

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor

---

**FORSCHUNGSCAMPUS**

---

**ÖFFENTLICH-PRIVATE PARTNERSCHAFT FÜR INNOVATIONEN**

---

**OPEN HYBRID LABFACTORY**

---

KonText

---

02PQ5124

---

## Schlussbericht

Forschungsvorhaben: 02PQ5124

Titel: Kontinuierliche kraftflussgerechte Textiltechnologien für Leichtbaustrukturen in Großserie

Kurztitel: KonText

Ausführende Stelle: KARL MAYER Technische Textilien GmbH  
(früher Karl Mayer Malimo Textilmaschinenfabrik GmbH)  
Mauersbergerstraße 2, 09117 Chemnitz

Projektleiter: Dipl.-Ing. Thomas Heinecke

---

<b>1. AUFGABENSTELLUNG</b> .....	<b>4</b>
<b>2. VORAUSSETZUNGEN ZUR VORHABENDURCHFÜHRUNG</b> .....	<b>4</b>
2.1 Einbindung in die Unternehmensstrategie .....	4
2.2 Vorarbeiten und Vorkenntnisse .....	5
2.3 Ressourcen .....	5
<b>3. WISSENSCHAFTLICHER UND TECHNISCHER STAND</b> .....	<b>5</b>
3.1 Stand zu Projektbeginn .....	5
3.1.1 Allgemeiner Stand der Technik.....	5
3.1.2 Stand bei KARL MAYER Technische Textilien GmbH.....	6
3.2 Stand am Projektabschluss .....	6
<b>4. ABLAUF DES VORHABENS</b> .....	<b>6</b>
4.1 Planung und Planabweichung .....	6
4.1.1 Arbeitspakete 2.3 und 2.4.....	7
4.1.2 Arbeitspakete 2.5 und 2.6.....	7
4.1.3 Arbeitspaket 3.....	7
4.2 Probleme bei der Durchführung.....	7
<b>5. ERZIELTES ERGEBNIS</b> .....	<b>8</b>
5.1 Allgemein .....	8
5.2 Kettfadenversatz .....	9
5.2.1 Spulengatter mit Fadenspeicher und Fadenführung .....	10
5.2.2 Kettfadenversatz mit Fadenführersystem .....	11
5.2.3 Antriebstechnik.....	12
5.3 Schussfadenversatz .....	13
5.3.1 Umsetzung Schussfadenmodul .....	13
5.3.2 Spulengatter mit Fadenspeicher und Fadenführung .....	14
5.3.3 Portalsystem.....	15
5.3.4 Legekopf mit integrierter Fixierung .....	15
5.3.5 Fixierung des Schussfadens.....	17
5.4 Mustersteuerung .....	18
5.4.1 Mustereingabe Kettfadenversatz .....	18
5.4.2 Musterberechnung Schussfadenversatz.....	19
5.4.3 Berechnungsgrundlagen Fixierung .....	20
5.4.4 Gesamtmuster .....	20
<b>6. BEWERTUNG DES ERGEBNISSES</b> .....	<b>20</b>
6.1 Erreichbarer Nutzen .....	20
6.2 Verwertung.....	21
<b>7. ZUSAMMENARBEIT IM VERBUNDPROJEKT</b> .....	<b>21</b>
<b>8. FORTSCHRITTE AUF DEM GEBIET INSGESAMT</b> .....	<b>FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.</b>
<b>9. VERÖFFENTLICHUNGEN</b> .....	<b>21</b>

# 1. Aufgabenstellung

Das im vorliegenden Bericht beschriebene Projekt stand unter der Aufgabenstellung der Entwicklung von Anlagentechnologie für die Herstellung sogenannter lastpfad- und kraftflussgerechter Gelegestrukturen aus textilen Fasern. Ausschlaggebend für die Nutzung textiler Halbzeuge im automobilen Leichtbau sind im Wesentlichen die Kostenstrukturen. Hierbei spielen das eingesetzte Material und die Prozesskette eine bedeutende Rolle. Der Einsatz der kostenintensiven Karbonfaser sollen auf das notwendige Maß beschränkt und die Abläufe im Herstellungsprozess optimiert werden. Für den ersten Punkt geht es um die Erweiterung bestehender Anlagentechnik um Funktionsmodule für den speziellen Fasereintrag in Gelege, im konkreten Fall nicht vollflächig, sondern an bestimmten Positionen für die anwendungsoptimierte Nutzung der Fasern. Für den zweiten Aspekt ist die Verbindung verschiedener Funktionen entlang der Prozesskette und die Verarbeitung in einem Schritt maßgebend. Hierfür ist die Kombination bestehender effizienter Anlagentechnik mit den erweiterten Modulen sowie die hier auch bereits mögliche Hinzunahme zusätzlicher Funktionsstoffe, wie z.B. Matrixfolien entscheidend.

Entwicklungsbedarf besteht in den Modulen für spezielle last- und kraftaufnehmende Verstärkungen in verschiedenen Ausrichtungen in der Fasergelegestruktur oder ein Einbringen von anderen lokalen Verstärkungen während des Produktionsprozesses. Der Fokus liegt auf Faserorientierungen in Produktionsrichtung (sog. Kettfaden) sowie in verschiedenen Ausrichtungen quer zur Produktionsrichtung (sog. Schussfaden). Diese verschiedenen Module sind in der Funktion zu entwickeln und in die vorhandene Maschinenstruktur sowohl hardware- als auch softwaretechnisch zu integrieren. Ziel ist ein modulares System für verschiedene Anforderungen.

Aufgabe ist es ebenso, eine für den Einsatz in der Großserienproduktion einsetzbare Technologie zu entwickeln. Zusammengefasst ist es das Ziel, eine existierende Technologie mit weiteren Funktionalitäten zu ergänzen und hierfür notwendige Komponenten zu entwickeln.

In der Zusammenfassung besteht der Projektinhalt in der Entwicklung, Fertigung und Optimierung der Funktionsmodule für den Kettfaden- und Schussfadeneintrag sowie die Integration in die Steuerung der Gelegeanlage und final in der Unterstützung bei der Herstellung eines Demonstratorbauteils.

## 2. Voraussetzungen zur Vorhabendurchführung

### 2.1 Einbindung in die Unternehmensstrategie

Die Fa. KARL MAYER Technische Textilien GmbH ist Hersteller von Anlagen für die Produktion von technischen Textilien und im Speziellen von Fasergelegen. Basis des derzeitigen Portfolios sind hocheffiziente Anlagen für flächige Karbon- und Glasfasergelege zur Anwendung in Windkraft, Flugzeugbau und auch im Automobil. Speziell im Automobilbau spielt das Thema Leichtbau bei bewegten Massen eine tragende Rolle. Hierfür ist allerdings die Herstellung großer textiler Flächen nur bedingt geeignet, da die Verschnitttrate bei kostenintensiven Fasern die Anwendung trotz effizienter Herstellverfahren einschränkt. Der strategische Fokus des Anlagenherstellers liegt deshalb in der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Anlagentechnologie für die speziellen Anwendungen im Massenmarkt. Konsequenterweise wird das Ziel zur Ermöglichung eines effizienten Herstellverfahrens kombiniert mit ressourcenschonendem Einsatz der Ausgangsmaterialien verfolgt.

## **2.2 Vorarbeiten und Vorkenntnisse**

Im speziellen Bereich der Wirktechnologie für die Flächenbildung von Textilien ist die Firma Marktführer. Das Segment Fasergelege (sog. NCF – non-crimp-fabrics) wird bedient mit Anlagen zur Herstellung von unterschiedlichen Ausprägungen hinsichtlich einzusetzenden textilen Materials, des herzustellenden Flächengewichts und der Faserorientierung sowie der Art und Weise der Vorbehandlung der Faservorlage. Durch langjährige Arbeiten, u.a. in gemeinsamen Projekten mit Kunden, wurde ein weitreichender Erfahrungsschatz aufgebaut. Umfangreiche Kenntnisse in der Faservorbereitung, z.B. beim Spreizen, als auch in der Verarbeitung von gespreizten als auch ungespreizten Fasern zu Gelegestrukturen sind vorhanden. Anlagen zur Herstellung verschiedener Produkte sind im Markt platziert. Endanwendungen sind im Bereich Aircraft, Automotive und Bootsbau sowie weiteren Sport- und Freizeitanwendungen zu finden.

Die Fa. Karl Mayer Technische Textilien GmbH arbeitet mit verschiedenen Entwicklungspartnern im Hochschul- und Forschungsbereich sowie mit industriellen Partnern für vor- und nachgelagerte Prozesse zusammen.

## **2.3 Ressourcen**

KARL MAYER Technische Textilien GmbH ist als Geschäftsbereich ein Teil der KARL-Mayer-Firmengruppe mit Standorten weltweit. Die Kompetenz für die Anlagentechnologie für technische Textilien ist an den beiden Standorten Chemnitz und Naila konzentriert. Im technologischen Bereich der Faserverbundmaterialien besteht eine enge Kooperation mit den Forschungseinrichtungen in der Region sowie Universitäten in Chemnitz, Dresden und Aachen. Hier arbeiten wir zur Stärkung der Kompetenz gemeinsam im Bereich der studentischen Ausbildung.

Spezialisierungen in Fachkompetenz und Unterstützung in effizienter Fertigungstechnologie für modulare Anlagensysteme sind im Portfolio der KARL-MAYER-Gruppe vorhanden.

