



AVALUTION



ASSYST

DITF
DEUTSCHE INSTITUTE FÜR
TEXTIL+ FASERFORSCHUNG

DBU
Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

Avalution GmbH

ECOMMERCE

Effektive ökologische Umweltentlastung durch Digitalisierung der Wertschöpfungskette zwischen Hersteller, Händler und Endkunde im Online-Handel von Bekleidung

Abschlussbericht

über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem Az. 34611/01 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

von

Dr. Dominik Michel **Avalution GmbH, Kaiserslautern**
Dr. Rainer Trieb **Human Solutions Verwaltung GmbH, Kaiserslautern**
Dr. Jürgen Seibold, **Deutsche Institute für Textil- und Faserforschung Denkendorf**
Alexander Artschwager,
Nemanja Stipic,
Deborah Lang
Dr. Martin Lades **Assyst GmbH, Aschheim-Dornach**

September 2020

Projektkennblatt
der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	34611/01	Referat	21/2	Fördersumme	444.476 €
----	-----------------	---------	-------------	-------------	------------------

Antragstitel **Effektive ökologische Umweltentlastung durch Digitalisierung der Wertschöpfungskette zwischen Hersteller, Händler und Endkunde im Online-Handel von Bekleidung**

Stichworte

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
24 Monate	16. Juli 2018	15. Juli 2020	1

Zwischenberichte	Kurzbericht 1 vom 14.08.2019 zum Zeitraum 16.07.2018 bis 15.07.2018 Kurzbericht 2 vom 30.01.2020 zum Zeitraum 16.07.2019 bis 15.01.2020
------------------	--

Bewilligungsempfänger	Avalution GmbH	Tel	0631 / 343593-0
	Europaallee 10	Fax	0631 / 343590-11
	67657 Kaiserslautern	Projektleitung: Dr. Dominik Michel	
		Bearbeiter: Dr. Dominik Michel	

Kooperationspartner Assyst GmbH – Max-Planck-Str. 3, 85609 Aschheim-Dornach
DITF Denkendorf – Körschtalstr. 26, 73770 Denkendorf

Zielsetzung und Anlass des Vorhabens

Der Anteil an Bekleidung, der über das Internet verkauft wird, nimmt stetig zu. Dabei sind 86% der Retouren im Onlinehandel auf Passformprobleme zurück zu führen. Bei Retourenquoten von bis zu 50% sorgen überflüssige Transporte von/zum Kunden sowie die Aufbereitung oder Vernichtung der retournierten Ware für erhebliche Belastungen, für die es für Umwelt- und Ressourcenschutz Lösungen zu finden gilt.

Ziel von ECommerce ist es, ein Framework zu entwickeln, das die Prognose der Passform signifikant verbessert und somit den passformabhängigen Anteil von Retouren im Onlinehandel drastisch reduziert.

Dies wird über die Entwicklung eines vollständig digitalen Vertriebsprozesses zwischen Hersteller, Händler und Endkunde erreicht, gestützt auf die virtuelle Produktpräsentation und individuelle Größenempfehlungen sowie durch die Ökobilanzierung und Quantifizierung der Umweltentlastung im Gesamtprozess des Onlinehandels. Durch Retoureneinsparungen kann eine signifikante Reduktion von Material, Energie und Produktionsressourcen erreicht werden.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Durch Anforderungsanalyse und Konzeption des Gesamtsystems zum endkundenorientierten Retourenmanagement im Onlinehandel von Bekleidung sowie Konzeption von Nachhaltigkeitsindikatoren und Methoden zur Bewertung und Incentivierung ergaben sich drei Schwerpunkte in der ersten Projektphase.

Assyst arbeitete am Punkt *Virtuelle Bekleidungssimulation und Visualisierung von Passform*, einer realistischen 3D-Simulation von Bekleidung im Web zur systemgestützten Passformbewertung gegenüber dem Endkunden. Avalution konzentrierte sich auf den Bereich *Virtueller Einpflegeprozess und individuelle Größenempfehlung* und wird die Avatargenerierung, Größenempfehlung und systemgestützte Passformbewertung sowie die Berücksichtigung individueller Tragepräferenzen als Webservices umsetzen. Das DITF bearbeitet das Paket *Öko-Bilanzierung*, der ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung der Bestellprozesse im Web auf Basis geeigneter Indikatoren und integrierbarer Incentivierungskonzepte.

In der zweiten Hälfte des Projektes wurden diese Aspekte im Arbeitsschwerpunkt *Integration der Projektkomponenten in eine demonstratorhafte Plattform* kombiniert, eine Plattformumgebung entwickelt und demonstratorhaft die Integration zu einer Gesamtlösung umgesetzt. Den Abschluss des Projektes bildet die Evaluierung der prototypischen Demonstrator-Plattform.

Ergebnisse und Diskussion

Die Schwerpunkte des Projektes lagen auf den folgenden vier Aspekten: (i) wie kann der Kunde erkennen, ob ihm eine Bekleidungsstück gefällt und passt, bevor er es physisch anprobiert hat, (ii) welche Technologien, Infrastrukturen und Prozesse sind notwendig, damit der Kunde es virtuell anprobieren kann, (iii) welche Wirkung hat eine vollständig digitalisierte Prozesskette auf die CO₂ und Wasserverbrauchs-Bilanz im gesamte Vertriebsprozess und (iv) wie können ökologische Bilanzierungen dem Endkunden transparent als Grundlage einer nachhaltigen Verhaltensänderung im Online-Handel dargestellt und vermittelt werden. Dazu wurden neue, innovative Ansätze zur Digitalisierung der gesamten Vertriebskette vom Händler zum Verbraucher entwickelt und deren Wirksamkeit auf die die Reduktion von CO-Emissionen und Wasserverbrauch quantitativ untersucht.

Demonstratorhaft umgesetzt wurden dazu die virtuelle Produktpräsentation und individuelle Größenempfehlungen gestützt auf den vollständig digitalen Vertriebsprozesses zwischen Hersteller, Händler und Endkunde, sowie durchgängige, ganzheitliche Kooperations- und Servicemodelle zwischen Hersteller und Online-Händler in der digitalen Lieferkette von Bekleidung. Eine transparente Darstellung und Kommunikation von Ökobilanzierung und Quantifizierung der Umweltentlastung im Gesamtprozess des Online-Handels wurde integriert. Insbesondere hat sich in der ökologischen Bewertung gezeigt, dass die Umweltwirkung durch die drei Parameter Retourenquote, Verschrottungsquote der retournierten Artikel und Umweltbelastung bei der Herstellung des Artikels dominiert werden.

Um Retouren zu vermeiden wurde dabei ökologische Transparenz, Nachhaltigkeitsincentivierung, individuelle Passformempfehlung und vergleichende Passformvisualisierung bei gleichzeitiger, realistischer Darstellung von simulierter Bekleidung am kundenindividuellen Avatar verwendet und in einem beispielhaften Webshop demonstriert. Das ökologische Einsparpotential bei einer vorgegebenen Retourenquote und gegebener Verschrottungsquote eines Artikels wurde ebenfalls modelliert und für verschiedene Szenarien evaluiert und dargestellt.

Als größte Herausforderungen für die erfolgreiche Integration der entwickelten Komponenten im aktuellen Online-Handel wurden identifiziert: (1) Durchgängigkeit: gerade eben diese ganzheitlichen, durchgängigen Strukturen in Kooperation, Service und Vertrieb zwischen Hersteller-, Händler und Endkunde für eine Verzahnung der diskutierten Komponenten sind derzeit noch lückenhaft, (2) Vollständig digitale Infrastruktur: bei den großen Herstellern ist die Infrastruktur zur Digitalisierung zwar bereits vorhanden, aber digitale Produktentwicklung und Digitalisierung des kompletten Herstellungs- und Lieferungsprozess sind noch ausbaufähig und (3) Antwortzeiten: die Berechnung von physikalisch korrekten Bekleidungssimulationen erfordert hohe Rechenzeiten, leistungsfähige Algorithmen und die Verfügbarkeit der notwendigen Rechenkapazitäten). Mit dem Projekt wurden die notwendigen Grundlagen für eine effektive Umsetzung geschaffen, die durch den derzeitigen technologischen Wandel im Bereich des Cloud-Computing und „Industrial Internet of Things“ einerseits und die massive politische Forcierung von Industrie 4.0 andererseits beflügelt werden.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Während der gesamten Projektlaufzeit wurden über die Websites der Projektpartner kontinuierlich auf das Projekt ECommerce hingewiesen sowie in Newslettern und Pressemitteilungen gestreut. Insbesondere haben Avalution GmbH und die DBU abgestimmte Pressemitteilungen zum Projekt ECommerce Ende 2018 herausgegeben. Weitere Pressemitteilungen sind aktuell zum Abschluss des Projektes geplant.

Des Weiteren sind Messestand und Forumdiskussionen im Rahmen der „Woche der Umwelt“ (verschoben auf Sommer 2021 aufgrund der Corona-Pandemie) geplant. Diese wird sich insbesondere auf die Präsentation der ökologischen Aspekte von ECommerce, sowie Live-Demonstration des Webshops als Use Case zukünftigen Online-Shoppings am Messestand konzentrieren.

Fazit

Die Ergebnisse des Projektes zeigen die Notwendigkeit durchgängige, digitaler Prozessketten in der Bekleidungsindustrie. Dies erfordert insbesondere einen neuen Aspekt der Standardisierung. Zusätzlich ist die bisherige, strikte Trennung zwischen Design, Produktionen und Vertrieb im Gesamtprozess in Frage zu stellen. Bei einer stärkeren Verzahnung dieser Teilprozesse sowie der direkten Integration des Endkunden-Feedbacks, ist eine räumlich und zeitliche Verkürzung von Entwicklungs- und Produktgestehungszeiten (individualisierte Bekleidung, MtM und Losgröße 1, Near Shoring) anzustreben. Durch technologische Weiterentwicklungen einerseits, sowie den durch Corona aufgezeigten Risiken in langen Lieferketten andererseits, sind kleinere Manufakturen, kleinere Stückzahlen, individualisierte Bekleidung und spezialisierte Produktionslinien ein mögliches Zukunftsszenario. Der Schlüssel zur weiteren Retourenreduktion liegt in individueller Passform, erreicht durch kundenindividuelle Fertigung und nachhaltige, transparente Herstellung in Europa.

Inhalt

Inhalt.....	2
Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen.....	3
Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen	5
1 Zusammenfassung	6
2 Einleitung	7
3 Effektive ökologische Umweltentlastung durch Digitalisierung der Wertschöpfungskette zwischen Hersteller, Händler und Endkunde im Online-Handel von Bekleidung.....	11
3.1 Überblick	11
3.2 Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte.....	11
3.3 Nachhaltigkeitsbewertung und Incentivierung.....	12
3.4 Passformbezogene Retourenreduktion	14
3.5 Integration der Projektkomponenten in eine demonstratorhafte Plattform	18
3.6 Öko-Bilanzierung für Nachhaltigkeitsindikatoren und –Bewertung	22
3.7 Virtuelle Bekleidungssimulation und Visualisierung von Passform (AP3).....	32
3.8 Virtueller Einpflegeprozess und individuelle Größenempfehlung	38
4 Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung der Vorhabensergebnisse	43
5 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse.....	48
6 Verbreitung der Projektergebnisse.....	50
7 Fazit.....	51
8 Literaturverzeichnis	54
A Anhänge	A-1
Demonstratorhafter Webshop.....	A-1
Virtuelle Einpflege	A-11
LCA Modelle	A-14
Newsletter DITF (Auszug).....	A-17
Pressemitteilung Human Solutions Gruppe	A-19
DITF Jahresbericht 2018 (Auszug)	A-22

Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

Abbildung 1: Photorealistische Bekleidung mit Avatar	8
Abbildung 2: Maßangaben zu den Produktbildern mit Model und Passformbeurteilung.....	15
Abbildung 3: Passformbezogene Visualisierung in Form eines Videos (vgl. (Jwp Shell W – Hardshell-Jacke Frauen, 2019)).....	16
Abbildung 4: Systemübersicht Webshop	19
Abbildung 5: Webshop Überblick – Artikel und Warenkorb.....	19
Abbildung 6: Webshop Überblick – Bestellhistorie im Kundenportal.....	19
Abbildung 7: Anzeige des Ressourcenverbrauchs im Webshop	22
Abbildung 8: Individuelle Passformvisualisierung im Webshop	22
Abbildung 9: Notierung Umweltbelastung in der Bestellhistorie	22
Abbildung 10: Illustration von Umweltentlastungseffekten.....	22
Abbildung 11: Umweltbelastung durch die Produktion des Artikels DINA (Größe L/40) im Webshop	24
Abbildung 12: Überblick zu LCA Modell 1, große Fassung in Abbildung 57 im Anhang.....	24
Abbildung 13: Überblick zu LCA Modell 2, größere Darstellung in Abbildung 58 im Anhang.....	28
Abbildung 14: Beispielhaftes Ergebnis Avalution Online SizeFinder.....	30
Abbildung 15: Sechs häufigsten Szenarien bei der Onlinebestellung.....	31
Abbildung 16: Parameter A, B und C für drei beispielhafte Materialgruppen.....	31
Abbildung 17: Erweiterte Matrix der Abbildung 5 für die Integration im Webshop	31
Abbildung 18: CO ₂ Ausstoß wird in km Autofahren und Stromverbrauch eines drei Personen Haushalts konvertiert.....	32
Abbildung 19: Gradierte Schnittteile im CAD.....	33
Abbildung 20: Platziertes Mehrgrößen Schnitt Bild für Plot und Cut	33
Abbildung 21: Schnittteile eines Kleides im CAD (rechts) vorpositioniert um den Avatar in 3D (links)	34
Abbildung 22: Ergebnis der Vernähung durch Simulation in 3D (links)	35
Abbildung 23: Schematische Darstellung des Prozesses für die automatische Ausgleichsimulation und 3-D Bildgenerierung.....	36
Abbildung 24: Falschfarbvisualisierung einer Bekleidungskombination (links) mit Körperabstand (mitte links) oder Spannung (mitte rechts und rechts).....	37
Abbildung 25: Virtuelle Anproben an Toleranzgrenzen	42
Abbildung 26: Fittingellipsen und -separierung	43
Abbildung 27: Anteil der jährlich weltweit produzierten Fasern (vgl. (Quantis, 2018))	44
Abbildung 28: CO ₂ Ausstoß wird in km Autofahren je Person und Stromverbrauch eines Single Haushalts konvertiert.....	46
Abbildung 29: GWP Einsparpotenzial bei reduzierten Retourenquoten	46
Abbildung 30: Wasser Einsparpotenzial bei reduzierten Retourenquoten	47
Abbildung 31: Webshop Startseite.....	A-1
Abbildung 32: Webshop – Kundenprofil anlegen	A-2
Abbildung 33: Webshop – Kundenprofil – Angabe Körperform	A-2
Abbildung 34: Webshop – Kundenprofil – Angabe Zusatzmaße.....	A-3
Abbildung 35: Webshop – Kundenprofil – Anzeige individueller Avatar	A-3
Abbildung 36: Webshop – Tragepräferenz	A-4
Abbildung 37: Webshop – Bestellhistorie	A-4
Abbildung 38: Webshop – Ökobilanz	A-5
Abbildung 39: Webshop – Artikel 1.....	A-5
Abbildung 40: Webshop – Artikel 2.....	A-6
Abbildung 41: Webshop – Artikel 3.....	A-6
Abbildung 42: Webshop – Artikel 3 – Pflegehinweise	A-7
Abbildung 43: Webshop – Artikel 1 – Ökokennwerte.....	A-7
Abbildung 44: Webshop – Artikel 3 – Ökokennwerte & Größenempfehlung.....	A-8

Abbildung 45: Webshop – Passformvergleich.....	A-8
Abbildung 46: Webshop – Passforminformation	A-9
Abbildung 47: Webshop – Warenkorb Rückmeldung mit 1 Artikel	A-9
Abbildung 48: Webshop – Artikel in nicht-empfohlener Größe	A-10
Abbildung 49: Webshop – Warenkorb Rückmeldung bei 2 Artikeln.....	A-10
Abbildung 50: Webshop – Simuliertes Ergebnis einer Bestellung	A-11
Abbildung 51: Einpflege – Artikelübersicht.....	A-11
Abbildung 52: Einpflege – Körpermaßtabelle	A-12
Abbildung 53: Einpflege – Anlage Artikel	A-12
Abbildung 54: Einpflege – Größenempfehlungsregel	A-13
Abbildung 55: Einpflege – Zielgruppenoptimierung – Darstellung	A-13
Abbildung 56: Einpflege – Zielgruppenoptimierung – Histogramme.....	A-14
Abbildung 57: LCA Modell 1: Berechnung der Umweltbelastung (15,84 kg CO ₂ -äq und 1080 Liter Wasser) für die Materialgruppe DINA (1kg, Baumwolle 55%, Polyester 45%, gestrickt, für Stapelfaserlinie, ohne Zwirnen, mit der mittleren Garnfeinheit von 70 dtex), CO ₂ Ansicht.....	A-15
Abbildung 58: LCA Modell 2: Berechnung der unnötigen Umweltbelastung für ein ausgewähltes Szenario, CO ₂ Ansicht	A-16
Tabelle 1: Prozesse aus der ecoinvent 3.6 Datenbank.....	25
Tabelle 2: Umweltauswirkung unterschiedlicher Materialgruppen	27
Tabelle 3: Artikel (z.B. DINA) mit unterschiedlichem Gewicht je Größe und den resultierenden Umweltwirkungen	27
Tabelle 4: Prozesse aus der ecoinvent 3.6 Datenbank.....	28
Tabelle 5: Unnötige Umweltbelastung für unterschiedliche Retourenquoten (RQ) sowohl mit als auch ohne Abfall Szenario.....	46
Tabelle 6: Einsparung der unnötigen Umweltbelastung für vier Szenarien bei einer Retourenquote Reduktion von 40% auf 20%.....	47
Tabelle 7: Veranstaltungen mit ECommerce	50

Verzeichnis von Begriffen, Abkürzungen und Definitionen

Abkürzung	Beschreibung auf Englisch	Beschreibung auf Deutsch
3D-Bodyscanner	Full body scanner to acquire three dimensional grids	Ganzkörperscanner zur Erfassung der dreidimensionalen Geometrie
Avatar	3D representation of an individual customer	3D Repräsentation eines individuellen Kunden
CO	Cotton	Baumwolle
CV	Viscose	Viskose
ELSP	Spandex, Lycra or Elastane	Elastan oder Elasthan
FQ	Fitting rate	Fittingquote
GWP	Global Warming Potential	Treibhauspotenzial
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	Zwischenstaatlicher Ausschuss für Klimaänderungen (Weltklimarat)
LCA	Life Cycle Assessment	Wirkungsabschätzung im Lebenszyklus eines Produktes
LCI	Life Cycle Inventory	Sachbilanz im Lebenszyklus eines Produktes
LCIA	Life Cycle Impact Assessment	Ökobilanzierung
PA	Polyamide	Polyamide
PES	Polyester	Polyester
RQ	Return rate	Retourenquote
Web-Service	Server running on a computer device, listening for requests at a particular port over a network to serve data and create application access	Schnittstelle zur Maschine-Anwendungskommunikation über Rechnernetze zum Austausch von Daten und Funktionsaufrufen.

1 Zusammenfassung

Hohe Retourenquoten zwischen 50-70% im Online-Bekleidungshandel - zwei von drei bestellten Bekleidungsstücken werden im Schnitt wieder zurückgesendet - stellen eine zentrale Umweltproblematik dar. Ursache hierfür sind individualisierte Transporte von und zum Kunden sowie aufwendige Serviceleistungen der Aufbereitung bis hin zum Vernichten der Ware. Die daraus resultierenden jährlichen Umweltbelastungen hinsichtlich Carbon Footprint und Wasserverbrauch für die ca. 55 Mrd. Euro Umsatz in Deutschland belaufen sich Schätzungen von 2017 zufolge auf etwa 16 Mio. t CO₂-äq und mehr als 6500 Mio. m³ Wasser. Bei einem CO₂-Preis von 55€/Tonne im Jahr 2025 belaufen sich die Kosten der CO₂-Emissionen damit schon auf 880 Millionen Euro!

Zentraler Ansatzpunkt des Projektes ECommerce ist daher die Frage, wie Retouren wirksam reduziert bzw. vermieden werden können, **bevor** der Kunde die Ware bestellt. Im Rahmen des zweijährigen Projektes ECommerce wurden dazu erstmals neuartige Ansätze zur Digitalisierung der gesamten Vertriebskette vom Händler zum Verbraucher entwickelt und deren Wirksamkeit auf die Reduktion von CO-Emissionen und Wasserverbrauch quantitativ untersucht. Schwerpunkte des Projektes lagen dabei auf den folgenden vier Aspekten: (i) wie kann der Kunde erkennen, ob ihm eine Bekleidungsstück gefällt und passt, bevor er es physisch anprobiert hat, (ii) welche Technologien, Infrastrukturen und Prozesse sind notwendig, damit der Kunde es virtuell anprobieren kann und (iii) welche Wirkung hat eine vollständig digitalisierte Prozesskette auf die CO₂ und Wasserverbrauchs-Bilanz im gesamte Vertriebsprozess und (iv) wie können ökologische Bilanzierungen dem Endkunden transparent dargestellt und vermittelt werden..

Die drei beteiligten Partner Assyst, Avalution und DITF haben dabei verzahnt zusammengearbeitet. Assyst integrierte die virtuelle Bekleidungssimulation und Visualisierung von Passform mittels einer realistischen 3D-Simulation von Bekleidung im Web zur systemgestützten Passformbewertung gegenüber dem Endkunden. Das DITF realisierte das Paket Öko-Bilanzierung, der ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung der Bestellprozesse im Web auf Basis geeigneter Indikatoren und integrierbarer Incentivierungskonzepte. Und Avalution kombinierte sämtliche Projektkomponenten, insbesondere dem Virtuellen Einpflegeprozess und individueller Größenempfehlung mit Avatargenerierung, zu einer demonstratorhaften Plattform und zeigt damit die Integration in die Vertriebsprozesse beim Bekleidungsanbieter bis hin zum Endkunden.

Die Ergebnisse des Projektes zeigen die Notwendigkeit einer durchgängigen, digitalen Prozesskette in der Bekleidungsindustrie. Dies erfordert insbesondere einen neuen Aspekt der Standardisierung. Zusätzlich ist die bisherige, strikte Trennung zwischen Design, Produktion und Vertrieb in Frage zu stellen. Bei einer stärkeren Verzahnung von diesen Aspekten sowie dem Feedback des Endkunden, ist eine räumlich und zeitliche Verkürzung von Entwicklungszeiten (individualisierte Bekleidung, MtM und Losgröße 1, Near Shoring) erstrebenswert. Durch technologische Weiterentwicklungen einerseits, sowie den durch Corona aufgezeigten Risiken in langen Prozessketten andererseits, sind kleinere Manufakturen, kleinere Stückzahlen, individualisierte Bekleidung und spezialisierte Produktionslinien ein mögliches Zukunftsszenario. Weiteres Vorgehen ergibt sich daher dahingehend, dass Nachhaltigkeit, Digitalisierung, virtuelle Produktion, Menschen in hybriden, nachhaltigen Strukturen und Virtualisierung aller Bereiche von Kunden und Produkten über Prozesse bis hin zu Geschäftsmodellen weiter untersucht werden müssen.

ECommerce wurde durch die Avalution GmbH, Kaiserslautern koordiniert und gemeinsam mit den Projektpartner Assyst GmbH, München und dem DITF Denkendorf im Zeitraum von Juli 2018 bis Juli 2020 durchgeführt. Das Vorhaben wurde durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt unter dem Aktenzeichen 34611 finanziell gefördert.

2 Einleitung

Der Anteil an Bekleidung, der nicht mehr im stationären Einzelhandel oder über Kataloge, sondern über das Internet verkauft wird, nimmt stetig zu. Im Rahmen einer Studie des ECC Köln in Zusammenarbeit mit Hermes aus dem Jahr 2014 wurde ermittelt, dass über 70% der befragten Personen bereits Mode online eingekauft haben (Köln, 2016). In 2017 wurden allein rund 20,1% des Umsatzes in der Warengruppe Bekleidung durch E-Commerce Kanäle vertrieben (EHI, 2017). Es werden weitere starke Steigerungsraten für den Onlinehandel von Bekleidung prognostiziert.

Die Gründe für das anhaltende Wachstum des Onlineshoppings liegen auf der Hand. Vorrangig stehen die Bequemlichkeit und die große Angebotsvielfalt an einem sozusagen gebündelten Marktplatz. Zudem wird das Warenangebot auf dem Land durch den Rückzug des Fachhandels stark beschränkt, die einzige Möglichkeit besteht dann in Onlinebestellungen. Durch wenige Mausklicks ist es Kunden möglich, Produkte, Marken und Angebote direkt miteinander zu vergleichen. Gute Serviceleistungen beim Onlineshopping, in der Einkaufsphase, während der Lieferung und nach dem Einkauf, sind für Kunden ebenso wichtig und tragen maßgeblich zu deren Kaufentscheidung bei wie beispielsweise ein ansprechender Produktpreis. Kundenorientierte Serviceleistungen sind zu einem unabdingbaren Erfolgsfaktor für Onlinehändler geworden. Der Servicekatalog, welcher von den Onlinehändlern angeboten wird, ist dementsprechend umfassend groß und vielfältig. Sei es die Auswahl präferierter Zahlungsmöglichkeiten, Benutzer- und Bedienfreundlichkeit, ein breites Sortiment oder auch die angebotenen Versand- und Lieferoptionen. Demnach gehört die einfache und zumeist kostenlose Rückgabe der bestellten Ware zum standardisierten Kundenservice, welcher sich auch in der Kundenzufriedenheit widerspiegelt.

Betrachtet man die Retourenquote im Onlinehandel der Bekleidungsbranche bewegt sich diese je nach Produktgruppe zwischen 25 und 50 Prozent. Hierbei sind **86% der Retouren** im Online-Handel von Bekleidung auf **Passformprobleme** zurück zu führen. Dieser Anteil liegt noch vor dem Retourengrund „Artikel gefällt nicht“ (68%) und führt maßgeblich dazu, dass mehrere Varianten eines Artikels in unterschiedlichen Größen zur Auswahl bestellt werden (62%) (Rösch, 2013) (Pur, 2013). Es finden individualisierte Transporte von und zum Kunden sowie Serviceleistungen der Aufbereitung bis hin zum Vernichten der Ware zum Beispiel nach Verschmutzung statt.

Bei Retourenquoten von bis zu 50 % in einzelnen Segmenten ist diese Problemstellung des Onlinehandels eine zentrale Umweltproblematik, die es zu lösen gilt. Die jährlichen Umweltbelastungen durch Bekleidungsprodukte hinsichtlich Carbon Footprint und Wasserverbrauch für die ca. 55 Mrd. Euro Umsatz in Deutschland belaufen sich in diesem Kontext auf etwa 16 Mio. t CO₂-äq (Greenpeace, 2017) und mehr als 6500 Mio. m³ Wasser (Eberle, 2010) (Mayer, 2013).

Die Gründe für Rücksendungen sind vielfältig. Anders als beim Verkauf im stationären Handel verfügt der Internetanbieter insbesondere bei Neukunden über keinerlei Kundeninformationen: Er weiß beispielsweise nicht, welche Körpermaße der Kunde hat und demzufolge auch nicht, welche Größe von welchem Produkt dem Kunden passen könnte. Dieser Umstand führt aus Kundensicht zu Auswahlbestellungen.

Diese Auswahlbestellungen führen aber in jedem Fall zu Retouren, was eine weitere empirische Befragung des ibi research an der Universität Regensburg, ergeben hat. Der Hauptgrund für Retouren in der Bekleidungsbranche ist laut dieser Studie, dass der **Kunde die Ware erst nach Lieferung ausprobieren kann** (Pur, 2013).

Die mangelhafte Passform des gelieferten Produkts ist somit der am häufigsten angegebene Rücksendegrund. Die befragten Händler erwarten sogar noch eine Zunahme der Retouren innerhalb der nächsten Jahre. Diese Retouren, bedingt durch „nicht passende Produkte“, aber auch weil das Bekleidungsstück in einzelnen Größenbereichen nicht gefällt, führen beim Internetanbieter selbst zu hohen Kosten. Die Retourenkosten liegen bei 19 EUR im Durchschnitt inkl. Verpackung, Transport,

Aufbereitung und Logistik (Pur, 2013). Auch sind diese Retouren, wie dargelegt, mit hohen Umweltbelastungen verbunden.

Erste Ansätze in Richtung einer „Slow Fashion“-Bewegung (Kleinhüchelkotten, Neitzke, & Schmidt, 2017) streben bereits einen verstärkt nachhaltigen und umweltbewussten Bekleidungskonsum an und möchten zu bewussten Kaufentscheidungen anregen, um gezielt eine Umweltentlastung hinsichtlich der eingesetzten Ressourcen und Transportwege zu fördern. Studien zeigen zwar erste Ansätze, jedoch wird auch deutlich, dass diese verstärkt umweltbewusste Wahrnehmung noch nicht vollständig bis zu der großen Masse der Endverbraucher vorgedrungen ist.

Grundsätzlich sind heute in der Bekleidungsentwicklung bereits **3D-Simulationssysteme** ergänzend zu klassischen 2D-Konstruktionssystemen im Einsatz. Es ist aktuell bereits möglich, eine fotorealistische Simulation und Visualisierung von Bekleidung, die keine physischen Muster mehr zur Erstellung von Präsentationsfotos erfordert, einzusetzen. Physisch vorhandene Muster sind demnach nicht mehr erforderlich zur Erstellung von Präsentationsfotos. Die **notwendige Durchgängigkeit** für eine Nutzung der verfügbaren Daten und Modelle aus dem Entwicklungsprozess im Vertriebsprozess ist **jedoch noch nicht gegeben**.



Abbildung 1: Photorealistische Bekleidung mit Avatar

In den letzten Jahren wurden darüber hinaus weltweit verschiedene Ansätze entwickelt, die dem Onlinekunden helfen sollen, im Internet die passende Bekleidungsgröße zu finden. Die Funktionsweise dieser Tools geht von der Berechnung der passenden Größe aufgrund der Eingabe manuell gemessener, Körpermaße (dieser Prozess ist stark fehlerbehaftet), der Eingabe einfacher Körperparameter, wie z. B. Körperhöhe, Gewicht und Alter, zur Schätzung der Körpermaße bzw. Größe bis hin zur Visualisierung der Passform des Produktes auf entsprechend der Körpermaße des Kunden einstellbaren, physischen Büsten. Allen bisherigen Ansätzen gemeinsam sind folgende Defizite:

- Die Größenempfehlung erfolgt nur auf Basis einer Standardgrößentabelle, die das produktspezifische bzw. markenspezifische Passformverhalten der verschiedenen Bekleidungserzeugnisse nicht berücksichtigt.
- Die Darstellung erfolgt typischerweise auf Basis von idealisierten Realfotos, die die Verfügbarkeit von physischen Musterteilen für das Fotografieren voraussetzt, und damit bei weitem nicht die notwendige Detaillierung und Entscheidungsbasis für den Kunden liefert.
- Das Einpflegen von Bildern ist sehr zeit- und kostenaufwändig und setzt ebenfalls das Vorhandensein physischer Musterteile voraus.
- Zum jetzigen Zeitpunkt sind keine Untersuchungen verfügbar, die eine finale Bewertung notwendiger Voraussetzungen und entscheidungsunterstützender Präsentationsformen zulassen.

Zukünftig wird es durch den Einsatz der Simulations- und Visualisierungstechnologie jedoch möglich sein, das bekleidete menschliche Modell für die Fotografie durch Avatare und virtuelle Bekleidungsstücke zu ersetzen. Die gewünschte Variante wird als digitaler Zwilling generiert. Dies ermöglicht auch die Visualisierung des Kunden im Zusammenspiel mit dem Produkt in verschiedenen Posen und vor unterschiedlichen Hintergründen. Diese Technologie ist aktuell nur auf lokalen Rechnern verfügbar, kann also noch nicht online genutzt werden.

Bei der Ökobilanzierung von Bekleidung werden zum jetzigen Zeitpunkt die Herstellung und die Nutzung von Bekleidung stark in den Fokus gestellt. Im Gegensatz hierzu gibt es aktuell keine bekannten Modelle oder Projekte, die aus ökologischer Sicht die Problemstellung der Retourenquote

im Onlinehandel und den Einfluss der Passformvorhersage auf die erzielbaren ökologischen und monetären Auswirkungen in einem überlagerten Modell berücksichtigen. Auswirkungen von Digitalisierungsstrategien und Ansätzen zur Reduktion von Versandaufwendungen sind daher nach jetzigem Stand nicht quantifizier- und aus ökologischer Sicht priorisierbar.

Der Umwelteinfluss der Retourenproblematik im Onlinehandel ist jedoch als signifikant anzusehen: Das in einem Kilogramm Bekleidung enthaltene Treibhauspotenzial beläuft sich auf 20 kg CO₂-äq. Davon ausgehend, dass in Deutschland jeder Einwohner jährlich 10 kg neue Kleidung konsumiert, führt dies je Einwohner auf eine jährliche Belastung von 200 kg CO₂-äq (Steinlein, 2009). Hochgerechnet auf die in Deutschland lebende Bevölkerungszahl, welche derzeit bei rund 82,5 Mio. liegt, ergibt das einen Wert von 16,4 Mio. t CO₂-äq. Vor allem die Möglichkeit Bekleidung, Schuhe oder Heimtextilien über das Tablet oder Smartphone schnell und einfach im eShop zu bestellen, wird von Kunden rege in Anspruch genommen. Dabei werden rund 21% aller verkauften Bekleidungsstücke online bestellt.

Daraus resultieren durchschnittlich 2,1 kg online gekaufte Bekleidung je Einwohner. Diese Menge (2,1 kg) beinhaltet bereits im Versandlager einen Carbon Footprint von ca. 42 kg CO₂-äq sowie durchschnittlich etwa 16 m³ virtuelles Wasser. Bei üblichen Retourenquoten im Bereich von 30-50% (TrueFit, 2017) werden aber zusätzlich (bei durchschnittlich 40% Rücksendequote) ca. 1,4 kg Bekleidung „unnötig“ zwischen Kunde und Onlinehändler transportiert. Dadurch werden zusätzliche Transportaufwendungen, Aufbereitungsaufwendungen (Dienstleistungskosten, Energie zur Wiederaufbereitung, Verpackungsmaterial) und Entsorgungsaufwendungen für nicht mehr nutzbare Kleidung (Bakir, 2017) (ca. 10% wegen Verschmutzung bzw. Beschädigung, ca. 20% für saisonal veraltete Ware) verursacht. Daraus resultiert ein zusätzlicher Carbon Footprint von ca. 13,8 kg CO₂-äq je Einwohner für den Online-Einkauf. Hochgerechnet auf die 82,5 Mio. Einwohner Deutschlands ergibt sich damit retourenbedingt eine zusätzliche Umweltbelastung von 1,1 Mio. t CO₂-äq im Onlinehandel von Bekleidung, was ca. 7% der Emissionen des Gesamtumsatzes von Bekleidung entspricht.

Zielsetzung von ECommerce ist eine Entlastung der Umwelt durch die Reduktion der Retourenquote im Onlinehandel von Bekleidung und insbesondere dazu ein Framework zu entwickeln, das die Prognose der Passform signifikant verbessert und somit den passformabhängigen Anteil von Retouren im Onlinehandel drastisch reduziert. Zu diesem Zweck sollen die folgenden nachhaltigkeitsorientierten Kernziele umgesetzt werden:

1. Entwicklung eines vollständig digitalen Vertriebsprozesses zwischen Hersteller, Händler und Endkunde gestützt auf die virtuelle Produktpräsentation und individuelle Größenempfehlungen.
2. Erforschung innovativer und modellhafter Kooperations- und Servicemodelle zwischen Hersteller und Online-Händler in der digitalen Lieferkette von Bekleidung.
3. Ökobilanzierung und Quantifizierung der Umweltentlastung im Gesamtprozess des Online-Handels von Bekleidung durch Reduktion von Material, Energie und Produktionsressourcen über Retoureneinsparung.

Im Rahmen des Projektes wurden die folgenden Schwerpunkte konzipiert, entwickelt und demonstriert:

1. Schwerpunkt 3D-Bekleidungssimulation: Realistische 3D-Simulationen von Bekleidung im Web zur systemgestützten Passformbewertung gegenüber dem Endkunden

Vidya ist heute ein interaktives Werkzeug zur Simulation von Bekleidungspassform und wird auf lokalen Workstations ausgeführt (Standalone-System). Automatismen zur Erzeugung (realistische automatische Drapierung) und Bewertung (lokal aufgelöste, bekleidungstypabhängige Bewertung) und eine webbasierte Nutzung der Anwendung sind notwendig sind realisiert.

2. Umsetzung einer Avatargenerierung, einer Größenempfehlung, einer systemgestützten Passformbewertung sowie der Berücksichtigung individueller Tragepräferenzen als Webservices

Durch die Abfrage weniger kundenspezifischer Parameter wird ein individueller Avatar automatisiert erzeugt und gemeinsam mit dem angefragten Kleidungsstück visualisiert. Unter

Berücksichtigung der individuellen Tragepräferenzen ist eine systemgestützte Größenempfehlung und eine Passformbewertung in verschiedenen Bereichen des Avatars möglich.

3. Entwicklung einer Plattformumgebung und demonstratorhafte Umsetzung der Integration in die Vertriebsprozesse beim Bekleidungsanbieter

Die vorliegenden Simulationsergebnisse sind direkt im Web im demonstratorhaften eShop verfügbar und dienen somit zur Entwicklung eines vollständig digitalen Vertriebsprozesses zwischen Hersteller, Händler und Endkunden im Webshop.

