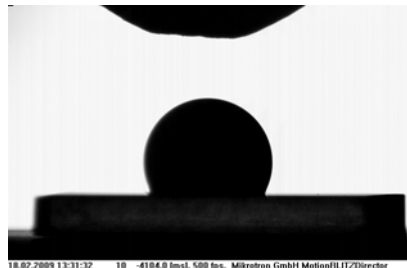


# **Elektrostatische Levitation als alternative Plattform zur Messung thermophysikalischer Eigenschaften flüssiger Materialien**

J. Brillo, A. I. Pommrich, A. Meyer

# Forschungsschwerpunkte (1-g)

Größe	Phase	Methode
Spezifische Wärme	Fest	DSC
Übergangstemperaturen Schmelzwärme	Fest/Flüssig	DSC
Dichte	Flüssig	Levitation (EML & ESL)
Oberflächenspannung	Flüssig	Levitation (EML)
Viskosität , $T < 2000 \text{ }^\circ\text{C}$	Flüssig	Schwingtiegel / ESL
Kontaktwinkel	Flüssig	Sitzender Tropfen



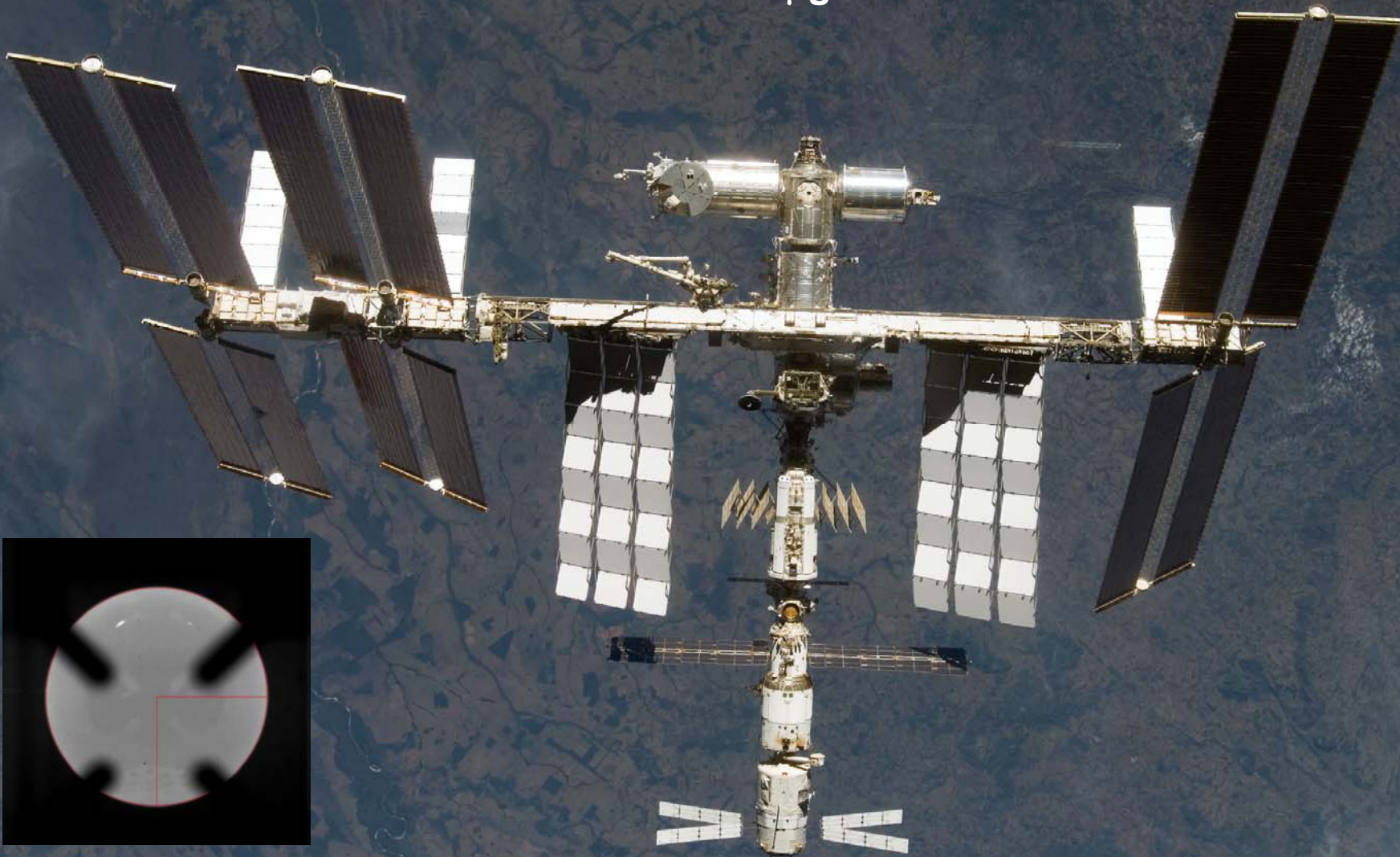
18.02.2009 13:31:32 10 -4104.0 [ms], 500 fps, Mikrotren GmbH MotionBLITZDirector



