



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Adaptive skin -smart materials

## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

## Formgedächtnis Legierungen / SMA's (Shape Memory Alloys)

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

Der Effekt beruht auf der Temperaturbedingten Gitterumwandlung von zwei unterschiedlichen Kristallstrukturen eines Werkstoffes.

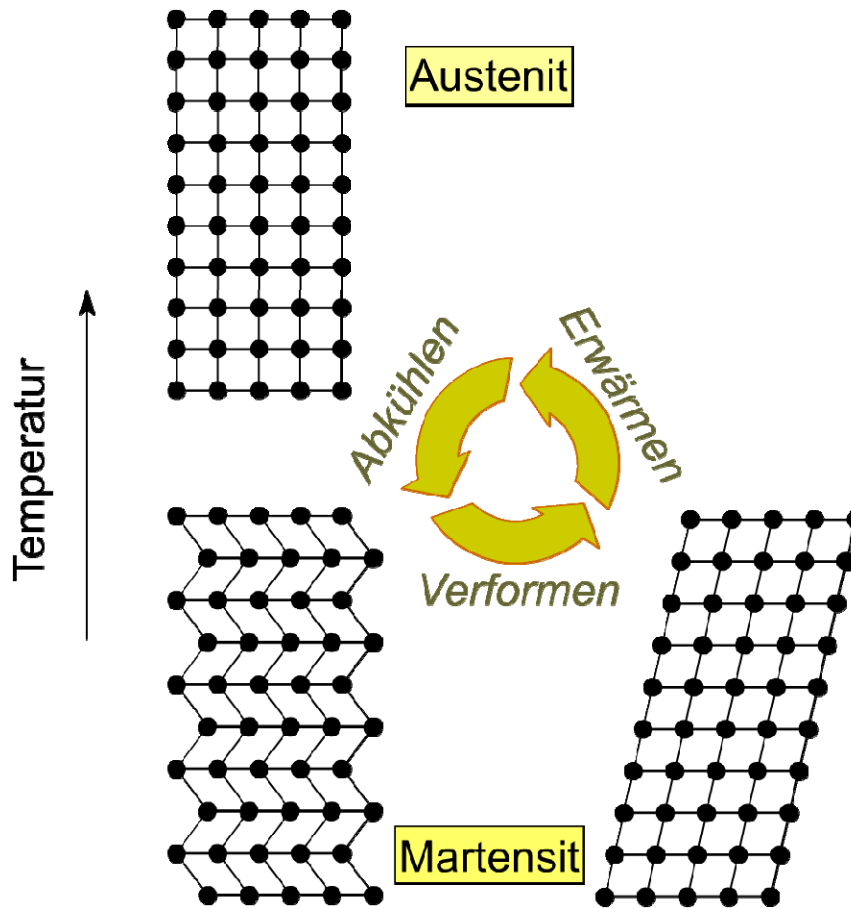
Durch erwärmen-Abkühlen gehen die Kristallstrukturen ineinander über.

