



Universität der Bundeswehr München

Arbeitsgebiet
Beschaffung

Ergebnisbericht
Studienarbeit für ein digitalisiertes
Bundeswehr Bekleidungsmanagement

Arbeitspapier Nr. 27

Univ.-Prof. Dr. Michael Eßig

PD Dr. Andreas Glas

M.Sc. Dominik Oehlschläger

1. Studienüberblick

Die logistischen Prozesse des Bekleidungsmanagements der Bundeswehr (Einkleidung, Produkterhalt, Tausch, usw.) sind sehr ressourcenintensiv. Beispielsweise zeigen Daten des Sanitätslehrregiments Feldkirchen aus den Jahren 2019 - 2021, dass Soldaten im Rahmen der Einkleidung im jährlichen Durchschnitt 612,83 Dienststunden gebunden werden. Da es sich hierbei um Ausbildungszeit handelt, sind dies 68,09 Tage an nicht verfügbarer Ausbildungszeit. Zusätzlich führt nicht nur die dezentrale Lagerhaltung in über 60 Bekleidungscentren zu einer geringen Warenverfügbarkeit an den Einzelstandorten, damit zu langen Wartezeiten für Tauschprozesse und zu einer hohen Unzufriedenheit der Bekleidungsempfänger.

Zudem deckt die zur Verfügung stehende Datenbasis über Körpermaße der Bekleidungsempfänger den Informationsbedarf zur Entwicklung und Bereitstellung moderner Bekleidung für die Bundeswehr nicht mehr ab. Dies führt zu mehreren negativen Auswirkungen wie einem verringerten ergonomischen und klimaphysiologischen Tragekomfort sowie einem erhöhten Verschleiß und Kleidungs austauschbedarf.

Die Aufgabe der vorliegenden Studienarbeit ist es zu untersuchen, wie Daten in Form eines „digitalen Zwillinges der Soldaten“ für bessere Ausstattung und Belieferung der Bundeswehr genutzt werden können. „Besser“ bezieht sich einerseits auf eine bessere Passung/Fit der Bekleidung und andererseits auf eine bessere logistische Verfügbarkeit der Bekleidung für die Soldaten.

Die Studie begann am 01.09.2020 und endete am 31.12.2022. Im Studienverlauf fand eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden Anwendung. Darunter fallen:

- Benchmarking und Markterkundung der Technologie „3D-Bodyscanning“, insbesondere durch Besuche von Fachmessen (*Hannover Messe / 3D Body.Tech*)
- Detaillierte Auswertung von Dokumenten, die bestehende Strukturen des Bekleidungsmanagements der Bundeswehr beschreiben
- Durchführung von Workshops mit relevanten Stakeholdern wie bspw. BMVg A II 4
- Befragung von über 300 potentiellen Nutzern (Soldaten) eines digitalen Bekleidungsmanagements zu Themen der Technologieakzeptanz
- Durchführung einer explorativen Interviewserie entlang der Lieferkette für Schutzbekleidung mit 25 Informanten von elf Organisationen aus insgesamt drei Ländern (Deutschland, Niederlande, Schweiz)
- Technische Erprobung eines digitalen Versandkonzeptes im Rahmen eines zweiwöchigen Experiments mit 63 Probanden
- Berechnung mehrerer Simulationen zur inhaltlichen Bewertung eines digitalen Versandkonzeptes durch eine Abschätzung und Offenlegung der Aufwände und Potentiale

2. Markterkundung

Ein wesentlicher Ausgangspunkt der Studie bildet die technische Machbarkeit einer digitalen Körpervermessung der Soldaten, um damit einen digitalen Zwilling der Bekleidungsempfänger zu schaffen. Dem liegt die Technologie des „3D Bodyscanning“ zugrunde, welche grundsätzlich technisch auf verschiedene Art und Weisen erfolgen kann.

