

Thermomechanische Simulation

mittels „GLEEBLE 3500“

- Begriff, Herkunft
- Anlage
- Ausstattung
- Technische Besonderheiten
- Anwendungsmöglichkeiten
- Probenformen
- Untersuchte Werkstoffe
- Unsere Erfahrungen
- Beispiele
- Unsere Auftraggeber
- Kontakt

Seit 1960 entwickelt und baut das US-amerikanische Unternehmen **Dynamic Systems Incorporation (DSI)** thermomechanische Simulationsanlagen.

Die Markenbezeichnung „GLEEBLE“ ist nicht erklärt.
Der Typ „3500“ entspricht der 3. Generation. Zu jedem Anlagentyp gibt es verschiedene kundenspezifische Ausführungsvarianten.

Der Simulator „Gleeble 3500“ an der SLV M-V GmbH verbindet – vereinfacht ausgedrückt – Hochgeschwindigkeitsdilatometrie mit Zug- / Druck- Prüfung.

Es können physikalisch rein thermische oder thermische kombiniert mit mechanischen oder im Einzelfall rein mechanische Prozesse simuliert werden.

Die Rostocker Anlage wurde 1996 erstmals für die physikalische Simulation von Strahlschweißprozessen konzipiert und gefertigt. 2010 erfolgte das letzte Update.



Gleeble 3500

Basis

- Testmaschine für thermo-mechanische Untersuchungen
- Steuerkonsole mit Industrierechner
- PC mit Software für physikalische Simulation und Auswertung
- Hydraulische Pumpe
- Mechanisches System (10 t) für Zug- / Druckversuche
- Standardeinspannungen für verschiedene Probenformen
- Taktile Aufnahme der Quer- und Längsdehnung
- Softwaregesteuerte physikalische Simulation (QUICKSIM)
- Softwaregesteuerte Datenauswertung (ORIGIN)

Sonstiges

- Kühler
- Kompressor / Druckluft
- Vakuumpumpe
- High-Flow-Quench-System / Druckwasserspeicher
- Sprühbacken für beschleunigte Abkühlung
- Thermoelemente
- Schweißgerät zum Anpunkten der Thermoelemente

- Aufheizraten bis 6000 K/s - je nach Werkstoff und Probenform / -größe.
- System zur Innenkühlung von dilatometrischen Proben.
- Trägheitslose optische Aufnahme der Querdehnung mit Lichtband-Mikrometer.
- Taktile Aufnahme der Längsdehnung.
- Maximale Prüfkraft 100 kN.
- Dehnungsraten von 0,01 mm/s bis 1000 mm/s.
- Software zur Bestimmung geeigneter Probenformen und Temperaturverläufe.

- Physikalische Simulation von Kurzzeitzyklen, z.B. Strahlschweißen.
- Physikalische Simulation konventioneller Schmelzschweißprozesse.
- Schweiß-ZTU-Schaubilder.
- Kontinuierliche ZTU-Schaubilder.
- Isotherme ZTU-Schaubilder.
- Beurteilung der Schweißeignung.
- Gefüge und Eigenschaften in der WEZ.
- Orts- und temperaturabhängige Gefüge- und Eigenschaftsbestimmung.
- Beobachtung von Diffusionsvorgängen.

- Physikalische Simulation von Wärmebehandlungsmaßnahmen.
- Messung des thermischen Ausdehnungskoeffizienten.
- Warmzug- / Warmdruckversuche.
- Bestimmung von E-Modul und Fließspannung.
- Thermoschockbeständigkeit, thermische Ermüdung.
- Kriechversuche.
- Low Cycle Fatigue (konst. Temperatur).
- Prüfung der Heißrissanfälligkeit möglich.
- Schmelzversuche.
- Bereitstellung von Materialdaten für FEM.
- Sonstiges

Konventionelles Schweißen
Dickblech

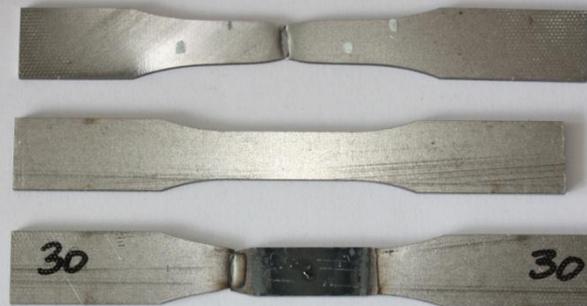


Strahlschweißen
Dickblech



Konventionelles Schweißen
Dünublech:

Zugprobe Ausgangszustand
Ausgangszustand
Zugprobe nach Simulation



Physikalische Simulation
Schmelzschweißen

Konventionelles Schweißen
Dickblech

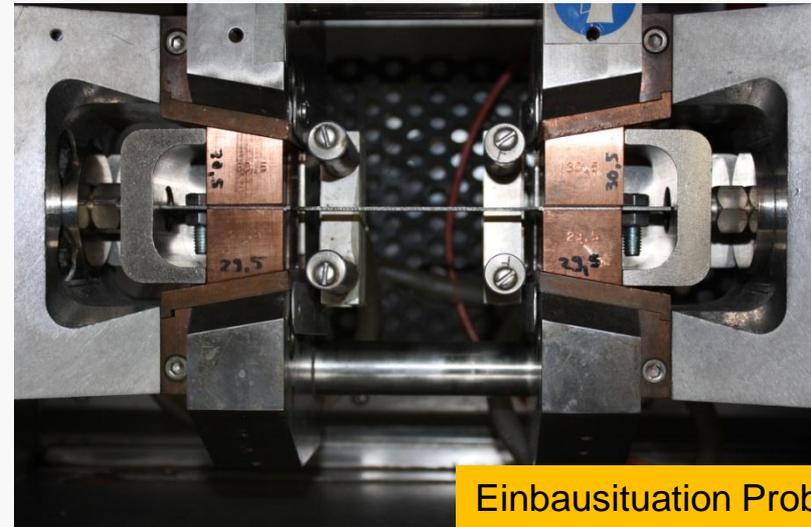
Kerbschlagproben

Strahlschweißen
Dickblech

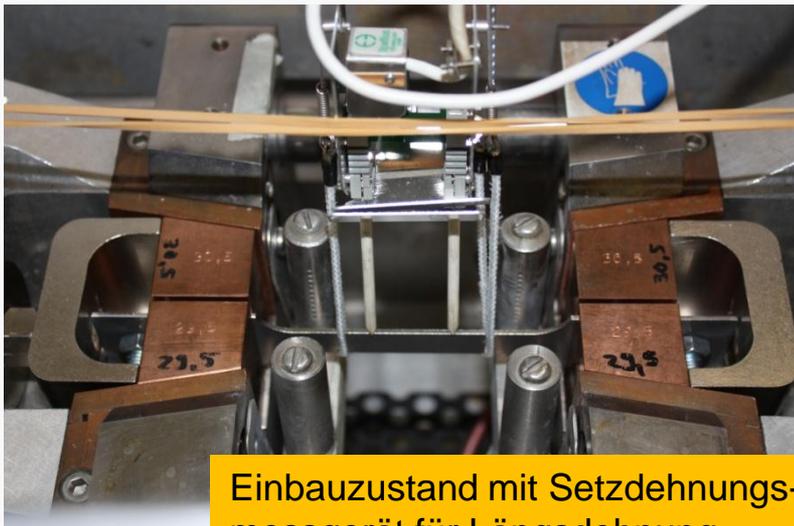
Kerbschlagproben
Sondergröße

Physikalische Simulation
Schmelzschiweißen

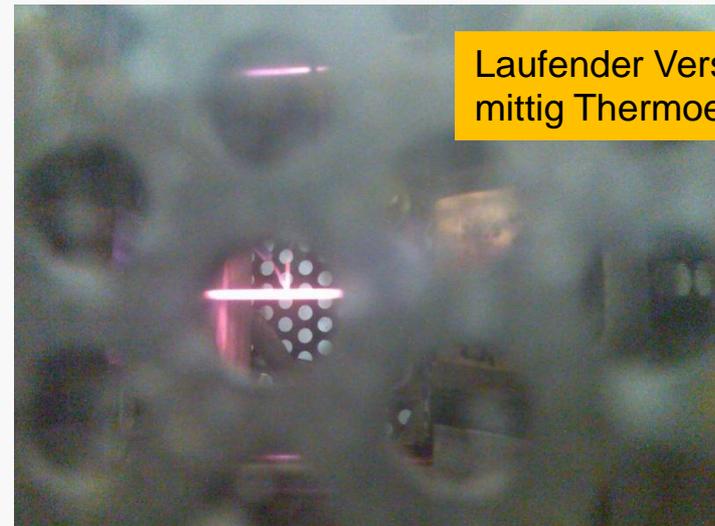
Physikalische Simulation.
Warmzugversuch, Flachprobe.



