

alles in

bar



Textilreinigung unter Druck

Substitution chlorhaltiger
Lösemittel durch natürliche Ein-
satzstoffe in der Textilreinigung

Textilreinigung mit flüssigem Kohlendioxid - ein neuer Weg zur Vermeidung chlorhaltiger Lösemittel. Auf der Basis anwendungsorientierter Grundlagenforschung wird in diesem Forschungsvorhaben ein innovatives Verfahren entwickelt, welches dazu beiträgt, die negativen Umwelteffekte durch Textilreinigungen deutlich zu reduzieren. In einer Technikumsanlage konnten gute Reinigungsergebnisse und ein schonender Umgang mit den Textilien bei deutlich geringerer Umweltbelastung erzielt werden. Für die geplante Übertragung in den industriellen Maßstab werden ökologische Vorteile und auch Kostenreduzierungen für die Anwender erwartet.

Seit nunmehr zehn Jahren wird für chlorierte Lösemittel in der Textilreinigung nach umweltverträglichen und wirtschaftlichen Alternativen gesucht. Der Marktanteil von Perchlorethylen beträgt weltweit heute immer noch 95 %, in Deutschland immerhin noch 70 %. Perchlorethylen ist als halogeniertes Lösungsmittel klimarelevant und steht im Verdacht, krebserregend zu wirken. Erste Substitute sind mit chlorfreien organischen Lösungsmitteln in Form von Kohlenwasserstoffen gefunden worden. Neu entwickelte wässrige Reinigungsverfahren erbringen nicht immer die gewünschte Reinigungsleistung oder haben ein zu geringes Anwendungsspektrum. Als neues Reinigungsmittel in der Textilreinigung kam vor rund vier Jahren Kohlendioxid in die Diskussion, da es in anderen Anwendungsbereichen, wie der Extraktion von Tee und Kaffee sowie in der Reinigung von Leiterplatten bereits erfolgreich getestet war.



errichtet, an der die **Grundlagen der Textilreinigung mit flüssigem Kohlendioxid weiterentwickelt** wurden. Die Anlage besteht aus mehreren Modulen: Vorratsbehälter für sauberes CO₂, Arbeitstank für CO₂ im Reinigungsprozess, Reinigungstrommel, Grobfilter, Filterelement zur Feinstschmutzabscheidung, Destillationseinheit und eine Dosiereinrichtung für die Zugabe von Wasser und den Reinigungsprozess unterstützenden Substanzen. Aus diesen Komponenten wurde eine prototypische Reinigungsmaschine mit einer 10 kg fassenden Reinigungstrommel entwickelt. Der Reinigungsvorgang entspricht dem der herkömmlichen Reinigungsmaschinen. Die Textilien werden in der auf diese hohen Drücke ausgelegten drehenden Reinigungstrommel mit Kohlendioxid gereinigt. Dabei werden die fettlöslichen Verschmutzungen vom unpolaren flüssigen Kohlendioxid aufgenommen. Wasserlösliche Stoffe können nicht gelöst werden. Um trotzdem polare Verschmutzungen entfernen zu können, werden über die Dosiervorrichtung geringe Mengen Wasser und Tenside zugegeben. Tenside ermöglichen einerseits die feine Verteilung des polaren Wassers im Kohlendioxid, andererseits unterstützen sie die Reinigung durch das Ablösen der Verschmutzungen aus den Textilien. Hier sind allerdings noch Optimierungen notwendig. Forschungsbedarf besteht vor allem für geeignete Tenside, die in flüssigem Kohlendioxid die Reinigung unterstüt-

Das vom BMBF geförderte Forschungsvorhaben zur Substitution chlorhaltiger Lösemittel durch natürliche Einsatzstoffe in der Textilreinigung erforscht die Anwendung von flüssigem und überkritischem Kohlendioxid in der Textilreinigung. Integrierter Umweltschutz durch den Ersatz umweltgefährdender Arbeitsweisen in einer von kleinen und mittelständischen Betrieben dominierten Branche steht bei diesem Vorhaben im Vordergrund. Die ökologischen Vorteile dieses Reinigungsmittels, das als Nebenprodukt bei chemischen und technischen Umsetzungen entsteht und so sinnvoll verwertet werden könnte, liegen auf der Hand: **Vermeidung sowohl von chlorhaltigen Abfällen als auch von Emissionen chlorhaltiger Lösemittel.** Erklärtes Ziel des Forschungsverbundes ist es, einen praxistauglichen Prototyp einer Textilreinigungsmaschine mit flüssigem Kohlendioxid auf der EXPO 2000 in Hannover zu präsentieren. Für dieses Projekt erforscht das Bekleidungsphysiologische Institut Hohenstein die wissenschaftlich-technischen Grundlagen. Die BIO Ingenieurtechnik GmbH entwickelt die Hochdrucktechnologie und die BÖWE Garment Care Systems GmbH baut im Verbund die prototypische Anlage.