- Austenit ist die Hochtemperaturphase

- Martensit die Niedertemperaturphase

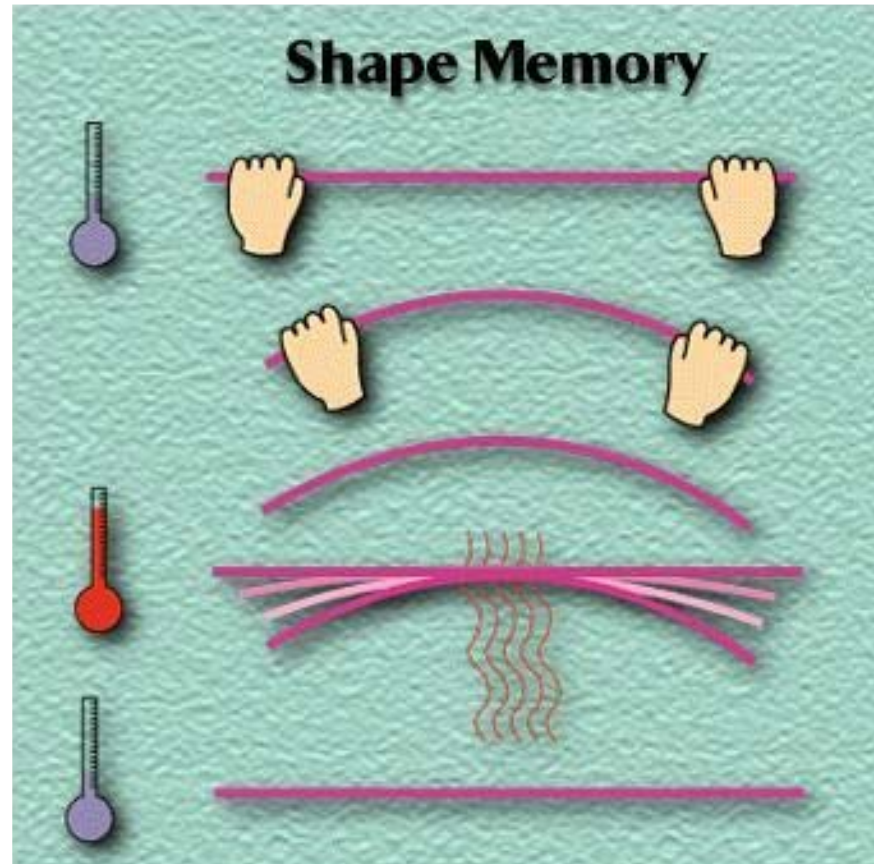
# Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



## Adaptive skin -smart materials

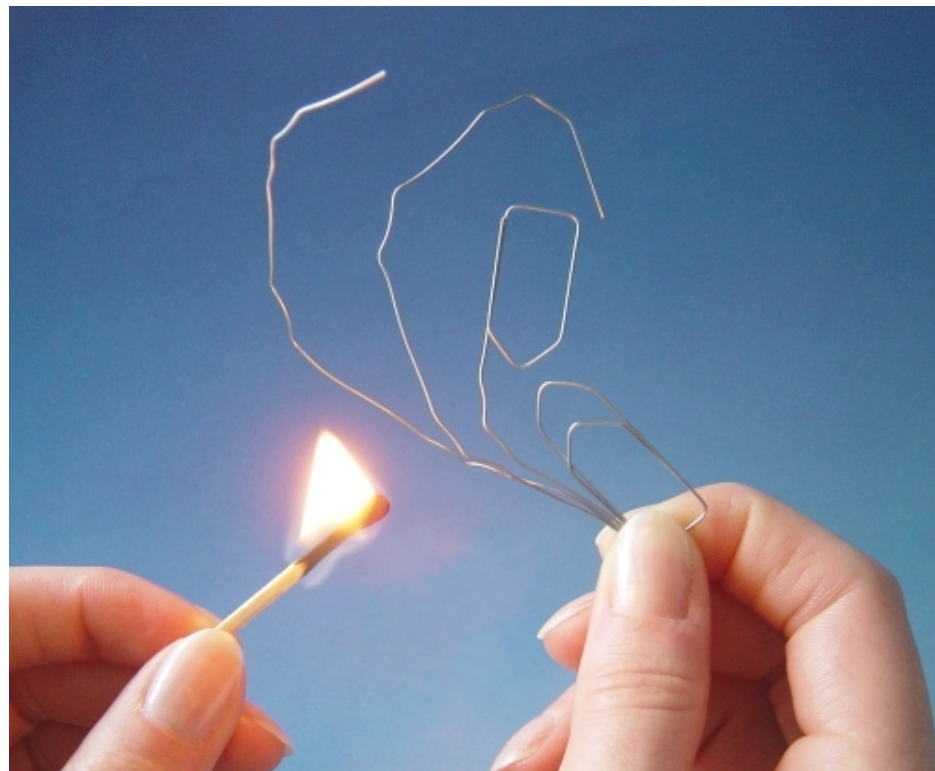
- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



## Adaptive skin -smart materials

Die Verformung beginnt ab einem Temperaturunterschied von 10°C.