# **3. Wissenschaftlicher und technischer Stand**

## **3.1 Stand zu Projektbeginn**

### **3.1.1 Allgemeiner Stand der Technik**

Zur Herstellung von belastungsgerecht hergestellten Faserstrukturen ist als Technologie das Sticken mit dem sogenannten TFP-(tailored-fibre-placement) Verfahren zu nennen. Hierbei werden auf flächige Unterlagen lokale Verstärkungsfasern aufgebracht. Die Muster- und Legestrukturmöglichkeiten sind umfangreich, allerdings entspricht die Produktionsgeschwindigkeit nicht den Vorstellungen für den Einsatz im Großserienbereich. Weitere Verfahren sind das roboterunterstützte Aufbringen von Faserstücken, das Flechten und Stricken. Bei allen kommt es entweder zu Einschränkungen in den Strukturvarianten oder in der Herstellungsgeschwindigkeit.

Weitere Ausführungen dazu finden sich im Gesamtrahmenplan des Verbundprojektes.

### 3.1.2 Stand bei KARL MAYER Technische Textilien GmbH

Die Ausführungen der Anlagentechnik lassen die Herstellung flächiger Gelegestrukturen unter effizienten Herstellverfahren zu. In bekannten Projekten, wie z.B. der Fertigung des BMW i3 und i8, kommen diese bereits zum Einsatz. Nachteil ist der Verschnitt der kostenintensiven eingesetzten Fasern, sodass diese Technologie ebenfalls nicht für den Großserieneinsatz in Frage kommt.

Eine Variante dieser Form der Legetechnik ist die Möglichkeit des lokalen Eintrags von unterschiedlichen Flächengewichten, mit der vorhandenen Technik aber immer geradlinig und nicht entlang spezieller Lastpfade.

### 3.2 Stand am Projektabschluss

Neben den bereits genannten Verfahren sind neben dem Ergebnis im Projekt weitere Entwicklungen am Markt zu beobachten. Hier zu nennen sind dabei die sogenannten Tape-Lege-Verfahren, bei denen in einem stationären Prozess Flächen und lokale Faserverstärkungen mittels Legeköpfen hergestellt werden können. Ein wesentlicher Unterschied zum hier vorgestellten Projektergebnis ist die Art der Fixierung und die Fertigung in einem stationären diskontinuierlichen Prozess.

## 4. Ablauf des Vorhabens

### 4.1 Planung und Planabweichung

Die ursprüngliche Planung sah einen Projektzeitraum von Q4/2014 bis Q3/2018 vor. Aufgrund der kürzeren Vorbereitungszeit und im Sinne der Vorstellung einer geplanten Durchführung wurde vor Start der Zeitraum angepasst auf Q1/2015 bis Q4/2018. Die Arbeitspakete und Meilensteine wurden entsprechend angepasst.

Arbeitspakete	2014				2015				2016				2017				2018			Σ PM
	Q. IV	Q. I	Q. II	Q. III	Q. IV	Q. I	Q. II	Q. III	Q. IV	Q. I	Q. II	Q. III	Q. IV	Q. I	Q. II	Q. III				
AP 2.1																		2		
AP 2.3																		7,5		
AP 2.4																		2		
AP 2.5																		4,5		
AP 2.6																		4		
AP 3.1																		2		
AP 3.2																		2,5		
AP 3.3																		5		
AP 3.4																		3		
AP 3.5																		5		
AP 3.6																		5		
AP 3.7																		4		
AP 6.1																		1		
AP 9.3																		2		
AP 9.4																		1		
Σ PM	2,5																	49,5		

Abbildung 4-1: Planungsstand vor Projektbeginn

#### **4.1.1 Arbeitspakete 2.3 und 2.4**

Die Arbeiten für die einzelnen Arbeitspakete wurde nach Projektstart konzentriert begonnen. So wurden die notwendigen Modifikationen an der bestehenden Anlagentechnik zur Integration der Module in enger Abstimmung mit dem Entwicklungspartner CETEX in der Konzeptionsphase begonnen und konnten termingerecht umgesetzt werden. Die Einplanung, Beschaffung und Montage der entsprechenden Anlage konnte mit der notwendigen Vorlaufzeit durchgeführt werden.

Parallel wurden mit notwendigen Baugruppen die Vorversuche für die Erkenntnisse zum Kettfadenversatzmodul durchgeführt. Ausgehend davon konnten die Erstellung des endgültigen Entwurfs sowie die Planung zur Fertigung termingerecht gestartet werden.

#### **4.1.2 Arbeitspakete 2.5 und 2.6**

Nach Montage der Anlage und Beschaffung der Baugruppen für das Modul Kettfadenversatz konnte im Q1 und Q2/2016 die Inbetriebnahme der Anlage im Hause erfolgen. Eine leichte Terminverschiebung konnte wieder egalisiert werden und die Anlage konnte wie geplant im September 2016 am Forschungscampus in Betrieb gehen. Die weiteren Arbeiten zur Optimierung starteten dann in Q1/2017.

#### **4.1.3 Arbeitspaket 3**

Für die Arbeitspakete 3.x gab es schon beim Start eine leichte Verschiebung, verursacht durch Nacharbeiten bei der Inbetriebnahme des vorhergehenden Kettfadenversatzmoduls. Diese Verzögerung wurde durch inhaltliche Schwierigkeiten bei der Entwicklung des Schussfadenversatzmoduls, insbesondere bei der Lösung der Frage der Fixierung weiter ausgebaut. Letztendlich konnte das fertige Modul für den Schussfadenversatz erst in Q2/2018 auf der Anlage montiert und in Betrieb genommen werden. Die doch merkliche Verschiebung konnte bis Projektende nicht vollständig kompensiert werden. Die geplanten Optimierungsarbeiten konnten nicht wie erforderlich vollständig umgesetzt werden.

### **4.2 Probleme bei der Durchführung**

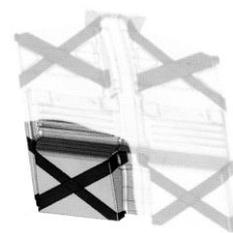
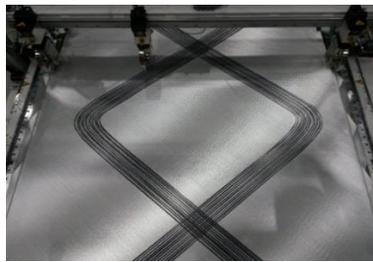
Aufgrund inhaltlicher Schwierigkeiten bei der Umsetzung der Aufgaben ist für die Realisierung der Technologie für den Schussfadenversatz ein deutlich höherer Aufwand zu verzeichnen gewesen. Dies führte maßgeblich zur geschilderten Verschiebung für diesen Meilenstein.

Als zweiter Punkt für einen erhöhten Aufwand ist zu nennen, dass die Integration des Moduls für den Schussfadenversatz in die schon am Forschungscampus befindliche Anlage erstmalig umgesetzt wurde. Alle Erkenntnisse konnten so nur mit höheren Organisationaufwand umgesetzt werden. Eine mögliche Verringerung der Zeitverschiebung konnte so nicht erreicht werden.

## 5. Erzieltes Ergebnis

### 5.1 Allgemein

Wie schon dargelegt, soll im vorliegenden Projekt die vorhandene Technologie mit neuartigen Funktionsmodulen ergänzt werden, welche speziell für den effizienten Einsatz kostenintensiver Hochleistungsfasern in Verbindung mit produktiver Anlagentechnik das Produktportfolio ergänzt. Das Entwicklungsziel des Projektes verbindet eine neue Technologie von speziellen Konstruktionen verschiedener Faserlagen, den Einsatz unterschiedlicher Faserarten (z.B. Glasfaser und Karbonfaser) mit der Notwendigkeit eines kostenoptimierten Herstellungsprozesses. Das Einsatzfeld eines großserientauglichen und automatisierten Verfahrens ist maßgebliche Aufgabe. Im Serienbereich und vor allem im automobilen Umfeld ist Kosteneffizienz ein bestimmender Treiber der Entwicklungen. Stichwort für Entwicklungen in diesem Umfeld ist hier „das richtige Material an der richtigen Stelle“. Die Entwicklung von Technologiemodulen für die Herstellung sogenannter lastpfad- und kraftflussgerechten Lagenstrukturen ist Inhalt und Ziel des Projektes.



Quelle: Volkswagen AG

Abbildung 5-1: Multiaxialgelege bis zur Anwendung

Für die Abbildung einer umfangreichen Möglichkeit Strukturen in verschiedenen Ausrichtungen herstellen zu können, sind Funktionen für den Fasereintrag sowohl in Produktionsrichtung als auch quer zur Produktionsrichtung des Geleges erforderlich. Um die Anforderung exakten Kraftaufnahme im späteren Bauteil erfüllen zu können, müssen Fasern nicht wie bisher geradlinig im Prozess eingetragen werden, eine Winkelabweichung folgt der Linie des Kraftflusses. Diese Funktionen umfassen im Wesentlichen das Legen der Fasern und das hinreichende Fixieren zur mustergetreuen Abbildung der konstruktiven Vorgabe des Bauteiles. Die Lösungen sind sollen ausgerichtet sein auf den Einsatz im hochproduktiven Fertigungsverfahren in einer Textilmaschine zur Herstellung von Gelegestrukturen für Faserverbundmaterialien. Die Ausführung sollten sich am modularen Charakter der Anlage orientieren und sowohl einzeln als auch kombiniert zum Einsatz kommen können.

