



Materials Science & Technology

Jahresmedienkonferenz 2006

Aus Wärme wird Elektrizität: Thermokraft an der Empa

Anke Weidenkaff
Abteilung Festkörperchemie und -katalyse

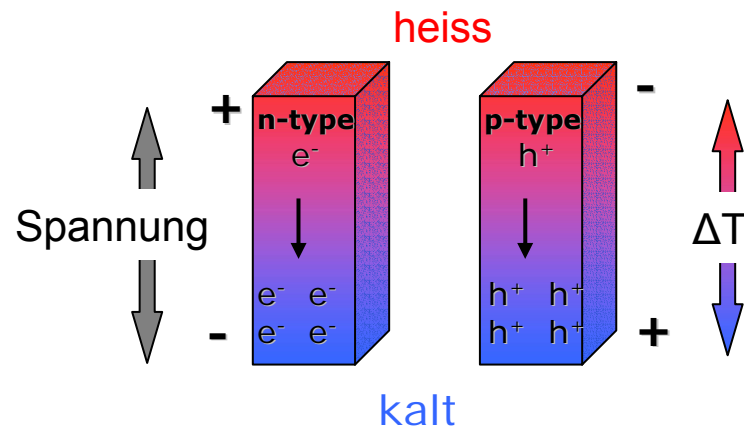
Aus Wärme wird Elektrizität: **Thermokraft an der Empa**

Seebeck-Effekt (1822):

Werden zwei Kontaktstellen eines thermoelektrischen Materials auf verschiedene Temperaturen T_W und T_K gebracht, beobachtet man eine elektrische Spannung. Diese «Thermospannung» ist proportional zur Temperaturdifferenz zwischen den Kontaktstellen.