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

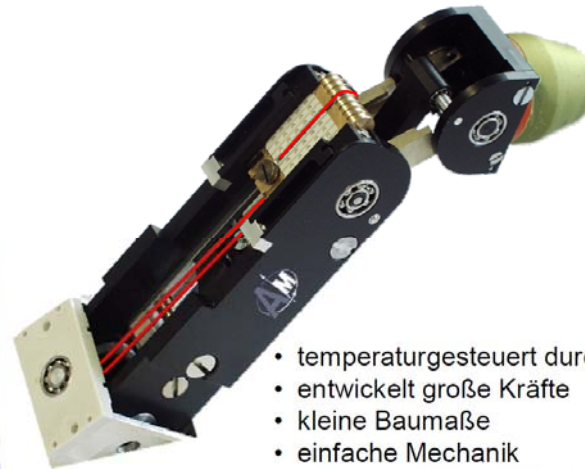




- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

## Motivation

Künstlicher Finger, angetrieben mit Formgedächtnisdrähten



- temperaturgesteuert durch elektr. Widerstand
  - entwickelt große Kräfte
  - kleine Baumaße
  - einfache Mechanik
  - mit menschlichen Muskeln vergleichbar
- (Prof. H.Ulbrich, Technische Universität München)

## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

### Ferrofluide

- Nanometer große Magnetische Partikel
- In einer Trägerflüssigkeit (Öl oder Wasser, seltener Wachs)
- Meist mit einer Polymeren Oberflächenbeschichtung
- Als stabile Dispersion (es setzen sich keine Teile ab)

### Magnetorheologische Fluide

- Mikrometer große Magnetische Partikel
- Schließen sich bei Anlegen eines Magnetfeldes zu Ketten zusammen

## Adaptive skin -smart materials

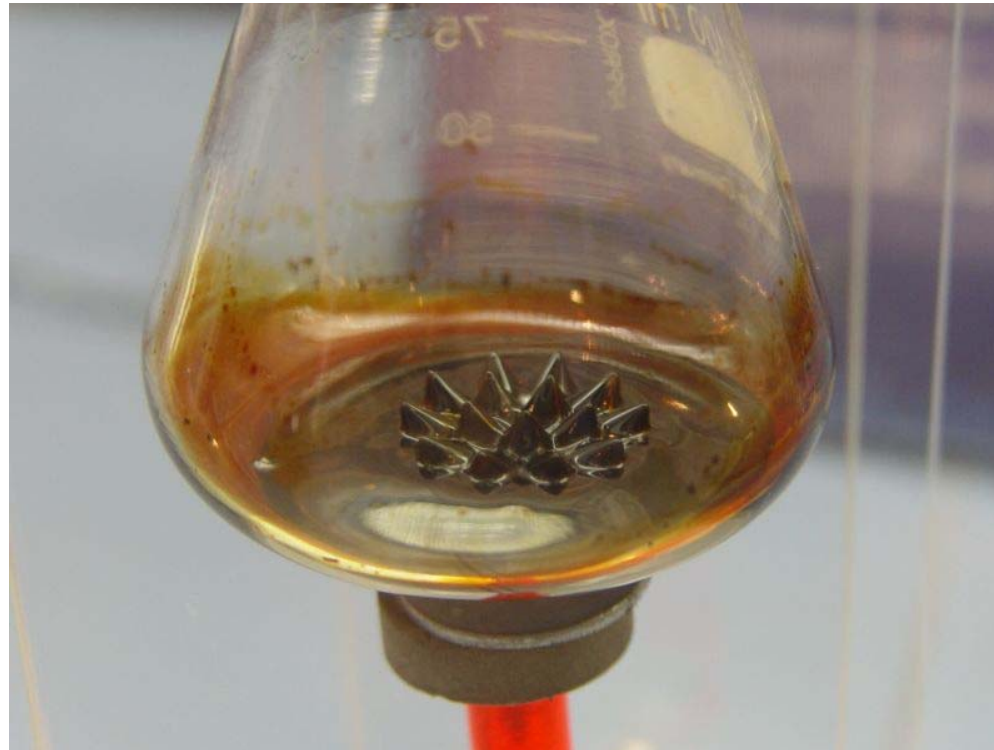
- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

