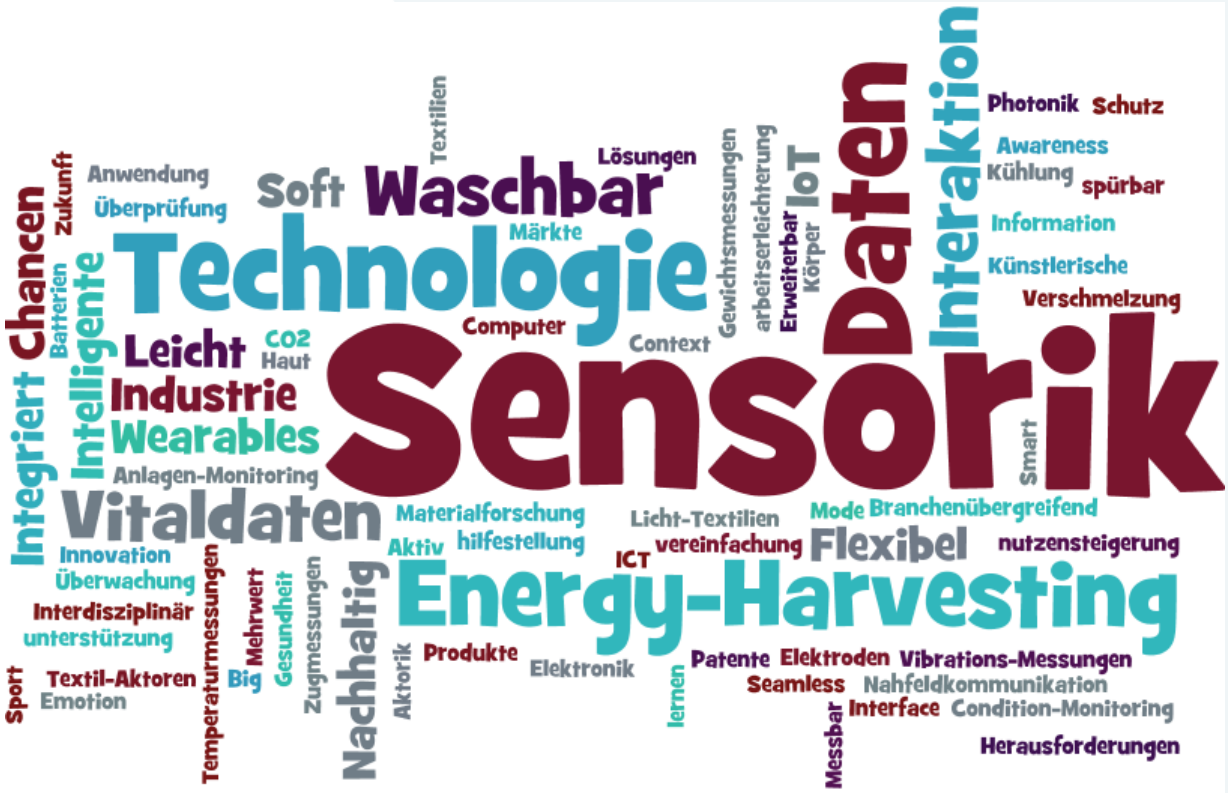
Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Smart Textiles Studie

Endbericht zu Projekt 871418 im Rahmen der 28. Ausschreibung der Produktion der Zukunft



Wien, Februar 2020

Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:
Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien
Autorinnen und Autoren: Beatrix Wepner, Wolfram Rhomberg, Doris Schartinger, Georg Zahradnik.
Gesamtumsetzung: AIT Austrian Institute of Technology GmbH, Center for Innovation Systems and Policy, Giefingg. 4, 1210 Wien
Fotonachweis: AIT Beatrix Wepner
Wien, 2020. Stand: 28. Februar 2020

Copyright und Haftung:
Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.
Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an empfaenger@bmk.gv.at.

Inhalt

Zusammenfassung 5

Summary 7

1 Einleitung und Projektabwicklung 9

1.1 Ausgangssituation und Fragestellungen 9

1.2 Methodik und Herangehensweise 9

2 Status Quo 13

2.1 Definition und Abgrenzung von Smart Textiles 13

2.2 Analyse von nationalen und internationalen Wirtschaftsdaten 16

2.3 Analyse von FTI-Aktivitäten 26

2.4 Marktvolumen Smart Textiles global und in Österreich 38

2.5 Marktpotenzial 39

2.6 Stärken und Schwächen des Innovationsökosystems Smart Textiles 41

3 Potenziale der Zukunft 48

3.1 Szenarien wirtschaftliche Entwicklung 48

4 F&E Themenbereiche 57

4.1 F&E Felder 57

4.2 F&E Themenauswertung 60

5 Maßnahmenvorschläge aus der Konsultation 69

5.1 Unternehmerische Aktivitäten und deren Unterstützung 69

5.2 Schaffung und Diffusion von Wissen 71

5.3 Langfristige Perspektiven und finanzielle Anreize 73

5.4 Märkte (Entwicklung, Zugang, Nachfrage) 75

5.5 Humanressourcen 77

5.6 Öffentliche Meinung & Akzeptanz 78

6 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen 79

6.1 Handlungsempfehlungen 82

Tabellenverzeichnis 87

Abbildungsverzeichnis 88

Literaturverzeichnis 90

Anhang 93

Szenarien 94

Protokolle der vier Konsultationsworkshops 98

Potenzialworkshops Salzburg und Hohenems 98

Ergebnisse des Workshops in Salzburg (17.06.2019) 99

Ergebnisse des Workshops in Hohenems (24.06.2019) 109

Roadmapworkshops Bregenz und Wien 120

Ergebnisse des Workshops in Bregenz (21.11.2019) 121

Ergebnisse des Workshops in Wien (09.12.2019) 132

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie im Rahmen der 28. Ausschreibung der Produktion der Zukunft wurde untersucht, welche Potenziale, Herausforderungen, Stärken und Schwächen im Innovationsökosystem Smart Textiles in Österreich bestehen. Schwerpunkte der Erhebung waren einerseits die Identifizierung von Forschungs- und Entwicklungsthemen mit hohem Zukunftspotenzial und andererseits die Ausarbeitung von Handlungsoptionen, um die Potenziale von und für Smart Textiles in Forschung und Industrie am Standort Österreich in Zukunft auch tatsächlich bestmöglich zu nutzen.

Smart Textile Technologien bieten den heutigen Textilfirmen zweifelsohne neue Möglichkeiten zur Innovation. Potenziell lässt sich ein nationales bzw. weltweites Marktvolumen von Smart Textiles Anwendungen prognostizieren, das zu einem deutlichen und kontinuierlichen Anstieg der Bruttowertschöpfung durch österreichische Smart Textiles Produzenten von bis zu 475 Mio. Euro im Jahr 2030 führen kann. Es bedeutet jedoch, dass Firmen zu einem Zeitpunkt investieren müssen, an dem diese neue Technologie noch in ihrer „Kindheit“ ist. In jedem Fall wird eine Entwicklung zu Smart Textiles mit einem Strukturwandel verbunden sein. Die Textilindustrie wird sich dabei in Richtung Elektronikindustrie hinbewegen. Es gilt, die Transformationsherausforderungen der existierenden, mehrheitlich kleinstrukturierten und „low-technology“ Firmen der Textil- und Bekleidungsindustrie zu adressieren und Investitionen in „Smart Technologies“ zu fördern.

Die ExpertInnenkonsultation machte auch in Hinblick auf zukünftige thematische Fokussierung deutlich, dass eine Vielzahl von F&E Themenbereichen in enger Zusammenarbeit mit oder sogar getrieben von der Elektronikindustrie angegangen werden müssen. Es bedarf einiger Anstrengung, um die unterschiedlichen Wertschöpfungsbereiche für gemeinsame Kooperationen für die Entwicklung von Smart Textiles Anwendungen österreichweit zusammenzubringen. Aus Sicht der Textilindustrie fehlt es an Zulieferern und Entwicklungspartnern, insbesondere aus dem Bereich Elektronik und Software.

Durch entsprechende kooperative, interdisziplinäre und anwendungsorientierte Forschung und Innovation mit österreichischen (und internationalen) universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen können Innovationen im Bereich Smart Textilien vorangetrieben werden, ebenso wie durch strategische Schwerpunktsetzungen und Fördermaßnahmen der öffentlichen Hand. Zudem sind Vernetzungs- und

Überzeugungsarbeit zu leisten, um ein branchenübergreifendes und interdisziplinäres Innovationsökosystem Smart Textiles aufzubauen und zu etablieren. In Kombination mit entsprechendem (Weiter-) Bildungsangebot im sekundären, tertiären und unternehmerischen Bereich kann es in weiterer Folge gelingen, dass sich v.a. auch immer mehr junge Menschen für den Bereich Smart Textiles begeistern, und sich damit auch die erforderlichen Kompetenzen und Kapazitäten im Bereich Humanressourcen weiterentwickeln. Entsprechende Maßnahmen für die gegenwärtig Beschäftigten der Textil- und Bekleidungsindustrie sollten zudem zeitgerecht eingeleitet werden.

Damit das Potenzial von Smart Textiles Anwendungen ausgeschöpft werden kann, müssen öffentliche Maßnahmen der FTI- und Standortpolitik zu einer Erhöhung der Forschungsaktivitäten und damit Forschungsquote, der Weiterentwicklung des Innovationsökosystems, der Erschließung von Märkten, der Stärkung der erforderlichen Humanressourcen und nicht zuletzt zur Stimulation unternehmerischer Investitionen und Aktivitäten im Bereich Smart Textiles führen.

Summary

In the present study within the 28th call for tenders for the production of the future, the potentials, challenges, strengths and weaknesses of the innovation ecosystem Smart Textiles in Austria were examined. The main focus of the study was to identify research and development topics with high future potential and on the other hand to elaborate options for action in order to exploit the best possible use of the potentials of and for Smart Textiles in research and industry in an Austrian context in the future.

Smart Textile technologies undoubtedly offer today's textile companies new opportunities for innovation. First estimations of potential market volumes of Smart Textiles applications nationally and worldwide point to a significant and continuous increase in gross value added by Austrian Smart textiles producers of up to 475 million euros in 2030. However, this implies that companies will have to invest at a time when this new technology is still in its "infancy". In any case, a development towards Smart Textiles will involve a structural change: the textile industry will shift towards the electronics industry. It is therefore necessary to address the transformation challenges of existing, mostly small-structured and "low-technology" companies in the textile and clothing industry and to support investment in "smart technologies".

The expert consultation in the course of this project showed that a wide variety of R&D topics of the future must be tackled in close cooperation with or even driven by the electronics industry. Some effort is needed to join up the different value-added areas for cooperation in the development of Smart Textiles applications throughout Austria. From the point of view of the textile industry, there is a lack of suppliers and development partners, especially from the electronics and software sector.

Innovations in the field of smart textiles can be stimulated by appropriate cooperative, interdisciplinary and application-oriented research and innovation with Austrian (and international) university and non-university research institutions, as well as by strategic priority setting and public funding measures. In addition, networking and awareness-raising measures must be carried out in order to develop and establish a cross-sectoral and interdisciplinary innovation ecosystem Smart Textiles. In combination with appropriate training and education in secondary, tertiary and entrepreneurial areas, it will be possible for more and more, especially young people to become enthusiastic about the Smart Textiles sector and thus to develop the necessary skills and capacities in the area of human

resources. Additionally, appropriate measures for employees in the textile and clothing industry need to be introduced in a timely manner.

In order to exploit the potential of Smart Textiles applications, public RTI and location policy measures must be introduced to increase respective research activities and thus the research quota, to further develop the innovation ecosystem, to open up markets, to strengthen the necessary human resources and, last but not least, to stimulate entrepreneurial investment and activities in the Smart Textiles sector.

1 Einleitung und Projektabwicklung

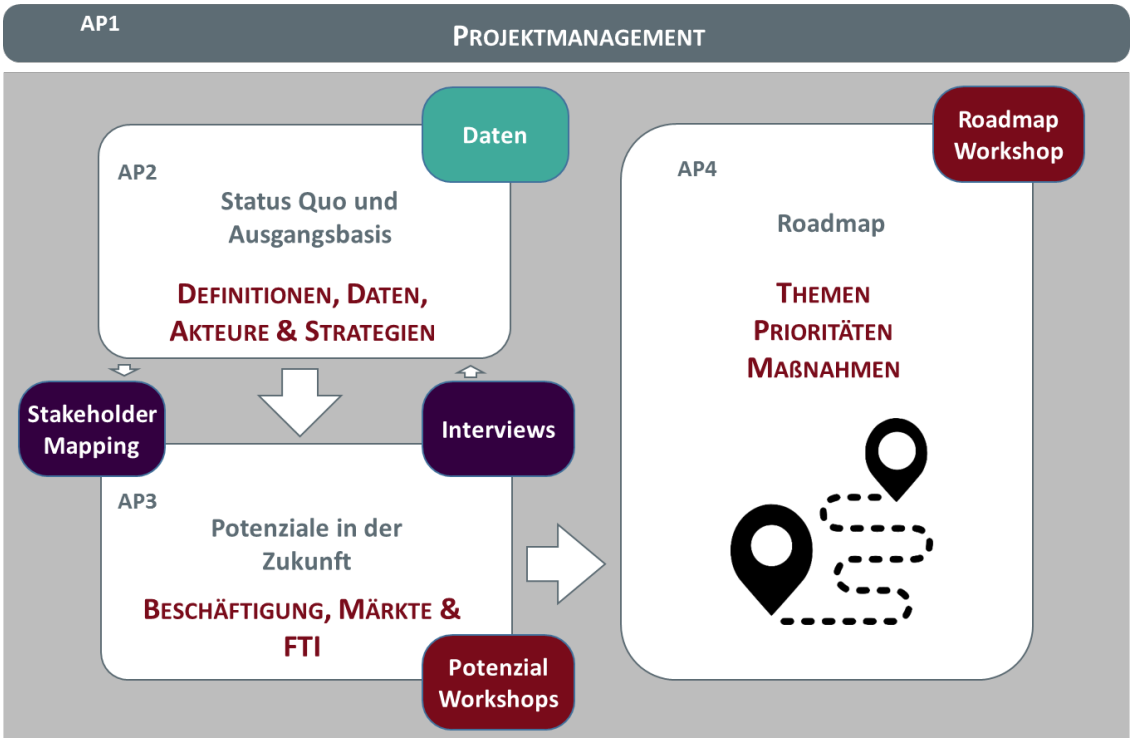
1.1 Ausgangssituation und Fragestellungen

Die Problemstellung in der 28. Ausschreibung für „Produktion der Zukunft“, Umfeldanalyse Smart Textiles umfasst einerseits die Abschätzung von nationalen und internationalen Wirtschaftsdaten bzw. Basisdaten im Bereich Smart Textiles (*Produktion Status Quo*) sowie möglicher Beschäftigungspotenziale für den Standort Österreich (AP2 und AP3), die Identifikation und Analyse erfolgversprechender Markt- und Anwendungspotenziale (AP3) und der bestehenden FTI Aktivitäten sowie der relevanten Akteure der „Smart Textiles Forschung“ (*FTI Status Quo*) (AP2). Andererseits werden die Herausforderungen der Smart Textiles Forschung am Standort Österreich (AP3) beschrieben, eine Stärken- und Schwächenanalyse des österreichischen FTI Systems im Bereich Smart Textiles mit Fokus auf erfolgsversprechende Potenziale für den FTI Kapazitätsausbau (AP3 und AP4) durchgeführt und F&E Themenbereichen für Smart Textiles sowie folglich die Identifikation zielführender Interventions- und Unterstützungsmechanismen wie beispielsweise FTI Förderungen (AP4) erarbeitet.

1.2 Methodik und Herangehensweise

Neben der Systematisierung und Analyse von Sekundärliteratur sowie Daten mit Bezug zu Smart Textiles im Rahmen von Desk Research wurde ein Mix an interaktiven und verschränkten Methoden entwickelt. Insbesondere Interviews und Workshops zur Einbindung von Stakeholdern standen im Vordergrund. Das Projekt wurde in vier Arbeitspaketen abgewickelt (siehe Abbildung 1). Um eine Abgrenzung von Smart Textiles auf sektoraler (Wirtschaft) und technologischer (FTI) Ebene zu erreichen, stand zu Beginn des Projektes die Definition und Eingrenzung des Begriffs Smart Textiles und damit des Umfangs der Studie im Vordergrund (siehe Kapitel 2.1).

Abbildung 1 Überblick Arbeitspakete



In der Folge lieferte die Analyse der nationalen und internationalen Wirtschaftsdaten und bestehender FTI-Aktivitäten zum einen die Diskussionsbasis für die Potenzialworkshops zum anderen Hinweise auf relevante Stakeholder für Interviews und Workshops (AP2). Dafür wurden Publikations- und Patentdaten sowie Daten von nationalen und internationalen Forschungsprojekten (FFG-Projekte und EU-Rahmenprogramm-Projekte) ausgewertet und relative Spezialisierungen, Themen und FIT-Akteure identifiziert. Internationale Marktstudien, sowie entsprechende Literatur wurde gemeinsam mit Daten zu Wertschöpfung und Beschäftigung in Österreich, zur Entwicklung von zukünftigen Szenarien herangezogen (Kapitel 2.2, 2.3).

Neben den durch Sekundärdaten identifizieren FTI-Akteuren wurden weitere Stakeholder mit Unterstützung der Smart Textiles Plattform identifiziert und diese Akteure zu den Workshops eingeladen. Fünf Interviews wurden mit Akteuren in Österreich und Deutschland geführt (Salzburg Research, FH Hagenberg, RHTW Aachen, Universität Innsbruck und Firma Getzner)[1]. Ein Interviewleitfaden zur systematischen Erhebung von Trends im Bereich Produktion, Technologie, Organisation von F&E und neuen Dienstleistungen, Einschätzung von Marktpotenzial sowie Anwendungsbereichen,

[1] Ein geplantes Interview mit Microsoft wurde auf Grund der firmeninternen Geheimhaltungspolitik kurzfristig abgesagt.

Identifikation von Schlüsseltechnologien und Akteuren, Barrieren und Handlungsbedarfen wurde entwickelt (AP3).

Zentrales Instrument zur Erhebung von Potenzialen, Herausforderungen und Themen im Bereich Smart Textiles waren zwei Workshoprunden zu Potenzialanalysen und Roadmaperarbeitung (Die Fragestellungen und der Ablauf der Workshops sind im Anhang zu finden). Die ersten beiden interaktiven **Potenzial Workshops** in Salzburg und Hohenems dienten der systematischen Identifikation und Analyse der erfolgsversprechenden Markt- und Anwendungspotenziale für österreichische (Textil-)Unternehmen im Bereich von Smart Textiles; der chancenreichsten Anwendungsbereiche und der höchsten Potenziale für die Wertschöpfungssteigerung österreichischer Betriebe sowie der Identifikation von Herausforderungen der Smart Textiles Forschung am Standort Österreich (AP 3).

Zur Erstellung einer kurz- bis mittelfristigen **F&E Roadmap** entlang von erfolgsversprechenden F&E Feldern und korrespondierenden F&E Themen wurden zwei weitere Workshops organisiert (AP 4). Ein Roadmap Workshop fand im Rahmen der Wecon (International Conference for Wearable Industries) in Bregenz statt, ein weiterer Workshop konzentrierte sich auf Diskussion mit Plattformen des BMVIT (Ecsel-Austria - Electronic Components and Systems for European Leadership; DIO- Data Intelligence Offensive, nanoNET – Das Nanonetzwerk, Photonics Austria - Die österreichische Plattform für Lichttechnologie)[2] sowie Vertretern von Kompetenzzentren (VRVis Zentrum für Virtual Reality und Visualisierung Forschungs-GmbH, LCM - Linz Center of Mechatronics GmbH, SAL – Silicon Austria Labs) und fand in Wien statt.

Im Rahmen der Roadmap Workshops wurden F&E Felder der Zukunft (AP 2 und AP 3) vorgestellt, validiert und ergänzt und in Hinblick auf deren Bedeutung für erfolgsversprechende Markt- und Anwendungspotenziale bewertet. Diese priorisierten F&E Felder und genannten Themen wurden thematisch geordnet, um mögliche große nationale und internationale Verbundprojekte als Beitrag zum FTI Kapazitätsausbau (nach F&E Feldern) zu identifizieren.

[2] http://www.ecsel-austria.net
https://www.dataintelligence.at/
http://www.nano-net.at/
https://www.photonics-austria.at/

Letztendlich wurden zielführenden Maßnahmen zur Bündelung der österreichischen Forschung (Stärkung der Kapazitäten im FTI System) sowie zur Initiierung nationaler und internationaler Kooperationsmöglichkeiten (Verbundprojekte) ausgearbeitet.

2 Status Quo

2.1 Definition und Abgrenzung von Smart Textiles

Zahlreiche Definitionen und Klassifizierungen von Smart Textiles wurden im Versuch einer Abgrenzung publiziert[3] oder in Interviews abgefragt (Forschungskuratorium Textil e.V. (2016). Interviewpartner in dieser Studie verwiesen auf Publikationen und die DIN Normung. Smarte oder intelligente Textilien werden häufig in aktive, passive und ultra smarte Textilien der ersten, zweiten oder dritten Generation eingeteilt:

- **Passive Smart Textiles** sind intelligente Textilien der ersten Generation, die die Umweltveränderungen nur mit Hilfe von Sensoren wahrnehmen können. Die Sensornerven werden aktiviert, wenn sie Veränderungen in Farbe, Form, Wärme und elektrischem Widerstand in der Umgebung wahrnehmen, die in der äußeren Umgebung ungewöhnlich sind. Die Mikrofasern in den passiven, smarten Textilien sind weniger resistent gegen Wechselwirkungen mit der Umgebung, gleichzeitig wasserfest und wasserdampfdurchlässig.
- **Active Smart Textiles** sind intelligente Textilien der zweiten Generation, die sowohl Sensoren als auch Aktuatoren beinhalten. Diese haben daher die Funktion, die äußeren Umweltveränderungen zu erfassen und in Übereinstimmung mit den mit Hilfe von Aktoren erfassten Reizen zu handeln. Aktive intelligente Textilien haben Formgedächtniseigenschaften, die sie chamäleonartig, wasserabweisend, dampf-durchlässig und absorbierend sowie wärmespeichernd machen.
- **Ultra Smart Textiles** sind die dritte Generation von intelligenten Textilien. Diese können Veränderungen der Umweltbedingungen oder Reize wahrnehmen, reagieren und sich anpassen. Sie verfügen über eine Steuerungseinheit, die wie das Gehirn mit Kognitions-, Argumentations- und Aktivierungsfähigkeiten arbeitet. Diese sind derzeit noch in der Entwicklungsphase, versprechen aber sehr große Erfolgschancen. Neue textile Materialien und miniaturisierte elektronische Komponenten machen die Herstellung von ultra-smarten Textilien möglich, es bedarf jedoch eines

[3] z.B.: https://teslasuit.io/blog/wearables/smart-clothing-classification
https://www.sensorsmag.com/components/smart-textiles-market-military-sector-to-showcase-a-cagr-about-10-through-2020

Zusammenspiels von mehreren Wirtschaftszweigen wie Materialwissenschaft, Sensor- und Aktuatortechnologie, fortschrittlicher Verarbeitungstechnologie, Strukturmechanik, Kommunikation, künstlicher Intelligenz, oder Biologie.

Nach DIN Norm „DIN CEN/TR 16298:2011: Textilien und textile Produkte – Intelligente Textilien – Definitionen, Klassifizierung, Anwendungen und Normungsbedarf“[4] kann sich die Benennung „smart textile“ entweder auf ein „intelligentes textiles Material“ oder ein „intelligentes Textilsystem“ beziehen. Ausschließlich der Zusammenhang, in dem diese Benennung verwendet wird, entscheidet darüber, welche der beiden Benennungen beabsichtigt ist. Smart-Textile-Material (intelligentes textiles Material) ist nach dieser DIN ein funktionelles textiles Material, das mit der Umgebung aktiv wechselwirkt, d. h. auf Veränderungen in der Umgebung reagiert oder sich diesen anpasst, nach obenstehender Aufzählung also ein passives oder aktives Smart Textile.

Intelligente Textilsysteme - als solche sind Ansammlungen von textilen und textilfremden Bestandteilen, die in einem Erzeugnis integriert sind, das weiterhin textile Eigenschaften behält, z. B. ein Kleidungsstück, ein Teppich oder eine Matratze, gemeint – können mit und ohne Energiefunktionen bzw. mit und ohne Kommunikationsfunktionen ausgestattet sein.

Intelligente Textilsysteme „mit Energiefunktion“ beruhen auf dem Vorhandensein eines internen Geräts zur Energieversorgung, das durch Elemente des Systems gespeist wird, die in der Lage sind, Energie zu erzeugen und dem Gerät zur Verfügung zu stellen. Energiequellen außerhalb des Textilsystems werden üblicherweise benötigt, um die kontinuierliche Energieversorgung sicherzustellen.

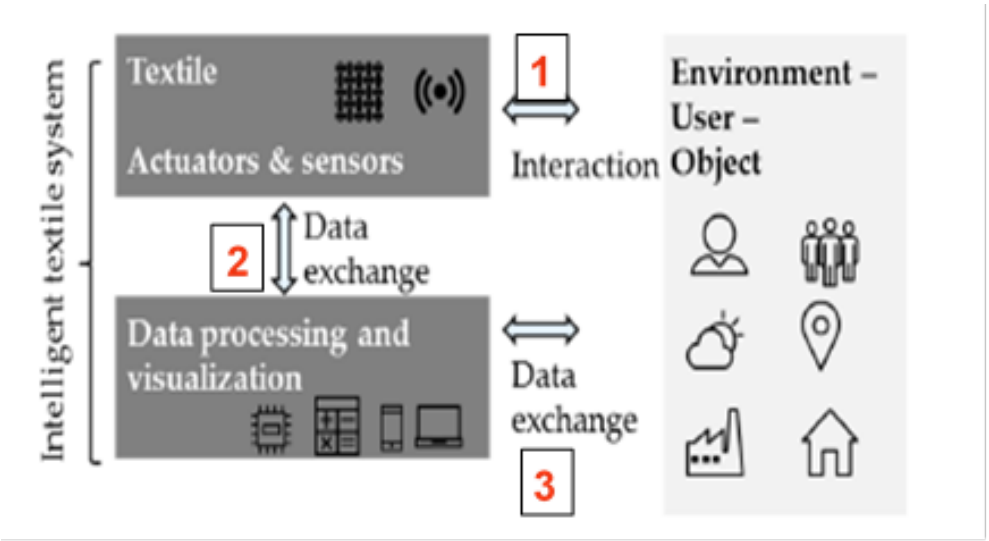
Intelligente Textilsysteme „mit Kommunikationsfunktion“ schließen das Vorhandensein einfach- oder doppelt gerichteter Kommunikationsmittel mit ihrer Umgebung ein. Die Kommunikation kann für die direkte Wahrnehmung durch den Menschen, z. B. visuelle Information, Schall, Gerüche usw., oder für die Erfassung durch elektronische Geräte (Emission elektromagnetischer Wellen sowie von Licht- und Schallwellen) vorgesehen sein, indem die Information zum Menschen (bspw. Nutzer oder Arbeitgeber) hin wiedergegeben wird. Diese Smart Textiles werden je nach Funktion auch als *Connected Sensors bzw. Actuator* bezeichnet.

[4] https://teslasuit.io/blog/wearables/smart-clothing-classification
https://www.sensorsmag.com/components/smart-textiles-market-military-sector-to-showcase-a-cagr-about-10-through-2020

Actuatoren in Smart Textiles können sich aufgrund eines externes Reizes, wie Spannung, Strom, Temperatur oder Druck, reversibel zusammenziehen, ausdehnen oder sich drehen während *Sensoren* diverse Reize erfassen und Daten weitergeben (Kongahage & Foroughi 2019).

In dieser Studie und den Projektkonsultationen beziehen wir den Begriff „smart textile“ auf ein „intelligentes Textilsystem mit Kommunikationsfunktion“ nach Gehrke et al. (2019) (siehe Abbildung 2)[5] unter Einbeziehung des gesamten Systems, also auch der Umgebung bzw. des Benutzers.

Abbildung 2 Intelligentes Textilsystem mit Kommunikationsfunktion



Quelle: Gehrke et al., 2019

Ein solches textiles System interagiert über intelligente textile Materialien, integrierte elektronische Funktionen sowie Sensoren/Aktuatoren mit dem Umfeld (1) (Mensch, Objekt, Umwelt), tauscht Daten (2) mit (digitalen) Kommunikationsmitteln aus, die diese Daten verarbeiten und darstellen (bspw. über ein App) oder auch selbst (externe) Daten dem intelligenten Textil zur Verfügung stellen (2) und sich ihrerseits im Informationsaustausch (3) mit dem Nutzer selbst oder anderen Anwendern und (digitalen) Anwendungen befinden, die ggfs. auch eine Steuerungsfunktion im System übernehmen können.

[5] Gehrke, I.; Tenner, V.; Lutz, V.; Schmelzeisen, D.; Gries, T. *Smart Textiles Production. Overview of Materials, Sensor and Production Technologies for Industrial Smart Textiles*; MDPI: Basel, Switzerland, 2019.

2.2 Analyse von nationalen und internationalen Wirtschaftsdaten

Auf Grund der im vorigen Abschnitt dargestellten Komplexität der Abgrenzung von Smart Textiles ist es basierend auf Sekundärdaten nur möglich, die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie gemäß der etablierten Definition und Abgrenzung (NACE Rev. 2.0 C13, C14 und C15) zu betrachten (Produktions-Status-Quo). Eine Abgrenzung innerhalb der Elektronikindustrie ist nicht möglich. Die Abschätzung des Marktpotenzials für Smart-Textiles sowie die Auswirkung auf Beschäftigung und Wertschöpfung erfolgen in einem zweiten Schritt in Kapitel 2.4 und 2.5 bzw. im Kapitel 3 und bauen auf den hier dargestellten Analysen und Daten auf.

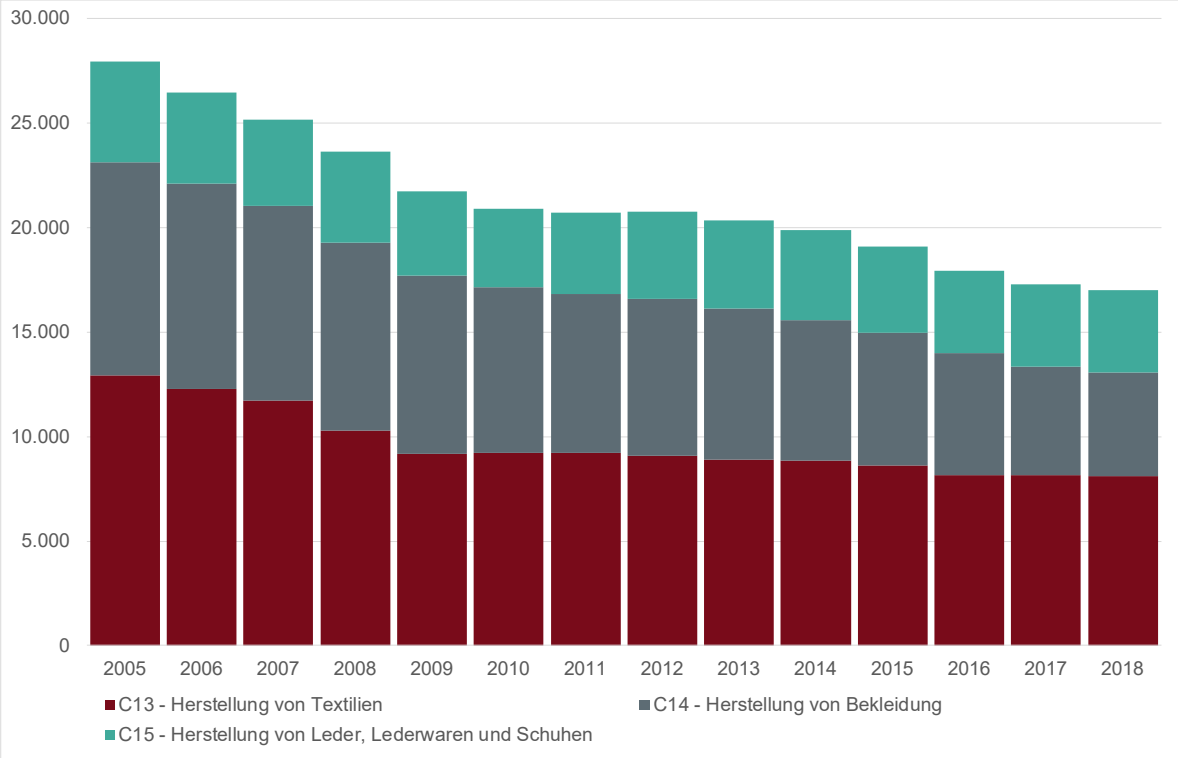
Nationale Wirtschaftsdaten

Im Jahr 2018 hatte die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie laut den Daten der Leistungs- und Strukturerhebung der Statistik Austria rund 17.000 Beschäftige (Abbildung 3). Mit rund 8.000 Beschäftigten ist die Textilindustrie die bedeutendste der drei Industrien, gefolgt von der Bekleidungsindustrie mit rund 5.000 Beschäftigten und 4.000 Beschäftigen in der Lederindustrie. Im Jahr 2005 lag die Beschäftigung in der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie noch bei fast 28.000, damit hat sich in nur 13 Jahren die Beschäftigung um 39% reduziert. Den relativ stärksten Rückgang von 51% hatte dabei die Bekleidungsindustrie zu verzeichnen, die Textilindustrie reduzierte die Beschäftigung um 37% und die Lederindustrie um 19%. Im Gegensatz dazu ist die Beschäftigung in der gesamten Sachgütererzeugung im selben Zeitraum um 11% gestiegen. Der Anteil der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie an der gesamten Beschäftigung in der Sachgütererzeugung hat sich somit von 4,6% auf 2,5% verringert.

Trotz dieses deutlichen Rückgangs der Beschäftigung des Sektors, zeigen sich bei der Beschäftigungsentwicklung bzw. dem Rückgang deutlich divergierende Muster zwischen den drei Industrien im Beobachtungszeitraum. In der Textilindustrie hat sich zwar die Beschäftigung von 2005 bis 2018 um rund 5.000 reduziert, der Großteil dieses Rückgangs (fast 4.000 Beschäftigte) fand jedoch bereits im Zeitraum von 2005 bis 2009 statt. Von 2009 bis 2014 war die Beschäftigung fast stabil, in den aktuellsten Jahren ist ein moderater Rückgang zu beobachten. Insbesondere der Bereich der technischen Textilien mit rund 1.500 Beschäftigten ist dabei sehr beständig, die rückläufige Beschäftigung in den letzten Jahren ist zur Gänze auf Rückgänge im Bereich der Spinnstoffaufbereitung und Spinnerei zurück zu führen.

Im Gegensatz dazu hat sich zwar in der Bekleidungsindustrie die Beschäftigung seit 2005 ebenfalls um rund 5.000 Beschäftigte reduziert, der Rückgang verlief hier aber kontinuierlich über den gesamten Zeitraum und hat sich bis 2017 tendenziell beschleunigt. Besonders stark betroffen vom Beschäftigungsrückgang war die Herstellung von Wäsche, von 2008 bis 2016 gingen über 1.700 Arbeitsplätze verloren, ein Beschäftigungsrückgang von 60%. Ähnliche Rückgänge gab es auch in der Herstellung von Bekleidung aus gewirktem und gestricktem Stoff (insbesondere Strumpfwaren), während die Rückgänge bei der Herstellung von Oberbekleidung (inklusive Berufskleidung) deutlich geringer waren.

Abbildung 3 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in Österreich: Beschäftigung

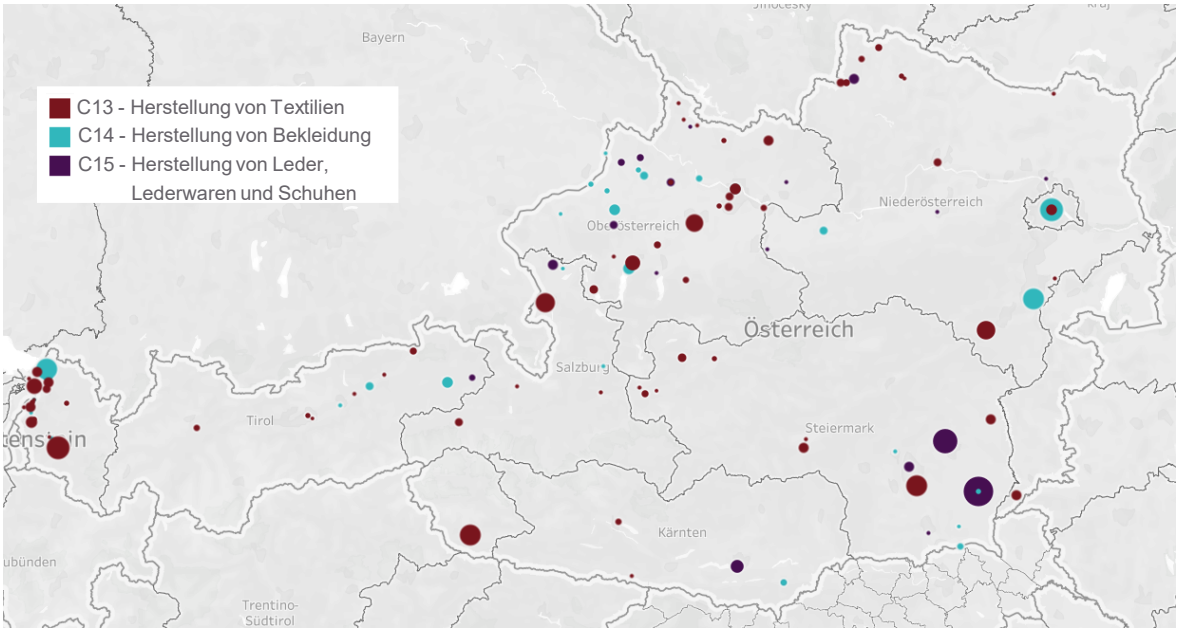


Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

Bei den Herstellern von Leder, Lederwaren und Schuhen lag der Tiefpunkt bei der Beschäftigung im Jahr 2010 mit rund 3800 Beschäftigten, in den Folgejahren stieg die Beschäftigung leicht und stieg zuletzt auf knapp unter 4000 Beschäftigte an. Diese Entwicklung war stark getrieben von der Herstellung von Leder und Lederfaserstoff, wo ein Beschäftigungszuwachs zu verzeichnen war.

Diese Heterogenität innerhalb des Sektors in Bezug auf die Beschäftigungsentwicklung spiegelt sich auch in der geographischen Verteilung (Abbildung 4) innerhalb von Österreich wider. Während die Unternehmen, und damit auch die Beschäftigung, der Textil- und Bekleidungsindustrie stark auf Vorarlberg und Oberösterreich konzentriert und durch eine relativ große Anzahl an Klein- und Mittelbetrieben geprägt sind, konzentriert sich die Beschäftigung der Lederindustrie auf wenige große Unternehmen in der Steiermark bzw. Kärnten. Die beiden größten Unternehmen dieser Industrie sind für mehr als die Hälfte der Beschäftigung verantwortlich.

