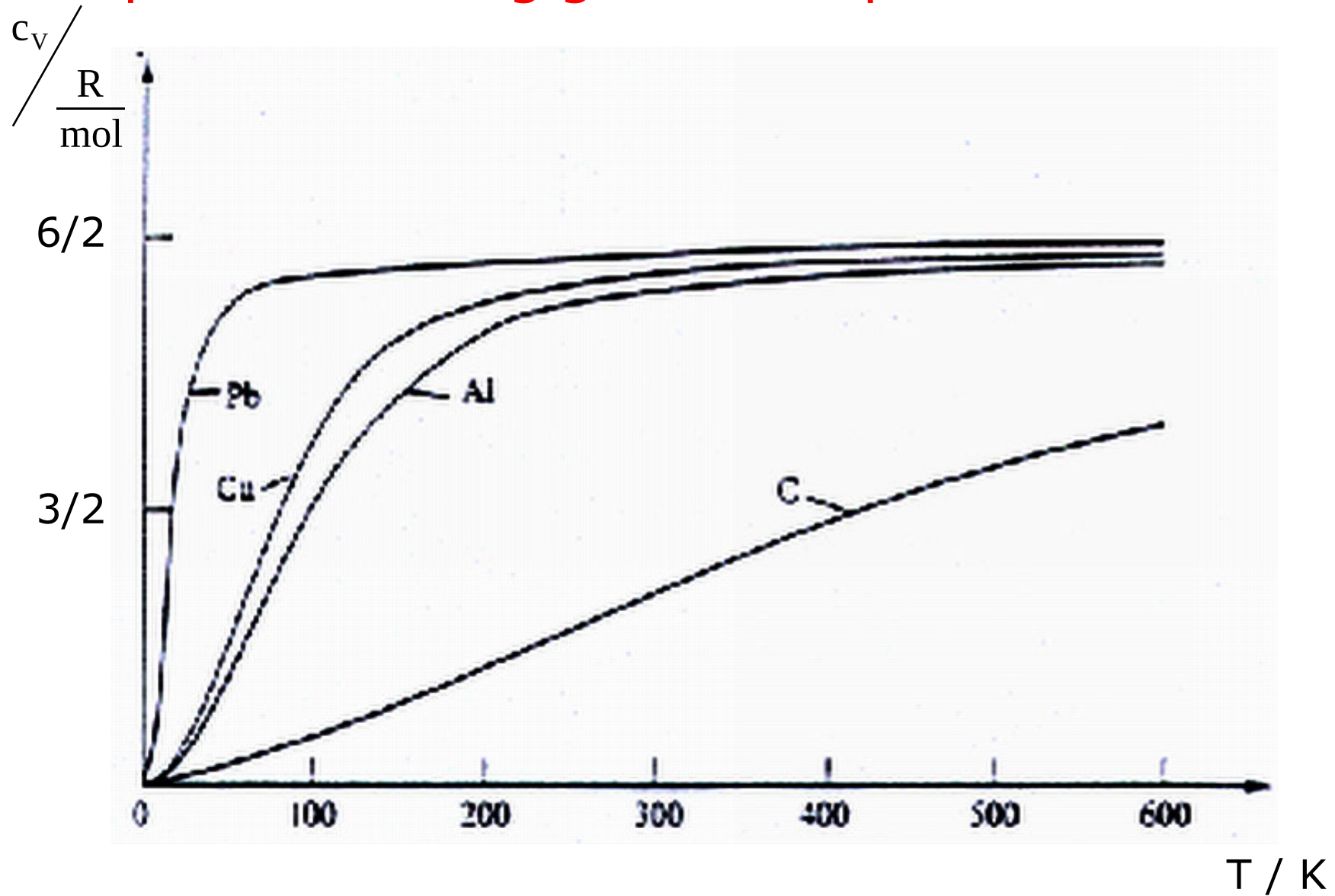


# Spezifische Wärme

Wie war das noch bei Gasen ?

Was erwarten Sie für Festkörper ?

# Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme



Was passiert bei  $T \rightarrow 0$  ??

Wo sind die Elektronen ??

# Phononen ↔ Wärmekapazität

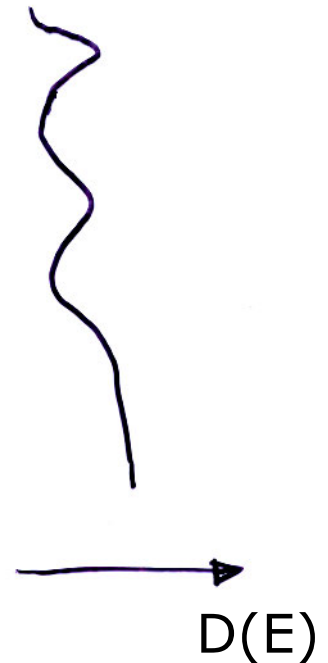
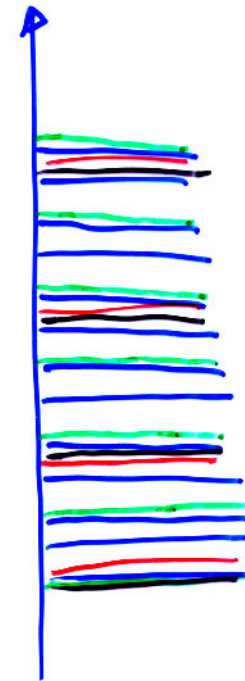
$$c_v = \frac{dU}{dT}$$

