

## **Entwicklung von Werkzeugen für thermische Formgebungsprozesse in der Konfektion**

\*Siegmond, J.; Krzywinski, S.

\* Korrespondenz: TU Dresden

Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik

01062 Dresden

[Jana.Siegmond@tu-dresden.de](mailto:Jana.Siegmond@tu-dresden.de)

### **Abstrakt**

Thermische Formgebungsprozesse nehmen in der Bekleidungsfertigung ca. 18-20 % der gesamten Herstellungszeit ein und sind außerdem ein wichtiger vorbereitender Schritt für den Versand in einer globalisierten Fertigungskette. Zur thermischen Formgebung der Oberbekleidung werden verschiedenartige Pressen mit Formwerkzeugen verwendet. Die Herstellung der Formwerkzeuge ist derzeit mit einem extrem hohen manuellen Aufwand verbunden. Entwicklungszeit und -kosten zur Ableitung der Geometriedaten aus der größenabhängigen Produktform sind außerdem stark abhängig vom handwerklichen Know-how des Personals und dem Expertenwissen.

Gegenwärtig existiert keine durchgängige digitale Entwicklungs- und Fertigungskette, die neben den schnittkonstruktiven Aspekten auch die Fertigung der thermischen Formwerkzeuge einschließt. Ziel war es deshalb, skalierbare 3D-Körper- und Produktdaten aus der Passformsimulation oder 3D-Konstruktion zur digitalen Entwicklung von Formwerkzeugen zu nutzen.

Die Umsetzung der entwickelten Digitalisierungsstrategie reduziert den Aufwand bei der Herstellung von thermischen Formgebungswerkzeugen deutlich und ermöglicht damit eine höhere Produktvielfalt sowie die Verbesserung der Passform.

### **Motivation**

Gebrauchsfähige innovative/modische Endprodukte aus textilen Flächenstrukturen entstehen durch vielfältige Füge- und Formgebungsprozesse. Dazu werden neben Näh-, Schweiß- und Klebtechnologien auch Verfahren zur thermischen Formgebung eingesetzt. Diese sind für die Vorbehandlung textiler Halbzeuge zur Beseitigung produktionsbedingter Oberflächenbeeinträchtigungen (u. a. Spannungen), beim Formschluss unterschiedlicher Materialkomponenten sowie zur Gestaltung und Fixierung der äußeren Produktform maßgeblich. In der Bekleidungsfertigung nehmen thermische Formgebungsprozesse ca. 18-20 % der Herstellungszeit, bei einem Sakko bis zu 30 %. Sie sind somit ein wesentlicher Bestandteil sowohl vor und während der gesamten Konfektionierung als auch nach deren Abschluss. Für hochwertige Oberbekleidung (HAKA, DOB) werden zur thermischen Formgebung verschiedenartige Pressen mit Formwerkzeugen verwendet. Für die Güte des Kleidungsstückes ist die Qualität der thermischen Formgebung (Zwischen- und Finishbügelei) ausschlaggebend. Das Ergebnis ist dabei wesentlich von den eingesetzten Arbeitsmitteln (Formwerkzeugen, Maschinensteuerung/-regelung) abhängig. Die Herstellung der Formwerkzeuge ist nach wie vor mit einem extrem hohen manuellen Aufwand (Trial und Error-Verfahren) verbunden. Entwicklungszeit und -kosten zur Ableitung der Geometriedaten aus der größenabhängigen Körper- und Produktform sind stark

abhängig vom handwerklichen Know-how des Personals und dem Expertenwissen. Der Aufwand für die Entwicklung einer Grundform wird derzeit mit 6 bis 9 Monaten angegeben. Die Formwerkzeuge werden gegenwärtig in mehreren physischen Entwicklungsstufen, zunächst ähnlich der Arbeitsweise eines Bildhauers als Gipsmodell, und darauf aufbauend als Holz- und Gussmodelle, erstellt. Die Überarbeitung der Form erfolgt mehrfach manuell in Abstimmung mit dem Kunden. Durch die herkömmliche Arbeitsweise in mehreren Iterationszyklen und die notwendige Nacharbeit entstehen sehr hohe Entwicklungskosten im fünfstelligen Bereich, die zunächst beim Werkzeughersteller bzw. Maschinenbauer liegen und letztendlich auf die Bekleidungshersteller umgelegt werden. Die zu entwickelnde Werkzeugform richtet sich nach dem Bekleidungshersteller bzw. der Produktform und soll für alle zu produzierenden Produktformen und Größen des jeweiligen Produktes geeignet sein. Durch diese Art der Werkzeugauslegung und die damit verbundenen hohen Kosten werden größenabhängige Aspekte der Formgebung (Randgrößen), Individualisierung und Produktion in kleinen Losgrößen unzureichend berücksichtigt und Innovationen gehemmt.