$$V = \alpha \Delta T$$

Thermokraft oder Seebeck-Koeffizient

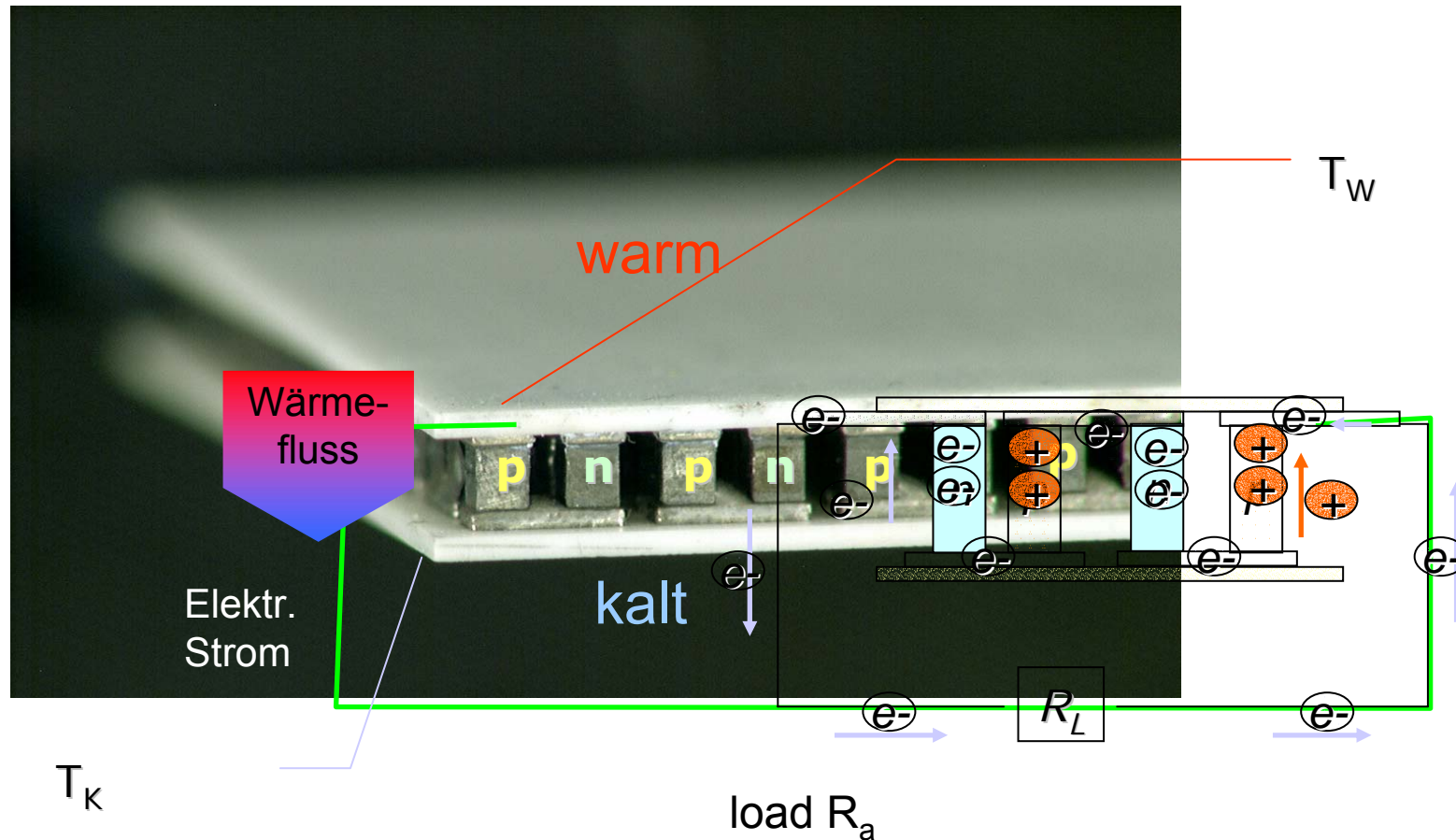


Das Vorzeichen des Seebeck-Koeffizienten ist abhängig von der Art der Ladungsträger.



