

## ***Mikrozugversuche:***

***Warum der Probenklemmung und –ausrichtung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden muss.***

Forschung & Entwicklung  
CC Mechanische Systeme

**Prof. Dr. Udo Lang**  
Dozent

T direkt +41 41 349 32 13  
udo.lang@hslu.ch

Horw

***Gut geklemmt ist halb gewonnen – gut geklemmt  
und gut ausgerichtet ist ganz gewonnen***

## Übersicht

- Warum überhaupt Mikrozugversuche?
- Besondere Anforderungen bei Mikrozugversuchen
- Mikroprobenhalter
- Ausrichtvorrichtung
- Aktuelle Ergebnisse
- Ausblick: weitere Miniaturisierung

## Warum überhaupt Mikrozugversuche?

- wenn typische Dimensionen technischer Bauteile in der Größenordnung einzelner Körner (d.h. etwa 50 – 100  $\mu\text{m}$  bei metallischen Werkstoffen) liegen, kann die Annahme der isotropen Werkstoffeigenschaften nicht mehr aufrechterhalten werden und weitere Materialuntersuchungen an Proben in ähnlichen geometrischen Dimensionen werden notwendig
- wenn Materialeigenschaften an kritischen Querschnitten bestimmt werden müssen und die Präparation von Standardproben nicht möglich ist (s. Abb.)

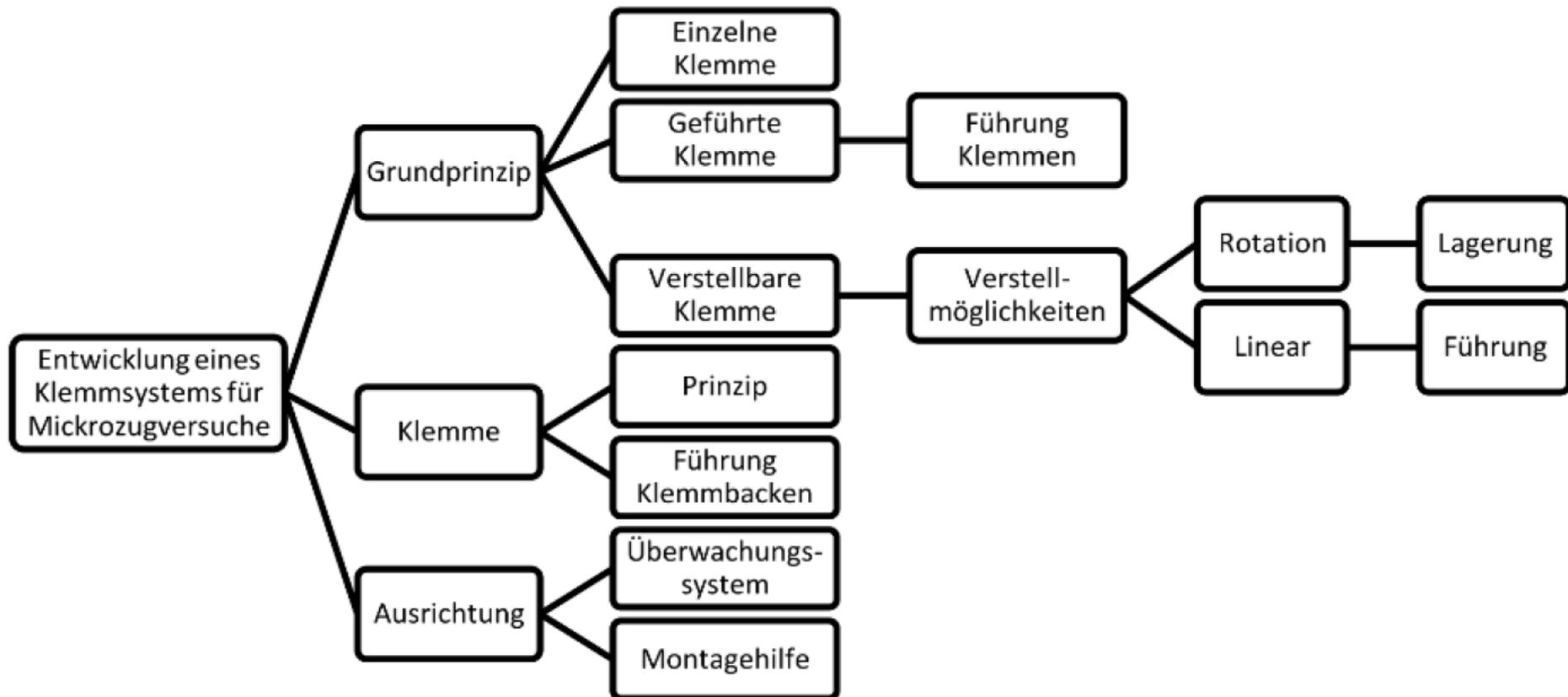


## Anforderungen an ein Klemmsystem für Mikroproben

- Definition Mikroproben: mind. eine Dimension  $< 1\text{mm}$
- sichere, reproduzierbare Klemmung
- vorzugsweise für Flachproben, aber nicht darauf beschränkt (keine Normen)
- Prüfkräfte: 2.5 kN (-> zwickiLine), Klemmkräfte mind. 4 kN
- Kraftkonstanthaltung (testXpert) während Probenklemmung möglich
- Probenachse = Zugachse für 1 mm dicke Probe
- Klemmbacken immer parallel zueinander => kein Schrägzug auf Proben
- bedienerfreundliche Ausrichtung und Bedienung
- berührungslose Dehnungsmessung (hier: laserXtens)

