

Anlage 1 zur Vorlage Nr. 19/631-L für die Sitzung am 05.12.2018

 **Schlüssel zu Innovationen**

**Positionspapier als Auftakt zur
„Strategie für Industrie und Innovation Land Bremen 2030“**



Industrie – Mittelstand – unternehmensnahe Dienstleistungen

Inhalt

1	Auftakt für eine neue Strategie	3
2	Kurze Bilanz der Industrie- und Innovationspolitik	6
3	 „Schlüssel zu Innovationen“ - finden und unterstützen	8
3.1	„Schlüssel zu Innovationen“ – Technologie - Prozesse - Kompetenzen	8
3.2	Wie unterstützen wir „Schlüssel zu Innovationen“?	11
3.3	Prototyp Schlüsseltechnologie Additive Fertigung/3D-Druck	13
3.4	Weitere Schlüsseltechnologien mit Potential in Bremen	18
4	 Schlüssel-Branchen im Land Bremen.....	20
4.1	Automotive	20
4.2	Maritime Wirtschaft/Logistik.....	21
4.3	Luft- und Raumfahrt.....	22
4.4	Windenergie - Energiewirtschaft	23
4.5	Nahrungs- und Genussmittelindustrie.....	24
5	 Schlüsselprojekte	26
5.1	Green Economy - LuneDelta Bremerhaven	26
5.2	EcoMaT Forschungs- und Technologiezentrum.....	26
5.3	Zukunftsinitiative smart–digital–mobil.....	27
6	Auf dem Weg zur Strategie für Industrie und Innovation	28
	Anhang	29
	Abkürzungen	29
	Quellen und Hinweise	32

1 Auftakt für eine neue Strategie

Das Positionspapier „Schlüssel zu Innovationen“ bildet den Auftakt und gibt Impulse für eine neue „Strategie für Industrie und Innovation Land Bremen 2030“.

Mit „Zukunft Bremen 2035 – Ideen für morgen“¹ wurde soeben eine Zukunftsvision für Bremen und Bremerhaven erarbeitet, die eine Fülle von Leitzielen und Maßnahmen enthält. Diese werden im Positionspapier inhaltlich aufgegriffen und sind bei der weiteren Entwicklung der Strategie zu berücksichtigen.

Innovationspolitik zielt darauf ab, den fortlaufenden Strukturwandel zu unterstützen. Zielgruppe sind die Industrieunternehmen, der Mittelstand sowie insbesondere auch die vielen unternehmensnahen Dienstleister am Standort. Der Strukturwandel selbst wandelt sich. Er vollzieht sich oft nicht mehr im Großen, indem ganze Industrien wegbrechen oder neu entstehen, sondern im Kleinen, dort wo Produktionszweige ausgelagert oder neue Geschäftsmodelle entwickelt werden, z.B. im online Vertrieb von Nahrungsmitteln. Deswegen geht es bei der Innovationspolitik nicht nur – aber auch - um Neuanordnungen und „Start-ups“. Bestandspflege und die Diffusion von neuen Technologien in etablierten Branchen spielen eine immer größere Rolle.

Wo steht die Industrie- und Innovationspolitik Bremens aktuell? Kap. 2 zieht eine kurze Bilanz.

Eine Strategie für Innovation in Zeiten von kürzer werdenden Innovationszyklen muss dynamisch und agil sein. Die Förderung von „Schlüsseltechnologien“ steht im Zentrum des hier vorgestellten neuen Ansatzes. Bremen verfügt über vielversprechende Potentiale. Am Beispiel „Additive Fertigung/3D-Druck“ wird pilothaft aufgezeigt, wie ein unternehmerischer Entdeckungsprozess und ein Portfolio von Instrumenten aussehen können (Kap. 3).

Die starken Branchen am Standort Bremen und Bremerhaven bilden das Fundament für die vorgestellten neuen Ansätze. Gerade in den etablierten Innovationsclustern und wichtigen Branchennetzwerken können „Schlüsseltechnologien“ entstehen oder in der Breite zum Einsatz kommen (Kap. 4).

Modellhaft werden drei Schlüsselprojekte beschrieben, die zentrale Maßnahmen des Prozesses „Zukunft Bremen 2035 – Ideen für morgen“ darstellen: Green Economy im LuneDelta Bremerhaven wird künftig zum Kristallisationspunkt der Unternehmen, die sich mit nachhaltigen Zukunftstechnologien beschäftigen. Das EcoMaT Forschungs- und Technologiezentrum für neue Materialien wird ein Hot Spot zwischen Branchen und Schlüsseltechnologien. Und die Zukunftsinitiative „smart-digital-mobil“ zeigt modellhaft die enge Verzahnung von ressortübergreifenden Strategien (Kap. 5).

