

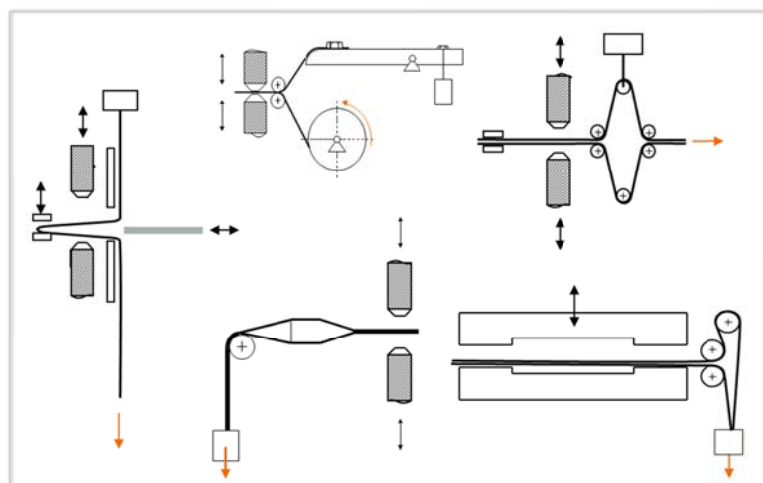
# Merkblätter für die Prüfung von Packmitteln

Herausgegeben von der Industrievereinigung für Lebensmitteltechnologie und Verpackung e.V. (IVLV)



Merkblatt No. 101/2010

## Hinweise für die Hot-Tack-Prüfung mit unterschiedlichen trennkraft- und trennwegmessenden Prüfgeräten



Projekt begleitender Ausschuss des Gemeinschaftsforschungsprojektes  
"Hot-Tack 2009"

Arbeitsgruppe "Abfüllen und Verpacken von Lebensmitteln - AVL", April 2010

Fraunhofer-Anwendungszentrum für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik, Dresden



## 1. Anwendungsbereich und Zweck / Einleitung

Für die Hot-Tack-Bestimmung steht eine Vielzahl von Prüfverfahren und -geräten zur Verfügung, wobei die Messung nach verschiedenen Methoden, zu unterschiedlichen Zeitpunkten und mit verschiedenen Geschwindigkeiten erfolgt. Die etablierten Prüfprinzipie zur Bestimmung des Hot-Tack können hinsichtlich der Messgrößen in Verfahren zur Ermittlung der Trennkraft und des Trennweges unterteilt werden. Für die in Deutschland verbreiteten Verfahren existieren derzeit keine normativen Vorgaben zur Durchführung von Hot-Tack-Messungen. Vorhandene amerikanische Standards beziehen sich in der Regel auf spezielle Messprinzipie bzw. gerätetechnische Umsetzungen. Untersuchungen des Fraunhofer AVV zeigten, dass trotz Vorgabe einheitlicher Siegel- und Prüfbedingungen die Verwendung eines gleichen oder vergleichbaren Prüfgerätes noch kein Garant für vergleichbare Messwerte ist. Maßgebliche Einflussfaktoren auf die Hot-Tack-Messung mit unterschiedlichen Prüfgeräten wurden im Rahmen des IVLV-Forschungsvorhabens "Hot-Tack 2009" (Laufzeit März 2009 bis Januar 2010) detektiert und daraus abgeleitet Hinweise für die Hot-Tack-Prüfung mit unterschiedlichen Geräten im vorliegenden Merkblatt dokumentiert.

Das Merkblatt berücksichtigt ausschließlich ausgewählte Hot-Tack-Prüfgeräte, bei der die Nahtbildung mit dauerbeheizten Siegelwerkzeugen im Wärmekontaktverfahren erfolgt.

## 2. Begriffsbestimmungen

**Hot-Tack (Warmnahtfestigkeit):** Festigkeit einer Naht unmittelbar nach Beendigung eines thermischen Fügevorgangs ohne Kühlen. [1]

Anmerkung 1: Bei trennkraftmessenden Verfahren wird als Maß für den Hot-Tack die Trennkraft in N bezogen auf die Siegelnahtbreite in mm angegeben.

Anmerkung 2: Bei den trennwegmessenden Verfahren wird als indirektes Maß für den Hot-Tack die verbleibende oder die aufgetrennte Siegelnahtlänge jeweils in mm angegeben.

Anmerkung 3: Ein hoher / günstiger Hot-Tack ist durch eine große Trennkraft oder einen geringen Trennweg gekennzeichnet.

**Trennkraft:** Maximale Kraft, die zum Auftrennen einer Siegelnaht benötigt wird.

**Trennweg:** Aufgetrennte Länge einer an Umlenkrollen oder Spaltdornen aufgeschälten Siegelnaht.

**Verbleibende Siegelnahtlänge:** Verbleibende Länge einer an Umlenkrollen oder Spaltdornen aufgeschälten Siegelnaht.

**Siegelwerkzeug:** Arbeitsorgan zum thermischen Fügen von Packstoffen durch Siegeln. Kann konstruktiv z. B. als Siegelbacke gestaltet sein. Dauerbeheizte Siegelwerkzeuge sind meist mit Heizpatrone und Temperaturfühler ausgestattet. [1]

Anmerkung 1: Das vorliegende Merkblatt bezieht sich ausschließlich auf dauerbeheizte Siegelwerkzeuge, bestehend aus oberer und unterer Siegelbacke zur Siegelnahtbildung.

**Schließzeit:** Zeit zum Schließen der Siegelbacken, nach Positionierung der Proben zwischen den Siegelbacken oder der Siegelbacken ober- und unterhalb der Proben.

**Siegelzeit:** Dauer der Siegeldruckeinwirkung [2].

Anmerkung 1: Die am Gerät einstellbare Siegelzeit wird nachfolgend als "eingestellte Siegelzeit" bezeichnet.

Anmerkung 2: Die nachfolgend als "tatsächliche Siegelzeit" bezeichnete Siegelzeit entspricht der Zeit, während der die Siegelbacken geschlossen und in Kontakt mit den Proben sind.

**Siegeltemperatur:** Am Gerät einstellbare Temperatur der oberen und unteren Siegelbacke. Die Abweichungen zwischen eingestellter Siegeltemperatur und an der Oberfläche der Siegelbacken tatsächlich erreichter Temperatur sollten  $\pm 1\%$  vom Skalenendwert nicht überschreiten.

