



Effiziente Energienutzung in der Textilveredlung

Ideen, Informationen und Praxisbeispiele für Betriebe

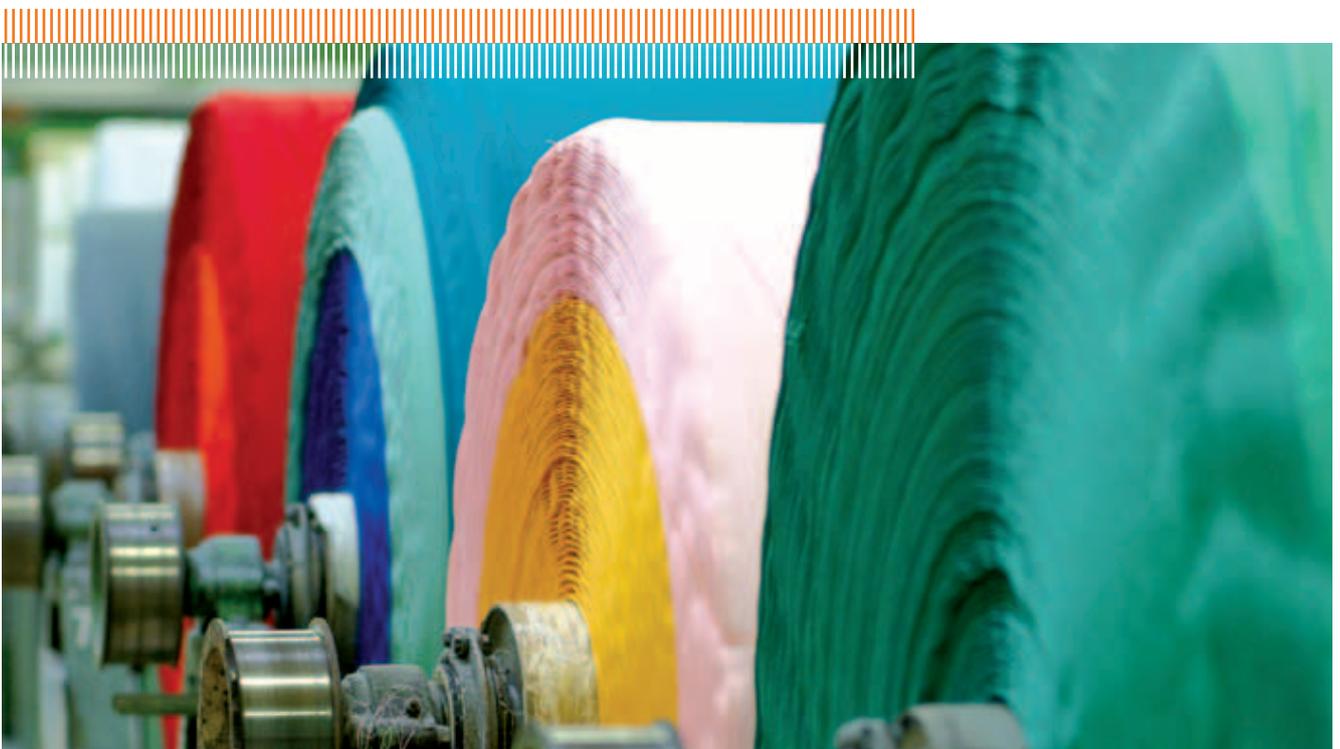
Kosten senken und Wettbewerbsvorteile sichern

Energie ist einer der wesentlichen Kostenfaktoren in der Produktion. Die deutsche Textilindustrie kann durch den rationellen Einsatz von Energie erhebliche Kostenreduzierungen erzielen und dabei einen wesentlichen Beitrag zur Schonung der Ressourcen und zum Schutz unseres Klimas leisten. Vor allem aber kann ein effizienter Umgang mit Energie die Wettbewerbsfähigkeit steigern und damit die Zukunft der Betriebe sichern. Vielen ist jedoch noch nicht bewusst, dass die Umsetzung von Maßnahmen zur Reduzierung von Energieeinsatz und -kosten schon mit geringen Investitionen möglich ist oder dass sich auch größere Investitionen aufgrund der hohen Energiepreise manchmal recht schnell amortisieren.

Seit nunmehr zehn Jahren ist es das Ziel einer Arbeitsgemeinschaft aus Textilverbänden, Hochschulen und Energieberatern, praxisorientierte Hilfestellung für Betriebe der Textilindustrie zum Einsparen von Energie im Produktionsprozess zu entwickeln. Mit Unterstützung des Landes NRW entstand so ein ausführlicher Leitfaden, der insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen Möglichkeiten aufzeigte, ihre energiewirtschaftlichen Strukturen zu analysieren, Chancen zur Energieeinsparung aufzudecken und durch die entsprechende Umsetzung die Kosten dauerhaft zu senken.

Inzwischen hat sich das Bewusstsein gewandelt – Energie ist noch teurer geworden, Energieeffizienz ist längst zur politischen Leitlinie geworden –, aber auch die Möglichkeiten, die sich den Betrieben bieten, haben sich vervielfacht. So sind bedeutende technische Innovationen entstanden, wie etwa eine sehr viel effizientere Heiz- oder Drucklufttechnik, aber auch zahlreiche Handlungsfelder sind aufgedeckt worden, an die vor zehn Jahren noch niemand dachte. An vielen Stellen können schon durch kleine Verhaltensänderungen, geringe Investitionen oder kleine Umorganisationen effektive Sparmaßnahmen erreicht werden, die sich lohnen.

Diese Broschüre will einen besonderen Fokus auf die branchentypischen Maßnahmen zur rationellen Energieverwendung in der Textilveredlung richten und damit eine erste Anregung für Unternehmen der Textilindustrie sein, sich mit dem Thema intensiv auseinanderzusetzen. Weitergehende Informationen, Rechenmodelle und noch mehr Praxisbeispiele für den gesamten Betrieb finden Sie im neuen „Leitfaden Textilindustrie“ der EnergieAgentur.NRW. Er ist die überarbeitete Version der ersten Ausgabe und konnte nun noch umfassender gestaltet werden dank der Informationen zahlreicher Unternehmen, die sich an den vom Verband der Nordwestdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie zusammen mit EUtech/Siemens durchgeführten „Energie-Tischen“ beteiligt haben und ihre Praxiserfahrung beisteuerten. Sie finden den Leitfaden unter www.energieagentur.nrw.de.



Allgemeine Sparmöglichkeiten im Energiebereich

Bevor wir im Folgenden zu den konkreten Hinweisen zur effizienten Nutzung von Energie im Rahmen der Textilveredlung kommen, hier einige Bereiche, die das gesamte produzierende Gewerbe und fast jeden Betrieb betreffen. Aller Anfang ist ein kritischer Blick auf die verschiedenen Abläufe und Verbrauchswerte im Unternehmen und die konsequente Umsetzung von Sparmaßnahmen auf allen Ebenen. Hier können Sie schon vor dem eigentlichen Energiesparen dauerhaft Kosten senken.

Energieeinkauf

Schon bei der Beschaffung ergeben sich aufgrund der Liberalisierung des Energiemarktes viele Möglichkeiten. Energieunternehmen konkurrieren heute miteinander um jeden Kunden, insbesondere Gewerbekunden, und die Bezugspreise für Großabnehmer sind häufig Verhandlungssache. Nach Vertragsabschluss mit gut verhandelten Bezugspreisen sollten regelmäßig alle Parameter überprüft und bei Preissenkungen umgehend neu verhandelt werden.

