

**Kurzveröffentlichung des Forschungsvorhabens | IGF-Nr. 18993 N****Entwicklung eines ergonomisch- und bewegungsorientierten Größensystems für Funktionsmaße zur optimierten Gestaltung von Berufs- und Schutzbekleidung****Ausgangssituation**

Bei Berufsbekleidung, aber auch bei Persönlicher Schutzausrüstung (PSA) gewinnen Passform, Komfort und modische Optik zunehmend an Bedeutung. Zwar sind Schutz und Funktion immer noch die wichtigsten Eigenschaften, gefordert wird aber auch modische Berufs- und Schutzbekleidung, die optimale Bewegungsfreiheit bietet. Dieser Balanceakt stellt die Hersteller bei Entwicklung und Vertrieb vor neue, komplexe Herausforderungen.

Zur Gestaltung von Bekleidung, PSA, Arbeitsplätzen und Mensch-Maschine-Schnittstellen werden anthropometrische Daten genutzt. Hierbei kommen grundsätzlich zwei unterschiedliche Maßsysteme zum Einsatz: Größentabellen und Ergonomie-Normen. In der Konfektion beschreiben die Größentabellen die bekannten Konfektionsgrößen und dienen als Grundlage für die Schnittentwicklung und Passformsicherung. Allerdings können diese Größentabellen die Funktionsanforderungen an Berufs- und Schutzbekleidung nur unzureichend abdecken. Körpermaße verändern sich durch die Bewegung des Körpers, was in den Standardgrößentabellen für Konfektionsgrößen nicht berücksichtigt wird. Die bewegungsbedingte Bandbreite von Körpermaßen werden in den sogenannten Ergonomie-Normen abgebildet, in denen z.B. verschiedene Armreichweiten beschrieben sind. Allerdings werden in den Normen Perzentile und keine Größen dargestellt. Perzentile sind aber nur Prozentangaben, um die Verteilung eines Maßes innerhalb einer Personenstichprobe zu beschreiben. Sie haben keinen Bezug zur Konfektionsgröße. Was daher fehlt, ist die Verbindung zwischen beiden Systemen. Bislang aber war ein Maßstandard, der sowohl den Größenbezug, als auch die Bewegung des Körpers bei der Arbeit berücksichtigt, nicht verfügbar.

**Ihr Ansprechpartner zu diesem Projekt:**

Simone Morlock  
Telefon: +49 7143 271-305  
E-Mail: s.morlock@hohenstein.com

Hohenstein Institut für Textilinnovation gGmbH  
Schlosssteige 1  
D-74357 Bönnigheim

Die Bewegung des Körpers und seiner Extremitäten verändert die Längen- und Umfangsmaße zum Teil erheblich, wie in Abbildung 1 am Beispiel eines Probanden mit der Größe 50 verdeutlicht wird. Die Länge des Rückens bis zum 4. Lendenwirbel (rot dargestellt) weist zwischen stehender und nach vorne gebeugter Körperposition ein Delta von 12,3 cm auf. Das bedeutet eine Mehrlänge von 21,5 % durch die veränderte Körperhaltung. Das kleine Maß „Hüfttiefe“ (orange dargestellt) verlängert sich um 7,1 cm, womit eine Zunahme von sogar 39,7 % zu verzeichnen ist. Daraus resultieren mehrere Fragestellungen: Welche Maße müssen der Bekleidungsentwicklung zur Umsetzung eines optimalen ergonomischen Komforts zugrunde gelegt werden? Wie stellen sich die Maßdifferenzen bei kleinen und großen Größen sowie anderen Figurtypen, wie z.B. Bauchtypen, dar? Existieren Unterschiede zwischen den Geschlechtern und wie wirken sich diese aus?



Abbildung 1: Veränderung der Körpermaße in verschiedenen Körperpositionen

## Projektarbeiten

Im Forschungsprojekt „Funktionsmaße“ wurde erstmals die Variabilität von Körpermaßen erforscht. Dabei stand die 3D-Analyse der Körpermaße von Frauen und Männern in verschiedenen Körperhaltungen mittels 3D-BodyScanner im Fokus der Arbeiten. Insgesamt wurden 93 Probanden in 10 verschiedenen Haltungen (siehe Abbildung 2) gescannt und die Körpermaße in jeweiligen relevanten Haltungen ermittelt.