4. Ökologische Nachhaltigkeitsbewertung der Bestellprozesse im Web auf Basis geeigneter Nachhaltigkeitsindikatoren und integrierbarer Incentivierungs-konzepte

Durch die Erarbeitung und Umsetzung eines Bilanzierungsansatzes zur Bewertung unterschiedlicher Digitalisierungs-, Bestell- und Konsumszenarien im Bestellprozess können dem Endkunden potenzielle ökologische Auswirkungen seines Handelns transparent gemacht werden.

Die genannten Schwerpunkte wurde durch die folgende Strukturierung und Aufteilung der Arbeitspakete für ECommerce umgesetzt:

AP1. Anforderungsanalyse, Konzeption und Detailspezifikation

Anforderungsanalyse und Konzeption des Gesamtsystems zum endkundenorientierten Retourenmanagement im Onlinehandel von Bekleidung sowie Konzeption von Nachhaltigkeitsindikatoren und Methoden zur Nachhaltigkeitsbewertung und Incentivierung.

AP2. Öko-Bilanzierung für Nachhaltigkeitsindikatoren und –Bewertung

Quantifizierung der möglichen Umweltentlastung im Gesamtprozess des Retourenmanagements im Online-Handel von Bekleidung (Ökobilanzierungsmodell für den Retourenprozess und Entwicklung von MFCA Modellen, Nachhaltigkeitsindikatoren und Bewertung, sowie Incentive-Modell und Kundeninformation mit Nachhaltigkeitsindikatoren im Bestellprozess – eShop).

AP3. Virtuelle Bekleidungssimulation und Visualisierung von Passform

Demonstratorhafte Plattform mit 3-D Rendering zur Visualisierung von Bekleidung und einer Passform-bewertung im Web (Cloudbasierte Integrationsplattform für die Passform-beurteilung auf Basis virtueller 3D Bekleidungs-simulation, Konzept und Umsetzung von Webservices für 3D-Simulation und 3D-Rendering, sowie Technische Umsetzung einer automatisierten Contentgenerierung).

AP4. Virtueller Einpflegeprozess und individuelle Größenempfehlung

Realisierung einer individuellen Größenempfehlung im Webshop unter Berücksichtigung der individuellen Tragepräferenzen des Kunden auf Grundlage eines system-gestützten Einpflegeprozesses für die Bekleidungsdaten (Webservices für individualisierte Avatargenerierung, für individualisierte Größenempfehlung, zur Größenempfehlung unter Berücksichtigung individueller Tragepräferenzen, sowie systemgestütztem Einpflegeprozess).

AP5. Integration der Projektkomponenten in eine demonstratorhafte Plattform

Entwicklung eines Frameworks zur Reduktion von Retouren im Onlinehandel durch Realisierung von Webservices und Einbettung der Webservices in eine Web-Serverplattform auf Basis des CAX-Environments (Integration der enduserfähigen, individuellen Avatarerzeugung und Körpermaßschätzung, einer flexiblen Eingabe der individuellen Tragepräferenzen für die Größenempfehlung und einer virtuellen Bekleidungssimulation zur individuellen Passformbewertung, Implementierung des effizienten Einpflege- und Evaluierungsprozesses für herstellerepezifische Produkte und der Metrik eines ökologischen Warenkorbkonzeptes und Nachhaltigkeitsbewertung im Bestellprozess, sowie Integration der verschiedenen Teilsysteme zu einem Gesamtsystem).

AP6. Evaluierung der prototypischen Demonstrator-Plattform

Prototypenhafte Umsetzung des Gesamtprozesses mit Fokus auf die Ökobilanz neuer Prozesse und die Evaluierung liegen vor. Der Fortschritt ist aus ökologischer Sicht quantifiziert (Aufbau TestszENARIO und Contentgenerierung im Testshop, Bewertung der Performance des entwickelten Passformmodells, sowie Evaluierung des Gesamtprozesses und Bewertung)

3 Effektive ökologische Umweltentlastung durch Digitalisierung der Wertschöpfungskette zwischen Hersteller, Händler und Endkunde im Online-Handel von Bekleidung

3.1 Überblick

Die Digitalisierung der Wertschöpfungskette zwischen Handel und Verbraucher im Online-Bekleidungshandel unter gleichzeitiger Betrachtung und Berücksichtigung ökologischer Aspekte führt einer enormen Komplexität sowohl in technologischer als auch organisatorischer Hinsicht. Diese kann nur durch eine klare Aufgabenteilung entsprechend den Kompetenzen aber bei gleichzeitig enger Verzahnung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erreicht werden.

DITF beschäftigt sich dabei mit der innovativen Prozesse-Entwicklung und Erprobung neuer Kooperations- und Servicemodelle in der digitalen Lieferkette von Bekleidung. Dabei wird die Methode der Ökobilanzierung verwendet, um die Quantifizierung der Umweltbelastung (Treibhauspotenzial, Wasserbedarf) im Gesamtprozess des Online-Handels von Bekleidung zu ermöglichen.

Avaluation beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit der Größenempfehlung, insbesondere durch Integration subjektiver Tragepräferenzen und individualisierter Größenempfehlung zur Passformbewertung, sowie dem Einpflegeprozess, der effizienten Integration virtueller Bekleidung in Online-Handelsplattformen.

Assyst integriert zusätzlich die 3D Simulationen im Web, also Online-fähiger und virtueller Simulationen von Bekleidung am individuellen Endkunden, und Passform-Visualisierung, also Digitale Passform-Kommunikation als Entscheidungsunterstützung für den Endkunden, in die Wertschöpfungskette.

3.2 Darstellung der einzelnen Arbeitsschritte

Im Rahmen des Projektes wurden von **Avaluation** zuerst der Gesamtworkflow zum Einkaufserlebnis Online-Handel konzipiert und verschiedene Systemübersichten erstellt. Die Schwerpunkte Avatargenerierung, virtueller Einpflegeprozess, individuelle Größenempfehlung und Kundenportal wurden bei Avaluation weiterverfolgt. Der Schwerpunkt Kundenportal dient als Rückgrat des Webshops. Über die Identifikation des Endkunden werden dessen Informationen verwaltet (Persönliche Daten, Ergebnis der Avatargenerierung, persönliche Tragepräferenzen und individuelle Bestellhistorie) und Größenempfehlungen und Passformvisualisierungen ausgewählt. Damit kombiniert es im Hintergrund die drei vorangegangenen Schwerpunkte und bestimmt die Ausgabe im Frontend.

Im Rahmen des Projekts wurde von **DITF** zwei Modelle für die Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment, LCA) entwickelt. Das LCA Modell 1 berücksichtigt die Herstellung des Artikels, womit einen Stoffkatalog erstellt wird. Dieser Stoffkatalog berücksichtigt die verschiedenen Materialien, Garnfeinheiten und Gewebe Herstellungsvarianten, und ermöglicht es, den unterschiedlichen Artikeln im Warenkorb plausible CO₂ Emissionen und virtuelle Wasserbedarfe zuzuordnen und transparent zu machen. Das LCA Modell 2 simuliert die relevanteren Szenarien im Bestellprozess. Damit werden die Parameter wie Anzahl der bestellten Artikel, Retourenquote, Transport Entfernung, retournierte Ware, Verpackung, Energieaufwand für die Aufbereitung berücksichtigt. Die Analyse des Warenkorbs während des Bestellprozess erlaubt die Abschätzung hinsichtlich der erwarteten Retourenquote und erlaubt damit die Visualisierung der damit verbundenen negativen Umweltauswirkungen. Die Entscheidungen, die ein Kunde / eine Kundin im Bestellprozess basierend auf einem Online Size Finder macht, sollen mit verursachten ökologischen Be- oder Entlastungen verknüpft werden. Ziel ist es, dass durch die Auswahl des empfohlenen Artikels keine unnötigen Umweltbelastungen durch vermeidbare Retouren

verursacht werden. Letztendlich soll mit einem Incentive Modell, das Bestellverhalten des Kunden durch Transparenz und Incentives in Richtung von nachhaltigem Agieren motiviert werden.

Im Rahmen des Projektes wurde von **Assyst** ein 3D System für Bekleidungssimulation auf Basis realer Produktionsdaten um automatisierte WEB Services erweitert, welche von Avalution für die Visualisierung der Passform genutzt werden. Hierdurch wird die Visualisierung einer individuellen Größenempfehlung auf Basis eines individuell generierten Avatars von Avalution ermöglicht. Die Arbeiten von Assyst sind eng verzahnt mit den Arbeiten von Avalution.

Im Folgenden werden die wichtigsten, erzielten Ergebnisse der verschiedenen Arbeitspakete kurz dargestellt und kritisch in Hinblick auf die ursprüngliche Zielsetzung besprochen. Dabei wird von außen nach innen vorgegangen, zuerst allgemein, dann konkret und zuletzt die verzahnten Komponenten im Einzelnen.

3.3 Nachhaltigkeitsbewertung und Incentivierung

Incentivierungsinhalte

Im Kundenbereich geht es häufig um absatzfördernde Incentives, wie beispielsweise Produkte oder Dienstleistungen mit besonderen Eigenschaften, Sonderleistungen, Garantieverweiterungen und ähnliche vorteilhafte Gewährungen (vgl. (Hamel, 2006), S.463-472).

Neben diesen Maßnahmen zur Erlössteigerung werden auch Kostensenkungsmaßnahmen bei Kunden/-innen incentiviert (vgl. (Lauer, 2011), S.35). Durch eine Incentivierung können Verhaltensweisen beeinflusst werden, die sich die Kundschaft nach und nach angewöhnt (vgl. (Eisenächer, Backofen, & Hilverkus, 2006), S.794). Bis das Incentive entfällt, erkennt die Kundschaft die Vorteile oder den erhöhten Komfort (vgl. (Lauer, 2011), S.35) aufgrund der neuen incentivierten Verhaltensweise und behält diese bei (vgl. (Eisenächer, Backofen, & Hilverkus, 2006), S.794).

Der Endkunde kann aber auch zu umweltschützendem Verhalten incentiviert werden. Hierbei gibt es verschiedene psychologische Ansätze zur Förderung des Umweltschutzverhaltens (vgl. (Hellbrück & Kals, 2012), S.105). Es können beispielsweise die kognitiven und verhaltenstheoretischen Ansätze unterschieden werden. Die kognitiven Prozesse bedienen sich der Kognition zur Veränderung des Verhaltens einer Person, wobei beispielsweise eine Person ökologisches Fachwissen vermittelt bekommt. Die verhaltensorientierten Ansätze zielen auf die Veränderung der situativen Bedingungen ab, wobei die vorausgehenden und nachfolgenden Bedingungen unterschieden werden können. Die vorausgehenden Bedingungen umfassen konkrete Verhaltensangebote, wie beispielsweise die Einführung mehrerer Recycling-Angebote, das Aufmerksammachen durch Hinweise und die Einführung von Handlungsanreizen, wie beispielsweise das Auferlegen von Flaschenpfand (vgl. (Hellbrück & Kals, 2012), S.106). Beim Flaschenrecycling wird das umweltschützende Verhalten mit positiven Konsequenzen verknüpft, da die Kundschaft Flaschen in ein Geschäft zurückbringt und dafür mit einer Gutschrift belohnt wird (vgl. (Hamann, Baumann, & Löschinger, 2016), S.57-63). Benachrichtigungen hinsichtlich des bereits eingesparten Stroms und Belohnungen, wie beispielsweise monetäre Einsparungen durch Stromsparen, gehören zu den Interventionstechniken. Dabei findet eine Steuerung der Bedingungen statt, welche auf das Verhalten folgen. Die Wirkung von verhaltenstheoretischen Ansätzen basiert auch auf kognitiven Prozessen, weshalb keine trennscharfe Unterscheidung möglich ist (vgl. (Hellbrück & Kals, 2012), S.106).

Bei der Incentivierung zu umweltschützendem Verhalten sollte die Belohnung seitens des Incentivierten nicht als zu groß wahrgenommen werden, da ansonsten nach der Wegnahme des Incentives das Verhalten mit höherer Wahrscheinlichkeit nicht beibehalten wird. Zudem sollen Anreize in diesem Zusammenhang nicht zur Fokussierung auf die Belohnung, sondern zur Motivation des Umweltschutzes führen. Dafür sind adäquate Anreize angebracht, die den Incentivierten sowohl reizen, als auch ein gutes Gefühl aufgrund der bewussten Entscheidung zum Umweltschutz geben. Bei wiederkehrenden Verhaltensweisen, wie beispielsweise bei der Onlinebestellung von Bekleidung,

sollte bei der Wegnahme der Belohnung beachtet werden, dass dies als Bestrafung angesehen werden kann. Werden auf lange Sicht Veränderungen der Gewohnheiten angestrebt, so sollten dauerhafte Belohnungen eingeführt werden. Kann dies, beispielsweise aus wirtschaftlichen Gründen, nicht gewährleistet werden, müssen andere Maßnahmen in Betracht gezogen werden. Bei der Kommunikation während der Incentivierung sollte darauf geachtet werden, den egoistischen Nutzen des Incentivierten nicht zu sehr in den Mittelpunkt zu stellen, da in diesem Fall eigene ökonomische Motive angeregt werden. Im Mittelpunkt sollte der Umweltschutz und nicht das Sparen von Geld stehen. Wird auf eine Veränderung des Verhaltens bezüglich des Umweltschutzes abgezielt, so sollte es einem Individuum so einfach wie möglich gemacht werden, dieses umzusetzen (vgl. (Hamann, Baumann, & Löschinger, 2016), S.57-63). Zur Unterstützung der Verhaltensreflexion können positive und negative Auswirkungen des umweltschützenden Verhaltens in Form von Informationen bereitgestellt werden. Diese Informationsbereitstellung und eine bewusste Auseinandersetzung führen nicht von selbst zu einer umweltschützenden Verhaltensweise, weshalb dies mit anderen Maßnahmen kombiniert werden muss (vgl. (Hamann, Baumann, & Löschinger, 2016), S.57-63).

Incentivierung im E-Commerce zur Retourenreduktion

Bei den monetären Instrumenten im präventiven Retourenmanagement können verschiedene Maßnahmen als monetäre Incentives bezeichnet werden, da dem Endkunden ein materieller Nutzen zukommt. Im Zusammenhang mit diesem Projekt sind es diejenigen Maßnahmen, die dazu führen, dass die Kundschaft weniger Variantenauswahlbestellungen tätigt und/oder die bestellten Waren behält. Incentives, mit welchen eine Retourenreduktion erreicht werden kann, sind beispielsweise Gutscheine, Geschenke oder erlassene Versandkosten für nicht-retournerierte Produkte (vgl. (Walsh G., Möhring, Koot, & Schaarschmidt, 2014), S.6f). Wird der monetäre Incentive vor einem Kauf kommuniziert, kann dieser dem Bereich der Retourenvermeidung zugeordnet werden. Auch im Bereich der Retourenverhinderung werden monetäre Incentives zur Retourenreduktion eingesetzt. Hierbei werden mittels monetären Anreizen Endkunden zu weniger Rücksendungen der bestellten Waren incentiviert. Anders als bei der Retourenvermeidung werden die finanziellen Anreize nach der Ware Zustellung beim Endkunden gegeben. Beispielsweise bieten E-Commerce-Betreiber den Endkunden Preisnachlässe oder die Rückgabe der Kaufsumme, wenn die bestellten Waren nicht retourniert werden. Dies wird dem Endkunden angeboten, wenn die Kosten für die Retoure höher sind als die Kosten für die Wiederbeschaffung der Ware oder wenn Artikel defekt geliefert werden (vgl. (Deges, 2017), S.21-23). Im Zusammenhang mit allen monetären Instrumenten im präventiven Retourenmanagement müssen erreichte Einsparungen jedoch im Verhältnis mit allen Aufwendungen und Kosten gesehen werden (vgl. (Walsh & Möhring, Wider den Retourenwahnsinn, 2015), S.7). Innerhalb einer Umfrage zu Anreizen zur Retourenvermeidung im Online- und Versandhandel im Bereich Bekleidung und Schuhe aus 2016 werden Endkunden zu Gründen befragt, die sie dazu bewegen könnten, auf eine Rücksendung zu verzichten. Mit 56,1% geben die befragten Endkunden an, dass sie mittels eines Rabatts auf den Kaufpreis der bestellten Ware auf eine Retoure verzichten würden. Mit einem Gutschein für den nächsten Kauf würden dies 52,1% und mit einem Gutschein für den nächsten Kauf bei einem anderen Onlineshop oder Versandhandel würden dies 36,2% tun (vgl. (IfH, 2016)).

Der Appell zur ökologischen Nachhaltigkeit kann als Incentive eingesetzt werden und ist als Maßnahme aus dem Bereich der Retourenvermeidung einzuordnen, wenn sie wie im folgenden Beispiel eingesetzt wird. Legt der Endkunde Bekleidungsstücke in unterschiedlichen Größen in seinen Warenkorb, wird ein Gewissensappell zur ökologischen Nachhaltigkeit innerhalb des Kunden-Warenkorbs angezeigt (vgl. (Lightspeed, 2014)). Der Endkunde kann dann überlegen, ob alle in den Warenkorb gelegten Größen notwendig sind und zur Bestellung aufgegeben werden sollen. Damit könnten Retouren gesenkt werden, indem im Sinne der Retourenvermeidung vor beziehungsweise während des Kaufs die Bestellentscheidung beeinflusst wird (vgl. (Deges, 2017), S.21-23). Durch weniger Variantenauswahlbestellungen kann, ähnlich wie bei oben genannten Spenden, ein emotionaler Nutzen für die Kundschaft entstehen. Gleichzeitig ist eine gemeinsame Zielerreichung für den

Onlineshop-Betreiber und die Kundschaft erkennbar. Die potenziell gesparten Retouren sind sowohl für den Onlineshop-Betreiber als auch für den Endkunden erstrebenswert, weshalb von einem Incentive zur Retourenreduktion gesprochen werden kann. Für den Onlineshop-Betreiber entstehen weniger Umweltbelastungen und Kosten. Dem Endkunden kommt ein emotionaler Nutzen durch nachhaltiges Handeln zu, zudem entsteht für ihn kein Rücksendeaufwand. In einer Umfrage aus 2016 zu Anreizen zur Retourenvermeidung im Online- und Versandhandel geben 21,1% der befragten Endkunden an, dass sie aufgrund von Hinweisen auf Umweltschäden auf eine Retoure verzichten würden (vgl. (IfH, 2016)). Wenn in diesem Zusammenhang aufgrund von Behalten der Ware Retouren reduziert werden können, bedeutet dies nicht, dass Endkunden mit der behaltene Ware in ökologischer Weise umgehen (vgl. (Asdecker, 2019), S.65).

Ein weiteres Incentive zur Retourenreduktion kann das Sammeln von Punkten innerhalb eines Bonusprogramms darstellen. Die gesammelten Punkte können anschließend beim Erreichen einer bestimmten Sammelschwelle gegen eine Gutschrift oder Prämie eingetauscht werden. Hierbei kann bestimmtes Verhalten incentiviert werden, welches eine Retourenreduktion begünstigt. Beispielsweise erhält die Kundschaft Punkte, sobald ein Kundenkonto eingerichtet wird, Empfehlungen und/oder Produktbewertungen abgegeben oder Einkäufe ohne Rücksendungen getätigt werden. Auf diesem Wege wird die Kundschaft zu Kleinigkeiten animiert, die sich sowohl für ihn als auch für den Onlineshop-Betreiber lohnen (vgl. (Lightspeed, 2014)). Damit liegt definitionsgemäß ein Incentive vor. Bei einer Umfrage zu Anreizen zur Retourenvermeidung aus 2016 geben 46,4% der Befragten an, aufgrund von zusätzlich gutgeschriebenen Bonuspunkten innerhalb des Kundenbindungsprogramms auf eine Retoure zu verzichten (vgl. (IfH, 2016)).

Die monetären Incentives und die Incentives durch Bonusprogramme könnten den monetären Instrumenten des präventiven Retourenmanagements zugeordnet werden. Die Incentives durch einen Appell zur ökologischen Nachhaltigkeit können weder den ablauforientierten und konsumentenbasierten noch den monetären Instrumenten zugeordnet werden.

Aus dem Arsenal der Incentivierungsmethoden verwenden wir in diesem Projekt die Informationsbereitstellung zur ökologischen Auswirkung in der Produktionskette, Passformvisualisierung zur direkten Beurteilung empfohlener Bekleidungsgrößen, Appelle zur ökologischen Nachhaltigkeit, sowie ein Bonusprogramm basierend auf gesammelten Punktzahlen an CO₂- und Wassereinsparungen. Damit werden wir die letzten Abschnitte im Weiteren weitgehend abdecken. Den Aspekt der passformbezogenen Retourenreduktion werden wir im Folgenden Abschnitt detaillierter beleuchten.

3.4 Passformbezogene Retourenreduktion

Passformbezogene Digitalisierungsmöglichkeiten zur Retourenreduktion

Ausgangspunkt dieses Arbeitspaketes war die Analyse möglicher digitalen Maßnahmen zur Retourenreduktion, die sich mit der richtigen oder bevorzugten Bekleidungsform des Endkunden beschäftigen und auf den Retourengrund „passt nicht“ zurückgehen. Die passformbezogenen Digitalisierungsansätze zur Retourenreduktion setzen vor einer Online-Bestellung an, weshalb diese in den Bereich der Retourenvermeidung fallen. Sie sollen den Informationsgehalt für den Endkunden vor einer Bestellung erhöhen, damit dieser passformgerechte Produkte finden kann. Darunter fallen kundenseitig präferierte Konfektionsgröße und Passform. Zu passformbezogenen Digitalisierungsansätzen zur Retourenreduktion lassen sich unterschiedliche Möglichkeiten unterscheiden, die im Folgenden aufgezeigt werden.

Passformbezogene Visualisierung

Zu den Maßnahmen zur Retourenvermeidung gehören unter anderem verbesserte Visualisierungen der Produkte, wie beispielsweise hochauflösende Fotos (vgl. (Asdecker, 2019)) und zoombare Bilder (vgl. (Lightspeed, 2014)). Statische Produktbilder sind Visualisierungsmöglichkeiten und damit auch ein

Digitalisierungsansatz, jedoch wird dabei das Passformbezogene wenig greifbar. Jack Wolfskin offeriert neben der Produktbeschreibung zusätzliche Angaben zu den Produktbildern mit Model. Hierbei werden die Körperhöhe, die Bekleidungsgröße, die Rückenlänge, der Brustumfang und die Ärmellänge des Models angegeben (vgl. (JWP Wind W – Softshelljacke Frauen, (o.J.), 2019)). Diese Angaben können dem Endkunden helfen, die Produktbilder im Vergleich zum eigenen Körper leichter einzuordnen, wobei eine passformbezogene Visualisierung stattfindet. Ein Produktbild in Kombination mit entsprechenden Informationen ist die einfachste Möglichkeit zur passformbezogenen Visualisierung. In Abbildung 2 wird ein Beispiel der zusätzlichen Maßangaben zu den Produktbildern mit Model gezeigt.

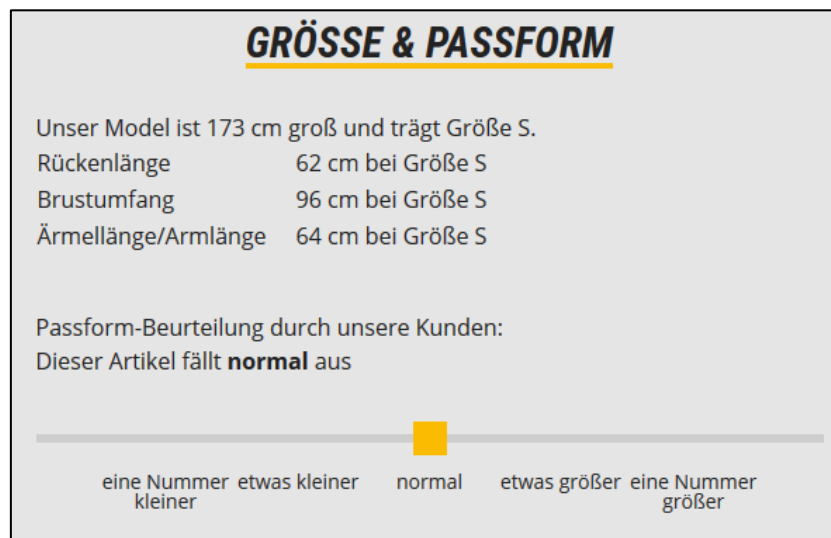


Abbildung 2: Maßangaben zu den Produktbildern mit Model und Passformbeurteilung

Auch Videos und/oder 360-Grad-Blickwinkel zur Produktpräsentation in Onlineshops können bei der Minimierung von Rücksendungen helfen (vgl. (Lightspeed, 2014)). Die Videos und Rundum-Ansichten ermöglichen eine passformbezogene Visualisierung der Produkte und können deshalb als passformbezogener Digitalisierungsansatz bezeichnet werden.

Beim Mode-Onlinehändler Zalando finden sich 360-Grad-Ansichten zur Übersicht angebotener Jeans-Passformen. Hierbei werden 3D-Bilder eines Models mit getragener Jeans gezeigt, die der Besucher der Website durch ein Mouse-Over drehen kann. Zu jeder angebotenen Jeanspassform im Onlineshop, wie beispielsweise Slim Fit, Straight Leg oder Boot Cut, lässt sich repräsentativ für die Schnittart ein solches 3D-Bild finden (vgl. (Zalando, 2019)). Die Abbildung 3 zeigt ein Beispiel vom Onlineshop des Bekleidungsherstellers Jack Wolfskin. Hierbei bindet das Unternehmen zur Produktvisualisierung ein Video auf die Produktseite im Onlineshop ein. Im Video werden alle Bekleidungsdetails an einem Model gezeigt, wobei die Kundschaft die Möglichkeit erhält, das Produkt von allen Seiten zu betrachten und Produkt- und Passformeigenschaften visualisiert bekommt (vgl. (Jwp Shell W – Hardshell-Jacke Frauen, 2019)).



Abbildung 3: Passformbezogene Visualisierung in Form eines Videos (vgl. (Jwp Shell W – Hardshell-Jacke Frauen, 2019))

Größen- und Passformbestimmung/-empfehlung

In einem Onlineshop können dem Endkunden Größen- und Maßtabellen zur Größen- und Passformbestimmung bereitgestellt werden. Damit lassen sich mehrfache Größenbestellungen und den damit einhergehenden Retouren entgegenwirken (vgl. (Lightspeed, 2014)). Die alleinigen Maßtabellen können nur bedingt als passformbezogene Digitalisierungsmöglichkeit betrachtet werden, selbst wenn zur Erklärung der Vermessung des menschlichen Körpers Bilder oder Videos eingesetzt werden.

Einen Schritt weiter zur digitalen Passformempfehlung gehen „kundenbezogene Hilfestellungen wie Figur- und Problemzonenberatungen“ (vgl. (Heinemann, 2019)). Dabei können jene unterschieden werden, die zu kundenpassenden Produkten weiterleiten und jene, die dies nicht tun (vgl. (Heinemann, 2019)). Der Online-Modehändler Zalando bietet beispielsweise einen Passform-Berater für Jeans. Es geschieht eine Abfrage zur Körperhöhe, bei welcher der Endkunde sich zu einer der drei Größenkategorien einordnen muss, anschließend folgt eine Selbsteinschätzung zu morphologischen Eigenschaften der Hüft- und Poform. Danach erhält der Endkunde eine für ihn passende Jeansauswahl präsentiert (vgl. (Zalando, 2019)).

Ein Konzept zur digitalen Größenempfehlung hat das Unternehmens Fit Analytics, bei welchem der Endkunde personenbezogene Daten angibt und eine passende Bekleidungsgröße nach Angabe von Tragepräferenz empfohlen bekommt. Deren Softwarelösung Fit Finder wird in Onlineshops integriert, worauf nach Angaben des Unternehmens führende Onlineshop-Betreiber wie Asos, The North Face und Tommy Hilfiger vertrauen, um ihre Retouren zu minimieren. Auf der Unternehmens-Website wird beschrieben, dass der Fit Finder Algorithmen für maschinelles Lernen und den größten Datensatz der Bekleidungsindustrie nutzt, um Größenempfehlungen auszugeben (vgl. (FitAnalytics, Fit Finder – Features, 2019)). Zudem wird beschrieben, dass Produktionsgrößendiagramm- und Know-how im Bereich Körpermodellierung mit der weltweit größten Sammlung von Verkaufs- und Retourenaufzeichnungen kombiniert werden, um über Ähnlichkeitsvergleiche zuverlässige umfangreiche Vorhersage machen zu können (vgl. (FitAnalytics, Fit Finder, 2019)).

Virtuelle Berater und virtuelle Umkleide

Zudem können im E-Commerce virtuelle Berater zum Verkauf der angebotenen Waren eingesetzt werden, welche das Risiko für Retouren herabsetzen können (vgl. (Walsh G. , Möhring, Koot, & Schaarschmidt, 2014), S.8). Dabei kann durch den virtuellen Verkäufer ein Face-to-Face-Gespräch geführt werden, wodurch dem Onlineshop eine persönliche Note gegeben werden soll (vgl.

(Heinemann, 2019), S.268-269). Die dafür eingesetzten Avatare stellen dem Endkunden zusätzliche Informationen zur Verfügung und geben Produktberatungen. Mit dieser Hilfe soll der Endkunde eine bestmögliche Kaufentscheidung treffen können. Auch für diese Art der möglichen Retourenreduktion müssen Investitionsaufwendungen berücksichtigt werden (vgl. (Walsh G. , Möhring, Koot, & Schaarschmidt, 2014), S.8, und (Christians, 2019), S.32). Dies kann als passformbezogener Digitalisierungsansatz bezeichnet werden, da die virtuellen Avatare Beratungsleistungen durchführen, die auch im Bereich der Passform liegen können.

Ansonsten können Avatare bei der Bekleidungssimulation bei virtuellen Anproben eingesetzt werden (vgl. (Heinemann, 2019), S.268-269). Diese stellen ein weiteres Instrument zur Retourenvermeidung dar, welche auch als Virtual Try-on bezeichnet werden. Sie gehören zu den konsumentenbasierten Instrumenten des präventiven Retourenmanagements, welche das Risiko für Retouren senken sollen (vgl. (Walsh & Möhring, Wider den Retourenwahnsinn, 2015), S.5). Dabei wird ein „zwei- oder [...] [dreidimensionaler] Avatar“ nach Angabe persönlicher Körpermaße generiert, welcher den kundenähnlichen morphologischen Körpereigenschaften entspricht und die Produkte getragen visualisieren kann (vgl. (Deges, 2017), S.18-19). Die Passform der Bekleidung kann an dem Kundenkörper ähnelnden Avatar visualisiert werden, weshalb eine virtuelle Umkleide vorliegt und von einem passformbezogenen Digitalisierungsansatz gesprochen werden kann. Darüber hinaus kann der Avatar unterschiedliche äußere Merkmale annehmen, wie beispielsweise Haut-, Haar- und Augenfarbe und Kombinationen mehrerer Bekleidungsstücke zeigen (vgl. (Heinemann, 2019), S.268-269). Die virtuelle Anprobe kann Angaben zur Passform des Bekleidungsstücks auf dem Avatar machen und den Endkunden darauf hinweisen, dass beispielsweise die Hose zu kurz ist oder ein Bekleidungsstück zu eng sitzt (vgl. (Deges, 2017), S.18-19). Ein Beispiel hierfür ist das Start-up Fision (vgl. (Fision, kein Datum)).

Aufgrund des Aufwands können hierfür hohe Investitionskosten anfallen. Onlineshop-Betreiber sollten dazu das Rücksendeverhalten einzelner Produkte betrachten. Auf diese Weise können Unternehmen Produkte ausfindig machen, bei welchen durch weniger Rücksendungen das größte Potenzial zur Einsparung vorliegt.

Detailrückmeldungen und Text Mining

Kundenrückmeldungen in Form von öffentlichen Produktbewertungen stellen eine weitere Maßnahme zur Retourenvermeidung dar (vgl. (Asdecker, 2019); (Heinemann, 2019), S.117) und werden als konsumentenbasierte Instrumente im präventiven Retourenmanagement bezeichnet (vgl. (Walsh & Möhring, Wider den Retourenwahnsinn, 2015), S.5). Die Endkunden bewerten das gekaufte Produkt, wobei es im Bereich der Bekleidung häufig um den Vergleich mit der regulären Konfektionsgröße geht (vgl. (Lightspeed, 2014)). Dies kann als passformbezogener Digitalisierungsansatz bezeichnet werden, da andere Endkunden mittels eines digitalen Austausches weitere Informationen zur Passform erhalten.

Es ist wichtig, dass Unternehmen die Retourengründe erfahren (vgl. (Lightspeed, 2014)). Dazu sollten Kundenrückmeldungen nicht nur auf den jeweiligen Produktseiten öffentlich sichtbar gemacht werden, sondern auch unternehmensintern ausgewertet werden. Um diese Thematik als passformbezogenen Digitalisierungsansatz umzusetzen, kann Text Mining eingesetzt werden. Mit Hilfe von Text Mining bei Produktrezensionen können Retourenmuster identifiziert werden. Diese können dann durch erweiterte Big-Data-Technologien schnell ausgewertet werden, wonach im Anschluss Strategien zur Retourenvermeidung abgeleitet werden können, womit Retourenquoten minimiert werden können. Aufgrund der möglichen Identifizierung von passformbezogenen Retourengründen und der digitalen Analyse von großen Datenmengen kann von einem passformbezogenen Digitalisierungsansatz gesprochen werden. Eine Grenze des Text Mining liegt in ironischen Produktbewertungen des Endkunden, da diese nicht erkannt werden. Auch bei diesem passformbezogenen Digitalisierungsansatz zur Retourenreduktion sollte vor Implementierung die Kosten-Nutzen-Relation betrachtet werden. Dies kann erst effektiv in Produktbereichen mit hohen

Retourenquoten eingesetzt werden, wie beispielsweise im E-Commerce des Modehandels (vgl. (Walsh & Möhring, 2014), S.70f).

Für welchen Onlineshop welche Instrumente zielführend bezüglich einer Senkung der Retourenquote sind, ist von der Strategie des Onlineshop-Betreibers abhängig. Bei kostenführenden Unternehmen bieten sich eher Instrumente mit geringen Investitionskosten an, bei Online-Shop-Betreibern aus dem Premiumsegment sollten tendenziell kundenorientierte Instrumente in Betracht gezogen werden (vgl. (Walsh & Möhring, Wider den Retourenwahnsinn, 2015), S.5). Alle der hier aufgeführten passformbezogenen Digitalisierungsansätze könnten den konsumentenbasierten Instrumenten des präventiven Retourenmanagements zugeordnet werden. Wie bereits beschrieben, zielen diese auf eine Beeinflussung des Endkunden vor oder während des Kaufes ab und können dem Endkunden zusätzliche Informationen zur Passform bereitstellen (vgl. (Walsh G. , Möhring, Koot, & Schaarschmidt, 2014), S.8).

Für den Endkunden stellen eindeutige Größenbezeichnungen, wirklichkeitsnahe, hochauflösende und zoombare Produktdarstellungen und ausführliche Produktbeschreibungen ein Hygienefaktor dar (vgl. (Heinemann, 2019), S.115). Die Implementierung der hier aufgeführten Technologien zur Bestimmung der kundenseitig richtigen Bekleidungsgröße, Anpassungen an den Produktbeschreibungen und bessere Produktdarstellungen beispielsweise in Form von Videos führen jedoch nicht zwangsläufig zu einer Modifikation der Gewohnheiten des Endkunden beim Online-Einkauf. Dies liegt nicht zwangsläufig daran, dass der Endkunde dies nicht annimmt, sondern an deren gewohnten Auswahlbestellungen für die Anprobe zuhause (vgl. (Heinemann, 2019), S.115).

Im Folgenden stellen wir eine durchgehend digitale Kette vor, die die passformbezogene Retourenreduktion mit Informationsbereitstellung zur ökologischen Auswirkung in der Produktionskette, Appellen zur ökologischen Nachhaltigkeit sowie einem ökologischen Bonusprogramm kombiniert. Dies wird in unserem demonstratorhaften Webshop verwendet, mit dem wir beginnen wollen.

3.5 Integration der Projektkomponenten in eine demonstratorhafte Plattform

Viele Aspekte des Projektes ziehen ihren Mehrwert in der direkten Verwendung in Bezug auf den Endkunden oder in der Vorbereitung der Darstellungen für den Endkunden. Konzipiert wurde daher ein demonstratorhafter Webshop als Präsentationsplattform, in dem diese Aspekte und die Integration in die Vertriebsprozesse beim Bekleidungsanbieter prototypisch gezeigt werden können. Abbildung 4 illustriert die verschiedenen Systemkomponenten, auf denen der Webshop basiert und die in den folgenden Abschnitten erläutert werden. Die Screenshots zu den einzelnen Seiten des Webshops sind im Anhang zu finden, ein kurzer Eindruck ist in Abbildung 5 und Abbildung 6 zu sehen.