Anmerkung 1: Die Siegeltemperatur kann an den meisten Geräten für obere und untere Siegelbacke getrennt eingestellt werden.

Anmerkung 2: Die in der Fügezone zwischen den Packstoffproben während des Siegelvorganges erreichte Temperatur ist abhängig von den Siegelparametern (Siegelzeit, -temperatur, -druck), dem Siegelwerkzeug sowie von Packstoff-dicke und -aufbau. Je nach Wahl der Parameter kann die Temperatur in der Fügezone (erheblich) unter der Temperatur der Siegelbacken liegen.

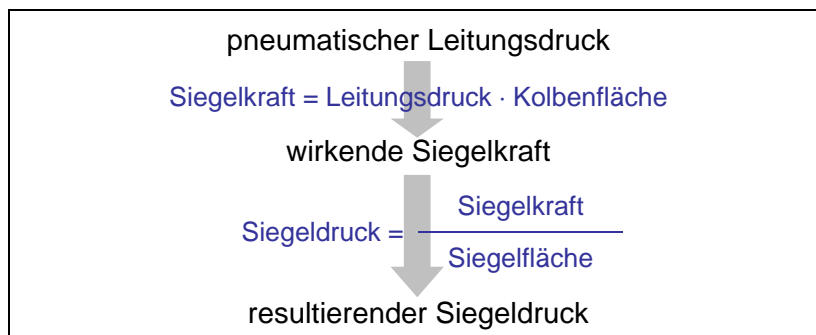
**Siegeldruck:** Druck, mit dem die Siegelbacken während des Siegelvorganges auf die Proben einwirken. Es wird der an der Probe (bezogen auf die Siegelfläche) wirkende Druck angegeben, vergleiche Abbildung 1.

Die Siegelfläche ergibt sich aus Probenbreite x Siegelschientiefe.

Anmerkung 1: Auf eine gleichmäßige Siegeldruckverteilung ist zu achten.

Anmerkung 2: Der für Verpackungsmaschinen angegebene Druck entspricht häufig dem Leitungsdruck (Abbildung 1).

Anmerkung 3: Die Einstellung des Siegeldruckes erfolgt an Prüfgeräten häufig über die Siegelkraft (Abbildung 1).



**Abbildung 1** An der Packstoffprobe wirkender Siegeldruck bei einer pneumatisch betriebenen Siegeleinheit

**Verzugszeit:** Gerätespezifische Dauer zwischen Öffnen der Siegelbacken und Beginn der Nahtauftrennung, inklusive Verweilzeit der Siegelnaht im Siegelbackenbereich sowie Transportzeit der Siegelnaht zum Trennmechanismus (siehe Abbildung 4). Die Verzugszeit ergibt sich aus der Zeit zum Öffnen der Siegelbacken, der Reaktionszeit des Abzugsmechanismus und der Transportzeit zum Trennmechanismus.

**Kühlzeit:** Wartezeit zwischen Siegeln und Nahtauftrennung zur Bestimmung der Festigkeit einer Siegelnaht nach definierter Kühlzeit.

Anmerkung 1: Bei trennkraftmessenden Geräten ist die Kühlzeit meist einstellbar.

Anmerkung 2: Bei trennwegmessenden Geräten wird die Kühlzeit über den Abstand zwischen Siegelbacken und Spaltdorn bzw. Umlenkrollen variiert.

Anmerkung 3: Sofern einstellbar, ist zur Ermittlung des Hot-Tack an trennkraftmessenden Geräten die Kühlzeit auf 0 s bzw. "Aus" / "Off" zu setzen und bei trennwegmessenden Geräten der geringste Abstand zwischen Siegelbacke und Spaltdorn bzw. Umlenkrollen zu wählen.

**Auftrenngeschwindigkeit:** Geschwindigkeit mit der die Siegelnaht aufgetrennt wird.

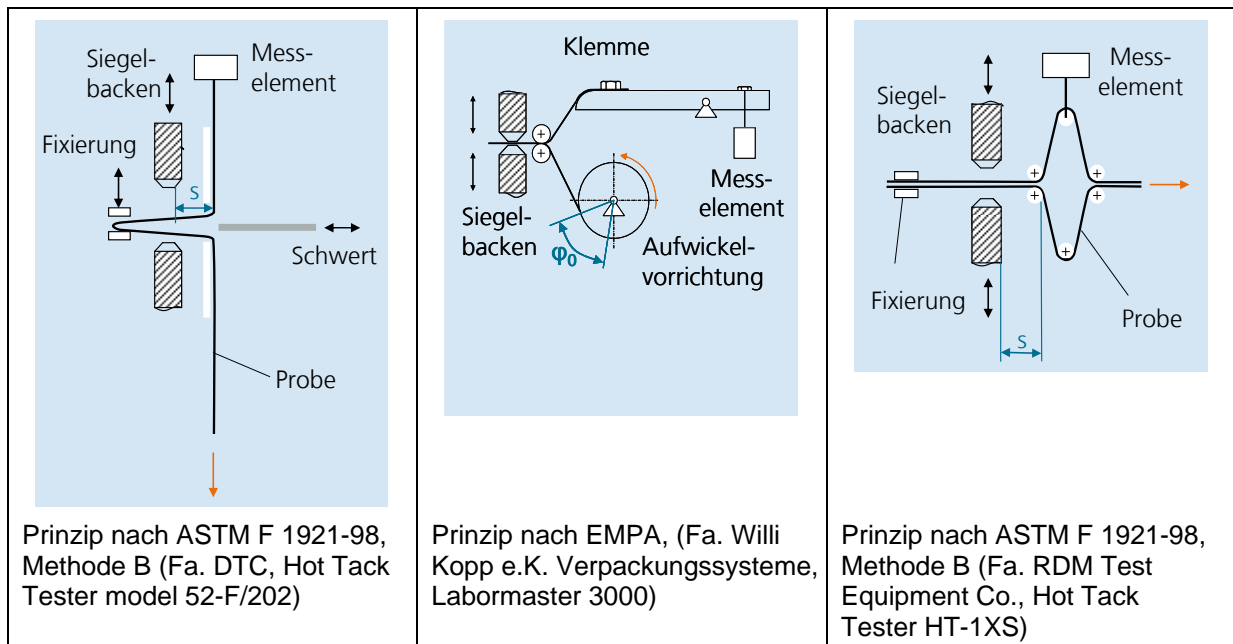
Anmerkung 1: Die Auftrenngeschwindigkeit der Siegelnaht ist nicht unbedingt identisch mit der an trennkraftmessenden Geräten einstellbaren Abzugsgeschwindigkeit der Einspannklemmen der Probe(n) (siehe auch Kapitel 6).

