

7

Mechanische und chemische Ausrüstung von Vliesstoffen

Peter Hardt, Karl-Heinz Stukenbrock

7.1

Schrumpfen

7.1.1

Entstehen und Beseitigung von Verzügen

Vliesstoffe sind während ihrer Herstellung Zugbeanspruchungen vornehmlich in Längsrichtung ausgesetzt, so dass Verzüge auftreten. Da bei Nassverfestigung ein Trocknungsprozess unausweichlich ist, können Verzüge durch geeignete Maschinenparameter wieder gerichtet werden. Bei mechanischer Verfestigung (z. B. Nadeln) kann ein separater Schrumpfpprozess notwendig werden.

7.1.2

Gewolltes Schrumpfen

Die mit dem Schrumpfen zwangsläufig einhergehende Verdichtung macht man sich bei der Erhöhung von Flächengewicht, Dichte und Volumen gezielt zunutze. Als besonders wirkungsvoll hat sich die Zumischung von Schrumpffasern erwiesen, die in der Heizzone und bei Voreilung (Liefergeschwindigkeit ist höher als Abzugsgeschwindigkeit) zu einer Kompaktierung führen (Trocken-Hitze-Schrumpfung).

Sind nennenswerte Mengen an Naturfasern vorhanden, kann durch Heißwasserbehandlung, nach Abquetschen und spannungsfreiem Trocknen geschrumpft werden (Nassschrumpf). Vorteilhaft kann dieser auch in einer Dampfatmosfera erreicht werden. Durch Vernadelung schrumpfender und nicht schrumpfender Vliese lassen sich dekorative Reliefstrukturen erzeugen (Wand- und Fußbodenbeläge) [1].

7.2

Stauchen und Kreppen

7.2.1

Stauchen – das Clupakverfahren

Das Clupakverfahren ähnelt einem Sanforisierprozess, bei dem das Vlies zwischen einem bewegten Endlosgummiband und einem stehenden, verchromtem, heißen Zylinder unter Stauchung eingezogen wird. Bei gleichzeitiger Einwirkung von Hitze und Feuchte wird plastifiziert und fixiert. Besonders effizient lassen sich längsorientierte Vliese mit thermoplastischen Bindern behandeln, wohingegen kreuzgelegte und/oder mit hohen Anteilen an elastomeren Bindern vorfixierte Vliese die Effekte nahezu unmöglich machen.

7.2.2

Kreppen – das Micrexverfahren

Hier wird das Vliesmaterial von einer rotierenden, gerieften Transportwalze gegen einen starren Zylinder mit elastischem Führungsblech eingeführt und von einem schaberartigen Stauchkörper erfasst. Stauchen und entspannen wechseln ab, sodass sich Fein- und Grobcrepp erzeugen lässt. Flächengewichte und Flexibilität werden bis zu 50 % vergrößert. Besonders geeignet sind längsorientierte Krempevliesstoffe mit Flächenmassen zwischen 10–150 g/m².

7.3

Glätten, Kalandern, Pressen

Diese Prozesse dienen der Oberflächenveredlung durch Glättung und Mustergebung. Formpressen arbeiten diskontinuierlich, Kalandern (beheizbare, unter Andruck rotierende Walzenpaare) kontinuierlich.

7.3.1

Glätt- bzw. Rollkalander

Eine Glättung ist bereits bei der Vliesbindung möglich, wenn die Kontakttrocknung auf polierten, oft teflonisierten Zylindertrocknern erfolgt. Die Glättung dient z. B. der oberflächlichen Vereinheitlichung von Vliessporen für eine spätere Beschichtung (Kunstleder) [2].

7.3.2

Präge- oder Gaufrirkalander

Das Heißprägen von synthefaserhaltigen Vliesen mit Raster-, Punkt- und Stegdesigns führt durch Verschmelzung in den Gravurzonen zu einer erheblichen Ver-

festigung bzw. Versteifung, die man sich z. B. bei der Herstellung von Filtertüten, Servietten und Hygiene/Haushalttüchern zunutze macht (Papiervliesstoffe). Für Wandtapeten lassen Ciré-Prägungen durch verschiedenartig hohe Gravuren plastische Oberflächeneffekte entstehen. Durch unterschiedliche Farbgebung von erhabenen und vertieften Bereichen lassen sich Ledernarbungen, Gewebe-, Pinselstrich- oder Fliesenstrukturen darstellen.

Lamine und Sandwichartikel, wie sie oftmals in Eisenbahnwagen und Flugzeugen anzutreffen sind, lassen sich durch Verkleben thermoplastischer Lagen von Fasern, Fadengelegen oder Folien gegen nichtplastische Vliesbahnen erzeugen.

7.3.3

Muldenpressen

Das Muldenpressen ist die älteste Art der Oberflächenveredlung. Wollfilze erhalten nicht nur eine glatte Oberfläche und höheren Glanz, sondern darüber hinaus auch eine verbesserte Festigkeit.

7.3.4

Formpressen, Stanzen

Press- und Verformungsarbeiten sind bestimmende Veredlungsvorgänge in der Automobilzulieferindustrie. Mit Harzen und Härtern vorverfestigte Vliesstoffe werden unter Druck und Hitzeeinwirkung dreidimensional vernetzt. Autohimmel, Türverkleidungen, Radkästenabdeckungen und Hutablagen wären zu nennen. Die Formpresse wird hierbei auch als Stanze verwendet. Wird gleichzeitig ein dekorativer Oberstoff zukaschiert, entstehen Lamine bzw. Verbundwerkstoffe. Derartige Composites lassen sich auch sortenrein (z. B. aus 100 % PES) zwecks besserer Wiederverwertung einstellen [3].

7.4

Perforieren, Schlitzen, Brechen

Trotz aller Fortschritte in Vliesbildungs- und Bindungstechnik weisen Vliesstoffe im Bekleidungssektor des Öfteren einen zu steifen Griff auf, bedingt durch eingeschränkte Einzelfaserbeweglichkeit.

Es hat deshalb nicht an Versuchen gefehlt, die Drapierfähigkeit von Vliesstoffen zu verbessern.

7.4.1

Perforieren

Sticht man heiße Nadeln durch ein mit Harzen getränktes Vlies, so werden nicht nur Löcher erzeugt, sondern diese Öffnungen gleichzeitig stabilisiert (Heißver-nadeln).

420 | 7 Mechanische und chemische Ausrüstung von Vliesstoffen

7.4.2

Schlitzten

Geschlitzt wird durch messerbestückte Rundwalzen oder Rundmesser mit unterbrochener Schneide. Die ursprünglich für Folien entwickelte Technik wurde erfolgreich auf Einlagevliesstoffe übertragen, die im rechten Winkel dazu, mit streifenförmig aufgetragenen Heissiegelmassen bedruckt werden. Mit diesem flexiblen Design lassen sich selbst komplexe 3D-Strukturen störungsfrei und widerstandsfähig aufbauen (z. B. BH-Einlagen) [4].

7.4.3

Brechen

Das Brechen ist die älteste Methode einem textilen Flächengebilde Weichheit, Geschmeidigkeit und Drapierfähigkeit zu verleihen, mittels Walzen- oder Knopfbrechmaschinen.

7.5

Spalten, Schleifen, Velourieren, Scheren, Rauen

7.5.1

Spalten

In der Lederindustrie ist es üblich, dicke Häute mehrfach parallel zur Narbenseite zu spalten, um auf diese Weise eine größere, wenn auch dünnere Lederfläche zu bekommen.

Da entsprechend eingestellte Vliesstoffe vielfach anstelle von Leder eingesetzt werden, benutzt man auch hier das Spalten dicker, dichter und hochfester Lagen, um zu dünnen, geschmeidigen, lederähnlichen Flächengebilden zu gelangen (z. B. für Schuhinnenfutter und Täschnerwaren).

Spaltmaschinen führen ein Endlosbandmesser zwischen dem Spalt zweier Transportwalzen, der entsprechend der verwendeten Dicken justiert werden kann. Arbeitsbreiten von bis zu 2 m sind üblich. Bestgeeignet sind elastomergebundene Nadelvliesstoffe zwischen 500–1000 g/m², die sich auf bis zu 150 g/m² herunter spalten lassen.

Eine derartige Rollenware ist natürlich rationeller zu verarbeiten als unterschiedlich große Spaltleder von Tierhäuten.

7.5.2

Schleifen, Velourieren

Nach dem Spalten wird oft rollkalandert (s. Abschnitt 7.3.1) oder geprägt (s. Abschnitt 7.3.2) und/oder geschliffen bzw. geschmirgelt, wodurch dem Vliesstoff ein Velours- oder Wildledercharakter verliehen wird. Man benutzt mehrere Ma-

schinen und/oder mehrere Passagen hintereinander mit immer feineren Körnungen und kommt auf diese Weise zu samtig-weichen Oberflächen (Pfirsichhaut/*peachskin*).

7.5.3

Scheren, Rauhen

Rauen und Scheren erhöhen das Volumen, verbessern die Optik und Haptik von Vliesstoffen. Zum Einsatz kommen rotierende Messer- bzw. Kratzenwalzen. Nadelfilz-Bodenbeläge die mit Strukturierungsnadeln zwecks Erzeugung einer Schlingenstruktur traktiert wurden, können auf ein einheitlich gleichmäßiges Niveau zurück geschnitten und sogar mit einem velourartigen Warenbild ausgestattet werden [5, 6].

7.6

Sengen

Man versteht hierunter das Abflämmen abstehender Fasern von Nadelvliesstoffen. Die zu behandelnde Warenbahn wird an einer offenen Gasflamme (Gassenge) vorbeigeführt, wodurch eine glatte Oberfläche entsteht. Vliesstoffe für Staub- und Trockenfilter lassen sich auf diese Weise bedeutend leichter abreinigen.

7.7

Nähen, Steppen, Schweißen

Über derlei Verbindungstechniken werden Vliesstoffe zu Verbundwerkstoffen vereinigt. Während Nähen und Steppen als klassisch bezeichnet werden können, sind Schweißverfahren wie Wärmeimpuls, Ultraschall und Hochfrequenz neuere Entwicklungen.

7.7.1

Nähen und Steppen

Siehe hierzu Kapitel 8 „Konfektion von Fertigprodukten“.

7.7.2

Ultraschallschweißen

Beim Ultraschallschweißen wird Wechselstrom von 50 Hz über einen Oszillator auf bis zu 20 kHz gebracht und durch einen Konverter in mechanische Vibrationen umgewandelt. Von der Sonotrode (Hammer) werden diese mit einem Hub von 50–100 µm auf den Amboß geschlagen. Auf ein Rad übertragen lassen sich auch endlose Nähte realisieren. Das laufende Rad kann gleichzeitig die Schweiß-

stelle abtrennen (Trennschweißen). Geeignet sind thermoplastische Vliese bzw. mit Thermoplasten adhäsiv gebundene Vliesstoffe.

Von industrieller Bedeutung ist das Verfahren für die Herstellung von Teebeutel, Damenbinden, Slipenlagen, Kinderwindeln und Inkontinenzartikeln [7].

7.7.3

Hochfrequenzschweißen

In einem HF-Generator wird Wechselstrom von 50 auf 26,2 MHz transformiert. Die Moleküle thermoplastischer Kunststoffe mit Dipolcharakter und hohem dielektrischen Verlustfaktor werden in einem HF-Feld so schnell umgepolt, dass sie sich aneinander reiben und spontan schmelzen. Eine unter Druck fixierte Schweißnaht kühlt nach Abschalten des HF-Feldes ebenso spontan wieder ab. Die Verschweißung erfolgt stets im Takt, also diskontinuierlich. PVC-Materialien sind besonders geeignet. Durch entsprechende Formgebung der Schweißelektroden ist eine ornamentale Gestaltung möglich. Die Polsterung von Automobilsitzen wird über dieses Verfahren dauerhaft mit einem Oberstoff verbunden. Auch nicht thermoplastische Fasergefüge lassen sich miteinander verbinden, wenn hinreichend thermoplastisches Bindematerial verwendet wurde.