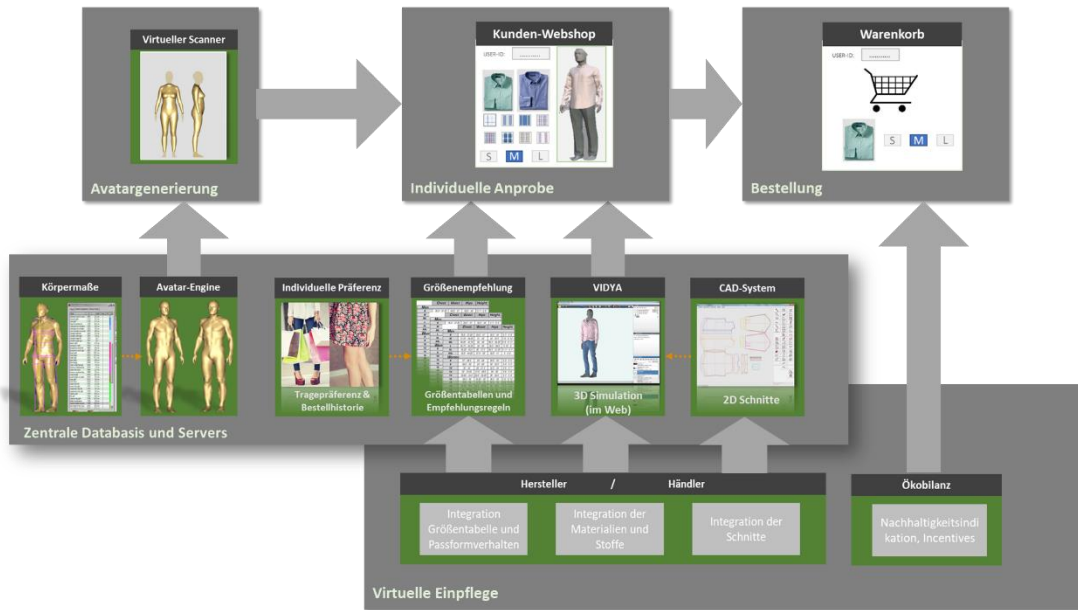


Abbildung 4: Systemübersicht Webshop

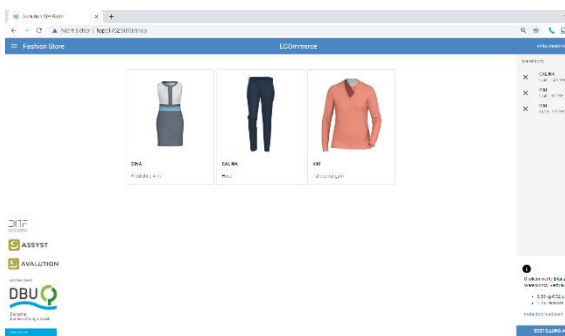


Abbildung 5: Webshop Überblick – Artikel und Warenkorb

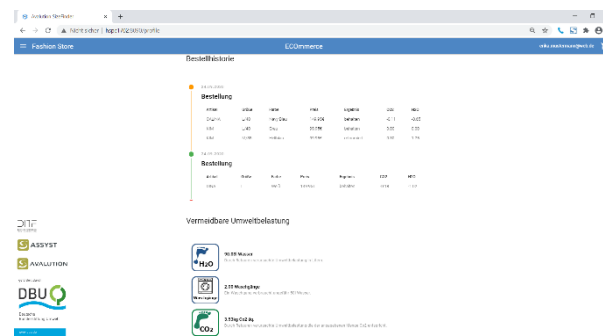


Abbildung 6: Webshop Überblick – Bestellhistorie im Kundenportal

Der Endkunde ruft im e-Commerce zuhause an seinem Computer einen Onlineshop auf. Bei unserer demonstratorhaften Plattform (siehe Abbildung 5 und im Anhang Abbildung 31) bietet dieser drei Artikel an.

Um individuelle Empfehlungen zu bekommen, muss der Kunde sein Kundenprofil anlegen. Dazu werden zuerst einfache Angaben zu Geschlecht, Alter, Größe und Gewicht abgefragt (siehe Abbildung 32 im Anhang). Anschließend wird die grundsätzliche Körperform abgefragt. Dazu werden, basierend auf den bereits getätigten Angaben, für die jeweiligen Körperform-Extreme durchschnittliche Avatare berechnet und angezeigt (siehe Abbildung 33 im Anhang). Falls bekannt und/oder vom Endkunden selbst gemessen, können weitere Körpermaße angegeben werden (siehe Abbildung 34 im Anhang). Dies dient zur weiteren Verbesserung der individualisierten Avatarerstellung, ist allerdings auch optional, da eine Selbstvermessung oft fehlerbehaftet und somit auch risikobehaftet ist. Im Anschluss, auf Basis der Eingabeparameter und durch Kopplung mit einer statistisch validen Körpermaßdatenbank, wird der wahrscheinlichste digitale Zwilling, hier verstanden als der Avatar des Endkunden basierend auf den zur Verfügung stehenden Informationen, berechnet und angezeigt (Abbildung 35 im Anhang). Dieser wird im individuellen Kundenkonto gespeichert und liefert alle für die Größenempfehlung notwendigen Körpermaße.

Zusätzlich werden im Kundenkonto noch Tragepräferenzen gespeichert (Abbildung 36 im Anhang). Hierbei wird abgefragt, ob Bekleidung im Allgemeinen eher eng, normal oder weit getragen wird. Auch hier ist eine Selbsteinschätzung eher mit Vorsicht zu genießen, da jeder seine individuelle Trageweise als „normal“ bezeichnen würde. Allerdings ist eine geringfügige Modifikation aufgrund von eingegebenen Tragepräferenzen durchaus auch sinnvoll, da es die Größenempfehlung in Richtung der individuellen Vorlieben verschieben kann. Geringfügig auch deshalb, da zusätzlich noch jede Bekleidungsart anders sein kann. Damit ist eine allgemeine Aussage hier nur ein erster Schritt, der dann für bestimmte Kleidungsstücke verfeinert werden könnte (z.B. generell eher enger als weit, bei Hemden aber dann sehr eng, während T-Shirts weniger eng sein können).

Des Weiteren ist im Kundenprofil die Bestellhistorie abgelegt (Abbildung 37 im Anhang), die ebenfalls auf die resultierende Umweltbelastung hin ausgewertet wird (Abbildung 38 im Anhang). Beide Punkte werden im späteren Verlauf weiterverwendet und beschrieben.

Mit angelegtem Kundenprofil kann sich der Benutzer individuelle Angaben im Webshop geben lassen. Der Webshop beinhaltet aktuell 3 Artikel:

- Kleid DINA (Abbildung 39 im Anhang)
- Hose CALINA (Abbildung 40 im Anhang)
- Langarmshirt (Abbildung 41 im Anhang)

Jeder Artikel hat seine eigene Informationsseite, die neben den üblichen Material- und Pflegehinweisen (Abbildung 42 im Anhang) nun auch ökologische Kennwerte beinhaltet (Abbildung 43 und Abbildung 44 im Anhang). Diese sind Produkt- und Größenspezifisch, da sie neben dem vollständigen Herstellungsprozess auch die präzise Materialmenge verwenden.

Zu einem Artikel gibt es bestimmte, vorrätige Größen zu Auswahl. Basierend auf dem Kundenprofil und dem darin abgelegten Endkundenavatar können alle, für die Größenempfehlung relevanten Körpermaße abgenommen werden. Diese werden mit den vorliegenden und abrufbaren produktspezifischen Körpermaßtabellen verglichen und eine Größenempfehlung für den individuellen Kunden abgeleitet. Diese empfohlene Größe wird bei der Inspektion der verfügbaren Größen direkt angezeigt (Abbildung 44 im Anhang).

Parallel dazu kann auch der SizeFinder gestartet werden, in dem die Größenempfehlung visuell angezeigt wird. Dazu wird das Kleidungsstück in der empfohlenen Größe und in bis zu zwei weiteren, benachbarten Größen direkt auf einem individuellen, dem Endkunden nahe gelegenen Avatar dargestellt. Dafür werden die Simulationsdaten der Bekleidung aus der Produktentwicklung genutzt und virtuell anprobiert (dieser Mehrwert aus der vollständig digitalisierten Herstellungskette wird in den Abschnitten 3.7 und 3.8 weiter beleuchtet). Der Endkunde kann somit direkt im Webshop sehen, wie das Kleidungsstück in der empfohlenen Größe aussieht. Zusätzlich ist ein Passformvergleich zur nächstbesten Größe möglich, da auch diese auf demselben Avatar virtuell anprobiert wird (siehe Abbildung 45 im Anhang). Im Falle einer visuell nicht zu entdeckenden Problematik gibt es zusätzliche Passforminformationen, da für Bekleidungsstück-relevante Bereiche ausgegeben wird, ob es für den Träger dort eher zu eng, passend oder eher zu weit ausfallen wird (Abbildung 46 im Anhang). Der Artikel kann aus dem SizeFinder direkt in den Warenkorb gelegt werden.

Sobald ein Artikel im Warenkorb liegt, wird eine Ökokennwerte-Bilanz des aktuellen Warenkorbes ausgegeben. Da die Bestellung noch nicht abgeschlossen wurde, ist diese natürlich nur (mit bestimmten Annahmen) geschätzt. Trotzdem gibt es ein direktes Feedback, was eine Retoure an unnötigem Umweltverbrauch bedeuten würde (angegeben in Wasserverbrauch und emittierten kg CO₂-äq.). Im Falle einer Bestellung eines Artikels in der empfohlenen Größe (und der Annahme, dass dieser dann behalten wird), sind diese Zahlen natürlich Null (siehe Abbildung 47 im Anhang). Wird ein Artikel in einer nicht-empfohlenen Größe hinzu gefügt, kommt zuerst ein Warnhinweis (Abbildung 48 im Anhang) und die Ökokennwerte-Bilanz steigt, da einer der beiden Größen (der nicht-empfohlene) als retourniert angenommen werden kann (Abbildung 49 im Anhang).

Zuletzt wird die Bestellung abgeschlossen (Abbildung 50 im Anhang). Durch die Eingabe von Retourenverhalten (behalten, zurückgesendet & verschrottet, zurückgesendet & B-Ware) wird die eigentliche Verwendung des Webshops simuliert und Analysen von Bestellhistorien und Incentives auf Bestellverhalten werden erst ermöglicht. Da der Endkunde bereits vorab eine Passformaussage und somit eine erhöhte Verbindlichkeit in Hinblick auf die Konsistenz der zu erwarteten Passform erhalten hat, wird er das gewünschte Produkt nur noch in einer, der passenden Größe bestellen (deutliche Reduzierung des Retourengrunds *Produkt passt nicht*). Da der Endkunde das Produkt bereits auf einem individuellen, dem Endkunden nahe gelegenen Avatar visualisiert bekam und daher weiß, wie es aussieht und fällt, sind Probebestellungen ebenfalls nicht mehr notwendig (Reduzierung des Retourengrunds *Produkt gefällt mir nicht*).

Die demonstratorhafte Plattform verwendet implizit die ökologischen Modelle, Bewertungen und Incentives (Abschnitt 3.6), sowie die Anzeige der zur Passformbewertung notwendigen Bekleidungssimulationen (Abschnitt 3.7) wurden berücksichtigt. Die Details dafür und die Vorbereitung und Einpflege von Artikeln und Größenempfehlungen (Abschnitt 3.8) erfolgt in den folgenden Abschnitten.

Im Folgenden ein Beispiel zur Illustration der Incentivierung des Bestellverhaltens und der Visualisierung der Umweltentlastungseffekte. In Abbildung 7 ist neben Material- und Pflegeinformationen bereits angegeben, wie hoch der Ressourcenverbrauch bei der Herstellung dieses Produktes in der ausgewählten Größe war. Da es sich hier um die empfohlene Größe handelt (siehe Abbildung 8 für die individuelle Visualisierung der Passform und der Bekleidung), wird es alleine bestellt und man erhält eine Gutschrift an Ressourcenverbrauch in seiner Bestellhistorie (Abbildung 9). Zum besseren Verständnis werden ebenfalls Vergleiche herangezogen, was der Ressourcenverbrauch beispielhaft bedeuten kann (Abbildung 10). Im Folgenden Abschnitt 3.6 werden diese Aspekte im Detail beschrieben.

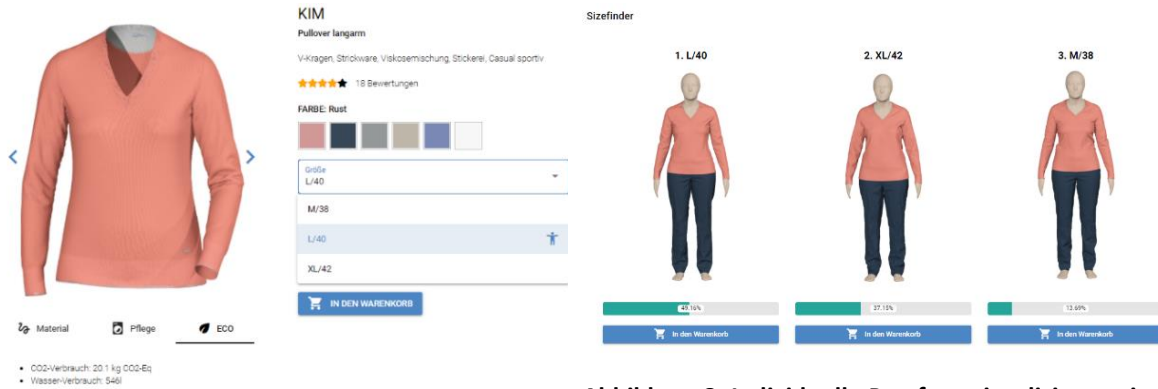


Abbildung 7: Anzeige des Ressourcenverbrauchs im Webshop

Abbildung 8: Individuelle Passformvisualisierung im Webshop

Bestellhistorie

10.09.2020 Bestellung						
Artikel	Größe	Preis	Ergebnis	CO2	H2O	
KIM	L/40	99.95€	bestellen	-1.00	-5.54	
24.08.2020 Bestellung						
Artikel	Größe	Preis	Ergebnis	CO2	H2O	
KIM	L/40	99.95€	bestellen	0.00	0.00	
KIM	XL/42	99.95€	retourniert	2.34	13.57	
24.08.2020 Bestellung						

Abbildung 9: Notierung Umweltbelastung in der Bestellhistorie

Vermeidbare Umweltbelastung

- 402.57l Wasser**
Durch Ressourcen verursachte Umweltbelastung in Litern.
- 8.95 Waschgänge**
Ein Waschgang verbraucht ungefähr 50l Wasser.
- 28.97kg Co2 äq.**
Durch Ressourcen verursachte Umweltbelastung die der angegebenen Menge Co2 entspricht.
- 132.18 Stunden**
Ein durchschnittlicher 3-Personenhaushalt erzeugt in den angegebenen Stunden die gleiche Menge an CO2 äq.
- 138.95km**
Die vermeidbare Co2 Belastung entspricht dieser Strecke mit einem benzinbetriebenen Auto.
- 166.16km**
Die vermeidbare Co2 Belastung entspricht dieser Strecke mit einem dieselpetriebenen Auto.
- 265.24km**
Die vermeidbare Co2 Belastung entspricht dieser Strecke mit einem elektrischem Fahrzeug.

Abbildung 10: Illustration von Umweltentlastungseffekten

3.6 Öko-Bilanzierung für Nachhaltigkeitsindikatoren und -Bewertung

Umweltindikatoren

Ziel dieses Projekts ist die Umweltbelastung durch die Onlinebestellung im Rahmen eines Webshops zu quantifizieren und transparent darzustellen. Als zwei Hauptindikatoren, mittels welchen die Umweltbelastungen angezeigt werden können, wurden das Treibhauspotenzial (Global Warming Potential, GWP) und das virtuelle Wasser ausgewählt.

Das **Treibhauspotenzial** wird durch Treibhausgase (CO₂, CH₄, N₂O, CFCs, PFCs...) verursacht, die zum Treibhauseffekt führen. Dieser Effekt wird durch die Einheit kg CO₂ Äquivalente beschrieben, und zeigt die mittlere Erwärmungswirkung der Erdatmosphäre über einen bestimmten Zeitraum (in der Regel 100 Jahre) an. Für die Berechnung des Treibhauspotenzials wird die IPCC 2013 (Intergovernmental Panel on Climate Change) Methode verwendet. Diese Methode für die Wirkungsabschätzung (Life Cycle Impact Assessment, LCIA) sucht nach allen Emissionen (Treibhausgase) im Rahmen eines

erstellten Modells. Dieser Schritt heißt Klassifizierung. Danach werden sämtliche Treibhausgase mit einem bestimmten Wirkungsfaktor multipliziert. Zum Beispiel ist der Wirkungsfaktor für CO₂ gleich 1, während der Wirkungsfaktor für CH₄ 29,7 ist. Das bedeutet, dass CH₄ 29,7 mal gefährlicher als CO₂ für das Treibhauspotenzial ist. Dieser Schritt ist als Charakterisierung bekannt. Danach werden alle klassifizierten und charakterisierten Emissionen addiert, um das gesamte Treibhauspotenzial eines definierten Modells (kg CO₂-äq) zu berechnen.

Das virtuelle **Wasser** bezeichnet die Menge des Wassers, die tatsächlich für die Herstellung eines Produkts anfiel. In Deutschland werden pro Einwohner und Tag rund 124 Liter Wasser genutzt. Aber Deutschland importiert eine Menge indirektes (virtuelles) Wasser aus dem Ausland. Damit liegen wir dann auf einmal bei 4000-5000 Liter virtuellem Wassers pro Tag (vgl. (Wagner, 2018)). Bei der Herstellung eines Mikrochips beispielsweise 32 Liter, bei der Herstellung eines Kilogramms Rindfleisch 15.000 Liter (vgl. (Hoekstra, 2003)). Mitberücksichtigt wird dabei auch der auf den ersten Blick verdeckte Wasserverbrauch: Bei der Erzeugung von Rindfleisch ist nicht nur die Verwendung von Trinkwasser für die Tiere zu berücksichtigen, sondern auch der natürliche Niederschlag und die Bewässerung für Felder und Wiesen, welche das Futter für die Tiere liefern. Im Vergleich zum GWP, wird für das virtuelle Wasser keine LCIA Methode (wie zum Beispiel IPCC 2013) benötigt, weil das Wasser nur das Ergebnis aus der Sachbilanz (Life Cycle Inventory, LCI) ist. Wasser aus den verschiedenen Quellen ist gleich gewichtet und addiert. Das Ergebnis ist die Summe der blauen Wassermengen, welche aus den verschiedenen Quellen stammen. Diese Quellen sind hauptsächlich Grund- und Oberflächenwasser (Fluss und See). Zusätzlich, werden große Wassermengen im Rahmen der Stromgewinnung für Turbine und Kühlung eingesetzt. Diese Wasseranteile werden aber nach der Verwendung unverschmutzt in dem Fluss entlassen. Dieses Phänomen ist als „water borrowing“ (vgl. (Flury, Jungbluth, Frischknecht, & Ivan, 2012)) bekannt und deswegen werden diese Wasseranteile nicht zu dem Endprodukt addiert.

Als Methode für die ökologische Betrachtung wurde **Life Cycle Assessment (LCA)** verwendet. Das ist eine standardisierte Methode (normiert nach ISO 14040/44:2006), welche die Umweltbelastung durch verschiedene Umweltwirkungsindikatoren (zum Beispiel Treibhauspotenzial und virtuelles Wasser) quantifizieren kann. Zur Implementierung dieser ökologischen Indikatoren während der Onlinebestellung wurden zwei LCA Modelle erstellt. Das LCA Modell 1 berechnet die Umweltauswirkungen die hinter einem erstellten Artikel stehen, während das LCA Modell 2 die voraussichtlich unnötige Umweltbelastung durch das Verhalten des Kunden während der Bestellung im Webshop simuliert. Für die Erstellung der Modelle wurde die Ökobilanzierungssoftware UmbertoLCA+ vom ifu hamburg als Werkzeug genutzt.

Modell 1 für die Ökobilanzierung: Umweltbelastung eines Artikels im Webshop

Die erste Aufgabe war die Bestimmung der Umweltbelastung unterschiedlicher Materialgruppen, welche zu der Umweltbelastung der einzelnen Artikel im Webshop führt (siehe Abbildung 43 im Anhang und eine vergrößerte Darstellung in Abbildung 11). Ziel ist es, ein parametrisierbares LCA Modell zu entwickeln, welches die Umweltwirkungsindikatoren (GWP und Wasser) für verschiedene Materialgruppen berechnet.

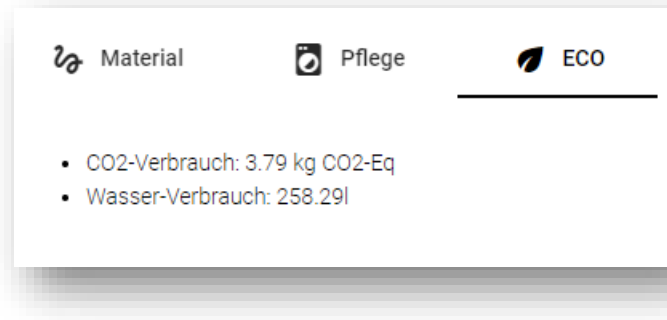


Abbildung 11: Umweltbelastung durch die Produktion des Artikels DINA (Größe L/40) im Webshop

Als Grundlage für das Modell 1, wurde eine Studie (Velden, Patel, & Vogtländer, 2013) über das LCA von Textilien verwendet. Die Funktionelle Einheit für welche das LCA Modell berechnet wird ist 1 kg der unterschiedlichen Gewebe. Die berechneten Umweltwirkungsindikatoren werden als Stammdaten für alle Materialgruppen im Webshop hinterlegt. Danach wird jedem Artikel des Webshops genau eine Materialgruppe zugeordnet und die Umweltbelastung je kg wird mit dem tatsächlichen Gewicht jeder Größe multipliziert. Damit können die berechneten ökologischen Werte für jeden Artikel im Webshop größenspezifisch dargestellt werden.

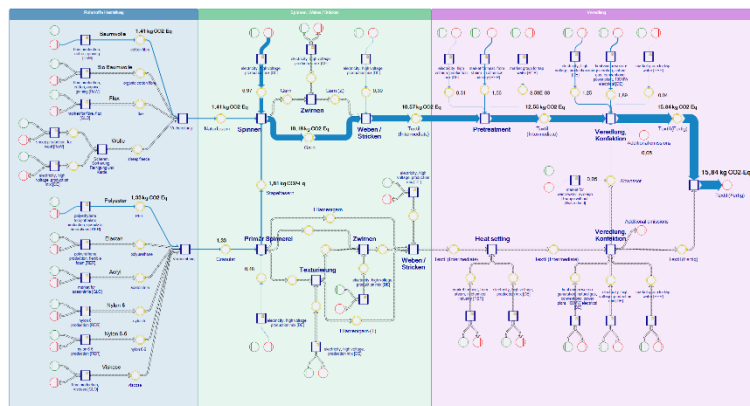


Abbildung 12: Überblick zu LCA Modell 1, große Fassung in Abbildung 57 im Anhang

In diesem Modell wird alles von der Herstellung der Rohstoffe bis zum fertigen Gewebe betrachtet. Man kann drei Phasen identifizieren (Abbildung 12 und im Detail Abbildung 57 im Anhang) und zwar:

- Rohstoffe Herstellung
- Spinnen, Weben/Stricken
- Veredlung mit Konfektion

In Abbildung 12 und im Detail in Abbildung 57 im Anhang kann man Prozesse (Quadrat) und Inputs/Outputs/Zwischenprodukte (Kreis) erkennen. Alle Prozesse die mit dem kleinen gelben Schloss gekennzeichnet sind stammen aus der weltweit größten LCA Datenbank, ecoinvent 3.6. Tabelle 1 zeigt die Prozesse, welche aus der ecoinvent 3.6 Datenbank genutzt wurden. Diese Prozesse verbrauchen Ressourcen und verursachen Emissionen und bilden die Grundlage für die Berechnung der obengenannten Umweltwirkungskategorien. Die restlichen Prozesse (ohne kleinem gelben Schloss) sind Hilfsprozesse, welche entweder dazu dienen die Modellierung zu unterstützen oder die Energiebedarfe bestimmter Herstellungsprozesse (Spinnen, Weben, Stricken, Pretreatment, Veredlung...) anzufordern. Der Energiebedarf sämtlicher Prozesse wurde aus der Literatur

übernommen und parametrisiert modelliert. Das betrachtete Modell wird mit Hilfe eines Sankey-Diagramms dargestellt. Sankey-Diagramme sind eine graphische Darstellung von Mengenflüssen. Dabei werden die Mengen durch mengenproportional dicke Pfeile dargestellt.

Die erste Phase „Rohstoffe Herstellung“ besteht nur aus ecoinvent 3.6 Prozessen und in dieser Phase werden die Ergebnisse ohne cut-off berechnet. Diese Phase beinhaltet auch die notwendigen Transporte und Infrastruktur für die Herstellung der Rohstoffe.

Für die Phase „Spinnen, Weben/Stricken“ wird das cut-off von 1% betrachtet. Das bedeutet, dass in dieser Phase nur der Strombedarf relevante Ressource ist, mit einer gesamten Umweltauswirkung von mindestens 99%. Andere Ressourcen und Emissionen in dieser Phase verursachen weniger als 1% der gesamten Umweltbelastung, und können deswegen vernachlässigt werden. Ebenso werden in dieser Phase keine Transporte berücksichtigt. Schwerpunkt dieser Phase ist der Strombedarf für Spinnen, Weben und Stricken, der sich mit verschiedenen Garnfeinheiten ändert.

Die Phase „Veredlung“ ist der letzte Schritt in der Textilherstellung. Dabei werden die spezifischen Ressourcen (Strom, Gas, Wasser und Dampf) aus der Literatur übernommen. Um das cut-off zu vermeiden, wurden die restlichen Emissionen, die in der Veredlung anfallen, aus den öffentlichen Daten, welche die besten verfügbaren Technologien in den Niederlanden (vgl. (Netherlands, 2020)) repräsentieren, übernommen. In dieser Phase wurde der Transport ebenso vernachlässigt. Obwohl der Transport nur in der ersten Phase betrachtet ist, ist es abschätzbar, dass der Transport im Vergleich mit den anderen Prozessen in der Prozesskette nur einen relativ niedrigen Beitrag auf die Umweltbelastung verursacht. Zum Beispiel verursacht der Schiff-Transport aus China zusätzlich 0,16 kg CO₂-äq je Kilogramm Gewebe (vgl. (Velden, Patel, & Vogtländer, 2013)).

Abbildung 12/Abbildung 57 zeigt das berechnete Treibhauspotenzial für 1 kg der Materialgruppe DINA mit 55% Baumwolle, 45% Polyester, gestrickt, für Stapelfaserlinie, ohne Zwirnen, mit der mittleren Garnfeinheit von 70 dtex. Das berechnete Treibhauspotenzial beträgt in diesem Fall 15,84 kg CO₂-äq. Der Schwerpunkt der Umweltwirkung stammt vom Spinnprozess mit 6,97 kg CO₂-äq. Das gleiche Modell unterstützt auch die Berechnung von anderen Umweltwirkungskategorien, in unserem Fall das virtuelle Wasser. Damit kann die Umweltbelastung für jede Materialgruppe mit den tatsächlichen Parametern (z.B. Material, Herstellungsvariante, Garnfeinheit) für den Webshop berechnet werden.

Tabelle 1: Prozesse aus der ecoinvent 3.6 Datenbank

Prozess	Region
polyethylene terephthalate production, granulate, amorphous	Europe
polyurethane production, flexible foam	Europe
market for acetonitrile	Global
nylon 6 production	Europe
nylon 6-6 production	Europe
fibre production, viscose	Global
fibre production, cotton, ginning	Rest of world
fibre production, cotton, organic, ginning	Rest of world
sheep production, for wool	Rest of world
electricity, high voltage, production mix	Deutschland

market for heat, from steam, in chemical industry	Europe
market group for tap water	Europe
heat and power co-generation, natural gas, conventional power plant, 100MW electrical	Deutschland
market for wastewater, average	Europe without Switzerland

Identifikation geeigneter Produktparameter

Das parametrisierte Modell berechnet die Umweltbelastung (GWP und Wasser), welche durch die Herstellung unterschiedlicher Materialgruppen entsteht. Folgende Parameter werden berücksichtigt:

- Masse der Materialgruppe [kg] (wird Fix als 1 kg gehalten)
- Unterschiedliche Materialien und Materialienmischungen [%]:
 - Konventionelle Baumwolle
 - Organische Baumwolle
 - Flachs
 - Wolle
 - Polyester
 - Elasthan
 - Acryl
 - Nylon 6
 - Nylon 6-6 (Polyamid)
 - Viskose
- Unterschiedliche Herstellungsvarianten:
 - Stricken / Weben
 - Linie Stapelfasergarn / Linie Filamentgarn
 - Mit Zwirnen / Ohne Zwirnen
 - Mit Texturierung / Ohne Texturierung
- Verwendete Garnfeinheit [dtex]

Damit werden in den Stammdaten des Webshops für unterschiedliche typische Materialgruppen das GWP und das virtuelle Wasser je 1 kg Masse hinterlegt (Tabelle 2). Weitere häufige Materialgruppen können ebenso beliebig eingefügt werden.

Tabelle 2: Umweltauswirkung unterschiedlicher Materialgruppen

Materialgruppe	Gewicht [kg]	Herstellung	dtex	CO	CO Bio	PES	ELSP	CV	PA	Acryl	Wolle	GWP [kg CO ₂ -äq]	Wasser [L]
DINA	1	Stricken	70	55		45						15,84	1080
CALINA	1	Weben	250			91	9					13,95	230
KIM	1	Stricken	150					77	23			14,36	390
I-a	1	Stricken	70	100								15,19	1760
I-b	1	Stricken	150	100								11,26	1740
I-c	1	Stricken	250	100								9,89	1740
I-d	1	Weben	70	100								23,73	1810
I-e	1	Weben	150	100								15,25	1760
I-f	1	Weben	250	100								12,28	1750
II-a	1	Stricken	150		100							9,27	190
II-b	1	Weben	150		100							13,26	220
III-a	1	Stricken	150			100						12,72	210
III-b	1	Weben	150			100						16,70	230
IV	1	Stricken	150	95			5					11,45	1670
V	1	Stricken	150			95	5					12,84	220
VI-a	1	Stricken	150					100				13,27	400
VI-b	1	Weben	150					100				17,26	420
VII-a	1	Stricken	150						100			18,01	370
VII-b	1	Weben	150						100			22,00	390
VIII-a	1	Stricken	150							100		13,99	210
VIII-b	1	Weben	150							100		17,98	230
IX-a	1	Stricken	250								100	52,37	610
X	1	Weben	150	50		50						15,97	1000

Modellauswertungen für verschiedene Artikel

Jedem Artikel des Webshops wird dann genau eine Materialgruppe zugeordnet. Jeder Artikel kann entweder ein durchschnittliches Gewicht oder das tatsächliche Gewicht (Tabelle 3) für jede Größe haben. Diesem Artikel (z.B. DINA) wird dann eine Materialgruppe aus der Tabelle 2 zugewiesen, und mit dem spezifischen Gewicht je Größe multipliziert.

Tabelle 3: Artikel (z.B. DINA) mit unterschiedlichem Gewicht je Größe und den resultierenden Umweltwirkungen

Artikel	Größe	Gewicht [g]	GWP je Größe [kg CO ₂ -äq]	Wasser je Größe [Liter]
DINA: GWP=15,84 kg CO ₂ -äq/kg Wasser= 1080 Liter/kg	S/36	215,84	3,42	233,11
	M/38	227,20	3,60	245,38
	L/40	239,16	3,79	258,29
	XL/42	251,12	3,98	271,21
	2XL/44	263,67	4,18	284,76

Damit kann die Umweltbelastung, die in der Produktion entsteht, für jeden Artikel und Artikel Größe im Webshop, dargestellt werden.

Modell 2 für die Ökobilanzierung: Unnötige Umweltbelastung durch das Verhalten des Kunden im Webshop

Weiterhin wurde ein zweites Modell entwickelt, das die Entscheidungen, die ein Kunde / eine Kundin im Bestellprozess, basierend auf einem Online Size Finder, macht, mit verursachten ökologischen Be-

oder Entlastungen verknüpft. Ziel ist es, dass durch die Auswahl des empfohlenen Artikels keine unnötigen Umweltbelastungen durch vermeidbare Retouren verursacht werden.

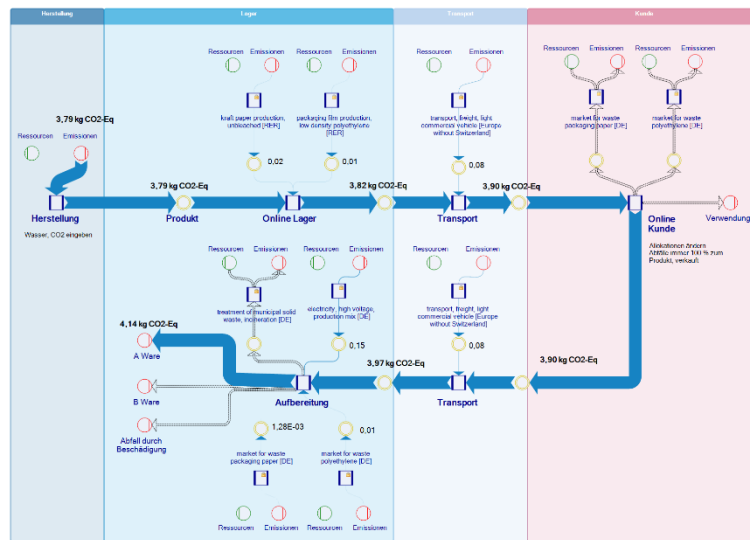


Abbildung 13: Überblick zu LCA Modell 2, größere Darstellung in Abbildung 58 im Anhang

Die berücksichtigten Systemgrenzen in diesem Modell sind „Gate to Gate“, das heißt ausgehend von dem hergestellten Artikel, und schließen die Lagerung, Transport bis zum Empfang beim Kunden und falls nötig auch den Rücktransport und die Aufbereitung ein. Die vier Phasen sind als vier Spalten in dem Modell zu erkennen (Abbildung 13/Abbildung 58: Herstellung, Lager, Transport, Kunde). In der Phase Herstellung ist das erste LCA Modell integriert. Zwischen der Herstellung und Lagerung wird kein Transport berücksichtigt. Die restlichen drei Phasen (Lager, Transport und Kunde) beinhalten alle relevanten Parameter, welche in Rahmnen einer Onlinebestellung auftreten könnten.

Letztendlich zeigt die Abbildung 13/Abbildung 58 für den Artikel DINA in Größe 40, welche Umweltbelastungen in dem LCA Modell 1 berechnet wurden (3,79 kg CO₂-äq sind jetzt Input in das zweite Modell). Der Artikel wurde danach verpackt und zum Kunden transportiert. Weiterhin hat der Kunde den Artikel zurückgeschickt und deswegen wurde der Artikel noch einmal transportiert. Im Aufbereitungs-Szenario wurde ausgewählt, dass der Artikel nicht beschädigt wurde und wieder als A Ware ins Lager kommt. Jedoch haben diese unnötigen Transporte, Verpackung und Aufbereitung zusätzliche CO₂ Emissionen verursacht. Dem Artikel, der schon in der erste Phase 3,79 kg CO₂-äq verursacht hat, wurden in der zweiten Phase noch zusätzlich 0,35 kg CO₂-äq hinzugefügt, und am Ende enthält der Artikel einen CO₂ Fußabdruck von 4,14 kg CO₂-äq.

Wie beim ersten Modell, sind die Grundlagen für die Berechnung der Umweltbelastung ecoinvent 3.6 Prozesse. Tabelle 4 zeigt die verwendeten Prozesse.

Tabelle 4: Prozesse aus der ecoinvent 3.6 Datenbank

Prozess	Region
electricity, high voltage, production mix	Deutschland
transport, freight, light commercial vehicle	Europe without Switzerland
kraft paper production, unbleached	Europe
packaging film production, low density polyethylene	Europe
market for waste packaging paper	Deutschland

market for waste polyethylene	Deutschland
treatment of municipal solid waste, incineration	Deutschland

Identifikation geeigneter Bestell- und Retourenparameter

Das Modell unterstützt folgende Parameter, welche die Berechnung der verschiedenen Szenarien ermöglichen:

- Kunde kauft einen oder mehrere Artikel,
- Kunde schickt einen oder mehrere Artikel zurück,
- Verschiedene Verpackungsmaterialien und prozentualen Gewichtsanteil [%] des versendeten Artikels (z.B. Papier 10% und Kunststoff 2%)
- Verschiedene Transport Entfernungen [km] (z.B. 150km)
- Verschiedene Aufbereitungs-Szenarien mit Abfallanteil [%] und Strombedarf [kWh/kg] (z.B. 1 kWh/kg Strom für Waschen, Trocknen und Bügeln)
- Unterschiedliche „End of Aufbereitungs“ Szenarien:
 - Artikel wurde nicht beschädigt und kann wieder als A Ware verwendet
 - B Ware (mit Wertabschrift z.B. für Umlagerung in Outlet)
 - Abfall und Entsorgung wegen Beschädigung

Ökologische Bestellanalyse und Bestellprozess-Szenarien

Die nächste Herausforderung war die verschiedenen Szenarien mit der Entscheidung des Kunden im Webshop zu verbinden um die relevante unnötige Umweltbelastung zu berechnen. Dafür werden die Parameter A, B und C als Grundlage benutzt, um die Entscheidungsmatrix für die 6 häufigsten Szenarien zu berechnen. Diese Parameter enthalten sowohl ein GWP- als auch ein Wasser-Wert, welchen mit den obengenannten LCA Modellen berechnet werden.

