

„Visiotex GmbH, Neu-Ulm“
Entwicklung eines Verfahrens zur abfallfreien Herstellung
ergonomisch geformter dreidimensionaler Sitzkissen

Abschlussbericht über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem Az: 23481-21/0 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Verfasser: Friedrich Roell

Neu-Ulm, Juli 2008

1. Projektkennblatt

der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	23481	Referat	21/0	Fördersumme	115.000,00 €
----	--------------	---------	-------------	-------------	---------------------

Antragstitel Sitzinsel - ergonomisch geformte dreidimensionale Sitzkissen

Stichworte Verfahren, Abfall, Ergonomie, Textil

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
30 Monate	24.11.2005	31.5.2008	keine
Zwischenberichte	alle 6 Monate Kurzbericht		

Bewilligungsempfänger VISIOTEX GmbH Wegenerstraße 13 89231 Neu-Ulm	Tel:	0731/9270831
	Fax	0731/9270832
	Projektleitung	Herr Fritz Roell
	Bearbeiter	

Kooperationspartner

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Durch die Umsetzung eines sortenrein getrennten Mehrschichttextils besteht die Möglichkeit, vollständig auf flammkaschierte (mit Schaumstoff stabilisierte) textile Flächen zu verzichten. Die Herstellungstechnologie dieser Mehrschichttextilien nach dem neuartigen 'Wovenit' Verfahren lässt eine sortenreine Trennung der eingesetzten Materialien zu. Damit ist die wesentliche Voraussetzung geschaffen, dass endlich ein geschlossenes Recyclingkonzept für diese Textilien umgesetzt werden kann.

Der weitere wesentliche Ansatzpunkt ergibt sich aus ökologischer Sicht durch die direkte Formung komplex geformter Körper, durch die vollständige Ausnutzen des eingesetzten Fadenmaterials entfällt jeglicher Zuschnittverlust.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Ein wesentlicher Schwerpunkt der Weiterentwicklung konzentrierte sich auf die kundenspezifische Optimierung unterschiedlicher Materialien und neuer Bindungen, die Integration von Zusatzelementen in die 3D konturierten Textilien. Hierbei war insbesondere die bisher entwickelte Bindungs- und Spickeltechnologie weiter zu optimieren und an die neuesten Strickmaschinen anzupassen.

Es wurde daher ein intelligentes Hybridmaterial entwickelt werden, das neben den wichtigen technischen, insbesondere auch die geforderten haptischen und optischen Eigenschaften erfüllt.

Zur Kaschierung der Spickellöcher musste ein optimiertes Spickelverfahren entwickelt werden, das für eine absolut homogene Spickelkontur sorgt.

Mit dem engen Nadelabstand der neuen 16er Teilung werden erstmals besonders steile Spickellinien als Grundvoraussetzung für extreme Konturierungen und äußerst komplexe Geometrien möglich. Hierfür waren auch geeignete Bindungen zu entwickeln.

In der neuen Konstellation können individuelle 3D Sitzbezüge nach den Idealvorstellungen der Kunden realisiert und die Einhaltung vorgegebener Normen garantiert werden.

Ergebnisse und Diskussion

Im Bereich der Maschinenteknologie konnte auf der Basis einer neuen Flachstrickmaschine der Firma Shima/Robotec die technologischen Voraussetzungen geschaffen werden und die weiteren Projektarbeiten durchzuführen. Hier wurde speziell ein Nadelbett mit feiner Teilung eingesetzt, für das spezielle Nadeln entwickelt wurden, die eine höhere Fadenzugspannung ermöglichen.

Weitere Arbeiten mussten sich dann auch mit der Weiterentwicklung des Fasermaterials befassen, da sich zeigte, dass die Materialien in Verbindung mit den klimatischen Umgebungsbedingungen einen starken Einfluss auf die Verarbeitung des Fasermaterials haben. Die speziell entwickelte Polyamid-Hybrid-Faser bzw. das verwendete Herstellungsverfahren beeinflusst trotz der chemischen Ähnlichkeit die technologischen Eigenschaften nachhaltig. Auch nachgelagerte Prozesse wie das Färben oder die eingesetzten Avivagen, haben einen hohen Einfluss auf die Verarbeitbarkeit. Daher mussten alle Prozessschritte gemeinsam optimiert werden.

Einen Schwerpunkt der Arbeiten stellte dann die Optimierung des eigentlichen Strickverfahrens dar. Hier waren zwei Hauptzielrichtungen gegeben, die neuartige Bindungsentwicklung und die Optimierung der Spickelstrukturen. Im Rahmen der Optimierung der Spickelstrukturen konnten wichtige Ziele erreicht werden und es gelingt inzwischen bei nicht zu steilen Spickelverläufen, gute Ergebnisse zu erzielen. Die Spickellöcher können durch eine modifizierte Ansteuerung der Nadelbetten „kaschiert“ werden.

Die Bindungsentwicklung musste in enger Abstimmung mit dem Fasermaterial und der Maschinenansteuerung durchgeführt werden. Gerade wenn unterschiedliche Materialien mit verschiedenen Maschenverhältnissen in eine Gesamtstruktur zusammengeführt werden, müssen umfangreiche Probleme gelöst werden. Die technischen Ziele im Rahmen der Projektarbeiten konnten hier vollständig erreicht werden und es gelingt inzwischen, unterschiedlichste Materialien gemeinsam zu verarbeiten.

Die Erzeugung komplexer dreidimensional geformter Oberflächen oder Konturen konnte im Rahmen des Projektes deutlich vorangebracht werden. Hier gelingt es inzwischen, unterschiedlichste Konturen mit dem Wovenit-Verfahren herstellen zu können. Die technischen Grenzen sind hierbei im Wesentlichen durch die noch vorhandenen Begrenzungen in dem Spickelverfahren gegeben.

Es ist inzwischen auch möglich, Oberflächen gezielt zu strukturieren und eine Vielzahl von Formen mit dem Wovenit-Verfahren zu erzeugen.

Die Integration von Funktionselementen konnte im Rahmen der Projektarbeiten gut gelöst werden. Hier stehen inzwischen unterschiedlichste Schlaufen, Keder oder Taschen zur Verfügung. Darüber hinaus wurden speziell für Membranen auch Keder entwickelt, die eine Einspannung der Membranen auf 4 Seiten in den Rahmen ermöglichen.

Im Bereich der Mehrlagentextilien konnten auf der Basis von Polfadenkonstruktionen grundlegende Erfahrungen mit voluminösen Textilien gesammelt werden. Hier sind allerdings die technologischen Eigenschaften noch nicht so genau zu definieren. Ergänzend wurde darüber hinaus die Doppel-Membrane entwickelt, die eine Alternative zu voluminösen Textilien darstellt. Durch die Einspannung einer vorgespannten Netzmembran auf 4 Seiten in den Rahmen, kann ein definierter Spannungszustand an der Oberfläche erzielt werden.

Die einzelnen Elemente konnten als Bauteile im Rahmen der Projektarbeiten demonstriert werden. Auf der Basis dieser Vorarbeiten wurden dann mit Herstellern im Büromöbelbereich gezielt Stuhlelemente entwickelt und als Testmuster demonstriert. Mit der Firma Sedus gelang es darüber hinaus, bereits ein System in die Serie zu überführen, wo die Rückenlehne für den mit Abstand erfolgreichsten Bürostuhl „Net-Win“ mit dem Wovenit-Verfahren gefertigt wird.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Die Öffentlichkeitsarbeit konzentriert sich für die Firma Visiotex insbesondere darauf, der Technologie am Markt besser zu etablieren und so die Projektergebnisse zu verbreiten. Hier wurde inzwischen ein Markenname „Wovenit“ angemeldet und unter diesen eine Internetpräsenz aufgebaut. Darüber hinaus wird durch den Erfolg des Bürostuhls Net-Win bei der Firma Sedus der Begriff Wovenit einem größeren Kundenkreis zugänglich gemacht. Die im Rahmen des Projektes entwickelten Technologien wurden darüber hinaus auch gezielt im Automobilbereich für textile Lösungen durch konkrete Ansprachen der großen Automobilhersteller weiter umgesetzt. Hier ergeben sich bisher sehr interessante Kontakte und ein großes Interesse, die Wovenit-Technologie dort zukünftig einzusetzen.

