

Thomas Schwachulla

# Von der Suche nach dem perfekten Taupunkt

Trocknung



motan-colortronic gmbh  
Otto-Hahn-Straße 14  
61381 Friedrichsdorf / Germany  
Tel: +49 6175 792 167  
Fax: +49 6175 792 284  
info@motan-colortronic.de  
www.motan-colortronic.com

Sonderdruck

# Von der Suche nach dem perfekten Taupunkt

**Trocknung.** Bei der Produktion eines hoch beanspruchten technischen Bauteils verursachten wechselnde Restfeuchtwerte des Materials eine Verschlechterung wichtiger mechanischer Kennwerte. Abhilfe schafft nun eine Trocknungsanlage mit automatischer Temperatur- und Taupunkt-Nivellierung, kombiniert mit einer Luftmengenregelung.

**THOMAS SCHWACHULLA**

Von einem Automobilzulieferer erhielt die Theo Hillers GmbH, Kall, den Auftrag zur Produktion eines Kupplungsnehmerzylinders. Das komplexe Bauteil muss sowohl mechanisch als auch optisch höchste Anforderungen erfüllen. So treten beispielsweise im Betrieb Innendrucke zwischen 40 und 50 bar auf. Aus Sicherheitsgründen ist jedoch ein Mehrfaches des Betriebsdrucks als Berstdruck vorgeschrieben. Täglich stellt Hillers rund 4500 dieser Bauteile auf zwei Spritzgießmaschinen her. Verarbeitet wird ein partiell aromatisches Polyamid (PPA) mit 50 % Glasfaseranteil von Ems-Grivory. Angeliefert wird das Material vakuumverpackt im Oktabin.

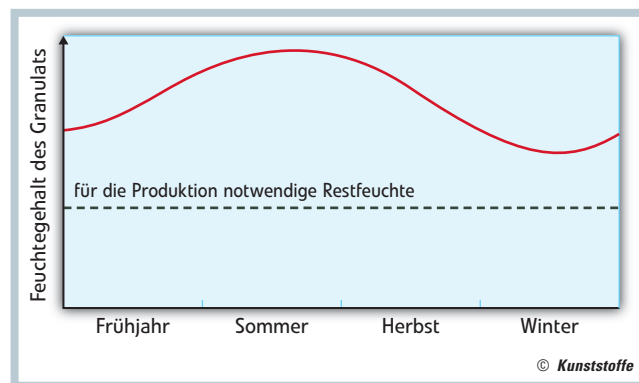
„Die Werkzeuge waren gebaut, die Bemusterung erfolgreich abgeschlossen – der Serienanlauf konnte beginnen“, erinnert sich Produktionsleiter Erich Klinkhammer „doch kaum war die Produktion angelaufen, wurde es schwierig, denn wir konnten den geforderten Berstdruck nicht immer einhalten“.

Solche Situationen kennen vermutlich viele Verarbeiter. Die Suche nach den Ursachen folgt üblicherweise einer Routine. So konzentrierte sich das Hillers-Team zunächst auf die Einstelldaten von Temperierung und Spritzparametern. Auch das Werkzeug wurde unter die Lupe genommen; die Nadelverschlussdüsen könnten das Material schädigen, wurde vermutet. Ebenso im Fokus stand die Plastifizierung der Spritzgießmaschine. Schnecke, Schnecken spitze, Schnecken geometrie, erneut die Temperaturen von

Masse, Heißkanalsystem und Düsen wurden geprüft, überwacht und variiert.