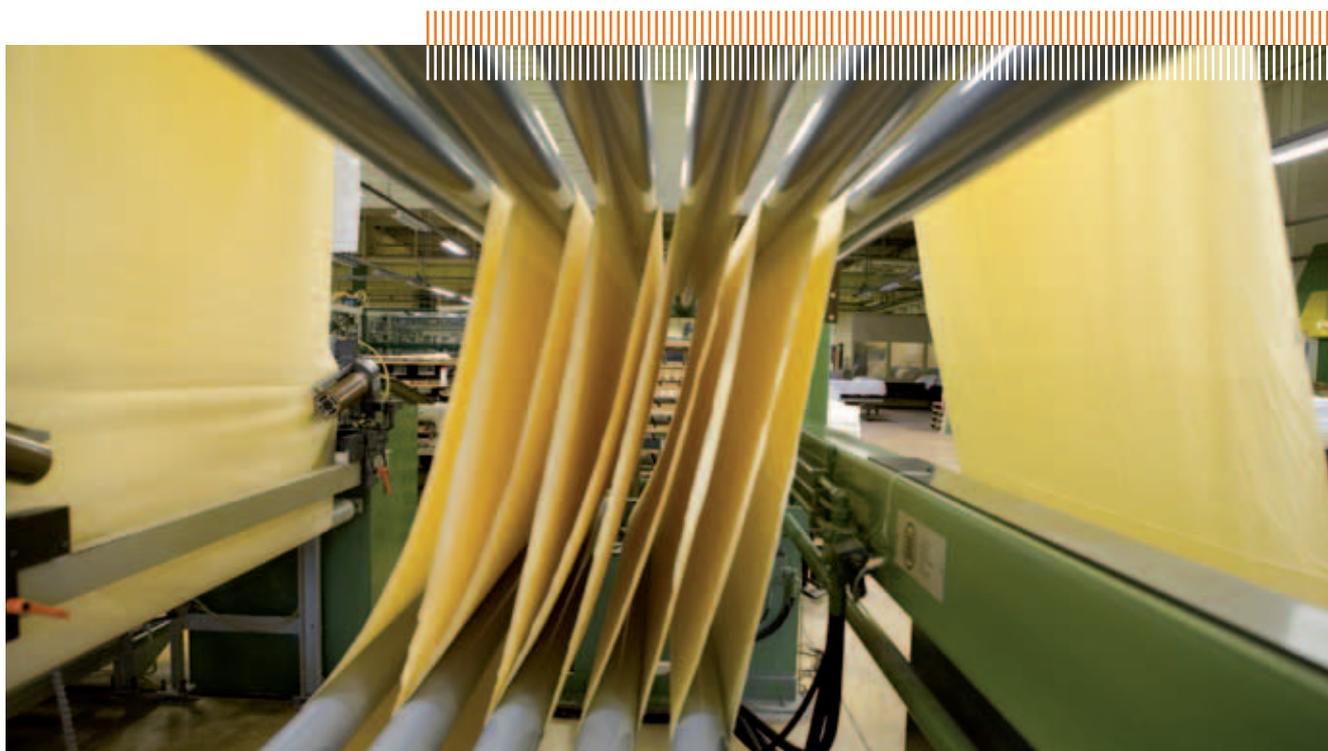
Jeder Betrieb sollte prüfen, ob sich der Anschluss an einen Rahmenvertrag oder eine Energieeinkaufsgemeinschaft lohnt, wie sie auch der Verband der Nordwestdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie anbietet.

Alle Steuererstattungsmöglichkeiten sollten genutzt werden: Unternehmen des produzierenden Gewerbes können die Strom- und Energiesteuer teilweise zurück-erstattet bekommen. Ebenso müssen Unternehmen mit einem Stromverbrauch von mehr als 1.000 MWh unter bestimmten Bedingungen nur einen reduzierten EEG-Zuschlag zahlen, wengleich die sog. Härtefallregelung des EEG leider nur von wenigen Textilunternehmen in Anspruch genommen werden kann.

Veraltete Technik im Maschinen- oder Heizungsbereich verbraucht sehr häufig viel mehr Energie, als es mit neuerer Technik heute nötig wäre. Doch fehlen vielfach die finanziellen Mittel zur Investition in neue Anlagen. Hier kann Contracting eine Lösung sein, d.h. die Energie- und Medienversorgung oder ganze Anlagen einem Energiedienstleister zu übertragen. Ziel ist eine dauerhafte Kostenreduzierung durch effizientere Energienutzung.

Ein Contractor bündelt die Teilleistungen Planung, Finanzierung, Bau, Bedienung und Instandhaltung zu einem attraktiven Gesamtpaket und übernimmt zudem ganz oder teilweise die Verantwortung und die damit verbundenen Risiken für den beauftragten Teil der Energiebewirtschaftung des Objektes.

Informationen zu vielen Förderprogrammen erhalten Sie bei der EnergieAgentur.NRW, auch online unter www.energieagentur.nrw.de/foerderung.



Querschnittstechniken in der Textilindustrie

Zu den in allen Gewerbebetrieben laufenden Anlagen, bei denen sich mit effizienter Technik und durch rationelles Management echte Einsparungen erzielen lassen, gehören:

- Dampf-, Warmwasser und Thermoölversorgung (Stichworte: Kesselerneuerung, Parameteroptimierung, Brennerregelung)
- Heizung (Abwärmenutzung, Brennwerttechnik, hydraulischer Abgleich, Senkung der Raumtemperatur)
- Lüftungsanlagen (Wärmerückgewinnung, bedarfsgerechte Regelung)
- Kälteversorgung bzw. Prozesskühlung (Wärmerückgewinnung aus dem Kühlwasser, Kühlung durch Erdreich und andere intelligente Techniken)
- Druckluft (Anpassung des Netzdrucks, Speicherung, Leckagemanagement, eventuell Verzicht auf diese sehr teure Energieform)
- elektrische Antriebe (Anpassung der Leistungsklassen, intelligente Steuerungen)
- Pumpen (effiziente Antriebe, Drehzahlregelung über Frequenzumrichter)
- Beleuchtung (energiesparende Leuchtsysteme, etwa Leuchtstofflampen mit elektronischen Vorschaltgeräten)
- Kraft-Wärme-Kopplung (eigene Stromerzeugung plus Abwärmenutzung)
- erneuerbare Energien (wenn wirtschaftlich, z. B. Holzkessel; Photovoltaik oder Windkraft auf dem Firmengelände als zusätzliche lukrative Anlageformen)
- Gebäude-Umbau und -Neubau (Wärmedämmung, Heizung, Fenster etc.)

Energiemanagement und Analyse

Betriebliches Energiemanagement hat sich als ein Instrument zur Senkung des Energieverbrauchs und der damit verbundenen CO₂-Emissionen bewährt. Mit der DIN EN 16001/DIN ISO 50001 werden die Anforderungen an ein Energiemanagementsystem beschrieben, die ein Unternehmen in die Lage versetzen, seine energetische Leistung durch einen systematischen Ansatz kontinuierlich zu verbessern und dabei in Bezug auf Steuererstattungen gesetzliche Anforderungen an die Organisation zu berücksichtigen.

Konkrete Hinweise zum Genannten finden Sie im ausführlichen Leitfaden. Zu einzelnen Querschnittstechnologien existieren weitere Veröffentlichungen der Energie-Agentur.NRW.



Energieeffizienz bei der Textilveredlung

Durch den Veredelungsprozess bekommen textile Rohwaren bestimmte Eigenschaften, die technologisch notwendig oder von Kunden erwünscht sind. Neben modischen Aspekten wie Farbe oder Griff treten bei der Produktion in Deutschland immer mehr die diffizilen Anforderungen technischer Textilien in den Vordergrund. Eine wasser- oder ölabweisende Ausrüstung oder eine Beschichtung, das Imprägnieren mit bioziden Hilfsmitteln oder eine spezielle Formgebung erfordern chemisches und technisches Know-how unter gleichzeitiger Weiterentwicklung der Maschinenteknologie. Bei allen Veränderungen, die sich in Bezug auf die Maschinenteknologie oder den Umgang mit den Ressourcen wie Chemikalien und Wasser ergeben, gilt es, die energetischen Einsparpotenziale im Blick zu haben.