Fazit

Im Rahmen der Projektarbeiten gelang es auf der Basis der Wovenit-Technologie, das textile Fertigungsverfahren so weiterzuentwickeln, dass inzwischen eine Serienfertigung für anspruchsvolle Büromöbel möglich ist. Hierdurch ist es dem Unternehmen gelungen, eine eigenständige Technologie zur Erzeugung komplexer dreidimensionaler und funktionalisierter Textilien zu entwickeln und am Markt zu etablieren. Gemeinsam mit der Sedus AG konnte im Jahr 2007 jeweils erste Preise beim iF Material Award und Design Plus Materialvision gewonnen werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Projektkennblatt	2
2. Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen	6
3. Zusammenfassung	7
4. Einleitung	8
5. Hauptteil	12
<i>Darstellung der erzielten Ergebnisse</i>	12
Maschinentechnologie und Fasermaterialien	12
Optimierung des Strickverfahrens	14
Oberflächen und Konturen	16
Integration von Funktionselementen	20
Mehrlagentextilien	23
Bauteildemonstration	26
<i>Diskussion der Ergebnisse</i>	28
<i>Ausführliche Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung</i>	29
<i>Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse</i>	30
6. Fazit	30

2. Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

Abbildungsverzeichnis:

<i>Abb. 1: Unterschiedliche Bindungsstrukturen in einer Fläche</i>	14
<i>Abb. 2: Weitere Variante für unterschiedliche Bindungsstrukturen in einer Fläche</i>	15
<i>Abb. 3: Darstellung der hochwertigen Spickel bei einer Kante an zwei Beispielen</i>	16
<i>Abb. 4: Schematische Darstellung der Relativspickel</i>	17
<i>Abb. 5: Auswahl der möglichen Körper, die mit Wovenit-Verfahren erzeugt werden können</i>	17
<i>Abb. 5: Gestrickte, rechteckige Körper</i>	18
<i>Abb. 6: Eine Auswahl möglicher 3D-Effekte für textile Oberflächen</i>	18
<i>Abb. 7: Mögliche Konturierungen der 3D-Oberfläche</i>	19
<i>Abb. 7: Übersicht über mögliche 3D Geometrien</i>	20
<i>Abb. 8: Integrierte Fixierelemente</i>	21
<i>Abb. 9: Seitliche Halterung der Doppelnetzmembranen im Rahmen</i>	21
<i>Abb. 10: Seitlich integrierte Tasche in eine textile Fläche</i>	22
<i>Abb. 11: Beispiel für eine zweifarbige Realisierung</i>	22
<i>Abb. 12: Beispiele für Mehrlagentextilien mit Polstrukturen</i>	24
<i>Abb. 13: Doppelnetzmembran mit seitlicher Einspannung</i>	25
<i>Abb. 14: Blick auf die Lehnenfläche der Doppelnetzmembran</i>	25
<i>Abb. 15: Serienumsetzung der Doppelnetzmembranen auf dem Netwin-Stuhl der Firma Sedus (Testsieger bei Stiftung Warentest)</i>	26
<i>Abb. 16: Umsetzung eines einfacheren Netzschlauches bei einem Stuhl der Firma Klöber</i>	27
<i>Abb. 17: Realisierung einer trapezförmigen Membran für die Firma Thonet</i>	27
<i>Abb. 18: Realisierte 3D-Strukturen für die Doppelnetzmembranen für die Firma Tonon</i>	28

3. Zusammenfassung

Im Rahmen der Projektarbeiten konnte die Basistechnologie zur Herstellung von 3D-Webstrick Bauteilen kontinuierlich weiterentwickelt werden und wichtige Erkenntnisse für die technologische Umsetzung in der Form volumetrischer dreidimensionaler Sitzbezüge gewonnen werden. Als direkte Folge der Entwicklungsarbeiten konnte gemeinsam mit dem Bürostuhlhersteller Sedus eine neuartige Membran-Technologie entwickelt werden, bei der vollständig auf den Einsatz von Flammkaschierungen verzichtet werden kann und so ein sortenrein hergestelltes Bauteil erzeugt werden kann. Diese wird in einem 'Guss' gefertigt und verfügt über eine umlaufende Fixierung, so dass eine definierte Rückstellung erzeugt werden kann.

Die grundlegenden Arbeiten umfassten dabei die Bindungsentwicklung, insbesondere auch materialspezifische Entwicklungsarbeiten, da eine hochflexible und relaxierende Membran entwickelt werden musste. Die Technologie ist inzwischen so ausgereift, dass auch komplexe, dreidimensional geformte Körper mit dem Verfahren hergestellt werden können. Als ein großes Problem haben sich allerdings die Materialeigenschaften der Faser erwiesen, da hier oft die technologischen Grenzen des Verfahrens erreicht werden.

Die Herstellung der Fasern, deren Weiterverarbeitung oder Modifikationen im Ausgangsmaterial, haben sehr große Einflüsse auf die physikalisch/technologischen Eigenschaften der textilen Fläche und müssen daher immer mit berücksichtigt werden. Hierdurch ergaben sich auch im Rahmen des Projektes deutliche Mehrarbeiten, um diese komplexen Zusammenhänge besser zu verstehen.

Ein wesentlicher Vorteil der Technologie, die inzwischen unter dem Markennamen „Wovenit“ am Markt angeboten wird, ist die Optimierung des Materialverbrauchs, da im Gegensatz zur herkömmlichen konfektionierenden Verarbeitung von Textilien quasi kein Abfall anfällt. Bei einem typischen Rückenlehnenbezug werden ca. 300 g Material eingesetzt, wobei lediglich 3 g sortenreiner Abfall entstehen, die für die so genannte Netzreihe benötigt werden, um das Teil besser von der Maschine abziehen zu können. Die bei der Konfektionierung anfallenden Zuschneiderabfälle (die bis zu 25 % betragen können und somit bis zu 8 % der Kosten verursachen) können somit vollständig vermieden werden. Auch wäre ein sortenreiner Aufbau einer solchen Membran mit Hilfe konventionell erzeugter textiler Flächen nicht möglich.

Das „Wovenit-Verfahren“ ist systembedingt ein langsames Verfahren, was aber durch die aktuellen Optimierungen an den Maschinen trotzdem wettbewerbsfähig ist. Das Verfahren konnte sich auch am Markt sehr gut durchsetzen, weil kein Abfall entsteht, eine individuelle Dessinierung möglich ist und die komplette Form ohne Konfektion erzeugt werden kann. Darüber hinaus können Zusatzelemente wie Fixierkeder, Ösen, Schlaufen (aber auch Funktionselemente wie Heizdrähte oder Leuchtfäden oder Sensoren) direkt bei der Herstellung integriert werden. Die weiteren Arbeiten werden nun verstärkt auch im Bereich Automotive-Anwendungen durchgeführt. Hier bieten sich im Interieur-Bereich noch viele Anwendungen, die derzeit intensiv mit verschiedenen Automobilunternehmen (BMW oder VW und weiteren Herstellern) diskutiert werden und wo konkrete Entwicklungsvorhaben geplant sind.

4. Einleitung

Textile Flächen für die Anwendung in Sitzbezügen wurden bisher im Wesentlichen durch Konfektionierung bahnartig erzeugter Waren hergestellt und aus Stabilisierungsgründen immer flammkaschiert und somit ein Mischwerkstoff. Es handelt es sich meistens um gewebte Stoffe, die dann entsprechend zugeschnitten und vernäht werden. Diese Fertigungstechnologie hat mehrere gravierende Nachteile, wobei der Größte sicher durch die hohen Zuschnittverluste, die bis zu 25 oder 30 % betragen können, gegeben ist. Die Anpassung der Bezüge an dreidimensional geformte Oberflächen muss durch einen geeigneten Zuschnitt und das Vernähen der einzelnen Teile sehr aufwendig erzeugt werden.

Die Integration von Halteelementen wie Kedern, Ösen oder Laschen oder aber Funktionselementen muss fertigungsbedingt als zusätzlicher Prozessschritt mit integriert werden. Diese Arbeiten sind im Allg. manuelle Tätigkeiten, was bedingt durch die Kostensituation dazu geführt hat, dass entsprechende Fertigungen nur noch im Ausland durchgeführt werden.

Hier setzten die Projektarbeiten an, um ein direkt-formgebendes Fertigungsverfahren für komplexe dreidimensional geformte Körper so weiterzuentwickeln, dass dieses für die Herstellung von Sitzbezügen im Bürobereich oder später gar im Automobilbereich geeignet ist. Die grundlegenden Vorversuche zur räumlichen oder dreidimensionalen Formgebung von textilen Flächen wurden dabei bereits in den 80er Jahren begonnen. Die Schwerpunkte, wie sie überwiegend bearbeitet werden, liegen im Bereich des Einsatzes technischer, geformter Textilien zur Verstärkung von Faserverbundwerkstoffen oder ähnlichen Anwendungen.

Im Bereich direkt verwendbarer Textilien wurden hingegen relativ wenige Forschungsarbeiten durchgeführt. Insbesondere im Bereich von Sitzbezügen, die sehr hohe Ansprüche am Verschleiß, Fertigungsgenauigkeit und Optik stellen, war zu Beginn des Projektes nur die Vorarbeit der Firma Tecnit GmbH bzw. später der Recaro GmbH bekannt. Hier konnte grundsätzliche Machbarkeit gezeigt werden, wobei aber noch viele technische Probleme im Detail zu lösen waren.

Aufbauend auf den geleisteten Vorarbeiten sollte ein Verfahren erforscht werden, das die direkte Herstellung eines vollständigen Stuhl-/Sitzbezugs quasi in einem Fertigungsvorgang ermöglicht. Die Herausforderungen in diesem Bereich waren sehr vielschichtig, wobei ein wichtiges Ziel die hohe Verschleißfestigkeit in Verbindung mit einer ergonomischen Gestaltung der Oberfläche und der Integration einer definierten Funktionalisierung gegeben war. Eine weitere Randbedingung war dann die Erzielung einer angenehmen Haptik der Oberfläche, die von der Bindung und der Materialkomposition beeinflusst wird.