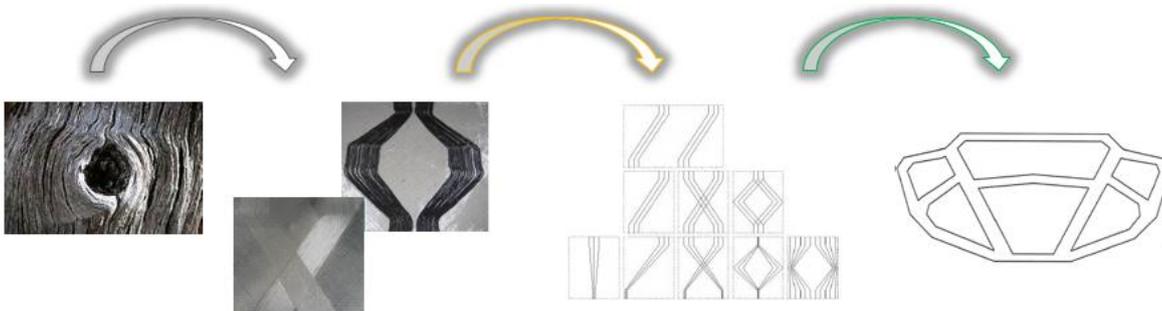


Abbildung 5-2: Musterstrukturen mit Anwendungsbezug

Im Ergebnis des Projektes steht eine Textilmaschine zur Herstellung neuartiger Gelegestrukturen in Verbindung mit einem hochproduktiven Fertigungsverfahren. Zur Unterstützung nachfolgender Prozessschritte werden Möglichkeiten zum Hinzufügen ergänzender Materialien, wie z.B. Matrixfolien,

Vliese oder vorgefertigte Grundlege geschaffen. Es ergibt sich ein Technologiebaukasten für den Einsatz in unterschiedlichen Marktsegmenten, da die neu zu entwickelnden Module auf die verschiedenen Anlagengrößen adaptiert werden können und somit eine Anpassung an Ausprägungen des Endproduktes erfolgen kann.

## 5.2 Kettfadenversatz

Für die kraftflussgerechte Verlegung in Produktionsrichtung des Geleges – Kettfadenversatz - kommen 2 x 12 Fadenführer zu Einsatz. Die Fadenführer sind in zwei Ebenen angeordnet, so dass sich jeweils 12 Faserrovings entsprechend des Legebildes kreuzen können. In der gewählten Ausführung können geschlossene Bänder mit max. 12 CF-Rovings in Breiten von bis zu 120 mm in zwei Ebenen verlegt werden. Für erweiterte Mustermöglichkeiten können die Fadenführer einzeln bewegt werden, sodass Bänder aus jeweils drei Rovings in 30 mm Breite oder auch Einzelrovings mit 10 mm Breite separat zu verlegen sind. Die Rovingzuführung stellt eine weitere textiltechnische Herausforderung dar. Die Umlenkung und Wege der einzelnen Rovings sollten weitgehend gleich gestaltet werden und eine gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Rovings ausgeschlossen wird.

Da je nach Musterung die Fadenverbräuche unterschiedlich sind und bei der Musterumkehr am Rand Faden frei wird, ist für jeden Roving ein Einzelfadenspeicher erforderlich.

Um die Einschnürungen bei Winkeländerungen zu reduzieren und ein gerades Einlaufen der Rovings in die Fadenführer zu ermöglichen, kommen sogenannte Vorfadenführer zum Einsatz, welche zur Minimierung des Aufwandes in 3er Gruppen zusammengefasst sind und einen für den geraden Fadenlauf ausreichenden Abstand von den Fadenführern (ca. 300 mm) aufweisen. Die Fadenführer sind so ausgeführt, dass die Fasern über zwei abgerundete Stege geführt wird, um über eine geringe Spreizwirkung die gewünschte Rovingbreite von 10 mm am Ausgang der Fadenführer zu erreichen.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, wurde die zum Modul Kettfadenversatz gehörigen Funktionen in Teilbaugruppen ausgeführt. Dazu gehören im Wesentlichen:

- die Fadenzuführung mit Spulengatter, Fadenspeicher und Fadenführungselementen
- Kettfadenversatzeinrichtung zur Positionierung der Fasern vor der Fixierstelle (hier Wirkmaschine), inkl. Fadenführer und Vorfadenführer
- Antriebstechnik zur Bewegung der fadenführenden Elemente und
- Bediensoftware und Musterprogrammierung

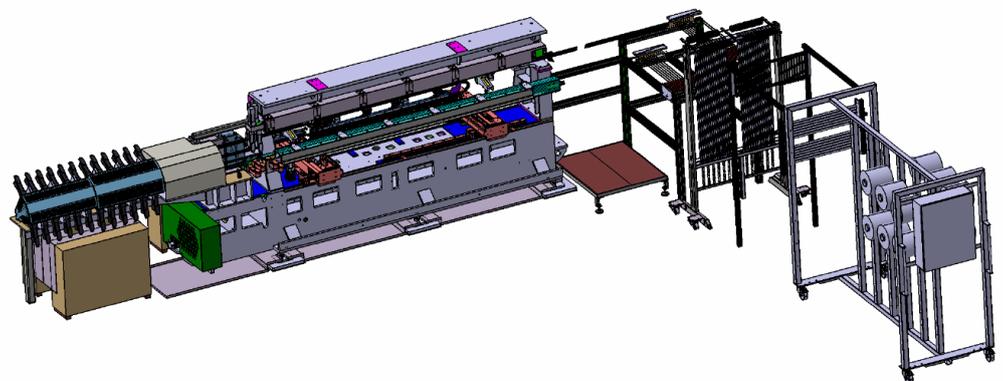


Abbildung 5-3: Grafik des Moduls Kettfadenversatz mit Wirkmaschine

Die Baugruppen werden in Prozessreihenfolge dargestellt.

### 5.2.1 Spulengatter mit Fadenspeicher und Fadenführung

Die Baugruppen zur Bereitstellung der Fasern untergliedern sich in die drei wesentlichen Elemente

- Gatter zur Aufnahme der Carbonspulen
- Fadenspeicher zur Aufnahme einer Fadenreserve und
- Fadenführung zur Positionierung und Umlenkung der Fasern

Das Gatter zur Halterung und Bewegung der Carbonspulen ist ausgelegt auf eine Anzahl von 2 x 12 Spulen, welche waagrecht positioniert und tangential abgerollt werden. Für Realisierung einer gleichbleibenden und fadenspannungskonstanten Bereitstellung der jeweiligen Einzelfasern ist das Gatter mit aktiven – d. h. motorisch angetriebenen und spannungsgeregelten – Antrieben ausgestattet. Die Parameter für die notwendigen Prozesseinstellungen können sowohl für jede Spule einzeln als auch in Gruppen zusammengefasst, über eine menügeführte Bedienoberfläche eingestellt werden.

Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten an der Anlage einschließlich des Freiraums für notwendige Bedienungshandlungen befindet sich das Spulengatter neben der Anlage. Für die Überleitung der Fasern von der Spulstelle zur Fixierstelle in der Wirkmaschine werden Fadenumlenkungen und -führungen benötigt. Kriterium für Auslegung und Gestaltung dieser Elemente ist die minimale Beeinflussung der Fasern hinsichtlich des Abriebes und der Fadenspannung. Diese ist gleichzeitig eine wesentliche Eigenschaft für die Warenqualität über den gesamten Legeprozess. Die Höhe der Fadenspannung sollte nicht nur sehr gering sein, sondern auch eine gewisse Konstanz während des Legeablaufs aufweisen.

Die Zuführung der Verstärkungsfasern von dem Tangential-Ablaufgatter muss drehungsfrei und faserschonend erfolgen. Dabei ist es erforderlich, eine definierte konstante Fadenspannung in den Einzelrovings zu halten, damit ein gassenfreies Tape innerhalb einer Versatzlinie entsteht.

In verschiedenen Vorversuchen wurde die Einbindung eines Fadenspeichers im Verlaufe der Fadenführung als notwendig herausgestellt. Dynamische Bewegungsabläufe zusammen mit den Eigenschaften des Spulenantriebes und der Reibung an Umlenkstellen verursachte eine deutliche Abweichung der Fadenspannung von der gewünschten Größe. Ein Fadenspeicher mit entsprechender Speichergröße – angepasst auf die Bewegungsabläufe – nimmt die im Prozess freiwerdende Fadenmenge kurzzeitig auf und gibt sie im weiteren Verlauf wieder an den Prozess zurück. Der Fadenspeicher ist ein passives, mit Federkraft arbeitendes System für geringe Fadenspannungen. Im weiteren Verlauf werden die Fasern über verschiedene Umlenkensysteme einzeln dem folgenden Prozessschritt zugeführt. Da flach gelegte Faserrovings nicht quer zur Abzugsrichtung versetzt werden können, ohne das einzelne Bändchen in seiner Form negativ durch Wegknicken zu beeinflussen, der Bewegungsablauf dieses aber erfordert, wird der Faserverlauf in den Umlenkungen um 90° von waagrecht auf horizontal verändert. Dies ermöglicht eine einfache Anpassung des Faserverlaufs an die Anforderungen des Systems mit den Mustermöglichkeiten. Jedes Faserbändchen wird auf dem Wege vom Spulengatter zur Wirkstelle einzeln geführt, um gegenseitige Beeinflussungen zu vermeiden. Auch sollte die Faser in ihrer Struktur nicht beeinflusst werden, d.h. es gilt Bündelungen des Einzelrovings zu vermeiden, um die flache auf der Spule vorliegende Form während des Prozesseintrags zu nutzen.

