

Festigkeitsprüfung harter Werkstoffe im Zugversuch bei erhöhten Temperaturen

Problemstellung und MCL Aktivitäten:

Werkstoffe in Warmarbeitsapplikationen unterliegen im Einsatz einer komplexen Kombination aus Ermüdungs-, Kriech-, Verschleiß- und mechanischen Beanspruchungen. Die Charakterisierung der mechanischen Eigenschaften bei erhöhten Temperaturen ist daher wesentlicher Bestandteil einer gezielten Werkstoffentwicklung und der Lebensdaueroptimierung von Werkzeugen.

Zur Beschreibung des Einflusses erhöhter Temperaturen auf die Festigkeits- und Duktilitätseigenschaften kommt in der Werkstoffprüfung vorwiegend der einachsige Warmzugversuch zum Einsatz. Üblicherweise wird bei diesem Versuchsaufbau der Probenkörper in einer entsprechenden Heizkammer auf die jeweilige Prüftemperatur gebracht und geprüft. Die damit verbundenen langen Versuchszeiten wirken sich negativ auf die Qualität des Versuchsergebnisses aus, da die das Verformungsverhalten bestimmenden metallphysikalischen Mechanismen (Ausscheidung, Vergrößerung, Rekristallisation, Kriechen) stark Zeit und Temperatur abhängig sind. Es ist daher eine möglichst rasche Versuchsdurchführung erstrebenswert.

Induktiver Warmzugversuch:

Der am Materials Center Leoben realisierte Prüfaufbau (Abbildung 1) beruht auf der Anwendung einer Induktionserwärmungsanlage zur raschen und reproduzierbaren Erwärmung der Prüfkörper. Die Temperaturregelung und -überwachung erfolgt sowohl mittels an der Probe angebrachter Thermo-elemente als auch pyrometrisch. Dieser Versuchsaufbau erlaubt die Bestimmung der Warmfließgrenze, der Warmdehngrenzen, der Warmzugfestigkeit sowie der Gleichmaßdehnung bei erhöhten Temperaturen als Funktion von Glühdauer t und Prüftemperatur T bis zu 700°C. Die Temperaturverteilung im Prüfkörper entspricht den Anforderungen laut EN 10 002/5, wobei die Dehnungsmessung berührungslos über ein Laser Speckle Extensometer erfolgt. Dies erlaubt die Vermeidung von thermischen und mechanischen Beschädigungen der Messgeber und gewährleistet eine unkomplizierte Probenvorbereitung und einen raschen Versuchsablauf. Damit auch höchstfeste Werkstoffe geprüft werden können, wird der vom MCL entwickelte Kugelkopfprüfkörper verwendet (siehe Produktblatt RT-Zugversuch).

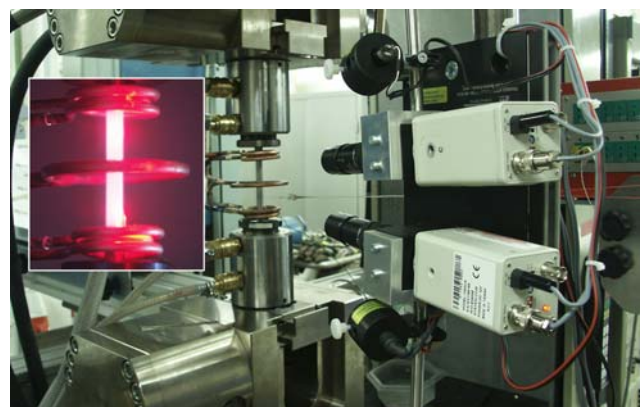
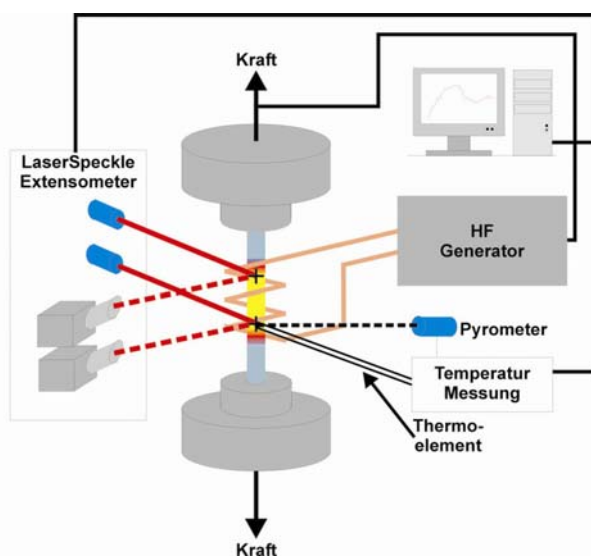


Bild 1: Schematischer Prüfaufbau und reale Versuchsdurchführung im Werkstoffprüflabor.