### Anwendungen

- In Lautsprechern (als Kühlung und Magnetfeldleiter)
- In Stoßdämpfern (als Dämpfflüssigkeit)
- Als Abdichtungen von beweglichen und geschmierten teilen

## Adaptive skin -smart materials

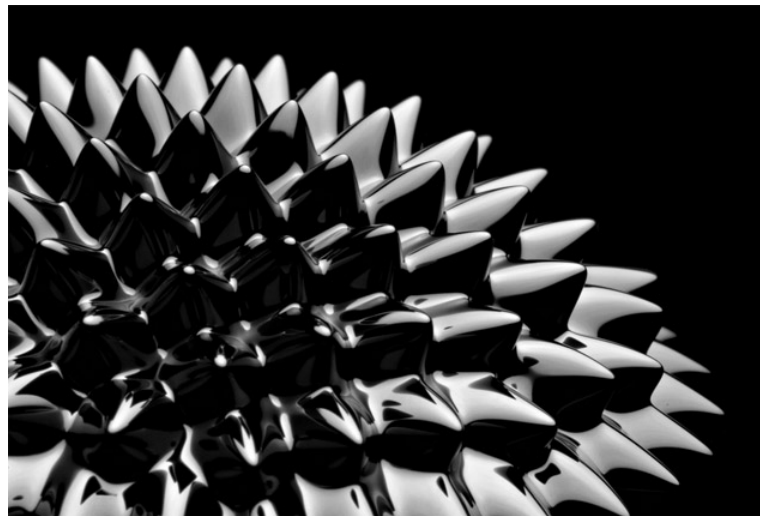
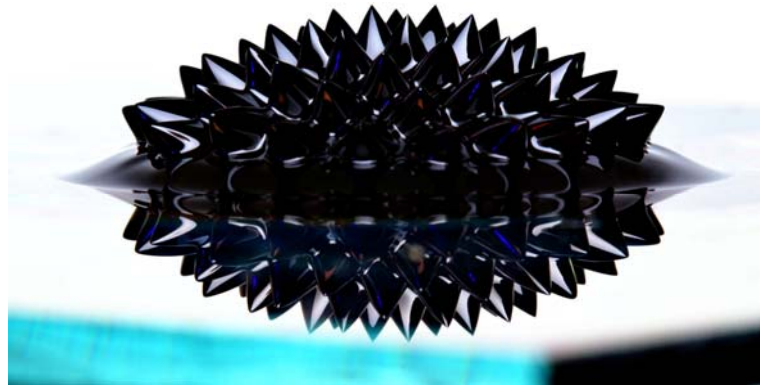
- Formgedächtnis Legierungen
- **Ferrofluide**
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



Ferrofluide richten sich an den Feldlinien von Magnetfeldern aus.

## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- **Ferrofluide**
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