**Ungeachtet der Möglichkeiten zur optischen Erfassung von Objekten und der Integration dieser Daten in Passformsimulationslösungen existiert bisher keine durchgängige digitale Entwicklungs- und Fertigungskette, die neben den schnittkonstruktiven Aspekten auch die Fertigung der thermischen Formwerkzeuge einschließt.** Der Digitalisierungsgrad bei der Entwicklung der Formwerkzeuge wird derzeit auf maximal 20 % geschätzt. **Bisher fehlt zur Herstellung thermischer Formwerkzeuge die Datenschnittstelle. Dies führt zu einem erheblichen Zeitverlust mit einem hohen finanziellen Aufwand, den sich die schnelllebige Modeindustrie nicht leisten kann.**

Das Ziel des Forschungsvorhabens war es deshalb, die digitale Entwicklung von Formwerkzeugen zur endkonturnahen thermischen Umformung teilkonfektionierter Flächen aus parametrischen 3D-Körper- und Produktdaten zu realisieren. Im Rahmen des Projektes konzentrierten sich die Forschungsarbeiten auf die Möglichkeiten der Entwicklung von Werkzeugen zur thermischen Formgebung unter Nutzung digitaler Konstruktions- und Simulationsdaten.

## **Ergebnisse**

Umfangreiche Recherchen zeigen, dass weltweit die Forscher und kommerzielle Anbieter das Ziel verfolgen, die Konstruktion der Bekleidung mit einer rechentechnischen Verbindung zum virtuellen Körper auszuführen, um langfristig Entwicklungskosten zu minimieren. Die 3D-Parametrisierung der menschlichen Formkörper wurde im Werkzeugbau bisher nicht angewandt. Das Ziel des Forschungsvorhabens baute maßgeblich auf diesen Erkenntnissen auf und nützte diese Arbeitsweise für die computergestützte Entwicklung für den Prozess der thermischen Formgebung.

Auf Basis größenabhängig skalierbarer 3D-Körperdaten und der im Zusammenhang stehenden parametrischen Produktform wurde die Form der Werkzeuge zur thermischen Formgebung für verschiedene Körperpartien abgeleitet. Dazu wurde gemeinsam mit den Fachexperten des projektbegleitenden Ausschusses (PA) ein klassisches Sakko als Basisproduktform für die Untersuchungen ausgewählt. Zur Evaluierung der zu entwickelnden Formwerkzeuge erfolgte die Bereitstellung der Sakko-VT-Bügelformen für die linke/rechte Seite als Ober- und Unterformen durch die Firmen des PA.

Im Rahmen des Projektes werden zunächst anthropometrisch korrekte, parametrische 3D-Menschmodelle entwickelt. Die Grundlage für die Generierung dieser 3D-Menschmodelle bilden mittlere virtueller Modelle als Polygonmodelle in den Herren-Konfektionsgrößen 48, 50, 52, 54 und 56 (Abbildung 1).

