

# Mikrozugprüfmaschine MZP

Entwicklung des Institutes für Materialforschung II  
am

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

**Motivation:** Der Entwicklung in den unterschiedlichsten technischen und wissenschaftlichen Disziplinen ist gemeinsam, dass eine permanente Miniaturisierung voranschreitet !

- Mikrosystemtechnik
  - Mikrogalvanik
  - Robotertechnik
  - Mikroprägetechnik
  - Mikroklebertechnik
- Mechatronik
  - Piezoaktuatorik
  - Robotertechnik
  - Mikromotortechnik
  - Mikroventiltechnik
- Mikroelektronik
  - Mikrogalvanik
  - Mikrolöten
  - Mikrolaserschweißen
  - Mikromontage-technik
- Bio- und Chemosensorik
  - Mikrosensorik
  - Mikromotortechnik
  - Mikropumpentechnik
  - Mikroventiltechnik



## LIGA-Prozesstechnik:

**L**itografie (Röntgentiefen-Litografie)

**G**alvanik (Galvano-Formungsprozess)

**A**bformung (Massenproduktion mittels Spritzgießen oder -pressen)

## Problemstellung:

Durch die z.B. im LIGA-Verfahren bedingte besondere Gefügestruktur sowie des ansteigenden Verhältnisses zwischen Oberfläche und Volumen nimmt die Bedeutung der Fehlstellenkonzentration zu und zur Charakterisierung des Werkstoffzustandes sind konventionelle Prüfkörpergeometrien und -volumina nicht mehr geeignet !

## Zielstellung:

- Entwicklung einer Miniaturprüfeinrichtung für uniaxiale Zugbeanspruchung, die eine präzise Kraft- und Verlängerungsmesstechnik auch für kleine Prüfkörpergeometrien zulässt.
- Die Mikrozugprüfeinrichtung soll sowohl autark betreibbar sein oder mit einer Universalprüfmaschine gekoppelt werden können.
- Es soll die zuverlässige Ermittlung von Werkstoffkennwerten an definierten Mikroprüfkörpern ermöglicht werden.

IWW

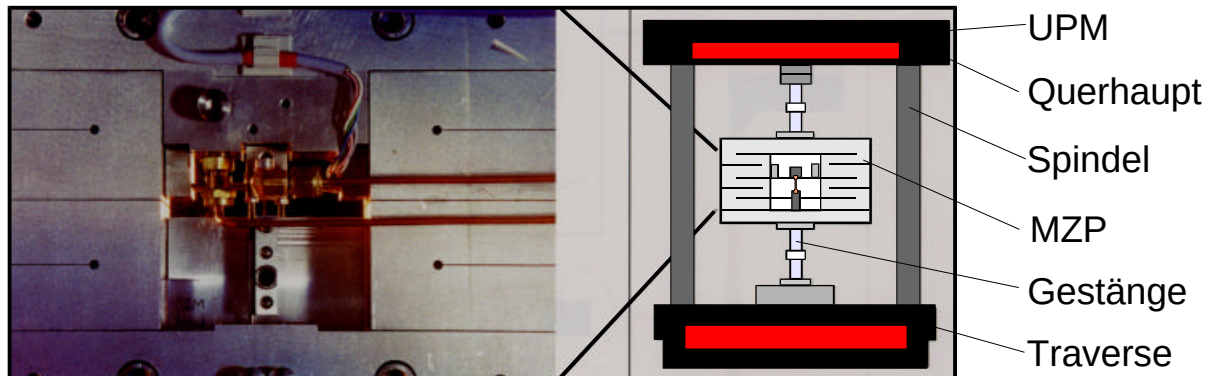
Mikrozugprüfmaschine



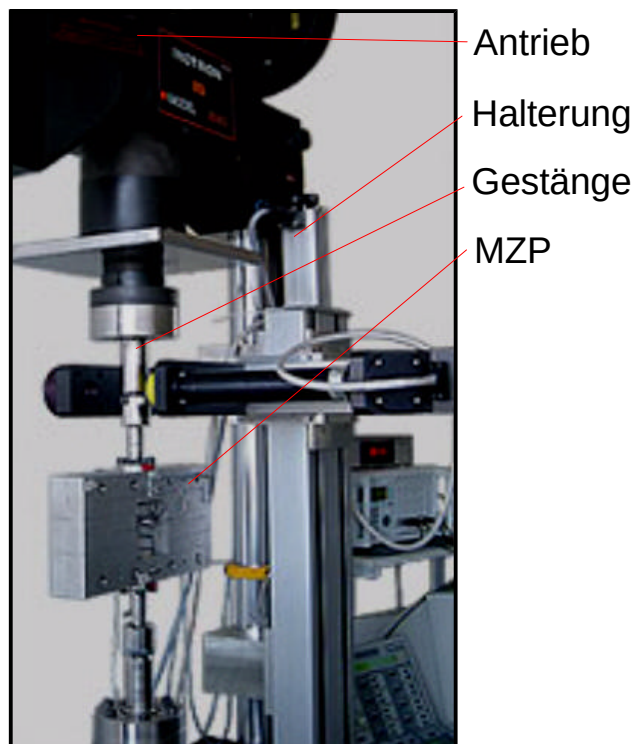
# Mikrozugprüfmaschine MZP

## Realisierung:

Kopplung an UPM:



Autarkes System:



## Anforderungen:

- Einfache Prüfkörper einspannung
- Eliminierung des Querkrafterinflusses
- Minimierung von Biegeeinflüssen
- Exakte Kraftmessung im mN-Bereich
- Genaue Wegmessung im pm-Bereich
- Ermöglichung von Kraft- und Wegregelung



## Komponenten:

- Autarker Lastrahmen oder Rahmen für Universalprüfmaschine
- Einspannsystem für Miniaturprüfkörper mit Querkraftkompensation
- Kraft- und Dehnungsmesselektronik mit inkrementaler Messtechnik
- Digitale Regelungsanpassung an die Universalprüfmaschine
- Traversenwegmessungssystem mit Auflösung von 1  $\mu\text{m}$
- Optoelektronische, kapazitive oder auf Wirbelstrom basierende Präzisions-Wegmesstechnik mit Auflösung besser 0,1  $\mu\text{m}$

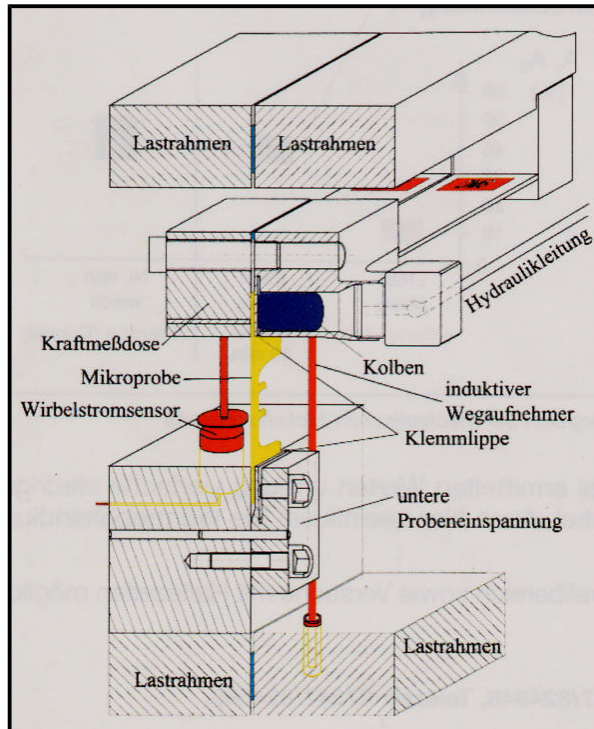
IWW

Mikrozugprüfmaschine



## Realisierung:

### Funktionsschema:

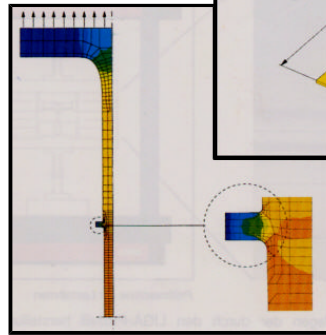


### Systemdaten:

- Prüfkörper:  $A_0 = 0,1 \times 0,1 \text{ mm}^2$   
 $l = 10 \text{ mm}$   
 $d = 0,1 \text{ mm}$
- Messlänge:  $l_0 = 0,94 \text{ mm}$   
 $l_E = 2,80 \text{ mm}$
- Weicher Lastrahmen im Vergleich zur UPM und hart gegenüber dem Prüfkörper
- Videosystem zur Erfassung der Deformation und des Bruchvorganges
- LCF-Regelmechanismus für Frequenzen bis zu 0,5 Hz

### Anwendung:

Ermittlung von Spannungs-Dehnungs-Charakteristiken  
 Festigkeitsuntersuchungen an mikrostrukturierten Prüfkörpern und Fasern  
 Messung der Haftfestigkeit gebondeter Drähte  
 Bestimmung von Werkstoffkennwerten für Simulationsrechnungen