Dieses Positionspapier ist aber erst der Beginn einer Reise, in deren Verlauf weitere „Schlüssel zu Innovationen“ entdeckt werden sollen - unter breiter Beteiligung von Akteuren aus Politik, Unternehmerschaft, Verbänden und Gesellschaft (s. Kap. 6).

Vorliegende Strategien für Industrie und Innovation

Drei Strategien bilden aktuell die Grundlagen für die Innovations- und Industriepolitik im Land Bremen:

- der **Masterplan Industrie (MPI) von 2010**, zuletzt fortgeschrieben in 2014, wurde aus Anlass der Finanzkrise 2009 als klares Bekenntnis zum starken Industriestandort Bremen veröffentlicht.
- das **Innovationsprogramm 2020** wurde 2010 durch die Deputation für Wirtschaft und Häfen verabschiedet. Es basiert auf umfangreichen Branchenanalysen und konzentriert sich auf 11

ausgewählte Handlungsfelder: Luft- und Raumfahrt, Maritime Wirtschaft/Logistik, Windindustrie, Automobilwirtschaft, Umweltwirtschaft, Gesundheitswirtschaft/LifeSciences, Nahrungs- und Genussmittelwirtschaft, Kreativwirtschaft, Informations- und Kommunikationstechnologien, Maschinenbau/Robotik, Innovative Materialien.

- die **Clusterstrategie 2020** wurde 2012 durch die Deputation für Wirtschaft und Häfen beschlossen. Sie fokussiert auf die Innovationscluster Luft- und Raumfahrt, Windenergie und Maritime Wirtschaft/Logistik und wurde mittlerweile um das Cluster Automotive erweitert.

Die bremischen Innovationscluster zeichnen sich durch Marktführer mit nationaler Spitzenposition, eine exzellente Wissenschaft mit angewandter Forschung und Entwicklungskompetenz sowie wachstumsfähige regionale Netzwerke mit nationaler Ausstrahlung aus. Außerdem repräsentieren sie authentisch den Standort Bremen und zeigen dadurch Alleinstellungsmerkmale.

Innovationsprogramm und Clusterstrategie bilden den Kern der „**Regionalen Innovationsstrategie für intelligente Spezialisierung**“ (**Smart Specialisation Strategy – RIS3**) als Vorbedingung für die aktuell laufende EU-Förderperiode 2014-2020. Auf dieser Grundlage wurde 2016 das Maßnahmenpaket Innovationspolitik 2016-2020 zur Finanzierung aus dem EFRE-Programm Bremen vorgelegt. Es umfasst die laufenden Aktivitäten der Innovationscluster sowie die betrieblichen Innovations- und Verbundprojekte (FEI-Förderung).

Für die nächsten Jahre soll das Maßnahmenpaket Innovationspolitik weiterhin aus dem aktuellen EFRE-Programm Bremen finanziert werden. Gleiches gilt für das bremische Luft- und Raumfahrt-Forschungsprogramm (LuRaFo), ein gesondertes Förderprogramm für den Aerospace Sektor, das ebenfalls im Rahmen der laufenden EFRE-Förderperiode fortgeschrieben wird.

Die europäische Dimension ab 2021

Im Mai 2018 hat die EU Kommission Verordnungs-Vorschläge für die europäische „**Regionale Entwicklung und Kohäsionspolitik nach 2020**“ⁱⁱ vorgelegt. Im Zeitraum **2021-2027** soll sich die Kohäsionspolitik auf nur noch fünf Politikziele (PZ)ⁱⁱⁱ konzentrieren. Eine herausragende Rolle wird in jedem Fall dem PZ1 - ein **intelligenteres Europa** durch Innovation, Digitalisierung, wirtschaftlichen Wandel sowie Förderung kleiner und mittlerer Unternehmen – zukommen. Weiter entwickelte Regionen wie Bremen müssen mindestens 65% der Mittel auf dieses politische Ziel verwenden.

Auch künftig bilden sogenannte „Regionale Innovationsstrategien für intelligente Spezialisierung“ (RIS3) eine grundlegende thematische Voraussetzung für die Förderprogramme. Dabei müssen konkrete Mechanismen vorliegen, die eine „gute Steuerung“ der regionalen Innovationsstrategie gewährleisten. Dies gilt nicht nur für den EFRE, sondern zunehmend auch für die Förderung aus dem Forschungsrahmenprogramm - bisher Horizont 2020, künftig FP9 oder Horizont Europa. Die EU Kommission möchte auch verstärkt „neue europaweite Innovations-Cluster“ erschaffen. Regionen mit zueinander passenden „intelligenten Spezialisierungen“ sollen mehr finanzielle Hilfe für ihre Zusammenarbeit erhalten und finanzierungsfähige interregionale Projekte entwickeln, vor allem in vorrangigen Bereichen wie Big Data, Ressourceneffizienz, Bioökonomie, vernetzte Mobilität und Additive Fertigung.