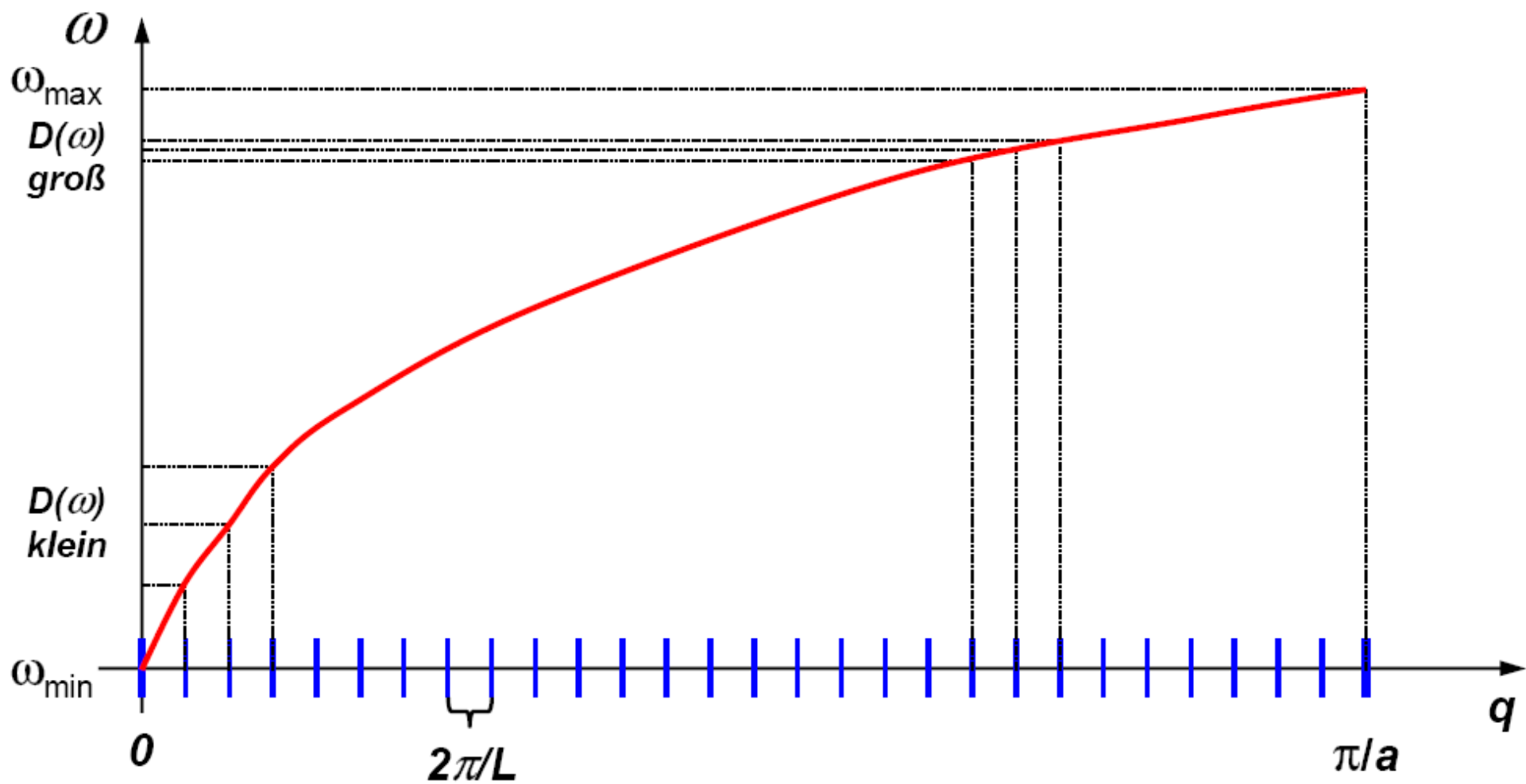
$$U(T) = \sum_{\substack{\text{alle} \\ \text{Phononen}}} \text{Energie} \cdot \text{Besetzungswahrscheinlichkeit}$$
$$= \sum_{\omega_{\vec{k},s}} \hbar \omega_{\vec{k},s} \cdot P(\hbar \omega_{\vec{k},s})$$

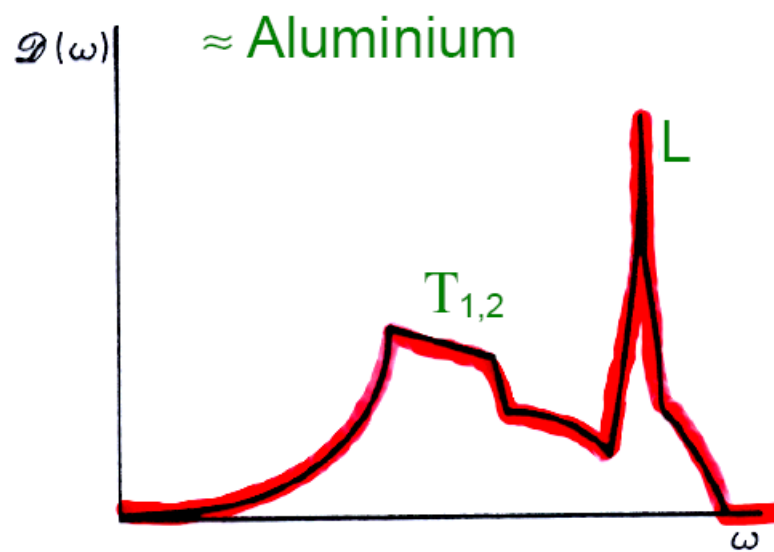
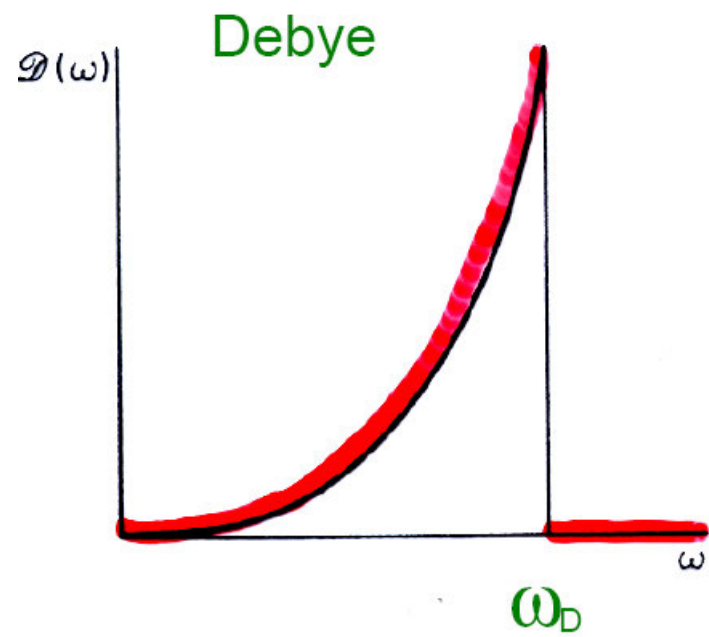
Bequemer:

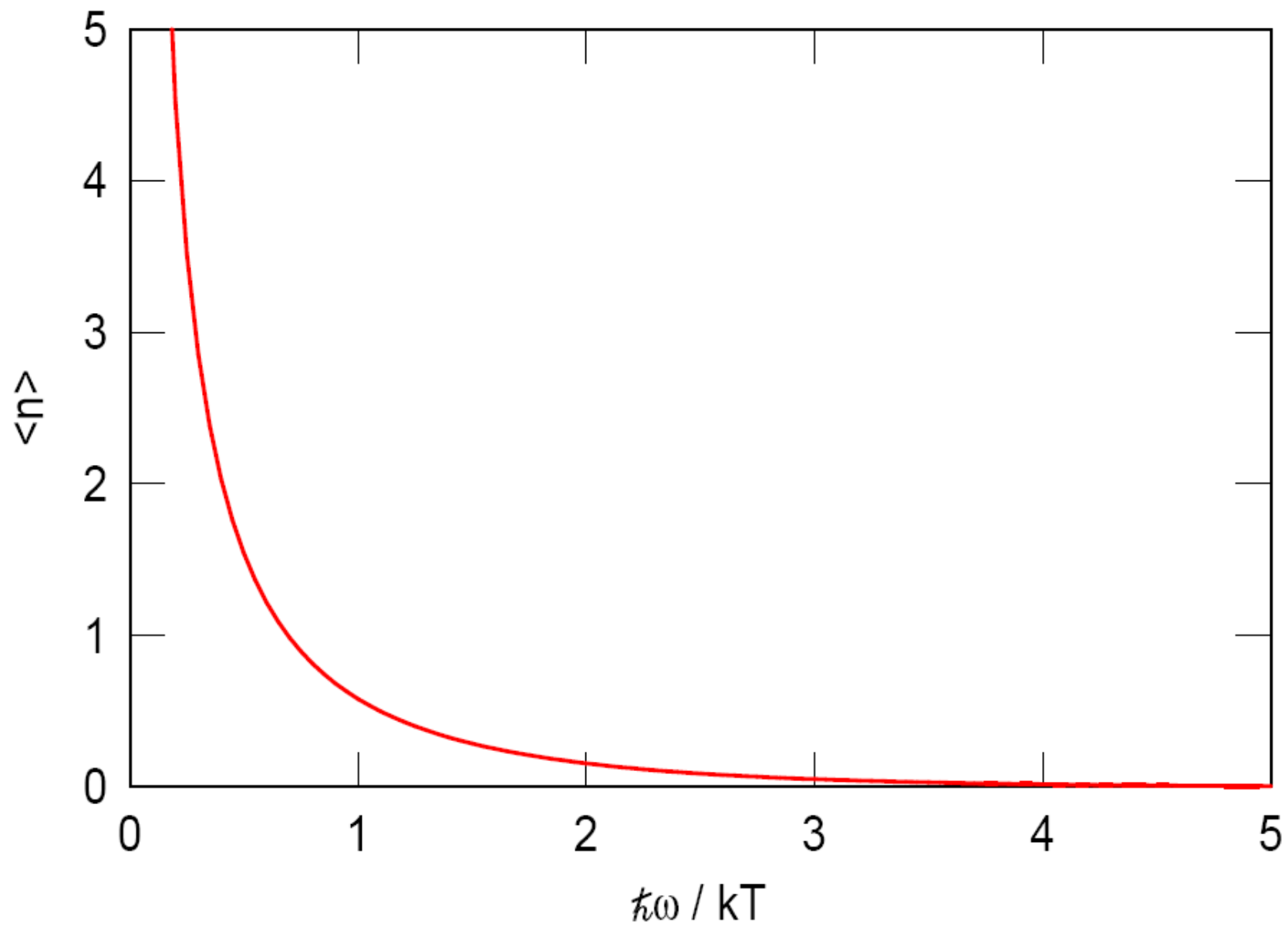
$$= \int dE \hbar \omega \underbrace{D(\hbar \omega)}_{\text{Zustandsdichte}} \underbrace{P(\hbar \omega)}_{\text{Bose Einstein Verteilung}}$$

$$E = \hbar \omega$$

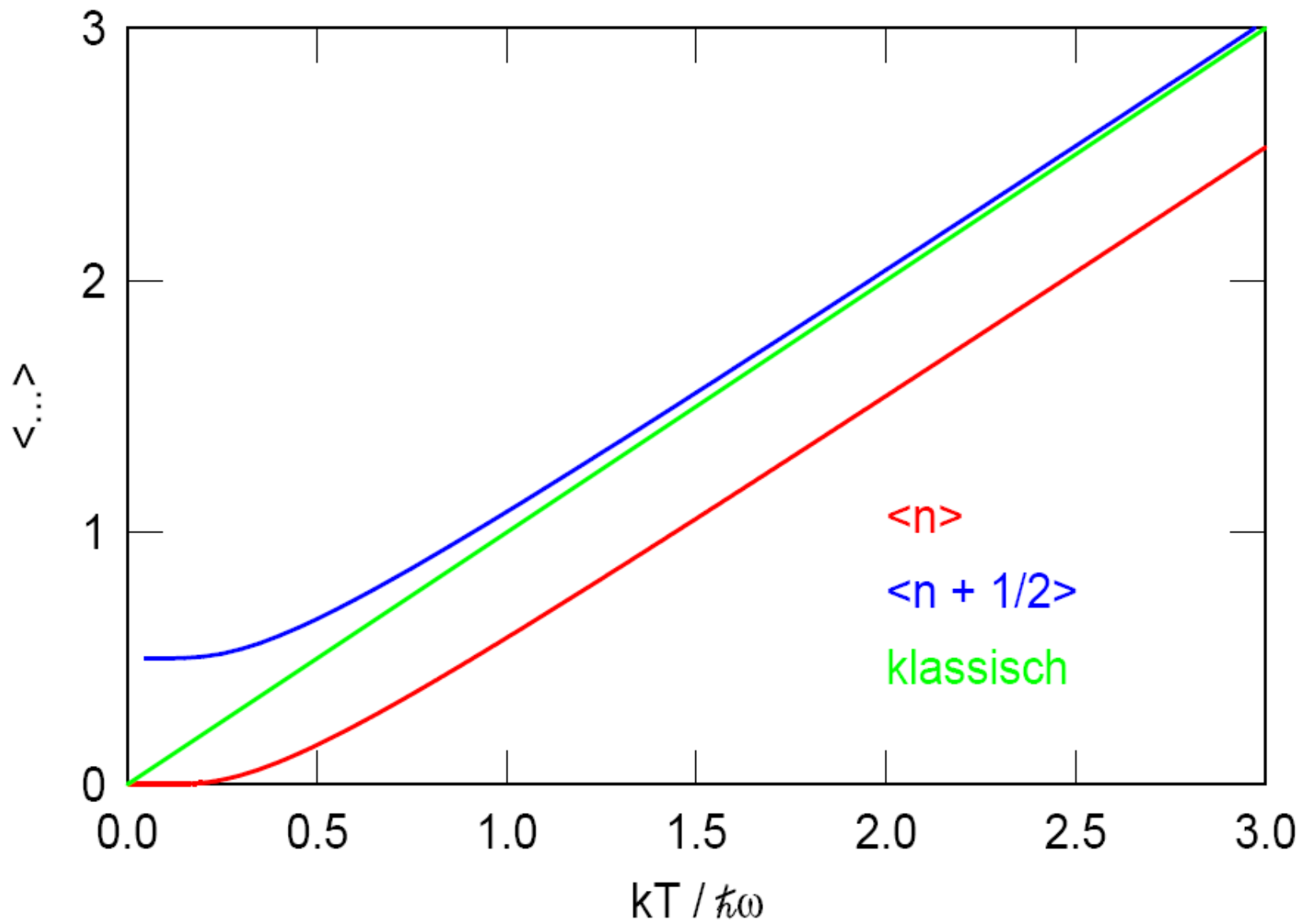








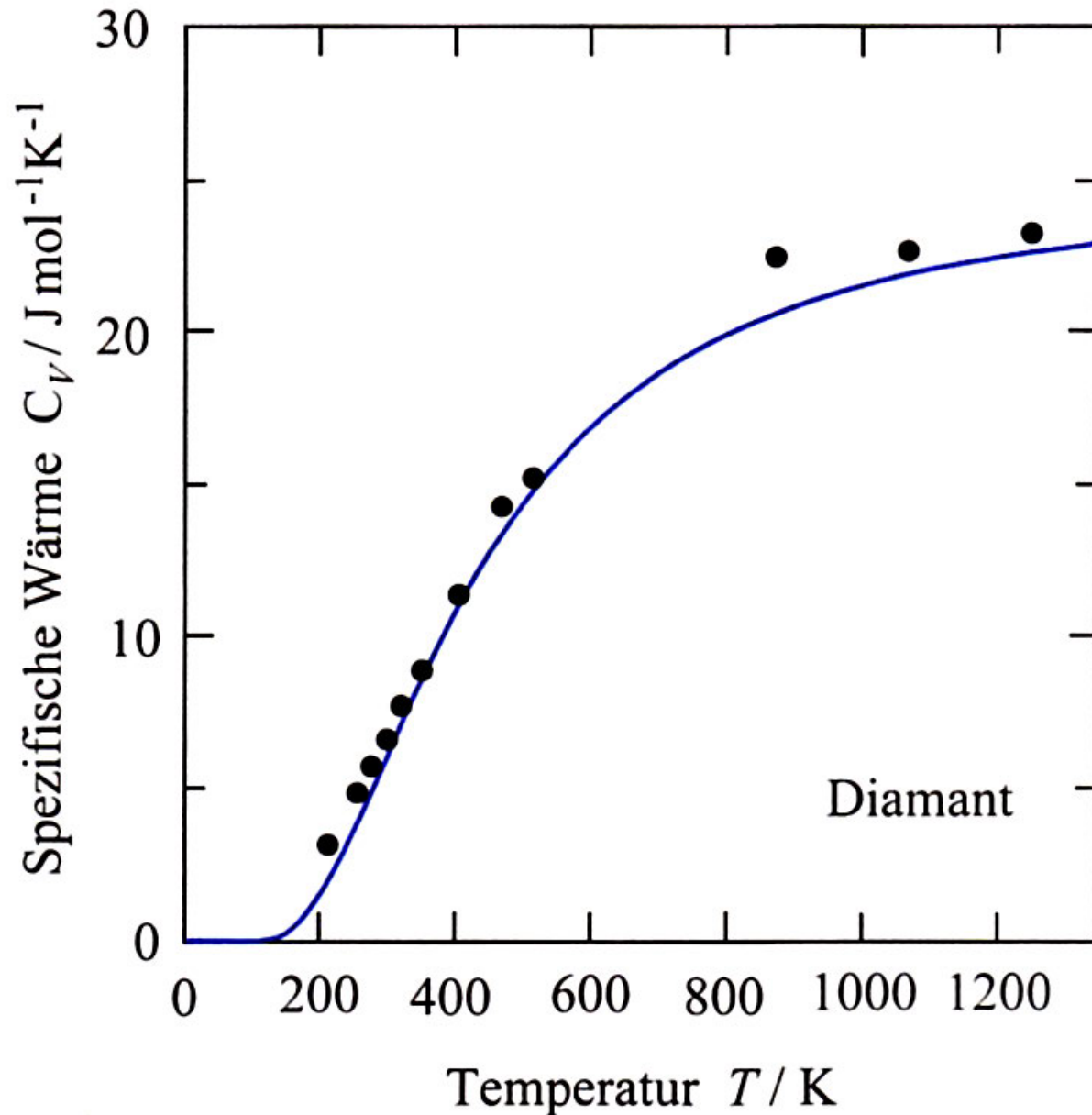
Planck-Verteilung



Planck-Verteilung

Große T: Besetzungszahl  $\langle n \rangle \sim T$

# Einstein-Modell



experimentelle Werte  
und  
Einsteinmodell mit  $\Theta_E = 1320 \text{ K}$