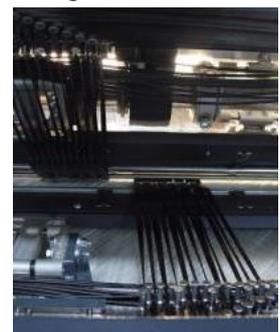


Abbildung 5-4: Fadenführung Kettfadenversatz

### 5.2.2 Kettfadenversatz mit Fadenführersystem

Das für die Funktion des Gesamtmoduls wesentliche Element ist das System der Fadenführung an der Wirkstelle gemeinsam mit dem Fixierprozess. Als grundlegende Eigenschaften sind hier die Ausführung der Fadenführer, die Positioniermöglichkeiten und die direkte Nähe zum Fixierprozess, sprich zur Wirkmaschine, zu nennen. Anforderungsgerecht sollen Fasern als zusammenhängendes Band, als Fasergruppe und auch mit der Möglichkeit der Kreuzung zweier Faserbänder eingetragen werden können. Für die exakte Lage der Fasern im Gelege ist die Positionierung der fadenführenden Elemente sowie ihre direkte Nähe zum Fixiermedium erforderlich. In der zugrunde gelegten Entwicklung unter Nutzung der vorhandenen Wirktechnologie wird die gelegte Faser mechanisch mittels Maschenbildung an der Position gehalten. Der Prozess der Maschenbildung ist einschlägig bekannt und wird an dieser Stelle nicht weiter erläutert.

Bedeutend ist jedoch, wie bereits erwähnt, die möglichst enge Zuordnung der fadenführenden Elemente zum Wirkprozess. In

Abbildung 5-5 ist dies zu erkennen. Beachtung finden dabei aber auch die Anforderungen zum Bewegungsablauf und die Handhabung des Systems, inkl. des Einzugs der Fasern. Da hierdurch ein gewisser Abstand eingehalten werden muss, wird diese Distanz im Bewegungsablauf der Fadenführer berücksichtigt.

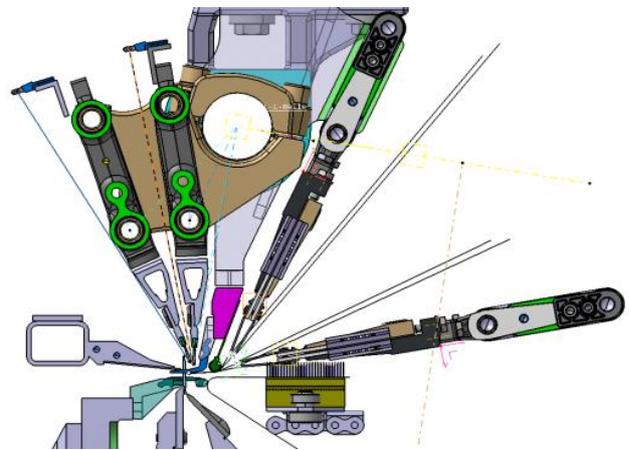


Abbildung 5-5: Maschinenquerschnitt Nähwirkstelle mit Fadenführern

Um jede Faser einzeln führen zu können und trotzdem das Legen eines geschlossenen Faserbandes zu ermöglichen, werden die Fadenführer in zwei Ebenen angeordnet. Dies stellt die aneinander liegende Positionierung benachbarter Fadenführer sicher. Zusätzlich kann damit in Grenzen ein Überlappen einzelner Fasern erreicht werden, um auf die Eigenschaften unterschiedlicher Fasern eingehen zu können. Durch die mechanische Ankopplung der Fadenführer ergibt sich aber ein definierter Mindestabstand, welcher nicht unterschritten werden kann. Jeder Fadenführer ist einzeln angetrieben, wodurch die genaue Positionierung des Faserbandes optimal an die Eigenschaften der Faser angepasst werden kann (siehe Kapitel 5.1.2.3).

Wie bereits erwähnt, besteht eine der Forderungen darin, sich kreuzende Faserbänder zu ermöglichen. Dies erlaubt durchgehende Faserbänder über die gesamte Breite der Gelegestruktur. Hiermit einher geht die Realisierung lastaufnehmender Strukturen über die gesamte Bauteilbreite.

Zur Umsetzung dieser Anforderung wird das System der Fadenführer mit seiner Antriebsstruktur gedoppelt und auf zwei sogenannten Legebarren angeordnet. Jedes System für sich verkörpert die gleichen beschriebenen Eigenschaften. Die Anordnung beider Systeme erlaubt jedoch die freie Positionierung der fadenführenden Elemente über die gesamte Breite des Legeprozesses. Eine mechanische Begrenzung besteht hier nicht.



Abbildung 5-6: Fadenzuführung Kettfadenversatz

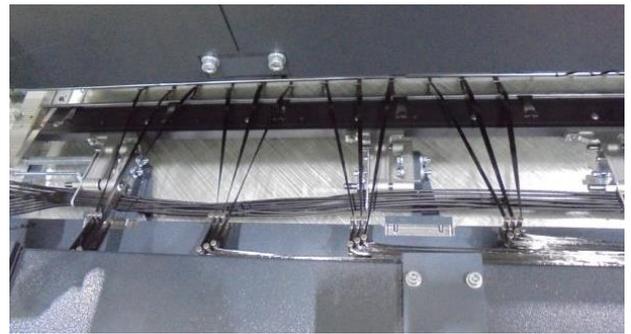


Abbildung 5-7: Gruppierung Vorfadenführer

### 5.2.3 Antriebstechnik

Ein für die Gesamtfunktion bedeutendes Kriterium ist die Freiheit in den Bewegungsabläufen aller beteiligten Komponenten. Um die gewünschten Musterungsmöglichkeiten realisieren zu können, ist die unabhängige Positionierbarkeit der fadenführenden Elemente unabdingbar. Zu den betreffenden Elementen zählen hierbei die Fadenführer und Vorfadenführer. Die Legestrukturen werden erreicht, indem die Fadenführer vor der Fixierstelle quer zur Produktionsrichtung versetzt werden. Damit muss eine freie Positionierung der fadenführenden Elemente über die gesamte Arbeitsbreite des Geleges realisiert werden.

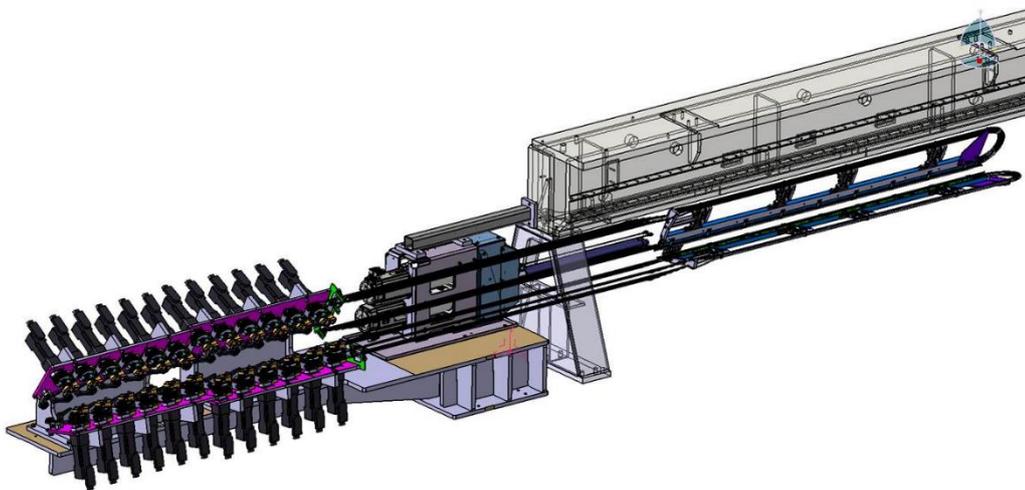


Abbildung 5-8: Einzelantriebe für Fadenführer und Prinzip der Führung der Fadenführer

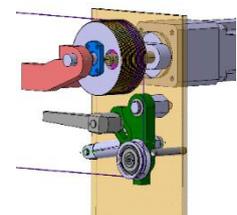


Abbildung 5-9: Fadenführerantrieb

Für eine freie Musterung ist in der gewählten Ausführung jeder Fadenführer einzeln und die Vorfadenführer in Gruppen zu je drei jeweils mit einem Elektromotor einzeln angetrieben. Da die Anzahl der Antriebe nicht direkt am Wirkort angeordnet werden konnten, finden alle Antriebe seitlich der Wirkmaschine Platz und sind mit mechanischen Komponenten mit den zu bewegenden Aktoren verbunden. Im direkten Bereich der Wirkstelle konnten somit nur die für die direkte Führung der Fasern benötigten Komponenten platziert werden, um der Notwendigkeit der Nähe zur Fixierstelle Rechnung zu tragen.

Die Verbindung zwischen Antriebsmotor und Fadenführer erfolgt mit einem umlaufenden Stahlseil, welches mit einer automatischen Spannvorrichtung versehen ist. Die Verwendung eines solchen Seiles ermöglicht den platzsparenden Verlauf aller erforderlichen Elemente in parallelen Führungen. Die Fadenführer sind auf dem Stahlseil mit einer Klemmung befestigt und somit auch leicht austauschbar. Da diese Art der Verbindung ausschließlich auf Kraftschluss basiert, können bei dynamischen Prozessen Probleme mit Schlupf oder Dehnung auftreten. Im vorliegenden Falle laufen alle Positionierbewegungen quer zur Produktionsrichtung sehr langsam ab, so dass ggfs. auftretende Effekte keinen Einfluss auf das Positionierverhalten haben.