Oberflächenstrukturen von Ferrofluiden

## Adaptive skin -smart materials

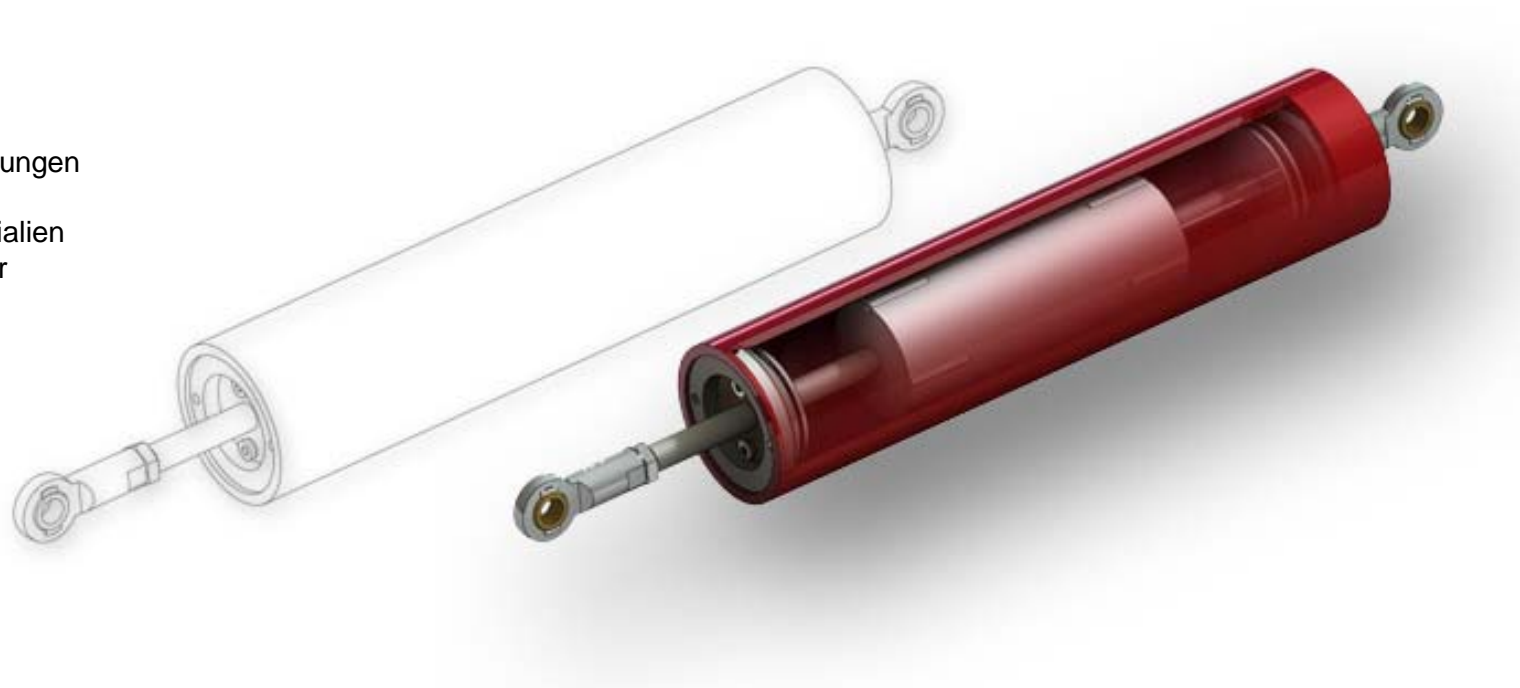
Abdichtung an z.B. Kurbelwellen durch Ferrofluide

- Formgedächtnis Legierungen
- **Ferrofluide**
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- **Ferrofluide**
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

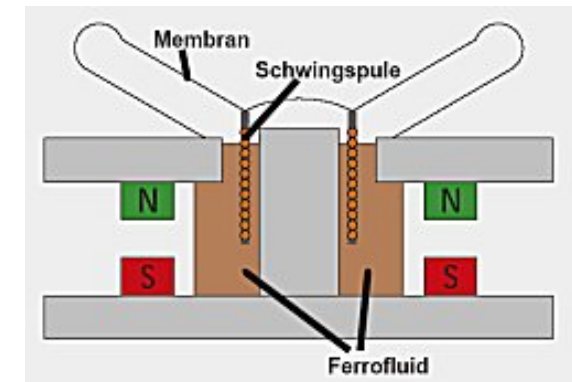


Durch die Variable Viskosität der Magnetorheologischen Fluide kann die Härte von Stoßdämpfern geregelt werden.

## Adaptive skin -smart materials

### Ferrofluide in Lautsprechern

- Formgedächtnis Legierungen
- **Ferrofluide**
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



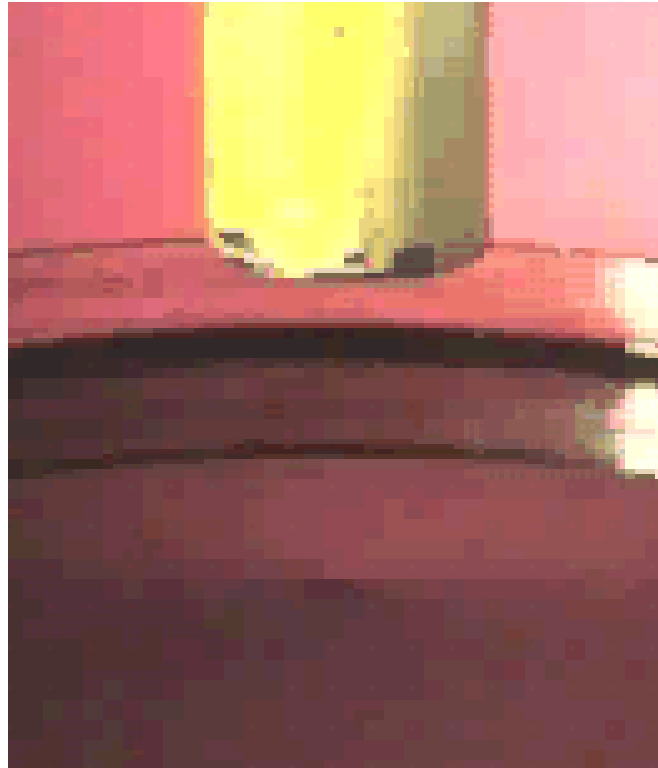
Ferrofluide sind magnetisch leitende Flüssigkeiten, die vorwiegend bei Mittel- und Hochtonlautsprechern in den Luftspalt eingebracht werden.

Der magnetische Fluß wird hierdurch verbessert und gleichzeitig die Schwingspule gekühlt.



## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



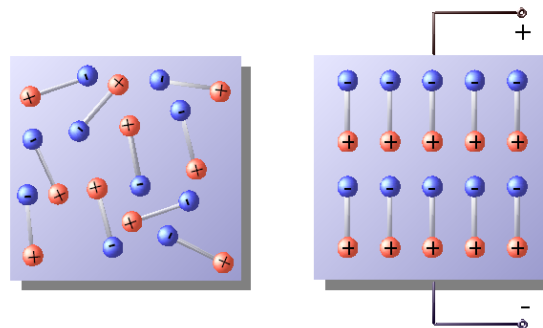
# Adaptive skin -smart materials

## Piezo Effekt

- Entdeckt 1880 von Jacques und Pierre Curie.
- Bei mechanischer Verformung von Turmalinkristallen entstehen elektrische Ladungen.
- Erste Anwendung 1950 in der Messtechnik (piezoelektrische Ultraschallwandler)

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- **Piezoelektrische Materialien**
- UV empfindliche Gläser

- Die Kristalle haben eine Dipole Grundstruktur
- Bei Piezoelektrika können Schwingungen elektrisch angeregt werden.
- Schwingungen Ihrerseits erzeugen Elektrische Ladungen.
- Es eignen sich nur nicht Leitende Materialien  
(da sonst die Ladungen wie bei einem Blitzableiter nicht auf die Kristalle Wirken)



# Adaptive skin -smart materials

## Piezoelectrische Materialien

### Verwendungen

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- **Piezoelektrische Materialien**
- UV empfindliche Gläser

-In Stoßdämpfern

-In Lautsprechern

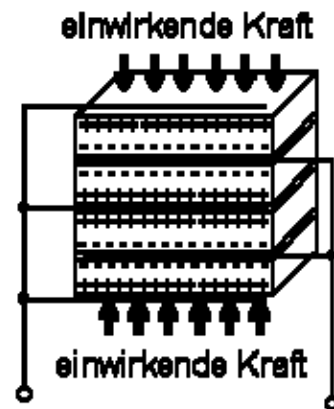
-Als Schwingquarze in Oszilatoren (quarzuhren)

-In Tonabnehmern (z.B. Elektrogitarren / Geigen)

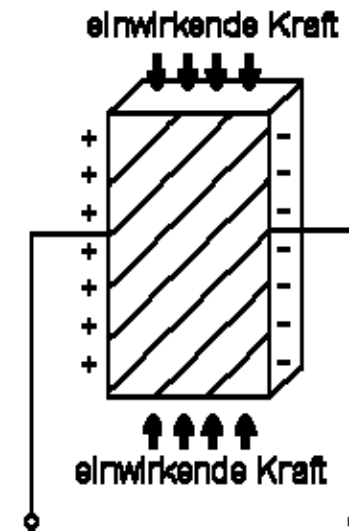
-Als Beschleunigungssensoren

# Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- **Piezelektrische Materialien**
- UV empfindliche Gläser