Für die Anwendung im Bereich Bürostühle/Automotive war darüber hinaus die Sicherstellung einer hohen Fertigungsgenauigkeit notwendig, um den dort üblichen Anforderungen gerecht zu werden. Darüber hinaus mussten auch die wesentlichen Spezifikationen für Innenraumtextilien wie Lichtbeständigkeit, Abriebfestigkeit und Dehnung mit dem neuen Fertigungsverfahren erzielt werden konnten.

Das neue Verfahren sollte darüber hinaus auf den Einsatz einer zusätzlichen Flammkaschierung verzichten, so dass ein sortenreiner und leicht zu recycelnder Sitzbezug entsteht. Hierfür sollten verschiedene Verfahren erprobt werden, insbesondere durch die Trennung des Bezugs in eine Funktionsoberfläche und eine verschleißfeste Unterschicht. Weiterhin sollten geeignete Befestigungselemente direkt in den Prozess der Herstellung mit integriert werden.

Die Umsetzung dieser sehr anspruchsvollen Projektziele erforderte die detaillierte Entwicklung der verschiedenen den Herstellprozess bestimmenden Prozessschritte, die gemeinsam bearbeitet werden mussten.

Die Aufgabenstellung konzentrierte sich daher zuerst auf die Bereitstellung der geeigneten Maschentechnologie, um hier mit Hilfe einer feinen Teilung (mit bis zu 16 Nadeln pro Zoll) auf der Strickmaschine Bindungen zu erzeugen, die mit Webmaschinen erzeugten Bindungsstrukturen ähneln. Hier sollte das innovative Maschinenkonzept, basierend auf den neuesten Flachstrickmaschinen der Firma Shima/Robotec umgesetzt werden, um so die maschentechnologischen Voraussetzungen durch die Integration von Kette/Schuss in die Maschenstruktur zu schaffen, um die Projektarbeiten durchführen zu können.

Ein großer Teilbereich der Projektarbeiten befasste sich dann mit den Materialien, bzw. der Entwicklung intelligenter Hybridmaterialien. Darüber hinaus zeigte sich im Laufe des Projektes, dass auch die Vorverarbeitungsschritte, von der Erzeugung der Fasern bis hin zu den Färbeprozessen, einen nachhaltigen Einfluss auf die physikalisch/ technologischen Eigenschaften der Faser haben. Die Arbeiten mussten daher deutlich ausgeweitet werden, was zu erheblichen Mehraufwendungen bei der Firma Visiotex führte und die Einbeziehung eines Faserherstellers erforderte.

Das elastische Verhalten der Fasern wird sowohl durch die Verarbeitungsprozesse, aber auch die Umgebungsbedingungen beeinflusst, so dass diese bei den Prozessen der Herstellung genau berücksichtigt werden müssen. Darüber hinaus sollten intelligente Hybridmaterialien entwickelt werden, die die geforderten haptischen und optischen Eigenschaften, speziell für die geplanten Anwendungen im Bürostuhlbereich und Automotive-Bereich, besitzen.

Die zusätzlich ins Projekt mit aufgenommenen Untersuchungen einer eingespannten Membran ergaben weitere Anforderungen, wie die Einhaltung der Spannung in der Membran bei allen Klimabedingungen.

Einen Schwerpunkt der Projektarbeiten stellte auch die Entwicklung der geeigneten Bindungen dar, die in enger Verknüpfung mit den Entwicklungsarbeiten der Maschentechnologie durchgeführt werden sollten. Das Webstrick-Verfahren (inzwischen als „Wovenit“ am Markt eingeführt) sollte dabei durch die feinere Teilung der Textilmaschine extrem feine Strukturen mit edler Haptik ermöglichen.

Je nach Anforderungsprofil sollten dann geeignete Masche/Fangkombinationen entwickelt werden, um die gewünschten mechanischen, haptischen und optischen Eigenschaften der textilen Fläche zu realisieren.

Die wesentliche Voraussetzung, um konturierte textile Flächen herzustellen, besteht in der Einführung so genannter Spickel, bei denen durch eine gezielte Zunahme oder Minderung der Maschenreihen gezielt dreidimensional geformte Oberflächen hergestellt werden können. Je nach Feinheit der Teilung ergeben sich längs der Spickellinien zwangsläufig „so genannte Spickellöcher“, die die homogene Oberfläche immer stören.

Hier sollten geeignete Verfahren entwickelt werden, um durch weiterentwickelte Bindungen die Spickellöcher so zu minimieren und die Spickellinien zu homogenisieren, dass sie optisch nicht mehr in Erscheinung treten. Darüber hinaus sollte untersucht werden, wo der Grenzbereich für extreme Spickel liegt, wobei diese Arbeiten in enger Abstimmung mit den verwendeten Materialien durchgeführt werden sollten. Hierfür sollten Spickelvarianten entwickelt werden.

Die Optimierung der Oberflächenkonturen sollte durch unterschiedliche Methoden zur Maschenanbringung und der Reduzierung an einer textilen Fläche, insbesondere durch eine bessere Stabilisierung mittels Schuss-/oder Kettfäden genauer untersucht werden. Hierauf sollten sich die Arbeiten im Zuge der Weiterentwicklung speziell auf die wichtigen Zunahme/Minderungstechniken konzentrieren.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Umsetzung dieser Techniken, liegt in der geeigneten Maschinentechologie, wo mit Hilfe der 16er Teilung auch steile und dichte Konturlinien erzeugt werden können, die wiederum die Voraussetzung für komplexe Geometrien sind. Darüber hinaus sollte untersucht werden, inwieweit sich eine hohe Passgenauigkeit von 3D-Textilien erzeugen lässt. Typische Strickanwendungen für die Herstellung von Pullovern sind hier nicht sehr anspruchsvoll, während im Bereich der Bezüge von Stühlen eine optimale Passform durch den Konturverlauf, das Dehnungsverhalten oder die Bindungskonstruktion erreicht werden muss. Bei den Membranen muss eine definierte Zugspannung erzielt werden.

Die Technologie bietet darüber hinaus die Möglichkeit, direkt Zusatzelemente in die textile Fläche zu integrieren oder dort zu adaptieren. Im Wesentlichen sollten sich die Arbeiten hier auf Zusatz- oder Fixierelemente konzentrieren, wie zum Beispiel Schlaufen, Keder oder Laschen, deren Integration teilweise bereits in einer Vorphase getestet werden konnte.

Weitere Arbeiten sollten sich dann mit komplexeren Elementen befassen, insbesondere auch der Integration von Zusatz/Verstärkungselementen, die so zu integrieren sind, dass sie auf der Oberfläche nicht sichtbar sind.

Ein Aufgabenschwerpunkt lag in der Entwicklung geeigneter Methoden, um auf die Verstärkung des Textils mit Hilfe einer so genannten Flammkaschierung zu verzichten. Insbesondere für die Umsetzung sortenreiner Bezüge ist dies eine wesentliche Voraussetzung. Die Flammkaschierung bildet dabei eine stabilisierende Unterschicht, die direkt an die textile Fläche integriert werden wird.

Hier sollte untersucht werden, inwieweit sich mehrlagige textile Flächen direkt auf der Strickmaschine erzeugen lassen, deren Ebenen über so genannte Polstege miteinander verbunden sind. Durch die flexible Wahl der Länge und der Winkel und der Dichte der Polstege sowie deren Integration in die jeweiligen Schichten, können theoretisch unterschiedlichster Verstärkungsstrukturen erzeugt werden.

Im Rahmen der Projektarbeiten wurden dann ein zusätzliches Thema mit aufgegriffen, wodurch das Einspannen der textilen Flächen in einen Rahmen, einem Membranen entsteht, die durch die aufgebrachte Zugspannung keinerlei Verstärkung mit Polsterung mehr benötigt. Hierzu waren allerdings sehr umfangreiche zusätzliche Arbeiten notwendig, um geeignete Strukturen zu entwickeln, um die gewünschte Festigkeit in der textilen Fläche zu erzielen.

Im Weiteren waren umfangreiche Arbeiten zur automatisierten Konturerfassung geplant, die mit Hilfe dreidimensionaler Scannertechnologien Oberflächen abpassen sollten und hieraus geeignete Steuerprogramme erzeugen sollten, mit deren Hilfe die Strickmaschinen angesteuert werden können.

Aufgrund der sehr aufwendigen Arbeiten im Bereich der Entwicklung der Membranen und der materialspezifischen Optimierungsarbeit wurden diese Arbeiten nicht vollständig beendet. Die teilautomatisierte Programmerstellung konnte durchgeführt werden, während die Integration Konturerkennung mit Hilfe von einem Scanner nicht mehr realisiert werden konnte.

