

# F&E Fahrplan

Energieeffizienz in der Textil- und Lebensmittelindustrie

## Textilindustrie

Diskussionspapier

Juni 2016



Dipl.-Ing. Dr. Horst Steinmüller  
Technisches Büro für technische Chemie



Der F&E Fahrplan „Energieeffizienz in der Textil- und Lebensmittelindustrie“ wurde vom Klima- und Energiefonds beauftragt.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Erläuterungen zum Diskussionspapier</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>Beschreibung der österreichischen Akteure</b>	<b>3</b>
2.1	Eckdaten der österreichischen Textilindustrie	3
2.2	Die österreichische Textilindustrie: Traditionsbranche mit Zukunftsorientierung	4
2.3	Stand der Technik	5
2.3.1	Verarbeitung der Fasern	5
2.3.2	Weiterverarbeitung der Garne und Zwirne	6
2.3.3	Veredelung der Halbfabrikate	6
<b>3.</b>	<b>Energieeffizienz bei der Textilveredlung</b>	<b>7</b>
3.1	Vor- und Nachbehandlung	7
3.2	Färbeprozesse	8
3.3	Waschprozesse	10
3.4	Spannrahmen Trocknungsprozesse	10
3.5	Querschnittstechniken	13
3.5.1	<i>Dampf-, Warmwasser- und Thermoölversorgung</i>	14
3.5.2	<i>Heizungs- und Lüftungsanlagen</i>	15
3.5.3	<i>Kälteerzeugung, Kühlung und Klimatisierung</i>	15
3.5.4	<i>Druckluft</i>	16
3.5.5	<i>Elektrische Antriebe</i>	17
3.5.6	<i>Pumpen</i>	17
3.5.7	<i>Beleuchtung</i>	17
3.5.8	<i>Kraft-Wärme-Kopplung</i>	18
3.5.9	<i>Solarthermie</i>	18
3.5.10	<i>Wärmepumpen</i>	18
3.5.11	<i>Photovoltaik</i>	18
3.5.12	<i>Organisatorische und allgemeine Maßnahmen</i>	18
<b>4.</b>	<b>Trends</b>	<b>19</b>
4.1	Zukunftsmärkte	19
4.2	Thematische Schwerpunkte	20
4.2.1	<i>Technische Textilien</i>	20
4.2.2	<i>Verstärkter Umweltgedanke</i>	20
<b>5.</b>	<b>Bedarf der Industrie</b>	<b>20</b>
5.1	Energieträger, Rohstoffe	20
5.2	FTI-Instrumente	20
5.3	Begleitmaßnahmen	21
<b>6.</b>	<b>Absehbare technologische Neuerungen</b>	<b>21</b>
6.1	Nach Ebene	21
6.2	Nach Technologiefeld	21

## 1. Erläuterungen zum Diskussionspapier

Das Diskussionspapier für die Textilindustrie wurde im Zuge des Projekts „F&E-Fahrplan Energieeffizienz in der Textil- und Lebensmittelindustrie“ angefertigt. Es beschreibt den aktuellen Stand sowie Fragestellungen und Trends mit Fokus Energieeffizienz und der Integration Erneuerbarer Energieträger in der österreichischen Textilindustrie.

Der F&E-Fahrplan „Energieeffizienz in der Textil- und Lebensmittelindustrie“ ist im Auftrag des Klima- und Energiefonds entstanden. Die Erstellung erfolgte durch das Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz in Kooperation mit dem AIT Austrian Institute of Technology und Business Upper Austria.

## 2. Beschreibung der österreichischen Akteure

### 2.1 Eckdaten der österreichischen Textilindustrie

Die vom Fachverband der Textilindustrie für das Jahr 2015 zur Verfügung gestellten Daten sind nachfolgend aufgegliedert.

- Der Umsatz betrug 2.417 Mio. Euro, wovon 1.193 Mio. Euro durch Bekleidung und Heimtextilien und 1.224 Mio. Euro durch technische Textilien erwirtschaftet wurden.
- Inklusive Handelsware konnten Exporterlöse von 2,4 Mrd. Euro erwirtschaftet werden. Der Europaanteil lag bei 86,8%, wobei Deutschland mit einem Anteil von 28,37% den größten Abnehmer darstellte.
- Importiert wurde zu einem Gegenwert von 3,5 Mrd. Euro, wobei 55,78% aus der EU importiert wurde. Importe aus Deutschland hatten mit 26,84% den größten Anteil. Aus Asien wurden Waren zum Gegenwert von 1,1 Mrd. Euro importiert.
- Die Beschäftigtenanzahl betrug bei 285 Mitgliedsunternehmen zum Stichtag 11.862, was einer Abnahme von einem Prozent im Vergleich zu 2014 entsprach.

Die nachfolgenden Ausführungen sind ein Auszug aus dem Report der Bank Austria.<sup>1</sup>

Die Textilindustrie ist in einigen Bereichen schwierig von der Bekleidungsindustrie und auch von der Chemieindustrie abzugrenzen. So erzeugen Chemiefaserhersteller zwei Drittel des weltweiten Faserbedarfs, nahezu ein Drittel sind Baumwollfasern und nur 3% bis 4% der Fasern sind aus Wolle bzw. Zellulose. Gemeinsam ist dem gesamten Textilssektor, nicht nur in Österreich, ein stetiger und weitreichender Restrukturierungsprozess.

In der **Textilindustrie in Österreich** haben mit Ausnahme der Webereien alle größeren Bereiche an Bedeutung verloren. Stark betroffen waren die Garnerzeugung, die Textilveredelung und die Herstellung von Konfektionswaren, deren Umsätze sich den letzten zehn Jahren fast halbierten. Die Hersteller von Strick- und Wirkstoffen konnten zumindest in den letzten Jahren ein Umsatzvolumen von knapp 100 Mio. konstant halten. Weiters stabil zeigten sich die Segmente Teppiche, Stickereien und sonstige technische Textilien.

Die „**Herstellung von Bekleidung**“, kurz die Bekleidungsindustrie, ist im Vergleich zur Textilindustrie, wo durchschnittlich 14 Arbeitnehmer/innen pro Betrieb beschäftigt sind, mit 9 Arbeitnehmer/innen noch kleinbetrieblicher strukturiert. Die spezifische Branchenstruktur

---

<sup>1</sup> <http://wirtschaft-online.bankaustria.at/#Artikel/branchenbericht-textil-und-bekleidungserzeugung/Detail>, abgerufen am 20. April 2016.

mit wenigen Groß- und vorwiegend Kleinstbetrieben ist das Ergebnis der seit Jahrzehnten andauernden Veränderungen, sodass in der Bekleidungsindustrie vor allem spezialisierte Kleinbetriebe und nur wenige Großbetriebe überlebten. So sind der Großteil der 700 Unternehmen Schneidereien für Maßarbeiten und Konfektionsware. Zu den großen Herstellern, die auch in Österreich fertigen, zählen z.B. Triumph International (Umsatz 2014, weltweit 1,4 Mrd. €) und die Huber Holding (108 Mio. €).

Die **Textil- und Bekleidungsindustrie** zählen zu den am stärksten "internationalisierten" Industriebranchen. Einerseits kommen etwa zwei Drittel der globalen Baumwollproduktion aus China, den USA und Indien, andererseits liegen die Zentren der Textilerzeugung in Asien und den USA. Beispielsweise werden die in Europa verkauften T-Shirts oft in Sri Lanka aus chinesischem Stoff genäht, der aus chinesischem Garn gewebt wurde, das wiederum aus US-Baumwolle gesponnen wurde.

Österreichische Firmen spielen keine nennenswerte Rolle. Ihr Anteil am Umsatz der EU-Textilindustrie von rund 80 Mrd. € liegt bei 2%, der Anteil der Bekleidungsindustrie bei 1,3%. Neben dem Chemiefaserproduzenten Lenzing (Umsatz 2012 2,1 Mrd. €) sind die größten heimische Textil- und Bekleidungshersteller

- Wolford (157 Mio. €; Strumpfwaren)
- Intier Automotive Eybl (219 Mio. €; Autobodenbeläge u. a.)
- Linz Textil (145 Mio. €; Garne und Gewebe)

In den anteilmäßig wichtigsten europäischen Textilherstellerländern Italien (EU-27-Umsatzanteil 31%), Deutschland (17%), Frankreich (10%) und Großbritannien (8%) wurden auch Europas größte Textil- und Bekleidungskonzerne gegründet: Adidas (Konzernumsatz 2012: 14,9 Mrd. €), die LVMH-Gruppe (Bekleidungs-, Lederumsatz 9,9 Mrd. €), Benetton (2011: 2 Mrd. €) und die größten Textilerzeuger, Coats (UK, 1,3 Mrd. €) und die Daun-Gruppe (Dt., 1,3 Mrd. €). Wesentlich umsatzstärker sind die vertikal integrierten Unternehmen mit eigenen Läden, z.B. H&M (16 Mrd. €) oder Inditex (12 Mrd. €).