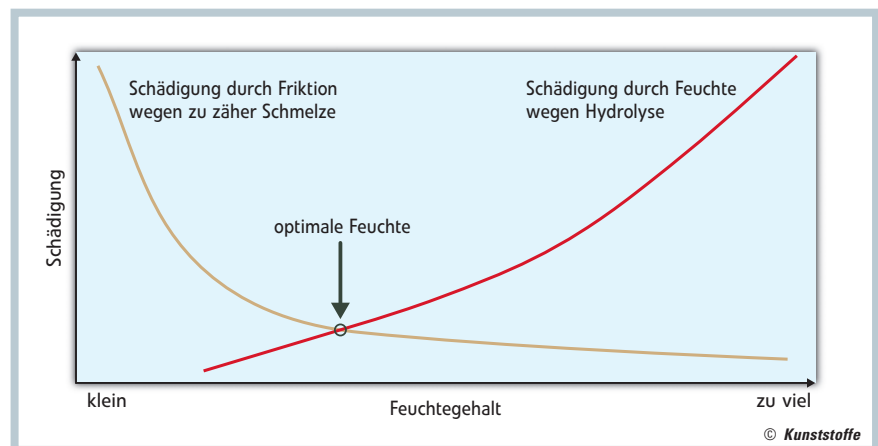
„Wir haben buchstäblich alles auf den Kopf gestellt“, bringt es Dirk Hensel, Werkleiter bei Hillers, auf den Punkt. Der Kunde schickte Spezialisten zur Unterstützung. „Sämtliche Parameter wurden erfasst, dokumentiert und ausgewertet, jede noch so kleine Abweichung hinterfragt“, beschreibt Hensel die damalige Situation.

Nachdem maschinen- und anlagenseitig nahezu alle Aspekte überprüft waren, blieb noch das Material als Verursacher übrig. Das Team wurde um Material- und Trocknungsexperten erweitert – und es folgten weitere Messreihen. Zwischenzeitlich hatte sich herausgestellt, dass die Berstdruckprüfung bei höheren Trocknungstemperaturen bessere Ergebnisse lieferte. So geriet der Trockner als Verursacher in Verdacht.



**Bild 1.** Wird Kunststoffgranulat in der Umgebungsluft gelagert, passt es sich immer an die Feuchte der Umgebung an, bis sich die Feuchte von Material und Umgebung im Gleichgewicht befinden

(Bilder: Motan-Colortronic)



**Bild 2.** Der Feuchtegehalt wirkt sich direkt auf die Viskosität der Schmelze aus, nur bei einem optimalen Feuchtegehalt ist die Schädigung am geringsten

**ARTIKEL ALS PDF** unter [www.kunststoffe.de](http://www.kunststoffe.de)  
Dokumenten-Nummer KU111616



**Bild 3. Haben gemeinsam den perfekten Tau-  
punkt gefunden: Georg Flink (links) von Motan-  
Colortronic und Erich Klinkhammer von Hillers**

„Wir haben zunächst zwei Wochen lang täglich eine Materialprobe gezogen um den Feuchtegehalt zu messen“, beschreibt Erich Klinkhammer das weitere Vorgehen. „Dabei stellten wir fest, dass das Material im Oktabin teilweise zu feucht war, womit dann der Trockner überfordert wurde. Daraufhin haben wir diese Messreihe erweitert und die Materialfeuchte im Oktabin in

regelmäßigen Abständen kontinuierlich erfasst.“ Aus den Aufzeichnungen wurde ersichtlich, dass das Material im angebrochenen Oktabin anfangs sehr schnell Feuchte aufnimmt. Zugleich war zu beobachten, dass die Restfeuchte des getrockneten Materials ebenfalls variierte, was offensichtlich mit dem Rückfeuchten im Oktabin zusammenhing (Bild 1).

Es folgten Berstdruckversuche mit unterschiedlichen Restfeuchtegehalten. Diese Daten wurden wiederum den Einstelldaten der Maschinen zugeordnet. Dabei stellte sich eine Korrelation zwischen Berstdruck und Spritzdruck heraus: Demnach verringerte sich mit dem Spritzdruck auch der zu erzielende Berstdruck. Als nächstes wurden diese Daten Schuss für Schuss den Daten der jeweiligen Materialcharge zugeordnet und deren Restfeuchte sowie die Fließzahl dazu betrachtet. Daraus ließ sich ein Zusammenhang zwischen Chargenwechseln und einem Sprung beim Berstdruck ableiten: Bei einer vergleichsweise hohen Fließzahl konnten auch höhere Berstdrücke verzeichnet werden – entsprechen sanken die Berstdruckwerte bei geringerer Fließzahl.