7.7.4

Plasma- und Coronabehandlungen

Plasmatechnologien sind seit ca. 60 Jahren bekannt und seit ca. 10 Jahren kommerziell verfügbar. Die Stärke des Verfahrens zur Oberflächenmodifizierung von Synthesefasern liegt in seiner Umweltfreundlichkeit (kaum Prozesschemikalien) und dem Erhalt der Volumeneigenschaften.

Das Plasma setzt sich, je nach Typ aus freien Elektronen, Radikalen, UV-Strahlung und einer hohen Anzahl angeregter Teilchen zusammen. In einer Plasmakammer (Zone) kommt es dann zu Wechselwirkungen mit dem Fasersubstrat. Bekannte Beispiele für Plasmen sind: Sonne, Neonleuchte und brennende Flamme. Die Effekte lassen sich vier Hauptgruppen zuordnen:

- 1) Reinigung und Ätzabtrag
Verbesserung von Bedruckbarkeit, Anfärbbarkeit und Adhäsion
- 2) Erhöhung der Mikrorauigkeit
Verbesserung des Antifilzverhaltens von Wolle
- 3) Radikalstellenbildung
Pfpolymerisationen, Vernetzung, Hydrophilierung bei Sauerstoffkontakt
- 4) Plasmapolymerisation
Aufbau von Schichten und Lagen mit maßgeschneiderter Charakteristik.

Eine Niederdruckplasmaanlage besteht aus fünf Modulen bzw. Funktionseinheiten: dem Vakuumsystem, der Energieversorgung, einer Abstimmeinheit, der Reaktionskammer und einer Kontrolleinheit.

Der Arbeitsdruckbereich liegt typischerweise zwischen 0,1 und 1 mbar, die Energieleistung bei bis zu 5 kW (abhängig von der Größe der Anlage). Die einsetzbaren Frequenzbereiche reichen vom Gleichstrom bis hin zur Mikrowelle. Die Arbeitsgeschwindigkeiten betragen dagegen nur bescheidene 1–20 cm/min. Die Prozessvariablen wie Gasart und Gasfluss, Druck, Leistung und Zeiten werden von der Kontrolleinheit geregelt.

Exemplarisch seien die wichtigsten Veredlungseffekte genannt: Weichheit, Antifilzvermögen, Knitterfreiheit, Antistatik, Hydrophilie, Hydrophobie, Oleophobie, Kapillarität (drucken, färben), Bleichen, UV- und Flammenschutz, Verbünde, Lamine, metallisierte Polymere, Sterilisation, Enzymimmobilisierung, Implantate, funktionalisierte Membranen zur Gastrennung, Selektion, Polarisierung.

7.8

Sonstige mechanische Ausrüstungsverfahren

In vielen Fällen mussten für die speziellen Belange der Vliesstoffindustrie Maschinen zum Schneiden, Stanzen, Rollen, Aufmachen und Verpacken umkonstruiert werden. Für das Aufrollen verwendet man Zentrumswickler, Steigdocken und Tragtrommelroller. Beim Schneiden benutzt man rotierende Messer für kontinuierliche Schnitte in Längsrichtung. Daneben gibt es Stanzen für das Ablängen bzw. Flächenformen (z. B. für Bodenfliesen und Automobilformteile). Auch die Lasertechnik kommt als Schneidwerkzeug in Betracht, besonders wenn es um filigrane und passgenaue Schnittführungen geht. Um Transportvolumen zu sparen, werden z. B. Füll-Vliesstoffe häufig vakuumverpackt.

7.9

Waschen

Das Waschen erfüllt den Zweck, unerwünschte Vliesbegleitstoffe auf nassem Wege, meist unter Zuhilfenahme eines Waschmittels zu entfernen. Die Chemische Reinigung unter Einsatz von Lösemitteln ist dagegen nur von untergeordneter Bedeutung. Als Waschaggregate kommen überwiegend solche mit breiter, gebundener Warenführung in Betracht (Rollenkufen, perforierte Trommelwäscher), da einmal entstandene Falten und Brüche nur mit erheblichem Aufwand zu beseitigen sind. Die verwendeten Waschmittel müssen nicht nur den anwendungstechnischen Erfordernissen, wie z. B. ein hohes Schmutztragevermögen, Schaumarmut und schnelles Netzverhalten entsprechen, sondern auch und gerade gesetzlichen Auflagen bezüglich ihres Umweltverhaltens genügen (Detergentien-VO, Anhang 38 zum WHG, ARS, WGK). Wegen der oft hohen Aquatowerte vieler Tenside ist auf deren gute biologische Abbaubarkeit zu achten.

Während des Waschens kann aviviert und danach getrocknet werden [8].

7.10

Färben

Der Anteil farbiger Vliesstoffe ist schwer abzuschätzen. Überall wo Vliesstoff dekorative Aufgaben erfüllt (Wand- und Fußbodenbeläge, Tisch- und Bettwäsche), oder in Hemd- und Bluseneinlagen sowie Berufsbekleidung (z. B. Krankenhaus), also stets, wenn es darum geht, den Vliesstoff farblich anzupassen, ist gefärbte Ware unabdingbar.

Wo immer möglich, werden die zeit- und kostenintensiven Färbe- und Druckprozesse (Nassbehandlung) mit Verfestigungs-/Bindungsprozeduren kombiniert.

7.10.1

Flocke- und Spinnfärbung

Sowohl der Flockefärbung von Fasern als auch der Spinnfärbung von Filamenten kommt erhebliche wirtschaftliche Bedeutung zu.

7.10.2

Färben und Binden

Handelt es sich um Vliesstoffe, die noch chemisch gebunden werden müssen, gibt man den Farbstoff direkt der Binderflotte hinzu. Fein disperse Pigmentfarbstoffe kommen dann in Betracht, wenn der Binder die Fasern gleichmäßig umhüllt. Es ergeben sich gute Farb- und Lichtechtheiten, aber eingeschränkte Reib-, Schweiß- und Bügelechteiten.

Fixiert man jedoch den größten Teil des Binders an den Faserkreuzungsstellen, um so einer möglichen Sprödigkeit und Griffverhärtung entgegen zu wirken, führt dies zu massiven Unegalitäten. Faseraffine Farbstoffe bieten auch in solchen Fällen ein akzeptables Echtheitsniveau, z. B. das einer Thermosolfärbung. Handelt es sich um Vliesstoffe aus nur einer Faserart, bzw. harmonisch anfärbbaren Mischungen (Bw/CV oder Wo/PA), ist auch ein kontinuierliches Anfärben mit hohen Gebrauchsechtheiten realisierbar [9].

7.10.3

Nachträgliches Färben

Liegen dagegen verschiedene Faserarten im Vliesstoff vor, gestalten sich gleichzeitige Bindung und Färbung erheblich komplexer. Der Vliesstoff ist wie ein Gewebe oder Gewirke zu betrachten und mit Farbstoffen/Verfahren der klassischen Färberei für die jeweiligen Faserarten bzw. deren Melangen zu behandeln.

7.10.4

Verschiedene Färbemethoden

Grundsätzlich ist zwischen kontinuierlichen und diskontinuierlichen Färbeverfahren zu unterscheiden. Nur in Ausnahmefällen werden Vliesstoffe auf Haspelkufen oder Jets gefärbt (zu hohe mechanische Beanspruchung), nur dann, wenn Struktur, Festigkeit und Flächenmasse dies vertretbar erscheinen lassen.

Ansonsten arbeitet man in breiter Form, bevorzugt auf Färbejiggern oder -bäumen. Der Typ der eingesetzten Bindemittel ist dabei von entscheidender Bedeutung. Sie färben entweder schneller, langsamer oder gar nicht an. Reservierung und/oder verstärkte Affinitäten führen zu mangelnden Echtheiten und Egalitäten. Hinzu kommt bei einer Färbung im HT-Bereich die Verklebungsgefahr einzelner Lagen, falls ein thermoplastischer Binder verwendet wurde. Rein mechanisch verfestigte Vliesstoffe sind natürlich frei von diesen unerwünschten Nebenwirkungen.

7.10.5

Kaltverweilverfahren

Faservliesstoffe werden hierbei mit Farbstoffen (Säure-, Reaktiv-, Metallkomplexfarbstoffen) unter Beimischung von Netz- und (Anti)Migrationshilfsmitteln, Säurespendern, Puffern und Dispergatoren kalt geklotzt und unter Rollieren bis zu 24 Stunden verweilt. Danach wird gespült, gewaschen und getrocknet. Gängige Modetöne sind so in ausreichender Echtheit zu färben [10].

7.10.6

Kontinuierfärben

Schwere Vliesstoffe werden bevorzugt nach dem Küsters-Angießverfahren gefärbt, bei dem wie bei einem klassischen *Padsteam*-Verfahren die Farbstoffe in einem Dämpfprozess fixiert werden. Flottenaufnahmen von 400–500% bezogen auf das Gewicht führen durch Kondensatbildung im Dämpfer oft zum *Frosting*-Effekt an herausragenden Fasern. Dem versucht man durch Zugabe von Verdickern und Schaumstabilisatoren in der Angießflotte entgegenzuwirken. Anschließend wird wie üblich gespült, gewaschen und getrocknet.

7.11

Drucken

Die Tatsache, dass Vliesstoffe zunehmend im Heimtextilsektor und sogar in der Bekleidungsindustrie anzutreffen sind, hat den Wunsch nach Farbigekeit und Bedruckbarkeit verstärkt.

7.11.1

Drucken von Leichtvliesstoffen

Spinnvliesstoffe aus überwiegend einer Faserart können bei Flächengewichten um die 55 g/m² unproblematisch bedruckt werden. Schablonen- und Rotationsfilm- druck sind dabei die gängigen Verfahren. Der Vliesstoff wird auf dem Drucktuch/ Mitläufer aufgeklebt und mit den faserüblichen Farbstoffpasten bedruckt, vorge- trocknet, durch Dämpfen fixiert, gewaschen und fertiggestellt. Deckerdrucke mit Pigmentdruckbinder dienen zusätzlich der Verfestigung von Spinnvlies- stoffen, wobei die Bindercondensation das Trocknen und Dämpfen ersetzt. Ein weiterer Vorteil der Pigmentfarbstoffe besteht darin, dass man weder auf Faser- zusammensetzung noch Bindertyp zu achten braucht. Die erzielbaren Echtheiten hängen dabei in erster Linie von der Adhäsivkraft des Binders ab.

7.11.2

Drucken schwerer Vliesstoffe (Fußbodenbeläge)

Wegen der Unhandlichkeit schwerer Nadelvliesstoffe ist eine diskontinuierliche Behandlung auf separaten Aggregaten nicht anzuraten. Verfahrensschritte wie Be- drucken, Zwischentrocknen, Dämpfen/Fixieren, Auswaschen und Trocknen sollten vorteilhaft kontinuierlich d. h. in einem Zug hintereinander erfolgen (*inline*). Dabei kommt es aber unweigerlich zum Spannungsaufbau mit Längsverzügen und Un- genauigkeiten im Rapport (Kreise werden zum Oval).

Ein weiteres Problemfeld ist die variierende Farbstoffaffinität diverser Binder- typen. Zu bedruckende Nadelvliesstoffe sollten deshalb nicht vollbadig, sondern nur rückseitig mit Binderflotte gepflatscht werden, wobei auf eventuellen Durch- schlag zu achten ist. Hinzu kommt die abweichende Rheologie der im Rotations- druck verwendeten Druckpasten (2–5 m/min anstelle von > 30 m/min bei Leicht- vliesstoffen).

Aufgrund stark unterschiedlicher Scherkräfte ergeben sich völlig andersartige Auftragsmengen, Eindringtiefen und Haftvermögen. Zudem steigt mit Auftrags- mengen von bis zu 3 kg/m² die Gefahr von *Frosting* signifikant [11].