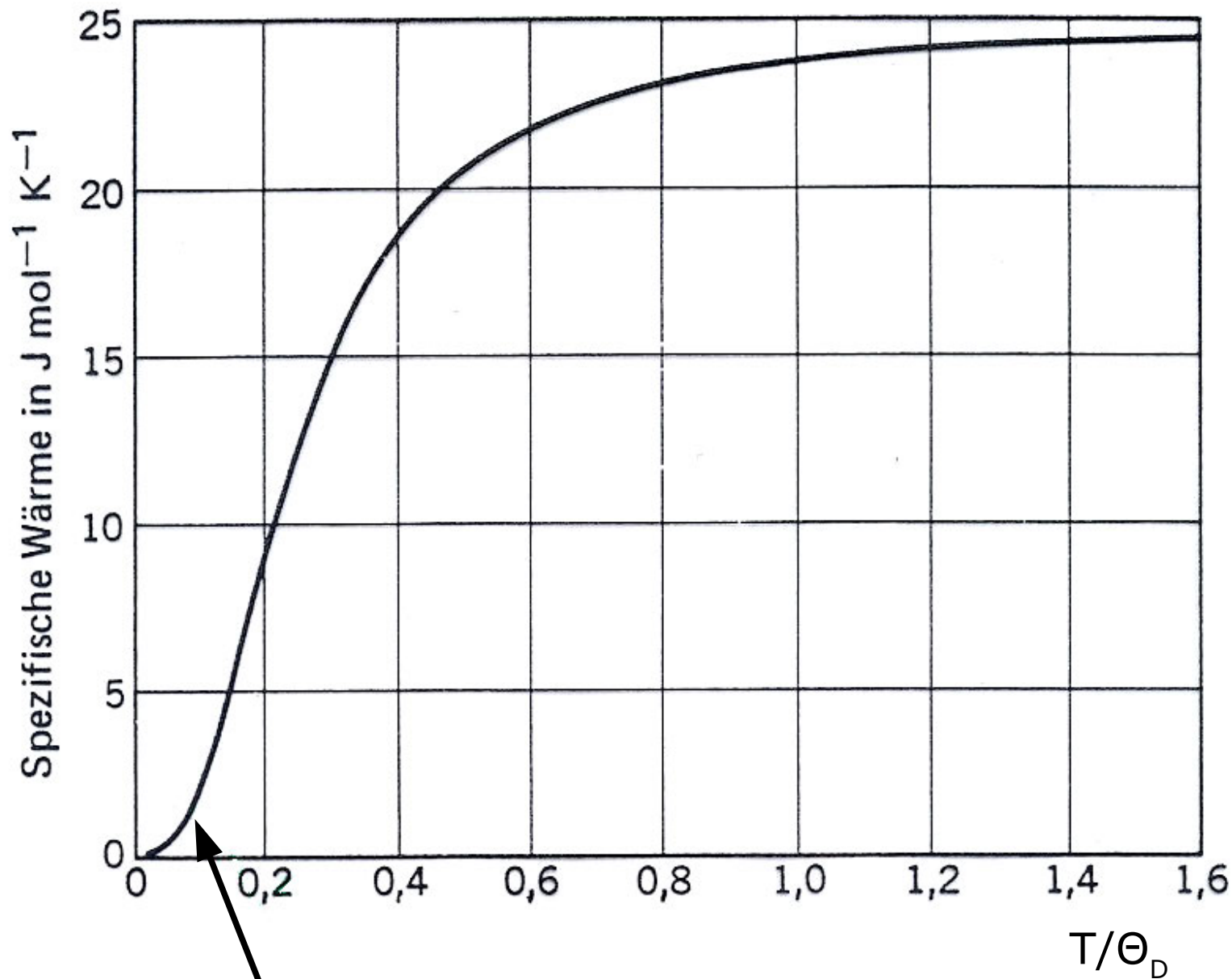
Nach Hunklinger:

F. H. Weber, Ann. Phys. **147**, 311 (1872)

A. Einstein, Ann. Phys. **22**, 180 (1907)



# Debye-Modell



Dulong-Petit

$\Theta_D$  in K:

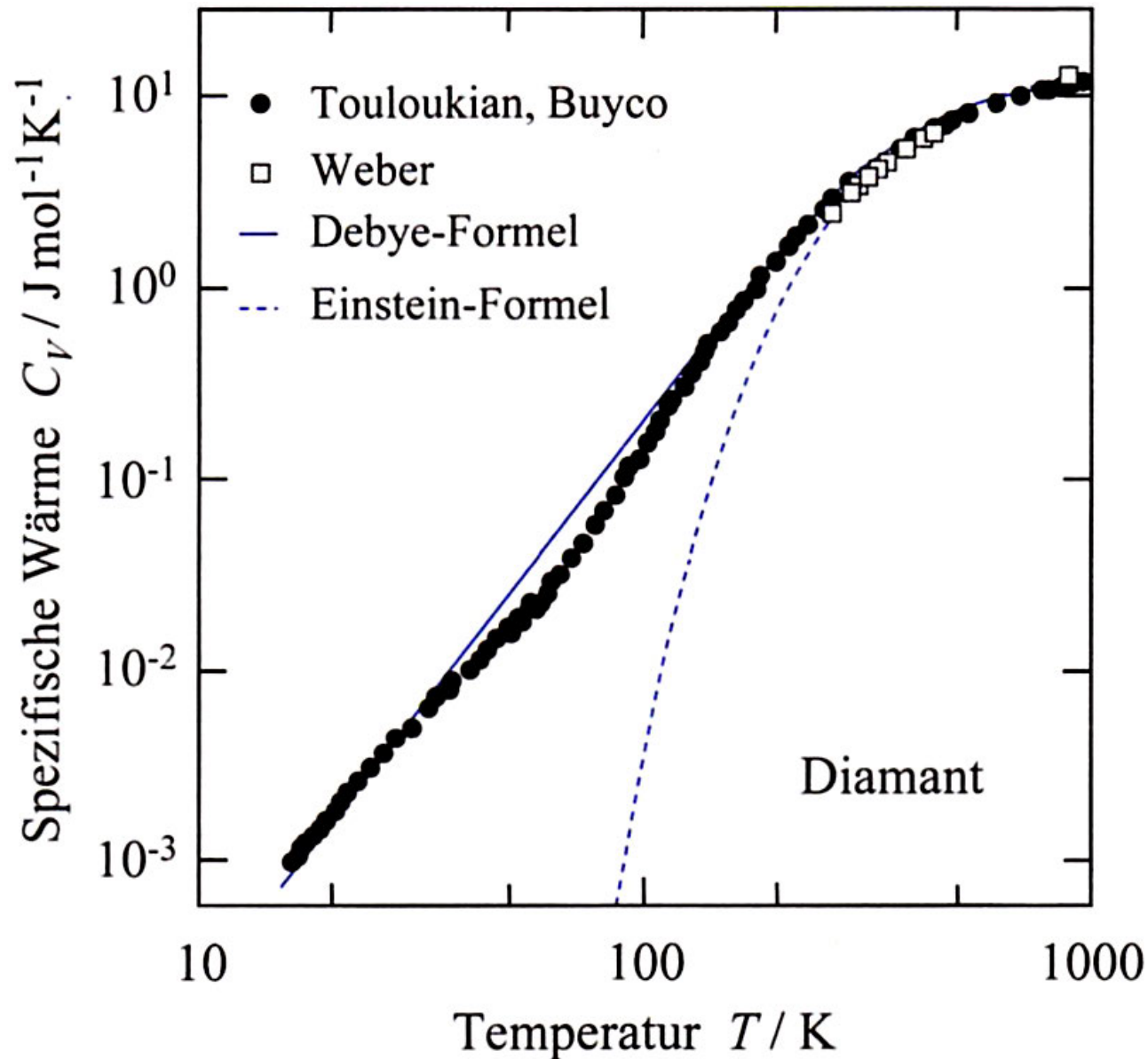
Diamant 1860

Cu 330

Pb 81

$T^3$  Beweis folgt...

