

FACHBEITRAG

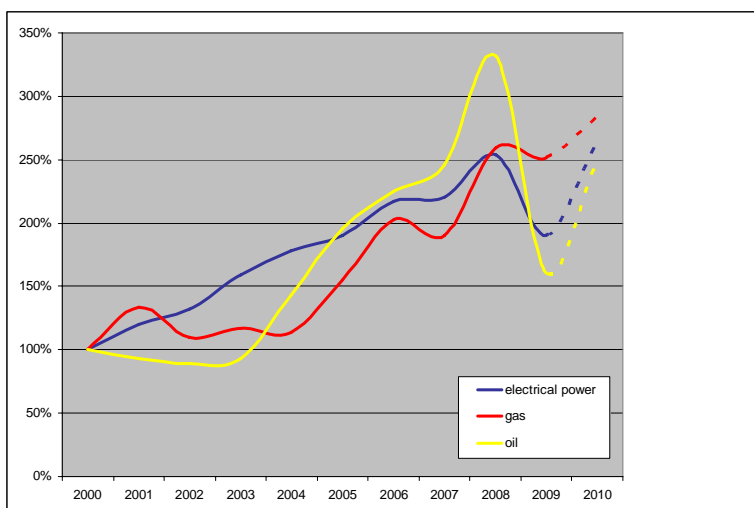
Leonberg, im April 2010

Autor: *Dipl.-Ing. (FH) Stefan Müller – Sales Director Nonwovens*

Energieeinsparungspotentiale bei thermischen Vliesstoffprozessen

Die Betriebskosten für Produktionsanlagen haben einen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtkosten der darauf hergestellten Produkte. Auch die sonst erfolgsgewöhnten Hersteller von Vliesstoffen und technischen Textilien kämpfen zunehmend gegen sinkende Erträge, obwohl sie im Vergleich zu anderen Textilbereichen – beispielsweise den Produzenten von Heimtextilien und Bekleidungsstoffen – noch immer in Märkten mit teilweise respektablem Wachstum und Margen tätig sind. Einer der Gründe für den Rückgang ist die sich verschärfende Wettbewerbssituation bedingt durch Globalisierungseffekte und die Tatsache, dass immer mehr Produzenten im Rahmen von Diversifikationsmaßnahmen ihres bisherigen Produktportfolios an diesen erfolgreichen Segmenten teilhaben wollen. Gleichzeitig entwickelten sich in den letzten Jahren die Betriebskosten rasant nach oben, was besonders durch die Energieträger Gas, Strom und Öl verursacht wird. Wollen Vliesstoffhersteller in diesem Bereich Kosten senken, müssen sie sich mit zwei grundlegenden Themen auseinandersetzen:

1. Maßnahmen, die in direkter Weise einen geringeren spezifischen Energieverbrauch nach sich ziehen
2. Maßnahmen, die sich indirekt positiv auf den spezifischen Energieverbrauch auswirken



Grafik 1: Energiekostenentwicklung der letzten zehn Jahre

FACHBEITRAG

Der Vliesstoffprozess besteht im Wesentlichen aus drei Stufen. Im ersten Schritt erfolgt die Erzeugung eines Flächengebildes aus einzelnen Fasern (= Vliesbildung). Diese noch druck- und zugempfindliche textile Fläche erhält anschließend durch unterschiedliche, teilweise kombinierte Verfahren die erforderliche Dimensionsstabilität (= Vliesverfestigung). Im letzten Schritt wird der Vliesstoff mit unterschiedlichsten Ausrüstungsmethoden so „veredelt“ (= Vliesstoffveredlung), dass es über die vom Endanwender gewünschten Eigenschaften verfügt (z.B. Wasser abweisend, nicht brennbar, luftdicht, etc.).

Der gesamte Prozess erfordert hierbei den Einsatz einer entsprechenden Menge an Energie, überwiegend entweder in Form von elektrischer oder thermischer Energie. Bei genauerer Untersuchung zeigt sich allerdings schnell, dass in Abhängigkeit des jeweiligen Prozessschrittes und den dabei zur Anwendung kommenden Verfahren der Anteil zwischen eingesetzter elektrischer und thermischer Energie sowie der absolute Verbrauch des jeweiligen Energieträgers sehr unterschiedlich ist.