Diese Arbeiten wurden dann in enger Abstimmung mit dem Schwerpunkt Abwicklungsverfahren durchgeführt. Die Programmierung der Strickmaschine, insbesondere die Zu/Abnahme der Maschen entlang der Spickellinien und der Ausgestaltung der Spickellinien müssen bei der Programmierung berücksichtigt werden. Dazu zeigten sich auch die Grenzen dieser Technologie. Hier müssen zukünftig auch Alternativen wie das Auslagern von Maschenpassagen auf ein Hilfsnadelbett untersucht werden.

Zusätzlich zeigte sich während der Projektarbeiten, dass hier auch die technologischen Eigenschaften der Faser, insbesondere das Dehnungsverhalten und der erzielbare Rücksprung eine wesentliche Rolle spielen, die zu berücksichtigen sind. Es gelingt inzwischen die Programmierung der Maschinen auf grundlegende Standardelemente zurückzuführen und so eine einfache Programmierung zu ermöglichen.

Zum Ende des Projektes sollten die gewonnenen Erkenntnisse so umgesetzt werden, dass ein 3D-Komplettbezug entwickelt und anhand der technischen Umsetzung demonstriert werden sollte. Hieran sollte gezeigt werden, dass durch lückenlose Zusammenführung der wichtigsten Teilarbeitsschritte Material-Bindung-Konturierung-Dessinierung zu einem kompletten 3D-Textil möglich ist. Bei der abschließenden Dokumentation und den Aufbau des Prototyps sollten die Projektarbeiten beendet werden.

5. Hauptteil

Darstellung der erzielten Ergebnisse

Die Projektarbeiten gliederten sich in verschiedene Schwerpunktbereiche, die zum Teil in enger Abstimmung miteinander durchgeführt werden mussten.

Maschinentechnologie und Fasermaterialien

Die grundlegende Voraussetzung, um die technologischen Rahmenbedingungen für die Durchführung der Projektarbeiten zu ermöglichen, war dadurch gegeben, dass die Firma Visiotex zum Ende des Jahres 2007 einen eigenen Maschinenpark aufbauen konnte, in dem die Flachstrickmaschinen der Firma Shima/Robotec neuester Bauart für Versuche zur Verfügung stehen. Hier bot sich dann die Möglichkeit, auch im größeren Stil Versuche zur Optimierung der Textilmembranen durchzuführen. Die Projektarbeiten haben dabei ergeben, dass eine feinere Teilung im Nadelbett und der Einsatz speziell entwickelter Nadeln wesentliche Voraussetzungen sind, um zum einen optimierte Spickelstrukturen zu erhalten und zum anderen ansprechendere Oberflächen und Festigkeiten zu erzeugen.

Die Projektarbeiten haben aber auch gezeigt, dass recht hohe Anforderungen an das Material gestellt werden. Es können nur Garne mit einer definierten Grundelastizität eingesetzt werden, insbesondere, da der Faden beim Strickprozess extrem beansprucht und gezogen wird. Daher muss er sich beim späteren Relaxieren zwingend wieder zurückstellen, da hiervon die technologischen Eigenschaften des Textils und auch die optische Oberflächeneindrücke sehr stark beeinflusst werden.

Im Laufe der Projektarbeiten konnte auch verifiziert werden, dass die Umgebungsbedingungen, unter denen das Material verarbeitet wird, einen massiven Einfluss auf die speziell entwickelte Polyamidhybridfaser hat. Diese hat prinzipiell eine exzellente Rückstellung und wurde aus diesem Grund eingesetzt, insbesondere für die Doppelnetzmembranen, für die eine definierte Spannung des Textils eingehalten werden muss.

Hierbei ist grundsätzlich zu bemerken, dass Polyamidhybridfasern durch unterschiedliche Herstellungsarten und die Verwendung verschiedenster Ausgangsstoffe erzeugt werden können. Diese sind trotz der chemischen Ähnlichkeit in ihren technologischen Eigenschaften teilweise unterschiedlich, die wiederum bei der weiteren Verarbeitung berücksichtigt werden müssen. Weiterhin müssen die in der Spinnerei hergestellten Garne zunächst in weiteren Bearbeitungsstufen behandelt werden, bis sie für den Einsatz die gewünschte Eigenschaft

erhalten. Hierzu gehört zum Beispiel das Verstrecken über Streckzwirn- oder Streckspulmaschinen, wobei durch den Vorgang des Verstreckens die plastische Verformbarkeit der Spinnfäden deutlich reduziert, bzw. eliminiert wird. Weiterhin kommt das Texturieren zum Einsatz, bei dem die Fäden Eigenschaften wie Kräuselvolumen und Elastizität erhalten.

Das am weitesten verbreitete Texturierverfahren ist das Falschdrahttexturieren, bei dem der Faden verstreckt und temperaturbehandelt und mit einem Friktionsdrallgeber hochgedreht wird. Durch die Kombination dieser 3 Vorgänge in einer Prozessstufe werden die o.g. Garneigenschaften erreicht. Die Bezeichnung Falschdraht ergibt sich aus dem Hochdrehen vor und anschließendem Rückdrehen nach dem Drallgeber, d.h. nach dem Texturierprozess besitzen die Fäden keine echte Drehung. Man unterscheidet zwischen HE- (=hochelastisch) und Set-Garnen, wobei bei letzteren das zunächst aufgebrauchte Kräuselvolumen über einen zusätzlichen Setzheizer wieder reduziert wird. Im Rahmen der Versuche wurde ein modifiziertes Verfahren eingesetzt.

Ein weiterer Prozess, der die Eigenschaften der Fasern beeinflussen kann ist das Färben. Hierbei ergeben sich große Unterschiede zwischen den einzelnen Typen von Polyamidfasern, wobei durch geeignete Polymerzusätze die Färbereigenschaften der Polyamidfaser weiter variiert werden können. Hier kommen im Wesentlichen zwei grundlegende Verfahren zum Einsatz, wobei entweder die Farbstoff-Aufnahme durch Veränderung des Aminoendgruppengehaltes oder die Affinität zu kationischen Farbstoffen durch Blockierung der Aminoendgruppen erfolgt.

Bedingt durch diese vielfältigen Prozessschritte kann das Verhalten einer Polyamidhybridfaser nur durch umfangreiche Versuche genau bestimmt werden bzw. wenn eine geeignete Faser gefunden ist, müssen die Prozessparameter extrem genau eingehalten werden. Neben einer Farb Rezeptur für hohe Lichtechtheit (bei PA ein Problem) war auch eine geeignete bzw. kompatible Avivage mit gleichmäßiger Verteilung (Petri) zu finden.

Im Zuge der Entwicklungen wurde dann festgestellt, dass die Witterung einen massiven Einfluss auf die Polyamidfasern und deren Verarbeitbarkeit hat. Der wesentliche Einfluss wird hier durch die Feuchtigkeit in Verbindung mit der aktuellen Temperatur definiert. Grundsätzlich lässt sich zeigen, dass bei hohem Feuchtgehalt der Luft die Faser dazu neigt, etwas zu quellen, so dass sich eine hohe Dehnung während der Verarbeitung ergibt und die Teile zu locker werden. Anspruchsvolle Textilien können daher nur dann gefertigt werden, wenn alle Prozessschritte nach definierten vorgegebenen Verfahren durchgeführt werden und die Lage der Garne ebenfalls unter definierten Bedingungen erfolgt.

Optimierung des Strickverfahrens

Die wesentlichen Arbeiten erfassten sich im Rahmen dieser Tätigkeiten mit den zwei Schwerpunkten der neuartigen Bindungsentwicklungen und der Optimierung der Spickelstrukturen.

Die Arbeiten befassten sich mit der weiteren Optimierung von Bindungsstrukturen, insbesondere wenn spezifische Konturen erzeugt werden sollen. Bei komplexeren Konturen ergibt sich dabei das Problem, dass verschiedene Oberflächen bzw. Bindungen mit unterschiedlichen Maschenverhältnissen in eine Gesamtstruktur in Abhängigkeit der unterschiedlichen Materialien zusammengeführt werden müssen. Dies lässt sich z. B. am folgenden Beispiel gut darstellen, das eine der schwierigsten Aufgaben darstellt. Wenn die Bindung A mit 10 Maschenreihen pro Zentimeter partiell mit der Bindung B mit 15 Maschenreihen pro Zentimeter kombiniert werden muss. Hier ergibt sich immer ein aufwendiges Verfahren, da nicht jede Masche in der Maschenreihe 1 zu 1 auf die andere Bindung umgesetzt werden kann. Gerade bei komplexen 3D-Strukturen ergeben sich hierbei vielfältige Probleme, die im Vorfeld im Rahmen der Programmerstellung der Flachstrickmaschine berücksichtigt werden müssen.

Dies ist in den folgenden Abbildungen beispielhaft dargestellt.



Abb. 1: Unterschiedliche Bindungsstrukturen in einer Fläche



Abb. 2: Weitere Variante für unterschiedliche Bindungsstrukturen in einer Fläche

Bei strukturierten Teilen oder Teilen, wo Spickel mit eingearbeitet werden müssen, müssen darüber hinaus die Eigenschaften des Fasermaterials mit berücksichtigt werden. Der Prozess kann bei flächigen Gestriken inzwischen bei allen gängigen Fasern angewendet werden. Bei spröden Materialien werden aktuell auswaschbare Coatings eingesetzt. Die hierbei entstehenden Gewichtsverluste können durch eine festere Maschenstruktur kompensiert werden.