Einbausituation Probe.



Einbauzustand mit Setzdehnungs-
messgerät für Längsdehnung



Laufender Versuch,
mittig Thermoelement.



Physikalische Simulation.
Warmzugversuch, Rundprobe.

Links unten: Probe mittig verjüngt.



Physikalische Simulation.
Warmdruckversuch, Rundprobe.



Walzstahl:

- Baustahl, unlegiert
- Baustahl, niedriglegiert
- Duplexstahl
- Feinkornbaustahl
(355 - 1100 N/mm² Streckgrenze)
- Laserstahl
- Rohrstahl
- Stahl, austenitisch
- Stahl, ferritisch
- Stahl, lufthärtend

Eisengusswerkstoffe:

- Stahlguss, unlegiert
- Stahlguss, niedriglegiert
- Grauguss

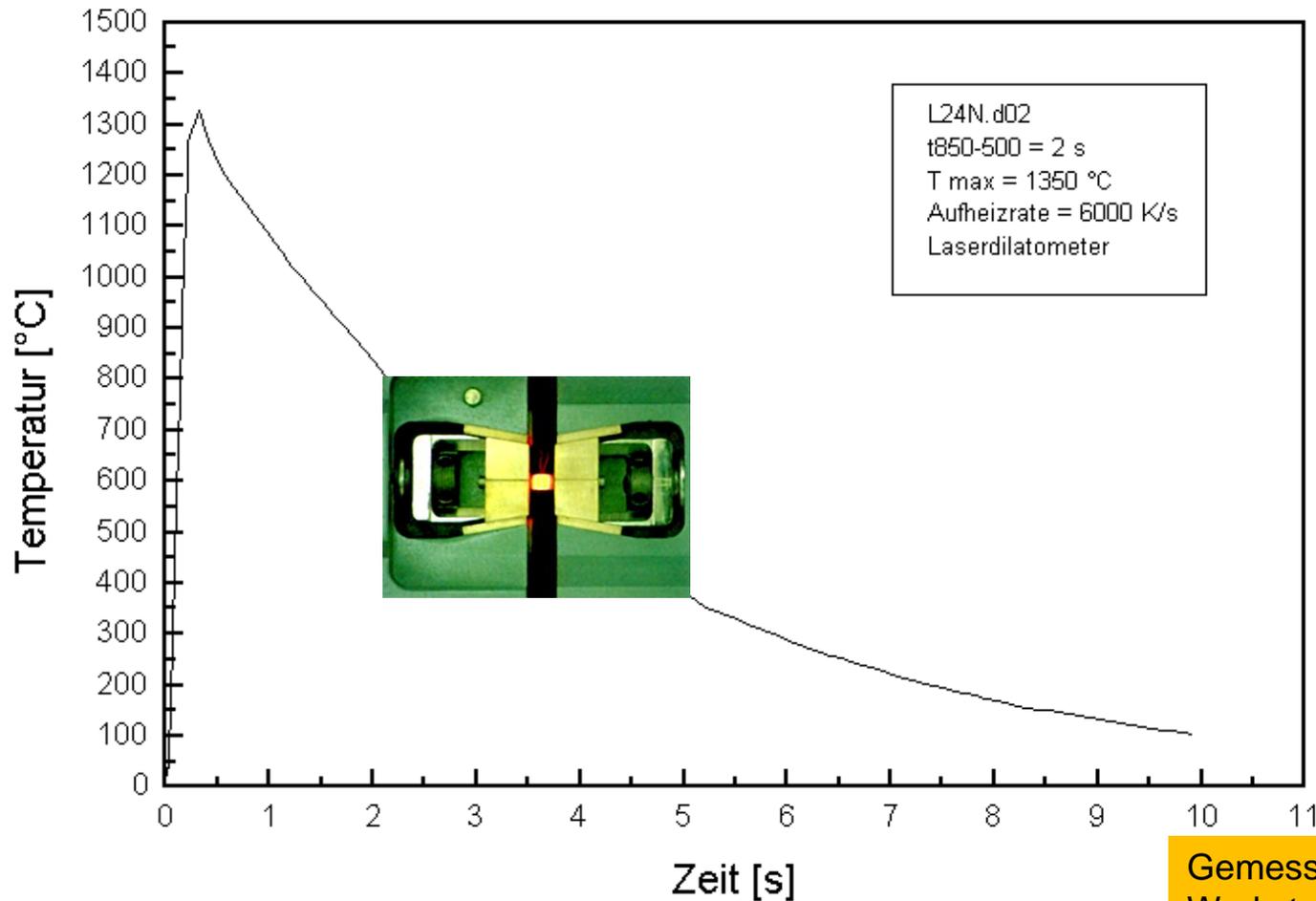
NE – Metalle und –legierungen:

- Aluminium
- Al - Legierungen
- Titan
- Ti - Legierungen

- Aufstellen von Schweiß – ZTU – Schaubildern
- Beurteilung der Schweißbeignung
- Bestimmung des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten
- Bestimmung der Gefügezusammensetzung
- Diagramme mechanischer Kennwerte für die WEZ von Schweißverbindungen
- Ermittlung temperaturabhängiger Werkstoffkennwerte
- Konventionelle ZTU - Schaubilder
- Physikalische Simulation des Laserstrahl- / Elektronenstrahlschweißens

- Simulation von Wärmebehandlungsmaßnahmen
- Thermomechanische Simulation von Werkstoffeigenschaften für FEM
- Thermoschockversuche
- Warmzugversuche
- Ermittlung von Fließspannung und E-Modul
- Sonderuntersuchungen

