

# Medieneinfluss auf Kunststoffbauteile

## Wie der Kontakt mit flüssigen Chemikalien Kunststoffe schädigen kann

Der Einfluss von Medien kann erhebliche Auswirkungen auf die Kunststoffqualität haben. Das Zentrum für Kunststoffanalyse und -prüfung (KAP) am IKV stellt anhand von Praxisbeispielen dar, welche Schädigungsmechanismen auftreten können. Entscheidend sind dabei die Lebensdauer von Bauteilen, die Medienwechselbelastung und die Auswirkungen bei Langzeitanwendungen.

Wenn ein Leckfinder-Mittel eine Dichtung so schädigt, dass sie undicht wird oder ein alkoholhaltiges Reinigungsmittel für Spannungsrisse in einem Medizinprodukt sorgt, wird schnell deutlich, dass das Medium, mit dem ein Kunststoffbauteil in Kontakt kommt, erheblichen Einfluss auf die Qualität haben kann. Die Durchführung von Medienprüfungen benötigt spezifisches Know-how und Erfahrung. Bauteilauslegungen und Konstruktionen stützen sich auf die dazu nach Norm ermittelten Kennwerte der unterschiedlichen Materialien. Während sich die materialspezifischen mechanischen, physikalischen oder rheologischen Kennwerte mithilfe der für den Kennwert spezifischen Norm gut ermitteln lassen, ist dieses Unterfangen bei Kunststoffmaterialien im Medienkontakt deutlich erschwert. Medien- und Umwelteinflüsse sind stark vom Einsatzort, speziellen Handhabungsmethoden und häufig auch der Bauteilgeometrie abhängig. Die Vermeidung einer medienbedingten Schädigung benötigt daher ein spezifisches Wissen zu Schädigungsmechanismen und zur Entwicklung von Testszenarien.

Helfen kann in diesem Fall auch das Nachstellen der medialen Belastung in einsatzähnlichen Situationen. Das Zentrum für Kunststoffanalyse und -prüfung (KAP) am Institut für Kunststoffverarbeitung (IKV) der RWTH Aachen prüft die Medienbeständigkeit von Kunststoffen und den Einfluss dieser Medien auf die Eigenschaften des Kunststoffs. Dabei wird stets der spezifische Anwendungsfall in den Fokus der Untersuchungen gelegt. Um einen Eindruck über die Komplexität und Vielseitigkeit verschiedener Einflussfaktoren zu erhalten, wird das Vorgehen an verschiedenen Beispielen dargestellt.

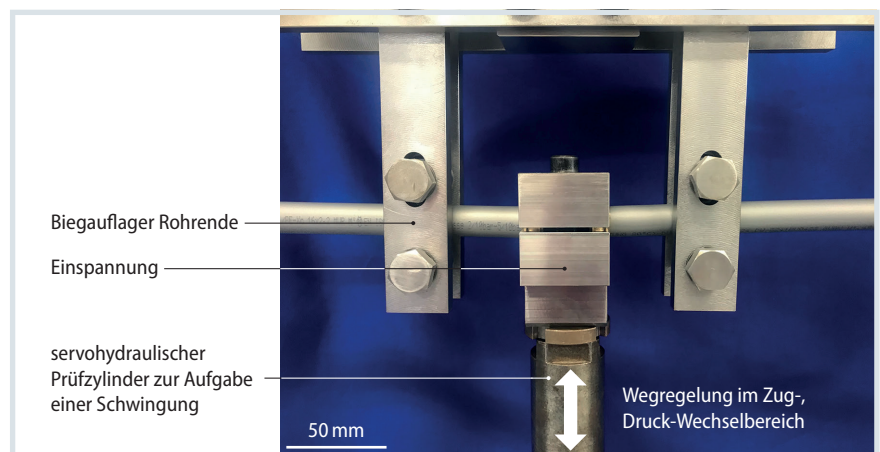
Der Fokus liegt dabei stets auf einem möglichst einsatznahen Nachstellversuch.