Thomas Johann Seebeck

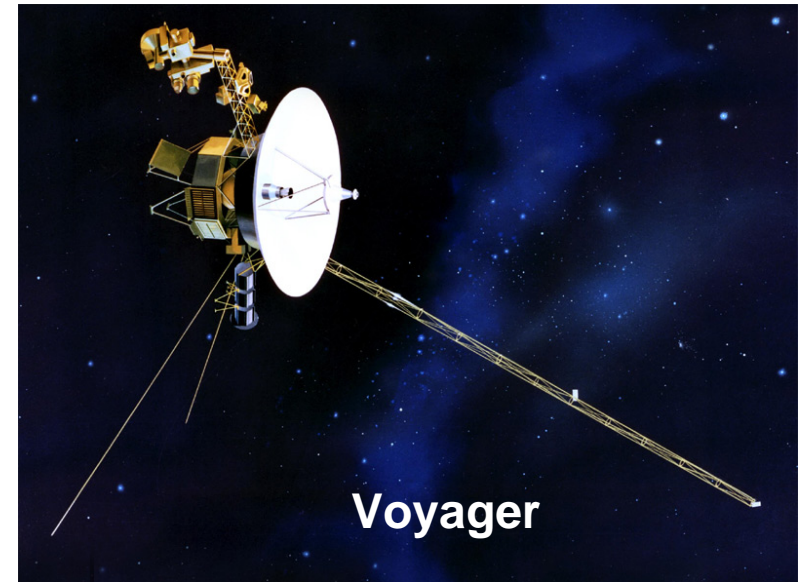
Thermoelektrischer Generator



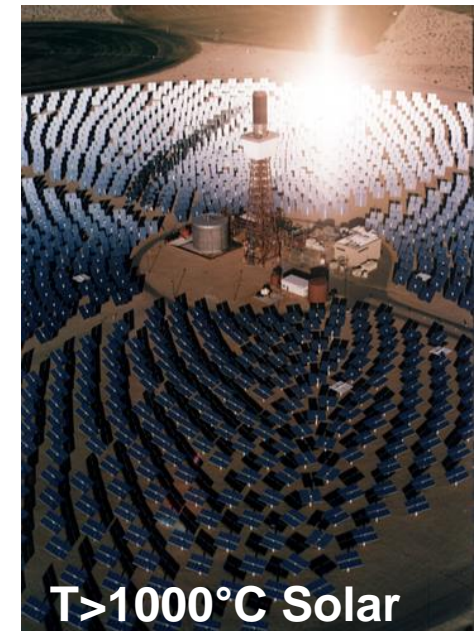
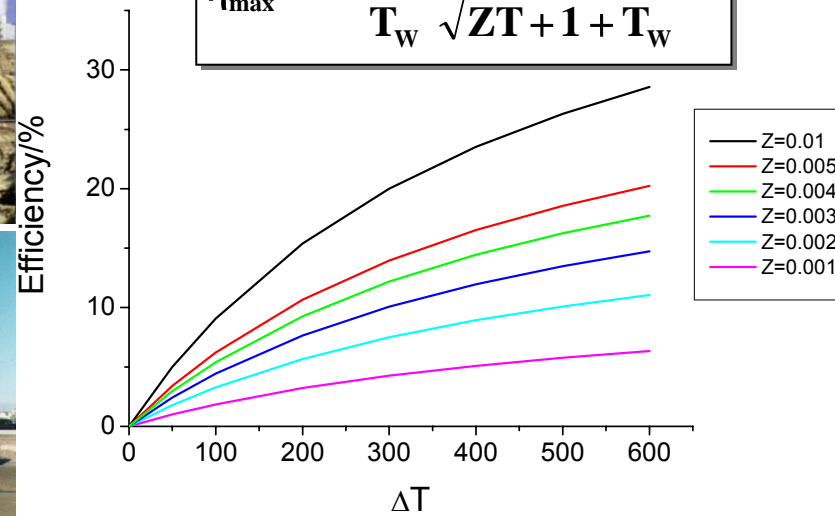
Thermoelektrische Wandler beruhen nicht auf mechanischen oder chemischen Umwandlungen und sind daher lautlos, emissionsfrei und langlebig.

-> **Wärmekraftmaschine ohne bewegliche Teile**

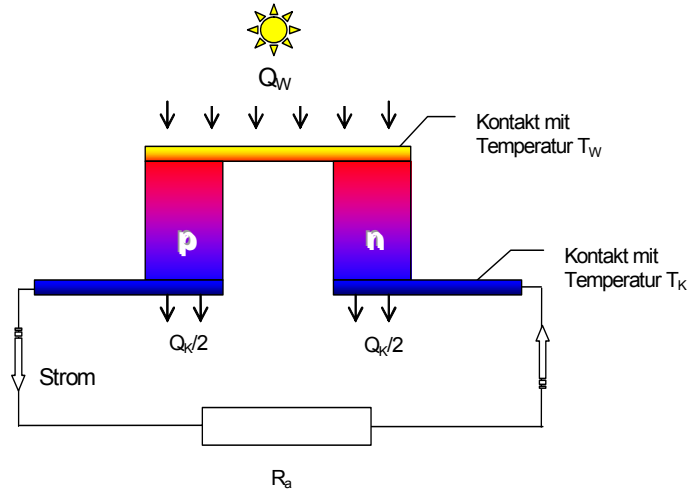
Anwendungen:



$$\eta_{\max} = \frac{T_W - T_K (\sqrt{ZT+1} - 1)}{T_W \sqrt{ZT+1} + T_W}$$



Materialanforderung für solar-thermoelektrische Konverter

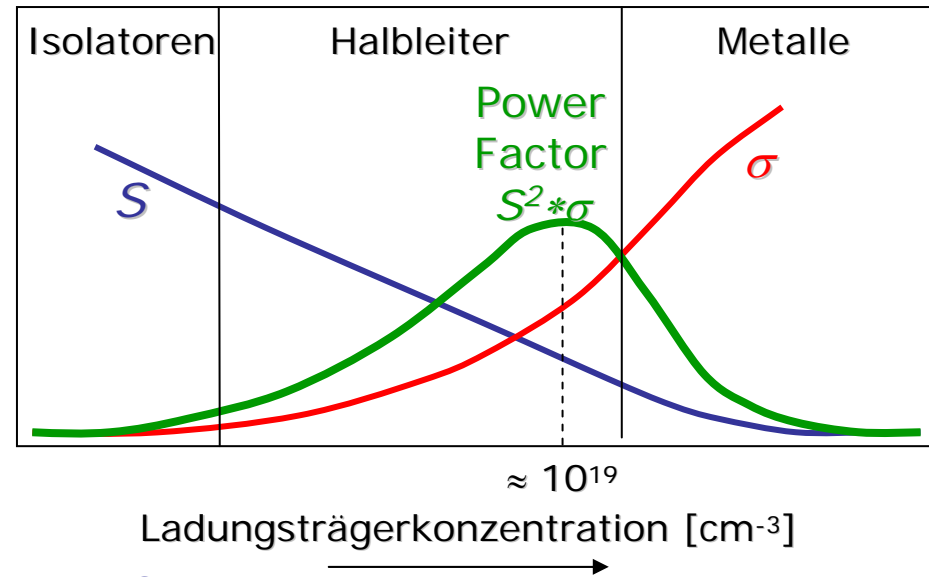


Thermoelektrische Effektivität

Seebeck Koeff. Elektr. Leitfähigkeit