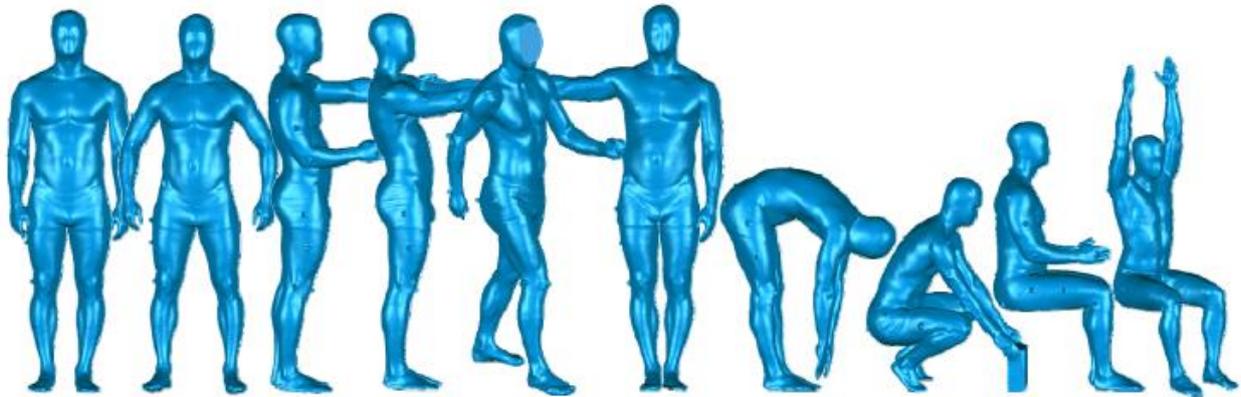


Abbildung 2: Übersicht der Scan-Haltungen zur Erfassung der Funktionsmaße

Um die Maßdifferenzen ermitteln zu können, welche durch Körperbewegung entstehen, wurden die Körpermaße verschiedener Bewegungsformen mit den Maßen in der stehenden Standardhaltung verglichen. Abbildung 3 zeigt stellvertretend die Ergebnisse am Beispiel der Rückenbreite.



Abbildung 3: Festgestellte Maßdifferenzen der Rückenbreite am Beispiel der Männer

Von links nach rechts sind die sechs unterschiedlichen Haltungen zu sehen, an denen der Brustumfang für jeden Probanden ermittelt wurde. Für jede Haltung werden im Diagramm die minimalen (graue Linie), mittleren (orangefarbene Linie) und maximalen (blaue Linie) Maßdifferenzen dargestellt, welche aus dem Vergleich zur stehenden Relaxed-Haltung resultieren. Die maximale Bandbreite der Differenzmaße wird jeweils über der entsprechenden Haltung im Diagramm oben als Wert in cm in Rot ausgewiesen (Differenz zwischen Min- und

Max-Wert). Die Bandbreiten zwischen der minimalsten und maximalsten Rückbreitenausprägung in den einzelnen Scan-Positionen sind signifikant.

Die Veränderung der Rückenbreite in der Bewegung muss von einem Bekleidungsprodukt abgedeckt werden können, um einen hohen ergonomischen Tragekomfort gewährleisten zu können. Die Rückenbreite ist immer in Verbindung mit der Armreichweite zu sehen.

## **Ergebnis**

Insgesamt wurden 22 Körpermaße an 93 3D-Bodyscans (Männer und Frauen) in 10 verschiedenen San-Haltungen interaktiv gemessen und statistisch ausgewertet. Das entspricht einer Gesamtzahl von ca. 8000 personenindividuellen Maßen, die an den Scans gemessen wurden, was den signifikant hohen Bearbeitungsaufwand anzeigt, der zur Erforschung der Funktionsmaße notwendig war. Auch wenn die Stichprobenzahl von 93 Probanden im Vergleich zu anderen Reihenmessungen gering erscheint, vervielfacht sich die Anzahl der zu messenden Maße aufgrund der verschiedenen Bewegungsformen, die zu untersuchen sind. Die von den Scans abgeleiteten Körpermaße wurden differenziert nach Konfektionsgröße, Größenreihe und Figurtyp für unterschiedliche Bewegungsformen für Männer sowie Frauen analysiert und miteinander verglichen. Es wurden die entsprechenden Differenzmaße ermittelt sowie statistisch ausgewertet und in den neuen Größentabellen „Funktionsmaße“ für Männer und Frauen abgebildet. Dabei wird differenziert zwischen Geschlecht, Größengruppen und Körperhöhe. Zwischen den Figurtypen konnten keine bedeutenden Unterschiede identifiziert werden. Die Kenntnis über mittlere Maßveränderungen der Menschen in der Bewegung kann auf bestehende Produkte, Schnitte und auch Fertigmaßtabellen übertragen werden. Damit kann die Entwicklung von funktioneller Bekleidung mit hohem Tragekomfort maßgeblich unterstützt werden. Mithilfe der Maßdifferenzen können die Werte größensystemunabhängig angewendet werden. Dies stellt einen großen Vorteil da, denn viele Unternehmen stützen sich auf die Standardmaßtabellen, wandeln diese aber unternehmensindividuell je nach Zielgruppe unterschiedlich ab.

Zur mehrdimensionalen Darstellung und Nutzung der Größentabellen „Funktionsmaße“ wurden diese in MS Excel-Tabellen mit Filterfunktion umgesetzt, da eine einfache tabellarische Darstellung aufgrund der mehrdimensionalen Inhaltsbeziehungen nicht praxistauglich ist. Dabei stand vor allem die nutzerfreundliche sowie selbsterklärende Anwendung im Vordergrund.

