Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Prüfmaschinen-Anforderungen und Lösungen für Messungen im Hochtemperaturbereich

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Mechanische Kennwerte bei hohen Temperaturen

- Zugversuch (z.B. ISO 6892-2 für Metalle)

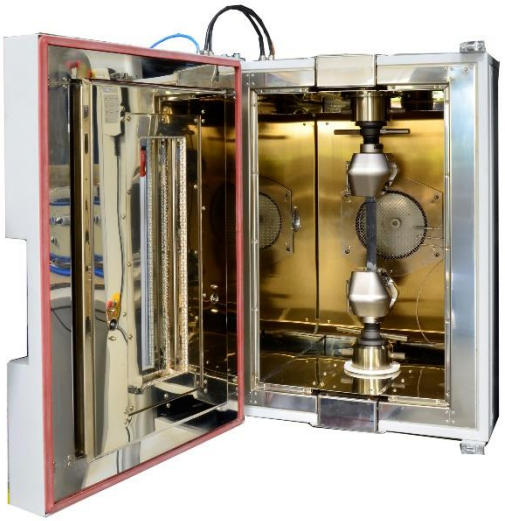
  Warmdehngrenze; Warmzugfestigkeit, Warmbruchdehnung
- Biegeversuch (z.B. DIN EN 120-1 oder ASTM C1211 für Keramiken)

  Biegemodul, Warmbiegefestigkeit
- Druckversuch
- Zeitstandsversuche (z.B. ASTM E139 und ISO 204)

  Zeitstandsfestigkeit, Zeitdehngrenzen, Relaxationsverhalten
- Härteprüfung

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Prüftemperaturbereiche



- Temperaturbereich RT- 400°C
  Temperier- oder Klimakammern
  Kunststoffe, Faserverbunde

- Temperaturbereich 400°C – 1200°C
  Widerstandsheizung
  Induktionsheizung
  Strahlungsheizung
  Metalle

- Temperaturbereich über 1.200°C
  Spezielle Öfen, Schutzgas, Vakuum
  Metallische Sonderlegierungen, Keramiken

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Typisches Materialprüfsystem Warmzugversuch

- Prüfmaschine
  Elektromechanische Universalprüfmaschine
  Kraftmessung über abgeschirmte DMS- Zellen
- Temperiereinrichtung
  Einfahrbar in den Prüfraum, Prüfung auch bei RT
  Temperaturabstufung 900°C/1200°C
  Temperaturmessung an der Probe
- Spannsystem
  Schnellwechselgestänge, formschlüssige Aufnahme
- Verformungsmesssystem
  Direkte Messung an der Probe
  Kontaktierende oder berührungslose Messung

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

ISO 6892-2 Zugversuch bei erhöhten Temperaturen- Anforderungen an das Prüfsystem

- Kraftmesseinrichtung muss mind. Klasse 1 nach ISO 7500-1 erfüllen
- Längenänderungsmesseinrichtung muss mind. Klasse 1 nach ISO 9513 entsprechen
- Messung der Temperatur an der Oberfläche der Proben mit 2 bzw. 3 Thermoelementen
- Temperaturmesssystem muss Auflösung von =/<1°C und Fehlergrenze von +/- 2°C aufweisen
- Dehnungsregelung wird nach Möglichkeit empfohlen

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Hochtemperaturöfen

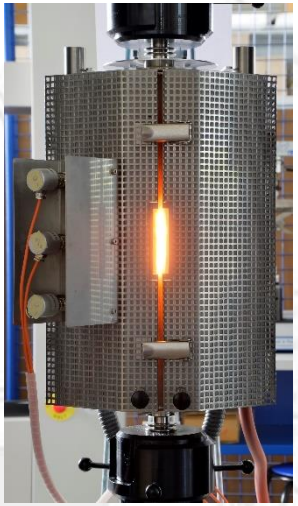
- Rundklappöfen mit 3 Heiz- und Regelzonen
- Unterschiedliche Ofenvolumina
- Exakte Regelbarkeit etwa ab 300°C
- Elektro- Widerstandsheizung

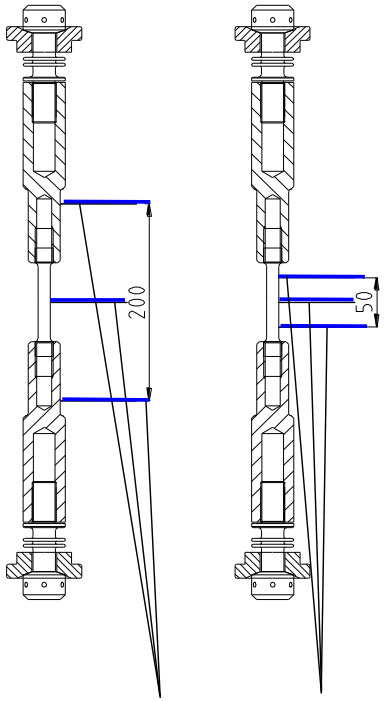
- Robust, einfach zu regeln
- Im Vergleich zur Induktionsheizung langsame Aufheizung
- Software steuert Temperaturregime

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Probentemperaturmessung und Regelung

- Regelung der Ofentemperatur nach Temperatur der Probenoberfläche
- Bequemes Ansetzen der Thermo-elemente über Kopplungs-mechanismus
- Getrennte Regelung der 3 Heizzonen über SPS (z.B. Eurotherm)
- Fehlerquelle: Ofenabdichtung





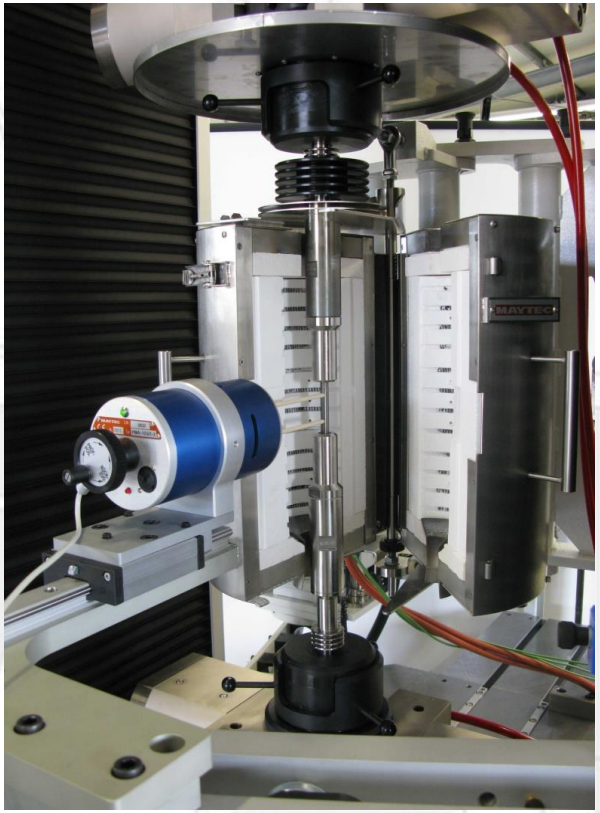
Thermoelemente

Mechanische Dehnungsmessung an der Probe

- Ansetzen des Extensometers händisch/motorisch
- Messsysteme auf induktiver oder DMS Basis

- Messklasse 0,5 oder 1
- Auflösung 1 µm

- Nicht geeignet für Bruchdehnungs-bestimmung



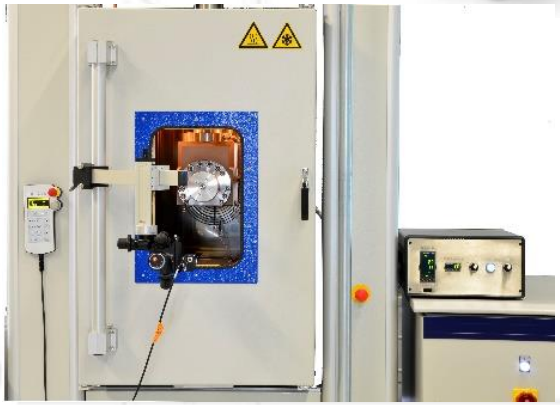
Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Berührungslose Dehnungsmessung an der Probe

- Methoden:
  Video, Laser, Laser-Speckle

- Vorteil:
  Einsatz auch in Temperaturkammern
  Ermittlung der Bruchdehnung möglich
  Dehnungsermittlung an kontaktempfindlichen und geometrisch komplizierten Proben/Bauteilen