- **A:** Artikel wird behalten oder er kann auch retourniert werden, wenn der Artikel empfohlen ist. Es gibt keine unnötige Umweltbelastung (Parameter A ist immer null), weil das Ziel ist den Kunden mit der Bestellung der empfohlenen Größe zu unterstützen.
- **B:** Artikel wird zurückgeschickt kann aber wiederverwendet werden als A- oder B-Ware. Der Lebenszyklus des Artikels ist noch nicht vorbei und der neue Artikel muss nicht erneut hergestellt werden. Parameter B beinhaltet die kleine Umweltbelastung die durch Verpackung, Transport und Aufbereitung entsteht. Dieser Parameter wird jeweils für unterschiedliche Artikel mit obengenanntem LCA Modell 2 berechnet, wobei das Hauptkriterium die Masse des Artikels ist.
- **C:** In diesem Fall wird der Artikel zurückgeschickt, und wegen Beschädigung muss der Artikel entsorgt werden. Der Lebenszyklus des Artikels ist beendet und deswegen müssen sowohl die unnötige Umweltbelastung durch Verpackung, Transport und Entsorgung als auch die Umweltbelastung für die Herstellung eines neuen Artikels berücksichtigt werden (addiert). Parameter C beinhaltet die berechneten Werte aus den beiden LCA Modellen. Deswegen ist der Parameter C deutlich höher als der Parameter B.

Ein zusätzlicher wichtiger Parameter ist die Fitting Quote (**FQ**), die durch die Empfehlung des Avalution Online SizeFinder herangezogen werden kann. Abbildung 14 zeigt, dass die Größe L mit FQ 50% empfohlen wird, während die Größe XL mit FQ 41% und die Größe M mit kleinerer FQ von nur 9% empfohlen wird.

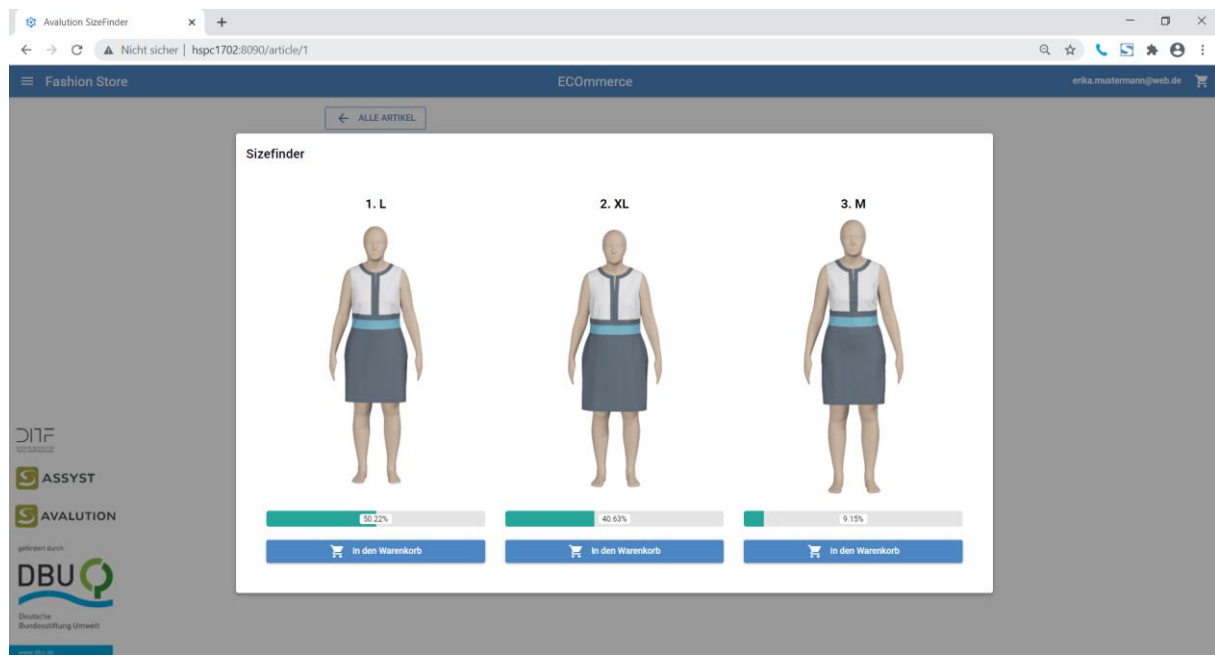


Abbildung 14: Beispielhaftes Ergebnis Avalution Online SizeFinder

Mit den bekannten Parametern **A**, **B**, **C** und **FQ** werden die **6** häufigsten Szenarien beschrieben. Die Matrix in Abbildung 15 zeigt folgende Szenarien, die während der Bestellung auftreten können. Grundsätzlich gibt es während der Bestellung keine unnötige Umweltbelastung. Die grünen Zellen sind entweder Null oder sind sogar negativ (was eine Umweltgutschrift bedeutet), weil der Kunde nur einen Artikel bestellt hat. Die orangenen Zellen beinhalten nur die Warnung, welche die unnötige Umweltbelastung zeigen, falls der Artikel retourniert wird. Die tatsächliche unnötige Umweltbelastung wird erst bei Retouren berechnet und auf dem Online Konto des Kunden addiert. Im Weiteren werden alle sechs Szenarien detailliert beschrieben:

- **Szenario I:** Ein Artikel wird bestellt. Der Kunde bekommt die Gutschrift als negativen GWP- und Wasser-Wert auf seinem Konto, weil der Kunde nur einen Artikel bestellt hat. Diese Gutschrift wird mit FQ Prozent multipliziert. Falls der Artikel retourniert wird, verliert der Kunde seine Umweltgutschrift. In diesem Fall wird dem Kunden keine unnötige Umweltbelastung angerechnet, weil die Nutzung des Avalution Online Size Finder unterstützt werden soll.
- **Szenarien II und III:** Bei der Bestellung sind diese zwei Szenarien identisch zu Szenario I, nur ist die Gutschrift etwas kleiner, weil FQ kleiner ist. Falls der Artikel retourniert wird, verliert der Kunde seine Umweltgutschrift und zusätzlich wird die unnötige Umweltbelastung auf seinem Konto angerechnet. Die Umweltbelastung entspricht dem Parameter B, oder dem Parameter C falls der Artikel entsorgt werden muss. Hier soll das Kundenverhalten bestraft werden, weil ein nicht empfohlener Artikel retourniert wurde.
- **Szenarien IV und V:** In diesen Szenarien hat der Kunde zwei gleiche Artikel in unterschiedlichen Größen bestellt, wobei eine Größe empfohlen wurde. In diesem Fall erhält der Kunde keinen Umweltgutschrift, weil zwei Größen bestellt werden, und man davon ausgeht, dass sehr wahrscheinlich eine Größe retourniert wird. Für die empfohlene Größe gibt es keine unnötige Umweltbelastung, sowohl bei der Bestellung als auch bei den Retouren. Dagegen wird für die nicht empfohlene Größe bei der Bestellung die erwartete unnötige Umweltbelastung in Höhe von Parameter B oder C nur als Warnung gezeigt. Falls der Artikel tatsächlich retourniert wird, wird diese unnötige Umweltbelastung auf dem Online Konto des Kunden angerechnet.
- **Szenario VI** – Das ist das schlechteste Szenario für die Umwelt, wobei drei unterschiedliche Größen bestellt werden. Dieses Szenario ist ähnlich wie Szenarien IV und V, nur muss hier die

unnötige Umweltbelastung für zwei nicht empfohlene Größen berechnet werden, falls diese Größen retourniert werden.

Kunde überlegt zwischen drei Größen	Szenario I	Szenario II	Szenario III	Szenario IV	Szenario V	Szenario VI
41 [30%]		A-B*30%		B oder C		B oder C
42 [60%] (Empfohlen)	A-B*60%			A	A	A
43 [10%]			A-B*10%		B oder C	B oder C

Abbildung 15: Sechs häufigsten Szenarien bei der Onlinebestellung

Abbildung 16 zeigt beispielhaft die Parameter A, B und C für das GWP und Wasser für drei unterschiedliche Materialgruppen. Weil das Gewicht immer 1 kg ist, hat der Parameter B immer denselben Wert. Die anderen Parameter für Verpackung, Transport und Aufbereitung wurden hier konstant gehalten. Der Parameter C beinhaltet die unnötige Umweltbelastung (GWP und Wasser) für die Erstellung des neuen Artikels plus einen kleinen Wert der ähnlich zu Parameter B ist. Der Unterschied liegt darin, dass der Energieaufwand bei der Aufbereitung 50% geringer ist als für Parameter B, und zusätzlich die Umweltbelastung durch die Abfallentsorgung betrachtet wird.

Materialgruppe	Gewicht [kg]	GWP je kg [kg CO ₂ -äq/kg]	Wasser je kg [Liter/kg]	GWP [kg CO ₂ -äq/Gewicht]			Wasser [Liter/Gewicht]		
				A	B	C	A	B	C
1	1	15,84	1080	0	1,46	17,51	0	8,48	1087,17
2	1	13,95	230	0	1,46	15,62	0	8,48	237,17
3	1	14,36	390	0	1,46	16,03	0	8,48	397,17

Abbildung 16: Parameter A, B und C für drei beispielhafte Materialgruppen

Letztendlich zeigt die Abbildung 17 die erweiterte Matrix aus der Abbildung 15, welche im Webshop integriert werden kann. Falls die Retoure passiert, müssen die berechnete GWP- und Wasser-Werte der „Retoure“ zusätzlich zu der „Bestellung“ addiert werden.

	Szenario			Bestellung	Retoure
		Empfohlene Größe	I	A-B*FQ	A+B*FQ
Alleine bestellt	Ja	Nicht empfohlene Größe	II, III	A-B*FQ	A+B*FQ+B(C)
		Nein	Empfohlene Größe	IV, V, VI	A
	Eine zusätzliche Größe		IV, V	A	B(C)
	Zwei zusätzliche Größen		VI	A	B(C) _[38] +B(C) _[42]

Abbildung 17: Erweiterte Matrix der Abbildung 5 für die Integration im Webshop

Um dem Kunden seinen unnötigen CO₂ Ausstoß klarer darstellen zu können, kann der GWP Wert beispielsweise durch km Autofahren veranschaulicht werden. Abbildung 18 zeigt, dass der ermittelte Wert von 1,46 kg CO₂-äq 7,0 km Autofahren (vgl. (CO₂ Rechner, 2019)) für Benziner oder die entsprechenden Entfernungen für andere Kraftstoffe entspricht. Zusätzlich kann das GWP auch durch den Stromverbrauch eines durchschnittlichen Haushalts veranschaulicht werden. In diesem Fall müsste ein 3 Personen Haushalt ca. 6,7 h komplett auf jeglichen Stromverbrauch (vgl. (Strom Report, 2019)) verzichten.

Unnötige Umweltbelastung	
GWP [kg CO ₂ -äq]	1,46
Wasser [Liter]	8,48
GWP = Autofahren (Benzin) [km]	7,0
GWP = Autofahren (Diesel) [km]	8,4
GWP=Autofahren (Strom) [km]	13,4
GWP=Stromverbrauch Haushalt [h]	13,3

Abbildung 18: CO₂ Ausstoß wird in km Autofahren und Stromverbrauch eines drei Personen Haushalts konvertiert

Incentive Modell

Basierend auf diesen Szenarien wurde eine transparente Darstellung der ökologischen Werte des Bestellverhaltens konzipiert, welches die Basis für ein entsprechendes Incentive Modell ist. Prinzipieller Gedanke ist, dass der Kunde/die Kundin für jeden empfohlenen Artikel im Warenkorb ein Incentive erhält, weil er der Empfehlung gefolgt ist, und dadurch unnötige Umweltauswirkungen verhindert werden (z.B. „Danke für Ihr Vertrauen in unsere Größenempfehlung. Dadurch werden unnötige Umweltbelastungen durch Rücktransport, Verpackung und Aufbereitung im Idealfall vermieden.“, siehe Abbildung 47 im Anhang). Für jeden nicht empfohlenen Artikel im Warenkorb soll dem Kunden die potenzielle Umweltbelastung transparent dargestellt werden (z.B. im Falle von KIM Größe XL/42 als nicht-empfohlener Artikel im Warenkorb: „Lieber Kunde aufgrund nicht empfohlener Größen des Artikels gehen wir davon aus, dass Artikel wieder zurückgesendet werden, wodurch unnötige Umweltbelastungen durch Rücktransport, Verpackung und Aufbereitung entstehen werden. Wenn diese Artikel nach der Aufbereitung wieder verwendet werden können sind dennoch 0,33 kg CO₂-äq und 1,94 Liter Wasser unnötig verursacht worden. Wenn jedoch alle Artikel trotz Aufbereitung nicht mehr verwendet werden können, sind sogar 7,16 kg CO₂-äq und 177,33 Liter Wasser unnötig verursacht worden.“, siehe Abbildung 16 (mit Materialgruppe 3 und einem Gewicht von 217,8g bei der empfohlenen und 228,7g bei der unnötigen Größe) und Abbildung 49 im Anhang). Das Incentive Modell beinhaltet dann die komplette Bestellhistorie, weswegen auch der Bestellabschluss im Demonstrator simuliert werden musste (siehe Abbildung 50). Sowohl Incentives während des Bestellprozesses als auch negative Auswirkungen durch entstandene Retouren werden quantifiziert und transparent dargestellt.

3.7 Virtuelle Bekleidungssimulation und Visualisierung von Passform (AP3)

Neben der Öko-Bilanzierung für Informationsbereitstellung, Nachhaltigkeitsindikatoren und -bewertung ist ein weiteres, wichtiges Standbein des in Abschnitt 3.5 vorgestellten Webshops die virtuelle Produktentwicklung und der Mehrwert der durchgängigen Digitalisierung zwischen Hersteller und Webshop-Anbieter. Im Folgenden beleuchten wir virtuelle Bekleidungssimulation und Passformvisualisierung näher.

Grundlagen

Bekleidung wird heute zu nahezu 100% weltweit computergestützt auf Basis von 2D Schnitten entwickelt (in einem auf die Konstruktion von Bekleidung spezialisierten CAD System). Dies bedeutet, dass von jedem Bekleidungsprodukt ein digitaler 2D Schnitt (Abbildung 21 – rechts) mit einer daraus abgeleiteten Schnitt-Maßtablelle vorliegt. Diese Schnitt-Maßtablelle entspricht der Körper-Maßtablelle des Referenzkörpers, für den dieses Bekleidungsprodukt entwickelt worden ist. Für die Produktion werden die 2D Schnitte dann vom CAD System automatisch in die für das Produkt vorgesehenen Größen transformiert – man spricht von „Gradiierung“ – wodurch automatisch eine Schnitt-Maßtablelle für alle Größen entsteht. In Abbildung 19 erkennt man wie Schnittteile wie in Abbildung 21 in automatisch gradierten Formen; sie sind somit auf kleinere und größere Größen umgerechnet.

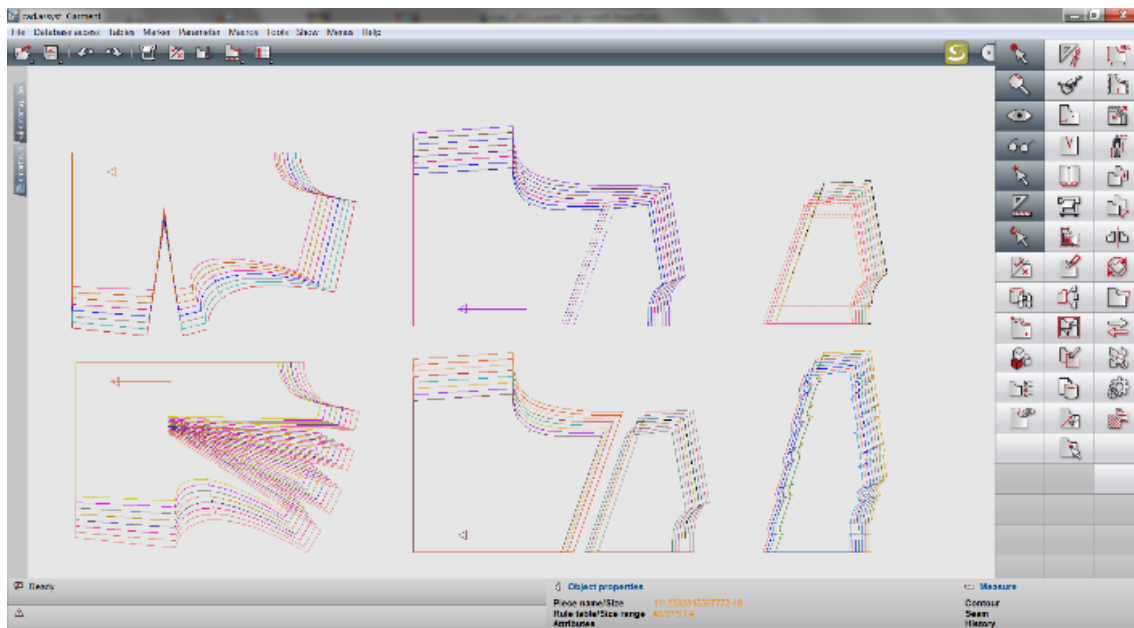


Abbildung 19: Gradierte Schnittteile im CAD

Die 2D Schnittteile werden in einem weiteren Arbeitsschritt dann mit minimalen Platzverbrauch (manuell oder automatisiert) auf einer 2D Stoffbahn platziert und anschließend aus dem Stoff ausgeschnitten und zu einem Bekleidungsprodukt vernäht (Abbildung 20).

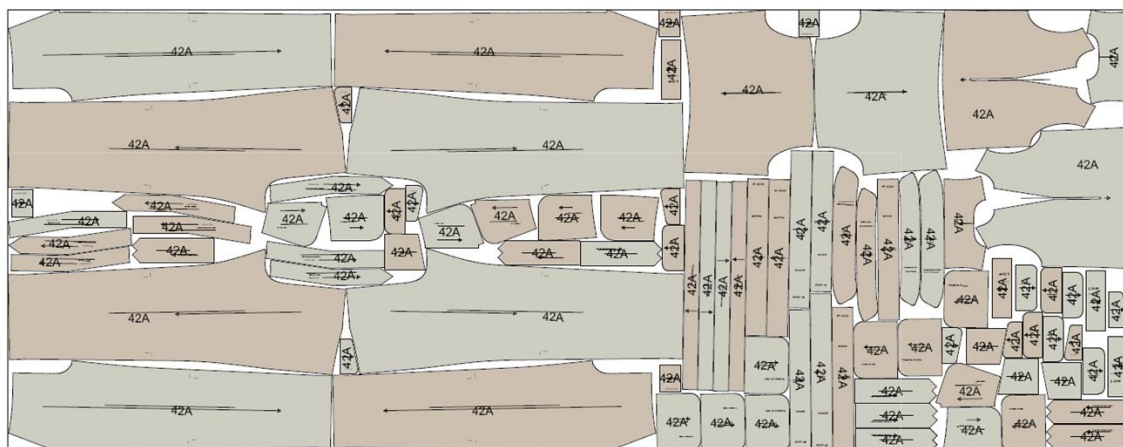


Abbildung 20: Platziertes Mehrgrößen Schnitt Bild für Plot und Cut

Die virtuelle Produktentwicklung setzt im Prozess bei den vorhandenen 2D Schnittteilen im CAD System an. Diese werden im 3D System „virtuell“ um einen Avatar vernäht, welcher den Referenzkörper repräsentiert (d.h. eine Körperform entsprechend der Ziel Körper-Maßtabelle aufweist). Hierzu werden zunächst die Vernähinformationen im CAD Schnitt hinterlegt, also zum Beispiel die Vernähung der entsprechenden Säume/Kanten des linken und rechten Vorderteils eines Kleides. Diese Schnittteile werden anschließend automatisiert auf so genannte Hüllflächen um den Avatar positioniert. In Abbildung 21 ist dies auf der linken Seite zu erkennen wobei auch die virtuell angebrachten Nähte erkennbar sind. Durch den Start der Simulation werden diese Nähte zusammengefügt (virtuell vernäht) und es ergibt sich so ein auf dem Avatar sitzendes Bekleidungsstück (Abbildung 22).

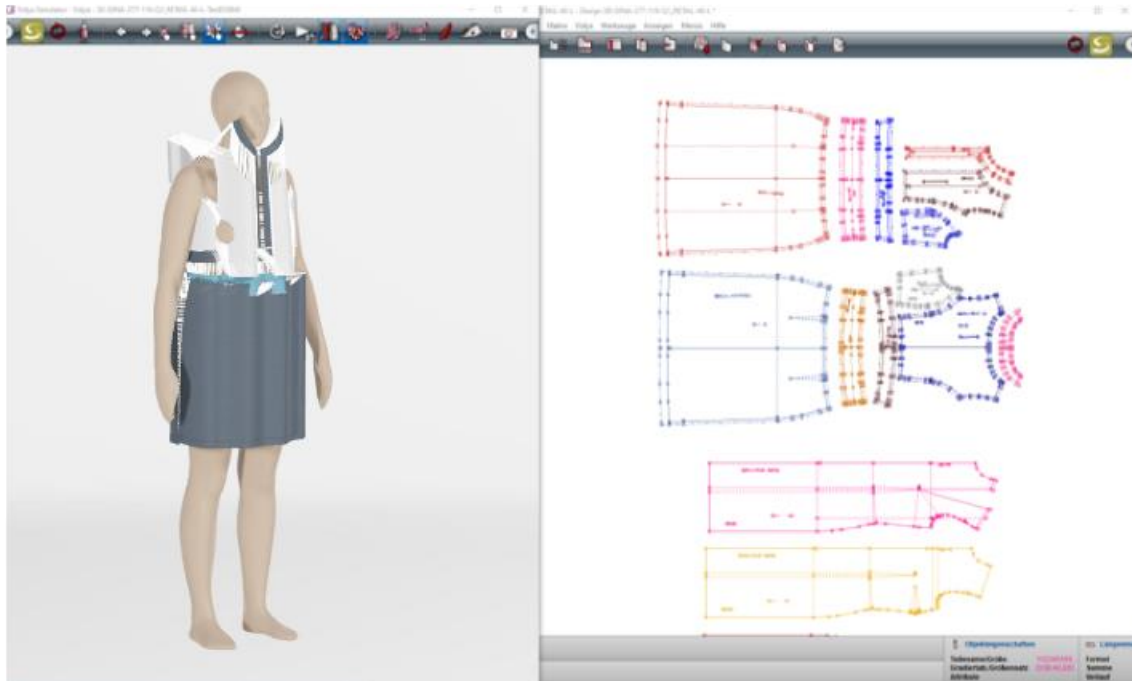


Abbildung 21: Schnittteile eines Kleides im CAD (rechts) vorpositioniert um den Avatar in 3D (links)

Die Avatare werden von Avalution über einen passenden Webservice bereitgestellt. Die Generierung von kundenindividuellen Avataren (weitere Details dazu folgen im folgenden Abschnitt 3.8), Anprobemodell- und Büstenavataren oder auch Größentabellen-spezifischen Avataren erfolgt über diese Schnittstelle. Die Avatargenerierung erstellt anthropometrisch valide Avatare auf Basis einfacher Körperparameter und unter Berücksichtigung statistischen Reihenmessungswissen und morphologischer Merkmale (variable Anzahl von Körpermaßen, korrelative Zusammenhänge zwischen Körpermaßen und Morphotypen).

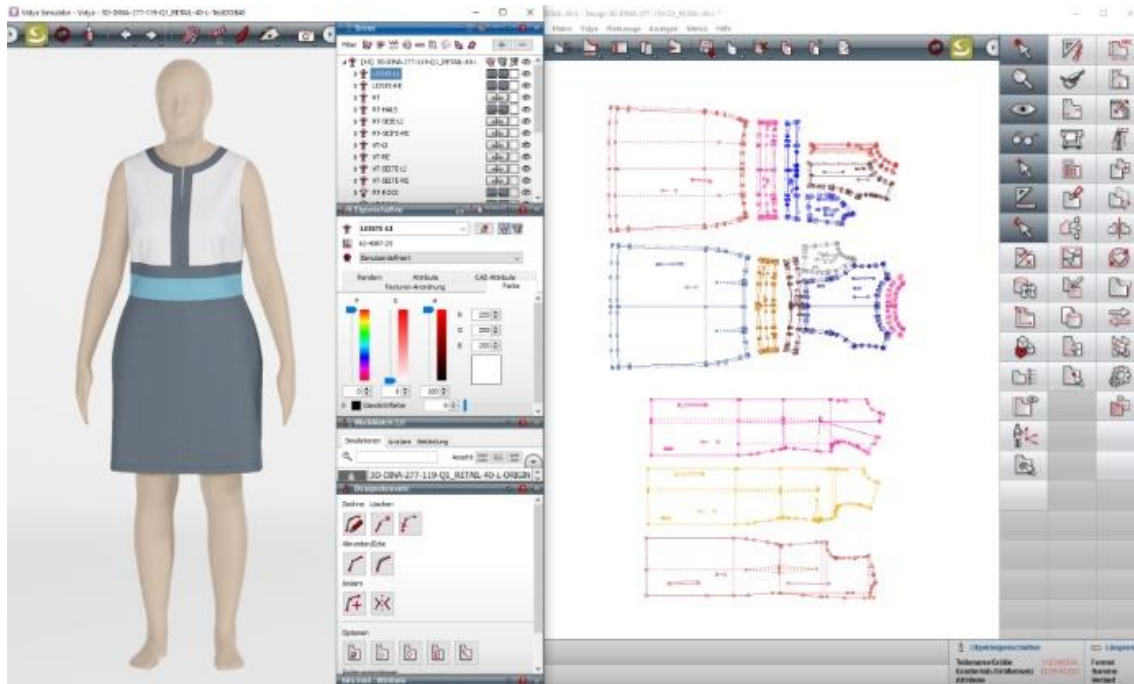


Abbildung 22: Ergebnis der Vernähung durch Simulation in 3D (links)

2-D und 3-D sind somit hierbei eng miteinander verkoppelt. Eine Änderung der Geometrie eines Schnittteils in 2-D führt sofort zu einer entsprechenden Änderung in der 3-D Ansicht. Zusätzlich kann ohne Simulation die optische Ausstattung des Kleidungsstücks in 3-D angepasst beziehungsweise ausgearbeitet werden. So können schnell Varianten eines Produktes mit unterschiedlichen Farbverläufen oder Ausstattungsdetails erstellt werden. In Abbildung 1 sind weitere Beispiele virtueller Visualisierungen dargestellt. Es können auf diese Weise vollständige Outfits simuliert werden auf menschlich aussehenden Avataren in sehr hoher Qualität. Wie bei einem realen Fotoshooting können die Produkte hierbei durch entsprechende Ausleuchtung vorteilhaft in hoher Qualität präsentiert werden.

WEB Service für automatisierte Passformvisualisierung

Die virtuelle Bekleidungssimulation für dieses Projekt im Rahmen von Arbeitspaket 3 setzt direkt auf diesem Datensatz auf (und somit direkt auf die Geometrie und Passform, welche zur Ansteuerung der Produktion verwendet wird) und stellt WEB Services zur Verfügung, die automatisch ein virtuelles Bekleidungsstück auf verschiedene Ziel-Avatare simulieren und diese Ergebnisse für die Passformkontrolle aufbereiten. Hierdurch kann ein in der Produktentwicklung vorbereitetes virtuelles Bekleidungsprodukt automatisiert einem neuen Avatar angezogen werden, indem im vorhandenen Datensatz der Avatar ausgetauscht wird, die Bekleidung zunächst nur durch mathematische Transformation auf die neue Körperform umgerechnet wird und anschließend durch eine physikalisch basierte Ausgleichssimulation der reale Zustand errechnet wird.

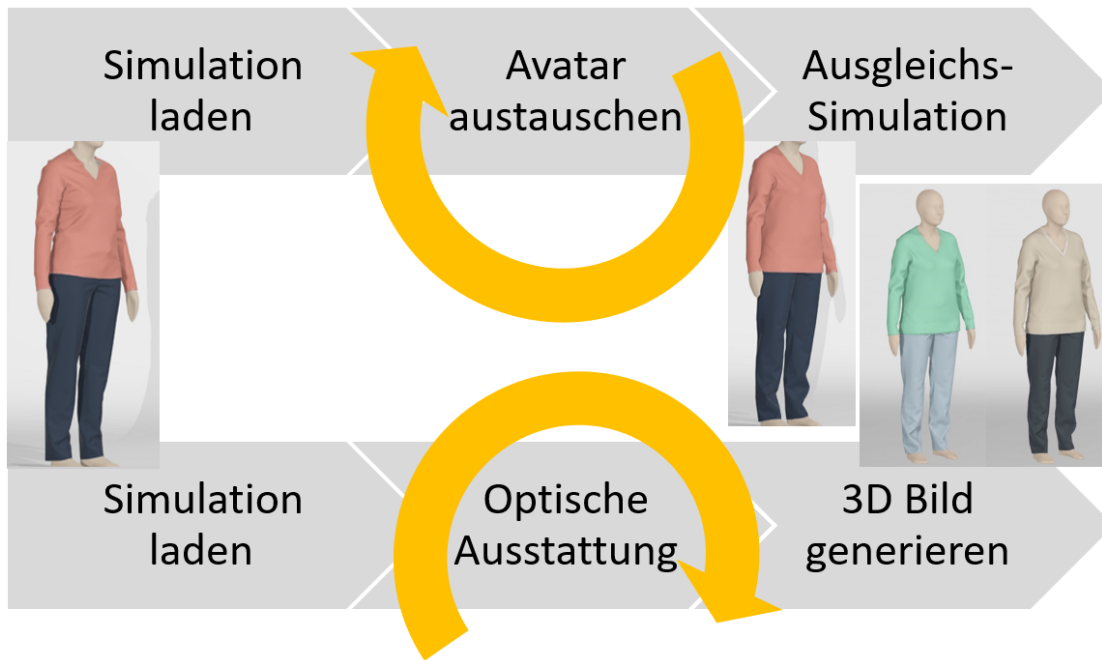


Abbildung 23: Schematische Darstellung des Prozesses für die automatische Ausgleichsimulation und 3-D Bildgenerierung.

Die resultierende 3D Form von Avatar und Bekleidung wird in einem zweiten WEB Service Modul optisch aufbereitet, indem die 3D Form in verschiedenen frei definierbaren Ansichten gerendert wird. Insbesondere können mit diesem Service dann gerasterte Rundumansichten generiert werden (z.B. 16 Bilder eines Produktes durch Unterteilung der 360 Grad in 22,5 Grad Schritten), welche in einem 3D Viewer dann eine dynamische 3D Ansicht realisieren. Siehe dies auch im Webshop in Abbildung 8 und Abbildung 45.

Dieses grundlegende Konzept einer automatischen Passformkontrolle durch Bekleidungssimulation ist in Abbildung 23 schematisch dargestellt. Die Automatisierung wird dadurch erreicht, dass immer von einer manuell erstellten Referenzsimulation pro Größe ausgegangen wird. In dieser Referenzsimulation können spezifische Anforderungen an die Drapierung des Kleidungsstücks manuell eingearbeitet und somit berücksichtigt werden. Dies ist insbesondere für weit sitzende Bekleidung (körperfern) erforderlich.

Die Simulation des Kleidungsstücks auf dem individuellen Avatar des Kunden erfolgt dann nicht durch vollständige Neusimulation, sondern durch den automatisierten Austausch des Referenz Avatars mit dem individuellen Avatar des Kunden. Dieser automatisierte Austausch ist die Kernkomponente des Konzepts für automatisierte Simulationen. Würde man für jede Simulation den Prozess wieder vollständig von neuem starten, ergäben sich einerseits Performance und andererseits Stabilitätsprobleme. Durch die mathematische Transformation der 3-D Positionen der Bekleidung vom Referenzavatar auf den individuellen Kunden Avatar wird ein neuer Start für die Bekleidungssimulation geschaffen, welcher sich bereits sehr nah am finalen Status befindet. Wir sprechen hier von einer „Ausgleichsimulation“. Hierbei werden der Sitz und Fall des Kleidungsstücks nur noch entsprechend des individuellen Avatars korrigiert. Es entstehen also beispielsweise zusätzliche Falten bei einer Verschlankung beziehungsweise Falten verschwinden, wenn Umfänge wachsen. Der hierfür erforderliche Zeitbedarf für die Simulation ist um mehr als eine Größenordnung geringer.

Dieses Konzept wurde um die Methode einer iterativen Annäherung der Zielform durch Zwischenschritte (z.B. Brustumfang plus 8 cm wird erreicht durch Berechnung mit einem Zwischenschritt auf Basis eines Avatars, welcher plus 4 cm aufweist) erweitert und erfolgreich getestet. Darüber hinaus wurden weitere Methoden für die Umsetzung dieses Konzepts implementiert und evaluiert: Einführung eines Dämpfungsprofils um Überschwingen der Bekleidung während der

Ausgleichssimulation, ausgelöst durch die mathematische Transformation der 3D Bekleidungsform auf den neuen Zielkörper und damit verbundenen Kräften, zu kompensieren.

Eine weitere wichtige Kernkomponente des Konzeptes ist die grundsätzliche Trennung der Web Services in den Bereich Simulation und Rendering. Hierdurch kann eine Simulation welche den Fall eines Produktes repräsentiert im Nachgang für unterschiedliche Varianten getrennt aufbereitet und insbesondere auch Visualisierungen für die Passform generiert werden. Dies erhöht somit signifikant die Performance und Flexibilität des gesamten Prozesses. Durch Betrachtung des Produktes in 3D kann die Passform zunächst optisch erfasst werden. Durch eine automatisierte vergleichende Darstellung der Passform der jeweils kleineren bzw. größeren Größe des Bekleidungsproduktes kann die auf Basis der Maßtabellen vorgegebene Größenempfehlung virtuell optisch überprüft werden (z.B. im Hinblick auf persönliche Tragepräferenzen oder individuelle Körperausprägungen), siehe beispielhaft in Abbildung 25. Durch die Definition von Close-up Views können Details explizit herausgestellt werden. Eine automatische Fehlfarben-Berechnung (Farbe stellt Spannung bzw. Abstand vom Körper dar) ergänzt dieses Konzept einer optischen Passformkontrolle welches im Zusammenspiel mit der im Arbeitspaket 4 entwickelten Passformempfehlung von Avalution eine vollständige Beurteilung ohne Muster erlaubt. Diese Falschfarbenvizualisierungen können im Einpflegeprozess und der darin enthaltenen virtuellen Anprobe effektiv genutzt werden (siehe Abbildung 24), dem Endkunden sind diese aber nicht vermittelbar.

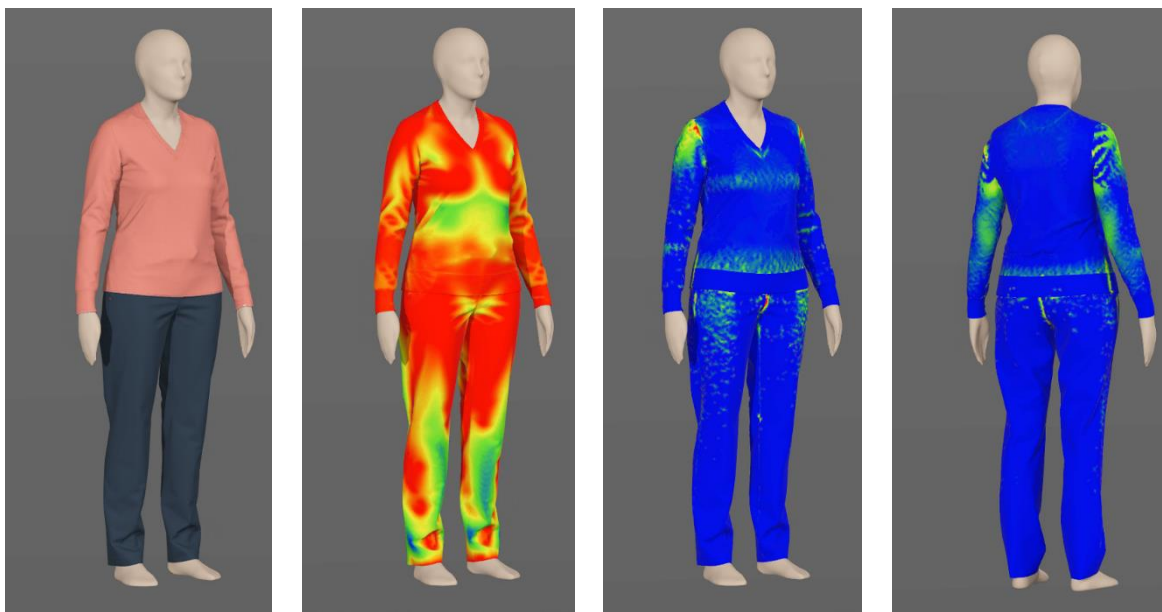


Abbildung 24: Falschfarbenvisualisierung einer Bekleidungskombination (links) mit Körperabstand (mitte links) oder Spannung (mitte rechts und rechts)

Plattformintegration

Die WEB Services wurden in die demonstratorhafte cloudbasierte Plattform im Rahmen von Arbeitspaket 5 zusammen mit den Projektpartnern integriert (siehe auch Abbildung 4, Abbildung 7, Abbildung 8, Abbildung 14, Abbildung 31 und Abbildung 39 bis Abbildung 50). Auf Basis einer virtuellen Bekleidungssimulation können alle Zielformen für ein Produkt ermittelt und automatisiert vorberechnet werden. Der Service für individuelle Größenempfehlung kann auf diese Daten zugreifen und den für einen individuellen Körper sich ergebende Passform somit optisch darstellen.

Ein Orchestrierungsmodul steuert die Web Services, so dass der durch den Webservice für die individuelle Avatar Generierung erzeugte Avatar übernommen, in der für das Produkt hinterlegten Referenzsimulation der Austausch des Referenz Avatars durch den übernommenen Avatar durchgeführt und anschließend die Ausgleichssimulation angestoßen wird, sowie schließlich der Webservice für Rendering der finalen Bild Ausgabe ausgeführt wird.

