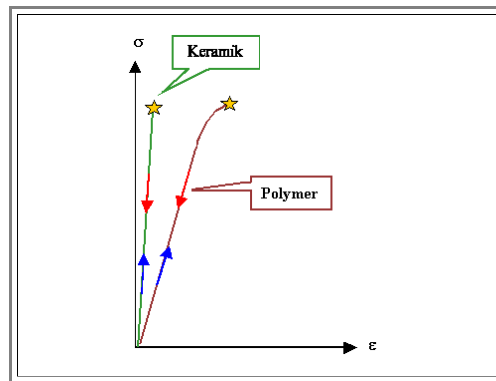


9.3 Plastische Verformung und Bruch

9.3.1 Extreme Temperaturbereiche

Tiefe Temperaturen

- Wie verformen sich Polymer *plastisch*? Versetzungen gibt es nicht, wir brauchen andere Mechanismen. Was passiert beim *Bruch* - auch für Polymere gilt schließlich der 1. Hauptsatz der Materialwissenschaft!
- Relativ klar sind die *Extreme* - bei Temperaturen weit weg von der Glastemperatur T_G .
- Für $T < T_G$ sind alle Bindungen fest - die Sekundärbindungen zwischen den Ketten genauso wie die kovalenten Bindungen zwischen den C - Atomen.
- Da es keine Versetzungen oder andere lokalisierte strukturelle "Defekte" gibt, deren Wanderung durch das Material Verformung erzeugen kann, sind "*kalte*" Polymere schlicht *spröde*.
- Die Spannungs - Dehnungskurve sieht schematisch so aus:



- Alles in allem ist ein Polymer zwar "weicher" als eine harte Keramik (d.h. der E-Modul ist kleiner); möglicherweise gibt sie auch noch ein bißchen nach kurz vor dem Bruch, aber im wesentlichen werden Bindungen "angezogen" und - beim Bruch - Mikrorisse zum Wachstum animiert.
- Also nichts neues im Prinzip - wohl aber im Detail. Aber damit wollen wir uns nicht befassen.

Hohe Temperaturen

- Die Verformung bei hohen Temperaturen - immer in Bezug auf die Glastemperatur, also $T > T_G$, - ist ebenfalls relativ klar:
- Falls das Polymer nicht vor Erreichen der Glastemperatur "abraucht", also zu den Duroplasten zählt, wird es sukzessive weicher und viskoser; die Konsistenz wird "honigartig"
- Und wie verformt sich Honig (oder Streichkäse)? Wie eine Flüssigkeit - nur viel langsamer.
- Vom Prinzip her uninteressant - von der Anwendung her natürlich nicht.
- Die Möglichkeit der leichten Formgebung durch viskoses Fließen bei Thermoplasten ist natürlich eine der Gründe, warum die moderne Welt durchsetzt ist von billigen Kunststoffgehäusen, Plastiktüten, Packmaterial, usw.
- Der Übergang von spröde zu viskos kann in einem relativ kleinen Temperaturbereich erfolgen. Wer jemals (bei Raumtemperatur relativ sprödes) Plexiglas mit einer stumpfen Stichsäge bearbeitet hat weiß das: Die Temperaturerhöhung durch das Sägen reicht aus um das Material viskos zu machen - man sägt munter vor sich hin, aber hinter dem Sägeschnitt ist das Plexiglas viskos wieder zusammengeflossen; der Sägeschnitt ist weg!
- Nicht vergessen wollen wir die Komplikationen, die der Elastomerbereich bereiten kann - aber bei genügend hohen Temperaturen werden auch Elastomere weich (oder sie zersetzen sich vorher).
- Was bleibt ist der Bereich der Glastemperatur selbst. Hier gibt es neue Verformungsmechanismen, die wir im letzten Unterkapitel behandeln wollen.