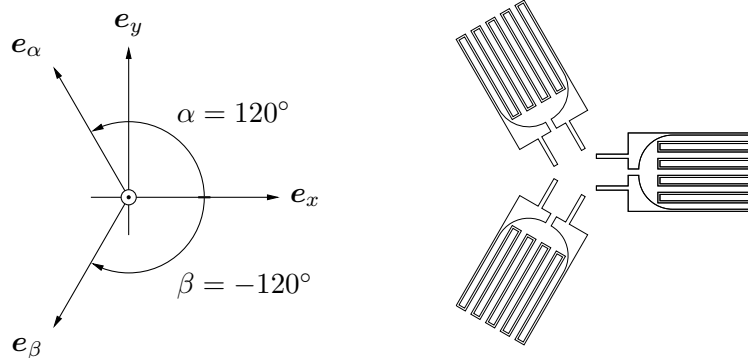


# Beispiele für die Übung 7

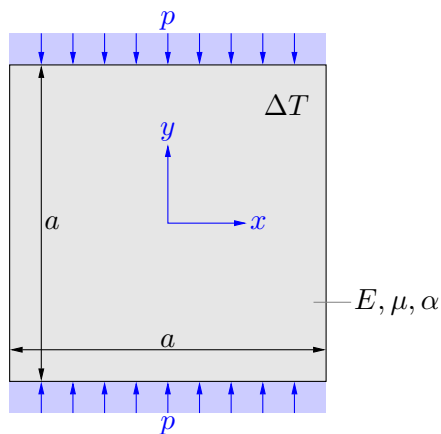
## 1 Lineare Elastizitätstheorie

### 1.1 Dehnmessstreifen – ebener Spannungszustand

Für die dargestellte Anordnung von 3 Dehnmessstreifen sollen die Komponenten des Spannungstensors an der Oberfläche des Körpers bestimmt werden. Die Dehnmessstreifen liefern die Normalverzerrungen  $\varepsilon_\alpha, \varepsilon_\beta, \varepsilon_x$  in den Richtungen  $e_\alpha, e_\beta, e_x$ . Überlegen Sie dazu insbesondere, welche Gestalt Verzerrungstensor und Spannungstensor an der Körperoberfläche haben.



### 1.2 Quadratische Scheibe unter Druck- und Temperaturlast



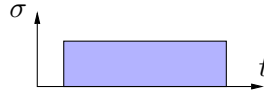
Eine quadratische Scheibe mit Seitenlänge  $a$ , den elastischen Materialkoeffizienten  $E, \mu$  und dem linearen Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  wird an Ober- und Unterseite durch einen Druck  $p$  belastet und zusätzlich homogen um  $\Delta T$  aufgeheizt. Gesucht ist die Lösung dieses Problems der linearen Elastizitätstheorie ausgedrückt durch die Komponenten des Spannungszustands, des Verzerrungszustands und des Verschiebungsfeldes. Nehmen Sie dazu einen ebenen Spannungszustand mit konstanten Komponenten  $\sigma_{xx}, \sigma_{yy}$  an; alle anderen Einträge von  $\Sigma$  sollen verschwinden ( $\sigma_{zz} = 0$  und keine Schubspannungen).

## 2 Weitere Beispiele

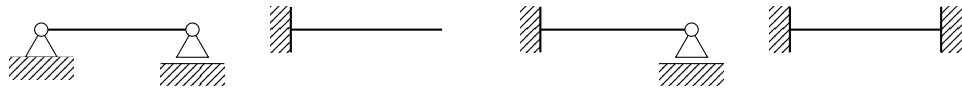
Es werden weitere Beispiele aus vorangegangenen Übungseinheiten behandelt, die bisher noch nicht vorgerechnet werden konnten.

### 3 Theoriefragen zu Materialgleichungen, E-Theorie und geraden Stäben

1. Diskutieren Sie die eindimensionalen Werkstoffgesetze benannt nach Hooke, Newton, Maxwell und Kelvin. Welche mechanischen Symbole charakterisieren das Materialverhalten, wie nennt man die konstitutiven Koeffizienten, wie sehen entsprechende  $\sigma\varepsilon$ -Diagramme für den folgenden Belastungsverlauf aus?



2. Was versteht man unter Kriechen beziehungsweise Relaxation? Welches der oben genannten 1D-Materialgesetze zeigt diese Verhaltensweisen?
3. Skizzieren Sie das Spannungs-Dehnungsdiagramm für Stahl und benennen Sie die relevanten Größen. Welche Größenordnung hat der Elastizitätsmodul von Stahl?
4. Formulieren Sie das 3D-Hookesche Gesetz: Erklären Sie die Begriffe Isotropie und Homogenität. Benennen Sie die üblichen Materialkenngrößen; wie viele Koeffizienten werden mindestens benötigt?
5. Ein Körper, der sich völlig frei von äußeren Zwängen verformen kann, wird homogen um  $\Delta T$  erwärmt. Geben Sie Verzerrungszustand und Spannungszustand an.
6. Die Kompatibilitätsbedingungen sind Zwangsbedingungen zwischen welchen mechanischen Größen? Erklären Sie die Bedeutung dieser Bedingungen.
7. Welcher Satz an Gleichungen beschreibt mechanische Probleme der linearisierten Elastizitätstheorie? Welche Voraussetzungen müssen für die Anwendung dieser Gleichungen zwingend erfüllt sein?
8. Durch welche Gleichung für die axiale Verschiebung  $u$  werden freie Longitudinalschwingungen des geraden Stabes beschrieben? Mit welcher Geschwindigkeit breiten sich die Wellenlösungen dieser Gleichung aus? Wie wird eine Druckwelle am freien Ende, wie am festen Ende reflektiert?
9. Von welchen Parametern hängt die Eigenfrequenz der Biegeschwingung eines Balkens ab und wie sind diese Parameter zu verknüpfen, um die Eigenkreisfrequenz zu erhalten? Skizzieren Sie für die folgenden Lagerungsfälle jeweils die Schwingungsform der ersten Biegeschwingung (Grundschiwingung).



10. Ein Balken mit Dehnsteifigkeit  $EA$  und Biegesteifigkeit  $EJ$  wird axial und transversal verformt gemäß:  $u(x) = u_0(1 - x/L)$  und  $w(x) = w_0(1 - x^2/L^2)$ . Geben Sie Biegemoment  $M(x)$  und Normalkraft  $N(x)$  für diese Verformung an.