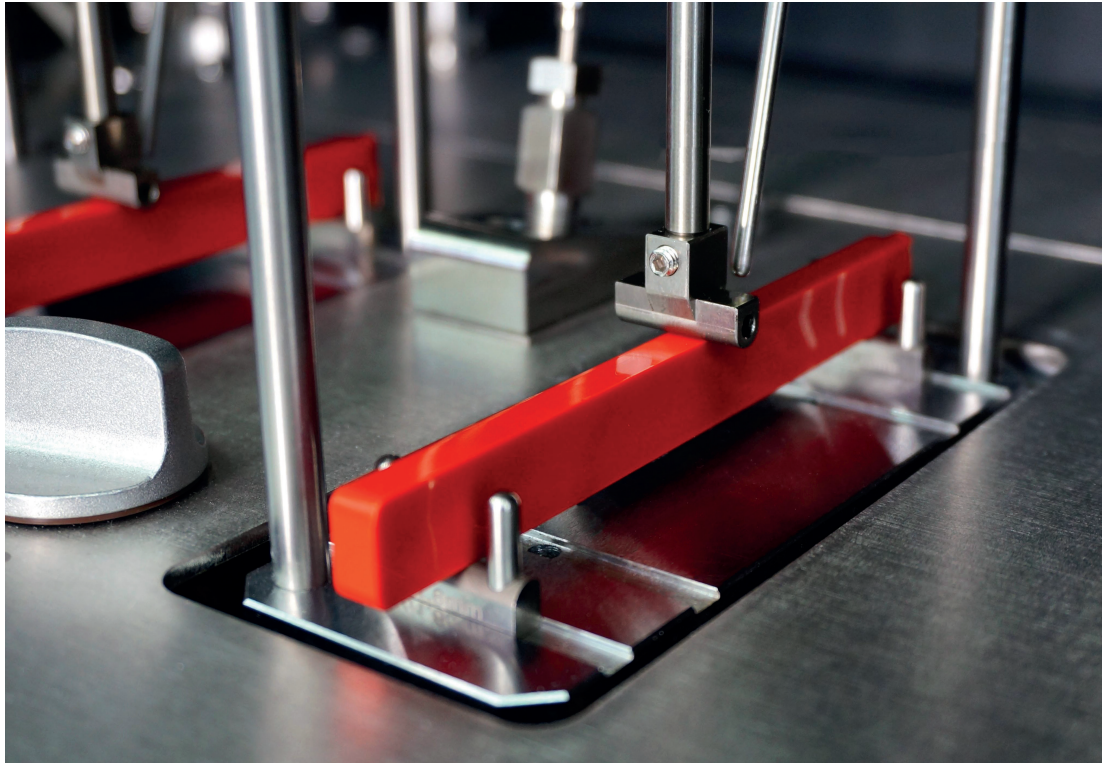


Messung der Formbeständigkeit eines Probekörpers. Gerade thermoplastische Kunststoffe verlieren bei höheren Temperaturen zunehmend ihre Steifigkeit und Härte. © ZwickRoell



Hochpräzise mechanische Prüfungen

## Materialprüfungen an Kunststoffen

Zur mechanischen Prüfung und der Materialcharakterisierung von Kunststoffen kommen unterschiedlichste Geräte und Maschinen zum Einsatz. Die Untersuchungen reichen von einfachen Zug- und Druckprüfungen über die Messung der Formbeständigkeitstemperatur bis hin zum Langzeitverhalten und der Betriebsfestigkeit im Zeit- und Dauerfestigkeitsbereich. Hinzu kommen Schlagprüfungen, um das Materialverhalten bei höheren Verformungsgeschwindigkeiten beurteilen zu können.