## Diplomarbeit Fabian Geiger

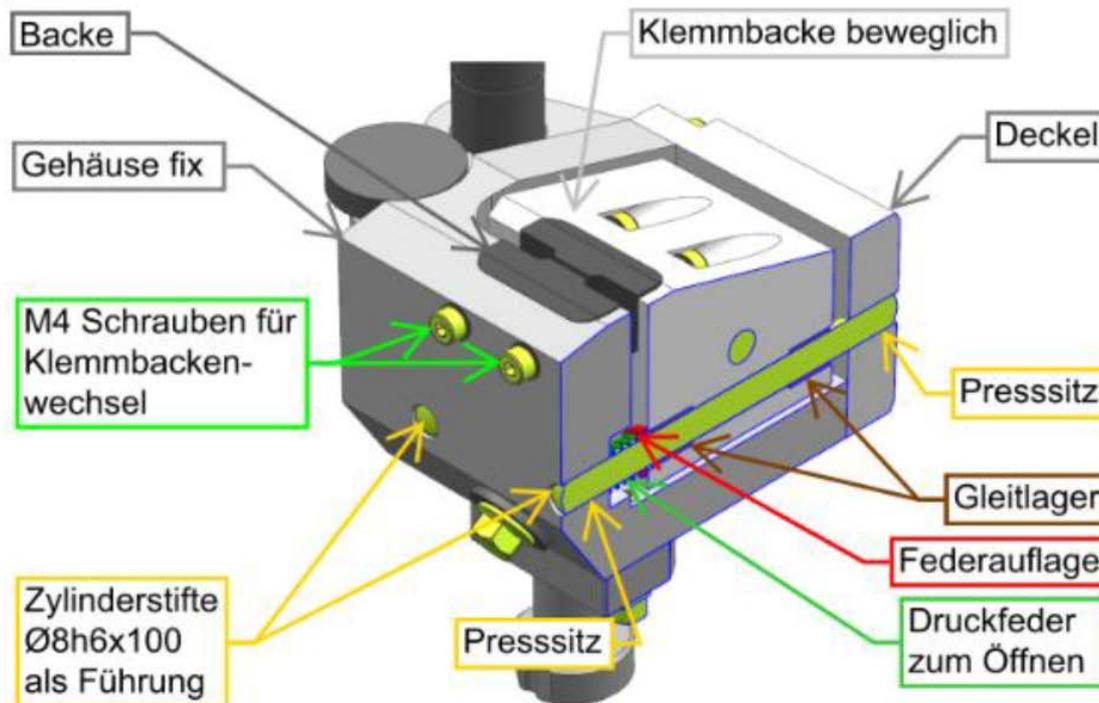
### Lösungsfindung: Über eine systematische Analyse...



