

Der Siegelnaht auf der Spur

Messungen der Warmnahtfestigkeit sollen reproduzierbar und vergleichbar werden

Am Fraunhofer-Anwendungszentrum für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik (AVV) wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „Hot-Tack 2009“ der Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e.V. (IVLV) die Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit von Verfahren und Geräten zur Bestimmung der Warmnahtfestigkeit von Siegelnähten in Verpackungsanwendungen untersucht. Ziel des Projekts war es unter anderem, die Ursachen von Messabweichungen zu ermitteln und Hinweise für eine Standardisierung der Messung zu geben.



Die Hot-Tack-Tester von RDM Test Equipment (li.) und DTC (re.) messen die Trennkraft der Siegelnaht

Eine optimale Verpackung muss eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen. Dichte und feste Siegelnähte spielen dabei eine große Rolle. Der so genannte Hot-Tack, zu Deutsch die Warmnahtfestigkeit, kennzeichnet die Festigkeit einer Siegelnaht unmittelbar nach Beendigung eines thermischen Fügevorgangs ohne Kühlen. Praktisch gesehen spielt er also bei jedem Heißsiegelvorgang eine Rolle, bei dem nach dem Fügevorgang eine Kraft auf die Fügestelle wirkt. Der Hot-Tack ist in Spezifikationen zwischen abpackenden Unternehmen und Folienlieferanten als wichtiger Eigenschaftskennwert definiert. Zur Messung des Hot-Tack wurde in der Vergangenheit eine Vielzahl teilweise firmenspezifischer Methoden entwickelt. Die für die Prüfung der Warmnahtfestigkeiten etablierten Prüfverfahren können hinsichtlich der Messgrößen in Verfahren zur Ermittlung der Trennkraft und des Trennweges eingeteilt werden.

Trennkraftmessende Verfahren bestimmen die zum Aufschälen

bzw. Auftrennen der Naht erforderliche Kraft. Bei den trennwegmessenden Prinzipien sind zwei unterschiedliche Verfahren bekannt: das Auftrennen der Naht durch einen Spaltdorn und das Aufschälen an Umlenksrollen. Als indirektes Maß für den Hot-Tack werden hierbei die verbleibende Siegelnaht-



Der Labormaster HCT 3000 von Kopp ermittelt die Warmnahtfestigkeit anhand der erforderlichen Trennkraft

länge bzw. der Trennweg gemessen. Grundsätzlich steht immer die Frage der Vergleichbarkeit der Ergebnisse im Raum, die für den Anwender bei der Auswahl eines für seine Verpackungsaufgabe geeigneten Packstoffes wichtig ist. Selbst beim Einsatz identischer oder ähnlicher Messgeräte können deutliche Differenzen bei den Messergebnissen auftreten.

Vorhandene Standards nicht ausreichend

Vorhandene Standards zur Durchführung von Hot-Tack-Messungen beziehen sich in der Regel auf spezielle Messverfahren bzw. gerätetechnische Umsetzungen. Die amerikanische Norm ASTM F1921-98 berücksichtigt dabei zwei kraftmessende Verfahren und ist an spezielle Prüfgeräte gebunden. Für die in Deutschland verbreiteten Messverfahren existieren derzeit keine normativen Vorgaben zur Durchführung der Hot-Tack-Messungen. Der DIN-Normenausschuss 115-02-01 Arbeitsausschuss „Flexible, flächige Packmittel – Folien, Säcke, Beutel, Tragetaschen“ ist unter anderem bestrebt, die Hot-Tack-Prüfung zu standardisieren. Im Rahmen des IVLV-Projekts „Ringversuche Hot-Tack“, welches zwischen April 2007 und Januar 2008 am

Fraunhofer-Anwendungszentrum für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik (AVV) in Dresden bearbeitet wurde, sollte ermittelt werden, inwieweit eine gerätespezifische Standardisierung notwendig und möglich ist. Zudem wurde geprüft, ob der vorhandene amerikanische Standard ASTM F1921-98 als Basis für eine deutsche oder europäische Norm dienen kann bzw. welche Aspekte es zu überarbeiten oder zu ergänzen gilt. An den Ringversuchen nahmen Prüfdienstleister, Folienhersteller, abpackende Unternehmen sowie Prüfgerätehersteller mit unterschiedlichen Verfahren und Geräten zur Hot-Tack-Messung teil.

