

Leistungsbeschreibung

Elektromechanische Zug-, Druck- und Torsionsprüfmaschine

Zielsetzung

Die Arbeitsgruppe Werkstoffprüfung (AWP) an der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU) plant in einem Ausschreibungsverfahren die Beschaffung einer fabrikneuen Prüfmaschine zur Bestimmung von mechanischen Materialkennwerten.

Diese Prüfmaschine soll in erster Linie für Untersuchungen von Kleinstproben aus additiv gefertigten rostfreien Stählen genutzt werden. Dabei stehen mechanische Tests zur quasistatischen und zyklischen Beanspruchung und damit das Ermitteln von Zugfestigkeiten, Streckgrenzen und Elastizitätsmodul in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung der Stähle im Vordergrund. Zur umfassenden Charakterisierung der Werkstoffe werden dazu Tests geplant, die das Material innerhalb einzelner Schweißbahnen beanspruchen, sowohl einachsig als auch als Überlagerung von Zug- und Torsionsbelastung. Aufgrund des resultierenden kleinen Querschnitts werden geringe Kräfte erwartet, was eine entsprechend präzise Messauflösung und robuste Einspannvorrichtung voraussetzt.

Um auch zukünftig möglichst viele verschiedene Materialien und Forschungsvorhaben abdecken zu können muss für einen reibungslosen Forschungsbetrieb ein einfaches Wechseln zwischen verschiedenen Probengeometrien und Materialien gewährleistet sein. Dies fordert einige Automatisierungsmöglichkeiten sowohl für die Einrichtung des Prüfstrangs als auch die Auslegung des Messbetriebs. Für den Betrieb mit großer zeitlicher Auslastung sollte der Wartungsaufwand minimal sein.

Anforderungen und Spezifikationen

A. Angebotspreis

Die Ausschreibung findet im Rahmen einer Großgeräteförderung in Kooperation mit der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) statt, die bewilligte Fördersumme beträgt 268.000€ (inkl. MwSt.). Das Angebot des Anbieters muss die Prüfmaschine und das im Förderantrag enthaltene Zubehör beinhalten. Liegt der Angebotspreis unter dem oben bezifferten Budget kann mit dem Differenzbetrag weiteres Zubehör angeboten werden, dies wird positiv in der Bewertung berücksichtigt.

B. Technische Anforderungen der Prüfmaschine

Die angebotene Prüfmaschine muss die folgenden Leistungsmerkmale erfüllen:

Die Maschine ist geeignet für statische und Dauerschwingversuche unter Zug-, Druck- und Torsionsbelastung. Der Kraftbereich ist durch folgende Größen abgegrenzt:

- Dynamische Kraft bis $\pm 3000\text{N}$
- Statische Kraft bis $\pm 2000\text{N}$
- Drehmoment bis $\pm 30\text{Nm}$ (Drehwinkel ist nicht beschränkt)
- Kolbenweg min. 60mm, Frequenz im Bereich 0-100Hz frei wählbar

Der Torsionsantrieb sollte sich dabei außerhalb des Prüfraumes befinden und eine kombinierte Belastung von Zug/Druck und Torsion ermöglichen. Sowohl der Linear- als auch der Torsionsantrieb sollen elektromechanisch motorisiert sein.

Die Traverse soll schnell und werkzeugfrei gelöst/fixiert werden können, eine elektrische Verstellmöglichkeit ist ein Plus. Eine Manuelle Steuerung mitsamt Not-Aus muss außerhalb des Prüfraumes am Lastrahmen erreichbar sein. Um Proben und Personal im Falle eines Stromausfalls zu schützen, muss der Prüfstrang über eine Bremsfunktion abgesichert sein. Im regulären Einrichtbetrieb muss die Maschine eine Probenschutzfunktion aufweisen, die bei Überschreiten einer kritischen Kraft automatisch ausweicht und diese Kraft reduziert.

Um aufwändige Dauerschwingversuche nicht zu verfälschen, darf es keine Wartungsunterbrechung bei hohen Lastspielzahlen geben. Der Wartungsaufwand soll so gering wie möglich ausfallen, u.A. sollen die Aktuatoren keine regelmäßige Schmierung benötigen. Dies minimiert Eingriffe in den Maschinenaufbau und damit das Risiko von Störungen und Wartungsfehlern.

Der Prüfmaschinen-Controller muss eine digitale Messung von Kraft/Weg bzw. Torsion/Winkel zur (absoluten) Positionsbestimmung und eine zweikanalige Regelung des Messablaufs ermöglichen. Die Phasenbeziehung zwischen Zug- und Torsion muss flexibel regelbar sein. Neben den Anschlüssen für die Kraft- und Wegaufnehmer sollen freie Anschlüsse für externe Aufnehmer und Sensoren vorhanden sein. Um auch bei komplexen Aufbauten eine präzise Steuerung und Messung zu gewährleisten, sollen alle verbundenen Kanäle mit einer einheitlichen hohen Rate abgetastet werden ($>8\text{kHz}$), unabhängig davon, wie viele Kanäle angeschlossen sind.

C. Anlieferung

Im Lieferumfang muss neben der Prüfmaschine und der Steuereinheit auch ein passendes PC-System mit Peripherie und Steuerungs- & Messsoftware enthalten sein. Der Hersteller übernimmt Anlieferung, Installation und Inbetriebnahme am Aufstellort sowie eine Kalibrierung der Sensorik. Der Auftragnehmer liefert ein schriftliches/digitales Betriebshandbuch und bietet einen technischen Service in deutscher oder englischer Sprache an.

