

PRÄZISE MESSUNGEN AN DÜNNEN DRÄHTEN

Technische Herausforderung

Die Anforderungen an die mechanischen Parameter von dünnen Drähten sind so vielfältig wie deren Einsatzmöglichkeiten. Die Dehnungsmessung bei Zugprüfungen kann durch berührungslos messende Extensometer erfolgen. Diese Prüfabläufe lassen sich weitgehend automatisieren, was Zeit und Kosten spart.

Stahlseile und Schraubenfedern haben eines gemeinsam: Sie bestehen aus mehreren Drähten beziehungsweise einem Federstahldraht. Jeder einzelne muss im Einsatz bestimmte Anforderungen erfüllen.

Der wichtigste Test in der Qualitätssicherung ist der Zugversuch. Schon diese scheinbar „einfache“ Messung ist eine technische Herausforderung. Mit welcher Methode wird die Dehnung der Probe im Zugversuch ermittelt? Bezieht sie sich beispielsweise auf den Weg, den die Traverse der Prüfmaschine bei der Prüfung zurücklegt, müssen sowohl Verformungen unter der einwirkenden Last als auch das mechanische Spiel mit eingerechnet werden. Das ist kompliziert und aufwendig. Effizienter und vor allem präziser ist die Dehnungsmessung mit einem Extensometer. Es umgeht die genannten Fehlerquellen, da die Messung direkt an der Probe und somit außerhalb des Kraftflusses erfolgt.

Eine weitere Bedingung für eine präzise Prüfung ist, dass für jede Probe das am besten geeignete Extensometer ausgewählt werden muss. Diese unterscheiden sich primär darin, ob sie die Probe während der Messung berühren oder nicht. Berührende Ausführungen messen zwar kostengünstig und genau, können aber bei empfindlichen Proben nicht eingesetzt werden, da sie die Messung durch den direkten Kontakt eventuell verfälschen. In extremen Fällen wird die Probe sogar zerstört.

Bei einem Zugversuch an dünnen, kerbempfindlichen Drähten kommt daher nur eine berührungslose optische Messung infrage. Auch hier gibt es Einschränkungen. So können beispielsweise

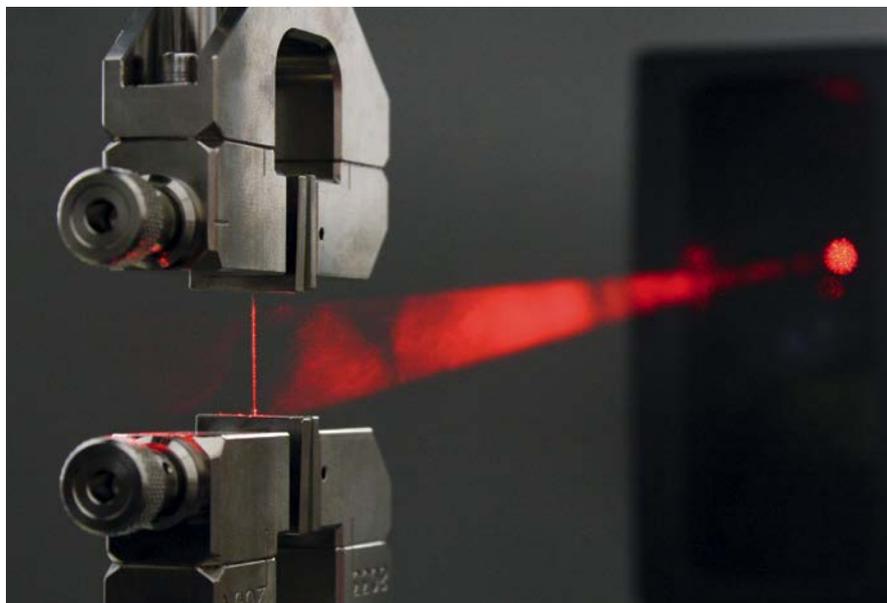


Bild 1. Drahtprobe: Dehnungsmessung mit berührungslos messendem Extensometer

die für optische Standard-Messsysteme notwendigen Messmarken weder bei hohen Temperaturen noch in feuchter Umgebung eingesetzt werden. Das Gleiche gilt für sehr dünne Drähte, da sie für normale Lichtquellen keine ausreichend große Sichtfläche bieten.