7.11.3

Spritz-, Tintenstrahl-, Inkjetdruck

Die Spritzdruckverfahren umgehen all diese Schwierigkeiten in eleganter Weise. In der Praxis haben sich das Millitron- und Chromojetverfahren etabliert. Ersteres arbeitet nach dem *Continuous-Jet-System*, das Zweite auf *Drop-on-Demand*. Dabei werden feinstdisperse Druck-Tinten über ebenso feine Düsen mit Taktfrequenzen von 3–300 kHz computergesteuert auf das Substrat gespritzt. Die Düsen befinden sich entweder auf einem feststehenden oder traversierendem Druckbalken. An- zahl, Anordnung und Steuerung der Düsen ermöglichen Auflösungen von bis zu 300 dpi, was einer hochauflösten Fotografie und damit einer äußerst feinen Rasterung gleichkommt.

Die Verwendung von einem Dutzend und mehr Grundfarbtönen liefert eine optimale Reproduktion jeden erdenklichen Farbtones oder Farbtortes im RGB-Farbraum. Die mühsame und kostenintensive Anfertigung von Druckschablonen entfällt. Je feinpiglier die Darstellungen, desto niedriger fallen die Produktionsgeschwindigkeiten aus, deren Optimierung sich als Daueraufgabe und größte Herausforderung erwiesen hat.

Die weite Verbreitung der Tintenstrahldruckerei bei Heimcomputern hat auf diesem Sektor einen geradezu revolutionären Entwicklungsschub angestoßen. Inzwischen bietet der Markt eine Vielzahl von computergestützten Komplettlösungen (Digitaldruck), die nicht nur Masse, sondern auch und gerade hochwertige, modische und künstlerisch wertvolle Artikel im Handumdrehen realisieren oder nachstellen.

Nach dem Spritzauftrag wird wie üblich fixiert (gedämpft), zur Entfernung des nicht fixierten Anteils gewaschen und getrocknet [12].

7.11.4

Transferdruck

Beim Transfer- oder Thermoumdruckverfahren werden sublimierbare Farbstoffe unter Vermittlung von Hitze und Druck von einem Papierträger auf den Vliesstoff übertragen. Besonders geeignet sind Vliesstoffe aus Polyester, da diese die Farbstoffe intensiv einbinden und so zu hohen Gebrauchsechtheiten führen. Die meisten Binder überstehen die notwendigen Temperatur- und Zeitbedingungen ohne Schaden und Vergilbung (200°C; bis 60 s). Transferpapier und Substrat werden zwischen einem beheizten Stahlzylinder und einem endlos umlaufenden Filztuch geführt (Prinzip Filzkalender).

Es ist damit das einzige Trockendruckverfahren und abgesehen von der Trägerpapierentsorgung außerdem ein sehr umweltfreundliches Verfahren. Darüber hinaus sind weder erfahrenes Druckpersonal noch Druckschablonen erforderlich und die Standarddruckvorlagen schier unerschöpflich. Erst jüngst gelang die Ausweitung geeigneter Substrate von Naturfasern über Glas und Holz bis hin zu Aramiden, indem ein spezieller *Primercompound* zum Einsatz gebracht wurde. Die erzielbaren Echtheiten mit Standardtransferpapierqualitäten bewegen sich dabei auf Pigmentdruckniveau. Transferbedruckte Viskosevliesstoffe konnten zu attraktiven Bekleidungsstücken konfektioniert werden, die, obgleich waschbar, besonders als Wegwerf- oder Notbekleidung ein eigenständiges Marktsegment besetzen könnten [13–15].

7.12

Appretieren, Weichmachen, Spezialeffekte

Soweit es sich um adhäsiv verfestigte Vliesstoffe handelt, wird versucht, alle gewünschten Eigenschaften über die Binderflotte zu erreichen. Dies gelingt nicht in allen Fällen. Unumgänglich wird eine Nachbehandlung mechanisch verfestigter

Vliesstoffe, besonders dann, wenn diesen durch die Ausrüstung spezielle Eigenschaften mit auf den Weg gegeben werden sollen.

7.12.1

Maschinelle Gegebenheiten und Möglichkeiten

Bevorzugt werden berührunglose bzw. -arme Verfahrensabläufe. Um eine gleichmäßige Durchtränkung des Vliesstoffs mit Appreturflotte zu erreichen, bedarf es häufig langer Tauchzeiten und -wege (Imprägnierung). In einem Foulard (tauchen/quetschen) sorgen Umlenkorgane und Verdrängungskörper dafür, dass nicht allzu große Flottenmengen bewegt werden müssen. Doppelwandige und damit heiz- und kühlbare Chassis erlauben eine prozessgerechte Temperierung der Flotte. Ein möglichst hoher Abquetscheffekt sorgt für energieeffiziente Trocknungskonditionen. Oberflächeneffekte lassen sich vorteilhaft durch Besprühen mit Appreturflotte einstellen. Das geschieht mit Einstoff- und/oder Mehrstoffdüsen, wenn empfindliche bzw. hochreaktive Flotten dies erforderlich machen. Dies entscheidet auch darüber, ob mit oder ohne Luft (*airless*) gearbeitet werden soll. Für geringste Flottenmengen empfehlen sich Minimalauftragsverfahren (z. B. Rotor-befeuchtungs- oder Rollenanzugsanlagen), bei denen sogar ein beidseitiger Auftrag mit unterschiedlichen Flotten möglich ist.

Aufschäumen in Schaummixern, Streichen, Rakeln und Drucken mittels feingelochter Rundschablonen sind ebenfalls praxisübliche Auftragstechniken.

7.12.2

Steifappreturen

Wenn ein Versteifen im ersten Binden nicht möglich oder ausreichend war, bedarf es dafür eines zusätzlichen Ausrüstungsschrittes. Beispielhaft seien Sonnenschutzlamellen und Rollos angeführt, bei denen nicht vergilbende Polyvinylacetat- und Acrylsäureesterdispersionen zum Einsatz kommen. Wenn Flammfestigkeit erforderlich ist, sind entsprechend wirksame Komponenten hinzuzufügen.

Schuhkappenvliesstoffe lassen sich ohne Faltenlegung in alle Richtungen formen und dehnen. In mehreren Arbeitsgängen wird mit wärmehärtbaren Vorkondensaten, Thermoplast- und Elastomerdispersionen ausgerüstet. Sogenannte Vulkakappen basieren auf hoch styrolhaltigen SBR-Latices und lösemittelreaktivarer Elastomeren. Eine Streubeschichtung mit Ethylvinylacetat (EVA)-Co-Polymerpulver (200–250 g/m²) ermöglicht sogar das spätere Einbügeln in die Schuhkonstruktion.

In ähnlicher Weise werden Vliesstoffe für die Herstellung von Dachbahnen vorbereitet. Der vorgefestigte Vliesstoff wird bei 180–220 °C durch ein auf Spalt justiertes Stahlwalzenpaar geführt und dabei mit einer Bitumenaufgabe versehen, die ein Mehrfaches des Flächengewichtes des Vliesstoffes beträgt.

In Handauflegeverfahren erstellte Polyesterformkörper aus GfK (Bootsrümpfe), weisen raue und poröse Oberflächen auf. Zur Glättung deckt man sie mit einem versteiften Glasfaser-Vliesstoff ab, dessen Binder gegen monomeres Styrol, wie es

in Polyesterharzsystemen vorkommt, beständig sein muss. Bestimmte PUR-Dispersionen erweisen sich hierfür als hinreichend resistent.

7.12.3

Weichmachen

Das Weichmachen kann sich sowohl auf die Polymerfaser-substanz und/oder das Bindemittel, als auch auf das nachträgliche Weichmachen des Vliesstoffes beziehen. Zum nachträglichen Plastifizieren lassen sich *carrier*-ähnliche, niedermolekulare, meist aromatenhaltige Substanzgruppen wie z. B. Phthalsäure-, Adipinsäure-, Sebacinsäure-, aber auch Zitronensäure- und Phosphorsäureester verwenden. Einige Derivate sind sogenannte PBT-Stoffe (persistent, bioakkumulierend, toxisch) mit endokrinem Wirkpotenzial (hormonähnlich) und bedürfen nach REACH (EU-Chemikalien VO) einer speziellen Zulassung (s. Abschnitt 7.16).

Soll jedoch der Oberfläche eine Glättung und ein angenehmes Griffgefühl vermittelt werden, lässt sich das z. B. mit Siliconen, Paraffinen, PE-Wachsen, Fettsäureamiden und quartären Ammoniumsalzen bewerkstelligen, wie sie üblicherweise in Wäscheweichspülern Verwendung finden.

Besonders die beiden letztgenannten Produktklassen, aber auch aminomodi-fizierte Polysiloxane, die sich hierfür als sehr effizient erwiesen haben, werfen aufgrund ihres kationischen Charakters unter Umständen Verträglichkeitsprobleme mit den meist anionisch eingestellten Binderflotten auf. Emulsionsbruch, Koagulation, Fleckbildung, oft einhergehend mit zeitaufwendiger Reinigung und Materialverlusten, sind die Folgen. Bei vielen aminomodifizierten Silikonelastomeren kommt eine gewisse Flotations- und pH-Empfindlichkeit hinzu, so dass separate Behandlungsschritte vielfach unumgänglich werden. Neben Glätte und weichem Griff vermitteln Silikonelastomere eine permanent optimierte Vernähbarkeit, gesteigerte Farbbrillanz, Wasser- und Schmutzabweisung, sowie Kälteflexibilität [16].

7.12.4

Antistatische Ausrüstung

Bei vielen Heimtextilien, Bodenbelägen und Möbelstoffen ist eine antistatische Ausrüstung unerlässlich.

Soweit möglich, gibt man geeignete Produkte direkt der Binderflotte hinzu oder besprüht wie bei Nadelvliesstoffen für Fußbodenbeläge die rechte Wareenseite. Staubbinde- bzw. Antistatiktücher enthalten zur Abrundung hygroskopische und polierend wirkende Substanzen (Glycerin oder Paraffinemulsionen). Eine permanente Antistatik erreicht man z. B. durch Zuschläge von Edelstahl- oder metallisierten (versilberten) Fasern, die über eine Harzmatrix (zusätzliche Bindekraft) in der Vliesstruktur verankert sind.

Ruße, Graphit und modifizierte Schichtsilikate vermögen ebenso elektrostatistische Ladungen abzuleiten und Schutzfunktionen gegenüber Elektrosmog aufzubauen (Faradayscher Käfig) [17].

7.12.5

Schmutzabweisende Ausrüstung

Man unterscheidet zwischen *Soil-Release* und *Anti-Soil* Konzepten. Erstere erleichtern die Schmutzentfernung, letztere vereiteln jedwede Anschmutzung. Filmbildende, leicht quellende, hydrophile Polymere, die zunächst eine Schutzschicht aufbauen, dann aber beim Waschen zusammen mit dem Schmutz leicht abgeschwemmt werden können, kommen für *Soil-Release* zum Einsatz. Phobierende, d. h. schmutzabstoßende Eigenschaften sowohl gegenüber wässrigen als auch öligen Verunreinigungen bieten Fluorcarbonharze. Nur diese Produktklasse stellt hinreichend niedrige Oberflächenspannungen ein, die selbst Siliconöle abstoßen bzw. abperlen lassen. In Kombination mit nanostrukturierter Oberflächenrauigkeit (Lotus-Effekt) lassen sich die Effekte weiter steigern. PTFE-Dispersionen (Teflon), Silicium- und Aluminiumhydrosol in Verbindung mit Epoxyfunktionalisierung sorgen für Permanenz, wie sie z. B. bei der Ausrüstung von Rauchgasreinigungsfiltern als Schutz vor ätzenden Säuren unerlässlich ist.

7.12.6

Hydrophobieren, Oleophobieren

Zirkonsalzhaltige Paraffinemulsionen und Aluminiumseifen zur Hydrophobierung haben kaum noch Bedeutung. Silicone werden deshalb vorgezogen, weil sie neben der Wasserabstoßung Glätte und weicheren Griff vermitteln. Sie vermögen jedoch keine Ölabstoßung aufzubauen. Dies bleibt einzig den Fluorcarbonharzen vorbehalten.