Die Lieferung erfolgt gemäß Incoterms 2020 DDP an folgenden Erfüllungs-/Aufstellungsort:

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau

Standort Kaiserslautern

Gottlieb-Daimler-Str., Gebäude 44, Raum 207

67663 Kaiserslautern

Der Aufstellungsort ist bis auf eine Stufe ebenerdig zu erreichen, der Zugang erfolgt über Doppeltüren.

Kontakt mit den Mitarbeitenden der RPTU, die mit den Übergabeprozess betraut sind, erfolgt nach Erteilung des Zuschlags.

D. Spannzeug und Kraftaufnehmer:

Die Maschine muss mit einer dauerschwinggeeigneten Kraftmessdose ausgestattet sein, die den Kraftbereich der Prüfmaschine abdeckt. Sie erfüllt die Genauigkeitsklasse 0,5 für den gesamten Messbereich. Ein integrierter Beschleunigungssensor, der automatisch für die Massenbeschleunigung korrigiert, ist ein Plus.

Außerdem muss ein passendes mechanisches Spannzeug für Zug-, Druck- und Wechsellasten vorhanden sein, dass für alle Belastungsmodi im Kraftbereich der Prüfmaschine ausgelegt ist. Das Spannzeug beinhaltet Spannbacken für Rund- und Flachproben:

- Gezahnte Spannbacken für Flachproben 0-6mm Dicke
- Gezahnte Spannbacken für Flachproben 6-12mm Dicke
- Spannbacken mit V-Nut für Rundproben von 3-8mm Durchmesser
- Spannbacken mit V-Nut für Rundproben von 7-12mm Durchmesser

Das Spannzeug für Flachproben muss vollständig schließen (Probendicke bis 0mm). Eignet sich das Spannzeug für den Einsatz in einer Temperierkammer ist das ein Plus.

E. Merkmale der Steuerungs- und Messsoftware

Das Systemsetup erfolgt mittels Auswahl der Regelgröße, Kalibrieren der Sensoren, Einstellung der Grenzwerte und Folgeaktionen falls diese überschritten werden. Die Optimierung der Regelparameter muss dabei automatisiert ablaufen und anhand einer einmaligen statischen Belastung (wahlweise Weg- oder Kraftgesteuert) der Probe ermittelt und eingestellt werden.

Der gesamte Messablauf muss in der Software plan- und programmierbar sein, und zur wiederholten Nutzung abgespeichert werden können. In Anlehnung an bereits vorhandene Messsoftware wird eine Blockprogrammierung bevorzugt, die den Messablauf aus Rampen, Haltezeiten, Schwingungen u.Ä. zusammensetzt. Dies beinhaltet auch einfache Funktionsgeneration für diese Segmente. Auch ein Verändern der Frequenz während eines Dauerschwingversuchs (Frequenzsweep) soll realisierbar sein. Auch das Nachfahren von Betriebslastsequenzen muss möglich sein. In der Steuerung ist eine Verknüpfung mehrerer Kriterien für das Versuchsende möglich.

Externe Messsysteme (Video-Dehnungsaufnehmer, Temperierkammer, Temperatursensoren) und (digitale) Ausgänge sollen zur erweiterten Datenerfassung bzw. Ereignissteuerung in den Messablauf mit eingebunden werden können.

Die Datenerfassung soll wahlweise an Zeit, Zyklenanzahl oder Messkanal-Ereignissen gekoppelt werden können. Bei Dauerschwingversuchen sollen einzelne Zyklen entsprechend einer Speichertermintabelle komplett abgespeichert und im Versagensfall automatisch die letzten Zyklen vor dem Versagen erfasst werden. Die Messdaten sollen in der Messumgebung so aufbereitet werden können, dass Messwerte, Hysteresekurven und Spitzenwerte/Trends betrachtet werden können. Erste Auswertungen und Statistiken sollen ohne externe Software ermittelt und betrachtet werden können.

F. Weiteres Zubehör

Weiteres Zubehör, das im Angebot nicht gefordert, aber positiv in der Bewertung berücksichtigt wird beinhaltet:

- Vorrichtung für Dreipunkt-Biegeversuche
- Dehnungsmesstreifen
- Extensometer
- (Kontaktlose) Temperatursensoren
- Temperierkammer

Die genaue Bewertung ist in der beiliegenden Wertungsmatrix aufgeschlüsselt.

G. Schulung

Nach der Inbetriebnahme ist vom Auftragnehmer eine umfassende Schulung für min. drei Personen des wissenschaftlichen/technischen Personals an der RPTU in englischer oder vorzugsweise deutscher Sprache durchzuführen. Diese soll die sichere Bedienung der Maschine, Prüfablauf, Probeneinbau, Messungsauslegung und Datenerfassung beinhalten. Das geschulte Personal soll nach dieser Schulung in der Lage sein, die Maschine selbstständig und sicher für den Forschungsbetrieb zu nutzen.

H. Garantie/Gewährleistung

Der Auftragnehmer übernimmt die Gewährleistung für die geforderten Spezifikationen. Der Zeitraum, in dem vom Hersteller eine Bereitstellung von Ersatzteilen und kompatibelem Zubehör gewährleistet werden kann, fließt gemäß der Wertungsmatrix in die Bewertung ein.

Es gilt die gesetzliche Gewährleistungsfrist von zwei Jahren, ein erweiterter Garantiezeitraum ist ein Plus.