### An der Montage kann es scheitern

Ein typisches Merkmal von Dichtungen ist, dass sie für geringe Kosten stehen, aber einen hohen Wert haben. Mangelnde Betriebsfestigkeiten von Dichtungen schlagen sich oftmals in enormen Folgekosten nieder. Bei Hausinstallationen kommt dies beispielsweise zum Tragen. Die Dichtung besteht in diesem Fall aus Polyamid 6 (PA 6) und Polyphenylsulfon (PPSU). Nach etwa vier Wochen zeigen die betroffenen Dichtungen Undichtigkeiten aufgrund von Rissbildungen innerhalb des PPSU-Materials. Nach der Montage werden die Dichtungen mit einem Leckfinder-Mittel überprüft, das unter dem Verdacht steht, Spannungsrisse auszulösen. In einem Nachstellversuch werden die Dichtungen ebenfalls dem Leckfinder-Mittel ausgesetzt und anschlie-

ßend Betriebsfestigkeitsversuche an den medial belasteten Bauteilen und Referenzteilen ohne Medienlast durchgeführt.

Die Betriebsfestigkeitsversuche werden dabei entsprechend der Einbausituation am Bauteil durchgeführt, um genauere Erkenntnisse über die Rissentwicklung innerhalb der Dichtung zu erhalten. Als Versuchsaufbau wird ein typischer Funktionstest gewählt, bei dem das Rohrende in der Kupplung überbogen wird (**Bild 1**). Mithilfe von Laststeigerungsversuchen wird der Biegungsweg sukzessive erhöht (**Bild 2**). Anschließend lassen sich die Wegstufen der Biegung, bei denen die Dichtungen versagen, ermitteln. Die Ergebnisse zeigen, dass die Referenzdichtungen im Mittel bei einer Wegstufe von 2,1 mm versagen. Bei den medial belasteten Dichtungen tritt das Versagen bereits bei einer Wegstufe von im Mittel 1,2 mm auf. Das Leckfinder-Mittel hat einen signifikanten Einfluss auf die Betriebsfestigkeit der Dichtung.



**Bild 1.** Prüfaufbau für Laststeigerungsversuch. Es wird ein typischer Funktionstest nachgestellt, bei dem die Kupplung überbogen wird. Dazu wird ein servohydraulischer Prüfzylinder verwendet