Von einer Silicon-FC Kombination ist abzuraten, da der Oleophobieeffekt durch die anwesenden Silicone (mit gleichfalls sehr geringer Oberflächenspannung) überfahren wird, deshalb ist Vorsicht bei der Verwendung von Silikonentschäumern geboten. FC-Harze aus neuer Produktion enthalten praktisch keine PFTs (Perfluortenside, wie z. B. PFOA und PFOS = Perfluoroctansulfonsäure). Derartige Supernetzmittel würden selbst in Spuren die angestrebten Phobiereffekte zunichte machen. Diese schwer abbaubaren Tenside waren jüngst in Oberflächengewässern in besorgniserregender Konzentration gefunden worden. Es versteht sich von selbst, dass die zur Behandlung anstehende Ware zuvor gründlich von Präparations- und Tensidrückständen gereinigt werden muss. Verwendet man in den Basis-Emulsionen zersetzbare Emulgatoren (thermisch/chemisch), lassen sich Störeinflüsse weiter minimieren [18].

7.12.7

Hygieneausrüstung, Kosmeto- und Wellnesstextilien

Antibakterielle, antimykotische oder fungizide Ausrüstungen sind vor allem im Krankenhausbereich von entscheidender Bedeutung. Es ist jedoch darauf zu achten, dass keine unerwünschten Nebenwirkungen (z. B. gegenüber Triclosan), selbst bei mittelbarem Hautkontakt in Erscheinung treten.

Es werden sowohl permanente als auch temporäre Effekte nachgefragt, ja sogar *controlled-release* (kontrollierte Freisetzung), zur Aufrechterhaltung stabiler Wirkniveaus über längere Zeiträume hinweg (z. B. in Medizintextilien zur Akne-Behandlung). Mikroverkapselung von Wirkstoffen oder Einlagerung in offenporige Trägermaterialien (z. B. Vitamin E, nanoskaliges Silber und Titandioxid, Zinkstearat, Cyclodextrine) sind erfolgreich bei der Geruchseliminierung (Zigarettenqualm, Formaldehyd, Modergerüche) getestet worden. Bekannte Wirkstoffe wie Teebaumöl, Aloe Vera, Kamille, Bienenwachs, Hamamelis runden das Spektrum weiter ab. Das patentierte Skintex-System wurde mit dem Cognis Gold-Award 2006 ausgezeichnet. Mikroporöse Lamine zur Wundabdeckung bieten einen dauerhaften Schutz gegen Keime, Blut und Luftsauerstoff (Verbrennungen).

Mit Chitosan und Kollagen ausgerüstete Vliesstoffeinlagen fördern die Wundheilung (s. Abschnitt 7.15) [19–21].

7.12.8

Flammfestausrüstung

Ogleich flammwidrige Eigenschaften maßgeblich von Faserart und Bindemittel vorgegeben werden, lassen sich durch geeignete Zusätze zur Binder- bzw. Nachbehandlungsflotte bemerkenswerte Effektsteigerungen erzielen. Die Palette dafür eingesetzter Chemikalien reicht von anorganischen Stoffen über Poly-Halogen- bis hin zu Phosphor-Stickstoff-Verbindungen. Diese Produkte stehen allerdings in ständiger Diskussion bezüglich möglicher Schadeffekte auf Mensch und Umwelt. Als Stichworte seien Schwermetalle (Sb), AOX (absorbierbares organisches Halogen, Cl und Br) und PBT-Stoffe genannt. Hinzu kommt in vielen Fällen die Freisetzung ätzend-toxischer Gase im Brandfalle. Zwischenzeitlich gibt es halogen- und schwermetallfreie Wirkstoffkombinationen, die sowohl internationale Brandschutznormen als auch höchste Umweltauflagen erfüllen. Bläh-Ton, -Glimmer und -Graphit sind als ausgesprochen umweltfreundlich einzustufen. REACH, die neue EU-Chemikalienverordnung, greift, speziell in diesem Sektor selektierend ein, weil in aufwendigen Sicherheitsanalysen über sämtliche Einsatz- und Verwendungskategorien und entlang der gesamten Versorgungskette, d. h. von der Herstellung, über den Gebrauch, bis hin zur Entsorgung Entscheidungen zu treffen sind. Kleinvolumige Stoffe (< 100 t/a), werden die Kosten dafür nicht einspielen können und werden vom Markt genommen, selbst dann wenn es sich um umweltfreundliche oder zumindest weniger bedenkliche Stoffe handeln sollte [22–35].

7.12.9

Saugfähige und wasserbindende Ausrüstung

Wasserbindende Eigenschaften wie sie für Handtücher, Hygiene- und medizinische Artikel von großer Bedeutung sind, werden maßgeblich durch Faser- und Bindertyp bestimmt.

Die Saug- und Trockenwirkung von Vliesstoffhandtüchern wird aber in gleicher Weise durch die mitverwendeten Additive beeinflusst. Weichgriffmittel wirken z. B. oft hydrophobierend. Relativ kurzkettige, noch gut wasserlösliche kationische Tenside oder Betaine verleihen neben Weichgriff und Antistatik auch ein optimiertes Saugvermögen, ebenso wie Ethylenoxid/Propylenoxid (EO-PO) -modifizierte Polysiloxane (Dimethicone).

Vliesstoffe mit Zellwollfüllung und/oder Superabsorberbeigaben (teilvernetzte PACs), sind fest im Markt etabliert (Babywindeln, Damenbinden, Inkontinenzartikel). Es bedarf großer Erfahrung, diese Hilfsmittel gezielt in komplexe Strukturen zu integrieren, z. B. Babywindeln. Bei ca. 50 g Windelgesamtwicht beträgt der Anteil des Cores/Fluff in etwa 20 g und der des SAPs (*Super Absorbent Polymer*) 2–5 g, was ein Körperflüssigkeitsaufnahmevermögen und Flüssigkeitsbindefähigkeit von bis zu 50 g möglich macht.

Eine gute Hautverträglichkeit aller Composites-Komponenten ist dabei unabdingbare Voraussetzung. Weniger kritisch in dieser Hinsicht ist der Einsatz von Superabsorbent in technischen Artikeln wie z. B. in Agrarvliesstoffen für Gewächshausbewässerung, Feuchteblockern in (See)-Kabeln oder Verpackungsvliesstoffen für den Transport von Fleisch und Fisch, um austretendes Wasser oder Körperflüssigkeiten aufzunehmen.

Aufgrund ihrer Stickstoffhaltigkeit rücken SAPs in landwirtschaftlichem Einsatz in die Nähe von Düngemitteln und unterliegen damit restriktiven Gesetzen und Verordnungen. Besonders fein vermahlene SAPs lassen sich in cellulosische Fasermaterialien einspinnen (Alceru®-Verfahren), woraus sich diverse Vorteile bezüglich des Handlings (Staubfreiheit) und fixierter Positionierung in Composites herleiten [36–42].

7.12.10

Staubbindende Behandlung

Die hohe Staubbindung von Mikrofaservliesstoffen leitet sich aus deren Labyrinthstruktur her. Soll keine Abreinigung, wie z. B. bei Staubfiltern in der Zementindustrie erreicht werden, sondern vielmehr eine dauerhafte Einbindung, empfiehlt sich die Applikation staubbindender Substanzen, die sowohl hydrophiler als auch hydrophober Natur sein können. Ölhaltige Präparationen machen aus einfachen Fußmatten wahre Schmutzfänger, wie sie oft in Eingangsbereichen öffentlicher bzw. vielbegangener Gebäude anzutreffen sind. Schmutzpartikel werden magnetisch festgehalten und nicht mehr eingeschleppt. Nach dem Auswaschen kann regeneriert werden. Putzvliesstoffe mit kombinierter Vollbadimprägnierung aus Antistatika, Hygroskopika, Paraffin- und Wachsemulsionen sind gerauten Staubtüchern weit überlegen. Kfz-Fahrgastraumfilter bestehen aus statisch aufgeladenen Mikrofaservliesstoffen. Integriert man in diese Vliesstoffe Aktivkohle, so ist weitgehender Schutz gegen Gerüche, Pollen- und Feinstaubpartikel gewährleistet.

7.13 Beschichten

Eine außerordentlich bedeutsame Ausrüstung für Vliesstoffe ist das Beschichten, welches zur ein- oder zweiseitigen optischen, haptischen oder technischen Variation des Substrates bzw. Verbundstoffes führt. Hierbei ist zwischen teil- und vollflächigen Oberflächenbedeckungen zu unterscheiden. Beispielhaft seien Heißsiegel- und Glattschaumbeschichtungen für Einlagevliesstoffe bzw. Teppichrücken angeführt.

7.13.1 Beschichtungsverfahren

7.13.1.1 Pflatschen

Man versteht hierunter den Produktauftrag mit Hilfe einer rotierenden Walze. Die Pflatschwalze taucht entweder direkt in die Beschichtungsflotte ein oder wird damit über Speisewalzen beaufschlagt (Direktauftrag/*reverse-roll*).

Die Pflatschwalze kann sich entweder in Laufrichtung der Warenbahn oder dieser entgegen bewegen bzw. synchron laufen. Mitläufige Walzen ermöglichen ein tieferes Eindringen der Flotte als gegenläufig operierende. Die Auftragsmenge ist bei gleicher Flottenkonzentration von Drehgeschwindigkeit, Viskosität und Umschlingungswinkel (Hohlauftrag) abhängig. Der Auftrag von Deck- bzw. Schlussstrichen (Lackierungen) mittels Druckwalzen, kann ebenfalls als Pflatschen verstanden werden.

7.13.1.2 Beschichten durch Tiefdruck

Mit Tiefdruckwalzen können neben vollflächigem Auftrag (1000-Punkt-Walze) auch musterartige Beschichtungen hergestellt werden, z. B. zur Applikation von *Hot-Melts*, d. h. aufgeschmolzenen, thermoplastischen Kunststoffen. Hierbei handelt es sich um Kleber, die oft einen Verbund mit einer zweiten Warenbahn herstellen. Wird eine solche unmittelbar zugeführt, spricht man von einer Kaschierung und das Verbundmaterial wird als Laminat bezeichnet.

Es ist aber auch möglich, den *Hot-Melt* abzukühlen und als Beschichtung auf dem Substrat zu belassen und die Verklebung, nach thermischer Reaktivierung des Klebers später vorzunehmen. Ein Beispiel dafür ist die Pulverpunktbeschichtung von Fixiereinlagen.

7.13.1.3 Beschichten durch Rotationsdruck

Für das Beschichten von Fixiereinlagen hat das sogenannte Pastenpunktverfahren auf Rotationsdruckmaschinen dominante Bedeutung erlangt, da es größere Arbeitsbreiten und höhere Geschwindigkeiten zulässt. Aufgetragen wird mittels Streich- oder Magnet-Rollrakelsystemen. Es lassen sich wässrige Pasten aber auch Plastisole (wasserfrei) applizieren. Fein vermahlene Thermoplastpulver (1–60 μ) lassen sich über Rotationsschablonen auftragen, wenn deren Rasterungen im Bereich von 9–35 mesh liegen. Je nach Lochdurchmesser, Schablonenwandstärke

und Feststoffgehalt der Beschichtungsmassen lassen sich Auflagen von wenigen Gramm (Minimalauftrag) bis über 100 g/m² erzielen.

7.13.1.4 Streichen oder Rakeln

Die klassische Beschichtungsart ist das Streichen mit Hilfe von Rakeleinrichtungen. Man unterscheidet zwischen Walzen-, Gummituch- und Lufrakelauftrag. Der Vliesstoff muss hierbei unter Längsspannung gehalten werden und demzufolge über eine hinreichende Dimensionsstabilität verfügen. Gestrichen werden hochviskose wässrige Pasten, Lösungen oder Plastisole und pulverförmige Beschichtungsmassen. Ideal für Leicht- und Schwerbeschichtungen bei geringster Zugbeanspruchung ist das Rakeln von aufgeschäumten Beschichtungsmassen. Eine typische Schaumbeschichtung von Vliesstoffen erfolgt mit Natur- bzw. Syntheselatexdispersionen, die in Gegenwart von Schaumstabilisatoren (Ammoniumstearat, Kaliumoleat, Sulfosuccinamat) unter Lufteintrag und mechanischer Traktion (Rührbesen / Rotor-Stator-Mixer) bis zum 1,2- bis 5-fachen ihres ursprünglichen Volumens (800–200 g/l) aufgebläht werden.