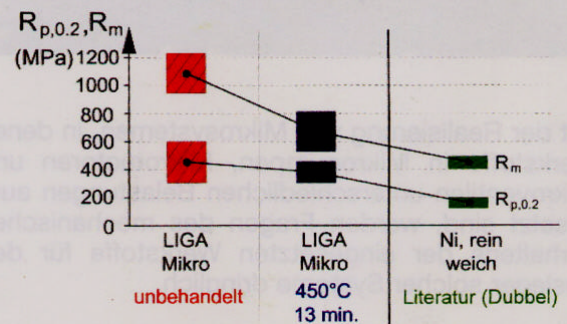


Prüfkörper

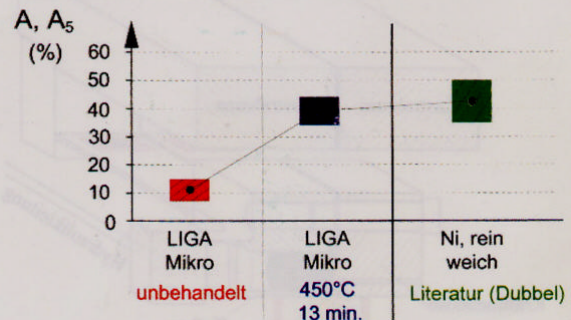
### Beispiel: Nickel

Makroprüfkörper  
 Mikroprüfkörper

#### Streckgrenze $R_{p0.2}$ und Zugfestigkeit $R_m$

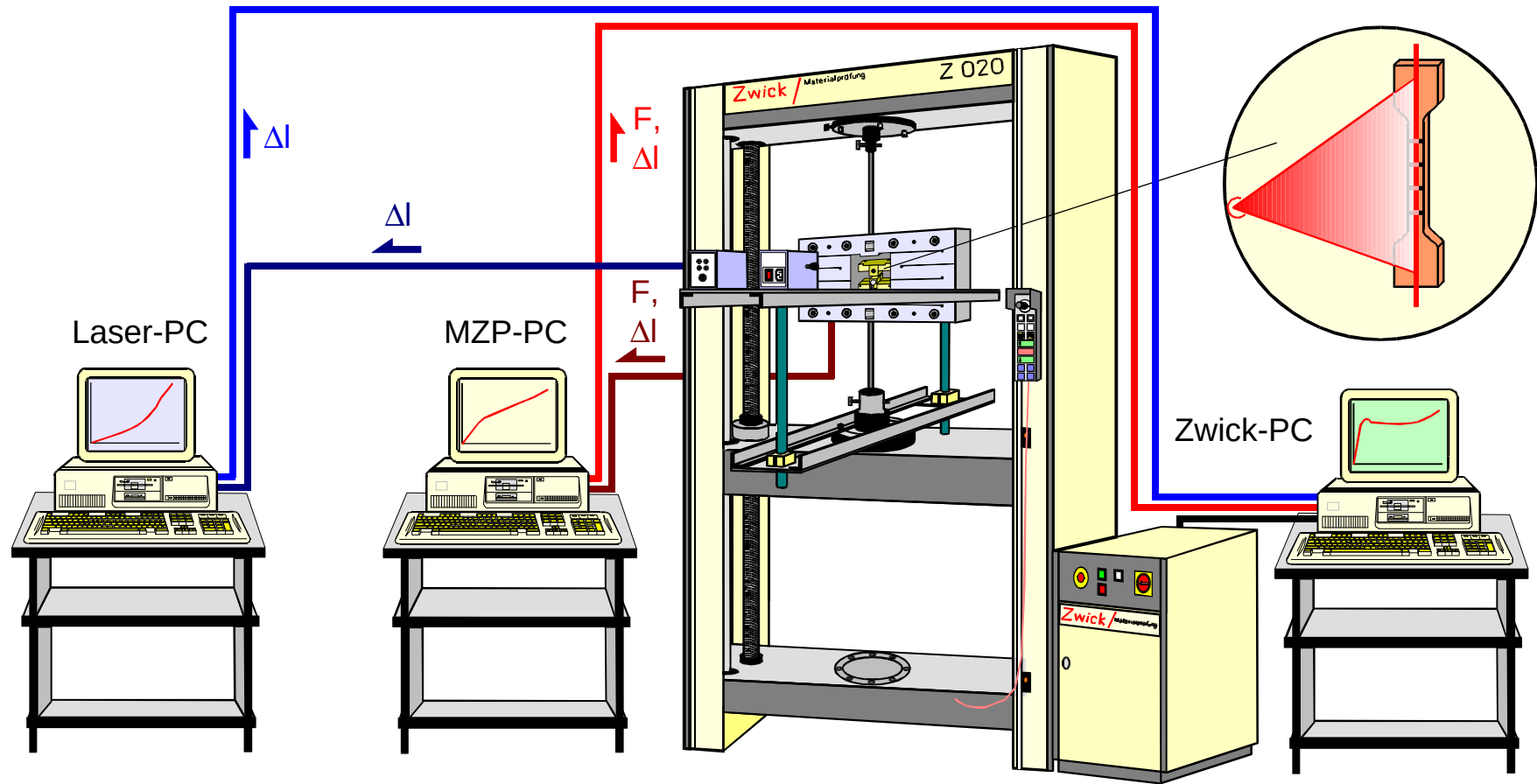


#### Bruchdehnung $A$

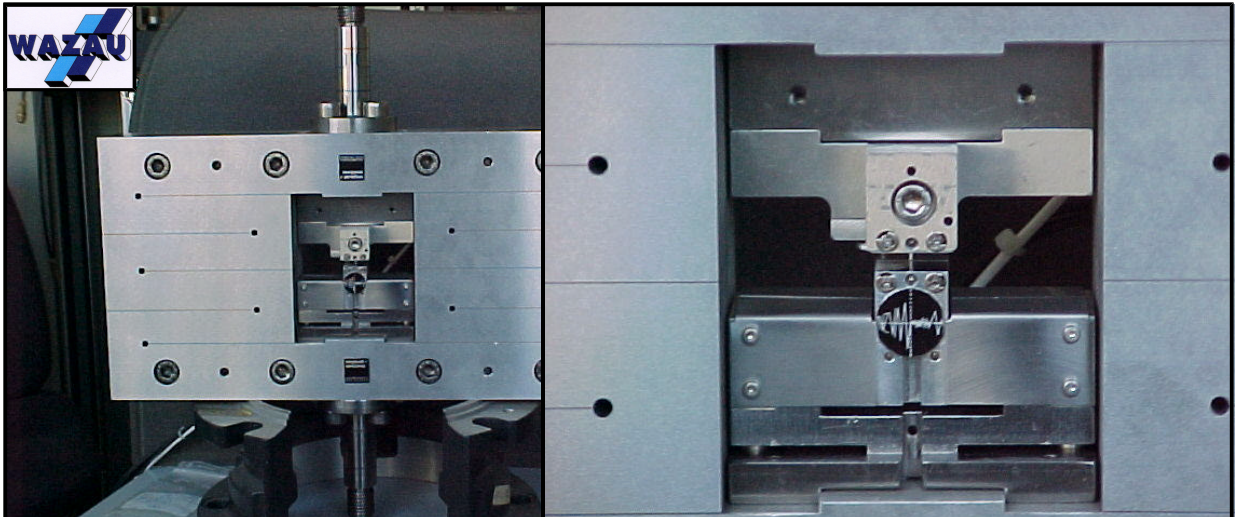


## Realisierung:

Konfiguration Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg:







### Systemdaten:

- Prüfkörper:  $A_0 = 0,5 \times 2 \text{ mm}^2$   
 $l = 15 \text{ mm}$   
 $d \leq 0,5 \text{ mm}$
  - Messlänge:  $l_0 = 1,50 \text{ mm}$   
 $l_E = 3,00 \text{ mm}$   
 $\Delta l = 1,00 \text{ mm}$
  - Kraft :  $F_N = 50 \text{ N}$
- Weicher Lastrahmen im Vergleich zur UPM und hart gegenüber dem Prüfkörper
  - Wirbelstrom-Sensor multi-NCDT 100 von  $\mu$ -Epsilon-Meßtechnik mit  $0,1 \mu\text{m}$  Auflösung