„Dem waren allerdings auch Grenzen gesetzt“, berichtet Dirk Hensel. „War das Material zu trocken, war zwar der Berstdruck in Ordnung, doch traten dann Probleme mit der Oberflächenqualität auf.“ Grund dafür ist, dass sich der Feuchtegehalt direkt auf die Viskosität der Schmelze auswirkt (Bild 2). Eine zu geringe Restfeuchte führt zu einer zähen Schmelze und einer höheren Scherung des Materials in der Plastifizierung, was wiederum Materialschädigungen und einen Viskositätsabbau zur Folge hat.

Eine zu hohe Restfeuchte jedoch, führt unter anderem zum Abbau der Molekülketten und dadurch schlechteren mechanischen Eigenschaften. Das erklärt auch die schlechten Ergebnisse der Berstdruckprüfungen.

Die Feuchtigkeitsaufnahme des PPA kann bei 23°C und 50 % Luftfeuchte auf 1,3 % steigen, witterungsbedingt sogar bis 1,7 %, stellte Klinkhammer bei seinen Messungen fest. Es reicht, wenn das Material bei entsprechenden Klimabedingungen am Wochenende im angebrochenen Oktabin stehen bleibt.

Im Lastenheft der Trocknungsanlage ging man ursprünglich von einer garantierten Anfangsfeuchte aus. Die bei ungünstigen Bedingungen starke Rückbefeuchtung hatte jedoch zur Folge, dass der Trockner das Material nicht in der geforderten Zeit trocknen konnte. Denn Material mit einer Anfangsfeuchte von mehr

als 1 % auf eine Restfeuchte von 0,03 % mit einem Adsorptionstrockner herunterzutrocknen ist nicht sinnvoll. Überdies sind dem Durchsatz entsprechend angepasste, große Trockenlufterzeuger und Trockentrichter zu installieren. Mit entscheidend ist der damit einhergehende hohe Energiebedarf.

Ziel bei Hillers musste demzufolge eine stabile, vom Durchsatz unabhängige, gleichbleibende Restfeuchte sein. Es war zwingend zu verhindern, dass das Material zu ‚nass‘ in den Trockner kommt, um ausreichend Zeit für das Trocknen auf die erforderliche Restfeuchte sicherzustellen.

Als optimale Restfeuchte wurden 0,03 % festgelegt. Da das Material im Anlieferungszustand mit etwa 0,05 bis 0,08 % fast verarbeitungsgerecht trocken ist, sollte dieser Zustand also ‚weitgehend bewahrt‘ bleiben – ohne das Material zu schädigen!

### „Prozesssicherheit bedeutet, alle greifbaren Parameter auszuregeln“

Nun war die Motan-Colortronic GmbH, Friedrichsdorf, gefordert. „Zunächst haben wir die Rahmenbedingungen definiert“, schildert Georg Flink von der Kunststofftechnik Flink und Wortmann GbR, Burscheid, das weitere Vorgehen. Als Vertriebspartner von Motan-Colortronic war er die Schnittstelle zwischen Hillers und dem anwendungstechnischen Zentrum des Herstellers von Materialhandling-Lösungen in Friedrichsdorf/Taunus (Bild 3). Laut Lastenheft waren zwei Maschinen mit durchschnittlich 15 kg/h Material zu versorgen, d. h. der Trockner sollte maximal 30 kg/h trocknen. Zu berücksichtigen waren ferner die Maschinenlaufzeiten, d. h., ob beide Maschinen laufen, nur eine oder schlimmstenfalls keine.