Anmerkung 2: Die Auftrenngeschwindigkeit bei trennwegmessenden Geräten wird vom Abstand des Spaltdorns oder der Umlenkrollen von der Siegelzone bestimmt und verringert sich während des Trennvorgangs bis zum vollständigen Stillstand bei vorhandener verbleibender Siegelnahtlänge.

### 3. Prüfgeräte und -methoden

#### 3.1 Messgröße Trennkraft

Trennkraftmessende Verfahren bestimmen die zum Aufschälen bzw. Auftrennen der Naht erforderliche Kraft. Das Erfassen von Messwerten während des gesamten Schälvorganges ist je nach Gerät möglich. Die Siegelnaht wird vollständig mit konstanter Geschwindigkeit aufgetrennt. Der maximale Kraftwert und / oder Kraft-Weg-Verlauf wird am Gerät ausgegeben. Eine Auswahl an trennkraftmessenden Prüfprinzipien ist in Abbildung 2 zusammengestellt.



**Abbildung 2: Prinzipskizzen trennkraftmessender Verfahren bzw. Geräte zur Hot-Tack-Bestimmung**

#### 3.2 Messgröße Trennweg

Bei den trennwegmessenden Verfahren sind zwei unterschiedliche Verfahren bekannt: das Auftrennen der Naht durch einen Spaltdorn und das Aufschälen an Umlenkrollen. Als indirektes Maß für den Hot-Tack wird hierbei der Trennweg bzw. die verbleibende Siegelnahtlänge gemessen. Die Siegelnaht wird mit bis zum Stillstand abnehmender Geschwindigkeit aufgetrennt. Der Trennweg bzw. die verbleibende Siegelnahtlänge wird nach Abkühlen der partiell aufgetrennten Siegelnaht mit einem geeigneten Maßstab ermittelt. Bei trennwegmessenden Verfahren werden an den Proben Prüf- bzw. Fallgewichte befestigt, durch deren Gewichtskraft die Siegelnaht gegen den Spaltdorn oder entlang der Umlenkrollen geführt wird. Eine Auswahl an trennwegmessenden Prüfprinzipien ist in Abbildung 3 zusammengestellt.

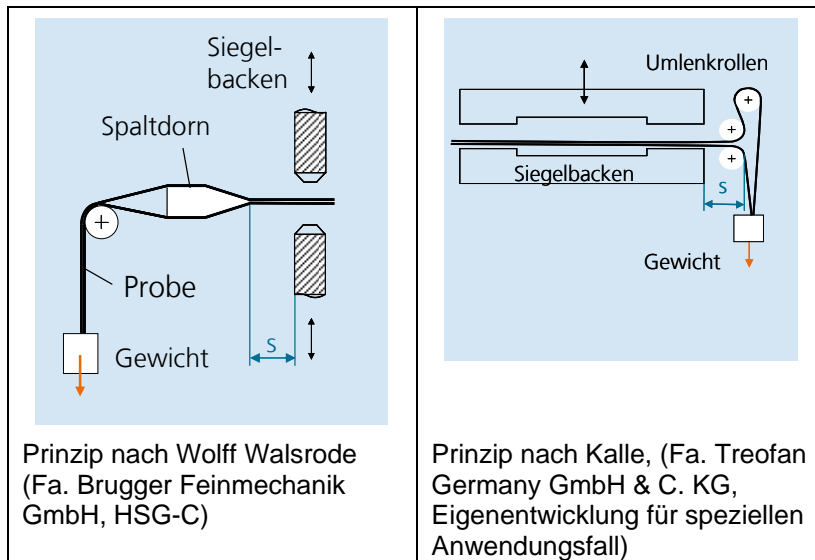


Abbildung 3: Prinzipskizzen trennwegmessender Verfahren bzw. Geräte zur Hot-Tack-Bestimmung

## 4. Vorbereitung

### 4.1 Probenentnahme und -vorbereitung

Die Proben werden längs oder quer zur Maschinenlaufrichtung entnommen und gekennzeichnet (Maschinenlaufrichtung, Siegelseite, Packstoffbezeichnung).

Es ist darauf zu achten, dass an den Rändern keine Grat- oder Rillenbildung auftritt und die Siegelseiten der Packstoffe nicht vertauscht werden. Die Probenabmessungen sind gerätespezifisch zu wählen. Bei allen in Abbildung 2 und in Abbildung 3 genannten Prüfgeräten können 15 mm breite Probenstreifen eingesetzt werden. Mit 15 mm breiten Proben ist der Bezug zur Siegelnahtfestigkeit (Kaltnahtfestigkeit) nach DIN 55529 gegeben. Die Verwendung breiterer Probenstreifen, z. B. 25 oder 45 mm minimiert die Fehlereinflüsse und liefert bei trennkraftmessenden Verfahren höhere Kraftwerte. Die Probenanzahl ist so zu wählen, dass ein statistisch gesichertes Ergebnis abgeleitet werden kann. Pro Parameterset (Siegel- und Prüfparameter) wird die Prüfung von 5 bis 10 Proben empfohlen.

Die Proben sind gemäß DIN EN ISO 291 zu konditionieren.

### 4.2 Versuchsvorbereitung

Die Prüfgeräte können mit **Siegelschienen** unterschiedlicher Abmessungen, Profilierung (z. B. längs- oder quergerillt), Materialien und Beschichtungen ausgestattet sein. Anhaftungen kann u. a. durch entsprechende Beschichtungen oder der Verwendung von Teflonband entgegengewirkt werden. Bei trennkraftmessenden Geräten werden häufig 5 oder 10 mm tiefe Siegelschienen eingesetzt. Um bei trennwegmessenden Verfahren ein ausreichend genaues Messen des Trennweges oder der verbleibende Siegelnahtlänge zu gewährleisten, wird die Verwendung von mindestens 20 mm tiefen Siegelschienen empfohlen.

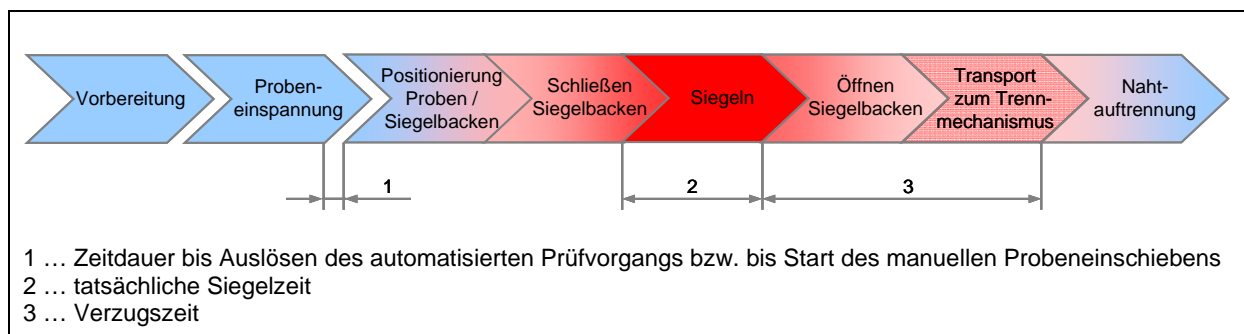
Die **Siegelparameter** beeinflussen das Hot-Tack-Ergebnis signifikant. In Vortests sollten für die zu prüfenden Packstoffe geeignete Einstellwerte für Siegeltemperatur, Siegelzeit und Siegeldruck bzw. -kraft ermittelt werden, bei denen ein gutes Siegelergebnis erzielt wird. Dabei empfiehlt es sich zunächst zwei Parameter konstant zu halten (z. B. Siegelzeit und Siegeldruck) und den dritten zu variieren (z. B. Siegeltemperatur).

Zur Ermittlung des Hot-Tack sind verfahrensspezifische **Prüfparameter** festzulegen. Bei trennkraftmessenden Geräten ist eine Abzugsgeschwindigkeit der Einspannklemme(n) einstellbar. Diese entspricht, je nach Probenführung, nicht unbedingt der Auftrenngeschwindigkeit. Für die Hot-Tack-Bestimmung ist für die Kühlzeit 0 s bzw. "Aus" / "Off" zu wählen. Bei trennwegmessenden Geräten ist die Kühlzeit durch Wahl des geringsten Abstandes zwischen Siegelbacken und Spaltdorn bzw. Umlenkrollen auf ein Minimum zu reduzieren. Des Weiteren ist ein geeignetes Prüfgewicht, durch Vorversuche bei Siegelparametern, bei denen ein gutes Siegelergebnis erwartet wird, zu ermitteln. Das Prüfgewicht ist so zu wählen, dass die Siegelnaht unter diesen Bedingungen nicht vollständig aufgetrennt wird. Das Prüfgewicht ist während einer Messreihe nicht zu verändern, um eine Vergleichbarkeit der Werte zu ermöglichen.

## 5. Hot-Tack-Prüfung

Da bei der Hot-Tack-Messung definitionsgemäß (vgl. Kapitel 1) die Belastbarkeit einer Siegelnaht unmittelbar nach dem Fügen ermittelt wird, kann die Hot-Tack-Prüfung nicht losgelöst von der Nahtbildung betrachtet werden. Hot-Tack-Geräte sind daher für die Realisierung des Siegel- und Prüfvorganges ausgelegt.

Der Ablauf der Hot-Tack-Prüfung, inklusive Nahtbildung, ist in Abbildung 4 dargestellt.



**Abbildung 4 Ablauf Hot-Tack-Prüfung mit Nahtbildung und -trennung (farbige Gestaltung der Ablauffelder demonstriert Temperatur der Packstoffproben bzw. Siegelnaht)**

### 5.1 Vorbereitung

Die Vorbereitung erfolgt gemäß Kapitel 4 des Merkblattes.

### 5.2 Probeneinspannung

Die Proben sind durch den Bediener gemäß der Geräteangaben über Umlenkrollen zu führen, in Klemmen einzuspannen und / oder an Prüfgewichten zu befestigen.

### 5.3 Positionierung Proben / Siegelbacken

Das Positionieren der Proben zwischen den Siegelbacken bzw. der Siegelbacken ober- und unterhalb der Proben erfolgt nach Start des Prüfablaufs automatisiert oder manuell, z. B. durch Schieben eines Schlittens auf dem die Proben befestigt sind.

### 5.4 Schließen Siegelbacken

Die Siegelbacken Schließen automatisch, sobald Proben / Siegelbacken positioniert sind.

## **5.5 Siegeln**

Die Siegelnahtbildung erfolgt automatisch nach definierten Siegelparametern. Abweichungen zwischen eingestellten SOLL- und tatsächlichen IST-Werten sind zu berücksichtigen (vgl. Kapitel 6).

## **5.6 Öffnen Siegelbacken**

Die Siegelbacken Öffnen nach Beendigung des Siegelns automatisch.

## **5.7 Transport zum Trennmechanismus**

Die Siegelnaht wird bei trennkraftmessenden Geräten automatisch durch die Abzugsbewegung von Einspannklemme(n) zum Trennmechanismus transportiert. Bei trennwegmessenden Verfahren wird der Transport durch die Gewichtskraft des Prüfgewichtes initiiert.

## **5.8 Nahtauftrennung**

Die Siegelnaht wird bei trennkraftmessenden Verfahren durch Bewegung der Einspannklemme(n) mit definierter Abzugsgeschwindigkeit vollständig aufgetrennt. Bei trennwegmessenden Geräten wird die Siegelnaht partiell an Umlenkrollen bzw. Spaltdornen aufgeschält.

## **5.9 Auswertung**

Im Ergebnis werden bei trennkraftmessenden Verfahren die am Prüfgerät ausgegebene Trennkraft in N bezogen auf die Probenbreite in mm sowie Kraft-Weg-Verläufe angegeben. Bei trennwegmessenden Verfahren wird die verbleibende Siegelnahtlänge oder die aufgetrennte Siegelnahtlänge in mm gemessen und als indirektes Maß für den Hot-Tack genutzt. Beobachtungen, wie Bruchbilder nach [2] sowie Anhaftungen sind zu notieren, um Rückschlüsse auf die Nahteigenschaften ziehen zu können.