# Debye-Modell



$\Theta_D$  in K:

Diamant 1860

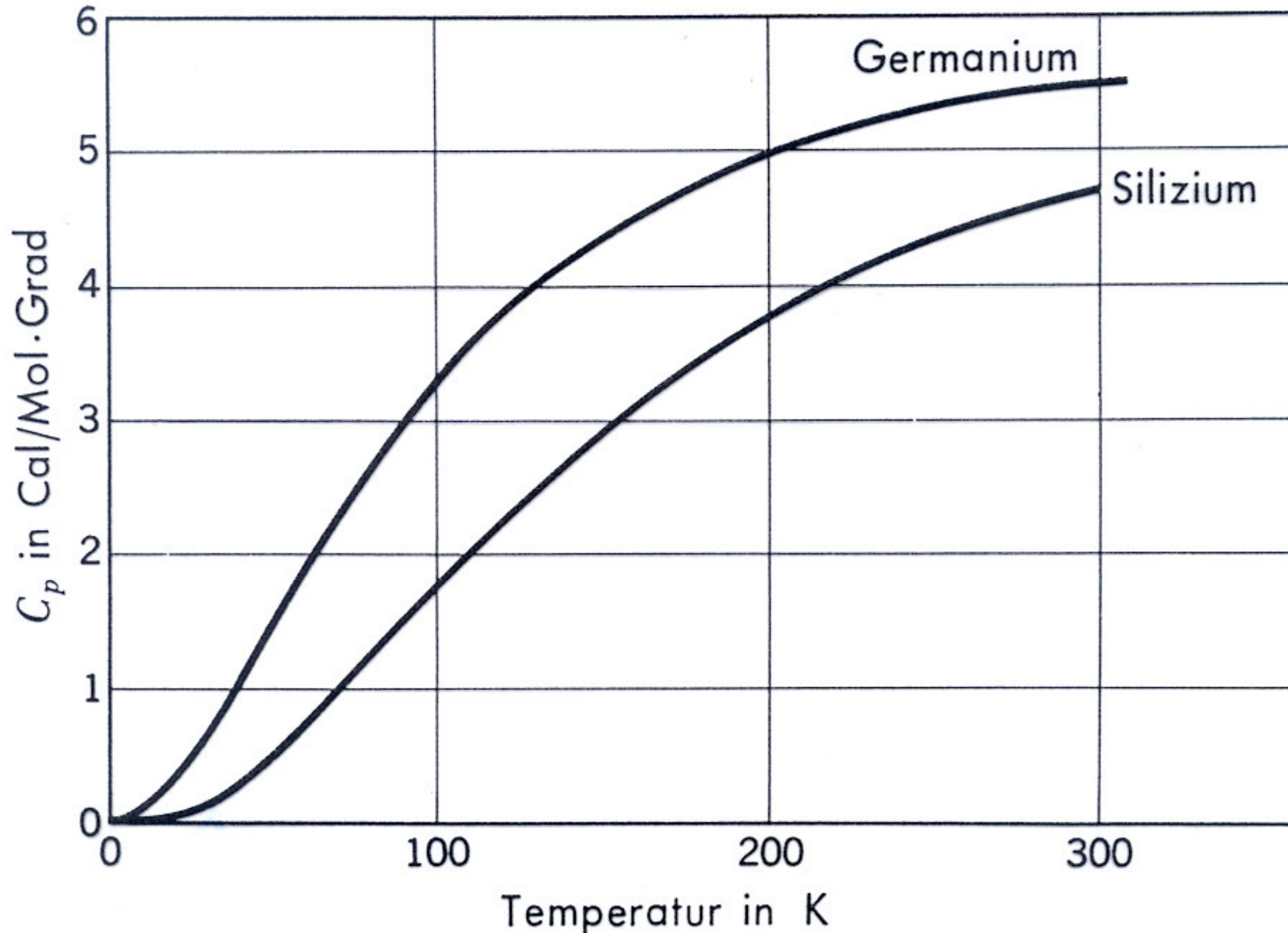
Cu 330

Pb 81

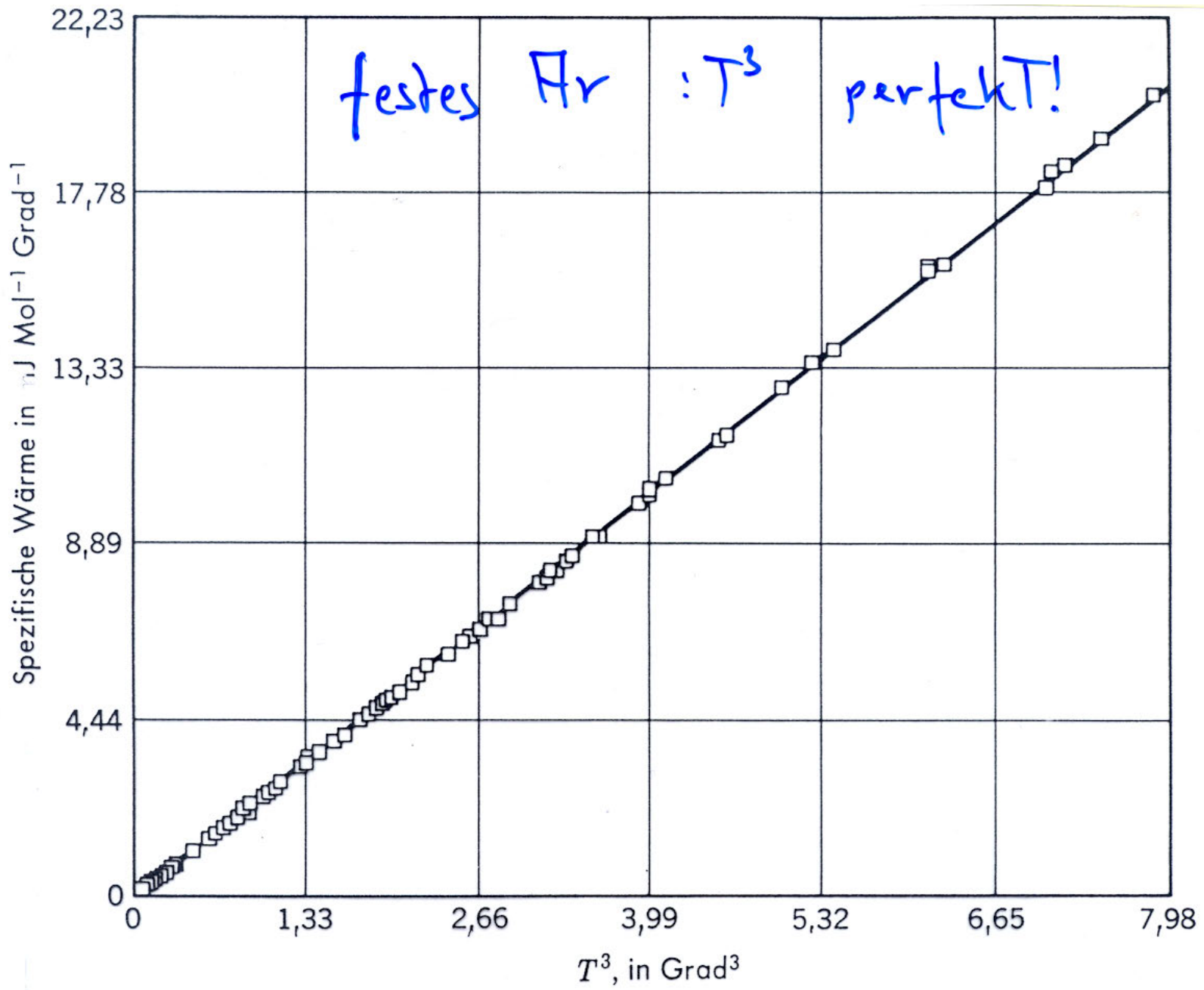
Y.S. Touloukian, E.H. Buyco, Thermophysical Properties of Matter V (1970), IFI/ Plenum, N.Y.

F.H. Weber, Ann. Phys. 147, 311 (1872)

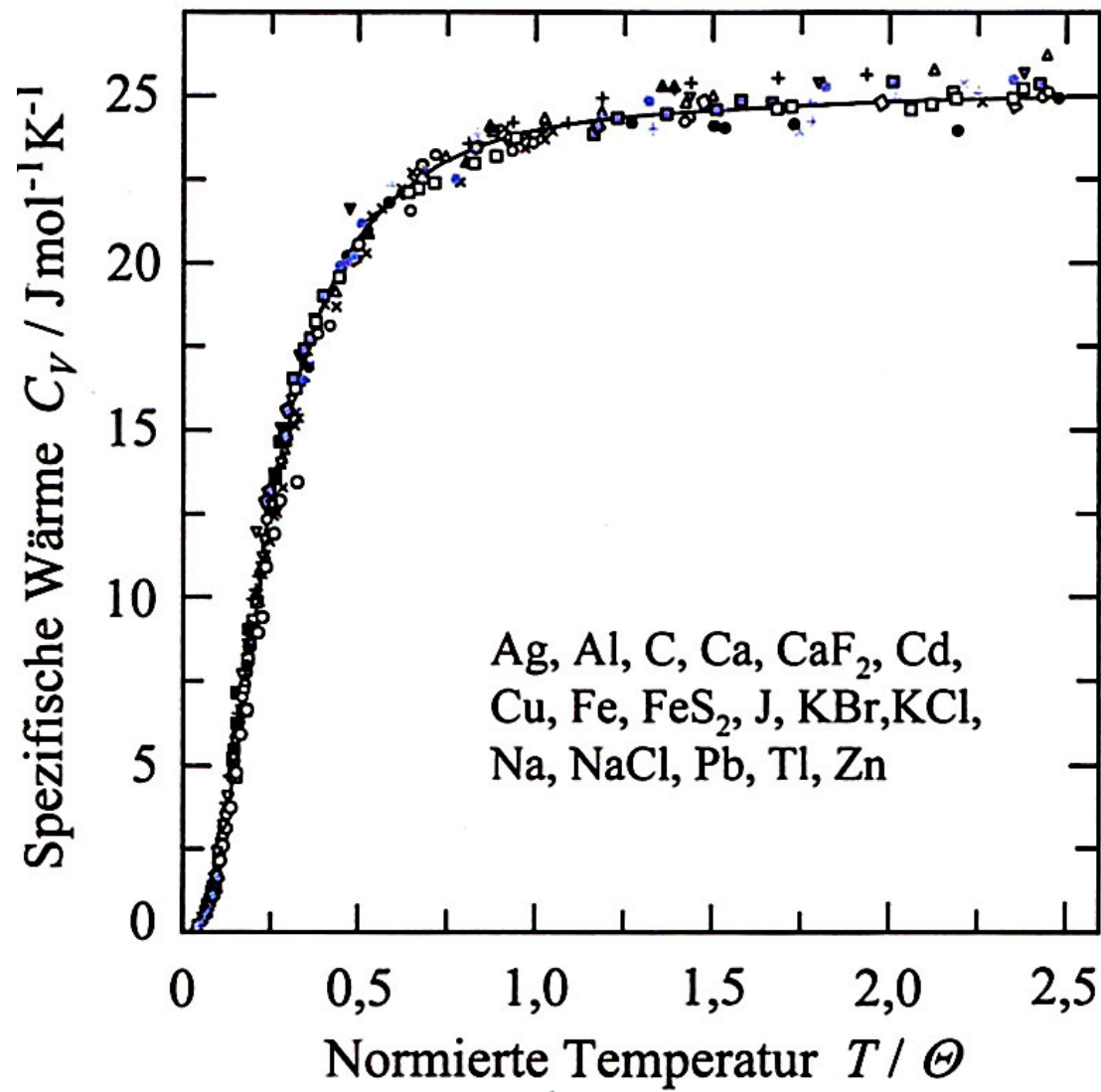
# Spezifische Wärme von Silizium & Germanium



Umrechnung von cal/mol-K- zu J/mol-K-:  $\times 4,186$



**Bild 6.29:** Spezifische Wärme von kristallinem Argon bei tiefen Temperaturen, aufgetragen als Funktion von  $T^3$ . (Nach L. Finegold, N. E. Phillips, Phys. Rev. **177**, 383 (1964)).