Der gebildete Schaum wird mit einem Rüssel changierend über die laufende Warenbahn abgelegt und mit einer Rakeleinrichtung verstrichen. Der koagulierende Schaum wird durch IR-Strahler vorgetrocknet (30–60 s, bei 10 kW/m²) und anschließend vulkanisiert (10–15 min, bei 140–160 °C).

In Mehrstrichverfahren mit schwarz eingefärbtem Mittelstrich lassen sich z. B. Verdunklungsvorhänge (*Blackout*) fertigen, die zur Dekoration nachträglich bedruckt und/oder beflockt werden können [43].

7.13.1.5 Extrudieren

Vollflächenbeschichtungen oder -kaschierungen mit Thermoplasten lassen sich über Breitschlitzdüsen aus Extrudern herstellen. Undurchdringliche Barrierschichten (gas- und aromadicht) für den Einsatz im Krankenhaus- und Verpackungsbereich sind das Ergebnis. Obgleich nur beschichtet, spricht man vielfach von Laminaten [44].

7.13.1.6 Berührungsloses Beschichten

Weniger stabile, oder Vliesstoffe mit unebener Oberfläche eignen sich für berührungslose Auftragsverfahren, wie z. B. das Sprühen und Streuen. Bei Verwendung treibmittelhaltiger Thermoplastpulver lassen sich nach Sinterung, Glättung und Prägung partielle 3D-Applikationen realisieren. Besondere Bestreuaggregate, elektromagnetische Bestreuerinnen und Walzen-Bürsten-Kombinationen ermöglichen Produktaufträge in Mengen von 10–600 g/m². Auch das Bedampfen mit zerstäubungsfähigen Metallen im Hochvakuum ist hier anzuführen (Reflektierende Schutzanzüge).

7.13.1.7 Umkehrverfahren (*Release-Coating*)

Ein Trägermaterial mit Trenneigenschaften (silikonisiertes Papier) wird mit der Beschichtungsmasse beaufschlagt und nachdem diese als zusammenhängender Film vorgefestigt ist (Antrocknen, Gelieren), auf das eigentliche Substrat übertragen.

Da dies verlustfrei zu bewerkstelligen ist und zudem nur auf der Warenoberfläche filmartig fixiert wird, bleibt der Griffcharakter im Wesentlichen erhalten. Der Prozess ist damit als ein Mittelding zwischen direktem und berührungslosem Auftrag zu verstehen und wird z. B. für Selbstklebebeschichtungen oder Metallisierungen (Aluminium mit Trenn-, Farb- und Schutzlacken) via Umdruckkalandar praktiziert.

7.13.2

Beschichtungseffekte

Diverse technische Effekte lassen sich sowohl durch Variation der Beschichtungsverfahren, als auch über Wechsel der Beschichtungsmittel und Substrate individuell und anlagenspezifisch ansteuern. Dafür seien, ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, einige Beispiele gegeben:

7.13.2.1 **Rutschfestausrüstung**

Ein Weg führt über das Besprühen eines Nadelvliesstoffes mit einer SBR-Latexdispersion, wobei sich einzelne Tröpfchen bevorzugt an Faserkreuzungspunkten festsetzen und dabei eine Vielzahl stumpfer Bremspunkte generieren (Teppichbremse).

Natürlich kann man auch durch Pflatschen mit demselben Latex dieses Ziel erreichen, wobei aber ein Teil des rutschhemmenden Beschichtungsmittels in der Warenstruktur versackt und der gewünschte Oberflächeneffekt leidet, selbst bei Eindickung. Durch Streichen und Rakeln lässt sich eine verdickte Beschichtungsmasse auftragen, dringt aber, weil von oben angetragen, noch tiefer in die Ware ein, wobei zusätzliche Effekteinbußen hinzunehmen sind. Am wirtschaftlichsten ist das lokale Bedrucken, weil die Beschichtungsmasse in Form kleiner Halbkugeln platziert werden kann und kaum Masse- und Sprühverluste zu beklagen sind.

7.13.2.2 **Verformbare Beschichtung**

Lange Zeit war es üblich, Vliesstoffe durch eine Vollbadimprägnierung zu verfestigen und anschließend durch Aufstreuen, Ansintern und Glätten von Polyethylenpulver verformbar einzustellen. In nur einem Arbeitsgang kommt man zum gleichen Ziel, wenn mit einer hoch styrolhaltigen Latextype und hoher Trockenaufgabe (500–600 g/m²) gepflatscht und noch unterhalb der Filmbildungstemperatur getrocknet wird. Beim Reaktivieren (Heißverformen) werden diskrete Dispersionspartikel sowohl miteinander, als auch mit dem Substrat verschweißt und führen so zu hohen Formstabilitäten.

7.13.2.3 **Selbstklebebeschichtung**

Auch hier führen unterschiedliche Wege zum Ziel. Werden nur geringe Hafteffekte gewünscht (z. B. Servierunterlagen in Schiffen und Flugzeugen), genügt häufig schon ein leichtes Ansprühen mit Haftkleberdispersionen bzw. -lösungen.

Selbstklebende Nadelfilzteppichfliesen lassen sich durch Gießauftrag erstellen, wobei die Warenbahn unter einem ablaufenden Kleberfilm geführt wird. Ein streifenförmiger Kleberauftrag ist durch Verwendung perforierter Rohrleitungen möglich, was zu deutlichen Preisvorteilen ohne nennenswerte Effekteinbußen führt. Ein sägezahnförmiges Rakelmesser beim Streichen erfüllt einen ähnlichen Zweck. Verwendet man anstelle wässriger Kleber *Hot-Melts*, so entfällt das Trocknen zu Gunsten einer Kontakt- bzw. Konvektionskühlung. Besonders wirtschaftlich ist der Kleberauftrag im Umdruckverfahren von einer Trennpapierbahn.

Doppelklebeblätter werden beidseitig mit Haftkleber beaufschlagt und zusammen mit silikonisiertem Trennpapier aufgerollt. Heft- und Wundpflaster sind ein besonders wichtiges Einsatzgebiet für Haftklebeausrüstungen. Hierbei ist der physiologischen Unbedenklichkeit und der Hautverträglichkeit allergrößte Beachtung beizumessen ist [45].

7.13.2.4 Schaumbeschichtung

Bei der Teppichrückenbeschichtung sind immer noch unterschiedliche Verfahren und Polymertypen im Gebrauch, die verfahrenstechnisch voneinander abzugrenzen sind.

Latexschaumbeschichtung

Gelierbare Schäume erhält man, indem man die Natur- oder SBR-Latexmischung am Schaumgenerator gemäß 7.13.1.4 verarbeitet und mit einem latenten Säurespender versetzt. Unter IR-Einwirkung erfolgt die Schockgelierung und es resultiert nach Trocknen und Vulkanisieren ein sprunghastischer, abriebfester Schaum von gleichmäßiger Porendichte. Nachteilig sind der niedrige Füllgrad (max. 75 %) und die begrenzten Tropfzeiten. Non-Gel-Schäume erlauben höhere Füllgrade (bis 200%), liefern aber aufgrund höherer Seifengehalte „wassersüffige“ Schäume, die deshalb zusätzlicher Hydrophobierung (z. B. Paraffinemulsionen) bedürfen. Die Schaumoberfläche bildet eine Schwarte mit sehr feiner Porenstruktur aus (Integralschaum). Dazwischen ist der harzvernetzte Schaum anzusiedeln, bei dem ein carboxylierter SBR-Latex durch Mitverwendung von Melaminharzvorcondensaten einen gleichmäßig strammen Schaum von guter Alterungsbeständigkeit ausbildet.

Eine Sonderform der Schaumbeschichtung ist die Herstellung von Fensterlederimitaten. Ausgehend von einem gekrempelten, kreuzgelegten und leicht vernadeltem Vliesstoff aus hydrophilen Natur- oder Regeneratfasern und hochnassbeständigen Synthesefasern mit einem Flächengewicht von ca. 100 g/m², erfolgt die vollbadige Tränkung mit einer Schaummischung, die dann über einen Walzenspalt so abgequetscht wird, dass eine Nassaufgabe mit dem Mehrfachen des ursprünglichen Vliesstoff-Flächengewichtes entsteht.

Nach Koagulation, Trocknung und Vulkanisation resultiert ein weichgriffiges, saugfähiges, wasch- und kochfestes, nichtfusselndes, auswingbares Fensterleder.

Die hier zum Einsatz gebrachten Natur-, SBR-, PUR-Latices enthalten neben Porenbildner, Koagulantien, Vulkanisations- und Schaumhilfsmittel.

Polyvinylchlorid-Schaumbeschichtung

Auch PVC lässt sich aufgeschäumt verarbeiten. Unabhängig von unterschiedlichen Aufschäumverfahren (Treib- und Schlagschaum) liefern PVC-Schäume deutlich schwerere Beschichtungen die, da sie wasserfrei sind, schneller gelieren als die bereits erwähnten Latices. Derartige Kunstleder benutzt man für Täschnerwaren, wasserdichte Umverpackungen und Fußbodenbeläge. Genadelte, elastomer-verbundene Faservliesstoffe oder hitze- und feuchtebeständigere Glasfaservliesstoffe finden dafür bevorzugten Einsatz. Aufgrund ihrer Unverwundlichkeit werden auch heute noch PVC-Fußbodenbeläge anstelle von Linoleum oder Holzparkett eingesetzt. Oft kommt dabei eine Schaummittelschicht (Trittschalldämmung), neben diversen Ober- und Unterstrichen (Farbgestaltung, Prägung) zum Einsatz [46].

Polyurethan-Schaumbeschichtung

Schließlich sei noch auf PUR-Glatt- und Prägeschäume hingewiesen, die zwar mit relativ hohen Chemikalienkosten, aber ohne hohen Energieaufwand bei der Trocknung und mit einfachster Applikationstechnik aufgebracht werden können. Die Komponenten können dabei *in situ* oder als vorgemischter, mechanisch verschäumter Latex z. B. als Teppichrücken aufgetragen werden [47, 48].

7.13.2.5 Selbstliegebeschichtung

Es handelt sich um eine Schwerbeschichtung, die mit bis zu 600 % Füllgrad Bodenfliesen eine sichere Planlage vermittelt. Als Binder kommen bevorzugt ataktisches Polypropylen oder Bitumen zum Einsatz, die sehr preisgünstig sind und durch die Anwendung als *Hot-Melt* keiner Trocknung oder Gelierung bedürfen, sondern lediglich abgekühlt werden müssen [49].

7.13.2.6 Mikroporöse Beschichtung

Nachfolgend soll auf folgende Aspekte eingegangen werden:

- die in Griff und Porosität dem Leder nahekommende Beschichtung
- mikroporöse, atmungsaktive Sperrschichten und deren mögliche Funktionalisierung mit mikro- und nanoskaligen Wirkstoffen

Der Wunsch, Bekleidungs- und Schuhoberleder zu imitieren oder wenn möglich, im Hinblick auf eine Konfektion von gleichmäßiger Rollenware anstelle unterschiedlich dicker Naturhäute auszugehen, hat zu vielgestaltigen Syntheseledervarianten geführt (z. B. Alcantara).

Eine viskose, lösemittelhaltige PUR-Emulsion-Dispersion wird einseitig aufgerollt und getrocknet, wobei zunächst das Lösemittel verdunstet, das PUR koaguliert und dabei eine Unzahl von Mikroporen ausbildet. Die angeschmirgelte, geschliffene, velourierte Ware ist wasserundurchlässig aber wasserdampfgängig, d. h. atmungsaktiv. Bei der Verwendung ionisch koagulierbarer PUR-Dispersionen kann auf Lösemittel (Rückgewinnung/Verbrennung) verzichtet werden, da die Koagulation auf Zusatz von Gegenionen (z. B. Säure) anspringt.