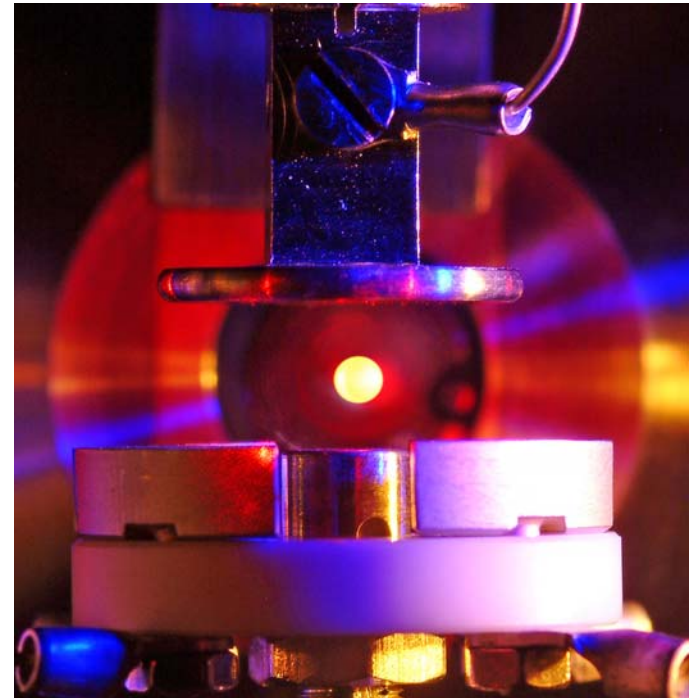
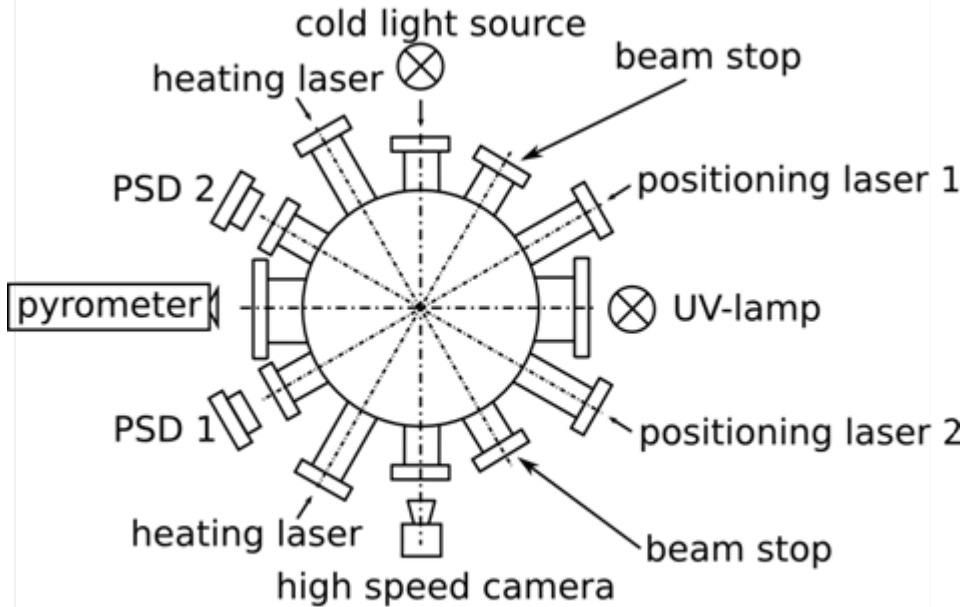
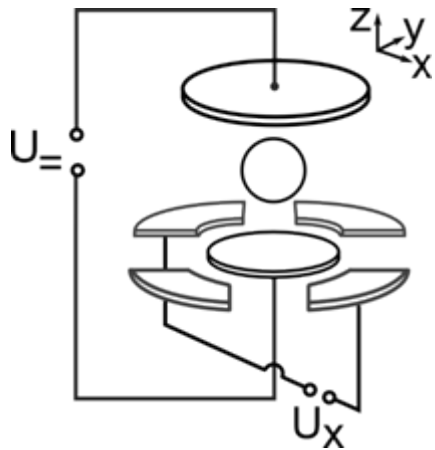
# Problemstellung / Motivation