Der Webshop in Abschnitt 3.5 dient damit als Frontend dieser Integrationsplattform, die vorbereitete, automatisierte Inhalte aus Vidya, insbesondere aus dem Bereich Passformvisualisierung, kombiniert mit Produkt- und Endkunden-nahen Informationen, wie beispielsweise individuellen Größenempfehlungen, bereitstellt. Die Inhalte des Webshops, Realisierungen und Ergebnisse eben dieser Integrationsplattform, beruhen auf eingepflegten Artikeln, Daten und Avataren. Dies wird im folgenden Abschnitt 3.8 näher beleuchtet. Hier tritt insbesondere die virtuelle Anprobe als prinzipielle Illustration vergleichender Passformvisualisierung in Erscheinung (siehe Abbildung 25).

3.8 Virtueller Einpflegeprozess und individuelle Größenempfehlung

Um Bekleidung im Online-Shop individualisiert und virtuell anzeigen zu können, bedarf es neben der virtuellen Produktentwicklung und Passformvisualisierung noch zwei weiteren Aspekten: zum einen muss eine dem Kunden angepasste Größe für das Bekleidungsstück empfohlen werden können und zum anderen müssen die dafür notwendigen Informationen und Daten in einer geschlossenen, vollständig digitalen Kette eingebunden werden. Dies wird im Folgenden betrachtet.

Grundlagen

Die individuelle Größenempfehlung kombiniert die aus Retail und Online Shopping bekannten Größentabellen eines Produktes (z.B. „welchen Brustumfang sollten Sie bei Größe 40 haben“) mit den individuellen Körpermaßen des Endkunden, gleicht diese Differenzen mit Toleranzbereichen für die verwendeten Maße ab, gewichtet die Maße nach ihrer Bedeutung und gibt eine Empfehlung der nächstgelegenen Größe für die Körpermaße des Endkunden.

Für letzteres dient die individuelle Avatargenerierung. Diese erlaubt es, über die Angabe persönlicher Daten (Geschlecht, Alter, Körperhöhe, Gewicht, Abbildung 32 im Anhang), optionaler, zusätzlicher Körpermaße (Bauchumfang, etc., Abbildung 34 im Anhang) und Körperformen (Abbildung 33 im Anhang) eines zu den angegebenen Werten passenden Avatars zu generieren. Man beachte, dass sich Individualität in diesem Zusammenhang auf die eingegebenen, persönlichen Daten, Maße und Merkmale bezieht. Individuelle Features, Besonderheiten, Gesichtszüge oder sonstige, nicht-durchschnittlichen Eigenschaften können nicht generiert werden, dafür sollte ein Ganzkörperscanner verwendet werden. Für die Erstellung des Endkundenavatars im Webshop wurde ein Widget entwickelt, das als graphisches Frontend des Workflows der Avatargenerierung in einer Webseite integrierbar ist. Dadurch ist es dem Endkunden möglich, nach Auswahl eines Bekleidungsstückes und anstelle der manuellen Wahl einer Größe auch eine individuelle Größenempfehlung zu bekommen.

Die Angabe von individuellen Tragepräferenzen (Abbildung 36 im Anhang) können die Größenempfehlungen weiter individualisieren, sie modifizieren die verwendeten Körpermaße des Endkunden im Sinne des subjektiven Empfindens und steuern damit direkt einen Wechsel in die Größenempfehlung einer anderen Produktlinie (Slim Fit vs Regular Fit).

Letztlich hängt die Güte einer Größenempfehlung allerdings von zwei essentiellen Punkten ab:

1. Präzision der eingegeben Größentabelle und der zugehörigen Fitting Parametern zum beschriebenen Artikel und der zugehörigen Designphilosophie
2. Kohärenz der Bestimmung der Körpermaße des Endkunden zur verwendeten Größentabelle

Der Weg zu einer sinnvollen Größenempfehlung wird als Einpflegeprozess bezeichnet. Die virtuelle Einpflege plant konzeptuell die Eingabe des Wissens über Schnitte, Designphilosophien (eher eng als weit, Maß XY spielt nur untergeordnete Rolle), Bekleidungswissen (Material ohne stretch, zu eng geht irgendwann nicht mehr) und Anatomiewissen (Brustumfang braucht Spielraum zum Atmen). Unterschieden werden muss hierbei zwischen initialer Eingabe (Produktgruppe, verwendete Maße und Größen, Größentabelle, Priorisierung, Designphilosophie, Randbedingungen), Passformvisualisierung (visuelle Inspektion von Passformgrenzen) und der Optimierung anhand von Kundendaten. Aus den initialen Informationen wird für das korrespondierende Produkt eine Größenempfehlung abgeleitet. Die Parametrisierung der Größenempfehlung aus Fertigmaßtabellen und geringer Anzahl an Trainingsdaten wurde an Beispielen evaluiert und anhand verschiedener Bekleidungsstücke gespiegelt. Im Folgenden werden diese beispielhaften Schritte vorgestellt und Details im Weiteren diskutiert.

Startpunkt zur Einpflege

Ausgangspunkt zur Einpflege eines Artikels sind die verfügbaren Informationen. Hier scheiden sich die Wege bereits aufgrund vieler verschiedener Möglichkeiten, ob

- das Bekleidungsstück virtuell entwickelt wurde und der Schnitt digital vorliegt,
- gegebenenfalls vollständig virtuell entwickelt wurde und jede Größe bereits auf einem jeweiligen Referenzavatar simuliert wurde, oder auch,
- ob der Artikel nur rein physikalisch vorliegt und repräsentativ ausgemessen werden kann.

Verschiedene Verfügbarkeitslevel erfordern verschiedene Herangehensweise, gegebenenfalls müssen Anproben an realen Personen oder auch nur Büsten verwendet werden, um Erfahrung zu Designphilosophien, Bekleidungswissen und mögliche Mehrweiten zwischen Mensch (Körpermaß) und Bekleidung (Fertigmaß) zu sammeln. Zusätzliche Herausforderungen ergeben sich durch Produktionstoleranzen bei der Bekleidung selbst, sowie der Formveränderung der Bekleidung bei wiederholtem Waschen (einlaufen).

Die in diesem Projekt verwendeten Beispiele gehören zum anderen Ende des Spektrums. Ein bekannter Bekleidungshersteller stellte uns Beispiele aus der hauseigenen Golf-Kollektion (siehe Abbildung 51 und Abbildung 31 im Anhang, sowie die bereits zuvor erwähnten Abbildung 39, Abbildung 40 und Abbildung 41 im Anhang) mit vollständig vorhandenen, digitalen Spezifikationen zur Verfügung. Die Datensätze beinhalteten sowohl die Vidya Simulationsdateien auf Referenzavataren, als auch die zugehörige Körpermaßtabelle (Abbildung 52 im Anhang).

Ersteinpflege

Die erstmalige Anlage eines Artikels erfolgt bei Avalution in einer hauseigenen Produktdatenbank zur Produktbeschreibung. Neben generellen Metadaten werden hier hauptsächlich bekannte Informationen über

- Größenlisten,
- verwendete Maße und
- Zuordnungen zwischen Maß und Größe

abgelegt (siehe Abbildung 53 im Anhang). Sollte ein Maß (was vor allem bei Hersteller-spezifischen Fertigmaßen vorkommt) nicht im System enthalten sein, kann es in der Maßverwaltung neu angelegt werden. Im vorliegenden Fall wurde beispielhaft die Körpermaßtabelle des Herstellers direkt im Artikel hinterlegt (reduziert auf die später notwendigen Körpermaße).

Für die Anlage einer Fittingregel für einen Artikel können die Größentabellenangaben aus dem Artikel übernommen werden. Im Falle von Fertigmaßen muss ein zugehöriges Körpermaß aus der Liste der vom Avatar zur Verfügung stehenden Maße (inklusive Umrechnungsfaktor oder Mehrweite) ausgewählt werden. Zusätzlich zur Größentabelle werden globale Parameter und Attribute gesetzt, unter anderem

- Gewichtung der einzelnen Maße untereinander, sowie
- Filterung, in welcher Entfernung zur Größentabelle ein Körpermaß als „passt gerade noch“ oder „kritisch“ angesehen wird.

Abbildung 54 im Anhang illustriert beispielhaft eine solche Fitting Regel.

Die Umwandlung von Designphilosophien, Bekleidungswissen und Anatomiewissen in Zahlenwerte ist ein kritischer und gleichzeitig sehr subjektiver Punkt. Zusätzlich ist die Zuverlässigkeit angegebener Größentabellen oft auch nur bedingt gegeben. Es ist daher notwendig, die erste Schätzung einer Fitting Regel zu validieren, was im virtuellen Bereich durch die Optionen in den beiden folgenden Abschnitten geschehen kann.

Optimierung an Zielgruppe

Die Fitting Regel kann im Regeleditor modifiziert und der Einfluss der Änderungen direkt auf mehreren Sichtweisen hin analysiert werden:

- Zu einer gespeicherten Testmenge von Personen kann grafisch dargestellt werden, wie die Größentabelle und die Toleranzbereiche in Bezug auf diese Probanden liegen. In Abbildung 55 im Anhang sind alle erwachsenen Frauen aus der Reihemessung SizeGERMANY dargestellt, sowie eine DOB-ähnliche Größentabelle mit 3 Größenläufen und den Maßen Hüftumfang und Schritthöhe. Die farbliche Markierung entspricht hier der Größenempfehlung in eine der drei Größenläufe und zeigt, daß hier die Größenempfehlung überproportional viele kurze Größen (rot) empfohlen hat, während normale (blaue) Größen (obwohl meist mehrheitlich vertreten) weniger und lange Größen (grün) kaum vorhanden sind.
- Ist die Testmenge an Personen repräsentativ für die Zielgruppe des Artikels, dann kann über die empfohlenen Größen ein Histogramm erstellt werden, welches darstellt, wie oft welche Größe als passend berechnet wurde. Liegen dann zusätzlich historische Verkaufsdaten zum Artikel vor, dann kann mit dem entsprechenden Histogramm verglichen werden. In Abbildung 56 im Anhang ist solch ein Vergleich zu sehen, eine Verschiebung der Verteilung ist eindeutig notwendig.
- Liegen für eine Testmenge an Personen neben Körpermaßen auch Anprobenergebnisse (Fit Assessments) vor, dann kann mit der Fitting Regel eine Fitting Quote berechnet werden. Diese Quote illustriert, wieviele Personen aus der Testmenge die richtige Größe empfohlen bekamen. Hier kann das Ziel sein, anhand von Änderungen in der Fitting Regel eine Verbesserung der Quote herbei zu führen.

Bei allen drei Punkten muss eine Modifikation der Fitting Regel mit Bedacht gewählt und vollzogen werden. Eine zu kleine Testmenge kann in die Irre führen, eine große Abdeckung der Bevölkerung mit der Fitting Regel zu erzwingen ist passformtechnisch unsinnig, die richtigen Körpermaße für einen Artikel für die Größenempfehlung zu finden ist notwendig, usw. Letztendlich werden immer zusätzliche Informationen benötigt, um eine Größenempfehlung zu verbessern und/oder zu validieren. Wie bereits in den Sichtweisen gefallen, sind Anproben, sei es durch historische Daten (Bestellhistorien, vorher durchgeführte Einkleidungen) oder neue Anprobetests an Probanden oder Büsten, die beste Art der Zusatzinformationen, da eine visuelle Komponente über Passform entscheiden kann. Diese Anproben können bei zur Verfügung stehenden Daten im virtuellen Raum durchgeführt werden.

Virtuelle Anprobe

Für eine Größenempfehlung ist es relevant, welche Maße beteiligt sind, wie sie zueinander gewichtet sind, wie ein Endkunde zu den verschiedenen Größen positioniert ist und wie diese Positionierung bei den verschiedenen Maßen gewichtet wird. Eine entscheidende Komponente davon kann allerdings visualisiert werden.

Die Fitting Regel besteht letztendlich für jede Größe und für jedes beteiligte Körpermaß aus einer Stützstelle und einem zulässigen Toleranzbereich. Die Stützstelle, also eine kleine Menge vorgegebener Körpermaße, kann für die Avatargenerierung verwendet werden, da hier über eine

Schnittstelle durch die Angabe persönlicher Daten (hier: Geschlecht), Körpermaße (hier z.B. Körper- und Schritthöhe, Hüft-, Taillen- und Brustumfang) und, falls für den Artikel als Zielgruppe angegeben, auch Körperformen (Morphotypen) eines zu den angegebenen Werten passenden Avatars generiert wird. Die Bekleidung muss als 3D-Simulation vorliegen, womit sie dann auf diesem Avatar, der realisierten Stützstelle/Spalte der Größentabelle dargestellt werden kann.

Im nächsten Schritt können dann für die Toleranzgrenzen Änderungen am Avatar vorgenommen werden. Beispielsweise den Brustumfang um 6cm verkleinern oder um 8cm vergrößern. Auf diese Art und Weise entstehen bei 3 Körpermaßen (die hier beispielhaften genannten Umfänge an Hüfte, Taille und Brust) bereits 26 neue Avatare. Über automatisierte Simulationsketten kann die Simulation des Stützstellen-Avatars auf diese neuen propagiert werden. Anschließend ist es möglich, virtuelle Passformreviews an den Toleranzgrenzen durchzuführen und zu entscheiden, ob die Grenzen der Passform realistisch oder zu eng oder zu weit gefasst sind.

In Abbildung 25 ist solch ein Prozess beispielhaft dargestellt. Links sind die Referenzsimulation und die 5 angegebenen Körpermaße dargestellt. Rechts ist mittig der oben genannte Stützstellen-Avatar mit der angepassten Simulation, sowie sternförmig davon ausgehend Veränderungen des Avatars im Brust- und im Hüftbereich.

Mit Hilfe dieser virtuellen Anprobe ist es möglich, visuell die Konsistenz des Schnittes, die Passform der Bekleidung auf dem Avatar der Größentabelle und die Sinnhaftigkeit der Toleranzgrenzen für die Größenempfehlung zu überprüfen und gegebenenfalls Parameter zu ändern.

Optimierung anhand von Bestellhistorie

Ein besonderer Fall von verfügbaren Anprobenergebnissen, also dem Vorliegen einer Testmenge an Personen mit Fit Assessments, ist eine Bestellhistorie (die Frage ob retourniert oder behalten muss natürlich mit beantwortet sein), sofern entweder (unwahrscheinlich) die Körpermaße des Kunden oder (möglich) die, für die Avatargenerierung notwendigen, persönlichen Daten des Kunden zur Verfügung stehen. Oft ist dies eine Datenmenge, die sich erst während des Betriebes/Verkaufs eines Artikels im Online Handel aufbaut.

Wie beschrieben kann mit der Fitting Regel eine Fitting Quote berechnet werden. Diese Quote illustriert, wie viele Personen aus der Testmenge die richtige Größe empfohlen bekamen. Hier kann das Ziel sein, anhand von Änderungen in der Fitting Regel eine Verbesserung der Quote herbei zu führen.

Liegen hinreichend viele Datensätze vor, das heißt jede Größe muss von einer Mindestanzahl an Personen abgedeckt/bestellt worden sein, dann können statistische Verfahren verwendet werden, um eine möglichst gute Fitting Quote zu erzielen. Dabei wird für jede Größe der Schwerpunkt innerhalb der Fit Assessments berechnet, sowie Hyperebenen als Abgrenzung zwischen den Größen in den Maßraum gelegt. Dies trägt der Tatsache Rechnung, dass immer nur zwei Größen verglichen werden sollten und sich die Einflusswolken dieser zwei „gewählten Größen“ immer überlappen und dort eine möglichst gute Trennung erfolgen kann, bei der möglichst wenig Falschvorhersagen entstehen würden. Abbildung 26 illustriert einen solchen Fall, in dem die Kunden entsprechend der FitAssessments markiert, Konfidenzellipsen und die Hyperebenen zur Trennung der Größenempfehlung eingezeichnet sind.

Abschluss

Mit Hilfe der virtuellen Einpflege, verknüpft mit der Kombination aus Herstellervorgaben und Wissen um die menschliche Anatomie zu einer individuellen Größenempfehlung, sowie virtueller Bekleidungssimulation und fortschrittlicher Passformvirtualisierung entsteht ein innovatives und modellhaftes Kooperations- und Servicemodell zwischen Hersteller und Online-Händler in der digitalen

Lieferkette von Bekleidung. Durch die Entwicklung eines vollständig digitalen Vertriebsprozesses zwischen Hersteller, Händler und Endkunde gestützt auf die virtuelle Produktpräsentation und individuelle Größenempfehlungen ist es möglich, verschiedenste Gründe für Retouren bereits im Keim zu reduzieren.



Abbildung 25: Virtuelle Anproben an Toleranzgrenzen

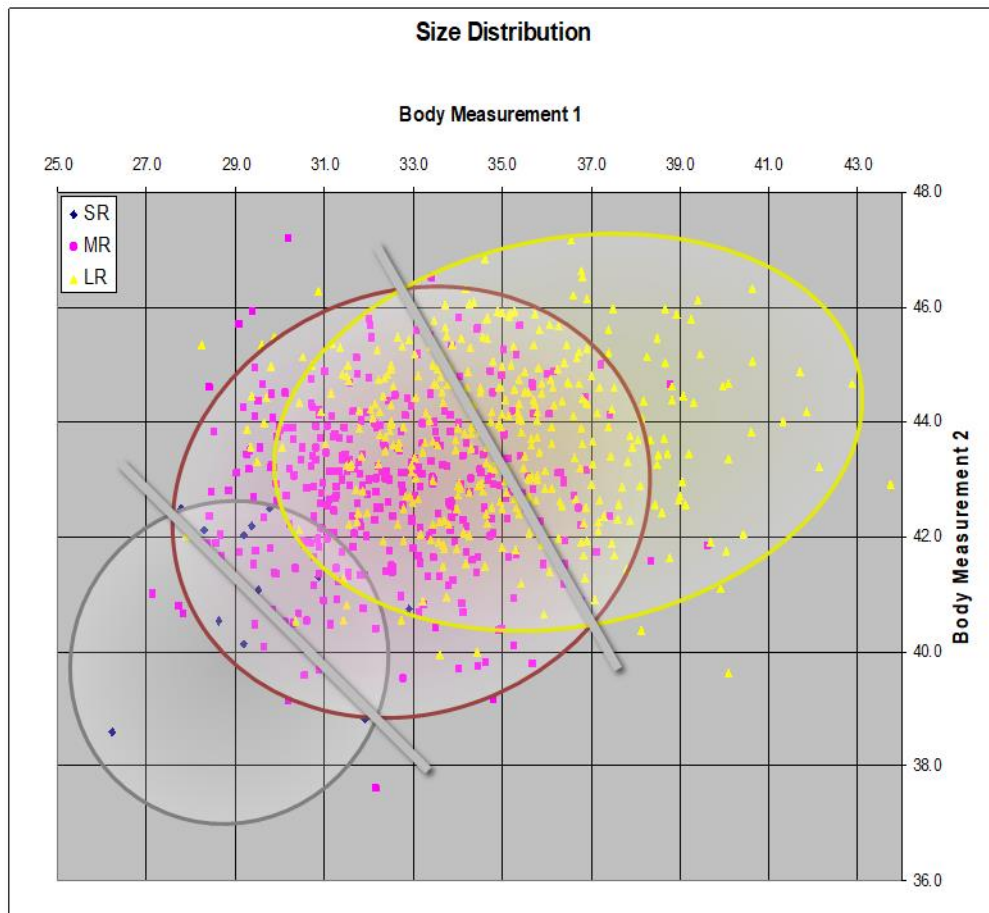


Abbildung 26: Fittingellipsen und -separierung

4 Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung der Vorhabensergebnisse

Die ökologische Bewertung erfolgt unter Berücksichtigung der Verwendung aller technologischen Bestandteile, die im Projekt entwickelt wurden. Unter dem Gesichtspunkt der Retourenreduktion ist zu betrachten, dass die im Vorfeld diskutierten, technologischen Maßnahmen, wie zum Beispiel Avatargenerierung, virtuelle Größenempfehlung, 3D-Produktsimulation am individualisierten Avatar, usw., erfolgreich zusammenarbeiten.

Ausgehend davon, dass neu hergestellte Kleidung aus unterschiedlichen Fasermischungen besteht, wurde folgende durchschnittliche Zusammensetzung zugrunde gelegt (Abbildung 27).

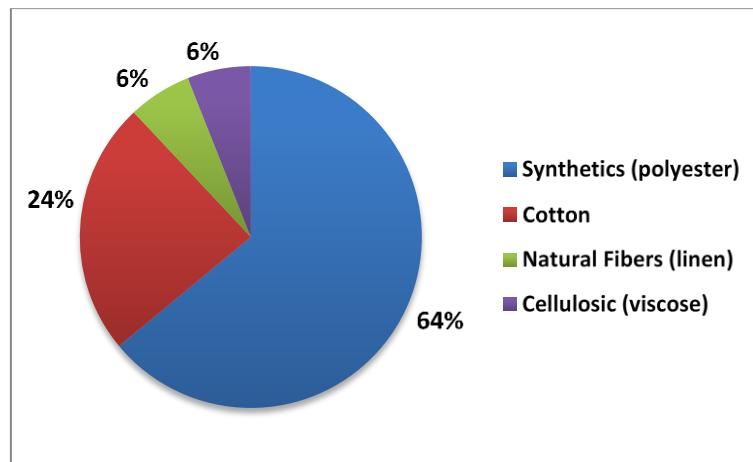


Abbildung 27: Anteil der jährlich weltweit produzierten Fasern (vgl. (Quantis, 2018))

Für diese durchschnittliche Fasermischung wurde in der Herstellungsphase (LCA Modell 1) berechnet, dass 1 kg durchschnittliche Bekleidung in der Herstellung ca. 16 kg CO₂-äq verursacht. Dazu wurde die mittlere (150 dtex) Garnfeinheit angenommen und dass die Stoffe gewebt wurden. Damit werden im Vergleich zur Ausgangslage 20% weniger CO₂ Emissionen angenommen als ursprünglich angenommene 20 kg CO₂-äq. Dieser Wert kann jedoch sehr stark variieren, beispielsweise zwischen 5 und 50 kg CO₂-äq für 1 kg der obengenannten Materialienmischung. Die vier Hauptgründe dafür sind:

- Die Garnfeinheit der jährlich weltweit produzierten Stoffe ist in der Literatur nicht betrachtet. Die Tabelle 2 zeigt deutlich, dass die feineren Garne mehr Strom verbrauchen. Zum Beispiel, 1 kg grobe (250 dtex) Baumwollgestricke verursachen 9,89 kg CO₂-äq, aber wenn es um feine (70 dtex) Gestricke geht, dann steigt dieser Wert auf 15,19 kg CO₂-äq. Dieses Phänomen gilt für alle betrachteten Materialien aus der Tabelle 2.
- Die Differenzierung zwischen gewebten und gestrickten Stoffen ist in der Literatur kaum vorhanden. Wie die Tabelle 2 zeigt, steigen die CO₂ Emissionen auf 12,28 kg CO₂-äq für grobe (250 dtex) Baumwollgewebe und auf 23,73 kg CO₂-äq für feine (70 dtex) Gewebe.
- Der GWP Wert des verwendeten Strommixes kann zudem sehr variieren. In der Herstellungsphase (LCA Modell 1) wurde der deutsche Strommix verwendet, der nach der ecoinvent 3.6 Datenbank 0,63 kg CO₂-äq je kWh verursacht. Für die erneuerbaren Energien kann diese Zahl drastisch sinken, aber ebenso kann dieser Wert für die schmutzigen Technologien sehr steigen. Ebenso ist die länderspezifische Differenzierung sehr signifikant. Bei Verwendung des chinesischen oder des indischen Strommixes kann das GWP je kWh um +50-75% variieren. Zum Beispiel, für die Berechnung des obengenannten GWP Wertes von 16 kg CO₂-äq wurde eine mittlere Garnfeinheit (150 dtex) und ein Webprozess verwendet. Diese beiden Prozesse und die noch zusätzlichen Prozessen die ebenfalls Strom verwenden, haben insgesamt einen Stromverbrauch von 15,56 kWh. Dieser Verbrauch verursacht mit dem deutschen Strommix 9,8 kg CO₂-äq. Für den schweizer Strommix (GWP = 0,11 kg CO₂-äq je kWh) würden für den Stromverbrauch lediglich 1,71 kg CO₂-äq anfallen. Falls der indische Strom aus Kohlegewinnung (GWP = 1,4 kg CO₂-äq je kWh.) verwendet wird, steigen den CO₂ Emissionen nur wegen des Stromes auf 21,78 kg CO₂-äq. Falls es sich um feine (70 dtex) Gewebe handelt, steigt dieser Wert weiter auf 40,77 kg CO₂-äq.
- Die verwendeten Technologien in der Veredlungsphase können drastisch variieren. Verschiedene Literaturquellen berichten daher sehr unterschiedliche Energiebedarfe, Chemikalien- und Wassermengen. Um diese Phase genauer zu betrachten, müssen zuerst die spezifischen Artikel ausgewählt, und die zur Herstellung zugrunde gelegten Technologien berücksichtigt werden. Eine wichtige Rolle spielt hier ebenso die länderspezifische Differenzierung.

Ebenso wurde für die obengenannte durchschnittliche Fasermischung in der Herstellungsphase (LCA Modell 1) berechnet, dass 1 kg durchschnittliche Bekleidung in der Herstellung ca. 670 Liter Wasser verbraucht. Der Wert kann ebenso sehr stark variieren. Die drei Hauptgründe dafür sind:

- Betrachtung unterschiedlicher Wasserressourcen: Wird nur das blaue Wasser aus Oberflächen- (Fluss und See) und Grundwasser betrachtet, oder auch das grüne Wasser aus Regenwasser? Die im Modell benutzte LCA Datenbank ecoinvent 3.6 betrachtet nur blaues Wasser. Typische Werte für grünes Wasser je 1 kg Baumwolle sind je nach Region zwischen 0 m³ (Ägypten) und 15 m³ (Indien), vgl. (Chapagain, Hoekstra, Savenije, & Gautam, 2015).
- Der Anteil des blauen Wassers kann für die Herstellung der Baumwolle in unterschiedlichen Ländern ebenso sehr stark variieren. Typische Werte für blaues Wasser je 1 kg Baumwolle sind je nach Region zwischen 0,1 m³ (Brasilien) und 13 m³ (Turkmenistan), vgl. (Huges, 2018). Wobei der globale Durchschnitt 1240 Liter (1,24 m³) beträgt (auch (Huges, 2018)), oder 1550 Liter für die ecoinvent 3.6 Datenbank.
- Der Wasserbedarf in der Veredelungsphase ist auch je nach Land und verwendeter Technologie sehr unterschiedlich. Im betrachteten LCA Modell 1 wurden 135 Liter in der Veredelungsphase berücksichtigt. In der Literatur werden Wasserbedarfe zwischen 25 und 2000 Liter je kg Stoff beschrieben.

Die folgenden Berechnungen basieren auf 16 kg CO₂-äq und 670 Liter Wasser je kg hergestellter durchschnittlicher Bekleidung. Mit der Annahme, dass durchschnittlich 2,1 kg Bekleidung pro Jahr und pro Person online gekauft wird, werden dadurch jährlich insgesamt 33,6 kg CO₂-äq verursacht und 1407 Liter Wasser verbraucht. Dabei wurden, wie zuvor erläutert, eher konservative Verbräuche zugrunde gelegt. Zusätzlich muss dazu noch ein kleiner Anteil für Verpackung und Transport addiert werden. Dieser Anteil wird mit dem LCA Modell 2 berechnet. Falls der Artikel gekauft wird, wird dieser Anteil nicht als unnötige Umweltbelastung betrachtet. Falls der Artikel retourniert wird, muss dieser Anteil als unnötige Umweltbelastung, zusammen mit dem Rücktransport und der Aufbereitung, betrachtet werden.

In diesem Abschnitt wird gezeigt, welche unnötigen Umweltbelastungen vermieden werden könnten, falls durch die verbesserte Größenempfehlung des Avalution Online Size Finders, die Retourenquote gesenkt wird. Neben der Variation der Retourenquote werden auch zwei Szenarien zur Wiederverwendbarkeit betrachtet. In einem Szenario werden die retournierten Waren wiederverwendet und im anderen Szenario werden 30% der retournierten Waren entsorgt.

Bei einer üblichen Retourenquote von 50%, und der Annahme dass der retournierte Artikel wieder verwendet werden kann, werden wegen der Verpackung, dem Hin- und Rücktransport und der Aufbereitung 3,07 kg CO₂-äq unnötig verursacht und 10 Liter Wasser verbraucht. Falls 30% der retournierten Artikel nach der Retoure entsorgt werden müssen, werden dann neben dieser Umweltbelastung zusätzlich die entsprechende Menge neuer Artikel hergestellt, was insgesamt unnötig 13,48 kg CO₂-äq verursacht und 433 Liter Wasser verbraucht. Das erhöht signifikant die unnötige Umweltbelastung.

Tabelle 5 zeigt die jährlichen Szenarien in welchen der Kunde 2,1 kg Kleidung online kauft. Für unterschiedliche Retourenquoten von 50, 40, 30, 20 und 10 Prozent, sowie den beiden Wiederverwendungs-Szenarien werden die entsprechenden unnötig entstandenen Mengen von GWP und Wasser dargestellt.

Tabelle 5: Unnötige Umweltbelastung für unterschiedliche Retourenquoten (RQ) sowohl mit als auch ohne Abfall Szenario

2,1 kg Bekleidung (64% PES, 24% CO, 6% Flax, 6% CV)	unnötiges GWP (kg CO ₂ -äq)		unnötiges Wasser (Liter)	
	100% wiederverwendbar	mit 30% Abfall	100% wiederverwendbar	mit 30% Abfall
RQ 50%	3,07	13,48	10,0	433
RQ 40%	2,05	8,98	7,0	289
RQ 30%	1,32	5,78	4,0	186
RQ 20%	0,77	3,37	2,5	108
RQ 10%	0,34	1,50	1,0	48

Analog zur artikelspezifischen Darstellung im Webshop, werden die Auswirkungen anhand des durchschnittlichen Artikels und dem jährlichen Verbrauch von 2,1 kg je Person dargestellt (Abbildung 28).

Unnötige Umweltbelastung	
GWP [kg CO ₂ -äq]	13,48
Wasser [Liter]	433
GWP = Autofahren (Benzin) [km]	64,7
GWP = Autofahren (Diesel) [km]	77,3
GWP = Autofahren (Strom) [km]	123,4
GWP = Stromverbrauch Haushalt [h]	123,0

Abbildung 28: CO2 Ausstoß wird in km Autofahren je Person und Stromverbrauch eines Single Haushalts konvertiert

Weiterhin zeigen Abbildung 29 und Abbildung 30, wie die unnötige Umweltbelastung bei reduzierten Retourenquoten drastisch sinkt. Die Zahlen aus der Tabelle 5 wurden mit der Anzahl der Einwohner in Deutschland (83 Mio.) hochskaliert.

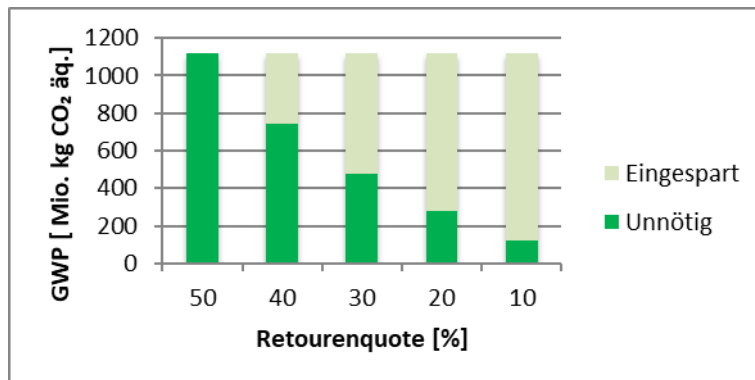


Abbildung 29: GWP Einsparpotenzial bei reduzierten Retourenquoten

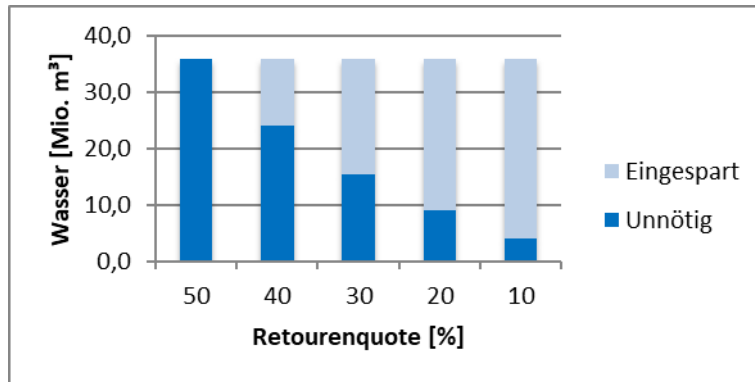


Abbildung 30: Wasser Einsparpotenzial bei reduzierten Retourenquoten

Letztendlich können die Zahlen aus der Tabelle 5 mit der Einwohnerzahl Deutschlands (83 Mio) multipliziert werden, um die gesamte jährliche unnötige Umweltbelastung für Deutschland zu berechnen. Falls die Retourenquote von 40% auf 20% verringert werden könnte, bei einem angenommenen Abfallanteil von 30%, würden ca. 465,6 Mio. kg CO₂-äq und ca. 15 Mio. m³ Wasser eingespart werden.

Neben dem betrachteten Artikel, der je kg durchschnittlich 16 kg CO₂-äq verursacht und 670 Liter Wasser verbraucht, wurden ebenso drei zusätzliche Artikel als optimistisches, wahrscheinliches und pessimistisches Szenario dargestellt. Tabelle 6, zeigt die entsprechende Einsparung der unnötigen Umweltbelastung bei einer Retourenquote Reduktion von 40% auf 20%.

Tabelle 6: Einsparung der unnötigen Umweltbelastung für vier Szenarien bei einer Retourenquote Reduktion von 40% auf 20%

Szenarien (Umweltbelastung je kg Artikel)	A optimistisch	B konservativ	C wahrscheinlich	D pessimistisch
GWP [kg CO ₂ -äq/kg]	5	16	25	50
Wasser [Liter/kg]	200	670	1000	3000
Retourenreduktion von 40% auf 20% für Deutschland bei 30% Verschrottungsquote				
Einsparung GWP [Mio. kg CO ₂ -äq]	225,8	465,6	661,5	1206,8
Einsparung Wasser [Mio. m ³]	4,7	15,0	22,2	65,7
Retourenreduktion von 40% auf 20% für Deutschland bei 0% Verschrottungsquote				
Einsparung GWP [Mio. kg CO ₂ -äq]	106,2	106,2	106,2	106,2
Einsparung Wasser [Mio. m ³]	0,37	0,37	0,37	0,37

Die Phase des Versands wurde ebenfalls aus ökonomischer Sicht analysiert. Retouren verursachen zusätzliche Rücktransport- und Aufbereitungskosten, und liegen typischerweise im Bereich von 10€ bis

20€. Entscheidend ist jedoch was im Falle einer Retoure nach der Aufbereitung mit dem Artikel passiert. Dabei sind drei Szenarien zu unterscheiden:

- Falls der Artikel unbeschädigt ist, kann der Artikel wieder als A Ware verkauft. Dabei werden keine unnötigen Verluste verursacht.
- Falls der Artikel nach der Retoure als B Ware verwendet werden muss, muss man mit einem finanziellen Abschlag von ca. 50% des Warenwerts rechnen.
- Bei Beschädigung muss der Artikel entsorgt werden, was zusätzliche Entsorgungskosten verursacht. Signifikant sind jedoch die Herstellungskosten des neuen Artikels, da der beschädigte Artikel ersetzt werden muss.

Die ökonomische Analyse zeigt, dass die Einsparpotenziale durch Verringerung der Retourenquote zusätzlich erheblichen Spielraum für monetäre Incentives erlauben.

Aus technologischer Sicht ist zu betrachten, welche Hilfsmittel dem Endkunden helfen, wenn auch indirekt, Retouren zu vermeiden und welche Voraussetzung Händler und Hersteller dazu erfüllen müssen. Einzelne Aspekte der Prozesskette sind bereits am Markt vertreten (siehe Abschnitt 3.4), sei es Größenempfehlung über Big Data, Videos von Bekleidung, Plugins zur Eingabe von Kundendaten oder ähnliches. Doch wie man bereits in der ökologischen Betrachtung gesehen hat, ist für die Angabe von ökologischen Informationen beim Endkunden das Wissen über die Herstellung des Produktes notwendig. Und dies wird nur durch eine neuartige, ganzheitliche, vollständige, durchgehende und digitalisierte Produktionskette, wie wir sie in diesem Projekt betrachtet haben, ermöglicht.

Wir betrachten hier den Avatar, den digitalen Zwilling des Endkunden, als virtuellen Kunden, verfolgen seinen Besuch beim virtuellen Einkauf und leiten daraus notwendige Komponenten aus früheren Prozessschritten ab. Aufgrund der Fokussierung auf dem digitalen Zwilling des Menschen können wir sowohl die 3D-Form als auch die statistisch validesten Körpermaße des Endkunden verwenden. Dies erlaubt sowohl eine flexiblere und zielgenauere Größenempfehlung als bestehende Systeme (mit den Voraussetzungen an die digitale Prozesskette im Einpflegeprozess (Abschnitt 3.8)), als auch die individuelle Passform-, Trageverhaltens- und Größenvergleichskontrolle (auch hier wird digitale Produktentwicklung voraus gesetzt (siehe Abschnitt 3.7)). Diese Informationen, zusammen mit der ökologischen Bewertung und daraus abgeleiteter Incentives (Voraussetzung ist wieder eine durchgängige Prozesskette von der Herstellung an, siehe auch Abschnitt 3.6), zeigen gleichzeitig eine hohe Integrationstiefe der beteiligten Komponenten, als auch die Möglichkeit von cloud-basierten SaaS-Lösungen und das einfache Plugin an existierende ERP- und eCommerce-Systeme. So wird die technologische Komponente des betrachteten Ablaufs im Online-Shopping-Erlebnis die Akzeptanz in die Prozesse und das Vertrauen in die Größenempfehlung verbessern, was dann wiederum die Retourenquote senkt und die Umwelt entlastet.