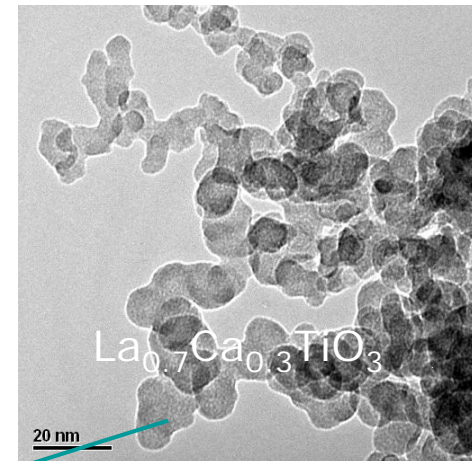
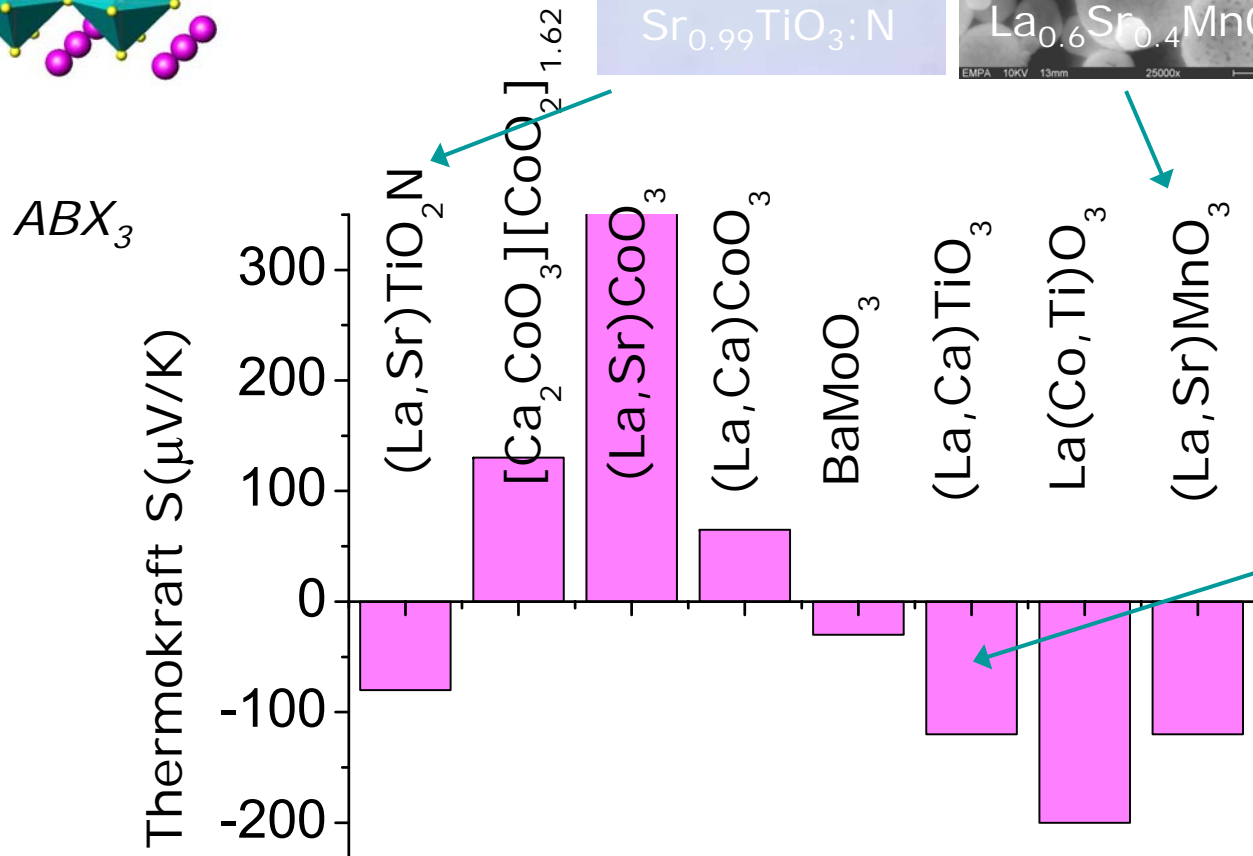
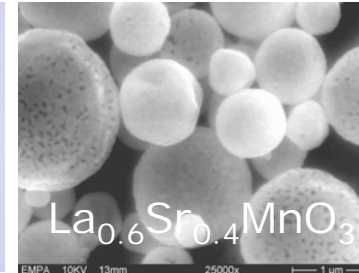
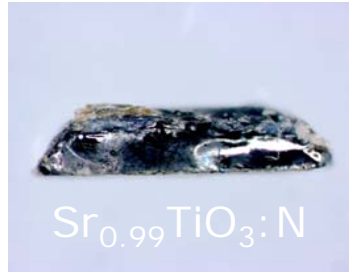
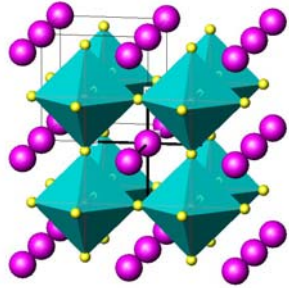
Wärmeleitfähigkeit