Bestimmung der Viskosität einer hochreaktiven Legierung, z. B. ZrNi

bisher nur unter  $\mu\text{g}$  ...



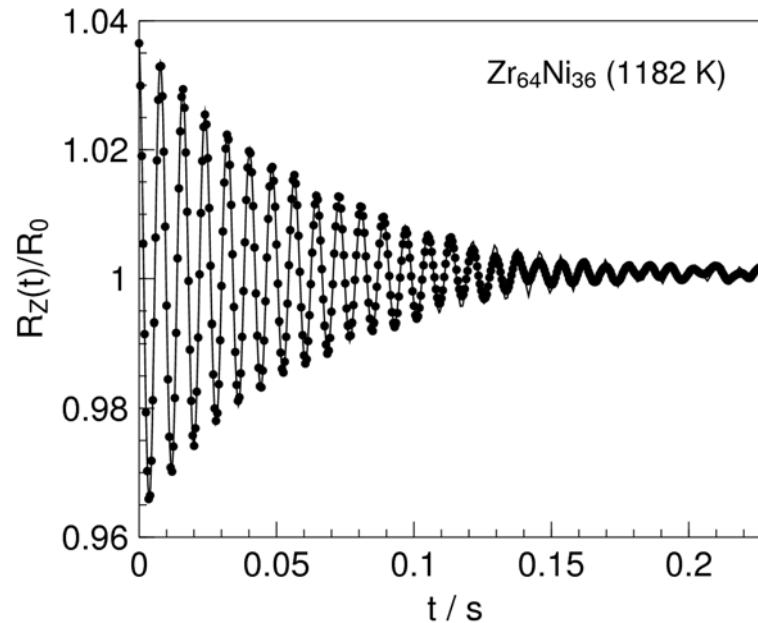
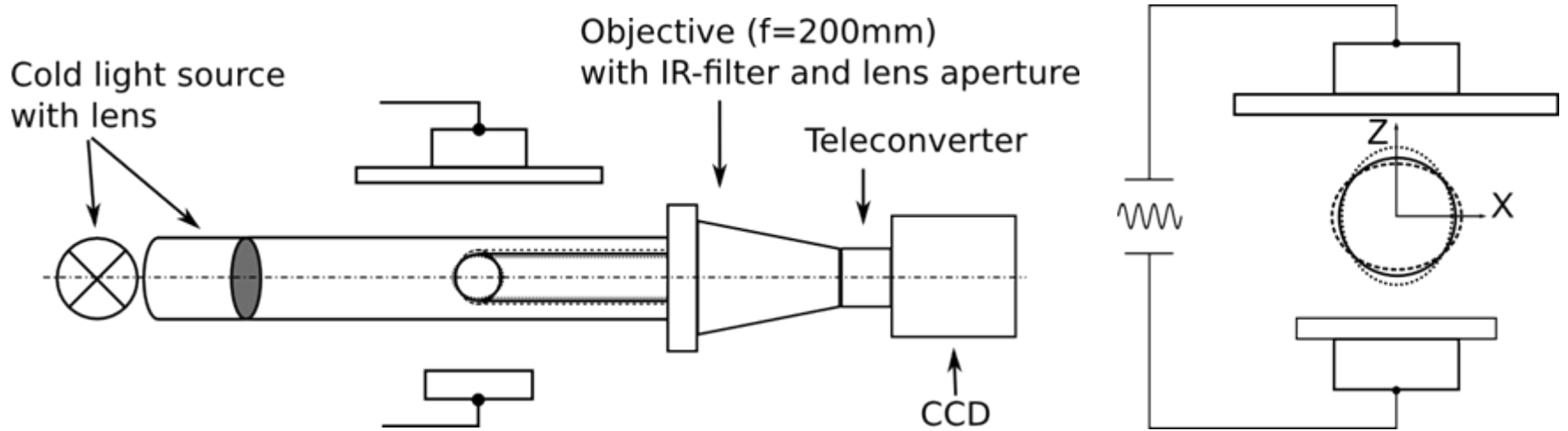
# Elektrostatistische Levitation