## **2.2 Die österreichische Textilindustrie: Traditionsbranche mit Zukunftsorientierung**

Die nachfolgende Eigendefinition des Fachverbandes der Textilindustrie ist dessen Homepage<sup>2</sup> entnommen:

*Die österreichische Textilindustrie zählt zu den traditionsreichsten einheimischen Industriezweigen und gleichzeitig zu den internationalen Innovationsführern in hoch spezialisierten Bereichen. Auch im derzeit schwierigen Marktumfeld behauptet sich die Textilindustrie durch starkes Commitment zu Investition in die Zukunft.*

*Unsere Textilunternehmen schaffen es, den Bogen von Jahrhunderte alter Tradition und Erfahrung hin zur Vorreiterrolle bei neuen Entwicklungen zu spannen: Von kunstvoller, typisch österreichischer Stickereikunst bis hin zu Weltneuheiten im Bereich Technische Textilien.*

### **Innovationsführerschaft mit Weltneuheiten**

*Die innovationsfreudige Sparte entwickelt regelmäßig Weltneuheiten und Patente. Zelte und textile Planen für den Katastropheneinsatz, die eine Patentbeschichtung gegen Pilzbefall und Fäulnis haben. Oder Seile für Bergsteiger, Sicherungssysteme und Bergrettung, die einen Weltrekord an Abrieb- und Reißfestigkeit aufstellen. Das erste energiesparende Handtuch der Welt, das 35% Wasser und Strom sowie 30% Prozesschemie einspart, wurde im*

<sup>2</sup> <http://www.textilindustrie.at/die-textilindustrie/leitbilder/>, abgerufen am 20. April 2016.

Waldviertel gewebt, oder das weltweit feinste Organic Cotton Gewebe für BIO-Steppdecken [sind] nur ein kleiner Ausschnitt aus den Innovationen "Made in Austria".

### **Textiler als Exportkaiser**

Die Textilindustrie legt einen Schwerpunkt auf internationale Ausrichtung und punktet besonders in Nischen. Der Exportanteil ist mit über 80% auf sehr hohem Niveau. Wichtigster Markt ist Europa mit 77%, und in Europa Deutschland. Auf den unmittelbaren Nachbarmarkt entfallen 28% der europäischen Exporte. Von Möbelstoffen in japanischen Opernhäusern hin zu schwer entflammaren Sitzbezügen für deutsche Automarken ein Stück Österreich ist auf der ganzen Welt zu finden.

### **Forschung und Entwicklung im Fokus**

Mit Investitionen in Forschung & Entwicklung sowie neuen Technologien am Standort Österreich treffen die heimischen Textilunternehmen Vorsorge, auch in konjunkturschwächeren Zeiten zukunftsorientiert zu agieren. Oft werden ganze Problemlösungen zusammen mit den Kunden entwickelt. Neue Produktionsmethoden und Kombinationen mit anderen Werkstoffen und Wirtschaftssektoren wie Mikroelektronik oder der Kunststoffindustrie sorgen für neue Impulse. Sicherheit, Transport, Gewichtseinsparung durch leichtere Textilmaterialien, Nanotechnologie oder neue Verbundmaterialien sind beherrschende Themen. Gemeinsam finden wir ganz neue Anwendungsbereiche für Textilien. Ganz im Sinne von "The future is textiles".

### **Smart Textiles: Starkes Netzwerk für wissenschaftliche Forschung**

Zur Unterstützung der betrieblichen Forschungs- und Investitionstätigkeit in neue Produkt- und Anwendungsbereiche präsentierte Präsident Backhausen, im Rahmen der 59. Jahrestagung (2009) in Götzis/Vorarlberg das Projekt "Smart Textiles", ein Netzwerk aus wissenschaftlicher Forschung von ÖTI und TU Wien mit führenden Unternehmen der Elektronik- und Mikrosystemtechnik sowie Textilbetrieben. Stichwort: Wearable Computing. Die vernetzte Plattform wird gezielt an die EU-Forschungsförderung andocken und diese stärker als bisher nützen können. 2007 entfielen vom Forschungsbudget der EU in Höhe von 6 Mrd. € lediglich 35 Mio. € auf Textilprojekte. Dieser Anteil soll deutlich größer werden.

### **Vorbildlich bei ökologischen Standards**

Immer wichtiger wird auch die Bedeutung von Umwelt- und Sozialstandards. Die österreichische Textilindustrie produziert nach höchsten ökologischen Standards. Die eingesetzten Stoffe werden laufend optimiert und geben dem Konsumenten die Sicherheit einer absoluten Hautverträglichkeit und gesundheitlichen Unbedenklichkeit. Die Unternehmen sind sich weiters auch ihrer hohen Verantwortung gegenüber den MitarbeiterInnen und ihrer regionalen Bedeutung als Arbeitgeber bewusst.

## **2.3 Stand der Technik**

Textilien sind ein Sammelbegriff. Es können unterschiedlichste Produkte hergestellt werden, wofür eine Vielzahl von Produktionsschritten eingesetzt wird bzw. eingesetzt werden müssen. Nachfolgend wird ein grober Überblick über diese Verfahrensschritte gegeben.

### **2.3.1 Verarbeitung der Fasern**

Die erste Phase der Textilerzeugung ist die Herstellung von Garnen und Zwirnen aus Fasern. Die können sowohl natürlichen (Wolle, Baumwolle, Flachs etc.) als chemischen (Polymere aus natürlichen oder synthetischen Fasern) Ursprungs sein.

### **2.3.2 Weiterverarbeitung der Garne und Zwirne**

Die Herstellung von textilen Halb- und Fertigprodukten erfolgt meist durch Fügen. Dadurch wird ein Zusammenhalt zwischen den getrennten Werkstücken an den Fügestellen geschaffen und eine Formänderung des neu entstandenen Teils herbeigeführt. Die Verbindung kann dabei sowohl fest als auch beweglich sein. Über die Wirkflächen der Verbindung werden die auftretenden Betriebskräfte übertragen. In der Textilindustrie erfolgt dies in unterschiedlichsten Verfahren (wie z.B. Spinn-, Web- und Strickmaschinen).

- Beim Spinnen werden Spinnfasern über mehrere Verfahrensschritte zu einem Garn zusammengedreht, wobei die Haftreibung der Fasern und deren Flexibilität ausgenutzt werden. Beim einfachsten Fügeverfahren, dem Zwirnen, werden Garne aus Spinnfasern oder Faserfilamenten zusammengedreht.
- Beim Weben werden die Fäden zweier Fadensysteme (Kette und Schuss) zu einem Gewebe verkreuzt. Die Verbindung der Fäden erfolgt vorwiegend durch Reibschluss an den Kreuzungspunkten.
- Weitere Fügeverfahren sind das Wirken, das Kettenwirken, das Stricken, Nadelbinden und Nähwirken. Dabei werden Maschen aus ineinander hängenden Schlaufen, die z.T. auch gerade Fadensysteme mit einbinden, zu einem Flächengebilde zusammengefügt. Es entstehen Gewirke, Kettengewirke, Gestricke und Nähgewirke als Flächengebilde. Insbesondere Gewirke und Gestricke sind wegen ihrer mehr formschlüssigen Verbindung gut dehnbar.
- Flechten, Klöppeln, Häkeln und Knoten sind weitere Fügeverfahren, bei denen aus Fäden textile Flächen hergestellt werden.
- Beim Filzen, das zu einem der ältesten Verfahren zur Herstellung textiler Flächengebilde gehört, werden die Fasern aufgrund mechanischer, thermischer und chemischer Einwirkungen miteinander verfilzt. Es entstehen Walkfilze.
- Eines der vielfältigsten Herstellungsverfahren für textile Flächengebilde ist das Fügen von Fasern und ggf. Verfestigungsmitteln zu Vliesstoffen. Die Fasern können im Vlies mit Orientierung, aber auch in Wirrlage, angeordnet sein. Die Fasern der Vliese werden durch weitere Verfahrensschritte wie Vernadeln, Maschenbildung, Verwirbeln mittels Wasserstrahlen, Einwirkung von Hitze und/oder Druck, Ultraschall oder durch adhäsive und kohäsive Bindung mit Hilfe von Bindemitteln zum Vliesstoff verbunden.

### **2.3.3 Veredelung der Halbfabrikate**

Die meisten der durch die verschiedenen Fügeverfahren entstandenen textilen Halbfabrikate werden noch weiteren Verfahren, die zu einer Veredelung der Produkte führen, unterzogen, um ein spezielles Aussehen (Farbe, Muster) oder spezielle Gebrauchseigenschaften (z.B. Fleckschutz, Knitterarmut, Flammschutz) zu erhalten. Die Herstellung von textilen Fertigerzeugnissen (Bekleidung, Heimtextilien oder technischen Textilien) aus textilen Flächengebilden erfolgt meist durch Konfektionstechniken. Es gibt aber auch Fertigerzeugnisse wie z.B. Strumpfhosen, die komplett in einem Arbeitsgang erzeugt werden können. Für Fertigerzeugnisse, die aus verschiedenen Teilen zusammengefügt werden sollen, werden die Teile entsprechend der angestrebten Gestalt aus den vorgelegten textilen Flächengebilden zugeschnitten und anschließend durch Nähen, Schweißen oder Kleben zusammengefügt. Für andere Fertigwaren erfolgt nur ein Zuschneiden auf eine bestimmte Breite und Länge, um anschließend beispielsweise aufgerollt und als Rollenware wie z.B. Filterrollen ausgeliefert zu werden. Auch durch Stanz- oder Schneidtechniken können

Fertigwaren (Bänder, Filzteile, Medizinprodukte u.v.m.) aus textilen Flächengebilden hergestellt werden.