## **6. Einflussfaktoren**

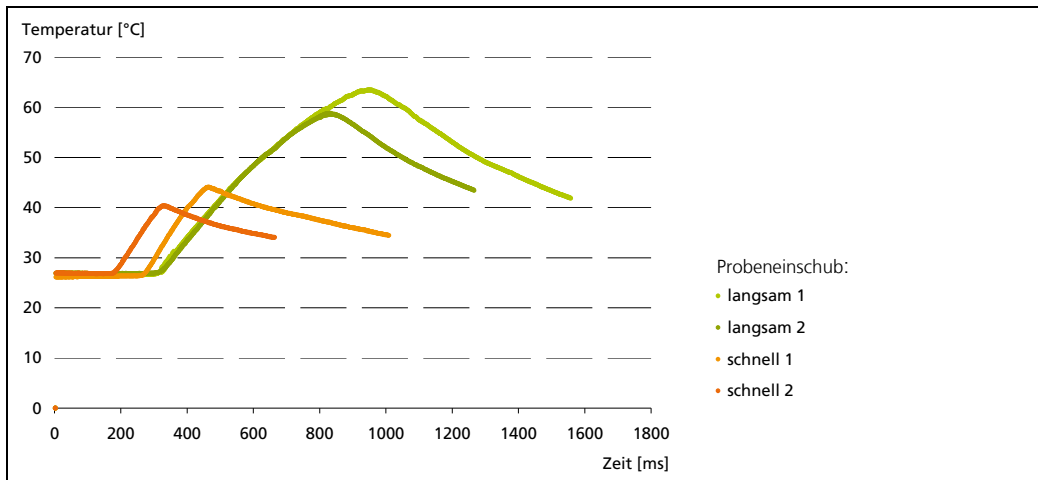
Beeinflusst wird der ermittelte Hot-Tack-Wert maßgeblich durch die unterschiedlichen Prüfmethoden und dadurch bedingten gerätespezifischen Besonderheiten. Standardmäßig werden bei den Geräten Proben unterschiedlicher Breite und Länge geprüft

Aufgrund des unterschiedlichen Aufbaus der Geräte zur Hot-Tack-Ermittlung entstehen jeweils andere Abläufe des Siegel- und Prüfvorgangs, welche in den unterschiedlichen Systemen der Probeneinspannung und -zuführung, Siegelbackenanordnung sowie Struktur des Trennmechanismus begründet liegen. Daraus ergeben sich verschiedene Zeiten für

- Positionierung der Proben zwischen den Siegelbacken bzw. der Siegelbacken ober- und unterhalb der Proben
- Schließen der Siegelbacken
- Siegeln (Siegelzeit als Stellgröße)
- Öffnen der Siegelbacken
- Transport der Siegelnaht zum Trennmechanismus

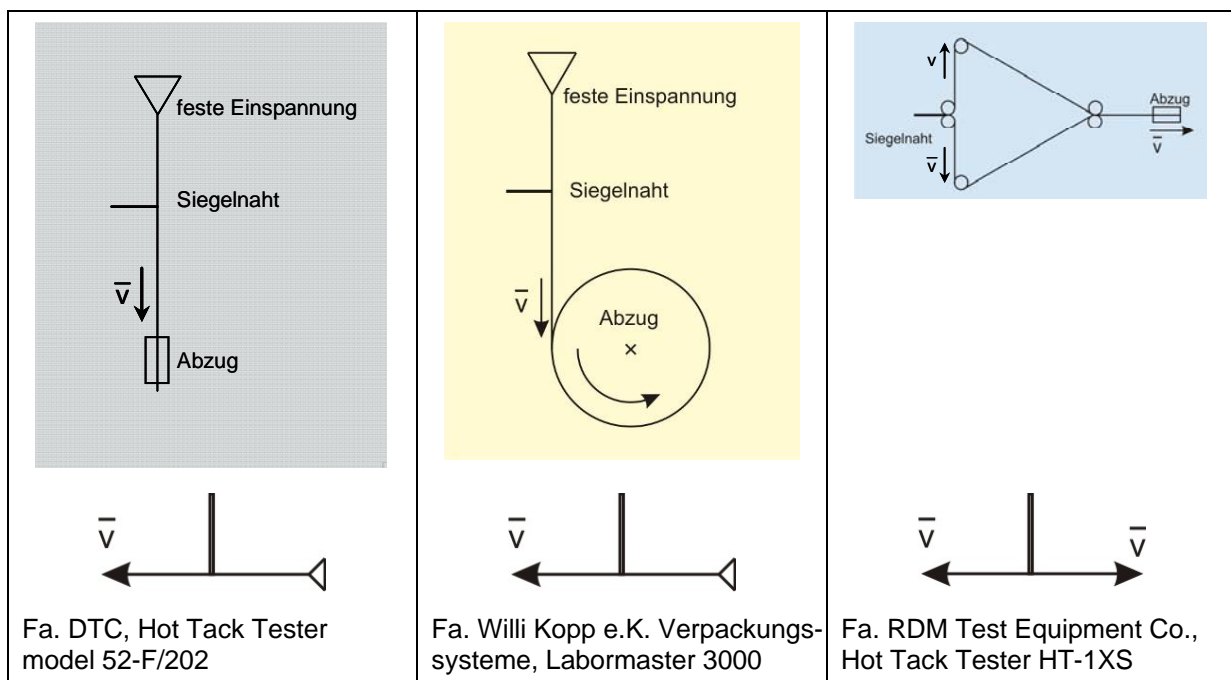
Die unterschiedliche Art der Zuführung und Positionierung der Proben zwischen den Siegelbacken der Prüfgeräte bzw. der Siegelbacken ober- und unterhalb der Proben sowie die unterschiedliche Geometrie und Masse der Siegelwerkzeuge verursachen eine Vorerwärmung der Proben vor der eigentlichen Nahtbildung. Teilweise erfolgt die Probenzuführung nicht automatisiert, sondern durch den Bediener, wodurch die Vorerwärmung bei

jeder Messung variieren kann und vom subjektiven Empfinden des Bediener abhängig ist, wie Abbildung 5 zeigt. Während der gerätspezifisch verschiedenen Schließzeit der Siegelbacken kommt es ebenfalls zu einer Vorerwärmung.