Während bei der Vliesbildung fast ausschließlich der Einsatz elektrischer Energie benötigt wird, nimmt der Anteil der thermischen Energie bei der Vliesverfestigung und Vliesstoffveredlung deutlich zu. Besonders energieintensiv, sowohl elektrisch als auch thermisch, sind hierbei alle Vliesverfestigungsmethoden (z.B. Sprühverfestigung, hydrodynamische Vernadelung, Vollbad- oder Schaumimprägnierung) und Vliesstoffveredlungstechniken (z.B. Beschichten, Bedrucken, Färben, etc.), bei denen prinzipbedingt die Verdampfung von z.B. Wasser oder Lösemittel erforderlich ist.

Obwohl im weiteren Bericht die Einsparung thermischer Energie im Vordergrund steht, soll an dieser Stelle auch kurz auf die Möglichkeiten bei der elektrisch-kinetischen Energie eingegangen werden. In diesem Bereich bestimmen zwei Faktoren den Bedarf an elektrischer Energie: zum einen die Motorengröße und zum anderen dessen Wirkungsgrad bzw. dessen Effizienzklasse. Ein für die komplette Anlage optimal ausgelegtes und aufeinander abgestimmtes Antriebssystem und der konsequente Einsatz von hocheffizienten Getrieben und Motoren bietet bereits ein großes Einsparpotential, welches von vielen Anlagenbetreibern noch immer unterschätzt wird.

Von BRÜCKNER durchgeführte Untersuchungen und Berechnungen haben nachgewiesen, dass dadurch bei Produktionslinien (z.B. für Filtrations- oder Geovliesstoffe) jährliche Einsparungen im mittleren fünfstelligen Bereich realisierbar sind (bezogen auf Euro). Darüber hinaus sollte für alle Anlagenbauer, die sich dem jeweiligen „Stand der Technik“ verpflichtet fühlen und mit dem Prädikat „innovativ“ werben, der Einsatz geeigneter Rohmaterialien sowie die Verwendung von Hochleistungswerkstoffen und damit erzielbare Gewichtseinsparungen (z.B. bei Ventilatorenlaufrädern, Antriebswalzen, Transportbändern, etc.) selbstverständlich sein.

Thermische Energie wird bei der Herstellung von Vliesstoffen fast ausschließlich bei den Prozessstufen Vliesverfestigung und Vliesstoffveredlung benötigt. Die Übertragung der Wärme von den Maschinenkomponenten auf die Vliese bzw. Vliesstoffe erfolgt hierbei entweder über Kontakt (z.B. beheizte Walze), Strahlung (z.B. Infrarot-Strahler) oder Konvektion (z.B. Umluftofen), wobei man zwischen direkter und indirekter Beheizung unterscheidet. Bei der direkten Beheizung kommt die vom Energieträger erzeugte Wärme direkt mit dem zu behandelnden Substrat in Berührung. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn Erdgas oder Flüssiggas verbrannt werden und die entstehenden, heißen Rauchgase auf die Fasern treffen und ihre Energie direkt übertragen. Indirekte Systeme erzeugen die Primärwärme im Prinzip zwar auch die gleiche Weise, allerdings wird die thermische Energie hier zunächst auf einer Trägermedium (z.B. Thermoöl oder Dampf) übertragen und erst von dort aus mittels Einsatz eines Wärmetauschers auf das Vlies bzw. den Vliesstoff. Die Grafik 2 gibt dazu einen Überblick.

FACHBEITRAG

Wärmeübertragung	Maschinenbeispiele	direkte Beheizung möglich	indirekte Beheizung möglich	Wärmeüberträger (bei indirekter Beheizung)	Basis-Energieträger
Kontakt	Kalander Bandpressen Walzenstuhl	nein	ja	Dampf Thermalöl (Wasser)	Gas Öl Strom
Strahlung	IR-Strahler	ja	ja	Thermalöl	Gas Öl Strom
Konvektion	Spannmaschine Bandofen Trommeltrockner	ja	ja	Dampf Thermalöl Rauchgas (Wasser)	Gas Öl Strom

Grafik 2: Wärmeübertragung, Beheizungsarten und Energieträger

In diesem Zusammenhang sind in Hinblick auf die thermischen Energiekosten zwei Aspekte von besonderer Bedeutung:

1. Direkte Beheizungssysteme weisen einen Wirkungsgrad von ca. 92 – 96% auf, indirekte Systeme stellen hingegen nur 60 – 85% (abhängig vom System) der ursprünglich eingesetzten Energie zur Verfügung.
2. Die Grundpreise für die Basis-Energieträger Gas, Öl und Strom unterscheiden sich zum Teil erheblich und wirken sich somit direkt auf die Kosten pro erzeugtes Kilowatt thermischer Energie aus.

BRÜCKNER führte vor einigen Jahren eine Studie zum Thema Life Cycle Cost durch. Dabei stand die Frage im Mittelpunkt, wie sich bei einer konvektiven Wärmeübertragung über einen langen Zeitraum die Kosten für den Betrieb einer Maschine sowie deren Energieverbrauch verteilen. In der Grafik 3 sind die ermittelten Durchschnittswerte, bezogen auf einen Zeitraum von 10 Jahren, dargestellt.

Heizenergie	Strom	Personal	Maschinenpreis	Wartung	Ersatzteile	Sonstige
48%	12%	11%	16%	5%	3%	5%

Grafik 3: Kostenstruktur bei konvektiver Wärmeübertragung

FACHBEITRAG

Rechnet man die Kosten für Heizenergie und Strom zusammen, entfallen bereits auf diese beiden Positionen mehr als die Hälfte der gesamten Kosten. In diesem Zusammenhang war als Nebenresultat der Studie sehr überraschend, dass der Großteil der an der Studie teilnehmenden Kunden die zu erwartenden Ergebnisse völlig falsch prognostiziert und vor allem den Anteil des Maschinenpreises stark überbewertete. Der durchschnittliche Schätzwert für den reinen Maschinenpreis lag bei 40 – 50%, wohingegen die Energiekosten bei lediglich 30 – 40% eingeordnet wurden.

Um die thermischen Energiekosten bei der Vliesverfestigung und der Vliesstoffveredlung zu verringern bzw. zu optimieren, ist die Kenntnis über die am Prozess beteiligten Parameter sowie die beteiligten Energiezu- und Energieabflüsse grundlegende Voraussetzung. Thermische Energie wird benötigt für:

- die Erwärmung des Textilguts auf die gewünschte bzw. erforderliche Temperatur (z.B. Fixiertemperatur oder Schmelzpunkt der Bindefaser)
- die Verdampfung der dem Textil anhaftenden Feuchte (natürliche Feuchte und ggf. Wasser aus Textilhilfsmitteln)
- Erwärmen der Abluft bzw. der entsprechenden Menge Frischluft zur Abförderung des verdampften Wassers

Ausführliche interne Untersuchungen belegen, dass hierbei die Verdampfung des Wassers und die mit der Abluft ausgetragene Wärme bzw. die Frischluftherwärmung den größten Anteil am Verbrauch der eingesetzten thermischen Energie haben. Dagegen sind die Beiträge für die Warenerwärmung und die Wärmeverluste durch Transportsystem und Maschinenkomponenten gering. Es lässt sich zeigen, dass diese Wärmeverluste bei modernen Konvektionsmaschinen im Bereich von max. 3 % des gesamten Wärmebedarfs liegen. Die Optimierungsanstrengungen der Anlagenbauer konzentrieren sich deshalb vorrangig auf die „Kostentreiber“, da sich hier absolut betrachtet höhere Einsparungen realisieren lassen. Oftmals wird in der Praxis die Diskussion um die Wärmeverluste geführt und es ist sicherlich richtig, auch hier nach Verbesserungen zu streben. Da die Verwendung von entsprechenden Hochleistungswerkstoffen aber zu einer deutlichen Kostensteigerung für die gesamte Maschine führt, muss der damit erzielbare Nutzen kritisch hinterfragt werden.

Das entscheidende Einsparpotential liegt beim Energiebedarf für Wasserverdampfung, Abluftvolumenstrom und Frischluftherwärmung.

Als erste Maßnahme ist die höchstmögliche mechanische Entwässerung der textilen Materialbahn zu sorgen, da sich jedes Prozent geringere Eingangsfeuchte direkt in einem geringeren Verbrauch des eingesetzten Energieträgers niederschlägt.

Die zweite Maßnahme ist die Reduzierung des Abluftvolumens. Zum Trocknen benötigt man Luft, die noch Feuchtigkeit aufnehmen kann. Ein geringerer Abluftvolumenstrom bedeutet eine höhere Sättigung der Umluft mit Wasserdampf, wobei hier jedoch aus zwei Gründen Grenzen gesetzt sind: zum einen wird die Aufnahmefähigkeit mit zunehmender Luftfeuchte geringer und zum anderen gibt es die physikalische Grenze des Taupunkts. Wird die maximale Sättigung der Umluft bzw. Abluft überschritten, kondensiert die Feuchtigkeit im Innenraum des Ofens oder in den Abluftleitungen. Die Reduzierung des Abluftvolumenstroms steht stets im Zusammenhang mit der Trocknerleistung und ist damit ein Optimierungsproblem. Dieses Optimum liegt unseren Untersuchungen nach bei 80 – 140g/kg Abluft. Mit einer Regelungseinrichtung lässt sich dieses Optimum für jeden einzelnen Trocknungsprozess einstellen, indem sie in Abhängigkeit von der Abluftfeuchte den Abluftvolumenstrom automatisch anpasst.