Ein Körper kann einerseits durch Laserlinien, strukturierte Lichtmuster, Fotogrammetrie oder Millimeterwellen vermessen werden. Andererseits gibt es die Möglichkeit, Körpermaße auf Basis kurzer Videos oder einzelner Fotos zu berechnen. Während die Vermessung meist entweder durch große stationäre oder mobile handgeführte 3D Scanner erfolgt, lassen sich berechnende Verfahren durch Smartphoneanwendungen ermöglichen. In den beiden Jahren seit Beginn der Studie 2020, haben sich im Smartphonebereich große technische Fortschritte ergeben, was immer genauere und benutzerfreundlichere Möglichkeiten nach sich zog. Dies führte auch dazu, dass insbesondere die Industrie im Bereich des Onlinehandels auf das Thema Bodyscanning aufmerksam wurde und beachtenswerte Investitionen von Unternehmen wie Amazon, Zalando oder Meta (Facebook) getätigt wurde (Müller, 2020). Dieses Interesse liegt vor allem daran, dass im Jahr 2022 ca. 35% der in Deutschland online bestellten Bekleidungsartikel retourniert wurden (Statista, 2023). Bei einem durchschnittliche Wertverluste von etwa 15€ sowie mehr als einem halben Kilo emittiertes CO2 pro Retoure, zeigen sich die daraus entstehenden ökonomischen wie ökologischen Probleme (Asdecker, 2021a, 2021b).

Fallbeispiel Niederländische Streitkräfte

In den Niederländischen Streitkräften wird 3D Bodyscanntechnologie schon seit Jahren zur Einkleidung von Rekruten angewandt. Hier erfolgt die Datenerfassung in einem zentralen Lager in Soesterberg, welches von allen Rekruten zu Beginn ihrer Ausbildung aufgesucht wird. Die Erfassung der Körperdaten mithilfe eines boxartigen 3D-Scanners dauert 15 Sekunden pro Scan und die anschließende Datenverarbeitung etwa 2 Minuten. In diesem Vorgang werden 96 Körperdaten entnommen, welche mit einer persönlicher ID-Nummer verknüpft werden. Technisch könnten bis zu 960 Menschen pro Tag gescannt werden, in der Realität ist das Maximum jedoch bei 180 erreicht. Nach dem Scan erhalten die Rekruten eine Liste mit Artikeln, die sie sich selbst aus dem Lager nehmen. Die entsprechenden Regalbestände werden in Echtzeit überwacht was eine effiziente Lagerbewirtschaftung und Just-In-Time-Versorgung des Lagers ermöglicht.

3. Prozessanalysen und Status Quo des Bekleidungsmanagements

Das Bekleidungsmanagement der Bundeswehr in seiner heutigen Form ist sowohl auf strategischer wie auch auf operativer Ebene ein komplexes Gebilde, dass sich in den amtsseitigen und firmenseitigen Aufgabenbereich teilt.

Aufgaben der Steuerung, strategische Vorgaben, Fachaufsicht und Beteiligungsführung obliegen BMVg GI, A I 5, A III 1&4, Abt. CIT, FüSK, HC, IUD, P, Plg, R und SE. In der Bedarfsplanung werden Gesamtbedarfsprognosen durch die Kommandobehörden/ Oberste Bundesbehörden an PlgABw II 3 (5) KDL gemeldet. Von dort wird eine Bedarfsforderung an das BAAINBw geleitet, wo E3.3 – E3.6, L3.4, J1, U2.1, U3.6 und ZtQ1-4, ZA2.2 – ZA2.4 für die Verwaltung des Bekleidungsmanagements verantwortlich sind. Dies beinhaltet die Leistungsbeauftragung und Vergabekontrolle der BwBM, sowie die Übersendung der Bedarfsforderungen an WIWeB, WIS und WTD, welche wiederum technische Vorgaben und Lieferanweisungen erarbeiten. Personal und Infrastruktur des Bekleidungsmanagements werden durch

BAPersBw, BAIUDBw, BwDLZ und BwVSt bereitgestellt. Firmenseitig übernimmt die BwBM GmbH die Versorgung mit Bekleidung von der Beschaffung bis zur Aussonderung. Dazu zählen standortbezogene Services wie das Betreiben von Shops, Service Stationen, Service Punkte, Mobile Service Punkte und Verladepunkte.