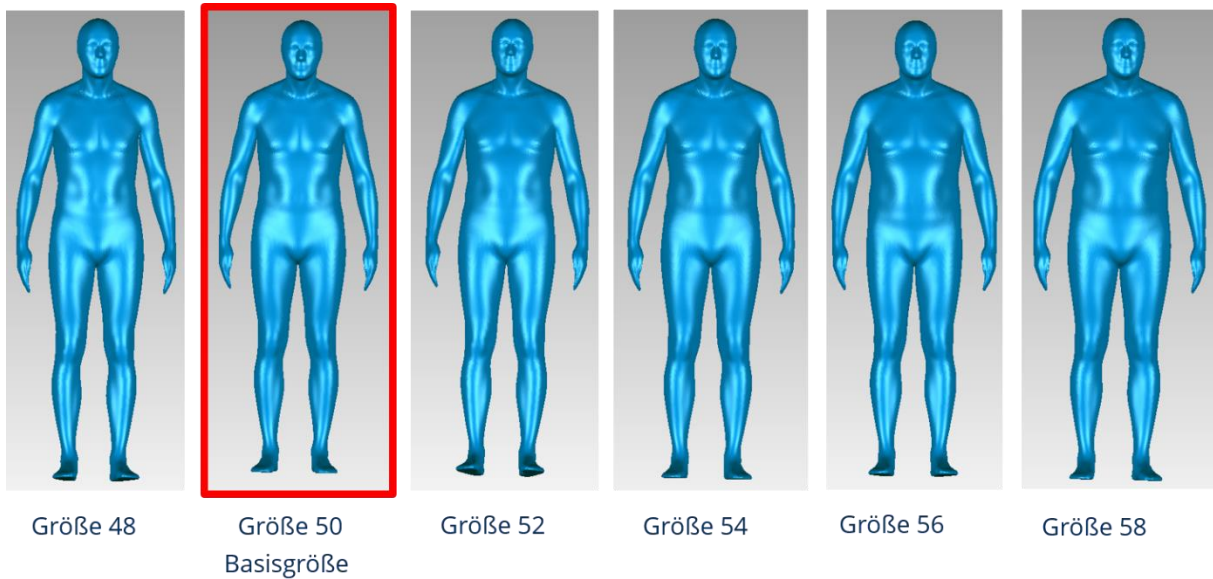


Abbildung 1: Basisfigurinen für die Erarbeitung der parametrischen 3D-Formkörper

Das daraus entwickelte skalierbare Menschmodelle (Abbildung 2, Abbildung 3) bildet die Grundlage für die Erarbeitung einer 3D-Basiskonstruktion des Sakkos, die Passformsimulation und Erarbeitung der 3D-Formwerkzeuge.

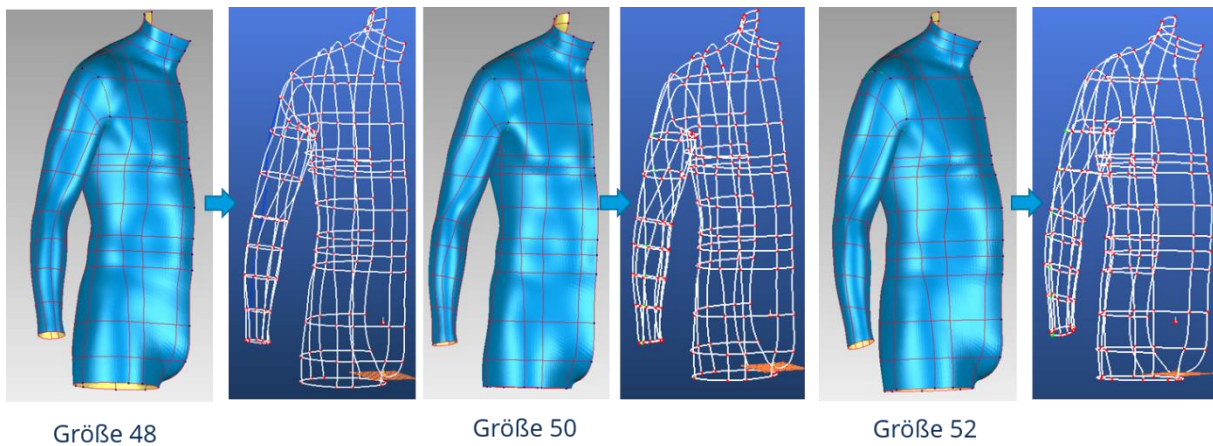


Abbildung 2: Identische Flächenaufteilung für jede Konfektionsgröße



Abbildung 3: Generierung der parametrischen Formkörper, automatische Skalierung

Die Schnittkonstruktion der ausgewählten Basisproduktform erfolgte in den Softwarelösung GRAFIS unter Anwendung der Schnittkonstruktionsmethodik „Müller&Sohn“. Die Schnittteile wurden in einer 3D-Simulationsumgebung (Modaris V8 - Abbildung 4, CLO 3D), die heute in der Industrie bereits Anwendung findet, implementiert und unter Berücksichtigung der Materialkennwerte simuliert.



Abbildung 4: Ableitung der Geometrien für die Formwerkzeuge aus der Passformsimulation des Sakkos in Modaris (Lectra)

Die Realisierung der 3D-Produktformkonstruktion erfolgte auf Basis von signifikanten Körperkenn- und Sekundärmaßen (Abbildung 5). Das virtuelle Menschmodell kann in den ausgewählten Größen 48-56 automatisch skaliert werden. Die 3D- Konstruktion passt sich per Excel-Verbindung an die jeweilige Größe an und kann modellseitig außerdem problemlos durch die eingearbeiteten Parameter modifiziert werden.