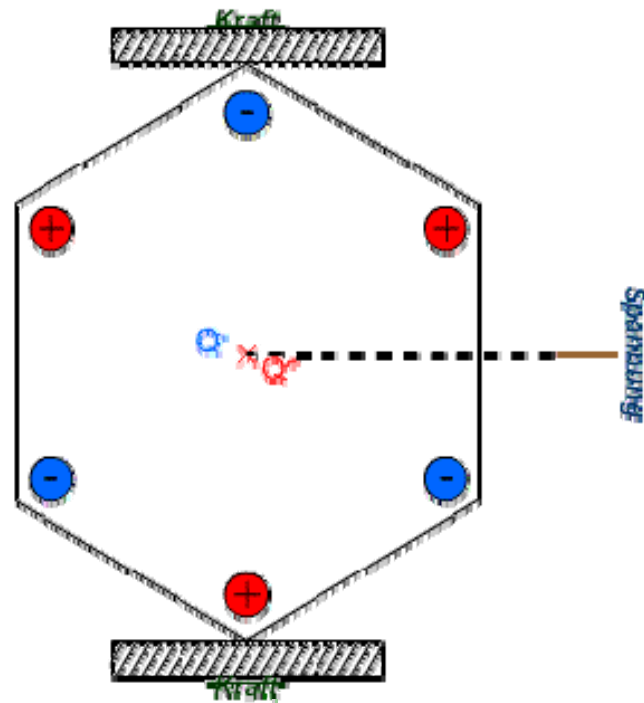
**longitudinal wirkendes  
Piezelement**



**transversal wirkendes  
Piezelement**

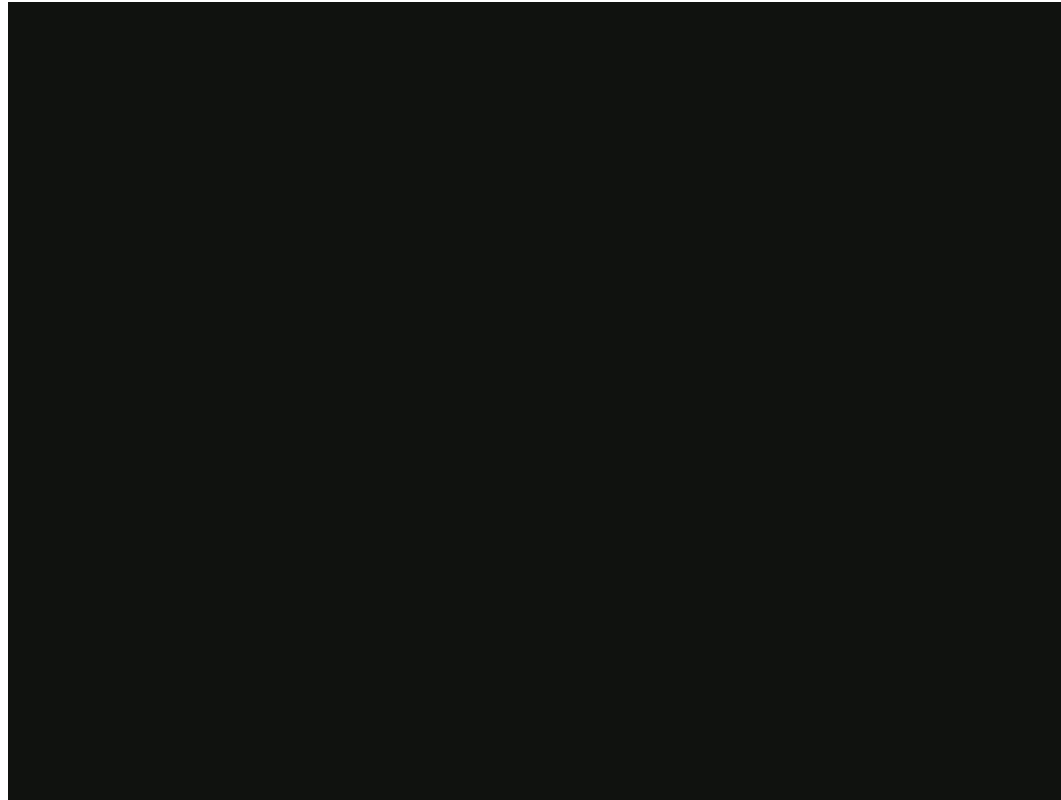
# Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