Prinzip:

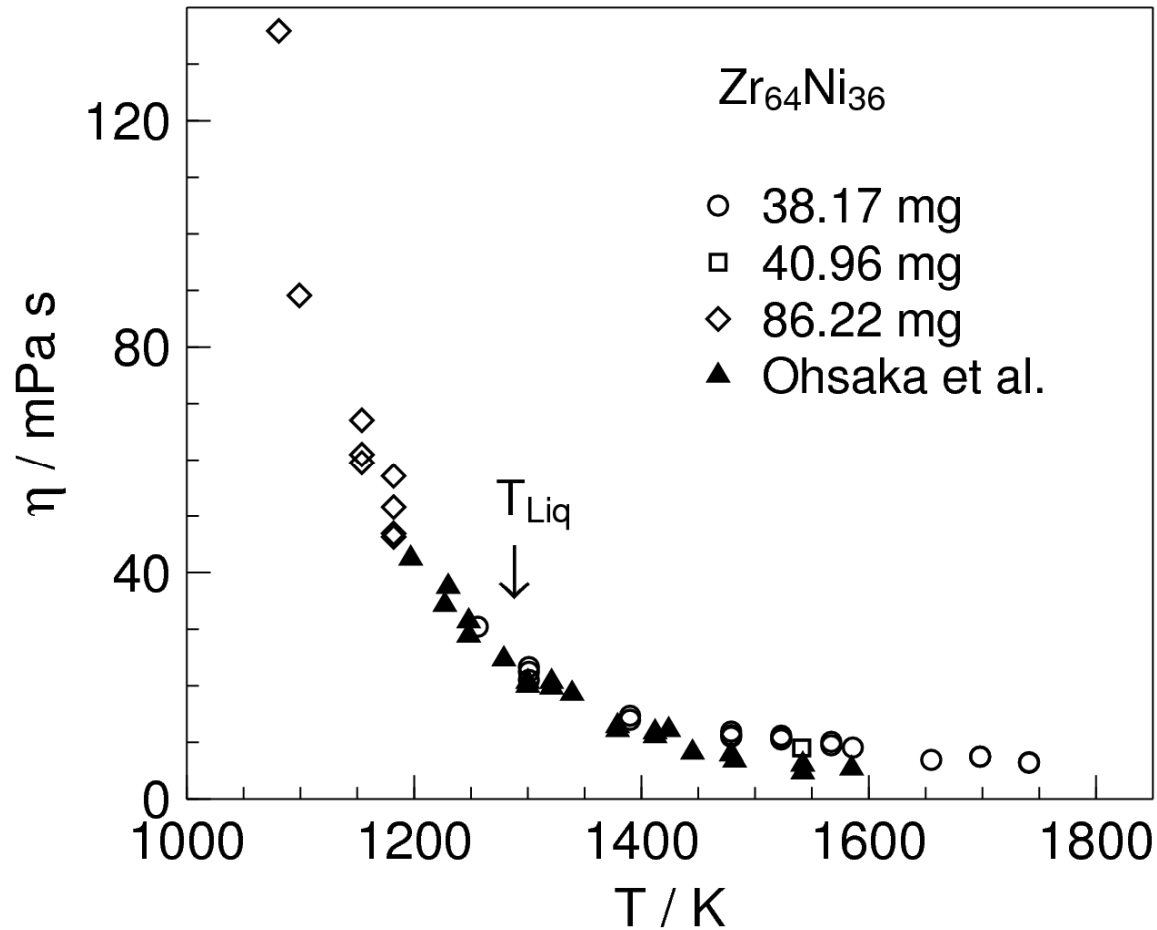
**Aufgeladene Probe** wird im E-Feld in der Schwebelage gehalten  
Heizen durch **IR-Laser**