Im Rahmen der Projektarbeiten konnten intensiv unterschiedliche Spickelbindungen und Spickelverläufe getestet werden. Es zeigte sich auch, dass dies eigentlich der eigentliche „Schwachpunkt“ der Wovenit-Technologie ist. Beim Zunehmen oder Mindern von Maschen, bzw. Reihen, entstehen immer so genannte Spickellöcher, die nun durch den Einsatz einer feineren Teilung der Strickmaschine deutlich reduziert werden konnten, allerdings immer noch sichtbar sind.

Durch den Einsatz schrumpfender Garne in den Spickelreihen konnte hier eine weitere wichtige Verbesserung erreicht werden. Der Spickelverlauf kann nicht immer an die ideale Kontur angepasst werden, da hier die technischen Gegebenheiten zur Umsetzung eines Spickels berücksichtigt werden müssen. Durch eine modifizierte Ansteuerung der Nadelbetten lassen sich dann die Spickellöcher „kaschieren“ und treten optisch nicht so stark in Erscheinung.

Eine optimale Lösung wäre hier der Einsatz eines zusätzlichen Nadelbetts, mit dem dann die Möglichkeit besteht, ganze Strickpassagen auszulagern. Dies würde aber zu sehr hohen Zusatzkosten einer Maschine führen, so dass dieser Weg eigentlich aus ökonomischen Gründen nicht weiterverfolgt werden kann.

Im folgenden Bild ist der momentane Stand der Entwicklungsarbeiten hinsichtlich der Spickel dargestellt. Hier konnten trotz der Probleme große Verbesserungen gegenüber dem bisherigen Stand erreicht werden.



Abb. 3: Darstellung der hochwertigen Spickel bei einer Kante an zwei Beispielen

Die obigen Kantenverläufe sind an einer Pyramide erprobt worden (linkes Bild) bzw. an einer Kederkante demonstriert worden (rechtes Bild).

Oberflächen und Konturen

Im Rahmen der Projektarbeiten konnten umfangreiche Entwicklungen durchgeführt werden, um vielfältige Konturen mit dem Verfahren zu erzeugen. Einfache Konturen können auch durch unterschiedliche/elastische Passagen erreicht werden, während komplexe Konturen Spickeltechniken erfordern. In den folgenden Bildern ist eine kleine Auswahl möglicher geometrischer Formen und Körper dargestellt. Hierzu kommen verschiedene Spickeltechniken zum Einsatz.

1. Basicspickel (oder auch Diagonalspickel wie bei der Strumpfferse): Die Nadeln werden schrittweise z.B. von rechts nach links inaktiviert und umgekehrt wieder aktiviert (siehe Beispiel Schachtel in **Abb. 6**)
2. Relativverteilung (optisch willkürliche erscheinende Reduzierung von Maschen): Die Maschen werden - etwa zur Erzeugung einer Kugel - in einer Art 'Tannenbaumstruktur' reduziert (siehe Beispiel Spirale in **Abb. 5**). Die optische Qualität der so erzeugten Oberflächen hängt sehr stark von der Art und dem Aufbau der Relativverteilung ab. Das Prinzip ist im folgenden Bild dargestellt.

Die einzelnen Maschen-Reihen werden in der Strickmaschine dann zusammengestrickt, dargestellt ist hier nur die Abwicklung auf eine ebene Fläche.



Abb. 4: Schematische Darstellung der Relativspickel



Abb. 5: Auswahl der möglichen Körper, die mit Wovenit-Verfahren erzeugt werden können

Durch den gezielten Einsatz der Spickeltechnik als Eckspickel lassen sich dabei sogar rechteckige Kästen auf der Flachstrickmaschine herstellen. Einige Beispiele sind in der folgenden Abbildung zu sehen.



Abb. 6: Gestrickte, rechteckige Körper

Im Wesentlichen lassen sich inzwischen alle geometrischen Grundformen mit dem Wovenit-Verfahren erzeugen. Gewisse Grenzen sind noch durch die Begrenzungen in der Spickeltechnik gegeben, aber für die meisten Anwendungen können diese Anforderungen erfüllt werden.

Aufbauend auf diese Grundtechnologien lassen sich auch Oberflächen gezielt modifizieren. Einige Beispiele hierzu sind in den folgenden Abbildungen zusammengestellt.

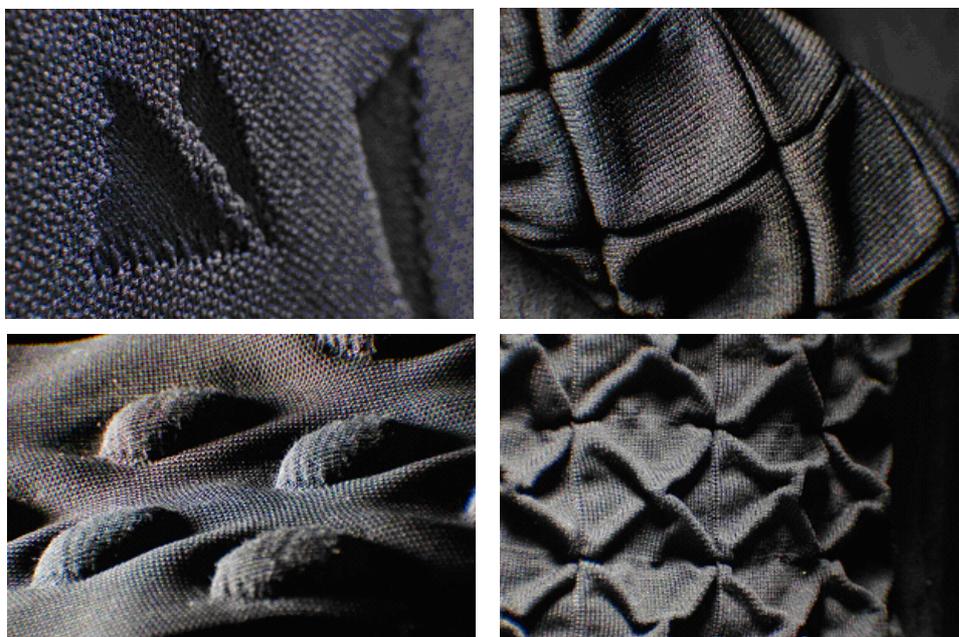


Abb. 7: Eine Auswahl möglicher 3D-Effekte für textile Oberflächen

Darüber hinaus lässt sich auch die gesamte Oberfläche strukturieren. Beispiele sind wellenförmige Strukturierungen oder „Zick-Zack förmige Konturierungen“ oder kästchenartige Oberflächenreliefs.

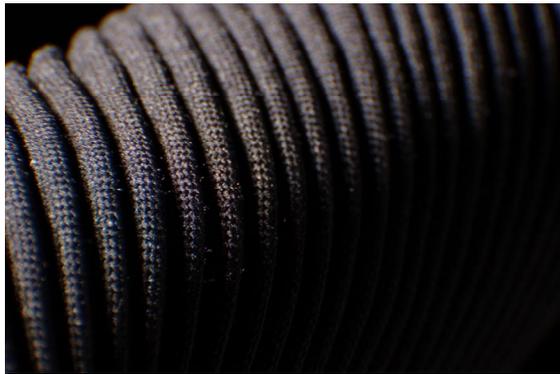


Abb. 8: Mögliche Konturierungen der 3D-Oberfläche

Mit dem Verfahren lässt sich somit eine große Formenvielfalt erzeugen. Solche strukturierten Oberflächen finden Anwendungen für spezielle Effekte, bieten aber auch die Möglichkeit, Funktionseigenschaften in das Textil zu integrieren. Eine Übersicht ist in der folgenden Abbildung zusammengestellt.



Abb. 9: Übersicht über mögliche 3D Geometrien

Integration von Funktionselementen

Die Integration von Funktionselementen direkt in das textile Gebilde ist einer der wesentlichen Vorteile des Wovenit-Verfahrens. Hier lassen sich die verschiedensten Befestigungselemente, aber auch Funktionselemente während des Herstellprozesses in das Textil integrieren.

Im wesentlichen behandelten die Arbeiten zwei Themen, zum Einen die Integration von Fixierelementen und zum Anderen die Integration von Funktionselementen wie zum Beispiel Taschen. In den folgenden Abbildungen sind Beispiele für Fixierelemente dargestellt.



Abb. 10: Integrierte Fixierelemente

Im Zuge der Weiterentwicklung der Membranen musste ein Konzept entwickelt werden, um das Textil an 4 Seiten in den Rahmen einspannen zu können. Hierfür wurden Keder-Schlaufen direkt in die Membranen integriert, um so eine schnelle und einfache Montage des Stoffes zu ermöglichen.

Die Halterung der Doppelnetzmembranen ist im folgenden Bild dargestellt.