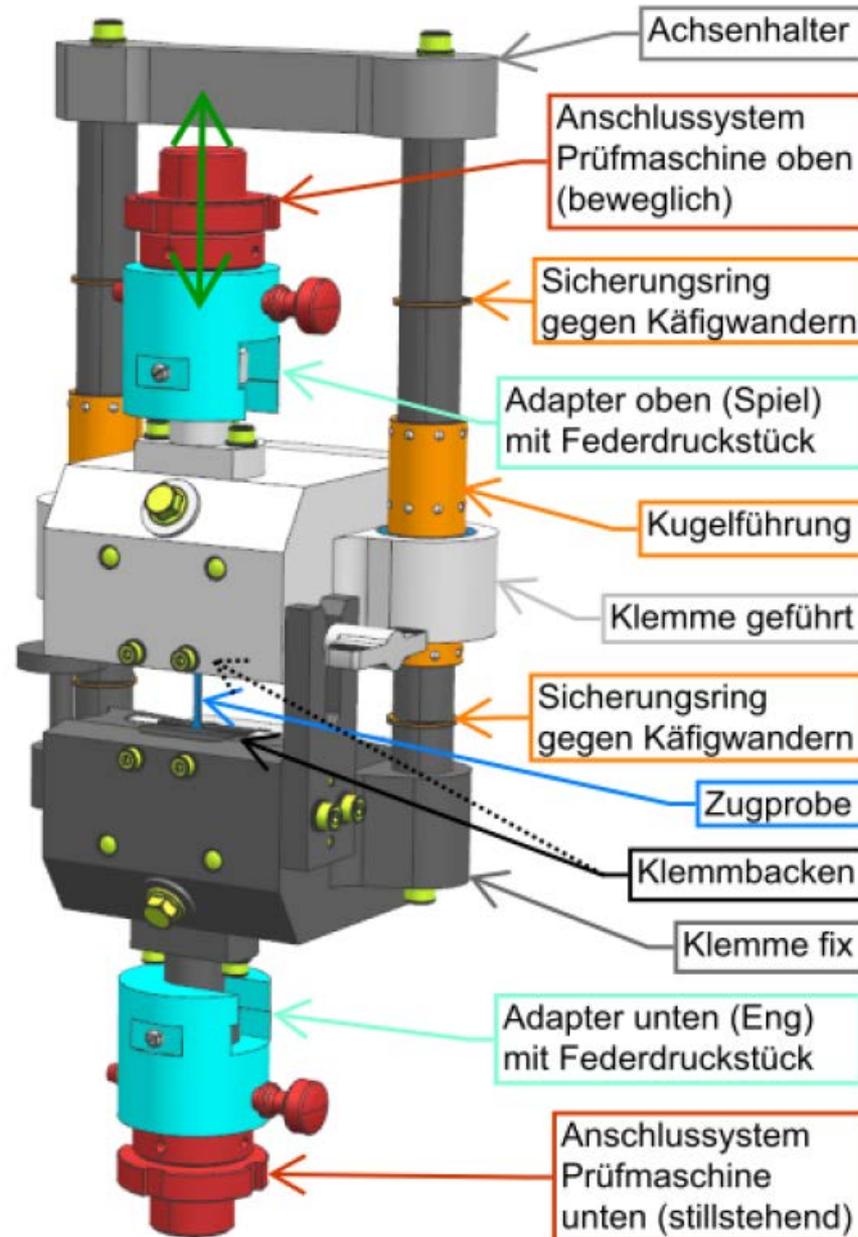
## Konstruktion der Klemmbacken

### - Wichtigste Elemente

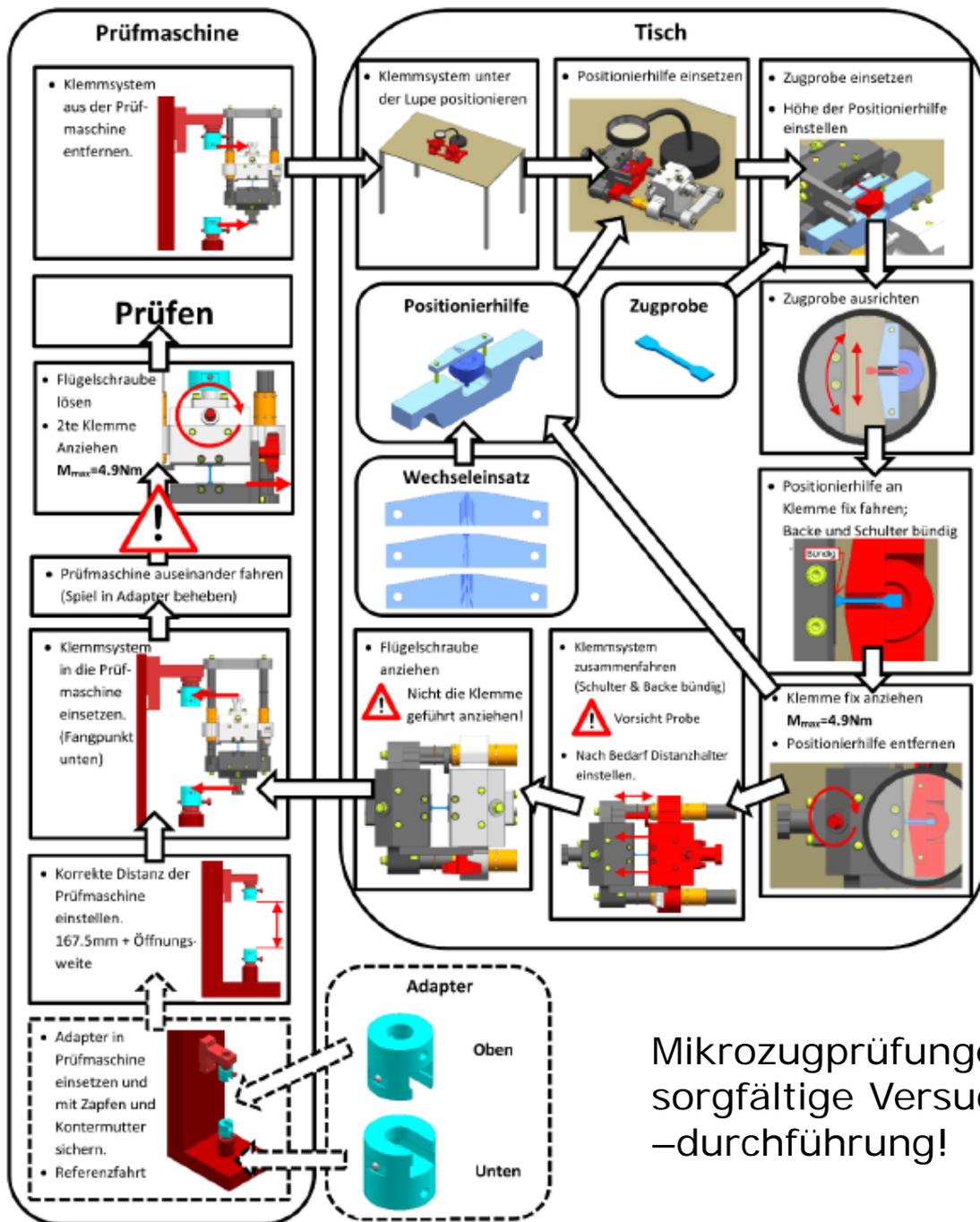
- Spannsystem                   => hohe Klemmkräfte  
   => kompakt
- Zylinderstifte und Gleitlager um Kippen der Klemmbacken zu vermeiden
- austauschbare Klemmbacken