Der Trockner war so auszulegen, dass das Material eine Verweildauer von acht Stunden hat, wenn beide Maschinen laufen. Die acht Stunden gelten jedoch nur, wenn das Material mit einer maximalen Restfeuchte von 0,08 % in den Trichter kommt. Müsste beispielsweise Material mit einer Anfangsfeuchte von 1 % auf die vereinbarte Verarbeitungs-Restfeuchte von 0,03 % getrocknet werden, würden dazu acht Stunden nicht ausreichen. Überdies war eine Lösung zu finden, um die Restfeuchte des Materials im Oktabin im Anlieferungszustand zu erhalten.

Konkrete Aufgabe von Motan-Colortronic war nun, eine definierte, reproduzierbare Restfeuchte sicherzustellen. Dazu war es erforderlich, eine geeignete

## ! Im Profil

Die **Theo Hillers GmbH**, Kall, versteht sich als klassischer Zulieferbetrieb. Gut 90 % der Produktion sind für renommierte Tier 1 der Automobilindustrie bestimmt. Spezialisiert hat sich das Unternehmen auf die Herstellung anspruchsvoller technischer Teile wie Filter für Kraftstoffförderer, Klimaanlagen oder Bauteile für die Kupplungshydraulik. Viele dieser Teile wurden zuvor aus Aluminiumdruckguss gefertigt. Weitere Standbeine sind die Medizin- und die Installationstechnik.

Auf insgesamt 80 Spritzgießmaschinen mit Schließkräften von 250 bis 5500 kN produziert Hillers Teile mit Gewichten von 0,1 bis 400 g. Verarbeitet werden hauptsächlich PA, PP und POM; täglich rund 7 t an 250 Tagen im Jahr.

Das 1980 gegründete Familienunternehmen beschäftigt am Hauptsitz Kall aktuell 210 Mitarbeiter. Seit 2006 produziert Hillers mit 45 Beschäftigten auch im ungarischen Győr. In Neustadt/Wied betreibt Hillers zudem einen Sondermaschinenbau mit sieben Beschäftigten.

[www.hillers.de](http://www.hillers.de)





**Bild 4. Ausgerüstet mit einer automatischen Temperatur- und Taupunkt-Nivellierung (ATTN) regelt der Trockenlufterzeuger Luxor A 120 den Taupunkt der Prozessvorluft mit einer Genauigkeit von  $\pm 1^\circ\text{C}$**

Kombination aus Taupunkt- und Trocknungstemperatur zu ermitteln, wofür im Tech Center bei Motan-Colortronic umfangreiche Trocknungsversuche mit zahlreichen Feuchtigkeitsmessungen durchgeführt wurden.

Grundsätzlich ist solch ein Gleichgewichtszustand bei unterschiedlichen Parameterkombinationen möglich. Um jedoch bei langen Verweilzeiten im Trockentrichter eine thermische Schädigung des Materials zu vermeiden, ist eine Kombination aus niedrigen Trockentemperaturen und besseren (tieferen) Taupunkten ratsam. Zwangsläufig verlängert sich bei niedrigen Trockentem-



**Bild 6. Sicherheitshalber hat Hillers auf den Maschinen zuschaltbare Aufsatz Trockner installiert, um das Rückfeuchten des Granulats in der Materialvorlage zu verhindern**



**Bild 5. Um dem Rückfeuchten des Materials im Oktabin zu begegnen ist der Behälter abgedeckt. Zudem wird sein Inhalt permanent mit Trockenluft beschleiert**

peraturen die Trockenzeit. Für eine technisch und wirtschaftlich zweckmäßige Anlagenauslegung mit konstanten Trocknungsparametern war daher eine Beschränkung der zulässigen Anfangsfeuchte unabdingbar.