**B**ei der großen Vielfalt an Polymeren, die aktuell den Herstellern zur Verfügung stehen, ist es wichtig, die Stärken und Schwächen der einzelnen Materialien genau zu kennen. So legt die Automobilbranche den Fokus auf ganz andere Eigenschaften als beispielsweise die Medizinbranche. Um die Möglichkeiten und Chancen von Kunststoffen in vollem Umfang nutzen zu können, sind daher genaue Kenntnisse der Materialcharakterisierung und -qualifizierung essenziell. Entsprechend vielfältig sind die notwendigen Prüfungen.

Statische Prüfungen wie der Zug- und Druckversuch, aber auch die Biegeprüfung, gehören zu den am häufigsten durchgeführten Prüfungen überhaupt.

Sie generieren grundlegende Kennwerte in der Entwicklung und lassen während der Qualitätssicherung weitreichende Rückschlüsse auf das Materialverhalten von Bauteilen zu. Universalprüfmaschinen wie die AllroundLine Serie von ZwickRoell decken dank modularer Bauweise und einer umfangreichen Auswahl an Zubehör alle statischen Prüfmethode ab. Im Zusammenspiel mit einer Temperierkammer sind zudem Versuche in einem weiten Temperaturbereich von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+250^{\circ}\text{C}$  möglich. Darüber hinaus sorgen bis zu drei Prüfräume in einer einzigen Prüfmaschine für flexibles Arbeiten ohne Umbauten. Das Prüfplatzkonzept der Prüfsoftware testXpert III lädt auf Knopfdruck alle

relevanten Parameter und unterstützt so den schnellen Wechsel der vorkonfigurierten Prüfräume.

Auch die Härte ist eine der Basiseigenschaften eines jeden Werkstoffs. Sie gibt Aufschluss über dessen Abriebfestigkeit und Zugfestigkeit. Klassische Verfahren zur Härtebestimmung an Kunststoffen sind beispielsweise die Härteprüfung nach Rockwell und die Kugeldruckhärte. Abgestimmt auf die Anforderungen beim Kunden bietet ZwickRoell von analogen Handgeräten zur Bestimmung der Shore-Härte über universelle Härteprüfmaschinen bis hin zur Kombinationslösungen aus Härtemesskopf und Universalprüfmaschine für die instrumentierte Eindringprüfung ein

breites Portfolio. Mit dem ZHN Nano-indenter kann darüber hinaus die Härte selbst dünner Schichten und kleiner Oberflächenbereiche zuverlässig und sicher bestimmt werden.

### Steifigkeit und Härte bei hohen Temperaturen

Eng verknüpft mit der Härte eines Kunststoffes ist die Gebrauchstemperatur. Gerade thermoplastische Kunststoffe verlieren bei höheren Temperaturen zunehmend ihre Steifigkeit und Härte. Einen Hinweis auf diesen Grenzwert unter vergleichbaren Bedingungen liefern zwei Kennwerte: Formbeständigkeitstemperatur und Vicat-Erweichungstemperatur. Das Verhalten des Kunststoffes wird durch konstante Belastung gemessen, die bei zunehmender Temperatur zu einer steigenden Verformung des Probekörpers in Form einer Durchbiegung oder der Eindringung einer Nadel führt. Die Bestimmung dieser Temperaturen folgt den Normen ISO 306, ASTM D1525, ISO 75 und ASTM D648.

Für die Vicat-Erweichungstemperatur (VST, Vicat Softening Temperature) wird ein Härteverlust über das Eindringen einer gewichtsbelasteten Nadel bei zunehmender Temperatur bestimmt. Die VST ist die Temperatur, an der die Nadel eine festgelegte Eindringtiefe erreicht. Aufgrund des relativ kleinen Probekörpers eignen sich dieses Verfahren gut für Messungen an Probekörpern, die aus Komponenten oder Bauteilen entnommen wurden. Für die Formbeständigkeitstemperatur (HDT, Heat Distortion Temperature) wird der Verlust der Steifigkeit in einem Dreipunkt-Biegeverfahren gemessen. Beide Verfahren werden in der Formmassencharakterisierung verwendet und gehören zu den in ISO 10350-1 definierten Einpunktkennwerten.