# Mikroproben- halter

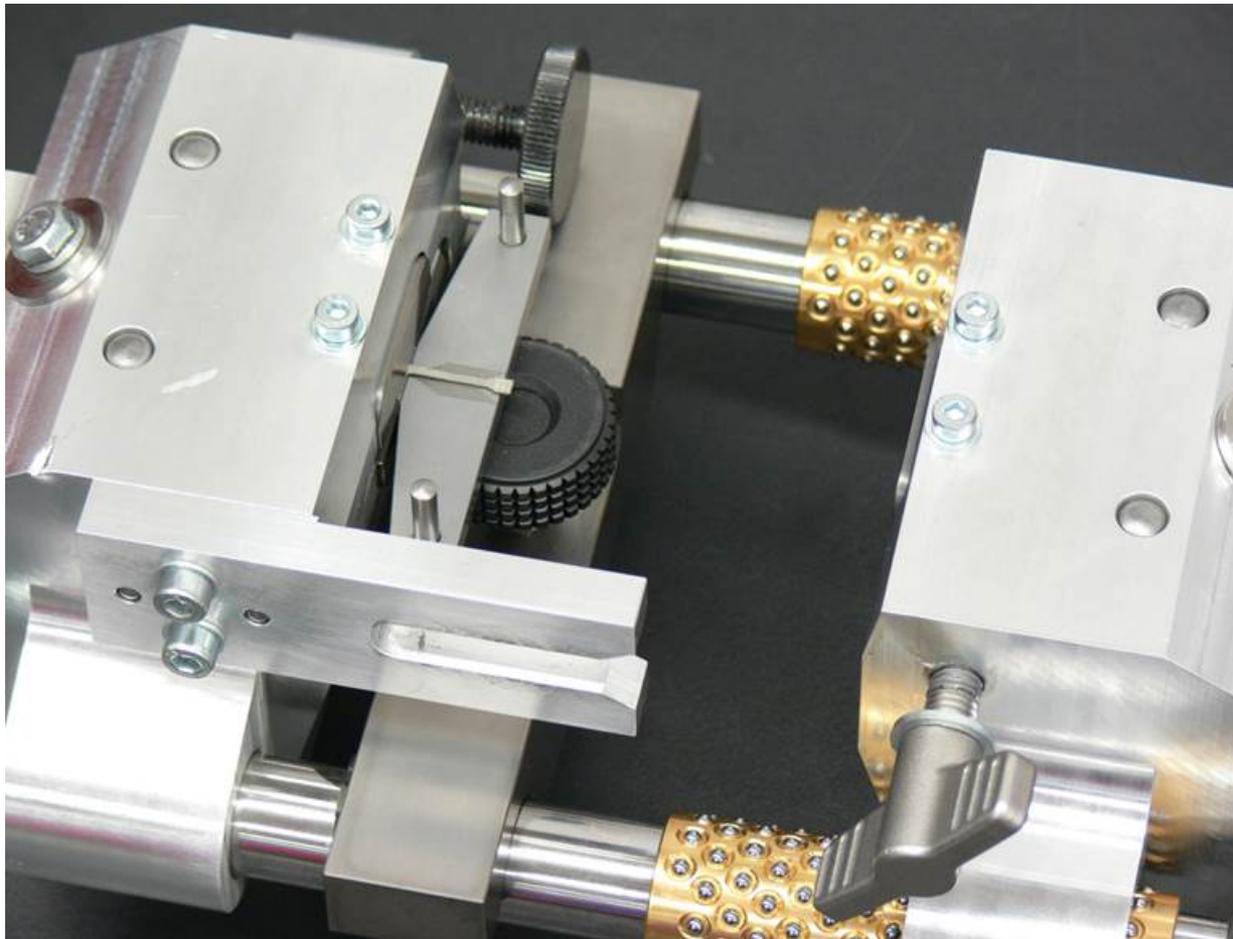


# Ablauf der Prüfung



Mikrozugprüfungen erfordern eine sorgfältige Versuchsvorbereitung und -durchführung!