Das Land Bremen muss daher rechtzeitig **zur Vorbereitung auf die neue EU Förderperiode eine RIS3** vorlegen und deren „gute Steuerung“ gewährleisten. Dazu gehören ein effektiv funktionierender „unternehmerischer Entdeckungsprozess“ (EDP) sowie weitere Mechanismen.^{iv}

Auftakt zu einer Strategie für Industrie und Innovation Land Bremen 2030

Vor diesem Hintergrund beginnt der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen (SWAH) jetzt und damit frühzeitig mit der Arbeit an einer „**Strategie für Industrie und Innovation Land Bremen 2030**“. Das vorliegende Positionspapier „Schlüssel zu Innovationen“ gibt erste Impulse, die bereits in den nächsten Jahren als Piloten im Rahmen der laufenden Maßnahmen der Innovationspolitik umgesetzt werden können.

Künftig sollen Innovations- und Industriepolitik noch stärker als bisher verzahnt werden. Die Grenzen zwischen Industrie- und Dienstleistungswirtschaft verschwimmen im Rahmen von Industrie 4.0 und die wichtigen branchenbezogenen Innovationscluster im Land Bremen sind einerseits industriell geprägt, profitieren jedoch gleichzeitig und zunehmend von der Einbindung wissenbasierter, unternehmensnaher Dienstleistungen am Standort.

Vor der politischen Beschlussfassung einer neuen Gesamtstrategie für Industrie und Innovation ist eine breite Abstimmung mit anderen Fachkonzepten wie der Gewerbeflächenentwicklung, dem Wissenschaftsplan, der Hafenplanung sowie mit zahlreichen gesellschaftlichen Gruppen vorgesehen. Dieses Positionspapier bildet den Auftakt für eine solche breite Abstimmung mit allen relevanten gesellschaftlichen Akteuren im Land Bremen. Bis 2020 sollte eine politisch beschlossene Neufassung vorliegen.

2 Kurze Bilanz der Industrie- und Innovationspolitik

Verarbeitendes Gewerbe und Dienstleistungssektor Hand-in-Hand

Der Wirtschaftsstandort Land Bremen vollzieht **seit 2013 eine positive wirtschaftliche Entwicklung** - die bislang von der Landesregierung verfolgte Innovations- und Industriepolitik leistet dazu einen wichtigen Beitrag. Das Bruttoinlandprodukt in Bremen erlebte in diesem Zeitraum ein stetiges Wachstum, phasenweise deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Das verarbeitende Gewerbe in Bremen gehört neben den privaten und öffentlichen Dienstleistern sowie Handel, Verkehr und Gastgewerbe zu den bedeutendsten Wirtschaftsbereichen im Land und ist sehr eng mit dem Dienstleistungsbereich u.a. mit den unternehmensnahen Dienstleistungen verbunden.

Mit Baden-Württemberg, Bayern und Saarland **gehört Bremen zu den industriellen Kraftzentren Deutschlands** gemessen an dem Anteil der Bruttowertschöpfung im verarbeitenden Gewerbe. Dieser lag bei rund 20% in den vergangenen Jahren. Es besteht im verarbeitenden Gewerbe eine stabile Beschäftigung trotz erheblicher De-Industrialisierung in anderen Industrieländern. Im industrieabhängigen Exportbereich führt Bremen die Liste der Bundesländer an. Die Produktivität im verarbeitenden Gewerbe ist ebenfalls stetig angestiegen in dem betrachteten Zeitraum und stellt damit ein Zeichen für die starke Technologieorientierung und Innovationskraft der bremischen Industrie dar. Hinsichtlich Umsatz- und Beschäftigungsvolumens haben der Fahrzeugbau und die Ernährungswirtschaft die größte Relevanz im bremischen verarbeitenden Gewerbe.

Die Anzahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten im Land Bremen ist ebenfalls seit 2013 deutlich gestiegen, auch der Frauenanteil. Die **Beschäftigung im unternehmensnahen Dienstleistungsbereich wächst seit 2013** erheblich. Die Tendenz bleibt steigend.

