchtlichen Spannungserhöhungen und selbst zu Brüchen. Häufig sind besondere Zuschläge zu den rechnerisch ermittelten Wandstärken in Rücksicht auf die Herstellung, Aufstellung oder die Abnutzung im Betrieb nötig.

### A. Kugelige Gefäße.

1. Hohlkugel durch inneren Überdruck von  $p_i$  kg/cm<sup>2</sup> beansprucht. Die größte Anstrengung auf Zug tritt an der Innenfläche in tangentialer Richtung auf und beträgt bei einem Außenhalbmesser  $r_a$  und einem Innenhalbmesser  $r_i$  in cm

$$\sigma_{z \max} = \frac{0,65 r_a^3 + 0,4 r_i^3}{r_a^3 - r_i^3} \cdot p_i. \quad (49)$$

Die Spannungen nehmen nach außen hin ab. Ist die zulässige Beanspruchung  $k_z$  und der Innenhalbmesser  $r_i$  gegeben, so wird

$$r_a = r_i \sqrt[3]{\frac{k_z + 0,4 p_i}{k_z - 0,65 p_i}}. \quad (50)$$

Bei  $k_z = 0,65 p_i$  wird der Nenner des Bruches Null und  $r_a = \infty$ . Mithin ist in

$$p_i = \frac{k_z}{0,65}$$

die Grenze der Verwendbarkeit des Werkstoffes gegeben.

Bei geringer Wandstärke  $s$  im Verhältnis zum Durchmesser darf man gleichmäßige Verteilung der Spannungen in der ganzen Wandung annehmen und nach

$$\sigma_z = \frac{d_i \cdot p_i}{4 \cdot s}, \quad (51)$$

oder

$$s = \frac{d_i \cdot p_i}{4 k_z}$$

rechnen.

2. Hohlkugel, durch äußeren Druck von  $p_a$  kg/cm<sup>2</sup> beansprucht. Unter der Voraussetzung, daß Einknicken der Wandung nicht zu fürchten ist, wird die größte

Druckbeanspruchung in tangentialer Richtung an der Innenfläche der Kugel:

$$\sigma_{d \max} = \frac{1,05 \cdot r_a^3}{r_a^3 - r_i^3} \cdot p_a \quad (52)$$

Daraus folgt:

$$r_a = r_i \sqrt[3]{\frac{k}{k - 1,05 p_a}} \quad (53)$$

$p_a$  muß kleiner als  $\frac{k}{1,05}$  sein.

Für geringe Wandstärken ist

$$\sigma_a = \frac{d_a \cdot p_a}{4 \cdot s}; \quad s = \frac{d_a \cdot p_a}{4 \cdot k} \quad (54)$$

Formel (49) läßt sich umformen in:

$$\frac{\sigma_{z \max}}{p_i} = \frac{0,65 \left(\frac{r_a}{r_i}\right)^3 + 0,4}{\left(\frac{r_a}{r_i}\right)^3 - 1}$$

und zeigt dann, daß das Verhältnis der Anstrengung zum inneren Druck  $\frac{\sigma_{z \max}}{p_i}$  nur von dem Verhältnis  $\frac{r_a}{r_i}$  abhängt. Die Beziehung, in der Kurve *aa* der Abb. 57 aufgetragen, vereinfacht die Berechnung kugelförmiger Gefäße ganz wesentlich.

Ist beispielweise eine Kugel von 200 mm

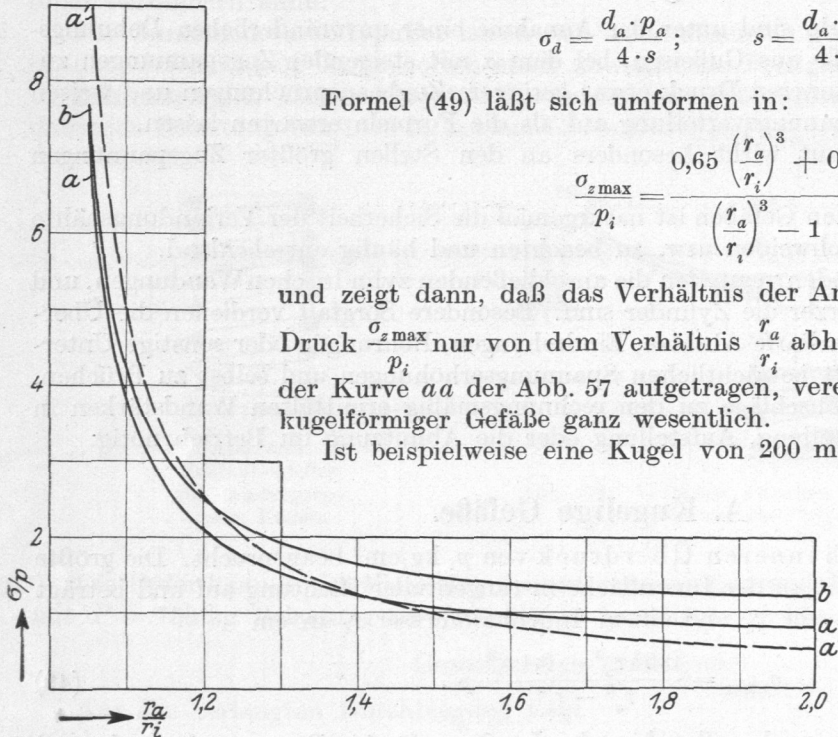


Abb. 57. Zur Berechnung kugelförmiger Gefäße, *a*—*a* innerem Überdruck ausgesetzt, Formel (49), *b*—*b* äußerem Überdruck ausgesetzt, Formel (52), *a'*—*a'* innerem Überdruck ausgesetzt, Formel (51).

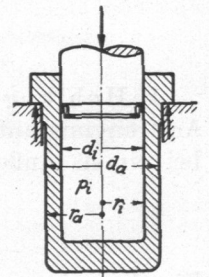


Abb. 58. Hohlzylinder, innerem Druck ausgesetzt.

lichtem und 300 mm äußerem Durchmesser, also  $\frac{r_a}{r_i} = \frac{150}{100} = 1,5$  einer Innenpressung von 400 at ausgesetzt, so gibt die zur Abszisse 1,5 gehörige Ordinate

$$\frac{\sigma_{z \max}}{p_i} = 1,09 \quad \text{oder} \quad \sigma_{z \max} = 1,09 \cdot 400 = 436 \text{ kg/cm}^2$$

als größte Anstrengung.

Linie *bb* erleichtert in ähnlicher Weise die Berechnung von Kugelwandungen nach Formel (52), die durch äußeren Druck belastet sind, während Linie *a'a'* Werte der Näherungsformel (51) wiedergibt.

## B. Zylinder.

1. Hohlzylinder, geschlossen oder so gestützt, daß die Wandung durch den Bodendruck auf Zug beansprucht wird, Abb. 58, innerem Überdruck  $p_i$  ausgesetzt. An der Innenfläche des Zylinders wird in tangentialer Richtung: