

An aerial photograph showing a city in the distance, a large green field in the middle ground, and a forested hillside in the foreground. A red horizontal line is drawn across the top of the image. The text 'EISKALT SPEICHERN' is overlaid in large white letters across the middle of the image.

# EISKALT SPEICHERN

von 293 K auf 2 K

März 2007

Physik am Samstagmorgen



# Inhalt



- **Motivation für einen tiefkalten Speicherring**
- **Einleitung in die Kryotechnik**
  - Temperaturskala, Kryogenik
  - $\text{LN}_2$  Eigenschaften und Effekte
- **Materialwissenschaft**
  - Versprödung bei niedrigen Temperaturen
- **Elektromagnetismus**
  - Abhängigkeit des Widerstandes von der Temperatur
- **Stofftheorie und kin. Gastheorie**
  - Abhängigkeit der Luminiszenz von der Temperatur
  - Gasgesetze
  - Kondensation/Verdampfung



# Heidelberg TestSpeicherRing TSR



Druck=  $3 \cdot 10^{-11}$  mbar:

Umfang: 55m

1 Mio. Umläufe/s

Injektionsbahn

Ring wird bei Raumtemperatur betrieben

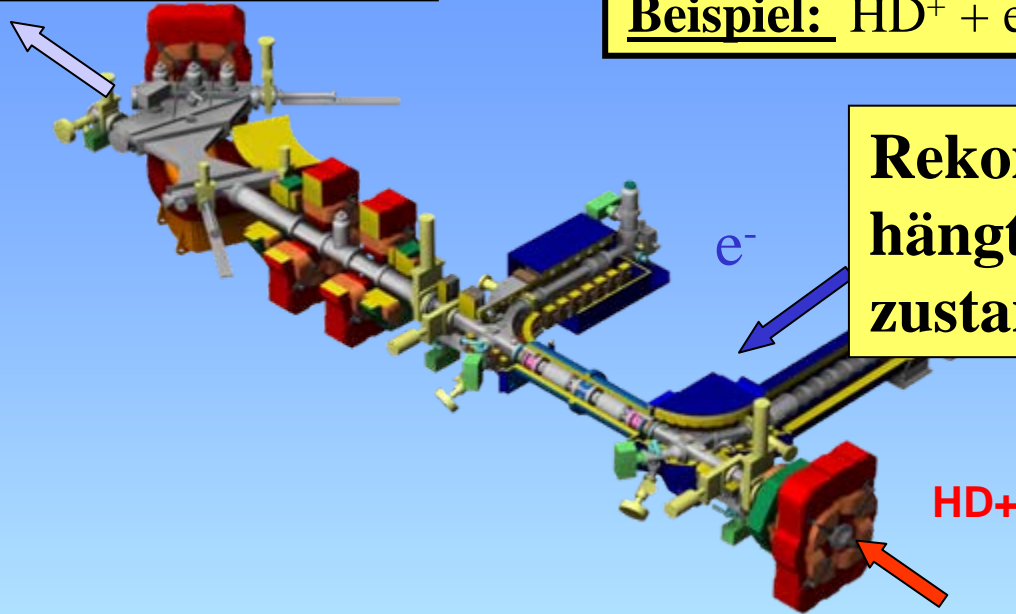


# Molekülphysik am TSR



Neutrale H and D

Beispiel:  $HD^+ + e^- \Rightarrow H + D$



Rekombinationsrate hängt stark vom Quantenzustand ab

- Bei Raumtemperatur sind Rotations- und Vibrationszustände angeregt
- Eindeutige Messung, wenn alle Zustände im Grundzustand. Dies ist bei  $T < 10$  K der Fall

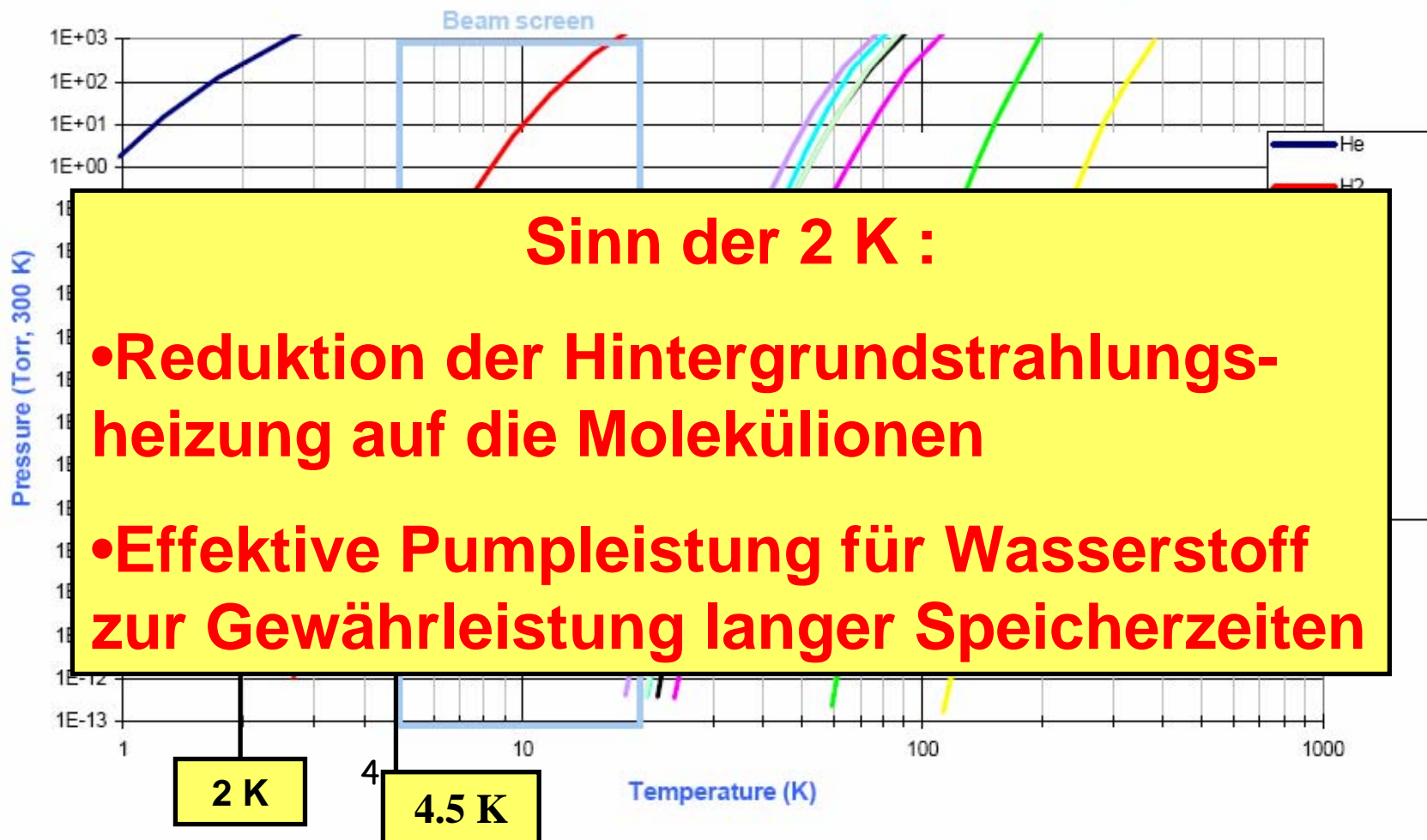
**Um Molekülonen bei  $T=10$  K zu erhalten ist ein Cryogenischer SpeicherRing CSR notwendig!**



# Dampfdruckkurven



Saturated vapour pressure from Honig and Hook (1960)



Local density quench limit ~ 200 x Average density 100 h beam life time limit



# Wie sieht ein Kryostat aus

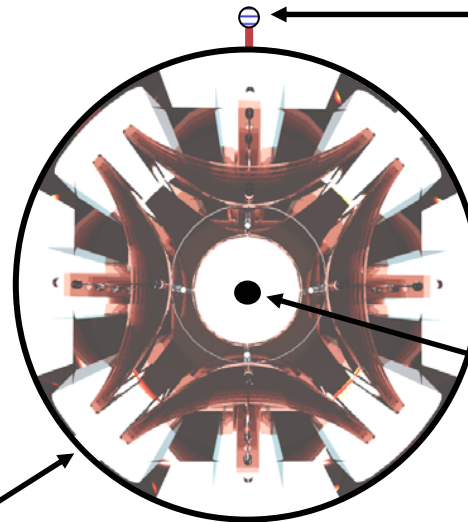


**3 Prozesse heizen die kalte Kammer :**

**Gasfluß  
(Konvektion)**

**Wärmestrahlung**

**Wärmeleitung**



**2 K Helium-Leitung**

**Ionenstrahl**

**2 K Vakuum-Kammer**

**Plancksche Strahlungsgesetz:  $P \sim 170 \text{ kW}$**

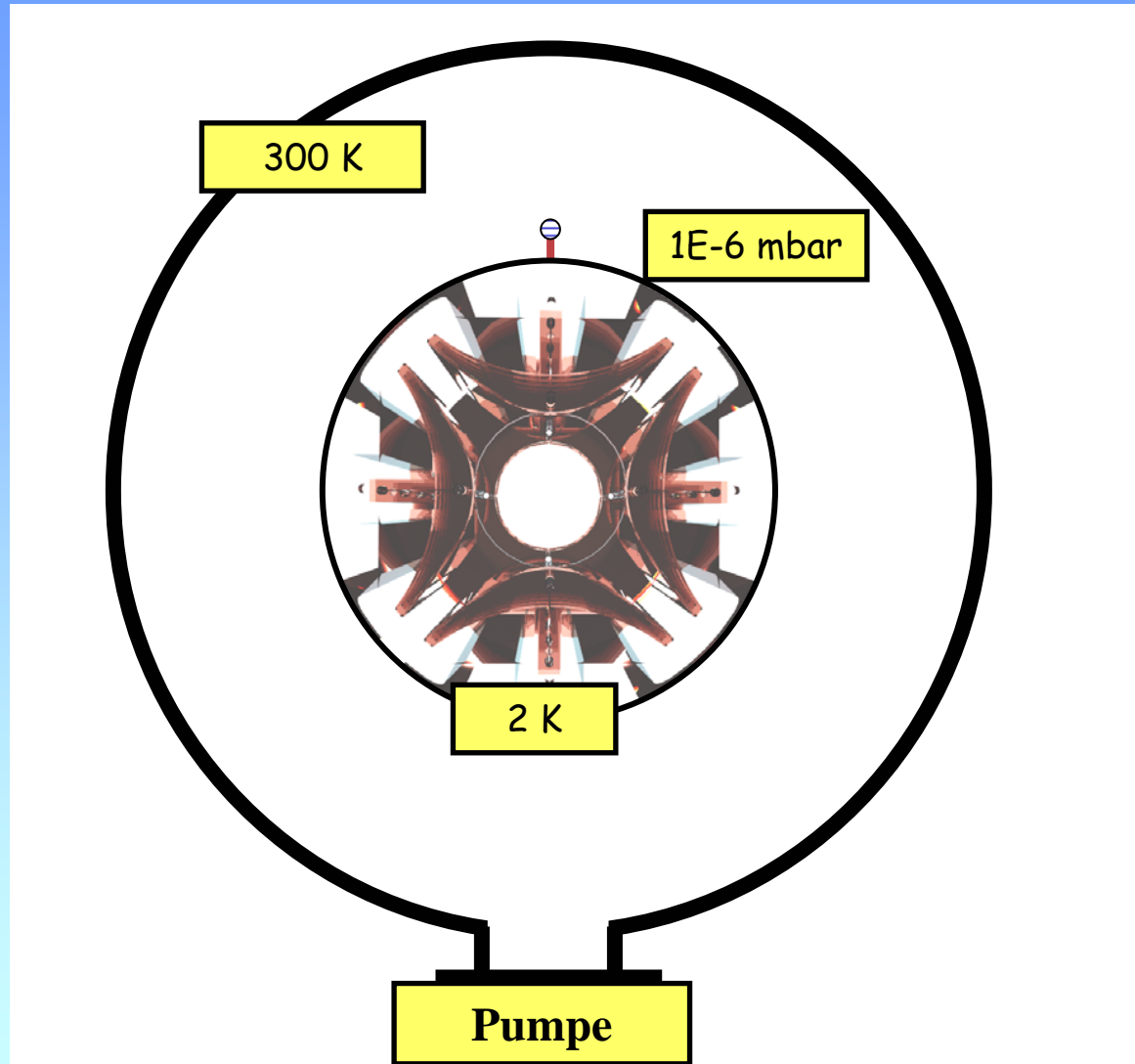
**1W verdampft bei 4,5 K ca. 1 l He/h**

**1 l He kostet ca. 5 €**

**Verbrauch ca. 850000€h**



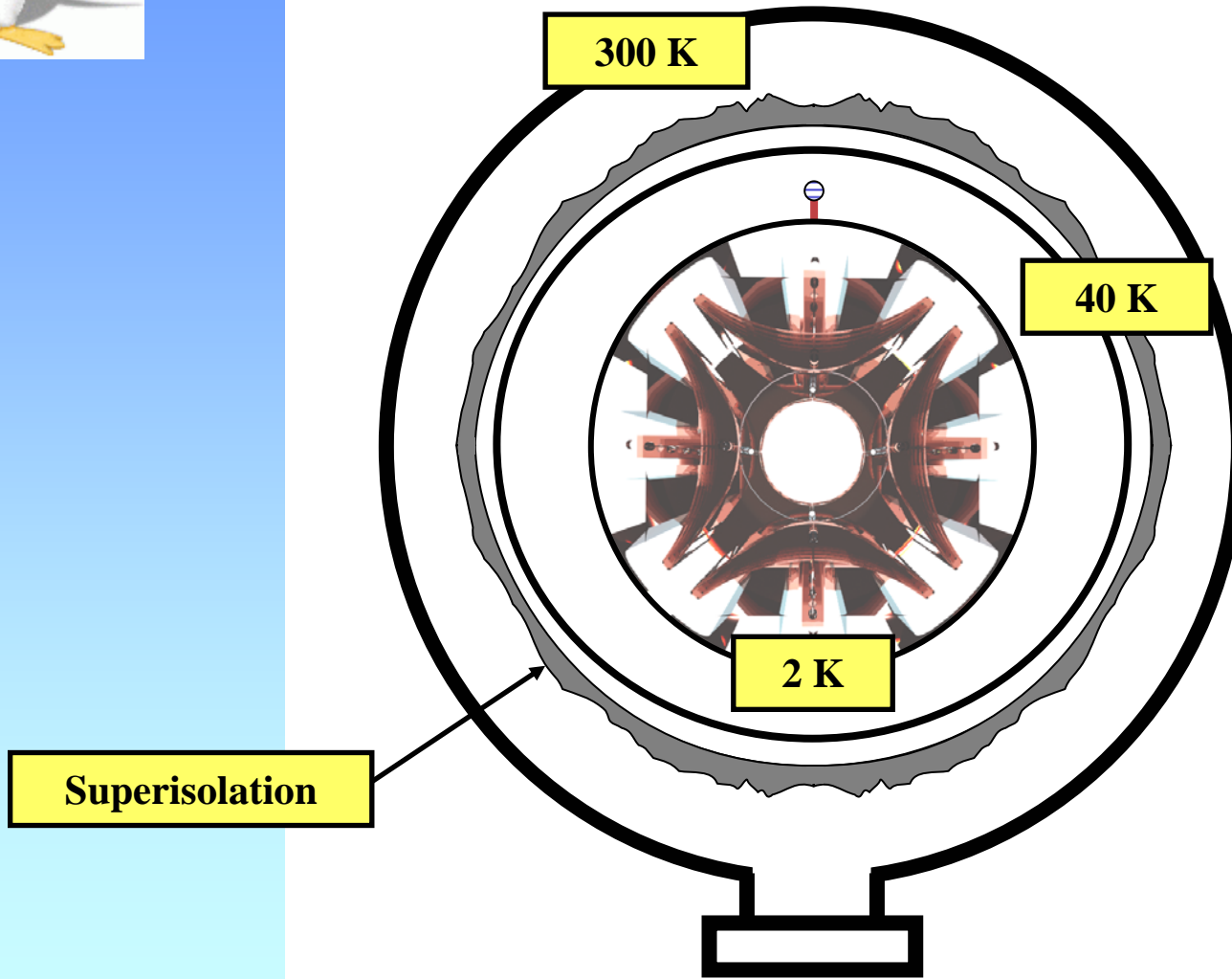
# Wie sieht ein Kryostat aus



**Schutz vor Konvektion**



# Wie sieht ein Kryostat aus



**Schutz vor Wärmestrahlung**





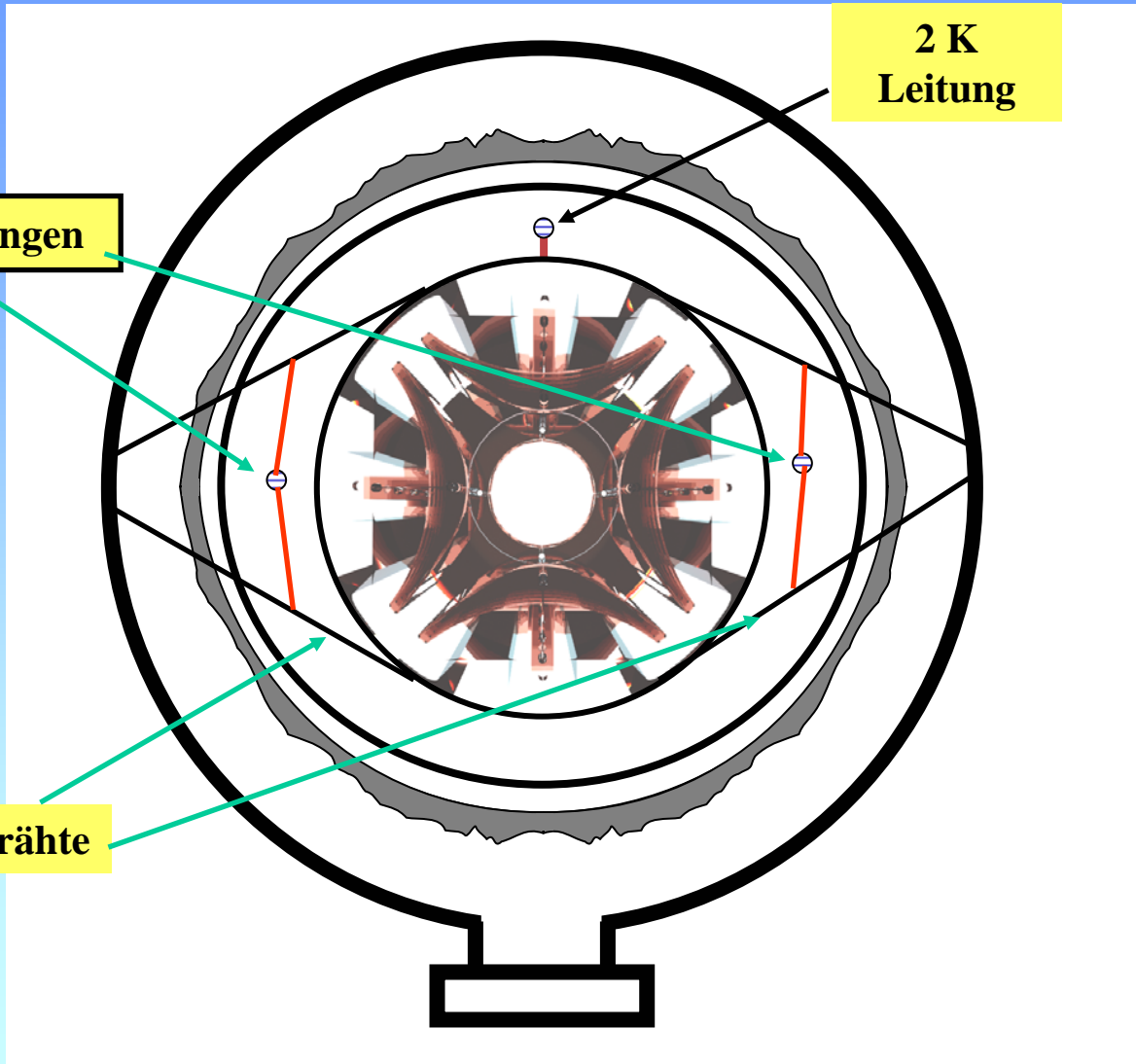
# Wie sieht ein Kryostat aus



4,5 K Helium-Leitungen

2 K  
Leitung

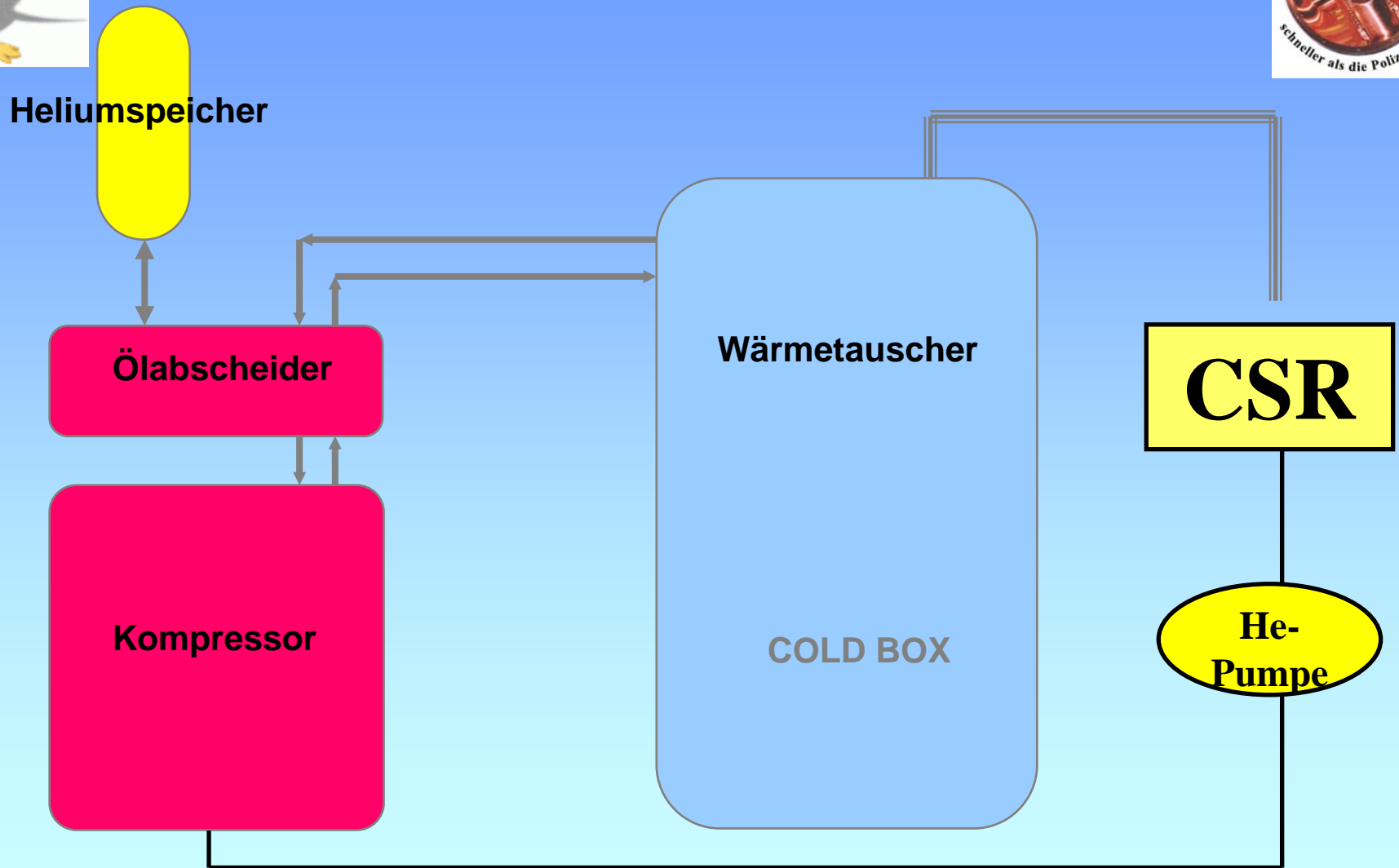
Haltedrähte

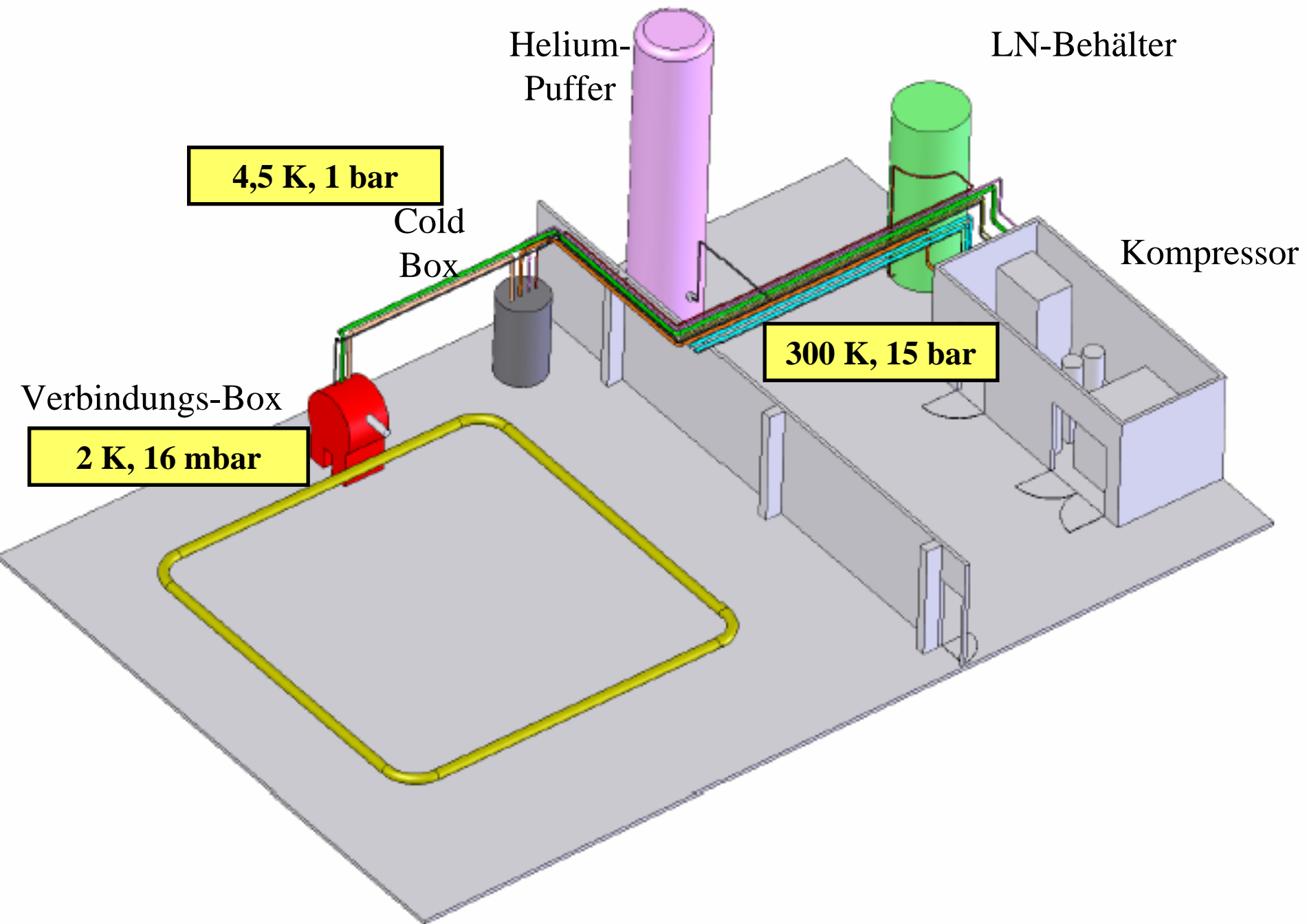


**Schutz vor Wärmeleitung**



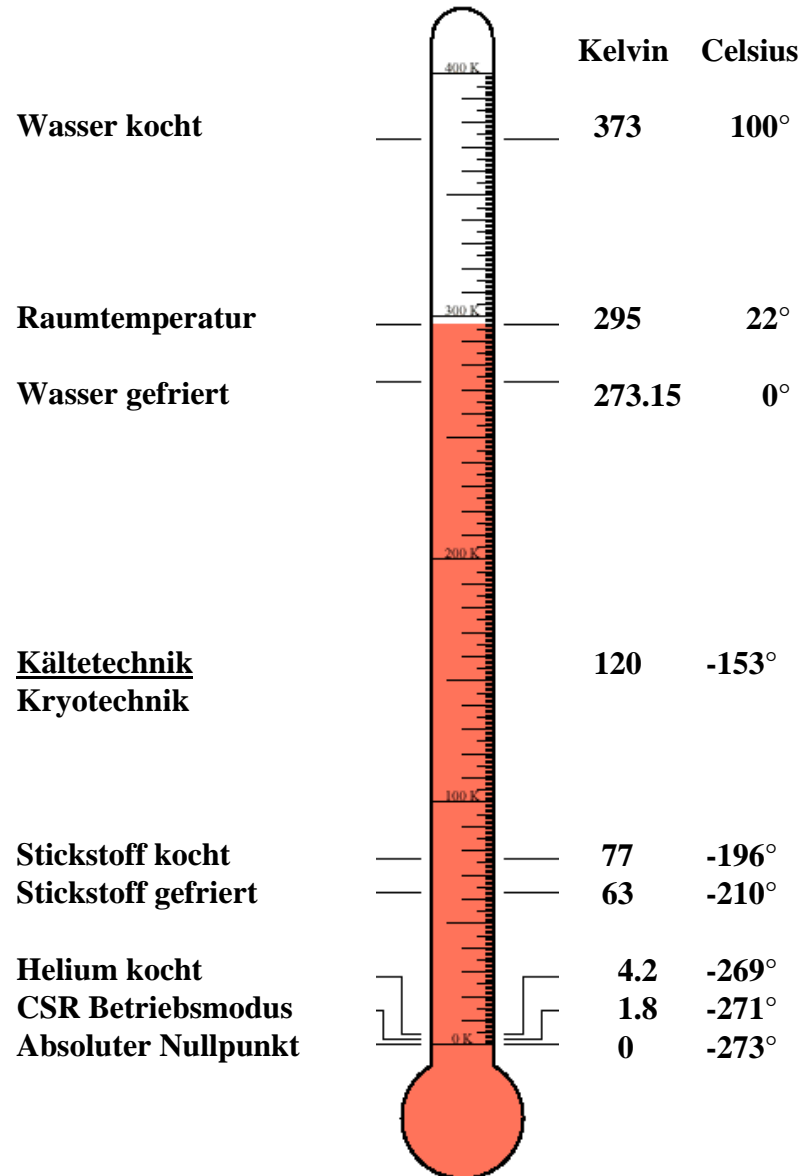
# Helium-Kälteanlage







# Temperatur-Skalen





# Kryogene



## Stickstoff

- Farb- und geruchlos
- Hauptkomponente d. Luft (79%)
- Verflüssigungstemp.:  $-196^{\circ}\text{C}$
- Herstellung d. Luftverflüssigung

## Helium

- Farb- und geruchlos, Edelgas
- Spurenanteile in Luft
- Verflüssigungstemp.:  $-269^{\circ}\text{C}$
- Erdgasquellen



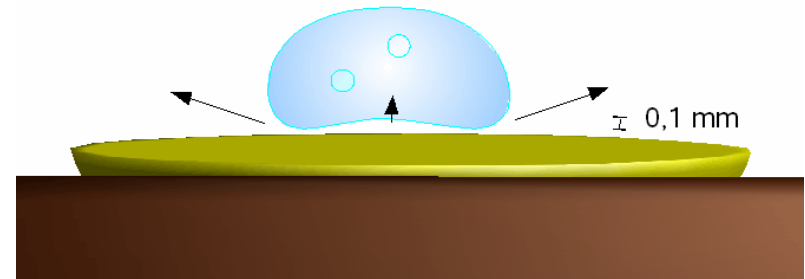
# Leidenfrost



- Oberflächenspannung

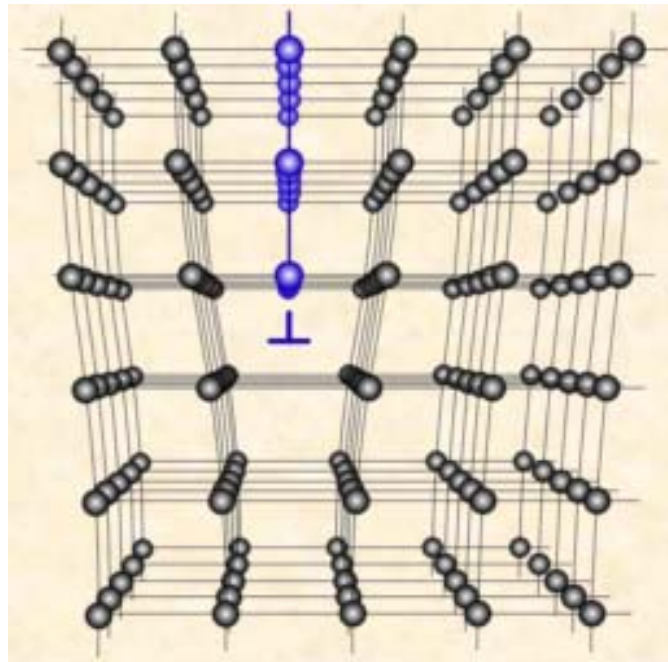


- Leidenfrost-Effekt





- Versprödung bei tiefen Temperaturen



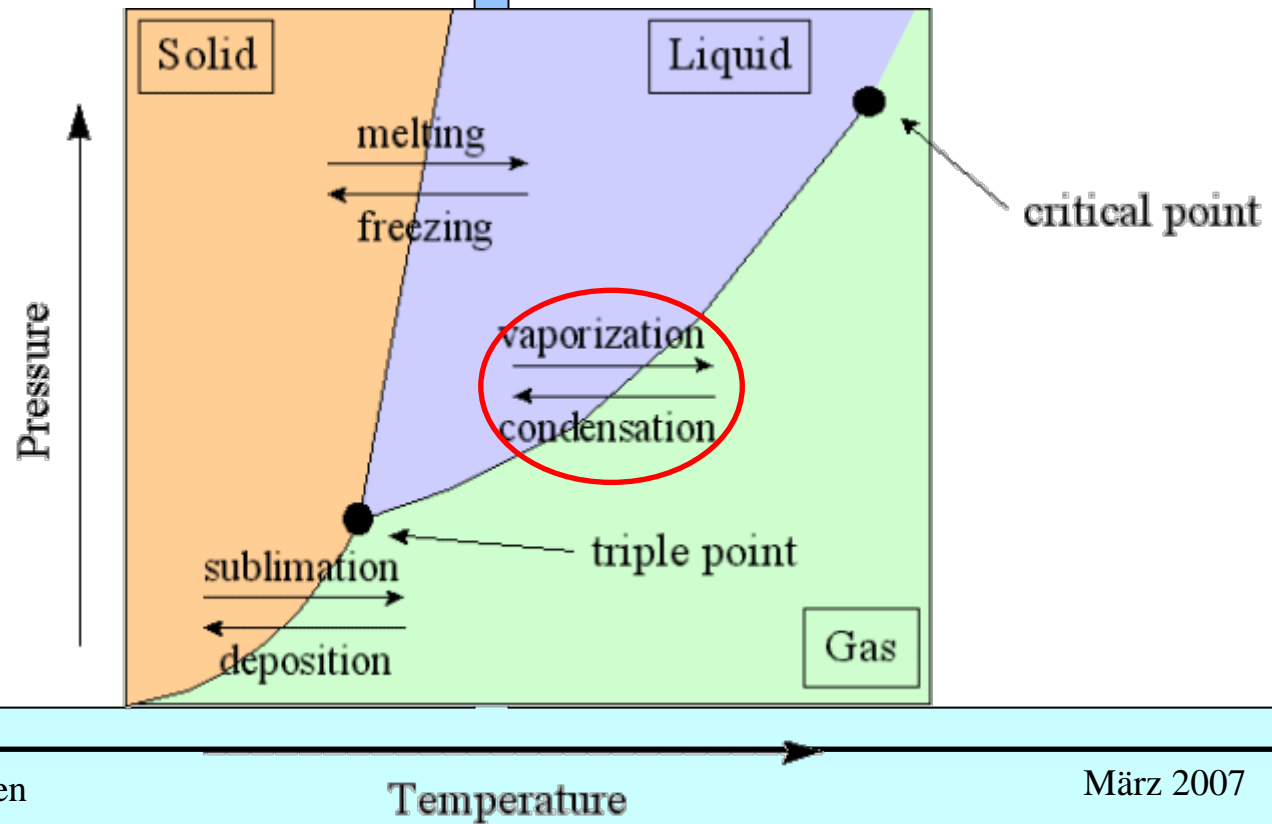


# Stofftheorie



- Gasgesetze

- Verdampfung/Konden-sation

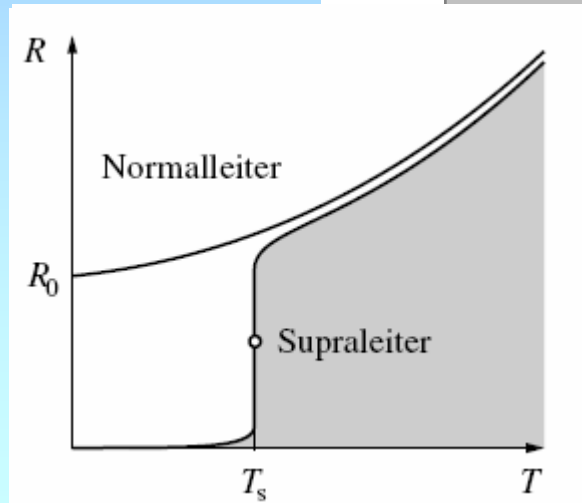
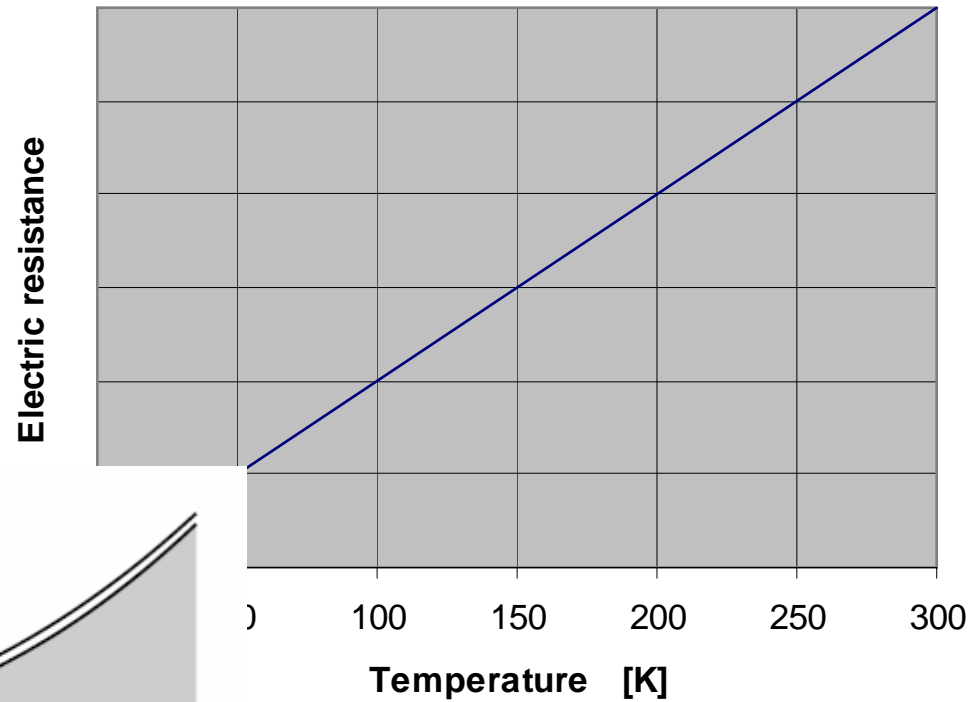






- **Supraleitung**

**Resistance of metals**

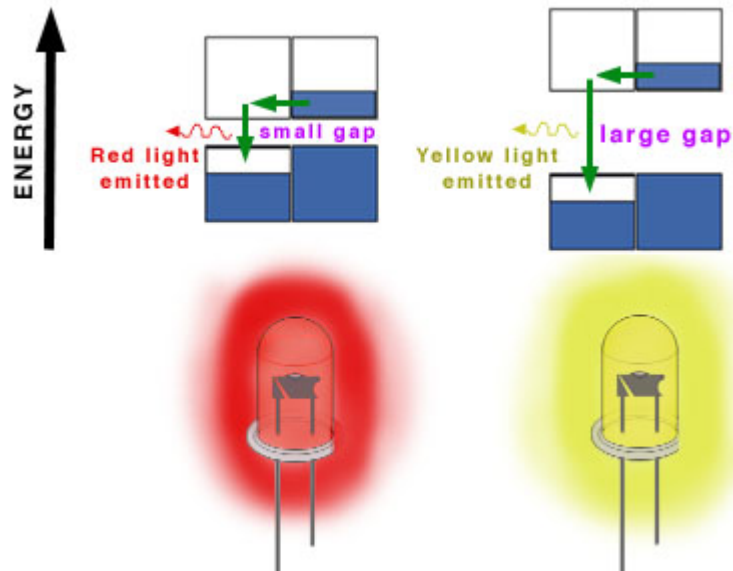




# Luminiszenz



- Lumineszenz



- Ausflug in die Chemie:  
Chemielumineszenz