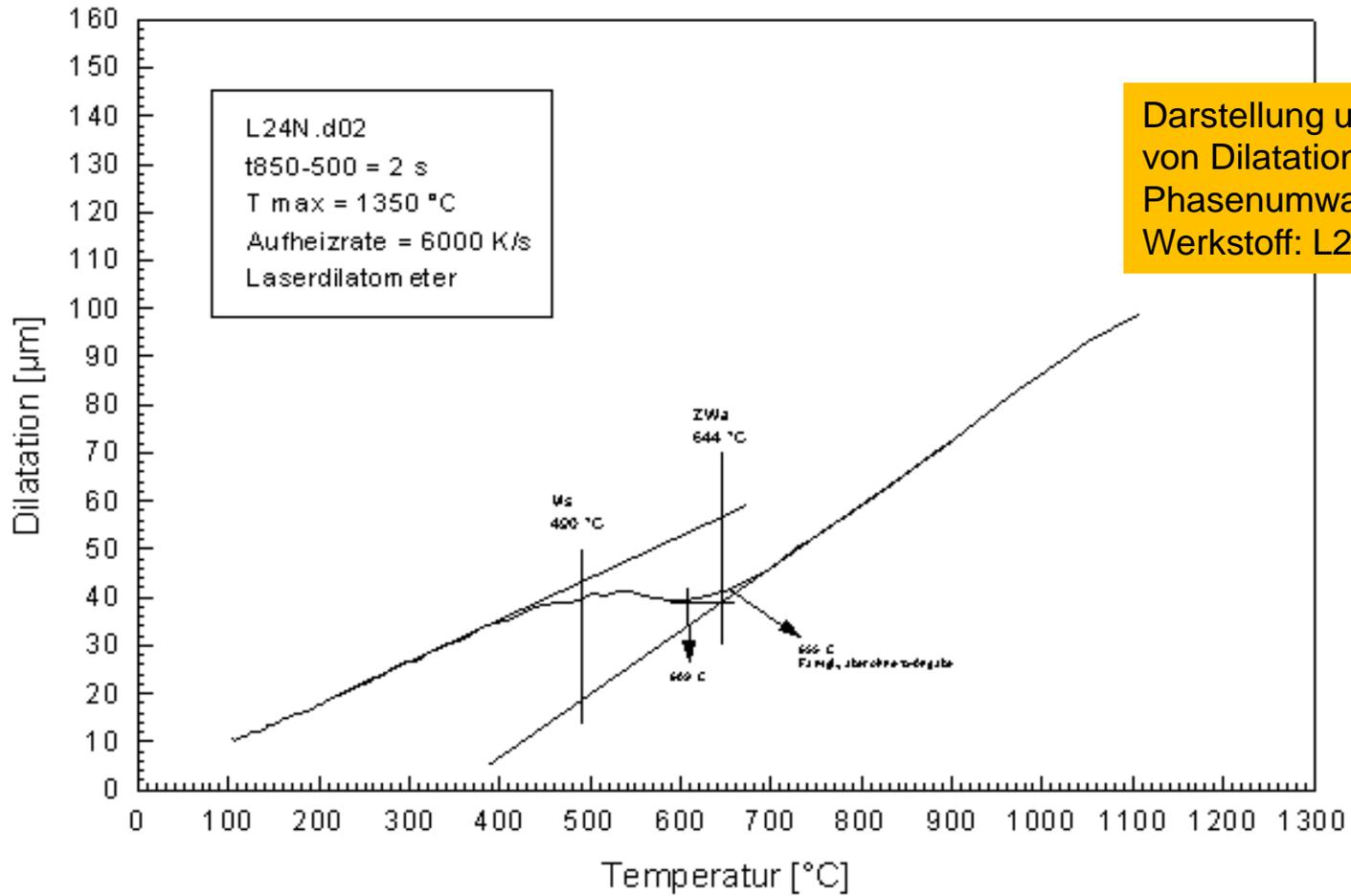
Physikalische Simulation Laserstrahlschweißen



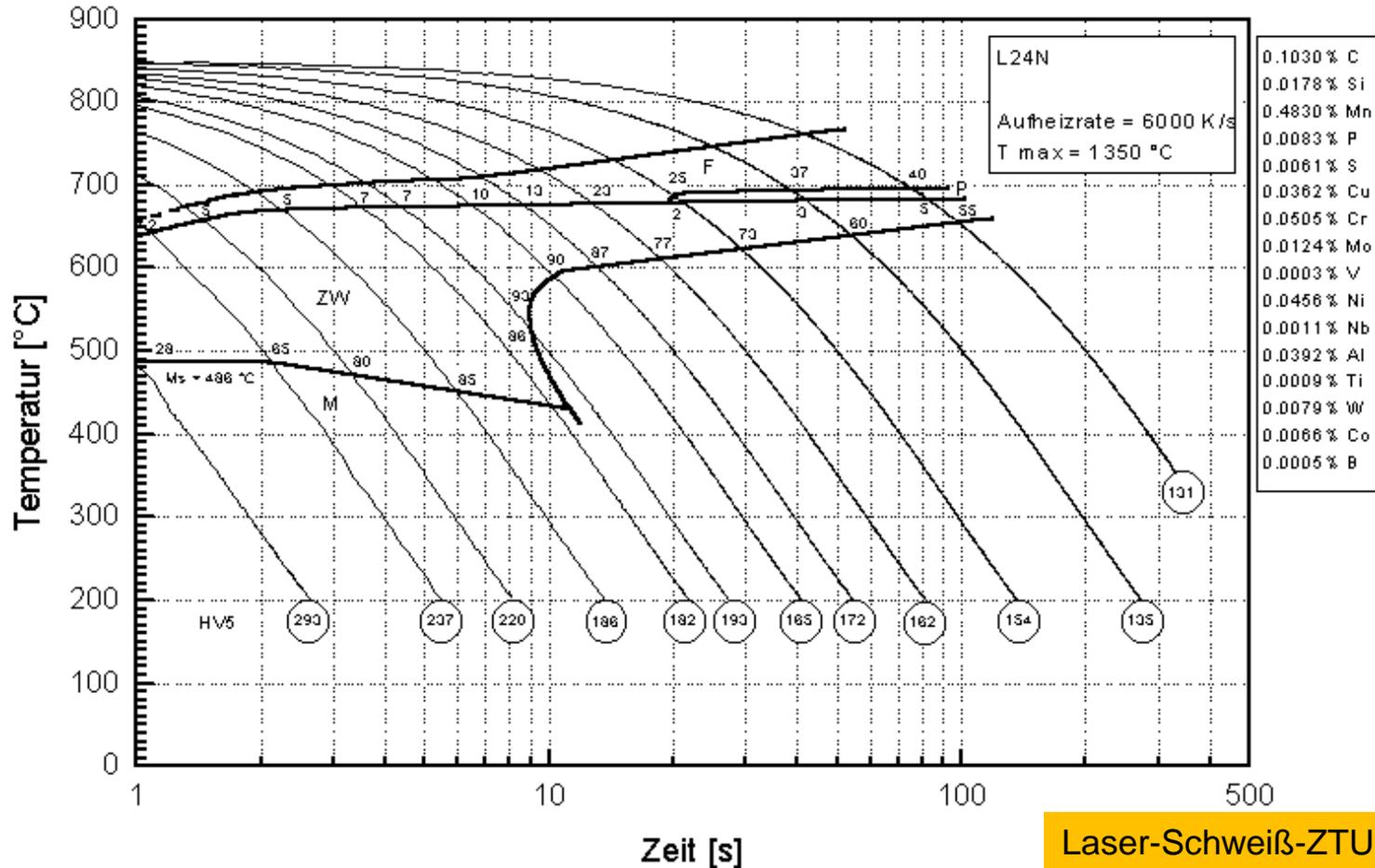
Gemessener T-t-Verlauf.
Werkstoff: Laserstahl L24N.

Physikalische Simulation
Laserstrahlschweißen

Darstellung und Auswertung
von Dilatation und
Phasenumwandlung.
Werkstoff: L24N.