### Bestimmung der Wärmeformbeständigkeit

Das neue Amsler HDT/Vicat ist für die komfortable Prüfung in Forschung und Entwicklung, Wareneingangskontrolle und Produktionsüberwachung konzipiert. Die Prüfmaschine ist zur Bestimmung der Formbeständigkeits-, Vicat-Erweichungstemperatur und der Bestim-



Die Prüfmaschine Amsler HDT/Vicat ist zur Bestimmung der Formbeständigkeits-, Vicat-Erweichungstemperatur und zur Bestimmung des Zeitstandverhaltens unter Biegebeanspruchung ausgelegt. © ZwickRoell

mung des Zeitstandverhaltens unter Biegebeanspruchung ausgelegt. Je nach Anforderung lässt sich das Gerät mit zwei, vier oder sechs Messstationen ausstatten.

Die Messung der Formbeständigkeitstemperatur (HDT) erfolgt nach ISO 75 Teil 1 bis 3 und ASTM D 648 an thermoplastischen Kunststoffen, Hartgummi sowie faserverstärkten und gefüllten härtbaren Kunststoffen. Die Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur an thermoplastischen Kunststoffen folgt ISO 306 und ASTM D 1525. Dank eines digitalen Messsystems wird eine hohe Genauigkeit mit einheitlicher Kalibrierung für HDT und Vicat erreicht. Unterstützt wird die sehr einfache Bedienung durch den automatischen Prüf-ablauf und dadurch, dass die aufzuliegenden Gewichte automatisch ermittelt und angezeigt werden. Die Erweiterung um die Prüfsoftware testXpert III bietet starke Funktionalitäten, wie zum Beispiel Messwert- und Kontrollgrafiken, Ergebnisermittlungs-, Datenspeicher- und Exportfunktionen.

Die Wärmeübertragung in den Probekörper spielt bei dieser Prüf-methode eine wichtige Rolle. Deshalb arbeitet die klassische Methode mit einer Wärmeübertragungsflüssigkeit – in der Regel ein Silikonöl – und erreicht so Prüfergebnisse mit hoher Vergleichs-genauigkeit. Eine alternative Methode – mit einem ölfreien Messprinzip – bietet ZwickRoell mit seinem Modell Vicat Dry zur Bestimmung der Erweichungs-temperatur an.

### Dauerhafte und zyklische Belastungen

Eine Kriechprüfung dient der Bewertung des Langzeitverhaltens von Kunststoffen und ist besonders wichtig für Produkte, die im Einsatz einer dauerhaften Belastung unterliegen, wie Rohre, Dichtungen und Lagerbestandteile. Üblich sind Zug-, Druck- und Biegeversuche; die Prüfdauer liegt nicht selten bei mehreren Wochen oder gar Monaten. Häufig gesellt sich zur rein mechanischen eine thermische Belastung, ein Umstand dem die Kappa Multistation mit einer integrierten Temperierkammer (-40 bis +250°C) Rechnung trägt. Die Kriechprüfmaschine wurde speziell für die Analyse des Zeitstandverhaltens von Kunststoffen und Polymerwerkstoffen entwickelt. Auf bis zu sechs individuell geregelten Prüf-achsen können Zeitstandversuche »

## Info

### Text

**Dr. Peter Stipp** ist Fachjournalist bei der Agentur awikon GmbH

ZwickRoell GmbH & Co. KG  
[www.zwickroell.com/de](http://www.zwickroell.com/de)

### Digitalversion

Ein PDF des Artikels finden Sie unter  
[www.kunststoffe.de/onlinearchiv](http://www.kunststoffe.de/onlinearchiv)

### English Version

Read the English version of the article in our magazine *Kunststoffe international* or at [www.kunststoffe-international.com](http://www.kunststoffe-international.com)