Kohlendioxid ist bei Normaltemperatur und -druck gasförmig. Wird der Druck bei gleicher Temperatur erhöht, verflüssigt sich das Gas. In Abhängigkeit vom angelegten Druck ändert sich die Polarität der Flüssigkeit. Kohlendioxid verhält sich unter einem Druck von 30 bar bei Raumtemperatur wie eine unpolare Flüssigkeit, bei steigendem Druck nimmt die Polarität langsam zu. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf flüssiges Kohlendioxid bei Raumtemperatur und ca. 60 bar Druck, da in diesem Bereich gute Reinigungsleistungen und eine wirtschaftliche Betriebsweise erwartet werden.

Im Rahmen des modifizierten Konzepts des Forschungsvorhabens wurde durch Unterstützung der Firma Linde AG eine Technikumsanlage

Grundsätzlich ist es möglich, flüssiges Kohlendioxid als Lösemittel zum Reinigen von Textilien einzusetzen, allerdings müssen die reinigungsverstärkenden Tenside durch intensive Forschung noch verbessert werden. Mit der in etwa 5 Jahren zu erwartenden Marktreife des Verfahrens wird der Ausstieg aus der Perchlorethylen-Technologie ermöglicht. Jährliche Emissionen von 140.000 Tonnen chlorhaltiger Lösemittel aus Textilreinigungen könnten weltweit vermieden werden. Die positiven Effekte der Umstellung wirken im Abfallbereich lokal, klimarelevante Gase hingegen stellen ein globales Umweltproblem dar, für das durch dieses Verfahren Lösungsansätze gefunden werden konnten.

Eine Umstellung auf die neue Technologie reduziert den Energieeinsatz der Reinigungsmaschinen um rund 40 %. Die Kohlendioxidbilanz wird nicht negativ verändert, da das eingesetzte und teilweise in die Atmosphäre gelangende Kohlendioxid aus industriellen oder technischen Abgasen gewonnen wird und deshalb keine zusätzliche Kohlendioxidquelle darstellt. Vielmehr werden durch die Weiternutzung eines Abgases Ressourcen eingespart, die sonst für die Produktion der konkurrierenden Lösemittel eingesetzt werden müßten. Unter diesen Gesichtspunkten zeichnet sich die Nachhaltigkeit der Kohlendioxid-Reinigungsmethode durch die Wiederverwendung von Abfallgasen einerseits und die gleichzeitige Vermeidung von chlorhaltigen Lösemitteln andererseits aus. Durch die positive ökonomische Bilanz des Projekts steht dem Serieneinsatz auch wirtschaftlich nichts im Wege.

den Forschern als Lösemittel für die Textilreinigung als geeignet angesehen. Nach bisherigen Erkenntnissen werden bei deutlicher Umweltentlastung die Qualitätsanforderungen an die Textilreinigung eingehalten. Die befürchtete negative Einwirkung von flüssigem Kohlendioxid auf die Festigkeit der Textilien tritt nicht ein. Forschungsergebnisse bestätigen,



zen. Das mit Schmutzstoffen angereicherte Reinigungsmittel wird während des Reinigungsvorganges kontinuierlich filtriert und anschließend destilliert, um eine vollständige Entfernung des Schmutzes aus dem flüssigen Kohlendioxid zu gewährleisten. Im Gegensatz zur energieintensiven Destillation bei Perchloroethylen kann hier durch eine einfache Druckminderung im System die Verdampfung erfolgen. Schmutzstoffe, Wasser und Tenside bleiben als Rückstand zurück. Energie ist jedoch zur neuerlichen Kompression des nun gasförmigen Kohlendioxids erforderlich. Die nach der Schmutzentfernung notwendige Trocknung der gereinigten Textilien ist weniger energieintensiv als beim Einsatz herkömmlicher Reinigungsmedien. Durch die Druckreduzierung in der Anlage auf Umgebungsdruck und der damit verbundenen Entspannung des Gases verdunstet dieses in kurzer Zeit.

Die einzelnen Prozessschritte der Reinigungsanlage werden durch eine modular aufgebaute Steuer- und Regelungstechnik kontrolliert. Sämtliche Arbeitsschritte der Anlage lassen sich über ein hierfür entwickeltes Computerprogramm steuern, das auch Betriebsdaten automatisch erfaßt und dokumentiert.

In dieser Technikumsanlage wurden umfangreiche Versuche zur Reinigungsleistung und Faserverträglichkeit durchgeführt. Die gewonnenen Ergebnisse sind in die Praxis übertragbar. **Flüssiges Kohlendioxid wird von**

daß sich Wolle, Seide, Baumwolle, Viskose und alle synthetischen Fasern durch das neue Reinigungsmedium nicht verändern. Im Prinzip gilt dies auch für gefärbte Textilien. Mit einer im Rahmen des Forschungsvorhabens entwickelten Labormethode ist es möglich, die Beständigkeit von Färbungen gegenüber der Wirkung von Kohlendioxid bereits bei der Herstellung zu testen. Damit kann man die internationalen Pflegesymbole der untersuchten Textilien genau festlegen. Vorteile gegenüber herkömmlichen Reinigungsmitteln konnten für empfindliche Textilien wie Lederimitationen, feine Seidenstoffe und Laminattextilien durch Analysen belegt werden. Neben der Faserverträglichkeit wurden auch die Auswirkungen auf nicht textile Bekleidungsbestandteile wie Reißverschlüsse, Knöpfe oder Pailletten untersucht. Geprüft wurde eine große Bandbreite von Natur- und Kunststoffprodukten. Es zeigte sich, daß in dem neuartigen Reinigungsverfahren Naturmaterialien, Glas und Metall nicht negativ beeinflusst werden. Bei Kunststoffknöpfen und Pailletten zeigten sich jedoch Veränderungen in der Oberflächenstruktur und Form. Verursacht wurden diese durch die extrem schnelle Trocknung bei den ersten Reinigungsversuchen. Das Kohlendioxid entspannte sich zu schnell und verursachte dabei eine Aufrauung und Bläschenbildung an den Oberflächen der Kunststoffteile. Deshalb wurde der Trocknungsprozeß für die Textilien modifiziert. Mit einer gezielten Verlangsamung der Expansion des

Kohlendioxids ließen sich die negativen Effekte vermeiden.

Im Forschungsvorhaben konnten sowohl eine geeignete Anlagentechnik als auch die Technologie und Prozeßsteuerung für die Textilreinigung mit flüssigem Kohlendioxid entwickelt werden. Auch wenn mit dem Forschungsvorhaben noch keine anlagentechnische Umsetzung in der Praxis durchgeführt wurde, können bereits jetzt ökonomische Eckdaten genannt werden. Die Maschinenteknologie wird gegenüber den bislang eingesetzten Maschinen voraussichtlich um 100 % teurer, ihre Leistungsfähigkeit erhöht sich allerdings um 110 %. Bei den spezifischen Investitionskosten ergeben sich demzufolge Vorteile. Der **Energiebedarf dieses Verfahrens liegt rund 40 % unter dem Energiebedarf vergleichbarer mit Perchlorethylen betriebener Anlagen**. Allerdings liegen die Kosten für den Verbrauch von Kohlendioxid annähernd 20 % höher als bei Perchlorethylen. Dafür entfallen komplett die Entsorgungskosten für chlorhaltige Rückstände, die mit einer Jahresmenge von 3.000 Tonnen in der Regel als Sonderabfall der Verwertung zugeführt werden. Das bedeutet für die deutsche Textilbranche insgesamt eine jährliche Einsparung von 4,8 Millionen DM. Innerhalb der nächsten acht Jahre werden weltweit voraussichtlich rund 70.000 Reinigungsmaschinen abgeschrieben und ersetzt. Das erforderliche Investitionsvolumen wird auf 14 Milliarden DM

geschätzt. Allein in Deutschland beträgt der angenommene Investitionsumfang 500 Millionen DM. Ein serienreifes Verfahren für den Einsatz dieser umweltschonenden Technologie in Reinigungsmaschinen hätte nicht nur in Deutschland ein großes Marktpotential sondern auch ausgezeichnete Exportchancen. Der damit verbundene Effekt der Umweltentlastung wäre auch global gesehen erheblich.

Bekleidungsphysiologisches Institut
Hohenstein (BPI)
Schloß Hohenstein
74357 Bönningheim
Prof. Dipl.-Ing. Kurz
Telefon +49 (0) 7143 / 27 17 18
Telefax +49 (0) 7143 / 271 87 75
E-Mail j.kurz@hohenstein.de
Internet <http://www.hohenstein.de>

Bio-Ingenieurtechnik GmbH
Lausicker Straße 22
04668 Grimma
Dipl.-Ing. Müller
Telefon +49 (0) 3437 / 91 04 62
Telefax +49 (0) 3437 / 91 04 61

Böwe Garment Care Systems GmbH
Rumplerstraße 2
86159 Augsburg
Dipl.-Ing. Zott
Telefon +49 (0) 821 / 570 75 60
Telefax +49 (0) 821 / 570 76 21
E-Mail vertrieb@boewe-gcs.de
Internet <http://www.boewe-gcs.de>

Herausgeber



Bundesministerium für
Bildung und Forschung
Referat 423 – integrierter Umweltschutz
in der Wirtschaft; Umwelttechnik
Heinemannstraße 2 · 53175 Bonn
Telefon +49 (0) 228 / 57 34 81
www.bmbf.de



Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt e. V.
Projekträger Umweltforschung und
-technik des BMBF
Südstraße 125 · 53175 Bonn
Telefon +49 (0) 228 / 382 12 01
email: umwelttechnik@dlr.de
www.dlr.de/PT

Bezug

BMBF - Referat Öffentlichkeitsarbeit
Telefax +49 (0) 228 / 57 39 17
email: information@bmbf.bund400.de
www.bmbf.de

Redaktion

Prognos GmbH
Dovestraße 2 – 4 · 10587 Berlin

Gestaltung

Hayn/Willemeit Media GmbH
Mommßenstraße 47 · 10629 Berlin

Druck

Druckhaus Berlin-Mitte GmbH
Schützenstraße 18 · 10108 Berlin

Stand 4/99

gedruckt auf chlorfrei wiederaufbereitetem Papier
Fotos mit freundlicher Genehmigung der Unternehmen