Alle fadenführenden Elemente mit direktem Kontakt zum Herstellprozess des Geleges müssen nach Einschalten aus dem stromlosen Zustand sofort in der Lage sein, an der jeweils vorher beendeten Position weiter zu arbeiten, ein Einrichten oder Referenzieren hätte negativen Einfluss auf die Gelegequalität. Aus diesem Grunde sind alle elektrischen Komponenten mit Systemen zur Netzausfallsicherung und Gebersystemen zur Positionssicherung versehen.

### 5.3 Schussfadenversatz

Für die kraftflussgerechte Verlegung quer zur Produktionsrichtung – Schussfadenversatz - kommen 12 Rovings zu Einsatz, die in ihrer Position durch Fadenführer in zwei Ebenen fest angeordnet sind. Die Ausführung erfolgt in zwei Ebenen, um eine gegenseitige Beeinflussung der Faserrovings zu verhindern. Es kann somit ein geschlossenes Band von 120 mm Breite gelegt werden. Im Legeprozess sind grundsätzlich beliebig viele Richtungswechsel möglich, wobei hier ein Einfluss auf die Produktionsgeschwindigkeit besteht. Die konkrete Ausführung ist auf zwei Richtungswechsel ausgelegt. Um den Produktionsprozess vollständig frei ermöglichen zu können, muss der Legekopf über einen Bauraum mit freier Positioniermöglichkeit verfügen und der Legekopf eine Drehbewegung realisieren können.

Der Legekopf selbst verfügt über entsprechende Faserführungen, zwei Lieferwerke in unterschiedlichen Ebenen, eine Rovingklemme, eine Schneideinrichtung und einen beheizbaren Andruckstempel. Eine Herausforderung beim Richtungswechsel der Schussfäden ist, die unterschiedliche Abzugslänge der einzelnen Faserrovings. Dieses muss durch Ansteuerung des Lieferwerks sowie der Klemmung und Rückförderung ausgeglichen werden.

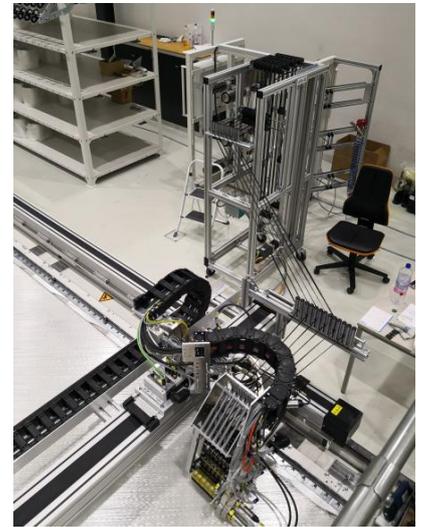
Eine Fixierung der Rovings auf der Grundware ist an den relevanten Punkten beim Start, Richtungswechsel und Ende erforderlich. Aus Versuchen hat sich gezeigt, dass es für einen sicheren Prozessschritt notwendig ist, die beiden unvernähten Lagen des Grundgeleges ebenfalls zu fixieren, um einen Verzug der Grundware zu vermeiden. Das zum Einsatz kommende partielle Fixiermittel darf dabei im Composite die thermoplastische Matrix nicht negativ beeinflussen.

Zur Umsetzung kam ein Lösungsansatz mit thermoplastisch aufschmelzbarem Spunfabmaterial, ein Polyamid-Copolymer mit einem Schmelzpunkt von 80°C. Hierfür wurden entsprechende Zuführungen und thermische Hilfsmittel zum Einsatz gebracht. Jedes Spunfab-Lieferwerk ist mit einer gebremsten Spunfab-Abrollung, mit zwei Lieferwalzen-Paaren, einer Schneideinrichtung, Führungsblechen, einer Andruckrolle und einem Infrarot-Strahler versehen.

#### 5.3.1 Umsetzung Schussfadenmodul

Das Teilprojekt Schussfadenversatz beinhaltet die Aufgabenstellung für die Entwicklung und Umsetzung einer Funktionseinheit für das Legen von Fasern quer zur Produktionsrichtung des Geleges. Die Aussage quer zur Produktionsrichtung umfasst in diesem Falle die Winkel zwischen  $45^\circ$  und  $135^\circ$  (bekannt als  $\pm 45^\circ$  und der Sonderform  $90^\circ$ ). Wie im vorgehenden Teilprojekt ist auch dieses in modularer Bauweise auszuführen und zur Integration in bestehende Anlagentechnik vorzusehen. Bestandteil der Entwicklung sind mechanische und elektrische Hardwarekomponenten sowie die Software zur Ansteuerung. Die Einheit besteht aus den Baugruppen:

- Fadenzuführung mit Gatter, Speichereinrichtung und Fadenführung
- Portalsystem zur Bewegung des Legekopfes in x-/y-Richtung
- Legekopf mit Fadenlieferung und Fixierungselementen
- Fixiersystem
- Steuerungs- und Bediensoftware



Für die detaillierte Beschreibung werden die Baugruppen in Prozessreihenfolge dargestellt.

Abbildung 5-10: Modul Schussfadenversatz

### 5.3.2 Spulengatter mit Fadenspeicher und Fadenführung

Für die Aufnahme und geregelte Bewegung der Faserspulen gelten dieselben Kriterien wie beim Kettfadenversatzmodul (vgl. Kap. 5.1.2.1). Unterschieden wird nur in der Anzahl der Spulen, welche mit 12 Stück definiert wurde. Hier kann mit den Daten der Faser ein geschlossenes Faserband von ca. 120 mm eingebracht werden.

Im weiteren Prozessverlauf der Faserführung vom Gatter zum Legesystem ist als wesentliches Element der Fadenspeicher zu nennen. Ähnlich wie beim Kettfadenversatzmodul müssen durch die funktionsnotwendigen Bewegungsprofile der Portal- und Legeachsen unterschiedliche Fadenverbräuche ausgeglichen werden. Im Modul für den Schussfadenversatz ist durch die höheren dynamischen Abläufe hierfür allerdings ein aktives Element vorgesehen. Dieser Fadenspeicher wird durch einen Antrieb bewegt, dessen Verfahrkurve der Bewegung des Portals und dem daraus folgenden Fadenverbrauch angepasst ist.

Für die Auslegung der Faserführung gelten im Wesentlichen die Kriterien analog zum Kettfadenversatz, da das vorherrschende Funktionsprinzip gleich ist. Ein Unterschied besteht in der größeren Differenz des Fadenverbrauchs der Einzelfaser, welche zwar abhängig vom Legemuster ist, aber anhand der bekannten Strukturen deutlichere Abweichungen annehmen kann. Hier gilt das Augenmerk dann auf die exakt getrennte Führung der Einzelfaser, um wechselseitige Beeinflussungen auszuschließen.



Abbildung 5-11: Faserführung Schussfadenversatz

### 5.3.3 Portalsystem

Für den Eintrag der Fasern in die vorliegende Grundstruktur ist ein Funktionselement notwendig, welches den kompletten Bereich - über die gesamte Arbeitsbreite der Maschine und in Längsrichtung definiert entsprechend der Legestrukturen und der berechneten Geschwindigkeiten der kontinuierlich bewegten Grundware und des Legesystems – abdeckt. Hierfür ist ein dem Stand der Technik entsprechendes und bereits auf Anlagen genutztes System anhand der Auslegung angepasst worden. Der nutzbare Bereich erstreckt sich über 1.650 mm in der Breite und 4.500 mm in der Länge (entspricht Produktionsrichtung). Mit dieser Konfiguration ist es auch möglich, mit einem Legekopf mehrere Spuren eines Faserbandes dicht nebeneinander zu legen. Die Anpassung erfolgt mittels der Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Geschwindigkeit der Grundware und Geschwindigkeit des Legesystems und kann im Legemuster definiert und berechnet werden. Angetrieben wird das Portalsystem von zwei hochdynamischen Servomotoren, jeweils einer in X- und in Y-Richtung.