Gemäß Leistungsvertrag ist die Einkleidungs geschwindigkeit die bedeutendste Kennzahl der BwBM. So sind zehn Tage nach Anmeldung eines Einkleidungs termins bei der Ersteinkleidung oder einer Einkleidung im laufenden Betrieb 98,0% der Leistungsempfänger sofort, 99,5% binnen drei bis fünf Tagen und 99,9% binnen zehn Tagen auszustatten. Bei Einsatzausstattungen ist das Ziel 95,0% innerhalb von ein bis drei Tagen und 100% innerhalb von fünf Tagen auszustatten. Für Umrüstungen und Tausche sind 98,0% binnen ein bis drei Tagen und 100% binnen fünf Tagen auszustatten. In 2018 wurden diese Ziele für die Ersteinkleidung erreicht (99,4 % sofort, 100 % binnen drei bis fünf Tagen, 100 % binnen zehn Tagen) für die Umrüstung teilweise erreicht (98,8 % binnen ein bis drei Tagen, 99,2 % binnen fünf Tagen) und beim Tausch verpasst (97,3 % binnen ein bis drei Tagen, 98,3 % binnen fünf Tagen). Hierbei ist allerdings erwähnenswert, dass diese Kennzahlen als erreicht gelten, wenn der Bekleidungsempfänger einen Artikel erhält, wobei es keine Rolle spielt, ob es sich hierbei um den bestmöglichen Artikel handelt. Dies führt laut den berichteten Erfahrungen einer Vielzahl von Soldaten dazu, dass häufig Artikel ausgegeben werden, die bis zu drei Konfektionsgrößen über oder unter der optimalen Größe des Soldaten liegen und es mehrere Wochen dauern kann, bis ein Tausch in die bessere Größe möglich ist.

Es bleibt festzuhalten, dass es sich beim Bekleidungsmanagement der Bundeswehr um ein äußerst komplexes System handelt, wobei die Sinnhaftigkeit dieser Komplexität durchaus in Frage gestellt werden sollte. Trägheit der Entscheidungsfindung und hohe Transaktionskosten sind klare systeminhärente Schwächen. Erstens herrscht durch das ambivalente Verhältnis der Bundeswehr zur BwBM GmbH, in welcher die Bundeswehr als Vertragspartner, Kontrollaufsicht, (Teil-) Eigentümer wie auch Kunde auftritt, eine starke Unschärfe der Prozessschritte und Aufgabenbereiche vor. Zweitens bestehen Zielkonflikte zwischen effektivitätsgetriebenen Vorgaben und deren effizienzgetriebener Durchführung. So werden beispielsweise FFF nach dem CPM Prozess aufgrund ihrer qualitativen Eigenschaften erstellt, eine AWE wird jedoch innerhalb der IPT basierend auf Faktoren wie Einplanbarkeit innerhalb des festgelegten Finanzvolumens, Lebenswegkosten und (Zeit-) Aufwand getroffen. Die Zielkonflikte kann man nicht gänzlich auflösen, sollte aber einen flexibleren und näher an der operativen Ebene liegenden Lösungsansatz ermöglichen. Drittens kommt hinzu, dass die BwBM GmbH vor allem in ihrer Geschwindigkeit Bekleidung auszugeben bewertet wird, nicht jedoch in deren Qualität. Unklarheit über Anreizsystem der BwBM GmbH legen nahe, dass hierbei Fehlanreize greifen, welche nicht zu einer Maximierung der Produktqualität führt, sondern des relativen monetären Umsatzes durch häufigen Tausch.

4. Entwicklung und Analyse eines neuen, digitalisierten Bw-Bekleidungsmanagement

Auf Basis der vorhergehenden technischen und prozessualen Analyseergebnisse wurden verschiedene Lösungsansätze modelliert. Mittels einer Nutzwertanalyse wurde ein Lösungsansatz für die Ausarbeitung eines Feinkonzepts ausgewählt. Dies war folgender Ansatz:

„Bodyscan und Bekleidungsadministration via App und Direktversand“.

