

Energiekosten für Formverpackungen drastisch gesenkt

Beim Extrudieren und Tiefziehen von thermoverformbaren Kunststoffen kann eine unzureichende Kühlung ganze Chargen unbrauchbar machen. Es ist nachvollziehbar, wenn die Hersteller lieber „auf Sicherheit“ fahren, als hohe Schäden oder gar ihre Lieferfähigkeit zu riskieren. Die steigenden Kosten für die Kälteerzeugung lassen sich jedoch drastisch senken, wenn die Prozesstemperaturen an den kritischen Stellen erfasst und die Messdaten richtig interpretiert werden. Die passende Kombination aus Messtechnik und automatisierter Auswertung kann die Kosten um über 20 % senken. Der Artikel beschreibt eine Lösung, basierend auf der Hard- und Software von Janitza.

Die Dr. Ing. Kaupert GmbH & Co. KG ist seit 1958 am Markt und hat sich seitdem zu einem der führenden deutschen Hersteller von Formverpackungen für Süßwaren, Gebäck, Schokolade etc. entwickelt. Die Blister und Trays bestehen aus PP (Polypropylen), APET (amorphes Polyethylenterephthalat) oder anderen, thermoverformbaren Kunststoffen (Bild alternativ 1010, 1011 oder 1012). Im Gegensatz zu Mehrschichtfolien für beispielsweise Fleisch sind diese Monofolien sehr dünn. Gängige Maße sind 350–500 µm; bestimmte PET-Formen kommen sogar mit nur 150 µm Foliendicke aus. Die Produktion am Standort Marburg reicht von kleinen Auflagen bis zur Großserienanfertigung.

Die Herstellung erfolgt in zwei Schritten. Zunächst wird aus Kunststoffgranulat in einem Extruder eine Folie erzeugt. Diese wird als Rollenware gelagert und nach Bedarf einer Tiefziehmaschine zugeführt, in der die fertigen Trays entstehen (Bild 1009). Bei beiden Prozessen wird das Ausgangsmaterial zunächst erhitzt und dann sehr rasch und gleichmäßig gekühlt, damit keine Spannungen im Material entstehen (Bild 1008). Besonders bei der Folie hätte ein unzureichend gekühlter Extruder kostspielige Folgen: Eine fehlerhafte Charge kann beim Aufrollen noch tadellos aussehen; die Spannungen fallen erst beim Tiefziehen auf. Da eine Rolle bis zu 500 kg wiegt und mehrere Kilometer Folie enthalten kann, ist der Schaden erheblich. Besonders gravierend sind die Folgen, wenn das Zwischenprodukt nicht sofort weiterverarbeitet wird. Gerade von sehr gebräuchlichen Materialien werden oft mehrere Rollen vorgehalten und erst nach und nach verbraucht. Im schlimmsten Fall sind mehrere Tonnen in mangelhafter Qualität produziert, bevor ein Fehler auffällt. Dies ist nicht nur kostspielig, sondern kann bei Großaufträgen sogar die Lieferfähigkeit gefährden. Da zudem Heizung und Kühlung systembedingt eine gewisse Trägheit aufweisen und nur wenige, lokal ablesbare Temperaturanzeigen an den Kältemaschinen zur Verfügung standen, wurde die Produktion stets mit einem Sicherheitsaufschlag gefahren.

Einsparpotenziale Stück für Stück erfasst

Steigende Energiekosten verlangten mittelfristig einen Strategiewechsel in der Kälteerzeugung. Dipl. Ing. Wolfgang Ermert, Geschäftsführer bei Kaupert Thermoformung, beauftragte deshalb die econius GmbH (Ingenieurbüro für Energie- und Umweltdienstleistungen), als unabhängiger Berater die Effizienz der Kaltwasserversorgung zu analysieren, ein Optimierungskonzept zu erstellen und dessen Umsetzung einschließlich der erforderlichen Ausschreibungen zu begleiten.