Abbildung 4 Beschäftigung in der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie je Gemeinde 2017



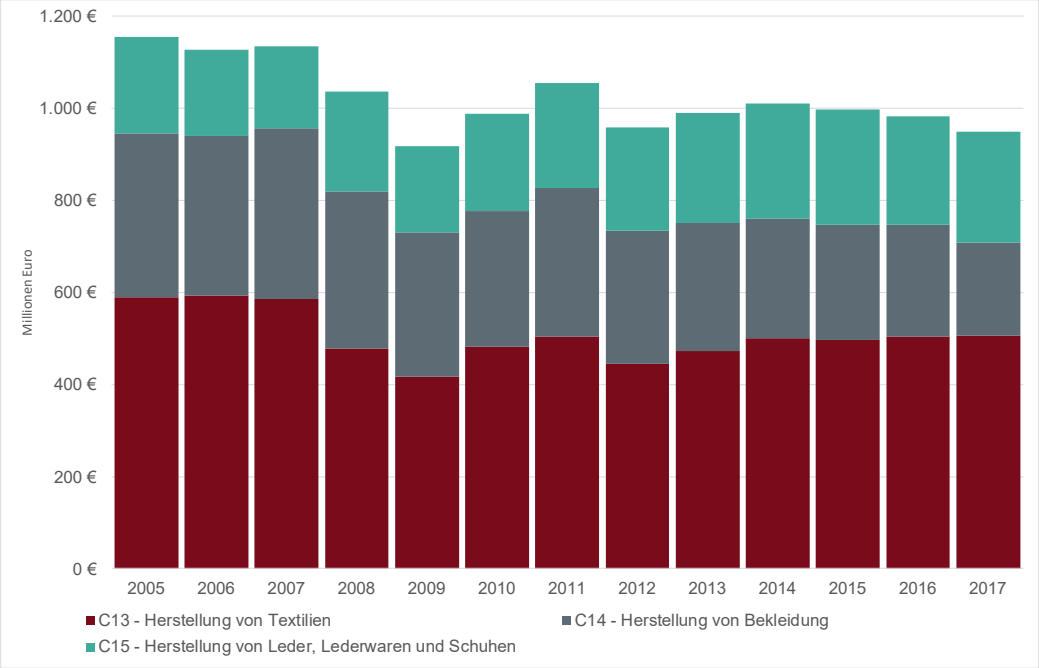
Quelle: Aurelia Unternehmensdatenbank, AIT Berechnungen; Anmerkung: Dargestellt sind alle Unternehmen ab 20 MitarbeiterInnen

Die stabile Entwicklung in der Textilindustrie der letzten Jahre in Bezug auf die Beschäftigung lässt sich auch in der Bruttowertschöpfung (Abbildung 5) erkennen. Nach einem Rückgang von 29% von 590 Millionen Euro im Jahr 2005 auf 417 Millionen Euro im Jahr 2009 erreicht die Bruttowertschöpfung der Textilindustrie im Jahr 2017 in Österreich 507 Millionen Euro. Im Gegensatz dazu war zwar der Rückgang im Zuge der Wirtschafskrise 2009 mit 12% in der Bekleidungsindustrie geringer, jedoch auch in den Folgejahren fortschreitend. Die Bruttowertschöpfung der Textilindustrie erreichte 2017 mit 200 Millionen Euro den niedrigsten Wert im gesamten Betrachtungszeitraum und fiel damit hinter die Lederindustrie (241 Millionen Euro 2017) zurück. Insgesamt hat sich somit die Bruttowertschöpfung des Textil-, Bekleidungs- und Ledersektors seit 2005 um 18% reduziert, während im selben Zeitraum die Bruttowertschöpfung der gesamten

österreichischen Sachgütererzeugung um 38% stieg. Der Anteil der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie an der Bruttowertschöpfung der Sachgütererzeugung sank dadurch von 2,8% auf 1,7%.

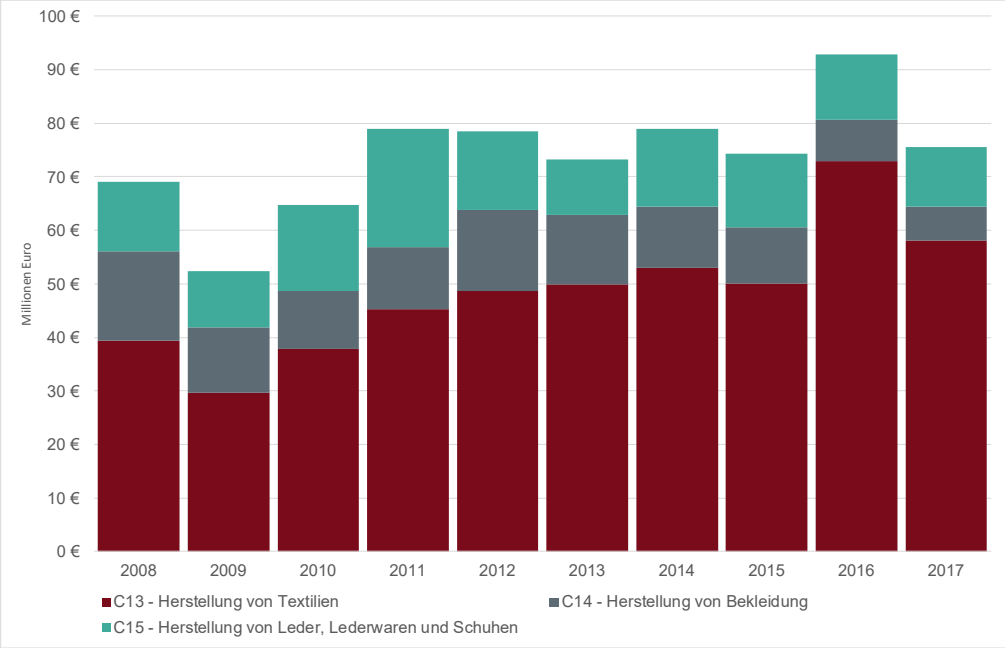
Mit Ausnahme des Jahres 2016, liegen die Nettoinvestitionen (Abbildung 6) der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie relativ stabil bei 75 bis 80 Millionen Euro pro Jahr. Mit 50 bis 60 Millionen Euro Nettoinvestitionen pro Jahr entfällt der größte Teil davon auf die Textilindustrie. Der Anteil der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie an den Nettoinvestitionen der gesamten Sachgüterzeugung lag damit im Jahr 2017 bei 1,1% und war damit dennoch deutlich geringer als der entsprechende Anteil an der Beschäftigung und Bruttowertschöpfung.

Abbildung 5 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in Österreich: Bruttowertschöpfung



Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

Abbildung 6 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in Österreich: Nettoinvestitionen



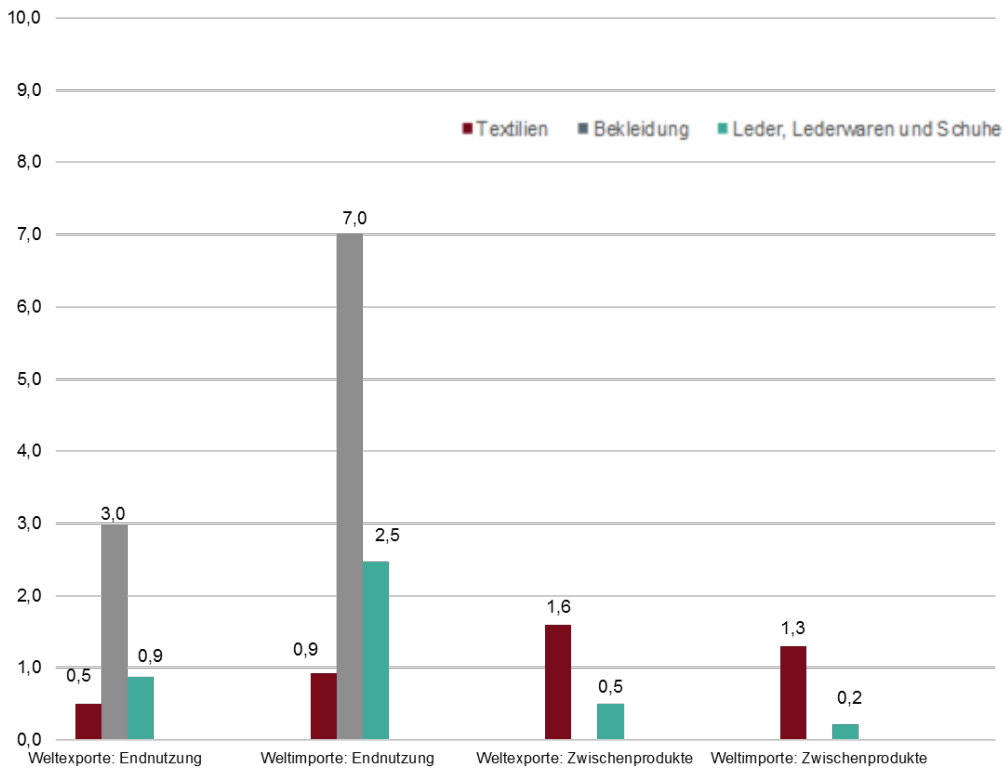
Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

Analyse der internationalen Wertschöpfungsketten

Daten zur globalen Produktion und internationalen Wertschöpfungsketten wurden aus der OECD STAN Bilateral Trade Database (OECD 2018) erhalten, in der Handelsbeziehungen bilateral nach Industrien und Endnutzungskategorien abgebildet sind. STAN basiert in erster Linie auf den jährlichen volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen der Mitgliedstaaten und verwendet Daten aus anderen Quellen, z. B. Ergebnisse nationaler Unternehmenserhebungen oder -zählungen (von OECD, Eurostat geführt oder direkt aus nationalen Quellen zusammengestellt), um fehlende Details abzuschätzen. Viele der Datenpunkte in STAN sind geschätzt und können daher von den offiziellen Beträgen der berichtslegenden Mitgliedsländer abweichen.[6]

[6] So können etwa Re-Importe bzw. Re-Exporte miteingeschlossen sein, wenn also Waren nach der Ausfuhr zur passiven Veredelung wieder eingeführt werden oder Rückgabe in unverändertem Zustand (z. B. Warenrücksendung an den Verkäufer nach Stornierung einer Bestellung, Kunstgegenstände, die nach einer Ausstellung im Ausland zurückgegeben wurden). Ebenso werden Re-Exporte erfasst, wenn Waren ausgeführt werden, nachdem sie zur aktiven Veredelung eingeführt oder in unverändertem Zustand zurückgegeben wurden.

Abbildung 7 Textil- und Bekleidungsindustrie in Österreich: Weltimporte und -exporte nach Nutzungskategorien 2018, in Mrd USD



Quelle: OECD STAN Data base (extrahiert am 10. September 2019), AIT Berechnungen

Abweichend vom übrigen produzierenden Bereich in Österreich ist es auffallend für die Textilindustrie, dass hier mit 11,9 Milliarden USD mehr importiert als exportiert (6,6 Milliarden USD) wird. Dies trifft insbesondere auf Endprodukte zu, bei Zwischenprodukten ist es umgekehrt. Abbildung 7 zeigt die Weltimporte und -exporte gegliedert nach den drei Sub-Sektoren (Textilien, Bekleidung und Leder). Hierbei zeigt sich, dass im Bereich der Bekleidung bei fertiger Ware am meisten importiert wird (7 Milliarden USD), gefolgt von Leder, Lederwaren und Schuhen (2,5 Milliarden USD), an dritter Stelle Textilien (0,9 Milliarden USD). Nach Ländern aufgeteilt kommt mehr als die Hälfte aller Importe für die Endnutzung aus Nicht-EU-Ländern, und hierbei Großteils aus China, Bangladesch, Vietnam, Türkei und Indien. Bei den Weltimporten von Zwischenprodukten hingegen kommen mehr als drei Viertel aus der EU-Region, die Top 5 der Nicht-EU-Länder sind hier die Schweiz, China, Türkei, Indien und die USA. Exporte von Endprodukten der österreichischen Textilindustrie gehen zu über 90 Prozent in den EU-Raum, darüber hinaus in die Schweiz, die USA und Russland. Exporte von Zwischenprodukten der österreichischen Textilindustrie betreffen zu etwa drei Viertel den EU-Raum, ansonsten Kroatien, Mali und die Schweiz.

Internationale Wirtschaftsdaten

In der EU-28 beschäftige die Textil-, Bekleidungs-, und Lederindustrie im Jahr 2017 knapp 2 Millionen der insgesamt 31 Millionen Beschäftigen der Sachgütererzeugung (Tabelle 1). Dieser Anteil von 6,4% ist somit mehr als doppelt so hoch wie der entsprechende Anteil in Österreich. Für Beschäftigung innerhalb der EU ist der gesamte Sektor der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie somit immer noch von großer Bedeutung, vergleichbar mit der elektrischen und elektronischen Industrie[7], die etwa 2,5 Millionen Beschäftigte in der EU-28 umfasst.

Bei der Entwicklung im Zeitverlauf für die drei Industrien des Sektors zeigt sich ein ähnlicher Trend wie in Österreich: Rückgängen in der Bekleidungsindustrie in Bezug auf die Beschäftigung steht eine weitgehend stabile Entwicklung in der Textilindustrie wie der Lederindustrie in der jüngeren Vergangenheit gegenüber.

Tabelle 1 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in der EU28: Beschäftigung in Tausend Beschäftigte

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Trend
C – Sachgüter-erzeugung	30.400	30.000	30.000	29.900	29.984	30.472	31.088	=
C13 - Herstellung von Textilien	640	614	605	610	603	609	620	=
C14 - Herstellung von Bekleidung	1.051	1.008	977	970	946	941	921	-
C15 - Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	435	433	435	444	442	444	444	=

Quelle: Eurostat 2020

Beim Blick auf die Bruttowertschöpfung der Textil-, Bekleidungs-, und Lederindustrie in der EU-28 (Tabelle 2) ist augenscheinlich, dass diese mit zuletzt (und im Zeitverlauf) rund 60 Mrd. Euro deutlich geringer ist wie in Sektoren mit ähnlich hoher Beschäftigung: die

[7] C26 - Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen und C27 - Herstellung von elektrischen Ausrüstungen

elektrische und elektronische Industrie kann hier einen Wert von rund 175 Mrd. Euro aufweisen. Wie in Österreich, ist auch in der gesamten EU28 die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie einer der Sektoren mit der geringen Bruttowertschöpfung pro Beschäftigen.

Tabelle 2 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in der EU28: Bruttowertschöpfung in Mrd. Euro

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Trend
C – Sachgüter-erzeugung	1.660	1.630	1.630	1.710	1.850	1.912	2.020	+
C13 - Herstellung von Textilien	22	21	21	22	23		24	=
C14 - Herstellung von Bekleidung	21	19	19	20	19	20	21	=
C15 - Herstellung von Leder, Lederwaren und Schuhen	12	13	13	14	14	15	15	+

Quelle: Eurostat 2020

Tabelle 3 stellt die Entwicklung für die gesamte Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie für die zehn EU-28 Länder mit der höchsten sektoralen Beschäftigung dar. Über 85% der EU-28 Beschäftigung im Sektor entfallen auf diese 10 Länder, Italien liegt dabei mit fast einer halben Million Beschäftigten deutlich an erster Stelle. Bei der Beschäftigungsentwicklung zeigt sich kein einheitliches Bild über die Länder, gemeinsam haben jedoch fast alle Länder einen unterschiedlich stark ausgeprägten Rückgang über den Gesamtzeitraum. Einzig in Portugal ist die Beschäftigung gestiegen. In den letzten Beobachtungsjahren zeigte sich jedoch, mit der Ausnahme von Rumänien, bei allen Ländern zumindest eine Stabilisierung der Entwicklung bzw. zum Teil auch ein Anstieg.

Tabelle 3 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie im Ländervergleich (Top 10 EU28-Länder): Beschäftigung in Tausend Beschäftigte

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Veränderung 2011 bis 2017	Anteil an EU-28 2017
Italien	506	494	471	464	460	459	472	-6,7%	23,8%
Rumänien	253	252	251	252	248	237	225	-11,2%	11,3%
Portugal	177	170	172	178	183	188	189	6,9%	9,5%
Polen	182	168	162	165	167	171	169	-7,4%	8,5%
Deutschland	146	141	140	140	136	137	135	-7,7%	6,8%
Spanien	131	121	120	121	123	128	127	-3,2%	6,4%
Bulgarien	139	134	133	132	128	123	118	-14,9%	5,9%
Frankreich	121	119	118	118	114*	113	113	-6,6%	5,7%
Vereinigtes Königreich	94*	92*	98*	105*	88*	92	95*	0,7%	4,8%
Tschechien	60	59	57	56	57	58	58	-2,9%	2,9%
EU-28	2.126	2.055	2.016	2.024	1.991	1.994	1.986	-6,6%	100,0%
Österreich	21	21	20	20	19	18	17	-16,5%	0,9%

Quelle: Eurostat 2020; *geschätzt basierend auf den Werten des Vor- bzw. Folgejahrs

Tabelle 4 stellt analog zur Beschäftigungsentwicklung die Entwicklung der Bruttowertschöpfung der 10 EU-28 Länder mit der höchsten Wertschöpfung dar. In Bezug auf die Wertschöpfung ist die Konzentration noch höher als bei der Beschäftigung, die Top-10 Länder sind in Summe für fast 90% der Wertschöpfung verantwortlich, Italien, als führendes Land, hat einen Anteil von über einem Drittel. Erneut zeigt sich kein einheitliches Bild. Die Mehrzahl der Länder konnte jedoch, wie die EU-28 gesamt, ein nominelles Wachstum der Bruttowertschöpfung seit 2011 aufweisen, in allen EU-28 Staaten ist dabei die Wertschöpfung pro Beschäftigten, zum Teil deutlich, gestiegen.

Im Zeitverlauf zeigt sich für die meisten Länder eine unterschiedliche Entwicklung bis 2013 und für den Zeitraum danach, seit 2014 konnte daher die Mehrzahl der Länder Zuwächse

bei der Bruttowertschöpfung verzeichnen. Dieses Wachstum beruht jedoch auf Länderebene auf unterschiedlichen Industrien innerhalb des Gesamtsektors. Während in Deutschland, dem Vereinigten Königreich, Spanien und der Niederlande das Wertschöpfungswachstum vor allem in der Textilindustrie verortet war und zum Teil Rückgänge der Bekleidungsindustrie kompensiert hat, ist in Italien gerade die Wertschöpfung in der Bekleidungsindustrie gestiegen. In Frankreich beruhte der Zuwachs vor allem auf der Lederindustrie. Nur Portugal und Rumänien konnten über die einzelnen Industrien hinweg Zuwächse verzeichnen. Insgesamt wird daher ein weiter voranschreitender Strukturwandel im Sektor mit der Tendenz zur weiteren Spezialisierung der einzelnen Länder sichtbar, gerade die Industrien, die in den jeweiligen Ländern bereits von überdurchschnittlicher Bedeutung waren, sind in der Regel auch überdurchschnittlich gewachsen.

Tabelle 4 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie im Ländervergleich (Top 10 EU28-Länder): Bruttowertschöpfung in Mrd. Euro

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Veränderung 2011 - 2017	Anteil an EU-28 2017
Italien	19,9	18,6	19,0	20,1	20,1	20,6	22,0	10,3%	36,7%
Deutschland	7,1	6,7	6,7	7,2	6,8	7,0	7,3	3,3%	12,3%
Frankreich	5,9	5,7	5,8*	6,0	6,1	5,9	5,9	-0,1%	9,9%
Vereinigtes Königreich	3,6	4,1	4,1	3,9	4,7	4,6	4,6	27,3%	7,6%
Spanien	4,2	3,8	3,7	3,7	3,9	3,8	4,0	-3,8%	6,7%
Portugal	2,4	2,3	2,5	2,8	2,9	3,1	3,2	37,1%	5,4%
Polen	1,7	1,5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	18,4%	3,4%
Rumänien	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	21,1%	3,1%
Belgien	1,4*	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,2	-9,3%	2,1%
Niederlande	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	9,9%	2,0%
EU-28	55,1	52,6	53,2	56,0	56,5	57,8*	59,9	8,6%	100,0%
Österreich	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	-10,0%	1,6%

Quelle: Eurostat 2020; *geschätzt basierend auf den Werten des Vor- bzw. Folgejahrs

2.3 Analyse von FTI-Aktivitäten

F&E-Ausgaben und F&E-Personal

Die Analyse der F&E-Ausgaben und des F&E-Personals erfolgt, analog zum Wirtschafts-Status-Quo, für die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie gemäß der etablierten Definition und Abgrenzung (NACE Rev. 2.0 C13, C14 und C15) basierenden auf den Ergebnissen der F&E-Erhebung 2017 der Statistik Austria.

Die F&E-Ausgaben der Textilindustrie in Österreich im Jahr 2017 (Abbildung 8) beliefen sich auf rund 12,5 Millionen Euro, weitere F&E-Ausgaben von knapp 5 Millionen Euro entfielen auf die Lederindustrie. Nur 20 Unternehmen der Textilindustrie und weitere 8 der Lederindustrie haben im Jahr 2017 überhaupt Forschung und Entwicklung betrieben. Für die Bekleidungsindustrie können keine Daten aus Geheimhaltungsgründen [8] von der Statistik Austria ausgewiesen werden, da weniger als drei Unternehmen in der Branche überhaupt F&E betreiben. Insgesamt kann somit von F&E-Ausgaben von um oder etwas unter 20 Millionen Euro pro Jahr für den gesamten Sektor ausgegangen werden.

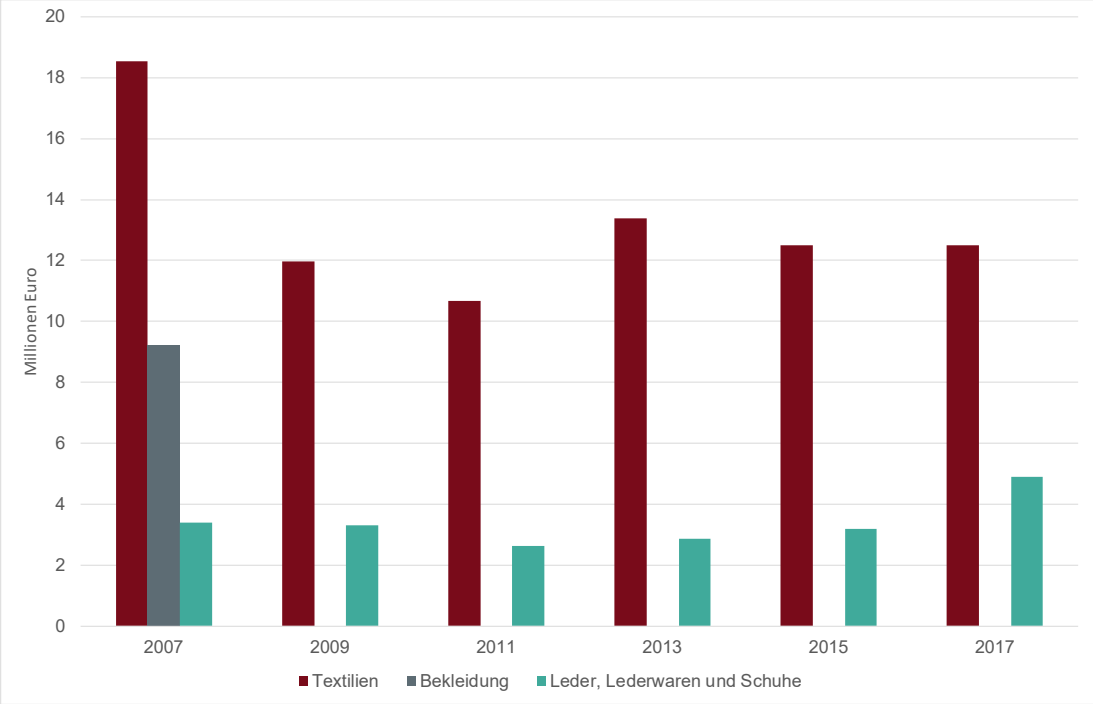
Im Vergleich dazu weist die gesamte Sachgütererzeugung über 5 Milliarden Euro an F&E-Ausgaben aus, der Anteil von etwa 0,4% der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie an den F&E-Ausgaben der Sachgütererzeugung ist somit deutlich geringer als an Beschäftigung und Bruttowertschöpfung (siehe Abschnitt 2.2).

Die daraus resultierende sektorale F&E-Quote, das Verhältnis von F&E-Ausgaben zur Bruttowertschöpfung, erreicht somit im Jahr 2017 mit einem Wert von 2,5% für die Textilindustrie sowie 2,0% für die Lederindustrie deutlich unterdurchschnittliche Werte im Vergleich zur gesamten Sachgütererzeugung (9,2%). High-Tech Sektoren, wie die Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen oder die Hersteller von elektrischen Ausrüstungen weisen noch deutlich höhere F&E-Quoten von 33,8% bzw. 18,5% auf. Um den Durchschnitt der Sachgütererzeugung in Bezug auf die F&E-Quote zu erreichen, müssten allein in der Textilindustrie die F&E-Ausgaben pro Jahr von aktuell 12,5 Millionen Euro auf 46,5 Millionen Euro um fast 300% steigen. Darüber hinaus

[8] Daten der F&E-Erhebung der Statistik Austria werden ausschließlich in aggregierter Form veröffentlicht, sodass Rückschlüsse auf einzelne Unternehmen ausgeschlossen sind. Aggregate (z.B. einzelne Wirtschaftszweige), die
weniger als 3 F&E durchführende Unternehmen umfassen, werden nicht separat publiziert.

müssten auch die Bekleidungs- und Lederindustrie jeweils rund 20 Millionen Euro pro Jahr in F&E investieren.

Abbildung 8 F&E-Ausgaben der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie von 2007 bis 2017



Quelle: F&E-Erhebung der Statistik Austria

Die geringe F&E-Intensität zeigt sich auch im F&E Personal, von den insgesamt über 52.000 F&E-Personal (Vollzeitäquivalent VZÄ) in der Sachgütererzeugung entfallen nur etwa 180 VZÄ auf die Textil- und Lederindustrie. Darunter sind nur rund 70 VZÄ wissenschaftliches Personal im engeren Sinne (Wissenschaftlerinnen und Ingenieurinnen). Mit im Schnitt nur 3 wissenschaftlichen MitarbeiterInnen je F&E betreibendes Unternehmen sind die Strukturen in der Textil- und Bekleidungsindustrie auch sehr kleinteilig, der Vergleichswert der gesamten Sachgütererzeugung liegt bei 12 wissenschaftlichen Mitarbeitern je Betrieb.

F&E-Projekte (und F&E-Finanzierung)

Zur Analyse von F&E-Projekten wurden zwei Datenquellen berücksichtigt.

1. AIT EUPRO Datenbank für die Beteiligungen an EU-Rahmenprogramm-Projekten (EU-FP)
2. FFG Projektdatenbank[9]

In einem ersten Analyseschritt wurden ausschließlich F&E-Projekte mit Bezug zu Smart Textiles über entsprechende Schlagwörter berücksichtigt. Jedoch führte diese Suche zu einer sehr geringen Anzahl an Ergebnissen, die keine weitere Analyse zuließ. Daher wurde die Suchstrategie auf alle F&E-Projekte mit Bezug zu Textil- und Bekleidung[10] erweitert und die Ergebnisse inhaltlich bereinigt um Projekte, die keinen Bezug zur Textil-, Bekleidungs- oder Lederindustrie hatten. Die Ergebnisse werden in der Folge als „Textil-Forschungsprojekte“ bezeichnet, beinhalten aber auch Forschungsprojekte aus dem Bereich Bekleidung und Leder. Dabei wurde F&E-Projekte aller Akteure berücksichtigt, d.h. sowohl von Unternehmen aus der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie, aber auch Projekte unter Beteiligung österreichischer Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitärer Forschungseinrichtungen sowie von Unternehmen aus anderen Sektoren. Der Zeitraum für EU-Projekte umfasst dabei die Jahre 2010 bis 2019, für FFG Projekte konnten nur Projekte ab 2015 berücksichtigt werden. Insgesamt konnten dadurch 11 FFG Projekte und 27 EU-FP Projekte identifiziert werden.

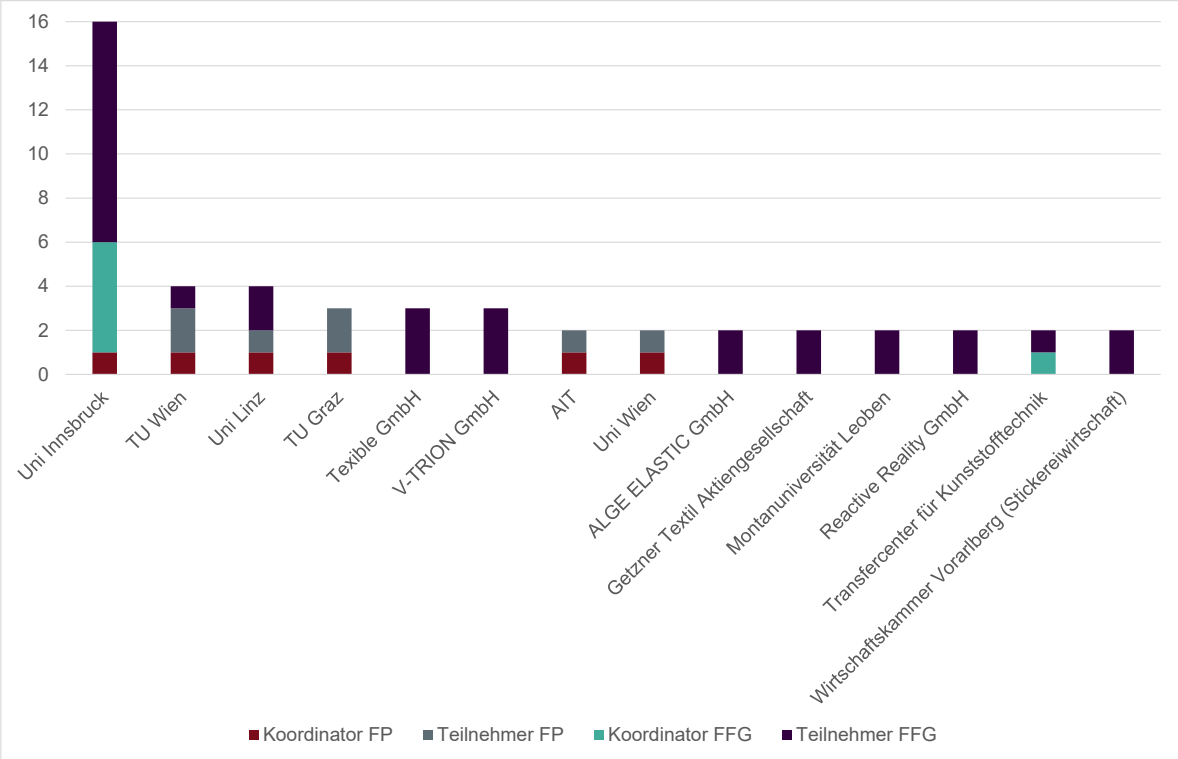
Der mit Abstand wichtigster Akteur in Bezug auf die Teilnahme an Textil-Forschungsprojekten (Abbildung 9) ist die Universität Innsbruck. Neben der höchsten Anzahl an Teilnahmen an Textilforschungsprojekten ist die Universität Innsbruck auch von zentraler Bedeutung in der Koordination von FFG Projekten in diesem Bereich in Österreich und verfügt dabei über eine Vielzahl von Unternehmenspartnern. Weitere wichtige österreichische Akteure in Textilforschungsprojekten sind einerseits Universitäten, wie die technische Universität in Wien und Graz, die Universität Linz und Wien, das AIT Austrian Institute of Technology sowie mit Texible, V-trion, Alge Elastic und Getzner auch verschiedene Unternehmen. Während die Universitäten jedoch in erste Linie an EU-FP Projekten teilnehmen (oder diese sogar koordinieren) und dabei über eine Vielzahl

[9] https://projekte.ffg.at/ Die FFG-Projektdatenbank beinhaltet alle in der FFG geförderten Projekte ab 2015, deren Veröffentlichung seitens Fördernehmer ausdrücklich zugestimmt wurde. Darüber hinaus sind Kleinformate der FFG (Projektvorbereitung, Innovationsscheck, Patentscheck, Feasibility, Karriere-Check, Praktika, Grants) nicht enthalten. In einigen Programmen sind bereits Projekte ab 2012 enthalten.

[10] Die verwendeten Keywords umfassten *textil*, *clothing* und *wearable* sowie diverse Variationen dieser Begriffe

internationaler, oft ebenfalls akademischer, Partner verfügen, sind für die Unternehmen der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in erster Linie nationale FFG Projekte von Bedeutung.

Abbildung 9 Teilnahmen an Textil-Forschungsprojekten (EU-FP & FFG[11]) je Organisation

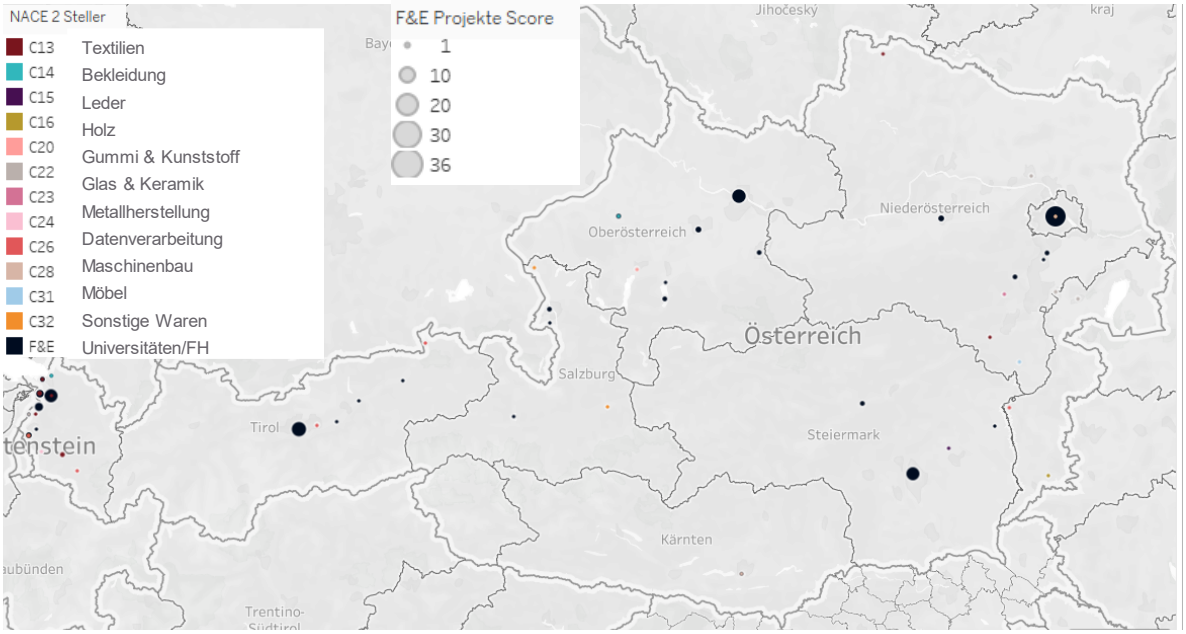


Quelle: AIT EUPRO und FFG Projektdatenbank, AIT Berechnungen

Betracht man diese Teilnehmer an EU-FP und FFG Projekten in Bezug auf ihre geografische Verteilung in Österreich (siehe Abbildung 10), so spiegeln sich diese beiden Gruppen von F&E-Akteuren auch auf der Gemeindeebene wider: Einerseits F&E-Akteure an den Universitätsstandorten Innsbruck, Graz, Linz und Wien, andererseits eine Vielzahl an Unternehmen aus unterschiedlichen Wirtschaftssektoren.

[11] Die FFG-Projektdatenbank beinhaltet alle in der FFG geförderten Projekte ab 2015, deren Veröffentlichung seitens Fördernehmer ausdrücklich zugestimmt wurde. Darüber hinaus sind Kleinformate der FFG (Projektvorbereitung, Innovationsscheck, Patentscheck, Feasibility, Karriere-Check, Praktika, Grants) nicht enthalten. In einigen Programmen sind bereits Projekte ab 2012 enthalten.

Abbildung 10 Teilnehmer an Textil-Forschungsprojekten (EU-FP & FFG[12]) je Gemeinde und Sektor



Quelle: AIT EUPRO und FFG Projektdatenbank, AIT Berechnungen

Anmerkung: Der F&E Projekte Score umfasst Teilnahmen an FFG Projekten (1 Punkt), Koordination von FFG Projekten (2 Punkte), Teilnahmen an EU-FP Projekten (2 Punkte) sowie Koordination von EU-FP Projekten (3 Punkte). Der Sektor F&E bezeichnet Teilnehmer die keine Unternehmen sind sondern F&E-Akteure (ins besondere Unversitäten und Fachhochschulen sowie außeruniversitäte Forschungseinrichtungen.

Bei einer ausschließlichen Betrachtung der Teilnahmen an Textilforschungsprojekten durch Unternehmen aus der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie (Abbildung 11) zeigt sich eine hohe Konzentration der Teilnahmen auf Unternehmen in Vorarlberg, ins besondere Vorarlberger Textilunternehmen.

[12] Siehe Fußnote 11

Abbildung 11 Teilnehmer aus der Textil-, Bekleidungs-, und Lederindustrie an Textil-Forschungsprojekten (EU-FP & FFG[13]) je Gemeinde

Quelle: AIT EUPRO und FFG Projektdatenbank, AIT Berechnungen

Anmerkung: siehe Abbildung 10

Die relative geringe Anzahl an Teilnahmen von Unternehmen aus der Textil-, Bekleidungs-, und Lederindustrie an FFG Projekten deckt sich auch mit den Daten zur F&E-Finanzierung aus der F&E-Erhebung der Statistik Austria. Nur 367 tausend Euro der F&E-Ausgaben wurden im Jahr 2017 durch die FFG finanziert. Mit einem Anteil der FFG von 2,9% an den gesamten F&E-Ausgaben Sektors ist die relative Bedeutung jedoch größer als für die gesamte Sachgütererzeugung (86 Millionen Euro bzw. 1,7% der F&E Ausgaben der Sachgütererzeugung). Auch die Nichtteilnahme an EU Projekten durch Unternehmen der Textil-, Bekleidungs-, und Lederindustrie kann durch die Daten der F&E-Erhebung für das Jahr 2017 bestätigt werden, auch in diesen Daten findet sich keine F&E-Finanzierung aus EU-Mittel.

[13] Siehe Fußnote 11

Patente

Ein Patent ist ein temporäres Monopol zur kommerziellen Nutzung einer Erfindung (WIPO 2016a) und bildet damit insbesondere die Innovationskapazität in den einzelnen Teilbereichen der Textil- und Bekleidungsindustrie ab. Patentaktivitäten werden häufig als Indikator in der Innovationsforschung genutzt. Dies ergibt sich aus den zahlreichen Informationen, die ein Patentdokument aufweist (vgl. bspw., Jaffe et al., 1993; OECD, 1994; Breschi und Lissoni, 2004; Fischer et al., 2006; Maggioni et al., 2007; Ter Wal und Boschma, 2008). Es enthält unter anderem Informationen über den Erfinder (inklusive der geographischen Lokalisierung), die Organisation (inklusive der geographischen Lokalisation), welche die Schutzrechte erworben hat, die Zeitpunkte der Anmeldung und der Gewährung sowie die technologische Klasse der Erfindung nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC[14]).