Zusammenfassend ist es gelungen, den Mehrwert eines vollständig digitalen Vertriebsprozesses zwischen Hersteller, Händler und Endkunde, gestützt auf die virtuelle Produktpräsentation und individuelle Größenempfehlungen, sowie von durchgängigen, ganzheitlichen Kooperations- und Servicemodellen zwischen Hersteller und Online-Händler in der digitalen Lieferkette von Bekleidung zu demonstrieren, erweitert um die Ökobilanzierung und Quantifizierung der Umweltentlastung im Gesamtprozess des Online-Handels von Bekleidung. Letztlich hängt dieser generelle, aber auch im Speziellen der ökologische Mehrwert von der Akzeptanz aller Beteiligten und der Möglichkeit der Umsetzung der Komponenten ab.

5 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Bekleidungs Umfeld ist Digitalisierung schon seit Jahren ein großes Thema. Während gerade der Online Handel als sichtbares Merkmal dem Endkunden gegenüber diente, fokussierte sich die Branche hauptsächlich auf Supply Chain Management und Logistik, eine virtuelle Produktentwicklung wie in der Automobilindustrie widersprach dem traditionellen Handwerk der Bekleidungsmacher. Dies

bedeutete aber auch, dass die Durchgängigkeit bzw. entscheidende Punkte in der Prozesskette immer fehlten, wodurch bisherige Ansätze am Endkunden-sichtbaren Frontend immer schwerfällig wirkten oder wenig Vertrauen erwecken konnten.

Zusätzlich hat in diesem Jahr die Corona-Pandemie gezeigt, dass der aktuelle Digitalisierungsgrad den Zusammenbruch der Lieferkette nicht vollständig kompensieren konnte. Die Bekleidungsbranche forciert nun die Digitalisierung im gesamten Produktentwicklungsprozess, womit integrierte, virtualisierte Vertriebsprozesse bis hin zur virtuellen Anprobe möglich sind. Die durchgängige Digitalisierungskette ermöglicht die virtuelle Produktentwicklung bis zur virtuellen Passformdarstellung. Voraussetzung dafür ist und bleibt natürlich geschlossene Informationen über die Lieferkette sowie digital vorhandene Bekleidungsstücke.

ECOMmerce liefert Lösungen, die sich, unter Verwendung der zuvor genannten Voraussetzungen in der virtuellen Bekleidungsentwicklung, am Ende der Prozesskette zum Endkunden einklinken können:

- Avatargenerierung zur statistisch validen Näherung an den Endkunden in 3D Form und Körpermaßen basierend auf wenigen Eingabedaten.
- Kunden-individuelle und Bekleidungs-spezifische Größenempfehlung basierend auf Design-, Material-, Produktions- und Zielgruppenwissen einerseits, sowie individuellen Trageverhalten, -erfahrungen und -präferenzen andererseits.
- Passformvisualisierung und physikalisch korrekte Simulationen des digitalen Bekleidungsstückes auf Endkunden-nahen Avataren.
- Ökologische Informationen, Auswertungen, Bewertungen und Incentivierungsangeboten basierend auf der Material- und Produktionskette des Bekleidungsstückes beim Hersteller sowie der Verwendungs- und Vertriebskette beim Handel.

Alle beteiligten Softwarekomponenten können produktifiziert und in einzeln anbietbare Lösungen verwandelt werden, da sie teilweise bereits jetzt in heute gebräuchliche Online-Shoppingsysteme integrierbar sind. Mit Pilotprojekten können diese kundenspezifisch angepasst und getestet werden. In welcher Form diese Komponenten angeboten werden, von Lizenzierungs- über Betreibermodelle bis hin zu SaaS-Lösungen, muss allerdings nach Bedarf noch entschieden werden.

Der Einpflegeprozess schließt zudem eine Lücke im aktuellen Digitalisierungsprozess, da er die Themen Herstellungspfad, Produktdaten, Produktvisualisierung und Einrichtung einer korrekten Größenempfehlung zu einem einheitlichen Thema kombiniert. Um diese Thematik in Gänze zu umfassen, insbesondere auf individuelle Gegebenheiten des Online-Shop-Betreibers einzugehen und diese Aufgabe nicht durch ein Systemhaus bzw. Drittanbieter erledigen zu lassen, ist hier allerdings noch weiterer Entwicklungsbedarf notwendig.

Insgesamt betrachtet ist der gesellschaftliche, ökonomische und ökologische Trend beim Online-Shopping stark präsent und die hier vorgestellten Komponenten lassen sich hervorragend und zukunftsweisend in heute bereits gebräuchliche Shoppingsysteme integrieren.

Langfristig betrachtet bestehen neben der angesprochenen Einpflege auch weitere Entwicklungsmöglichkeiten in der Datenauswertung, vor allem der Kombination von Individuellen Körpern, historischen Bestelldaten, Passformergebnissen, Größenempfehlungen und ökologischen Kenndaten. Hierzu wird für moderne KI-Methoden eine riesige Menge an Daten benötigt, die im Zuge von Pilotanwendungen gesammelt werden können.

6 Verbreitung der Projektergebnisse

Pressemitteilungen und Newsletter

Während der gesamten Projektlaufzeit wurden über die Websites der Partner mehrfach auf das Projekt ECommerce hingewiesen sowie in Newslettern und Pressemitteilungen gestreut.

Im September 2018 erschien beim DITF der hausinterne Newsletter, der unter anderem den Projektstart von ECommerce thematisiert (siehe Anhang):

- https://www.ditf.de/files/inhalt/aktuelles/newsletter/DITF-Report_03_2018_SCREEN.pdf

Am 12. Dezember 2018 haben sowohl die Human Solutions Gruppe (siehe Anhang) als auch die DBU abgestimmte Pressemitteilungen zum Projekt ECommerce heraus gegeben:

- <https://www.avalution.net/de/news-events/presse/ecommerce.html>
- https://www.dbu.de/123artikel38075_2362.html

Zusätzlich wurde das Projekt im DITF Jahresbericht 2018 erwähnt (siehe Anhang):

- https://www.ditf.de/de/index/download.html?file=files/inhalt/Jahresbericht/DITF-Jahresbericht%202018_D_SCREEN.pdf&cid=6325

ECommerce auf Partner-Websites

Zur Präsentation des Projekts im Internet wurde von den Partnern eine Repräsentanz auf den eigenen Websites aufgebaut:

- <https://www.avalution.net/de/avalution/forschung/index.html>

ECommerce – Vorstellung auf der Website der DBU

Das Projekt ECommerce wurde und wird an prominenter Stelle auf der Website der DBU präsentiert (https://www.dbu.de/123artikel38315_2430.html). Nach der Veröffentlichung des Projektes wurde von sämtlichen Websites der Partner auf diesen Beitrag bei der DBU verwiesen. Ebenso wurde in den Social-Media-Kanälen darüber informiert.

Präsentationen

Das Projekt und seine Ziele und Angebote wurden bei vielen Gelegenheiten präsentiert. In der folgenden Tabelle 7 sind die Veranstaltungen, auf denen die Projektziele und erarbeiteten Angebote explizit im Fokus standen und vorgestellt wurden, chronologisch aufgeführt. Dies umfasst ebenso geplante, zukünftige Präsentationen.

Tabelle 7: Veranstaltungen mit ECommerce

Datum	Veranstaltung	Form, Inhalt, Referenten und Zielgruppe
14.-17. Mai 2019	Tecprocess	Vorstellung der F&E-Aktivitäten im Bereich Bekleidungsdesign, -entwicklung und -produktion am gemeinsamen Messestand von Assyst und Avalution
27. August 2020	Bausteine im Dialog – Digitale Zwillinge & Nachhaltigkeit	Online Diskussionforum von nachhaltig.digital, Präsentation von ECommerce als UseCase, vorgestellt von Dr. Dominik Michel,

Datum	Veranstaltung	Form, Inhalt, Referenten und Zielgruppe
08./09. Oktober 2020	International Conference "Industrial Engineering and Environmental Protection", Serbien	Vortrag und korrespondierendes Paper zu einem Teil der Ergebnisse bei einer internationalen Konferenz, vorgestellt durch Nemanja Stipic und Jürgen Seibold (Konferenz Link http://www.tfzr.uns.ac.rs/iizs/index.php)
Juni 2021	Woche der Umwelt	Messestand & Forumdiskussionen, Präsentation der ökologischen Aspekte von ECommerce sowie dem Webshop Demonstrator als Use Case zukünftigen Online Shoppings, Referenten TBD

7 Fazit

Die Kernziele des vorliegenden Projektes, also die Aspekte

- vollständig digitalen Vertriebsprozesses zwischen Hersteller, Händler und Endkunde gestützt auf die virtuelle Produktpräsentation und individuelle Größenempfehlungen,
- durchgängige, ganzheitliche Kooperations- und Servicemodelle zwischen Hersteller und Online-Händler in der digitalen Lieferkette von Bekleidung, sowie
- Ökobilanzierung und Quantifizierung der Umweltentlastung im Gesamtprozess des Online-Handels von Bekleidung

wurden vollständig erreicht und demonstratorhaft umgesetzt. Insbesondere hat sich in der ökologischen Bewertung gezeigt, dass die Umweltwirkung durch folgende drei Parameter dominiert werden:

- Retourenquote;
- Verschrottungsquote der retournierten Artikel;
- Umweltbelastung bei der Herstellung des Artikels.

Wie in Abbildung 29 gut zu erkennen ist, steigt das GWP überproportional bei Erhöhung der Retourenquote. Um dasselbe absolute Einsparpotenzial bei einer Reduktion um 1% bei der Retourenquote von 50% zu erzielen, muss bei einer Retourenquote von 20% bereits eine Reduktion um 4% erzielt werden. Das heißt, die Sensitivität bei höheren Retourenquoten ist deutlich größer.

Das Einsparpotenzial der Umweltauswirkung eines Worst Case Szenarios mit hoher Verschrottungsquote (30% der Retouren) bei gleichzeitig hoher Umweltbelastung des Artikels (D – pessimistisch) im Vergleich zu einem Best Case Szenario ohne Verschrottung bei geringer Umweltbelastung des Artikels (A – optimistisch) ist erheblich. Bei einer moderat angenommenen Retourenreduktion von 40% auf 20% beträgt das Einsparpotenzial für Deutschland ca. 1200 Mio. kg CO₂-äq für das Worst Case Szenario, während für das Best Case Szenario lediglich ca. 100 Mio. kg CO₂-äq Einsparpotenzial erzielt werden.

Zukünftige Entwicklungen müssen daher eine optimale individuelle Passform unterstützen, um die Retourenquote weiter zu reduzieren. Dies wird nur durch eine kundenindividuelle Fertigung erzielt werden, idealerweise bei einer nachhaltigen Herstellung in Europa.

Aus dem Bereich des Online-Handels wurden dabei insbesondere die folgenden Fragestellungen bearbeitet:

- Größenempfehlung auf Basis einer Standardgrößentabelle, die zusätzlich produktspezifische bzw. markenspezifische Passformverhalten der verschiedenen Bekleidungserzeugnisse in virtuellen Anproben berücksichtigt.

- Die Darstellung erfolgt durch physikalisch korrekter, virtueller Bekleidungssimulation auf einem kundennahen Avatar, womit neben Passformverhalten auch Passformvergleiche mit dem notwendigen Detaillierungsgrad und als Entscheidungsgrundlage für den Kunden vorliegen.
- Das Einpflegen von allen am Frontend notwendigen Informationen ist aufgrund der Verzahnung mit der digitalen Produktentwicklungskette nicht mehr zeit- und kostenaufwändig und setzt zu keinem Zeitpunkt das Vorhandensein physischer Musterteile voraus.
- Entlastung der Umwelt durch die Reduktion der Retourenquote im Onlinehandel von Bekleidung.
- Entwicklung eines Frameworks, das die Prognose der Passform signifikant verbessert und somit den passformabhängigen Anteil von Retouren im Onlinehandel drastisch reduziert.

Wie bereits bei der Darstellung des aktuellen Standes im Online-Handel angesprochen (siehe Abschnitte 3.3 und vor allem 3.4), werden bereits heute vereinzelt Aspekte dieser Fragestellungen anvisiert. Es stellt sich hierbei natürlich die Frage, warum die hier besprochenen Komponenten nicht bereits heute in diesem ganzheitlichen Umfang umgesetzt wurden. Generell betrachtet sind die größten Herausforderungen dabei:

- Durchgängigkeit: Gerade eben diese ganzheitlichen, durchgängigen Strukturen in Kooperation, Service und Vertrieb zwischen Hersteller-, Händler und Endkunde für eine Verzahnung der diskutierten Komponenten fehlt.
- Digitale Infrastruktur: bei den großen Herstellern ist die Infrastruktur zur Digitalisierung zwar bereits vorhanden, aber digitale Produktentwicklung und digitale Kenntnis über den kompletten Herstellungs- und Lieferungsprozess sind noch ausbaufähig
- Antwortzeiten: die Berechnung von physikalisch korrekten Bekleidungssimulationen ist aufwändig aufgrund hoher Antwortzeiten, Leistungsfähigkeit der Algorithmen und verfügbarer Rechenkapazität, hier sind weder Vorabsimulationen noch Online-Berechnungen ausreichend beim Online-Shopping

Im Detail betrachten wir im Folgenden die Vorhabensergebnisse in Hinblick auf Vorteile und Hindernisse bezüglich der einzelnen Komponenten:

- Modelle zur Ökobilanzierung
Die direkte Auswertung der Umweltbelastung für einen hergestellten Artikel ist möglich. Dies ist als Darstellung in Form von transparenten Informationen zum ökologisch und nachhaltig interessierten Endkunden hin sehr sinnvoll.
Allerdings müssen dafür auch Herstellungsprozesse, verwendete Materialien und insbesondere alle Prozessparameter (aus Herstellung & Lieferung) bekannt sein. Zudem ist eine Konfrontierung mit den realen Umweltbelastungen bei manchen Endkunden mit Vorsicht zu genießen.
- Avatargenerierung und digitale Zwillinge
Basierend auf den angegebenen Informationen generieren und verwenden wir die bestmögliche, anatomisch korrekte und statistisch valide Abbildung des Menschen in Form von 3D Form und Körpermaßen.
Visuell ist dieser Avatar natürlich dann auch nicht optisch so ansprechend wie ein reales Ebenbild, wie es beispielsweise durch ein komplexes Scannersystem möglich wäre. Zudem kann es bei grob angegebenen Daten und numerischen und visuellen Selbsteinschätzungen zu Fehlern kommen, die hier einen großen Einfluss auf die Körpermaße und die darauf aufbauende Größenempfehlung haben könnten.
- Einpflegeprozess und digitale Zwillinge
Die hier vorgestellte durchgängige Prozesskette bietet aufgrund der schnell möglichen Einbettung in bestehende Prozesse viele Vorteile. Auch ist die Nachhaltigkeit durch die Verwendung von digitalen Zwillingen daraus gegeben, dass Avatare hier als Vehikel zur Beschleunigung und Virtualisierung der Entwicklungs- und Produktionskette dienen.

Allerdings ist die digitale Infrastruktur in der Bekleidungsindustrie noch nicht ausreichend weit fortgeschritten, um diese durchgängige, ganzheitliche Prozesskette umsetzen zu können.

- Individuelle Größenempfehlung

Im Bereich der Größenempfehlung können wir vorhandenes, anatomisches und statistisches Wissen verwenden, um Empfehlungen validieren und stabilisieren zu können. Aufgrund der direkten Verwendung des digitalen Zwillinges des Bekleidungsstückes, sowohl design- als auch konstruktionstechnisch, wird das produktspezifische bzw. markenspezifische Passformverhalten mit berücksichtigt.

Eine Größenempfehlung selbst ist natürlich auch mit Risiken verknüpft, da die Qualität des zur Verfügung stehenden Materials einen direkten Einfluss auf die Empfehlungsquote hat. Zudem ist eine weitere Kombination mit historischen Daten des Endkunden für eine weitere Individualisierung der Größenempfehlung sinnvoll und notwendig, um von allgemeinen Modellen zu individuellen Lösungen zu gelangen.

- Virtuelle Bekleidungssimulation

Der Vorteil physikalisch korrekter Bekleidungssimulation gegenüber (zugegebenermaßen schnelleren) Spielsimulationen liegt in der Visualisierung des tatsächlichen Verhaltens der Bekleidung als wenn es anprobiert würde. Diese virtuelle Anprobe ermöglicht eine direkte Beurteilung, wie ein Kleidungsstück fällt, wie es an einem selbst aussieht und ob die Passform ansprechend ist.

Allerdings ist hier die größte Hürde für virtuelle Umkleidungen, wie der individuelle Avatar die Berechnungszeiten für eben jene physikalisch korrekte Simulation behandeln soll.

Abschließend sollte betrachtet werden, wohin die Reise im Zusammenspiel von Hersteller, Händler und Endkunde geht bzw. gehen kann. Die bereits besprochene durchgängige Prozesskette erfordert einen neuen Aspekt der Standardisierung. Welche Material-Kennparameter sind aus technischer und ökologischer Sicht notwendig, wer stellt diese in welchem Prozessschritt zur Verfügung und sind diese überhaupt alle bekannt? Zusätzlich ist die bisherige, strikte Trennung zwischen Design, Produkten und Vertrieb in Frage zu stellen. Bei einer stärkeren Verzahnung von diesen Aspekten sowie dem Feedback des Endkunden, ist eine räumlich und zeitliche Verkürzung von Entwicklungszeiten (individualisierte Bekleidung, MtM und Losgröße 1, Near Shoring) erstrebenswert. Durch technologische Weiterentwicklungen einerseits, sowie den durch Corona aufgezeigten Risiken in langen Prozessketten andererseits, sind kleinere Manufakturen, kleinere Stückzahlen, individualisierte Bekleidung und spezialisierte Produktionslinien ein mögliches Zukunftsszenario. Bei einer Evaluierung dazu müssen bestimmte Fragestellungen betrachtet werden:

- Nachhaltigkeit durch ökologische und ökonomische Prozesse und Supply Chain Management im Near Shoring
- Digitale Technologie in virtueller und realer Produktion
- Qualifizierte und flexibel einsetzbare Mitarbeiter in hybriden, nachhaltigen Strukturen
- Virtualisierung aller Bereiche von Kunden und Produkten über Prozesse bis zu Businessmodellen

Der Schlüssel zur weiteren Retourenreduktion liegt in individueller Passform, erreicht durch kundenindividuelle Fertigung und nachhaltige, transparente Herstellung in Europa.

8 Literaturverzeichnis

- Asdecker, B. (2019). *Retourenmanagement – Definition*. Abgerufen am 27. 03 2019 von http://www.retourenforschung.de/definition_retourenmanagement.html
- Bakir, a. (2017). *H&M verbrennt tonnenweise unverkaufte Kleidung*. Abgerufen am 14. 02 2018 von [stern.de](http://www.stern.de)
- Chapagain, A., Hoekstra, A., Savenije, H., & Gautam, R. (2015). The Water Footprint of Cotton Consumption. *Research Report Series*, 18, S. 18.
- Christians, L. (03 2019). Start-ups – Junge Firmen, schnelle Prozesse. (TextilWirtschaft, Hrsg.) *Faster Fashion – Digital-Spezial: Wie Zara, Otto, S.Oliver & Co das Tempo erhöhen*, 13, S. 3-34.
- CO2 Rechner. (26. 04 2019). Von www.quarks.de: <https://www.quarks.de/umwelt/klimawandel/co2-rechner-fuer-auto-flugzeug-und-co/> abgerufen
- Deges, F. (2017). *Retourenmanagement im Online-Handel: Kundenverhalten beeinflussen und Kosten senken*. Wiesbaden: Springer Gabler.
- Eberle, U. (2010). *Bekleidung und Umwelt*. Berlin: WWF.
- EHI. (2017). *E-Commerce und Versandhandel*. Abgerufen am 12. 02 2018 von <https://www.handelsdaten.de/branchen/e-commerce-und-versandhandel/>: handelsdaten.de
- Eisenächer, H., Backofen, O. J., & Hilverkus, S. (2006). Zielkundenmanagement als Erfolgsfaktor für nachhaltigen Unternehmenserfolg am Beispiel der Lufthansa. (B. H. Günter, Hrsg.) *Kundenwert: Grundlagen – Innovative Konzepte – Praktische Umsetzungen*, S. 781-800.
- Fision. (kein Datum). *Virtual Dressing Room (o.J.)*. Abgerufen am 20. 05 2019 von <https://www.fision-technologies.com/products/virtual-dressing-room>
- FitAnalytics. (2019). *Fit Finder*. Abgerufen am 18. 04 2019 von <https://www.fitanalytics.com/fit-finder#try-it-yourself>
- FitAnalytics. (2019). *Fit Finder – Features*. Abgerufen am 18. 04 2019 von Features: <https://www.fitanalytics.com/fit-finder#features>
- Flury, K., Jungbluth, N., Frischknecht, R., & I. M. (2012). *Recommendation for Life Cycle Inventory Analysis for Water Use and Consumption*. Working paper.
- Greenpeace. (2017). *Konsumkollaps durch Fast Fashion*. Hamburg.
- Hamann, K., Baumann, A., & Löschinger, D. (2016). *Psychologie im Umweltschutz – Handbuch zur Förderung nachhaltigen Handelns*. München: oekom.
- Hamel, W. (2006). Kundenwertorientierte Anreizsysteme. *Kundenwert: Grundlagen – Innovative Konzepte – Praktische Umsetzungen*, S. 461-482.
- Heinemann, G. (2019). *Der neue Online-Handel: Geschäftsmodelle, Geschäftssysteme und Benchmarks im E-Commerce* (10. Aufl.). Wiesbaden: Springer Gabler.
- Hellbrück, J., & Kals, E. (2012). Umweltpsychologie. (J. Kriz, Hrsg.) *Basiswissen Psychologie*.
- Hoekstra, A. (2003). *Virtual water trade*. Von <https://www.waterfootprint.org/media/downloads/Report12.pdf> abgerufen
- Huges, K. (2018). *A Force for Good for Cotton?*, International Cotton Advisory Committee ICAC,.
- IfH. (2016). *Umfrage zu Anreizen zur Retourenvermeidung im Online- und Versandhandel 2016 - Welche der folgenden Gründe würden Sie nach Erhalt einer Bestellung in der Kategorie "Bekleidung und Schuhe" am ehesten dazu bewegen, auf eine Retoure zu verzichten?* Abgerufen am 17. 04 2019 von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/504266/umfrage/anreize-zur-retourenvermeidung-im-online-und-versandhandel-in-deutschland/>: de.statista.com
- Jwp Shell W – Hardshell-Jacke Frauen*. (17. 04 2019). (Jack Wolfskin) Von <https://www.jack-wolfskin.de/jwp-shell-w/1111511-2131001.html> abgerufen
- JWP Wind W – Softshelljacke Frauen, (o.J.)*. (17. 04 2019). Von https://www.jack-wolfskin.de/jwp-wind-w/1204641-2131002.html?a_cid=intern.home.DE.2019-CW13-SetTeaser-PackAndGo-W-2-pos1 abgerufen

- Kleinhüchelkotten, S., Neitzke, P., & Schmidt, N. (2017). *Chancen und Hemmnisse für einen nachhaltigen Kleidungskonsum- Erste Ergebnisse der InNaBe-Repräsentativbefragung 2017*. InNaBe-Projektbericht 2017/1.
- Köln, I. (16. 02 2016). *Fashion 2025*. KPMG. Abgerufen am 16. 02 2018 von <http://www.mitteldeutschland.com/sites/default/files/uploads/2016/01/28/kpmgfashion2025-studiezurzukunftdesfashion-marktsindeutschland.pdf>
- Lauer, T. (2011). *Bonusprogramme: Rabattsysteme für Kunden erfolgreich gestalten* (2. Ausg.). Heidelberg u.a.: Springer.
- Lightspeed. (2014). *11 Tipps zum Vermeiden von Retouren*. Abgerufen am 16. 04 2019 von <https://www.lightspeedhq.de/blog/11-tipps-zum-vermeiden-von-retouren/#e-commerce>
- Mayer, H. (11. 06 2013). *Statistisches Bundesamt*. Abgerufen am 14. 02 2018 von https://www.destatis.de/DE/Publikationen/STATmagazin/Umwelt/2013_06/UGR2013_06.html
- Netherlands, G. o. (2020). *De Nederlandse emissies naar lucht, water en bodem*. Abgerufen am 01. 07 2020 von Pollutant Release and Transfer Register: <http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/bumper.nl.aspx>
- Pur, S. (2013). *Retourenmanagement im Online-Handel – Das Beste daraus machen*. Regensburg: ibi research an der Universität Regensburg GmbH. Abgerufen am 24. 09 2015 von http://www.ibi.de/files/Retourenmanagement-im-Online-Handel_-_Das-Beste-daraus-machen.pdf,
- Quantis. (2018). *Measuring Fashion, Insights from the Environmental Impact of the Global Apparel and Footwear Industries study*.
- Rösch, B. (2013). Versender sagen Retouren den Kampf an. *TextilWirtschaft*, 29, S. 26-29.
- Steinlein, C. (01. 12 2009). *Nachhaltigkeit Kleidung*. Abgerufen am 14. 02 2018 von https://www.focus.de/wissen/klima/klimapolitik/tid-16518/nachhaltigkeit-kleidung_aid_461058.html: focus.de
- Strom Report*. (2019). Abgerufen am 01. 08 2019 von www.strom-report.de: <https://strom-report.de/stromverbrauch/>
- TrueFit*. (2017). Abgerufen am 16. 02 2018 von <https://www.truefit.com/en/wp-state-of-returns>
- Velden, N. M., Patel, M. K., & Vogtländer, J. G. (2013). *LCA Benchmarking study on textiles made of cotton, polyester, nylon, acryl, or elastane*.
- Wagner, B. (2018). *Wasser sparen durch die Ernährung*. Abgerufen am 10. 06 2020 von <https://www.wir-essen-gesund.de/wasser-sparen-ernaehrung/>
- Walsh, G., & Möhring, M. (2014). Retourenvermeidung im E-Commerce — Kann Big Data helfen? *Mark Rev St. Gallen*, 31, S. 68-78. Von <https://doi.org/10.1365/s11621-014-0322-6> abgerufen
- Walsh, G., & Möhring, M. (01 2015). Wider den Retourenwahnsinn. *Harvard Business Manager*(3), S. 6-10.
- Walsh, G., Möhring, M., Koot, C., & Schaarschmidt, M. (2014). Preventive product returns management system – a review and model. *European Conference on Information Systems (ECIS) Proceedings*. Abgerufen am 13. 04 2019 von https://www.researchgate.net/profile/Michael_Moehring2/publication/263083214_Preventive_Product_Returns_Management_Systems_A_Review_and_a_Model/links/541331720cf2fa878ad3d660.pdf
- Zalando. (2019). *Denim Guide, (o.J.)*. Abgerufen am 20. 04 2019 von Zalando: <https://www.zalando.de/damen-jeansberater/>

A Anhänge

Demonstratorhafter Webshop

Im Folgenden sind die einzelnen Komponenten des entwickelten Webshops dargestellt. Eine Video-Demonstration ist unter folgendem Link zu finden: <https://youtu.be/95ZF3C7eTfo>, sowie in Kürze unter dem Youtube-Kanal von Avalution:

https://www.youtube.com/playlist?list=PL9APdcriYk3r4VLV1FaWE_REIwvzFIUxZ

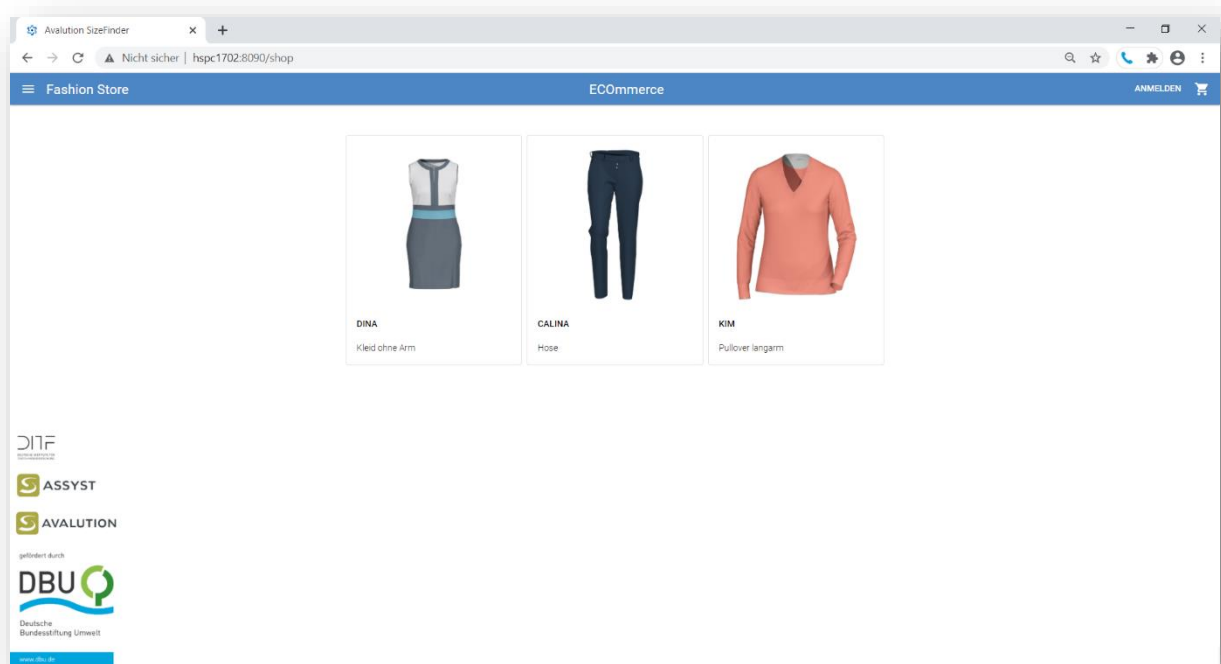


Abbildung 31: Webshop Startseite

The screenshot shows a web browser window with the URL `hspc1702.8090/profile`. The page is titled "Fashion Store" and "ECommerce". A navigation bar at the top includes a "ZUM SHOP" button. The main content area is titled "Profil" and contains the following fields:

- Email: `erika.mustermann@web.de`
- Abmelden button
- Körpermaße section:
 - Geschlecht: `Weiblich`
 - Größe: `174` cm
 - Gewicht: `74` kg
 - Alter: `42` Jahre
 - Speichern button
 - Mehr Körpermaße button
- Tragepräferenzen section:
 - Brustbereich

On the left side, there are logos for DINF, ASSYST, AVALUTION, and DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt).

Abbildung 32: Webshop – Kundenprofil anlegen

The screenshot shows a web browser window with the URL `hspc1702.8090/measures`. The page is titled "Fashion Store" and "ECommerce". A navigation bar at the top includes a "ZUM PROFIL" button. The main content area is titled "Morphotyp 1" and "Morphotyp 2".

Morphotyp 1

- Dreieck
- Gerade
- Gespiegeltes Dreieck

Morphotyp 2

- Sanduhr
- Gerade
- Rund

Optional Körpermaße

On the left side, there are logos for DINF, ASSYST, AVALUTION, and DBU (Deutsche Bundesstiftung Umwelt).