Um die Anforderungen zu erfüllen, wurde die Anlage bei Hillers mit einer automatischen Temperatur- und Taupunkt-Nivellierung (ATTN) ausgerüstet und diese mit den im Technikum gewonnenen Erkenntnissen optimiert. ATTN wurde speziell für Anwendungen entwickelt, bei denen die Trocknung der Materialien nur in einem kleinen Fenster der Taupunkttemperatur stattfinden darf. Der Taupunkt der Prozessvorluft wird mit einer Regelgenauigkeit von  $\pm 1^\circ\text{C}$  genau und konstant geregelt sowie dokumentiert. Als Trockenlufterzeuger setzt Hillers einen Luxor A 120 mit Eta-Plus-Technologie und einem Trockenluftvolumen von  $120\text{ m}^3/\text{h}$  ein. Der Trockentrichter vom Typ Luxorbin A 600-SH hat einen Inhalt von  $600\text{ l}$  (Bild 4).

Eta-Plus kombiniert die Luftmengenregelung des Trockners mit dem Absenken der Trockentemperatur. Das System erkennt Materialdurchsatzschwankungen über die Luftaustrittstemperatur und regelt bei steigender Temperatur die Luftmenge herunter. Steigt bei Produktionsunterbrechungen die Temperatur trotzdem weiter an, so senkt das System zusätzlich die Trocknungstemperatur bis zur Standby-Temperatur. Das Zusammenspiel aller Komponenten ermöglicht überdies eine vollautomatische, reproduzierbare Trocknung, passend zu den individuellen Gegebenheiten.

Um dem Rückfeuchten des Materials im Oktabin zu begegnen, haben sich die Trocknungsexperten eine vergleichsweise simple Gegenmaßnahme einfallen lassen: Der Inhalt des nunmehr abgedeckten Behälters wird von einem kleinen sparsamen Luftentfeuchter permanent mit Trockenluft beschleiert (Bild 5). Sowohl dieser Luftentfeuchter als auch der Trockner laufen

auch an produktionsfreien Tagen durch. Der Trockner allerdings mit automatisch stark reduzierter Leistung, d.h. mit verminderter Temperatur und Luftmenge

Entscheidend ist in diesem Zusammenhang auch die richtige Berechnung der Vorlage auf der Maschine. Wird diese zu hoch angesetzt, besteht auch dort die Gefahr einer Rückbefeuchtung. Sicherheitshalber hat Hillers deshalb auf den Maschinen zuschaltbare kleine Aufsatz Trockner installiert (Bild 6). Bei großen Unterbrechungen oder am Wochenende wird der Trichter allerdings geleert. Bis zu zwei Stunden lassen sich jedoch durchaus überbrücken.

## **i** Kontakt

**Motan-Colortronic GmbH**

**Marketing**

**D-61381 Friedrichsdorf**

**TEL +49 6175 792 214**

**→ [www.motan-colortronic.com](http://www.motan-colortronic.com)**

## **Fazit**

Ausschlaggebend für den erfolgreichen Abschluss des Projekts war die enge, interdisziplinäre Zusammenarbeit der beteiligten Experten. Bei der Betrachtung der Einzelprozesse schienen alle Parameter in Ordnung zu sein, jedoch war das Endprodukt immer noch fehlerbehaftet. Erst nachdem sich die Spezialisten an einem Tisch trafen und die zahllosen Versuche gefahren sowie ausgewertet hatten, zeichnete sich eine Lösung ab. Ausschlaggebend waren nicht zuletzt die Versuchsreihen im Motan-Colortronic-Technikum, deren Ergebnisse in die Auslegung der Trocknungsanlage mit der Temperatur- und Taupunkt-Nivellierung eingeflossen sind. ■

## **DER AUTOR**

THOMAS SCHWACHULLA, geb. 1953, ist freier Journalist in Leipzig; [thomas.schwachulla@web.de](mailto:thomas.schwachulla@web.de)