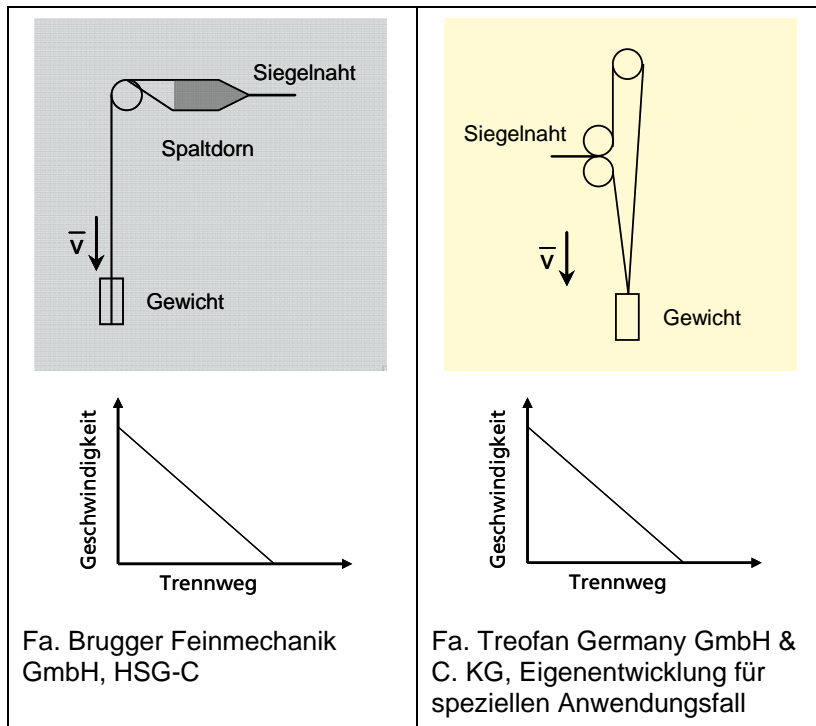
**Abbildung 5 Zeit zum manuellen Positionieren der Proben zwischen Siegelbacken vs. Temperatur in der Fügezone bei Probenstreifen eines PET/Al/PE-Verbundes; Siegelbackentemperatur 140 °C**

In Abhängigkeit von Probenvorerwärmung, Siegelparametern, Siegelwerkzeug sowie Packstoffaufbau und -dicke können die Temperaturen in der Fügezone sowie die Temperaturverläufe während der Siegelzeit verschieden sein. Die tatsächliche Siegelzeit ist wiederum von den gerätspezifisch hinterlegten Triggerpunkten abhängig, so dass die tatsächliche Siegelzeit bei gleicher eingestellter Siegelzeit an unterschiedlichen Geräten variiert. Nach der Nahtbildung wird der signifikante Unterschied zwischen den zwei Messprinzipien deutlich: Bei den trennkraftmessenden Geräten werden die Siegelnähte vollständig mit weitgehend konstanter Geschwindigkeit aufgetrennt und es ist unerheblich, ob ein Anhaften der Naht an der Siegelbacke stattgefunden hat. Bei Einstellung der Abzugsgeschwindigkeit ist zu beachten, dass ein beidseitiger Abzug die tatsächliche Auftrenngeschwindigkeit verdoppelt (Abbildung 6).



**Abbildung 6 Nahtaufftrennung bei unterschiedlichen trennkraftmessenden Prüfgeräten**

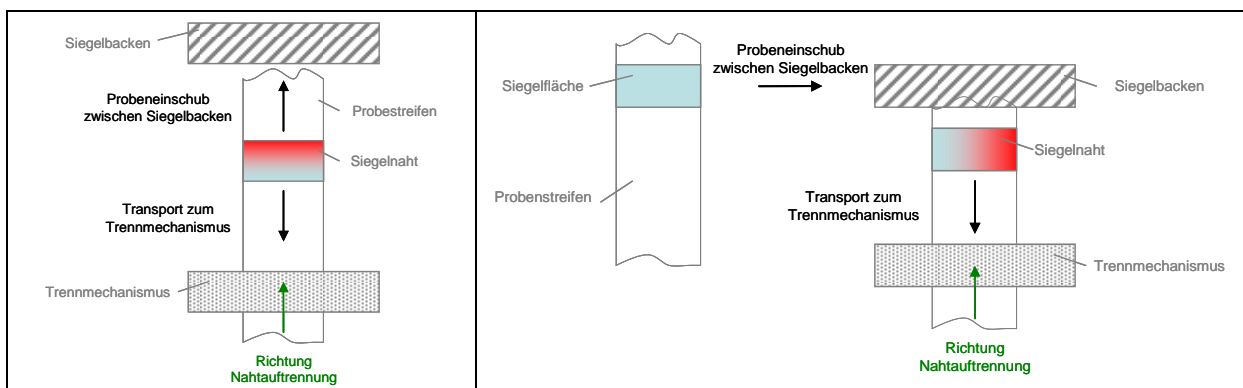
Bei trennwegmessenden Verfahren nimmt die Geschwindigkeit der Nahtauftrennung bis zum vollständigen Stillstand während des Trennvorganges ab. Die Siegelnaht wird durch Umlenrollen oder Spaltdorne aktiv gekühlt und vorzugsweise nur partiell aufgeschält (Abbildung 7).