## Positionierhilfe (I)



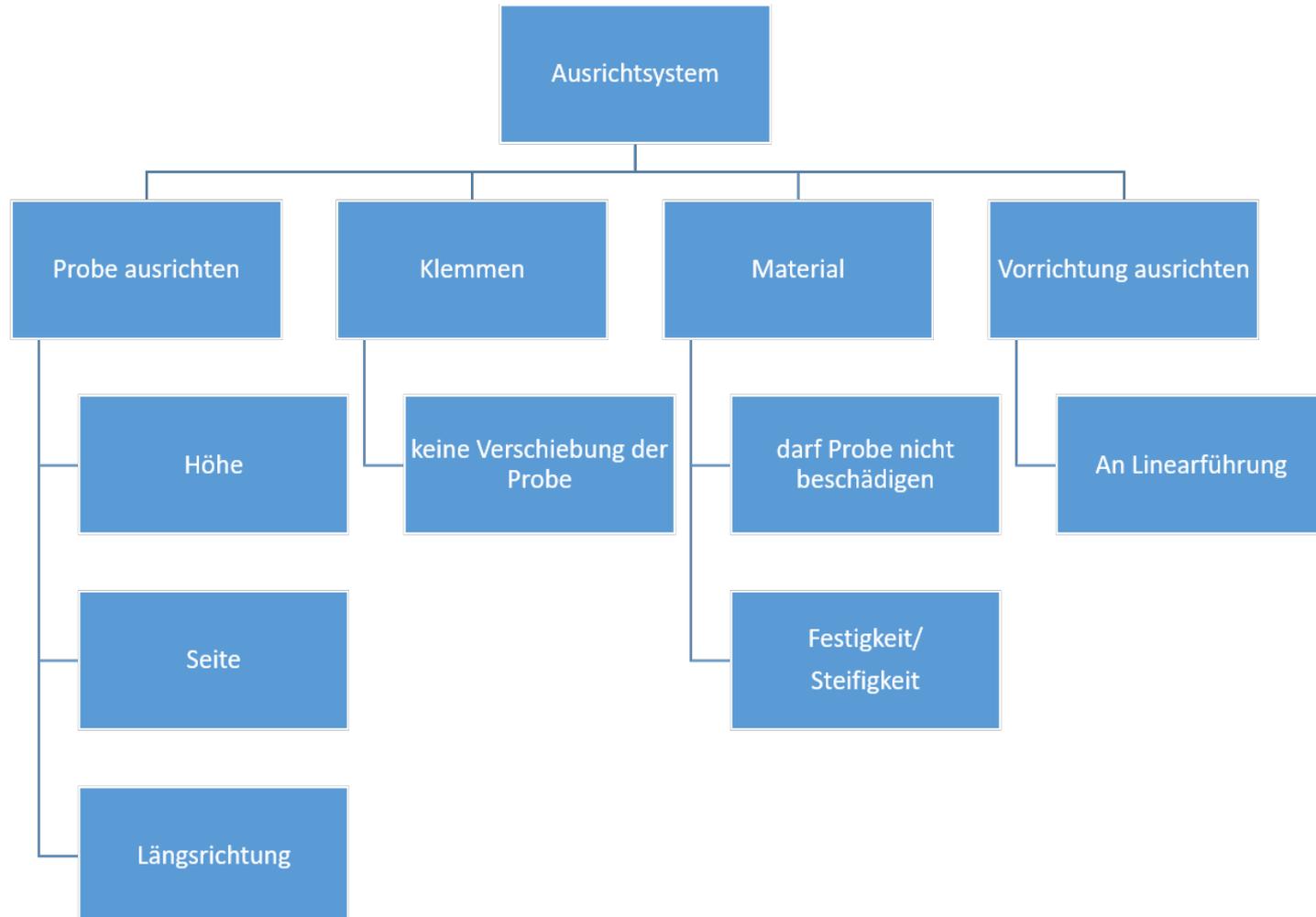


## Anforderungen an eine Ausrichtvorrichtung

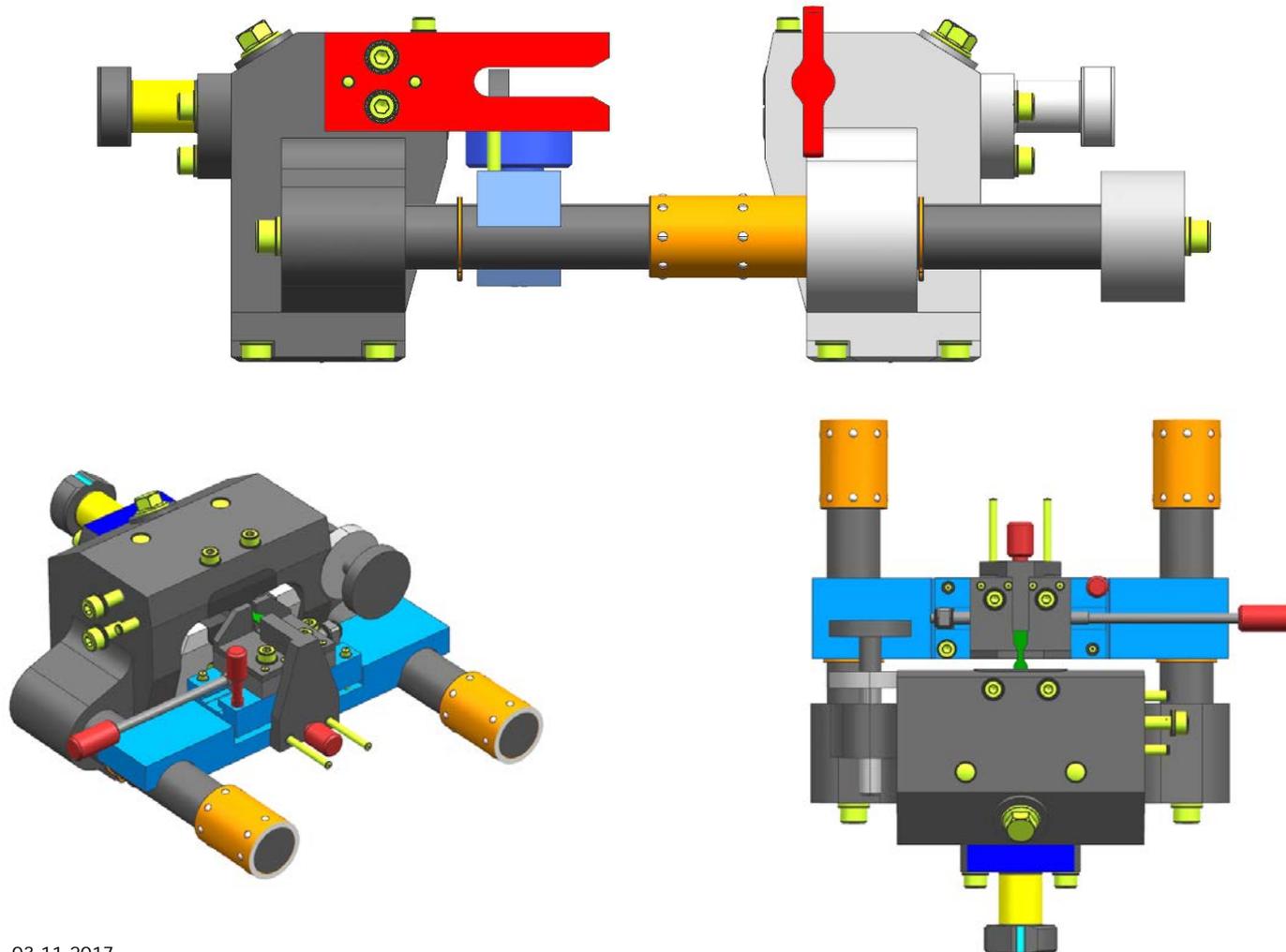
- kompatibel mit Klemmvorrichtung
- Ausrichtvorrichtung verwendbar unter Stereomikroskopen
- Probendimensionen: L 10-20mm, B 0.1-10mm, T 0.2-2mm
- Für verschiedene Probengeometrien (rund oder flach) adaptierbar
- Ausrichtgenauigkeit der Probenachse  $\leq 1^\circ$  relativ zur Zugachse