Klärung weiterer offener Fragen

Bis dahin lagen keine Aussagen zur Vergleichbarkeit und Parameterabhängigkeit der gleichen Prüfgeräte und -methoden sowie zur Vergleichbarkeit der verschiedenen Prüfgeräte und -methoden untereinander vor. Es zeigte sich, dass bereits bei baugleichen Geräten mit gleicher Ausstattung (z.B. gleiche Siegelwerkzeuge) trotz Vorgabe einheitlicher Parameter signifikante Unterschiede in Qualität und Quantität der Messwerte auftraten. Im Ergebnis

des ersten Projekts konnte somit der Ist-Stand der Hot-Tack-Ermittlung in der Verpackungsindustrie abgebildet werden. Außerdem fanden sich Hinweise für die Möglichkeit einer Standardisierung. Aufbauend auf den im ersten Projekt gewonnenen Erkenntnissen wurde jetzt im Rahmen des Forschungsvorhabens „Hot-Tack 2009“ zwischen März 2009 und Januar 2010 geprüft, inwiefern bei idealisierten Bedingungen reproduzierbare und vergleichbare Messergebnisse mit unterschiedlichen Verfahren und Geräten zur Bestimmung der Warmnahtfestigkeit realisierbar sind. Idealisierte Bedingungen wurden dabei durch den Einsatz kalibrierter Geräte, den Einsatz von weitgehend baugleichen Siegelwerkzeugen sowie die Durchführung der Versuche bei einheitlichem Prüfklima und durch identisches Personal geschaffen. Neben Aussagen zur Vergleichbarkeit und Reproduzierbarkeit unter idealisierten Bedingungen wurden auch die Ursachen für auftretende Abweichungen ermittelt. Verglichen wurden trennkraft- und trennwegmessende Geräte, wobei geprüft wurde, ob eine Korrelation zwischen den Ergebnissen beider Messverfahren besteht.

Kalibrierte Geräte als Grundlage

Auf die Kalibrierung der Messgeräte wurde besonderer Wert gelegt. Alle eingesetzten Prüfgeräte wurden fabrikneu und kalibriert direkt vom Hersteller geliefert und zusätzlich vom Fraunhofer AVV hinsichtlich tatsächlicher Temperatur an den Siegelbacken, tatsächlicher Siegelkraft und der Siegeldruckverteilung überprüft. Bei den trennkraftmessenden Geräten erfolgte weiterhin eine Kalibrierung bzw. Überprüfung der Kraftmesszelle, welche die zum Auftrennen der Naht erforderliche Kraft misst. In die Untersuchung einbezogen wurden auf Basis der Trennkraftmessung Hot-Tack-Prüfgeräte der



Brügger Feinmechanik (li.) und Treofan (re.) greifen für die Hot-Tack-Messung auf den Trennweg als Messgröße zurück

Firmen DTC, Willi Kopp e.K. Verpackungssysteme und RDM Test Equipment Co. Geräte mit der Messgröße Trennweg steuerten die Firmen Brügger Feinmechanik GmbH und Treofan Germany GmbH & Co. KG bei. Während bei Brügger die verbleibende Siegelnahtlänge gemessen wird, ermittelt das Gerät von Treofan die aufgetrennte Nahtlänge. Alle Prüfgeräte waren von den Herstellern mit speziell für das Projekt gefertigten Siegelschienen ausgerüstet, die aus einem einheitlichen Material hergestellt wurden. Um Anhaftungen zu vermeiden, wurden sie mit Teflonband beklebt. Bei allen Geräten wurden einheitlich 15 mm breite Proben verwendet. Die Versuchsdurchführung erfolgte unter Vorgabe einheitlicher