**Abbildung 7 Nahtauftrennung bei unterschiedlichen trennwegmessenden Prüfgeräten**

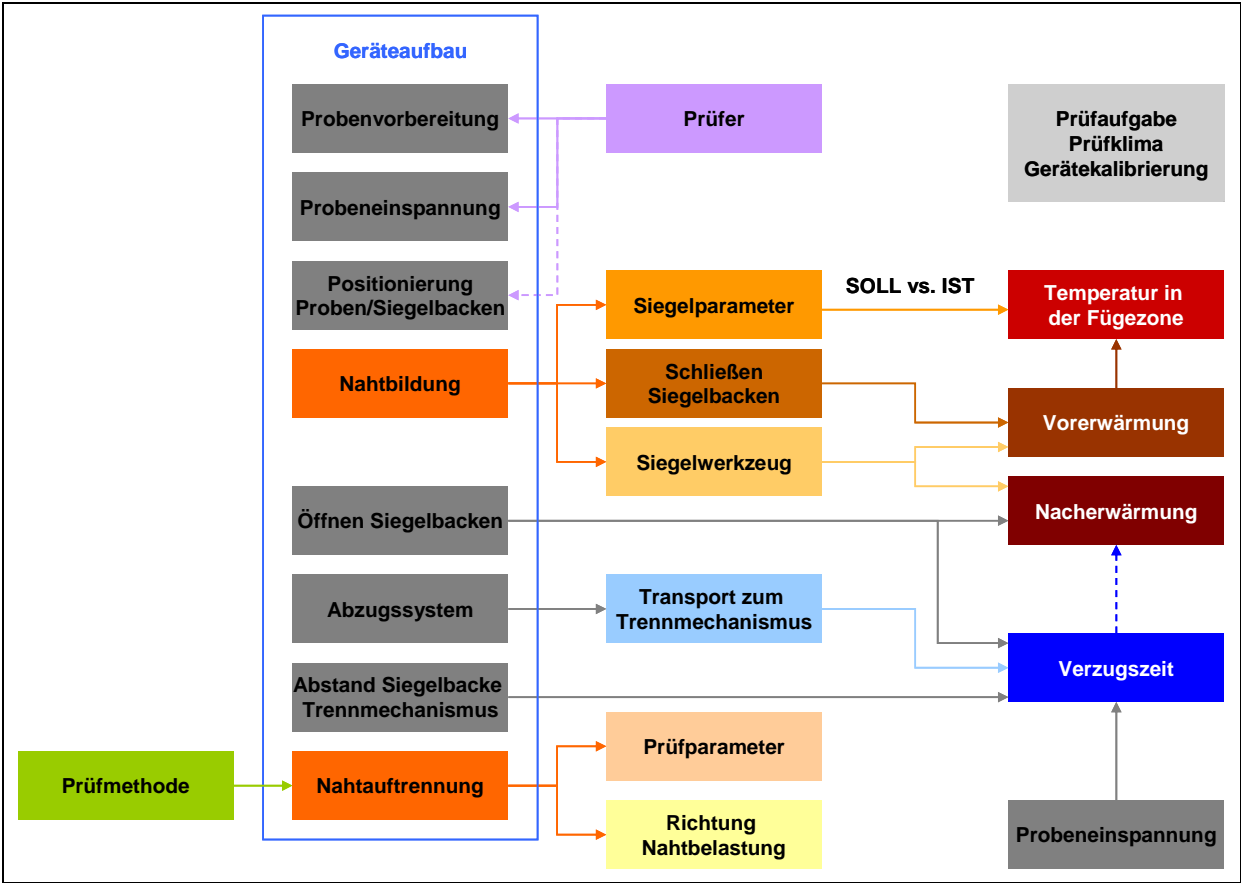
Einfluss auf das Hot-Tack-Ergebnis hat in beiden Fällen die Zeitspanne zwischen dem Ende des Siegelvorganges (Öffnen der Siegelbacken) und dem tatsächlichen Beginn der Nahtauftrennung. Dieser zeitliche Versatz ist neben Probeneinspannung und Abzugssystem auch vom räumlichen Abstand zwischen Siegelbacken und Trennvorrichtung abhängig, wodurch bei längeren Wegen auch längere Verzugszeiten entstehen. Die Masse und Form der Siegelwerkzeuge sowie die Zeitdauer für das Öffnen der Siegelbacken sind auch nach dem Fügevorgang entscheidend für die Nachwärmung der Packstoffe. Eine durch Konvektion und Wärmestrahlung warmgehaltene Naht hat demnach geringere Hot-Tack-Werte als eine bereits abgekühlte Naht.

Auch gibt es Unterschiede bzgl. Richtung der Nahtbelastung in Bezug auf die Vorerwärmung (Abbildung 8).



**Abbildung 8 Richtung Nahtbelastung in Bezug auf die Vorerwärmung der Siegelfläche bzw. des Wärmeintrages in die Siegelnaht (farbige Gestaltung demonstriert Erwärmung der Packstoffproben / Siegelnaht)**

Die beschriebenen Einflüsse und deren Abhängigkeiten sind in Abbildung 9 skizziert und in Tabelle 1 zusammengefasst.



**Abbildung 9** Einflüsse auf Hot-Tack-Ergebnisse und deren Abhängigkeiten (nur bei einzelnen Prüfgeräten respektive -methoden vorliegende Abhängigkeiten sind durch gestrichelte Linien gekennzeichnet)

**Tabelle 1      Einflüsse auf Hot-Tack-Messungen**

|   |   |
|---|---|
| <b>Proben / -vorbereitung</b>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Packstoff: Aufbau, Dicke</li> <li>- Abmessungen, insbesondere Probenbreite</li> <li>- Entnahmerichtung (längs, quer Maschinenlaufrichtung)</li> <li>- Zuschnitt (Gratbildung)</li> <li>- Siegelseiten</li> <li>- Einspannung (straff, locker)</li> </ul>   |
| <b>Vorerwärmung der Proben</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geräteaufbau, räumliche Anordnung Probeneinspannung und Siegelbacken</li> <li>- Zuführung und Positionierung Proben zwischen Siegelbacken bzw. Siegelbacken ober- und unterhalb der Proben (automatisch oder manuell)</li> <li>- Siegelwerkzeug</li> <li>- Schließzeit Siegelbacken</li> </ul>   |
| <b>Nahtbildung / Wärme- eintrag in Siegelnaht</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Siegelwerkzeug (Material, Beschichtung, Geometrie)</li> <li>- Siegelparameter: Temperatur, Druck, Druckverteilung, Zeit (Startpunkt Siegelzeit - im Gerät hinterlegte Schwellenwerte / Triggerpunkte)</li> <li>- Siegelnahtgeometrie</li> </ul>  |
| <b>Nacherwärmung der Siegelnaht</b>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geräteaufbau, räumliche Anordnung Siegelbacken und Trennmechanismus</li> <li>- Siegelwerkzeug</li> <li>- Zeit Öffnen der Siegelbacken</li> </ul>   |
| <b>Verzugszeit</b>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Geräteaufbau, räumliche Anordnung Siegelbacken und Trennmechanismus</li> <li>- Abzugssystem</li> <li>- Probeneinspannung (straff, locker)</li> <li>- Transport Siegelnaht zum Trennmechanismus</li> </ul>  |
| <b>Nahtauftrennung</b>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Methode / Prinzip</li> <li>- Trennmechanismus <ul style="list-style-type: none"> <li>o Schälwinkel</li> <li>o Nahtkühlung durch Umlenkrollen, Spaltdorn</li> <li>o einseitiger / beidseitiger Abzug</li> <li>o vollständige oder partielle Nahtauftrennung</li> <li>o Auftrenngeschwindigkeit</li> <li>o Startpunkt Aufreißen der Naht in Bezug auf Vorerwärmung</li> </ul> </li> <li>- Abzugssystem</li> <li>- Anhaften</li> <li>- Richtung Nahtbelastung in Bezug zu Vorerwärmung</li> </ul> |
| <b>Sonstige</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerätekalibrierung (SOLL- / IST-Abweichungen)</li> <li>- Prüfklima</li> <li>- Prüfer → Einflussfaktor "Mensch"</li> </ul>  |