### 3. Energieeffizienz bei der Textilveredlung

Die nachfolgenden Ausführungen entstammen dem **Leitfaden Effiziente Energienutzung in der Textilveredlung**,<sup>3</sup> der seitens der Autoren für dieses Diskussionspapier zur Verfügung gestellt wurde. Wichtig ist dabei zu erwähnen, dass in den Unternehmen der Textilindustrie branchentypische Bereiche existieren, die nachfolgend betrachtet werden, wobei die meisten der beschriebenen Beispiele und erfolgreich umgesetzten Maßnahmen aus den „**Energietechnischen**“ des **Textil- und Bekleidungsverbandes Nordwest** stammen und somit als „praxiserprobt“ angesehen werden können.

#### 3.1 Vor- und Nachbehandlung

Der erste Schritt in der klassischen Textilveredlung ist eine sorgfältige Vorbehandlung des Rohmaterials. Dabei werden Hilfsmittel aus den Vorprozessen und natürliche Verunreinigungen bei Naturfasern entfernt, so dass das Zwischenprodukt optimal für die nachfolgenden Veredlungsprozesse vorbereitet ist. Folgende Parameter sind relevant:

- Freiheit von Begleitstoffen
- Saugfähigkeit
- Weißgrad
- Dimensionsstabilität (bei dehnbaren Flächengebilden)

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über den Energieeinsatz für die verschiedenen Vorbehandlungsverfahren.

*Tabelle 1: Energieeinsatz verschiedener Vorbehandlungsverfahren. Quelle: Leitfaden „Effiziente Energienutzung in der Textilveredelung“.*

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

<sup>3</sup> Verband der Nordwestdeutschen Textil- und Bekleidungsindustrie e.V., EnergieAgentur.NRW (2012): Leitfaden Effiziente Energienutzung in der Textilveredlung.

Strom ist der Hauptenergieträger bei den mechanischen Vorbehandlungsverfahren. Einsparpotentiale 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. Neben den rein mechanischen Vorbehandlungsverfahren gibt es auch thermische Vorbehandlungsverfahren, bei denen das Verhindern von Abstrahlverlusten durch effiziente Isolierungen der Energieeinsatz verringert werden kann.

Bei den chemischen Vorbehandlungsstufen werden einerseits Restauflagen, die bei der Faden- und Flächenbildung aufgebracht wurden und andererseits störende Eigenfärbungen des Rohmaterials (insbesondere bei Naturfasern) entfernt.

Die chemische Vorbehandlung besteht im Allgemeinen aus den Schritten

- Imprägnieren/Behandeln mit Enzymflotte (Entschlichten) oder Bleichflotte,
- Verweilen,
- Auswaschen,
- Trocknen.

Der Energiebedarf liegt hier hauptsächlich im Wasch- und Trockenprozess, bzw. bei der Erzeugung des hierfür erforderlichen Dampfes. Einsparmöglichkeiten ergeben sich insbesondere in der Definition und Überwachung der Wassermengen der Waschabteile.

Hohe Einsparpotentiale ergeben sich, wenn bei stehender Ware die Wasserzufuhr automatisch unterbrochen wird. Weiterhin kann insbesondere bei häufigen Badwechseln durch Verringerung des Füllniveaus Wasser und Energie gespart werden.

Grundsätzlich kann zwischen kontinuierlicher und diskontinuierlicher Vorbehandlung unterschieden werden.

Kontinuierliche Waschmaschinen werden mittlerweile in den verschiedensten technischen Ausführungen angeboten. Häufig anzutreffen sind Waschabteile nach dem Prinzip der hintereinander angeordneten Rollenkupe mit einfachem oder doppeltem Einzug. Vorteil des doppelten Einzugs ist die intensivere Waschwirkung bei gleichem Raumbedarf. Zunehmend Verwendung finden Maschinen, in denen die Ware mehrfach übergossen und besprüht wird. Die Wasserführung erfolgt im Gegenstromprinzip. Die Rückgewinnung der Abwasserwärme zum Vorheizen des zulaufenden Frischwassers mittels Wärmetauschern ist mittlerweile gängige Praxis.

Bei kontinuierlichen Waschmaschinen erfolgt die Einstellung der Wassermengen oft noch einheitlich in m<sup>3</sup>/h. Durch eine Anpassung an das Warengewicht kann Wasser und somit Energie eingespart werden.

Ein hoher Energieverbrauch in der diskontinuierlichen Textilveredlung resultiert aus den erforderlichen Badwechsel und der Notwendigkeit, diese auf Prozesstemperatur aufzuheizen. Großes Einsparpotential sowohl bezüglich Wasser als auch Energie ergibt sich, wenn gering belastete Bäder zurückgehalten und wieder verwendet werden. Als besonders geeignet haben sich hierfür die letzten Spülbäder erwiesen. Der apparative und organisatorische Aufwand ist gering und meist sehr rentabel.

### **3.2 Färbeprozesse**

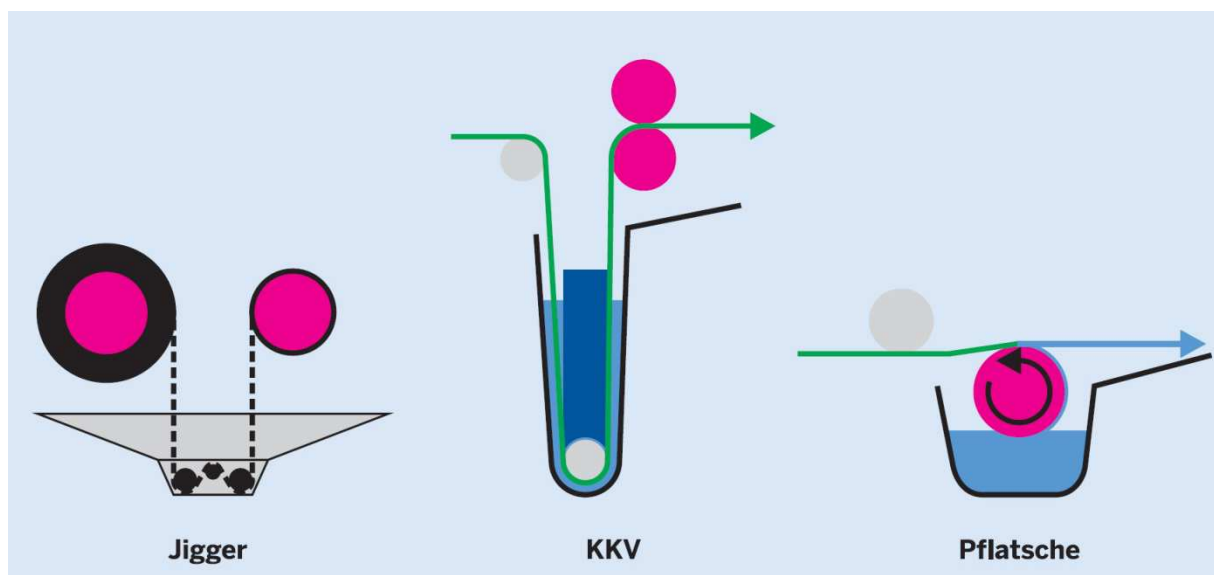
Das Färben der Textilien dient zur gleichmäßigen, farblichen Gestaltung, wobei die Färbabäder/Färbeflotten neben einer wässrigen Farbstofflösung verschiedene



Färbereihilfsmittel wie Netzmittel, Dispergatoren, Egalisiermittel sowie weitere Chemikalien wie Salze, Säuren oder Alkali beinhalten. Beim Färbeprozess ist es von besonderer Bedeutung, die eingesetzten Produkte den zum Färben vorgesehenen Faserzusammensetzungen anzupassen. So werden Energie und andere Ressourcen verbrauchende Korrekturen der Färbungen vermieden. Gefärbt werden können die Faserflocke, das Garn und alle Arten von textilen Flächengebilden. Je früher im Herstellungsprozess gefärbt wird, desto besser können Unregelmäßigkeiten im Endprodukt ausgeglichen werden. Zur Erzeugung von Mustern beim Weben werden gefärbte Garne benötigt. Flächige Textilien werden gefärbt um eine einheitliche Oberfläche (Egalität) aufzuweisen und um individuelle Farbtöne in kleinen Mengen erzeugen zu können.