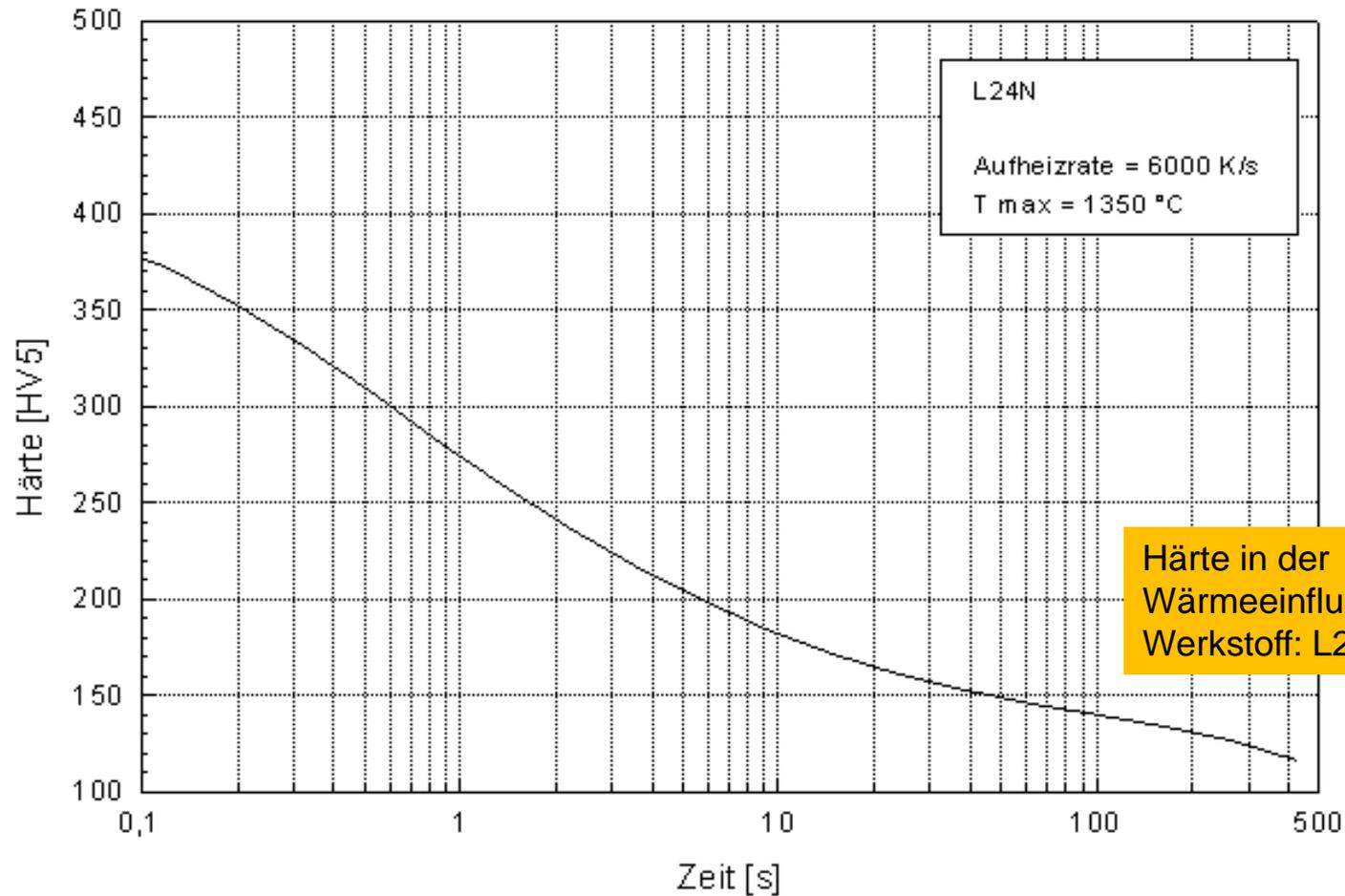


Physikalische Simulation Laserstrahlschweißen



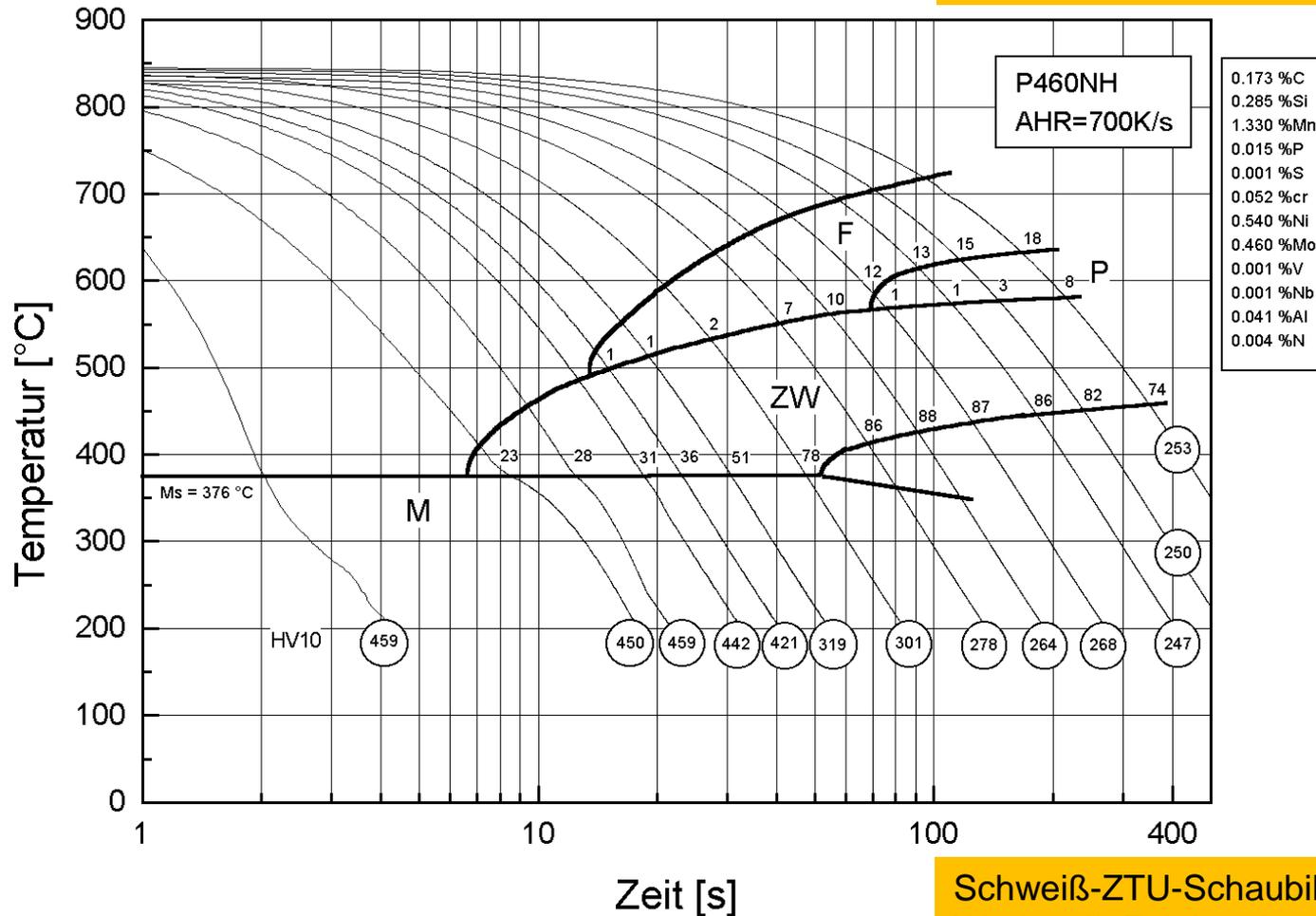
Laser-Schweiß-ZTU-Schaubild.
Werkstoff: L24N.