Ein zentrales Element der Kälteerzeugung bei Kaupert ist eine Zisterne mit einem Volumen von 200 m³. Dank ihrer Größe kann selbst bei einem Ausfall der Kühlung der Betrieb je nach Auslastung mehrere Stunden bis zu einem vollen Tag aufrechterhalten werden. Als Kühlmedium dient gewöhnliches Wasser ohne Zusätze. Für die aktive Kühlung sorgten vor dem Umbau ausschließlich drei Kältemaschinen. Wolfgang Ermert: „Das ganze Konzept, mit der Zisterne als riesigem Kältepuffer, war komplett auf Sicherheit ausgelegt. Diese haben wir jedoch mit sehr viel Energie erkaufte.“ Lange Zeit war diese Strategie sinnvoll und wirtschaftlich, denn Energie war billig. Dafür war Messtechnik kostspielig, zumal die Auswertung nur durch ständige Kontrollgänge und manuell auszufüllende Tabellen möglich gewesen wäre. Inzwischen kann der Produktionsleiter vom Schreibtisch aus die Fertigung in allen Details überwachen. Geplant war dies nicht; die nötige Infrastruktur war eher das Nebenprodukt einer optimierten Kälteerzeugung, bringt aber enorme zusätzliche Vorteile.

Erste Maßnahmen: Freikühler und Pumpen

Dr.-Ing. Norbert Feck von der econius GmbH installierte zunächst für mehrere Monate die firmeneigenen Messgeräte, um sich einen Überblick zu verschaffen. „Wir haben Leistungen und Temperaturen in einem Fünf-Minuten-Raster erfasst und ausgewertet“, erläutert er. „Die Maschinen sind unterschiedlich aufgebaut. Selbst Extruder haben unterschiedliche Arten von Kühlkreisläufen, mit oder ohne Wärmetauscher.“ Am Ende der Analyse lagen Ganglinien aller relevanten Größen vor, insbesondere der elektrischen Leistungen von Produktionsanlagen, Kältemaschinen, Kühlwasserpumpen sowie synchrone Aufzeichnung der Prozess- und Außentemperaturen.

Auf Basis der Messungen beschlossen econius und Kaupert zunächst, das Kaltwassersystem mit einem Freikühler und regelbaren Pumpen auszurüsten (Bild 1001, alternativ 1007). Dazu Norbert Feck: „Wir haben das Potenzial des Freikühlers mit verschiedenen Wetterdaten simuliert und kamen auf eine Energieeinsparung von 66% und 50% der Kosten für die Kälteerzeugung.“ Ein enormer Wert, aber die Prognosen erwiesen sich als korrekt. An einem kalten Tag benötigt der Freikühler gerade einmal 3 kW für die Ventilatoren und erzeugt damit über 360 kW Kälte (Bild 1002 oder 1003). Bei Außentemperaturen unter 11 °C kann er die gesamte Kälteleistung bereitstellen. Er funktioniert aber auch in der warmen Jahreszeit. Wolfgang Ermert beschreibt die Erfahrungen: „Bis 19 °C Außentemperatur können wir vorkühlen, das heißt im Sommer fast jede Nacht. econius hat sehr gut

und konservativ berechnet, dass sich die Investition innerhalb von weniger als drei Jahren amortisiert. Bei so einem Wert muss man handeln.“

Zeitgleich wurde die Pumpensteuerung verbessert. Vielfach waren noch Überströmventile im Einsatz. Das kostet einerseits Strom, weil die Pumpe durchgehend mit Vollast läuft. Andererseits verursacht der Zulauf von Kaltwasser unnötige Verwirbelungen in der Zisterne. Besser sind definierte kalte und warme Zonen, die sich bei einer höheren Rücklauftemperatur und einem geringeren Durchfluss ausbilden können. Auch der Freikühler arbeitet mit höheren Temperaturdifferenzen effizienter. Die Anteile von Kühlaggregaten und Freikühler an der Kälteerzeugung können variabel gehalten werden. So kann Kaupert die wirtschaftlichen Vorteile der Technik voll ausschöpfen, ohne die Betriebssicherheit zu gefährden.

Unerwartete Einsparpotenziale, noch mehr Betriebssicherheit

Mit dem beschriebenen Umbau waren die geplanten Energiesparmaßnahmen eigentlich abgeschlossen. Es fehlten nur noch Messungen, um die Effizienz des Freikühlers mit Kälte- und Stromzählern zu überprüfen. Die Werte sollten einfach monatlich abgelesen und per Excel-Tabelle ausgewertet werden. „Das war eine Low-Budget-Lösung, damit wir bei Abweichungen von der Prognose nach Ursachen suchen können. Dies kann ja beispielsweise auch am Wetter liegen“, erläutert Norbert Feck. Für diese Messungen waren während des Umbaus Tauchhülsen für Temperaturfühler sowie vier Kältemengenzähler installiert worden. Letztere sind als induktiv arbeitende Durchflussmesser mit Temperatursensoren und Rechenwerk ausgeführt (Bild 1006).