Die Färbeverfahren werden eingeteilt in diskontinuierliche (Ausziehverfahren), kontinuierliche (Auftragsverfahren) bzw. semikontinuierliche Verfahren wie das Kalt-Klotz-Verweilverfahren (KKV). Im Ausziehverfahren werden die Farbstoffe in Wasser gelöst oder dispergiert. Während eines definierten Zeit/Temperaturverlaufs sowie kontrollierter Bewegung des Materials und/oder der Flotte zieht der Farbstoff gleichmäßig auf das Material, und wird zumeist im selben Färbebad auf der Faser fixiert. In Abhängigkeit von dem Substrat- bzw. Farbstoff-System können textile Hilfsmittel den Prozess vereinfachen. Bei dem Auftragsverfahren dagegen wird das Textil in einem ersten Schritt mit einer Flotte imprägniert, die den Farbstoff und die benötigten Hilfsmittel enthält, wobei die Applikation z.B. in einem Foulard passiert, in dem mit einer Quetschwalze definiert entwässert wird. Als Alternative zum Foulard hat sich die Pflatsche insbesondere bei der PES-Färbung im Thermosol-Verfahren von Baumwolle/PES-Mischgeweben als geeignet erwiesen.

Abbildung 1: Färbeverfahren. Quelle: Leitfaden „Effiziente Energienutzung in der Textilveredelung“.



Beim *Semikontinueverfahren* erfolgt die Imprägnierung der Ware im Foulard kontinuierlich, die Fixierung des Farbstoffs zu einem späteren Zeitpunkt ebenfalls kontinuierlich oder diskontinuierlich. Ein Beispiel für das Semikontinueverfahren ist das sogenannte Klotz-Kalt-Verweilverfahren, bei dem Baumwolle mit Reaktivfarbstoffen gefärbt wird. Nach dem Klotzen der Baumwolle mit der Flotte wird das Textil auf eine Kaule gewickelt und über mehrere Stunden rotierend bei Raumtemperatur gelagert. Anschließend erfolgt das Auswaschen des nicht fixierten Farbstoffs auf einer Breitwaschmaschine oder einem Baumapparat.

Bei der kontinuierlichen Färbung bedeutet eine Verringerung des Flottenvolumens in der Regel auch eine Verringerung des Energieeinsatzes, da das Flottenvolumen häufig aufgeheizt werden muss.

Bei der diskontinuierlichen Färberei treten große Energieverluste bei Badwechseln auf. Während die Verwendung von Abwasserwärmetauschern in Verbindung mit einem Speicherbecken mittlerweile üblich ist, bestehen bei der Flottenvorbereitung Verbesserungspotentiale.

### **3.3 Waschprozesse**

Zur Verbesserung der Färbeergebnisse muss an die Färbung ein Waschprozess angeschlossen werden, um nicht den an die Faser gebundenen Farbstoff abzuwaschen. Bei wechselnden Warengewichten erfolgt häufig keine Anpassung, so dass insbesondere bei leichten Qualitäten oder hellen Färbungen mit zu viel Wasser gewaschen wird. Zur Einsparung von Frischwasser ist im Gegensatz zur Vorbehandlung bei der Anpassung der Wassermenge zusätzlich zum Warengewicht die Farbtiefe zu berücksichtigen. Je nach Artikelsortiment kann eine feinere oder gröbere Abstufung der Wassermengen sinnvoll sein. Auch ist eine Entkopplung der ersten Waschstufe sinnvoll. Wird hier ein eigener Frischwasserzufluss eingerichtet, kann der Zulauf zu den anderen Abteilen stark verringert werden, da die Hauptschmutzfracht im ersten Abteil abgeführt wird.

Bei der diskontinuierlichen Färberei besteht häufig in den Spülprozessen Einsparungspotential. 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.

Weiterhin vielfach möglich ist die Verwendung des letzten heißen Spülbades für den Ansatz des Färbebades.

Grundsätzlich ist bei allen Färbeverfahren zu beachten, dass eine effiziente Wärmebereitstellung erfolgt. Neben der Kesseleffizienz 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 Einsparpotential in der Färberei ist auch die Isolierung der Maschinen. Durch eine Verringerung der Abstrahlverluste durch eine entsprechende Isolierung der Aggregate und auch der Leitungen lässt sich Energie einsparen und das Arbeitsklima an den Maschinen verbessern. 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.

### **3.4 Spannrahmen Trocknungsprozesse**

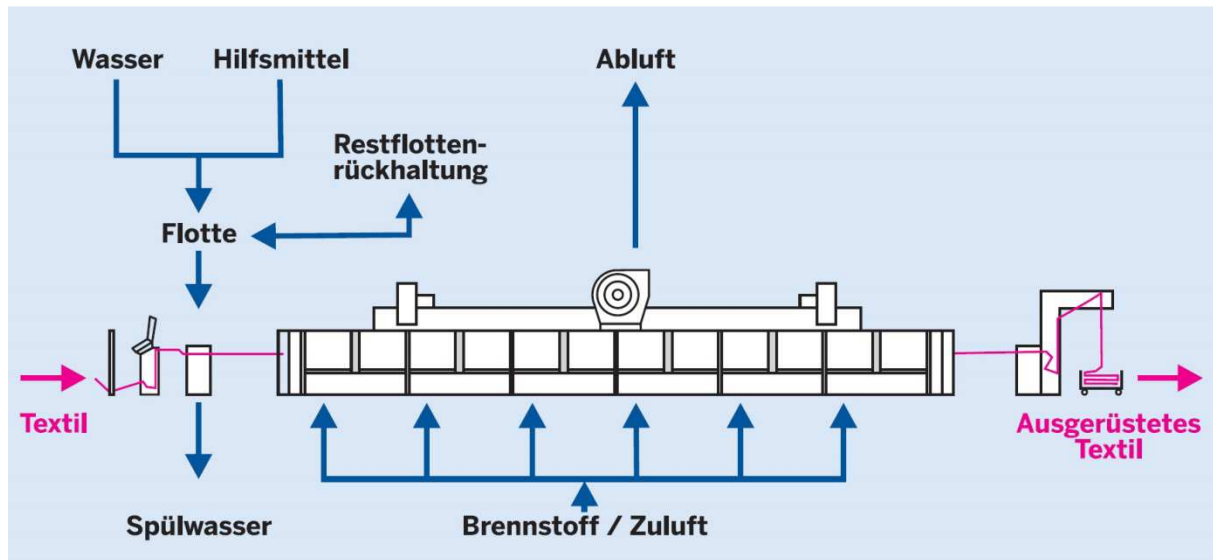
Im Spannrahmen wird nicht nur getrocknet sondern die Ware erhält durch Spannen und Fixierung mit Heißluft ihre endgültige Breite, womit das Flächengewicht beeinflusst werden kann.

Am Spannrahmen werden diverse Veredlungsprozesse durchgeführt, die der Nachbehandlung von Färbungen und Drucken, der optischen Veränderung von Oberflächen, der Verbesserung der Trage- und Pflegeeigenschaften, Einarbeitung spezieller Funktionen des Textils, der Stabilisierung von Flächengebilden und der

Verdichtung bzw. Veränderung der Durchlässigkeit für gasförmige und flüssige Medien dienen. Neben der klassischen Appretur kommen im zunehmenden Maße auch Beschichtungsprozesse zum Einsatz, wobei die eingesetzte Chemie immer höhere Anforderungen an Verbrauchs- und Umwelteigenschaften zu erfüllen hat.

Spannrahmen finden in einer Vielzahl von Prozessen Anwendung. Die Funktionsweise zeigt die folgende Abbildung.

Abbildung 2: Spannrahmen ohne Wärmerückführung. Quelle: Leitfaden „Effiziente Energienutzung in der Textilveredelung“.



Grundlegende Unterschiede bestehen in Breite und Anzahl der Felder, direkter oder indirekter Beheizung und der (Ab-)Luftführung. 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 entsprechender Länge des Spannrahmens kann mit geringeren Temperaturen gefahren werden, das Textil verlässt dann den Rahmen mit geringerer Temperatur, somit wird der Wärmeverlust über das Gut reduziert und eine Kühlung der Ware ist ebenfalls nicht erforderlich.

Beheizt wird direkt über Brenner oder indirekt mittels Heißwasser, Dampf oder Thermoöl. Indirekte Beheizung wird insbesondere bei empfindlichen Qualitäten und hohen Anforderungen an den Weißgrad verwendet. Nachteil der indirekten Beheizung ist der niedrigere Gesamtwirkungsgrad, der sich aus dem Wirkungsgrad des Dampf- oder Ölkessels und dem des Wärmetauschers zusammensetzt.

Die Art der Beheizung hängt unter anderem auch vom erforderlichen Einsatzbereich ab. Die Direktbefuerung deckt einen Temperaturbereich von 100 - 250°C ab, Dampfbeheizung je nach Druck einen Bereich von 100 - 300°C und Thermoöl kann von 250 - 400°C eingesetzt werden. Der Vorteil des Thermalöls im Vergleich zum Dampf oder Heißwasser ist ein nahezu druckloses System und ein geringerer Primärenergiebedarf. Nachteil ist die potentielle Brennbarkeit des Öls.

Als problematisch bei direkter Beheizung über Gasbrenner erweist sich immer wieder die Einstellung der korrekten Verbrennung. Regelmäßige Kontrolle der Luftfilter und der Brennereinstellungen vermeiden ein zu geringes Luft-Gas-Verhältnis.