$$ZT = \frac{S^2 \sigma}{\kappa} T$$



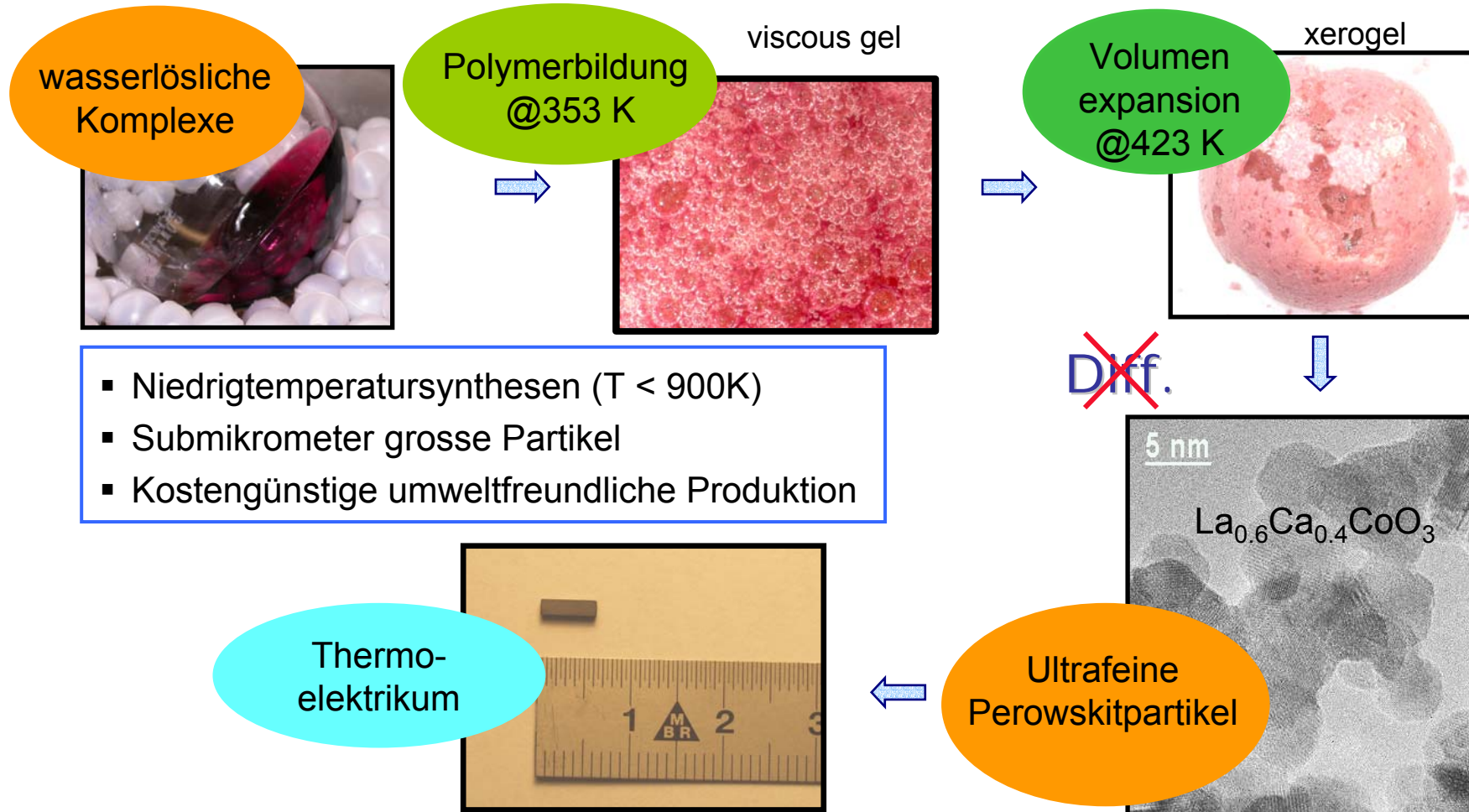
- ✓ oxidations- und thermostabil@T_w
- ✓ p- und n-Halbleiter-Schenkel mit ähnlichem S, s, und k
- ✓ Ladungsträgerkonzentration: n ~ 10¹⁹ cm⁻³
- ✓ grosse thermoelektrische Effektivität: ZT ~ 1

Thermokraft ausgewählter Perowskitphasen bei Raumtemperatur



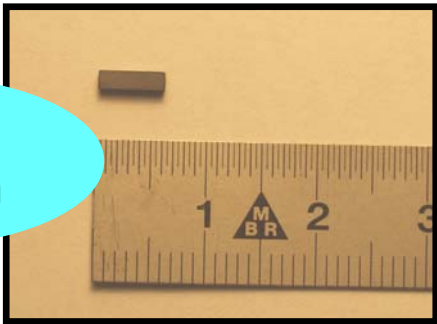
Auswahl: an der Empa synthetisierte komplexe Oxide

Chimie douce Synthesen



- Niedrigtemperatursynthesen ($T < 900\text{K}$)
- Submikrometer grosse Partikel
- Kostengünstige umweltfreundliche Produktion