## 7. Reproduzierbarkeit und Vergleichbarkeit Messergebnisse

Im Ergebnis der Untersuchungen des Fraunhofer AVV zur Ermittlung des Hot-Tack mit unterschiedlichen trennkraft- und trennwegmessenden Geräten kann festgehalten werden:

Mit dem selben Prüfgerät können bei gleichen Prüfparametern und sachgemäßer Bedienung reproduzierbare Messergebnisse erzielt werden.

Untersuchungen unterschiedlicher Prüfgeräte gleichen Typs und gleicher Ausstattung wurden im Rahmen des IVLV-Projektes "Hot-Tack 2009" nicht durchgeführt.

Eine generelle Übertragbarkeit zwischen den mit den beiden Prüfprinzipien (Trennkraft und Trennweg) ermittelten Messwerten ist selbst unter idealisierten Bedingungen – also bei Einsatz kalibrierter Geräte, einheitliche Siegelwerkzeuge hinsichtlich Material und Abmessungen, gleiches Prüfklima und identischem Prüfpersonal – nicht möglich. Hohe Hot-Tack-Werte wurden jedoch bei ähnlichen Temperaturbereichen erzielt. Eine Voraussetzung für die Übertragbarkeit der Messergebnisse innerhalb der Prüfgeräte eines Prüfprinzips (Trennkraft und Trennweg) ist die Quantifizierung der unterschiedlichen Einflussgrößen und Gewährleistung einer einheitlichen zeitlichen Abfolge des Prüfvorganges.

Geräteunabhängig bleibt es schwierig einen zum Vergleich von Packstoffen im Labor gemessenen Materialkennwert auf den realen Abpackprozess zu übertragen, da beispielsweise die Vorerwärmungen und Einwirkzeiten prozessabhängig sehr verschieden sind.

## 8. Prüfbericht

Der Prüfbericht sollte folgende Angaben umfassen:

- a) Probenbezeichnung und ggf. Beschreibung
- b) Siegelparameter: Siegeltemperatur, Siegelzeit, Siegeldruck, Siegelwerkzeug (Material, Beschichtung, Schienenabmessungen, Profilierung) Siegelnahtgeometrie (Breite, Tiefe)
- c) Prüfgerät und -methode: Schälwinkel
- d) Prüfparameter:
  - Trennkraftmessende Verfahren: Auftrenngeschwindigkeit
  - Trennwegmessende Verfahren: Prüfungsgewicht, Abstand Siegelbacke – Spaltdorn bzw. Siegelbacke – Umlenkrollen
- e) Prüfbedingungen: Temperatur und relative Feuchte (23 °C, 50 % rel. Feuchte, nach DIN EN ISO 291)
- f) Abmessungen und Anzahl der Probekörper
- g) Mittelwerte Hot-Tack aus ermitteltem Maximalwerten als Trennkraft (in N bezogen auf Probenbreite in mm) und ggf. Kraft-Weg-Verlauf oder Trennweg bzw. verbleibende Siegelnahtlänge (in mm)
- h) weitere Angaben: Bruchbildbeschreibung (z. B. nach DIN 55529), Anmerkungen zu Anhaften
- i) Prüfer, Prüfdatum

## **9. Literatur**

- [1] Bleisch, G.; Goldhahn, H.; Schricker, G.; Vogt, H.: Lexikon Verpackungstechnik, Behr's Verlag 2002
- [2] DIN 55529: Verpackung – Bestimmung der Siegelnahtfestigkeit von Siegelungen aus flexiblen Packstoffen; September 2005
- [3] DIN EN ISO 291: Kunststoffe - Normklimare für Konditionierung und Prüfung; August 2008
- [4] ASTM F 1921 - 98: Standard Test Methods for Hot Seal Strength (Hot Tack) of Thermoplastic Polymers and Blends Comprising the Sealing Surfaces of Flexible Webs; Reapproved 2004 (derzeit in Überarbeitung)
- [5] ASTM F 2029 - 08: Standard Practices for Making Heatseals for Determination of Heatsealability of Flexible Webs as Measured by Seal Strength
- [6] Pallas, S.; Schreib, I.: Abschlussbericht zum IVLV-Gemeinschaftsforschungsthema "Koordination und wissenschaftliche Begleitung von Ringversuchen zur Ermittlung der Warmnahtfestigkeit / Hot-Tack an flexiblen Packstoffen", Februar 2008

### **An der Erstellung des IVLV Merkblatts haben mitgewirkt:**

#### **Autor/en:**

Dipl.-Ing. Sandra Pallas, Dipl.-Ing. Karsten Thürling  
Fraunhofer-Anwendungszentrum für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik

#### **Mitglieder des Projekt begleitenden Ausschuss:**

Amtor Flexibles Teningen Tscheulin-Rothal GmbH, Wolfgang Hauk  
BISCHOF + KLEIN GmbH & Co. KG, Michael Hartmann  
Brugger Feinmechanik GmbH  
Constantia Hueck Folien GmbH & Co. KG  
DTC Dynamic Testing Consultants  
DuPont de Nemours, European Technical Center, Meyrin, Switzerland  
Hydro Aluminium Deutschland GmbH, Dr. Günter Schubert  
ORBITA-FILM GmbH  
Paul Lippke Handels-GmbH  
RDM Test Equipment Co. Ltd UK  
Treofan Germany GmbH & Co. KG  
Willi Kopp e.K. Verpackungssysteme  
Wipak Walsrode GmbH & Co. KG, Renate Dornblut