Patente als Indikator für F&E Aktivitäten weisen jedoch auch Schwächen auf, die bei der Analyse bzw. der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden müssen. So erfüllen nicht alle Neuerungen die Kriterien der Patentierbarkeit. Es kann nur patentiert werden, was Bestandteil eines technischen Prozesses oder Produktes ist (OECD, 1994; Scherngell, 2007). Die Entscheidung, ein Patent einzureichen, ist weiter auch immer eine strategische, die mit nicht zu vernachlässigenden Kosten verbunden ist. Daher stellen Patente immer nur einen Teilausschnitt der tatsächlichen Produktivität eines F&E Systems dar. Untersuchungen von Mansfield (1986) zeigten, dass nur rund 66% bis 87% aller patentierbaren Erfindungen auch tatsächlich patentiert werden. Weiters kann bei einem Ländervergleich, der die Patente eines Landes als Summen betrachtet, nicht davon ausgegangen werden, dass alle Patente den gleichen ökonomischen Wert besitzen (vgl. OECD, 1994).

Da Textil- und Bekleidungstechnologien direkt in der IPC Klassifizierung abgebildet werden (siehe Tabelle 5), wurden für die Patentanalyse Patente österreichischer Anmelder mit zumindest einem IPC Code der Klasse D01 bis D07 berücksichtigt (in der Folge „Textilpatente“).

[14] Das IPC-System ist ein hierarchisches System, dessen oberste Ebene aus acht Sektionen besteht und sich auf bis zu zehn Ebenen in Klassen, Unterklassen, Haupt- und Untergruppen untergliedern lässt (WIPO 2016b). Die große Stärke in der Verwendung von Patenten liegt in der systematischen Vergleichbarkeit von Ländern über klar definierte technologische Klassen und Zeiträume. Das Klassifizierungssystem sieht bis zu 14 weitere Ebenen zur Charakterisierung der Patente vor. Die Subkategorien geben unter anderem Hinweise auf die eingesetzten Hauptmaterialien bei Produkten, sowie auf die eingesetzten Stoffe bei Prozessen.

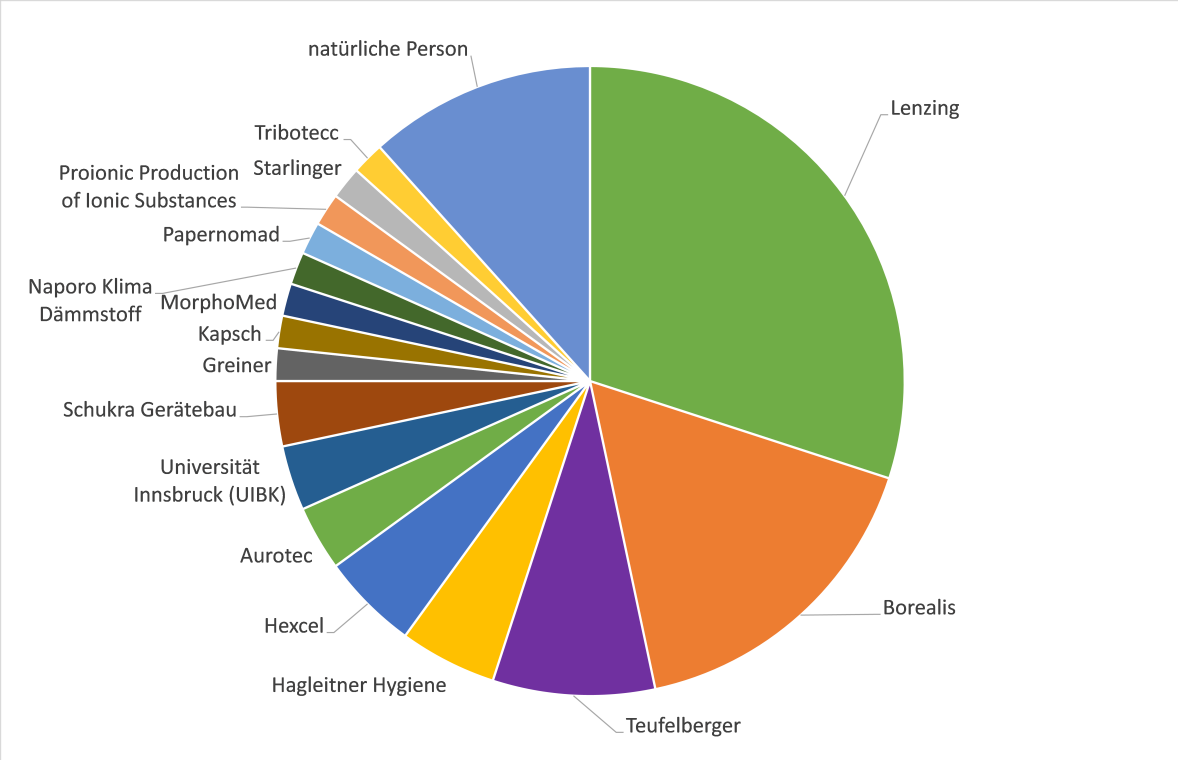
Tabelle 5 Textilpatente: Relevante IPC-Klasse

IPC Patentklasse	Titel
D01	Natürliche oder produzierte Zwirne oder Fasern; Spinnen
D02	Garne; mechanische Veredelung von Garnen oder Seilen; Schären oder Bäumen
D03	Weberei
D04	Flechten; Herstellen von Spitzen; Stricken; Posamenten; nichtgewebte Stoffe
D05	Nähen; Sticken; Tuften
D06	Behandlung von Textilien oder dgl.; Waschen; flexible Materialien, soweit nicht anderweitig vorgesehen
D07	Seile; Kabel, außer elektrische Kabel

Quelle: WIPO 2019(b)

Abbildung 12 zeigt die PCT Textil-Patentanmelder aus dem aktuellen Dreijahreszeitraum 2014-2016. Es sei auf die relativ geringe Anzahl der Textilpatente hingewiesen, insgesamt konnten über diesen Zeitraum nur 63 PCT Patente identifiziert werden. Bei einer Gesamtanzahl von 4191,2 PCT Anmeldungen durch österreichische Anmelder entspricht einem Anteil von 1,5% an allen Patentanmeldungen. Bei diesen Textilpatenten zeigt sich eine hohe Konzentration der Anmelder, mehr als die Hälfte der Patente wird von nur drei Unternehmen, Lenzing (Herstellung von Chemiefasern), Borealis (Herstellung von Kunststoffen in Primärformen) und Teufelberger (Herstellung von Seilerwaren), angemeldet. Die beiden erst genannten sind, als Anmelder von fast der Hälfte aller Textilpatente, jeweils der chemischen Industrie zuzuordnen. Von den wichtigsten Teilnehmern aus Textil-Forschungsprojekten konnte nur die Universität Innsbruck unter den Patentanmeldern identifiziert werden.

Abbildung 12 Österreichische PCT Textil-Patentanmeldungen 2014-2016: Anmelder



Quelle: OECD Regpat Datenbank März 2018, AIT Berechnungen

Ein Blick auf die vollständige technologische Klassifizierung der Textil-Patentanmeldungen ist in Abbildung 13 dargestellt. Jedes Textilpatent verfügt nicht nur per Definition über einen oder mehrere IPC Codes aus den Klassen D01-D07 (blauer Bereich der Abbildung, Tabelle 5), sondern auch über einen oder mehrere weitere IPC Codes (andersfärbige Bereiche), die weitere technologische Eigenschaften der Erfindung erfassen.

In den in Österreich angemeldeten Textilpatenten sind zwei IPC-Klassen von herausragender Bedeutung:

- D01F: Chemische Gesichtspunkte bei der Herstellung von produzierten Filamenten, Zwirnen, Fasern, Borsten oder Bändern
- D04H: Herstellen von flächigem Textilgut, z.B. aus Fasern oder fadenförmigem Material

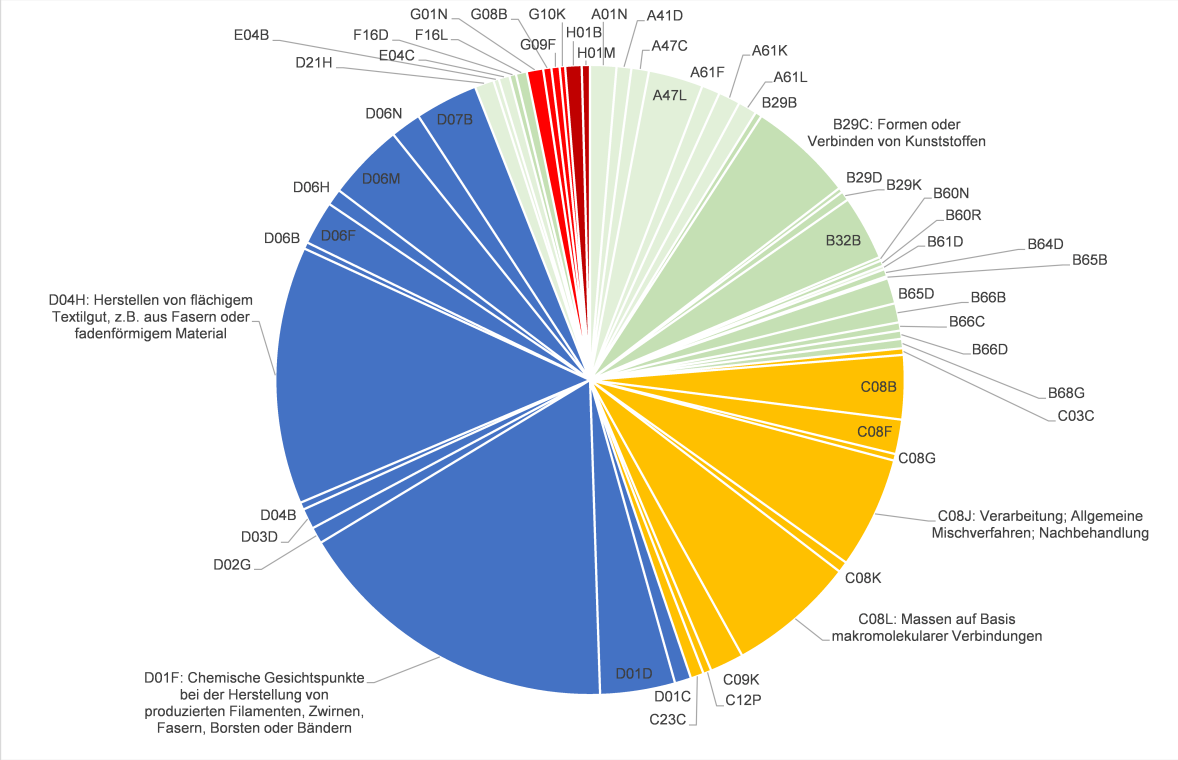
Die weiteren Klassifizierungen, die gehäuft auftreten, sind aus der IPC Sektion Sektion B — Arbeitsverfahren; Transportieren (hellgrün) sowie Sektion C — Chemie; Hüttenwesen (gelb):

- C08J: Verarbeitung; Allgemeine Mischverfahren; Nachbehandlung
- C08L: Massen auf Basis makromolekularer Verbindungen
- B29C: Formen oder Verbinden von Kunststoffen

Darüber hinaus hatten auch mehrere Patente Klassifizierungen aus der Sektion A — Täglicher Lebensbedarf (hellgrün), die häufigste Klasse hierbei ist A47L: Waschen oder Reinigen im Haushalt.

Patente mit Bezug zu Smart Textiles würden IPC Codes der Sektion G — Physik und oder Sektion H — Elektrotechnik aufweisen und sind in der Abbildung rot hervorgehoben. Eine solche Klassifizierung traf bei nur vier der identifizierten Patente zu, in zwei Fällen handelte es sich um Anmeldungen durch natürliche Personen, für die anderen beiden Patente war Lenzing verantwortlich. Alle vier Patente entsprechen jedoch nicht der Smart Textiles Definition aus Abschnitt 2.1.

Abbildung 13 Österreichische PCT Textil-Patentanmeldungen 2014-2016: Technologien



Quelle: OECD Regpat Datenbank März 2018, AIT Berechnungen

Die Mehrheit der Textilpatente wird somit von zwei Unternehmen der chemischen Industrie mit Bezug zur Faserherstellung angemeldet. Darüber hinaus gibt es einzelne Anmelder im Bereich technischer Textilien (z.B. Seile), während Patentanmeldungen mit Bezug zu Smart Textiles noch nicht identifiziert werden konnten.

Publikationen und Akteure

In Anlehnung an die Literatur- und Patentanalyse[15] des Projektes „2BFunTex“ wurde eine Suchstrategie in der Literaturdatenbank Web of Science (www.webofknowlwdge.com) durchgeführt. Die Suchstrategie umfasste folgende Begriffe in Titel, Zusammenfassung und Stichwörtern des Publikationen („TOPIC“):

- TOPIC: ("Smart Textil*") OR ("flexible supercapacitor*" AND textil*) OR (actuator* AND Textil*) OR (Sensor* AND textil*) OR ((functional OR wearable OR smart OR antibacterial OR electronic* OR (flame retardant) OR (self cleaning) OR permeability)) AND TOPIC: ((textil* OR clothes)) OR ((smart AND color*) AND textil*) OR TOPIC: ((smart AND colour*) AND textil*) NOT TOPIC: ((snake OR snail OR endotoxin* OR dye*))

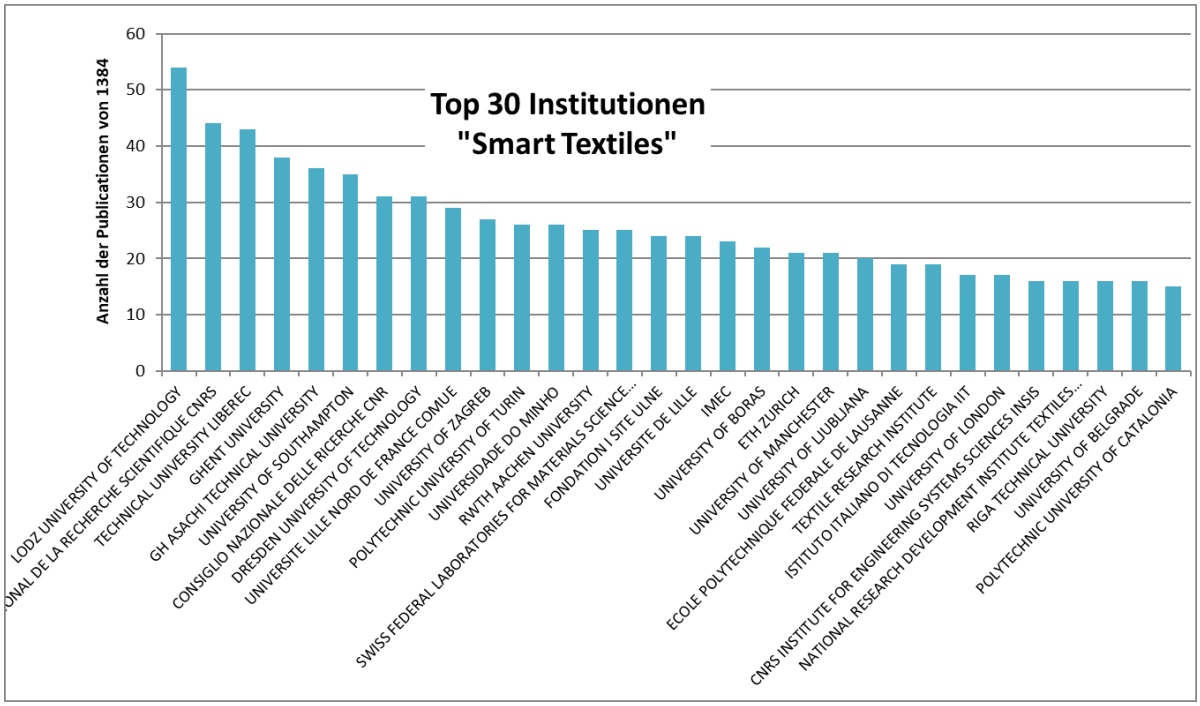
Die Suche am 13.03.2019 brachte 5319 Ergebnisse, davon waren 1384 Publikationen aus europäischen Ländern. Die europäischen Organisationen mit den meisten Publikationen sind in Abbildung 14 dargestellt. International gesehen kommen die meisten Publikationen (25%) aus China, gefolgt von USA und Südkorea (15% bzw. 7,6%). Die thematische Ausrichtung der Organisationen mit den meisten Publikationen wurde näher untersucht mit Fokus auf anwendungsorientierter Forschung und Entwicklung. Besonderes Augenmerk wurde auf Organisationen mit Kooperationsmöglichkeiten für österreichische Unternehmen gelegt. 33 Publikationen wurden von oder mit österreichischen Institutionen identifiziert. Vorreiter waren die Montanuniversität Leoben (9 Publikationen), die Universität Innsbruck (4 Publikationen), die Johannes Kepler Universität Linz (4 Publikationen), sowie die Technische Universität Graz (3 Publikationen) und die Universität für Bodenkultur und das ACIB Austrian Center for Applied Biotechnology (jeweils 2 Publikationen). Medizinischen Themen zugewandte Publikationen kamen insbesondere von der Meduni Wien (4 Publikationen). Akteure wie das CNRS in Frankreich mit zahlreichen

[15] https://www.2bfuntex.eu/content/bibliometric-analysis-scientific-publications-and-patents-functional-textiles-and-fibers https://www.2bfuntex.eu/content/bibliometric-analysis-scientific-publications-and-patents-functional-textiles-and-fibers

landesweiten Forschungseinrichtungen arbeiten an einer Vielzahl von Themen, als Schwerpunkte waren elektrische Leitfähigkeit von unterschiedlichen Fasermaterialein und angewandte Sensortechnologie zu finden. Prominente Universitäten wie die Universität Gent [16] forschen ebenfalls zu thermischer und elektrischer Leitfähigkeit, elektronischen Textilien mit Schwerpunkt von tragbaren Antennen („wearable antennas“). Als ein Forschungsinstitut mit sehr angewandter Forschung wurde das Institut für Textiltechnik der RWTH Aachen University identifiziert, hier wurde auch ein Interviewpartner identifiziert [17].

An der TU Dresden liegt der Schwerpunkt der Professur für Textiltechnik unter Leitung von Univ.-Prof. Chokri Cherif [18] in der Auslegung, Konstruktion von Textilmaschinen, der Verfahrensentwicklung, den Produktinnovationen und Material- sowie Prozessmodellierung. Beide Organisationen verfügen über einen großen Maschinenpark, der durch Kooperationen mit inneruniversitären (Maschinenbau)Instituten individuell adaptiert werden kann.

Abbildung 14 Europäische Institutionen mit den meisten wissenschaftlichen Publikationen im Bereich "Smart Textiles"



[16] https://www.ugent.be/ea/match/textiles/en
[17] https://www.ita.rwth-aachen.de/cms/~jezh/ITA/
[18] https://tu-dresden.de/ing/maschinenwesen/itm

2.4 Marktvolumen Smart Textiles global und in Österreich

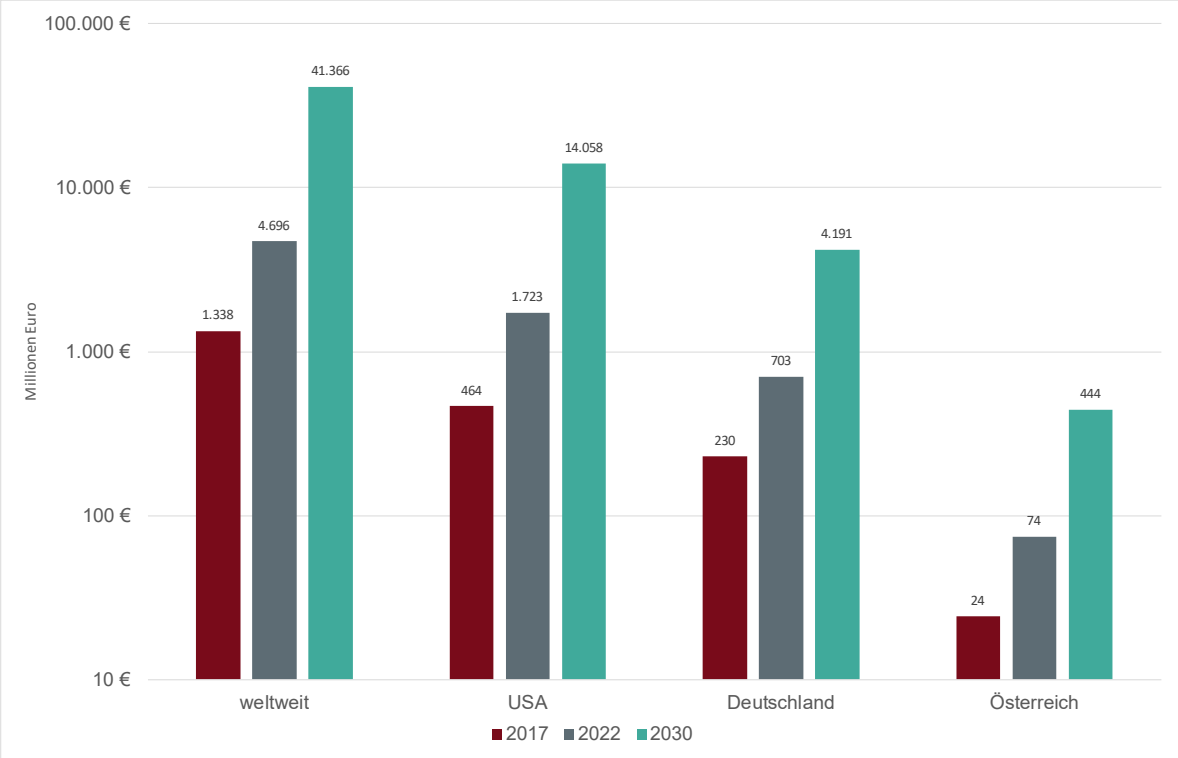
Ohnemus und Rasel (2018) betonen die Schwierigkeit von langfristigen Prognosen zum Marktvolumen von Smart Textiles. In ihren Berechnungen, die als Ausgangsbasis Schätzungen für das weltweite Marktvolumen und das Marktvolumen in den USA hat, basierend auf den Einschätzungen von CEOs in Rahmen von Befragungen, wird vom einem weltweiten Marktvolumen im Jahr 2030 von über 41 Milliarden Euro ausgegangen. Davon sollen 14 Milliarden Euro auf die Vereinigten Staaten entfallen, der Anteil Deutschlands liegt in diesen Berechnungen bei 4,2 Milliarden Euro.

Basierend auf diesem deutschen Marktvolumen kann das potenzielle jährliche Marktvolumen in Österreich, am nationalen Markt abgeschätzt[19] und bis 2030 mit gut 440 Millionenhochgerechnet werden. Bei der weltweiten, und in der Folge auch der Abschätzung für Österreich zeigt sich, dass der Großteil dieses Volumens erst nach 2022 entsteht. Bis zum Jahr 2022 ist das weltweite Marktvolumen mit unter 5 Milliarden in Relation zum traditionellen Markt für Textilien und Bekleidung als relativ klein zu betrachten (Ohnemus und Rasel 2018). Das mögliche Marktvolumen für Österreich im Jahr 2022 würde demnach bei 74 Mio. Euro liegen und sich in den folgen acht Jahren etwa versechsfachen.

Zu betonen ist jedoch, dass diese Abschätzungen nur das Marktpotenzial basierend auf den Einschätzungen von Industrievertretern beschreiben, aber keine Prognose zum Produktionsvolumen bzw. der dadurch erzielten Wertschöpfung oder Beschäftigung darstellen. Um die möglichen Auswirkungen auf die Beschäftigung und Wertschöpfung für Österreich betrachten zu können, werden daher basierend auf diesem Marktpotenzial und dem zuvor dargestellten Status-Quo der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie verschiedene Szenarien zur Entwicklung von Beschäftigung und Wertschöpfung unter Berücksichtigung von verschiedenen Annahmen dargestellt (siehe Kapitel 3).

[19] Annahme von 50,4 Euro Marktpotential pro Einwohner im Jahr 2030 in Deutschland hochgerechnet auf 8,8 Mio. Einwohnern in Österreich

Abbildung 15 Schätzung/Prognose Marktvolumen Smart Textiles 2017, 2022 und 2030



Quelle: Ohnemus und Rasel (2018), Eurostat (2019), AIT Berechnungen.

2.5 Marktpotenzial

Im Rahmen der beiden Potenzialworkshops im Frühjahr 2019 wurde auch das Marktpotenzial nach Anwendungsbereichen bzw. Produktsegmenten für Smart Textiles geschätzt. Konkret wurde abgefragt, in welchen Segmenten das prognostizierte Marktvolumen von rund 440 Millionen Euro realisierbar wäre, d.h. wie groß die einzelnen „Kuchenstücke“ sein könnten. Dies unabhängig davon, dass in allen Anwendungsbereichen innovative, marktfähige und rentable österreichische Produkte, auch in Nischenanwendungen, möglich sind.

Durch die befragten ExpertInnen erfolgte eine detaillierte Abschätzung des Marktpotenzials nach Anwendungssegmenten wie in Tabelle 6 beschrieben.

Tabelle 6 Abgefragte Anwendungssegmente von „Smart Textiles“ und deren Beschreibung

Anwendung	Beschreibung
CLOTHTECH	Arbeits-/ Alltagskleidung
PROTECH	Schutz-/ Einsatzbekleidung
SPORTTECH	Sport-/ Outdoorbekleidung
MEDTECH	Spitalswäsche, Verbandszeug, Orthesen
HOMETECH	Heimtextilien, Innenausstattung
MOBILTECH	Fahrzeugbau, Flugzeugbau, Transportfahrzeuge
INDUTECH	Anlagentechnik, Filter, Isolation
PACKTECH	Textile Behälter u Verpackungen / Logistik
AGROTECH	Anwendungen in Landwirtschaft u Gärtnerei
GEOTECH	Landschaftsbau, Untergrundbefestigungen, Drainagen,...
ÖKOTECH	Luft-/Wasserreinigung, Recycling& Deponien, Erosions- u Gewässerschutz
BUILDTECH	Bautextilien, Straßenbau

Für eine bessere Übersicht wurden die 12 Segmente in der Folge in vier Anwendungsbereiche nach Marktpotenzial zusammengefasst. Die „Pluszeichen“ symbolisieren das kurz- bis mittelfristige Marktpotenzial, gemessen am realisierbaren österreichischen Marktvolumen von 440 Millionen Euro bis zum Jahr 2030.

Schutz-/Einsatzbekleidung, Medizinische/Pflege-Textilien und Bandagen/Orthesen

Sport-/Outdoorbekleidung, Arbeits-/Alltagsbekleidung, Textilien für Wohnen/Fassaden

Fahrzeuge, Produktions-/Elektrotechnik, Behälter/Verpackungen

Bauen, Umweltschutz, Entsorgung und Aufbereitung, Luft- und Wasserreinigung, Erosionsschutz

Der Anwendungsbereich „Schutz-/Einsatzbekleidung, Medizinische/Pflege-Textilien und Bandagen/Orthesen“ (Protech & Medtech) weist demnach das größte Marktpotenzial innerhalb des prognostizierten Marktvolumens bis 2030 auf. Diesbezüglich herrschte große Einigkeit unter den ExpertInnen. Der Anwendungsbereich (Sporttech, Clothtech & Hometech) an zweiter Stelle deutet insgesamt auf ein mittleres Potenzial hin, wobei hier insbesondere Sport-/ Outdoorbekleidung das größte Marktpotenzial innerhalb dieser Gruppe zugeschrieben wird. In Hinblick auf Sporttech und v.a. Hometech sind sich die ExpertInnen einig, was das Marktpotenzial anbelangt, bei Clothtech überwiegt jedoch noch die Unsicherheit bei der Einschätzung, d.h. das Marktpotenzial wird von den ExpertInnen unterschiedlich hoch eingeschätzt. Auch für den dritten Anwendungsbereich „Fahrzeuge, Produktions-/Elektrotechnik, Behälter/Verpackungen“ wird von den ExpertInnen insgesamt ein mittleres Marktpotenzial prognostiziert, wobei innerhalb der Gruppe Mobiltech das größte Potenzial und Packtech das vergleichsweise geringste Potenzial ausweist, verbunden mit einer gewissen Uneinigkeit der ExpertInnen. Der vierte Anwendungsbereich wird als Nischenmarkt – aber durchaus mit Potenzial für innovative und gewinnbringende Anwendungen und Produkte – bewertet, das Marktpotenzial wurde mit großer Einigkeit dementsprechend im Vergleich am geringsten eingeschätzt.

Unterschieden nach Typen von „Connected Smart Textiles“ lässt sich ergänzend festhalten, dass die konsultierten ExpertInnen ein größeres Marktpotenzial im Bereich der „Connected Sensor Textiles“ sehen als im Segment der „Connected Actuator Textiles“. Auch im “benachbarten“ Segment der aktiven und passiven Textilien werden erhebliche Marktchancen gesehen.

2.6 Stärken und Schwächen des Innovationsökosystems Smart Textiles

Wie vorangegangene Analysen, Sekundärdaten und Befunde aus Konsultationen aufzeigen, ist die Firmenlandschaft im österreichischen Textil- und Bekleidungssektor vergleichsweise kleinstrukturiert, viele Textilfirmen sind Zulieferer. Der Sektor war bzw. ist einem beträchtlichen, internationalen Kostendruck ausgesetzt, sodass über die letzten Jahrzehnte auch Produktion nach Asien oder in osteuropäische Länder ausgelagert wurde. Zudem gibt es in Österreich bis dato nicht sehr viele (größere) Firmen, die leitende Garne und Smart Textiles produzieren. Der Markt für Smart Textiles kann jedoch ohne große Unternehmen und damit entsprechende Investitionsvolumina nur schwer in Schwung kommen. Dadurch bekommen die vielfältigen technologischen Möglichkeiten und Anwendungspotenziale im

Bereich Smart Textiles möglicherweise nicht den erforderlichen Schub, den sie brauchen würden, um die Markt- Wertschöpfungs- und Beschäftigtenpotenziale (siehe Kapitel 3) der kommenden Jahre in diesem Zukunftsmarkt zu heben.

Zusätzlich haben die existierenden Textilfirmen ein Transformationsproblem. Die Textil- und Bekleidungsindustrie (mehrheitlich low-technology) müsste nun erheblich in „Smart Technologies“ investieren. Traditionell orientierte Textilfirmen können hier überfordert sein, weil sie derart vielfältiges Know-how aus unterschiedlichen Wissens- und Technologiebereichen (Textil-Elektronik-Software) zur Herstellung von Smart Textiles Lösungen kombinieren müssten. Trotz hoher technologischer Möglichkeiten auf (Textil-) Sektorebene, fehlt auf der Ebene der einzelnen Textilfirmen Know-how für sehr Elektronik und IT getriebene Entwicklungen und Kapazitäten für Innovationen. Zum Teil ursächlich dafür ist, dass auf Firmenebene die Fähigkeit und Kapazität zur Absorption und Weiterentwicklung von Wissen fehlt: Wenn Firmen keine eigene industrielle Forschung betreiben, nicht gezielt in Wissensaufbau investieren, sind sie auch nicht entsprechend fähig, technologische Möglichkeiten und Potenziale für Innovationen und neue Produkte zu ihrem Vorteil zu nutzen. Ihr Zugang zum Zukunftsmarkt Smart Textiles ist daher relativ schwierig und erschwert die Organisation und Umsetzung von erforderlichen Innovationen. Zumal die Umsatzzuwächse, die durch Smart Textiles erreicht werden können, womöglich 10 Jahre in der Zukunft liegen.

Umso mehr ist es erforderlich, dass sich das österreichische Innovationsökosystem Smart Textiles rasch weiterentwickelt bzw. zusammenwächst. F&E intensive, innovative Firmen auch von außerhalb der Bekleidungs-, Textil- und Lederindustrie müssen proaktiver Teil dieses Ökosystems werden und mit Zuversicht gemeinsam mit der Textilbranche in Forschung & Entwicklung, neue Produkte, Anwendungen und Businessmodelle investieren. Konkret sind damit innovationsintensive Branchen und Firmen aus dem Bereich (Mikro-)Elektronik und Software-Engineering/Datenverarbeitung gemeint, die bereits über entsprechendes Know-how und gewachsene Kapazitäten in Zusammenhang mit F&E und Innovation/Technologie verfügen. Diese decken auch jene komplementären Technologiefelder in den Bereichen Sensorik, Elektronik, Datennutzung auf hohem Niveau ab, die es notwendigerweise braucht, um vernetzte, intelligente Textilsysteme in verschiedenen Anwendungszusammenhängen erfolgreich und wettbewerbsfähig auf den weltweiten Massenmarkt zu bringen.

Nicht zuletzt gilt es auch, österreichische (und internationale) universitäre und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen für den Themenkomplex Smart Textiles

nachhaltig zu gewinnen, damit diese in den Technologiebereichen von Smart Textiles in vorwettbewerbliche, kooperative, interdisziplinäre und anwendungsorientierte Forschung und Innovation investieren. Durch entsprechende strategische Schwerpunktsetzungen und Fördermaßnahmen der öffentlichen Hand können diese Forschungseinrichtungen zielgerichtet und gemeinsam mit Unternehmen investieren. In Kombination mit entsprechendem (Weiter-)Bildungsangebot im sekundären, tertiären und unternehmerischen Bereich kann es dann auch gelingen, dass sich immer mehr ForscherInnen, LehrerInnen und technologieaffine junge Menschen für den Bereich Smart Textiles begeistern, und sich damit auch die erforderlichen Kompetenzen und Kapazitäten im Bereich Humanressourcen weiterentwickeln und schlussendlich vorhanden sind.

Vor diesem Hintergrund und den Einschätzungen von Expertinnen aus den Konsultationen in den Workshops (Potenzial und Roadmap Workshop) und Interviews im Projekt lassen sich nun folgende Befunde zu gegenwärtigen Stärken sowie zu möglichen Schwächen und Herausforderungen im Innovationsökosystem Smart Textiles zusammenfassen:

Produktnachfrage und Marktzugang

Für die Sichtbarkeit von Smart Textiles wäre es von großer Wichtigkeit Produkte mit hoher Qualität maßgeschneidert für Kunden auf den Markt zu bringen. Konkrete, leistbare Anwendungen könnten als Referenz dienen, die Aufmerksamkeit für Smart Textiles in die Höhe treiben und dabei helfen, das beträchtliche Marktpotenzial zu realisieren.

So gibt es bereits einige innovative Lösungsansätze und österreichsiche Produkte im Bereich vernetzte Smart Textiles, beispielsweise Sensorik im Textil und das Monitoring von Vitalfunktionen/Emotionen mit entsprechenden Software- und Hardwarelösungen (z.B. Sportshirt, Matratzenauflagen, Säuglingsmonitoring).

Smart-Textiles Produkte in den Anwendungen Protech, Sportech und Medtech (Begriffsdefinition siehe Tabelle 4) werden hierbei als mögliche Vorreitersegmente für marktfähige intelligente Textilsysteme gesehen. Insbesondere in den Bereichen Protech und Sportech werden eine Spezialisierung und existierende Wettbewerbsvorteile österreichischer Betriebe erkannt, nicht nur aus den Bereichen Textil, Bekleidung und Schuhe, sondern auch aus den Bereichen Unterhaltung/Lifestyle, Elektronik und Softwareentwicklung.

Aber auch in den Bereichen Mobiltech und Medtech (in Kombination mit Pro-/Sportech) wird vergleichsweise kurzfristig hohes Umsetzungspotenzial wahrgenommen, insbesondere in Zusammenarbeit mit öffentlichen Einrichtungen und Bedarfsträgern (bspw. Spitälern und Pflegeeinrichtungen, Blaulichtorganisationen). Zudem werden in den weiteren Segmenten Ökotech, Buildtech und Hometech erfolgreiche Unternehmen und kompetente Forschung & Entwicklung in Österreich verortet, die ihrerseits auch Kooperationsbereitschaft signalisieren und bereits vereinzelt F&E Projekte vorantreiben.

Andererseits werden auch Schwächen bzw. Herausforderungen in den Bereichen Konfektion und Bekleidung, insbesondere in preissensitiven B2C Märkten wie Alltagsbekleidung/Clothtech, Sporttech und Hometech gesehen. In diesem Zusammenhang wird der international hohe Kostendruck bei Bekleidung/Heimtextilien und damit die erforderliche Skalierbarkeit und Stückzahlen von Smart Textiles Produkten als zentrale Herausforderungen ins Treffen gebracht. Inlandsfertigung sei daher sehr schwierig und erfordere hohe (finanzielle) Risikobereitschaft von österreichischen Bekleidungsproduzenten. Ein wettbewerbsfähiger Marktzugang für österreichische Bekleidungsprodukte sei somit auch von Seiten der Produktionskosten bzw. Produktpreise her nicht einfach. Auch öffentliche Beschaffung sei wichtig für größere Stückzahlen, und damit niedrigere Preise. Für Medtech sei der Kostendruck möglicherweise nicht so hoch, jedoch entstehen hier spezifische Eintrittsbarrieren durch Kosten und Aufwendungen für erforderliche Zulassungen oder Zertifizierungen.

In Zusammenhang mit Markterschließungsaktivitäten wird beobachtet, dass Produktentwicklungen, zumindest in einigen neuen Projekten, zwar zusehends vom Bedarf der KundInnen ausgehen (z.B. von Spitälern), diese Kunden- bzw Anwendereinbindung und -orientierung im Allgemeinen jedoch erst relativ spät im Entwicklungsprozess des Produktes erfolgt. Textilfirmen scheinen zwar oft Ideen und Vorschläge für Produkte und Anwendungen zu haben, verfügen allerdings über vergleichsweise geringeres Wissen in Bezug auf die Bedürfnisse des konkreten Anwenders und der Nutzer. Dieses Wissen wäre aber von Anfang an erforderlich, um über eine höhere Kundenzufriedenheit, Akzeptanz, bessere Nutzbarkeit und Individualisierung auch höhere Marktpreise verlangen zu können.

Weiters wurde von ExpertInnen als mögliche Schwäche im Textil-Ökosystem eingebracht, dass internationale Vertriebsstrukturen nur bei einer geringen Anzahl Firmen vorhanden seien und auch der Marktzugang zu Endproduktherstellern im B2B Bereich, wie im Medtech Anwendungsbereich, unzureichend etabliert sei. Auch der funktionale und betriebswirtschaftliche Mehrwert von Smart Textiles Lösungen für potenzielle KundInnen

(B2C und B2B) sowie Lieferanten sei noch nicht hinreichend ersichtlich, was wiederum eine stärkere Verbrauchereinbindung und das frühzeitige Erkennen und Berücksichtigen der Nutzerbedürfnisse voraussetze.

Vernetzung und Kommunikation

Die konsultierten ExpertInnen sind sich darin einig, dass textile Netzwerke v.a. in Westösterreich bzw. in Vorarlberg sehr gut ausgebaut sind und auch die Kooperation mit der Elektronik- und Datenverarbeitungsindustrie – ausgehend von einem niedrigen Niveau – zunimmt. Auch die Kooperationskultur von wissenschaftlicher Forschung und Wirtschaft wird als eine Stärke des nationalen Innovationsökosystems eingestuft; d.h. dass wissenschaftliche Forschung und Firmen in Österreich mehr zusammenarbeiten als in anderen Ländern.

Gleichzeitig wird die weiterhin geringe F&E-Kooperation der Bekleidungs- und Textilindustrie mit anderen Wirtschaftssektoren, insbesondere aus den Bereichen Datenverarbeitungsgeräte und Elektronik sowie Softwareentwicklung weiterhin als Schwäche bzw. Barriere für die Entwicklung von Smart Textiles gesehen. Gründe dafür seien zum Beispiel mangelnde Schnittstellen für den wechselseitigen Austausch und unterschiedliche „Sprachen“ und Begriffswelten. Zudem fehlten ein gemeinsames Verständnis und ein regelmäßiger, wechselseitiger Austausch zu den Anforderungen an die Komponenten und Prozesse der jeweils anderen Branche.

Ferner wird ins Treffen gebracht, dass die Sichtbarkeit des Themenkomplexes Smart Textiles zwar steige, jedoch noch weitere Überzeugungs- und Öffentlichkeitsarbeit erforderlich sei, um auch Unternehmen aus anderen relevanten Branchen, sowohl auf Seiten der Industrie als auch auf Seiten möglicher AnwenderInnen und BedarfsträgerInnen für dieses Innovations- und Produktfeld zu gewinnen.

Kompetenzen in der Wertschöpfungskette für Smart Textiles

Der Forschungs- und Entwicklungsstandort Österreich verfügt in sämtlichen Kompetenzfeldern, welche für die Realisierung von Smart Textiles Anwendungen erforderlich sind, über technologische Stärken. Explizit wird in diesem Zusammenhang der Themenkomplex Nachhaltigkeit und Recycling genannt. Auch sämtliche relevante Wertschöpfungsbereiche – mit Ausnahme des Textilmaschinenbaus - sind laut konsultierten ExpertInnen in Österreich prinzipiell vorhanden.

Trotz vorhandener, nationaler Kompetenzen und Wertschöpfungsbereiche gelingt es bis dato nicht hinreichend, diese für gemeinsame Kooperationen für die Entwicklung von Smart Textiles Anwendungen zusammenzubringen. Es fehle aus Sicht der Textilindustrie an Zulieferern und Entwicklungspartnern, insbesondere aus dem Bereich Elektronik und Software. Auch Faserherstellung mit integrierten Halbleitern sei in diesem Zusammenhang wünschenswert.

Forschung und Entwicklung

Wie die Analysen im vorangegangenen Kapitel 2.3 klar aufgezeigt haben, ist die textile Forschung auf nahezu alle Bundesländer verteilt, konzentriert sich dabei aber auf die Universitätsstandorte Innsbruck, Linz, Graz und Wien sowie vornehmlich auf Vorarlberg. Universitäre Forschungseinrichtungen sind in Textil-Forschungsprojekten am aktivsten. Sie kooperieren vor allem mit Textilunternehmen, aber auch mit Betrieben aus anderen Branchen. Letztere, auch aus dem Bereich Datenverarbeitung, sind jedoch nur vereinzelt in solchen Forschungsprojekten mit textilem Fokus engagiert. Die Anzahl an geförderten Textil-Forschungsprojekten (EU und FFG) ist mit rund 40 F&E Projekten seit 2010 überschaubar. Zur einschlägigen Forschungscommunity zählen jedoch bereits etwas mehr als 100 Akteure bzw. Organisationen.

Als Schwäche und damit Barriere für Forschung und Entwicklung im textilen Segment wird die Unternehmensstruktur genannt. Die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie ist mehrheitlich kleinstrukturiert, die Forschungskapazität ist mit drei wissenschaftlichen MitarbeiterInnen/IngenieurInnen je F&E betreibendes Unternehmen vergleichsweise niedrig und die Forschungsausgaben sind mit 2% bis 2,5% F&E Quote (gemessen an der Bruttowertschöpfung) gering. Der Vergleichswert der gesamten Sachgütererzeugung liegt bei 12 wissenschaftlichen MitarbeiterInnen bzw. bei einer F&E Quote von 9,2%. Damit sind auch das Know-how und die Ressourcen für die Antragstellung, Teilnahme bzw. für die Koordination von geförderten Forschungsprojekten seitens der Textilbranche weiterhin nicht hinreichend.

Im Gegensatz dazu weisen die komplementären Branchen für die Entwicklung von Smart Textiles, also vor allem die Elektro-, und Datenverarbeitungsgeräteindustrie sowie die Softwareindustrie hohe F&E Kapazitäten auf. In der Elektro- und Datenverarbeitungsgeräteindustrie arbeiten 33 bzw. 22 wissenschaftliche MitarbeiterInnen je F&E betreibendes Unternehmen, in der Softwareindustrie, die auch vergleichsweise kleinstrukturiert ist, sind es 6 Personen. Deutlich wird die F&E Intensität dieser Branchen

auch an den jeweiligen F&E Quoten mit 18,5%, 33,8% und 9,3%. Damit sind das Know-how und die Ressourcen für (geförderte) F&E Projekte in diesen Branchen deutlich ausgeprägter als in der Textilbranche.

Humanressourcen

Entsprechend den vorangegangenen Befunden fehlt in der Textilindustrie weitgehend das Innovationspersonal. Auch der wissenschaftliche, akademische Nachwuchs fehlt, der sich eher andere Branchen suche, weil diese als zukunftsträchtiger gesehen werden und auch besser entlohnen. Zudem mangle es auch an interdisziplinären Ausbildungslehrgängen auf HTLs, Fachhochschulen und Universitäten, welche den Themenkomplex Smart Textiles abdecken bzw. eine explizite Spezialisierung darauf ermöglichen würden.

3 Potenziale der Zukunft

3.1 Szenarien wirtschaftliche Entwicklung

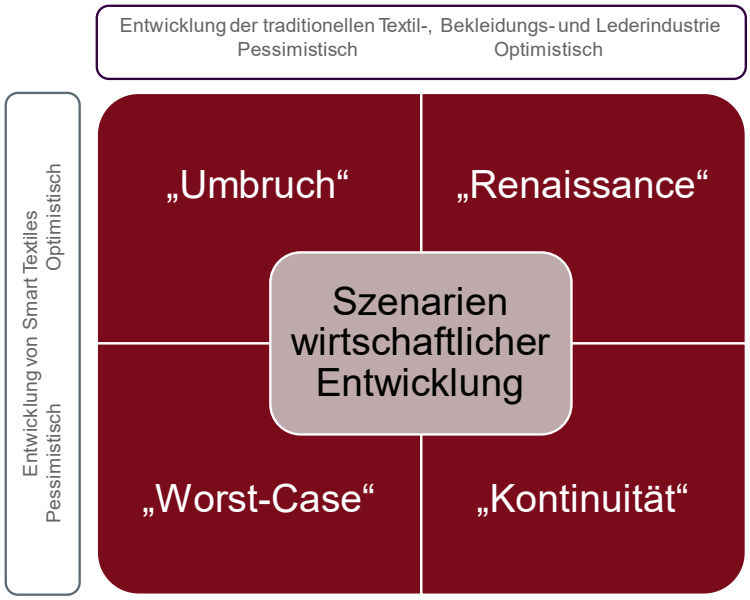
Methode und Annahmen

Die mögliche wirtschaftliche Entwicklung der österreichischen Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in den nächsten Jahren ist geprägt durch zwei, mitunter gegenläufige, Trends. Zunächst steht die Herstellung von Textilien, und noch viel mehr von Bekleidung, seit Jahren unter starken Kostendruck, der sich wie in Abschnitt 2.2 gezeigt, in einer deutlich rückläufigen Beschäftigung und stagnierender Bruttowertschöpfung äußert. Gleichzeitig haben die beiden voran gegangenen Abschnitte das große Marktpotenzial von Smart Textiles gezeigt, mit dem Potenzial zu positiven Beiträgen zur Bruttowertschöpfung und damit auch der Beschäftigung.

In der Folge sollen diese beiden Trends in Form von möglichen Szenarien in Bezug auf mögliche Auswirkungen auf die Bruttowertschöpfung und Beschäftigung quantifiziert werden. Dies erfolgt einerseits durch die Berücksichtigung einer möglichen disruptiven Entwicklung durch die neuen Marktpotenziale, die die Produktion von Smart Textiles bieten. Andererseits werden dabei auch die aktuellen Entwicklungen der traditionellen Textil- und Bekleidungsindustrie berücksichtigt und fortgeschrieben.

Die Quantifizierung der Szenarien zur Entwicklung von Bruttowertschöpfung und Beschäftigung erfolgt daher entlang von 2x2 in **Fehler! Ungültiger Eigenverweis auf Textmarke.** dargestellten Dimensionen. Die vier sich daraus ergebenden Szenarien stellen keine exakten Prognosen zur wirtschaftlichen Entwicklung dar, sondern quantifizieren die Bandbreite der möglichen Auswirkungen verschiedener Entwicklungen, unter definierten Annahmen auf die Beschäftigung und die Bruttowertschöpfung in Österreich.

Abbildung 16 Szenarien wirtschaftliche Entwicklung - Übersicht



Quelle: AIT Darstellung

Entwicklung der traditionellen Textil-, Bekleidung- und Lederindustrie

Auf Grund der in Abschnitt 2.2 festgestellten unterschiedlichen Entwicklungen für die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in der jüngeren Vergangenheit, erfolgt dafür die Fortschreibung der Entwicklung auf Ebene der einzelnen Industrien. Die möglichen Entwicklungspfade der traditionellen Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie (bzw. der Produktion von traditionellen Produkten durch diese drei Industrien) wurde durch die folgenden beiden Annahmen operationalisiert:

- Pessimistische Annahme: Eine lineare Fortschreibung der rückläufigen Entwicklung der letzten 5 Jahre (2013-2018 für Beschäftigung bzw. 2012-2017 für die Bruttowertschöpfung). Durch die Fortschreibung dieser rückläufigen Entwicklung der Bruttowertschöpfung im Bereich der Herstellung von Bekleidung sinkt diese im Szenarienzeitraum kontinuierlich und verschwindet Ende der 2020er Jahre aus Österreich. Die mit rund 240 Millionen aktuelle Bruttowertschöpfung in diesem Bereich geht dadurch verloren und in Folge auch die aktuell noch knapp 5.000 Arbeitsplätze. Während die Bruttowertschöpfung der Lederindustrie weitgehend konstant bleibt, kommt es in der Textilindustrie zu einem moderaten Wachstum. Im Jahr 2030 liegt die nominelle Bruttowertschöpfung höher als vor der Wirtschaftskrise 2009. Dieses

Wachstum reicht aber nicht aus um die Beschäftigung in der Textilindustrie stabil zu halten.

- Optimistische Annahme: Fortschreibung der durchschnittlichen jährlichen Veränderungsrate der letzten 3 Jahre (2015-2018 für Beschäftigung bzw.2014-2017 für die Bruttowertschöpfung). Durch die Annahme der Verlangsamung der negativen Entwicklung der Bruttowertschöpfung, insbesondere im Bereich der Herstellung von Bekleidung, sinkt diese zwar bis zum Ende des Szenario Zeitraums, traditionelle Bekleidung trägt im Jahr 2030 aber weiterhin mit über 100 Millionen Euro zur Bruttowertschöpfung in Österreich bei und beschäftigt weiterhin gut 2000 Arbeitskräfte. Die Textil- und Lederindustrie entwickelt sich ähnlich wie bei der pessimistischen Annahme, wodurch einer stabilen bis leicht steigenden Bruttowertschöpfung eine leicht rückläufige Beschäftigungsentwicklung gegenübersteht.

Entwicklung von Smart Textiles

Im Gegensatz zur Entwicklung der traditionellen Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie ist eine Zuordnung des möglichen positiven wirtschaftlichen Effekts durch Smart Textiles auf eine einzelne Industrie nicht möglich und wird daher für den gesamten Sektor dargestellt. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Effekte in erster Linie in der Textil- und Bekleidungsindustrie eintreten. Der zusätzliche (mögliche) Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekt durch Smart Textiles ist von sehr großen Unsicherheiten geprägt und zur Gänze abhängig von den getroffenen Annahmen. Das zusätzliche nationale und globale Marktpotenzial kann zwar zusätzliche Wertschöpfung, und in weiterer Folge Beschäftigung ermöglichen, das Ausmaß ist dabei unter anderem abhängig von folgenden Fragestellungen:

- Treffen die Prognosen zum Marktpotenzial weltweit ein?
- Kann das Potenzial bzw. der mögliche Anteil am Marktpotenzial durch österreichische Produzenten überhaupt bedient werden? Bei der Berechnung des Marktpotenzials selbst kommen naturgemäß viele Annahmen zum Tragen. Welcher Anteil davon dann tatsächlich ausgeschöpft wird, ist mit hohen Unsicherheiten behaftet.
- Entsteht durch Smart Textiles zusätzliches Marktpotenzial (und somit in weiterer Folge zusätzliche Wertschöpfung und Beschäftigung) oder wird nur vorhandenes Marktvolumen innerhalb des Sektors durch neue Produkte ersetzt?
- Wie lassen sich Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte von Smart Textiles quantifizieren? Während die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie traditionell

überdurchschnittlich personalintensiv ist (d.h. niedrige Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten), haben Hersteller von High-Tech-Produkten eine wesentlich höhere Bruttowertschöpfung pro Beschäftigten.

- Zu welchem Teil treten etwaige positive Effekte auf Bruttowertschöpfung- oder Beschäftigung im Sektor oder bei den Zulieferern/Abnehmern in anderen Wirtschaftssektoren auf? Wie sich etwaige positive Effekte über die Lieferkette verteilen steht zum heutigen Zeitpunkt nicht fest.

Trotz dieser großen Unsicherheit können Bandbreiten für die quantitativen Effekte durch die Produktion von Smart Textiles dargestellt werden. Diese Quantifizierung wurde wie folgt operationalisiert:

- Optimistische Annahme der Wertschöpfungsentwicklung: Die Prognosen zum Marktpotenzial treffen ein und die österreichische Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie kann einen signifikanten Anteil, im Inland aber auch am Weltmarkt, davon bedienen. Die ca. 42 Milliarden Euro Marktpotenzial weltweit bzw. ca. 440 Millionen Euro in Österreich führen dabei zu einer zusätzlichen Bruttowertschöpfung von rund 475 Millionen Euro bzw. in Folge ca. 3300 (zusätzlichen) Arbeitsplätze[20] bis 2030 (davon gut 500 bis 2022) in Österreich.
- Pessimistische Annahme der Wertschöpfungsentwicklung: Der Einsatz von Smart Textiles führt nur zu relativ geringen Effekten in Bezug auf Bruttowertschöpfung und in der Folge Beschäftigung im Sektor. Es wird nur von einem geringen, aber ansteigenden Wertschöpfungseffekt im Sektor ausgegangen, der zu etwa 85 Millionen Euro zusätzlicher Bruttowertschöpfung bis 2030 führt. In dieser Annahme entstehen rund 100 (zusätzliche) Arbeitsplätze bis zum Jahr 2020, in der Folge steigt diese Anzahl um 10% pro Jahr und erreicht somit etwa 250 Arbeitsplätze[21] bis 2030.

Szenario *„Umbruch“*

Das Szenario „Umbruch“ kombiniert die pessimistische Annahme zur Entwicklung des traditionellen Textil-, Bekleidungs- und Ledersektors mit der optimistischen Annahme zur Entwicklung der Produktion von Smart Textiles in Österreich.

[20] Ein zusätzlicher Arbeitsplatz pro 183 tsd Euro Bruttowertschöpfung bis zum Jahr 2030. Aktuell liegt die Bruttowertschöpfung pro Beschäftigen in der Textilindustrie bei etwa 50 tsd Euro pro Beschäftigen, in High-Tech-Sektoren wie der Elektrotechnik jedoch bereits bei über 100 tsd Euro pro Beschäftigen, mit jeweils steigender Tendenz. (Statistik Austria 2017).

[21] Selbe Annahme wie bei optimistischen Szenario

Durch die optimistischen Annahmen in Bezug auf Smart Textiles, die rund 475 Millionen Euro zusätzliche Bruttowertschöpfung bis 2030 bedeuten, kann der starke Rückgang der Bruttowertschöpfung im Bereich der Bekleidung ab den frühen 2020er Jahren kompensiert werden; ab etwa 2025 wächst der Sektor insgesamt wieder deutlich (siehe Abbildung 27 im Anhang). Dadurch liegt im Jahr 2030 die gesamte nominelle Bruttowertschöpfung bei über 1,2 Milliarden Euro und damit nominell über dem Niveau vor der Wirtschaftskrise im Jahr 2007. In Hinblick auf die Beschäftigung können die durch Smart Textiles zusätzlich geschaffenen Arbeitsplätze, mit annahmegemäß wesentlich höherer Bruttowertschöpfung pro Beschäftigtem, jedoch erst ab dem Jahr 2028 zu einer Stabilisierung bzw. einem moderaten Ansteigen der Beschäftigung führen (siehe Abbildung 27**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Im Szenario Umbruch hat sich somit im Jahr 2030 der Textil- und Bekleidungssektor zu einer Industrie mit hoher Wertschöpfung pro Beschäftigen und positiver Fortschreibung der Bruttowertschöpfung entwickelt. Während die absolute Anzahl der Beschäftigung deutlich unter dem aktuellen Stand liegt, ist das Qualifikationsniveau der Beschäftigten deutlich gestiegen.

Zentral bei diesem Szenario ist die Annahme, dass der Strukturwandel auf Sektorebene mit einem massiven Umbruch in der Firmenlandschaft einhergeht. Traditionelle Bekleidungsfirmen schaffen es hier nur in geringem Ausmaß, neues technologisches Potenzial, das durch Smart Textiles geboten wird, für sich zu erschließen. In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass das Firmensterben im Segment der traditionellen Bekleidungsindustrie auf Sektorebene ab den frühen 2020er Jahren aufgefangen wird durch den Markteintritt neuer Firmen, die den Smart Textiles Markt bedienen können. Diese Eintritte in den österreichischen Markt können sowohl durch Standortverlagerungen, Auslagerungen internationaler Firmen nach Österreich, durch Diversifizierung bestehender (IT) Firmen in den Textil-Markt, oder auch durch Start-ups etc. erfolgen.

Szenario *„Renaissance“*

Das Szenario *„Renaissance“* kombiniert die optimistische Annahme zur Entwicklung des traditionellen Textil-, Bekleidungs- und Ledersektors mit der optimistischen Annahme zur Entwicklung der Produktion von Smart Textiles in Österreich. und innerhalb des Sektors. Mit diesem Szenario wurde in den Workshops gearbeitet. Die Fragestellung war, welche Projekte und Maßnahmen notwendig sind, um dieses Szenario zu realisieren.

Wie im Szenario Umbruch kann durch die optimistischen Annahmen in Bezug auf Smart Textiles, die rund 475 Millionen Euro zusätzlich Bruttowertschöpfung bis 2030 bedeuten, der Rückgang im Bereich der Bekleidung ab den 2020 Jahren kompensiert werden. Danach wächst der Sektor insgesamt wieder deutlich (siehe Abbildung 28 im Anhang). Dadurch liegt im Jahr 2030 die gesamte nominelle Bruttowertschöpfung bei fast 1,5 Milliarden Euro, die zusätzliche Bruttowertschöpfung durch Smart Textiles schlägt sich zur Gänze im Wachstum des Sektors nieder. Die Beschäftigung stabilisiert sich in diesem Szenario bereits ab den mittleren 2020er Jahren bei knapp 14.000 Beschäftigen (siehe Abbildung 28im Anhang).

Für die bestehenden österreichischen Textilfirmen ist dies das erstrebenswerteste Szenario, da hier viele Firmen die Chancen, die neue Technologien wie Smart Textiles bieten, ergreifen und dadurch ihr Überleben sichern. Sie investieren früh in Forschung, Entwicklung und Innovation, vernetzen sich mit relevanten Akteuren, um fehlende eigene Kompetenzen zu ergänzen, und können so vom Aufschwung der neuen Technologie profitieren. Auch wenn die neue Technologie heute noch nicht voll leistungsfähig und ihre Anwendbarkeit eingeschränkt ist, kann sie in naher Zukunft für österreichische Textilfirmen eine Möglichkeit der Differenzierung von Wettbewerbern bieten. Dazu ist es notwendig, sich auf Firmenebene intensiv mit den möglichen Nutzern, ihren spezifischen Bedürfnissen und strategischen Kooperationspartnern auseinanderzusetzen. Der Titel „Renaissance“ dieses Szenarios meint die Wiedergeburt auf Firmenebene.

Szenario *„Kontinuität“*

Das Szenario „Kontinuität“ kombiniert die optimistische Annahme zur Entwicklung des traditionellen Textil-, Bekleidungs- und Ledersektors mit der pessimistischen Annahme zur Entwicklung der Produktion von Smart Textiles in Österreich.

Das moderate Wachstum der Bruttowertschöpfung (siehe Abbildung 29) der Textilindustrie kann in diesem Szenario die Rückgänge in der Bekleidungsindustrie kompensieren, Smart Textiles haben jedoch nur einen kleinen zusätzlichen positiven Beitrag zur Bruttowertschöpfung. Im Jahr 2030 liegt damit die gesamte Bruttowertschöpfung bei über einer Milliarde Euro, somit über den Werten der jüngeren Vergangenheit, aber auch nominell unter dem Niveau von 2005. Dieses moderate Wachstum der Bruttowertschöpfung reicht dabei aber nicht aus, um den Beschäftigungsrückgang im Sektor zu stoppen. Die Gesamtbeschäftigung beträgt daher im Jahr 2030 nur mehr rund 11.000 Beschäftigte, die Bruttowertschöpfung pro Beschäftigen steigt moderat und kontinuierlich. Die weiterhin wichtige Textilindustrie ist in diesem Szenario stark von

Effizienz und Kosten getrieben, Smart Textiles bleiben eine Nischenanwendung. Die Bekleidungsindustrie bleibt unter starkem Kostendruck, kann sich aber zumindest in Nischen weiter in Österreich behaupten.

Der Begriff „Kontinuität“ bezieht sich hier auf die vorherrschende technologische Ausrichtung des Sektors, ein Umschwung auf neue Technologie wie Smart Textiles ist aus unterschiedlichen Gründen nicht möglich.

Szenario „Worst-Case“

Das Szenario „Worst-Case“ kombiniert die pessimistische Annahme zur Entwicklung des traditionellen Textil-, Bekleidungs- und Ledersektors mit der pessimistischen Annahme zur Entwicklung der Produktion von Smart Textiles in Österreich. Dieses Szenario wurde in den Workshops als Negativbeispiel verwendet, es galt Maßnahmen und Ideen zu entwickeln, dieses Szenario zu vermeiden und das Szenario „Renaissance“ zu ermöglichen.

Die Herstellung traditioneller Bekleidung verschwindet in diesem Szenario komplett aus Österreich, rund 270 Millionen aktuelle Bruttowertschöpfung in diesem Bereich gehen verloren und damit die aktuell noch knapp 5.000 Arbeitsplätze. Die zuletzt positive Entwicklung der Textilindustrie und der moderate Beitrag von Smart Textiles kann diese rückläufige Entwicklung der Bruttowertschöpfung zwar zum Teil kompensieren, die Verluste bei der Beschäftigung sind jedoch signifikant, im Jahr 2030 beschäftigt der gesamte Sektor unter 10.000 Beschäftige. Der gesamte Sektor ist weiterhin und verstärkt stark von Kosten und Effizienz bestimmt.

Obwohl dieses Szenario von einer stabilen Entwicklung in Bezug auf die Entwicklung der Textil- und Lederindustrie ausgeht, ist natürlich auch ein Rückgang möglich. Durch den gänzlichen Wegfall der Bekleidungsindustrie sind große Teile der verbleibenden Textil- und Lederindustrie stark abhängig von Abnehmern aus dem Ausland. Technologische oder ökonomische disruptive Entwicklung können in so einer Situation solche etablierten Zulieferbeziehungen obsolet machen. Da der direkte Zugang zu neuen Märkten jedoch weitgehend fehlt, kann dies zu einer negativen Entwicklung auch der zuletzt stabilen bzw. wachsenden Teilbereiche führen.

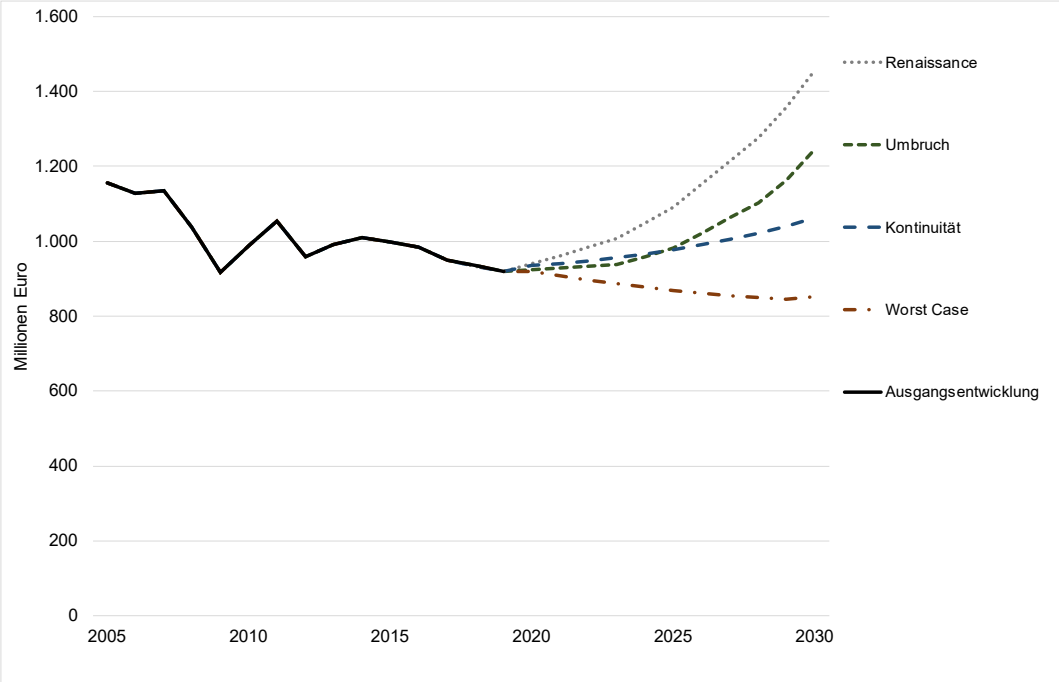
Zusammenfassung Szenarien

Die Auswirkungen auf Beschäftigung- und Bruttowertschöpfung sind stark abhängig vom betrachteten Szenario und den zu Grunde liegenden Annahmen.

In Bezug auf die Bruttowertschöpfung (siehe Abbildung 17), kann eine umfangreiche Nutzung des Potenzials von Smart Textiles schon in naher Zukunft zu einem Anstieg selbiger führen. Ohne dieses zusätzliche Potenzial ist unter Fortschreibung der aktuellen Trends mit einer Stabilisierung der Bruttowertschöpfung auf historisch niedrigem Niveau zu rechnen. Die Produktion von Bekleidung ist dabei komplett aus Österreich verschwunden oder auf Nischen reduziert.

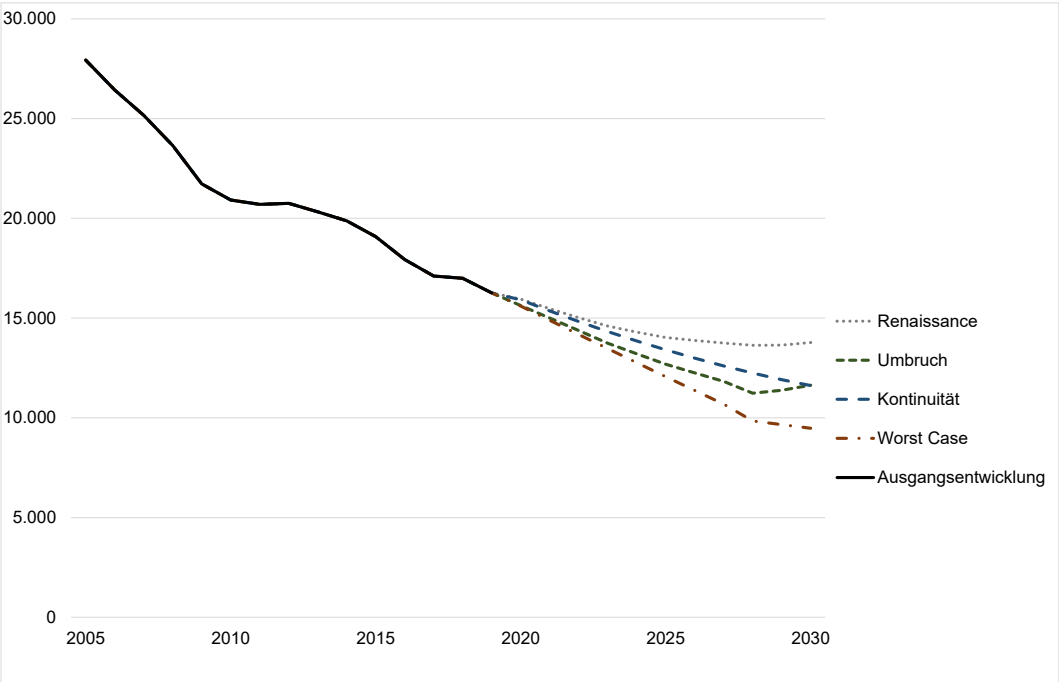
Trotz des deutlichen Anstiegs der Bruttowertschöpfung in den optimistischen Szenarien ist dieser Anstieg jedoch zu gering um die Beschäftigung (siehe Abbildung 18) auch nur stabil zu halten. Zunächst ist in allen Szenarien mit einer weiterhin rückläufigen Beschäftigung zu rechnen ist. Eine mögliche Trendwende bei der Beschäftigung im Textil- und Bekleidungssektor durch die Produktion von Smart Textiles kann erst gegen Ende des Szenario Zeitraums (d.h. nach 2025) erwartet werden und das nur wenn das mögliche Marktpotenzial durch österreichische Produktionsunternehmen v.a. durch bestehende Unternehmen der Textil- und Bekleidungsindustrie bedient wird. Im günstigsten Fall kann dies sogar zu einem moderaten Beschäftigungswachstum führen.

Abbildung 17 Szenarien Übersicht Bruttowertschöpfung



Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

Abbildung 18 Szenarien Übersicht Beschäftigung



Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

4 F&E Themenbereiche

4.1 F&E Felder

Gemäß der Definition vom Smart Textiles in Kapitel 2.1 wurde der Themenkomplex in sieben Forschungs- und Entwicklungsfelder eingeteilt, damit auch einzelne F&E Themen von den TeilnehmerInnen des Workshops spezifisch formuliert werden konnten (siehe Abbildung 19). Es wurden für die Entwicklung einer Roadmap im Sinne von zukunftsorientieren F&E Themen mögliche Performanceziele vorgegeben, wohin sich das jeweilige F&E Feld zukünftig entwickeln kann.

1. Ingoing: Physische Schnittstelle(n): Bezeichnet die Schnittstellen vom Textil zum Menschen, der Umwelt oder einem Objekt. Mögliche Performanceziele sind einwandfrei funktionierende, robuste, waschbare, bequeme und „unsichtbare“ bzw. unmerkliche Schnittstellen.

2. Materialen und Komponenten für sensorische/elektronische Textilien: Beinhaltet Sensoren, Aktuatoren, energetische Funktionen, sowie textile Fasern und Garne bzw. Polymere. Mögliche Performanceziele wären Materialien und Komponenten herzustellen, die die Erfassung von mehr als fünf Signalen bzw. Vitalfunktionen ermöglichen. Die Produktion solcher Materialien und Komponenten sollte vorrangig in Österreich stattfinden. Die Textilien mit den Komponenten können Eigenschaften und Funktionen ändern, sind waschbar und robust oder können vor dem Waschen problemlos entfernt und nachher wieder angebracht werden. Die Messgenauigkeit bleibt trotz Wasch- und anderer Belastungsvorgänge konstant. Das Textil ist in der Lage Energie umzuwandeln und diese dem System zur Verfügung zu stellen.

3. Intra: Analoge Schnittstelle vom Textil zum Onboard-Modul: Ist für die analoge Signalübertragung (zB über Druckknöpfe, Steckverbindungen) vorgesehen. Mögliche Performanceziele sind: verlustfreie, zuverlässige und präzise Funktion. Sie ist ebenso wie die Komponenten belastbar und robust und übersteht Belastungen wie Waschen ohne ihre Funktion einzubüßen.

4. Onboard-Modul (analog/digital, Empfang/Sender, intra Steuerung): Beinhaltet bspw: Signalaufbereitung/-verstärkung, Signalumwandlung analog zu digital, Signalkoordination, Empfang von weiteren Systemsignalen wie z.B. GPS sowie Systeme

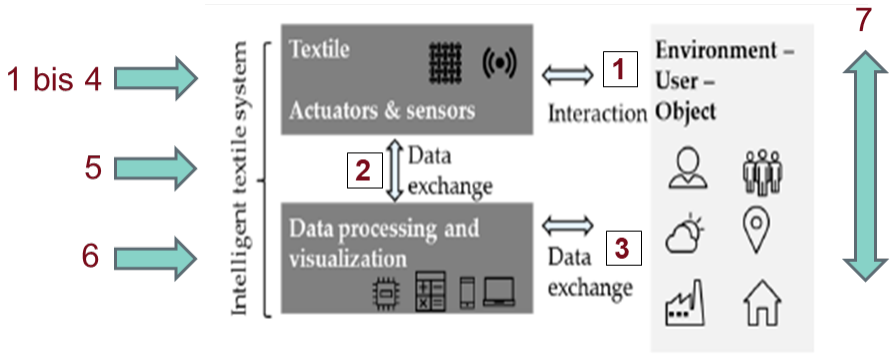
zur Energiebereitstellung und Steuerungsalgorithmen. Mögliche Performanceziele sind ein kostengünstiges Modul in der Produktion, das die analogen Signale in digitale Signale präzise umwandeln und Signalschwankungen ausgleichen kann. Das Modul koordiniert die unterschiedlichen Sensorsignale über einen integrierten Algorithmus, es empfängt (Steuerungs-)Signale und leitet diese outgoing weiter. Das Modul arbeitet mit hoher Effizienz und verbraucht selber wenig Energie, die Energie kommt direkt aus dem Textil. Das Modul ist fähig Daten zu analysieren und Steuerungsimpulse „on board" zu setzen.

5. Outgoing: Digitale Schnittstelle(n): Beinhaltet digitale Datenübertragung vom Onboard-Modul zum lokalen Computer oder in die Cloud über kabelgebundene oder kabellose Technologie. Performanceziele sind eine problemlose, präzise und verlustfreie Übertragung mit hoher Energieeffizienz. Die Übertragung ist adaptiv über verschiedene, auswahlfähige Formate und Protokolle möglich (bspw. WLAN, bluetooth, lokal oder in die cloud). Es existieren anerkannte Standards für die Übertragung von "textilgenerierten" Signalen/Daten

6. Data Processing, Bereitstellung, Interpretation und Steuerung: umfasst die Datenverarbeitung, Auswertung, Aufbereitung, Bereitstellung, Visualisierung, Speicherung, sowie Steuerung (lokal oder zentral), Software, Apps und Interfaces, Datenbanken/Cloud/Plattformen, darüber hinaus Datenaufbereitung über (Maschinelles) Lernen, Mensch und/oder Maschine/KI, sowie Dateninterpretation und Steuerung (Mensch und/oder Maschine/KI). Mögliche Performanceziele sind die Bereitstellung von Daten, die vom Textil kommen und komplexe Auswertungen erlauben, sowie effektive Steuerungsmöglichkeiten durch maschinelle und menschliche Anwender. Die entwickelten Apps und Interfaces sind benutzerfreundlich und intuitiv. Monitoring-, Lern- und Steuerungsmöglichkeiten sind für einzelne Anwender (bspw. Hobbyläufer) sowie externe Steuerungsentitäten (zB Pflegepersonal, Koordinatoren, Einsatzleiter) möglich, sowohl für einzelne und/oder gruppierte smarte Textilsysteme.

7. Prozesstechnik: Umfasst alle Bereiche von Anlagenbau, Steuerung der Produktionsanlagen sowie das Zusammenführen von Textil und Elektronik. Performanceziele sind, effiziente und wettbewerbsfähige Prozesstechnik zur Verfügung zu haben, die textile Produktionsprozesse mit der Integration von textilen und elektronischen Sensoren und Aktuatoren zusammenfasst. Die Prozesse arbeiten mit hoher Präzision, geringem Ausschuss und höchster Qualität. Sie erlauben die Integration verschiedener Materialien und Komponenten.

Abbildung 19 Themenkomplex der Smart Textiles in sieben F&E Feldern



Priorisierung der F&E Felder, nach Rängen

In den beiden Roadmap-Workshops wurden die F&E Felder von den TeilnehmerInnen danach bewertet, welche die fünf in Bezug auf Forschung bis zum Jahr 2030 wichtigsten F&E-Felder sind die durch das Szenario „Renaissance“ vorgegebene Vision zu erreichen (Kapitel 3.1). In Hinblick auf die Ränge 1 bis 4 herrschte dabei Einigkeit in beiden Workshops (Tabelle 7).

Tabelle 7: Priorisierung der F&E Felder in den Roadmap-Workshops

F&E Felder	Bregenz[1]	Wien[1]
1. Ingoing: Physische Schnittstelle(n)	4	6
2. Materialen und Komponenten für sensorische/elektronische Textilien	1	1
3. Intra: Analoge Schnittstelle vom Textil zum Onboard-Modul	3	3
4. Onboard-Modul (analog/digital, Empfang/Sender, intra Steuerung)	2	2
5. Outgoing: Digitale Schnittstelle(n)	6	-
6. Data Processing, Bereitstellung, Interpretation und Steuerung	4	4
7. Prozesstechnik	7	4

[1] Teilnehmerzahl: Bregenz 36 / Wien 12 Personen ohne ModeratorInnen; gleiche Punkteanzahl, gleicher Rang.

4.2 F&E Themenauswertung

Thematisch lassen sich die gesammelten F&E Themen in acht Themenbereiche zusammenfassen. Die zeitliche Verortung der einzelnen Themen kann den Protokollen im Anhang (Tabelle 17 und Tabelle 20) entnommen werden, die Abbildungen unter den Themenbeschreibungen zeigen jeweils im Überblick: rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen, gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung, grün symbolisiert Markteinführung. **Etliche der F&E Themen sind über mehrere F&E Felder zu sehen, die großen Themenbereiche sind vor allem im Bereich Energy Harvesting, Energiespeicherung sowie Komponenten- und Materialentwicklung zu finden.** Diese Themenbereiche sollten jedenfalls in enger Zusammenarbeit mit oder sogar getrieben von der Elektronikindustrie angegangen werden. Anforderungen und Ansprüche, die durch Belastung von Textilien beim Tragen und insbesondere Waschen gestellt werden, fließen dabei aus dem Know-How der Textilhersteller in die Entwicklung solcher Produkte ein. Verknüpfung der teilweise einzigartigen Herstellungsprozesse der Textilindustrie, wie Stricken oder Sticken, Verweben von Fasern, zu Integrationsprozessen von Komponenten aus der Elektronikindustrie ist unumgänglich. Weitere Schwerpunkte wurden hinsichtlich Datenübertragung, -auswertung, -aufbereitung sowie Nutzung von neuen Technologien, wie 5G oder NFC, genannt: Das sind eindeutig Bereiche, in denen die Elektronik- und Softwareindustrie Kernkompetenzen hat.

Einige konkrete Vorschläge zu Produktentwicklungen wurden während der Workshops gesammelt und sind hier als Anregung angeführt:

- Predictive Maintenance von (Bau)Teilen: Bestimmung der Alterung und Lebensdauer durch Integration von Sensoren, z.B. in Seile, Brücken, Fahrzeugbau oder Arbeitsmaschinen mit textilen Bestandteilen.
- Optische Bauteilüberwachung mit PMMA und doppelbrechenden Fasern
- Gewebte Energiespeichersysteme und Displays
- Aktuatoren im Bereich e-Gaming oder Sitzen bei Flugzeugen
- Matratze, die kühlt oder wärmt
- Wassereinsparungen bei Bewässerungen durch textiles Monitoring

1. Energie in und für textile Systeme

Energieerzeugung (Energy Harvesting) und Energiespeicherung wurden als die beiden zentralen Herausforderungen für Smart Textiles genannt. Direkte Nutzung von durch Reibung oder Wärme erzeugte Energie führt zu einer autarken Energieversorgung von

Smart Textiles. Als Vision wurden energieautonome und 100% ökologische Smart Textile Systeme gesehen. Herausforderungen sind, diese Energienutzung auf ein industrielles Niveau zu bringen, sodass Smart Textiles kostengünstig erzeugt werden können.

Eines der Ziele ist Akkumulatoren zu gestalten, die *klein, widerstandsfähig und temperaturresistent* sind, sowie nutzerfreundlich im Sinne der *Tragbarkeit, Sicherheit und Austauschbarkeit* („Usability"). Die Entwicklung von Speichermedien auf *textiler Basis*, die letztendlich *in Textilien eingearbeitet* werden können oder die Speicherkapazität erhöhen, sollte im Idealfall zu Produkten mit hohem Tragekomfort führen, die den Anforderungen von Textilen genügen (wie Waschbarkeit, Langlebigkeit etc.), schnell bzw. selten aufladbar und einfach zu nutzen sind. Bereits angedachte oder entwickelte Systeme beinhalten *Energiespeicherung in Garnen und flächigem Material* (fibers & fabrics), genannt wurde ebenso die Anwendung von Superkondensatoren („supercaps") und microtubes. Die Entwicklung von flexiblen, biegsamen und weichen Batterien, z.B. textiler Superkondensatoren wird ab 2020 in Grundlagenforschung gesehen, Marktreife ist frühesten 2030 zu erwarten.

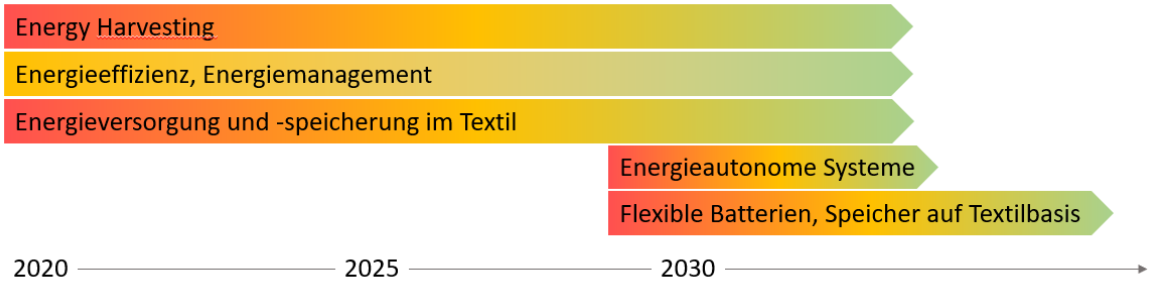
Weitere Ansätze wurden im Bereich *Photovoltaik* sowie *NFC (Near Field Communication) Harvesting* zur Nutzung verteilter Energiequellen angeführt. Energie könnte beispielsweise durch Nutzung bestehender mobiler Geräte (wie Smart Watches oder Smart Mobiles) bereitgestellt werden, Schnittstellen und Standards zur Nutzung müssen dafür jedoch geschaffen oder integriert werden. Im Bereich NFC werden bereits integrierte Schaltkreise mit Energy Havesting Eigenschaften entwickelt, die eine schrittweise Entwicklung von kostengünstigen batterielosen Sensoren ermöglichen[22]. Piezoelektrische Sensorfäden mit einem Durchmesser von 0,8 bis 1,2 mm, wie sie zum Beispiel am Thüringer Institut für Textil- und Kunststoff-Forschung TITK entwickelt wurden, wandeln dabei mechanische Kraft in elektrische Energie um. Dehnung oder Druck verursachen eine Verschiebung der Ladungsschwerpunkte und sorgen so für eine elektrische Spannung. [23]

Ansatzpunkte für Energiesysteme in Smart Textiles wurden auch im Bereich *Energieeffizienz und Energiemanagement* gesehen, Unterstützung kann z.B. energieoptimierte Algorithmenentwicklung liefern.

[22] Lazaro, A.; Villarino, R.; Girbau, D. A Survey of NFC Sensors Based on Energy Harvesting for IoT Applications. Sensors 2018, 18, 3746.

[23] Smart Textiles. Publikationen des Forschungskuratorium Textil e.V. | Reinhardtstraße 14–16 | 10117 Berlin. https://textil-mode.de/de/newsroom/publikationen/

Abbildung 20 Energie in und für textile Systeme: F&E-Themen



Quelle: Roadmap Workshops im Rahmen des Projektes. Anmerkung: Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen, gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung, grün symbolisiert Markteinführung.

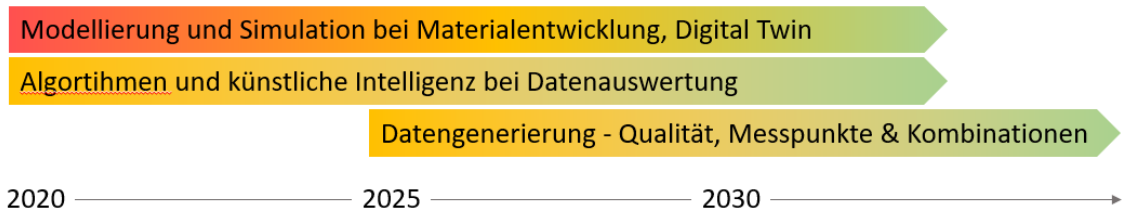
2. Simulation, Modellierung, Datenauswertung & künstliche Intelligenz

Die Modellierung und Simulation textiler Fertigungsprozesse sowie der mechanischen und physikalischen Eigenschaften der Garne, Garnkonstruktionen und vielfältigen textilen Strukturen und Materialentwicklungen (z.B. Gewebe, Vliesstoffe oder Geflechte) gewinnt in der Forschung und industriellen Praxis stark an Bedeutung. Durch begleitende Simulation können Entwicklungsprozesse deutlich verkürzt werden, da der Prototypenbau und entsprechende Analysen an der realen Struktur enorm reduziert werden. Digitale Zwillinge (*Digital Twins*) für Produkte und Prozesse können gerade bei der Entwicklung von Smart Textiles durch Multi Physics Modelle entlang der gesamten Messkette und Systemarchitektur inklusive der Prozesstechnik unterstützen. Eine zentrale Herausforderung sind die damit verbundenen Verantwortlichkeiten und Kooperationen, um Know-How von TextilexpertInnen zu Modellierern zu transferieren und Lücken zu identifizieren.

Künstliche Intelligenz und Algorithmen können zur Simulation bei Entwicklungen aber auch bei der Auswertung durch Smart Textiles gewonnenen Daten eingesetzt werden, entscheidend hierfür ist die *Datenqualität und Bewertung der Ergebnisse* durch ExpertInnen. Neue Erkenntnisse können durch die *Kombination von unterschiedlichen Messdaten* gewonnen werden, als Beispiel wurde die Analyse von Messdaten bei Läufern genannt. Hier könnten bspw. Messwerte zu Schrittlänge, Pulsfrequenz sowie Schwitzverhalten Aufschluss über den Gemütszustand der LäuferIn geben. Die Bewertung und Erfassung von Emotionen wird als sehr zukunftsträchtiges Forschungsthema gesehen. Bewertungen hinsichtlich Aussagekraft von erhobenen Daten sowie mögliche Eingrenzungen der Anzahl der Messpunkte können durch Simulation und Modellierungen ebenso verbessert werden. Forschung zu Simulation und Modellierung von textilen

Materialien und Prozessen werden u.a. in Österreich vom Linz Center of Mechatronics (LCM) betrieben, in Deutschland von TU Dresden, RHTW Aachen oder der Fraunhofer Gesellschaft.

Abbildung 21 Simulation, Modellierung, Datenauswertung & künstliche Intelligenz: F&E-Themen



Quelle: Roadmap Workshops im Rahmen des Projektes. Anmerkung: Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen, gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung, grün symbolisiert Markteinführung.

3. Komponentenentwicklung und Miniaturisierung

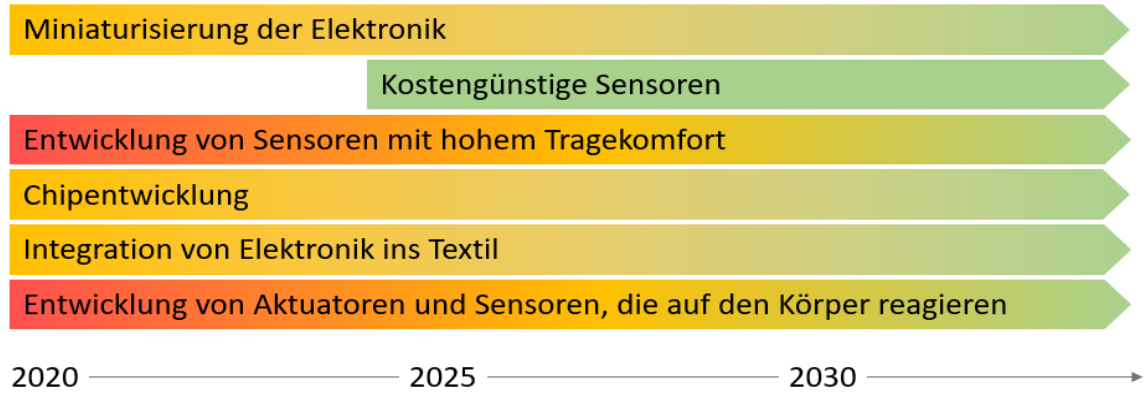
Durch neue Textilmodifikationen und immer kleiner werdende Komponenten ergeben sich neue Möglichkeiten zur Innovation. Als Ziel wurde die Integration unterschiedlichster Komponenten in Textilien, die *unsichtbar und hautfreundliche Interaktion mit der TrägerIn* ermöglichen, genannt. *Miniaturisierung von Komponenten* mit unterschiedlichen Funktionen – von Energiespeicherung, zu Sensoren oder Aktuatoren – ist Kernstück dieses F&E Bereiches.

Ziel sind Komponenten unterschiedlicher Funktionen, die unsichtbar und hautfreundlich am oder im Textil abgebracht sind etwa mit flexibler Oberfläche. Diese bequemen „one-size-fits all"- Komponenten, die nicht einschnüren oder einengen, sollen auch und kostengünstig hergestellt werden können. Anforderungen an diese Komponenten sind neben *Nutzerfreundlichkeit auch Waschbarkeit und dadurch Belastbarkeit*. Zielführend ist daher die Entwicklung von Komponenten, die viele Einsatzfelder haben, um hohe Stückzahlen und damit *Kostensenkung* zu erreichen. Die Kombination von dehnbaren und leitfähigen Stoffen und Garnen kann zur Entwicklung von neuen Komponenten ebenso beitragen wie spezielle Technologien im Textilbereich, wie Sticken.

Entwicklungspotenzial haben auch Komponenten für *Interventionen am Körper* (Aktuatoren für bspw. E-gaming oder Simulation von sitzenden Personen bei Fahrzeuglenkung), sowie Entwicklungen zur Integration von elektronischen Komponenten direkt in Textilien sodass keine Chips mehr angebracht werden müssen. Genannt wurden ebenso Komponenten, die

den Zustand ändern (z.B. auf opto-chemischer Basis), die Integration von Micro Labs und Smart Grain (Fadenlauf) Technologie. Herausforderungen bei der Miniaturisierung von Komponenten bleibt neben der Wasch- und Belastbarkeit die Möglichkeit zur Datenübertragung, da auch Antennen nur bedingt kleiner gestaltet werden können, ohne die Übertragungsleistung zu verlieren oder Booster-Elemente notwendig zu machen.

Abbildung 22 Komponentenentwicklung und Miniaturisierung: F&E-Themen



Quelle: Roadmap Workshops im Rahmen des Projektes. Anmerkung: Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen, gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung, grün symbolisiert Markteinführung.

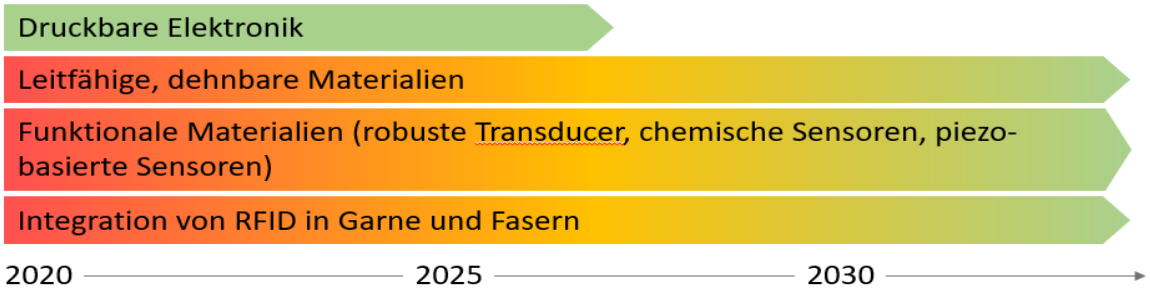
4. Materialentwicklungen

Durch die Kombination von neuen Materialien und Maschinentechnologien können textile Produkte mit völlig neuen Eigenschaften entwickelt und damit neue Anwendungsfelder und Märkte erschlossen werden. Die Entwicklung *funktionaler Materialien für robuste Transducer* (Energiewandler), *chemische Sensoren* sowie *druckbare Elektronik* zur Integration von e-Modulen in sogenannten „textile enabled Materials“ wurden als F&E Themen genannt. Zuverlässige *piezo-basierende Sensoren und Aktuatoren* und deren prozesstechnische Integration ins textile System werden derzeit in der Grundlagenforschung gesehen, potentielle Produktentwicklungen auf diesem Gebiet in 5 Jahren.

Themen in der Materialentwicklung schließen zum einen die Entwicklung von *funktionellen Fasermaterialien*, wie leitfähigen und dehnbaren aber robusten Materialien ein, zum anderen sollen *Funktionalitäten (wie RFID) in flächige Textilien* integriert werden bzw. mittels Beschichtungen aufgebracht werden. Ziel ist sowohl eine verlustfreie Stromleitung als auch eine ungestörte Datenleitung. Herausforderungen sind auch bei der Materialentwicklung die Erreichung von Wasch- und Temperaturbeständigkeit,

Hautverträglichkeit und Unbedenklichkeit bei gleichzeitiger Erhaltung von Flexibilität, wirtschaftliche Produktionskosten und Tragekomfort.

Abbildung 23 Materialentwicklung: F&E-Themen

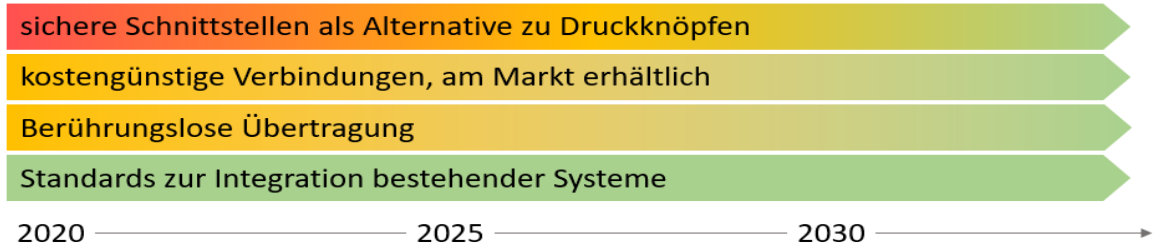


Quelle: Roadmap Workshops im Rahmen des Projektes. Anmerkung: Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen, gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung, grün symbolisiert Markteinführung.

5. Verbindungstechnik

Zur problemlosen, präzisen und verlustfreien Übertragung mit hoher Energieeffizienz spielt die Verbindungstechnik zwischen den Komponenten, Leitungen und Textilien eine entscheidende Rolle. Derzeit werden vornehmlich Lösungen mit Druckknöpfen genutzt, allgemein müssen jedoch robuste, gelichzeitig *flexible und sichere Schnittstellen* für modulare, abnehmbare Komponenten (weiter)entwickelt werden. Diese haben wieder die Herausforderungen von Waschbarkeit, Wasser – und Schmutzresistenz zu erfüllen. Die Marktfähigkeit solcher *Steck- oder Clipverbindungen („Connector-Lösungen")* wird ab 2025 erwartet. Unbedingt bedacht werden müssen Standards von Schnittstellen, um Verbindungen zwischen Systemen zu ermöglichen. Auch die Verbindung und damit Systemintegration von Smart Devices, wie Uhren oder Telefone, die nicht mit Textilien verbunden sind, wurde an dieser Stelle angedacht. In Zusammenhang mit Steckverbindungen werden auch *drahtlose/berührungslose Übertragungsmöglichkeiten* („wireless") als Option gesehen.

Abbildung 24 Verbindungstechnik: F&E-Themen

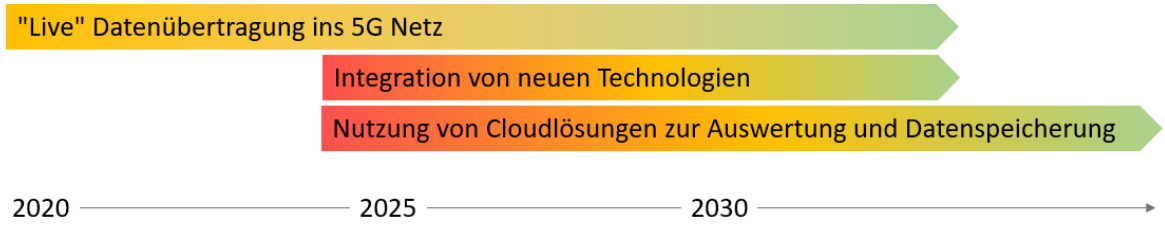


Quelle: Roadmap Workshops im Rahmen des Projektes. Anmerkung: Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen, gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung, grün symbolisiert Markteinführung.

6. Datenübertragung

Datenübertragung aus dem Smart Textile System kann über verschiedene Formate erfolgen. Ziel wäre eine *adaptive Form über verschiedene, auswahlfähige Formate und Protokolle* (bspw. WLAN oder, bluetooth). Diese Systeme sollen *neue Übertragungsmöglichkeiten wie 5G* nutzen, um Daten lokal oder über *Cloud-Lösungen* abzuspeichern. Die Integration von entsprechenden elektronischen Bauteilen und Übertragungstechnologien ist zu entwickeln, ebenso sind die Sicherheit der Übertragung und die Gewährleistung des Datenschutzes sicherzustellen.

Abbildung 25 Datenübertragung: F&E-Themen



Quelle: Roadmap Workshops im Rahmen des Projektes. Anmerkung: Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen, gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung, grün symbolisiert Markteinführung.

7. Generelle Eigenschaften & Anforderungen

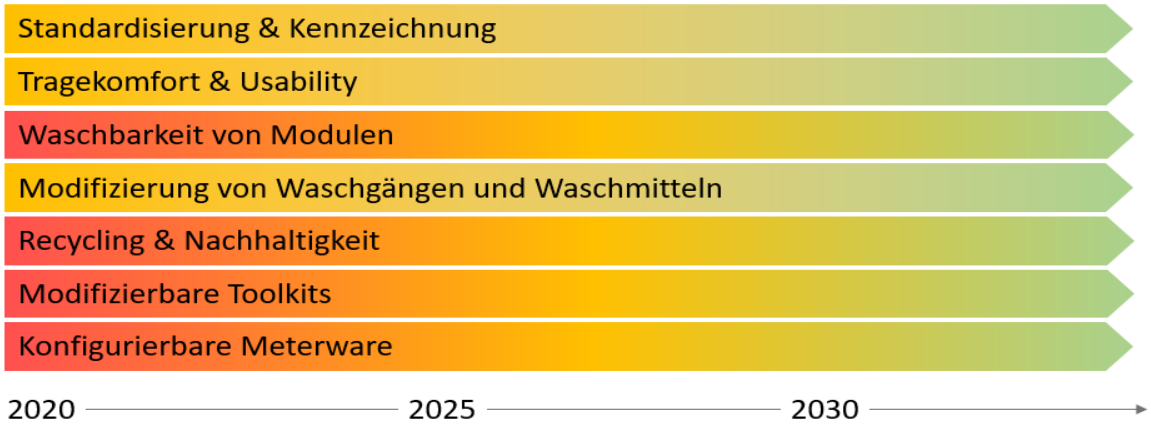
Generelle Eigenschaften, die im Zuge von Entwicklungen von Smart Textiles, deren Komponenten und Materialien berücksichtigt werden sollen, waren insbesondere Waschbarkeit, Flexibilität und Haltbarkeit, *Tragekomfort und Nutzerfreundlichkeit* („Usability“). Die Lebensdauer der Sensorik und elektronischen Systeme muss Hand in Hand mit der Haltbarkeit des Textils gehen. Wiederholt wurde *Recycling, „grüne“*

Produktentwicklung und das Mitdenken von Wiederverwertung bei Produkten- und Materialentwicklung genannt. Das Design sollte nicht unter der Technik leiden und umgekehrt, die Technik nicht durch das Design eingeschränkt werden. Stärkere Kundeneinbindung bei der Produktentwicklung führt zu erhöhter Akzeptanz von innovativen Produkten. *Modifizierbare Toolkits* mit unterschiedlichen Bauteilen und Materialien oder *konfigurierbare Meterware* („Endlosprodukt"), die für gezielte Prototypenentwicklungen als Bausätze fungieren können, werden als unterstützend für Innovationen benötigt. Spezifische Funktionalität wird in der Folge individuell über Programmierung oder Kontaktierung an bestimmten Stellen des Textils für verschiedene Anwendungen aktiviert. Benötigt wird dabei einerseits die Integration von Komponenten, andererseits sollten diese gegebenenfalls austauschbar sein.

Forschung bezüglich *Waschbarkeit* sollte parallel zur Entwicklung von Smart Textiles erfolgen. Veränderungen bei Waschmittelzusammensetzungen, Reinigung ohne Flüssigkeiten oder Adaptierung von Waschzyklen sowie Entwicklung von kommunizierenden Systemen - das Textil kommuniziert mit der Waschmaschine betreffend Beladung, Material, Waschmitteldosierung usw. – kann zu einer Verbesserung der Lebensdauer von Smart Textile Systemen beitragen.

Rechtliche Aspekte sind betreffend Plagiatsschutz und insbesondere bei der Entwicklung von Medizinprodukten zu beachten. *Standardisierung und CE Kennzeichnungen* sind teilweise vorgegeben, teilweise werden diese neu entwickelt werden müssen.

Abbildung 26 Generelle Eigenschaften & Anforderungen: F&E-Themen



Quelle: Roadmap Workshops im Rahmen des Projektes. Anmerkung: Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen, gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung, grün symbolisiert Markteinführung.

8. Prozesstechnik

Prozessoptimierung und hochautomatisierte Fertigung von Smart Textiles ermöglichen die Produktion von leistbaren, preisgünstigen Produkten. Kombination von Methoden und Einsatz von Simulation, CAD und Modellierung kann hier unterstützen. Ziel ist die Fertigung und damit auch die Wertschöpfung in Österreich zu halten oder aufzubauen. Die nahtlose Integration von Komponenten oder leitenden Materialien kann über Sticken, Drucken oder auch Einweben erfolgen. Technologie-Know-How dazu ist in Österreich durchaus vorhanden, eine verstärkte Kooperation mit der elektronischen Industrie ist dafür wünschenswert.

5 Maßnahmenvorschläge aus der Konsultation

Im Rahmen der für das Projekt durchgeführten Konsultationen (Workshops und Interviews) wurden gezielt Vorschläge für Maßnahmen eingeholt, welche für die erfolgreiche Weiterentwicklung des „Innovationsökosystems Smart Textiles“ als erforderlich angesehen werden. Zudem wurden auch entsprechende Handlungsfelder, in welchen solche Maßnahmen greifen sollen, nach Handlungsbedarf priorisiert.

Diese Handlungsfelder sind:

1. Unternehmerische Aktivitäten und deren Unterstützung
2. Schaffung und Diffusion von Wissen (Technologie, Forschung, Netzwerke)
3. Langfristige Perspektiven und finanzielle Anreize
4. Märkte (Entwicklung, Zugang, Nachfrage)
5. Humanressourcen
6. Öffentliche Meinung & Akzeptanz

Zusammenfassend wurden die Handlungsfelder 1 und 2 mit hoher Handlungspriorität gewertet. Sämtliche darunterfallende Maßnahmen sind entsprechend wichtig, d.h. auch möglichst kurzfristig umzusetzen. Die Handlungsfelder 3 bis 5 wurden zusammengefasst mit mittlerer Priorität und das Handlungsfeld 6 mit vergleichsweise geringer Priorität gewertet. Die Maßnahmen in den Handlungsfeldern „Humanressourcen“ und „Perspektiven und finanzielle Anreize“ wurden dabei als besonders wichtig für den Textilbereich eingestuft. Im Folgenden werden nun die eingeholten Maßnahmenvorschläge nach den sechs Handlungsfeldern zusammengefasst und näher beschrieben.

5.1 Unternehmerische Aktivitäten und deren Unterstützung

Die Entwicklung von neuen Produkten und die Erschließung von Märkten ist eine zentrale Aufgabe von Unternehmen. Die Entwicklung und Vermarktung von Smart Textiles erfordert unternehmerische Investitionen für die Zukunft und Aktivitäten zur Kooperation und Erschließung von Märkten und neuen Kundengruppen. Zudem sind Vernetzungs- und

Überzeugungsarbeit zu leisten, um ein branchenübergreifendes und interdisziplinäres Innovationsökosystem Smart Textiles aufzubauen und zu etablieren. Auch hier sind Unternehmen selbst, neben Interessenvertretungen und politischen Akteuren gefordert, einen proaktiven und kritischen Beitrag zu leisten. Mehr noch, nur die Unternehmen selbst können die zentralen Treiber für den Aufbau eines solchen Ökosystems sein, denn sie erfüllen es mit nachhaltiger Wertschöpfung und Mehrwert für Kunden und sich selbst. Entsprechende Forschung und Entwicklung mit dem Ergebnis der Hervorbringung von Innovationen ist die Voraussetzung dafür, unterstützt durch öffentliche Förderprogramme und strategische Schwerpunktsetzung. Traditionell orientierte Textilfirmen können bei diesen unternehmerischen Aktivitäten zur Umsetzung von Smart Textiles überfordert sein. Es besteht das Risiko, dass diese notwendigen unternehmerischen Aktivitäten mit zu wenig Nachdruck und Ressourcen angegangen werden, so dass sich die Potenziale am Ende nicht umsetzen lassen. Zumal die Umsatzzuwächse, die durch Smart Textiles erreicht werden können, womöglich 10 Jahre in der Zukunft liegen. Damit dies nicht geschieht, sind aus der Sicht der befragten ExpertInnen folgende Aktivitäten und (Unterstützungs-) Maßnahmen erforderlich, die in direktem Zusammenhang mit unternehmerischen Aktivitäten stehen:

Maßnahmen zu strategischen Unternehmensentwicklung

Maßnahmen zur strategischen Ausrichtung (Vision, Ziele, Schwerpunktsetzungen, Fahrpläne, Maßnahmen) und letztlich unternehmerischer Transformation sind Firmenaufgaben, die mit Nachdruck betrieben werden müssen, um Chancen ergreifen, Unsicherheit verringern und individuelle Marktpotenziale gezielt heben zu können.

Investitionen in Wissensaufbau/Grundlagenforschung auf Firmenebene

Auf der Ebene der einzelnen Firmen fehlt nicht selten die Fähigkeit zur Absorption bzw. Schaffung von Wissen und damit die Kapazitäten für Innovationen: Wenn Firmen keine eigene anwendungsorientierte Forschung betreiben, nicht gezielt in Wissensaufbau investieren, sind sie auch nicht fähig, technologische Möglichkeiten zu ihrem Vorteil zu nutzen.

Produkte und Anwendungen

Für die Sichtbarkeit von Smart Textiles wäre es von großer Wichtigkeit kurz- und mittelfristig Produkte in guter Qualität und maßgeschneidert für den Kunden auf den Markt zu bringen.

Konkrete Anwendungen könnten als Referenz dienen und die Aufmerksamkeit für Smart Textiles in die Höhe treiben.

Entwicklung und Nutzung neuer Businessmodelle

Neue Businessmodelle bieten zum Beispiel die Möglichkeit, mit hohen Investitionskosten umzugehen. Solche Modelle können genutzt werden, um Kunden anzusprechen, etwa nicht das Textilprodukt selbst (z.B. Spitalsmatratzen) zu kaufen, sondern deren Serviceeigenschaften zu mieten. Andererseits kann es auch genutzt werden, um seitens der Textilproduktion nicht sofort in Geräte und Maschinen investieren zu müssen, sondern von anderen Einrichtungen (z.B. Universitäten) zu mieten. Weiters wurde auch die Entwicklung produktbegleitender Dienstleistungen genannt, die sich in Zusammenhang mit vernetzten und intelligenten Textilsystemen anbieten würde und in den Bereich der systematischen Datenanalyse und Informationsbereitstellung (z.B. Prognosen zur Verbesserung von Planung) hineinreichen.

Finanzierung von Start-ups

Die Förderung von Start-ups, welche textiles Know-how, Materialkompetenz und Kompetenzen im Bereich Elektronik oder Software verbinden, wäre ein wichtiger Impuls zur Weiterentwicklung des Innovationsökosystems Smart Textiles.

5.2 Schaffung und Diffusion von Wissen

Sämtliche in diesem Kapitel beschriebenen Maßnahmen wurden von den befragten ExpertInnen als vorrangig für die erfolgreiche Weiterentwicklung des „Innovationsökosystems Smart Textiles“ eingestuft. Die Schaffung und der Aufbau kooperativer Forschungsinfrastrukturen hatte bei den Workshops in Vorarlberg vergleichsweise eine noch höhere Priorität als bei den Workshops in Salzburg und Wien. Aus der Sicht der befragten ExpertInnen sind demnach folgende Aktivitäten und Maßnahmen in diesem Handlungsfeld erforderlich.

Öffentliche Förderung von interdisziplinärer Forschung und Entwicklung

Thematische F&E Ausschreibungen im Bereich Smart Textiles sollen interdisziplinäres Zusammenarbeiten aus den Bereichen (Textil-)Chemie, Physik, Elektronik und Software zur

Förderbedingung machen. In diesem Zusammenhang wird hoher Handlungsbedarf gesehen, da im Zusammenspiel der Einzellösungen noch sehr viel Forschungs- und Entwicklungsbedarf stecke und ein vertieftes, gemeinsames interdisziplinäres Verständnis erst entstehen müsse. Es wurde vorgeschlagen, dass auch Methoden(-entwicklung) des interdisziplinären Zusammenarbeitens gefördert werden sollten bzw. auch eine diesbezügliche Förderberatung für interdisziplinäre Teams etabliert werden könnte.

Weiters wird es als sinnvoll für die Hervorbringung von marktfähigen Prototypen und Innovationen erachtet, dass solche interdisziplinären F&E Projekte einen Systemansatz verfolgen, der Geschäftsmodelle und „use cases“ mit Technologie und Forschung zusammenbringt. Konkret ist damit gemeint, dass F&E in Hinblick auf konkrete Anwendungen hin betrieben und dies auch bei der Förderungswürdigkeit berücksichtigt werden sollte.

Auch die Ausschreibung einer Potenzialstudie für „Printed Electronics for Smart Textiles“ (als Basis für textile Prozessoren) wurde als gewinnbringend eingestuft. Dies vor dem Hintergrund, dass in Zukunft immer mehr Software und damit Intelligenz vom „Onboard Modul“ direkt ins Textil wandern könnte bzw. sollte (siehe auch Kapitel 4).

Kooperative Forschungsinfrastrukturen schaffen/fördern

Von ExpertInnen wurde ins Treffen geführt, dass interdisziplinäre, kooperative Forschung auch physisch (zumindest temporär) zusammengebracht werden müsse, um effektiv zu sein. Der Aus- und Aufbau einer physischen Forschungsinfrastruktur, eines Innovationslabs für datengetriebene Entwicklung, spezialisiert auf (kurz- bis mittelfristige) Prototypenentwicklung, in welchem Know-how aus den Bereichen (Mikro-)Elektronik, Software, Kunststoff, Nanotechnologie und Textil zusammengebracht wird wurde in diesem Zusammenhang als gewinnbringend diskutiert.

Zudem wurde vorgeschlagen, dass interdisziplinäre, angewandte (Grundlagen-) Forschung bzw. Kooperation und Austausch von *bestehenden* Kompetenzzentren und Technologieinitiativen ausgeschrieben werden könnte - nach dem Motto: „Smart Textile trifft Smart Plastics, Smart Surface, Smart Electronics“. Ziel könnte dabei auch die Entwicklung neuer Fertigungstechnologien für elektronische Textilsysteme sein. Weiters wäre es im Sinne der Erreichung höherer technologischer Reifegrade (TRLs) auch wünschenswert, wenn Smart Textiles verstärkt am Radar (großer) anwendungsorientierter Forschungseinrichtungen sein würden.

Plattformen zur Vernetzung und zum Austausch von Wissen

Ergänzend zum Ausbau bzw. zur Schaffung und Förderung von kooperativen Forschungsinfrastrukturen wird angeregt, dass bestehende Vernetzungsaktivitäten und Plattformen zum Wissensaustausch (insbesondere die Smart Textiles Plattform) branchenübergreifend und interdisziplinär zu einem zentralen und österreichweiten „Knoten“ weiterentwickelt werden sollten. Die Aufgaben und Aktivitäten eines solchen Knotens könnten beispielsweise sein:

- Schaffung einer Wissens- und Kooperationsdatenbank (in Bezug auf Unternehmen und Forschungseinrichtungen) – auch bezüglich wer braucht was, wer bietet was?
- Firmen- bzw. branchenübergreifender, regelmäßiger gemeinsamer Austausch zum Themenkomplex Smart Textiles (Workshops, Symposien, Tagungen)
- Erleichterung des Zugangs zur angewandten (Grundlagen-)Forschung, nicht nur für den Textilbereich, sondern auch für andere Bereiche wie Elektronik etc.
- (Exklusiver) Know-how Transfer; Informationsveranstaltungen zu Vorstellung einzelner Produkte und Diskussion (vorwettbewerblicher) Projektideen
- Follow-up: Beratung und Vermittlung von F&E Kooperationspartnern, Unterstützung beim Aufbau von Projektkonsortien im Vorfeld von Ausschreibungen
- Gemeinsame strategische Planung für das Ökosystem Smart Textiles vorantreiben (Roadmaps, Mitwirkung bei öffentlichen Schwerpunktsetzungen, Vorschläge für die Ausschreibung von F&E Themen)

5.3 Langfristige Perspektiven und finanzielle Anreize

Aus der Sicht der befragten ExpertInnen sind folgende Aktivitäten und Maßnahmen in diesem Handlungsfeld erforderlich:

Öffentliche Schwerpunktsetzungen für „smarte“ Innovationen im Textilbereich

Smart Textiles ist bis dato ein nicht eigens definierter F&E Förderbereich, für den im Sinne der gezielten, langfristigen Weiterentwicklung mehr öffentliche finanzielle Unterstützung und strategische Schwerpunktsetzungen erforderlich sind.

Insbesondere Unternehmen aus dem Textilbereich haben nur unzureichende finanzielle Ressourcen für F&E und würden somit von finanzieller Unterstützung im Bereich

anwendungsorientierter, kooperativer F&E Projekte profitieren (siehe dazu auch Kapitel 2.3).

Daher wären eigene Ausschreibungen explizit für Smart Textiles, und zwar für interdisziplinäre Teams sehr begrüßenswert. Konkret wurde auch die Ausschreibung von Leitprojekten im Bereich intelligenter Textilsysteme genannt, wobei hier auch kleinere Projekte in einem großen Ganzen eingebettet sein könnten. Auch über thematische F&E Wettbewerbe könnten F&E Konsortien angesprochen werden, etwa mit anwendungsorientierten Themen wie „Kostenreduktion in der Pflege“, „Energieversorgung im intelligenten Textil“ oder auch „Nachhaltigkeit und Entsorgung/Recycling“.

Auch Machbarkeitsstudien der FFG bis hin zum Prototypen, niederschwellige F&E Projekte speziell für KMU sowie Patentförderungen bzw. Unterstützung bei Zertifizierungen für KMU werden als erforderlich und wichtig eingestuft.

Nicht zuletzt wird die partizipative Erarbeitung einer „Smart Textiles Roadmap“ unter Einbeziehung von KundInnen und BedarfsträgerInnen als wichtige strategische Grundlage für zukünftige unternehmerische und öffentliche Aktivitäten und Maßnahmen zur Weiterentwicklung des Ökosystems gesehen.

Einfachere Förderungsmöglichkeiten für KMU, Haftungsfragen

Vor allem in Zusammenhang mit der F&E Förderung für KMU wurde wiederholt eingebracht, dass die Beantragung und Abwicklung von (kooperativen) FFG Projekten problematisch sei, weil dies zu ressourcenintensiv und administrativ aufwendig sei. Dementsprechend wurde als Maßnahmen angeregt, dass hier eine Vereinfachung für Förderakquisition und eine operative Unterstützung oder auch eine Förderung bei der Antragstellung von KMU (externes Antrags-Know-how mitfinanzieren) stattfinden soll. Zudem wäre es vor diesem Hintergrund laut befragten ExpertInnen auch wünschenswert, dass niederschwellige Förderinstrumente für KMU weiterentwickelt und dabei in Hinblick auf deren tatsächliche Nutzung und Mehrwert analysiert werden.

Weiters wurde auch diskutiert, dass (komplexe) Haftungsfragen in Zusammenhang mit Smart Textiles auftauchen werden, die es abzuklären gilt. Hier sollte es für Unternehmen Hilfestellungen und Beratungsmöglichkeiten geben, die für konkrete Fragen auch konkrete Lösungen anbieten.

Zertifizierung und Standardisierung

Es wurde zu bedenken gegeben, dass Medizinproduktzertifizierungen kosten- und zeitintensiv sind und das Prozedere schwierig sei, insbesondere wenn man neu auf dem Gebiet ist. Zudem wurde auch angemerkt, dass für Textilunternehmen die CE-Kennzeichnung für Elektronikkomponenten eine Hürde darstellt. Daher wird eine Förderung für Zertifizierungen und Kennzeichnungen (CE Kennzeichnung, Medizinprodukte) insbesondere für KMU (bis zu 90%) angeregt. Auch Test- und Prüfstände für Zertifizierungen von Smart Textiles sollten in diesem Zusammenhang etabliert und öffentlich mitfinanziert werden.

Zum Zweck notwendiger Standardisierungen und Normen sollten zugängliche Datenblätter mit Spezifikationen erarbeitet und Datenaustauschmodelle oder -protokolle bzw. ein Metadatenmanagement aufgebaut und öffentlich unterstützt werden. In diesem Zusammenhang wurde auch die Entwicklung eines Layout Tools bzw. einer Plattform für das Systemdesign von Smart Textiles als wichtiger Schritt in Richtung Standardisierung und folglich Skalierung erkannt.

Die Umsetzung solcher Maßnahmen würde es auch erleichtern, an der internationalen Normendiskussion erfolgreich teilzunehmen bzw. die Stellung für die österreichische Partizipation an der Normendiskussion bei CEN/CENELEC zu verbessern.

5.4 Märkte (Entwicklung, Zugang, Nachfrage)

Aus der Sicht der befragten ExpertInnen sind folgende Aktivitäten und Maßnahmen in diesem Handlungsfeld erforderlich.

Maßnahmen zur Verbesserung des Marktzugangs

In Zusammenhang mit Markterschließungsaktivitäten wurde festgehalten, dass Produktentwicklungen zwar zusehends vom Bedarf der KundInnen ausgehen, das Prozedere in Hinblick auf Kundeneinbindung sei jedoch im Allgemeinen weiterhin so, dass relativ spät im Entwicklungsprozess des Produktes auch AnwenderInnen miteinbezogen werden. Dies wäre aber von Anfang an erforderlich, um über eine höhere Kundenzufriedenheit, bessere Nutzbarkeit und Individualisierung auch einen verbesserten Marktzugang zu bekommen.

Auch der funktionale und betriebswirtschaftliche Mehrwert von Smart Textiles Lösungen für potenzielle Kunden (B2C und B2B) sowie Lieferanten sei noch nicht hinreichend ersichtlich, was wiederum eine stärkere Verbrauchereinbindung und das frühzeitige Erkennen und Berücksichtigen der Nutzerbedürfnisse voraussetze.

Dementsprechend wären Maßnahmen und unternehmerische Aktivitäten zu begrüßen, die eine möglichst frühe Einbindung von KundInnen und AnwenderInnen in den Produktentwicklungsprozess erlauben. Die Sondierung der Anwendungspotenziale sollte breiter und regelmäßiger erfolgen als bisher. Auf Basis möglicher Bedarfe und konkreter Anforderungen seitens der KundInnen sollten sich Unternehmen und Forschungseinrichtungen marktorientiert positionieren und entsprechend F&E Aktivitäten betreiben.

Eine wichtige Rolle in diesem Zusammenhang, bei der erfolgreichen Erschließung neuer Märkte und der Ansprache möglicher KundInnen oder BedarfsträgerInnen, könnte ein branchenübergreifender „Unternehmenscluster Smart Textiles“ spielen, der eng mit dem oben genannten „Knoten Smart Textiles“ zusammenarbeitet, jedoch über ein eigenes Clustermanagement mit starker (internationaler) Markt- und Kundenorientierung und stabilen Netzwerken zu anderen Unternehmensclustern und Interessensvertretungen auch im Ausland und auf EU-Ebene, verfügt.

Entwicklung und Nutzung neuer Vertriebsstrukturen – Internationalisierung

Viele Textilfirmen sind Zulieferer, d.h. ihr Zugang zum Endkunden ist eingeschränkt und es fehlen internationale Vertriebsstrukturen. Vor dem Hintergrund der Entwicklung von Smart Textiles Endprodukten aus Österreich ist es aber erforderlich, dass Absatzmärkte direkt erschlossen werden und Marktzugänge auch außerhalb der EU in Nationen mit hoher Bevölkerungsdichte geschaffen werden (z.B. USA, Asien).

Diese Markterschließungsaktivitäten sollten von Seite der Interessensvertretungen wie der WKO und von öffentlicher Seite (bspw. FFG Programme für internationalen Technologietransfer) unterstützt werden, wodurch auch unternehmerische Erschließungsaktivitäten entstehen können.

Öffentliche Beschaffung

Öffentliche Aufträge bzw. Beschaffungen können Innovationen und Vorzeigeprojekte und Anwendungen vorantreiben und die Erschließung von Märkten beschleunigen. Öffentliche Beschaffung wäre auch wichtig für größere Stückzahlen, und damit letztlich niedrigere Preise.

Maßnahmen, die auf innovationsfördernde öffentliche Beschaffung von Smart Textiles Lösungen, etwa in den Bereichen Protech oder Medtech, abzielen, wären daher begrüßenswert und gewinnbringend.

5.5 Humanressourcen

Die konsultierten ExpertInnen sind sich darüber einig, dass in der Textilindustrie weitgehend das erforderliche Innovationspersonal fehlt. Zudem mangle es auch an interdisziplinären, auch berufsbegleitenden Ausbildungslehrgängen auf HTLs, Fachhochschulen und Universitäten, welche den Themenkomplex Smart Textiles abdecken bzw. eine explizite Spezialisierung darauf ermöglichen würden.

Dementsprechend sind aus Sicht der befragten ExpertInnen folgende Aktivitäten und Maßnahmen im Bereich „Humanressourcen“ erforderlich:

Ein verstärktes Angebot interdisziplinärer, textiler Lehrgänge auf Technischen Universitäten mit Schwerpunkt „Elektronische Textilien“ („TexTronic“) wäre an der Schnittstelle Textil/Materialentwicklung/Elektronik/Software notwendig. Intelligente und vernetzte textile Anwendungen könnten eventuell auch mehr Frauen anregen, in technische Berufe zu gehen.

Zudem wäre es auch erforderlich, Smart Textiles stärker in die Lehrpläne und Ausbildungslehrgänge der HTLs (Textil-HTL, Elektro-HTL) und der Modefachschulen zu integrieren. Weiters ist es in diesem Zusammenhang notwendig, das Lehrpersonal weiterzubilden und mit den neuesten Entwicklungen und Unterlagen vertraut zu machen. Eine Zusammenarbeit bei der Erstellung der Curricula und Lehrunterlagen sowie bei der Abwicklung der Lehrgänge seitens der LehrerInnen, StudentInnen, IndustrievertreterInnen und ForscherInnen würde die Relevanz und Akzeptanz einer solchen interdisziplinären und branchenübergreifenden Ausbildung erhöhen. Die Schaffung von Mechatronik-Ausbildungen in Lehre, HTL und auf Universitäten könnte hier als Vorbild dienen.

Weiters könnten SchülerInnen und StudentInnen in Summer Camps für den Themenkomplex Smart Textiles interessiert werden, um sich dann gegebenenfalls in der Folge ihrer (technischen) Ausbildung darauf zu spezialisieren.

5.6 Öffentliche Meinung & Akzeptanz

Die Sichtbarkeit des Themenkomplexes Smart Textiles steigt zwar, jedoch ist weitere Überzeugungs- und Öffentlichkeitsarbeit erforderlich, um nicht nur Textilunternehmen, sondern vor allem auch Unternehmen aus anderen relevanten Branchen, sowohl auf Seiten der Industrie als auch auf Seiten möglicher AnwenderInnen und BedarfsträgerInnen, für dieses Innovations- und Produktfeld zu gewinnen. Auch durch das Aufzeigen von Kostenersparnissen und Effizienzgewinnen für das Gesamtsystem – wie das Gesundheitssystem – kann die Akzeptanz und Attraktivität von Smart Textiles Anwendungen bei potenziellen KundInnen und BedarfsträgerInnen (wie Krankenkassen, Versicherungen) erhöht werden. Hierbei könnten auch Interessensvertretungen einen Beitrag leisten. Dazu wären auch zeitnahe Leuchtturmanwendungen im Pflegebereich und in der Medizinbranche hilfreich.

Zudem gelte es ebenfalls, das Image von Smart Textiles in der breiten Öffentlichkeit zu heben, klare Labels für österreichische Produkte zu schaffen und entsprechende Marketingaktivitäten für neue Produkte, die auch mit Lifestyle und Innovation konnotiert sein könnten, zu betreiben.

Ergänzend wäre es überlegenswert, die Definition von Smart Textiles in der Öffentlichkeit auch auf funktionale Textilsysteme auszuweiten, die nicht unbedingt elektronik- oder datengetrieben und vernetzt sein müssen (z.B. aktive und passive funktionale Textilien).

6 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

Die Ausschöpfung des prognostizierten Marktvolumens von Smart Textiles Anwendungen durch österreichische Produzenten kann in optimistischen Zukunftsszenarien zu einem deutlichen und kontinuierlichen Anstieg der Bruttowertschöpfung von bis zu 475 Mio. Euro im Jahr 2030 führen. Eine mögliche Trendwende bei der Beschäftigungsentwicklung im Textil- und Bekleidungssektor durch die Produktion von Smart Textiles Anwendungen kann im optimistischen Fall erst gegen Ende des Szenario Zeitraums (d.h. nach 2025) erwartet werden. In jedem Fall aber wird eine Entwicklung zu Smart Textiles mit einem Strukturwandel verbunden sein. Die Textilindustrie wird sich dabei in Richtung Elektronikindustrie hinbewegen. Eine deutliche Veränderung der Qualifikationsprofile der MitarbeiterInnen ist durch den technologischen Wandel sowie eine Steigerung der Produktivität und Wertschöpfung je Beschäftigten zu erwarten. Entsprechende Maßnahmen für die Beschäftigten der Textil- und Bekleidungsindustrie sollten zeitgerecht eingeleitet werden.

Die Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in Österreich ist mehrheitlich kleinstrukturiert, was wiederum geringe Forschungskapazitäten in Betrieben mit sich bringt. Mit drei wissenschaftlichen MitarbeiterInnen bzw. IngenieurInnen je F&E betreibendes Unternehmen ist die Forschungskapazität im textilen Sektor vergleichsweise niedrig und die Forschungsausgaben sind mit 2% bis 2,5% F&E Quote (gemessen an der Bruttowertschöpfung) gering. Der Vergleichswert der komplementären Branchen für die Entwicklung von Smart Textiles, also vor allem die Elektro-, und Datenverarbeitungsgeräteindustrie liegt bei 33 bzw. 22 wissenschaftlichen MitarbeiterInnen je F&E betreibendes Unternehmen, die F&E Quoten bei 18,5% bzw. 33,8%. Die Softwareindustrie erreicht mit durchschnittlich 6 wissenschaftlichen MitarbeiterInnen eine 9,3% F&E Quote. Damit sind das Know-how und die Ressourcen für (geförderte) F&E Projekte in diesen Branchen deutlich ausgeprägter als in der Textilbranche.

In Hinblick auf zukünftige und vielversprechende Smart Textiles F&E Themen ergaben sich aus der Expertenkonsultation mehrere F&E Themenbereiche, insbesondere im Bereich Energy Harvesting, Energiespeicherung sowie Komponenten- und

(sensorische/aktuatorische) Materialentwicklung, die jedoch in enger Zusammenarbeit mit oder sogar getrieben von der Elektronikindustrie angegangen werden müssen. Thematische Schwerpunkte entlang von Datenübertragung, -auswertung, -aufbereitung sowie Nutzung von neuen Technologien, wie 5G oder NFC, liegen nicht primär im Kompetenzbereich der Textilindustrie und erfordern Kooperationen mit vor allem oben genannten Branchen. Branchenübergreifende und interdisziplinäre F&E Kooperationen sind auch erforderlich, da es einer Verknüpfung von Herstellungsprozessen der Textilindustrie, wie Stricken oder Sticken, Verweben von Fasern, mit der Entwicklung und Integration von Komponenten aus der Elektronikindustrie bedarf. Ebenso Knowhow hinsichtlich Verknüpfung mit textilen Materialien, Beanspruchung, Tragekomfort, Waschbarkeit und Nutzerfreundlichkeit müssen von Seiten der Textilindustrie in die gemeinsamen Entwicklungsprozesse einfließen.

Smart Textile Technologien bieten den heutigen Textilfirmen zweifelsohne neue Möglichkeiten zur Innovation. Es bedeutet jedoch auch, dass die Firmen zu einem Zeitpunkt investieren müssen, an dem diese neue Technologie noch in ihrer „Kindheit“ ist. Wenn Firmen aber keine eigene industrielle Forschung betreiben, nicht frühzeitig gezielt in Wissensaufbau investieren, sind sie auch nicht entsprechend fähig, technologische Möglichkeiten und Potenziale für Innovationen und neue Produkte zu ihrem Vorteil zu nutzen. Ihr Zugang zum Zukunftsmarkt Smart Textiles ist daher relativ schwierig und erschwert die Organisation und Umsetzung von erforderlichen Innovationen und (geförderten) F&E Projekten. Die vielfältigen technologischen Möglichkeiten und Anwendungspotenziale im Bereich Smart Textiles bekommen dann nicht den erforderlichen Schub, den sie brauchen würden, um die Markt- Wertschöpfungs- und Beschäftigtenpotenziale der kommenden Jahre in diesem Zukunftsmarkt zu heben.

Auch wenn von öffentlicher Seite, von Universitäten und Forschungseinrichtungen in Grundlagenforschung investiert wird, so ist es doch die zentrale Aufgabe von Firmen, Produkte daraus zu entwickeln, neue Nutzergruppen zu erschließen und somit Märkte aufzumachen, anfangs in Nischen. Dafür wird auch auf Seiten der Firmen Wissensaufbau notwendig sein, um strategische Kooperationen eingehen zu können, zum einen mit Abnehmern und Kunden und zum anderen mit Smart Textiles-Forschungsorganisationen. Investition in den Wissensaufbau und in strategische Kooperationen zu einem frühen Zeitpunkt im Technologiezyklus lassen Firmen später vom Aufschwung der Technologie profitieren. Gleichzeitig ist zu diesem Zeitpunkt die Unsicherheit noch am größten, weil die Produkte noch nicht (voll) entwickelt sind und das Risiko für die einzelne Firma hoch ist. Daher ist hier öffentliche Unterstützung sinnvoll, um Risiken zu teilen. Das entbindet Firmen

jedoch nicht davon, eigene Investitionen zu tätigen, um die geschaffenen neuen technologischen Möglichkeiten konkret für sich zu erschließen.

Es gilt daher, das Transformationsproblem der existierenden, mehrheitlich „low-technology“ Firmen der Textil- und Bekleidungsindustrie zu adressieren und Investitionen in „Smart Technologies“ zu fördern. Traditionell orientierte Textilfirmen brauchen Unterstützung, weil sie derart vielfältiges Know-how aus unterschiedlichen Wissens- und Technologiebereichen (Textil-Elektronik-Software) kombinieren müssten, um die sehr Elektronik und IT getriebenen Entwicklungen und Kapazitäten für Innovationen aufzubringen.

Weiters ist es vor diesem Hintergrund jedenfalls auch erforderlich, dass F&E intensive, innovative Firmen von außerhalb der Bekleidungs-, Textil- und Lederindustrie Teil des Innovationsökosystem Smart Textiles werden und gemeinsam mit der Textilbranche in Forschung & Entwicklung, neue Produkte und Anwendungen investieren. Insbesondere Branchen und Firmen aus dem Bereich (Mikro-)Elektronik und Software-Engineering oder Datenverarbeitung, welche die komplementären Technologiefelder in den Bereichen Sensorik, Elektronik, Datennutzung, Simulation auf hohem Niveau abdecken, müssen proaktiv vernetzte, intelligente Textilsysteme in verschiedenen Anwendungszusammenhängen mitentwickeln, um erfolgreiche und wettbewerbsfähige Smart Textiles Produkte auf den Markt zu bringen. Bestehende Netzwerke sind vor allem in Westösterreich, insbesondere in Vorarlberg gut ausgebaut. Es bedarf jedoch einiger Anstrengung, um die unterschiedlichen Wertschöpfungsbereiche für gemeinsame Kooperationen für die Entwicklung von Smart Textiles Anwendungen österreichweit zusammenzubringen. Aus Sicht der Textilindustrie fehlt es an Zulieferern und Entwicklungspartnern, insbesondere aus dem Bereich Elektronik und Software. Durch entsprechende kooperative, interdisziplinäre und anwendungsorientierte Forschung und Innovation mit österreichischen (und internationalen) universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen können Innovationen im Bereich Smart Textilien angekurbelt werden. Strategische Schwerpunktsetzungen und Fördermaßnahmen der öffentlichen Hand können Investitionen zielgerichtet in Unternehmen und Forschungseinrichtungen anregen. Zudem sind Vernetzungs- und Überzeugungsarbeit zu leisten, um ein branchenübergreifendes und interdisziplinäres Innovationsökosystem Smart Textiles aufzubauen und zu etablieren. In Kombination mit entsprechendem (Weiter-) Bildungsangebot im sekundären, tertiären und unternehmerischen Bereich kann es dann auch gelingen, dass sich immer mehr ForscherInnen, LehrerInnen und technologieaffine junge Menschen für den Bereich Smart Textiles begeistern, und sich damit auch die

erforderlichen Kompetenzen und Kapazitäten im Bereich Humanressourcen weiterentwickeln und schlussendlich vorhanden sind.

Damit das Potenzial von Smart Textiles Anwendungen ausgeschöpft werden kann, müssen öffentliche Maßnahmen der FTI- und Standortpolitik zu einer Erhöhung der Forschungsaktivitäten und damit Forschungsquote, der Weiterentwicklung des Innovationsökosystems, der Erschließung von Märkten, der Stärkung der erforderlichen Humanressourcen und nicht zuletzt zur Stimulation unternehmerischer Investitionen und Aktivitäten im Bereich Smart Textiles führen.

6.1 Handlungsempfehlungen

Ausgehend von den vorliegenden analytischen Befunden und den Vorschlägen aus der Expertenkonsultation lassen sich demnach folgende Empfehlungen für konkrete Maßnahmen formulieren:

Forschungsaktivitäten erhöhen

Smart Textiles ist ein bis dato nicht eigens definierter F&E Förderbereich, für den im Sinne der gezielten, langfristigen Weiterentwicklung mehr öffentliche finanzielle Unterstützung und strategische Schwerpunktsetzungen erforderlich sind. Konkret sollten folgende, spezifische *interdisziplinäre* F&E Ausschreibungen prioritär ins Auge gefasst werden:

- Anwendungsspezifische, kooperative FFG Leitprojekte zu Smart Textiles zur Erreichung hoher TRLs, entlang der Wertschöpfungskette (Mögliche Themen: „generische textile Plattform und funktionale Kontaktierung“; „Neuartige Systemarchitekturen und Softwarelösungen für Smart Textiles“)
- FFG Ausschreibungsschwerpunkt für textile Elektronik, mit Schwerpunkt neuartige Materialien, Komponenten, Sensorik und Elektronik (inkl. Datenverarbeitung und Printed Electronics) im Textil
- FFG Ausschreibungsschwerpunkt für „Energy Smart Materials“: Materialkompositionen mit verbesserten Eigenschaften (leicht, ressourcenschonend, energiesparend, sensorisch/aktuatorisch), die Energie umwandeln können (Energy Harvesting)
- FFG Ausschreibungsschwerpunkt für Produktionstechnik für Smart Textiles mit Fokus Integration von elektronischen Komponenten und Funktionen im Textil

Zudem wird angeregt, interdisziplinäre, angewandte (Grundlagen-)Forschung bzw. Kooperation und Austausch von *bestehenden* Kompetenzzentren explizit auszuschreiben. Nach dem Motto: „Smart Textile trifft Smart Plastics, Smart Surface, Smart Electronics"; Auch Machbarkeitsstudien der FFG bis hin zu Prototypen, niederschwellige F&E Projekte speziell für KMU sowie Patentförderungen bzw. Förderung von Zertifizierungen für KMU sind wünschenswert.

Der Aus- oder auch Aufbau einer physischen Forschungsinfrastruktur, eines Innovationslabs für datengetriebene Entwicklung, in welchem Know-how aus den Bereichen (Mikro-) Elektronik, Software, Kunststoff, Nanotechnologie und Textil zusammengebracht wird, spezialisiert auf Prototypenentwicklung, wird explizit empfohlen. Dabei sollte sondiert werden, welche Varianten effektiver und effizienter sind: eine entsprechende Schwerpunktsetzung und Finanzierung an einer bestehenden Forschungseinrichtung oder der Aufbau einer eigenen Forschungsinfrastruktur.

Komplementär wird die Stärkung und der (weitere) Ausbau der textilen Forschung an Universitäten mit dem Ziel der Skalierung von Smart Textiles Anwendungen und der Erreichung höherer technologischer Reifegrade (TRLs) empfohlen; vorzugsweise in kooperativen und interdisziplinären F&E Projekten. Weiters wäre es im Sinne der Erreichung höherer TRLs auch wünschenswert, wenn Smart Textiles verstärkt am Radar anwendungsorientierter Forschungseinrichtungen sein würde.

Innovationsökosystem Smart Textiles weiterentwickeln

Es gilt das Innovationsökosystem Smart Textiles konsequent auszubauen und zu integrieren. Die Sichtbarkeit des Themenkomplexes Smart Textiles steigt zwar, jedoch ist weitere Überzeugungs- und Informationsarbeit erforderlich, um nicht nur Textilunternehmen, sondern vor allem auch Unternehmen aus anderen relevanten Branchen, sowohl auf Seiten der Industrie als auch auf Seiten möglicher AnwenderInnen und BedarfsträgerInnen, für dieses Innovations- und Produktfeld zu gewinnen.

Für die Sichtbarkeit von Smart Textiles wäre es auch von großer Wichtigkeit kurz- und mittelfristig (weitere) Produkte auf den Markt zu bringen. Konkrete Anwendungen können als Referenz dienen und die Aufmerksamkeit für Smart Textiles in die Höhe treiben. Zudem gilt es auch, das Image von Smart Textiles in der breiten Öffentlichkeit zu heben, klare Labels für österreichische Produkte zu schaffen und entsprechende Marketingaktivitäten für neue Produkte zu betreiben.

Zu diesem Zweck sollen bestehende Vernetzungsaktivitäten und Plattformen zum Wissensaustausch (insbesondere die Plattform Smart Textiles) branchenübergreifend und interdisziplinär zu einem zentralen und *österreichweiten* „Knoten Smart Textiles“ weiterentwickelt werden. Auch Interessensvertretungen können hierbei, insbesondere bei der Ansprache von Unternehmen, der Öffentlichkeitsarbeit und bei Marketingaktivitäten, einen wichtigen Beitrag leisten.

Nicht zuletzt wird die partizipative Erarbeitung einer „Smart Textiles Roadmap“ unter Einbeziehung von KundInnen und BedarfsträgerInnen als wichtige strategische Grundlage für die Weiterentwicklung des Ökosystems empfohlen.

Markterschließung vorantreiben

In Zusammenhang mit Markterschließungsaktivitäten werden Maßnahmen und unternehmerische Aktivitäten empfohlen, die eine möglichst frühe Einbindung von KundInnen und AnwenderInnen in den Produktentwicklungsprozess erlauben. Die Sondierung der Anwendungspotenziale sollte dabei breiter und regelmäßiger erfolgen als bisher.

Eine wichtige Rolle in diesem Zusammenhang, bei der erfolgreichen Erschließung neuer Märkte und der Ansprache möglicher KundInnen und BedarfsträgerInnen, könnte ein branchenübergreifender „Unternehmenscluster Smart Textiles“ spielen, der eng mit dem oben genannten „Knoten Smart Textiles“ zusammenarbeitet, jedoch über ein eigenes Clustermanagement mit starker (internationaler) Markt- und Kundenorientierung und stabilen Netzwerken zu anderen Unternehmensclustern und Interessensvertretungen, auch im Ausland und auf EU-Ebene, verfügt. Unterstützt werden sollten diese (internationalen) Markterschließungsaktivitäten auch von Seite der Interessensvertretungen (bspw. WKO) und von öffentlicher Seite (bspw. FFG Programme für internationalen Technologietransfer), damit auch unternehmerische Erschließungsaktivitäten entstehen können.

Öffentliche Aufträge bzw. Beschaffungen können Innovationen und Vorzeigeprojekte und-anwendungen vorantreiben und die Erschließung von Märkten beschleunigen. Maßnahmen, die auf innovationsfördernde öffentliche Beschaffung von Smart Textiles Lösungen abzielen, wären daher jedenfalls begrüßenswert und gewinnbringend.

Notwendige Zertifizierungen und CE-Kennzeichnung sind kosten- und zeitintensiv und können eine Markteintrittsbarriere darstellen. Daher wird eine Förderung für

Zertifizierungen und Kennzeichnungen insbesondere für KMU empfohlen. Auch Test- und Prüfstände für Zertifizierungen von Smart Textiles sollten in diesem Zusammenhang etabliert und öffentlich mitfinanziert werden.

Zum Zweck notwendiger Standardisierungen und Normen sollten zugängliche Datenblätter mit Spezifikationen erarbeitet und Datenaustauschmodelle und-protokolle bzw. ein Metadatenmanagement aufgebaut und öffentlich unterstützt werden. Die Umsetzung solcher Maßnahmen würde es auch erleichtern, an der internationalen Normendiskussion erfolgreich teilzunehmen bzw. die Stellung für die österreichische Partizipation an der Normendiskussion bei CEN/CENELEC zu verbessern.

In Zusammenhang mit Smart Textiles werden (komplexe) Haftungsfragen auftauchen, die es abzuklären gilt. Hier sollte es für Unternehmen Hilfestellungen und Beratungsmöglichkeiten geben, die für konkrete Frage auch konkrete Lösungen anbieten.

Unternehmensentwicklung unterstützen

Die Unternehmen selbst sind die zentralen Treiber für den Aufbau eines Ökosystems Smart Textiles, denn sie erfüllen es mit nachhaltiger Wertschöpfung und Mehrwert für Kunden und sich selbst. Entsprechende Investitionen in Forschung und Entwicklung mit dem Ergebnis der Hervorbringung von Innovationen ist die Voraussetzung dafür, unterstützt durch öffentliche Förderprogramme und strategische Schwerpunktsetzung.

Folgende Aktivitäten und öffentliche Maßnahmen, die in direktem Zusammenhang mit unternehmerischen Aktivitäten und Innovationen stehen, werden empfohlen:

- Maßnahmen, die unternehmerische Investitionen in Smart Textiles direkt fördern, also z. B. Investitionszuschüsse, Kredite und Haftungen.
- Förderung von zukünftigem Innovationspersonal, etwa über die Förderung von Diplomarbeiten und Dissertationen sowie Forschungspraktika an Unternehmen. Die Unternehmen geben die Themen vor.
- Die Ko-Finanzierung von Start-ups, welche textiles Know-how, Materialkompetenz und Kompetenzen im Bereich Elektronik und Software verbinden, wäre ein wichtiger Impuls zur Weiterentwicklung des Innovationsökosystems Smart Textiles.
- Unterstützung bei der Entwicklung und Nutzung neuer Businessmodelle, die die Möglichkeit bieten, mit hohen Investitionskosten umzugehen oder auch die

Entwicklung produktbegleitender Dienstleistungen beinhalten, die sich in Zusammenhang mit vernetzten und intelligenten Textilsystemen anbieten.

- Prozesse zur strategischen Unternehmensentwicklung müssen vorangebracht werden, um Chancen ergreifen, Unsicherheit verringern und individuelle Marktpotenziale gezielt heben zu können. Solche Prozesse könnten von Seiten der öffentlichen Hand mitfinanziert und entsprechende Beratungsleistungen angeboten werden.

Humanressourcen stärken

In der Textilindustrie fehlt weitgehend das erforderliche Innovationspersonal. Zudem mangelt es auch an interdisziplinären Ausbildungslehrgängen auf HTLs, Fachhochschulen und Universitäten, welche den Themenkomplex Smart Textiles abdecken bzw. eine explizite Spezialisierung darauf ermöglichen würden.

Folgende Aktivitäten und Maßnahmen im Bereich „Humanressourcen“ werden daher empfohlen:

- Interdisziplinäre Curricula für „Electronic Textiles“ („TexTronic“) als eigener Schwerpunkt auf Technischen Universitäten anbieten, und zwar als Teil der Elektrotechnik und des Software Engineering.
- Smart Textiles stärker in die Lehrpläne der HTLs (Textil-HTL, Elektro-HTL) und der Modefachschulen integrieren. Lehrpersonal schulen und mit den neuesten Entwicklungen und Unterlagen vertraut machen.
- Smart Textiles Curricula in Berufsschulen, HTLs und auf Universitäten unter Mitwirkung von Industrie und Forschung ausarbeiten. Ziel ist ein eigenes Berufsbild „TextronikerIn“.
- Weiterbildungs- und Umschulungsmaßnahmen für bestehendes Personal aus der Textilindustrie entwickeln und an Erwachsenenbildungseinrichtungen bzw. direkt in Unternehmen anbieten.
- Unterstützung von „Smart Textiles“ Summer Camps für SchülerInnen und StudentInnen.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in der EU28: Beschäftigung in Tausend Beschäftigte 22
Tabelle 2 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in der EU28: Bruttowertschöpfung in Mrd. Euro 23
Tabelle 3 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie im Ländervergleich (Top 10 EU28-Länder): Beschäftigung in Tausend Beschäftigte 24
Tabelle 4 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie im Ländervergleich (Top 10 EU28-Länder): Bruttowertschöpfung in Mrd. Euro 25
Tabelle 5 Textilpatente: Relevante IPC-Klasse 33
Tabelle 6 Abgefragte Anwendungssegmente von „Smart Textiles“ und deren Beschreibung 40
Tabelle 7: Priorisierung der F&E Felder in den Roadmap-Workshops 59
Tabelle 8 Agenda des Workshops 98
Tabelle 9 Potenzialanalyse 100
Tabelle 10 Handlungsbedarf 104
Tabelle 11 Globales Marktpotential (Live-Onlinebefragung) 108
Tabelle 12 Potenzialanalyse für Smart Textiles 110
Tabelle 13: Handlungsbedarf Bewertung der Gruppen 114
Tabelle 14: Globales Marktpotential (Live-Onlinebefragung) 119
Tabelle 15: Agenda des Workshops 120
Tabelle 16: Vorgestellte F&E Felder und Bewertung 121
Tabelle 17 Themensammlung aus vier Gruppen des Workshops in Bregenz (21.11.2019) 122
Tabelle 18: Bewertung der Instrumente & Maßnahmen und Zuordnung der F&E Felder 131
Tabelle 19: Vorgestellte F&E Felder und Bewertung 132
Tabelle 20 Themensammlung aus zwei Gruppen des Workshops in Wien (09.12.2019) 133
Tabelle 21: Bewertung der Instrumente & Maßnahmen und Zuordnung der F&E Felder 137

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Überblick Arbeitspakete 10
Abbildung 2 Intelligentes Textilsystem mit Kommunikationsfunktion 15
Abbildung 3 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in Österreich: Beschäftigung 17
Abbildung 4 Beschäftigung in der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie je Gemeinde 2017 18
Abbildung 5 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in Österreich: Bruttowertschöpfung 19
Abbildung 6 Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie in Österreich: Nettoinvestitionen 20
Abbildung 7 Textil- und Bekleidungsindustrie in Österreich: Weltimporte und -exporte nach Nutzungskategorien 2018, in Mrd USD 21
Abbildung 8 F&E-Ausgaben der Textil-, Bekleidungs- und Lederindustrie von 2007 bis 2017 27
Abbildung 9 Teilnahmen an Textil-Forschungsprojekten (EU-FP & FFG) je Organisation 29
Abbildung 10 Teilnehmer an Textil-Forschungsprojekten (EU-FP & FFG) je Gemeinde und Sektor 30
Abbildung 11 Teilnehmer aus der Textil-, Bekleidungs-, und Lederindustrie an Textil-Forschungsprojekten (EU-FP & FFG) je Gemeinde 31
Abbildung 12 Österreichische PCT Textil-Patentanmeldungen 2014-2016: Anmelder 34
Abbildung 13 Österreichische PCT Textil-Patentanmeldungen 2014-2016: Technologien 35
Abbildung 14 Europäische Institutionen mit den meisten wissenschaftlichen Publikationen im Bereich "Smart Textiles" 37
Abbildung 15 Schätzung/Prognose Marktvolumen Smart Textiles 2017, 2022 und 2030 39
Abbildung 16 Szenarien wirtschaftliche Entwicklung - Übersicht 49
Abbildung 17 Szenarien Übersicht Bruttowertschöpfung 56
Abbildung 18 Szenarien Übersicht Beschäftigung 56
Abbildung 19 Themenkomplex der Smart Textiles in sieben F&E Feldern 59
Abbildung 20 Energie in und für textile Systeme: F&E-Themen 62
Abbildung 21 Simulation, Modellierung, Datenauswertung & künstliche Intelligenz: F&E-Themen 63
Abbildung 22 Komponentenentwicklung und Miniaturisierung: F&E-Themen 64
Abbildung 23 Materialentwicklung: F&E-Themen 65
Abbildung 24 Verbindungstechnik: F&E-Themen 66
Abbildung 25 Datenübertragung: F&E-Themen 66
Abbildung 26 Generelle Eigenschaften & Anforderungen: F&E-Themen 67

Abbildung 27 Wertschöpfungs- und Beschäftigungsszenario *„Umbruch“* 94
Abbildung 28 Wertschöpfungs- und Beschäftigungsszenario „Renaissance“ 95
Abbildung 29 Wertschöpfungs- und Beschäftigungsszenario *„Kontinuität“* 96
Abbildung 30 Wertschöpfungs- und Beschäftigungsszenario *„Worst-Case“* 97
Abbildung 31 Word Cloud aus dem Workshop (Auswertung aus 9 TeilnehmerInnen) 100
Abbildung 32 Persönliche Bedeutung von Smart Textiles 109
Abbildung 33 Word Cloud aus dem Workshop (Auswertung aus 8 TeilnehmerInnen) 109
Abbildung 34 Strukturen im Marktzugang 118

Literaturverzeichnis

Breschi, S. und Lissoni, F. (2004): Knowledge spillovers and local innovation systems: A critical survey. Industrial and Corporate Change 10(4), 975-1005

Eurostat (2020): Eurostat Structural Business Statistics https://ec.europa.eu/eurostat/web/structural-business-statistics [Zugriff: Jänner 2020]

FFG (2019): FFG Projektdatenbank**.** https://projekte.ffg.at/ [Zugriff: März 2019]

Fischer, M.M., Scherngell, T. & Jansenberger, E. (2006): The geography of knowledge spillovers between high-technology firms in Europe: Evidence from a spatial interaction modeling perspective. *Geographical Analysis 38*(3), 288-30

Forschungskuratorium Textil e.V. (2016) SMART TEXTILES - Licht, Wärme, Daten aus der Faser. Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 14–16; 10117 Berlin. https://www.textilforschung.de/uploads/2016-11-14-15-12-22-40-1.pdf

Gehrke, I.; Tenner, V.; Lutz, V.; Schmelzeisen, D.; Gries T. (2019) Smart Textiles Production. Overview of Materials, Sensor and Production Technologies for Industrial Smart Textiles; MDPI: Basel, Switzerland, 2019.

Heller-Schuh, Barbara; Barber, Michael;, Scherngell, Thomas & Zahradnik, Georg (2019): Documentation of RISIS datasets: EUPRO (Version 1.0). Zenodo 2019. http://doi.org/10.5281/zenodo.3337982

Jaffe, A.B.; Trajtenberg, M. & Henderson, R. (1993): Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. The Quarterly Journal of Economics 108 (3), 577-598

Kongahage, D. & Foroughi, J. (2019): Actuator Materials: Review on Recent Advances and Future Outlook for Smart Textiles. Fibers, 7 (3), fib7030021-1-fib7030021-24.

Le Bas, C.L. & Sierra, C. (2001): 'Location versus home country advantages' in R&D activities: Some further results on multinationals' locational strategies. *Research Policy 31*(4), 589-609

Maggioni, M.A.; Nosvelli, M. & Uberti, T.E. (2007): Space versus networks in the geography of innovation: A European analysis. *Papers in Regional Science 86*(3), 471-493

Molina, N. E. L. & Ruiz, A. U. (2012): Technological specialization, technological convergence and growth. Präsentiert am 40. ANPEC Meeting, Porto de Galinhas, Dezember 2012

OECD (1994): The Measurement of Scientific and Technological Activities. Using Patent Data as Science and Technology Indicators – Patent Manual 1994. Paris, OECD Publishing

OECD (2018) REGPAT database, März 2018

Ohnemus, J. & Rasel, F. (2018): FashionTech – Smart Textiles: Kurzexpertise im Auftrag des BMWi http://ftp.zew.de/pub/zew-docs/gutachten/Kurzexpertise-FashionTech-ZEW2018.pdf

Statistik Austria (2017a): Leistungs- und Strukturstatistik 2017 https://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/produktion_und_bauwesen/leistungs_und_strukturdaten/index.html

Statistik Austria (2017b): Erhebung über Forschung und experimentelle Entwicklung (F&E) im firmeneigenen Bereich 2017 https://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/forschung_und_innovation/f_und_e_in_allen_volkswirtschaftlichen_sektoren/index.html [Zugriff: Jänner 2020]

Ter Wal, A. L. & Boschma, R. A. (2009): Applying social network analysis in economic geography: Framing some key analytic issues. The Annals of Regional Science 43(3), 739-756

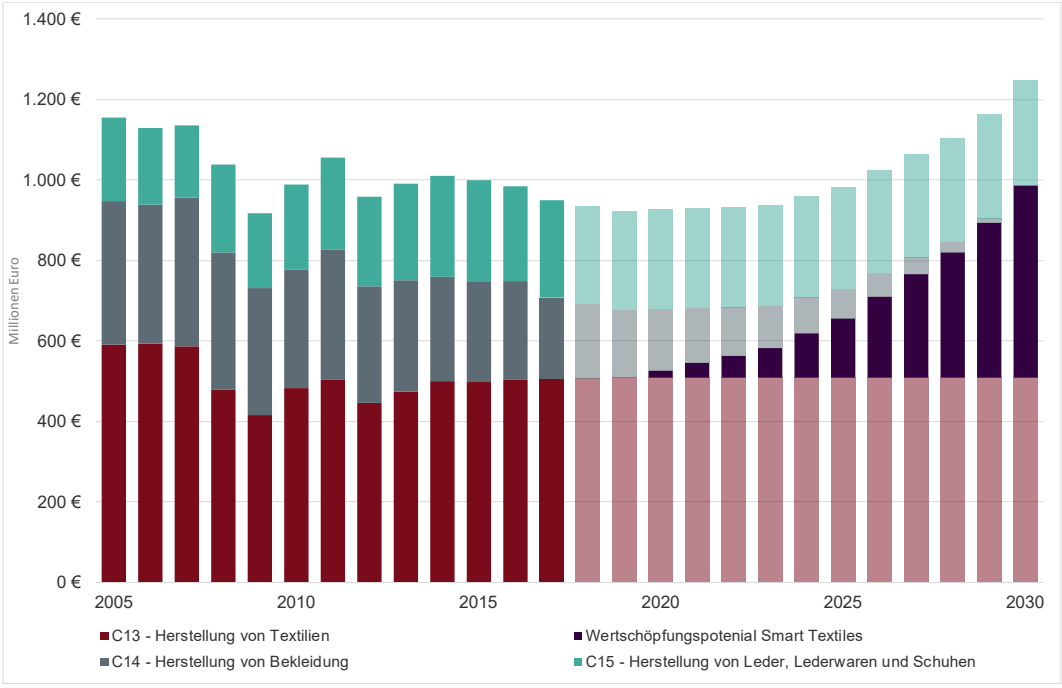
WIPO online (2019a): What is a patent? Verfügbar unter: http://www.wipo.int/patents/en/#basics [Zugriff: Juli 2019]

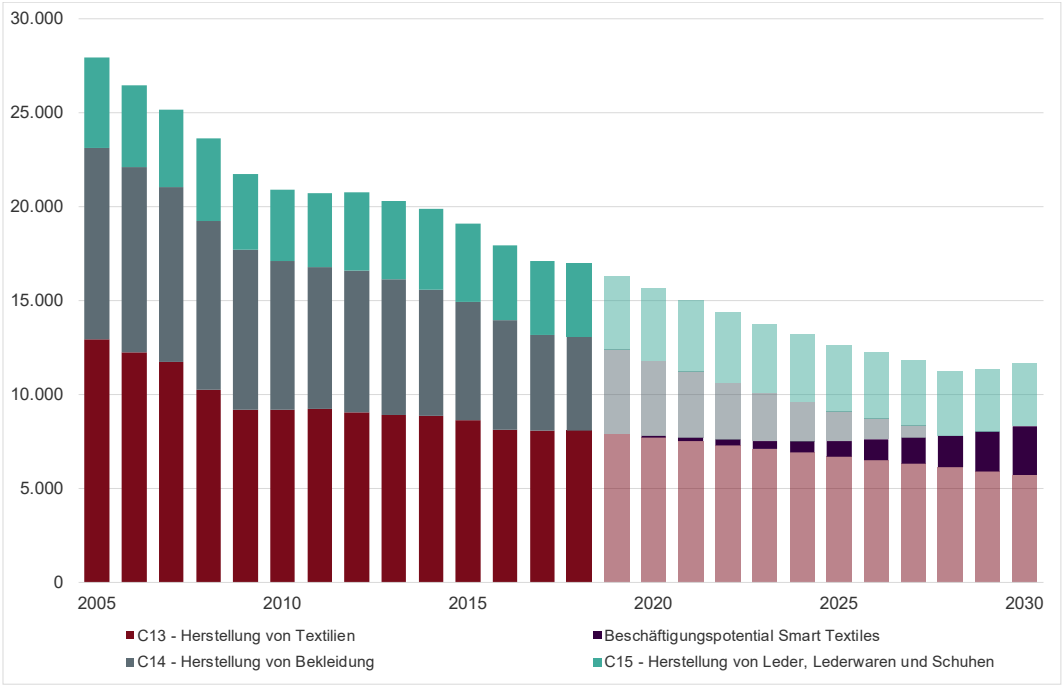
WIPO online (2019b): International Patent Classification (IPC) official publication. Verfügbar unter: http://web2.wipo.int/ipcpub/#refresh=page [Zugriff: Mai 2019]

WIPO online (2019c): PCT – The International Patent System. Verfügbar unter: http://www.wipo.int/pct/en/index.html [Zugriff: Mai 2019]

Anhang

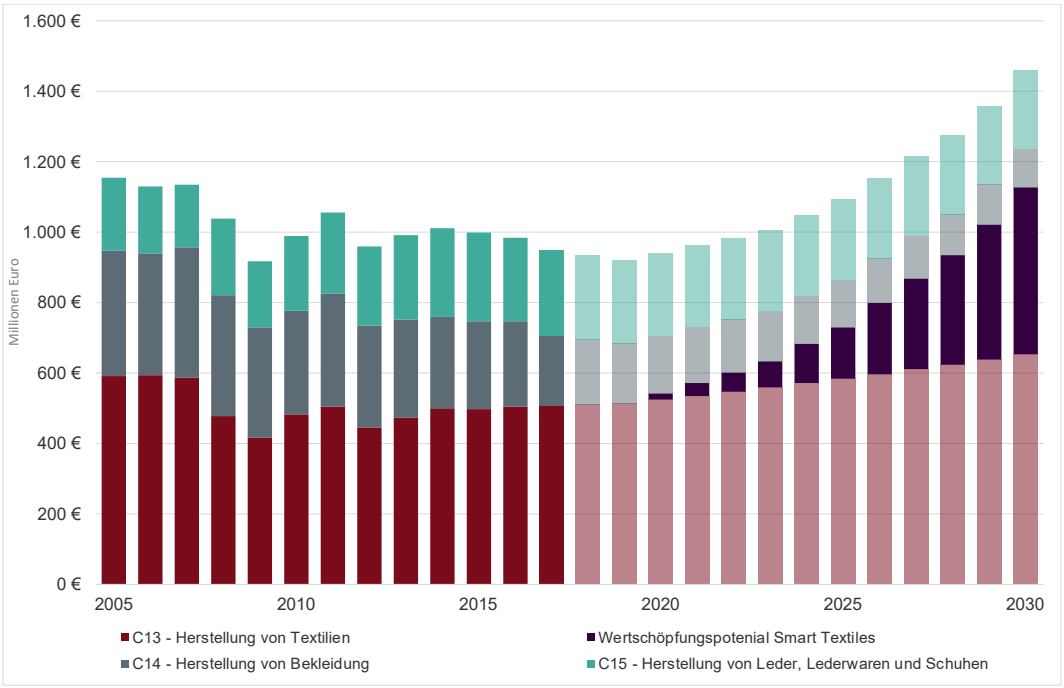
Abbildung 27 Wertschöpfungs- und Beschäftigungsszenario *„Umbruch“*

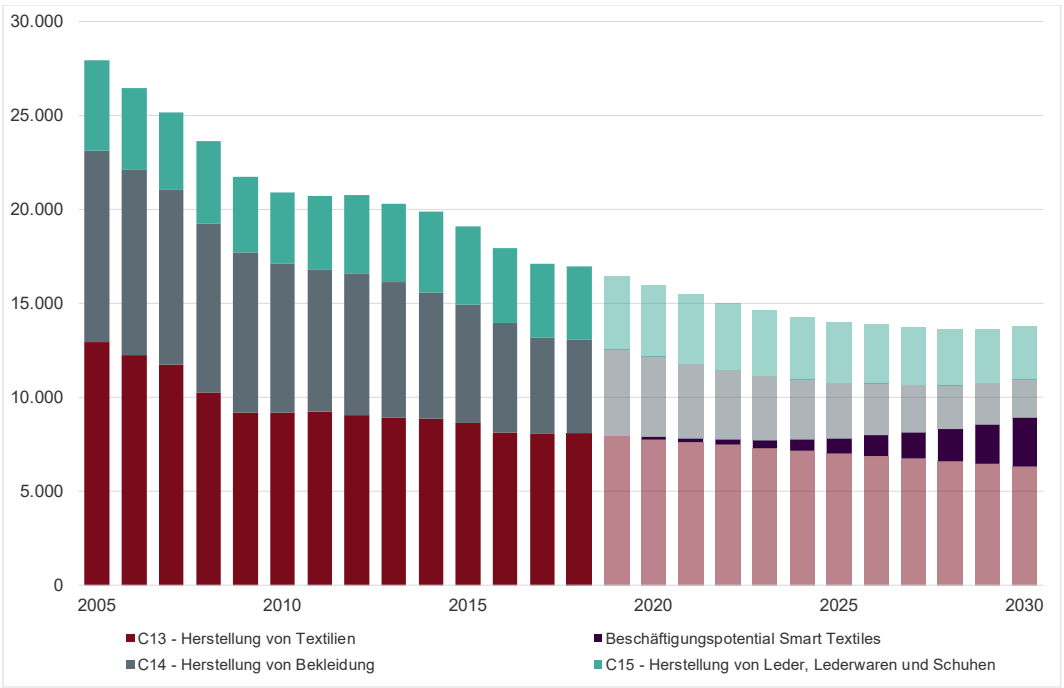




Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

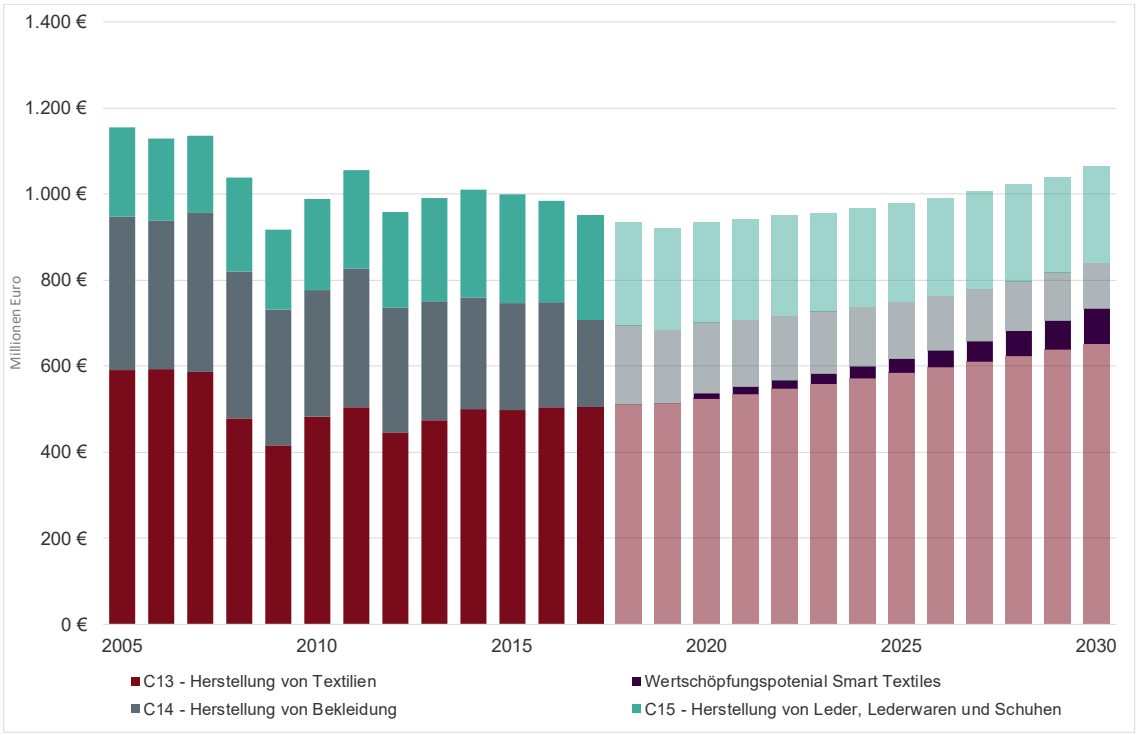
Abbildung 28 Wertschöpfungs- und Beschäftigungsszenario „Renaissance“

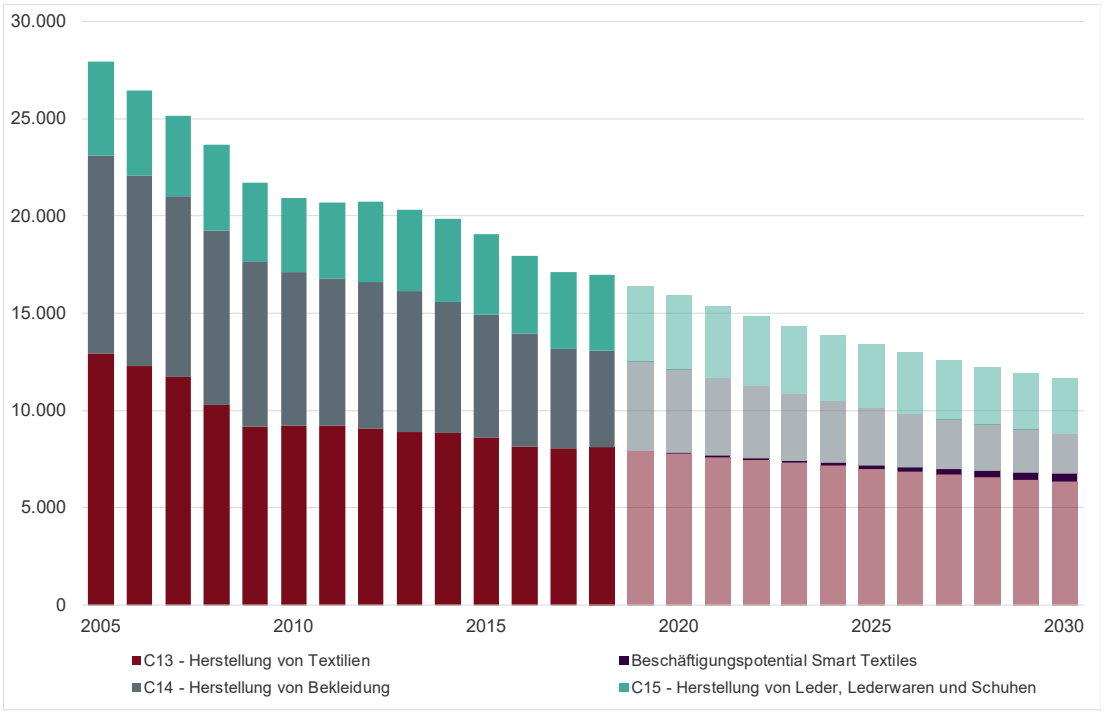




Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

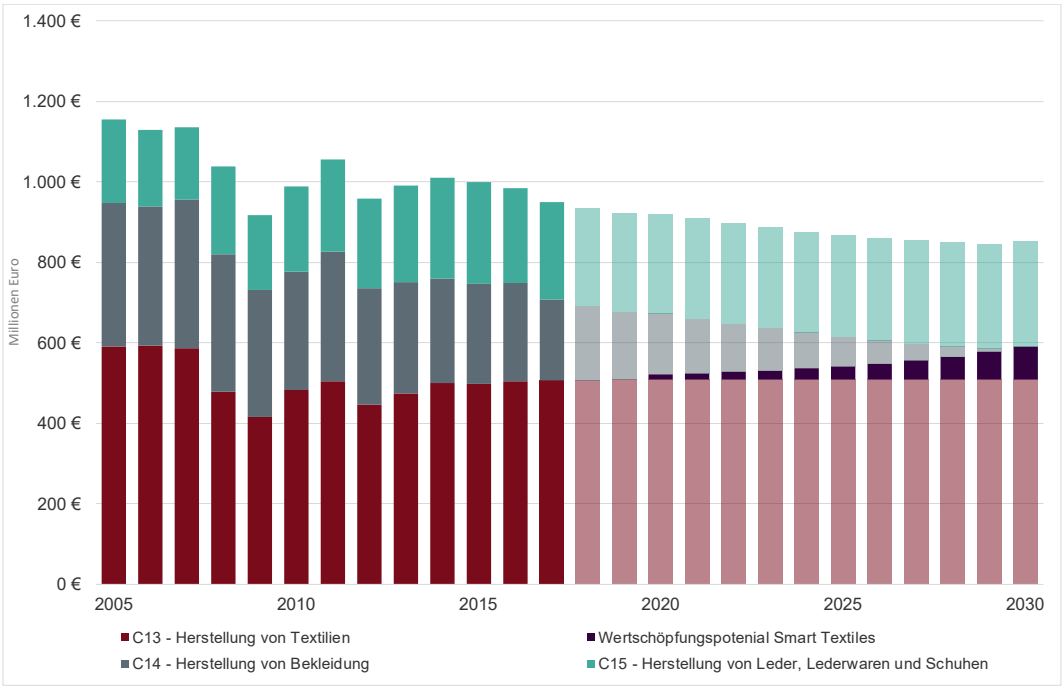
Abbildung 29 Wertschöpfungs- und Beschäftigungsszenario *„Kontinuität“*

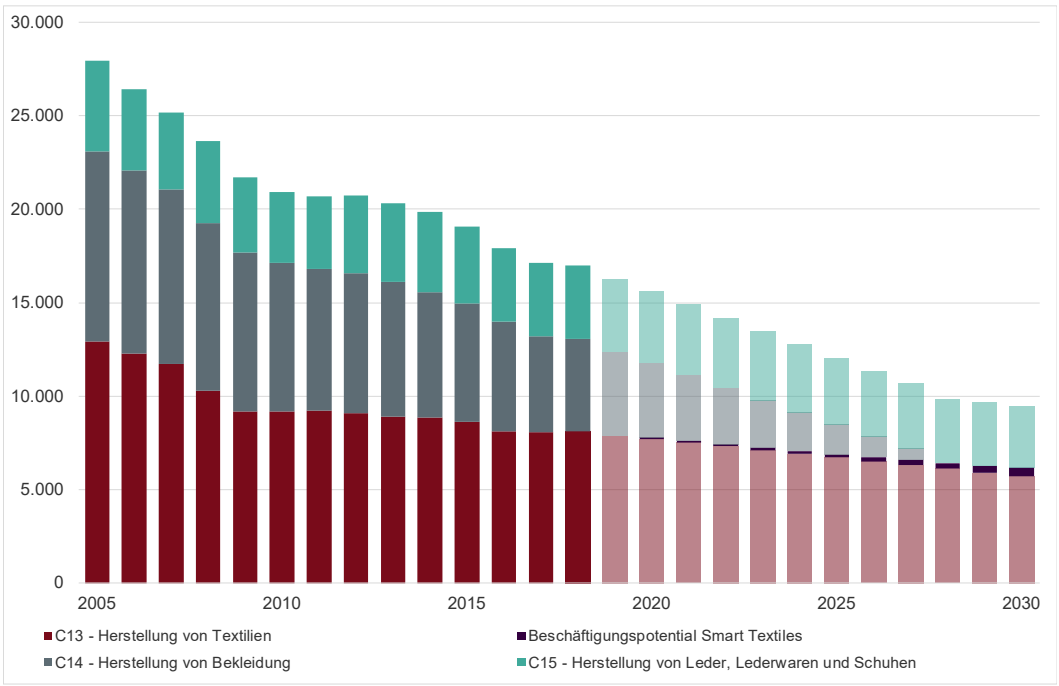




Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

Abbildung 30 Wertschöpfungs- und Beschäftigungsszenario *„Worst-Case“*





Quelle: Eurostat Structural Business Statistics, AIT Berechnungen

Protokolle der vier Konsultationsworkshops

Potenzialworkshops Salzburg und Hohenems

Agenda

Tabelle 8 Agenda des Workshops

10:00	Willkommen
10:15	STS Projekt Vorstellung und erste Ergebnisse Vorstellungsrunde & Smart Textiles Mini-Umfrage
11:00	Potenziale in Anwendungsfeldern für Smart Textiles Gruppenarbeit und Diskussion
12:30	Lunch Break
13:30	Handlungsbedarf Input aus dem Projekt, Mini-Umfrage Gruppenarbeit und Diskussion
15:30	Projektausblick & Ende

Die beiden Arbeitsgruppen wurden für die jeweiligen Diskussionsrunden neu zusammengesetzt und durchmischt, die Gruppengröße bestand jeweils aus etwa der Hälfte der TeilnehmerInnen.

Ergebnisse des Workshops in Salzburg (17.06.2019)

„Was bedeutet SMART TEXTILES für mich?“

- Zukunftskompetenz für Designer/Textiler & IKT-ler
- Smarte Textile Produkte, die von der Entwicklung hin zur industriellen Herstellung kommen. Neue Tätigkeitsfelder für Unternehmen der österreichischen Textil- und Bekleidungsindustrie sowie Schuhindustrie
- Smart Textiles Kompetenzen sind technologisch wichtig für die zukünftige Schaffung von hochwertigen Arbeitsplätzen
- ST => Möglichkeit für europ. Markt Vorreiter / Weltmarktführer zu sein
- Ewiges Zukunftsthema & Differenzierungschance für Standort Europa
- Intelligente Textilien – Textilien mit „technischer“ Information
- Potential für Quelle neuer (nachhaltiger) Erkenntnisse / Data Insight behavioural change zu haben
- Neue Möglichkeit Daten zu generieren
- Unobtrusive Technology, neue Art der Datenquelle für (Bewegungs)Datenanalyse
- ST sind Textilien mit denen Mann/Frau digital interagieren kann. Sie sind mit Sensoren und Aktuatoren augmentiert.
- Interaktive, kontext-sensitive Materialien
- Intelligent, Soft Sensoren, Schlüsseltechnologien im Bereich IoT
- Funktionserweiterung textiler Strukturen um digitale Sensorik
- Innovation für die Digitalisierung. Sensorik / Daten
- Interaktiv / nützliche situationsadaptive Anpassung / waschbar
- Erweiterung der menschlichen Sensorik und Verschmelzung der Technologie mit dem Körper
- Smart Textiles sind für mich eine neue spannende Technologie, die uns das Leben erleichtern wird
- Nachhaltige und nahtlose Integration von Interaktionselektronik in alltäglichen Textilien
- Unaufdringliche Erweiterung im menschlichen Umfeld
- Durch Smart Textiles kann das Potenzial von Kleidung als interaktives Medium extrapoliert werden

Abbildung 31 Word Cloud aus dem Workshop (Auswertung aus 9 TeilnehmerInnen)

Potenzialanalyse und Stärken / Schwächen

Tabelle 9 Potenzialanalyse

Anwendung	Beschreibung	Potenzial Gruppe 1	Potenzial Gruppe 2	Gesamt
CLOTHTECH	Arbeits/ Alltagskleidung	1	10	11
PROTECH	Schutz/ Einsatzbekleidung	7	8	15
SPORTTECH	Sport/ Outdoorbekleidung	5	10	15
MEDTECH	Spitalswäsche, Verbandszeug, Orthesen	6	8	14
HOMETECH	Heimtextilien, Innenausstattung	4	6	10
MOBILTECH	Fahrzeugbau, Flugzeugbau, Transportfahrzeuge	8	2	10
INDUTECH	Anlagentechnik, Filter, Isolation	7	1	8
PACKTECH	Textile Behälter u Verpackungen / Logistik	0	2	2
AGROTECH	Anwendungen in Landwirtschaft u Gärtnerei	2	0	2
GEOTECH	Landschaftsbau, Untergrundbefestigungen, Drainagen,…	1	1	2
ÖKOTECH	Luft-/Wasserreinigung, Recycling& Deponien, Errosions- u Gewässerschutz	3	1	4
BUILDTECH	Bautextilien, Straßenbau	1	1	2
Gametech Arttech	Zusatz: Spiele- und Gamingindustrie Kunstsektor			

Gruppe 1

Stärken

- F&E an Universitäten
- F&E-Fördermöglichkeiten
- Geschlossene Wertschöpfungsketten
- Protech: Nationale Produzenten
- Sportech: Alpiner Raum (Spezialisierung, natürliche Testumgebung)
- Medtech: Spitäler (z.B. AKH) als Anwendungspartner
- Mobiltech: Marktzugang über Elektronik/IT; Nationaler Abnehmer (Bahn, Automobil)
- Ökotech, Buildtech: Märkte, Unternehmen und Forschung in Österreich vorhanden

Schwächen/Potenziale

- Ressourcen
- Kooperation im Sektor bzw. mit anderen Sektoren
- Protech/Sportech: Konfektion
- Protech/Sportech: Kostendruck
- Textilmaschinenbau
- Medtech: Fehlender Marktzugang Endhersteller
- Medtech: Kosten / Regulierungen
- Indutech: Faserherstellung mit integrierten Halbleitern (keine Hersteller in AT), fehlende Zulieferer/Entwicklungspartner in AT (Seilte)
- Hometech: Geschäftsmodell?

Gruppe 2

Stärken

- Gute österr. Betriebe für Protech
- Innovative Industrie (Start-ups)
- Sportech: Spezialisierte Industrie (Sportschuhe) in AT & andere Runtasctic
- Gute Forschung bei Medizin & Sport/Physio, Verknüpfung mit Informatik ist gut
- Kooperation Sport => Medi hohes Potenzial
- Meditech: Gute Beispiele für Recycling / Circularity
- Hometech: Gute österr. Industrie, die bereit ist zu kooperieren (Joka,…)
- Konzeptionelle Projekte gibt es viele
- Gegenseitiger Austausch fängt an
- Datenverarbeiter sehr gut

Schwächen/Potenziale

- Ausbildung / Studium
- Nachhaltigkeit/Circular Economy
- Arbeitsprozesse
- Echter Mehrwert muss für Konsumenten ersichtlich sein
- Verbrauchereinbindung
- Modeschöpfer setzt sich mit Nähvorgang nicht auseinander
- Design
- Kosten
- Stückzahlen / Skalierbarkeit
- Reparatur / Zerlegbarkeit (Modulare Wearables)
- Waschbarkeit, Sterilisierbarkeit (bes. bei Medtech)
- Anforderungen ans Material (tragbar, angenehm, verträglich,..)
- Sensorqualität für manche Feinanalysen noch nicht ausreichend
- Materialien in Europa schwer zu bekommen (Piezoreaktive Materialien)
- Diskrepanz Technik ⇔ Bekleidung, Textil
- Kontaktierung Textil ⇔ Elektronik
- Datenblätter für Garne und Stoffe
- Standardisierung wird gebraucht

- Anforderungen, die gebraucht werden, an die Industrie kommunizieren – Schnittstellen f. Austausch für Kooperationen fehlen
- Datenübertragung ohne Strom geht's nicht, Energy Harvesting für Datenübertragung noch zu wenig
- APP Programmierer & IT Menschen für Bekleider schwer zu finden, gehen eher in Branchen, wo mehr zu verdienen ist.
- Dual Use – Geld für Militärforschung?
- KMU: kleinstrukturierte Betriebe: Forschungskapazität ist niedrig, aber besonders Marketingkapazität fehlt
- Nutzerbedürfnisse bekannt?

Anmerkungen

Protech, Sportech und Medtech werden als Vorreiterbranchen gesehen

Clothtech:

- inklusive Accessoires
- Niedriges Lohnniveau in der Bekleidungsindustrie
- Inlandsfertigung sehr schwierig
- Erfordert viel Risikobereitschaft von österr. Bekleidungsproduzenten

Zusatzkategorie: Kunsttech und Gametech: Spiele, Unterhaltung und Kunstsektor

Handlungsbedarf und Maßnahmen

Wo sehen Sie nationalen Handlungsbedarf für erfolgreiche Smart Textiles (Anwendung) und Innovation/Umsetzung im internationalen Kontext? In welchem der 7 Handlungsfelder? Welche Maßnahmen erachten sie in welchem Handlungsfeld als zweckmäßig/notwendig?

Tabelle 10 Handlungsbedarf

Handlungsbedarf	Gruppe 1	Gruppe 2	Gesamt
Unternehmerische Aktivitäten u deren Unterstützung	7,5	7	14,5
Schaffung von Wissen (Technologie, Forschung)	5	7	12
Diffusion von Wissen (Technologietransfer, Netzwerke)	13,5	3	16,5
Langfristige Perspektiven und Anreize	4	8	12
Märkte (Entwicklung, Zugang, Nachfrage)	6	4	10
Ressourcen: Humanressourcen / Finanzielle Ressourcen	0	2	2
Öffentliche Meinung & Akzeptanz	3	4	7
Unternehmerische Aktivitäten u deren Unterstützung	0	0	0

Gruppe 1

Unternehmerische Aktivitäten:

- Cross-Innovation
- IPR?
- Anreize für Unis Spin-Offs zu fördern

Schaffung von Wissen

- Größere (FFG) Projekte / stärkere Konzentration
- Langfristige (4J+) & internationale & interdisziplinäre Kompetenz
- Schnellere Projektgenehmigung (FFG)

Diffusion von Wissen

- Wissen was (technisch) möglich ist (F&E&Elektronik/IT)
- Sektorübergreifende Cluster
- Vertrauen aufbauen (über vorwettbewerbliche Projekte)

Perspektiven und Anreize

- Nationale Smart Textiles Roadmap
- Planbarkeit bei Förderungen

Märkte Zugang und Nachfrageentwicklung

- Neue Themen identifizieren
- Pilotprojekte um konkrete Probleme mit Hilfe von Smart Textiles zu lösen
- Kooperationen für Prototypen/Kleinserien zur Kundenbindung
- Innovative öffentliche Beschaffung (Problem IP)

Ressourcen: human und finanziell

- Human: Interdisziplinäre Ausbildung(en)
- Finanz: Hoher Kostendruck-> Fehler vermeiden statt neues probieren

Öffentliche Meinung und Akzeptanz

- Potentiell Umwelt/Gesundheit/Daten

Gruppe 2

Unternehmerische Aktivitäten

- Microelektronik & IT Seite muss treiben
- Kompetenzerhebung von (Textil)Unternehmen welche es gibt, welche Schwerpunkte, ebenso Elektronik und Softwareindustrie
- Haftungsfragen klären

Schaffung von Wissen

- Versuchsanlage für Filamentherstellung schwer verfügbar
- Lange Wertschöpfungsketten mit vielen Akteuren „Mosaikstücke“
- Forschung im Schnittstellenbereich
- Technologikum mit Kerntextilindustrie, kurzfristige Ideentestung „Pilotfabrik“
- Schnellere Entwicklungsgeschwindigkeit Unternehmer => Forschung
- Grundlagenforschung mittelfristig

Diffusion von Wissen

- Sprachproblem
- Unterschiedlichste Kompetenzbereiche
- Alle Kompetenzen an einen Tisch bereits in der Frühphase
- Verknüpfung Textil – Elektronik (auch bei Schaffung v. Wissen)
- Innovationsmesse interdisziplinär, aber von nicht-textil Seite her aufgezogen
- Hackertons Open Source Entwicklungen

Perspektiven und Anreize

- Wettbewerbe für reelle Umsetzung ausschreiben (Salzburg Research) – z.B. im Rahmen einer „intelligenten Beschaffung“: ein Wettbewerb zum Thema „Kosten sparen durch Smart Textiles bei der Pflege“
- Roadmap für ganz Österreich
- Attraktives Anreizprojekt, das aus dem Markt kommt

Märkte Zugang und Nachfrageentwicklung

- Breites, gemeinsames Marketing in die Welt – Zukunft der Smart Textiles liegt in Asien (WK, Ministerien,..)

Ressourcen: human und finanziell

- Firmen stecken Geld rein, wenn Marktpotenzial absehbar ist
- Übergang Forschung zu Industrie: Förderung & Finanzierung muss schneller sein
- Vermehrt thematische Ausschreibung wie „Mechatronik“ => Textronik: neues Fach, nicht zusammenstoppeln!
- Schnelles und kurzfristiges Erstellen von neuen Curricula / Lehrplänen für Ausbildungen (bei kleinen Strukturen leichter als bei großen wie Uni Salzburg)

Öffentliche Meinung und Akzeptanz

- Sicherheitsaspekt schafft Akzeptanz (ST zeichnen auf)
- Bedarfserhebung & Konkretisierung
- Für andere Branchen muss der ST Bereich attraktiver werden => potentielle Partner aus interessierten u bereits aktiven (Elektronik)Unternehmen
- Mehr Marketing für bereits vorhandenes KnowHow „von ganz oben“

Nicht zugeordnet

- Diskrepanz: Forschung hat tw. Auftrag NICHT Produkte zu entwickeln sondern mehr Grundlagenforschung zu betrieben, nur mehr Prototypen
- Forschungsprojekte an Überleitungsprojekten beteiligen lassen
- Normungen für ST (zu früh hindert es aber Innovation)
- Standardisierte Prozesse in Kombination mit Spezifikation

Online Umfrage:

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung an zu

- Passive Textiles
- Active Textiles
- Connected Sensor Textiles
- Connected Actuator Textiles

Tabelle 11 Globales Marktpotential (Live-Onlinebefragung)

Anwendung	Kann Potenzial nicht einschätzen	kein Potenzial	mäßiges Potenzial	großes Potenzial
Passive Textiles	**0**	**0**	**3**	**7**
Active Textiles	**0**	**0**	**0**	**10**
Connected Sensors	**1**	**0**	**3**	**6**
Connected Actuactor Textiles	**0**	**0**	**9**	**1**

Ergebnisse des Workshops in Hohenems (24.06.2019)

Bedeutung von Smart Textiles für die TeilnehmerInnen

- Nutzwertsteigerung, Unterstützung, Arbeitserleichterung
- Adaptiv und reaktionsschnell – Textil
- Funktionelle Textilien, lebensrettende Maßnahmen, Textil und Funktion vereint
- Unsichtbarer, nicht spürbarer (integrierter) Mehrwert
- Soft Sensoren, intelligent; Aktoren
- Innovation & Nachhaltigkeit
- Neue Lösungsansätze – Vereinfachung des Lebens
- Smart Textiles bedeutet eine gesündere Zukunft mit den Möglichkeiten dies zu überwachen und zu reagieren
- Vitaldaten, Context Awareness
- Change! Auswertbare Textilien
- Change! Intelligente Textilien
- Smart Textiles die Zukunft der Elektronik
- Flexible Sensorik; Datenanalyse; Photonik

Abbildung 32 Persönliche Bedeutung von Smart Textiles

Abbildung 33 Word Cloud aus dem Workshop (Auswertung aus 8 TeilnehmerInnen)

Potenzialanalyse und Stärken / Schwächen

Tabelle 12 Potenzialanalyse für Smart Textiles

Anwendung	Beschreibung	Gruppe 1	Gruppe 2	Summe
CLOTHTECH	**Arbeits/ Alltagskleidung**	**3**	**1**	**4**
PROTECH	**Schutz/ Einsatzbekleidung**	**6**	**5**	**11**
SPORTTECH	**Sport/ Outdoorbekleidung**	**4**	**2**	**6**
MEDTECH	**Spitalswäsche, Verbandszeug, Orthesen**	**7**	**5**	**12**
HOMETECH	**Heimtextilien, Innenausstattung**	**1**	**3**	**4**
MOBILTECH	**Fahrzeugbau, Flugzeugbau, Transportfahrzeuge**	**2**	**6**	**8**
INDUTECH	**Anlagentechnik, Filter, Isolation**	**1**	**5**	**6**
PACKTECH	**Textile Behälter u Verpackungen / Logistik**	**0**	**0**	**0**
AGROTECH	**Anwendungen in Landwirtschaft u Gärtnerei**	**1**	**1**	**2**
GEOTECH	**Landschaftsbau, Untergrundbefestigungen, Drainagen,…**	**0**	**1**	**1**
ÖKOTECH	**Luft-/Wasserreinigung, Recycling& Deponien, Errosions- u Gewässerschutz**	**1**	**0**	**1**
BUILDTECH	**Bautextilien, Straßenbau**	**4**	**1**	**5**

Gruppe 1: Anmerkungen: Sport und Meditech und Arbeitskleidung (Clothtech) und Schutzkleidung (Protech) hängen eng zusammen, hinsichtlich Stärken / Schwächen als einen Bereich sehen

Gruppe 1

Stärken

- Es gibt extremen Bedarf an Produkten – Markt für Anwendungen wäre da
- Einige innovative Lösungsansätze gibt es bereits (Bsp. Druckknöpfe)
- Sogenannte „Evaluation Kits“ in der Elektronik werden als kleine „Versuchskits“ angeboten, Wearic ist ein Beispiel dafür wie das auch fürSmart Textiles gemacht werden kann. WEARIC der DIY Kit.
- Sensorik für Smart Lighting – weiter als nur reine Sensorik in der Lampe, System anders gedacht: Sensorik auch in Teppichen, Möbel etc. helfen Licht entsprechend der Situation anzupassen

- Textile Netzwerke in Vorarlberg sehr stark und gut ausgebaut
- Entwicklungen gehen bereits jetzt vom Bedarf aus, zumindest in einigen neuen Projekten.
- Waschbarkeit wird besser von Smart Textiles
- Mehr Kooperationen mit Elektronik bereits vorhanden
- Kostenreduktion wird besser

Schwächen

- Kommunikation „eine Sprache“ oft schwierig zwischen Textil & Elektronikbranchen
- Unterschätzen von Anforderungen an Textilien/Textile Systeme von Seiten der Elektronik: die Materialien müssen mahr aushalten als gedacht insbes. beim Waschen
- Anschluss von leitenden Materialien and Auswertung – Connection
- Seitens der Elektronikindustrie braucht es mehr Erfahrung, um die Verfahren nutzen zu können, die die Textilindustrie kennt
- Viele kleine Player (KMU) haben weniger Einfluss als Konzerne
- Es braucht Materialien mit wenig Widerstand – niedrig-ohmiger Bereich
- Isolierung v. leitenden Materialien notwendig, erhöht aber glz. Dicke, sodaß das Material dann nicht oder nur schlecht eingearbeitet werden kann
- In Textilindustrie ist wenig Geld für Projekte –Finanzierung aus Elektronikindustrie, dann geht es
- ST ist ein undefinierter Förderbereich, mehr Unterstützung für diese Thematik wird gefordert
- Sehr hohe Bürokratie bei Forschungsprojekten, sowohl bei Einreichung als auch bei Abwicklung, besonders schwierig für kleine Unternehmen
- Förderung für kleine Projekte ist mühsam oder wird nicht angeboten
- Patentanmeldung als Chance, aber auch als Hürde: Anfangskosten niedrig, aber sobald Patentanwalt benötigt wird und Nachverfolgung von Patenten wird es kostspielig, insbesondere für KMU => Patentförderung wäre gut
- Medizinproduktanmeldungen sind kosten- und zeitintensiv. Prozedere mühsam und schwierig, insbesondere wenn man neu ist auf dem Gebiet
- Hürde für Textiler auch zu CE-Kennzeichnung für Elektronik
- Hohe (90%) Förderung für Zertifzierungen wäre gut (CE, Medizinprodukte)
- „klassische Textilien“ wie Vorhänge etc sind Ausläufer in Österreich. Spezialisierung besonders auf Produkte, die nicht so leicht kopiert werden können, ist notwenig
- Finanzierung von Forschungsprojekten
- Textilindustrie fehlt das Innovationspersonal

- auch Nachwuchs fehlt, der sich eher andere Branchen sucht, weil „zukunftsträchtiger“ – Nachwuchs muss gefördert werden
- Ausbildung in den Schulen erweitern – fachübergreifend Grundwissen Textil aber wichtig

Gruppe 2

Stärken

- Stärke ist im Falle von Clothtech das Marktpotenzial, 100 Mrd Kleidungsstücke weltweit
- Österreich verfügt über technologische Stärken, etwa IT und Software, Mikroelektronik
- Der Fokus auf Nachhaltigkeit scheint in Ö eher höher als in Vergleichsländern, bedarf allerdings auch der strategischen Unterstützung um das Potenzial auszuschöpfen
- In Ö haben wir eine gute Wertschöpfungskette, zwar nicht ganz geschlossen, aber fast
- Im B2B-Bereich hat Ö gute Produkte, mehr als etwa D
- In der Flächenverarbeitung (Garne eventuell nicht) von Smart Textiles hat Ö Stärken, etwa über Uni Innsbruck
    - Diskussion: Uni Innsbruck selbst meint, es seien nur Stärken im Kleinstbereich vorhanden (small scale), Energieversorgung sei aber noch schwierig, und auch die Überleitung zu Prototypen sei schwierig
- Forschung und Firmen arbeiten in Ö mehr zusammen als in anderen Ländern (D)
- Im Baubereich gibt es diverse Substitutionsmöglichkeiten, und es laufen auch schon sinnvolle Projekte

Schwächen

- Schwächen liegen in den Bereichen Clothtech, Sporttech und Hometech bei Konfektionen für private Enduser, noch dazu in einem so preissensitiven Markt
- Kleinstrukturierte Industrie (wirkt sich auch beim Schreiben von Forschungsanträgen aus, zu wenig Ressourcen, Know how)
- Es fehlt der Maschinenbau in Ö, mehr vorhanden in D und CH
- B2C ist eine Schwäche
- Der Markt ist nicht angezapft

- Es fehlen internationale Vertriebsstrukturen (nur vorhanden bei einer Handvoll Firmen)
- Es fehlt Textil-Lobby
- Es fehlt Vernetzung/Schnittstellen Textil – Sensor – Software
- Auch technologische Schwächen, etwa Kontaktierung

Anmerkungen

- FFG-Anträge problematisch, weil zu ressourcenintensiv für SMEs
- Öffentliche Beschaffung wäre wichtig für größere Stückzahlen, und damit letztlich niedrigere Preise
- Klare Labels (für Ö)
- Normen werden kommen, sollen nicht von anderen Ländern vorgegeben werden. Es fehlen die Achsen zu CEN/CENELEC für österreichische Partizipation in der Normendiskussion
- Wo fehlt FuE?
    - Diskussion: Etwa Materialentwicklung? Stimmt Ö hat da Schwächen, andererseits Stärken in DACH-Region vorhanden, die muss man nicht duplizieren
- Stärkung der Kreislaufwirtschaft wird ein langer Weg. Elektronische Bauteile sind per se schwieriger mit Nachhaltigkeit zu vereinbaren. Aber über längere Lebensdauer, etc andere Nachhaltigkeitsaspekte machbar
- Sichtbarkeit von Smart Textiles soll erhöht werden
- Thematische Ausschreibungen sollen interdisziplinäres Zusammenarbeiten zur Bedingung machen (Elektronik, Software, Textil)
- Ausbildungslehrgänge schaffen, v.a in Vorarlberg, Kombination Textil und IT (wie seinerzeit Mechatronic)
- Möglichkeiten auch zur kurzfristigen Ausbildung/Kompetenzaufbau
- Möglichkeit flexibel Know how zuzukaufen, auch Freelancer

Handlungsbedarf und Maßnahmen

Wo sehen Sie nationalen Handlungsbedarf für erfolgreiche Smart Textiles (Anwendung) und Innovation/Umsetzung im internationalen Kontext? In welchem der 7 Handlungsfelder? Welche Maßnahmen erachten sie in welchem Handlungsfeld als zweckmäßig/notwendig?

Tabelle 13: Handlungsbedarf Bewertung der Gruppen

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gesamt
Unternehmerische Aktivitäten u deren Unterstützung	**6**	**3**	**9**
Schaffung von Wissen (Technologie, Forschung)	**8**	**1**	**9**
Diffusion von Wissen (Technologietransfer, Netzwerke)	**4**	**4**	**8**
Langfristige Perspektiven und Anreize	**0**	**2**	**2**
Märkte (Entwicklung, Zugang, Nachfrage)	**3**	**5**	**8**
Ressourcen: Humanressourcen / Finanzielle Ressourcen	**6**	**6**	**12**
Öffentliche Meinung & Akzeptanz	**3**	**1**	**4**

Gruppe 1

Unternehmerische Aktivitäten u deren Unterstützung

- Neue Businessmodelle wie z.B. Sale and Lease back
- Braucht Mut zu Kooperation – insbesondere wenn es um interdisziplinäre Projekte geht
- Bei ARGE und Kooperationen müssen Haftung und Umgang mit Rechten am Produkt abgeklärt werden. Wie geht man mit gemeinsamen Wissen um, das im Projekt erarbeitet wird? Anfangs noch auf reiner Vertrauensbasis möglich, später dann müssen Punkte auch notariell / vertraglich fixiert werden – eventuell WISTO als Anlaufstelle

Schaffung von Wissen (Technologie, Forschung)

- Lehrgänge im Bereich der Schnittstelle (IT, Elektronik, Textil)
- Smart Textile als Ausbildungszweig
- Grundlagenforschung für Textil vor allem firmenintern

Diffusion von Wissen (Technologietransfer, Netzwerke)

- Schaffung Wissensbank (in Bezug auf Unternehmen) – auch bezüglich wer braucht was, wer bietet was
- Informationsveranstaltungen zu Vorstellung einzelner Produkte
- Smart Textiles Plattform als zentraler Ansprechpartner und Vernetzer
- Leichter Zugang zu Grundlagenfroschung, nicht nur für Textil, sondern auch für andere Bereiche wie Elektronik
- Publikation von Fachartikeln betreffend Produkte, erhöht auch öffentl. Ansehen
- Firmen zusammenbringen für gemeinsamen Austausch (Workshops, Symposien)

Langfristige Perspektiven und Anreize

- „Smart Textiles Topf“ für kleinere Projektideen
- Leitprojekt Smart Textiles: hier sollten kleinere Projekte in einem großen Ganzen eingebettet sein
- Roadmaps in Kombination mit Förderungen bis zur Beschaffung (Kunde fehlt oft bei Roadmaps)

Märkte (Entwicklung, Zugang, Nachfrage)

- Neue Calls explizit für Smart Textiles in interdisziplinären Teams
- Vorzeigeprojekte promoten, pushen ev. durch die „öffentliche Hand“

Ressourcen: Humanressourcen / Finanzielle Ressourcen

- Ausbildung schärfen, gut war die Erweiterung von reinem Textil um Elektronik etc., aber: nicht Verlieren von notwendigen Vertiefungen
- Einfache (Administration) Förderungsmöglichkeit für KMU
- Vereinfachung für Förderakquisition vor der ersten Berührung -> Proof of Concept, „Innovationsschecks“ (Soft-Start)
- Förderung von produktnahen Projekten
- Machbarkeitsstudien der FFG. Früher ging es bis zum Prototypen, mittlerweile nicht mehr, ebenso ist die Rückdatierbarkeit um 3 Monate gefallen
- Patentförderung
- Hohe Förderung für Zertifizierungen (CE, Medizinprodukte) besonders für Kleinunternehmen

Öffentliche Meinung & Akzeptanz

- Öffentliche Beschaffung ist nicht offen für Innovation (nicht überall wo Innovation drauf geschrieben wird, ist solche auch tatsächlich vorhanden)
- Aufzeigen der Rentabilität – weiter fassen als bis zum ersten Abnehmer (AUVA, Gebietskrankenkassen,…) - Ersparnisse für das System aufzeigen, um ggf. Preise zu rechtfertigen
- Awareness schaffen bei Versicherungen – Verband / Kammern sollen hier unterstützen
- Push von Smart Textiles von einer Plattform => Werbepräsenz für innovative Produkte – Smart Textiles sind mehr als das leuchtende T-Shirt

Gruppe 2

Unternehmerische Aktivitäten:

- Kapazitäten für Innovationen fehlen
- Staatliche Finanzierung/Unterstützung für Innovationen im Textilbereich

Schaffung von Wissen

- Kooperative Forschung Textil – IT -Software (auch physisch zusammenbringen)
- Geheimhaltung problematisch in der Zusammenarbeit mit Firmen
- Spezielle FFG Förderkriterien zu: 1) Interdisziplinarität, 2) Begutachtung (hier muss sich Interdisziplinarität wiederspiegeln. Es darf nicht genug sein, dass eine Elektronikforschungsorganisation allein Fördergelder bekommt), 3) Anträge müssen administrativ einfacher werden. KMUs stellen keine 40-Seiten Förderanträge.
- Lehrlingsaustausch zwischen Unternehmen, die nicht in Konkurrenz stehen. Scheint arbeitsrechtlich schwierig zu sein, wäre aber für die Entwicklung der gemeinsamen Sprache und Denkweise wünschenswert
- Smart Textiles sollte am Radar großer Forschungseinrichtungen wie dem AIT sein

Diffusion von Wissen

- Stärkung von Plattformen
- Etablierung eines KNOTENS [Knoten positiv konnotiert in Textilbranche] für
    - Transfer von Know how
    - Austausch

- Pool von Wissen
- Flexibler Enabler
- Buchung von Freelancern
- Beratung

Perspektiven und Anreize

- Technische Hochschulen haben textile Lehrgänge, Frauenanteil traditionell gering, steigt aber langsam. Textile Anwendungen könnten eventuell mehr Frauen dazu begeistern, in technische Berufe zu gehen
- Über thematische Wettbewerbe Textiler ansprechen, mit Themen wie
  - Kostenreduktion in der Pflege
  - Energieversorgung
  - Nachhaltigkeit

Märkte Zugang und Nachfrageentwicklung

- Die Strukturen im Marktzugang sind etwa so wie in Abbildung 34. Unternehmen und Forschung arbeiten relativ gut zusammen, Unternehmen treten mit Problemstellungen an Forschung heran. Erst relativ spät im Prozess und in der Entwicklung des Produktes werden auch Anwender miteinbezogen (z.B. Spitäler).
- Es sollten jedoch Anwender früher in den Prozess miteingebunden werden. Die Sondierung der Anwendungspotenziale sollte breiter und regelmäßiger erfolgen. Auf Basis möglicher Bedarfe sollten sich dann Unternehmen (und Forschung) neu aufstellen.
- Wer oder wie sollte das organisiert werden?
  - Vorschlag 1: Unis, da sie einen breiten Überblick über technological opportunities im Sektor haben. Besonders in Smart Textiles, wo Institute z.T. mit 50 Firmen zusammenarbeiten
  - Vorschlag 2: Unis sicher nicht. Ihre Aufgabe ist eine ganz andere.
  - Vorschlag 3: Es sollte eher eine Struktur sein, nicht so sehr eine Organisation. Etwa ein regelmäßiger Workshop, mit Mitgliedschaft, nachher werden Informationen an Mitglieder verbreitet
  - Vorarlberger Smart Textiles Cluster mit entsprechendem Clustermanagement?
  - ST Plattform organisiert bereits Tagungen, 3 Tage mit Fachvorträgen, Austausch. Anschluss daran? Abgrenzung davon?

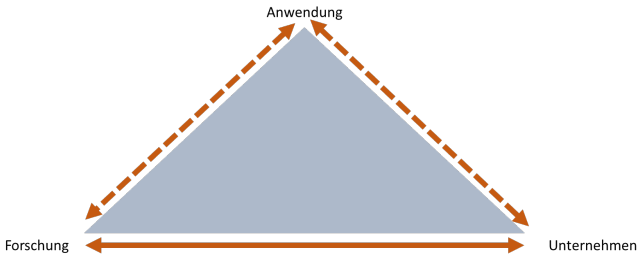


Abbildung 34 Strukturen im Marktzugang

- Direkte Marktzugänge in Nationen mit hoher Bevölkerungsdichte schaffen (US, Asien), Erwartung: müsste von politischer Seite zumindest gefördert werden, dann auch unternehmerische Erschließung
- Öffentliche Aufträge zur Schaffung von Märkten. Würde Stückzahlen/Sichtbarkeit von ST erhöhen, Preise sinken lassen.
- Vertriebsstrukturen schaffen, viele Firmen stecken in Zulieferkette fest
- Service-Architektur um Textil/IT fehlt: Welche zusätzlichen Dienstleistungen werden durch ST ermöglicht, wie wird das organisiert, welche Einnahmen entstehen und fließen wohin?

Ressourcen: human und finanziell

- Textilausbildung wieder verstärken, Land-Bund
- Hilfe/Unterstützung/Förderung bei der Antragstellung (FFG!)
- Enabler für KMU, Prototypen, Kooperation (siehe KNOTEN)
- Forschung hat eigene Zeithorizonte, funktioniert langfristiger, funktioniert auch nicht immer

Öffentliche Meinung und Akzeptanz

- Image der Textilindustrie, Smart Textiles ist mehr als ein blinkendes T-Shirt
- Leuchtturmanwendungen im Pflegebereich, Medizinbranche

Online Umfrage:

Bitte geben Sie Ihre Einschätzung an zu

- Passive Textiles
- Active Textiles
- Connected Sensor Textiles
- Connected Actuator Textiles

Tabelle 14: Globales Marktpotential (Live-Onlinebefragung)

Anwendung	Kann Potenzial nicht einschätzen	kein Potenzial	mäßiges Potenzial	großes Potenzial
Passive Textiles	**0**	**0**	**0**	**6**
Active Textiles	**0**	**0**	**0**	**6**
Connected Sensors	**1**	**0**	**2**	**4**
Connected Actuactor Textiles	**0**	**0**	**1**	**4**

Roadmapworkshops Bregenz und Wien

Agenda

Tabelle 15: Agenda des Workshops

ab 08:30	**Ankunft und Kaffee**
09:00	Begrüßung. (WISTO) Impulsvortrag „Smart Textiles“. Smart Textiles Studie: Projektvorstellung und erste Ergebnisse, Ablauf Workshop.
09:30	F&E Felder „Smart Textiles“ - Plenum: ➢ Definition und Validierung der F&E Felder Was sind die vorrangigen F&E Felder für den Innovationserfolg von „Smart Textiles“?
10:00	F&E Themen - Gruppenarbeit: ➢ Was wollen wir im jeweiligen F&E Feld erreichen? Identifikation und zeitliche Verortung von F&E Themen die zur Zielerreichung im jeweiligen F&E Feld (bis 2030) beitragen
11:15	Präsentation der zentralen Ergebnisse aus den Untergruppen im Plenum
11:45	Instrumente und Maßnahmen - Gruppenarbeit: ➢ Herausforderungen in den vorrangigen F&E Feldern Beschreibung erforderlicher Maßnahmen und Instrumente zur Bewältigung der Herausforderungen in den einzelnen F&E Feldern
12:45	Zentrale Ergebnisse aus den Untergruppen und Ausblick
13:00	Ende des Workshops

F&E Felder „Smart Textiles

Ausgehend von der Vision, ein positives Beschäftigungsszenario durch Smart Textiles zu erreichen und das prognostizierte Marktvolumen für Österreich von 440 Millionen Euro bis 2030 abzuschöpfen, stand die Frage im Vordergrund, was seitens F&E dafür zu tun ist. Ziel des Workshops war die Identifikation von Forschungsthemen und die zeitliche Verortung dieser in einer Roadmap.

Ergebnisse des Workshops in Bregenz (21.11.2019)

Schritt 1: Plenum: F&E Felder, Diskussion und Priorisierung

Fragestellung: Was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten F&E-Felder, die bis 2030 zu bearbeiten sind, um die Vision zu erreichen?

Tabelle 16: Vorgestellte F&E Felder und Bewertung

F&E Felder	Punkte	Rang
Ingoing: Physische Schnittstelle(n)	**15**	**4**
Materialen und Komponenten für sensorische/elektronische Textilien	**24**	**1**
Intra: Analoge Schnittstelle vom Textil zum Onboard-Modul	**17**	**3**
Onboard-Modul (analog/digital, Empfang/Sender, intra Steuerung)	**21**	**2**
Outgoing: Digitale Schnittstelle(n)	**5**	**6**
Data Processing, Bereitstellung, Interpretation und Steuerung	**15**	**4**
Prozesstechnik	**7**	**5**

dunkel markiert die priorisierten Felder Rang 1-4

Schritt 2: Gruppenarbeit: F&E Themen in ausgewählten F&E Feldern

Fragestellung: Welche F&E Themen müssen wir bis 2030 angehen, um die Performance von „Smart Textiles“ verbessern und das Marktpotenzial ausschöpfen zu können?

In vier Gruppen wurden Themen entlang der drei erstgereihten F&E Felder diskutiert, zusätzlich wurden die verbleibenden F&E Felder optional in den Gruppen erörtert

Die Auswertung der Gruppen ist in den folgenden Tabellen zusammengefasst. Sofern möglich wurden die Themen farblich hinsichtlich ihres Entwicklungsgrades in Grundlagenforschung (rot), angewandte Forschung/Experimentelle Entwicklung (gelb) und Demonstration und Marktüberleitung (grün) und zeitlich zwischen 2020 und 2030 bzw. darüber hinaus eingeordnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3-6 dargestellt. Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt.

Tabelle 17 Themensammlung aus vier Gruppen des Workshops in Bregenz (21.11.2019)

F&E Feld Gruppe 1	Thema	ab 2020	um 2025	bis 2030
Feld 2 **Material und Komponenten für sensorisch/ elektronische Textilien**	Druckbare Elektronik – Integration eModules in „Printed electronic“ textile enabled Materialien	M		
	Flexible Gehäuse, hautverträglich	G		
	Energy Harvesting (gewonnene Energie direkt verarbeiten /nutzen; Speichern)	G	P	
	Energy Harvesting: Energiegewinnung auf einen industriellen Nutzungslevel bringen (derzeit händische Nacharbeit) in Massenfertigung bringen		P	
	Energy Harvesting -Nutzung von statischer Aufladung zur Stromerzeugung bei der Reibung von verschiedenen Textilien	G		
	Energieautonom 100% ökologisch			G
	Energiespeicher auf Textilbasis	P	P	
	Material (Fläche, Garne) für Energy Harvesting mitsamt Akkumulation	P	P	
	Matratze, die kühlt u wärmt	P		
	H2O-Einsparung: textiles Monitoring Pflanzenbewässerung		M	
Feld 4 **On-Board Modul** (analog/digital, Sender/Empfänger, intra Steuerung)	Material (Fläche, Garne) für Energy Harvesting mitsamt Akkumulation	P	P	
	Flexible textile-affine, low-size Akku/Energie Storage-Systeme		P	
	Energiespeicher auf Textilbasis	P	P	
	H2O-Einsparung: textiles Monitoring Pflanzenbewässerung		M	
	Entwicklungen von gewebten Displays	P		
	Energieautonom 100% ökologisch			G

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 1	Thema	ab 2020	um 2025	bis 2030
Feld 3 **Intra: Analoge Schnittstelle vom Textil zum On-Board Modul**	Entwicklungen von gewebten Displays	P		
	Flächige Textiltechnik, Licht-Module (LED, oder andere Lösungsmöglichkeiten): Flexibilität, Kapselung, Ansteuerung	P		
	Analoge/Digitale Schnittstelle, Normung (Ähnlich Can Bus, Auto)	P		
	Flexible Fixe / Reversible Übergänge, Steuern, I/O, Smart Ploter (Feld 3&6)	P		
Feld 6 **Data Processing (Bereitstellung, Interpretation, Steuerung)**	Injektion RFID in Garne	P		
	Flexible Fixe / Reversible Übergänge, Steuern, I/O, Smart Ploter (Feld 3&6)	P		
	Künstl. Intelligenz, Textilsensoren	P		
Feld 7 **Prozesstechnik**	Nahtlose Integration Garn => Produkt			
Übergreifend	Kundennutzen - Kundensicht, Trends/Entwicklungen korrespondieren mit den Märkten etc.	M		
	Netzwerk – interdisziplinärer Austausch!	M		
	Künstl. Intelligenz, Textilsensoren	P		
	Injektion RFID in Garne	P		
	Waschbarkeit (GV/AV/Prototyp)	G	P	M
	Recycling	P	P	
	Produktgestaltung „grün“	G	P	M
	Reinigung ohne Flüssigkeiten	G		

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 2	Thema	Ab 2020	um 2025	bis 2030
Feld 2 **Material und Komponenten für sensorisch/ elektronische Textilien**	Flexible Batterie (biegsame, weiche Energiespeicher, z.B. textiler Superkondensator) Grundlagenforschung ab 2020, Marktreife 2030 & beyond			G
	Waschbarkeit / Haltbarkeit bei integrierten Modulen => Ersatzteile?	G		
	Materialkatalog => Waschbarkeit & Co	G		
	Dehnbare, robuste Daten-& Stromleitungen	P	M	
	Alterungsverhalten (Sensorik, Aktuatorik, Schnittstelle Textil-Elektronik, Optimierung und Kompensation)	P	M	
	Energy Harvesting, kleinere Akkus	G	P	
	Komponenten für Integration – Intervention am Körper => z.B. Vibrationen	G	P	M
	Komponenten/ Sensorik, die automatisch auf Körper reagiert (Grundlagen 2020, bis 2030 Marktreife)	G	P	M
	„one size fits all“ (bequem), Elektrischer Kontakt zur Haut & mechanischer Punkt zum Kontaktieren Alternativen zu elastischen Stoffen die einschnüren (GF startet 2020)	G	P	M
	Komponenten / Stoffe, die den Zustand ändern	G	P	M
Feld 4 **On-Board Modul** (analog/digital, Sender/ Empfänger, intra Steuerung)	Integration der Elektronik vom Onboard Modul ins Textil (Themen: Druck, waschbar,..)	P		
	„Live“ Datenübertragung 5G Netz: elektronische Bauteile, Übertragungstechnologie (Marktreife ab 2025)	P	M	M
Feld 3 **Intra: Analoge Schnittstelle vom Textil zum On-Board Modul**	Elektrische Verbindungen: Textil-Elektronik, Steckerlösungen „Waschbarkeit“	P		
	Verbindungen Textil zu abnehmbarer Elektronik	P		
	Am Markt verfügbare „Connector-Lösungen“ (ab 2025)	P		
	Sichere Schnittstellen für modulare Komponenten (wasserresistent/ schmutzresistent) =>“clips“ =>Alternative zu Druckknöpfen, einfacher als bisher(ab 2020 bis 2025)	G	P	

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 2	Thema	Ab 2020	um 2025	bis 2030
Feld 1 **Physische Schnittstellen**	Tragekomfort (Haptik, Drapierbarkeit, Elastizität) Tragekomfort	P	M	
	Komfort/Performance erhöhen (Marktreife bis 2050)	P	M	
	Next to Skin Temperaturregulierung – konstante Temperatur (Marktreife ab 2025)	P	M	
	„one size fits all“ (bequem), Elektrischer Kontakt zur Haut & mechanischer Punkt zum Kontaktieren Alternativen zu elastischen Stoffen die einschnüren (GF startet 2020)	G	P	M
	Energy harvesting im Textil	G	P	M
	Komponenten für Integration – Intervention am Körper => z.B. Vibrationen	G	P	M
	Komponenten / Stoffe, die den Zustand ändern	G	P	M
	Komponenten/ Sensorik, die automatisch auf Körper reagiert (Grundlagen 2020, bis 2030 Marktreife)	G	P	M
Feld 6 **Data Processing (Bereitstellung, Interpretation, Steuerung)**	Kooperation => als Maßnahme - Medizinische Forschung - AI Thematik	G		
	„Live“ Datenübertragung 5G Netz: elektronische Bauteile, Übertragungstechnologie (Marktreife ab 2025)	P	M	M
Feld 7 **Prozesstechnik**	Hochautomatisierte Fertigung/Produktion damit Wertschöpfung in Österreich bleiben kann (ab jetzt)	M	M	M
Feld 5	„Live“Datenübertragung 5G Netz: elektronische Bauteile, Übertragungstechnologie (Marktreife ab 2025)	P	M	M

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 3	Themen	Ab 2020	Um 2025	Bis 2030
Feld 2 **Material und Komponenten für sensorisch/ elektronische Textilien**	Energieversorgung	P		
	Batterieentwicklung	G	P	M
	Flexibilität & Haltbarkeit	P		
	Signalwirkung, Tragekomfort, Usability			M
	Tragekomfort	P		
	Energiemanagement und Usability (selten/schnell laden)		P	
	Entwicklung preisgünstiger Sensoren (günstig, einfach in d Herstellung – kompetitiv) & Benutzerfreundlich		M	
	Feldstudien zur Validierung von Sensoren			M
	Sensorentwicklung (speziell im stricktechnischen Bereich, mit leitfähigen Garnen) => Tragekomfort		P	
	Bildung – Smart Textiles im Lehrplan von Modeschulen	G		
	Nutzerakzeptanz, Verhaltensänderung „user-in-the loop“		P	
	Innovationslabs für datengetriebene Entwicklung (Feld 2 & 6)		G	
	Design sollte nicht unter Technik „leiden“ und umgekehrt		M	
Feld 4 **On-Board Modul** (analog/digital, Sender/ Empfänger, intra Steuerung)	Filterfunktionen für Nutzsignale / Anwendungen	G	P	
	Energieeffizienz, Energiemanagement (auch Felder 4,3,1,6)	P		
	Standardisierung, Semantische Schnittstellen (Felder 4,1,6)		P	
	Signal-Rauschunterdrückung / optimaler Sitz am Körper		P	
Feld 3 **Intra: Analoge Schnittstelle vom Textil zum On-Board Modul**	Energieeffizienz, Energiemanagement (auch Felder 4,3,1,6)	P		

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 3	Themen	Ab 2020	Um 2025	Bis 2030
Feld 1 **Physische Schnittstellen**	Energieeffizienz, Energiemanagement (auch Felder 4,3,1,6)	P		
	Standardisierung, Semantische Schnittstellen (Felder 4,1,6)		P	
	Sensoren „unsichtbar“ und hautfreundlich im Textil angebracht	P		
Feld 6 **Data Processing (Bereitstellung, Interpretation, Steuerung)**	Sensorcharakterisierung	P		
	Datenqualität (Aussagekraft von erhobenen Daten)	G		
	Bewertung der Datenqualität		G	
	Energieeffizienz, Energiemanagement (auch Felder 4,3,1,6)	P		
	Energieoptimierende Algorithmenentwicklung		G	
	Nutzerakzeptanz, Verhaltensänderung „user-in-the loop“		P	
	Innovationslabs für datengetriebene Entwicklung (Feld 2 & 6)		G	
	Standardisierung, Semantische Schnittstellen (Felder 4,1,6)		P	
Übergreifend	Laufende Produktentwicklung: Rückkoppelung Data Processing zu Material			

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 4	Thema	Ab 2020	Um 2025	Bis 2030
Feld 2 **Material und Komponenten für sensorisch/ elektronische Textilien**	Leitfähige, dehnbare Materialien, unbedenklich, hautverträglich, Temperatur beständig, waschbar	G	P	M
	Flächenbeschichtung für leitfähige Materialien	G		
	Simulation bei Materialentwicklung einsetzen (Feld 2&6)	G		
	Recycling von Materials	G		
	Prozessoptimierung ev. durch Kombination von Methoden		P	
	Toolkits mit unterschiedlichen Bauteilen / Materialien für gezielte Produkt- und Prototypenentwicklung		P	
	Interaktive, responsive Materials (Aktuatorik)		G	P
	Energiespeicherung im Smart Textile (Feld 2,3,4)	G		
	Energy Harvesting (Feld 2,3,4)	G		
	Miniaturisierung der Elektronik (Feld 2, 4)		G	
	Direkte Integration von Elektronikbauteilen in Textilien => keine Chipbasis		G	
Feld 4 **On-Board Modul** (analog/digital, Sender/Empfänger, intra Steuerung)	Energy Harvesting	G		
	Direkte Integration von Elektronikbauteilen in Textilien => keine Chipbasis		G	
	Energiespeicherung im Smart Textile	G		
	Miniaturisierung der Elektronik		G	
Feld 3 **Analoge Schnittstelle vom Textil zum On-Board Modul**	Energy Harvesting	G		
	Energiespeicherung im Smart Textile	G		

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 4	Thema	Ab 2020	Um 2025	Bis 2030
Feld 6 **Data Processing (Bereitstellung, Interpretation, Steuerung)**	Integration von neuen Technologien (5G…) Auswertung/Datenspeicher in der Cloud, direkte Kommunikation von Smart Textile mit Cloud		G	
	Kombination von unterschiedlichen Messdaten (z.B. Schweiß plus Schrittlänge plus Puls = Aufschluss ob Läufer euphorisch)		P	
	Datengenerierung & Auswertung => wieviele Messpunkte, wieviele werden ausgewertet	P		
	Simulation bei Materialentwicklung einsetzen	G		
	Simulationen mit Software – wer macht was? Wofür ist noch Textiler verantwortlich	P		
Übergreifend	Medizinische/Psychische Auswirkungen von „electronic devices“ direkt am Körper		P	
	Standardisierung und CE Kennzeichnung – Methodenentwicklung notwendig		P	

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

Schritt 3: Gruppenarbeit: Priorisierung und Zuordnung von Maßnahmen

Fragestellung: Welche Instrumente und Maßnahmen sind besonders wichtig, damit die erforderliche Forschung, Entwicklung und Innovation umgesetzt werden kann.

In den vier Untergruppen wurde diskutiert für welche F&E Felder die jeweiligen Instrumente und Maßnahmen wichtig sind und eine besondere Hebelwirkung auf die identifizierten Themen ausüben können. Die Ergebnisse sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 18: Bewertung der Instrumente & Maßnahmen und Zuordnung der F&E Felder

Instrumente und Maßnahmen	Bewertung	F&E Felder der Gruppen *	Anmerkungen
Direkte F&E-Förderung: GF und AF/E/Demonstration	32	2,3,4,6 Kurzfristig 2,3+4,5,6+1, langfristig 1 6,2,4,3,1,	Für interdisziplinäre Zusammenarbeit entlang der ST Wertekette (als MUSS Kriterium) Agilität bei Förderung: Viele Prototypen notwendig, die verworfen werden, bis Endprodukt erreicht; dafür niederschwelliger Zugang, kurzer Antrag, laufende Einreichung, Förderung von Patenteinreichung auch für Großunternehmen Schwerpunkt interdisziplinär! Material & IT, muss immer eine Schnittstelle beinhalten, mehr als 1 F&E Feld
Forschungsinfrastrukturen (Kompetenzzentren, Labors an Unis, etc.)	26	4,2 1-7 (vernetzt) 6,2,4,3,1,	Bereitstellung von Smart Textiles Sensoren an Forschungseinrichtungen Innovationlabs für datengetriebene Entwicklung
Humanressourcen	19	2,3 1-7 (vernetzt) 2,4,3,6 3-5 und weiter denken	Studenten & Lehrer & Praktiker Auch in berufsbildenden Schulen Mitsprache Industrie! Summer Camps o.ä. für mehr Breite, dann erst in Richtung Studiengang denken
Vernetzung und Diffusion von Wissen	18	3,2 2-4, langfristig 1-7 6,2,4,3,1,	Transparente Wissensvermittlung und gewisse Vorgaben dafür Innovationslabs f. datengetriebene Entwicklung Gründung einer neuen „Community“
Regulierung und Standardisierung	7	1,5,6, -- 2,6	Datenaustauschmodelle/-protokolle, Metadatenmanagement Datenblätter!! Spezifikationen Erst viel später relevant, jetzt behindernd für Entwicklungen
Garantien und Kredite (Unternehmenskapital)	8	2,3 2	Textil=>Start-up (OEM!)<=Elektr. usw.
Öffentliche Nachfrage / Beschaffung	14	2	In Kooperation mit Förderung: Challenge bei Ausschreibungen/ Förderungen zur Prototypenentwicklung
Orientierung und Bewusstseinsbildung (Marketing)	8	2	

* Gruppe 4: keine Zuteilung entlang der F&E Felder, es wurden alle als relevant eingestuft

Ergebnisse des Workshops in Wien (09.12.2019)

Schritt 1: Plenum: F&E Felder, Diskussion und Priorisierung

Fragestellung: Was sind aus Ihrer Sicht die wichtigsten F&E-Felder, die bis 2030 zu bearbeiten sind, um die Vision zu erreichen?

Tabelle 19: Vorgestellte F&E Felder und Bewertung

F&E Felder	Punkte	Rang
1. Ingoing: Physische Schnittstelle(n)	6	4
2. Materialen und Komponenten für sensorische/elektronische Textilien	12	1
3. Intra: Analoge Schnittstelle vom Textil zum Onboard-Modul	8	3
4. Onboard-Modul (analog/digital, Empfang/Sender, intra Steuerung)	9	2
5. Outgoing: Digitale Schnittstelle(n)	-	6
6. Data Processing, Bereitstellung, Interpretation und Steuerung	5	5
7. Prozesstechnik	5	5

dunkel markiert die priorisierten Felder Rang 1-4

Schritt 2: Gruppenarbeit: F&E Themen in ausgewählten F&E Feldern

Fragestellung: Welche F&E Themen müssen wir bis 2030 angehen, um die Performance von „Smart Textiles“ verbessern und das Marktpotenzial ausschöpfen zu können?

In vier Gruppen wurden Themen entlang der drei erstgereihten F&E Felder diskutiert, zusätzlich wurden die verbleibenden F&E Felder optional in beiden Gruppen erörtert.

Die Auswertung der Gruppen ist in den folgenden Tabellen 3 und 4 zusammengefasst. Sofern möglich wurden die Themen farblich hinsichtlich ihres Entwicklungsgrades in Grundlagenforschung (rot), angewandte Forschung/experimentelle Entwicklung (gelb) und Demonstration und Marktüberleitung (grün) und zeitlich zwischen 2020 und 2030 bzw. darüber hinaus eingeordnet. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 und 4 dargestellt. Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt.

Tabelle 20 Themensammlung aus zwei Gruppen des Workshops in Wien (09.12.2019)

F&E Feld Gruppe 1	Thema	ab 2020	um 2025	bis 2030
Feld 1 **Ingoing:** **Physische Schnittstelle**	Digital Twin (für Produkt und Prozess); Multi Physics Modelle entlang der gesamten Messkette/Systemarchitektur inklusive Prozesstechnik (alle Felder 1 -7)	G		
Feld 2 **Material und Komponenten für sensorisch/ elektronische Textilien**	Funktionale Materialien für chemische Sensoren	G		
	Waschbare flexible chemische Sensoren		P	
	Probandenstudie/Feldversuche mit textilen chemischen Sensoren			M
	Konfigurierbares Endlosprodukt bzw. Meterware mit Smart „X“ (= viele Funktionen möglich) D.h Sensorik überall im Textil eingearbeitet, spezifische Funktionalität erfolgt nachher über Programmierung/Kontaktierung an bestimmten Stellen des Textils für verschiedene Anwendungen/Applikationen (auch relevant in Feld 7 „Prozesstechnik“)	G	P	
	Generische Textile Plattform (erster Schritt Skalierung)	P		
	Konfiguration an/für spezifische Applikation/Anwendung		P	
	Folgend: Applikationsspezifische Plattform (Voraussetzung für weitere Skalierung und Massenmarkt)			M
	Lebenszyklus: Haltbarkeit der Sensorik analog zur Haltbarkeit des Textils			
	Energy Harvesting Lösungen für Smart Textiles	G	P	M
	Energiespeicherung in fibres und fabrics (supercaps, microtubes). Widerstandsfähige und temperaturresistente Akkumulatoren	P	P	M
	Datenverarbeitung in fibres und fabrics (Perspektive: gedruckte organische Elektronik)	G		
	Materialien: Zuverlässige Piezo-basierende Sensoren und Aktuatoren und deren (Feld 7) prozesstechnische Integration ins textile System	G	P	M

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 1	Thema	ab 2020	um 2025	bis 2030
Feld 4 **On-Board Modul** (analog/digital, Sender/Empfänger, intra Steuerung)	Neue Systempartition für die Datenverarbeitung: Weg vom Onboard Modul hinein ins Textil (siehe auch oben Feld 2; organische Elektronik) Cloud -> Edge -> Textil	P		
	Adaption der elektronischen Bauteile im On-Board Modul an Textilien mit optisch-chemischen Sensoren		P	
Feld 5 **Outgoing: Digitale Schnittstelle(n)**	Schnittstellen und Standards zur Integration bestehender (mobiler) Devices (Watches, Mobiles) ins elektronische Textilsystem	P		
	Schnittstellen und Standards zur Nutzung bestehender (mobiler) Devices (Watches, Mobiles) als Energiebereitsteller (Energie kommt von den Devices über drahtlose Übertragung)	P		
Feld 7 **Prozesstechnik**	Layout Tool: Plattform für Systemdesign (Feld 7 für Feld 2)	G		
	Auto CAD für Smart Textiles (Feld 7 für Feld 2)	G		
	Test- und Prüfstände für Zertifizierungen von Smart Textiles		P	M
	Recycling von Smart Textiles	G	P	M

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 2	Thema	ab 2020	um 2025	bis 2030
Feld 2 **Material und Komponenten für sensorisch/ elektronische Textilien**	Funktionale Materialien für robuste Transducer => Waschbarkeit?	G	P	M
	Waschmittelentwicklung, Tenside – eigene Waschmittel, die Smart Textiles nicht so stark angreifen, Forschung in Richtung Waschprozesse & Waschmittel		P	M
	Plagiatsschutz	M		
	Aktuatoren -> unterschiedlichste Anwendungen (e-gaming, Flug,…)	P	M	M
	Alterung, Lebensdauermessung – predictive Maintenance z.B. Seile	P	M	
	Health state monitoring Sensoren & Systeme z.B. Bau, Aeronautics	P	M	
	Integration von Funktionalitäten (wie RFID) in Fasermaterialien	G	P	M
	Integration von Funktionalitäten in (flächiges) Textil	G	P	M
	Verteilte Energiequellen NFC Harvesting	P	M	
	Energy Harvesting durch Tribologie	P	M	
	Photovoltaik (=>waschbar), andere Ansätze, Weiterentwicklung organischer Technologien	G	P	M
	Licht- und Wärmetherapie integriert in Smart Textiles	M	M	
	Optische Bauteilüberwachung (PMMA, doppelbrechende Fasern (Wellenleiter))	M	M	
	Miniaturisierung. Einsatz elektr. Komponenten, die viele Einsatzfelder haben, um Stückzahlen zu erreichen; Probleme: Antennen zu klein dr. Miniaturisierung, braucht Booster-Antennen	P	M	M
	Chipentwicklungen, Micro Labs, Smart Grain – für welche Anwendungen möglich	P	M	M
Feld 3 **Intra-Analoge Schnittstelle**	Berührungslose Übertragung, wireless, kontaktlos	P	M	
	Verbindungstechnik, flexible/starre Substrate	P	M	

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

F&E Feld Gruppe 2	Thema	ab 2020	um 2025	bis 2030
Feld 4 **On-Board Modul** (analog/digital, Sender/Empfänger, intra Steuerung)	Qualitätskontrolle, Datenqualität & Stabilität	P		
	Miniaturisierung. Einsatz elektr. Komponenten, die viele Einsatzfelder haben, um Stückzahlen zu erreichen; Probleme: Antennen zu klein dr. Miniaturisierung, braucht Booster-Antennen	P	P	M
	Chipentwicklungen, Micro Labs, Smart Grain – für welche Anwendungen möglich	P	P	M
Feld 5 **Outgoing: Digitale Schnittstelle(n)**	Beladungserkennung von Waschmaschinen dr. Kommunikation von Smart Textiles mit dem Gerät	M		
Feld 6 **Data Processing**	Modellierung	P	M	M
	Messdaten f. Algorithmen zielgerichtet einsetzen. Für Textiler: Info was möglich ist fehlt	P	M	M
	(AI) Nutzen zur Datenanalyse => Daten, die zur Verfügung gestellt werden; sind essenziell	P	M	M
Übergreifend	Entsorgung / Recycling / Trennung von Materialien immer mitdenken	P	P	M
	Design/Ästhetik & Funktionalität (Koppeln und Entkoppeln, damit offenere, breitere Innovationen möglich sind)	P	P	M

Anmerkung: Themen, die in mehrere F&E Felder passen, sind farblich dunkel markiert und mehrfach genannt; Rote Bereiche wurden noch im Bereich der Grundlagenforschung gesehen (G), gelbe im Bereich der Prototypenentwicklung (P), grün symbolisiert Markteinführung (M)

Schritt 3: Gruppenarbeit: Priorisierung und Zuordnung von Maßnahmen

Fragestellung: Welche Instrumente und Maßnahmen sind besonders wichtig, damit die erforderliche Forschung, Entwicklung und Innovation umgesetzt werden kann?

Tabelle 21: Bewertung der Instrumente & Maßnahmen und Zuordnung der F&E Felder

Instrumente und Maßnahmen	Bewertung	Anmerkungen
Direkte F&E-Förderung: GF und AF/E/ Demonstration	16	F&E Projekte sollten einen Systemansatz verfolgen, der Geschäftsmodelle/use cases mit Technologie/Forschung „verheiratet". Vom „use case" her F&E betreiben und das auch bei der Förderungswürdigkeit berücksichtigen Potenzialstudie „Printed Electronics for Smart Textiles" (als Basis für textile Prozessoren) Prototypenförderung F&E Infrastruktur, spezialisiert für Prototypenentwicklung, Entwicklungsinfrastruktur
Forschungs-infrastrukturen (Kompetenzzentren, Labors an Unis, etc.)	6	Interdisziplinäre Grundlagenforschung bzw. Kooperation von bestehenden Kompetenzzentren und Initiativen ausschreiben: „Smart Textile meets Smart Plastics, Smart Surface"; Ziel: neue Fertigungstechnologien Comet Center wie Chase Prototypenförderung F&E Infrastruktur, spezialisiert für Prototypenentwicklung, Entwicklungsinfrastruktur Spezifisches Lab, gemeinsames physisch vorhandenes Know-How, rascher Prototypenbau, (Micro)Elektronik, Software, Kunststoff & Textil Kunststoff Know-How Nanotechnologie für die Integration neuer Eigenschaften
Humanressourcen	6	Kunststoff Know-How Nanotechnologie für die Integration neuer Eigenschaften
Vernetzung und Diffusion von Wissen	16	Interdisziplinäre Grundlagenforschung bzw. Kooperation von bestehenden Kompetenzzentren und Initiativen ausschreiben: „Smart Textile meets Smart Plastics, Smart Surface"; Ziel: neue Fertigungstechnologien Anwendungsfindung abseits der Bekleidung Übergreifend! Katalog für Materialien und Komponenten für Smart Textiles (Textilien, Fasern, Halbleiter, etc.), Zulassung f. Hautkontakt
Regulierung und Standardisierung	2	
Garantien und Kredite (Unternehmenskapital)	-	
Öffentliche Nachfrage / Beschaffung	2	
Orientierung und Bewusstseinsbildung (Marketing)	1	

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
+43 1 711 62 65-0
email@bmk.gv.at
bmk.gv.at