Vorbehandlungsverfahren

Die klassische Vorbehandlung lässt sich in mechanische, thermische und chemische Verfahren unterteilen. Die unten stehende Tabelle gibt einen Überblick über den Energieeinsatz für die verschiedenen Vorbehandlungsverfahren.

Einsparpotenziale ergeben sich hier hauptsächlich in der Verwendung stromsparender, frequenz geregelter Motoren und Antriebe und in der regelmäßigen präventiven Instandhaltung und Wartung. Zu einem geringeren Stromverbrauch trägt insbesondere die regelmäßige Wartung der Siebe und Filter der Staubabsaugungen bei.

Bei weiteren Vorbehandlungsverfahren, wie z. B. dem Kalandern, das nicht nur ein mechanisches, sondern auch ein thermisches Vorbehandlungsverfahren ist, können effiziente Isolierungen die Abstrahlverluste vermindern.

Die chemische Vorbehandlung besteht im Allgemeinen aus den Schritten Imprägnieren/Behandeln mit Enzymflotte (Entschlichten) oder Bleichflotte, Verweilen, Auswaschen und Trocknen. Dabei kann das Verweilen in einer Pad-Steam-Anlage durch ein Dämpfen ersetzt werden. Bei diskontinuierlichen Prozessen wird das Verweilen bei erhöhten Temperaturen von mehreren Stunden auf Minuten verkürzt. Der Energiebedarf liegt hier hauptsächlich im Wasch- und Trockenprozess bzw. bei der Erzeugung des hierfür erforderlichen Dampfes.

Zur Überwachung der Prozesse über definierte Zeiträume sowie zum Vergleich unterschiedlicher Anlagen bietet sich die Bildung von Kennzahlen an. Voraussetzung hierfür ist eine bedarfsangepasste Zählerstruktur. Wird der Wasserverbrauch mit der Metrage oder dem Warengewicht in Korrelation gesetzt, sind detaillierte Aussagen zum relativen Wasserverbrauch in Liter/m bzw. Liter/m² oder Liter/kg möglich. Weiterhin sind gleichartige Maschinen und Aggregate miteinander vergleichbar und lassen sich optimieren. Im Bereich der Instandhaltung lassen sich mittels Kennzahlen schleichende Defekte wie undichte Leitungen und Ventile besser entdecken und beheben.

Prozess	Energieeinsatz	Ziel
Rohwarenfixierung	thermische Energie: Gas, Thermoöl oder Dampf im Spannrahmen	Dimensionsstabilität durch Erhitzen
Sengen	Gas: offene Flamme	glatte, flusenfreie Oberfläche
Imprägnieren (KKV)	Raumtemperatur; ggf. elektrischer Antrieb im Verweilprozess	Auftragen von Chemikalien
Imprägnieren (Pad-Steam)	Dampf und Wasser, ggf. erwärmt	Reaktionsbeschleunigung, Auftragen von Chemikalien
Waschen	Dampf und Heißwasser	Entfernen von Verunreinigungen und Begleitstoffen aus Vorprozessen und nach dem Färben
mechanische Verfahren	Strom beim Bürsten, Rauhen, Klopfen, Scheren, Schmirgeln	Oberflächeneffekte

Kontinuierliche Vorbehandlung

Wird eine wasserlösliche Auflage auf dem Flächengebilde vorgefunden, ist eine Beseitigung durch einfaches Imprägnieren mit Tensid und nachträgliches Auswaschen oder eine tensidunterstützte Wäsche möglich. Hierzu gelten Kontinue-Waschmaschinen als effizient. Sie werden heute in den verschiedensten technischen Ausführungen angeboten. Ein Vorteil ist die intensivere Waschwirkung bei gleichem Raumbedarf. Meistens wird die Ware mehrfach übergossen und besprüht. Die Wasserführung erfolgt im Gegenstromprinzip durch alle Waschabteile.

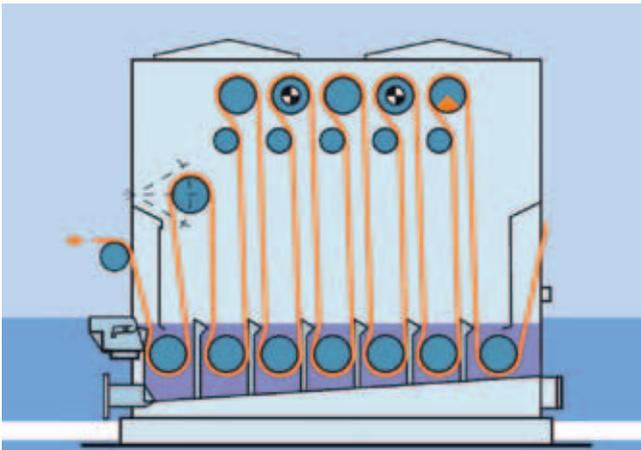
Die Rückgewinnung der Abwasserwärme zum Vorheizen des zulaufenden Frischwassers mittels Wärmetauschern ist mittlerweile gängige Praxis. Eine Weiterentwicklung der Rollenkupe besteht beim Aufbringen des Waschwassers in einer Verknüpfung aus Übergießen und Besprühen mit Wasser in Kombination mit einer horizontalen Warenführung, um für einen optimalen Wascheffekt eine maximale Turbulenz zu erhalten.

Die enzymatische Entschlichtung kann mit der Bleiche zu einer oxidativen Entschlichtung kombiniert werden, die anstelle der Enzyme eine Mischung aus Peroxid und Lauge zum Schlichteabbau verwendet. Einsparungen ergeben sich hier im Wasserverbrauch und beim Bedarf

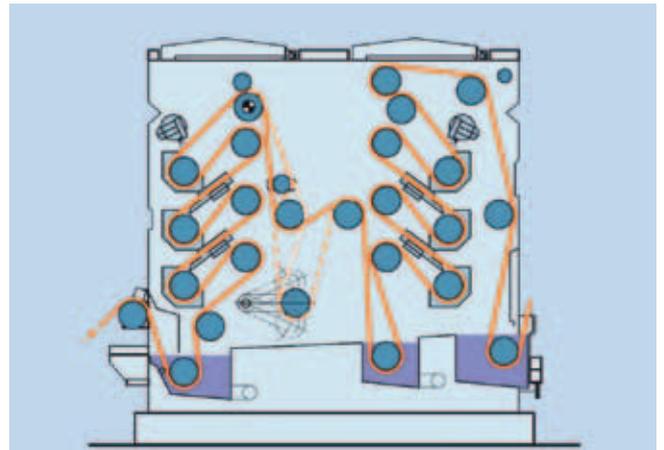
an Entschlichtungschemikalien, da der separate Prozess der Entschlichtung wegfällt – es sind allerdings höhere Mengen an Peroxid und Lauge erforderlich. Insbesondere dann, wenn ausschließlich in dunkleren Tönen gefärbt wird, ist ein Vollweiß häufig nicht erforderlich und eine oxidative Entschlichtung reicht aus.

Bei der oxidativen Entschlichtung werden die Waschabteile mit einem Dämpfabteil kombiniert, in dem der chemikalienunterstützte Abbau der Schlichte erfolgt. Apparativ entspricht dies einer Heißbleiche (Pad-Steam). Vorteil ist hier der Zeitgewinn, Nachteil im Vergleich zum ebenfalls möglichen Kaltverweilverfahren ist der zusätzlich erforderliche Dampf. Einsparmöglichkeiten ergeben sich insbesondere in der Definition und Überwachung der Wassermengen der Waschabteile.

Bei Kontinue-Waschmaschinen erfolgt die Einstellung der Wassermengen oft noch einheitlich in m^3/h . Durch eine Anpassung an das Warengewicht kann Wasser eingespart werden. Die Einteilung der Warengewichte in Gruppen und die Zuordnung eines bestimmten Wasserzulaufs zu jeder Gruppe verhindert, dass bei leichter Ware mit einem unnötigen Überschuss an Wasser gewaschen wird. So ist auch bei Kurzpartien und häufig wechselnden Qualitäten eine Optimierung möglich.