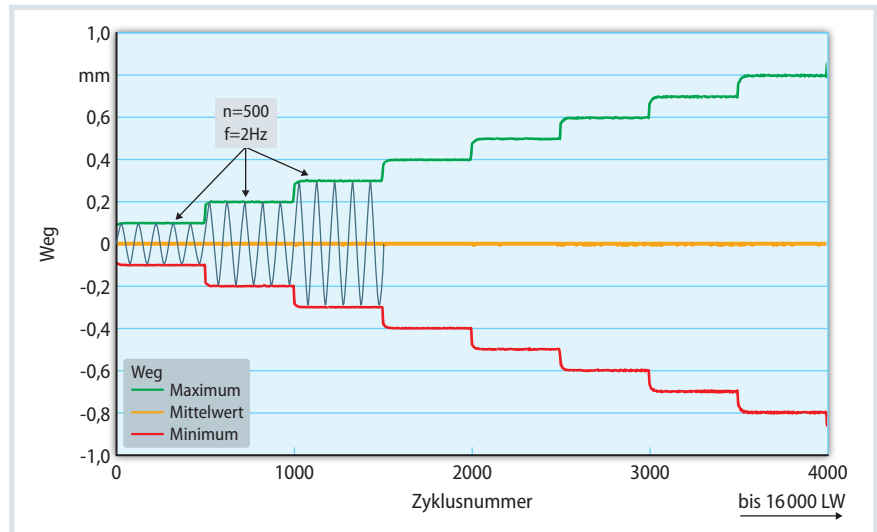
Quelle: IKV; Grafik: © Hanser

tung. Anhand dieses Beispiels wird deutlich, dass der Blick über die typischen Einsatzmedien und Betriebssituationen hinaus erweitert und ebenfalls die Montage der Kunststoffteile mit einbezogen werden muss. Dass eine fehlerhafte Behandlung von Kunststoffbauteilen während der Montage weitreichende Folgen im späteren Betrieb nach sich ziehen kann, schließt also die mediale Belastung mit ein. Auch zeigt das Beispiel sehr gut, dass ein Medieneinfluss spezifisch auftritt. Der Schaden ist lediglich am PSSU-Material aufgetreten, wohingegen das PA 6 keine Reaktion auf das Leckfinder-Mittel gezeigt hat.

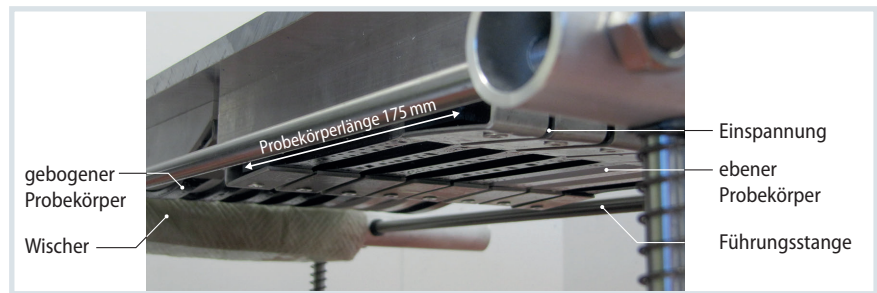
### Medienwechsellast bei der Materialauswahl

Im Zuge einer Praxiserprobung von Medizinprodukten wurde festgestellt, dass Bauteilgruppen sehr unterschiedlich auf verschiedene Reinigungsmittel reagieren. Um dies nachzustellen, werden bei einer Materialauswahl verschiedene Polycarbonat-Blends mit verschiedenen Reinigungsmitteln beaufschlagt. Es wird vermutet, dass die Reinigungsmittel Spannungsrisse an intrinsischen Bauteilspannungen auslösen, welche durch die Fertigung in das Bauteil eingebracht wurden. Um den Mechanismus der Spannungsrissebildung beschleunigt abzubilden, werden Probekörper mit einer Randfaserdehnung von 1 % mit spannungsfrei gelagerten Probekörpern verglichen. Hinzu kommt, dass bei einer Reinigung der Bauteile kein ständiger Kontakt des Kunststoffes mit dem Reinigungsmittel stattfindet. Durch die Desorption des Reinigungsmittels entsteht eine zusätzliche, medial bedingte Belastung. Diese mediale Wechsellast kann Schädigungsmechanismen beschleunigen. Um diesen speziellen Einsatzfall besser abzubilden, wird bei der Umsetzung der Medienbeaufschlagung der Wischvorgang mithilfe der in **Bild 3** dargestellten Vorrichtung auf Probekörpern nachgestellt.

Nach der medialen Belastung von 100 Reinigungszyklen werden die Probekörper im Zugversuch nach DIN EN ISO 527-2 geprüft und mit einem Referenzprobekörper verglichen. Als Beispiel ist in **Bild 4** der Vergleich der Streckspannungen für ein PC/PET-Blend bei verschiedenen Reinigungsmitteln gezeigt. Während die Referenzprobekörper ohne Medienauf-



**Bild 2.** Mithilfe einer zyklischen Last werden die Dichtungen überbogen. Ermittelt wird der maximale Belastungsweg, bei dem die Proben versagt haben. Quelle: IKV; Grafik: © Hanser



**Bild 3.** Spezieller Aufbau zur Beaufschlagung der Probekörper mit Reinigungsmitteln. Das Reinigungsmittel wird mit einem handelsüblichen Reinigungstuch auf den Probekörper aufgebracht

Quelle: IKV; Grafik: © Hanser

schlag für die gebogenen und geraden Probekörper nahezu identische Streckspannungswerte zeigen, ist die Streckspannung der gebogenen Prüflinge bei allen mit Reinigungsmitteln beaufschlagten Proben abgefallen. Auch zwischen den Reinigungsmitteln zeigen sich deutliche Unterschiede. So reduziert die wässrige Tensidlösung die Festigkeit der gebogenen Proben um etwa 20 %.