Vervollständigt werden die beschriebenen Ergebnisse durch die Empfehlung zur optimierten Zuordnung von individuellen Kundenmaßen zu Standardgrößen, denn die Forschungsarbeiten haben gezeigt, dass die Körperbewegungen auch Einfluss auf den Prozess der Größenfindung im Textilleasing und auch Online-Handel haben.

### **Praxisnahe Anwendung der Daten**

Mit den Projektergebnissen werden der Bekleidungsindustrie neue Entwicklungsgrundlagen für die Herstellung von funktioneller Bekleidung mit hohem ergonomischen Tragekomfort bereitgestellt. Unmittelbare Nutzer sind Hersteller für Berufsbekleidung, Persönliche Schutzausrüstung sowie Sport- und Outdoor-Bekleidung. Die Projektergebnisse können zukünftig in der Schnittentwicklung eingesetzt, aber auch für die Passform-Sicherung genutzt werden. Mittelbare Nutzer der Ergebnisse sind sowohl alle klein und mittelständisch geprägten Unternehmen der Bekleidungsindustrie als auch die Hersteller und Anwender der 3D Konstruktions- und Simulationssysteme, welche von den Funktionsmaßen bzw. der Kenntnis über die durchschnittliche Veränderung der Körpermaße in der Bewegung wichtige Informationen für die Simulation ableiten können.

### **Nutzung der Ergebnisse in weiteren Forschungsprojekten**

Die Funktionsmaße beschreiben die durchschnittlichen Veränderungen der Körpermaße in der Bewegung mit Bezug zur Konfektionsgröße und stellen eine wertvolle Ergänzung zu den Standardgrößentabellen dar. Die Erfassung des menschlichen Körpers in statischen Haltungen mit 3D-BodyScannern hat auch Grenzen. Dynamische Bewegungen werden nur nachgebildet. Dies bedeutet für die Probanden, dass sie z.B. Muskelgruppen anspannen sollten, die für die reine Haltearbeit nicht benötigt werden. Eine Anforderung, die nur von wenigen Probanden und manchmal auch gar nicht zu erfüllen ist. Zudem ist davon auszugehen, dass sich die Muskulaturausprägung bei der Haltearbeit von der bei dynamischen Bewegungen unterscheidet. Die technische Entwicklung von 3D- zu 4D-Scannersystemen könnte mittelfristig die Antwort für diese Problemstellungen bieten, denn damit sind Analysen der realen bzw. realitätsnahen Bedingungen möglich. Hiermit eröffnet sich die Möglichkeit ganz neue Forschungsfragen zu untersuchen. Dies ist eine Fragestellung, die im Projekt „Mobilitätsrestriktionen“ (IGF AiF20163N, Laufzeit 01.05.2018 – 31.12.2020) erforscht werden soll.

Mit den Funktionsmaßen kann die Entwicklung von Bekleidungsprodukten mit hohem Tragekomfort maßgeblich unterstützt werden. Doch die Herausforderung besteht neben der Erfassung der kinematischen Anforderung der Menschen auch in deren Umsetzung in das Bekleidungsprodukt. Die Veränderung der Körperoberfläche sowie die Längenveränderung der Extremitäten muss vom Textil nachvollzogen werden können, wie z.B. im Gesäßbereich. Dort muss die erforderliche Mehrlänge in der Art bereitgestellt werden, dass der Träger des Bekleidungsproduktes sich optimal beugen, knien oder sitzen kann. Es müssen alle Lagen eines Produkts so flexibel gestaltet werden, dass die Bewegung entweder durch konstruktive Mehrlänge, durch Stretchanteil oder spezielle Bekleidungselemente ausgeglichen werden kann. Für die Schnittentwicklung sind daher kennwertgestützte Materialempfehlungen als zwingend

zu erachten. Hierzu sind die textilen Materialien auf ihre Dehnbarkeit und/oder Elastizität zu prüfen und mit den Funktionsmaßen zu korrelieren. Die Umsetzung der Funktionsmaße in passformsichere Bekleidungsschnitte und die Korrelation zu den textilen Eigenschaften der Stoffe, ist in dem-Projekt „HAKA-Schnittkonstruktion“ (IGF 19912 N, Laufzeit 01.01.2018 bis 31.12.2019) vorgesehen.

Nähere Informationen sowie der Schlussbericht zum Forschungsprojekt sind bei der Forschungsstelle erhältlich.

## **Danksagung**

*Das IGF-Vorhaben 18993 N/1 der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10177 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und -entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Bundestages gefördert.*

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## **Projektleiter:**

Dipl.-Ing. (FH) Simone Morlock (s.morlock@hohenstein.com)

## **Forschungsstelle:**

Hohenstein Institut für Textilinnovation gGmbH

Schlosssteige 1

D-74357 Bönningheim

Leiter: Prof. Dr. Stefan Mecheels

## **Schlussbericht:**

Zu beziehen über die Forschungsstelle