Physikalische Simulation Laserstrahlschweißen



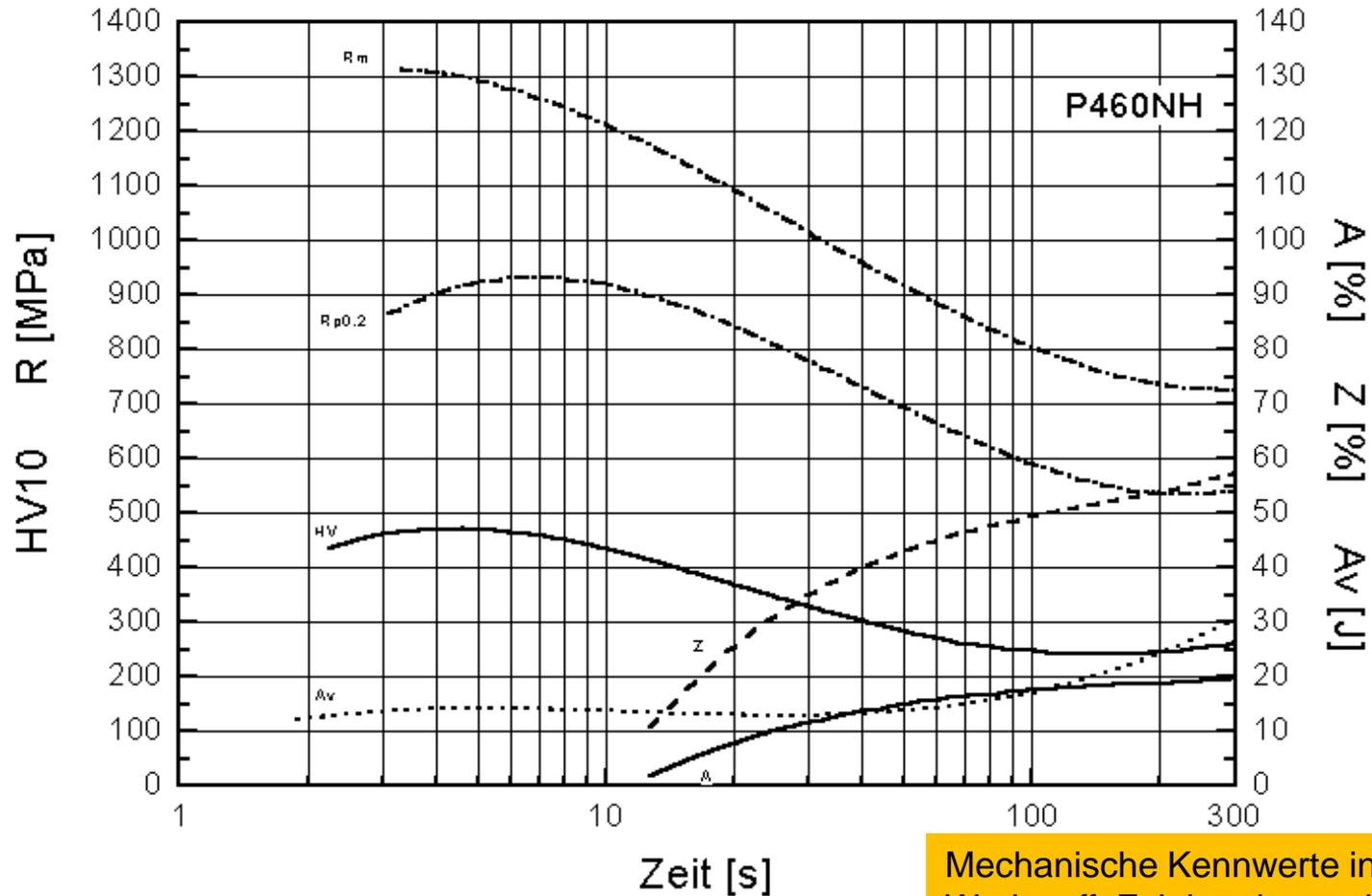
Härte in der
Wärmeeinflusszone.
Werkstoff: L24N.

Physikalische Simulation konventionelles Schmelzschweißen

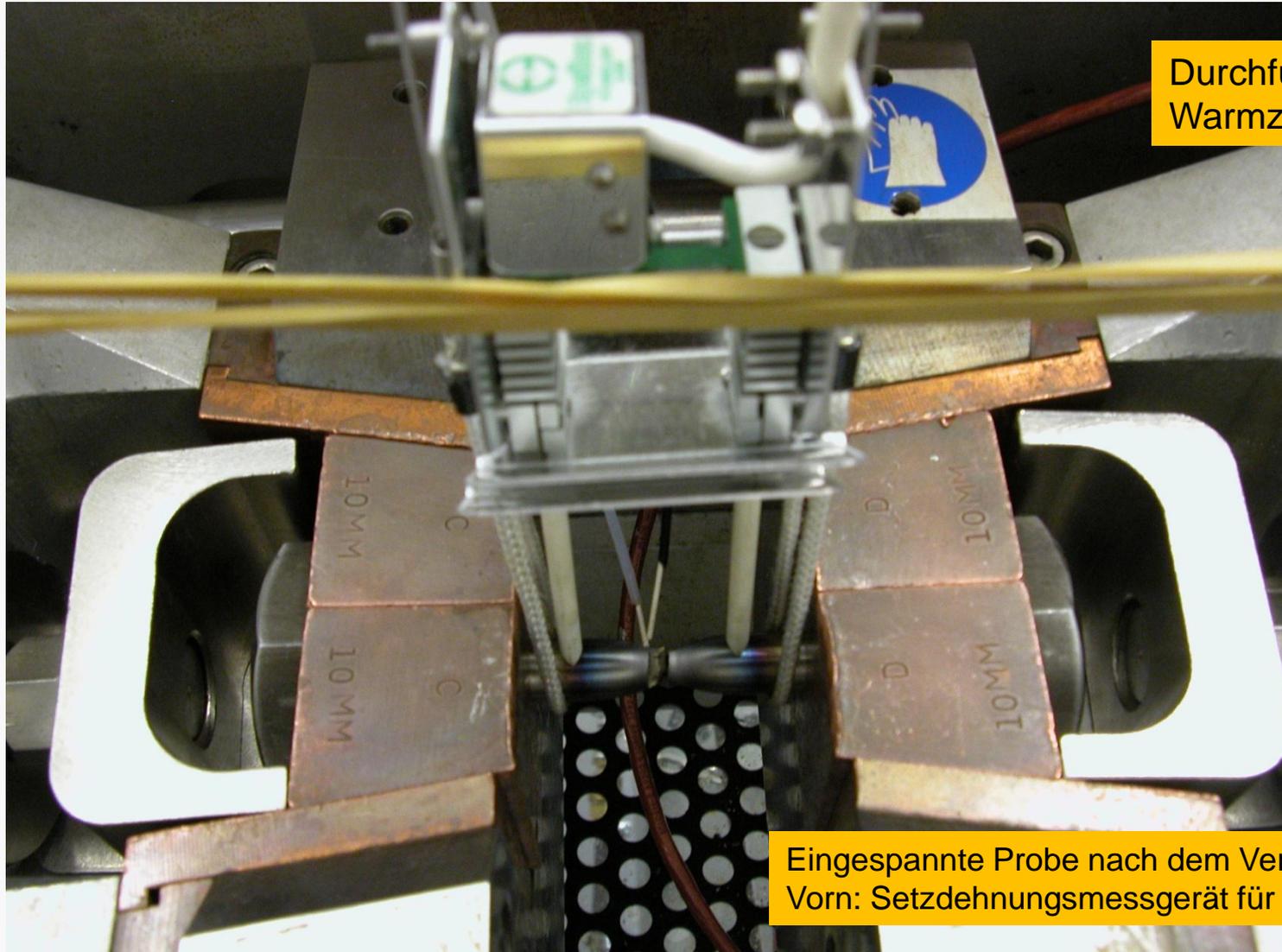


Schweiß-ZTU-Schaubild.
Werkstoff: Feinkornbaustahl P460NH.