**Bild 5** verdeutlicht die unterschiedlichen Auswirkungen einer alkoholischen Lösung auf die verschiedenen Materialien. Die zwei PC/PET-Blends zeigen keine deutlichen Veränderungen nach dem Medieneinfluss. PC/PBT und besonders PC/ABS stellen jedoch eine ungeeignete Materialauswahl für das betreffende Reinigungsmittel dar.

Das vorliegende Beispiel zeigt die Schwierigkeiten auf, die eine Medieneinflussprüfung betreffen. Neben der richtigen Definition der medialen Beaufschlagung muss zudem jedes zur Auswahl stehende Material gegen jedes

mögliche, während der Lebensdauer auftretende Medium geprüft werden. Dadurch können bei der Versuchspla- »

## Die Autoren

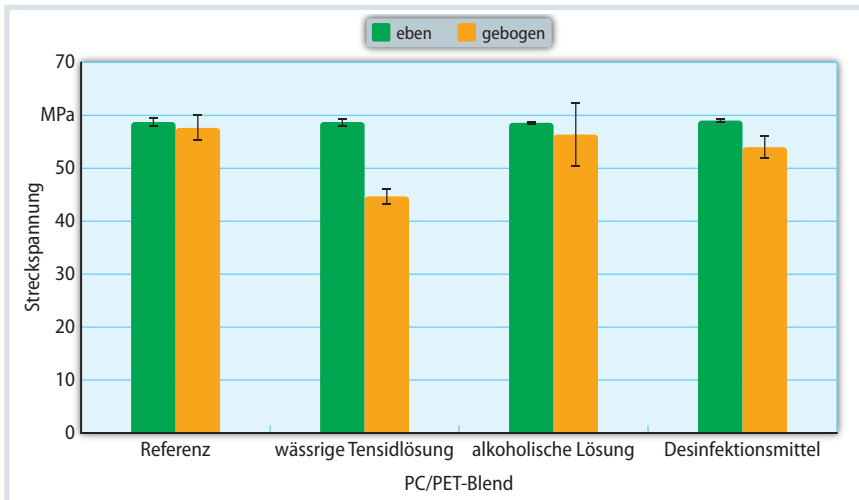
**Prof. Dr. rer. nat. Rainer Dahlmann** ist Leiter des Zentrums für Kunststoffanalyse und -prüfung (KAP) und wissenschaftlicher Direktor am IKV; Rainer.Dahlmann@ikv.rwth-aachen.de

**Tobias Conen, M.Sc.,** ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Zentrum für Kunststoffanalyse und -prüfung und im Bereich der mechanischen Prüfung tätig; Tobias.Conen@ikv.rwth-aachen.de