Diese Lösung zeichnet sich dadurch aus, dass die Soldaten die Waren nicht selbst aus dem Lager abholen und mitnehmen, sondern Bekleidung in einem „Onlineshop“ bestellen und an Packstationen in den Liegenschaften zugesendet bekommen. Hierfür wird eine Smartphone-App verwendet, die verschiedene Komponenten vereint. Zum einen wird das komplette Ausstattungssoll (BAN) benutzerbezogen digital zur Verfügung gestellt. So kann man rasch Bestell-, Tausch- und Retourenprozesse abwickeln. Zum anderen soll ein Körperscan mittels 360°-Grad-Video der Person vor der Smartphone-Kamera möglich sein, welcher relevante Körpermaße digital und individuell ermittelt. Dies ermöglicht den Einsatz eines automatischen Algorithmus zur Ermittlung der bestmöglichen Konfektionsgröße von Artikel und vermeidet Retouren bzw. dass nicht-passende Bekleidung versendet wird. Abbildung 1 illustriert das Feinkonzeptes für ein digitalisiertes Bw Bekleidungsmanagement.

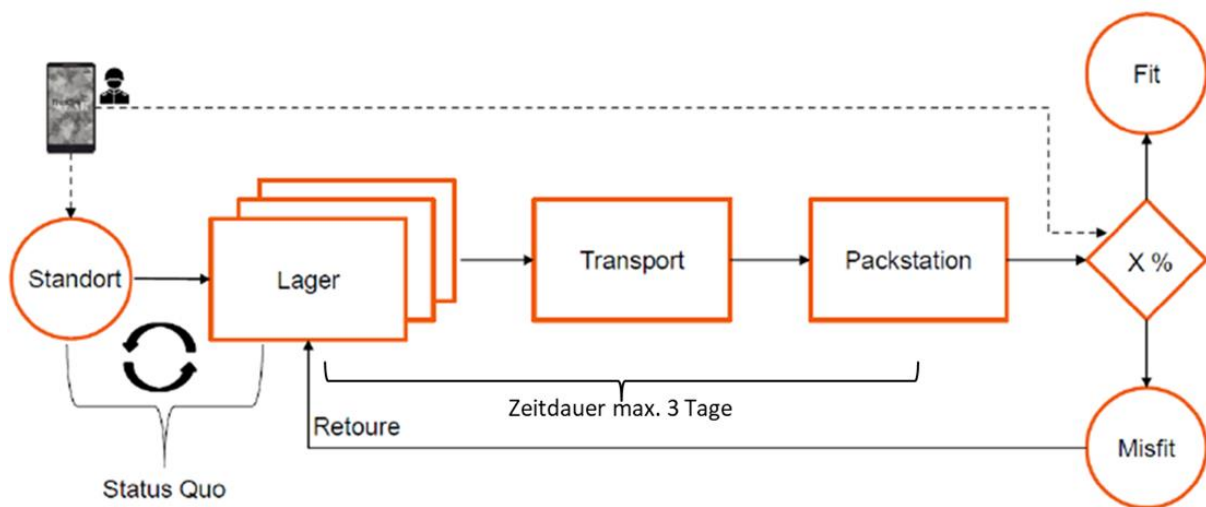


Abbildung 1. Darstellung des Direktbelieferungskonzeptes mithilfe der BundesWEAR App

Die Smartphone-App wurde vom 07.02.– 18.02.2022 im Fliegerhorst Erding im Rahmen des sogenannten InnoX Experiments in Zusammenarbeit mit dem WIWeB, der BWI und zwei Softwareunternehmen erprobt. Dabei wurde ein digitales Bestellsystem (Mock-Up) entwickelt, welches diese Funktionen unter dem Namen **BundesWEAR** in einer App integriert. Insgesamt nahmen 63 Testpersonen (24% weibliche und 76% männliche Soldaten) an dem Experiment teil. Die objektive Passformprüfung erfolgte an zehn ausgewählten Artikeln der Feldbekleidung in verschiedenen Bekleidungskonfigurationen und diversen standardisierten Prüfposen, die eine Auswahl soldatischer Bewegungsarten repräsentieren. Parallel wurden alle Testpersonen in einem 3D-Bodyscanner vermessen, um die mit der Smartphone-App ermittelten Körpermaße zu validieren. Die Körpermaße über die Smartphone-App waren gemäß Korrelationsanalyse mit den Ergebnissen aus dem 3d-Bodyscanner für beide Geschlechter gleich präzise. Die automatisierte Größenzuweisung führte bei den Männern zu signifikant besseren Ergebnissen als bei den Frauen. Gründe hierfür sind vor allem, dass die sogenannten Unisex-Artikel eigentlich für männliche Soldaten konstruiert und heute ohne Anpassungen an anatomische Unterschiede der Geschlechter zusätzlich von den weiblichen Soldaten getragen werden. **In Summe konnten die Ergebnisse beweisen, dass die Digitalisierung des Einkleidungsprozesses mittels einer Smartphone-App aus technischer Sicht möglich ist.**