Schemazeichnung Rollenkupe, Turboflush (Küsters)



Hohe Einsparpotenziale ergeben sich durch eine automatische Unterbrechung der Wasserzufuhr bei stehender Ware. Weiterhin kann insbesondere bei häufigen Badwechseln durch Verringerung des Füllniveaus Wasser und Energie gespart werden.

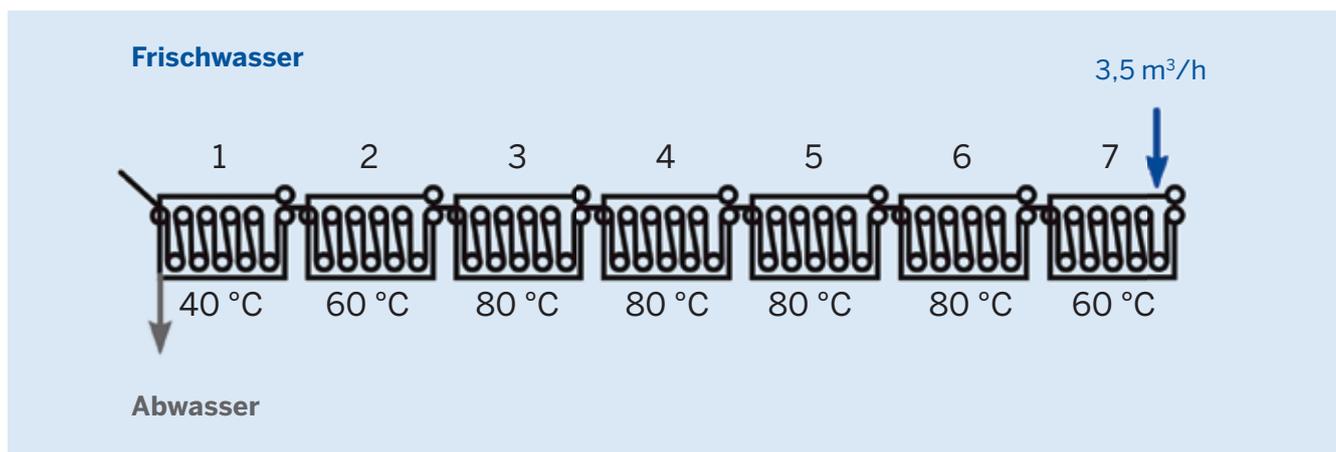
Das Auswaschverhalten in Gegenwart von nichtionogenen Tensiden bei einem nicht angepassten Temperaturprofil ist oft problematisch. Ist das erste Waschbecken zu heiß, bricht die Schmutz-Tensid-Emulsion zusammen, was zu einem schlechten Auswaschgrad und sogar zu Flecken führt.

Dies wird mit einem höheren Wasserzulauf ausgeglichen, häufig mit geringem Erfolg. Im Allgemeinen bessere Waschergebnisse werden erzielt, wenn mit einem Temperaturprofil ausgewaschen wird. Eine Kombination von Temperaturprofil mit einer optimierten Ablösung des Schmutz-Tensid-Gemischs im ersten Abteil und einer Separation des ersten Abteils vom Gegenstrom, in dem sich der Hauptteil der Schmutzfracht befindet, hat sich in der Praxis bei hoher Verschmutzung als Optimum erwiesen. Bei nur leicht verschmutzter Ware kann der Wasserlauf zugunsten einer höheren Produktionsgeschwindigkeit in der gesamten Maschine im Gegenstrom verbleiben.

Diskontinuierliche Vorbehandlung

Ein hoher Energieverbrauch resultiert aus den hier erforderlichen Badwechseln und der Aufheizung auf Prozesstemperatur. Viel Wasser und Energie können gespart werden, wenn gering belastete Bäder wiederverwendet werden. Als besonders geeignet haben sich die letzten Spülbäder erwiesen. Selbst bei eventuell erforderlicher Anpassung des pH-Wertes der Spül- oder Färbäder ist das Einsparpotenzial durch die Wiederverwendung bereits erhitzten Waschwassers sehr hoch.

Ebenfalls sehr effektiv ist es, Frischwasser für Kühlprozesse zu verwenden, dieses aufgewärmte Wasser in Zwischenbehältern zu sammeln und für den nächsten Ansatz als Warmwasser zu nutzen. Sind bereits Behälter für Heißwasser vorhanden, kann die Installation von elektronisch gesteuerten Systemen zur Zumischung von Kaltwasser helfen, dem Prozess Wasser mit der exakt benötigten Temperatur zuzuführen. Bei der Befüllung allein mit Heißwasser werden häufig zu hohe Temperaturen erzeugt, das Bad muss abkühlen und Energie für das heiße Wasser wurde verschwendet.



Waschmaschine mit Temperaturführung

In der betrieblichen Praxis lassen sich weitere Beispiele für Effizienzsteigerungen finden:

- Beim optimierten HT-Färbeapparat kommt es durch ein verkürztes Flottenverhältnis zu einer rund 15-prozentigen Prozesswasserreduzierung und einer Dampfeinsparung von rund 5 %.
- Beim Einsatz von Färbejets erfolgt eine Eindüsung der Flotte. Durch das kleine Flottenverhältnis und -volumen reduziert sich der Wassereinsatz um bis zu 80 % und der Dampfeinsatz um ca. 50 %.
- Bei optimiertem Jigger entstehen kleinere Flottenmengen. Es kommt zu einer Reduktion des Wasserbedarfs um 40–60 % und einer erheblichen Energieeinsparung, da weniger Wasser aufgeheizt werden muss.

Waschprozesse

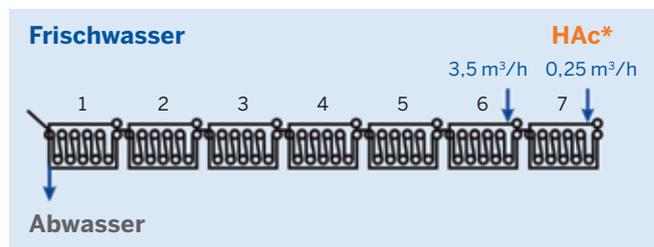
Wenn bei wechselnden Warengewichten keine Anpassung erfolgt, wird insbesondere bei leichten Qualitäten oder hellen Färbungen mit zu viel Wasser gewaschen. Dies lässt sich leicht daran erkennen, dass bei Waschmaschinen nach dem Prinzip der Rollenkupe die hinteren Waschbäder der Maschine schon wasserklar sind und somit zum Waschprozess keinen Beitrag leisten. Hier ist es möglich, die Geschwindigkeit zu steigern, was aber bei empfindlichen Artikeln zu Problemen im Warenlauf führen kann. Ist die erforderliche Turbulenz bereits erreicht und der Waschprozess in den ersten Abteilen größtenteils abgeschlossen, kann die Wasserzufuhr vermindert werden.

Zur Einsparung von Frischwasser ist im Gegensatz zur Vorbehandlung bei der Anpassung der Wassermenge auch die Farbtiefe zu berücksichtigen. Je nach Artikelsortiment kann eine feinere oder gröbere Abstufung der Wassermengen sinnvoll sein. Tabellarische Vorgaben für die Produktion haben sich als praxistauglich erwiesen.

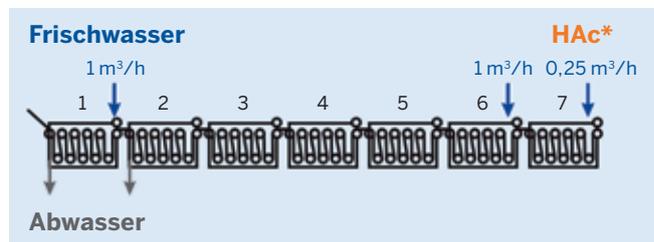
Weiterhin ist es möglich, das erste Abteil bezüglich der Wasserführung von den anderen zu entkoppeln. Wird hier ein eigener Frischwasserzufluss eingerichtet, kann der Zulauf zu den anderen Abteilen stark verringert werden, da die Hauptschmutzfracht im ersten Abteil abgeführt wird.

