

FL 140 „Spannungsanalyse am dickwandigen Behälter“

Allgemeine Beschreibung:

Im Versuch FL 140 kann der dreidimensionale Spannungszustand (ebener Verzerrungszustand) eines dickwandigen Behälters unter Innendruck untersucht werden. Abweichend zu den Kesselformeln für dünnwandige Zylinder treten nicht vernachlässigbare Normalspannungen in Radial-Richtung (σ_r) auf. Des Weiteren kann die Verteilung der tangentialen Spannung (σ_t) über die Zylinderwanddicke nicht als konstant idealisiert werden. Der Versuch dient nun dazu, Lösungen für den dreiachsigen Spannungszustand aus der Theorie mit tatsächlich gemessenen Dehnungen (bzw. Spannungen) zu vergleichen.

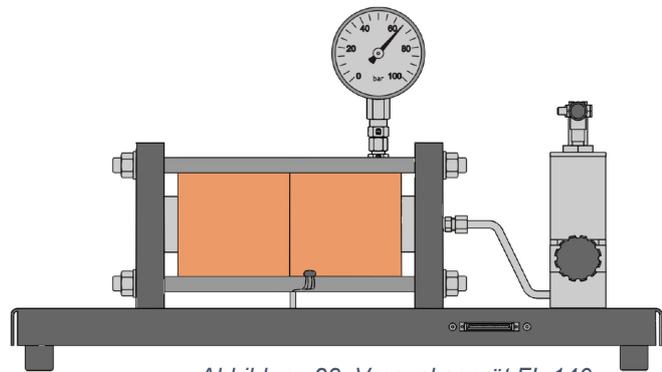


Abbildung 28: Versuchsgerät FL 140

[G.U.N.T. Gerätebau GmbH]

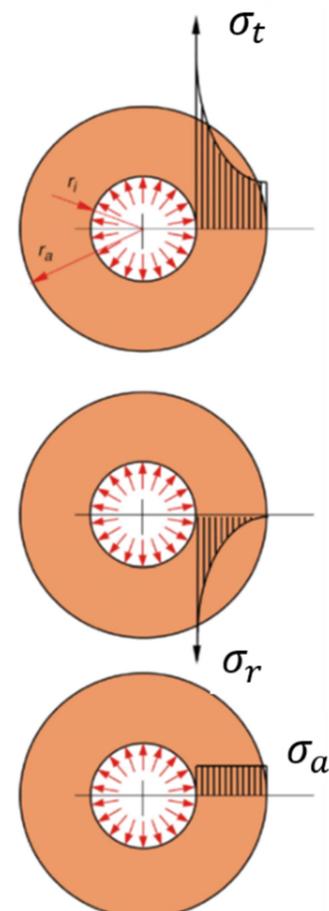
Theoretische Grundlagen:

- TM2: dreiachsiger Spannung- und Verzerrungszustand; Hookesches Gesetz im dreidimensionalen Raum
- Die theoretischen Lösungen für die Spannungen (Gleichungen (1) bis (3)), resultierend aus dem partiellen Differentialgleichungssystem der Gleichgewichtsbeziehungen unter Berücksichtigung der nötigen Verträglichkeitsbedingungen, sollen im Rahmen von TM2 oder FIL nicht hergeleitet werden. In der Versuchsbeschreibung sind alle notwendigen Formeln vorhanden. Des Weiteren ist präzise beschrieben, wie man mit den gemessenen Dehnungen die entsprechenden Spannungen erhält.

$$\text{tangential: } \sigma_t(r) = p_i \cdot \frac{r_i^2}{r_a^2 - r_i^2} \cdot \left(\frac{r_a^2}{r^2} + 1 \right) \quad (1)$$

$$\text{radial: } \sigma_r(r) = -p_i \cdot \frac{r_i^2}{r_a^2 - r_i^2} \cdot \left(\frac{r_a^2}{r^2} - 1 \right) \quad (2)$$

$$\text{axial: } \sigma_a = p_i \cdot \frac{r_i^2}{r_a^2 - r_i^2} \quad (3)$$



Grafik 24: Verteilung der Tangential-, Radial- und Axial-Spannung entlang des Radius (aus Gleichung (1) bis (3))

[G.U.N.T. Gerätebau GmbH]

ff. FL 140 „Spannungsanalyse am dickwandigen Behälter“

Versuchsmöglichkeiten / Einstufung:

- TM2 / FIL:
 - Berechnung der Radial-, Tangential- und Axialspannungen in Abhängigkeit von Radius und Innendruck
 - Messung der Dehnungen an verschiedenen Positionen des Radius und bei verschiedenen Innendrücken
 - Berechnung der Dehnungen, die nicht gemessen werden konnten, über entsprechende Randbedingungen (siehe Anleitung des Versuches)
 - Berechnung der Spannungen aus den gemessenen Dehnungen. Vergleich der Versuchswerte mit den theoretischen Werten.

Zusätzliche Infos:

Der Dickwandige Zylinder wird über eine Hydraulik-Handpumpe unter Druck gesetzt. Der maximale Druck beträgt $\Delta p = 70 \text{ bar}$. Die Dehnungen werden durch Dehnmessstreifen (DMS) ermittelt. Die DMS sind in einer Trennfuge mittig des Zylinders appliziert. Die Auswertung der DMS-Messspannungen erfolgt über einen Messverstärker und Analog/Digital-Wandler. Der D/A-Wandler übermittle die Daten an einen Computer, auf dem eine Versuchssoftware betrieben wird, welche die Dehnungen der DMS berechnet.

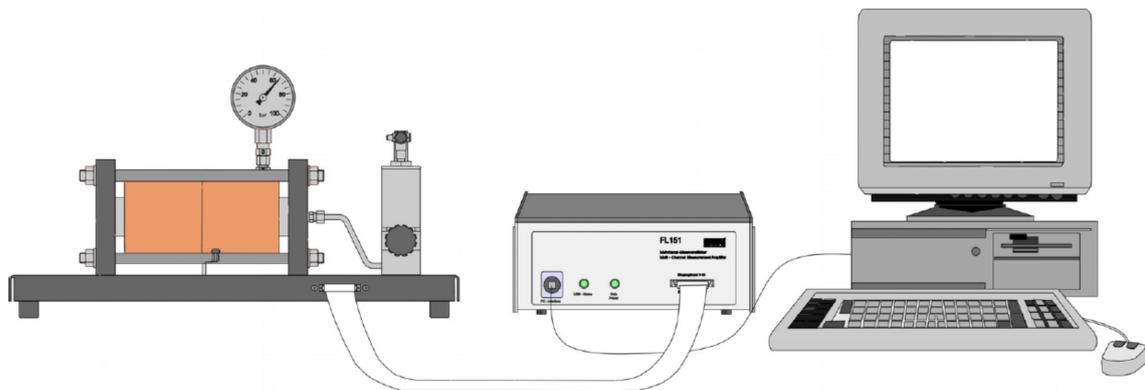


Abbildung 29: schematischer Aufbau der verwendeten Versuchs- und Auswertungsgerätschaften
(v. l. n. r.: Druckzylinder, Messverstärker und D/A-Wandler; Computer) [G.U.N.T. Gerätebau GmbH]