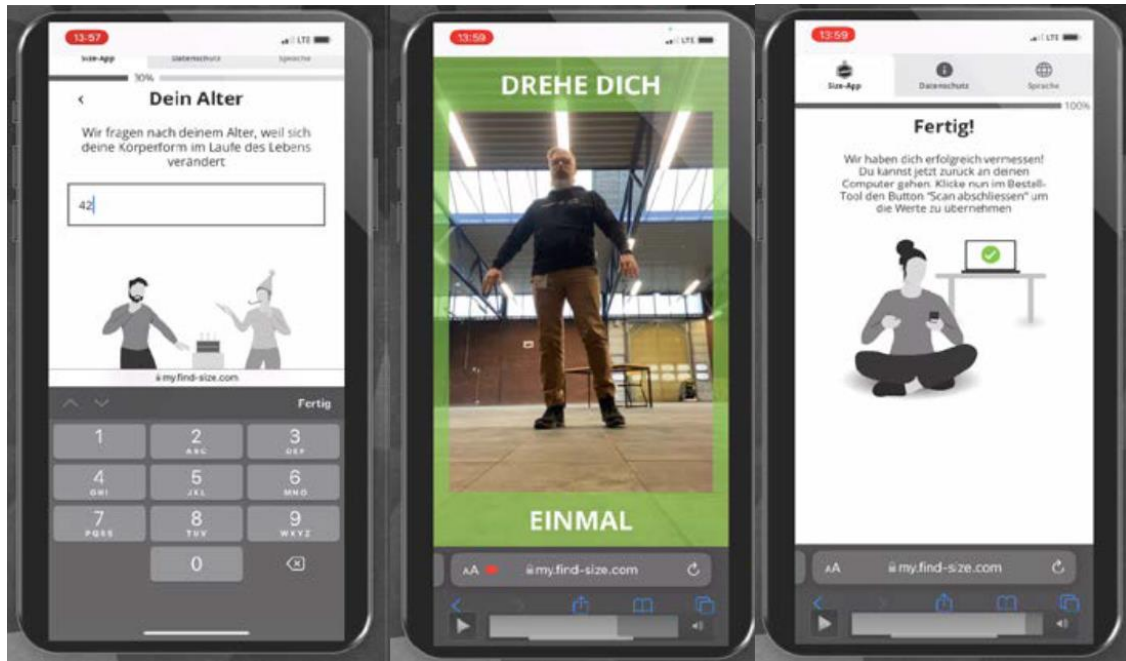


Abbildung 2. Darstellung der Körpermaßberechnung mit der BundesWEAR App

Zudem wurde untersucht, ob die Soldaten ein solches System auch einsetzen wollen. Hierfür wurden mehr als 300 Soldaten als potentielle Nutzer eines digitalen Bekleidungsmanagements befragt. Die Auswertung der Daten lieferte sowohl statistisch signifikante Ergebnisse wie auch eindeutige Bekundungen. Insgesamt kam die Idee des digitalen Bekleidungsmanagements mithilfe einer App und ihr Name *BundesWEAR* gut bei den Probanden an. Sie erhoffen sich dadurch sowohl bessere Passqualität als auch optimierte Einkleidungsprozesse. Hierbei wurden insbesondere die Funktionen Onlineshop und digitale Darstellung des Ausstattungssolls besonders gut aufgenommen. Das dabei empfundene Datensicherheitsrisiko wurde generell als gering eingeschätzt und ist nach Nutzung (Probieren) der App und des 3D-Bodyscanners weiter zurückgegangen. **Die Soldaten zeigen eine positive Resonanz, was ein starker Indikator dafür ist, dass die Einführung des smartphonebasierten Versandkonzeptes zur Steigerung der Attraktivität der Bundeswehr beitragen kann.**