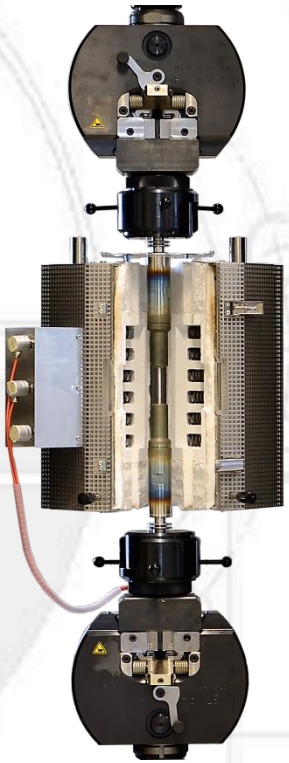
- Nachteil
  Komplizierteres Handling
  Probentargetierung problematisch
  Geringere Genauigkeit



Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Probeneinspannung bei hohen Temperaturen

- Bis 1200° C standardisierte Probenhalter
- Formschluss, Gewindeproben, Flachproben nach DIN 50125 (Metalle)
- Konstruktionsmaterialien für Probenhalter
- Einsatz von Keramik bei Druck-und Biegeprüfungen über 1200°
- Vermeidung von Biegespannungen



Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Rationelle Prüfung bei hohem Probenaufkommen

- Versuchsdauer Standardmetall-versuch ca. 30-45 min
- Aufheizen und Abkühlen im Prüfraum nicht rationell

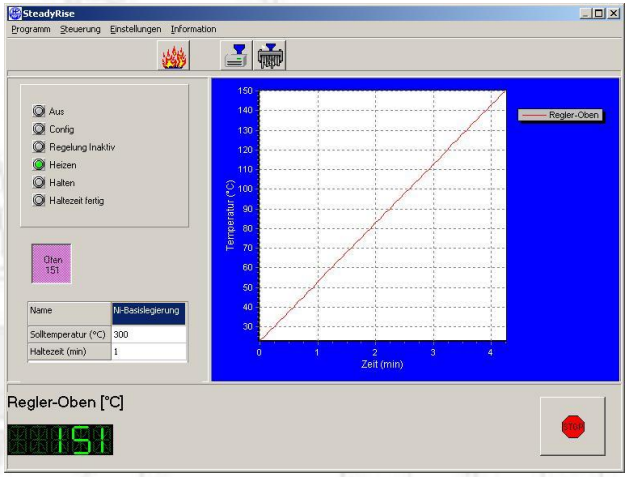
- Lösung: Mehrofensystem
- Senkung der Prüfzeit auf etwa 1/3

- Überwachung der Heizregime über zentrale Software

Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Messtechnische Anforderungen

- Softwaretechnische Zusammenführung der Steuerung der Prüfmaschine und Ofenregelung
- Dokumentation der Temperatur-parameter
- Maschinenrichtlinie: Verbindung NOT-Aus Maschine und Ofenregelung
- Erforderliche Datenerfassungsfrequenz der Messkanäle (bis zu 1000 Hz bei Keramik)
- Filtermöglichkeit bei Langzeitversuchen

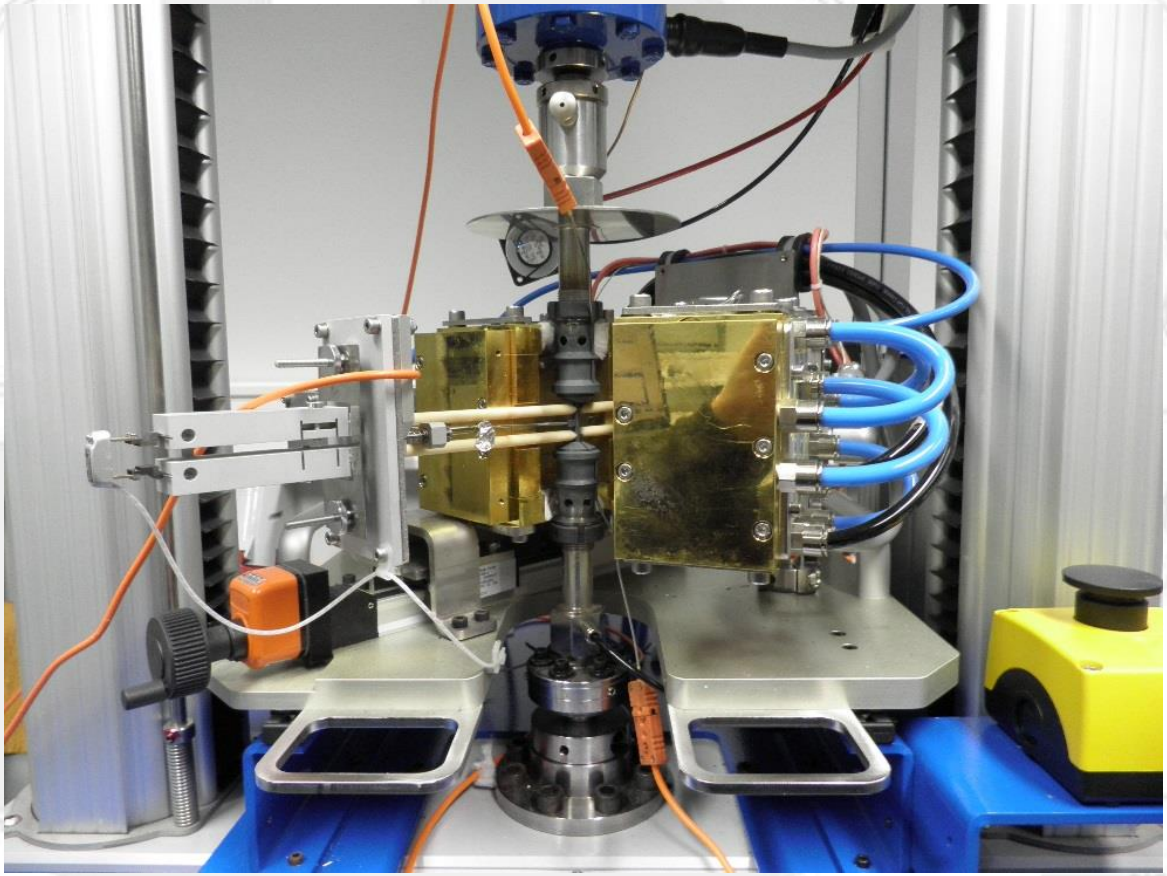


Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Anwendungsbeispiel HT-Prüfung im Stahlwerk

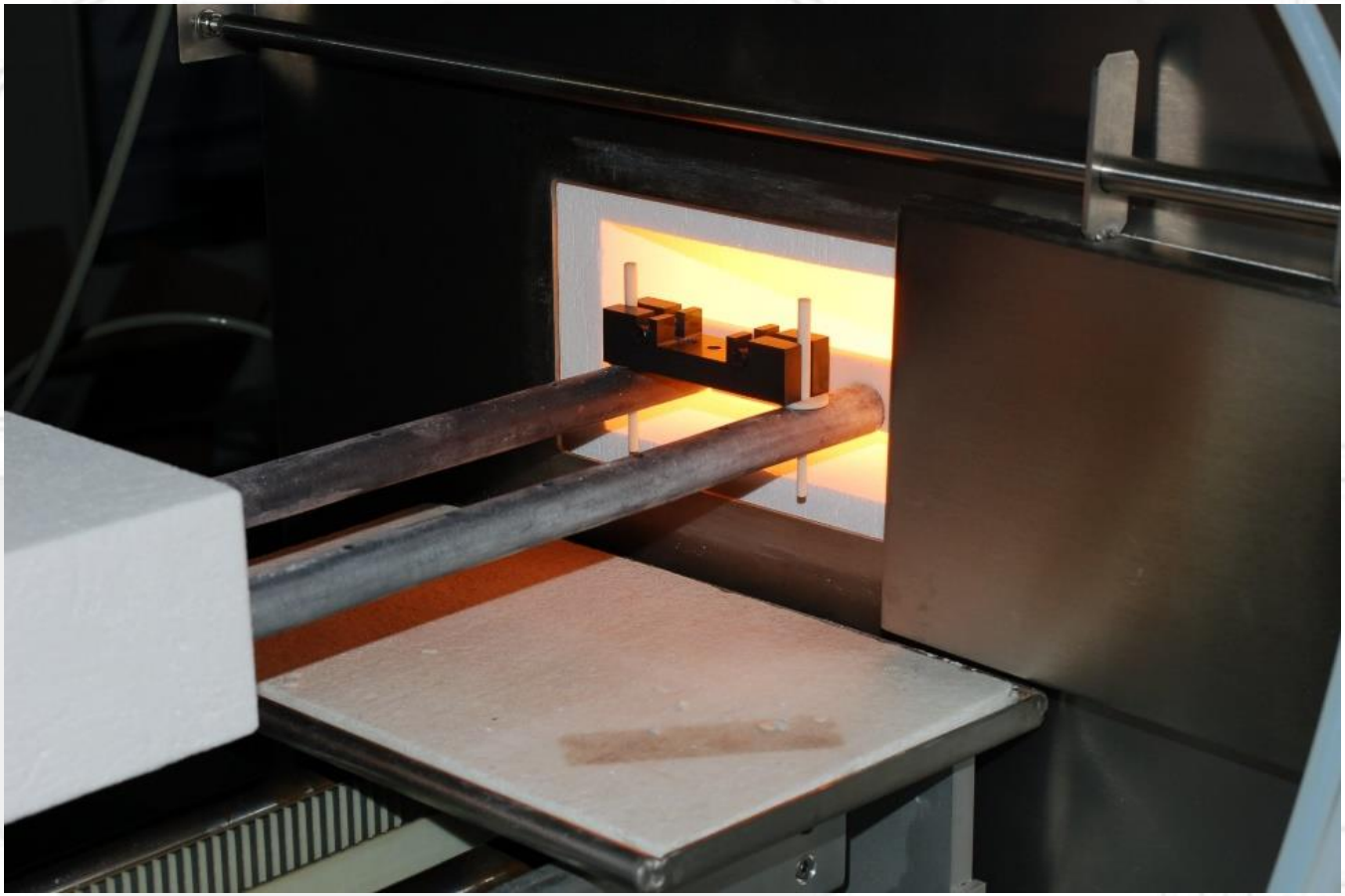
Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