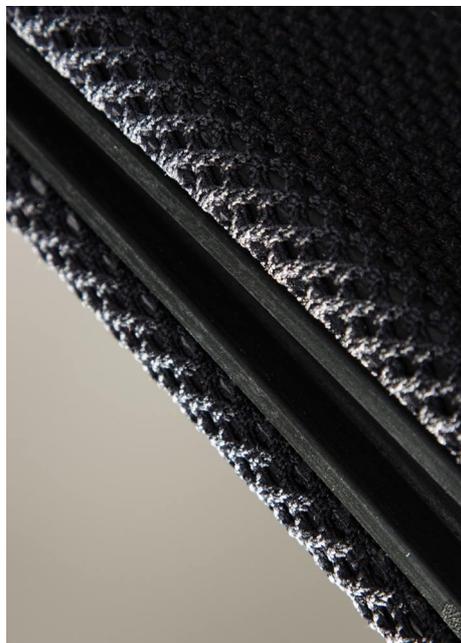


Abb. 11: Seitliche Halterung der Doppelnetzmembranen im Rahmen

Die Anbringung von Taschen als Funktionselementen war ein weiteres Thema der Projektarbeiten. In den folgenden Bildern sind einige Beispiele dargestellt, wobei der Innenbereich teilweise farblich gegenüber dem Außenbereich abgesetzt ist.

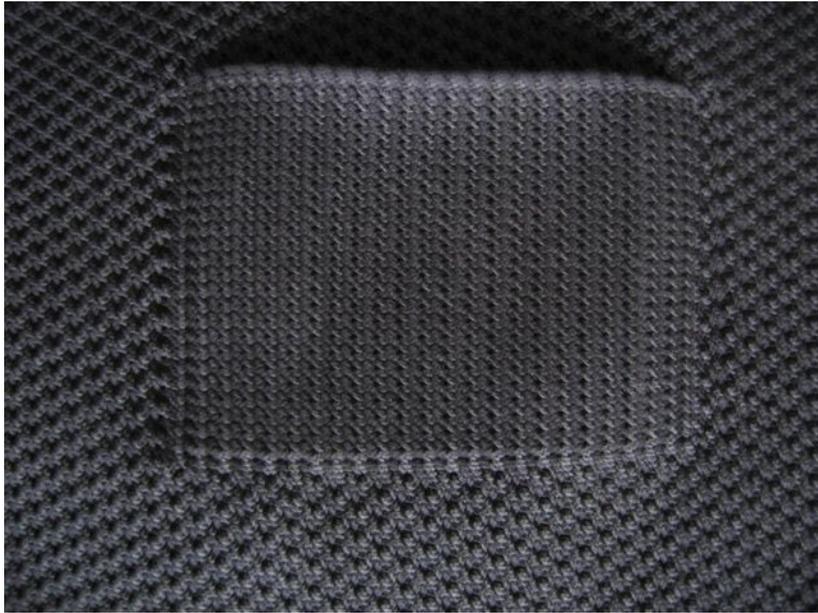


Abb. 12: Seitlich integrierte Tasche in eine textile Fläche

Prinzipiell ist hierbei auch ein mehrschichtiger Textilaufbau möglich, der im folgenden Bild beispielhaft an den zwei Farben zu erkennen ist.

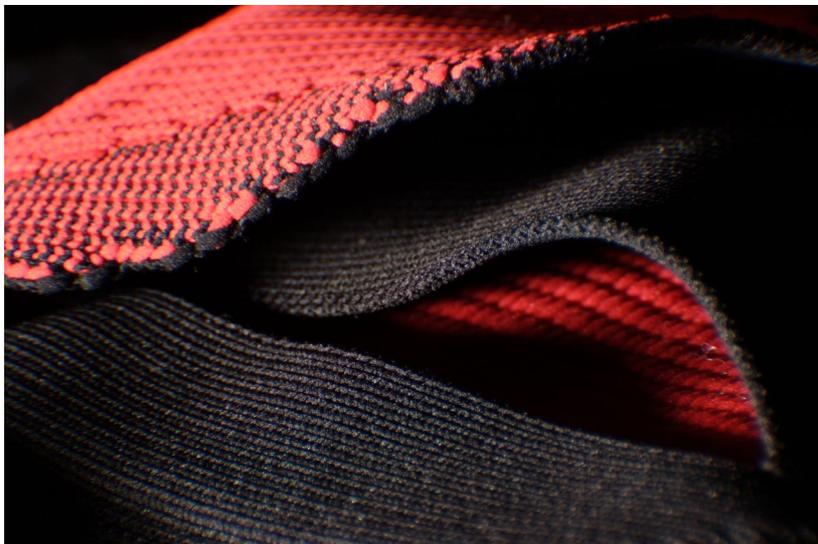


Abb. 13: Beispiel für eine zweifarbige Realisierung

Mehrlagentextilien

Die Entwicklung der Mehrlagentextilien war als Alternative für den Einsatz von Flammkaschierungen gedacht, um so gezielt die textile Fläche verstärken zu können. In der ursprünglichen Planung sollten hier Verstärkungsstrukturen entwickelt werden, die auf der Basis von zum Beispiel Polfadenkonstruktionen aufbauten. Diese Arbeiten konnten inhaltlich abgeschlossen werden und im Folgenden sind einige typische Beispiele für die Realisierung dargestellt.

Die Polstrukturen sind dabei ein zunehmend interessantes Thema. Erste Erfahrungen konnte die Firma Visiotex im Rahmen der Projektarbeiten mit diesen machen. Es zeigte sich allerdings auch, dass hier noch viele Fragen offen sind.

Polstrukturen können durch individuelle Gestaltung von Deck-/Bodenlage und partiell unterschiedlichen Polen in Dicke, Dichte, Länge etc. variiert werden. Hierdurch sind unendliche Möglichkeiten der Ausführung gegeben. Der Vorteil des Wovenit-Verfahrens liegt darin, dass nicht 'durchgestrickt' werden muss, sondern es können partiell unterschiedliche Bindungen/Materialien mit verschiedenen Eigenschaften (elastisch, dick, dünn, starr etc.) definiert werden.

Im Rahmen der Projektarbeiten hat sich dann aber ein weiterer Ansatzpunkt ergeben, um auf Flammkaschierungen bzw. Verstärkungsstrukturen zu verzichten. Die grundlegende Idee war hierbei, eine unter Spannung stehende und ebene Membrane zu entwickeln, die an vier Seiten befestigt ist. Somit kann anders, als bei den bisherigen Schlauchbezügen, eine definierte Oberflächenspannung in der gesamten Membrane eingestellt werden, und so auf eine darunterliegende Stützstruktur verzichtet werden.

Das Konzept wurde als so genannte Doppelnetz-Membrane realisiert, bei der ein luftgefüllter Zwischenraum entsteht, der zusätzliche Klimafunktionen erfüllt. Somit können ähnliche Funktionen, wie mit den Polfadenkonstruktionen auf eine andere Art und Weise erzielt werden.

In den folgenden Abbildungen sind einige Beispiele für Polstrukturen dargestellt.

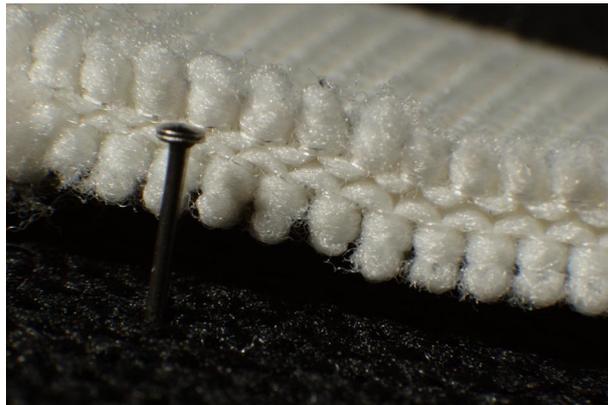
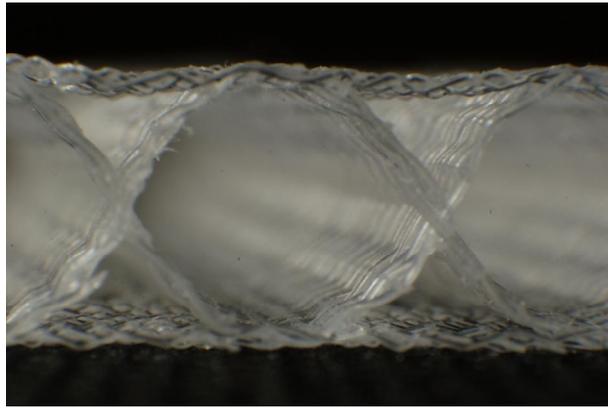


Abb. 14: Beispiele für Mehrlagentextilien mit Polstrukturen

Die Arbeiten zu den Mehrlagentextilien konnten somit sehr erfolgreich abgeschlossen werden. Es stehen verschiedene Varianten zur Verfügung, die eine individuelle Gestaltung der Stützstruktur ermöglichen.