Zur Berechnung wirtschaftlicher Effekte des Versandkonzeptes wurde in Kooperation mit dem Institut für Technische Informatik, Modellbildung und Simulation der Universität der Bundeswehr München eine Simulationsstudie durchgeführt. Als Datengrundlage der Simulation dienten die Kennzahlen des Bekleidungsmanagements der Bundeswehr aus dem Jahr 2018.

Die Studie konnte zeigen, dass ein Versandkonzept mit App-Unterstützung die reguläre Ausgabe von Bekleidungsartikeln erfolgreich bewerkstelligen kann und Retouren sich begrenzen lassen. Trotz einer Reduzierung der Lageranzahl von über 60 auf vier, würde eine Deckung der Bekleidungsbedarfe innerhalb der bisherigen Zeiten weiterhin gewährleistet sein. Laut den Simulationsdaten würde ein Versandkonzept jährlich etwas mehr als 100.000 Zustellungsfahrten zwischen den Zentrallagern und den Bw Liegenschaften mit sich ziehen („Ware-zum-Soldaten“), was für ein modernes Logistikzentrum problemlos zu bewerkstelligen wäre. Im Gegenzug fallen die Tausch- und Abholfahrten in bisheriger Größe weg (kein „Soldat-zur-Ware“ mehr).

So zeigte die die Simulation, dass ein digitales Bekleidungsmanagement mit Smartphone-App etwa zweidrittel aller Bekleidungsbestellungen innerhalb von drei Tagen erfolgreich und optimal erfüllen kann, wobei es nach fünf Tagen sogar schon 98% wären. Der zeitliche Aufwand der Durchführung einer Bestellung kann, nach Erfahrungen des Experiments, mit etwa 10 Minuten veranschlagt werden, wobei dies bequem von jedem Standort aus und zu jeder Uhrzeit durchgeführt werden könnte. Dies steht den erheblichen Zeitumfängen gegenüber, die Soldaten aktuell aufbringen müssen, um zu bestimmten Öffnungszeiten Bekleidungsstandorte aufzusuchen, ohne Garantie auf Vorrat des optimalen Produktes. Deshalb erschließt ein digitales Bekleidungsmanagement den Soldaten mehr Zeit für ihre eigentlichen Kernaufgaben.

Darüber hinaus zeigt die Simulation, dass eine „starke“ Smartphone-App die Wahrscheinlichkeit der Auswahl einer falschen Konfektionsgröße halbieren kann. Dies führt zu einem Rückgang der Artikelretouren um über 60%. Somit ist ein wesentliches Risiko des Direktversands (Artikel passt nicht, Rücksendung und erneute Versendung) sich mitigieren lässt, so dass dieses Risiko eben nicht gravierend auswirkt.

5. Fazit

Für die Digitalisierung des Bekleidungsmanagements der Bundeswehr wurde ein Algorithmus zur Bildverarbeitung in einer App genutzt, um daraus relevante Körpermaße (digitaler Zwilling des Soldaten) zu ermitteln. Eine Smartphone-App mit diesen Funktionalitäten ermöglicht eine automatisierte Größenzuweisung von passformgerechten Bekleidungsartikeln sowie die Lieferung der Artikel an die Bundeswehrliegenschaften von Zentrallagern mit hoher Geschwindigkeit und geringer Retourenquote. In Summe konnten die Ergebnisse der Studie zeigen, dass sich damit bereits heute ein effektiveres und effizienteres Bekleidungsmanagement für die Bundeswehr realisieren ließe.

Literatur

Asdecker, B. (2021a). *CO2-Bilanz einer Retoure - Definition*. http://www.retourenforschung.de/definition_co2-bilanz-einer-retoure.html

Asdecker, B. (2021b). *Statistiken Retouren Deutschland - Definition*. http://www.retourenforschung.de/definition_statistiken-retouren-deutschland.html

Müller, A. (11. April 2020). Zalando Aktie: Chancen für den Dax-Aufstieg wachsen. *Handelsblatt*. <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/handel-konsumgueter/online-modehaendler-zalando-legt-deutlich-zu-chancen-fuer-den-dax-aufstieg-wachsen/26586686.html?ticket=ST-10268281-ToWLR14RZpAC32fiieMW-cas01.example.org>

Statista. (2023). *Rücksendungen von Online-Bestellungen in Deutschland 2022*. <https://de.statista.com/prognosen/999860/deutschland-ruecksendung-von-online-bestellungen>

Studie digitalisiertes Bekleidungsmanagement für die Bundeswehr



Universität der Bundeswehr München

Forschungsgruppe
Defence Acquisition &
Supply Management (DASM)

PROBLEMSTELLUNG

- › **Einkleidungsprozess** der Bw sehr ressourcenintensiv
- › **Datenbasis** deckt **Informationsbedarf** zur **Entwicklung** und **Bereitstellung** moderner Ausrüstung nicht mehr ab
- › **Unzufriedenheit** der Bekleidungsempfänger



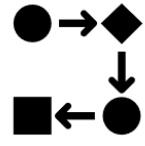
Soldaten



3D Body Scan



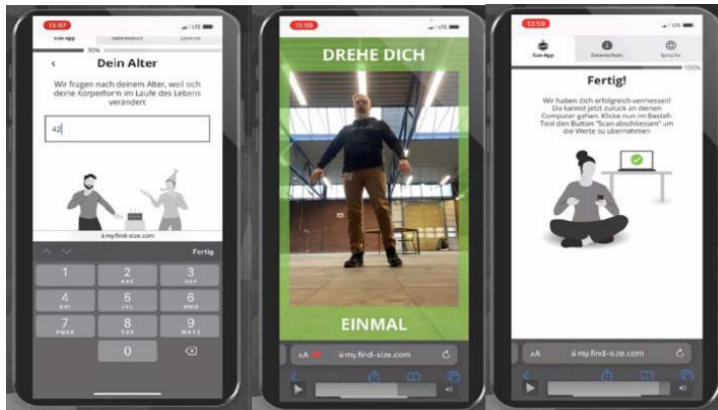
Digitaler Zwilling



Bw Bekleidungsmanagement

Kern der Studie: Testen der „BundesWEAR“ Applikation

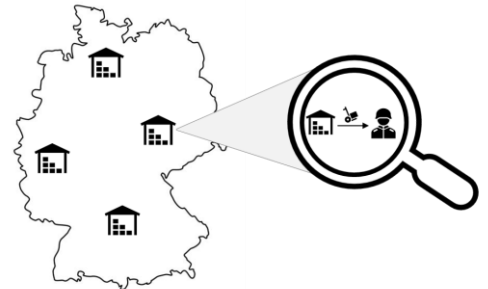
Prototyp der mithilfe **künstlicher Intelligenz** aus **Körpermaßdaten** digitale Zwillinge der Soldaten erzeugt, um damit...



... **besseren Fit der Kleidung zu ermöglichen.**

FORSCHUNGSFRAGE

Wie können Daten in Form eines „digitalen Soldaten Zwillings“ für **bessere Ausstattung** und **Belieferung** der Bundeswehr genutzt werden?



...ein **Direktbelieferungskonzept** zu entwickeln und simulieren

Die Ergebnisse belegen:

- › Digitalisierung ermöglicht ein **nutzerfreundliches** Bekleidungsmanagement.
- › Ein **Versandkonzept** ist mit einer modernen Logistik realisierbar und vorteilhaft
- › **Zweidrittel** aller Bekleidungsbedarfe werden in bis zu **drei Tagen** gedeckt
- › Body-Scan-Daten führen zu einem **Rückgang** möglicher **Retouren** um **60%**

➤ **Damit ist ein „Proof of Concept“ forschungsseitig erbracht.**