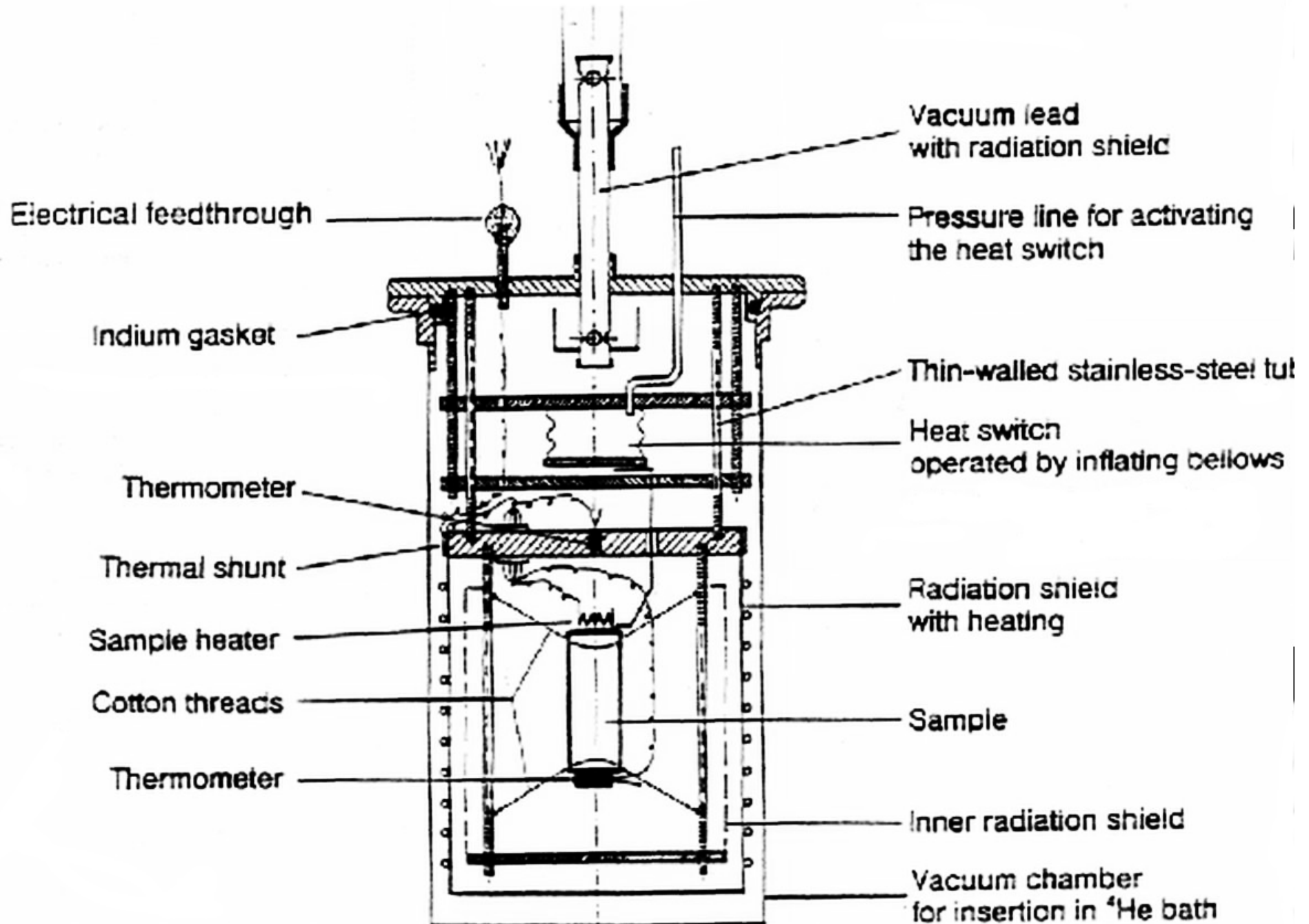
(Hunklinger)



# Kalorimeter

$\Delta Q$  zuführen,  $\Delta T$  messen

Strahlung, Konvektion, Wärmeleitung eliminieren



## Heavy Fermion Superconductivity and Magnetic Order in Noncentrosymmetric CePt<sub>3</sub>Si

E. Bauer,<sup>1</sup> G. Hilscher,<sup>1</sup> H. Michor,<sup>1</sup> Ch. Paul,<sup>1</sup> E. W. Scheidt,<sup>2</sup> A. Griбанov,<sup>3</sup> Yu. Seropegin,<sup>3</sup> H. Noël,<sup>4</sup>  
M. Sigrist,<sup>5</sup> and P. Rogl<sup>6</sup>

<sup>1</sup>*Institut für Festkörperphysik, Technische Universität Wien, A-1040 Wien, Austria*

<sup>2</sup>*Chemische Physik und Materialwissenschaften, Universität Augsburg, D-86159 Augsburg, Germany*

<sup>3</sup>*Department of Chemistry, Moscow State University, Moscow, Russia*

<sup>4</sup>*Laboratoire de Chimie du Solide et Inorganique Moléculaire, Université de Rennes I, F-35042 Rennes, France*

<sup>5</sup>*Institut für Theoretische Physik, ETH-Hönggerberg, 8093 Zürich, Switzerland*

<sup>6</sup>*Institut für Physikalische Chemie, Univ*

(Received 25 July 2003; publ

CePt<sub>3</sub>Si is a novel heavy fermion superconductor tetragonally distorted low symmetry variant of the A magnetic order at  $T_N \approx 2.2$  K and enters into a heavy. Large values of  $H'_{c2} \approx -8.5$  T/K and  $H_{c2}(0) \approx 5$  T re Hitherto, CePt<sub>3</sub>Si is the first heavy fermion supercon

### $c_p(T)/T$ vs $\ln T$

Solid and dashed lines are least squares fits.

Right axis: temperature dependent magnetic entropy  $S$  of CePt<sub>3</sub>Si (dash-dotted line)