Fügt man aufgeschäumten PUR-Massen „Opfersubstanzen“ in Form feinst gemahlener Partikel wie z. B. Aluminium-, Kreide-, Stärkepulver zu und entfernt diese nach Koagulation, Trocknung und Anschliff der Oberflächen durch eine Behandlung mit Laugen, Säuren oder Enzymen, erhält man im Gegensatz zu oben beschriebenen Verfahrensweisen wohl definierte Hohlräume.

In diese Kavitationen lassen sich mikro- und nanoskalige Wirkstoffe einlagern, ohne dass diese über Gebühr fixiert und damit in ihrer Wirkungsentfaltung gehindert würden. Die Wirkstoffpalette reicht von mikroverkapselten Duftstoffen, Ölen und Vitaminen, über nanoskaliges Titandioxid und Cyklodextrin zur Geruchsneutralisation, bis hin zur Silberdotierung mit antiallergischer und bakterio-statischer Funktion. Über die Mitverwendung reaktiver Kunstharzvorkondensate kann die Freisetzung der Wirkstoffe individuell eingestellt werden (*controlled release*), was besonders für Kosmeto- und Medizintextilien bedeutungsvoll ist (s. Abschnitt 7.12.7 und 7.16) [50, 51].

7.13.2.7 Drainagebeschichtung

Hierzu dient die rückseitige Punktbeschichtung von z. B. Kunstrasen über dickwandige, großlöchrige Rotationsdruckschablonen mit Thermoplasten, Plasticsolen oder gefüllten Latices.

Ein schnelles Abtrocknen der Auslegeware für Schwimmbäder, Gartenanlagen, Spielplätze, Terrassen und Balkone ist nach Durchnässung jederzeit gewährleistet.

7.13.2.8 Heißsiegelbeschichtung

Ein beachtlicher Teil der Vliesstoffe geht als Einlagematerial in die Konfektionsindustrie. Neben der Frontfixierung von Oberbekleidung finden sich Fixiervliesstoffe zur Verstärkung in Knopfleisten, Revers, Schlitzten und Taschenpatten.

Auch die Schuh- und Täschnerindustrie verarbeitet beträchtliche Mengen an Einbügelvliesstoffen (s. Abschnitt 13.1) [52].

Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten

Fixiereinlagen sind Einlagevliesstoffe mit thermoplastischer Beschichtung und lassen sich durch Bügeln permanent mit dem Oberstoff verbinden. Diese Art der Verklebung hat die DOB- und HAKA-Branche revolutioniert, so dass hierauf ausführlicher eingegangen werden soll. Die Idee, Einlage- und Oberstoffe nicht mehr zu vernähen (pikieren), sondern zu verkleben, wurde vor ca. 80 Jahren entwickelt. Hinreichend beständige Thermoplaste und Applikationsmethoden standen dafür jedoch erst 30 Jahre später zur Verfügung.

Durch das unmittelbare Verkleben entstehen elastische und formstabile Lamine, bei denen selbst leichteste Textilstrukturen im Sinne einer Sperrholzverleimung sich gegenseitig stützend miteinander verbunden werden können. Neben der Thermoplastizität, die in einem den Fasern zumutbaren Bereich angesiedelt sein muss, bedarf es eines hinlänglichen Schmelzflusses, d. h. ausreichend Zeit, sich mit Einlage- und Obermaterial zu verkrallen, ohne diese zu durchschlagen. Hohe Bindekraft, Weichheit, Wasch-, Reinigungs- und Alterungsbeständigkeit werden ebenfalls erwartet. Einer der ersten Thermoplaste für diese Zwecke war

Polyethylen, das eine Vielzahl der gestellten Anforderungen in Wäscheindustrie und Kleinteilefixierung erfüllen konnte. Einen weicheren Griff, verbesserte Adhäsion und optimale Reinigungsbeständigkeit boten ternäre Co-Polyamide zur Frontfixierung von Oberbekleidung. Silikonisierte Oberstoffe lassen sich mit PVC-Mischpolymerisaten in Plastisolfom fixieren, allerdings bei einsatzmengenbedingt höheren Kosten und einem engeren Siegelplateau, was vor allem bei Leichtvliesstoffen schnell zu einer Rückvernietung führt. Weitere Thermoplaste sind Co-Polyester, Polyurethane, EVA-Co-Polymerisate sowie Polyvinylacetate, die sich wegen ihres niedrigen Schmelzpunktes bevorzugt zur Verklebung gegen temperaturempfindliche Obermaterialien (z. B. Leder) anbieten.

Aufmachungsform, Beschichtungsmassen und Anwendung

Ursprünglich liegen alle Thermoplaste als Granulate vor, die durch (Kalt)-Vermahlung unter Zusatz flüssigen Stickstoffes, in rieselfähige Pulver (100–400 μm) zu überführen sind. Die Pulver werden über Bestreuvorrichtungen aufgebracht, mittels IR-Strahlung angesintert und über gekühlte Kalandervalzen glättend auf dem Vliesstoffträger fixiert, um einem nachträglichem „Abzuckern“ entgegen zu wirken. Die Auftragsmengen liegen je nach Typ und Artikel zwischen 8–60 g/m^2 .

PVC-Mischpolymerisate lassen sich nur über eine vorherige Anpassung mit Monomer- bzw. Polymerweichmachern in Form eines Plasticoles über Computerpunktrotationsschablonen applizieren.

Ausgehend von einer präzisen Auftragstechnik wurden alsbald „Pulver-“ und „Pastenpunktverfahren“ entwickelt, wobei besonders dem „Doppelpunktverfahren“ allergrößte Bedeutung zufällt. Alle gängigen Thermoplaste lassen sich über Rotationsschablonen drucken, wenn sie in Korngrößen unterhalb von 80 μm zu stabilen, wässrigen Pasten aufbereitet werden.

Hierfür sind Dispergatoren, Schutzkolloide, Emulgatoren und Verdickungsmittel erforderlich. Durch Zumischung spezieller Plastifizierungsmittel lassen sich Schmelz- und Fließverhalten in gewissen Grenzen variieren, dem wichtigsten Vorteil gegenüber einer reinen Streu- bzw. Pulverapplikation.

Beim Doppelpunktverfahren druckt man zunächst einen nicht thermoplastischen Sockel auf den Trägervliesstoff, der noch feucht, mit Thermoplastpulver bestreut wird. Nicht anhaftende Teile werden abgeschüttelt, abgesaugt und zurückgeführt. Sockel und Pulver werden getrocknet und leicht ankalandert. Diese Architektur beugt sowohl einer Rückvernietung, als auch einem Durchschlag bei der späteren Verarbeitung vor. Der Thermoplastanteil lässt sich zudem reduzieren, ohne dass die Klebeeigenschaften darunter leiden, weil durch die Blockade kein unnützes Versacken im Substrat erfolgt.

In dem Moment wo Einlagevliesstoff und Oberstoff beim Konfektionär durch Hitze und Druck miteinander verschmelzen (bügeln), wird die Beschichtung zur Trockenkaschierung. Dies geschieht entweder diskontinuierlich auf Platten – oder auf kontinuierlich siegelnden Durchlaufpressen [52–55].

7.14

Kaschieren

Hierunter versteht man das dauerhafte Zusammenfügen mehrerer vorgefertigter Flächengebilde über ein Medium (Kleber), das den Verbund herstellt. Man unterscheidet Trocken- und Nasskaschierung, bei der der Kleber vorübergehend mit einer Begleitsubstanz kombiniert wird.

7.14.1

Nasskaschierung

Die Klebstoffe dafür sind entweder mit einem Lösemittel gelöst oder unter Zuhilfenahme weiterer Additive in Wasser dispergiert. Im einfachsten Falle trägt man den Kleber auf eine Warenbahn auf und führt eine zweite unter Druck hinzu. Anschließend wird das Verbundmaterial getrocknet und gehärtet (kondensiert). Bei den lösemittelhaltigen Klebstoffen handelt es sich um natürliche und/oder synthetische Makromoleküle, die eine schnelle Trocknung und Haftung unter Vermeidung nachteiliger Quellvorgänge bewerkstelligen. Nachteilig sind limitierte Feststoffgehalte und Lösemittelverluste bzw. deren aufwendige Rückgewinnung und/oder Entsorgung (Abluft-Verbrennung). Wässrige Dispersionskleber benötigen längere Trocknungszeiten und oft höhere Kondensationstemperaturen zur Erzielung der geforderten Echtheiten. Solche Verfahren sind nur dann praktikabel, wenn zumindest eine der zu verklebenden Bahnen für Wasser bzw. Lösemittel durchlässig ist.

7.14.2

Trockenkaschierung

Dafür werden alle Arten von Schmelzklebern benutzt. Sie haben den Vorzug, in hochkonzentrierter Form vorzuliegen und nicht im Substrat zu versacken, welches allerdings über hinreichende thermische Stabilität verfügen muss. Die Vereinigung mit der zulaufenden Warenbahn muss in schmelzflüssigem Zustand des Klebers erfolgen, entweder unmittelbar nach dessen Aufbringen oder thermischer Reaktivierung unter Anwendung hohen Druckes und Kühlung, um den Thermoplasten zu blocken. Auch die Kombination beider Verfahrensweisen ist durchaus üblich, wobei ein Formteil oder die Warenbahn mit Kaschierkleber nass beaufschlagt und zwischengetrocknet wird, um es dann in einer Formpresse unter Hitze und Druck mit weiteren Elementen z. B. zu Autohimmeln oder Türseiten teilen tief zu ziehen. Bei der Flammkaschierung wird eine Polyurethanschaumstoffolie durch Gasbrenner schmelzklebrig angebrannt und ein- und/oder zweiseitig mit der zu verbindenden Vliesstoffbahn unter Druck und Kühlung zusammengeführt. Wegen der hohen Umweltbelastung sind solche Anlagen zu kapseln und die Abluft ist sorgfältig zu reinigen [49]. Wesentlich ist, dass alle für die genannten Anwendungsgebiete zum Einsatz kommenden Vliesstoffe, Textilhilfsmittel und Bindemittel *föggig*-frei und geruchsarm sind.

7.14.2.1 Anwendung von Klebvliesstoffen

Klebvliesstoffe lassen sich aus bei niedrigen Temperaturen schmelzenden Thermoplasten im Spinnvliesverfahren herstellen. Zwischen die zu laminierenden Warenbahnen positioniert, entwickeln sie auf Hitze und Druckeinwirkung reaktivierte Klebekraft. Auch Klebefolien und Klebenetze sind im Gebrauch, weil sie besonders umweltfreundlich sind.

7.14.3

Beispiele für Kaschierungen

Neben wenigen Kaschierungen, die temporären Charakters sind, wird üblicherweise auf höchste Verbundbeständigkeiten Wert gelegt. Kaum ein Kleidungsstück, das nicht an irgendeiner Stelle mit Vliesstoffeinlagen fixiert wäre. Lamine aus Vliesstoffen und Membranfolien gewährleisten exzellente Barrierewirkungen gegen infektiöse Keime und Blut im Krankenhaus- und OP-Bereich. Bei Sportbekleidung und im Freizeitsektor vermitteln solche Lamine Wasser- und Winddichtheit unter weitgehender Aufrechterhaltung der Atmungsaktivität (Tragekomfort). Vliesstofflamine sind ein wichtiges Segment z. B. bei der Herstellung von Leichtbaudämmplatten und bestehen aus Polyurethanhartschäumen und latexbeschichteten Glasfaservliesstoffen als stabilisierende und dekorierende Außenseiten bzw. Sichtseiten.

Verwendet man als Sperrschicht Oxidations-, Elastomer- oder Elastoplastbitumina, die zusätzlich besandet oder talkumiert werden, erhält man Dachdämmplatten. Vliesstoffbahnen als Zweitrücken für dimensionsstabile *Tufting*- und Webteppiche dienen zusätzlicher Trittschalldämmung und Isolation.

In Kombination mit Papier und Folien finden Vliesstofflamine als (Präge-)Tapeten und Dekorations- oder Isolationselemente Verwendung.