# Messprinzip Viskosität



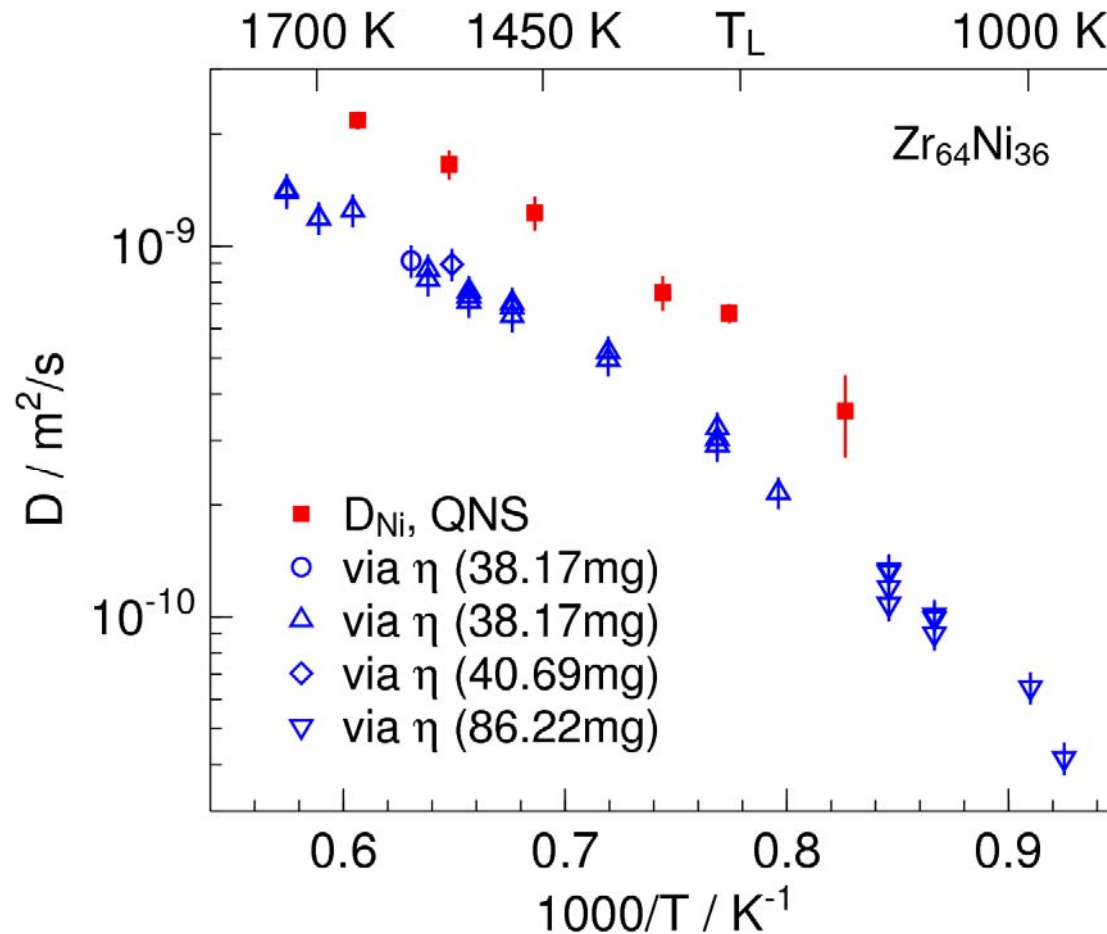
$$\eta = \frac{3m}{20\pi} \frac{\tau}{R_0}$$