Abbildung 33: Webshop – Kundenprofil – Angabe Körperform

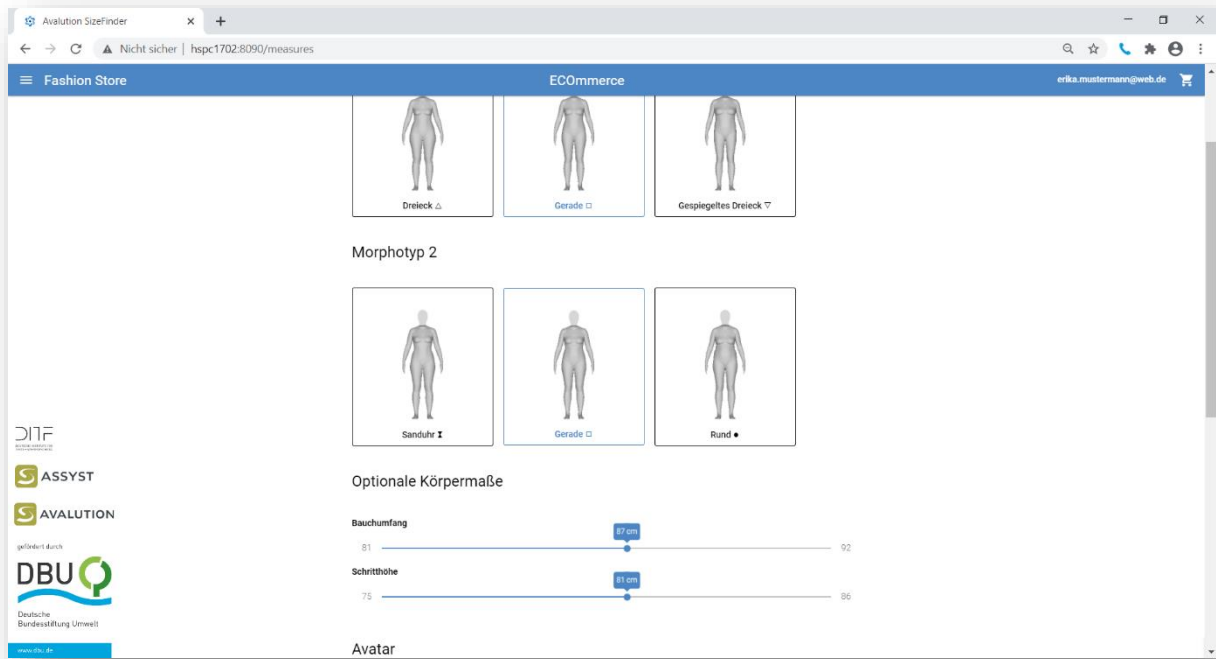


Abbildung 34: Webshop – Kundenprofil – Angabe Zusatzmaße

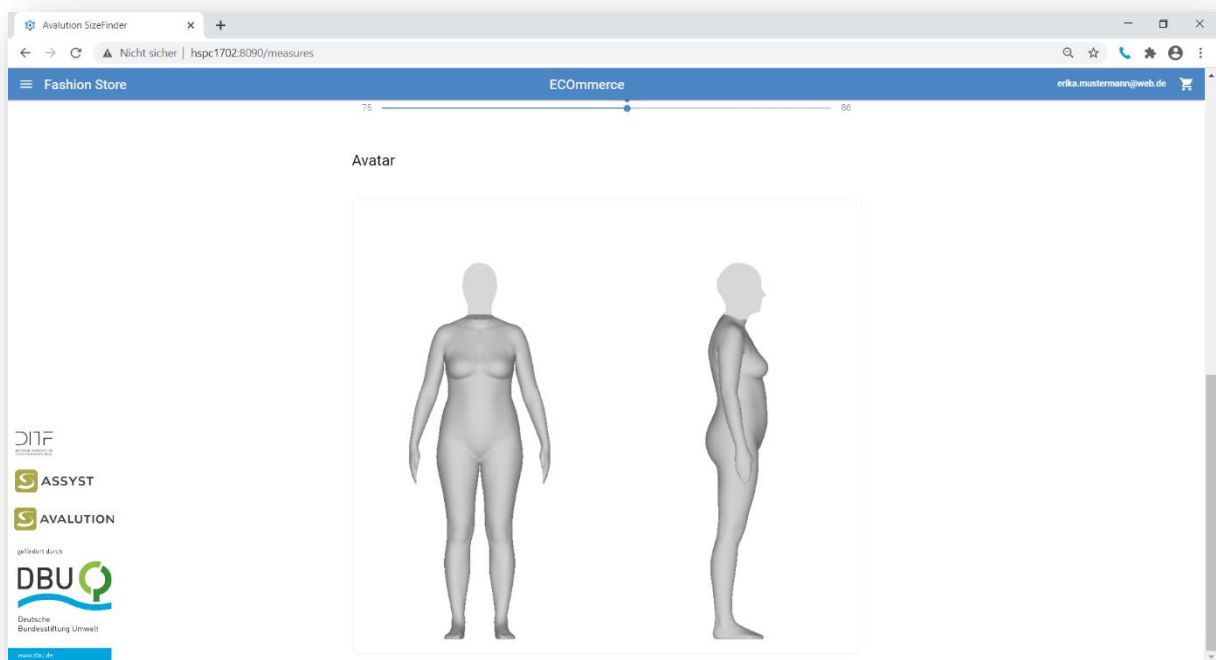


Abbildung 35: Webshop – Kundenprofil – Anzeige individueller Avatar

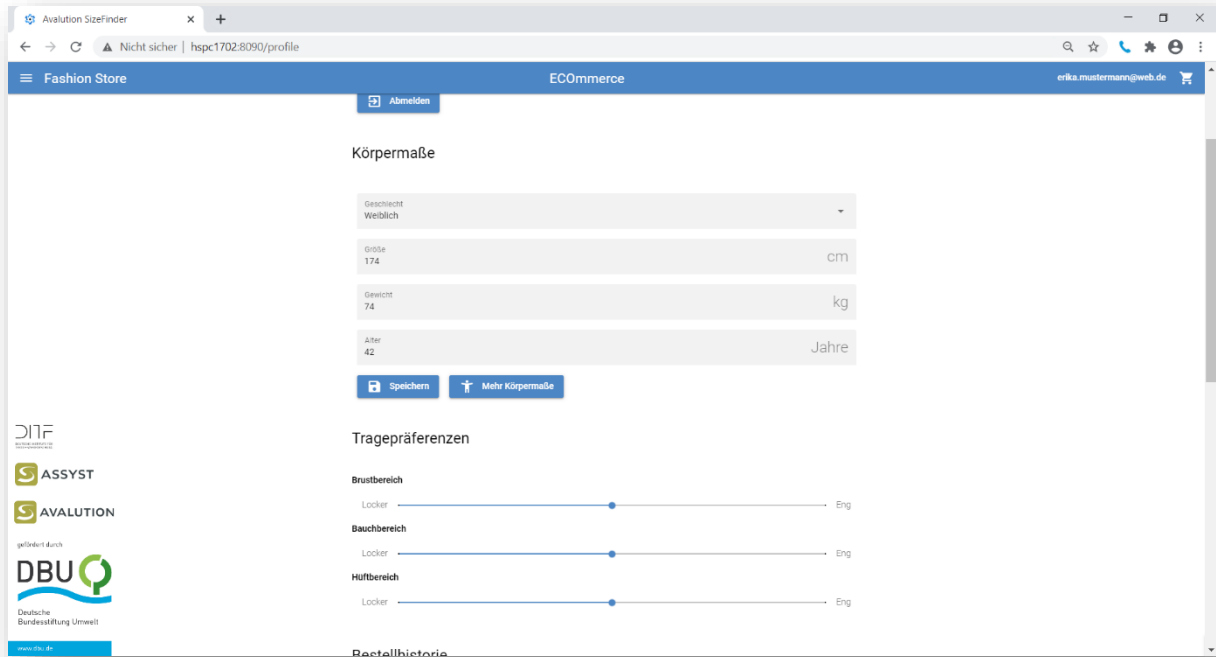


Abbildung 36: Webshop – Tragepräferenz

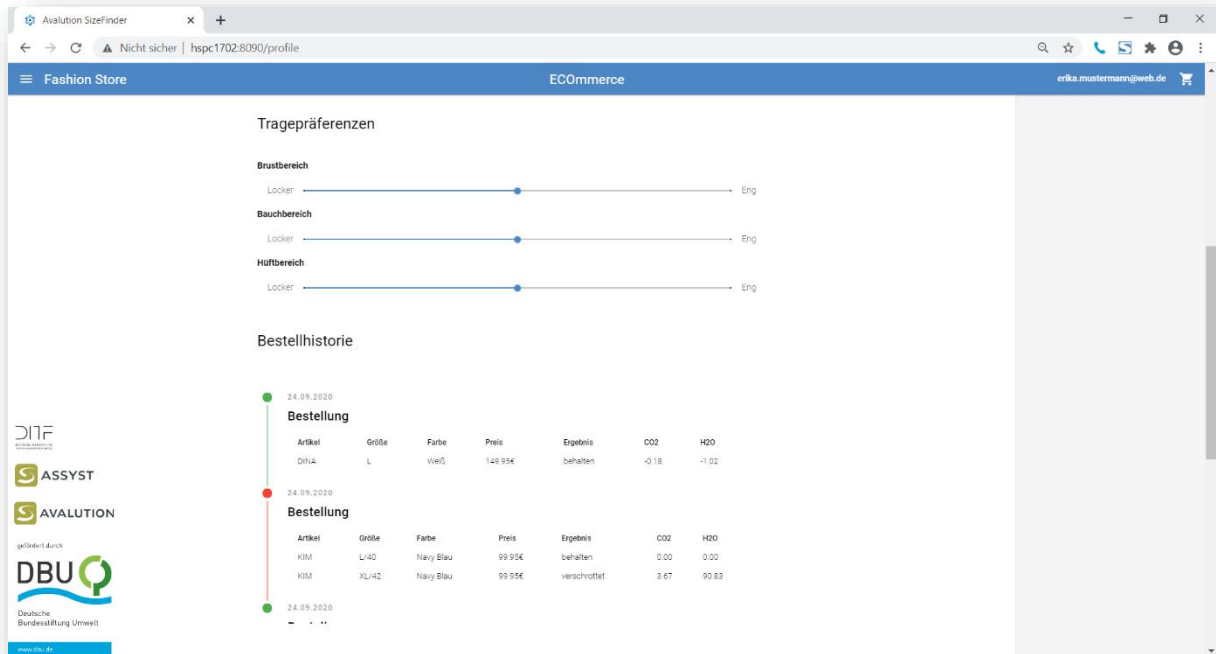


Abbildung 37: Webshop – Bestellhistorie

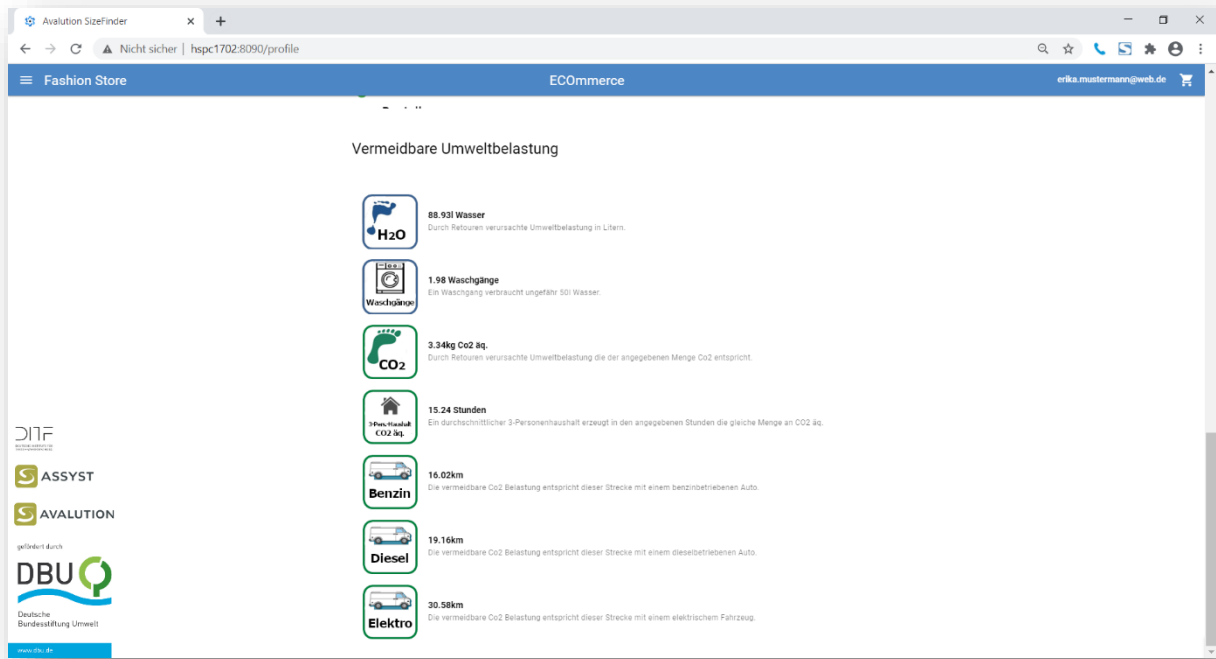


Abbildung 38: Webshop – Ökobilanz

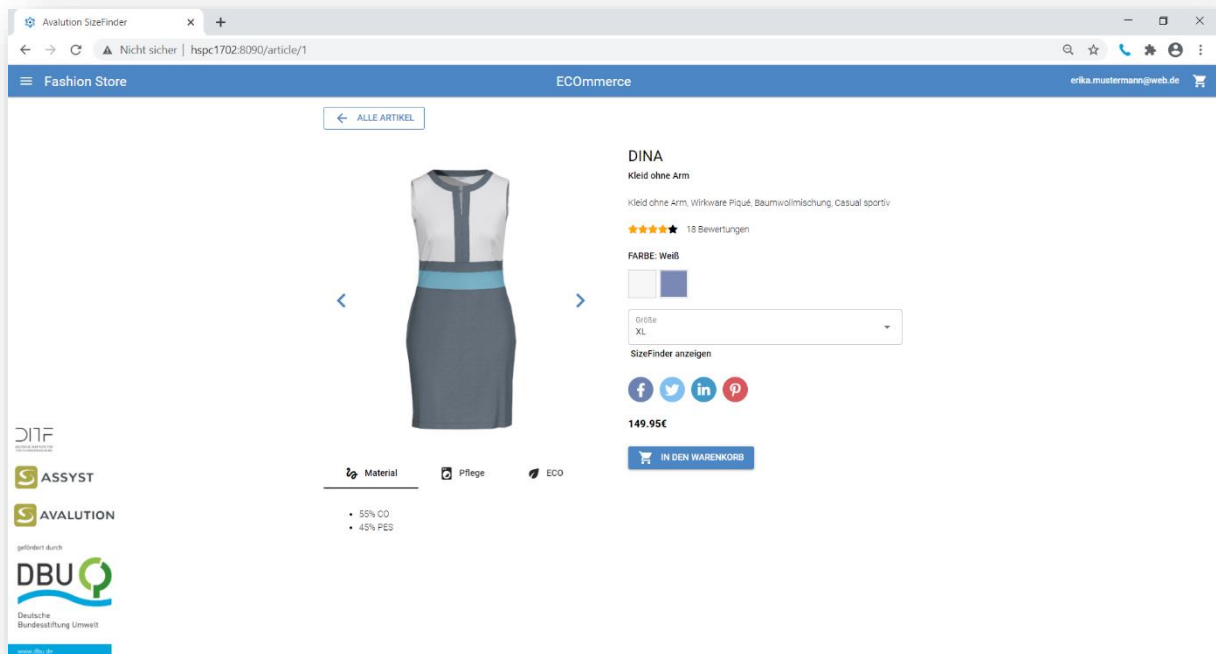


Abbildung 39: Webshop – Artikel 1

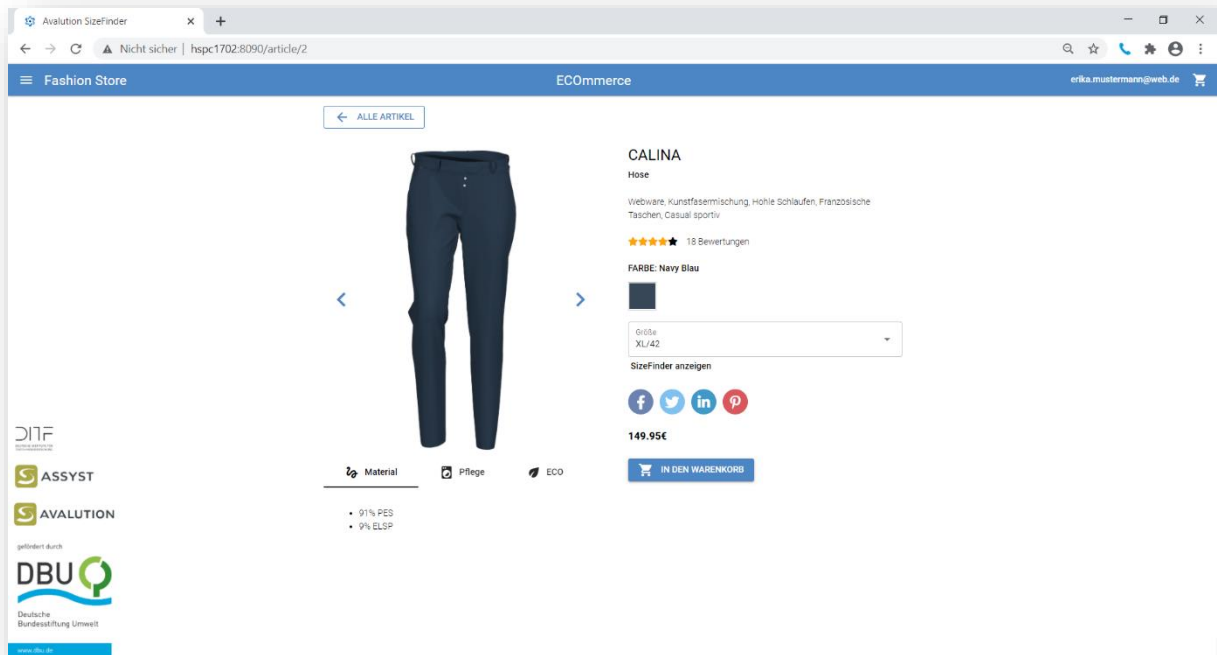


Abbildung 40: Webshop – Artikel 2

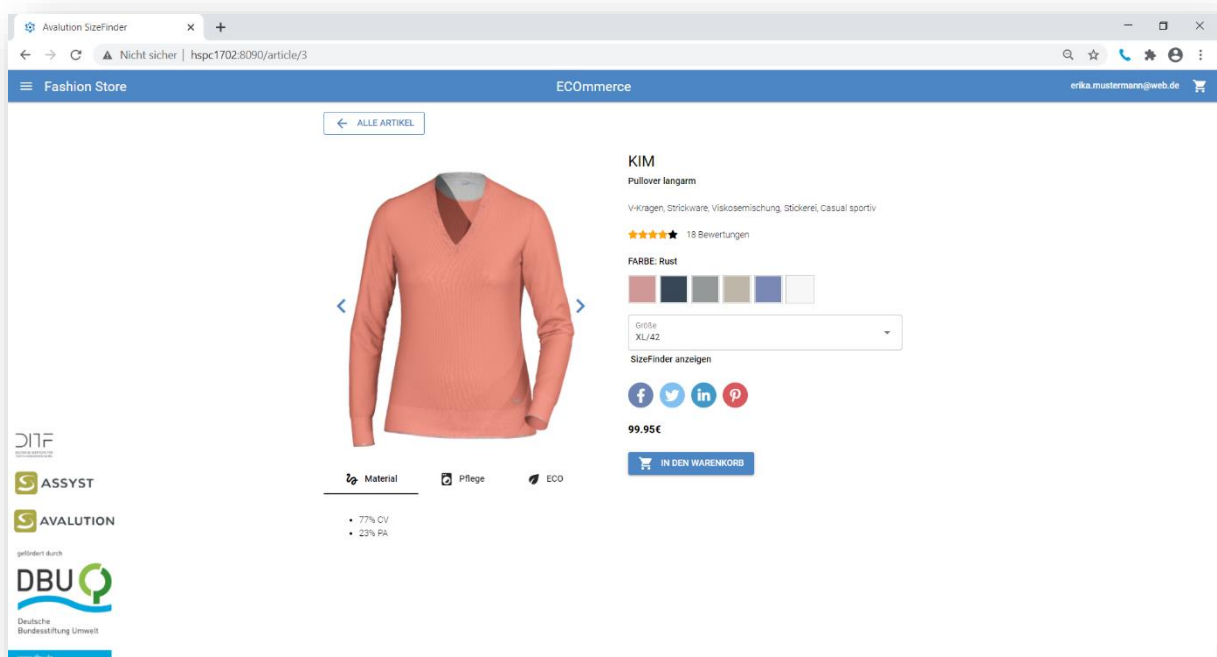


Abbildung 41: Webshop – Artikel 3

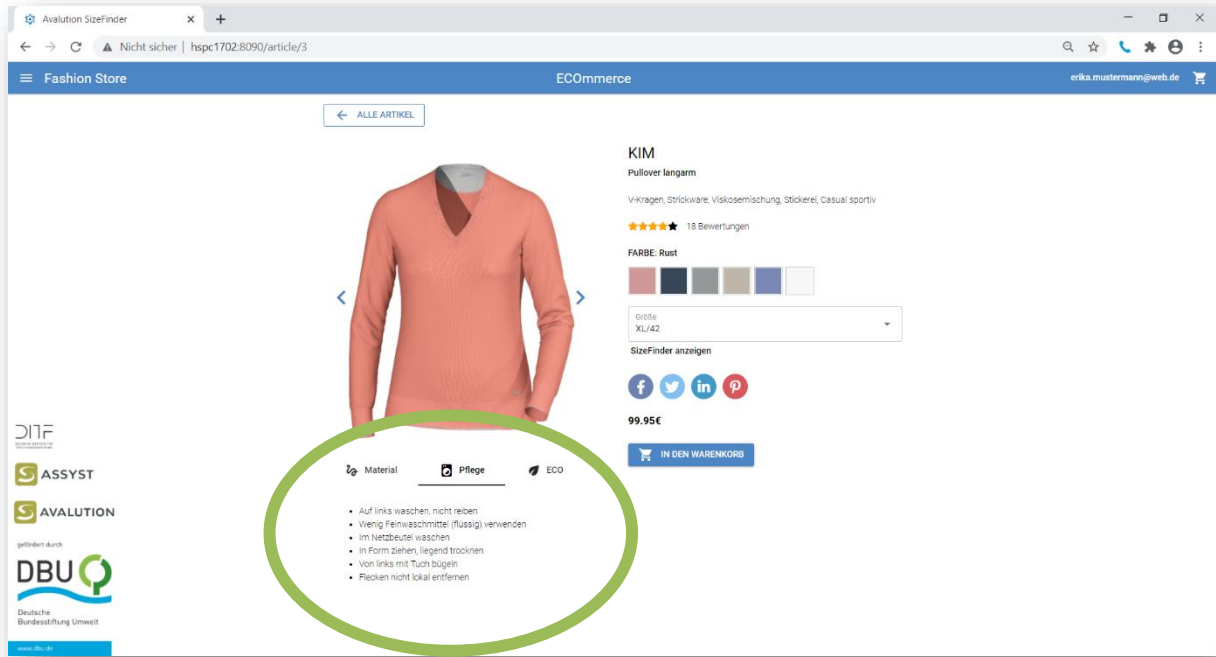


Abbildung 42: Webshop – Artikel 3 – Pflegehinweise

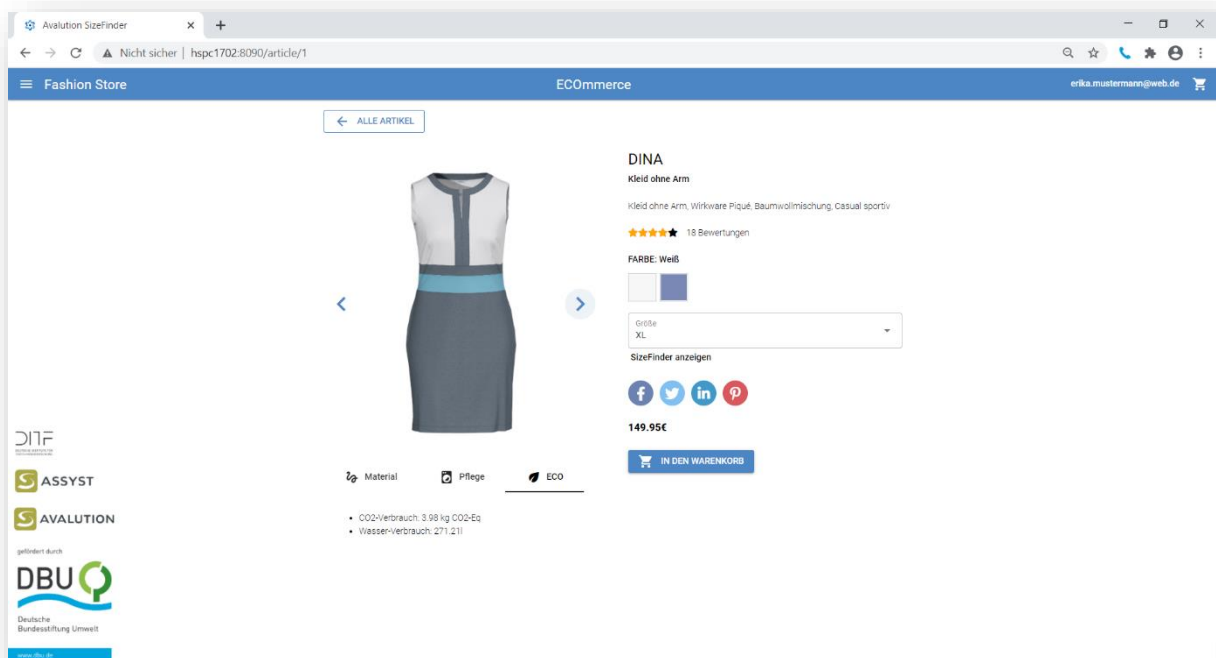


Abbildung 43: Webshop – Artikel 1 – Ökokennwerte

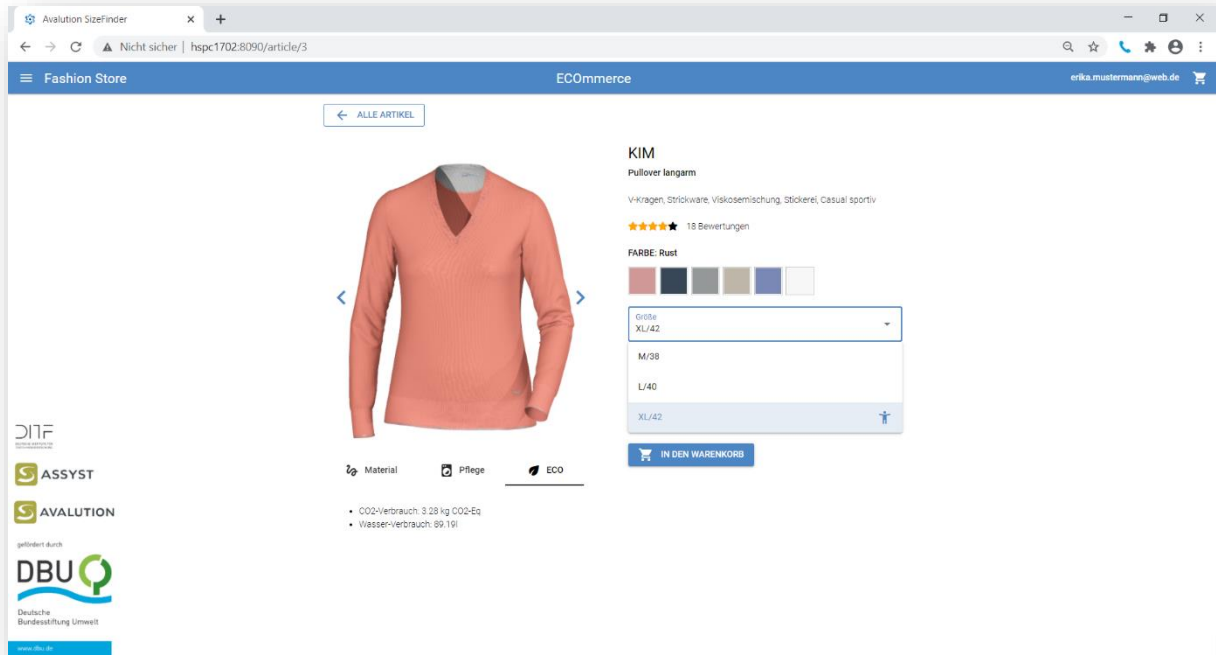


Abbildung 44: Webshop – Artikel 3 – Ökokennwerte & Größenempfehlung

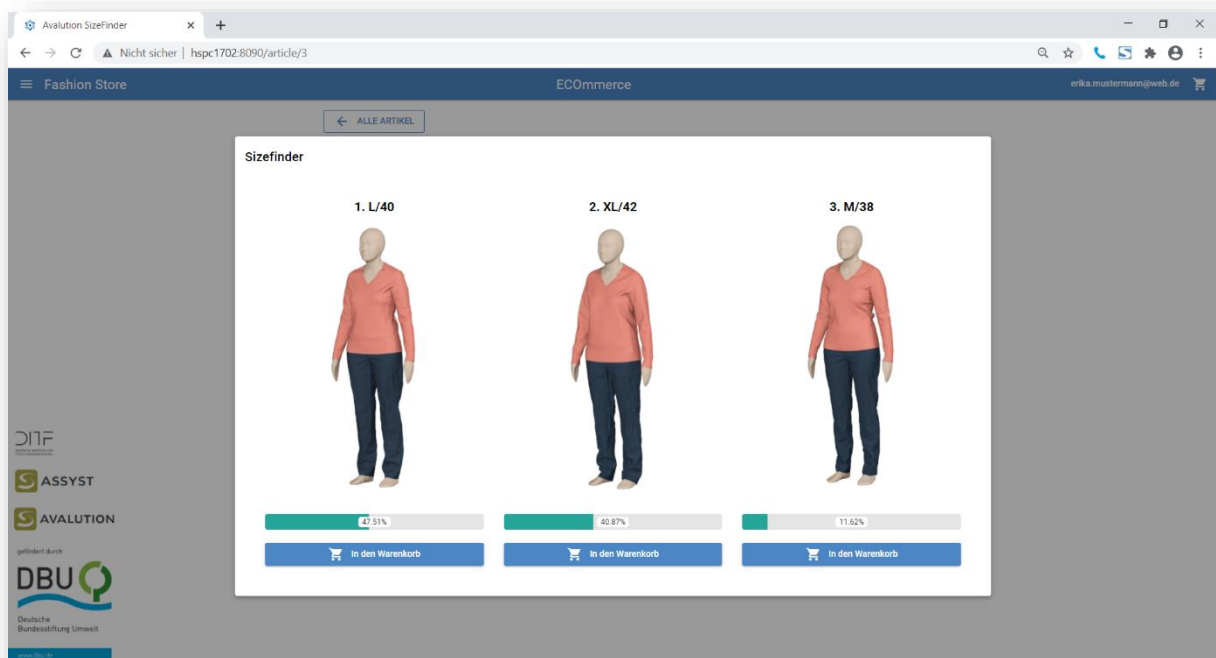


Abbildung 45: Webshop – Passformvergleich

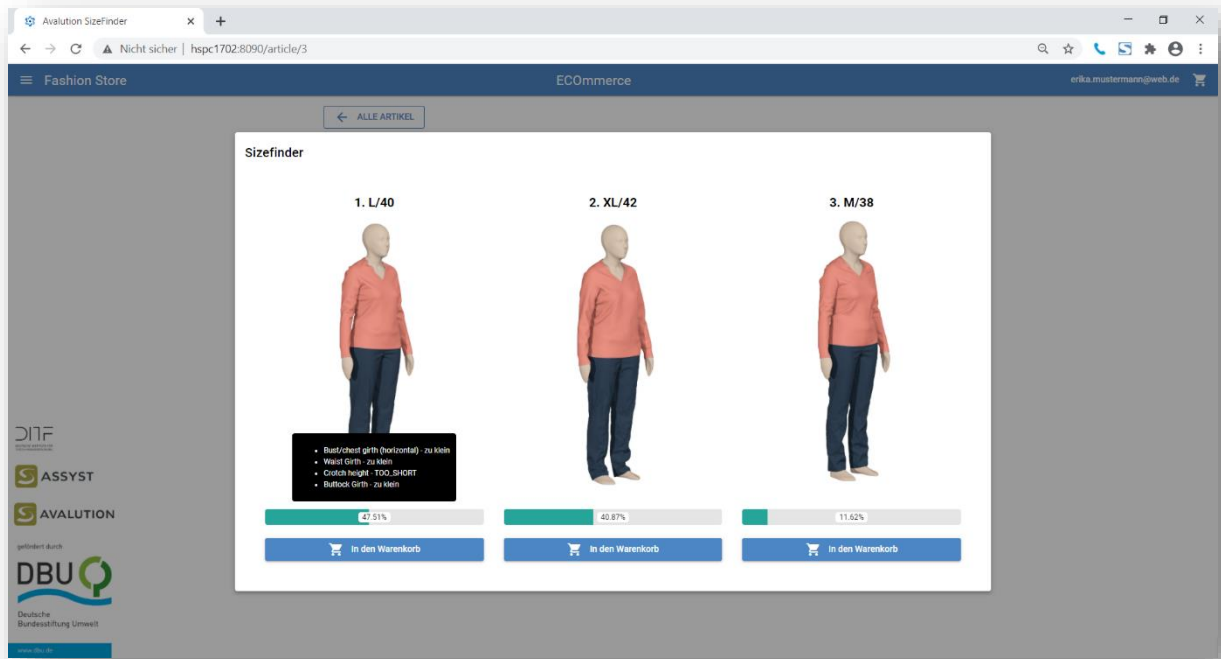


Abbildung 46: Webshop – Passforminformation

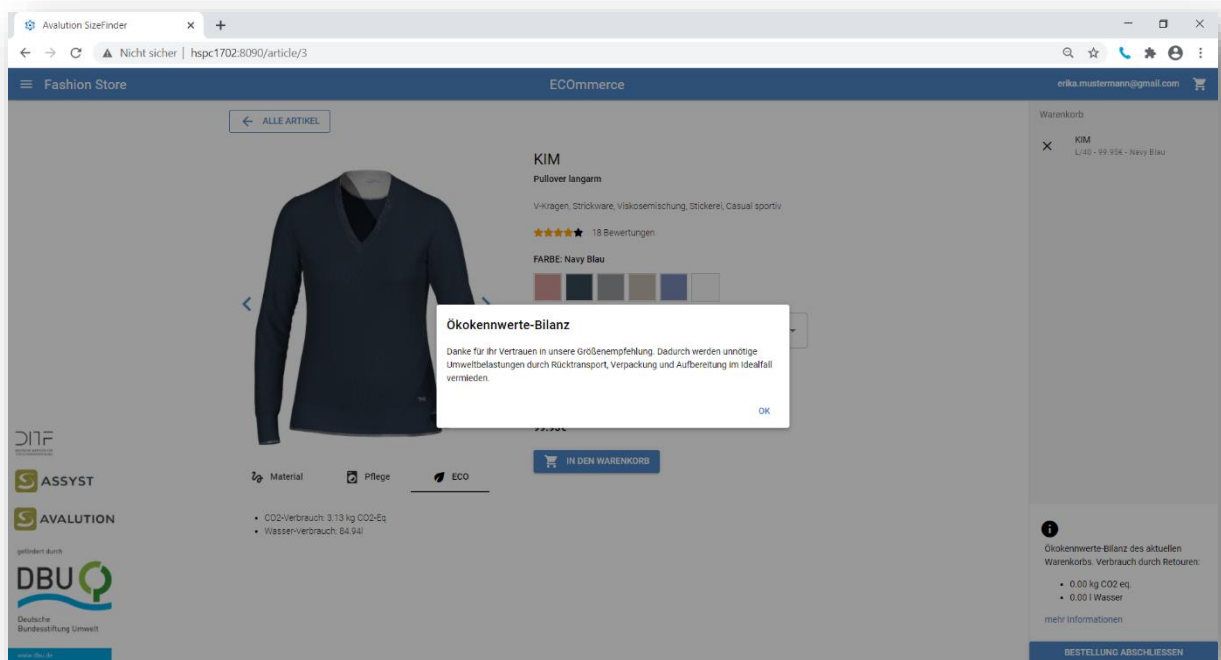


Abbildung 47: Webshop – Warenkorb Rückmeldung mit 1 Artikel

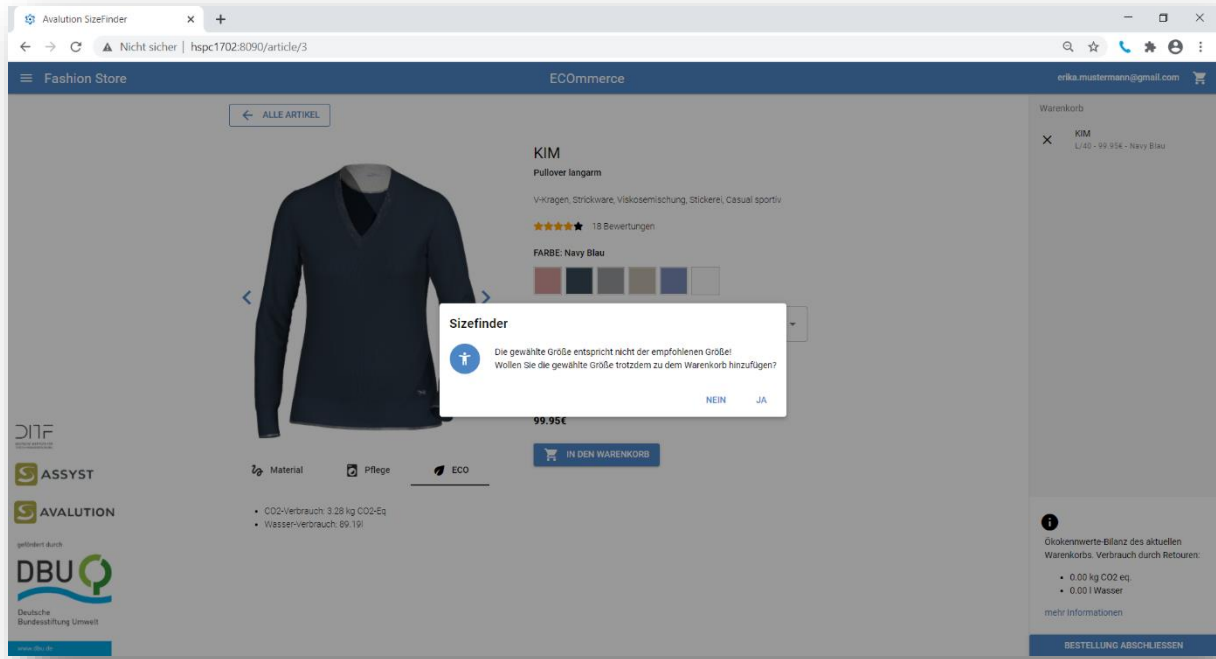


Abbildung 48: Webshop – Artikel in nicht-empfohlener Größe

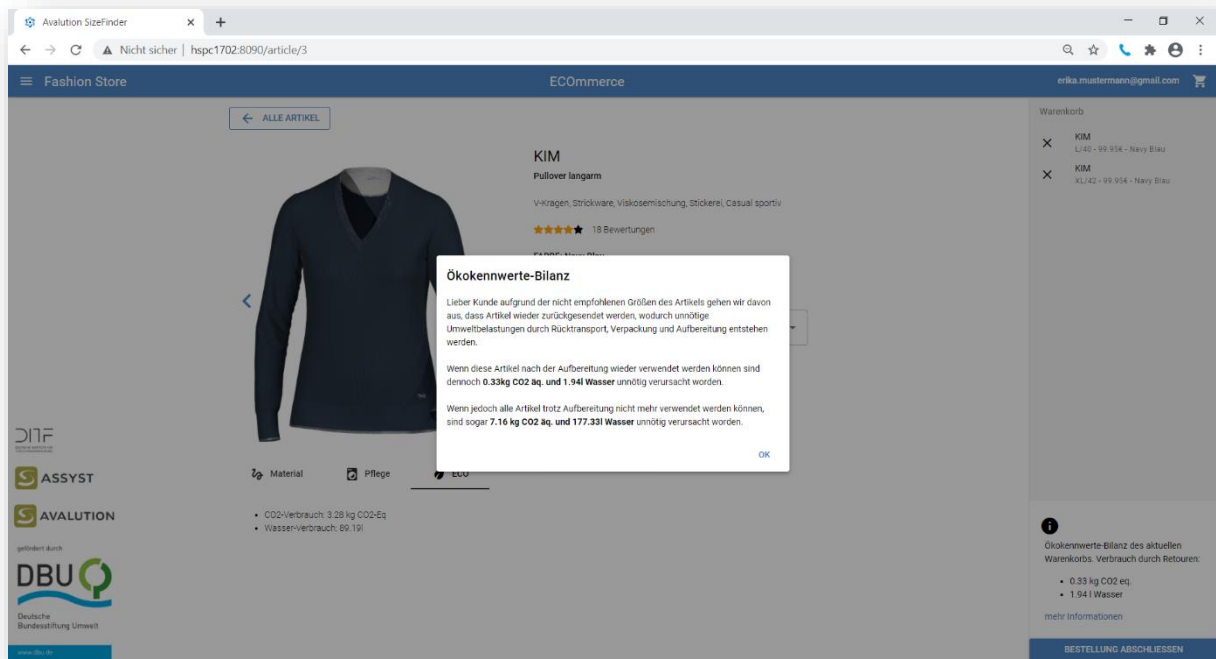


Abbildung 49: Webshop – Warenkorb Rückmeldung bei 2 Artikeln

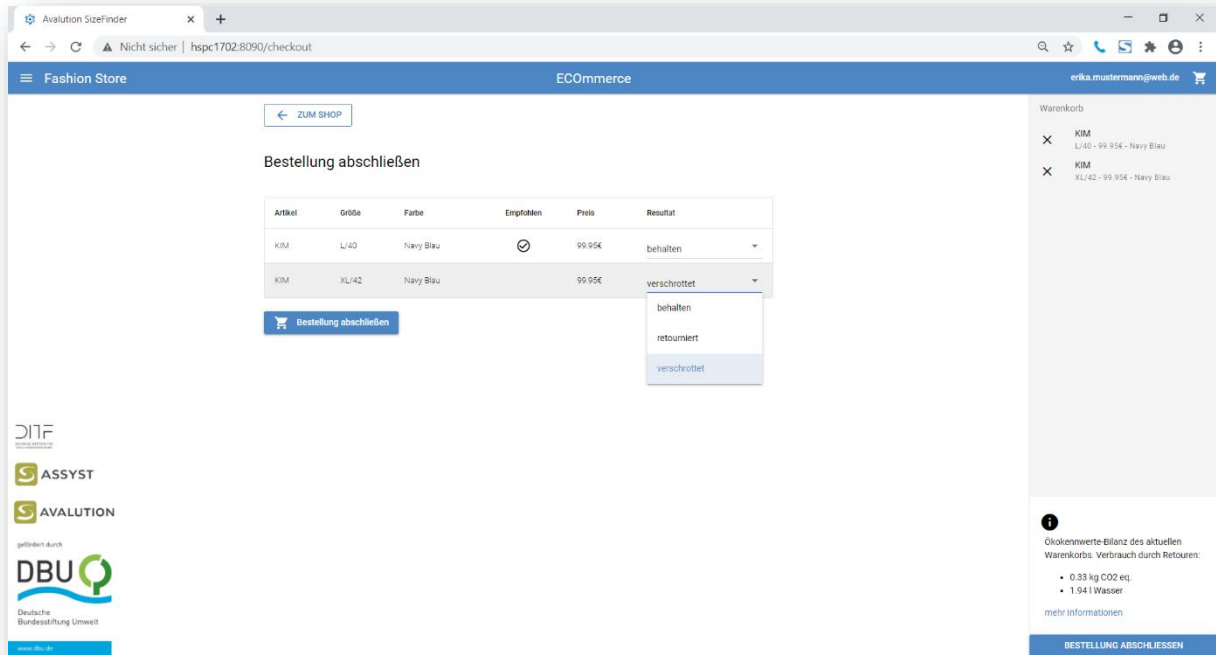


Abbildung 50: Webshop – Simuliertes Ergebnis einer Bestellung

Virtuelle Einpflege



Abbildung 51: Einpflege – Artikelübersicht

The screenshot shows a web application interface for a size chart. On the left, there are four 3D body diagrams illustrating different measurement points: Bust, Waist, Hips, and Crotch. The main area contains a table with columns for sizes (36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50) and rows for various body measurements. The table data is as follows:

	36	38	40	42	44	46	48	50
BRAX								
Brustumfang	86	90	95	100	105	110	115	120
Brustumfang	86,97	90,76	95,57	100,39	105,21	110,03	114,85	119,67
Reihenumfang	84	86	88	90	92	94	96	98
Taliumumfang	69	73	77	81	85	89	93	97
Taliumumfang	69,77	73,76	77,75	81,74	85,73	89,72	93,71	97,70
Waistenumfang	64	66	68	70	72	74	76	78
Waistenumfang	64,87	66,76	68,65	70,54	72,43	74,32	76,21	78,10
Hüftumfang	85	90	95	100	105	110	115	120
Hüftumfang	85,74	90,73	95,72	100,71	105,70	110,69	115,68	120,67
Hüftumfang	94	98	102	106	110	114	118	122
Hüftumfang	93,97	97,96	101,95	105,94	109,93	113,92	117,91	121,90
Oberschenkelumfang	51	53	55	57	59	62	65	67
Oberschenkelumfang	50,94	52,93	54,92	56,91	58,90	61,89	64,88	66,87
Reihenumfang	51,0	53,0	55,0	57,0	59,0	62,0	65,0	67,0
Schrittlänge	80	80	80	80	80	80	80	80
Schrittlänge	79,2	79,4	79	77,8	77,8	77,7	77,5	77,2
Oberarmumfang	27	26,7	26,5	26	25	24,5	24	23,5
Oberarmumfang	27,2	26,4	25,6	24,8	24	23,2	22,4	21,6

Abbildung 52: Einpflege – Körpermaßtabelle

The screenshot shows a web application interface for an article specification. The main area contains a form for article details and a size table. The article details are as follows:

Artikel: 62-4087
 Bezeichnung: DINA
 Artikel-Typ: Kombi
 Dimension der Größenstruktur: 2

Beschreibung:
 Geschlecht: DOB
 Hersteller: BRAX
 Groessen: Normalgr/uo00e/uo00den
 Layer: 2
 Material: elastisch
 Ware:
 Druck: uni
 Bes. Merkmale: -
 Passform: slim
 Fit Kriterien:
 Verpassungsbereiche:

The size table is titled "Größentabelle | Fit Assessment Kriterien" and contains the following data:

Größe	Buttock girth (AS_75204) Körpermaß			Body height (AS_00104) Körpermaß			Crotch height (AS_01006) Körpermaß			Waist girth (AS_65106) Körpermaß			Bust/chest girth (horizontal) (AS_43104) Körpermaß		
	Wert	Min.	Max.	Wert	Min.	Max.	Wert	Min.	Max.	Wert	Min.	Max.	Wert	Min.	Max.
S	94,00			168,00			80,00			69,00			85,00		
M	98,00			168,00			80,00			73,00			90,00		
L	102,00			168,00			80,00			77,00			95,00		
XL	106,00			168,00			80,00			81,00			100,00		
XXL	110,00			168,00			80,00			85,00			105,00		

Abbildung 53: Einpflege – Anlage Artikel

Größenzuordnungsregeln Detailsansicht

Regel
 Artikel: 82-4987 DINA | Standort: | Status: Aktiv
 Geschlecht: weiblich | Bemerkung: importiert
 Version: | Regelart: körpermaßbasierte Verpassungsregel
 [Bearbeiten] | [Zurück zur Übersicht]

Analyse
 Trainingsmenge: beinhaltet 0 Scans mit Fit Assessments, 0 Scans mit Fit Assessments für aktive Größen, 0 Scans total
 [Fittingrate] | [Diagramm] | [Vergleich Fittingrate mit anderen Regeln] | [Zuordnungsprotokoll] | [Regeleditor]

Globale Parameter
 Klassifikation: 3a (+1)
 Gewichtung: Linear
 [Bearbeiten]

Maße und globale Attribute
 [Maß hinzufügen] | [Wocher nach relevanten Maßen]

SWR Maß	Body height (AS_0010h)	Bust/chest girth (horizontal) (AS_4510h)	Buttock girth (AS_7520h)	Crotch height (AS_0100h)	Waist girth (AS_4510h)
Spec. Maß	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Offset (SWR-Maß - Spec-Maß)	0,0	X	X	X	X
Aktiv	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Gewichtung pos	9,2	1,5	1,5	7,0	1,0
Gewichtung neg	9,2	9,5	9,5	9,6	9,6
Basic Fit Tol. pos	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Basic Fit Tol. neg	4,0	3,0	3,0	2,0	3,0
Critical Fit Tol. pos	8,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Critical Fit Tol. neg	8,0	6,0	6,0	4,0	6,0

Größenspezifische Referenzwerte und Toleranzen
 [Referenzwerte bearbeiten] | [Referenz- und Toleranzwerte bearbeiten] | [Größe hinzufügen]
 [Referenzwerte aus Spezifikation übernehmen] | [Referenzwerte aus Fitassessment berechnen] | [Größen Toleranzwerte aus den globalen Attributen erstellen] | [Größen Toleranzwerte entfernen]

Aktiv	Größe	Body height (AS_0010h)	Bust/chest girth (horizontal) (AS_4510h)	Buttock girth (AS_7520h)	Crotch height (AS_0100h)	Waist girth (AS_4510h)	Anzahl Fit-Daten
X	S	160,0	95,0	94,0	80,0	69,0	0
X	M	165,0	95,0	95,0	80,0	73,0	0
X	L	165,0	95,0	102,0	80,0	77,0	0
X	XL	169,0	100,0	106,0	80,0	81,0	0
X	2XL	169,0	105,0	110,0	80,0	85,0	0

Abbildung 54: Einpflege – Größenempfehlungsregel

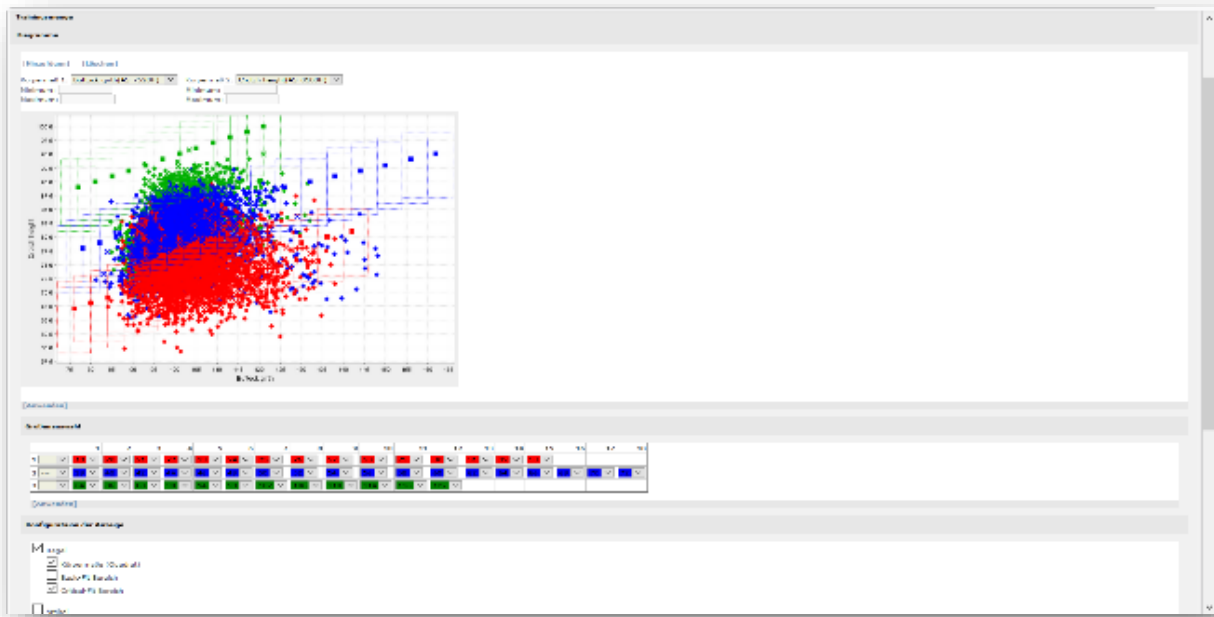


Abbildung 55: Einpflege – Zielgruppenoptimierung – Darstellung

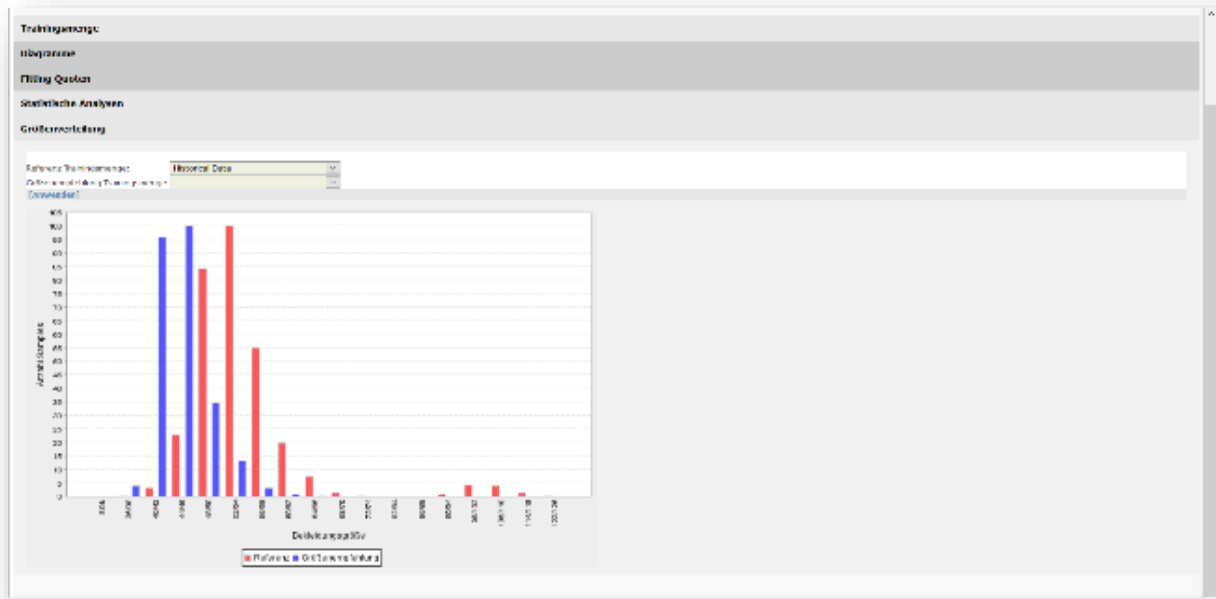


Abbildung 56: Einpflege – Zielgruppenoptimierung – Histogramme

LCA Modelle

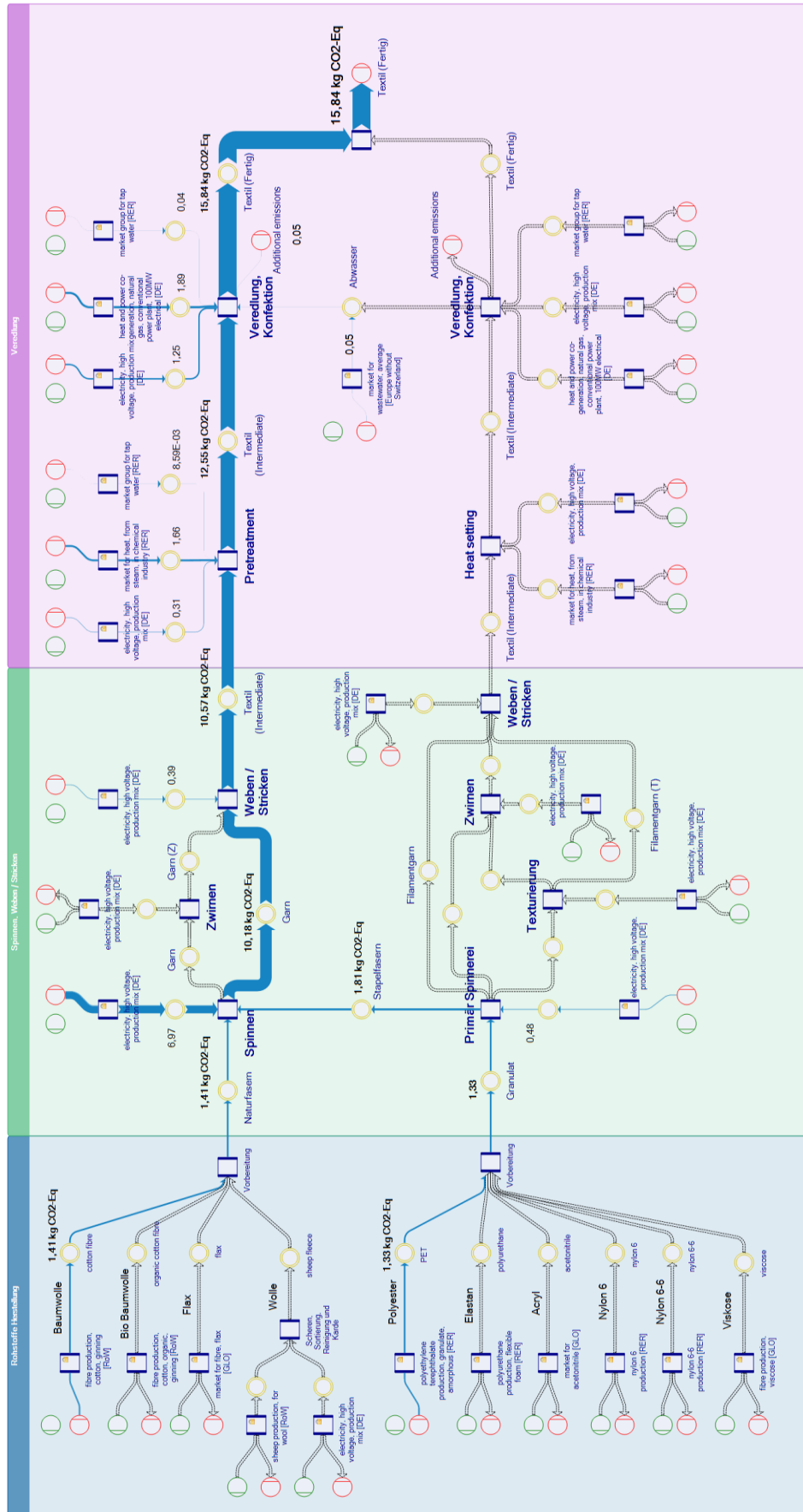


Abbildung 57: LCA Modell 1: Berechnung der Umweltbelastung (15,84 kg CO2-äq und 1080 Liter Wasser) für die Materialgruppe DIN (1kg, Baumwolle 55%, Polyester 45%, gestrickt, für Stapelfaserlinie, ohne Zwirnen, mit der mittleren Garnfeinheit von 70 dtex), CO2 Ansicht

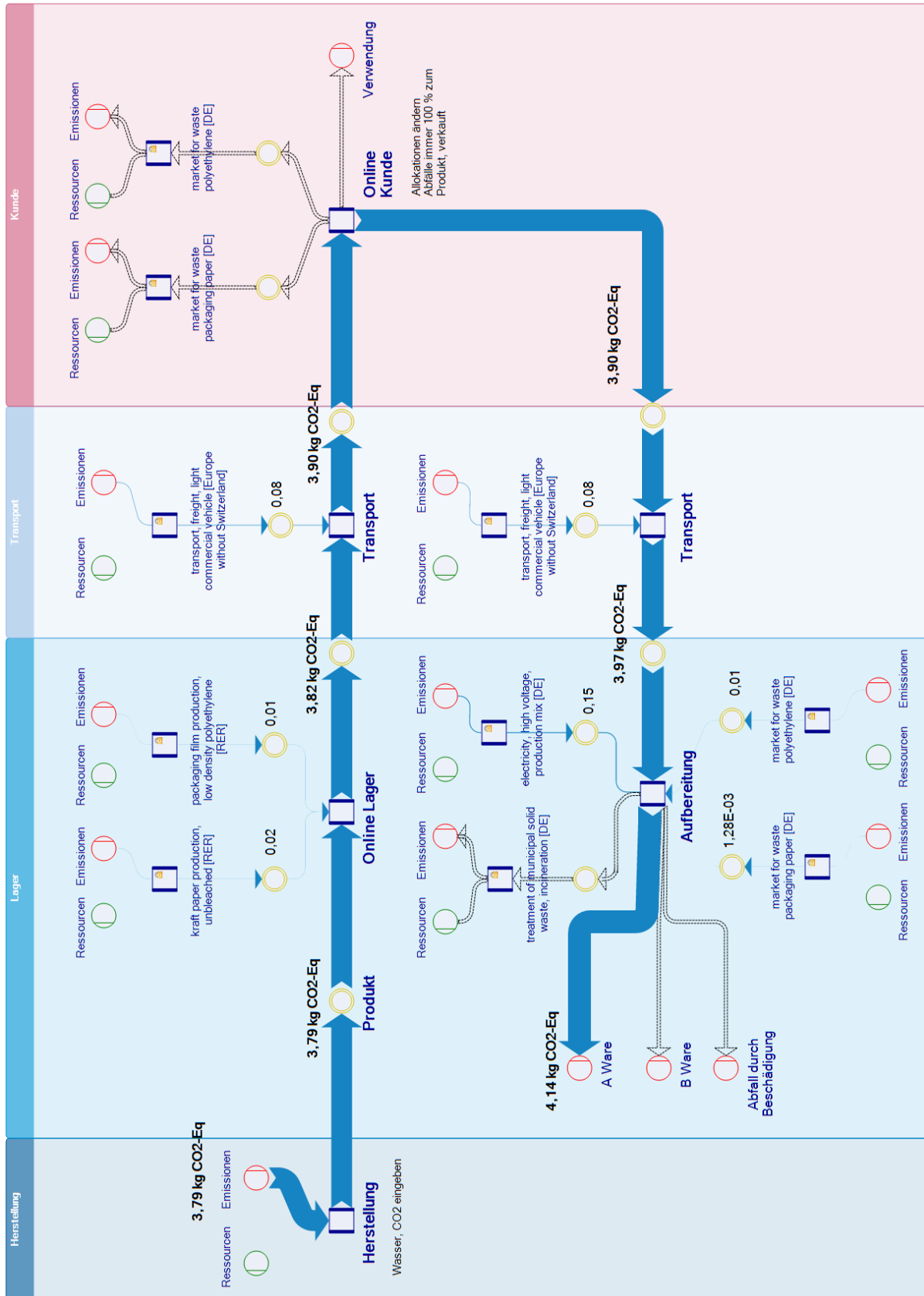


Abbildung 58: LCA Modell 2: Berechnung der unnötigen Umweltbelastung für ein ausgewähltes Szenario, CO₂ Ansicht

Newsletter DITF (Auszug)

FOKUS FORSCHUNG

DEUTSCHE INSTITUTE FÜR TEXTIL- UND FASERFORSCHUNG DENKENDORF



September 2018 – Nr. 3

Digitalisierung: Läuft!

Innenminister Strobl macht Station an den DITF Denkendorf

Digitalisierung: Läuft! Unter diesem Motto nahmen am 27. Juli 2018 im Rahmen der Digitalisierungsstrategie der Landesregierung Baden-Württemberg Unternehmen, digitale Start-ups, Kommunen und Technologie-Netzwerke am Digitalisierungslauf von Stuttgart nach Reutlingen teil. Eingeladen zu der

Minister Thomas Strobl über aktuelle Entwicklungen der DITF für eine digitale Zukunft. Schwerpunktthemen waren digitale Textilien für Gesundheitsanwendungen und Lösungen für eine voll vernetzte, integrierte Textilproduktion. Bis 2021 investiert die Landesregierung zusammen mit allen

erfasste. Die anschließende Auswertung der Daten am Bildschirm machte deutlich, wie sich Herzfrequenz und EKG des Hochleistungssportlers Mennel von den Werten eines „normalen“ Hobbysportlers unterscheiden. Das smarte Textil kann nicht nur beim Sport eingesetzt werden, sondern auch bei allein-



Innenminister Thomas Strobl (rechts) besuchte im Rahmen des Digitalisierungslaufs die DITF. Als eine von vielen digitalen Entwicklungen präsentierte Prof. Michael Doser ihm einen Handschuh zur Überwachung der Vitalparameter.

Veranstaltung hatte der Marathonläufer und ehemalige Vize-Weltmeister Jürgen Mennel zusammen mit dem Ministerium für Inneres, Digitalisierung und Migration.

Das Event verband Sport mit Informationen und Austausch rund um das Thema Digitalisierung und war der Auftakt der Open-Innovation Plattform. Eine Station der ersten Etappe führte nach Denkendorf. Hier informierte sich der Innenmi-

ressorts allein eine Milliarde Euro in digitale Innovationsprojekte und Modellvorhaben. Baden-Württemberg soll zu einer Leitregion des Digitalen Wandels werden. Dazu gehört auch die digitale Transformation der Textilbranche im Rahmen von Industrie 4.0, die von den DITF aktiv begleitet wird. Beim Lauf kam das in Denkendorf entwickelte Sensorische T-Shirt zum Einsatz, das die Vitalparameter ausgewählter Läufer

lebenden älteren Menschen oder in Schutzkleidung z. B. für Feuerwehrleute. Intelligente Technik alarmiert im Notfall Hilfe.

„Das ist die nächste Generation funktionaler Bekleidung!“, zeigte sich Thomas Strobl von den textilen Möglichkeiten in der Digitalisierung beeindruckt. Als Erinnerung konnte er ein am gleichen Tag aufgenommenes Portrait von sich mitnehmen – natürlich mit moderner digitaler Technik auf Textil gedruckt.

INHALT

**Schaufenster
Mittelstand 4.0
„Textil vernetzt“**
Seite 2/3

**Forschungskubus und
Kollektor für Solar-
thermie**
Seite 4/5

**Neuentwicklungen
Hochleistungsfasern**
Seite 6/7

Termine 2018/2019
Seite 8

Eröffnung Schau- fenster Digitales Engineering

15. Mai 2018: Im Beisein zahlreicher Gäste aus Wissenschaft und Wirtschaft wurde im Rahmen des Transferprojekts Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Textil vernetzt das DITF-Schaufenster „Digitales Engineering“ feierlich eröffnet. Das Schaufenster zeigt digitale Prozesse und Anwendungen, macht sie für Interessierte erleb- und greifbar und unterstützt den textilen Mittelstand, Chancen und Potenziale von Digitalisierung für sich zu erkennen. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen und Handwerksbetriebe sollen hier auf dem Weg zur digitalen Transformation Unterstützung finden. Schwerpunktthemen der Präsentation sind „Simulate, Print and Cut für die Bekleidungsproduktion“, „Textiler Leichtbau für die Raumbelichtung“ und „Smart Textiles“. Einen ausführlichen Bericht finden Sie auf Seite 2.

Neu an den DITF: DigitalLab

Digital durchgängige Lösungen zur Herstellung individueller Kleidungsstücke

Zusätzlich zur Präsentationsfläche des Schaufensters im Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 Textil vernetzt haben die DITF einen Demo-Raum, das sogenannte „DigitalLab“, eingerichtet, das Interessenten den Schwerpunkt „Simulate, Print and Cut“ näherbringt. Vorge stellt wird eine digital durchgängige Lösung zur Herstellung von individuellen Kleidungsstücken über einzelne Fertigungsstufen der textilen Kette hinweg. Das Konzept verbindet die 3D-Visualisierung mit großformatigem Textildruck und digitalem Zuschnitt. Auf einem großflächigen multifunktionalen Monitor wird beispielsweise die Entwicklung des kreati-

ven Designs in CAD, und damit der Startpunkt der Prozesskette, demonstriert. Die virtuellen, in 3D abgebildeten Kleidungsstücke sind im Fashion Corner daneben physisch vorhanden und somit zum Greifen nah. Darüber hinaus entwickeln die DITF in Zusammenarbeit mit namhaften Partnern im Rahmen des Projekts Retail 4.0 neue Lösungen für Virtual und Augmented Reality in der Retail-Industrie, bei denen Feedbackprozesse vom Konsumenten über den Einzelhandel bis zum Hersteller digital und virtuell gestützt ablaufen. Hier dient das DigitalLab nicht nur zu Demonstrationszwecken für Interessierte, sondern auch als VR/



DigitalLab: die Digitalisierung wird an den DITF live erlebbar

AR-Testumgebung für die prototypische Umsetzung im Projekt. Möchten auch Sie in eine textile Welt der virtuellen Realität eintauchen? Dann kommen Sie vorbei und erleben Sie, wie Tex-

tilien und Bekleidung auf Digitalisierung treffen.

Kontakt:
franziska.moltenbrey@ditf.de

Projektstart ECommerce

Effektive ökologische Umweltentlastung durch Digitalisierung der Wertschöpfungskette zwischen Hersteller, Händler und Endkunde im Online-Handel von Bekleidung

Der Anteil an Bekleidung, der nicht mehr im stationären Einzelhandel oder über Kataloge, sondern über das Internet verkauft wird, nimmt stetig zu. 2017 wurden allein rund 11,76 Milliarden Euro Umsatz bei einem Gesamtvolumen von insgesamt 58,47 Milliarden Euro in der Warengruppe Bekleidung durch E-Commerce Kanäle vertrieben.

Betrachtet man die Retourenquote im Onlinehandel der Bekleidungsbranche, bewegt sich diese je nach Produktgruppe

zwischen 25 und 50 Prozent. Hierbei sind 86% der Retouren im Online-Handel von Bekleidung auf Passformprobleme zurückzuführen. Mit der hohen Retourenquote ist eine zentrale Umweltproblematik verbunden, die es zu lösen gilt.

Als Ausweg aus der Retourenfalle bietet sich die Digitalisierung an. In der Bekleidungsentwicklung sind heute grundsätzlich 3D-Simulationssysteme ergänzend zu klassischen 2D-Konstruktionssystemen im Einsatz. Es ist bereits möglich, eine

photorealistische Simulation und Visualisierung von Bekleidung einzusetzen.

Ziel von „ECommerce“ ist es daher, gemeinsam mit den Projektpartnern Avalution GmbH und Assyst GmbH ein Framework zu entwickeln, das die Prognose der Passform signifikant verbessert und somit den passformabhängigen Anteil von Re-

touren im Onlinehandel drastisch reduziert. Gefördert wird das Projekt durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt.



Kontakt:
juergen.seibold@ditf.de



Photorealistische Simulation und Visualisierung von Bekleidung

Themenwoche zur digitalen Zukunft

Die DITF unterstützen mit ihrem Know-how auch die Themenwoche zur digitalen Zukunft und Innovation im Mittelstand der IHK Region Stuttgart, die sich sowohl an Einsteiger als auch an Spezialisten richtet. Unter dem Titel „100 Stunden Morgen“ werden vom 24.-28. September 2018 neuartige Geschäftsmodelle, Technologien

von morgen, Innovationsmethoden, Experimentierräume, OpenInnovation und Startups-Themen vorgestellt. Die DITF sind als Aussteller und mit Referenten dabei und präsentieren ihre Schwerpunktthemen in der begleitenden Ausstellungslandschaft sowie im Vortragsprogramm.

Pressemitteilung Human Solutions Gruppe



PRESSEINFORMATION

Digitalisierung als Ausweg aus der Retourenfalle – Avalution startet Forschungsprojekt

Kaiserslautern, 12.12.2018 Wer online shoppt, bestellt oft mehrere Größen oder Artikel zur Auswahl – Rücksendung garantiert. Die Transporte hin zum Kunden und zurück sowie die Aufbereitung oder teilweise sogar Vernichtung der Ware belasten die Umwelt. Avalution entwickelt auf Basis der weltweit größten Datenbank an menschlichen Bodyscans mit der Assyst GmbH und dem DITF Denkendorf in einem gemeinsamen Forschungsprojekt eine Lösung, um die Passformprognose beim Online-Shopping signifikant zu verbessern. Ziel: Eine geringere Retourenquote.

Die hohe Umweltbelastung durch den Entstehungsprozess und den Verkauf von Bekleidung sorgt immer wieder für Schlagzeilen. Die Avalution GmbH will gemeinsam mit der Assyst GmbH und dem DITF Denkendorf eine Lösung finden, damit künftig deutlich weniger Bekleidung unnötig verschickt und wiederaufbereitet werden muss. Gefördert wird das Forschungsprojekt durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt. „Wir wollen am Anfang des Bestellprozesses ansetzen und eine Lösung entwickeln, die es den Kunden möglich macht, auf die Bestellung verschiedener Größen zur Anprobe zu verzichten. Allein durch die Reduktion dieser garantierten Retouren kann eine erhebliche Umweltentlastung erreicht werden“, sagt Michael Stöhr, Geschäftsführer der Avalution GmbH. Basis der Software-Lösung wird Avalutions weltweit größte Datenbank an menschlichen Bodyscans sein.



Zahlen und Fakten zum Online-Handel

86 Prozent der Retouren im Online-Handel sind auf Passformprobleme zurückzuführen. Wer online Bekleidung einkauft, bestellt oft mehrere Größen zur Auswahl – von denen er manche Teile garantiert zurücksenden wird. Passt gar nichts, geht alles zurück – und die Retourenquote bewegt sich je nach Produktgruppe einer Studie des EHI Retail Institutes zufolge zwischen 25 und 50 Prozent. Bei 86 Prozent der Retouren geben die Kunden Passformprobleme als Grund für die Rücksendung an. Dieser Anteil liegt noch deutlich über dem Retourengrund „Artikel gefällt nicht“ (68 Prozent) und führt dazu, dass Kunden oftmals mehrere Varianten eines Artikels in unterschiedlichen Größen zur Auswahl bestellen.

Kundenfreundliche Größenbestimmung ohne Maßband

Um dem Kunden bei der Online-Bestellung von Bekleidung eine kundenindividuelle Empfehlung für die passende Größe auszusprechen, nutzt Avalution die weltweit größte Datenbank an menschlichen Bodyscans. Die Ermittlung der Größe erfolgt dadurch besonders kundenfreundlich, ohne dass der Kunde selbst Maß nehmen muss. „Wir fragen vier einfache Angaben ab. Daraus erstellen wir einen statistischen Avatar, den der Kunde noch weiter anpassen kann“, sagt Michael Stöhr.

Informationen aus 3D-Simulationen nutzen

Durch die Zusammenarbeit im Projekt mit der Firma Assyst sollen Synergien genutzt werden, die durch die Simulation von Bekleidung in 3D entstehen. Der Vorteil der Simulation mit 3D-Vidya ist, dass dem digitalen Entwurf ein realer Schnitt zugrunde liegt. Dadurch enthält die Bekleidungssimulation wertvolle Informationen, die beispielsweise für eine digitale Anprobe genutzt werden können.

Auf einen Blick Umweltauswirkungen erfassen

An den DITF Denkendorf wird im Rahmen des Projekts eine Nachhaltigkeitsbewertung entwickelt, die dem Kunden vor Abschluss seiner Bestellung anzeigt, wie sich sein Bestellverhalten auf die Umwelt auswirkt. Dadurch soll der Kunde auf einen Blick



sehen, dass beispielsweise die Umwelt durch das Bestellen mehrerer Größen zur Auswahl deutlich mehr belastet wird, als wenn er sich für eine Größe entscheidet.

Zusammenschluss für neues Einkaufserlebnis

„Wir wollen die Expertise von Avalution, Assyst und den DITF zusammenbringen, um für die Kunden in Online-Shops ein völlig neues Einkaufserlebnis zu verschaffen: Der Kunde findet schneller das richtige Produkt, das ihm auch passt. Gleichzeitig wird der Aufwand rund um das Zurücksenden von Ware reduziert und eine Entlastung der Umwelt herbeigeführt – eine wichtige Weiterentwicklung für das E-Commerce“, so Michael Stöhr.

Das Projekt hat eine Laufzeit von 2 Jahren und endet am 15. Juli 2020.

Über Avalution

Avalution macht den Menschen zum Mittelpunkt der Produktentwicklung. Das Unternehmen verfügt über die weltweit größte Körpermaß-Datenbank mit Bodyscans von rund 100.000 Menschen. Darüber hinaus führt Avalution Reihenmessungen durch und ist führend im Bereich Bodyscanning. Die 20 Mitarbeiter am Firmensitz in Kaiserslautern machen Passform und Ergonomie für die Produktentwicklung in unterschiedlichen Branchen messbar.

Pressekontakt

Avalution GmbH

Eva Fröhlich

Tel. +49 (0)631-343 593-73

Fax. +49 (0)631-343 593-10

eva.froehlich@human-solutions.com

www.avalution.net

DITF Jahresbericht 2018 (Auszug)



Digitalisierung als Ausweg aus der Retourenfalle

Wer online shoppt, bestellt oft mehrere Größen oder Artikel zur Auswahl – Rücksendung garantiert. Die Transporte hin zum Kunden und zurück sowie die Aufbereitung oder teilweise sogar Vernichtung der Ware belasten die Umwelt erheblich.

Im Rahmen des DBU Forschungsprojektes ECommerce entwickeln die DITF zusammen mit den Partnern Avalution GmbH und Assyst GmbH eine Lösung, die es den Kunden ermöglicht, auf die Bestellung verschiedener Größen zur Anprobe zu verzichten. Durch eine virtuelle Anprobe der Kleidung im online Bestellprozess kann eine kundenindividuelle Empfehlung der richtigen Größe ausgesprochen werden.



Carbon Footprint Modell eines Retourenprozesses

Spürbare Entlastung für die Umwelt

Allein durch die Reduktion der durch den heutigen Bestellprozess notwendigen Retouren kann eine erhebliche Umweltentlastung erreicht werden. Diese Umweltauswirkungen werden hinsichtlich Carbon Footprint und Wasserbedarf mittels der MFCA-Methode (Material Flow Cost Accounting) analysiert und dem Kunden bereits im Bestellprozess transparent gemacht.

Der zusätzliche Energieeinsatz für den Transport und für die Rohstoffe der zurückgeschickten Ware ist erheblich, da diese teilweise gereinigt und neu verpackt werden muss oder wegen Beschädigungen sogar direkt vernichtet wird. Mit jeder Bestellung von drei Größen desselben Artikels werden ca. 30% zusätzliche CO₂ Emissionen (bezogen auf den behaltene Artikel) verursacht.

Ziel ist es, den Kunden hinsichtlich seines Bestellverhaltens zu sensibilisieren, da jede zusätzliche Retourenschleife erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt hat.

Niederdruck-Stabilisierungsöfen für die Carbonfaserherstellung

Die hohen Kosten für Carbonfasern verhindern den großflächigen Einsatz in vielen preissensitiven Märkten, speziell im Bereich der Automobilhersteller und der Elektromobilität. Um den geforderten Carbonfaserpreisen gerecht zu werden, sind neuartige Ansätze notwendig. Bei der Ausgangsfaser aus Polyacrylnitril sind momentan keine Durchbrüche in der Kostenreduktion zu erwarten, so ist die besonders energieintensive Oxidation der Faser der beste Angriffspunkt für eine Kostenreduktion im Herstellungsprozess von Carbonfasern. Im Projekt Vakustab, finanziert durch das Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg, wird in Zusammenarbeit mit der Firma centrotherm international AG, Blaubeuren, daher ein neuartiger Niederdruck-Stabilisierungsöfen realisiert, der Energie und Stoffströme solcher Öfen massiv reduziert. Der Ofen wird am HPFC-Fasertechnikum der DITF aufgebaut und optimiert.

Vielzahl an Vorteilen gegenüber konventionellem Verfahren

Durch den Einsatz eines Teilvakuums als Stabilisierungsatmosphäre wird die Stabilisierungsdauer der Ausgangsfasern um 30% verkürzt, während gleichzeitig bis zu 50% weniger Energie gegenüber dem Stand der Technik benötigt wird. Der Ofen nimmt sehr wenig Platz ein und ist gut in den industriellen Maßstab skalierbar. Die resultierenden Carbonfasern sind wesentlich homogener und erreichen bereits die mechanischen Eigenschaften von Carbonfasern aus dem gängigen Stabilisierungsprozess bei Atmosphärendruck. Es kann eine verbesserte Prozessführung ohne Temperatursprünge realisiert werden. Ein weiterer Vorteil ist die hohe Effektivität in der Herstellung von Carbonfasern aus Lignozellulose, für die dieser neue Prozess erhebliche Vorteile besitzt.



Neuartiger Niederdruck-Stabilisierungsöfen an den DITF