

Materialklassen (1. Teil)

Beginnend mit der heutigen Ausgabe wollen wir Ihnen eine kleine Serie präsentieren, die sich mit den in der phänomenologischen Mechanik beobachtbaren, unterschiedlichen Materialien beschäftigt.

Im vorliegenden ersten Teil soll zunächst eine allgemeingültige Klassifizierung dieser Materialien vorgenommen werden. Dem interessierten Leser sei hierzu das Buch von [1] „HAUPT, P.: *Continuum Mechanics and Theory of Materials*, Springer Verlag, Berlin (2000)“ empfohlen. In den weiteren Teilen werden wir dann etwas genauer auf die einzelnen Klassen eingehen und deren Umsetzung in ANSYS zeigen.

Experimentell lassen sich nach [1] vier Materialklassen nachweisen:

- 1. Elastizität:** Geschwindigkeitsunabhängiges Materialverhalten **ohne** Hysterese.
- 2. Plastizität:** Geschwindigkeitsunabhängiges Materialverhalten **mit** Hysterese.
- 3. Viskoelastizität:** Geschwindigkeitsabhängiges Materialverhalten **ohne** Hysterese.
- 4. Viskoplastizität:** Geschwindigkeitsabhängiges Materialverhalten **mit** Hysterese.

Die Abbildungen auf der nächsten Seite zeigen das typisches Spannungs-Dehnung Verhalten aller vier Klassen.

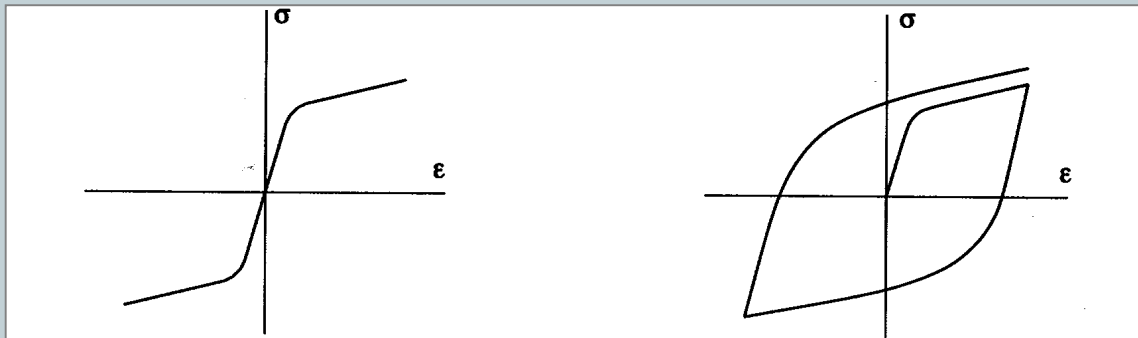
Experimentell können die Materialien zunächst in geschwindigkeitsabhängige- und unabhängige unterteilt werden, je nachdem ob die Spannungsantwort z.B. im Zugversuch von der aufgebrachten Belastungsgeschwindigkeit abhängig ist oder nicht. Beobachtet man ein geschwindigkeitsunabhängiges Verhalten, so unterscheidet man zwei Fälle: Man durchläuft für einen Belastungszyklus (Be-, Ent- und wieder Belastung) eine Hysterese oder nicht. Tritt keine Hysterese auf, führt das auf ein rein elastisches Verhalten und ist bei großen Deformationen mit dem Begriff der Hyperelastizität verknüpft. Im anderen Fall führt dies auf den Begriff der Plastizität.

Beobachtet man ein geschwindigkeitsabhängiges Verhalten, können wiederum beide Fälle wie zuvor unterschieden werden. Eine Besonderheit ist hierbei der sogenannte Gleichgewichtspfad (vgl. Abbildung). Dieser kann wie folgt interpretiert werden: Man erhält ihn, indem die Belastung „unendlich“ langsam aufgebracht wird. Da dies versuchstechnisch kaum möglich ist, kann man den Versuch auch mit einer endlichen Belastungsgeschwindigkeit fahren, muss allerdings (mehrere) genügend lange Haltezeiten einfügen. Dies ermöglicht dem Material durch Relaxationsvorgänge (verschiebungsgesteuert) oder Kriechvorgänge (kraftgesteuert) seinen Gleichgewichtszustand zu erreichen.

...Materialklassen (Fortsetzung)

Ausgabe: 11 / 2003

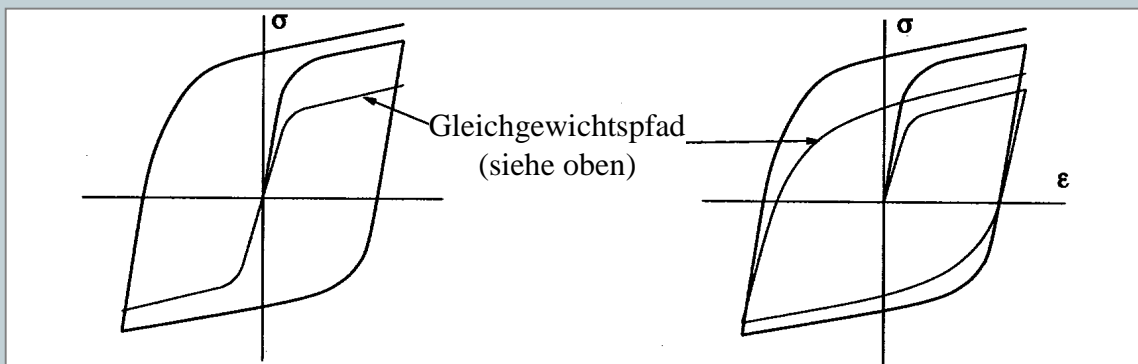
Geschwindigkeitsunabhängiges Materialverhalten



ohne Hysterese

mit Hysterese

Geschwindigkeitsabhängiges Materialverhalten



ohne Hysterese

mit Hysterese

Abb.: Die vier Materialklassen (Klassifizierung nach HAUPT [1])

Betrachtet man die Kurven unter diesem Gesichtspunkt (siehe oben), wird klar, dass der viskoelastische Fall den rein (hyper-)elastischen Fall als Grenzfall mit enthält. Gleiches gilt für den viskoplastischen Fall, der die Plastizität als Grenzfall abbildet.

Die Viskoelastizität in ANSYS wird dabei begrifflich noch in Hypo- oder Hyperviskoelastizität unterteilt, je nachdem ob es sich um kleine (Hypo) oder große (Hyper) Verzerrungen handelt.