**Physikalische Simulation
konventionelles Schmelzschiweißen**



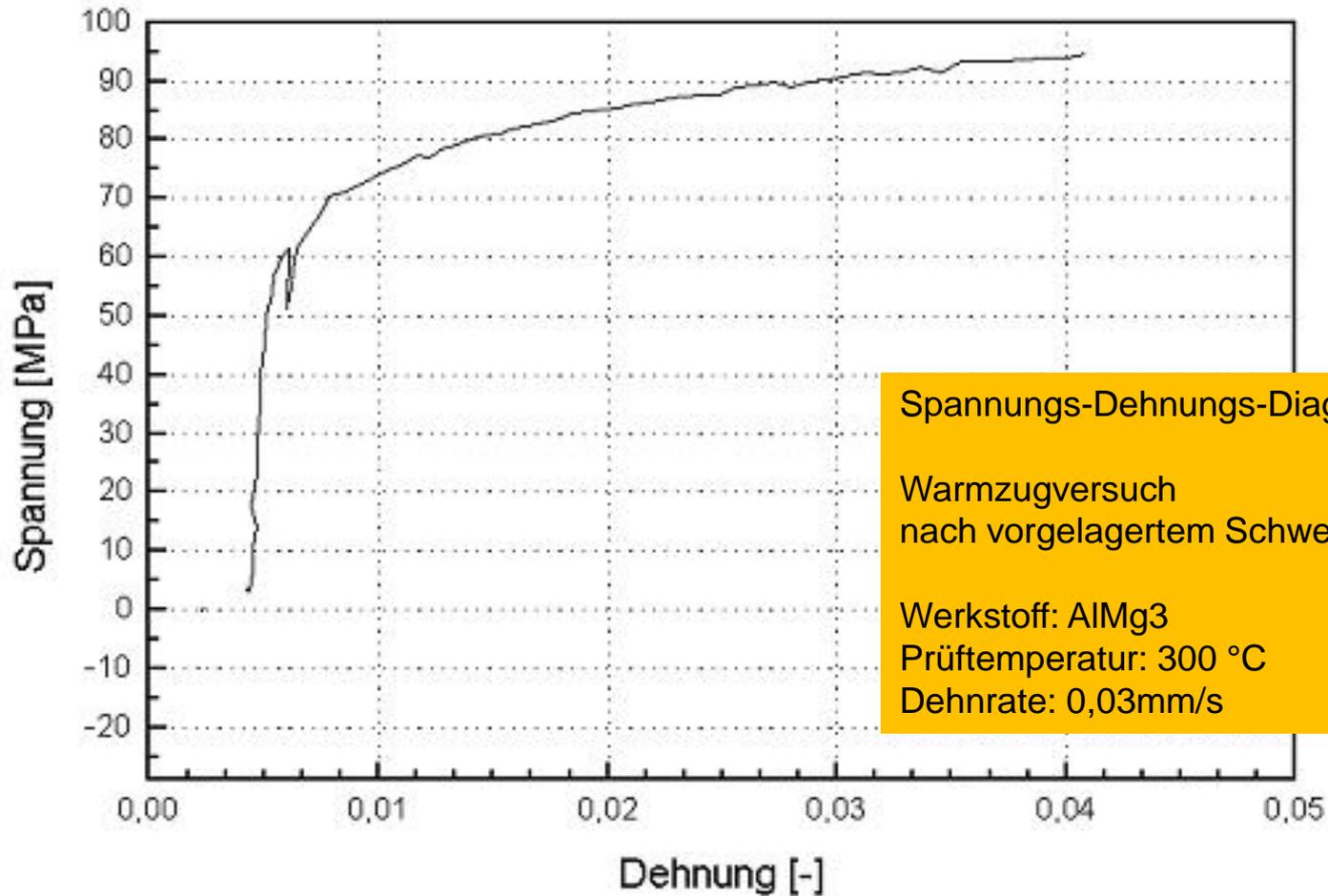
**Mechanische Kennwerte in der WEZ.
Werkstoff: Feinkornbaustahl P460NH.**



Durchführen von
Warmzugversuchen

Eingespannte Probe nach dem Versuch, Bruch.
Vorn: Setzdehnungsmessgerät für Längsdehnung.