Pendelschlagwerke werden unter anderem verwendet, um die Verformung des Kunststoffs auch bei hohen Geschwindigkeiten zu beurteilen. ©ZwickRoell

bis 10 kN frei kombiniert und unter Normalbedingungen oder Temperatur ausgeführt werden. Präzise Dehnungsmessungen erfolgen über optische Längenänderungsaufnehmer der videoXtens-Reihe. Hinter der Temperierkammer angebracht, haben sie dank der Sichtfenster freies Blickfeld auf alle Proben, ohne die Tests zu beeinflussen.

Während das Langzeitverhalten unter statischer Last geprüft wird, sind zur Ermittlung der Betriebsfestigkeit im Zeit- und Dauerfestigkeitsbereich dynamische Prüfungen nötig. Mit einer zyklischen Last beanspruchte Bauteile ertragen auf Dauer geringere Spannungswerte als bei statischer Beanspruchung – sie versagen durch Materialermüdung. Eine gute Option ist eine elektro-dynamische Prüfmaschine der LTM-Baureihe, die mit Kräften zwischen 1 und 10 kN angeboten wird. Durch den hohen Geschwindigkeitsbereich sind sie von quasistatischen Versuchen bis zu dynamischen Ermüdungsprüfungen mit maximal 120 Hz Prüffrequenz (je nach Modell) nutzbar. Der ölfreie Antrieb bietet eine ganze Reihe von Vorteilen, von der einfachen Inbetriebnahme der Prüfmaschine – es ist weder ein Anschluss für Öl noch für Wasser nötig – bis hin zu niedrigem Energieverbrauch und geringen Lärmemissionen. Beides macht sich insbesondere bei längeren Tests positiv bemerkbar.

Um die Verformung des Kunststoffs auch bei hohen Geschwindigkeiten zu beurteilen, können Pendelschlagwerke, Fallwerke oder Hochgeschwindigkeitsprüfmaschinen eingesetzt werden.

Instrumentierte Pendelschlagwerke mit Kraftsensor und schneller Messwert-erfassung ermöglichen es neben den Energiewerten der Schlagarbeit weitere Daten zu erfassen und auszuwerten. Gleiches gilt für den Einsatz instrumentierter Fallwerke. Sie zeichnen beispielsweise im Durchstoßversuch komplette Kraft-Wege-Diagramme auf, aus denen sich charakteristische Kraftpunkte und die aufgenommene Schlagenergie berechnen lassen.



Zugversuche ermöglichen Rückschlüsse auf das Materialverhalten von Kunststoffen. © ZwickRoell

Die immer instrumentiert ausgeführten Hochgeschwindigkeits-Prüfmaschinen mit hydraulischem Antrieb erzeugen bis zu 20 m/s hohe Prüfgeschwindigkeiten. Sie sind variabel für Schnellzerreißversuche, Durchstoß- und Biegeversuche einsetzbar und decken die Verfahren der Pendelschlagwerke und instrumentierten Fallwerke ab. Dank des hohen Energieüberschusses und der speziellen Regelung ermöglichen sie nahezu konstante Prüfgeschwindigkeiten während des Prüfungsgangs.

### *Roboter ergänzen Hard- und Software*

Im Portfolio von ZwickRoell findet sich alles, was für die Einrichtung eines Prüflabors im Bereich Kunststofftechnik nötig ist – von Fließ- über Härteprüfungen, Kerbschlagbiege-, Zug- oder Biegeversuche bis hin zu Kriech- und Lebensdauerprüfungen. Die einheitliche Prüfsoftware sorgt für ein intuitives und workfloworientiertes Bedienungskonzept, was die Einarbeitungszeit sowie Fehleingaben deutlich reduziert. In Verbindung mit dem Leichtbauroboter roboTest N können viele der genannten Prüfungen sogar automatisiert und in Serie durchgeführt werden. ■