Bald wurde jedoch klar, dass die Messwerte einen riesigen Mehrwert bieten. Die Idee entstand, die Werte auch online zur Erhöhung der Produktionssicherheit zu nutzen. Hier konnte econius als Janitza Solution Partner eine maßgeschneiderte Lösung auf Modbus-Basis anbieten. Norbert Feck: „Wir haben die Strommessung auf Janitza aufgebaut, weil wir die Technik und das Preis/Leistungsverhältnis ausgezeichnet finden. Deshalb war das unsere Empfehlung für die Umrüstung. Interessant war auch die Möglichkeit, Fremdfabrikate per Modbus einzubinden.“ In der Tat verfügten die Kältemesser ab Werk über eine entsprechende Schnittstelle; weitere Temperaturfühler ließen sich über entsprechende Modbus-Module einbinden. Durch den offenen Standard bleiben Aufbau und Funktion der Anlage übersichtlich. Außerdem sind Erweiterungen einfacher möglich als bei einem proprietären System. Als Messgeräte wurden stromseitig die Janitza-Fabrikate UMG 96RM-CBM sowie UMG 96RM-E, letzteres auch als Ethernet-Gateway, eingesetzt (Bild 1004 oder 1005). Alle Geräte sind auf die Netzvisualisierungssoftware GridVis® (Edition Professional) aufgeschaltet. Damit steht der Produktionsleitung ein völlig neuer Blick auf die gesamte Fertigung offen. Die wichtigste Neuerung ist eine Livebild-Übersicht über alle Parameter im Kaltwassersystem einschließlich der Verbraucher. In dem Anlagenschema als Hintergrundbild sind alle die Effizienz bestimmenden Messgrößen mit ihren Live-Werten abgebildet (Bild 1014). Betriebszustandsänderungen und Grenzwertüberschreitungen werden per Farbwechsel angezeigt, so

dass diese sofort ins Auge fallen und frühzeitig Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können. Außerdem sind jederzeit spezielle Auswertungen und historische Verläufe abrufbar (Bild 1015).

Die Auswirkungen auf den Betriebsalltag sind frappierend. Wolfgang Ermert beschreibt ein Beispiel: „Wir hatten vor Jahren einmal ein Problem mit einem verstopften Wärmetauscher. Das ist ein schleichender Prozess, aber irgendwann ist die Leitung blockiert. So einen Fehler findet man nicht so einfach. Mit dem jetzigen System fallen solche Veränderungen auf, bevor sie die Fertigung stören.“ René Mahner, Prokurist und Technischer Leiter bei Kaupert Thermoformung, ergänzt: „Auch der Start nach dem Wochenende kann kritisch sein. Wenn eine Pumpe anläuft, aber aus irgendeinem Grund nur Luft ansaugt, fiel das früher nicht gleich auf. Von außen sieht man das nicht. Im ungünstigsten Fall versagt die Kühlung an einem Extruder, so dass die Folie die beschriebenen Spannungen aufweist. Mit dem Messgerät für Volumenstrom erkennt man so einen Fehler sofort.“

Angesichts der Leistungsfähigkeit der Visualisierung, war der Mehraufwand verblüffend klein. Norbert Feck musste noch nicht einmal vor Ort sein. „Wir haben bei uns im Büro die I/O-Modul parametriert und die Anbindung an die GridVis® getestet. Die parametrierten Module haben wir ganz einfach per Post an Kaupert geschickt. Dort hat ein Elektriker alles eingebaut und angeschlossen. Die Anbindung konnte dann ein Kollege per Fernzugriff einrichten“, beschreibt er den Installationsvorgang.

Messtechnik macht Mut zum Experiment

Das Live-Bild mit den auffälligen Anzeigen für Grenzwertüberschreitungen und Änderungen im Betriebszustand ermöglicht eine völlig neue Arbeitsweise. Über Jahrzehnte kam für die Produktionsleitung ein Anheben der Temperaturen nicht infrage. Die Auswirkungen in dem komplexen Prozess waren nicht vorherzusagen und das Risiko fehlerhafte Chargen zu produzieren viel zu hoch. Das machte schon den Umbau der Kühlung zur Herausforderung. Wolfgang Ermert: „Wie effektiv der Freikühler arbeitet, hängt vom Temperaturniveau an der Maschine ab. Deshalb haben wir uns sehr genau angesehen, bis zu welchen Temperaturen wir gehen können. Früher war eine Vorlauftemperatur von 15 °C die absolute Obergrenze. Wir haben nun gemerkt, dass wir höher gehen können.“ Das bringt bares Geld. Allein durch die höheren Systemtemperaturen lassen sich die Kälteerzeugungskosten um ca. 20 % verringern. Dank der Visualisierung ist die Produktionsleitung gern bereit, die Grenzen weiter auszutesten. Dazu René Mahner: „Wir fahren heute mit höheren Temperaturen, weil wir wissen, dass wir sie tatsächlich halten. Wird ein Wert überschritten, sehen wir dies sofort und können die Ursache schnell eingekreisen.“ Norbert Feck ergänzt: „Wir müssen natürlich auch die optische Anzeige beim Überschreiten von Grenztemperaturen anpassen, wenn wir Systemtemperaturen erhöht haben. Das ist mit der GridVis® aber sehr einfach zu realisieren.“ In der Anpassungsphase ist econius noch online aufgeschaltet. econius kann die Prozesse verfolgen und bei Bedarf die Daten in einer eigene GridVis® prüfen. So lassen sich auch vom Kunden gewünschte Änderungen vorab testen. Änderungen erfolgen anschließend nach Absprache mittels TeamViewer.

Mit der Janitza-Lösung konnte econius somit nicht nur die jährlichen Kosten der Kaltwasserbereitstellung noch stärker reduzieren als vorgesehen, sondern auch die Betriebssicherheit wesentlich verbessern.



Kaupert Aufmacher: Beim Extrudieren und Tiefziehen von thermoverformbaren Kunststoffen ist eine ausreichende Kühlung entscheidend für die Qualität



Tiefgezogene Trays



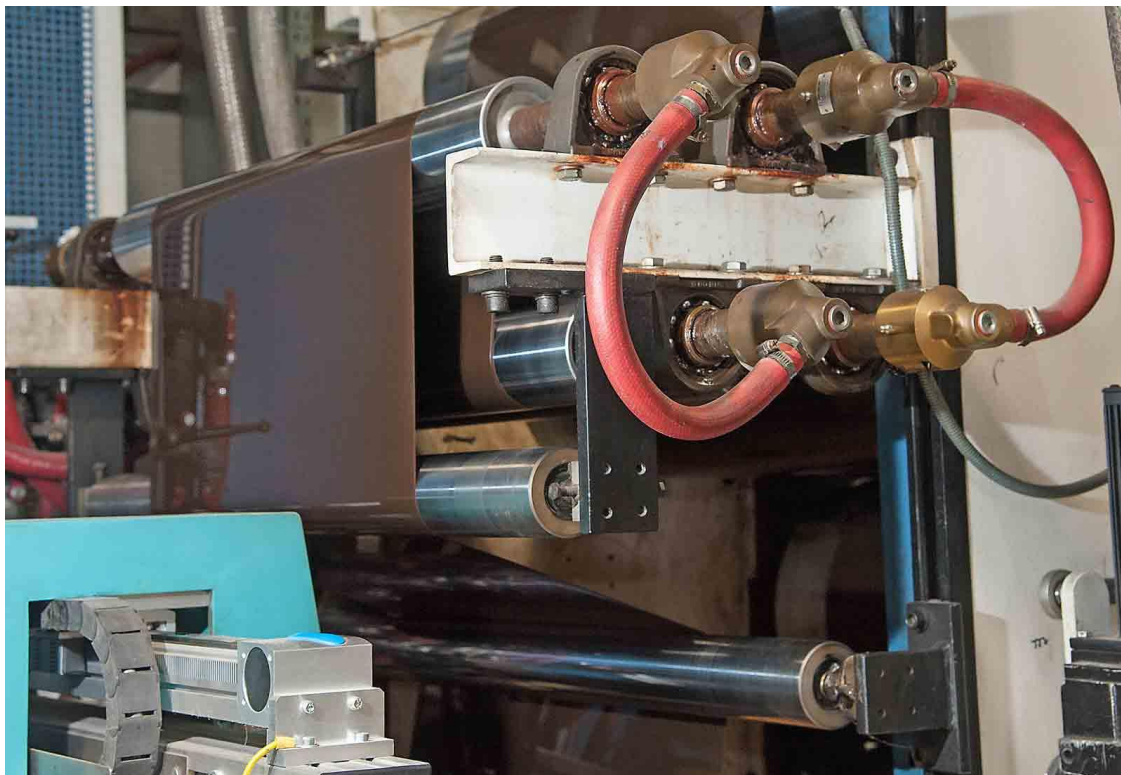
Tiefgezogene Trays



Tiefgezogene Trays



Am Extruder: Eine Rolle Folie kann bis zu 500 kg wiegen und ist mehrere Kilometer lang