FACHBEITRAG

Die Steuerung des Abluftvolumenstroms sowie die Nutzung der Abluftwärme stellt die dritte Maßnahme dar. Ein Großteil der mit der Abluft auf dem Ofen ausgetragenen Wärme lässt sich mit Hilfe von Wärmerückgewinnungssystemen mittlerweile effizient wieder verwenden. Eine elegante Möglichkeit ist dabei die Aufheizung von Frischluft, die dann direkt der Konvektionsmaschine zugeführt wird. In diesem Zusammenhang ist es wichtig, auf einen wesentlichen Unterschied bei Fixierprozessen hinzuweisen. Hier gewinnt die Nutzung der Abluftwärme zusätzlich an Bedeutung, da im Gegensatz zu Trocknungsprozessen keine Messgröße für eine Abluftmengenregelung existiert. Das Ziel einer möglichst geringen Abluftmenge gilt auch hier. Allerdings muss die Kondensation von Präparationsdämpfen sicher vermieden werden. Für diese Prozesse bleibt nur die manuell gesteuerte Absaugung.



Grafik 4: BRÜCKNER Wärmerückgewinnungs- und Abluftreinigungssystem ECO-HEAT und ECO-AIR auf einer Vliesstoffausrüstungsanlage

Zur Nutzung der Abwärme stellt BRÜCKNER derzeit zwei verschiedene Systeme in unterschiedlichen Baugrößen zur Verfügung: ein Wärmerückgewinnungssystem Luft/Luft und ein Wärmerückgewinnungssystem Luft/Wasser. Beide Systeme lassen sich kombinieren und variieren und sich somit sowohl an alle Arten von Konvektionsmaschinen als auch an die speziellen Kundenanforderungen anpassen. Diese effiziente Methode der rationellen Energienutzung hat einen weiteren entscheidenden Vorteil: sie kann in Kombination mit einem Elektrofilter zu einer leistungsfähigen Abluftreinigungsanlage ausgebaut werden. Der Einsatz dieses Wärmerückgewinnungssystems bleibt

FACHBEITRAG

dabei nicht nur auf BRÜCKNER-Anlagen beschränkt, sondern kann auf alle Trockner, Öfen und Wärmebehandlungskammern angewandt werden.

Es lässt sich zeigen, dass allein durch den Einsatz eines Luft/Luft-Systems der Prozesswärmebedarf beim Trocknen um 12 – 15%, beim Fixieren sogar um 33 – 36% gesenkt werden kann. Andere Möglichkeiten der Nutzung der warmen Frischluft bestehen etwa in der Nutzung zur Hallenklimatechnik. Mit dem Wärmerückgewinnungssystem Luft/Wasser kann Wasser bis auf über 90°C erwärmt werden. Damit bestehen für Vliesstoffhersteller, die heißes Wasser für ihren Nass- oder Veredlungsbereich benötigen, hervorragende Einsparungsmöglichkeiten in ihrer gesamten betrieblichen Energiebilanz.



Grafik 5: BRÜCKNER Thermofusionsanlage TECHNO-LINE NONWOVENS

Zusammenfassung

Bei thermischen Vliesstoffprozessen verursachen mittel- und langfristig nicht die Anschaffungskosten für die Maschine den Grossteil der Anlagenkosten, sondern die erforderliche Wärmeenergie, für deren Erzeugung Gas, Strom oder Öl in entsprechenden Mengen benötigt wird. Dies wird von vielen Anlagenbetreibern oft falsch eingeschätzt. In obigem Bericht wurden sowohl Möglichkeiten für eine energieökonomische Prozessführung als auch die Konzeptionen aus dem Hause BRÜCKNER für rationellen Energieeinsatz vorgestellt. Die wichtigsten Maßnahmen sind die Reduzierung der Eingangsfeuchte, die Optimierung der Abluftmenge, die Nutzung der Abluftwärme und vor allem natürlich ein höchst effizienter Ofen, der möglichst ohne Energieverluste arbeitet. Mit den neu entwickelten ECO-HEAT Wärmerückgewinnungs- und ECO-AIR Abluftreinigungssystemen von BRÜCKNER lassen sich nicht nur hohe Kosteneinsparungen realisieren, sondern sie sind auch zu allen Trocknerarten von Fremdlieferanten kompatibel.