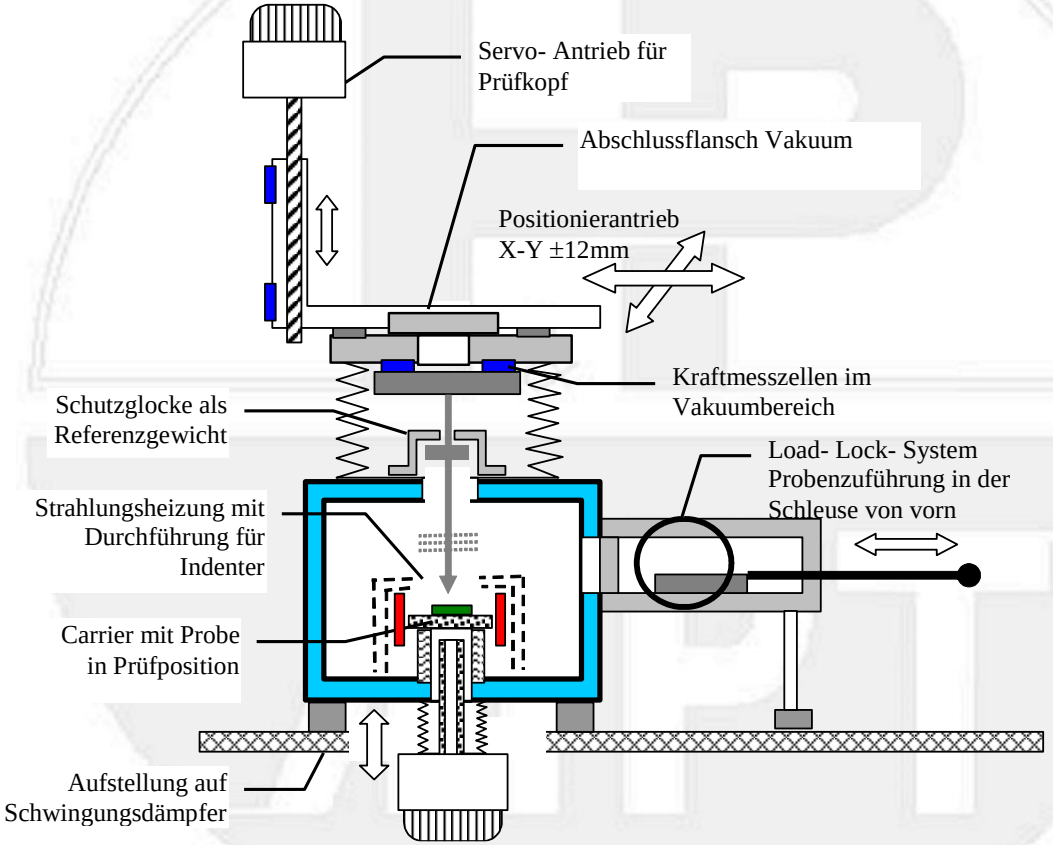
Anwendungsbeispiel HT-Strahlungsofen



Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Anwendungsbeispiel HT Biegeversuch an Keramik



Hegewald & Peschke
Meß- und Prüftechnik GmbH

Aufbau einer Warmhärteanlage bis 1500°C