

## Bioinspirierte Absorbersysteme zur schonenden Trocknung bei der Textilaufbereitung

### IGF 20695 N

Bei der Konvektionstrocknung (z.B. in Tunnelfinishern) ist die Trocknungsgeschwindigkeit abhängig von der Temperatur und der relativen Feuchtigkeit der verwendeten Luft. Da die Menge an Wasserdampf, die Luft aufnehmen kann, mit der Temperatur zunimmt, sinkt beim Erwärmen der Luft deren relative Luftfeuchtigkeit (bei konstanter absoluter Luftfeuchtigkeit), wodurch sie in der Lage ist, größere Mengen Feuchtigkeit aus Textilien aufzunehmen. Die Temperatur und die relative Feuchtigkeit der Heißluft lassen sich demnach im Trocknungsprozess nicht separat regulieren, sodass eine Verringerung der Temperatur auch zu einer höheren relativen Luftfeuchtigkeit der zum Entwässern eingesetzten Luft führt. Die relative Luftfeuchtigkeit der Heißluft für den Trocknungsprozess ließe sich derzeit nur dadurch reduzieren, dass auf das Zirkulieren von Teilluftströmen (Umluft) verzichtet oder die relative Luftfeuchtigkeit der Umluft durch einen Entfeuchtungsprozess verringert würde. Sowohl der ausschließliche Einsatz von Frischluft im Trocknungsprozess (hoher Wärmeenergiebedarf zum Aufheizen der Luft) als auch die Entfeuchtung der Umluft sind jedoch mit derzeit verfügbaren Verfahren nicht wirtschaftlich. Deshalb werden beim Trocknen im Tunnelfinisher in textilen Dienstleistungsbetrieben generell hohe Heißlufttemperaturen (bis 160 °C) eingesetzt, um eine ausreichend hohe Trocknungsgeschwindigkeit und somit Produktivität zu erzielen. Hohe Heißlufttemperaturen begünstigen jedoch eine Textilschädigung hochwertiger Berufs- und Schutzkleidung durch Übertrocknung.

Am wfk - Cleaning Technology Institute e.V. wurden daher bioinspirierte Absorbersysteme zur effektiven Entfeuchtung der im Trocknungsprozess eingesetzten Heißluft entwickelt. Durch Verwendung von über bioinspirierte Absorbersysteme entfeuchteter Luft lässt sich auch bei textilschonender, geringerer Trocknungstemperatur eine schnelle Textiltrocknung realisieren. Durch die verringerte thermische Belastung beim Trocknungsprozess wird eine Erhöhung der Lebensdauer hochwertiger Berufs- und Schutzkleidung erzielt. Ferner wird der zur Trocknung benötigte Energiebedarf gesenkt, da die Heißlufttemperatur verringert und auf Frischluftzuführung verzichtet werden kann.

Fortsetzung auf Seite 2

## Bio-inspired absorber systems for gentle drying in textile processing

### IGF 20695 N

With convection drying (e.g. in tunnel finishers), the drying speed depends on the temperature and relative humidity of the air used. Since the amount of water vapour that air can absorb increases with temperature, when air is heated its relative humidity decreases (at constant absolute humidity), enabling it to absorb larger amounts of moisture from textiles.

Temperature and relative humidity of hot air therefore cannot be regulated separately during the drying process. Reduction in temperature also leads to a higher relative humidity of air used for de-watering. Currently, the relative humidity of hot air used for drying process can only be reduced by not circulating partial air flows (circulating air) or by reducing relative humidity of circulating air through a dehumidification process.

However, both the exclusive use of fresh air in the drying process (high thermal energy requirement for heating air) and the dehumidification of circulating air with currently available processes are not economical. For this reason, textile service companies generally use high hot air temperatures (up to 160 °C) for drying in the tunnel finisher in order to achieve a sufficiently high drying speed and thus productivity. However, high hot air temperatures promote textile damage to high-quality workwear and protective clothing due to overdrying.

Bio-inspired absorber systems for effective dehumidification of hot air used in drying processes were therefore developed in a research project at the wfk-Institute. By using air dehumidified via bioinspired absorber systems, fast textile drying can be achieved even at gentle lower drying temperatures.

Reduced thermal load during drying process results in an increase in service life of high-quality workwear and protective clothing. Furthermore, energy required for drying is reduced, as hot air temperature can be lowered and no fresh air supply is necessary.

To be continued on page 2

## Fortsetzung:

### IGF 20695 N

Die bioinspirierten Absorbersysteme setzen sich aus zwei hintereinander geschalteten Kammern (Wasserabscheide- und Sorptionskammer) zusammen, durch die die Heißluft während des Trocknungsprozesses im Kreis geführt wird. Zur Entfernung des flüssigen Wassers (Mikrotropfen) in der Wasserabscheidekammer werden UCST-Absorber (mit einem thermoresponsiven Polymer beschichtete poröse Trägermaterialien) mit hochstrukturierter äußerer Oberfläche auf Basis biomimetischer Partikel entwickelt. Die hochstrukturierte äußere Oberfläche der UCST-Absorber ist dem Panzer des Käfers *Onymacris unguicularis* nachempfunden. Die Mikrotropfen adsorbieren an den hydrophilen Strukturen der biomimetischen Partikel unter Ausbildung größerer Tropfen, die bei Kontakt mit dem hydrophoben Kern der biomimetischen Partikel in Richtung des UCST-Absorbers abfließen. Bei Erreichen des UCST-Absorbers werden sie aufgrund physikalisch-chemischer Wechselwirkungen mit dessen hydrophilen Oberflächen in die poröse Struktur eingelagert.

In der Sorptionskammer liegen die UCST-Absorber ohne zusätzlich mit biomimetischen Partikeln modifizierte Oberflächen vor, da gasförmiges Wasser unter Bildung eines Wasserfilms direkt an den hydrophilen äußeren Oberflächen der UCST-Absorber adsorbiert und anschließend in die poröse Struktur eingelagert wird.

Im Anschluss an den Trocknungsprozess ermöglichen die thermosensitiven Eigenschaften der UCST-Absorber eine einfache Regenerierung der bioinspirierten Absorbersysteme. Bei Abkühlung werden die Oberflächen der UCST-Absorber hydrophob, sodass zuvor eingelagertes Wasser nicht länger gebunden ist und einfach entfernt werden kann (z.B. durch Durchströmen des Absorbersystems mit nicht temperierter Frischluft).

**Der Forschungsbericht ist auf Anfrage beim  
wfk - Cleaning Technology Institute erhältlich.**

## Continued:

### IGF 20695 N

The bio-inspired absorber systems consist of two chambers connected in series (water separation and sorption chamber), through which hot air is circulated during drying process. UCST absorbers (porous carrier materials coated with a thermoresponsive polymer) with a highly structured outer surface based on biomimetic particles are developed to remove liquid water (microdroplets) in the water separation chamber.

Highly structured outer surface of the UCST absorbers is modelled on shell of the beetle *Onymacris unguicularis*. Microdroplets adsorb to hydrophilic structures of biomimetic particles forming larger droplets which flow towards the UCST absorber upon contact with the hydrophobic core of the biomimetic particles. When the UCST absorber is reached, microdroplets are incorporated into the porous structure due to physical-chemical interactions with the hydrophilic surfaces.

UCST absorbers without biomimetic particles on the surfaces are present in the sorption chamber. Gaseous water is adsorbed directly on hydrophilic outer surfaces of the UCST absorbers forming a water film and is incorporated into the porous structure.

Following drying process, the thermosensitive properties of the UCST absorbers allow easy regeneration of bioinspired absorber systems. Upon cooling, surfaces of UCST absorbers become hydrophobic, so that previously stored water is no longer bound and can be easily removed (e.g. by flowing non-temperature-controlled fresh air through the absorber system).

**The research report is available on request from the  
wfk - Cleaning Technology Institute**

Das IGF-Projekt 20695 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 14-16, 10117 Berlin, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

The IGF-project 20695 N of the research association Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstr. 14-16, D-10117 Berlin, was supported via the AiF within the funding program „Industrielle Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF)“ by the Federal Ministry of Economic Affairs and Energy (BMWi) due to a decision of the German Parliament.