Der Automobilbau ohne Lamine ist schlichtweg undenkbar. Beispiele dafür sind Anwendung in Himmeln, Hutablagen, Türseitenteilen, Säulenverkleidungen und Fußbodengruppen. Aus Umweltgründen werden viele davon entweder nach dem Trockenkaschier- oder Halbnasskaschierverfahren erstellt. Hierbei wird strengstens auf minimale Schadstoffbelastung des Innenraumes geachtet, besonders auf die Vermeidung von sich trübenden Niederschlägen auf Scheibeninnenseiten (s. Abschnitt 14.5) [56–58].

7.15

Beflocken

Beflocken eröffnet die Möglichkeit, einem zweidimensionalen Flächengebilde die dritte Dimension hinzuzufügen. Kurzfasern von weniger als 1 bis maximal 20 mm Länge, sofern nicht leitfähig, werden mit einer elektrisch leitenden Präparation versehen und in einem Flockstrahler (Siebelektrode) elektrostatisch aufgeladen. Entlang der Feldlinien eines starken elektrostatischen Feldes fliegen nun die Fasern auf ein mit Kleber präpariertes, geerdetes Substrat, wo sie sich senkrecht in die Kleberschicht hineinbohren und eine plüsch-, samt- oder veloursartige

Oberfläche entwickeln. Feingemahlene Faserstäube verleihen der Oberfläche einen Pfirsichhauteffekt. Der Kleberauftrag kann entweder vollflächig oder ornamental erfolgen. Als Kleber kommen ähnliche Präparate wie beim Kaschieren in Betracht, bevorzugt thermoreaktive oder über Vorkondensate vernetzbare Substanzen, da sie die höchsten Gebrauchsechtheiten liefern. Wässrige Dispersionen, besonders in aufgeschäumter Form, unterstützen dabei den Feldaufbau, das Eindringen und Stabilisieren der Flockfasern und einen angenehm weichen Griff. Vliesstoffe als Substrat bieten bei niedriger Masse und gleichmäßiger Oberfläche den Vorteil, einen sparsamen Kleberauftrag mit hoher Flexibilität zu verbinden [59].

7.16

Neue Verfahren und Produkte

Ausrüstungs- und Veredlungsverfahren sind einer ständigen Entwicklung unterworfen, die vielfach eine Umwelt- und Effizienzoptimierung zum Ziel hat. Auf EU-Ebene ist hierzu in jüngster Zeit eine Reihe von Gesetzen, Verordnungen und Richtlinien implementiert worden. IPPC (*Integrated Pollution Prevention and Control*), BREF (*Best Available Technique Reference Documents*), GHS (*Globally Harmonised System*) und REACH als allumfassende neue EU-Chemikalien-VO greifen massiv in diese Richtung ein.

Polymere, die bei textilen Beschichtungen zum Einsatz kommen, unterliegen dieser Verordnung nicht, sehr wohl aber die meist niedermolekularen Additive (Regler, Initiatoren, Katalysatoren, Vernetzer, Emulgatoren), so dass sämtliche Zubereitungen und auch die zugrunde liegenden Monomere der Registrierung und/oder Zulassung nach CMR (Liste der krebserregenden, erbgutverändernden und fortpflanzungsgefährdenden Stoffe) und PBT (Persistent, Bioakkumulierend, Toxisch – Charakteristik von für die Umwelt besonders gefährlichen Chemikalien) bedürfen. Viele kleinvolumige Stoffe werden die Registrierkosten nicht einspielen und deshalb vom Markt genommen (ca. 10–30% der Stoffe). Um weiterhin innerhalb der EU konkurrenzfähig produzieren zu können, wird man um grundlegende Rezepturänderungen bis zu Verfahrensmodifikationen kaum umhin kommen. Der Trend geht eindeutig „Weg-vom-Neustoff“ (damit auch vom umweltfreundlicheren) hin zum preisgünstigen, verfügbaren und mit komplettem Datensatz versehenen „Massen-Rohstoff“ mit dem Hauptziel: „REACH-Resistenz“.

Produktionsverfahren, die sich physikalischer Effekte bedienen und/oder in geschlossenen Systemen ablaufen, gehört die Zukunft (Plasma, überkritisches CO₂). Der Einsatz von Polymeren, besonders von Bio-Polymeren (z. B. Enzyme, Polysaccharide, Proteine) wird sich verstärken. Energieeffizienz (Klimaschutz) dürfte zum Reizthema auflaufen, denn hierbei ist Ersparnis gleich Ergebnis, was unmittelbar die globale Wettbewerbsfähigkeit europäischer Unternehmen fördert. Nanomaterialien dürften zur Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts avancieren. Man versteht darunter Strukturen, deren verbindendes Element die Erzeugung oder das Vorhandensein mindestens einer Größendimension kleiner als

100 nm ist. Hierunter fallen sowohl Nanopartikel als auch dünne Schichten und/oder entsprechend modifizierte Oberflächen. Farbgebung durch nanostrukturierte Selbstorganisation, Nanowürfel als Speichermedien, Wärmedämmung durch Nanozellen, carbosiloxanvernetzte (Sol-Gel), witterungsbeständige *Coat*-Systeme (Auto-Lacke, Antigriffitanstriche), nanopartikuläre Silica-Dispersionen in Polychloropren-Dispersionsklebstoffen, Kohlenstoff-Nanoröhrchen zur Flammhemmung sind vielversprechende Innovationen.

Allein die Risikobewertung von Nanopartikeln könnte einer breiten Anwendung unter Umständen noch entgegenstehen. Hierzu laufen derzeit nationale (Nano Care) und europäische (NanoSafe2) Projekte, die sich mit der inhalativen Wirkung und Toxizität von luftgetragenen Nanostäuben auseinandersetzen. Studien zur möglichen Hautpenetration von Sonnenschutznanopartikeln (Zinkoxid/Titanoxid) erbrachten dagegen keinerlei Hinweise zur Besorgnis [60–104].

7.16.1

Ökologie und Ökonomie

Anzustreben wäre der Einklang von Ökologie und Ökonomie, der sich über „Produktionsintegrierten Umweltschutz = PIUS“ herbeiführen lässt. Nicht die nachträgliche und meist aufwendige Entsorgung von Problemstoffen steht dabei im Vordergrund, sondern Vermeidungs- und Wiederverwendungsstrategien.

Natürlich war die Industrie in der Vergangenheit nicht untätig und hat eine Vielzahl von Problemstoffen erkannt und die damit einhergehenden Gefahren gebannt. Die Schlagwörter reichen von AOX (absorbierbare organisch gebundene Halogene) über APEO (Alkylphenoethoxylate), TBT (Tributylzinnhydrid), DDT (Dichlordiphenyltrichlorethan) bis hin zu EDTA (Ethyldiaminessäure) und Schwermetallen. Wassergefährdungsklassen- und Abwasserrelevanzstufen wurden definiert und über Sicherheitsdatenblätter entlang der Versorgungskette kommuniziert. Unter dem Eingriff von REACH dürfte eine ganze Reihe sogenannter CMR- und PBT- Stoffe besonderer Beobachtung, in vielen Fällen sogar einem Substitutionsgebot unterworfen werden, selbst dann, wenn eine adäquate Beherrschung der Risiken dank effizienter Risikomanagementmaßnahmen (RMM) anhand einer sozio-ökonomischen Analyse unter Beweis gestellt werden kann.

Viele Monomere (Styrol, Vinylchlorid, Acrylamid), Vernetzer (Epoxyde, Isocyanate), Plastifizierungsmittel (Phthalate), Farbstoffe (Azoverbindungen), Komplexbildner (Phosphonate), Flammschutzmittel (perhalogenierte, schwermetallhaltige), Tenside (PFOS), um nur einige beispielhaft anzuführen, werden sich kritischer Beobachtung zu stellen haben (Biomonitoring).

Die Automobil- und Flugzeugindustrie, aber auch global agierende Textil- und Bekleidungsunternehmen werden mit Argusaugen hierüber wachen bzw. sich allzu restriktiven Auflagen durch z. B. Produktionsverlagerungen zu entziehen wissen. Da REACH nur Chemikalien-, nicht aber fragwürdige „Fertigartikel-Importe“ hinreichend überwacht, darf eine allgemein und nachhaltig verbesserte Verbraucherschutzsituation in der EU durchaus in Zweifel gezogen werden, weil

die hiesigen, hohen Produktions- und Qualitätsstandards (Prozessbeherrschung) noch lange nicht überall in der Welt Geltung haben [24–35, 75–78, 105–107].

Literatur

- 1 Sievers K (1972) Geschrumpfte Produkte auf Vlies-Basis, *Melliand Textilber* 53: 156–157
- 2 Endler H (1975) Der Einsatz von Kalandern bei der Vliesstoffherstellung, *Allg Vliesst Rep* 4: 205–208
- 3 Eisele D (1992) Recyklate aus Reißbaumwolle und Phenoplast – ein bewährtes System, *Melliand Textilber* 73: 873–878
- 4 Colijn JJV (1975) Geschlitzte Vliesstoffe, *Text Prax Int* 30: 1192–1202
- 5 Montag, Reimann, Dittrich (1977) Vliesstoffe rauhen zur Verbesserung von Optik und Haptik, *Melliand Textilber* 76: 359–360
- 6 Eisele D (1990) Nadel-/Polyvliesbeläge für den Automobilbau, *text praxis internat* : 723–727
- 7 Watzl A (1994) Thermofusion, Thermo-bonding und Thermofixierung, *Melliand Textilber* 85: 840–845, 933–940, 1015–1020, 86: 76–78; 170–173, 265–269
- 8 Ou R (1994) Breitwaschanlage für Maschinenware und empfindliche Gewebe, *Melliand Textilber* 75: 997–998
- 9 Weber KA, Langenthal W (1963) Färben von Vliesstoffen, *Bayer Farben-Revue* 6: 1–12
- 10 Beiertz H (1970) Farbwerke Hoechst AG, *DT* 2037: 554
- 11 Homuth H, Weyer HJ (1973) Das Bedrucken von Bodenauslegeware, *text praxis internat* 28: 49–51, 102–104, 156–159, 222–223
- 12 Kool RJM (1995) Die Jetprint-Technologie, *Textilveredlung* 30, 3/4: 72–78
- 13 Stukenbrock KH (1990) Möglichkeiten des Druckens von Vliesen und Vliesstoffen, *Melliand Textilber* 71: 303–305
- 14 Arslan A (2006) Transferdruck mit Dispersionsfarbstoffen auf Naturfasern – bald Realität? *Melliand Textilber* 4: 243–246
- 15 Arslan A (2006) Transferdruck auf Jeans – Alternative Verfahrensmöglichkeiten zum Used-Look, *Textilveredlung* 5/6: 10–14
- 16 Hardt P (1990) Umweltfreundliche Textilweichmacher, *Melliand Textilber* 71: 699–705
- 17 Schmiedgen H (1976) Antistatische Ausrüstung von Vliesstoffen und Nadelfilzen, *text praxis internat* 31: 890–892
- 18 Anonym (1997) Fluor-Alkylsilan von Hüls, *Melliand Textilber* 78: 202
- 19 Klesper H (1975) Antimikrobielle Ausrüstung von Vliesstoffen und Nadelfilzen, *text praxis internat* 10: 1011–1022
- 20 White C (1976) Microbiological contamination, *Nonwovens Industry* 27, 2: 190–192
- 21 Cognis (2007) Gold Award für Skintex, *Melliand Textilber*. 3: 95
- 22 Einsele U (1975) Flammhemmende Ausrüstung von Vliesstoffen und Nadelfilzen, *text praxis internat* 30: 1672–1687
- 23 Schäfer W (1997) Vliesstoffe und Composites mit feuerblockenden Eigenschaften, *ITB* 43: 47–49
- 24 Internet: <http://europa.eu.int/eurlex/lex/JOH.html.do?uri=OJ:L:2006:396:SOM:DE:HTML>
- 25 Internet: http://www.reach-info.de/01_aktuell/01_aktuelles.htm
- 26 Internet: http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/umwelthemen/chemikalien/REACH_Leitfaden.pdf
- 27 Internet: http://194.185.30.169/reach_site/navigator_en.htm
- 28 Internet: http://ec.europa.eu/enterprise/reach/index_de.htm
- 29 Internet: http://ec.europa.eu/environment/chemicals/reach/reach_intro.htm
- 30 Internet: <http://ecb.jrc.it/reach/>
- 31 Internet: <http://ec.europa.eu/echa/>
- 32 Internet: [http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/P-R/reach2006- praesentation hardt,property=pdf,bereich=bmwi, sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/P-R/reach2006-praesentation-hardt,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf)
- 33 Hardt P (2004) REACH-„Out“ for chemicals, *Melliand Textilber* 10: 770–771; Vortrag VDTF Jahrestagung Baden-Baden 2004