Eine sehr präzise und zugleich komfortable Lösung ist der Einsatz eines Lasers. Hier bietet Zwick, Ulm, mit seinen berührungslos messenden LaserXtens-Extensometer ein breites Portfolio an (Bilder 1 und 2). Sie sind für Zug-, Druck- und Torsionsmessungen an unterschiedlichen Materialien konzipiert.

Die Messmethode: Der Laser erzeugt auf der Oberfläche der Probe ein Muster, das als virtuelle Messmarke definiert wird. Die Bewegung wird während des Zugversuchs mithilfe eines speziellen Korrelationsalgorithmus verfolgt und mit Digitalkameras aufgezeichnet. Die Auswertung von zwei aufeinanderfolgenden Aufnahmen zeigt dann die Dehnung der Materialprobe – mit einer Auflösung kleiner $0,15 \mu\text{m}$.

Eine der grundlegenden Kenngrößen eines Werkstoffs ist die Zugfestigkeit. Sie sagt etwas darüber aus, mit welcher Kraft ein Werkstück mit definiertem Quer-

schnitt und bestimmter chemischer Zusammensetzung noch auf Zug belastet werden kann, bevor die Einschnürung beginnt. Da es schon vorher zu einer plastischen und damit verbleibenden Verformung kommt, ist für den Konstrukteur die sogenannte Mindeststreckgrenze noch wichtiger. Sie definiert die Kraft, bei der ein Werkstoff unter einachsiger Zugbelastung noch keine dauerhafte Verformung zeigt.

Ein weiterer, zentraler Parameter bei der Zugprüfung ist die Bruchdehnung. Sie bezeichnet die bleibende Längenänderung der Probe nach dem Bruch und ist ein Maß für die Verformbarkeit (Duktilität) des Materials. Diese Prüfung setzt allerdings voraus, dass der Aufnehmer sowohl für große Messwege (bei elastischen Materialien) als auch für Prüfungen bis zum Bruch geeignet ist, ohne dass er von zurückschnellenden Proberesten beschädigt wird. Beides ist mit der Methode der Lasermessung gegeben.

Die Bestimmung von Materialeigenschaften wird nicht nur zur Qualitätssicherung im eigentlichen Herstellungsprozess genutzt. Typisches Beispiel ist die Beeinflussung der Festigkeitskennwerte von Federdrähten durch weitere Prozess-

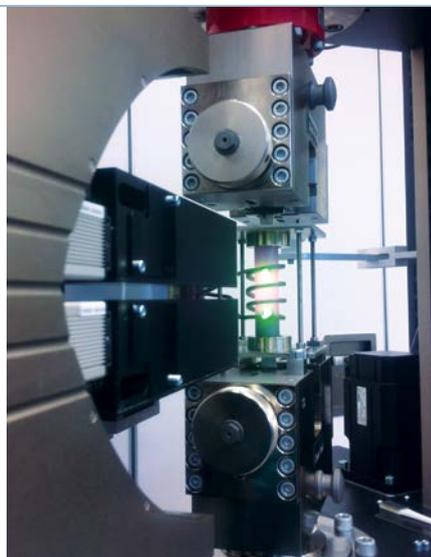


Bild 2. Hochtemperaturprüfung: mit berührungslos messendem Extensometer und Induktionsheizspirale

schritte wie Veränderungen der Oberfläche und Wärmebehandlungen. In diesen Fällen geht es nicht nur um Zugprüfungen, sondern auch um Torsionsmessungen mit ihren zugehörigen Parametern. Auch hier gibt es Spannungswerte sowie Fließ- und Dehngrenzen.