Die Walzen des Extruders werden mit Kaltwasser temperiert.



Der neue Freikühler auf dem Hallendach versorgt die Zisterne unter den Silos mit Kaltwasser.



Einbindung des neuen Freikühlers (schwarz) in die vorhandene Anlage (grau).



Der neue Freikühler hat auf dem Hallendach Platz gefunden.



Dr.-Ing. Norbert Feck mit dem neuen Freikühler.



Durchflussmesser mit Temperaturfühler erfassen die Kaltwassermengen und sind über den Modbus mit der Visualisierung verbunden.



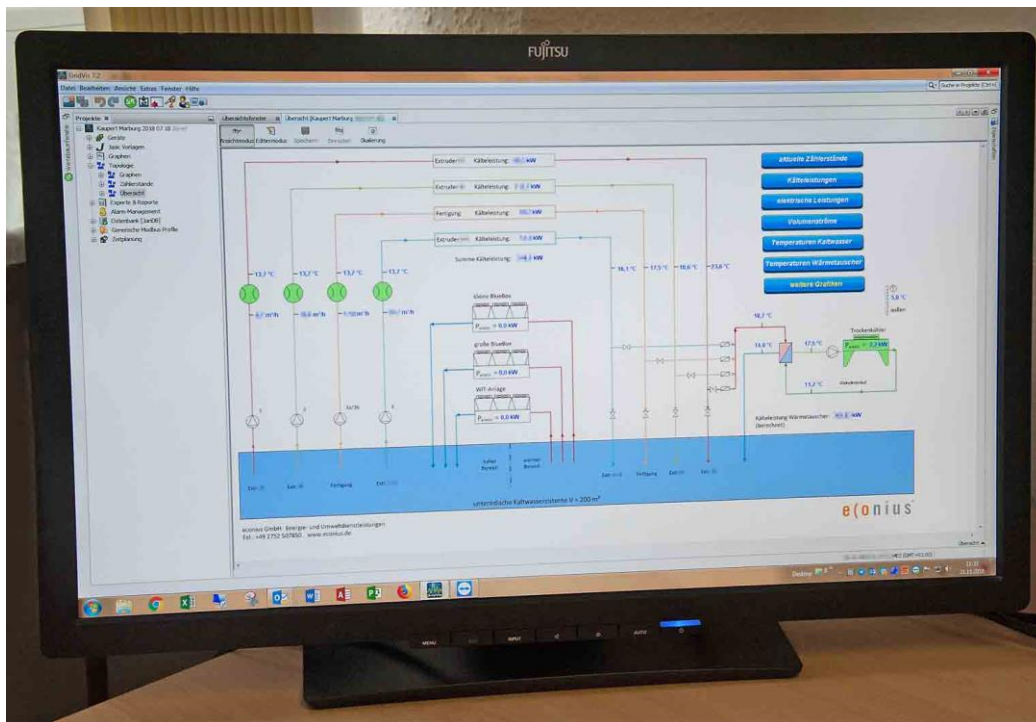
Das kompakte UMG 96RM-E erfasst die Messdaten eines Verbrauchers und dient als Gateway für die Visualisierung aller Verbraucher.



Über UMG 96RM-CBM Module werden die Messdaten erfasst und über den Modbus an die Visualisierung weitergegeben.



Optional für eine zukünftige, aktualisierte Fassung: Im nächsten Schritt soll auch der Druckluftverbrauch erfasst werden. Die Messtechnik wird gerade vorbereitet.



Die Janitza Netzvisualisierungssoftware GridVis® informiert jederzeit über den Zustand der Anlage.



Die Janitza Netzvisualisierungssoftware GridVis® informiert jederzeit über den Zustand der Anlage.

Bildquelle: Martin Witzsch