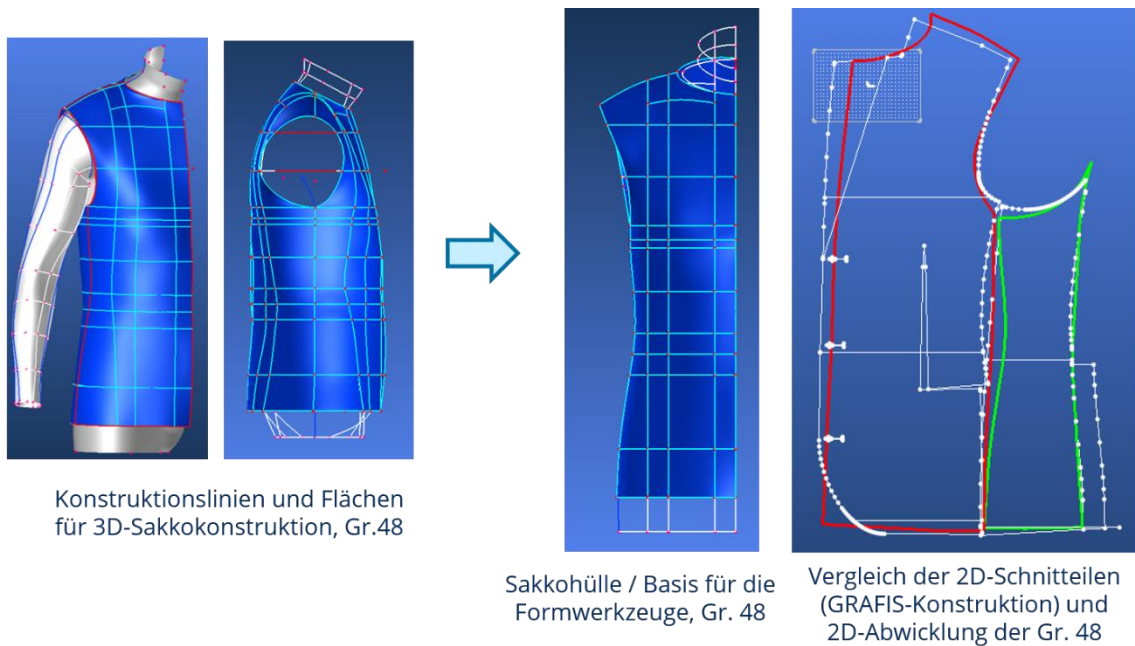


Abbildung 5: Konstruktionslinien und Flächen der 3D-Sakkokonstruktion in Gr. 48

Um die notwendige Formgebung der teilkonfektionierten Halbzeuge zu realisieren, wurden die Werkzeugdaten aus der Oberfläche des Produktes abgeleitet. Dazu erfolgte die Analyse der Oberfläche verschiedener Größen.

Die Geometrien der Formwerkzeuge, die momentan noch verwendet werden, resultieren häufig aus veralteten Körper- und Modelldarstellungen. Die Passformsimulation bzw. 3D-Konstruktion modischer Modelle bietet deshalb die Chance, Modetendenzen bei der Entwicklung der Formwerkzeuge zeitnah zu berücksichtigen bzw. sogar auf neue Trends noch vor Produktionsanlauf reagieren zu können (Abbildung 6).

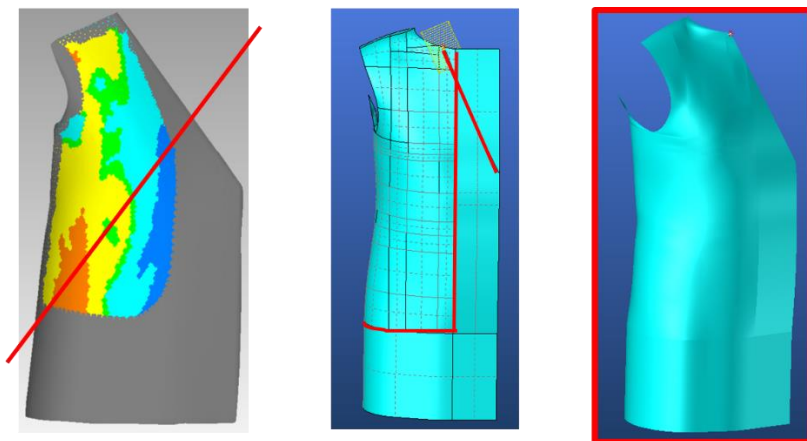


Abbildung 6: Links: Ablage der simulierten Produktform auf dem konventionellen Werkzeug; rechts: Ableitung der Werkzeugdaten aus der Oberfläche des Sakkos-Vorder- und Seitenteils