Ziel ist es, die gewünschte Funktion der Feder durch die genannten Prozesse entsprechend „einzustellen“ – und das muss nachträglich ebenfalls überprüft werden. LaserXtens-Extensometer von Zwick decken beides ab, sowohl Zug- als auch Torsionsmessungen. Vom Beginn der elastischen Verformung bis hin zur Bruchdehnung. Was können die Systeme im Einzelnen?

Der Hersteller bietet das berührungslos messende Extensometer LaserXtens in verschiedenen Ausführungen. Je nachdem, ob es speziell um dehnungsgeregelte Versuche geht, ob besonders dünne Proben getestet werden sollen oder ob ein sehr großer Messbereich notwendig ist. Die Version LaserXtens Compact ist speziell für die Messung an kleinen Proben ab einer Messlänge von 1,5 mm und einer Breite von 0,5 mm konzipiert. Also für dünne Drähte. Auch Messungen an Proben in Temperierkammern und Hochtemperaturöfen für spätere Spezialanwendungen sind möglich. Sie können mit grünem Laserlicht bis zu einer Temperatur von 1000 °C durchgeführt werden.

Durch die hohe Auflösung von 0,15 µm sind auch Feindehnungsmessungen möglich, beispielsweise zur Bestimmung des Elastizitätsmoduls. Dieser beschreibt innerhalb des elastischen Bereichs den Zusammenhang zwischen der ausgeübten Kraft und der Dehnung.

Wichtig für die Anwendung ist die Bestimmung der technischen Elastizitätsgrenze. Sie erlaubt eine bleibende Dehnung von 0,01 Prozent, bezogen auf die Dehngrenze.

Das Extensometer LaserXtens Compact erfüllt die Klasse 0,5 der ISO 9513 (Klasse B2 der ASTM E83) und kann mit allen Tisch- und Standprüfmaschinen der Allround-Line-Prüfmaschinen von Zwick verwendet werden. Eine noch höhere Auflösung mit 0,04 µm erreicht das Extensometer LaserXtens Compact HP.

Das Extensometer LaserXtens Compact ist auch in der Lage, Querdehnungen zu erfassen – ohne dass zusätzliche Geräte oder Markierungen notwendig sind. Integrierte Funktionen erkennen Parameter wie Bruchdehnung und Brucheinschnürung und bestimmen ihre Werte nach ISO 6892-1 (Anhang H). Bei Bedarf stehen optionale Softwarelösungen wie die 2D-Punktematrix und eine zweite Messachse zur Verfügung. Die 2D-Matrix erlaubt die zweidimensionale Vermessung von bis zu 100 Messpunkten, um lokale Dehnungen und inhomogene Bereiche an der Drahtoberfläche unter Last zu bestimmen. Und mit der zusätzlichen Messachse kann der Anwender während der Längsdehnung gleichzeitig eine lokale Verände-

rung bei der Querdehnung messen. Die berührungslose Messung der Materialeigenschaften von Drähten mit dem LaserXtens ist nicht nur präzise, sie spart auch Zeit und Kosten für Markierungen. Hinzu kommt der komfortable Einsatz mit weitgehend automatisierten Prüfabläufen. Das reduziert Personal- und Zeitaufwand und erhöht die Qualität, da subjektive Einflüsse minimiert werden. Das ist gerade bei Serienprüfungen oder Tests, die in eine Produktionskette integriert sind, sehr effizient. Auch für das Einstellen unterschiedlicher Messlängen benötigt der Anwender nur wenige Sekunden. Höhere Beschaffungskosten amortisieren sich nach Firmenangaben sehr schnell, da der Aufnehmer für ein breites Anwendungsspektrum eingesetzt werden kann. □

**Dr. Peter Stipp, Fachjournalist,
Bensheim**

► **Zwick GmbH & Co. KG**
Wolfgang Mörsch
T 07305 10-763
www.zwick.com

QZ-Archiv

Diesen Beitrag finden Sie online:
www.qz-online.de/705640