## Diplomarbeit Alexander Hausheer

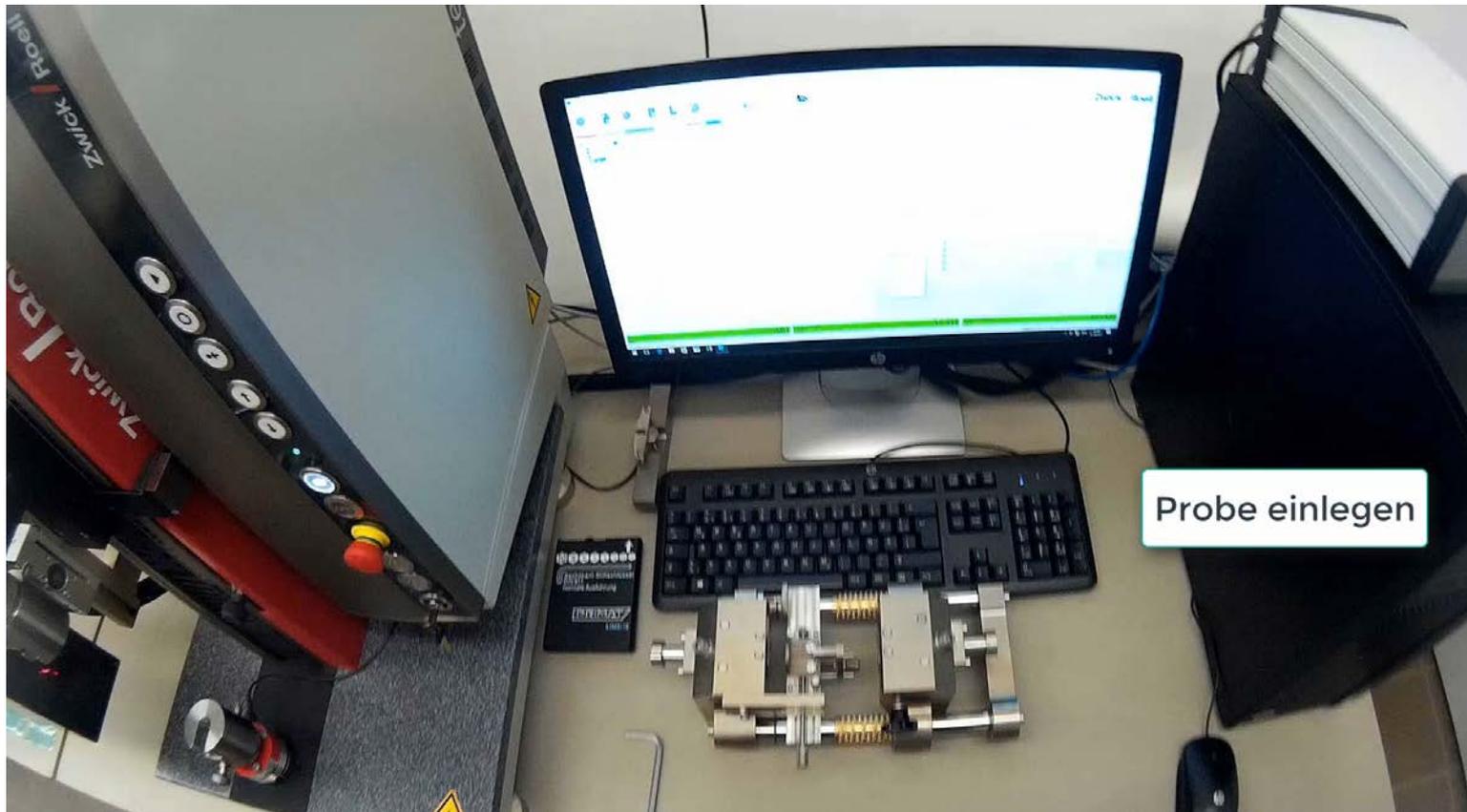
### Lösungsfindung: Über eine systematische Analyse der Problemstellung...



...zur Lösung (hellblau: Ausrichtvorrichtung)

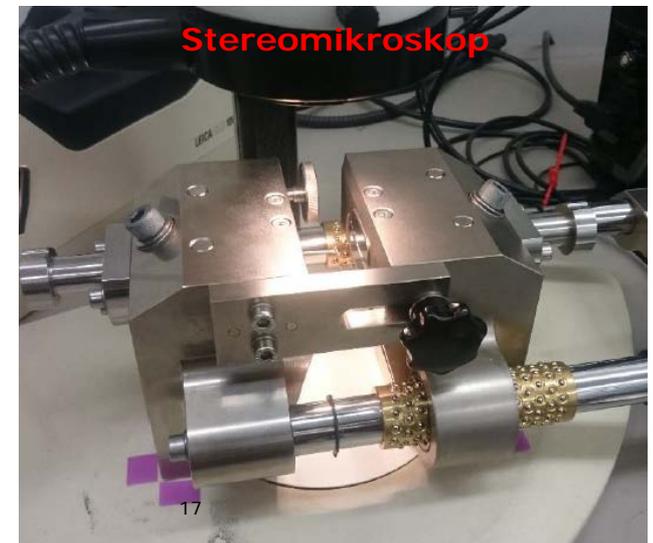
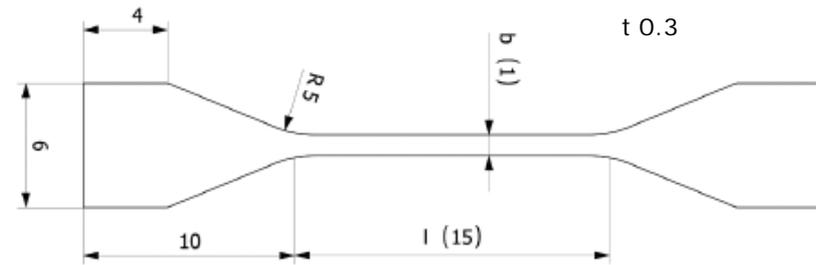


## Ablauf der Prüfung



## Ergebnisse

- Erste Messserie
  - 20 Proben einer Al-Legierung wurden geklemmt und dann die Abweichung von der Zugachse in Photoshop gemessen
  - Winkelabweichung händisch:  $0.43^\circ$
  - **Winkelabweichung mit Ausrichtsystem:  $0.11^\circ$**
  - Zugversuche auf zwickiLine:  
**geringere Streuung der Ergebnisse mit Ausrichtsystem**

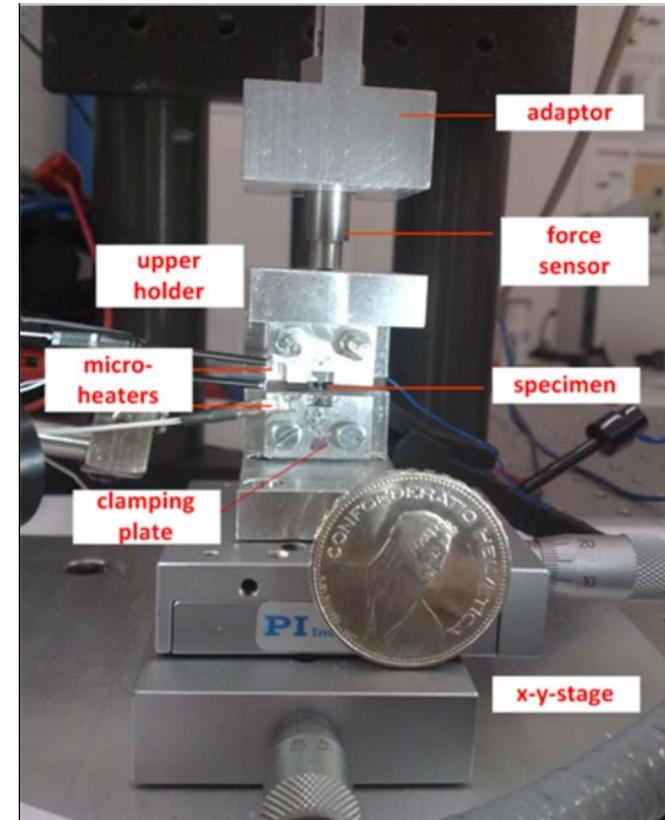
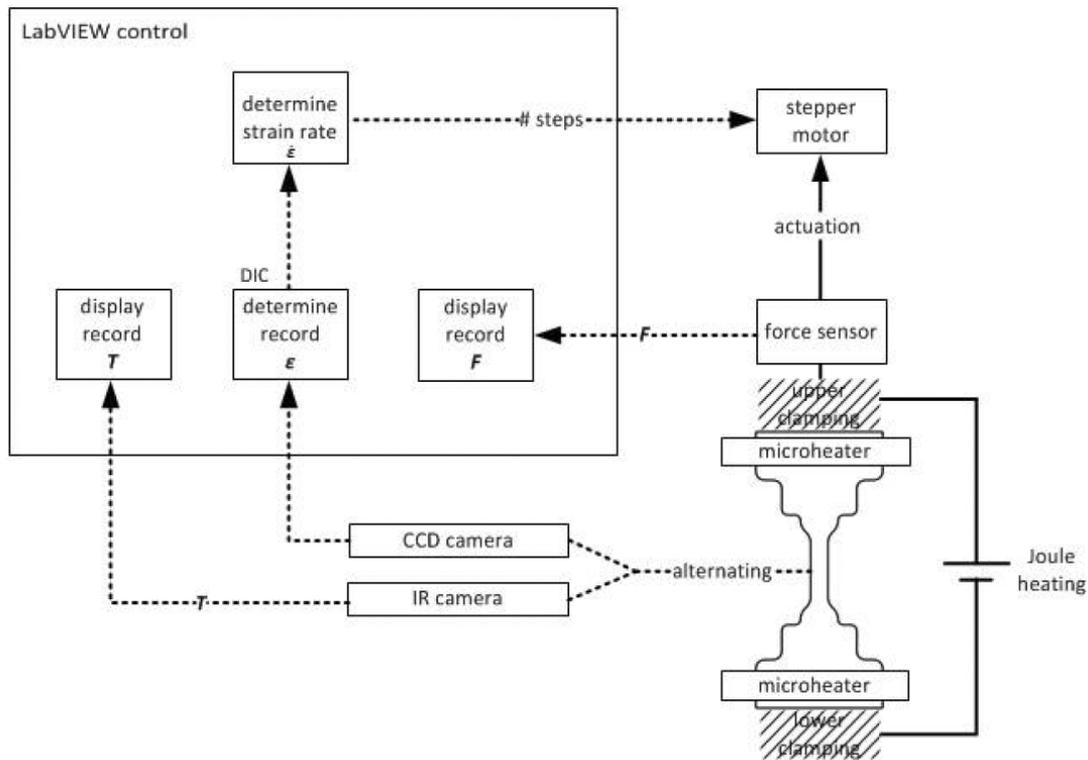