Beispiel: Warmzugprüfung an Werkzeugstählen:

Der realisierte Prüfaufbau wurde erfolgreich zur Prüfung von unterschiedlichen Werkzeugstahlgüten eingesetzt. Dabei ermöglicht die Induktionserwärmung die Realisierung sehr hoher Heizraten und somit eine wesentlich raschere Ermittlung von Spannungs- Dehnungskurven sowie von relevanten Zugversuchskennwerten bei erhöhten Temperaturen.

Durch Variation der Glühdauer t können die Auswirkungen von zeitabhängigen Werkstoffveränderungen als Funktion der Prüftemperatur untersucht werden. Durch die Wahl kurzer Glühzeiten gelingt es undefinierte thermische Einflüsse auf das Probenmaterial zu verringern und dem Ausgangszustand nahe zu prüfen.

Das verwendete Laser Speckle Extensometer erlaubt die Prüfung metallisch blanker Prüfkörper und gewährleistet daher ein Minimum an Aufwand in der Probenvorbereitung.

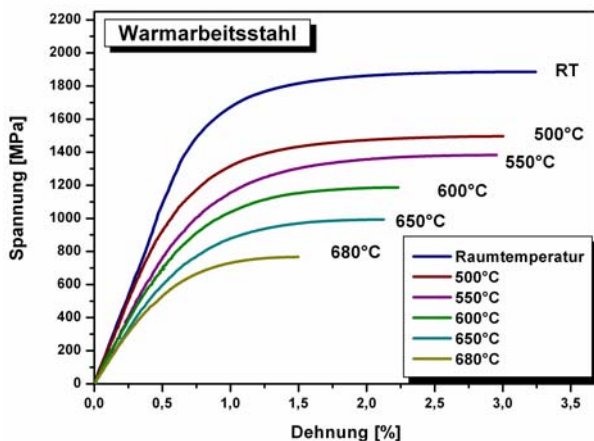
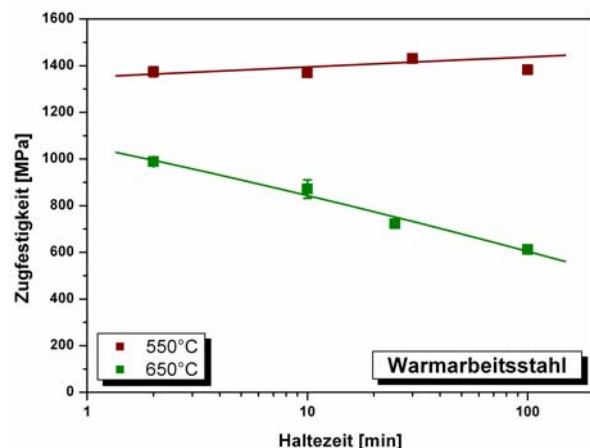


Bild 2: Spannungs- Dehnungskurven eines Warmarbeitsstahles bei unterschiedlichen Prüftemperaturen nach möglichst kurzer Aufheizzeit auf Prüftemperatur (< 2 min.)

Bild 3: Zugfestigkeit eines Warmarbeitsstahles in Abhängigkeit von der Haltezeit auf Prüftemperatur 550°C bzw. 650°C vor der eigentlichen Versuchsdurchführung.



Kontakt:

Dr. Stefan Marsoner

Franz Josef Str. 13
A-8700 Leoben

Tel.: +43 (0) 3842 45922 – 6
Fax.: +43 (0) 3842 45922 – 5
Email: mcltooling@mcl.at

Dipl.-Ing. Stefan Erlach

Franz Josef Strasse 18
A- 8700 Leoben

Tel.: +43 (0) 3842 402 4227
Fax.: +43 (0) 3842 402 4202
Email: stefan.erlach@mcl.at

Kplus

Kompetenzzentren-Programm