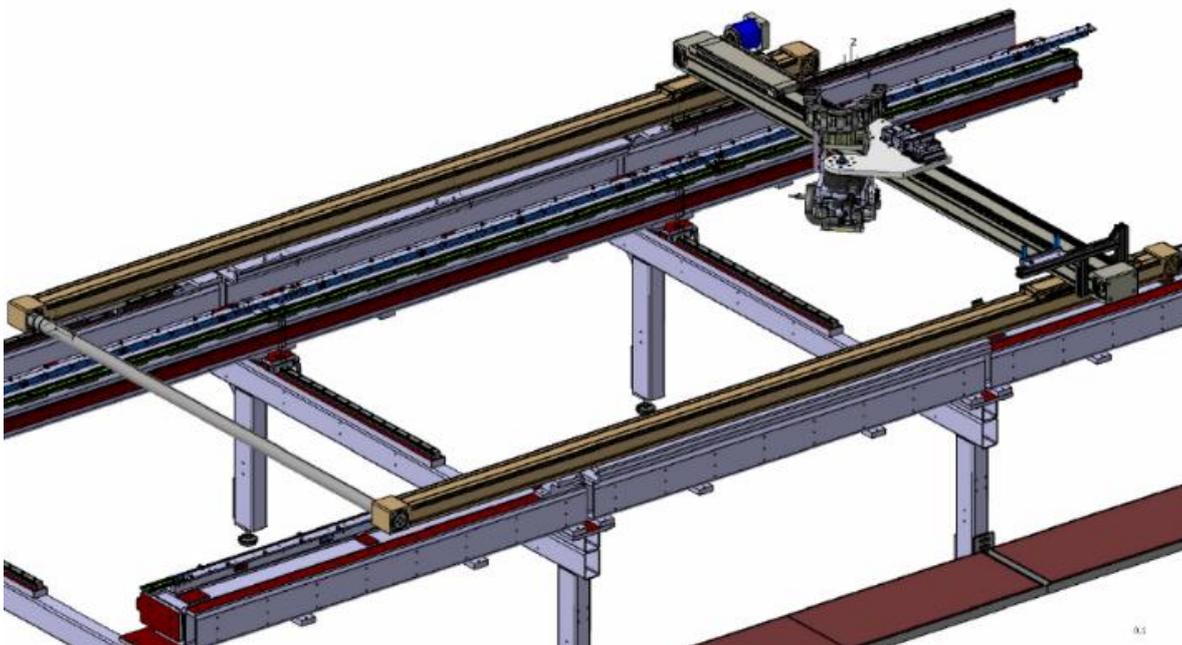


Abbildung 5-12: Konstruktionsentwurf Portalsystem

Beachtung in der Ausführung liegt auch in der Notwendigkeit der beidseitigen Zugänglichkeit zur Bedienung und Handhabung der Fasern und der damit einhergehenden Verwendung von Sicherheitsfunktionen zum Schutz des Bedienpersonals.

### 5.3.4 Legekopf mit integrierter Fixierung

Kernstück des Schussfadenversatzmoduls ist der Legekopf zur anforderungsgerechten Ablage der Fasern bzw. des Faserbandes. Die Funktion beinhaltet die Führung der Fasern, das Ablegen und die Fixierung des Faserbandes auf der Grundlage. Die Faserführung muss so gestaltet sein, dass eine verdrehungsfreie Zuführung der Einzelfasern während des vollständigen Legevorganges trotz einer Drehung des

Legekopfes erfolgen kann. Dazu sind verschiedene Umlenkungen im Bereich der Zuführung der Fasern in den Legekopf als auch innerhalb des drehbaren Bereichs vorgesehen. Die Drehung des Legekopfes erfolgt über einen vollständig frei positionierbaren Antrieb, über den gesamten Verfahrbereich kann eine stufenlose Drehung innerhalb der definierten Ablagekriterien erfolgen.

Als weiteres Kriterium ist das Ablegen ohne Einschnürungen der Faser und ohne gegenseitige Beeinflussung der insgesamt zwölf Fasern von hoher Bedeutung. Aus diesem Grunde ist die Gestaltung der Führungselemente im Legekopf in zwei Ebenen aufgeteilt. Dieses ermöglicht die Einzelbewegung der Fasern aufgrund unterschiedlichen Fadenverbrauchs im Legevorgang durch die Richtungsänderung und erlaubt trotzdem die Ablage eines geschlossenen Faserbandes. Bei geradliniger Ablage bleibt die leicht gespreizte und flache Form der Faser gut erhalten. Angetriebene Lieferwerkswalzen und pneumatische Andruckelemente unterstützen den Transport und den Vorschub der Fasern in den verschiedenen Abschnitten des Legeprozesses.

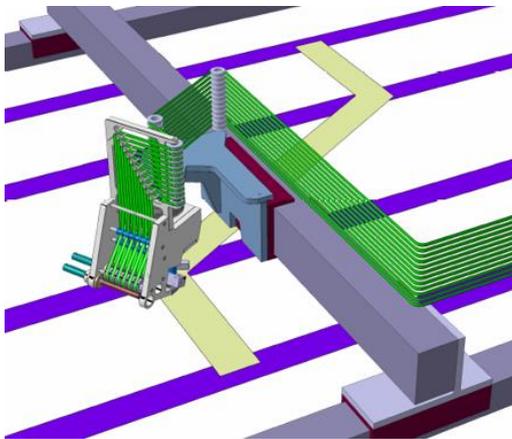


Abbildung 5-13: Konstruktionsentwurf schenkbarer Legekopf

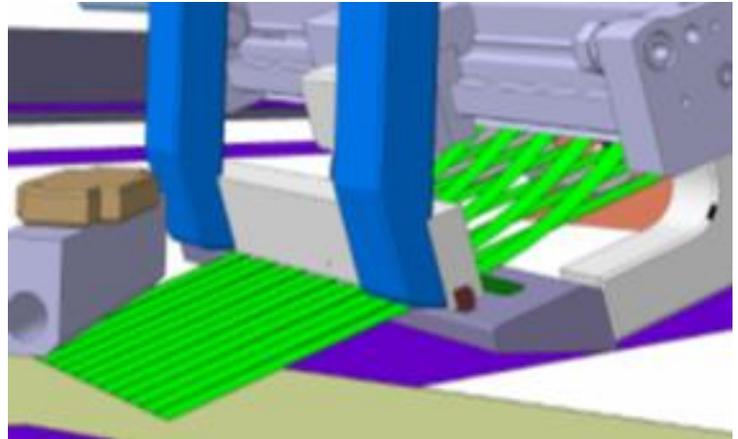


Abbildung 5-14: Konstruktionsentwurf schenkbarer Legekopf

Bei Richtungsänderungen während des Ablagevorganges ist eine Fixierung des Faserbandes an der definierten Position notwendig. Hierfür ist im Legekopf eine Vorrichtung zur Erwärmung und zum Andrücken der Fasern integriert. Diese Heizstempel können sowohl die notwendige Temperatur als auch den benötigten Druck zum Halten der Fasern auf der Grundlage aufbringen. An der über das Legemuster definierten Position der Richtungsänderung befindet sich ein vorab eingebrachtes Klebevlies (Spunfab, vgl. auch Kap. 5.2.3). Dieses Klebemittel wird durch die im Heizstempel befindlichen elektrisch beheizten Stäbe aufgeschmolzen und durch Druck auf die Fasern und die darauffolgende Abkühlung die Fixierung an der gewünschten Position erreicht. Die aufgebrachte Haltkraft ist ausreichend für die weitere Verarbeitung und den Transport der Fasern auf der Grundlage bis zur weiteren Fixierung aller Funktionsfasern in der Wirkstelle.

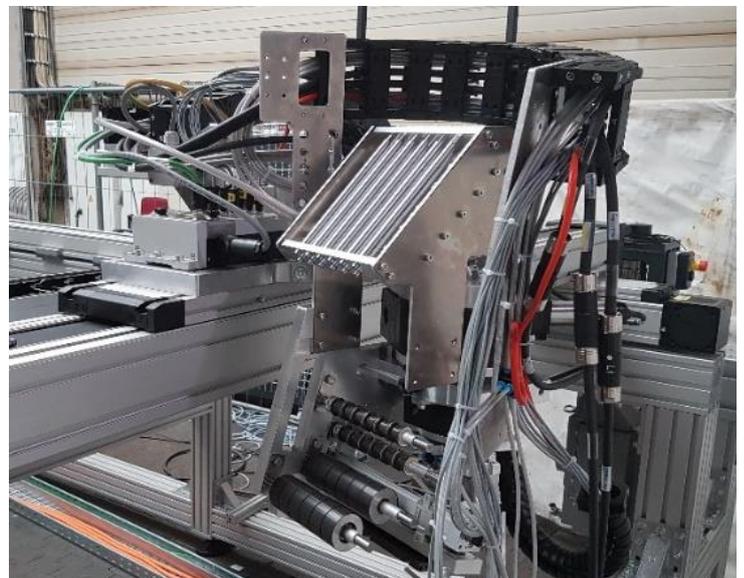


Abbildung 5-15: schenkbare Legekopf

### 5.3.5 Fixierung des Schussfadens

Für das KonText-Projekt sind im Cetex Institut wie auch an der Textilmaschine in der OHLF in Wolfsburg Vorversuche durchgeführt worden, um die Eignung der Fixiermethode nachzuweisen und entsprechende Parameter festzulegen.

Als Ergebnis dieser Versuche ist von den Projektpartnern entschieden worden, dass eine Fixierung (Verfestigung) auch zwischen den beiden Winkellegern für die Grundware notwendig wird, um einen Verzug der beiden Gelegelagen zu verhindern. So erfolgt die Zuführung des Spunfab-Materials an vier Stellen über die Maschinenarbeitsbreite verteilt und in ihrer Position einstellbar, jeweils an den Rändern und zweimal im Bereich der Richtungsänderung. Bestückt werden jeweils zwei Einheiten von der Maschinenseite, die Verstellung an die gewünschte Position erfolgte zunächst manuell.