Beim Trocknungsprozess wird Feuchtigkeit auf der Warenoberfläche verdampft und gleichzeitig Feuchtigkeit aus dem Inneren abgetrocknet. Dabei erschwert eine trockene Zone ohne kapillare Flüssigkeitsleitung die Trocknung, sodass die Gewebetemperatur steigt. Grundsätzlich sind mehrere Arten der Trocknung möglich, die verschiedene Vor- und Nachteile haben. Häufig eingesetzt sind Konvektions- und Kontakt Trocknung.

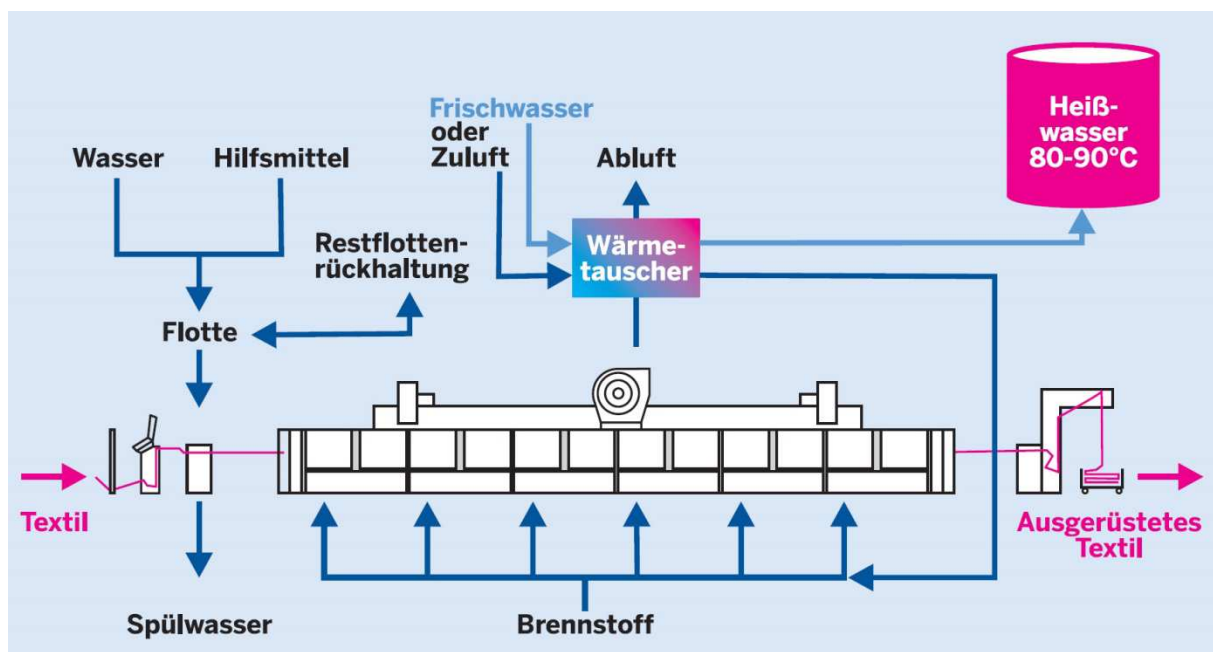
Beide Trocknungsarten werden häufig in Kombination genutzt, so dass es zu einem guten Wärmeübergang und einem guten Feuchtigkeitsabtransport kommt. Zunehmend angewendet wird auch die Strahlungstrocknung mittels Mikrowellen-, Infrarot-, Hochfrequenzstrahlung.

Großes Einsparungspotential ergibt sich durch die Steuerung der Abluftmenge, der Warenfeuchte und Nutzung der Abluftwärme. Eine genaue Anpassung der Abluftmenge an die erforderlichen Prozessparameter verhindert den Wärmeausstrag. Als Regelgröße bietet sich die Abluftfeuchte an.

In Bezug auf die Warenfeuchte ist der Energieverbrauch direkt von der Restfeuchte der Ware abhängig. Je besser die Ware vor der Spannrahmen-Passage entwässert wird, desto weniger Energie ist zur Trocknung erforderlich. Eine weitere Stellgröße ist die Trocknungstemperatur, denn insbesondere leichte Qualitäten lassen sich energiesparend bei tieferen Temperaturen trocknen.

Betrachtet man die Energiemenge der Abluft, ist ein großes Energiepotential vorhanden. Dieses kann entweder über Luft-Luft-Wärmetauscher in den Spannrahmen zurückgeführt oder über Luft-Wasser-Wärmetauscher zur Vorwärmung von Prozesswasser verwendet werden, wie nachfolgende Abbildung zeigt.

Abbildung 3: Spannrahmen mit Wärmerückgewinnung. Quelle: Leitfaden „Effiziente Energienutzung in der Textilveredelung“.

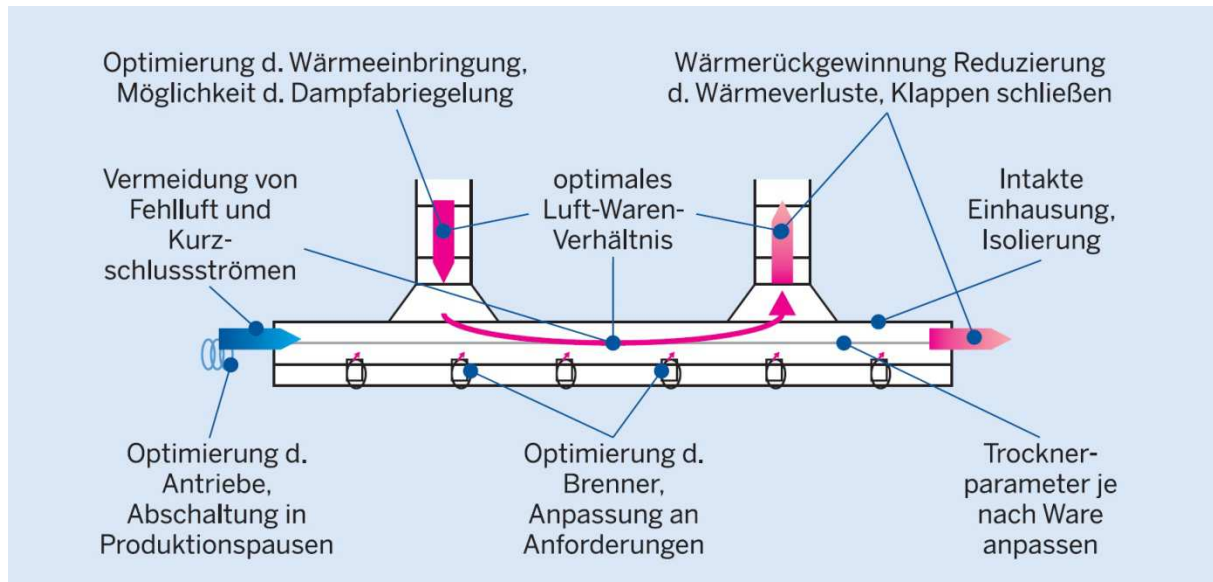


Weitere Potentiale ergeben sich in Bezug auf die regelmäßige Kontrolle der Isolierung. Insbesondere nach der Wartung und Instandhaltung werden aufwändige Bestandteile der Isolierung nicht wieder richtig angebracht. Wie schon bei den Waschmaschinen führt eine Abschaltung oder Reduzierung der Lüfterleistung, bei stehender Ware zu

hohen Einsparpotentialen. Dies gilt ebenso bei Spannrahmen mit Thermoöl, Dampf oder Heißwasserbeheizung für die Pumpen.

Die folgende Abbildung fasst die Energieeffizienzpotentiale am Spannrahmen zusammen.

Abbildung 4: Energieeffizienzpotentiale am Spannrahmen. Quelle: Leitfaden „Effiziente Energienutzung in der Textilveredelung“.



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 Einsparpotential liegt.

### 3.5 Querschnittstechniken

Unter Querschnittstechniken werden alle Energieumwandlungsanlagen zusammengefasst, die für die Versorgung eines Betriebes mit Dampf, Druckluft, Strom, Heizmedien, Beleuchtung und Frischluft eingesetzt werden. In der Textilindustrie haben diese Anlagen einen maßgeblichen Anteil am Energieeinsatz und bieten ein beträchtliches Optimierungspotenzial in folgenden Bereichen:

- Dampf-, Warmwasser- und Thermoölversorgung
- Heizungs- und Lüftungsanlagen
- Kälteerzeugung, Kühlung und Klimatisierung
- Wärmerückgewinnung
- Druckluft
- Elektrische Antriebe und Pumpen
- Beleuchtung
- Kraft-Wärme-Kopplung und erneuerbare Energien
- Gebäude: Umbau und Neubau

Die in der Textilindustrie eingesetzten Querschnittstechniken finden grundsätzlich auch in anderen Branchen Verwendung, wenn auch im Folgenden auf die speziellen Erfordernisse in der Textilindustrie eingegangen wird.

### **3.5.1 Dampf-, Warmwasser- und Thermoölversorgung**

In der Textilindustrie werden in der Regel die Wärmeträger Dampf, Thermoöl oder Warmwasser bzw. Luft eingesetzt. Die Bereitstellung von Dampf, Thermoöl und Warmwasser erfolgt über zentrale Kessel. Das Spektrum der eingesetzten Kessel reicht von neuen, über teilmodernisierte bis hin zu ca. 15-20 Jahre alten Dampferzeugungsanlagen. Hieraus ergibt sich teilweise ein Potential zur Kesselerneuerung bzw. Modernisierung, da heutige Kessel mit automatischen Steuerungen und effizienter Peripherie weniger Energieverluste aufweisen als ältere Systeme.