Siegelparameter (Zeit, Temperatur, Druck) und verfahrensspezifisch einheitlicher Prüfbedingungen (Abzugsgeschwindigkeit, Prüfgewichte). Der Hot-Tack wurde an drei unterschiedlichen Packstoffverbunden (PET/Al/PE, BOPP/PE und PA/PE) gemessen. Zur Untersuchung der Ursachen für die auftretenden Abweichungen der Messergebnisse wurden Highspeed-Videos einzelner Teilprozesse aufgenommen und mithilfe von Thermoelementen wurde der Temperaturverlauf während des Siegelvorganges in der Fügezone und an der Siegelwerkzeugoberfläche ermittelt. So konnten bei den eingesetzten Prüfgeräten auch unter idealisierten Bedingungen noch Unterschiede gefunden

werden. Diese betrafen die Probeneinspannung und -zuführung zwischen die Siegelbacken, die automatisch oder manuell erfolgte, sowie die Vorerwärmung der Packstoffproben und die Nacherwärmung der Siegelnaht, bedingt durch Probenezuführung, Siegelwerkzeuggeometrie bzw. -masse und Schließzeit der Siegelbacken. Unterschiedlich vorewärmte Packstoffe bedingen verschiedene Temperaturen und Temperaturverläufe in der Fügezone während des Sie-

gelns. Der Startpunkt des Siegelns variiert ebenfalls aufgrund unterschiedlicher gerätespezifischer Triggerpunkte. Im Anschluss an die Nahtbildung folgt nach einer gerätespezifischen Verzugszeit die Nahtauftrennung.

Bei trennkraftmessenden Prüfgeräten wird die Siegelnaht vollständig mit etwa konstanter Geschwindigkeit aufgetrennt. Abzugsgeschwindigkeiten sind am Gerät einstellbar und entsprechen dabei nicht immer den tatsächlichen Nahtauftrennungsgeschwindigkeiten. Bei trennwegmessenden Verfahren wird die Siegelnaht partiell mit abnehmender Geschwindigkeit aufgeschält. Auch gibt es Unterschiede beim Aufschälwinkel der Siegelnaht, wobei bei den im Rahmen der Projektarbeit genutzten Geräten die Nahtauftrennung bei Winkeln von 90 oder 180° erfolgte. Eine Korrelation zwischen trennkraft- und trennwegmessenden Verfahren konnte im Projekt nicht festgestellt werden, allerdings können bei

beiden Verfahrensprinzipien übereinstimmende Temperaturbereiche ermittelt werden, in denen eine gute Warmnahtfestigkeit, gekennzeichnet durch eine hohe Trennkraft bzw. einen geringen

Trennweg, erzielt wird. Die durchgeführten Untersuchungen ermöglichen den qualitativen Nachweis der Einflussfaktoren auf das Hot-Tack-Ergebnis. Eine Quantifizierung der Einflüsse erfordert weiterführende Untersuchungen.

IVLV publiziert Merkblatt zum Thema

Bezüglich der Möglichkeiten für eine Standardisierung muss generell unterschieden werden, ob der Hot-Tack zum qualitativen Vergleich verschiedener Packstoffe oder als (absoluter) Materialkennwert genutzt werden soll. Für die Normung eines absoluten Wertes müssten die Temperatur in der Fügezone, die Dauer der Temperatureinwirkung, der Siegeldruck, der Verzug bis zum Nahtauftrennen und die Nahtauftrennungsgeschwindigkeit definiert werden. Eine Normung sollte für die Ermittlung eines Materialkennwertes erfolgen der unter bestimmten Bedingungen im Labor gemessen wird, da die in der Praxis vorherrschenden Bedingungen ohnehin sehr verschieden sind und daher die Übertragung auf den realen Abpackprozess schwierig ist. Prinzipiell wird die Erstellung einer allgemeingültigen Norm angestrebt, die, im Gegensatz zur ASTM F1921-98, nicht an spezielle Geräte gebunden ist. Die erarbeiteten Projektergebnisse geben detailliert Auskunft zu konkreten Einflussfaktoren bei der Hot-Tack-Ermittlung mit unterschiedlichen Prüfgeräten und werden in einem IVLV-Merkblatt dokumentiert.

SP/ct

Das Merkblatt kann nach seiner Veröffentlichung auf der Homepage der IVLV heruntergeladen werden.