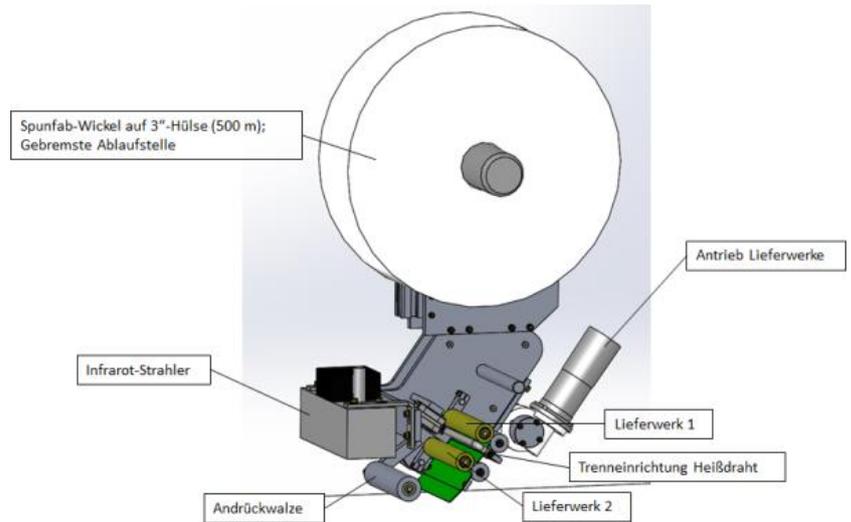


Abbildung 5-16: Konstruktionsentwurf Spunfab-Lieferung

In der folgenden Abbildung 5-17 ist die Anordnung der vier einzelnen Spunfab-Zuführungen in unterschiedlichen Positionen dargestellt. Die türkisfarbenen Module befinden sich in der Einrichtungs- bzw. Bestückungsposition, die grau dargestellten Module befinden sich an der jeweiligen Endposition des möglichen Verstellweges. Somit wird gewährleistet, dass eine Fixierung über die gesamte Arbeitsbreite

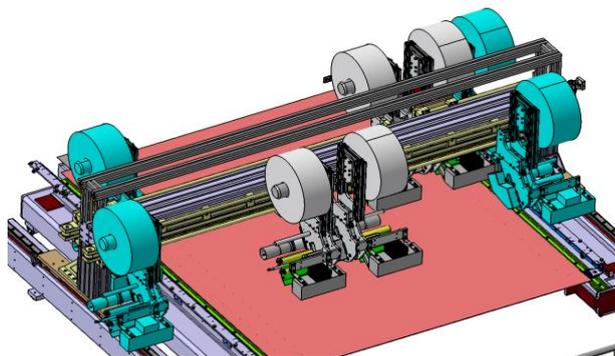


Abbildung 5-17: Konstruktionsentwurf Träger mit Spunfab-Zuführungen



Abbildung 5-18: Spunfab-Zuführungen und IR-Strahler

Das Spunfab wird als Rollenware in 150 mm Breite von einem mechanisch gebremsten Ablaufdorn von zwei angetriebenen Lieferwerken abgezogen und mittels einer Andrückrolle auf die Grundware aufgebracht. Die notwendige Temperatur zum Fixieren wird durch einen Infrarotstrahler erzeugt, dessen Leistung je nach erforderlicher Temperatur und Maschinengeschwindigkeit geregelt werden kann. Zwischen den beiden Lieferwerken ist eine Heißdraht-Trenneinrichtung angeordnet, um das Spunfab mustergesteuert nur an den notwendigen Positionen zuzuführen.

Insgesamt kann eingeschätzt werden, dass der Aufwand für die Entwicklung des Schussfaden-Versatzmoduls die ursprüngliche Planung deutlich überstiegen hat.

## **5.4 Mustersteuerung**

Die gesamten Einstellungen für die neuen Module sollten integraler Bestandteil der Anlagenbedienung sein und somit über die Bedienoberfläche erreicht werden können. Dazu gehört die Konfiguration, Eingabe für Positionierung und Einrichten des Systems sowie Definition von Grenzen.

Die notwendigen Daten für das Modul werden mit allen anderen relevanten Maschinendaten abgeglichen und auf Konsistenz und mögliche Kollisionsbedingungen geprüft.

Über die Bedienoberfläche ist auch eine einfache Eingabe von Musterinformationen möglich. Diese kann allerdings keine vollständige Mustereingabe darstellen, da der hierfür notwendige Datenumfang zu groß und die Zusammenhänge sehr komplex sind. Aus diesem Grunde ist für die Musterung ein separates, von der Maschinensteuerung unabhängiges Werkzeug geschaffen worden. Diese Mustersoftware ermöglicht die einfache Dateneingabe für die notwendigen Positionsinformationen der Antriebe und prüft direkt die Grenzwerte aller bewegenden Elemente. Für die schnelle Umsetzung in der Maschinensteuerung wird eine Datei erzeugt, welche über die vorhandene Rezepturverwaltung der Nutzeroberfläche der Anlage einfach eingespielt werden kann.

Die Musterprogrammierung für den vollständigen Prozess besteht aus den vier nachfolgend genannten Teilkomplexen:

- der Programmierung des Kettfadenversatzes
- der Programmierung des Schussfadenversatzes
- die Ansteuerung der Spunfab-Zuführungen
- und die mustergerechte Zusammenführung dieser drei Teilkomplexe.

Ausgehend von Prinzipien der Anlagenbedienung wurde für jedes Modul eine entsprechende Lösungssystematik entwickelt.

### **5.4.1 Mustereingabe Kettfadenversatz**

Die Technologie Kettfadenversatz baut auf ähnliche Prinzipien in Wirkmaschinen mit Mustermöglichkeit auf, wobei hier eine völlig andere Programmiergrundlage mit einem CAD-basierten Musterprogramm für textile Spitzenmuster genutzt wird. Aufgrund der Spezifik des lastpfadgerechten verlaufs der Strukturen über längeren Maschenzyklen musste hier eine angepasste und einfach nutzbare Lösung entworfen werden. Anforderung sind hier die Positionierung aller 2 x 12 Fadenführer und der 2 x 4 Vorfadenführer, bei einer Musterlänge von ca. 2000mm bei sich ändernder Stichlänge im Wirkprozess. Um die sich ergebenden je nach Muster bis zu 64.000 Einzelwerte nicht manuell eingeben zu, wurde mit Unterstützung der Cetex gGmbH ein völlig neues und einfach zu handhabendes Programmierool entworfen und in Abschnitten umgesetzt.

Bestandteil sind Eingabemöglichkeiten mit entsprechender grafischer Anzeige, eine im Hintergrund ablaufende Plausibilitätskontrolle mit definierten Randbedingungen und die Berechnung und Ausgabe in einem definierten Dateiformat.

In der Softwarestruktur ist die Möglichkeit für eine spätere Integration eines CAD-Files vorgesehen.

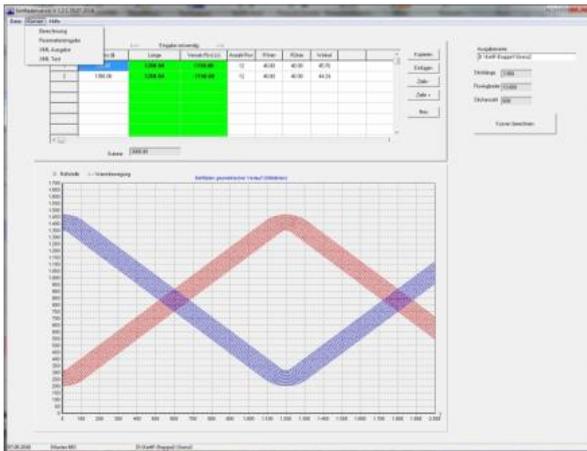


Abbildung 5-19: Musterprogramm Kettfadenversatz

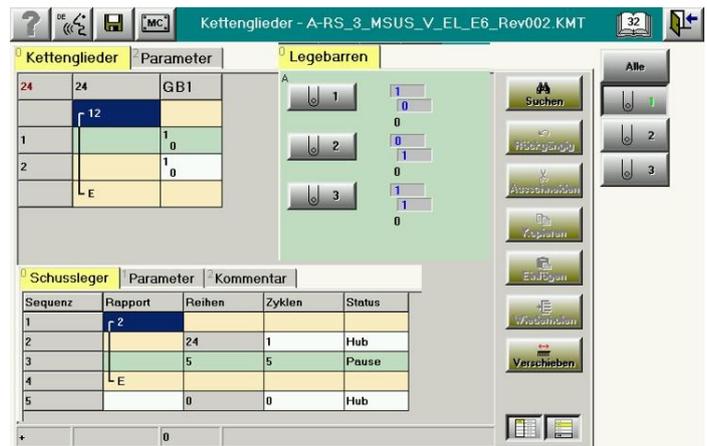


Abbildung 5-20: einfache Mustereingabe an Anlage

### 5.4.2 Musterberechnung Schussfadenversatz

Die anlageninterne Umsetzung des Moduls orientiert sich an bestehenden Verfahren für den Schusseintrag an Wirkmaschinen. Basis der Berechnung von Verfahransätzen ist hier die Programmierung mathematischer Methoden sowohl in *MathCad* als auch steuerungintern. Um hier im Entwicklungsstadium dem sich ergebenden Anpassungsbedarf Rechnung zu tragen, wird die Berechnung der Verfahransätze im externen Tool *MathCad* umgesetzt. Ergebnis ist auch hier eine Datei, welche dann in die Maschinensteuerung geladen werden kann.