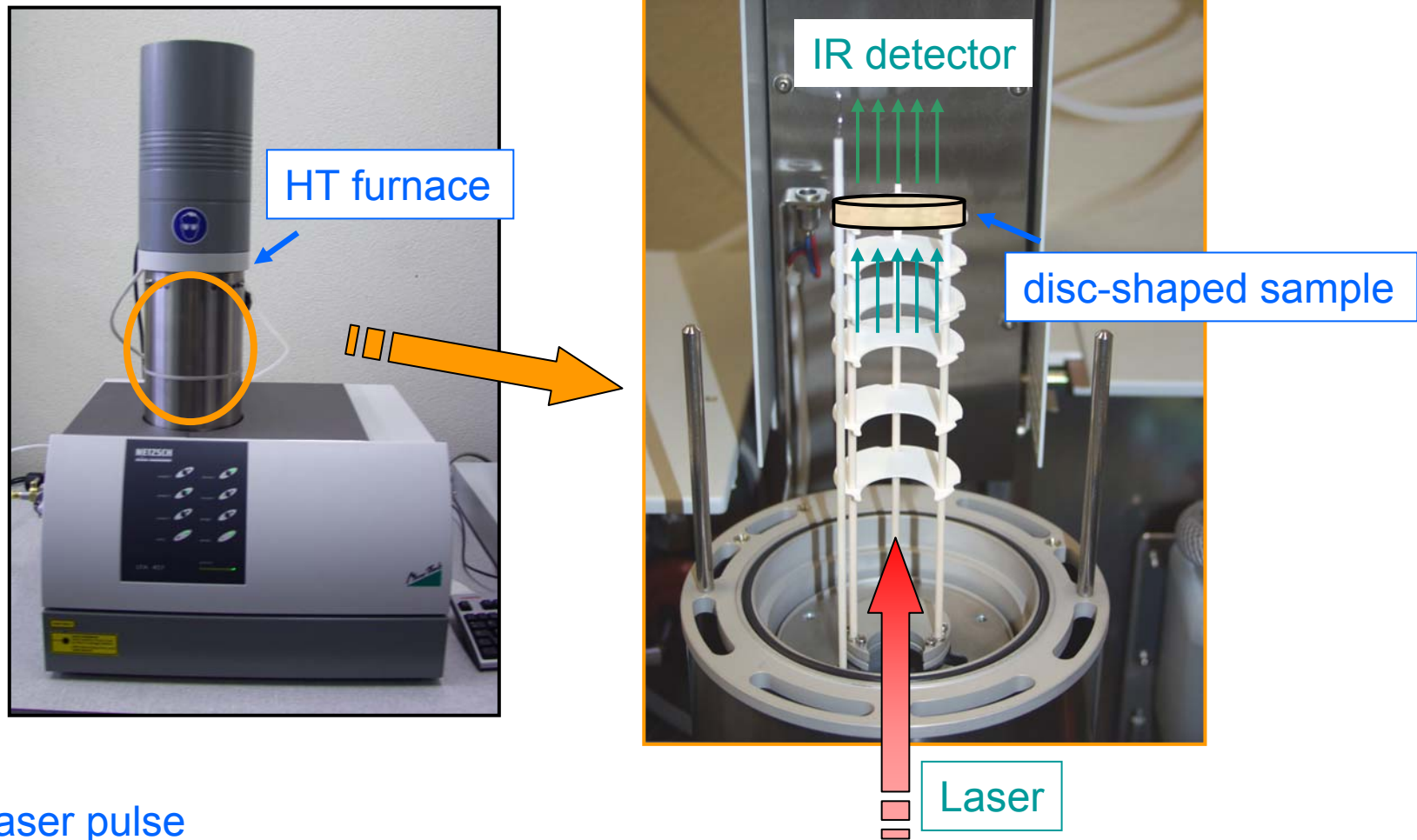
Thermo-
elektrikum



⇒ Verringerung der Wärmeleitfähigkeit
von $k = 2.5 \text{ W/mK}$ auf $k = 0.5 \text{ W/mK}$ 0.48

Messungen der Wärmeleitfähigkeit

Laser flash Methode (Netzsch LFA 457)