Durch Veränderungen in der Produktion bzw. bereits umgesetzte Energieeffizienzmaßnahmen sind die Kessel häufig überdimensioniert. Die geringe Kesselauslastung führt zu einem ungünstigen Regelverhalten und entsprechenden Energieverlusten sowie zu erhöhtem Verschleiß und Instandhaltungsaufwand.

Oft entsprechen die erzeugten Drücke bzw. Temperaturen nicht dem jeweiligen Bedarf der angebundenen Verbraucher. Hierdurch ergeben sich entsprechende Verluste bei der Erzeugung bzw. Verteilung von Wärme. So kann darüber nachgedacht werden, ob als Ergänzung zum Drucknetz auf niederem Niveau eine dezentrale Versorgung einzelner Anlagen auf hohem Druck- bzw. Temperaturniveau sinnvoll ist, um eine weitere Parameteroptimierung der zentralen Versorgungsanlage gewährleisten zu können.

Wichtig ist auch eine optimale Wärmedämmung der Wärmeerzeuger, Rohrleitungen des Versorgungsnetzes sowie angebundener Produktionsanlagen. So können an Armaturen, Ventilen bzw. Flanschverbindungen spezielle Isoliermanschetten eingesetzt werden, welche bei Wartung und Instandhaltungsarbeiten leicht entfernt bzw. anschließend wieder angebracht werden können.

Insbesondere hohe Abgastemperaturen am Kessel führen zu großen Wärmeverlusten. Diesbezüglich werden bereits vielfach sogenannte Economizer zur Speisewassererwärmung durch Abkühlung der Kesselabgase eingesetzt. Durch Einbindung zusätzlicher Abgaswärmeüberträger kann benötigtes Kesselzusatzwasser bzw. Produktionswasser erwärmt werden.

Potenziale im Bereich der Speisewasseraufbereitung werden vor allem in der Einführung neuerer Techniken gesehen. Aufgrund unzureichender Speisewasserqualität kann es an Dampfkesseln zu hohen Abschlamm- und Absalzmengen kommen. In diesem Zusammenhang sollten Möglichkeiten einer Wärmerückgewinnung zur Vorwärmung von Kesselzusatz- bzw. Prozesswasser untersucht werden. Zusätzlich kann die Wasseraufbereitung bzw. -überwachung an die jeweiligen Gegebenheiten angepasst und der Abschlamm- bzw. Absalzvorgang bedarfsabhängig geregelt werden.

Die bei der Kondensatentspannung bzw. der Speisewasserentgasung entweichenden Brüden können durch Einbindung geeigneter Brüdenkondensatoren zur Speisewasser- bzw. Prozesswassererwärmung genutzt werden. Prinzipiell sollte stets eine möglichst hohe Kondensatrücklaufmenge angestrebt. Dies ist allerdings aufgrund des teilweise direkten Dampfeinsatzes nur bedingt möglich.

Im Bereich der Brennerregelung wird das größte Einsparungspotential gesehen. Durch den Einsatz einer O<sub>2</sub>-Brennerregelung an Dampf- bzw. Thermoölkesseln lassen sich der Luftüberschuss bei der Verbrennung und somit die Wärmeverluste über den Abgasstrom auf den notwendigen Mindestwert reduzieren.

### **3.5.2 Heizungs- und Lüftungsanlagen**

In der Textilindustrie ist der Heizwärmebedarf in den Produktionsbereichen aufgrund des hohen Wärmeeintrags durch Produktionsanlagen verhältnismäßig gering. In der Regel erfolgt die Raumwärmeversorgung entweder über ein zentrales Heizungsnetz oder über dezentrale Warmluft erzeuger bzw. Heizstrahler. Als Energieträger werden hauptsächlich Erdgas, Heizöl und Fernwärme eingesetzt. Optimal wäre es, wenn der benötigte Heizwärmebedarf durch Abwärme bereitgestellt wird. Dies erfolgt häufig zum Beheizen der Büroräume, wobei hier vielfach noch Optimierungspotential besteht.

Um Zugluft und einhergehende Wärmeverluste zu vermeiden, sollten Hallentore und Oberlichter während der Heizperiode geschlossen werden. Ist dies aus betrieblichen Gründen nicht möglich, sollten Luftschleusen oder Torluftschleier installiert werden. Häufig frequentierte Tore sollten als Schnellauftore ausgeführt werden.

In vielen Betrieben sind Lüftungsanlagen überdimensioniert und werden unabhängig vom jeweiligen Frischluftbedarf betrieben. In Bereichen in denen ein variabler Volumenstrom aus produktionstechnischen Gründen erforderlich ist, werden häufig Drall-, Drossel- und Bypassregelungen eingesetzt.

Die Umstellung auf eine bedarfsgerechte Regelung über Frequenzumrichter wird als sinnvoll erachtet.

Zur Wärmerückgewinnung an Lüftungsanlagen können entweder Platten-, Regenerativ- oder Rotationswärmetauscher eingesetzt werden. Regenerativwärmetauscher liefern den höchsten Wärmerückgewinnungsgrad mit ca. 90 %. Wegen ihrer hohen Investitionskosten werden sie nur selten eingesetzt. Rotationswärmetauscher sind deutlich kostengünstiger und weisen Wärmerückgewinnungsraten von rund 80% zwischen Zu- bzw. Abluftstrom auf. Die Rückgewinnungsrate bei Plattenwärmetauschern mit etwa 60 % ist deutlich geringer.

### **3.5.3 Kälteerzeugung, Kühlung und Klimatisierung**

In Textilbetrieben wird Kälte sowohl zur Raumklimatisierung als auch bei verschiedenen textilen Prozessen eingesetzt und spielt daher insbesondere in den Spinnereien und Webereien eine wichtige Rolle.

Je nach erforderlicher Kühltemperatur und Temperaturniveau des zu kühlenden Prozesses (Wärmesenke) ist eine Kühlung im Rahmen einer Wärmerückgewinnung möglich. Diesbezüglich kann bei einer ausreichender Durchflussmenge Brauch- bzw. Kesselzusatzwasser zur Kühlung eingesetzt und gleichzeitig (geringfügig) vorgewärmt werden. Die Kühlung textiler Prozesse erfolgt in der Regel über einen zentralen Kühlwasserkreis. Hierzu werden weitestgehend Nasskühltürme oder Hybridkühler eingesetzt. Kälteanlagen werden nur in Einzelfällen zur Kühlung reaktiver Flotten eingesetzt. Kühlwasserpumpen bzw. Drosselventile an den Produktionsanlagen werden häufig manuell angesteuert. Im Rahmen einer automatisierten, bedarfsgerechten Regelung der Kühlwasserpumpen über Frequenzumrichter kann der Stromeinsatz für Kühlanwendungen reduziert werden. In diesem Zusammenhang sollten die für die

Produktion erforderlichen Mindestparameter definiert und als Führungsgröße der Regelung verwendet werden.

In der Textilindustrie kommt es insbesondere durch warme Abluft, Abgas bzw. Abwasser zu hohen Abwärmeströmen.