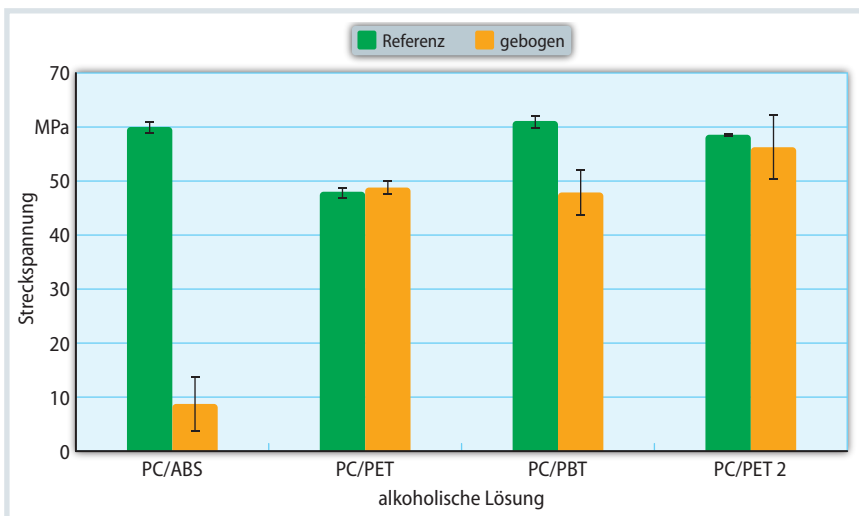
## Service

### Digitalversion

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



**Bild 4.** Deutliche Unterschiede in der Streckspannung zwischen den Reinigungsmitteln sowie den spannungsfreien und den vorgespannten Proben bestätigen die These, dass es sich um spannungsrisssbedingte Schädigungsmechanismen handelt. Quelle: IKV; Grafik: © Hanser



**Bild 5.** Vergleich zwischen den Streckspannungen der verschiedenen Material-Blends für ein Reinigungsmittel. Nicht jedes Material ist für den Einsatz geeignet. Quelle: IKV; Grafik: © Hanser



**Bild 6.** Prüfstand mit eingespannten Probekörpern, die mit Meerwasser gefüllt sind. Die Prüfplätze befinden sich in einer Temperierkammer, die eine konstante Temperatur garantiert. Quelle: IKV; Grafik: © Hanser

nung große Matrizen verschiedener Medien und Materialpartner aufgespannt werden. Umso wichtiger ist es, bei Medienprüfungen einen genauen Fokus auf die relevanten Parameter zu legen.

Neben den quasi-statischen Versuchen und der dynamischen Prüfung können Medieneinflüsse auch in Langzeitanwendungen eine Rolle spielen. Langzeitversuche dienen dazu, mittels erhöhter

Temperatur einen langen Anwendungszeitraum beschleunigt abzubilden.

### **Mit erhöhter Temperatur lassen sich Langzeitanwendungen simulieren**

Somit kann, bei einem zusätzlichen Einsatz von einem Prüfmedium, ein Lastkollektiv von Temperatur, Medium und Kraft in einer Prüfung realisiert werden. Die Prüfung von solchen Lastkollektiven stellt sich in der Praxis durch einen hohen Aufwand als herausfordernd dar, jedoch wird dadurch die Realität am besten abgebildet. **Bild 6** zeigt eine Untersuchung, in welchem das Lastkollektiv an einem PA 12 erprobt wird.

Einige Schwierigkeiten, die sich bei einer solchen Umsetzung ergeben, liegen auf der Hand. Neben einer medien-dichten Prüfkammer, welche gleichzeitig eine Krafteinleitung in den Probekörper ermöglicht, wird eine konstante Temperierung des Prüfmediums und eine kontaktlose Dehnungserfassung benötigt. Aufgrund der erhöhten Temperatur kommt es häufig zum Verdampfen der verwendeten Medien. Entsprechend muss das Medium ständig erneuert oder das Verdampfen bestmöglich verhindert werden.

### **Fazit**

Die drei Beispiele zeigen, dass es im Fall einer medialen Belastung eines Bauteils notwendig ist, die genauen Umgebungsbedingungen und auftretenden Lasten zu betrachten.

Hierbei ist insbesondere die gesamte Lebensdauer, von der Herstellung über den Versand und Einbau der Produkte bis hin zur eigentlichen Funktion und Betriebszeit zu betrachten. Zusätzlich sind die genauen medialen Belastungen festzuhalten. Handelt es sich um einmalig auftretende durchgängige Benetzungskontakte von kurzer oder langer Dauer? Sind es wechselnde Medien in unterschiedlichen Aggregatzuständen? Nach Beantwortung dieser Fragen kann anschließend ein Versuchskonzept erstellt werden, welches die realen Einflussfaktoren bestmöglich abbildet. Erst im Anschluss an die Durchführung des Versuchskonzeptes ist es möglich, Rückschlüsse auf die Beständigkeit und Lebensdauererwartung der Materialien zu ziehen. ■