Durchführen von Warmzugversuchen

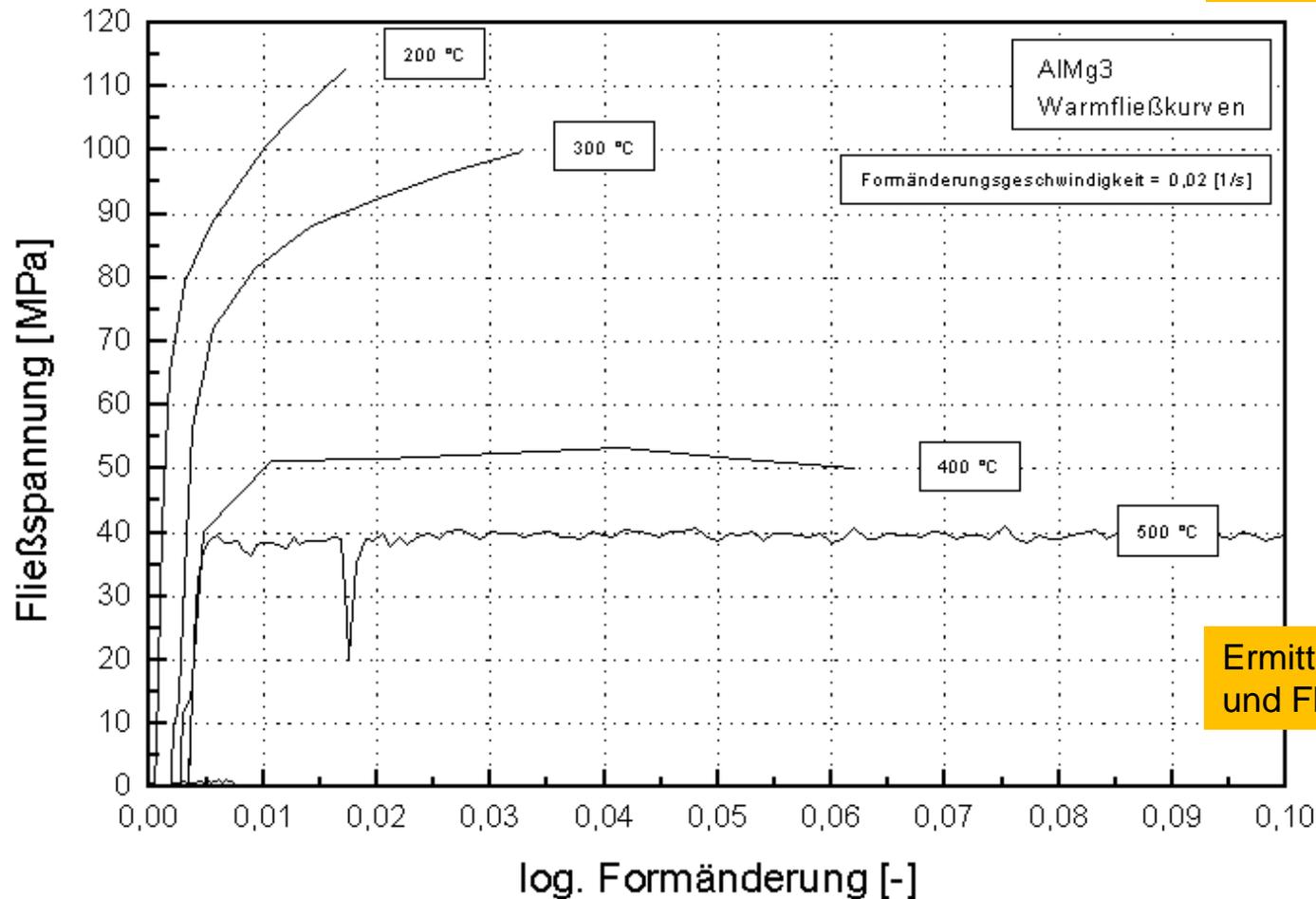


Spannungs-Dehnungs-Diagramm

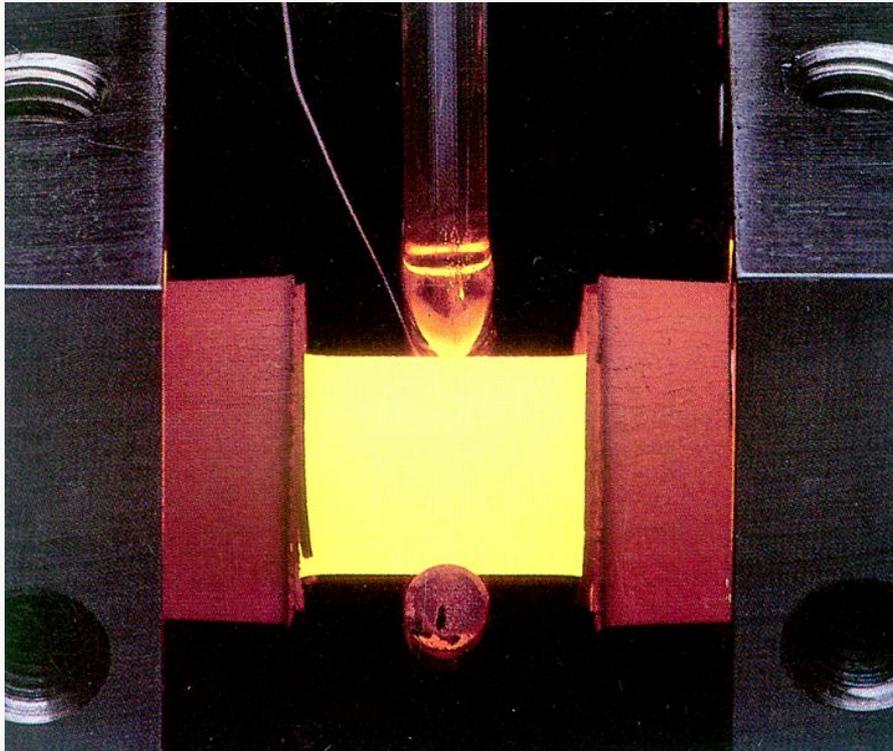
Warmzugversuch
nach vorgelagertem Schweißzyklus

Werkstoff: AlMg3
Prüftemperatur: 300 °C
Dehnrage: 0,03mm/s

Durchführen von
Warmzugversuchen

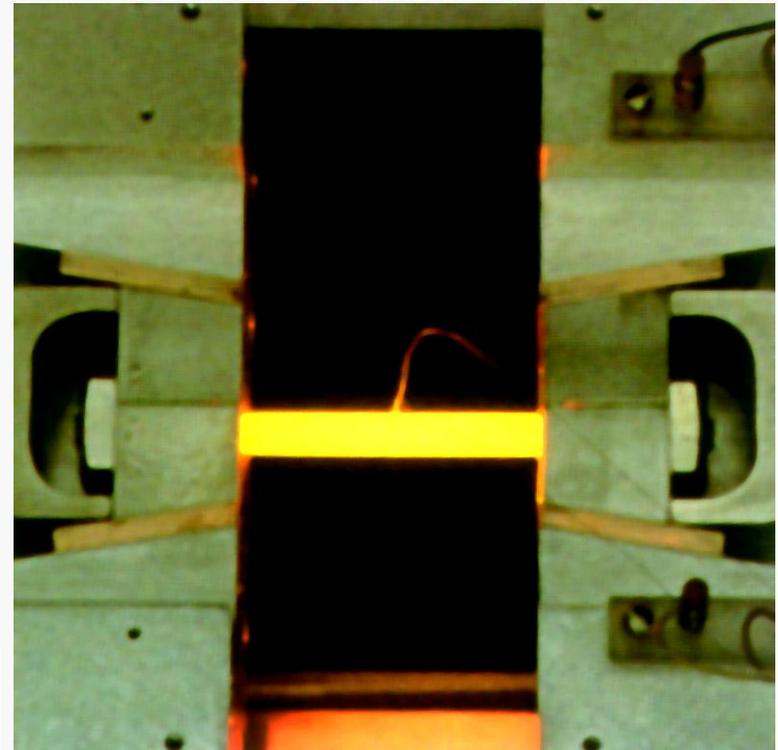


Ermittlung von E-Modul
und Fließspannung.



Gleeble 3500 im Warmdruckversuch.

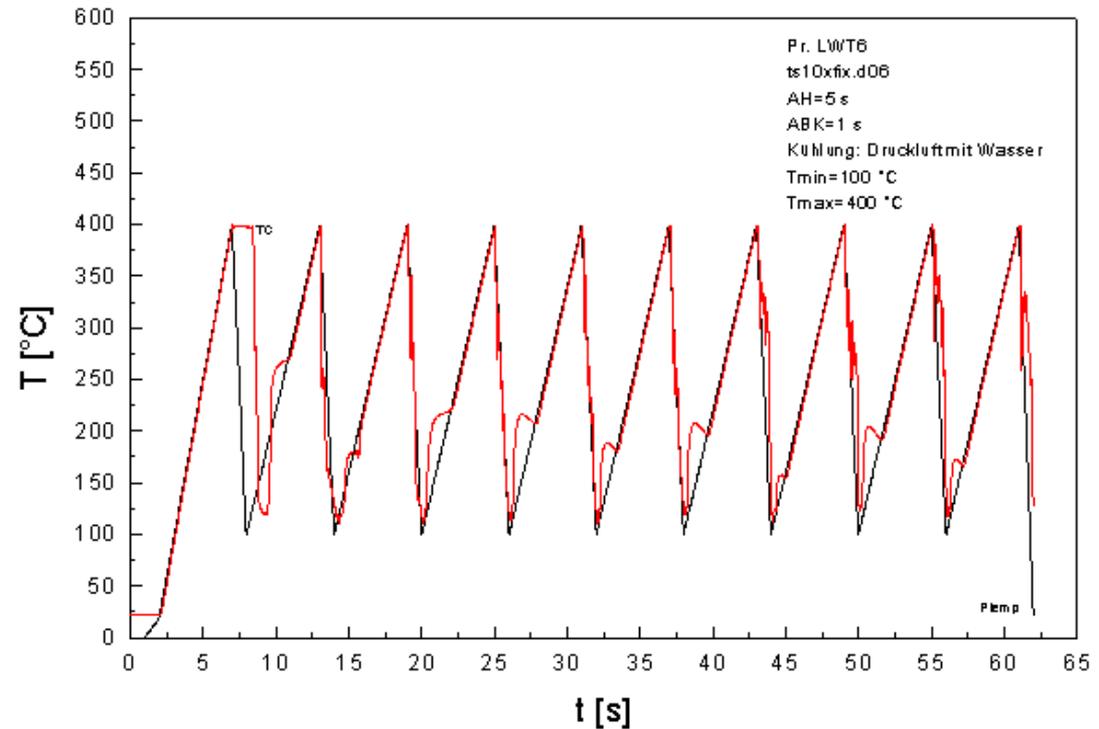
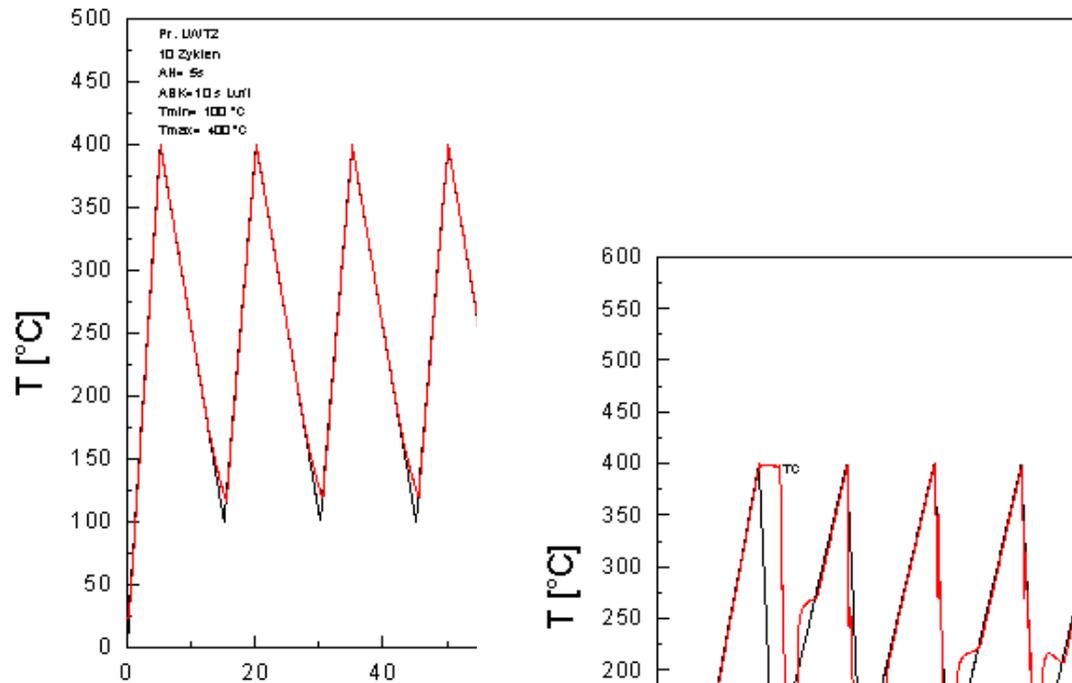
Quarzstifte zur Aufnahme von Volumenänderungen an erwärmter Probe.