Im Allgemeinen bessere Waschergebnisse werden erzielt, wenn mit einem Temperaturprofil ausgewaschen wird.

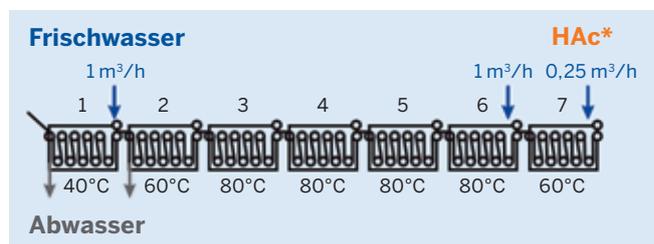
Bei der diskontinuierlichen Färberei besteht häufig in den Spülprozessen Einsparungspotenzial. Während die Prozesse bei hellen und dunklen Farben gut definiert sind, wird bei mittleren Farbtönen häufig der Spülprozess „dunkel“ durchgeführt und das letzte Spülbad könnte häufig entfallen. Oft ist außerdem die Verwendung des letzten heißen Spülbades für den Ansatz des Färbebades möglich.



Wasserführung Waschmaschine im vollen Gegenstrom



Wasserführung Waschmaschine mit unterteiltem Zulauf



Waschmaschine mit Temperaturführung

* HAc entspricht Essigsäure.

Wärmedämmung

Grundsätzlich ist bei allen Färbeverfahren zu beachten, dass eine effiziente Wärmebereitstellung erfolgt. Neben der Kesseffizienz ist daher die Wärmeverteilung in den Aggregaten zu optimieren. Das Temperaturniveau sollte dem tatsächlichen Bedarf angepasst werden. Der Fixierprozess sollte mit der effizientesten Methode erfolgen (Dampf, Strahler).

Ein erhebliches Einsparpotenzial in der Färberei ist auch die Isolierung der Maschinen. Sie verringert Abstrahlverluste und verbessert das Arbeitsklima an den Maschinen. Hierzu sollten Rohre, Ventile und Färbeaggregate gedämmt werden, wobei auch in der Folgezeit auf den Zustand der Isolierung zu achten ist. Leicht wird bei Montagearbeiten eine Isolierung entfernt, ohne sie anschließend sorgfältig wieder anzubringen.

Praxisbeispiel

An einem Stückfärbeapparat wurde nachträglich eine Wärmedämmung installiert, um die Wärmeabstrahlung und die damit einhergehenden Verluste zu reduzieren.

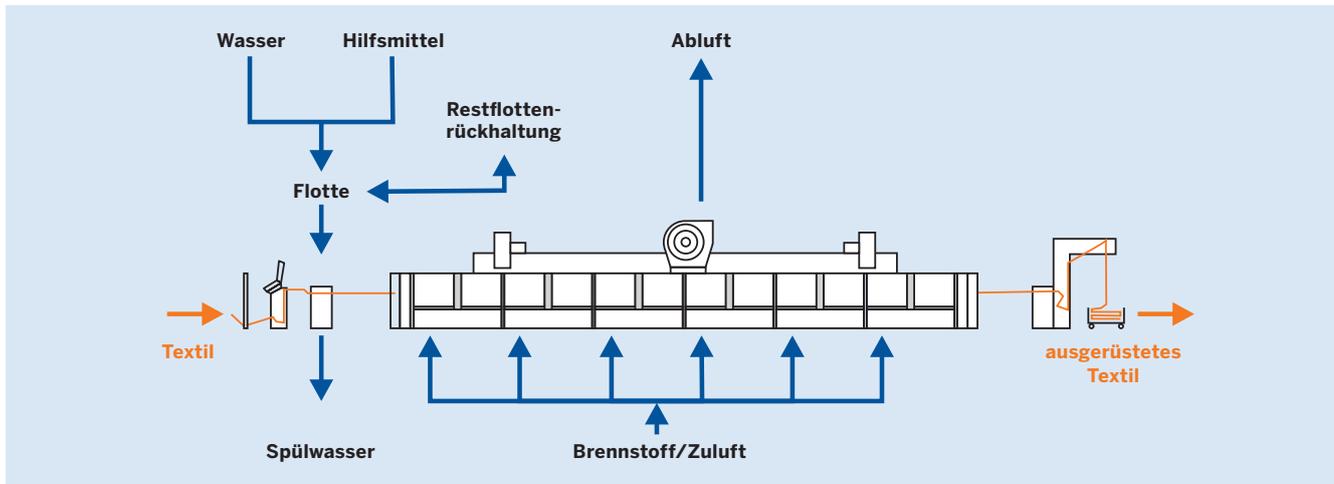
Die Investitionskosten betragen 15.000 €. Die Kosteneinsparung beträgt 5.500 € pro Jahr. Insgesamt konnten damit 152 MWh/a Erdgas bzw. 27 t/a CO₂ eingespart werden.

Spannrahmen, Trocknungsprozesse

Insbesondere für Auftragsveredler mit häufig wechselndem Aufgabenprofil gibt es in der Appretur eine Vielfalt an Produkten und Rezepturen. Viele Rezepturen unterscheiden sich bei genauer „chemischer“ Betrachtung nur marginal und könnten zusammengefasst werden. Ein schlanker Bestand an Rezepturen bietet organisatorisch und somit auch energetisch viele Vorteile, da jede Unterbrechung eines Prozesses mit Energieverlusten gekoppelt ist. Partien können besser zusammengefasst und nacheinander ohne Prozess- oder Rezepturwechsel appretiert werden.

Weiterhin ist eine regelmäßige Rezepturkontrolle unter chemischen Gesichtspunkten im Hinblick auf das Abwasser sinnvoll. Überschüsse aus dem Flottenansatz, die aus Risikozuschlägen resultieren, können zu erheblichen Kosten führen, wenn diese aufwändig wiederverwendet oder entsorgt werden müssen. Unterstützung zur Vermeidung von Restflotten bieten automatische Ansatzsysteme, die den tatsächlichen Verbrauch der Ware mit berücksichtigen. Der Ansatz erfolgt, je nach Partielänge und Anlagengröße, zuerst anhand von Erfahrungswerten für 50–80 % des vollen Bedarfs. Während dieser appliziert wird, wird der tatsächliche Verbrauch pro Produktionsmeter gemessen und passend für den Rest der Partie wird die erforderliche restliche Flotte angesetzt.





Schema Spannrahmen ohne Wärmerückführung

Technik

Spannrahmen finden in einer Vielzahl von Prozessen Anwendung. Die grundsätzliche Funktionsweise ist in der oben stehenden Grafik schematisch wiedergegeben. Grundlegende Unterschiede bestehen in Breite und Anzahl der Felder, direkter oder indirekter Beheizung und der (Ab-)Luftführung.

Die Anzahl der Felder variiert je nach Bedarf und verfügbarem Platz von vier bis zehn. Je mehr Felder verfügbar sind, desto höher die mögliche Produktionsgeschwindigkeit und desto feiner können Temperaturprofile gewählt werden, die sich positiv auf den Energieverbrauch auswirken. Bei längeren Spannrahmen kann am Ein- und Auslauf mit geringerer Temperatur gefahren werden, das Textil verlässt den Rahmen mit geringerer Temperatur und schleppt weniger Wärme aus. Eine Kühlung der Ware ist dann ebenfalls nicht erforderlich.