## Zusammenfassung

- eine genaue Ausrichtung der Mikroproben ist für eine Reduktion der Messunsicherheit unerlässlich
- eine genaue Ausrichtung ist nur durch Vorrichtungen möglich, die ein Verrutschen während des Klemmens verhindern
- so lange es keine Normen im Bereich der Mikrozugprüfung gibt, können auch keine speziell angepassten Klemmvorrichtungen eingeführt werden, somit müssen alle Backen und Anschläge austauschbar sein
- Prüfungen im Mikrobereich erfordern ein sehr sorgsames und konzentriertes Vorgehen
- Ausblick: letzter grosser Unsicherheitsfaktor ist die genaue Bestimmung der Mikroprobengeometrie

## Ausblick: Hochtemperaturversuche an Mikroproben

- wichtig für Sensoren in Hochtemperaturanwendungen
- Idee: Widerstandsheizung, spezielle Probengeometrie
- berührungslose Messung von Temperatur und Dehnung



## Mikrozugversuche an der Hochschule Luzern: Setup 2.0

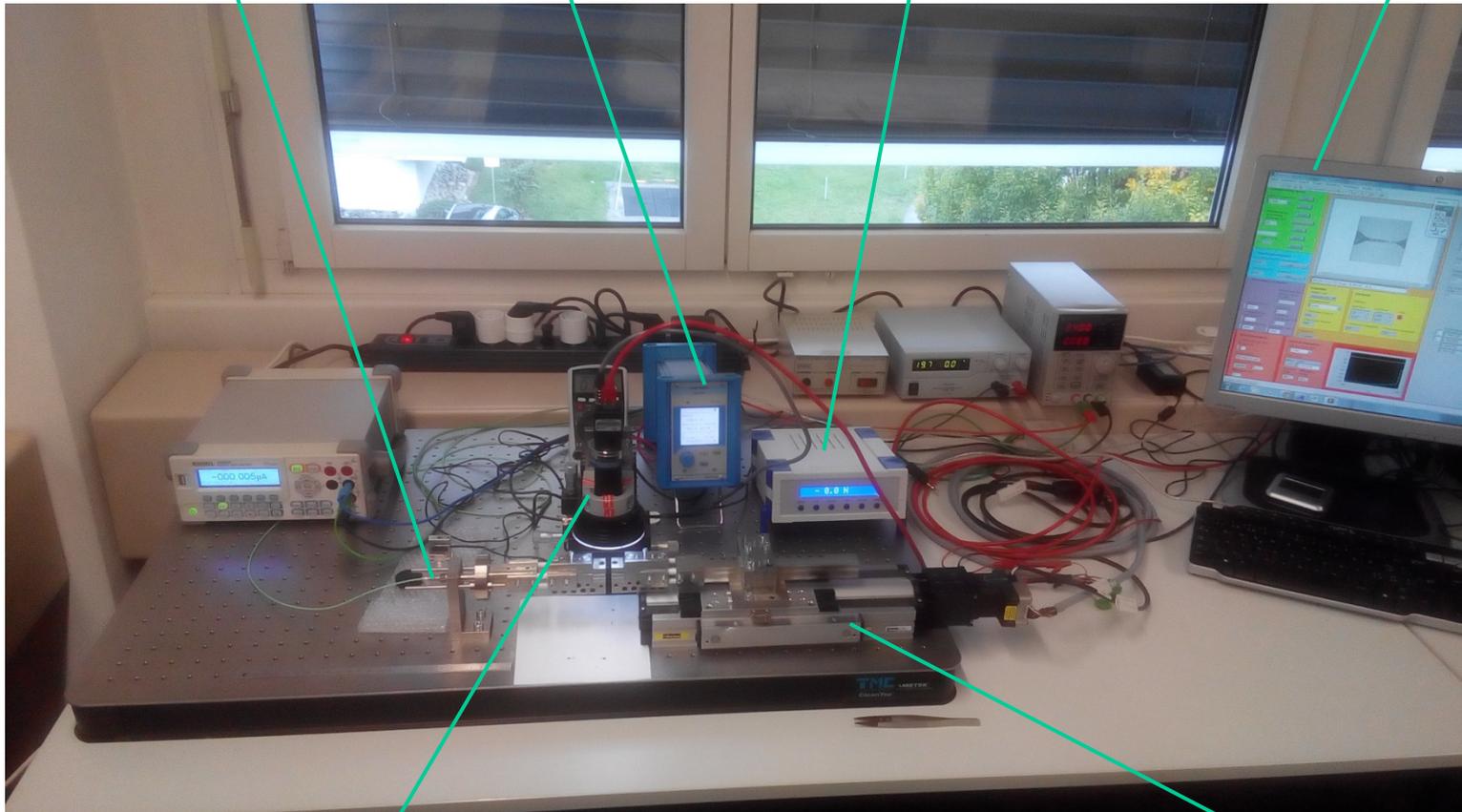
- Hauptaugenmerk liegt auf Präzision der mechanischen Baugruppen

piezoelektrische  
Karftsensoren 9217A

Ladungsverstärker  
5018

piezoresistive Messkette  
(statisch)

LabVIEW



Mikroskopkamera: **telezentrisches** Objektiv + 5 MP CCD Kamera

Parker 404XR Linearachse;  
 $F_{\max, \text{axial}} \approx 360 \dots 400 \text{ N}$