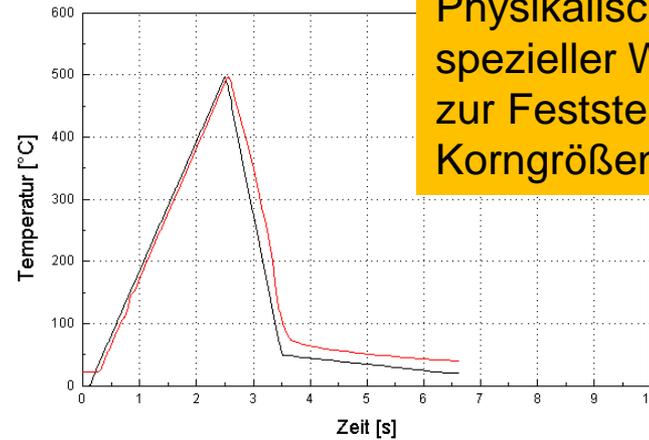
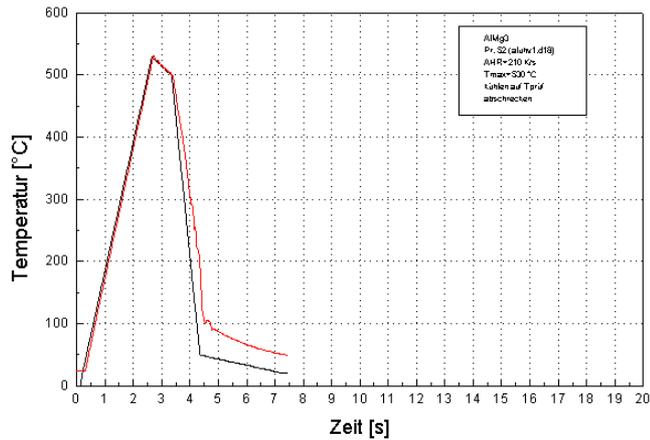


Warmzugversuch.

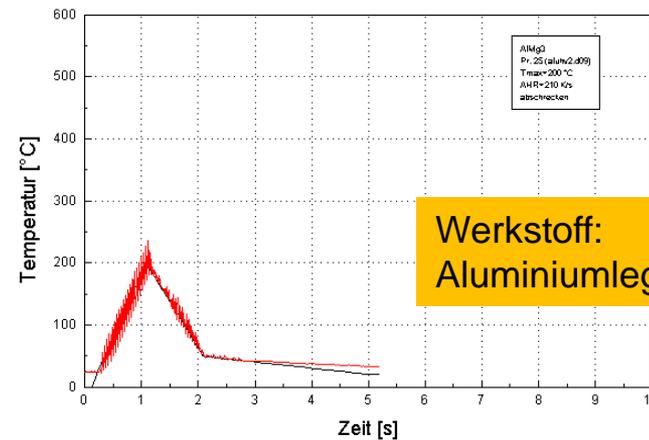
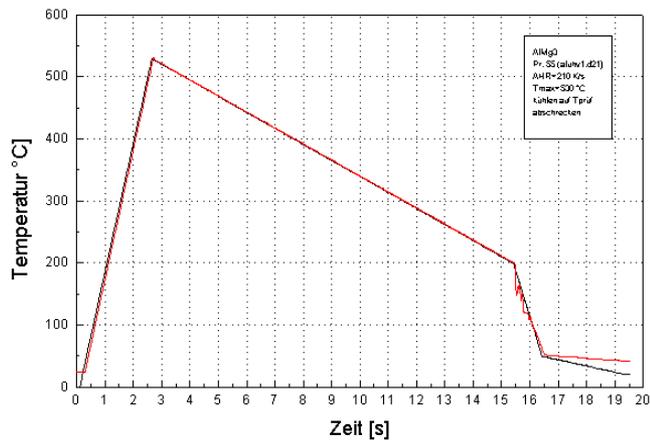
Erwärmte Probe mit Thermoelement zur Steuerung des vorgeschriebenen Temperaturverlaufes.

Prüfen der Thermoschockbeständigkeit an beschichteten Proben





Physikalische Simulation spezieller Wärmezyklen zur Feststellung von Korngrößenunterschieden



Werkstoff: Aluminiumlegierung AlMg3

- BAM Bundesanstalt für Materialprüfung, Berlin, D
- Benteler Automobiltechnik GmbH, Paderborn, D
- Benteler Tube Management GmbH, Paderborn, D
- Eberspächer GmbH, Esslingen, D
- GMS Gesellschaft für metallurgische Systeme mbH, Bernau, D
- IBOK a.s., Bratislava, SK
- Industry Research Centre Arcelor Innovation - R&D, OCAS N.V., Zelzate, B
- Ing.-Büro Tobias Loose, Wössingen, D
- Ing.-Gemeinschaft Meyer & Horn-Samodelkin GbR, Rostock, D
- RWTH Aachen, ISF Inst. für Schweißtechnik und Fügetechnik, Aachen, D
- Leibnitz Universität Hannover, Inst. für Werkstoffkunde, Garbsen, D
- Leibnitz Universität Hannover, LS Werkstofftechnik, Hannover, D
- Liebherr MCCtec, Rostock, D

- MET Motoren- und Energietechnik GmbH, Rostock, D
- Nordtest GmbH, Rostock, D
- Robert Bosch GmbH, Stuttgart, D
- Rautaruukki Oyj, Ruukki Metals, Raahе, FIN
- Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, Mülheim an der Ruhr, D
- SLV Halle GmbH, Halle, D
- SLV Hannover GmbH, Hannover, D
- TU Carolo Wilhelmina zu Braunschweig, Fak. für Masch.-bau, Braunschweig, D
- TU Duisburg-Essen, Fak. für Ingenieurwissenschaften, Essen, D
- Universität Rostock, LS Fertigungstechnik/Schweißtechnik, Rostock, D
- Universität Stuttgart, Inst. für Konstruktion und Entwurf, Stuttgart, D
- V & M DEUTSCHLAND GmbH, Düsseldorf, D
- Ventilatorenfabrik Oelde GmbH, Oelde, D



Schweißtechnische
Lehr- und Versuchsanstalt
Mecklenburg-Vorpommern GmbH
Alter Hafen Süd 4
18069 Rostock
GERMANY

Tel.: +49 381 811-5010
Fax: +49 381 811-5099

Ihr Ansprechpartner: Dr.-Ing. Arite Scharff

E-mail: scharff@slv-rostock.de