Die Realisierungsvarianten für die neu entwickelten Doppelnetzmembranen sind in den folgenden Bildern dargestellt. Die Beispiele orientieren sich an der späteren Umsetzung im Zuge des Bürostuhls „Netwin“, der gemeinsam mit der Sedus AG entwickelt worden war.

Im folgenden Bild ist ein seitlicher Blick auf die Netzmembranen zu sehen, die für die Rückenlehne entwickelt wurde.



Abb. 15: Doppelnetzmembran mit seitlicher Einspannung

Mit diesem Konzept lässt sich eine klimaaktive Rückenlehne umsetzen, die einen hohen Sitzkomfort ermöglicht. In folgendem Bild ist nochmals der Blick von vorne auf die Rückenlehne gezeigt.

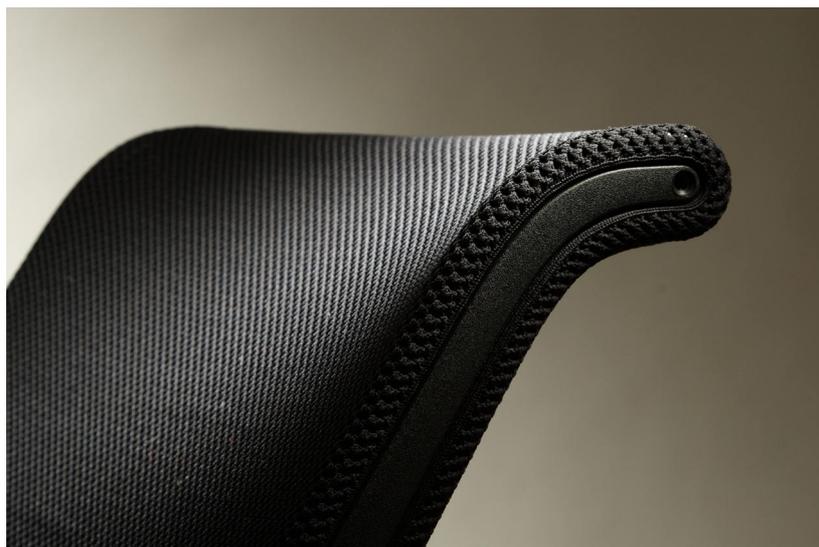


Abb. 16: Blick auf die Lehnenfläche der Doppelnetzmembran

Bauteildemonstration

Die im Rahmen des Projektes entwickelten Lösungen für die Umsetzung von 3D-Textilien konnten auch direkt mit Partnern so weiterentwickelt werden, dass die Bürostühle inzwischen in der Serie produziert werden. Der größte Erfolg gelang der Firma Visiotex hier gemeinsam mit der Firma Sedus AG, einem Hersteller hochwertiger Bürostühle, mit dem gemeinsam ein neues Bürostuhlkonzept „Netwin“ entwickelt wurde. Der Stuhl zeichnet sich insbesondere durch eine erstmals realisierte Doppelnetzmembrane aus, die bisher einmalig ist und nur über eine spezielle Bindung in Kombination mit dem speziell entwickelten Material machbar war. Bisher war eine Membran immer nur an 2 Seiten verankert, während es hier gelang, diese an vier Seiten einzuspannen, was eine präzise Einstellung der Spannung in der Membran ermöglicht.

Mit Hilfe des doppelschichtigen Aufbaus lässt sich hierbei ein optimaler Sitzkomfort erreichen. Durch den Einsatz der Wovenit-Technologie ist es überhaupt erst möglich, eine solche Doppelnetzmembrane technologisch umzusetzen. Darüber hinaus fallen keine Schnittverluste durch Konfektionierung an und alle benötigten Befestigungselemente werden in einem Prozessschritt vollständig integriert. Dieser Stuhl ist mit weit über 100.000 Stück der meistverkaufte Bürostuhl im EU Raum.

Hierbei zeigte sich auch, dass trotz des „langsamen Verfahrens“ die Summe aller Vorteile und eine intelligente Produktionsplanung auch die Herstellung großer Stückzahlen ermöglicht. Im Folgenden sind einige Beispiele der entwickelten textilen Flächen für Bürostühle dargestellt.



Abb. 17: Serienumsetzung der Doppelnetzmembranen auf dem Netwin-Stuhl der Firma Sedus (Testsieger bei Stiftung Warentest)



Abb. 18: Umsetzung eines einfacheren Netzschlauches bei einem Stuhl der Firma Klöver



Abb. 19: Realisierung einer trapezförmigen Membran für die Firma Thonet

Die Technologie lässt darüber hinaus auch die Herstellung von dreidimensional geformten Membranen zu, wie sie in den folgenden Bildern zu sehen sind.

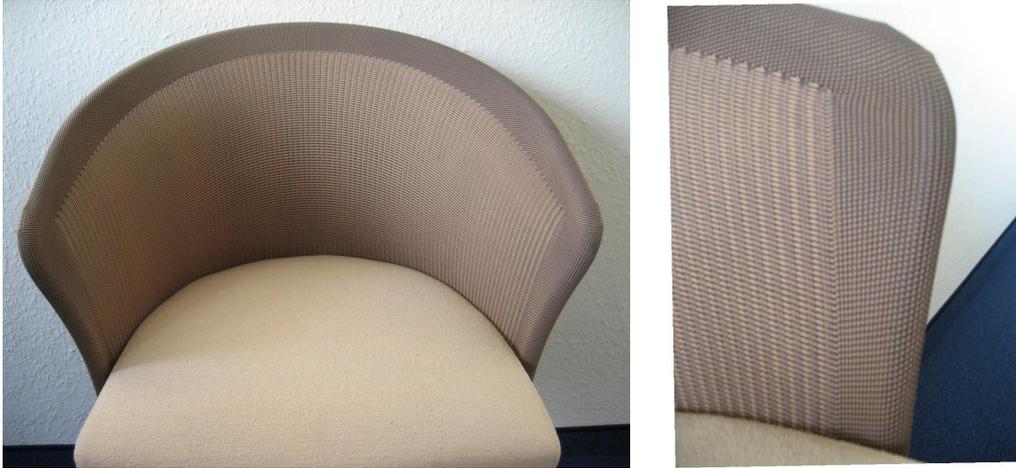


Abb. 20: Realisierte 3D-Strukturen für die Doppelnetzmembranen für die Firma Tonon

Diskussion der Ergebnisse

Die grundlegenden technischen Ziele des Projektes konnten erreicht, in einzelnen Bereichen sogar deutlich übertroffen werden. Es gelang der Firma Visiotex im Rahmen der Projektarbeiten zu zeigen, dass sich auf der Basis des Wovenit-Verfahrens technisch anspruchsvolle Textilien realisieren lassen. Dieses System ist im Moment einzigartig durch die während der Produktion mögliche Integration von Funktionselementen, dem vollständigen Fehlen von Konfektionierungsverlusten und den in einem Vorgang möglichen Herstellprozess. Obwohl es sich um ein „langsames Verfahren“ handelt, konnte trotzdem gezeigt werden, dass durchaus große Serien herstellbar sind, wenn eine ausreichende Parallelisierung der Produktionsprozesse möglich ist.

Es können 'echte' konturierte/volumetrische Bezüge hergestellt werden und ermöglichen somit vollständig neue Anwendungen im Bereich technischer Textilien.

Die Realisierung der technischen 3D-Textilien stellt höchste Anforderungen an die Prozesstechnik und bewegt sich am Rande der technologischen Machbarkeit. Hierdurch muss der gesamte Prozess inklusive der Herstellung und Modifikation der Faser in die Qualitätssicherung mit eingebunden werden, da sonst die Qualitätskriterien nicht immer eingehalten werden können. Dies war zu Beginn des Projektes so nicht geplant und erforderte einen deutlichen Mehraufwand, insbesondere, da Fasern eigentlich als Kaufmaterial vorgesehen waren. Die Firma Visiotex musste sich aber hier sowohl um die Vorverarbeitung als auch Ausrüstung der Faser intensiv kümmern, um reproduzierbare Ergebnisse sicherzustellen.

Ausführliche Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung

Die im Rahmen des Projektes technologisch umgesetzter Doppelnetzmembranen ist aus technischen und wirtschaftlichen Gründen als Konfektionslösung nicht darstellbar. Insofern ist ein Vergleich insbesondere hinsichtlich der ökologischen Vorteile schwierig, hier kann nur auf einer vergleichbare Lösung aufbauend, eine Abschätzung vorgenommen werden. Die wesentlichen Vorteile des Verfahrens liegen darin, dass die Membranen mit unterschiedlichen Zonierungen (Lordosen-Unterstützung) voll automatisiert in einem Guss gefertigt wird und keine Konfektion notwendig ist.

Alle Befestigungselemente sind hier bereits mit integriert, so dass nur die Seitenkeder in einen bereits angearbeitenden Tunnel eingeschoben werden müssen. Die Membranen, der Keder und der Lehnrahmen, in denen die Membranen eingezogen sind, sind aus einem Werkstoff (Polyamid), so dass der komplettbezogene Rahmen später einem Kreislauf zur Wiederverwertung als sortenreines Bauteil zugeführt werden kann.