Um die bleibende Formgebung durch Stauchen und Dehnen zu erreichen, muss die Krümmung der Werkzeugoberfläche im Vergleich zur Oberfläche der Produktform „erhöht“ bzw. „vertieft“ werden. Diese Änderung kann durch die Anpassung der Parameter, die bereits in die 3D-Konstruktion implementiert wurden, erfolgen. Die 2D-Schnitteile der Bezüge für die Formwerkzeuge wurden unter Berücksichtigung des Lageraufbaus bzw. der Schichtdicke aus der



3D-Konstruktion abgeleitet. Zur digitalen Abbildung der Schichtdicke wurden verschiedene Methoden analysiert und gegenübergestellt.

Abschließend konnten die Erkenntnisse zur digitalen Entwicklungsstrategie systematisch aufbereitet und computergestützt dargestellt werden. Damit sind künftige Nutzer in der Lage, die vorgeschlagene Arbeitsweise unter Anwendung maschinenbautypischer oder branchentypischer Softwarepakete umzusetzen bzw. auf vorhandene Softwarelösungen anzupassen. Außerdem erfolgte eine Konzeptentwicklung für formadaptive Werkzeuge zur Größenanpassung und Mass-Customization. Dies hat den Vorteil, ohne wiederkehrende Werkzeugkosten schnell Prototypen oder kundenindividuelle Formwerkzeuge erstellen zu können. Dazu ist es erforderlich, die Diskretisierung der Werkzeugoberfläche durch Stifte vorzunehmen.

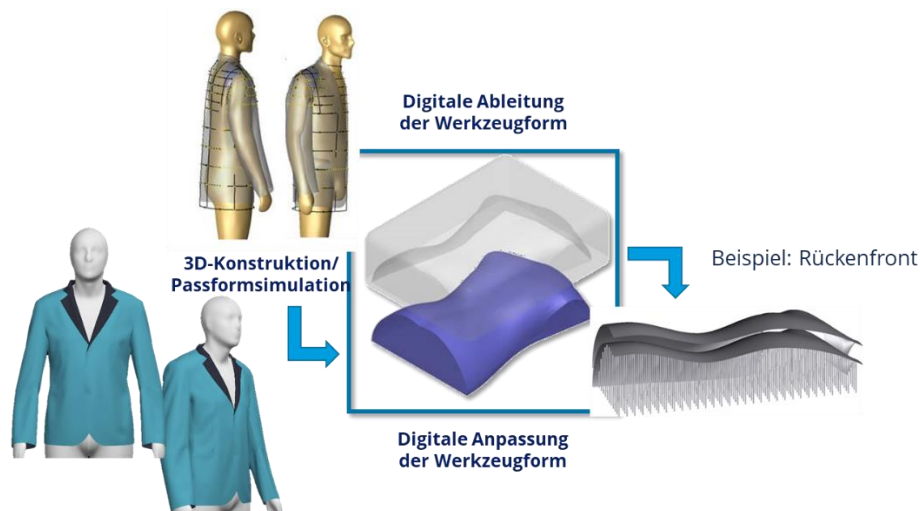


Abbildung 7: Entwicklungsschritte für adaptive Werkzeuge

### Schlussfolgerung

Durch die Einführung einer Digitalisierungsstrategie in den Bekleidungsunternehmen kann die Entwicklung und Fertigung dieser Werkzeuge dann bereits weit vor Anlauf der eigentlichen Bekleidungsproduktion erfolgen. Dies ermöglicht die frühzeitige Berücksichtigung von Modetrends im Werkzeugbau. Der erhebliche Nutzen der Forschungsergebnisse besteht darin, dass 3D-Körper- und Produktinformationen in den Werkzeugbau direkt einfließen.

### Danksagung

Das IGF-Vorhaben 20770 BR der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V. wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages