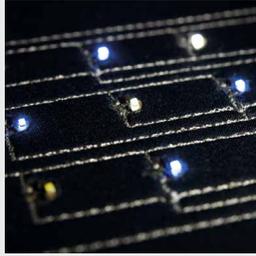
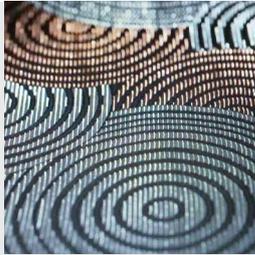


SmartTex
BW

MAKING
SMART TEXTILES



IMPULSPAPIER: SMART TEXTILES

Cross-sektorale Potenziale nutzen –
Smart Textiles von der Forschung
in die Praxis bringen

IMPRESSUM

Herausgeber

AFBW – Allianz Faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg e.V.

Realisation in Zusammenarbeit mit



Institut für Innovation und Technik (iit)
in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Steinplatz 1
10623 Berlin
www.iit-berlin.de

Ansprechpartner: Robert Peters
Tel.: 030 310078-5666 | peters@iit-berlin.de



Forschungskuratorium Textil e. V.
Reinhardtstraße 14-16
10117 Berlin

Ansprechpartner: Johannes Diebel
Tel.: 030 72 622 040 | jdiebel@textil-mode.de

Autoren

Institut für Innovation und Technik (iit) –
Robert Peters, Theresa Gerdes, Benedikt Sedlmayr

Layout

comunica, Anke Fellmann, Nürtingen

© AFBW e.V.
Türlestraße 6
70191 Stuttgart
Telefon: +49 (0) 711 21050-13
Telefax: +49 (0) 711 233718
info@afbw.eu
www.afbw.eu

Berlin/Stuttgart, Oktober 2020
alle Angaben ohne Gewähr





INHALT

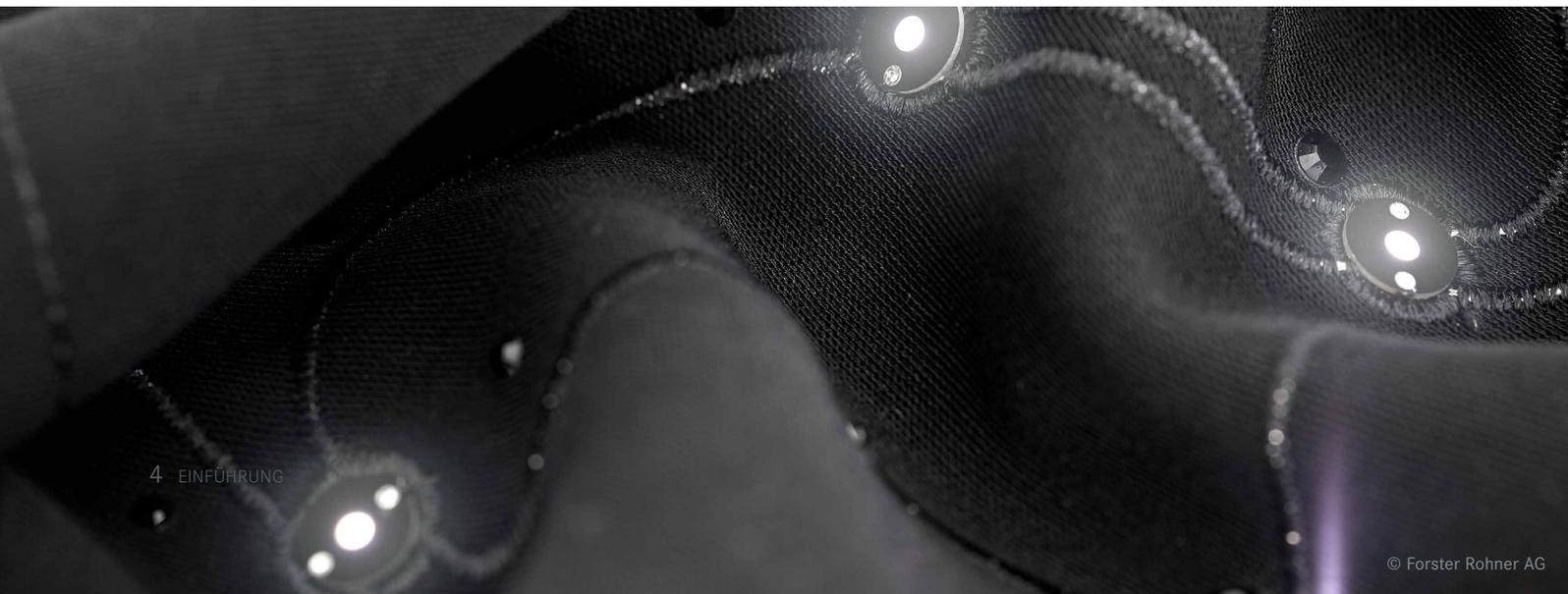
1 Einführung	4
2 Methodik/Prozess	7
3 Auswertung	10
3.1 Workshop-Gruppe I	10
3.1.1 Kreatives Brainstorming	10
3.1.2 Priorisierung von Smart Textiles-Anwendungen	11
3.1.3 Visual Roadmapping	12
3.2 Workshop-Gruppe II	14
3.2.1 Kreatives Brainstorming	14
3.2.2 Priorisierung von Smart Textiles-Anwendungen	15
3.2.3 Visual Roadmapping	16
3.3 Zusammenführung	18
4 Diskussion der Ergebnisse	20
5 Handlungsempfehlungen	24
Literaturverzeichnis	28

1 EINFÜHRUNG

Im Rahmen des Projektes SmartTex BW baut die Allianz Faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg e. V (AFBW) ein Cross-Cluster-Netzwerk auf. Ziel ist die Erweiterung der bestehenden Plattform für Smart Textiles um Partnerinstitutionen aus Elektronik, Mikrosystemtechnik und anderen Disziplinen sowie Industrieunternehmen aller Branchen. Mit diesem multidisziplinären, kollaborativen Ansatz möchte die AFBW ihre Plattform stärker in Richtung komplexer, sogenannter Very oder Ultra Smart Textiles erweitern. Dabei handelt es sich um die dritte Generation intelligenter Textilien. Im Unterschied zu passiven Smart Textiles – Textilien, die auf Umweltbedingungen reagieren, indem sie ihre Eigenschaften anpassen – und aktiven Smart Textiles – also Textilien, die Signale über integrierte oder applizierte Sensorik empfangen und über ebenfalls integrierte oder applizierte Aktorik darauf reagieren – sind Very oder Ultra Smart Textiles „in der Lage, Umgebungsbedingungen wahrzunehmen, darauf zu reagieren und sich ihnen anzupassen. Ein sehr intelligentes Textil besteht im Wesentlichen aus einer Einheit, die [...] mit Kognitions-, Denk- und Aktivierungskapazitäten [ausgestattet ist]“ (Allianz Faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg e. V [AFBW], 2020, S. 11).

DIE ZEIT IST REIF: VON DER FORSCHUNG IN DEN MARKT

Smart Textiles sind ein bereits seit langem intensiv beforschtes Feld. Eine Analyse internationaler wissenschaftlicher Publikationen zum Thema Textilforschung konnte zeigen, dass Smart Textiles einen der wichtigsten Publikationsschwerpunkte bilden. Jüngste wissenschaftliche Publikationen fokussieren dabei vor allem die „Entwicklung dehnbarer und weicher Elektronikelemente, wie sie auch bei Soft Robotics zur Anwendung kommen. Dabei geht es speziell um die Frage, wie wesentliche Elemente solcher Systeme aufgebaut sein müssen, etwa flexible, dehnbare Drähte. Auch die daran anschließende Frage, wie solche Komponenten in Produkte integriert werden können, wird in diesem Zusammenhang untersucht. Dabei wird u. a. diskutiert, welche Herausforderungen für die Anwendung solcher Technologien noch bestehen. Neben flexiblen und dehnbaren Elektronikelementen bildet die Energiespeicherung in E-Textilien einen erkennbaren Themenschwerpunkt.“ (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 27). Auch in der stärker anwendungsnahen Forschung arbeiten Unternehmen und Forschungseinrichtungen intensiv, insbesondere an Smart-Wearable-Lösungen (Peters & Goluchowicz, 2020, 37 ff.). Die Zukunftsstudie Perspektiven 2035 macht deutlich, wie tiefgreifend das Smart-Textile-Know-how gerade im deutschen Textilsektor ist. Eine Analyse internationaler Publikationsdaten konnte zeigen, dass Smart Textiles zu den international am intensivsten beforschten Themen gehört.





© Gustav Gerster GmbH & Co KG

CROSS-CLUSTERING-OFFENSIVE NUTZT CHANCEN FÜR STANDORT DEUTSCHLAND

Die AFBW brachte im Rahmen eines Cross-Clustering-Prozesses im September 2020 rund 30 Akteure unterschiedlicher Sektoren, der Textiltechnik, der Elektronik und der Mikrosystemelektronik, aus Unternehmen und Forschungseinrichtungen zusammen, um gemeinsam neue Potenziale und Wege für die Entwicklung neuer Smart Textiles-Anwendungen zu erschließen. Unterstützt wurde die AFBW dabei vom Institut für Innovation und Technik (iit). Das iit verfügt über ein breites Spektrum an Methoden und Tools, mit deren Hilfe Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Industrie angeleitet werden, ausgerichtet an den gesellschaftlichen Anforderungen von morgen und übermorgen, Ideen für Anwendungen zu entwickeln. Ziel des Prozesses sollte es sein, künftige Anwendungen von Smart Textiles für den Zeitraum 2025 – 2030 zu entwickeln.

Der Weg des Cross-Clustering ist dabei besonders vielversprechend, weil es darauf abzielt, Akteure mit unterschiedlichen Kompetenzen zusammenzubringen. Mit diesem Ansatz macht sich die AFBW die hohe ökonomische Komplexität zunutze, also

das Vorhandensein einer Vielfalt und Unterschiedlichkeit von Wissen und bestehenden Kompetenzen. Die Heterogenität der Kompetenzen von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die in einer Region versammelt sind und sich auf ein gemeinsames Ziel richten lassen, beeinflusst ganz wesentlich die Innovationsfähigkeit dieser Region (Hartmann, Engelhardt, Hering, Wangler & Birner, 2014). Weltweit zählt Deutschland zu den Ländern mit der höchsten ökonomischen Komplexität (Massachusetts Institute of Technology, 2018).

Das vorliegende Impulspapier fasst die Ergebnisse des von der AFBW durchgeführten Cross-Clustering-Prozesses zusammen. Dabei wird zunächst das dem Prozess zugrunde gelegte Workshop-Konzept erläutert (Kapitel 2). Im Anschluss werden der Diskussionsprozess und das Ergebnis der beiden durchgeführten Workshops (Kapitel 3.1 und 3.2) zusammengefasst. Auf Basis einer Zusammenfassung der Ergebnisse beider Gruppen (Kapitel 3.3) erfolgt abschließend die Ableitung von Handlungsempfehlungen (Kapitel 4).

2 METHODIK/PROZESS

In zwei Workshop-Gruppen diskutierten die Teilnehmenden jeweils in zwei Arbeitsphasen. Arbeitsphase I diente dazu, das Kreativpotenzial der Teilnehmenden nach Möglichkeit voll auszuschöpfen. Dazu wurde die Methode des kreativen (divergenzorientierten) Brainstormings eingesetzt (Rustler, 2019, 168 ff.). Dabei adressiert das Brainstorming im konkreten Fall potenzielle Smart Textiles-Anwendungen, die im Zeitraum 2025 – 2030 die technische Markt- respektive Serienreife erreichen

könnten. Diese Methode zielt darauf ab, die Teilnehmenden durch ein unter Zeitdruck erfolgendes Brainstorming zu veranlassen, aus ihrem Bereich des Bekannten auszubrechen und so kreative, nicht alltägliche und teils vermeintlich abseitige Ideen zu entwickeln. Ziel der Methode ist es, das Reflektieren über die Machbarkeit, die Passgenauigkeit und die Realitätsnähe einer Idee zunächst zu überwinden.

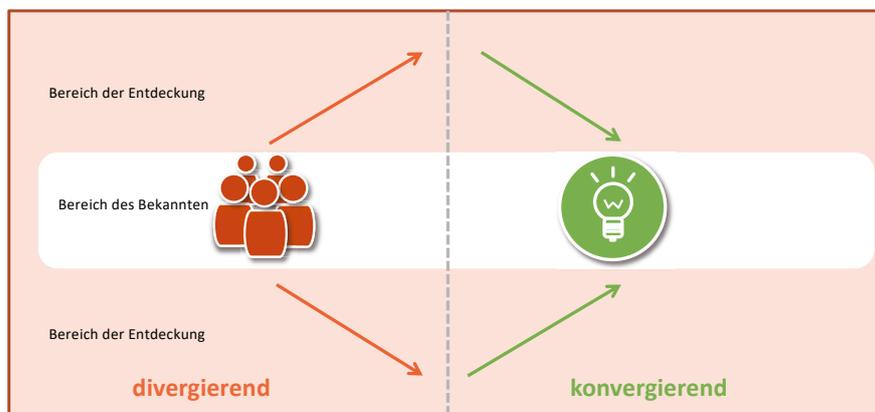


Abb. 2: Divergierendes und konvergierendes Denken (Rustler, 2019)

Sind so Ideen z. B. für Produkte und Lösungen gesammelt, erfolgt ein strukturierter Konvergenzprozess. Dazu priorisierten die Teilnehmenden zunächst unter den im Brainstorming entwickelten

Ideen diejenigen, die sie weiter diskutieren möchten. Die am höchsten priorisierten Ideen wurden dann weiter analysiert. Dazu eignet sich eine sogenannte COCD-Matrix (Rustler, 2019, S. 222).

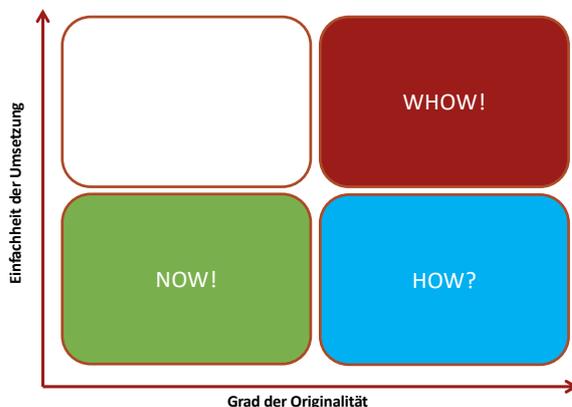
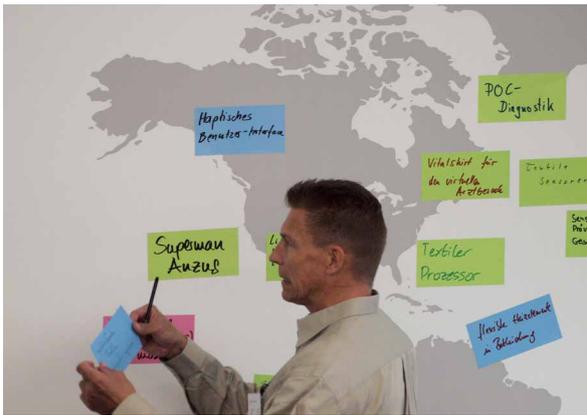


Abb. 3: COCD-Matrix (Rustler, 2019)



Die Teilnehmenden konnten die am höchsten priorisierten Ideen entlang der Dimensionen „Grad der Originalität“ und „Einfachheit der Umsetzung“ verorten. Im Ergebnis stand eine Einschätzung der Ideen in drei Kategorien:

■ **„NOW!“**

Dabei handelt es sich um Ideen, die technologisch bereits heute oder in nächster Zukunft marktreif und umsetzbar sind, die jedoch über eine verhältnismäßig geringe Originalität verfügen, weil sie z. B. von etablierten Lösungen kaum abweichen.

■ **„HOW?“**

Dabei handelt es sich um Ideen, die sich durch eine hohe Originalität auszeichnen, weil sie z. B. heute noch ungelöste Probleme adressieren und einen großen Mehrwert schaffen könnten. Ihre Realisation ist jedoch schwierig, weil dafür notwendige Technologien noch nicht entwickelt oder zumindest noch nicht marktreif sind. Denkbar ist auch, dass gegenwärtige regulatorische Rahmenbedingungen eine Umsetzung behindern.

■ **„WHOW!“**

Dabei handelt es sich um Ideen, deren Originalität hoch ist und deren Umsetzung verhältnismäßig einfach ist, z. B. weil notwendige Technologien bereits bestehen.

In Arbeitsphase II erfolgte dann zunächst eine weitere Priorisierung unter den in der COCD-Matrix zugeordneten Themen. Eine Auswahl der hier verorteten Themen wurde dann in einer Visual Roadmap abgebildet. Ziel des vom iit entwickelten Visual Roadmappings (Kind, Hartmann & Bovenschulte, 2011) ist es, Meilensteine und maßgebliche bzw. auch kritische Pfade auf dem Weg vom „Jetzt“ in die Zukunft zu identifizieren. Die expertenbasiert Methode eignet sich besonders für die strategische Vorausschau und wurde bereits in vielfältigen Projekten erfolgreich eingesetzt. In Anlehnung an die Gantt-Methode wurden im Anschluss Meilensteine der Technologieentwicklung identifiziert, auf einer Zeitachse angeordnet und in logische Wirkungsbeziehungen zueinander gesetzt. Dabei lassen sich die unterschiedlichen Dimensionsebenen an den jeweiligen Anwendungskontext anpassen und verschiedene Zeiträume abbilden.

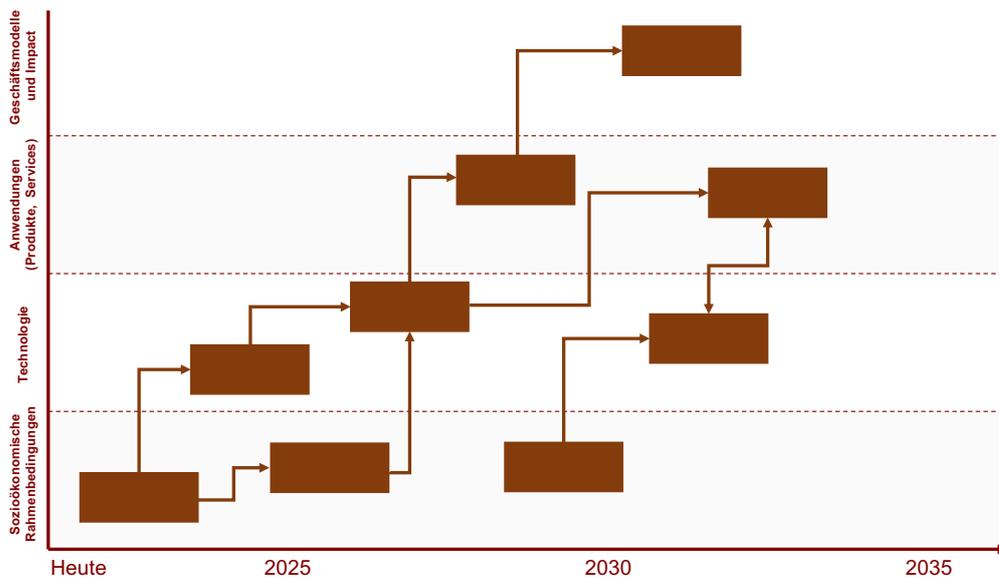


Abb. 4: Visual Roadmap, schematische Darstellung (Peters & Goluchowicz, 2020)

Im Ergebnis entstand eine durch alle Teilnehmenden des Visual-Roadmapping-Workshops erarbeitete, konsentrierte Vorstellung über die Zukunft. Mit abgebildet wurden dabei in zeitlich logischer Anordnung die Meilensteine auf dem Weg dorthin und die dabei zu meisternden Herausforderungen auf den Ebenen Gesellschaft, Technik und Rechtsrahmen. Im Fall der Cross-Clustering-Workshops konnten so Handlungsbedarfe für die Gestaltung des förderpolitischen und regulativen Rahmens ebenso identifiziert werden wie Hinweise für die Ausrichtung unternehmerischer Innovationsstrategien und notwendiger Netzwerkaktivitäten.

In Arbeitsphase II wurde die Visual Roadmap als Retropolations- oder Backcasting-Instrument eingesetzt. Der Betrachtungszeitraum betrug zehn Jahre, von 2020 bis 2030. Die Teilnehmenden verständigten sich darauf, wo die in der COCD-Matrix priorisierten Smart Textiles-Anwendungen auf der Roadmap zu verorten sind. Ausgehend von den so platzierten Ideen analysierten die Teilnehmenden des Workshops, welche technologischen und politischen Voraussetzungen für die Erreichung einer zuvor definierten Vision – z. B. einer bestimmten Lösung oder eines Produktes – geschaffen werden müssen.





3 AUSWERTUNG

3.1 WORKSHOP-GRUPPE I

3.1.1 KREATIVES BRAINSTORMING

Mittels eines kreativen Brainstormings, bei dem die Teilnehmenden gefragt waren, Ideen für Produkte und Services mit Bezug zu „Smart Textiles“ marktnah im Zeitraum 2025 bis 2030 zu generieren, wurde eine Vielzahl von Anwendungsfeldern smarter Textilien identifiziert.

Dabei wurden vor allem Schwerpunkte im Bereich Health Care/Pflege, Bau, Sport- und Arbeitskleidung sowie Recycling und nachhaltige Smart Textiles adressiert.

Insgesamt resultierten knapp 50 Ideen aus diesem Brainstorming, die allerdings nicht alle tatsächliche Produkte oder Services abbilden, sondern teilweise auch eher breitere Lösungen wie „textiles Bauen“, „Nachhaltigkeit“ oder „Recycling gelöst“.

Bei der anschließenden Priorisierung der Ideen wurden folgende in die nächste Arbeitsphase übernommen:

- Vitalshirt für den virtuellen Arztbesuch
- Super(wo)man-Anzug
- Recycling gelöst/Nachhaltigkeit
- Trennung von Ressourcen
- Selbstreinigende, selbstbügelnde Hosen/Hemden
- Haptisches Benutzer-Interface
- Sensorik für präventives Gesundheitsmanagement
- Rückmeldung für sehbehinderte Menschen durch das Textil
- Textiles Bauen, textile Trägerstrukturen
- Lebensdauer Smart Textiles
- Stückzahl 1; individuelle Designs/Formen/Funktionen
- Flexibler Energieträger, textile Batterie
- Harvesting-Faser
- Textile Lüsterklemme (skalierbar, waschbar)

3.1.2 PRIORISIERUNG VON SMART TEXTILES-ANWENDUNGEN

Im zweiten Teil der ersten Arbeitsphase wurde jede einzelne Priorität zwischen den Teilnehmenden hinsichtlich ihrer Originalität und Einfachheit in der Umsetzung diskutiert.

Einige Ideen mussten vor der Einordnung in die COCD-Matrix zunächst konkretisiert werden, da sie zum Teil sehr allgemein formuliert waren oder sich die Teilnehmenden uneins waren, ob es bereits ausreichende Lösungen gibt. So wurde z. B. der Aspekt „Textiles Bauen“ stärker auf textile Trägerstrukturen ausgelegt, da im Bauwesen bereits einige textile Baustoffe und Konstruktionen möglich sind wie kühlende oder heizende Deckenkonstruktionen etc. Die Umsetzbarkeit textiler Trägerstrukturen wurde allerdings von einigen Teilnehmenden stark bezweifelt, etwa hinsichtlich des Erlangens ausreichender Härtegrade beim zu verbauenden textilen Material.

Ein konkretes Produkt, das von den Teilnehmenden als originell – und dringend benötigt – sowie relativ einfach umzusetzen bewertet wurde, ist die textile, waschbare Lüsterklemme, die viele weitere Smarte Textilien (Wearables) ermöglichen würde.

Eine finanziell attraktive Massenproduktion und -verarbeitung textiler Lüsterklemmen wird als Voraussetzung für die Durchsetzung vor allem smarterer Bekleidung gesehen.

Ein Großteil der diskutierten Produkte und Services wird in Bezug auf ihre Umsetzbarkeit hingegen als komplexer, wenn auch originell angesehen: Trennung von Ressourcen schon in der Entwicklung und Produktion, Super(woman)-Anzug, textile Trägerstrukturen (Bauwesen), textile Batterie/ Harvesting-Faser, selbstreinigende und selbstbügelnde Hosen/Hemden.

Als eher weniger komplex und neuartig wurden das haptische Benutzer-Interface sowie das Vital-shirt für den virtuellen Arztbesuch bewertet.

In der anschließenden Priorisierung setzten sich die Sensorik für präventives Gesundheitsmanagement (mittige Lage in der COCD-Matrix) sowie die textile Batterie/ Harvesting-Faser, die textile Lüsterklemme, der Super(woman)-Anzug sowie die Trennung von Ressourcen zur Überführung in die nächste Arbeitsphase durch.

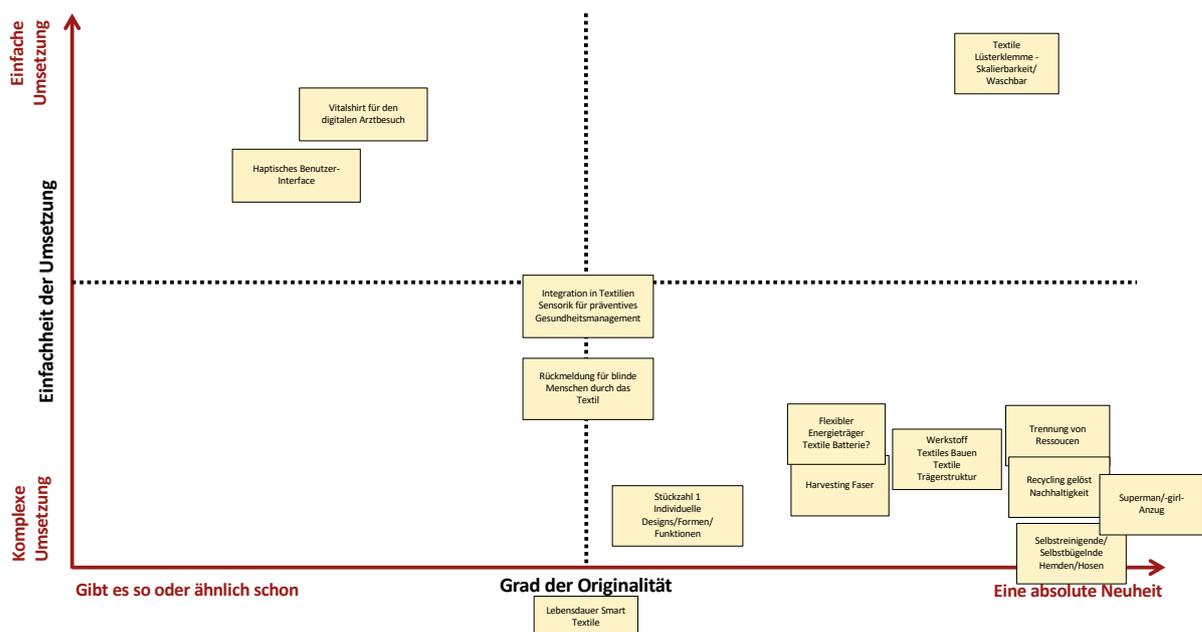


Abb. 5: Ergebnisdarstellung, COCD-Matrix, Workshop-Gruppe I

3.1.3 VISUAL ROADMAPPING

In der zweiten Arbeitsphase wurden die priorisierten Anwendungsfelder gemeinsam mit den Teilnehmenden in eine Visual Roadmap übertragen. Dazu erfolgte zunächst die zeitliche Anordnung der definierten Produkte und Services in den Rahmen 2025 bis 2030.

Einen größeren Diskussionspunkt bildete die Trennung von Ressourcen, die als Grundlage für das Recycling von Smart Textiles nach Meinung der Teilnehmenden konsequent schon in Entwicklung und Produktion mitgedacht werden muss. Nicht zuletzt durch verstärkte Nachfrage der Konsument:innen nach nachhaltigen Produkten müsse die Trennung von Ressourcen die Voraussetzung für alle zukünftigen Anwendungen im Bereich Smart Textiles sein („nicht noch mehr Elektroschrott“). Des Weiteren müsse stärker bedacht werden, dass die Auswirkungen des

regelmäßigen Tragens von Elektronik direkt am Körper (Strahlung) auf Organe noch nicht abschließend untersucht sei und gewisse Risiken mit sich bringe.

Kontrovers diskutiert wurde die Idee der textilen Batterie und des Energy Harvesting durch Fasern in Textilien. Während die textile, einnähbare Batterie (waschbar/kein Aufsatz) für sehr sinnvoll gehalten wird, wurde auch deutlich, dass Energy Harvesting durch Fasern in Kleidung wenig erfolgversprechend wäre, da zu geringe Energiemengen erzeugt werden könnten. Als aussichtsreichere Lösung wurde Photovoltaik in bzw. auf Kleidung zur Generierung kleiner Energiemengen vorgebracht.

Der Diskussionsverlauf führte außerdem zur Idee, Smart Textiles kontaktlos aufzuladen, wie es auch bei Smartphones möglich ist. In Verbindung mit

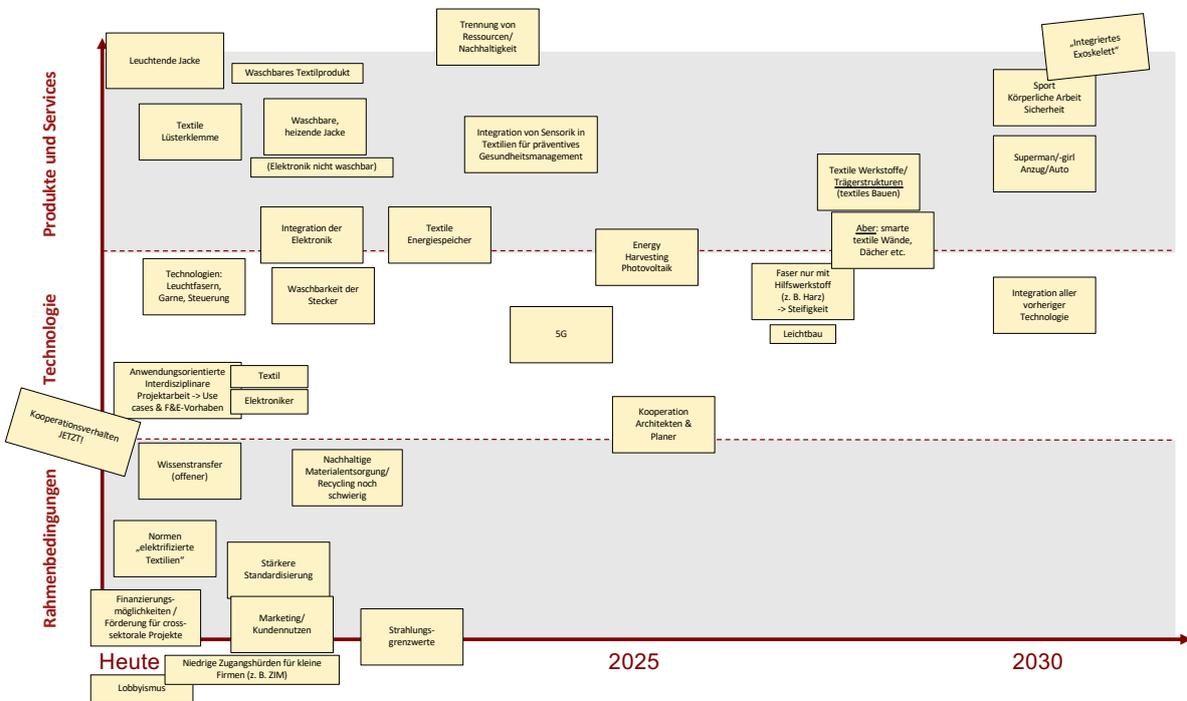
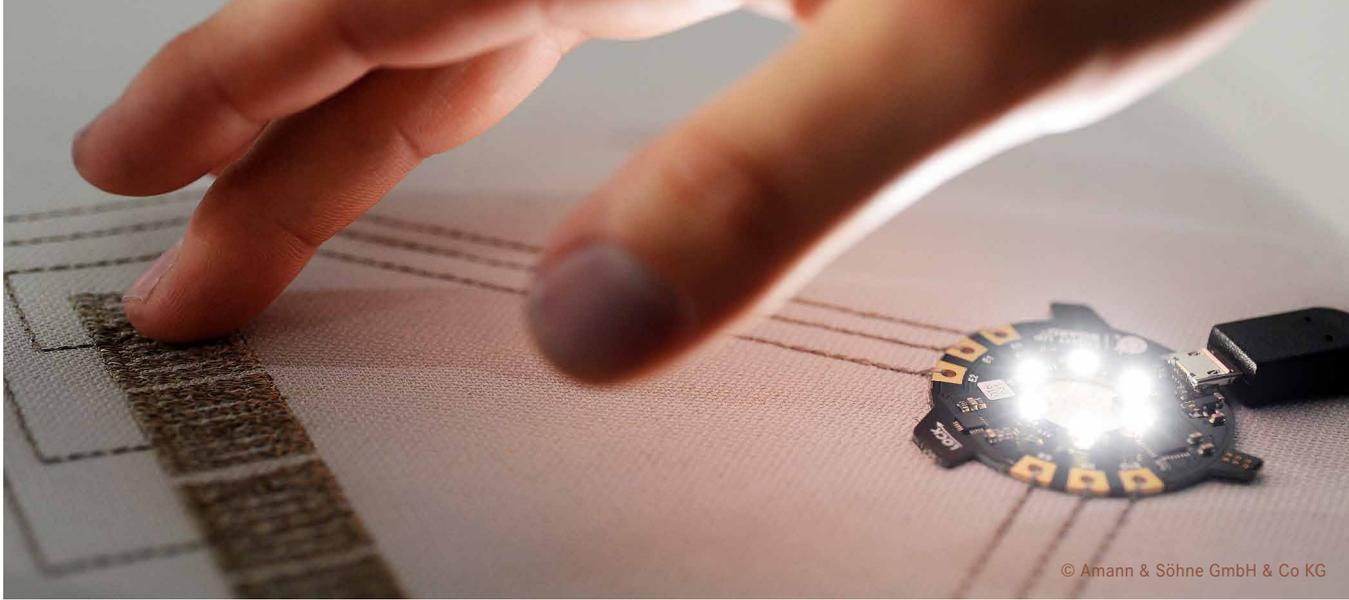


Abb. 6: Ergebnisdarstellung, Visual Roadmap, Workshop-Gruppe I



© Amann & Söhne GmbH & Co KG

Elektromobilität wurde es für erstrebenswert gehalten, durch Spulen im Boden während des Wartens an Ampeln das Fahrzeug laden zu können.

Zudem wurde ein weiteres, konkretes Produkt eingebracht und ausführlich diskutiert: eine industriell waschbare, leuchtende Jacke, beispielsweise für den Einsatz im Bergbau. Die Umsetzbarkeit einer leuchtenden Jacke als Arbeitskleidung (siehe oben) wurde von den Teilnehmenden als sehr nah und realistisch angesehen, da die technologischen Voraussetzungen zur Umsetzung weitestgehend vorhanden sind.

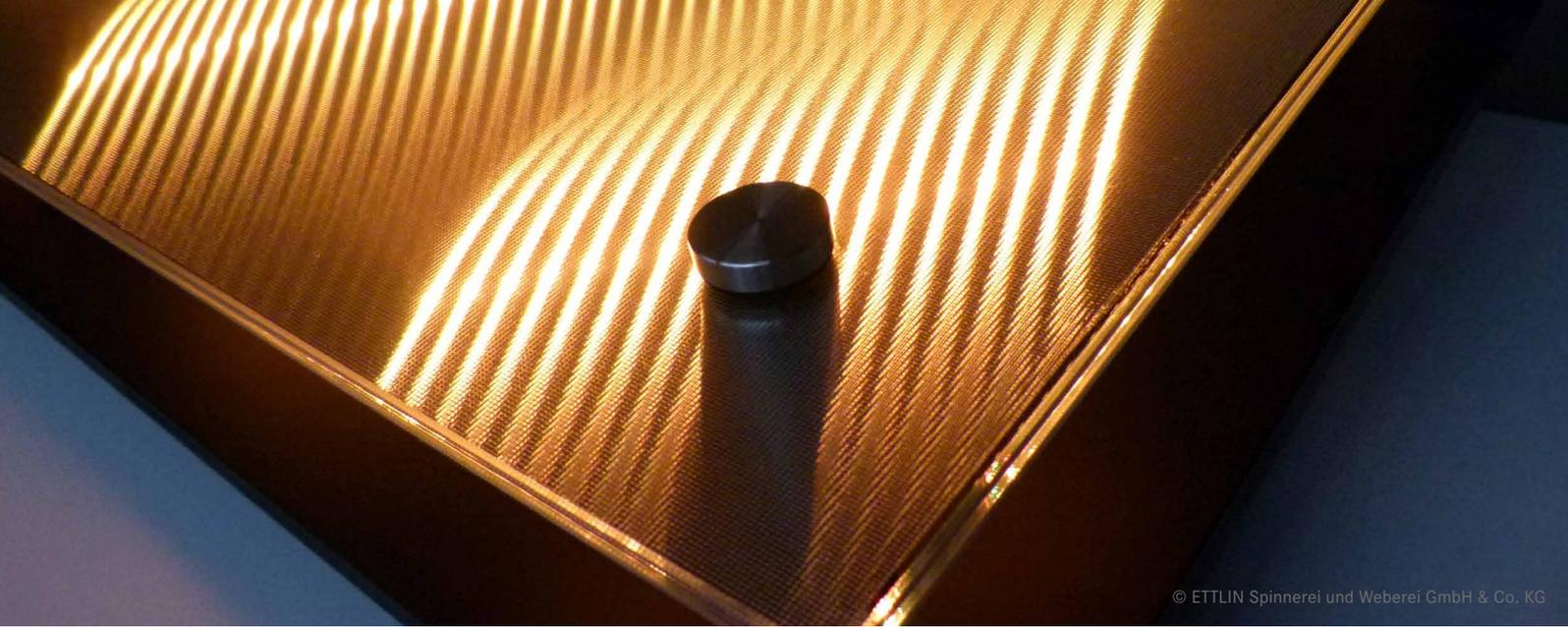
Die Diskussion um die angestrebten Produkte und Services zeigte vor allem, dass viele technische Lösungen bereits in Prototypen vorhanden und daher umsetzbar sind, die Verwirklichung jedoch häufig an der notwendigen Skalierbarkeit und Finanzierung scheitert. Deutlich wurde auch, dass viele Akteure „für sich“ arbeiten – etwa zum Schutz von Ideen und patentfähigen Lösungen – und wichtige Kooperationen möglicherweise nicht ausreichend eingegangen werden, z. B. Textil – Elektronik, Textil – Architektur etc.

Als Lösung für viele der erforderlichen Rahmenbedingungen wurde die stärkere Vernetzung der Akteure im Bereich Smart Textiles gesehen: Zum einen, um politisches Lobbying hinsichtlich der Er- und Überarbeitung von Normen und Standards zu betreiben und zum anderen, um die bereits vorhandenen Lösungen marktfähig zu machen.

Offenerer (Wissens-)Austausch zwischen den Fachgebieten Textil und Elektronik sowie stärkeres Kooperationsverhalten der Akteure wurden als sehr wichtig empfunden, um die angedachten Produkte und Services tatsächlich zur Marktreife zu bringen.

Eine ebenfalls entscheidende Rahmenbedingung wird die nachhaltige Materialentsorgung von Smart Textiles sein, etwa durch Recycling und die Trennung von Ressourcen/Rohstoffen.

Sinnbildlich steht am äußeren Rand (2030+) die Vision, einen Super(wo)man-Anzug zu entwickeln: Durch den Einsatz smarterer Textilien wird der Mensch hinsichtlich unterschiedlicher Aspekte wie präventive Gesundheitsüberwachung, ideale Körperhaltung, steuernde, intuitive Sensorik etc. soweit „optimiert“, dass vermeintliche „Superkräfte“ entwickelt werden: vollste Gesundheit, Wachsamkeit, Sicherheit etc.



3.2 WORKSHOP-GRUPPE II

3.2.1 KREATIVES BRAINSTORMING

In Workshop-Gruppe II wurde analog zum Vorgehen in Workshop-Gruppe I ein kreatives Brainstorming durchgeführt, bei dem die Teilnehmenden Ideen für Produkte und Services mit Bezug zu Smart Textiles – marktnah im Zeitraum 2025 bis 2030 – generieren. Dabei wurden mehr als 100 Ideen entwickelt, die sich einem breiten Spektrum von Anwendungsfeldern zuordnen lassen, u. a. Automotive, Health-Monitoring, Arbeits- und Schutzkleidung, Sport- und Alltagskleidung, Bau, Home & Living sowie Luftfahrt.

Für die weitere Bearbeitung wählte die Gruppe folgende Anwendungen aus:

- Textile Aktoren zur Bewegungsunterstützung (mit Zusatzfunktionen, z. B. Sensorik)
- Textile Umhausung (inkl. Annäherungssensorik/Abschirmfunktion/Farb- und Leuchtfunktion)
- Textile Diagnose und Gesundheitsüberwachung auf Distanz
- Textile Lösungen zur Versorgung von Pflanzen mit Licht/Wasser/Sauerstoff/Nährstoffen, etwa im Bereich des Urban/Vertical Farming und der Gebäudebegrünung
- Elektromyostimulationstraining (EMS-Training) auf Basis von Smart Diagnostik
- Sensorische und signalgebundene Böden (inkl. interaktiver Funktionen wie Patient:innenführung für den Health- und/oder Care-Bereich)
- Bekleidung mit integrierter Energiegewinnung/-speicherung, z. B. textile Solarzelle, textile Stromspeicher
- Heilendes bzw. versorgendes Textil (inkl. smarter/steuerbarer Medikamenten-/Lichtabgabe/pulsierender Magnetfeldtherapie)
- Textile Elemente mit Verschmutzungserkennung, etwa für Car-Sharing, Böden im Bereich Health/Care/Hotels, Berufsbekleidung
- Morphingfähige (gestalt- oder formwandelbare), smarte Fahrzeuginnenräume
- Gewebe als haptische Displays, z. B. in Fahrzeuginnenräumen
- Flexible und tragbare textile Wasseraufbereitung (inkl. Säuberung gegenüber Viren), etwa für den Bereich Entwicklungshilfe, Großevents, Katastrophenschutz

3.2.2 PRIORISIERUNG VON SMART TEXTILES-ANWENDUNGEN

Im zweiten Teil der ersten Arbeitsphase wurde auf Basis einer Vorpriorisierung durch die Teilnehmenden eine Auswahl an zuvor entwickelten Ideen hinsichtlich ihrer Originalität und Einfachheit in der Umsetzung diskutiert. Diese Ideen wurden dann mittels der COCD-Matrix eingeordnet.

Als Whow-Themen wurden dabei identifiziert:

- Textile Aktoren zur Bewegungsunterstützung (mit Zusatzfunktionen, z. B. Sensorik)
- Textile Umhausung (inkl. Annäherungssensorik/Abschirmfunktion/Farb- und Leuchtfunktion)
- Textile Diagnose und Gesundheitsüberwachung auf Distanz
- Textile Lösungen zur Versorgung von Pflanzen mit Licht/Wasser/Sauerstoff/Nährstoffen, etwa im Bereich des Urban/Vertical Farming und der Gebäudebegrünung
- EMS-Training auf Basis von Smart Diagnostik

Als How-Themen wurden identifiziert:

- Sensorische und signalgebundene Böden (inkl. interaktiver Funktionen wie Patient:innenführung für den Health-/Care-Bereich)
- Bekleidung mit integrierter Energiegewinnung/-speicherung, z. B. textile Solarzelle, textile Stromspeicher
- Heilendes bzw. versorgendes Textil (inkl. smarter/steuerbarer Medikamenten-/Lichtabgabe/pulsierender Magnetfeldtherapie)
- Textile Elemente mit Verschmutzungserkennung, etwa für Car-Sharing, Böden im Bereich Health/Care/Hotels, Berufsbekleidung
- Morphingfähige (gestalt- oder formwandelbare), smarte Fahrzeuginnenräume
- Gewebe als haptische Displays, z. B. in Fahrzeuginnenräumen

Als Now-Thema identifizierten die Teilnehmenden:

- Flexible und tragbare textile Wasseraufbereitung inkl. Säuberung gegenüber Viren, etwa für den Bereich Entwicklungshilfe, Großevents, Katastrophenschutz

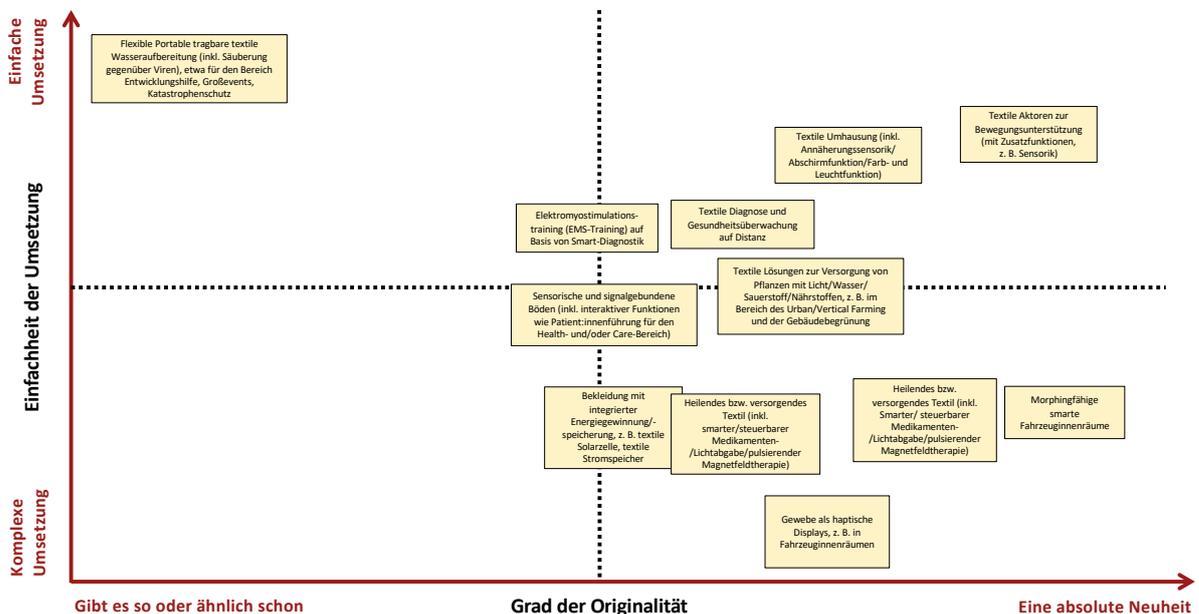


Abb. 7: Ergebnisdarstellung, COCD-Matrix, Workshop-Gruppe II

3.2.3 VISUAL ROADMAPPING

In der zweiten Arbeitsphase entschieden die Teilnehmenden, welche der in der COCD-Matrix eingeordneten Anwendungen sie vertieft diskutieren. Insgesamt vier Anwendungen wurden anschließend in eine Visual Roadmap übertragen. Dazu erfolgte zunächst eine zeitliche Anordnung der definierten Produkte und Services in den Rahmen 2025 bis 2030. Anschließend wurde gemeinsam erarbeitet, welche Technologien für diese Anwendungen zu entwickeln sind, welche Akteure diese Entwicklungen vorantreiben müssen und welche Rahmenbedingungen für eine erfolgreiche Entwicklung erforderlich scheinen.

Bei der Anwendung „Morphingfähige smarte Fahrzeuginnenräume“ gehen die Teilnehmenden davon aus, dass diese bis 2030 die Marktreife erreichen kann. Entscheidend dafür ist die Entwicklung morphingfähiger Strukturen. Diese sind im weiteren Entwicklungsverlauf eine Voraussetzung zur Schaffung adaptiver Bauelemente für den

Fahrzeuginnenraum. Diese Elemente könnten nach Einschätzung der Teilnehmenden bis 2025 erfolgreich entwickelt sein. Um morphingfähige Strukturen zu entwickeln, halten die Teilnehmenden es für notwendig, dass Textilunternehmen gemeinsam mit den Herstellern der Strukturbauelemente zusammenwirken. Eine weitere, als Koordinator:in fungierender Akteur:in muss in der Lage sein, durch einen entsprechenden Überblick über die unterschiedlichen, in den Branchen vorhandenen Kompetenzen die richtigen Partner:innen im gesamten Entwicklungsprozess bis zur Erreichung der für 2030 antizipierten Anwendung zusammenzubringen. Um dann, in der zweiten Hälfte der 2020er Jahre, aus diesen Strukturen Bauelemente zu entwickeln, muss anschließend der entsprechende Tier-2-Zulieferer eingebunden werden. Als eine ebenso wichtige und erfolgskritische Rahmenbedingung für die Realisierung morphingfähiger Fahrzeuginnenräume wurde die durch entsprechende regulative Voraussetzungen

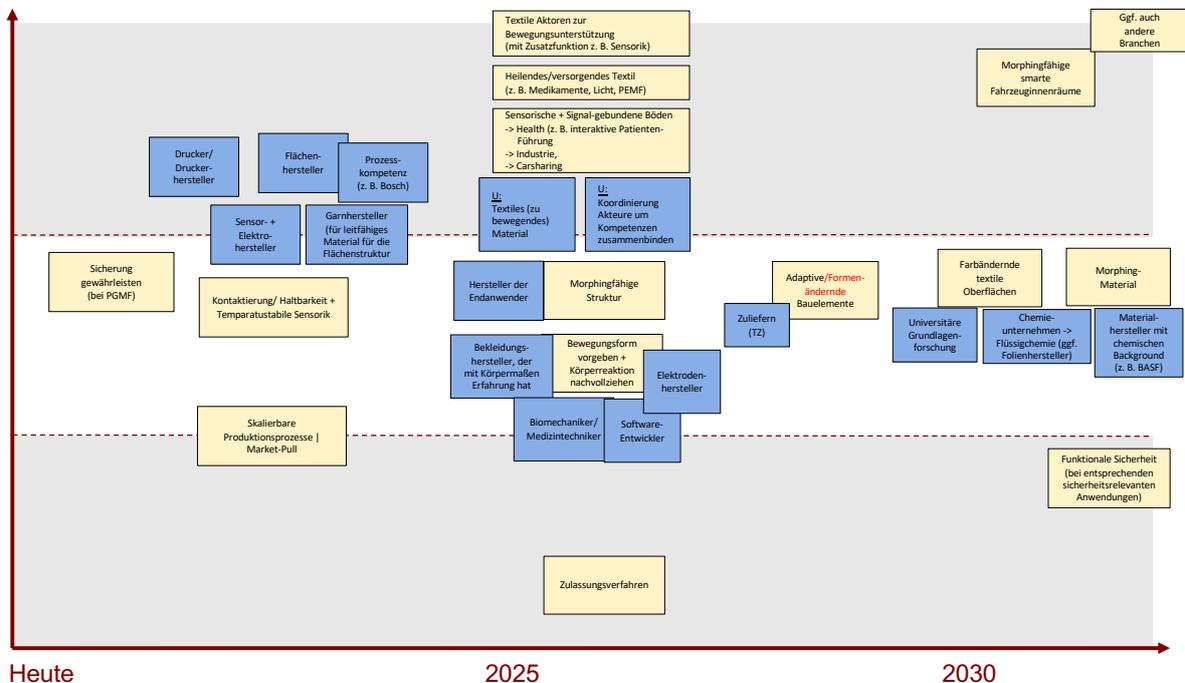


Abb. 8: Ergebnisdarstellung, Visual Roadmap, Workshop-Gruppe II

abgesicherte funktionale Sicherheit diskutiert. Diese wird wiederum zu einer Voraussetzung, auf Smart Textiles basierende Anwendungen auch in fahrsicherheitsrelevante Systeme zu integrieren. Für die Schaffung dieser Rahmenbedingungen – die nach Einschätzung der Teilnehmenden erst 2030 verfügbar sein werden – rechnet die Workshop-Gruppe mit einem langen Vorlauf.

Als weitere Anwendung wurden „Sensorische und signalgebundene Böden (inkl. interaktiver Funktionen wie Patient:innenführung für den Health-/Care-Bereich)“ von den Teilnehmenden in die Roadmap eingeordnet. Entsprechende Anwendungen halten sie bis 2025 für realisierbar. Als entscheidende technische Voraussetzung wird die Herstellung einer in Bodenbeläge integrierbaren Kontaktierung betrachtet, die über entsprechende sensorische Fähigkeiten mit hoher Haltbarkeit und Temperaturstabilität verfügt. Innerhalb des Zeitraums 2020 bis 2025 halten die Teilnehmenden dies für technisch realisierbar. Dafür bedarf es nach ihrer Einschätzung einer Verbindung der Kompetenzen unterschiedlicher Akteure: 3D-Druck-Anbieter, Flächenhersteller, Garnproduzenten für die Bereitstellung geeigneter leitfähiger Garne für die Flächenherstellung, Sensor-/Elektronikhersteller sowie ein Unternehmen, das über die entsprechende Prozesskompetenz verfügt. Gerade mit Blick auf das mögliche Anwendungsfeld Automotive – z. B. für intelligente Kofferraumböden, die über verbleibende Objekte im Laderaum informieren – könnte diese Rolle ein Zulieferer wie Bosch übernehmen, der in diesem Fall jedoch voraussichtlich nicht als Tier-1, sondern als Tier-2 fungieren würde. Nur durch die Einbindung entsprechenden Prozess-Know-hows kann die erforderliche Skalierung des Herstellungsprozesses erreicht werden. Als Rahmenbedingung ist dazu unmittelbar ein Market Pull erforderlich. Ohne dass entsprechende Bedarfe, z. B. aus dem Bereich Car-Sharing, erkennbar werden, dürfte die beschriebene Entwicklungsdynamik nicht erfolgreich in Gang zu setzen sein.

Als dritte Anwendung wurde „Heilendes bzw. versorgendes Textil (inkl. smarter/steuerbarer Medikamenten-/Lichtabgabe/pulsierender Magnetfeldtherapie)“ in der Roadmap eingeordnet. Die Teilnehmenden halten die Realisierung dieser Anwendung bis 2025 für möglich. Technisch sehen sie als eine zeitnah, auf Basis des Standes der Technik realisierbare Herausforderung lediglich die zu gewährleistende Abschirmung, falls magnetfelderzeugende Bauelemente integriert werden. Die wesentlichere Herausforderung wird hier bei den Rahmenbedingungen gesehen, da für entsprechende Anwendungen Zulassungsverfahren zu durchlaufen sind.

Als vierte Anwendung wurden „Textile Aktoren zur Bewegungsunterstützung (mit Zusatzfunktionen, z. B. Sensorik)“ in die Roadmap eingeordnet. Auch diese Anwendung halten die Teilnehmenden bis 2025 für realisierbar. Als entscheidende technische Voraussetzung wird die intelligente Verbindung von Sensorik und Aktorik diskutiert, welche die gewünschte bzw. eingeleitete Bewegungsform des Körpers erkennt und diese unmittelbar nachvollzieht. Um dieses komplexe Problem zu lösen, ist nach Einschätzung der Teilnehmenden die Kompetenz verschiedener Akteur:innen nötig: Dazu zählen Bekleidungshersteller mit entsprechender Erfahrung in der Gestaltung von Kleidung, die auf individuelle Körpermaße angepasst ist sowie Biomechaniker:innen und Medizintechnikhersteller, Softwareentwickler:innen und Elektronikproduzenten. Wie bei der zuvor betrachteten Anwendung ist auch in diesem Fall eine entsprechende Zulassung erforderlich, die vor Markteinführung vorliegen muss.

3.3 ZUSAMMENFÜHRUNG

Der Diskussionsverlauf in den beiden Workshop-Gruppen unterschied sich hinsichtlich des von den Teilnehmenden gewählten Fokus in der Debatte: Workshop-Gruppe I beschäftigte sich, ausgehend vom Status quo, intensiv mit den künftig erforderlichen Bedingungen für eine erfolgreiche Entwicklung und Marktplatzierung von Smart Textiles-Anwendungen. Der Diskussionsfokus von Workshop-Gruppe II lag vor allem auf den notwendigen technologischen Entwicklungen und der Frage, welche Akteur:innen hier gemeinsam an entscheidenden technologischen Meilensteinen arbeiten müssen. Durch diesen differenzierten Fokus sind die Ergebnisse der Gruppen hochgradig komplementär zu verstehen.

Die ausgehend von der kreativen Brainstorming-Phase entlang der Dimensionen „Einfachheit der Umsetzung“ und „Neuigkeitswert“ diskutierten künftigen Smart Textiles-Anwendungen wurden in beiden Gruppen überwiegend als How-Themen eingeordnet. Damit dominierten Anwendungsperspektiven für Smart Textiles, denen von den Expert:innen ein hoher Innovationsgrad und ein erheblicher Nutzen für die Anwender:innen beigemessen wurde, die gleichzeitig jedoch erst mittel- bis langfristig zu entwickeln sind, weil entweder gegenwärtig zentrale Rahmenbedingungen oder technische Voraussetzungen noch nicht gegeben sind. Zu diesen, in beiden Gruppen mit hohem Potenzial eingeschätzten, Themen zählen insbesondere Wearables im Bereich Gesundheit, textilbasierte Lösungen im Bereich Energieerzeugung und -speicherung sowie selbstreinigende oder den Verschmutzungsgrad registrierende bzw. anzeigende Textilien.

Als Whow-Themen, also als verhältnismäßig einfach umsetzbare, aber mit einem hohen Innovationsgrad bewertete Smart Textiles-Anwendungen, wurden insgesamt nur vier Anwendungsbereiche fokussiert: textile Lüsterklemmen, textile Umhauungen für Industrieanlagen, textile Aktoren zur Bewegungsunterstützung sowie Wearables mit remote Health-Monitoring-Funktionen.

ERFORDERLICHE RAHMENBEDINGUNGEN

Um das Ziel zu erreichen, die identifizierten künftigen Smart Textiles-Anwendungen von der Forschung in die Praxis zu bringen, sind bestimmte Voraussetzungen notwendig. So bedeutet, Smart Textiles-Anwendungen praktisch anwendbar zu machen, vor allem, diese auf den Markt zu bringen. Dafür müssen die adressierten Märkte, z. B. im Bereich Automotive und Mobilität, Gesundheit und Pflege, Home und Living, Persönliche Schutzausrüstung, jedoch für innovative textilbasierte Lösungen aufnahmefähig sein. Bei komplexen Smart Textiles dürfte daher ein erkennbarer Market Pull notwendig sein, um die Entwicklungskapazitäten der textilen Wertschöpfungskette und anderer, an der Entwicklung zu beteiligender Branchen hinreichend zu konzentrieren. Inwieweit auch Anwenderbranchen und damit Unternehmen, die innerhalb der Wertschöpfungskette näher an der Endnutzer:in potenzieller Smart Textiles-Lösungen sind, tatsächlich einen entsprechenden Market Pull weitergeben, hängt dabei letztlich von der Akzeptanz textilbasierter Anwendungen im jeweiligen Anwendungsfeld sowie von Kosten-Nutzen-Erwägungen ab. Daher muss berücksichtigt werden, dass in vielen Anwendungsfeldern eine breite Akzeptanz von Smart Textiles-Lösungen erst mittelfristig erreicht werden kann (Peters & Goluchowicz, 2020, 52 ff.).

Als eine zentrale Herausforderung für die Entwicklung neuer Smart Textiles-Anwendungen wurde darüber hinaus das Thema Nachhaltigkeit diskutiert. Viele Lösungen, die sich heute in der Entwicklung oder bereits am Markt befinden, dürften der sich künftig verschärfenden Regulierung nicht gerecht werden. Neben der Recyclingfähigkeit der verwendeten Materialien ist vor allem die Frage des Entfügens entscheidend, also die, ob sich die verwendeten Materialien am Ende des Produktlebenszyklus wieder voneinander trennen lassen.

Eine formale Rahmenbedingung, die für die Umsetzung von Smart Textiles-Anwendungen in der Praxis als wesentlich diskutiert wurde, sind Normungs- und Zulassungsverfahren. Gerade bei Medizinprodukten und sicherheitsrelevanten Anwendungen im Bereich der Mobilität stehen vor einem Markterfolg von Smart Textiles-Lösungen entsprechende Verfahren, die vor allem zeit- und kostenintensiv sein können.

TECHNOLOGIEENTWICKLUNG

Auf Ebene der technologischen Voraussetzungen, die für eine erfolgreiche Entwicklung der diskutierten Smart Textiles-Anwendungen erforderlich sind, zeigt der Workshop-Prozess nachdrücklich, dass diese kritischen technischen Meilensteine nur in einem gemeinsamen, kollaborativen Ansatz zu bewältigen sind. Kein Textilhersteller, keine Anwenderbranche ist auf absehbare Zeit in der Lage, komplexe Smart Textiles-Lösungen alleine zur Marktreife zu entwickeln. Mit Blick auf die zuvor diskutierten, vielversprechenden Anwendungen konnten wesentliche technische Herausforderungen identifiziert werden.

Kurzfristig geht es vor allem darum, die Haltbarkeit textiler Sensorik zu erhöhen, z. B. für smarte Bodenbeläge, ob für den Gesundheits-, Home- und Living- oder den Automotive-Bereich. Hier ist die Zusammenarbeit von Garnherstellern, Flächenherstellern, Sensor- und Elektronikherstellern als technische Enabler und von Unternehmen mit entsprechender Prozesskompetenz notwendig. Mittelfristig muss vor allem die Entwicklung intelligenter, adaptiver, auf Körperbewegungen und Umgebung reagierender Systeme vorangetrieben werden, die insbesondere für anspruchsvolle Assistenzsysteme zur Unterstützung im Alltag oder am Arbeitsplatz erforderlich sind (z. B. für die spätere Anwendung in Form intelligenter, textilbasierter Exoskelette). Dafür bedarf es des Zusammenwirkens von Bekleidungsherstellern mit entsprechender Kompetenz in der individuellen Gestaltung und Anpassung von Produkten an Körpermaße sowie von Biomechaniker:innen und Softwareherstellern, um die entsprechenden Herausforderungen im Bereich von Sensorik, Aktorik und Steuerungszintelligenz zu lösen. Mittel- bis langfristig ist für solche Anwendungen, die in komplexen Produkten weiterverarbeitet werden sollen, die enge Zusammenarbeit mit Unternehmen am Ende der Wertschöpfungskette erforderlich. Für das Beispiel der morphingfähigen smarten, Innenräume für Autos zählen dazu vor allem die relevanten Tier-1-Zulieferer und OEMs. Je komplexer das Anwendungsszenario für die textilbasierte Lösung ist, desto wichtiger wird dabei ein systemischer, das Endprodukt und die Endnutzer:in einbeziehender Ansatz kollaborativer Entwicklung.

4 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Ergebnisse des Cross-Clustering-Prozesses besitzen in der Gesamtschau eine hohe Aussagekraft für die Schlussfolgerungen, welche die beteiligten Unternehmen, Forschungsinstitute und Branchenorganisationen für ihre weitere Arbeit ziehen können. Das zeigt die Diskussion der Ergebnisse im Kontext bisheriger Zukunftsstudien und Foresight-Prozesse.

ZUKUNFTSFELDER FÜR SMART TEXTILES ANWENDUNGEN ADRESSIEREN

Als zentrale Anwendungsfelder für künftige Smart Textiles-Anwendungen konnten die Bereiche Gesundheit und Pflege, textile Energieerzeugung und -speicherung sowie selbstreinigende und verschmutzungserkennende Textilien identifiziert werden. Damit erkennen die Expert:innen im Cross-Clustering Anwendungsbereiche, die im Rahmen der Zukunftsstudie „Perspektiven 2035“ als wesentliche Zukunftsfelder für textile Lösungen identifiziert wurden und bei denen Dank bestehender Kompetenzen ein erhebliches Potenzial aufgezeigt werden konnte (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 51).

Ein zentraler Treiber für zunehmenden Unterstützungsbedarf durch Smart Textiles-Anwendungen – sei es im Alltag oder im beruflichen Umfeld – ergibt sich dabei nicht zuletzt aufgrund des insbesondere in den entwickelten Industrienationen fortschreitenden demografischen Wandels (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 19). Bereits vor knapp vier Jahren wurde ein verstärktes Gesundheits- und Schutzbedürfnis als Folge des demografischen Wandels als ein wichtiger Einflussfaktor für den Smart Textiles-Markt beschrieben (Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V [STFI] & Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft [EY], 2016, S. 15). Letztgenannter Trend dürfte sich infolge

der Corona-Pandemie noch weiter verstärken (Diebel & Peters, 2020). Mit einer zunehmenden Verbreitung von Smart Wearables erhöht sich zudem unmittelbar auch der Bedarf an textilen Speichertechnologien (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 27). Beide Entwicklungen spielen der deutschen Textilindustrie in die Hände: Deutschland verfügt gerade in den Bereichen „Medizin und Gesundheit“ und „Energiespeicherung“ über eine hohe Forschungsaktivität im Textilsektor und hierige Akteure können auf ein entsprechend tiefes Know-how zurückgreifen (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 5).

Auch für selbstreinigende bzw. verschmutzungserkennende Textilien wird in den Perspektiven 2035 ein verstärkter zukünftiger Bedarf projiziert. So stehen Car-Sharing-Anbieter bereits heute vor der Herausforderung, dass dieses neue Mobilitätskonzept zu erheblichen Aufwänden bei der Innenraumreinigung führt. Das ist wirtschaftlich wie ökologisch eine große Herausforderung (Dahlmann, 2019). Hier dürfte für innovative textilbasierte Lösungen ein erheblicher Markt bestehen (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 17). Entsprechende Lösungen könnten darüber hinaus in weiteren Anwendungsfeldern eingesetzt werden.

MÄRKTE ENTWICKELN UND REGULIERUNG ALS INNOVATIONSANREIZ NUTZEN

Damit Smart Textiles-Anwendungen aus Deutschland sich erfolgreich entwickeln lassen und am Markt behaupten, konnten die Expert:innen im Rahmen des Cross-Clustering-Workshops identifizieren, welche Rahmenbedingungen dazu geschaffen werden müssen.

Als grundlegend erforderlich wird dabei ein entsprechender Market Pull beschrieben. Tatsächlich verweist auch die Zukunftsstudie Perspektiven 2035 darauf, dass bislang vor allem die Nachfrage nach Smart Textiles-Anwendungen noch gering ist. Die Aufnahmefähigkeit wichtiger Anwendungsbranchen dürfte sich jedoch zur Mitte der 2020er Jahre erhöhen (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 19–22). Ein weiterhin bestehender Unsicherheitsfaktor liegt jedoch in der Frage, ob komplexe textilbasierte Anwendungen künftig im Vergleich zu Substituten im Preiswettbewerb bestehen können – und wenn ja, in welchen Anwendungsfeldern (Hartmann, 2020, S. 31).

Dabei stellt sich eine zunehmende Akzeptanz von Smart Textiles-Anwendungen freilich nicht von selbst ein. So wurde im Cross-Clustering-Workshop unterstrichen, dass der (frühzeitige) Einbezug von Unternehmen mit unmittelbarem Zugang zu Endkund:innen, z. B. durch OEMs¹, bereits im Entwicklungsprozess notwendig ist, um Smart Textiles-Anwendungen ausgehend vom künftigen Kundenbedürfnis zu entwickeln. Durch eine entsprechende Orientierung am Nutzen der Kund:innen können Textilhersteller dabei mit ihren Kooperationspartner:innen daran mitwirken, Zukunftsmärkte gezielt zu entwickeln und frühzeitig Erfahrungen in der Realisation und Vermarktung zukunftsfähiger Produkte zu sammeln.

In besonderer Weise gilt dies für die Entwicklung nachhaltiger Smart Textiles-Anwendungen. So könnte Ende der 2020er Jahre, als Folge zunehmender gesellschaftlicher Akzeptanz für harte regulatorische Eingriffe, eine harte Regulierungsschwelle erreicht werden, die weitreichende Bestimmungen inklusive strengerer Recycling-Quoten und Einschränkungen zum Wasser- und Biomasseverbrauch festlegt (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 13). Wenn – wie die Ergebnisse des Cross-Clustering-Prozesses und der Perspektiven 2035 nahelegen – die größten Marktpotenziale für Smart Textiles-Anwendungen gerade mittel- bis langfristig, also ab Mitte der 2020er Jahre, zu realisieren sind, stellt dies die Produktentwicklung bereits heute vor große Herausforderungen. In Antizipation sich verschärfender Regulierung müsste es daher das Ziel für Smart Textiles-Entwicklungen sein, alle ab 2025 auf den Markt kommenden Produkte bereits konsequent auf ihre Recyclingfähigkeit hin zu entwickeln und schädliche Umwelteinträge in Prozessen und Produkten weitestgehend zu reduzieren. Für die Produktentwicklung bedeutet das konkret: Während alle konventionell entwickelten Produkte, die in den kommenden zwei bis drei Jahren die Marktreife erreichen, in den 2020er Jahren noch einen relevanten Deckungsbeitrag leisten und dabei insbesondere die Finanzierung der Entwicklung langfristig erfolgversprechender, nachhaltiger Produkte unterstützen können, sollte sich die mittel- bis langfristige Produktentwicklung konsequent am Prinzip „Design for Recycling“ orientieren. Dabei dient die kurzfristige Einführung von Smart-Textile-Anwendungen nicht nur der Sicherung von Liquidität, sondern hilft vor allem dabei, Erfahrungen in Entwicklung und Vertrieb für wichtige Anwender:innenbranchen zu sammeln sowie strategische Kooperationen mit Partner:innen anderer Wertschöpfungsstufen aufzubauen.



1) Original Equipment Manufacturer, auf Deutsch Erstausrüster



Für Medizinprodukte, Persönliche Schutzausrüstung und im Bereich sicherheitsrelevanter Komponenten für Mobilitätssysteme wurden als eine wesentliche Voraussetzung die notwendigen Zulassungen als weitere Rahmenbedingung identifiziert, die für die Entwicklung und das Inverkehrbringen von Smart Textiles-Anwendungen erfolgskritisch ist. Damit unterstreichen die Ergebnisse des Cross-Clustering-Workshops die Notwendigkeit eines ganzheitlichen Ansatzes zur Entwicklung derartiger textiler Anwendungen, wie ihn Jordan (2020) beschreibt. Dabei werden notwendige Normen und Standards identifiziert und die Entwicklung auf bestehende Vorgaben ausgerichtet. Bei neu zu schaffenden oder zu ergänzenden Normen und Standards wird dabei eine entwicklungsbegleitende Normung empfohlen. Dabei bietet sich besonders bei öffentlich geförderten Projekten die Möglichkeit einer Teilfinanzierung der mit diesem Verfahren einhergehenden Kosten an (Jordan, 2020).

TECHNISCHE HERAUSFORDERUNGEN FEST IM BLICK

In Bezug auf die für die Realisation der diskutierten Smart Textiles-Anwendungen erforderlichen technologischen Entwicklungsschritte identifizierten die Expert:innen im Cross-Clustering-Workshop vor allem die Bereiche „Haltbarkeit von Sensorik“, „Biomechanik“ und „Steuerungszintelligenz“.

Die Frage, wie Sensorik in Smart Textiles-Anwendungen dauerhaft haltbar und auch bei flexiblen Strukturen zu integrieren ist, konnte in den Perspektiven 2035 als ein zentrales Thema der internationalen Textilforschung identifiziert werden, zu dem ebenfalls die deutschen Akteure bereits Know-how aufbauen (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 27).

Fragen der Biomechanik sind nach den Ergebnissen des Cross-Clusterings vor allem bei mit entsprechender Aktorik versehenen adaptiven Smart Wearables von herausgehobener Relevanz. Damit identifizierten die Expert:innen einen bislang weniger intensiv betrachteten Aspekt, der bei der Entwicklung von Smart Wearables mit Unterstützungsfunktion entscheidend ist. Auch die Steuerungszintelligenz, die softwareseitig entsprechende Unterstützungssysteme in die Lage versetzt, Sensordaten unmittelbar und adäquat zu verarbeiten, sodass speziell bei der motorischen Unterstützung der Nutzer:in optimale Ergebnisse ohne zeitlichen Versatz erreicht werden, spielt vor allem für die Entwicklung komplexer Smart Wearables eine entscheidende Rolle.

KOLLABORATIVE UND CROSS-SEKTORALE ENTWICKLUNG ALS NEUER GOLDSTANDARD

Während bereits beim Thema Nutzer:innenorientierte Produktentwicklung von Smart Textiles die Notwendigkeit kollaborativer, unternehmens-, wertschöpfungsstufen- und sektorübergreifender Entwicklungszusammenarbeit deutlich wurde, zeigen die Ergebnisse des Cross-Clustering-Workshops, dass auch für die Bewältigung technologischer Hürden gilt: Ohne kollaborative Ansätze und eine enge Zusammenarbeit dürfte bei Smart Textiles künftig nichts gehen. Zwar ist die deutsche Textilforschung bereits hochgradig vernetzt; doch ist insbesondere hinsichtlich der Kooperation mit anderen Branchen das Potenzial noch lange nicht ausgeschöpft.

Damit unterstreichen die Ergebnisse des Cross-Clusterings, dass bereits kurzfristig eine Intensivierung der unternehmensübergreifenden Zusammenarbeit zu erwarten ist, will sich der Textilsektor angesichts der steigenden Marktanforderungen erfolgreich behaupten (Peters & Goluchowicz, 2020, S. 16).

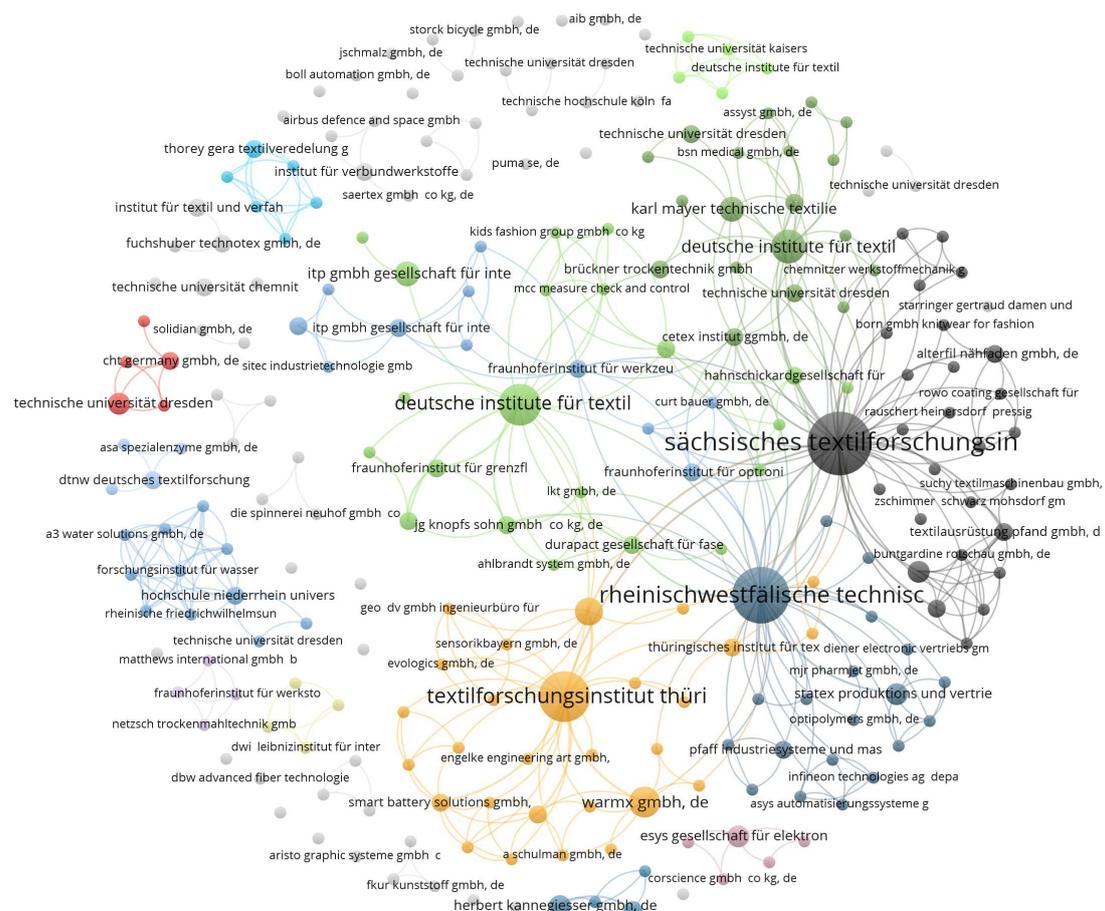


Abb. 9: Akteursnetzwerk von textilen Forschungsprojekten des Bundes (Peters & Goluchowicz, 2020)

5 HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Ausgehend von den zuvor dargestellten Ergebnissen des Cross-Clustering-Workshops lassen sich abschließend Handlungsempfehlungen ableiten. Diese verfolgen das Ziel, das in Textilforschung und Textilindustrie vorhandene Know-how zur Entwicklung von Smart Textiles-Anwendungen zu heben und dazu beizutragen, dass entsprechende Anwendungen unabhängig vom konkreten Anwendungsfeld erfolgreich zur Serienreife entwickelt und am Markt platziert werden können. Die Handlungsempfehlungen adressieren dabei vier Akteursgruppen: Unternehmen, Branchen- und Clusterorganisationen, Wissenschaft und politische Entscheider:innen.

UNTERNEHMEN

■ Offene Innovationskultur etablieren

Wollen Unternehmen im Textilsektor den Anforderungen an die Entwicklung und Vermarktung von Smart Textiles-Anwendungen gerecht werden, bedarf es einer neuen, offeneren Innovationskultur. Dort, wo F&E-Strukturen noch stark nach innen gerichtet sind, müssen bestehende Strukturen und Praktiken hinterfragt und eine Open Innovation-Kultur etabliert werden. Das ist eine wichtige Voraussetzung dafür, das cross-sektorale Innovationsvorhaben zum neuen Goldstandard zu machen.

■ Fail-Fast statt Overengineering – kurzfristig Erfahrungen sammeln und Partnerschaften erproben

Bei den Smart Textiles-Anwendungen, die technisch bereits kurzfristig – innerhalb der kommenden zwei bis drei Jahre – die Serienreife erreichen können, gilt es jetzt, Geschwindigkeit aufzubauen und ein Momentum zu kreieren. Eine möglichst schnelle Markteinführung versetzt Textilunternehmen dabei in die Lage, frühzeitig Erfahrungen in den betreffenden Märkten zu sammeln, das Produkt gemeinsam mit den Kund:innen iterativ weiterzuentwickeln und so

wichtige Kooperationspartner:innen bereits jetzt von der Lösungskompetenz zu überzeugen, die mittels textilem Know-how für wichtige Anwendungsfelder nutzbar gemacht werden kann. So wird der Grundstein für langfristig relevante strategische Partnerschaften gelegt und Textilhersteller kreieren für sich selbst eine vergleichsweise steile Lernkurve im Umgang mit den spezifischen An- und Herausforderungen des konkreten Anwendungskontextes der eigenen Produkte. Im Falle ihres wirtschaftlichen Erfolgs leisten die schnell in den Markt eingeführten Produkte einen relevanten Deckungsbeitrag für die mittel- bis langfristig zu stemmenden Aufwände für die Entwicklung künftiger Smart Textiles-Lösungen.

■ First Mover bei „Design for Recycling“ werden

Mittel- bis langfristig werden Nachhaltigkeitsstandards bisher entwickelte und in Entwicklung befindliche Smart Textiles-Anwendungen in Frage stellen. Daher geht es jetzt darum, F&E-Ansätze für solche Anwendungen, die ab Mitte der 2020er Jahre auf den Markt kommen könnten, konsequent auf das Prinzip Design for Recycling auszurichten. Nur so kann es gelingen, dem zunehmenden Regulierungsdruck vorzuzukommen und den Textilsektor glaubhaft als Vorreiter bei nachhaltigen, funktionalisierten Produkten zu machen.

■ Per Jobrotation zur begehrten Fachkraft

Hersteller von Smart Textiles-Lösungen werden künftig verstärkt vor der Herausforderung stehen, dass für eine erfolgreiche cross-sektorale Kooperation auch im eigenen Unternehmen verstärkt digitale Kompetenzen benötigt werden. Doch gerade KMU im Textilsektor haben es häufig schwer, Fachkräfte mit digitalem Know-how anzuwerben und zu binden, die z. B. bei der Implementierung entsprechender Steuerungsinelligenz von Smart Textiles unterstützen. Daher dürfte es notwendig werden, bei Engpassberufen verstärkt auch beim Aufbau entsprechender

personeller Ressourcen unternehmensübergreifend zu kooperieren. Unternehmensübergreifende Jobrotation, bei der z. B. eine IT-Fachkraft für mehrere Unternehmen tätig ist, könnte zu einer besseren Allokation knapper Personalressourcen führen und – wenn bei der Jobrotation auch Unternehmen aus nachgelagerten Wertschöpfungsstufen einbezogen werden – ein Know-how-Transfer zwischen den Unternehmen ermöglicht werden, der strategische Partnerschaften in Richtung wichtiger Anwendungsfelder für Smart Textiles-Lösungen verstärkt.

BRANCHEN- UND CLUSTERORGANISATIONEN

■ **Matchmaking & Open Innovation-Plattformen aufbauen**

Der kulturelle Wandel hin zu stärker cross-sektoral ausgerichteter Kooperation und eine offener Haltung gegenüber Open Innovation-Ansätzen muss im Unternehmen vollzogen werden. Branchen- und Clusterorganisationen jedoch können die Voraussetzungen schaffen, dass Unternehmen bei entsprechender Bereitschaft die Möglichkeit haben, die passenden Partner für ihr Innovationsvorhaben zu finden. Markttransparenz ist der Schlüssel zum Erfolg. Nur wenn die Vielfalt der Kompetenzen im Textilsektor und darüber hinaus sichtbar wird, können in immer schneller werdenden Entwicklungszyklen unter Zeitdruck leistungsstarke Konsortien gebildet und der Grundstein für strategische Partnerschaften gelegt werden. Dazu bedarf es einer verstärkten Entwicklung von Matchmaking-Plattformen. Sollen diese langfristig erfolgreich sein, muss von Beginn an auch die Erweiterungsfähigkeit und Integrationsfähigkeit der Plattformen zu anderen Plattformen über entsprechende Schnittstellen und im strukturellen Aufbau der Plattformarchitektur mitgedacht werden. Eine angedockte Open Innovation-Plattform kann dabei sowohl die Arbeitsfähigkeit neu gestifteter Konsortien

beschleunigen als auch eine Antwort auf zunehmende Herausforderungen im Bereich der digitalen Souveränität liefern.

■ **Horizon Scanning etablieren: Trends- und Bedarfe von Anwendungsbranchen im Blick**

Um die eigene Entwicklungsarbeit effektiv auf künftige Bedarfe von Endanwender:innen auszurichten, benötigen Textilhersteller ein möglichst breites und valides Überblicks- und Orientierungswissen über die mittel- bis langfristige Entwicklung in wichtigen Anwendungsfeldern der Systeme, die mit ihren Komponenten hergestellt und vermarktet werden. Branchen- und Clusterorganisationen können hier eine wichtige Funktion übernehmen, indem sie einen Prozess der strategischen Vorausschau etablieren. So können sie bestehende Erkenntnisse aus vorliegenden Foresight-Studien scannen und aufbereiten oder eigene Prozesse initiieren, um entsprechendes Wissen aufzubauen und bereitzustellen.

■ **Best Practices für ganzheitliche Produktentwicklung beschleunigen Time-to-Market**

Um Unternehmen im Umgang mit bei Entwicklungsprojekten zu berücksichtigenden Zulassungsvoraussetzungen zu unterstützen, können Branchen- und Clusterorganisationen Best Practices identifizieren, aufbereiten und bereitstellen. Wenn Unternehmen erfolgreich F&E-Projekte beschleunigen konnten, indem sie bereits in der Projektierung z. B. eine entwicklungsbegleitende Normung berücksichtigt haben, können Informationen über Erfolgsfaktoren und Erkenntnisse auch anderen Unternehmen der Branche helfen, die Time-to-Market zu optimieren.

WISSENSCHAFT

■ **Open Innovation-Kultur in der Textilforschung etablieren**

Um die Synergieeffekte aus der Kollaboration von Wissenschafts- und Praxisakteuren zu steigern, müssen nicht nur Unternehmen sich für neue Ansätze wie Open Innovation öffnen. Auch in Textilforschungsinstituten bedarf es einer kulturellen Weiterentwicklung hin zu einem offeneren Austausch von Ideen und Know-how. Kurzfristig kann Zurückhaltung beim organisationsübergreifenden Austausch im Wettbewerb um Fördermittel und Praxispartner einen Vorteil bedeuten; mittel- bis langfristig kann angesichts internationaler Konkurrenz und sich beschleunigender Entwicklungszyklen nur das textile Innovationsökosystem in Deutschland als Ganzes gemeinsam erfolgreich sein.

■ **Stragetische Partnerschaften zu interdisziplinären Kompetenzzentren entwickeln**

Bereits heute sind Textilforschungsinstitute auch interdisziplinär hochgradig vernetzt. Künftig dürfte es erforderlich sein, um cross-sektorale Potenziale besser auszuschöpfen, gemeinsam

mit bestehenden Partner:innen und ergänzt durch neue Kollaborationen bestehende Netzwerke zu Kompetenzzentren für die Entwicklung textilbasierter, smarter Produkte und Anwendungen weiterzuentwickeln.

■ **Vom Lippenbekenntnis zum Must-have: Praxistransfer leben**

Trotz großer Leistungsfähigkeit und einer ausgeprägten Kompetenz bei anwendungsbezogener Forschung besteht beim Praxistransfer auch in der Textilforschung noch Luft nach oben. Zu häufig sind Transferaktivitäten vor allem ein lästiger Zusatzaufwand bei der Dokumentation von Forschungsprojekten. Dadurch geht ein erhebliches Potenzial von Forschungsaktivitäten auf dem Weg in die betriebliche Praxis verloren. Forschungseinrichtungen müssen daher die Sensibilität entwickeln, dass der Praxistransfer auch im Bereich der Vorfeldforschung entscheidend für den Erfolg des Textilstandortes Deutschland ist.



POLITISCHE ENTSCHEIDER:INNEN

■ Clusterorganisationen fördern und unterstützen

Deutschland verfügt Dank einer aktiven Clusterförderung von Bund und Ländern über eine hervorragende Ausgangssituation bei der Förderung von Clusterorganisationen. Um cross-sektorale Potenziale, wie beim Thema Smart Textiles vorhanden, stärker auszuschöpfen, muss Förderpolitik künftig Clusterorganisationen verstärkt in die Lage versetzen, ihre Rolle als Matchmaker und Vernetzungsinstanz gerade an den interdisziplinären und sektorübergreifenden Schnittstellen wahrzunehmen. Speziell die Finanzierung digitaler Angebote wie Matchmaking und Open Innovation-Plattformen muss dabei erleichtert werden.

■ Praxistransfer in der Forschungsförderung stärken

Förderpolitisch bedarf es zusätzlicher Anreize für wirksame Transferaktivitäten in Forschungsprojekten. Sowohl bei der Bewilligung als auch in der Evaluation von Projekten muss dem Transfer ein größerer Fokus beigemessen werden. Ein erster Schritt könnte in der systematischen Evaluation liegen, welche Barrieren und Hemmnisse es auch heute noch für einen intensiveren Praxistransfer von Forschungsvorhaben gibt.

■ Regulierungsroadmaps schaffen

Unternehmen, gerade in der Textilindustrie, sehen sich perspektivisch stetig steigenden Regulierungsanforderungen ausgesetzt. Dies gilt in besonderer Weise für den Bereich von Nachhaltigkeit und Klimaschutz. Damit Unternehmen bei der nachhaltigen Transformation von Produkten, Services und Geschäftsmodellen unterstützt und so in die Lage versetzt werden, mit Prozess- und Produktinnovationen einen wirksamen Beitrag für eine nachhaltige Zukunft leisten zu können, bedarf es vor allem einer stärkeren Planungssicherheit. Es ist daher erforderlich, auf europäischer Ebene transparente und nachvollziehbare Regulierungsfahrpläne für die absehbare Verschärfung von Umweltauflagen zu schaffen. Nur wenn entsprechende Regulierungsroadmaps langfristig ausgerichtet sind, also auch einen Zeitraum bis mindestens 2030 umfassen, und damit klare Orientierung für Unternehmen liefern, können die notwendigen Investitionen zielgerichtet eingesetzt werden und zu einem nachhaltigen und ökonomischen Mehrwert führen.

LITERATURVERZEICHNIS

- Allianz Faserbasierte Werkstoffe Baden-Württemberg e. V (Hrsg.). (2020). *Making Smart Textiles*.
- Dahlmann, D. (Gründerszene.de, Hrsg.). (2019). *Deutsche Carsharing-Anbieter stehen vor einem Dilemma*. Zugriff am 04.12.2019. Verfügbar unter <https://www.gruenderszene.de/automotive-mobility/deutsche-carsharing-anbieter-stehen-vor-einem-riesigen-dilemma?interstitial>
- Diebel, J. & Peters, R. (2020, September). *Perspektiven 2035 - nach Corona noch aktuell?* MG Open Spaces Digital - Expertendialog rund um textilen Schutz, Hochschule Niederrhein, Mönchengladbach.
- Hartmann, E. A., Engelhardt, S. von, Hering, M., Wangler, L. & Birner, N. (2014). *Der iit-Innovationsfähigkeitsindikator. Ein neuer Blick auf die Voraussetzungen von Innovationen* (Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (iit), Hrsg.) (iit perspektive 16). Verfügbar unter <https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/der-iit-innovationsfaehigkeitsindikator>
- Hartmann, F. (2020). *Künstliche Intelligenz als Chance für die deutsche Textilindustrie*. Dokumentation zum Foresightprozess.
- Jordan, J. V. (2020, April). *Ganzheitliche Entwicklung smarter persönlicher Schutzausrüstung*. Promotionsvortrag, Aachen. Zugriff am 07.10.2020. Verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=4eHxfkISATY>
- Kind, S., Hartmann, E. A. & Bovenschulte, M. (2011). *Die Visual-Roadmapping-Methode für die Trendanalyse, das Roadmapping und die Visualisierung von Expertenwissen. Ein Instrument des iit – Institut für Innovation und Technik für den Einsatz in Politik und Wirtschaft zum Management von Innovation und Technologie* (Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (iit), Hrsg.) (iit perspektive 4). Verfügbar unter <https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/iit-perspektive-4>
- Massachusetts Institute of Technology (Hrsg.). (2018). Germany. *The Observatory of Economic Complexity*. Zugriff am 06.10.2020. Verfügbar unter <https://oec.world/en/profile/country/deu>
- Peters, R. & Goluchowicz, K. (2020). *Perspektiven 2035. Ein Leitfaden für die textile Zukunft* (Forschungskuratorium Textil e. V (FKT), Hrsg.).
- Rustler, F. (2019). *Denkwerkzeuge der Kreativität und Innovation. Das kleine Handbuch der Innovationsmethoden*. St. Gallen, Zürichs: Midas Management Verlag AG.
- Sächsisches Textilforschungsinstitut e. V & Ernst & Young GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft (Hrsg.). (2016). *TechTex. Deutsche Textilien sind mehr als Kleidung von der Stange*. Zugriff am 03.12.2019.

SIE HABEN FRAGEN ZUM IMPULSPAPIER? SPRECHEN SIE UNS AN:



Ulrike Möller
Netzwerkmanagerin

AFBW – Allianz Faserbasierte Werkstoffe
Baden-Württemberg e.V.
Türlestraße 6
70191 Stuttgart
Telefon: 0711 21050-12
Telefax: 0711 233718
ulrike.moeller@afbw.eu
www.afbw.eu

SPONSOREN DER AFBW



GROZ-BECKERT

HOHENSTEIN ●



MATTES & AMMANN®



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, ARBEIT UND WOHNUNGSBAU

Das Impulspapier ist im Rahmen des Projekts „SmartTex BW“ entstanden. „SmartTex BW“ wurde vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg gefördert.