Der Materialverbrauch konnte soweit optimiert werden, dass bei einem eingesetzten Material von ca. 300 g pro Teil lediglich 3 g Abfall anfallen, die für die so genannten Netzreihen benötigt werden, um ein besseres Abziehen des Teils zu realisieren.

Ein Vergleich zu einem ähnlichen Konzept, das auf der Basis von konfektionierten Textilien aufbaut, könnte auf der Basis eines so genannten Miliken-Gewebes (ein kunststoffummanteltes Feinstgewebe) erfolgen. Diese würde eine starre Bespannung ohne Funktionen ergeben, das sich auch nicht verspannen und somit nicht an allen 4 Seiten montieren lässt. Die Nachteile dieser Lösung liegen zum einen in der bereits im Gewebe nicht mehr vorliegenden Sortenreinheit und zum anderen in den mindestens 10-prozentigem Abfallanteil, der durch die Konfektionierung entsteht (wenn nicht rechteckige Teile konfektioniert werden müssen, da steigt der Abfallanteil auf bis zu 25 %).

Inzwischen sind ca. 150.000 Netwin-Stühle verkauft worden, so dass alleine auf der Basis dieser Zahlen (Gewicht des Bezugs 300 g, 10 % Verschnitt) 4,5 Tonnen Kunststoffabfall bisher eingespart werden konnten. Wenn der Stuhl mit einer normalen Rückenlehne realisiert worden wäre, dann hätten sich mit dem Wovenit-Verfahren noch weitere Einsparungen, insbesondere der dann notwendigen Flammkaschierung auf der Rückseite des Gewebes, ergeben.

Der neuartige Lehnbezug des Netwin-Stuhles kann für einen Grundpreis geliefert werden, der dem Preis eines Miliken-Gewebes entspricht, wobei noch weitere 25 % für die Montage anfallen. Im Vergleich zu den oben genannten alternativen Lösungen mit dem Miliken-Gewebe ergibt sich dort ein Bedarf von ca. 1,2 m² Stoff mit zwei Zuschnitten. Zusätzlich ist

noch die Konfektionierung zu berücksichtigen. Dazu käme dann noch die Montage, so dass ein solcher Stuhl ohne zusätzliche Funktion mindestens 3,50 Euro teurer wäre, als die Doppelnetzmembrane. Das Konzept der Doppelnetzmembrane in Verbindung mit dem modischen Design ist sicher auch einer der Haupterfolgskriterien für den Netwin-Stuhl. Dieser ist immerhin der bisher meistverkaufte Bürostuhl.

Der große Erfolg des Netwin-Stuhles ermöglicht darüber hinaus auch die Umsetzung weiterer Projekte auf der Basis der Wovenit-Technologie. Hier sind inzwischen intensive Kontakte mit verschiedenen Automobilherstellern initiiert worden, wo ganz konkrete Entwicklungsvorhaben anstehen. Es kann insbesondere ein hohes Gewichtseinsparpotential neben der sortenreinen und funktionellen Fertigung der Baugruppen und der Funktionalisierung (WOVENIT) als ein wichtiges Argument angeführt werden.

Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse

Die wesentlichen Aktivitäten zur Verbreitung der Projektergebnisse erfolgen durch die Einführung der Technologien in Produkte, derzeit vorzugsweise im Bereich von Bürostühlen. Darüber hinaus wurde die neuartige Technologie als Markenname (WOVENIT) am Markt stärker präsentiert und so die Voraussetzungen geschaffen, um auch andere Hersteller von der Kompetenz, Leistungsfähigkeit, Qualität und Kapazität zu überzeugen.

Hierfür ist eine eigene Internetseite unter www.wovenit.com aufgebaut worden. In den Verkaufsprospekten der Firma Sedus sind die Netzmembranen als Wovenit-Technologie ebenfalls gekennzeichnet, so dass hier eine intensive Verbreitung der Technik möglich wird.

Darüber hinaus bewarb sich die Firma Visiotex gemeinsam mit der Sedus AG im Jahr 2007 um ein Designpreis und konnte hier den ersten Preis in der Kategorie IF Material Award 2007 und Design Plus Materialvision 2007 erhalten. Wegen dieser Erfolge sind inzwischen mehrere Automobilunternehmen auf die Technologie aufmerksam geworden und möchten ganz konkret innerhalb der nächsten 2 bis 3 Jahre textile Elemente im Interieurbereich von Fahrzeugen entwickeln.

6. Fazit

Im Rahmen der Projektarbeiten gelang es der Firma Visiotex auf der Basis der Grundlagen der Wovenit-Technologie diese in ein technisches Produkt so weiterzuentwickeln, dass eine Serienfertigung für anspruchsvolle Büromöbel möglich war. Die systembedingten Vorteile

des Verfahrens konnten soweit ausgearbeitet werden, dass sie für den Produktionsprozess umsetzbar sind. Hierdurch ist es dem Unternehmen gelungen, eine eigenständige Technologie zur Erzeugung komplexer dreidimensionaler und funktionalisierter Textilien zu entwickeln und am Markt zu etablieren. Durch die enge Zusammenarbeit mit zwei großen deutschen Automobilunternehmen, wird der weiteren Verbreitung des Verfahrens ein großer Vorschub geleistet.

Ein wesentliches Ergebnis der Projektarbeiten ist dabei auch, dass Form und Funktion textiler Bauteile getrennt optimiert werden können. Die Stärkung der Technologiekompetenz der Firma Visiotex hat insbesondere auch dazu geführt, dass der Standort Deutschland während der Projektlaufzeit deutlich ausgebaut werden konnte und eine eigene Produktion in Wismar aufgebaut wurde. Die Membrane musste daher nicht mehr im Ausland hergestellt werden, sondern durch den Einsatz des intelligenten Produktionsverfahrens lohnt es sich plötzlich wieder textile Komponenten in dem Hochlohnland Deutschland zu fertigen.

Das Konzept ermöglicht sortenreine Produkte, die problemlos entsorgt werden können. Dadurch, dass der Werkstoff auf den Rahmen abgestimmt wird, ist eine einfache Montage der Bauteile möglich, ohne in diesen Bereich auf ausgebildetes Fachpersonal (Polsterer) zurückgreifen zu müssen, zumal diese derzeit in Deutschland ohnehin nicht zu finden sind.

Ohne die Unterstützung durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt wäre es der Firma Visiotex nicht gelungen, in dieser kurzen Zeit eine so grundlegende Weiterentwicklung durchzuführen und einen solch großen Markterfolg mit der Technologie zu erzielen.

Die derzeitigen Beobachtungen zeigen, dass der Markt für vorgeformte 3D Textilien mit integrierter Funktion kontinuierlich wächst. Aus diesem Grund müssen die im Projekt untersuchten Verfahren innovative Anforderungen des Marktes durch geeignete Technologien erfüllen können.

Wichtige Entwicklungsschwerpunkte, die zukünftig weiter geführt werden müssen, sind daher neben der Maschinenentwicklung, insbesondere auch die Faserherstellung und die gesamte Prozesstechnik. Die ersten Schritte zur Optimierung der Nadeln wurden bereits im Projekt durchgeführt, aber für weitergehende Anforderungen müssen die Nadeln und das Sinkersystem weiter optimiert werden müssen. Hierfür ist an eine strategische Allianz mit dem Maschinenhersteller Shima/Robotec gedacht.

Im Rahmen der Projektarbeiten hatte sich auch gezeigt, dass die Faser und die Optimierung der Faser einen sehr hohen Stellenwert hat, so dass Weiterentwicklungen von hybriden Fasern immer in enger Abstimmung mit der Fertigungstechnologie durchgeführt werden müssen.

Weitere zukünftige Entwicklungsschwerpunkte werden sich mit der Prozesstechnik und hier insbesondere mit den Oberflächenstrukturen und den Spickeltechniken befassen. Insbesondere die Umsetzung webähnlicher und richtungsloser Bindungen mit partieller Elastizität müssen weitergeführt werden. Bei den Spickellinien müssen die deutlichen Verbesserungen im Bereich der Diagonalspickel, die im Rahmen des Projektes gelangen, aufgegriffen und auch für den Bereich Relativspickel oder der Kantenspickel, die andere Anforderungen stellen, weiter optimiert werden.

Auch im Bereich der Mehrlagen- und Polgestricke, ist die Funktionalisierung noch weiter voranzubringen.

Im Rahmen der Projektarbeiten zeigte sich es auch, dass weitere Funktionselemente während des Webstrick-Prozesses mit integriert werden müssen. Für zukünftige Anwendungen bieten sich hier neben Leuchtfasern oder Heizdrähten auch designerische Elemente wie Lederschnüre an, die durch verschiedene Keder, Tubi oder Schlaufen in die Oberfläche integriert werden können. Bisher wird hiervon allerdings die Oberflächenstruktur nachteilig verändert.

Obwohl die Projektarbeiten technisch sehr erfolgreich abgeschlossen werden, zeigt sich doch, dass noch viele Aufgaben ungelöst sind, um die Technologie weiter am Markt verbreiten und somit textile Kompetenzen in Deutschland wieder aufzubauen.