  - 4-fach DMS-Kraftmesszelle mit Temperaturkompensation



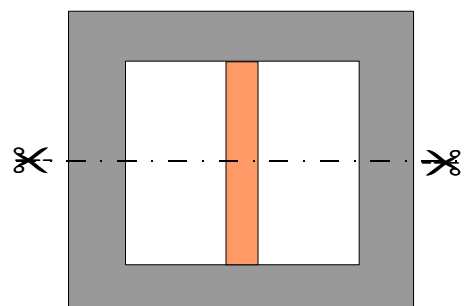
1. MZP-Software zur Datenerfassung  $F$  und  $\Delta l$  (Traverse) von der Mikrozugprüfmaschine und Datentransfer zur Zwick Z020
2. Datenerfassung  $F$  und  $\Delta l$  (Wirbelstromsensor) von der Mikrozugprüfmaschine und Datentransfer zur Zwick Z020
3. Datenerfassung  $F$  von der Mikrozugprüfmaschine und  $\Delta l$  vom Laserextensometer und Datentransfer zur Zwick Z020



Konventioneller, kraft geregelter und dehnungsgeregelter Test !

### Anwendungsfelder:

- Ermittlung von Spannungs-Dehnungs-Charakteristiken von Folien
- Festigkeitsuntersuchungen an Mikroprüfkörpern und Einzelfasern
- Untersuchung des Deformationsverhaltens von Humanmaterial (Haut)
- Ermittlung des Verformungsverhaltens von Biomaterialien



IWW

Mikrozugprüfmaschine