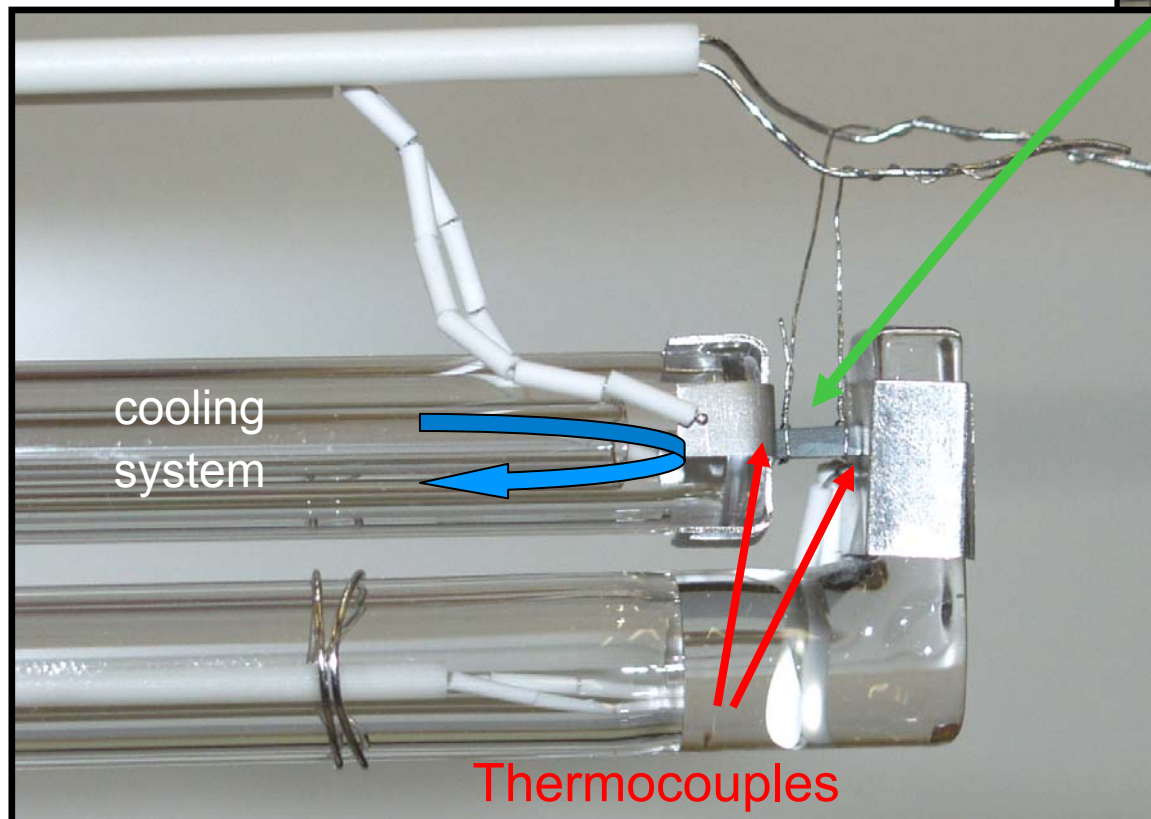
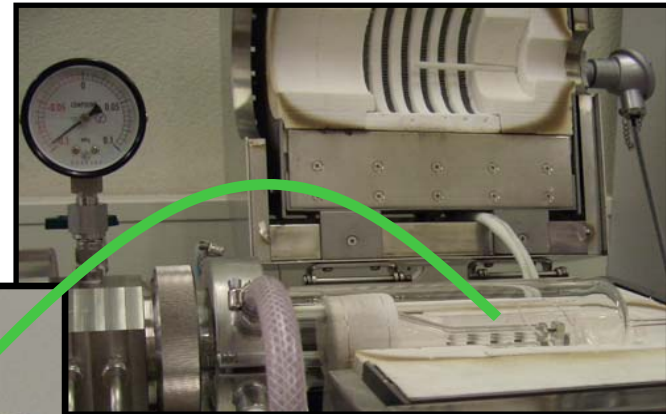


- short laser pulse
- IR detector: temperature signal vs time

Thermokraft- und elektrische Leitfähigkeits-Messungen

$300\text{ K} < T < 1273\text{ K}$

RZ2001i unit; Ozawa Science (Japan)



Proben:

- bulk
- dünne Filme

In Vakuum oder
definierter
Gasatmosphäre

Ferrate als potentielle neue Thermoelektrika

z.B. $\text{La}_{0.95}\text{Ca}_{0.05}\text{Fe}_{0.95}\text{Ni}_{0.05}\text{O}_{3-d}$

PF = $1 * 10^{-4} \text{ W/K}^2 \text{ m}$ @ 1140 K