# Ergebnis Viskosität



ESL Messungen von Ohsaka werden reproduziert

# Vergleich mit Stokes Einstein



$$D = \frac{k_B T}{6\pi r \eta}$$

etwa 20 % systematische Diskrepanz

# Fehlerquellen ?

~~Levitationskraft / Regelfrequenz~~

~~Nichtlineare Effekte (Marangoni etc)~~

~~Probengröße / Form~~

Viskosität

$\eta$  klein – leichte Deformation

$\eta$  gross – Anregung schwierig

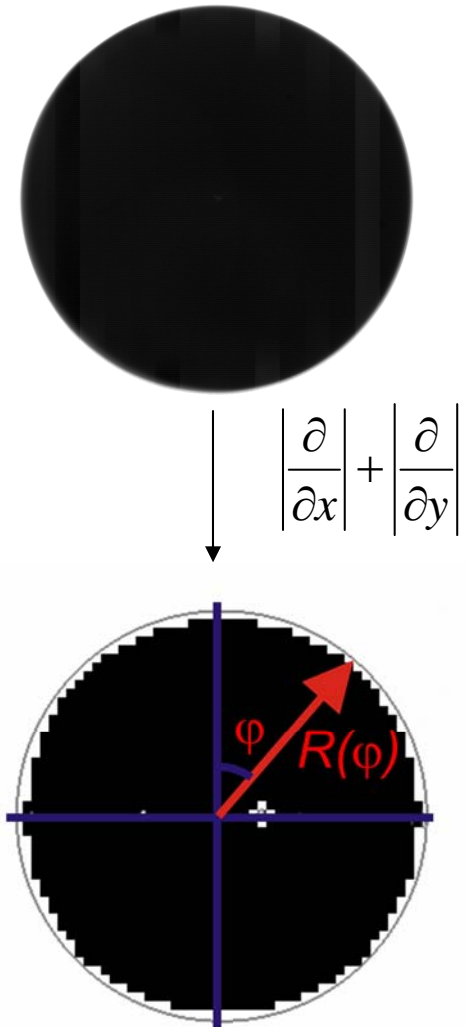
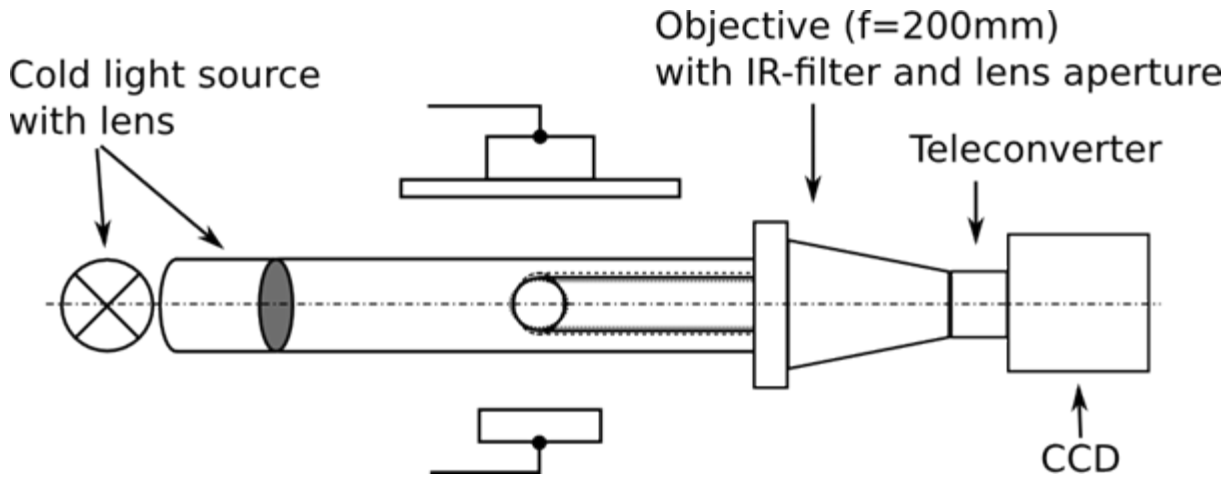
$$\eta = \frac{3m}{20\pi} \frac{\tau}{R_0}$$

Vergleich mit klassischem Standardverfahren nötig !!

(Problem: Bisher kein geeignetes Referenzsystem gefunden (u.a.))