Bei der Beheizungsart wird insbesondere bei empfindlichen Qualitäten und hohen Anforderungen an den Weißgrad auf indirekte Beheizung über Heißwasser, Dampf oder Thermoöl zurückgegriffen. Ein Nachteil gegenüber der direkten Beheizung über Brenner ist der niedrigere Gesamtwirkungsgrad, der sich aus dem Wirkungsgrad des Dampf- oder Ölkessels und dem des Wärmetauschers zusammensetzt.

Problematisch bei direkter Beheizung über Gasbrenner erweist sich immer wieder die Einstellung der korrekten Verbrennung. Regelmäßige Kontrollen der Luftfilter und der Brennereinstellungen verhindern ein zu geringes Luft-Gas-Verhältnis. Bei Emissionsmessungen weist ein hoher Gehalt an Methan in der Abluft auf eine verbesserungsfähige Brennereinstellung hin. Teurer Brennstoff entweicht ungenutzt in die Abluft.

Der Trocknungsprozess

Beim Trocknungsprozess wird Feuchtigkeit auf der Warenoberfläche verdunstet und gleichzeitig Feuchtigkeit aus dem Inneren abgetrocknet. Dabei erschwert eine trockene Zone ohne kapillare Flüssigkeitsleitung die Trocknung, so dass die Gewebetemperatur steigt. Grundsätzlich sind mehrere Arten der Trocknung möglich, die verschiedene Vor- und Nachteile haben:

Konvektionstrocknung

- Wärmezufuhr durch heiße, trockene Luft
- Luftstrom nimmt Feuchtigkeit auf und transportiert diese mit der Abluft ab
- breites Einsatzspektrum
- schlechter Wärmeübergang
- hoher Wärmeverlust durch Abluft
- schneller Feuchtigkeitsabtransport

Kontaktstrocknung

- Wärmezufuhr durch Kontakt mit heißer Fläche, z. B. beheizte Walzen
- geringer Luftstrom zum Abtransport der Feuchtigkeit notwendig
- abhängig von Empfindlichkeit bzw. Zielspezifikationen der Ware
- guter Wärmeübergang
- langsamer Feuchtigkeitsabtransport

Beide Trocknungsarten werden häufig in Kombination genutzt, so dass es zu einem guten Wärmeübergang und einem guten Feuchtigkeitsabtransport kommt.

Effizienter ist jedoch vielfach die Strahlungstrocknung, die zunehmend angewendet wird, da sie sich von den anderen beiden genannten Trocknungsarten in ihrer Auswirkung unterscheiden kann. Die Kennzeichen der Strahlungstrocknung sind wie folgt:

- Strahlungsarten: Mikrowellen-, Infrarot- oder Hochfrequenzstrahlung
- Wärme wird im Inneren des Trockenguts auf molekularer Ebene erzeugt.
- Beschleunigung des Feuchtigkeitsabtransports durch umgekehrtes Temperaturgefälle
- in der Textilindustrie auch für z. B. Fixierungen genutzt, breites Anwendungsspektrum
- ausschließliche Erwärmung des Trocknungsguts
- kaum Wärmeverlust über Abluft
- Unterstützung der Trocknung durch Konvektion vorteilhaft
- Abstand Strahler/Trocknungsgut muss eingehalten werden
- Strahler an Trocknungsgut angepasst: unflexibel

Luftführung

Großes Einsparungspotenzial ergibt sich durch Steuerung der Abluftmenge, der Warenfeuchte und Nutzung der Abluftwärme.

Eine genaue Anpassung der Abluftmenge an die erforderlichen Prozessparameter verhindert einen unnötigen Austrag an Wärme aus dem Spannrahmen. Als Regelgröße bietet sich hier die Abluftfeuchte an. Der Wasseranteil der Zuluft sollte im Bereich 15–20 Vol.-% liegen. Bei Trocknungsprozessen ist eine Abluftfeuchte unter 3 % häufig nicht erforderlich und spricht für eine zu hohe Abluftmenge.

Gleiches gilt für die Fixierung, wo ein Abtransport von Feuchte im Allgemeinen nicht erforderlich ist. Hier kann der Abluftvolumenstrom weiter vermindert und mit einem Luft-Waren-Verhältnis von weit unter 20 m³/kg Ware produziert werden. (Einen Sonderfall bildet hier die Beschichtung, in der ein Luft-Waren-Verhältnis von 20 m³/kg Ware häufig deutlich überschritten wird.)

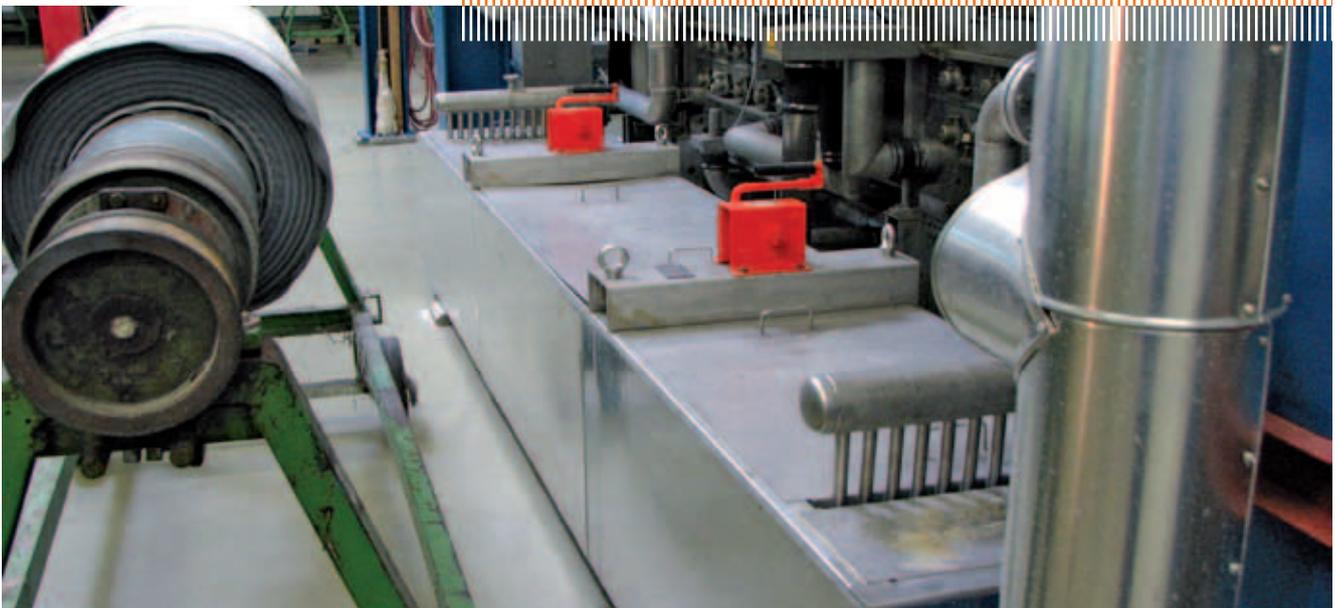
Weiteres Augenmerk sollte auf die Ein- und Auslassschlitze gelegt werden. Normalerweise werden bei wechselnder Warenbreite Bleche mit den Ein- und Auslaufscheren mitgeführt, um den Fehlluftanteil zu minimieren. Sind diese schwergängig oder defekt, ist die Luftsteuerung des Spannrahmens nicht optimal. Gleiches gilt für die Leitbleche innerhalb des Spannrahmens, wenn es durch fehlerhafte Installation zu Kurzschlussströmungen kommt.

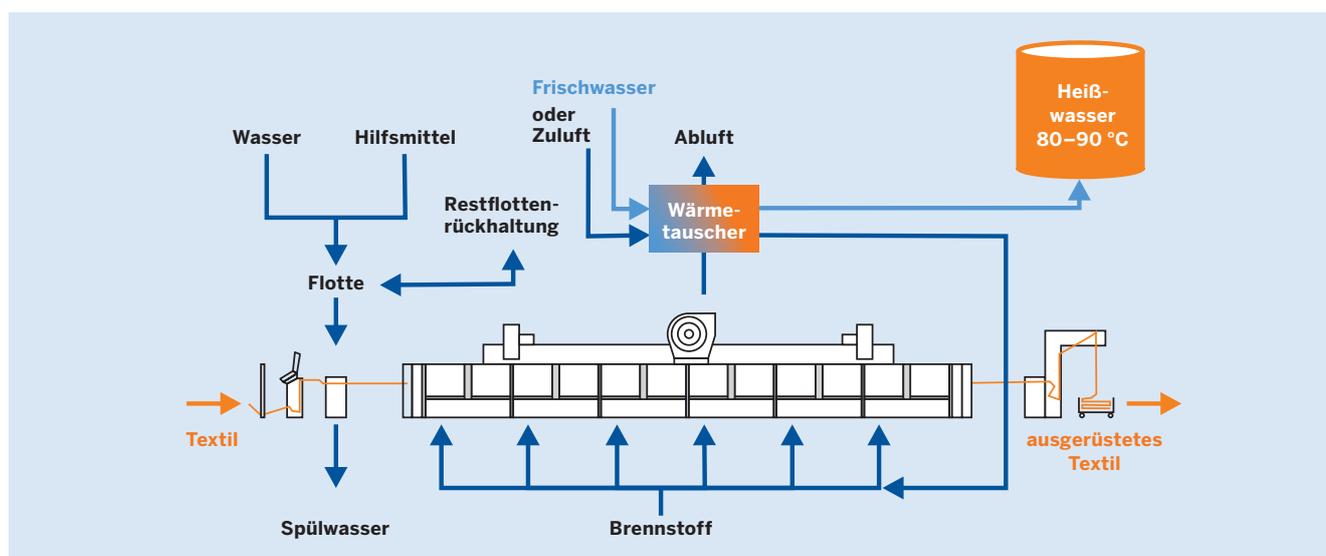
Praxisbeispiel

Durch die Installation einer feuchtigkeitsabhängigen Regelung des Abluftvolumenstromes an einem Spannrahmen konnte das Luft/Waren-Verhältnis durchschnittlich um ca. 20 % gesenkt werden.

Die Investitionskosten betragen 30.000 €. Die Kosteneinsparung beträgt 18.000 € pro Jahr. Insgesamt konnten damit 504 MWh/a Erdgas bzw. 90 t/a CO₂ eingespart werden.

Neben der Reduzierung von Wärmeverlusten über die Spannrahmen-Abluft konnte der Strombezug der Abluftventilatoren gesenkt werden.





Schema Spannrahmen mit Wärmerückführung

Der Energieverbrauch ist direkt von der Restfeuchte der Ware abhängig. Je besser die Ware vor der Spannrahmen-Passage entwässert wird, desto weniger Energie ist zur Trocknung erforderlich. Die Kontrolle der Restfeuchte der Ware hat mehrere Vorteile. So ist eine übertröcknete Ware in Folgeprozessen von Nachteil, da sie eine verminderte Benetzungsgeschwindigkeit besitzt, also bei Nassprozessen geringere Produktionsgeschwindigkeiten und eventuell einen höheren Chemikalieneinsatz erfordert. Weiterhin wird in Folge der zu starken Erhitzung zu viel Energie verbraucht.

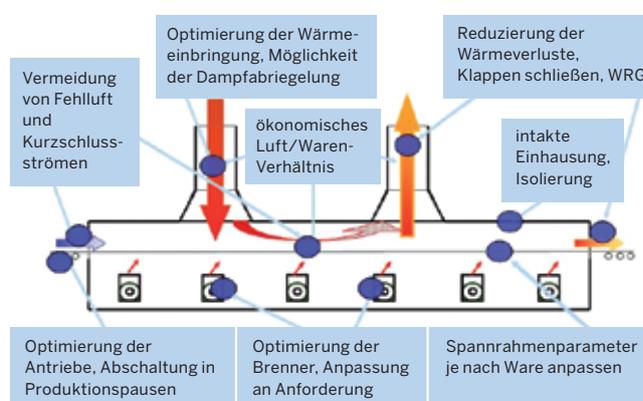
Als weitere Stellgröße kann die Trocknungstemperatur dienen. Insbesondere leichte Qualitäten lassen sich energiesparend bei tieferen Temperaturen trocknen. Betrachtet man die Energiemenge der Abluft, ist hier ein großes Energiepotenzial vorhanden. Geht man von einem Abluftvolumenstrom von 10.000 Nm³/h bei einer Temperatur von 160 °C aus, sind bei einer Ablufttemperatur von 105 °C nach dem Wärmetauscher ca. 180 kWh Heizleistung vorhanden. Diese kann entweder über Luft-Luft-Wärmetauscher in den Spannrahmen zurückgeführt oder über Luft-Wasser-Wärmetauscher zur Vorwärmung von Prozesswasser verwendet werden.

Je nach Abluftvolumenstrom können mehrere kaskadierende Wärmetauscher verwendet werden, die Frischwasser zu Heiß- und Warmwasser aufbereiten und welches über Zwischenspeicher abgerufen werden können.

Weitere Sparpotenziale ergeben sich in Bezug auf die regelmäßige Kontrolle der Isolierung. Insbesondere nach der Wartung und Instandhaltung werden aufwändige Bestandteile der Isolierung nicht wieder richtig angebracht. Wie schon bei den Waschmaschinen führt eine Abschaltung oder Reduzierung der Lüfterleistung bei stehender Ware zu hohen Einspareffekten. Dies gilt ebenso bei Spannrahmen mit Thermoöl, Dampf oder Heißwasserbeheizung für die Pumpen.

Überblick über die Potenziale

Die unten stehende Grafik veranschaulicht übersichtlich, welche Potenziale am Spannrahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz des Veredlungsprozesses möglich sind.



Die Energieeffizienz beginnt mit einer Optimierung der Wärmeeinbringung:

- effiziente Wärmebereitstellung:
 - Dampf-/Thermoölkessel, Isolierung Rohrleitungen
 - optimierte Brennereinstellungen, O₂-Regelung
 - separate Wärmebereitstellung für Hochtemperaturverfahren
- Verriegelung während Stillstands-Zeiten
- Anpassen des Wärmeeintrags an Prozessanforderungen (z. B. Leistung der Brenner an jeweiliges Spannrahmenfeld anpassen)

Wenn die Wärmeeinbringung optimiert ist, sollten die Möglichkeiten zur Reduzierung der Wärmeverluste ausgeschöpft werden:

- Wärmerückgewinnung aus Spannrahmenabluft
 - zur Vorwärmung von Frischluft, Prozesswasser/Warmwasser
 - Wärmerückgewinnung über Luft/Luft-Wärmetauscher mit Rückführung vorgewärmter Luft in den Spannrahmen: hier ist derzeit eine interessante Entwicklung in Gang, so dass man sich regelmäßig informieren sollte!
 - individuelle Betrachtung wegen unterschiedlicher Chemikalien notwendig (Glattrohrwärmetauscher, Flusenvorfilter)
- intakte Einhausung und gute Isolierung des Spannrahmens
- kein überhöhter Luftwechsel
 - optimal: feuchtigkeitsorientierte Abluftsteuerung gemäß Luft/Waren-Verhältnis
- Absaugung prozessspezifisch aus Einzelfeldern (z. B.: höhere Abluftraten im Trockenteil, niedrigere im Fixierteil)

Als weitere Potenziale sind zu sehen:

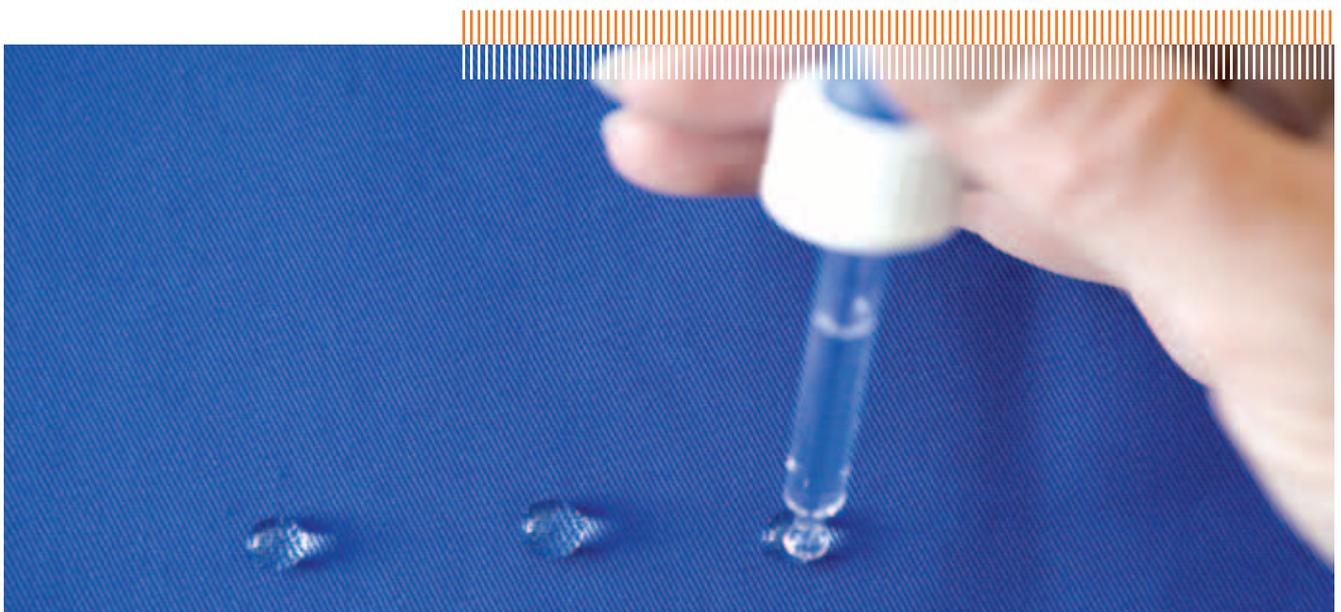
- energieeffiziente Antriebe am Spannrahmen
- Abstellen der Luftzufuhr bei Stillstand (Pausen u. Ä.)
- Abstellen der Antriebe bei Stillständen
- Vermeidung von Fehlluft
- Vermeidung von Kurzschlussströmen

Welche Maßnahmen dann schließlich im Einzelnen bei einem Unternehmen realisiert werden können, hängt vom Alter, Typ und auch vom Pflegezustand des Spannrahmens ab. Die Erfahrungen vieler Unternehmen zeigen aber, dass in diesem Bereich erhebliches Einsparpotenzial liegt, so dass es sich lohnt, anfänglich Arbeit, Zeit und Kosten zu investieren, um sinnvolle Maßnahmen, häufig mit Unterstützung des Anlagenbauers, umzusetzen. Selbst im Anschluss an eine Nachverbrennung ist es mittlerweile möglich, die zusätzlich zugeführte Energie nahezu vollständig zurückzugewinnen und dem Prozess entweder über Wasser als Speicher (Rückführung in die Bereiche Vorbehandlung/Färberei) oder durch Vorwärmung der Frischluft für den Spannrahmen zuzuführen.

Praxisbeispiel

Im Rahmen einer Wärmerückgewinnung wurde an einem Infrarot-Trockner ein Wärmeübertrager zur Vorwärmung der kalten Zuluft über die warme Abluft des Trockners installiert.

Die Investitionskosten betragen 8.000 €. Die Kosteneinsparung beträgt 4.200 € pro Jahr. Insgesamt konnten damit 120 MWh/a Erdgas bzw. 22 t/a CO₂ eingespart werden.



Ansprechpartner

Neben den Mitgliedern der Arbeitsgemeinschaft stehen verschiedene Einrichtungen auf Landes- und Bundesebene als Anlaufstelle zur Verfügung.

Die Arbeitsgemeinschaft	
EnergieAgentur.NRW	Kasinostraße 19–21, 42103 Wuppertal Telefon: 0202/24552-0, Fax: 0202/24552-30 www.energieagentur.nrw.de
Siemens AG Schwerpunkt Energie & Klimaschutz	Neuenhofstraße 194, 52078 Aachen Telefon: 0241/451-208, Fax: 0241/451-527 www.siemens.com/simain
Verband der Nordwestdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie e.V.	Moltkestraße 19, 48151 Münster Telefon: 0251/53000-0, Fax: 0251/53000-35 www.textil-bekleidung.de
Kontakte in der Textilindustrie	
Gesamtverband textil+mode	Reinhardtstraße 12–14, 10117 Berlin Telefon: 030/726220-0, Fax: 030/726220-44 www.textil-mode.de
ZiTex – Textil & Mode NRW	Am Falder 4, 40589 Düsseldorf Telefon: 0211/3020-700, Fax: 0211/3020-701 www.zitex.de
Sonstige Einrichtungen	
Deutsche Bundesstiftung Umwelt	An der Bornau 2, 49090 Osnabrück Telefon: 0541/9633-0, Fax: 0541/9633-190 www.dbu.de
Deutsche Energie-Agentur	Chausseestraße 128a, 10115 Berlin Telefon: 030/726165-600, Fax: 030/726165-699 www.dena.de
Effizienz-Agentur NRW	Dr.-Hammacher-Straße 49, 47119 Duisburg Telefon: 0203/37879-30, Fax: 0203/37879-44 www.efanrw.de
Kreditanstalt für Wiederaufbau	Palmengartenstraße 5–9, 60325 Frankfurt Telefon: 030/20264-0, Fax: 030/20264-188 www.kfw.de
Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen	Schwannstraße 3, 40190 Düsseldorf Telefon: 0211/4566-666, Fax: 0211/4566-621 www.umwelt.nrw.de
Projekträger ETN	Karl-Heinz-Beckurts-Straße 13, 52428 Jülich Telefon: 02461/690-601, Fax: 02461/690-610 www.fz-juelich.de/etn
Umweltbundesamt	Wörlitzer Platz 1, 06844 Dessau-Roßlau Telefon: 0340/2103-0, Fax: 0340/2103-2285 www.umweltbundesamt.de

Impressum

EnergieAgentur.NRW
Kasinostraße 19–21
42103 Wuppertal

Tel.: 01803 19 00 00*
E-Mail: info@energieagentur.nrw.de
www.energieagentur.nrw.de

©EnergieAgentur.NRW/EA212

* (9 ct/Min. aus dem deutschen Festnetz,
Mobilfunk max. 42 ct/Min.)

Gestaltung

www.designlevel2.de

Bildnachweis

Titelseite: Hch. Kettelhack GmbH & Co. KG
Seite 2, 3: Hch. Kettelhack GmbH & Co. KG
Seite 4: Schmitz Werke GmbH + Co. KG
Seite 10, 12, 14: Hch. Kettelhack GmbH & Co. KG

Stand

01/2012

EnergieAgentur.NRW

Die EnergieAgentur.NRW fungiert als operative Plattform mit breiter Kompetenz im Energiebereich: von der Energieforschung, der technischen Entwicklung, Demonstration und Markteinführung über die Energieberatung bis hin zur beruflichen Weiterbildung. Die EnergieAgentur.NRW steht im Auftrag der Landesregierung NRW als zentraler Ansprechpartner in allen Fragen rund um das Thema Energie zur Verfügung. Neben anderen Instrumenten beraten und informieren Ingenieure der EnergieAgentur.NRW über energetische Schwachstellen. Die Ingenieure beraten zu Fördermöglichkeiten, Energiemanagement, helfen Unternehmen bei der Minderung der Energiekosten und tragen somit zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit bei.



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung