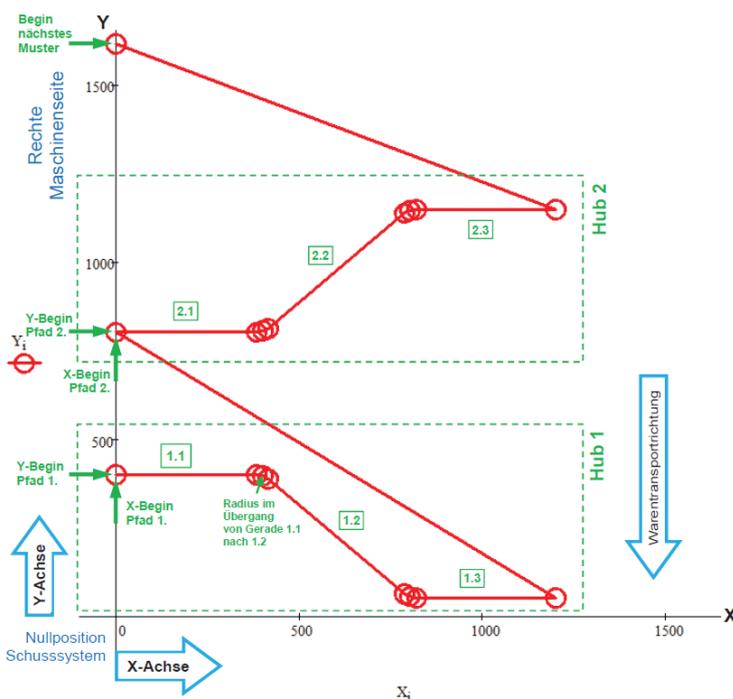


Abbildung 5-21: Musterberechnung Schussfadenversatz

### 5.4.3 Berechnungsgrundlagen Fixierung

Die Einheit für die Fixierung der Schussfadenlagen wird thematisch im gleichen Zusammenhang betrachtet und demzufolge analog zur Berechnung des Schussfadenversatzes ausgeführt. Mit Eingabe verschiedener Grundwerte und bestimmter an der Anlage sich ergebender Daten wird auch hier als Ergebnis eine Datei mit den berechneten Daten als Ergebnis ausgegeben.

### 5.4.4 Gesamtmuster

Jedes Modul kann prinzipiell mit Daten unabhängig voneinander berechnet werden. Da letztendlich in der Anlage ein Gesamtprodukt unter Einsatz aller Module entstehen soll, müssen die Werte miteinander synchronisiert werden.

Dies geschieht auf Ebene der Maschinensteuerung. Als Basis dienen neben den Berechnungsdaten weitere Anlagenwerte, welche sich aus der Anordnung der Module in der Anlage ergeben und in der Maschinensteuerung einmalig als Konfigurationsdaten eingegeben werden. Unter Verbindung aller Berechnungsergebnisse für Kettfadenversatz, Schussfadenversatz und Fixiereinrichtung kann das textile Verstärkungsmuster für die lastpfad- und kraftflussgerechten Strukturen in einem Prozessschritt gefertigt werden.

## 6. Bewertung des Ergebnisses

### 6.1 Erreichbarer Nutzen

Bei Erreichung der Projektziele ist es möglich, kosteneffizient und produktiv faserverstärkte Bauteile in neuer Qualität und mit erhöhtem Anforderungsprofil herzustellen. Dies führt zu einer erweiterten Nutzung dieser Technologie, und kann auch über den automobilen Sektor hinaus auf andere Branchen übertragen werden. Wesentliches Kriterium dabei ist die Einsatzmöglichkeit im Großserieneinsatz mit effizienten Verarbeitungsprozessen. Mit der Möglichkeit, Gelege bedarfsgerecht mit für den Einsatzfall optimierter Struktur ohne weitere Prozessschritte zu fertigen, kann weiteres Entwicklungspotenzial erschlossen werden. Eine Fertigung von kleinen Stückzahlen ist ebenso effizient gegeben.

Die entwickelte Technologie mit den Komponenten in modularer Bauweise bietet Raum für den Einsatz zur Ergänzung bestehender und Konfiguration neuer Anlagenkombinationen. Nach Umsetzung der Technologiemodule in eine serienreife Lösung ergibt sich Potenzial für einen stärkeren Einsatz der Anlagentechnik im Markt, besonders in Hinblick auf Verbreiterung des Einsatzfeldes in anderen Segmenten für diese Anlagentechnik. Damit sollen die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten durch den Gewinn an Marktanteilen und die daraus resultierende Umsatzsteigerung erhöht werden. Der zu erwartende Neuheitsgrad in Verbindung mit kosteneffizienter Fertigungsmöglichkeit kann den Einsatz in bisher nicht rentablen Anwendungen (wie etwa dem Personen- und Nutzfahrzeugbau oder auch der Windindustrie) ermöglichen. Besonders in diesem Anwendungsbereich wird ein entsprechendes Marktwachstum erwartet, welches zu einem wirtschaftlichen Wachstum beitragen soll.

## 6.2 Verwertung

Die Technologiemodule sind im Forschungscampus als Versuchsmuster aufgebaut und können in diesem Rahmen für Versuche betrieben werden. Für die Umsetzung in verkaufsfähige Einheiten sind weiterführende Tätigkeiten notwendig, um diese Module in verschiedenen Anlagenkonfigurationen nutzen zu können.

Da aktuell die Umsetzungsbereitschaft im automobilen Umfeld etwas in den Hintergrund getreten ist, sind wir mit Kunden in Kontakt, um hier Anwendungsfälle zu erschließen. Hier haben bereits zwei Kundenvorstellungen stattgefunden. Bei Vorliegen von Ergebnissen werden diese dann einem Kundenprojekt unter Zugrundelegung von Anforderungen an einen konkreten Anwendungsfall in die notwendige Ausführung der Anlagentechnik umgesetzt.

Parallel unterstützen wir die Volkswagen AG bei der Ermittlung von Anwendungsfällen für die technische Lösung und der Möglichkeit weiterer bi- oder trilateraler Projekte zur weiteren Ausarbeitung der Technologie im Forschungscampus.

## 7. Zusammenarbeit im Verbundprojekt

Die Zusammenarbeit sowohl im Verbundprojekt als auch im Forschungscampus war sehr konstruktiv. Innerhalb des Verbundprojektes wurden die gemeinsamen Themen auf regelmäßigen Arbeitstreffen an den verschiedenen Standorten der einzelnen Partner durchgeführt. Nach Aufstellung der Anlage inklusive der Technologiemodule fanden die Treffen überwiegend am Forschungscampus statt.

Für den Wissensaustausch der übergeordneten Themen fanden zweimal jährlich Arbeitskreissitzungen am Forschungscampus statt. Hier erfolgte ein enger Austausch mit anderen Projekten.

## 8. Veröffentlichungen

Die Arbeiten in diesem Projekt wurden in öffentlichen Vorträgen auf Tagungen und auf Messen publiziert. Nachfolgend eine Auswahl:

Vorträge:

- 4. Fachtagung thermoPre 27.09.2016
- 16. Chemnitzer Textiltechnik-Tagung 28./29.05.2018

Messen:

- Messeexponat KARL-MAYER-Stand JEC Paris 06. – 08.03.2018

Forschungsvorhaben: 02PQ5124

Titel: Kontinuierliche kraftflussgerechte Textiltechnologien für Leichtbaustrukturen  
in Großserie

Chemnitz, 20.08.2019

.....  
Thomas Heinecke  
Projektleiter

## Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht
3. Titel Kontinuierliche kraftflussgerechte Textiltechnologien für Leichtbaustrukturen in Großserie	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)]  Dipl.-Ing. Thomas Heinecke	5. Abschlussdatum des Vorhabens 31.12.2018
	6. Veröffentlichungsdatum 21.08.2019
	7. Form der Publikation Bericht
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse)  KARL MAYER Technische Textilien GmbH	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 02PQ5124
	11. Seitenzahl 22
12. Fördernde Institution (Name, Adresse)  Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben
	14. Tabellen
	15. Abbildungen
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum)	
18. Kurzfassung  Für besonders effizient hergestellte Gelegestrukturen für Faserverbundmaterialien ist die Art und Weise der Faserorientierung und des Lagenaufbaus von besonderer Bedeutung. Begleitend dazu ist das genutzte Herstellungsverfahren wichtig für den Einsatz im Großserienbereich. Hierfür eignet sich die bekannte Legetechnologie sogenannter Multiaxialmaschinen für die hochproduktive Herstellung großflächiger Gelege kombiniert mit der Entwicklung spezieller Module für das Legen von Hochtechnologiefasern wie Glas und Karbon in einer sogenannten lastpfad- und kraftflussgerechten Ausrichtung. Im vorliegenden Bericht wird die Entwicklung und mögliche Einsatzfälle dieser Technologie beschrieben.	
19. Schlagwörter Lastpfadgerechte Faserverbundstrukturen, kraftflussgerechte Gelegestrukturen, Multiaxialtechnologie	
20. Verlag	21. Preis

## Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication)
3. title Continuous Load oriented lightweight structures for mass production	
4. author(s) (family name, first name(s)) Dipl.-Ing. Thomas Heinecke	5. end of project 31.12.2018
	6. publication date 22.08.2019
	7. form of publication
8. performing organization(s) (name, address) KARL MAYER Technische Textilien GmbH	9. originator's report no.
	10. reference no.
	11. no. of pages 22
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. no. of references
	14. no. of tables
	15. no. of figures
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date)	
18. abstract  Machines for production of multiaxial fibre-oriented laying structures are very efficient. State of the technology are structures with multiple layers in large configuration with different widths and endless production possibilities. To extend the range of applications a more cost-efficient use of high expensive fibres is needed. In addition to the known Multiaxial machine technology new developments of fibre laying modules would complement the previous production processes. This document describes the development process and important functions of an efficient laying process for so called load oriented fibre structures.	
19. keywords Load oriented structures, light weight structures, efficient fibre structure production	
20. publisher	21. price