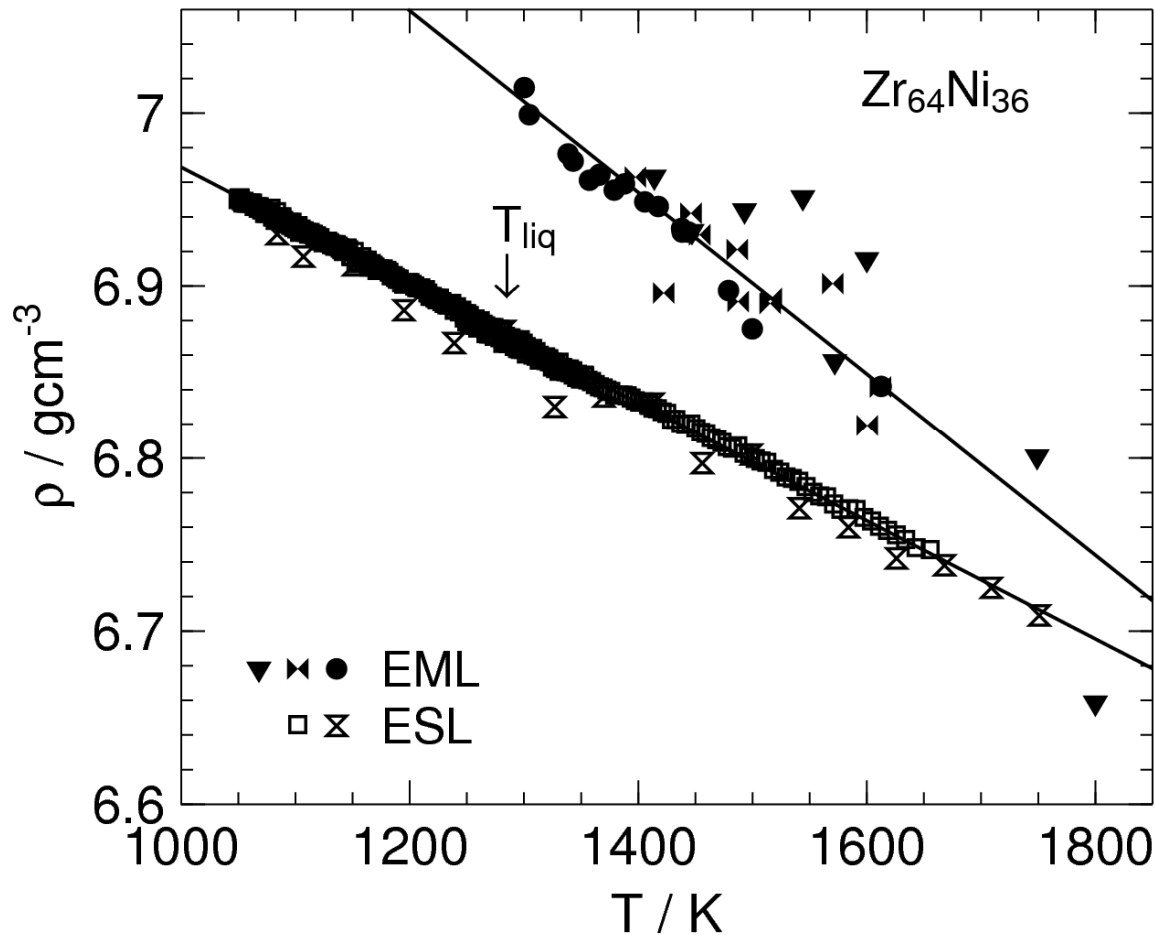
# Messprinzip Dichte



$$V = q \frac{2}{3} \pi \int_0^{\pi} \langle R(\varphi) \rangle^2 \sin(\varphi) d\varphi$$

$$\Delta \rho / \rho \leq 1 \%$$

# Ergebnisse Dichte



Hohe Reproduzierbarkeit ( $\Delta < 0.1\%$ )  
Kurze Messdauer ( $< 30\text{ s}$ )

Vergleich mit EML :  $> 1\%$  Systematische Abweichung – Ursache: Eichung ?

# Diskussion ESL

## Vorteile:

- wohldefinierte Umgebung (wahlweise Vakuum oder Gas)
- berührungslos (Unterkühlung, Reinheit etc)
- Probe nahezu kugelförmig, sehr stabil
- Stark dämpfendes Magnetfeld nicht vorhanden.
- Eröffnet Möglichkeiten für die genauere Messung von TP Daten (Dichte, Viskosität etc)
- Metalle und Nichtmetalle können prozessiert werden

## Nachteile:

- Abdampfung
- Ladungsverlust
- Nicht alle Materialien können gleich gut levitiert werden
- Nicht kräftefrei (z. B. OF-Spannung kann nicht gemessen werden)

# Ausblick

Das Potenzial der ESL als Thermophysikalisches Messgerät ist noch nicht ausgeschöpft:

Denkbar wären u.a. Anwendungen zur Messung von

- Spezifischer Wärme (Modulationskalorimetrie)
- Dampfdruck, Abdampftrate