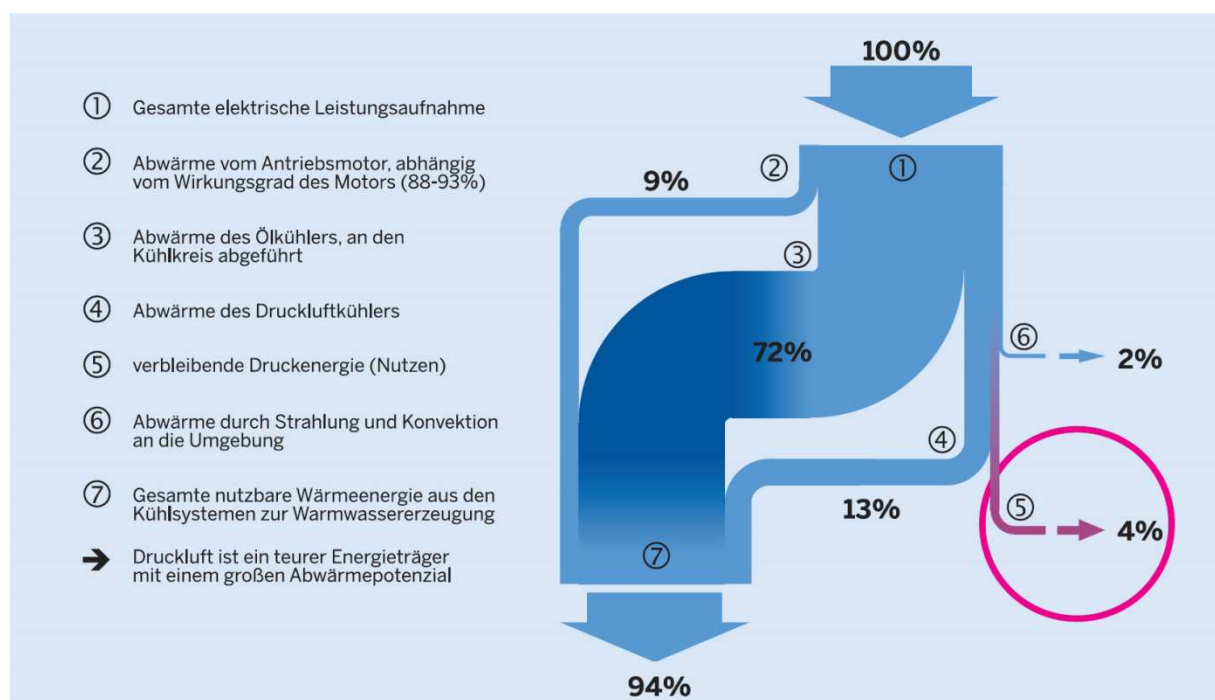
Ein Teil des über das Abwasser abgeführten Wärmestromes kann durch Einbindung geeigneter Wärmetauscher wie z.B. Platten-, Rohrbündelwärmetauscher oder Rohrschlangen zurück gewonnen und beispielsweise zur Prozesswassererwärmung genutzt werden, wobei jedoch die Verschmutzung einzelner Betriebsabwasserströme mitberücksichtigt werden muss. In vielen Textilunternehmen ist die Umsetzung eines Nahwärmenetzes zur Erwärmung von Prozesswasser über zur Verfügung stehende Abwärme sinnvoll. Eine optimale Ausnutzung der Temperaturniveaus verschiedener Abwärmequellen kann durch Trennung warmer und kalter Wärmeströme erreicht werden. Wärmetauscher sollten direkt an den jeweiligen Wärmequellen wie z.B. an Wasch- oder Färbearanlagen installiert werden, damit eine vorherige Abkühlung des Abwassers durch Durchmischung verhindert werden kann.

### 3.5.4 Druckluft

Die Druckluftbereitstellung verbraucht in Textilunternehmen einen großen Anteil des Stromverbrauches aus. Somit ist Druckluft eine sehr kostenintensive Energieform. Wie in folgender Abbildung dargestellt, werden lediglich rund 4% der bei der Druckluftherzeugung aufgewendeten elektrischen Energie in Nutzenergie umgewandelt. Die restlichen 96% werden in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben.

Ein großer Teil der zur Verfügung stehenden Abwärme kann im Rahmen einer Wärmerückgewinnung genutzt werden. Durch die Wärmerückgewinnung aus warmer Druckluft vor der Druckluftaufbereitung kann, neben der direkten Einsparung von Prozesswärme, eine deutliche Entlastung des Drucklufttrockners erreicht werden.

Abbildung 5: Energieverluste bei der Druckluftherzeugung. Quelle: Leitfaden „Effiziente Energienutzung in der Textilveredelung“.





Weiters ist darauf zu achten, dass die Verluste im Druckluftsystem minimiert werden der Einsatz des Kompressors optimiert wird (Speicher, Frequenzsteuerung, Betriebsdruck) und Druckluft nicht für falsche Anwendungen verwendet wird (Druckluftantrieb, Schmutzentfernung, Luftbefeuchtung etc.).

### **3.5.5 Elektrische Antriebe**

Bei elektrischen Antrieben liegt der Energiekostenanteil an den Lebenszykluskosten über 95%. Daher ist, insbesondere beim Austausch defekter Antriebe, der Einsatz energieeffizienter Motoren und die Optimierung der Antriebsregelung zu empfehlen.

Die Dimensionierung und die damit verbundene Auslastung eines Elektromotors haben erheblichen Einfluss auf die Energieeffizienz der jeweiligen Anlage. Zu groß dimensionierte Motoren arbeiten in einem Bereich mit schlechtem Wirkungsgrad und niedrigem Leistungsfaktor. Daher ist bei der Anschaffung von Motoren stets auf eine Dimensionierung zu achten, die auf die tatsächlichen Bedürfnisse abgestimmt ist.

Anlagen mit variabler Drehzahl sollten bedarfsabhängig über einen Frequenzumrichter geregelt werden. Neben der erhöhten Effizienz ergeben sich teilweise produktionstechnische Vorteile durch die verbesserte Regelgenauigkeit der jeweiligen Anlage.

### **3.5.6 Pumpen**

Bedingt durch Wasch- bzw. Färbeprozesse, aber auch in den Bereichen der Heizwärmeverteilung, Dampferzeugung und Brunnenwasserförderung ist in Textilunternehmen eine große Anzahl an Pumpen zu finden. Diese sind häufig aus historischen Gründen überdimensioniert bzw. arbeiten in einem ungünstigen Betriebspunkt. Insbesondere beim Austausch defekter Pumpen wird diesbezüglich großes Potential gesehen. Auch durch Optimierung des Rohrleitungssystems sind Energieeinsparungen möglich.

Insbesondere in historisch gewachsenen Textilunternehmen besteht ein hohes Einsparpotential im Bereich des Rohrleitungssystems. Durch geringe Leitungsquerschnitte, große Leitungslängen, verwinkelte Rohrleitungen mit einer Vielzahl von Formstücken, aber auch durch Ablagerungen oder Korrosion an den Rohrwandungen werden hydraulische Widerstände und einhergehende Strömungsverluste begünstigt. Diesbezüglich sollten betreffende Leitungsbereiche begradigt und raue durch hydraulisch glatte Leitungen ersetzt werden. Warme Versorgungsleitungen (z.B. von Heißwasser oder Thermoöl) sollten mit einer ausreichenden Wärmedämmung ausgestattet sein.

### **3.5.7 Beleuchtung**

Die in der Textilindustrie eingesetzten Beleuchtungssysteme sind häufig aus energiewirtschaftlicher Sicht verbesserungswürdig. Insbesondere bei der Neuplanung und Modernisierung von Produktions- und Lagerbereichen bzw. Verwaltungsgebäuden können Energieeinsparpotentiale von bis zu 80% erreicht werden. Neben der erhöhten Lichtausbeute und einhergehender Energiekosteneinsparung kann die Lichtqualität der Beleuchtung durch die Implementierung gezielter Maßnahmen erhöht werden. Wichtig ist jedoch zu erwähnen, dass auf die unterschiedlichen Anforderungen an die Lichtqualität der Arbeitsbereiche und Tätigkeiten Rücksicht genommen werden muss.

### **3.5.8 Kraft-Wärme-Kopplung**

In Textilbetrieben werden hauptsächlich Motorblockheizkraftwerke (MB-HKW), Gasturbinen oder Dampfturbinen eingesetzt. Ob die Anlagen wärme- oder stromgeführt werden hängt von den betrieblichen Gegebenheiten ab. Eine Effizienzoptimierung ist innerhalb eines Gesamtenergiekonzeptes möglich.

### **3.5.9 Solarthermie**

Bei der Planung solarthermischer Anlagen sollte neben dem Aufstellort das Wärmebedarfsprofil des Unternehmens untersucht werden. Typische Anwendungen sind Brauchwassererwärmung oder Heizungsunterstützung. Dabei gilt aber zu berücksichtigen, dass sich häufig die Realisierung einer Wärmerückgewinnung an Produktions- oder Nebenanlagen als wirtschaftlichere Alternative herausstellt.

### **3.5.10 Wärmepumpen**

Mit Wärmepumpen kann Wärme von einem niedrigeren Temperaturniveau auf ein höheres Temperaturniveau angehoben werden. Als Wärmequellen kommen das Erdreich, Grundwasser, Luft, aber auch Abwärme in Betracht.

In vielen Unternehmen sind Abwärmequellen bekannt, welche aufgrund des geringen Temperaturniveaus nur bedingt im Rahmen einer Wärmerückgewinnung eingebunden werden können. Diesbezüglich ist der Einsatz von Wärmepumpen zur Anhebung des Temperaturniveaus möglich. Das Verhältnis zwischen nutzbarer Heizwärme einer Wärmepumpe und aufgewendeter Verdichterleistung wird mit der Leistungsziffer beschrieben und ist somit ein Maß für die Effizienz der Wärmepumpe. Da die Leistungsziffer mit zunehmendem Temperaturhub und steigender Nutztemperatur abnimmt, sollten Anwendungen mit geringer Temperaturanhebung vorgezogen werden.

### **3.5.11 Photovoltaik**

Die Erzeugung regenerativen Stroms durch eine Photovoltaikanlage ist bei geeigneten Standortbedingungen überlegenswert, da solche Anlagen nahezu wartungsfrei sind, weil sie keine beweglichen Teile enthalten. Allerdings wird auch das eingesetzte Kapital über diesen langen Zeitraum bei vergleichsweise langen Amortisationszeiten gebunden. Die Photovoltaikanlage kann unabhängig von der eigentlichen Produktion installiert werden und ist nur abhängig von der Größe der geeigneten Dachfläche und den zur Verfügung stehenden finanziellen Mitteln.

### **3.5.12 Organisatorische und allgemeine Maßnahmen**

Neben allen technischen Anstrengungen zur Reduktion des Energiebedarfs spielt ein umsichtiger Umgang mit Energie eine wichtige Rolle. Oft führen schon kleine Anpassungen im Arbeitsablauf oder bewusstes Abschalten von nicht benötigten Geräten zur Einsparung von Energiekosten. Solche organisatorische Maßnahmen kommen meistens ohne Investitionen oder nur mit geringen Investitionen aus. In den meisten Unternehmen bestehen zahlreiche Möglichkeiten, den Energiebedarf durch organisatorische oder gering-investive Maßnahmen zu senken. Neben allen technischen Anstrengungen zur Reduzierung des Energiebedarfes spielt insbesondere ein energiebewusstes Verhalten sämtlicher involvierter Personen – Personal – eine wichtige Rolle bei der Energieeinsparung.

## 4. Trends

### 4.1 Zukunftsmärkte

Wie bereits in den letzten Jahrzehnten wird sich die Textilindustrie in Europa und somit auch in Österreich weiter verändern. Der Trend der Internationalisierung der Prozessketten wird weiter bestehen. Österreichische Unternehmen werden daher einerseits im Produktdesign und andererseits in der Produktentwicklung eine wichtige Rolle spielen. Die Konzentration insbesondere auf technische Textilien wird sich verstärken. Damit werden völlig neue Märkte entstehen. Auch funktionelle Textilien, die in verschiedenen Segmenten eingesetzt werden können, werden in Zukunft verstärkter auf den Markt kommen.

Darüber hinaus muss man sich die Frage stellen, ob im Textilbereich die derzeitigen Verarbeitungsketten weiter bestehen werden können, wie nachfolgender Artikel drastisch vor Augen führt:<sup>4</sup>

### **3D-GEDRUCKTE MODE WIRD DEN MARKT REVOLUTIONIEREN**

*Das Wort „Revolution“ hat durch inflationären Gebrauch ein wenig an Bedeutung verloren. Selten war es aber angebrachter als bei der Entwicklung, die sich für die Mode- und Textilindustrie abzeichnet. Die Erfindung maschineller Webstühle oder elektrischer Nähmaschinen ist dagegen relativ unbedeutend.*

*Was auf die Produzenten, den Handel und die Konsumenten zukommt, klingt nach Science Fiction, ist aber nicht mehr als die logische Konsequenz aus den fortschreitenden technischen Möglichkeiten des 3D-Drucks, des 3D-Scans und des Internets. Kleidung kommt demnächst nicht mehr aus der Textilfabrik über den Einzelhandel zum Verbraucher. Sie kommt über das Internet zu ihm und wird bei ihm zuhause so ausgedruckt, dass sie perfekt zu ihm passt.*

*Die 3D-Drucktechnologie vermag in dieser Branche einiger ihrer wichtigsten Trümpfe auszuspielen. Der individuelle Nutzen ist über die optimale Passform für den Konsumenten gegeben. Maßgeschneidert und nicht von der Stange. Und immer perfekt für den persönlichen Typ optimiert. Haute Couture für jedermann. Auch die Umwelt profitiert: Transportwege entfallen ebenso wie die bei der Produktion anfallenden Textilabfälle.*

*Voraussetzung sind 3D-Drucker, die mit den gewünschten Materialien umgehen können. Auch wenn es daran heute noch hapert, es ist mehr als ein Anfang, der bereits gemacht wurde.*

*Wie Kleidungskauf demnächst funktionieren könnte, zeigen folgende Schritte:*

- 3D-Scan des eigenen Körpers
- Erstellung eines Avatars
- Online-Anprobieren
- Online-3D-Laufsteg mit dem eigenem Avatar evtl. auch mit VR-Reality-Brille
- Online-Typberatung und Kleidungsvorschläge
- Onlineshopping des 3D-Modells
- 3D-Druck des Modells

---

<sup>4</sup> <http://www.3d-druck-solingen.de/3d-druck-in-branchen/mode-und-textilindustrie/>, abgerufen am 20. Mai 2016.

## **4.2 Thematische Schwerpunkte**

### **4.2.1 Technische Textilien**

Technische Textilien haben in der österreichischen Textilindustrie eine ganz besondere Bedeutung: Mit einem Umsatzanteil von knapp 50% nehmen technische Textilien bereits denselben Stellenwert wie Bekleidungs- und Heimtextilien ein – damit ist Österreich europaweit führend. Diese Tatsache bestätigt den Innovationscharakter der österreichischen Textilunternehmen. Technische Textilien beinhalten ein breites Spektrum an ganz verschiedenen Produkten: Schutztextilien, Textilien zum Einsatz in der Industrie, Medizintextilien, Textilprodukte für Baukonstruktionen, Innenausstattung für Automobil und Luftfahrt, und andere spezielle Anwendungen.

### **4.2.2 Verstärkter Umweltgedanke**

Im Bereich der Textilien für Bekleidung wird der Umweltgedanke vermehrt an Bedeutung gewinnen. Dabei wird anhand von Lebenszyklusanalysen die gesamte Prozesskette, also vom Rohstoff, über die Herstellung, die Nutzung bis zum Wiederverwerten und Entsorgen betrachtet werden. Inwieweit die Transportwege, die heute bei vielen Produkte sehr lang sind und daher entsprechende Umweltbeeinflussungen hervorrufen, dadurch geändert werden, hängt stark von den politischen Rahmenbedingungen ab.

## **5. Bedarf der Industrie**

### **5.1 Energieträger, Rohstoffe**

Wie bereits oben erwähnt wird die Kreislaufschließung sowohl aus stofflicher als auch energetischer Sicht vermehrt an Bedeutung gewinnen. Die Nutzung von Abwärme sowohl innerbetrieblich als auch für Auskopplung in Nah- und Fernwärmenetze wird zunehmen. Dabei können die Abwärmern an vielen Stellen in den Textilbetrieben, wie oben beschrieben, ausgekoppelt werden. Gas spielt derzeit neben Strom die wichtigste Rolle. Beide Energieträger können auf erneuerbare umgestellt werden.

Was die Rohstoffe betrifft, werden auch in Zukunft die breite Palette von Natur- und Kunstfasern Verwendung finden, wobei die Markt- und Funktionalanforderungen die Mengen bestimmen werden. Darüber hinaus muss mit Hinblick auf die geplante Wiederverwertung bereits beim Aufbau der Textilien angesetzt werden, um ein effizientes Recycling zu ermöglichen.

### **5.2 FTI-Instrumente**

Aus derzeitiger Sicht werden alle Forschungs-, Technologie- und Innovations- (FTI) Instrumente in Anspruch genommen werden. Für kurzfristige Verbesserungen der Technologien als auch der Querschnittstechniken werden Demonstrationsanlagen und Förderung von Investitionen eine wichtige Rolle spielen. Hinsichtlich der Herstellung neuer Produkte wird darauf zu achten sein, dass neben den Produkteigenschaften auch der Energieverbrauch mitberücksichtigt werden muss.

### **5.3 Begleitmaßnahmen**

Österreich verfügt grundsätzlich über ein gutes Ausbildungssystem, welches jedoch mehrheitlich in Westösterreich angesiedelt ist. Bedingt durch die Kleinheit Österreichs sollte bei entsprechendem Willen auch Ostösterreich davon profitieren. Zu erwähnen ist auch die Installation der Stiftungsprofessur für Textile Verbundwerkstoffe und Technische Textilien an der Universität Innsbruck.<sup>5</sup>

## **6. Absehbare technologische Neuerungen**

### **6.1 Nach Ebene**

Wie in den Kapitel 3.4 und 3.5 beschrieben, gibt es sowohl bei den einzelnen Prozessschritten als auch bei den Querschnittstechniken verschiedene Möglichkeiten die Energieeffizienz zu verbessern und den Primärenergieverbrauch zu reduzieren.

### **6.2 Nach Technologiefeld**

- a) Optimierung bestehender und Entwicklung neuer energieeffizienter Produktionsprozesse: Bedingt durch die Tatsache, dass die Textilindustrie eine alte Industriesparte ist und daher über Jahrzehnte Verbesserungen durchgeführt wurden, steht die Optimierung der Prozesse derzeit im Vordergrund.
- b) Nutzung von Abwärme: Untersuchungen insbesondere in Deutschland haben gezeigt, dass ein großes Potential zur Nutzung von Abwärme bei nahezu allen Prozessschritten existiert. Details hierzu siehe Kapitel 3.4 und 3.5.
- c) Hocheffiziente (dezentrale) Stromerzeugung und -nutzung: Der Einsatz von KWK stellt ebenso wie die Installation von Photovoltaikanlagen ein Potential zur Reduktion der zugekauften Strommengen dar. Bei entsprechender Implementierung kann auch die Primärenergieeffizienz gesteigert werden.
- d) Industrielle Energiemanagementsysteme: Der Installation von Energiemanagementsystemen wird auch in der Textilindustrie ein entsprechendes Einsparungspotential zugeordnet, weil durch Energiemanagementsysteme Verluste und nicht geschlossene Kreisläufe bildhaft dargestellt werden können.

---

<sup>5</sup> <https://www.uibk.ac.at/newsroom/stiftungsprofessur-fuer-intelligente-textilien.html.de>, abgerufen am 20. April 2016