- 34 Hardt P (2004) REACH und seine Bedeutung für die Textilindustrie; Vortrag ATC 04, Nov 24–25
- 35 Hardt P (2007) REACH umsetzen – Wege für den Praktiker, Vortrag Berg. Uni Wuppertal 7.2. 2007; Vortrag HS Niederrhein Mönchengladbach 9.5.2007; Vortrag HS Niederrhein Krefeld 22.5.2007; Vortrag Uni Potsdam 4.6.2007
- 36 Stukenbrock KH, Türk W, Werner G (1984) Möglichkeiten zur Verbesserung des Saugvermögens von Vliesstoffen, *Melliand Textilber* 65: 173–175
- 37 Kerres B (1996) Superabsorber für wässrige Flüssigkeiten, *Textilveredlung* 31: 238–241
- 38 Bucholz FL, Graham AT (1998) Modern Superabsorbent Polymer Technology, Wiley-VCH New York/Chichester: 224–231
- 39 Herrmann E (1998) Permeable Superabsorbents, Function and Importance for the Application in Diapers, EDANA Congress 1998, Nonwoven Symposium
- 40 Engquist H (2007) Weiteres Wachstum mit saugfähigen Hygieneprodukten, *Allg Vliesstoff-Report* 1: 12–15
- 41 Internet: www.titk.de/leistung/fasern/alceru_verfahren.htm
- 42 Schulz B, Cleve E, Krekel G, Knopf K, Cinquemani C (2007) Modifizierung superabsorbierender Polymere mit hochkomprimiertem CO₂, *Chemie Ingenieur Technik*, 79, 1–2:123–128
- 43 Offermann P, Jansen E (1996) Universal-Beschichtungsanlage für die Textilindustrie, *Melliand Textilber* 77: 794
- 44 Matson B (1996) Barrier Coating Technologies and their Application for Nonwovens, INDEX '96 Congress, Packaging Session
- 45 Dobmann A, Bamborough DW (1996) Lösungsmittelfreie Haftschnelklebstoffe für medizinische Anwendungen mit Hautkontakt, INDEX'96 Congress, Rohstoffe Session
- 46 Kooy T (1978) Anforderungen an Glasvliesstoffe für den Fußbodenbereich, Kolloquium – Vliesstoffe für technische und textile Einsatzgebiete, Reutlingen
- 47 Bobe JEA (1976) Polyurethan – Die 3. Generation der Teppichbeschichtung, *Melliand Textilber* 57: 934–939
- 48 Neue Polyurethan-Teppichbeschichtungsanlage, *Melliand Textilber* 58: 335 (1977)
- 49 Lukoschek K (1976) Hot-melt-Rückenbeschichtung und Kaschierung, *Melliand Textilber* 57: 939–940
- 50 Zorn B (1974) Die Beschichtung von Vliesen mit einer mikroporösen Deckschicht, *text praxis internat* 29: 1706–1712
- 51 Stukenbrock KH (1984) Ionisch koagulierbare Polyurethan-Dispersionen, eine neue Möglichkeit für die Textilveredlung, *Melliand Textilber* 65: 765–758
- 52 Sroka P (1993) Handbuch der textilen Fixiereinlagen, Hartung-Gore Verlag, Konstanz
- 53 Stukenbrock KH (1977) Heißsiegelbeschichtung in „Handbuch der Textilhilfsmittel“ Verlag Chemie, Weinheim
- 54 Steukart H (1971) Die Fixiertechnik in der Bekleidungsindustrie – Theorie-Maschinen-Praxis, *Textilveredlung* 6: 469–482
- 55 Stukenbrock KH (1971) Chemische Grundlagen für Heißsiegelkleber für Fixiereinlagen, *Textilveredlung* 6: 459–468
- 56 Hürten (1997) Laminieren von Sympatex Membranen, *Adhäsion* 41: 34–37
- 57 Hardt P, Kerres B (1988) Foggingarme Spinnereiavivagen, *Chemiefaser/Textilindustrie* 38/90, 12
- 58 Hardt P, Weihrauch Th (1994/2004) Prognosen zum Fogging- und Abluftverhalten von Textilhilfsmitteln; *textil praxis international* 1/2: 79–82 und 3: 163–167
- 59 Stukenbrock KH (1988) Substratloser Flock, *Textilveredlung* 23: 58–60
- 60 Rakowski W, Okoniewski M, Bartos K, Zawadzki J (1982) Plasmabehandlung von Textilien-Anwendungsmöglichkeiten und Entwicklungschancen, *Melliand Textilber* 63: 307–313
- 61 Thomas H, Denda B, Hedler M, Käsemann M, Klien C, Merten T, Höcker H (1998) Textilveredlung mit Niedertemperaturplasmen, *Melliand Textilber* 79: 350–352
- 62 Bahners T, Ruppert S, Schollmeyer E (1977) Kreatives Gestalten von Oberflächeneigenschaften textiler Flächengebilde durch Plasma-Grafting und Beschichten, *Melliand Textilber* 78: 770
- 63 Sigurdsson S (1996) Plasma treatment of Polymers and Nonwovens improving their

- functional properties, INDEX '96 Congress, R&D Special Session
- 64 Poll HU, Schreiter S (1997) Industriennahe Plasmabehandlung textiler Bahnware, *Melliand Textilber* 78: 466–468
- 65 Knittel D, Buschmann HJ, Schollmeyer E (1992) Maßgeschneiderte Eigenschaften, *B+W/B+M* (1992) 12: 34–36, 39–40
- 66 Denter U, Buschmann HJ, Knittel D, Schollmeyer E (1997) Modifizierung von Faseroberflächen durch permanente Fixierung supramolekularer Komponenten, *Teil 2: Cyclodextrine, Angewandte Makromolekulare Chemie* 248: 165–188
- 67 Denter U, Buschmann HJ, Knittel D, Schollmeyer E (1997) verfahrenstechnische Methoden zur permanenten Fixierung von Cyclodextrinderivaten auf textile Oberflächen, *Textilveredlung* 32: 33–39
- 68 Knittel D, Schollmeyer E (1998) Chitosan und seine Derivate für die Textilveredlung, *Textilveredlung* 3/4: 67–71
- 69 Knittel D, Saus W, Schollmeyer E (1997) Water-free dyeing of textile accessories using supercritical carbon dioxide, *Indian Journal of Fibre & Textile Research* 22, Sept: 184–189
- 70 Urtel M (2007) Innovation durch Nanomaterialien, *GIT Labor-Fachzeitschrift* 1:28–30
- 71 Schild C, Pielartzik H, Krüger P, Schmid M (2007) Von der Forschung in die Anwendung – Nanotechnologie bei Bayer *GIT-Labor-Fachzeitschrift* 1: 31–32
- 72 Internet: www.pely-tex.de; Thermisch-, Bindemittel und wasserstrahlverfestigte Vliesstoffe
- 73 Internet: www.plasma.de; Diener, Plasma-Surface-Technology, Plasmatechnik
- 74 Internet: www.degussa-nano.de; Nanotechnologie, Technologie, Forschung, Verantwortung
- 75 Internet: www.nonwovens-group.de; Vliesbildung, Produkte-Herstellung
- 76 Internet: www.sandler.de; Vliesstoffe – Anwendung – Produkte
- 77 Internet: www.empa.ch; Vliesstoffe aus Nanofasern
- 78 Internet: www.hofer-vliesstofftage.de/vortraege_2005.htm
- 79 Internet: www.3.itv-denkendorf.de; Plasmabehandlung
- 80 Internet: www.ilt.frauenhofer.de; Kontinuierliche Plasmabehandlung bei Atmosphärendruck
- 81 Internet: www.stfi.de; tt-informationen, Ausgabe 03/2005, Vliesstoffe
- 82 Internet: <http://darwin.bth.rwth-aachen.de/opus3/volltexte/2003/472/>; Klein C, Plasmagestützte Oberflächenmodifizierung von Polypropylen
- 83 Internet: http://www.empa.ch/plugin/template/empa/*/21999/---/l=1; Fischer A, Multifunktionstextilien für jeden Einsatz
- 84 Internet: www.nanogate.de; Produktveredlung/Oberflächen/Textilien-Leder; Macht aus jedem Faden – Funktionsgewebe
- 85 Internet: www.fleissner.de; Aquajet Spunlace Verfahren – Technik für Baumwollfasern; Pressemitteilung vom 08.05.2002
- 86 Internet: <http://de.wikipedia.org/wiki/Vliesstoff>; Vliesstoff
- 87 Marcinkowski St (2001) Nano-Chancen für nachhaltiges Wachstum, Forum Zukunft Nano 25.10.2006
- 88 Krumm K (2001) Atmungsaktive Vlies-Folienverbunde durch Extrusionsbeschichtung; *Vliesstoffe Technische Textilien* 4: 7–8
- 89 Böttcher H (2001) Pastenpunkt- bzw. Doppelpunktbeschichtung für textile Fixiereinlagen; *Vliesstoffe Technische Textilien* 4: 10–13
- 90 Nüssli R (2001) Hotmelt Beschichtung und Laminierung für technische Textilien; *Vliesstoffe Technische Textilien* 4: 14–16
- 91 Grynaeus PS (2004) Kleben im Bereich von Bekleidungstextilien; *Melliand Textilber* 5: 393–395
- 92 Arndt K-F, Richter A (2006) Smarte Hydrogele; *GIT Labor-Fachzeitschrift* 12:1094–1096
- 93 Industry news (2006) Kelheim Fibres: PCM viscose fibers, outlast phase change technology; *Melliand International* 4: 256
- 94 Industry news (2006) EDANA: Nonwovens production in Europe +5 %; *Melliand International* 4: 262
- 95 Industry news (2006) Global and NA market trends for nonwovens; *Melliand International* 4: 263
- 96 Davies B (2006) Polymer and fibers for nonwovens; *Melliand International* 4: 270
- 97 Bill M (2006) Ems-Griltech: new fiber specialties; *Melliand International* 4/2006: 271

- 98 White FC (2000) Edana: Nonwovens Trainings Course –Delegates, Notes, Glossary; Internet: <http://www.edana.org>
- 99 Textor T, Schröter F, Schollmeyer E (2006) Functionalisation of Textiles with Nanotechnology ; Mater. Res. Soc. Symposium, Proceedings 0920–S01-02
- 100 Schollmeyer E, Knittel D (2006) Funktionalisierung von Faseroberflächen mit Biopolymeren; DWI-Reports 130 (2006)
- 101 Erth H (2006/7) tt-information, Sonderausgabe STFI 2006/2007, Forschungsprojekte.
- 102 Zorjanovic J, Zimehl R, Schollmeyer E (2007) Surface modification of textile materials by dip-coating with magnetic nanoparticles, Polymer Surface Modifications: Relevance to Adhesion, Vol 4, pp.1-1
- 103 Heinemeyer F, Knittel D, Röntges M (2005) Textile Substrates For Cu(In,Ga)Se₂ Thin Film Solar Cells; Proceedings of the 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona (2005) 1BO.8.6: 1–4
- 104 Buschmann H-J, Schollmeyer E (2007) Dendrons for surface modification of polymeric materials: Polymer Surface Modification Relevance to Adhesion Vol.4, pp. 1–10
- 105 Eisele D (1996) Reißfasergut-Merkmale-Zusammenhänge, *Melliand Textilber* 77: 199–202
- 106 TEGEWA Jahresbericht 1996/97: 34–37
- 107 Sicherheitsdatenblatt nach EG-Richtlinie 93/1/12/EWG