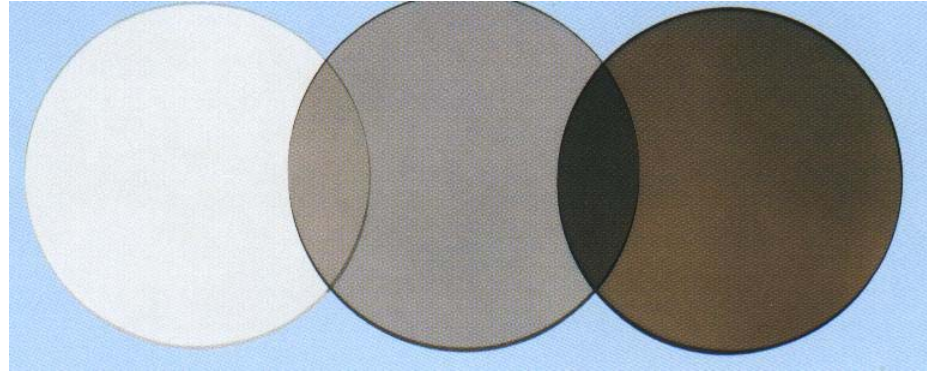
## Selbsttönende Gläser

-Grundlagen von Marckwald 1899  
/einige Kristalline chemische Stoffe verfärben sich unter Lichteinfluss

- 1968 erstmals im Sortiment von Rodenstock

- 1989 erstes organisches Kunststoffglas

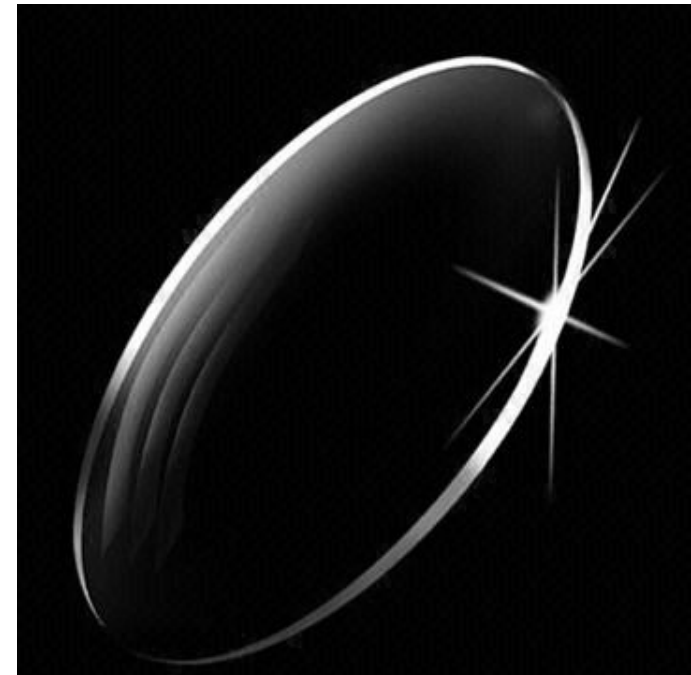
## Adaptive skin -smart materials



- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser

Verwendung meist als Brillengläser

Für den photochromatischen Effekt wird während der Schmelze Silberchlorid und Silberbromid beigemischt. Durch Einfluss von ultraviolettem Licht ändern sie sich von lichtdurchlässigem in metallisches Licht absorbierendes Silber. Dadurch verdunkelt sich das Brillenglas. Sobald die UV-Strahlung entfällt bildet sich der Effekt wieder zurück und das Glas wird wieder hell.





## Adaptive skin -smart materials

- Formgedächtnis Legierungen
- Ferrofluide
- Piezoelektrische Materialien
- UV empfindliche Gläser



-Verwendung meist als Brillengläser

-Zugabe von Silberchlorid / Silberbromid

-Verdunklung 20-40 Sec. / Aufhellung ca. 2 - 3 min.

Vielen Dank