Die **Grenzen zwischen dem verarbeitenden Gewerbe und dem Dienstleistungssektor verschwimmen** zunehmend. Einzelne Wirtschaftszweige werden aus den Großunternehmen ausgelagert und anschließend in Form von Dienstleistungsbetrieben weitergeführt. Einzelne Innovationen, die beispielsweise im industriellen Unternehmen entstehen, dienen als Grundlage für neue Geschäftsmodelle außerhalb der Industriebranchen. Im statistischen Kontext werden diese Entwicklungen nicht mehr dem verarbeitenden Gewerbe zugerechnet, sondern dem Dienstleistungsbereich. Nichtsdestotrotz bleiben sie sehr eng mit der Industrie verknüpft im Kontext der Besonderheiten der bremischen Wirtschaftsstruktur: eine starke Technologieorientierung, hohe Innovationskraft, hohe Produktivität, ausgeprägte Fokussierung auf den Fahrzeugbau mit Kraftfahrzeugbau, Flugzeugbau, Raumfahrt und Schiffbau sowie breite Wertschöpfungsketten. Vor diesem Hintergrund werden aus wirtschaftspolitischer Sicht das verarbeitende Gewerbe und der Dienstleistungsbereich im Land Bremen weiterhin aufs Engste verbunden betrachtet.

Innovationscluster und Netzwerke

Die Innovations- und Industriepolitik des Landes fokussiert sich zum einen auf die vier Innovationscluster Automotive, Maritime Wirtschaft/Logistik, Luft- und Raumfahrt sowie Windenergie und unterstützt aktuelle Entwicklungen in der Nahrungs- und Genussmittelindustrie (s. Kap. 4). Das Land ist hier an verschiedenen Vereinen bzw. Netzwerken beteiligt, in denen diese produktionsnahen Wirtschaftszweige sich eng mit Dienstleistungsbereichen verbinden.

Zum Beispiel engagieren sich im Verein Automotive Nordwest e.V. ca. 67 Mitglieder, davon sind mehr als die Hälfte Beratungs-, Ingenieur- oder Personaldienstleister. Hinzu kommen wissenschaftliche Einrichtungen oder öffentliche Interessensvertretungen. Auch im AVIASPACE e.V. (Luft- und Raumfahrt) und MCN e.V. (Maritime Wirtschaft) sind bis zu Dreiviertel der Mitglieder aus dem Dienstleistungssektor. Die Clusterarbeit fokussiert sich insofern auf technologische Neuerungen der

Branche und befasst sich mit den **Auswirkungen auf unternehmensorientierte Dienstleistungsbe-triebe**, z.B. durch Digitalisierung.

Daneben unterstützt das Land auch weitere **Netzwerke direkt oder indirekt**, z.B. in der Kultur- und Kreativwirtschaft und den digitalen Technologien, z.B. Klub Dialog, Bremen Digital Media.

Hochkarätige Veranstaltungen

Neben einer Vielzahl von regionalen Fachkonferenzen, Innovationsforen und Workshops, bildet die Beteiligung an internationalen Leitmessen einen wichtigen Baustein zur Unterstützung der Unternehmen. Die hohe Profilierung Bremens in seinen besonders starken Innovationsclustern lässt sich u.a. an hochkarätigen Veranstaltungen ablesen, die einmalig oder regelmäßig in Bremen stattfinden:

- Der **European Maritime Day** 2014 als europäischer Fachkongress wurde zum ersten Mal nach Deutschland vergeben und in Bremen abgehalten.
- Bremerhaven bleibt mit der jährlichen **WINDFORCE Conference** zentraler Treffpunkt der Offshore-Windenergie-Branche in Deutschland.
- **SpaceTech Expo Europe Bremen** findet seit 2015 im zweijährigen Turnus als zentraler europäischer Treffpunkt der Luft- und Raumfahrtindustrie statt. 2019 öffnen sich wieder die Türen vor allem für junge und mittelständige Unternehmen.
- Das „**1. International Symposium on Maritime Safety and Security Applications**“ wurde im Auftrag des BMWi 2017 in Bremen durchgeführt. 2019 wird es erneut hochrangige internationale Vertreter der maritimen Sicherheitstechnik zusammenführen.
- Die **BreakBulk Europe** als größte Messe der internationalen Stückgut- und Schwergutlogistikbranche mit 10.000 Teilnehmenden konnte 2018 erstmalig nach Bremen geholt werden; auch 2019 geht es weiter.
- Der **International Astronautical Congress 2018 (IAC 2018)** fand als weltweit größte Konferenz und Fachmesse bereits zum zweiten Mal in Bremen statt – eine große Auszeichnung für den Raumfahrtstandort. Mit der Rekordteilnahme von 6.400 Fachleuten und über zehntausend Besuchern am Publikumstag ein voller Erfolg.

Förderung von Forschung und Entwicklung (FEI)

In den Jahren 2009-2018 wurden über 320 Einzelförderungen mit einem Fördervolumen von ca. 18 Mio. EUR aus der FEI-Förderung bewilligt. Dadurch werden insbesondere spezialisierte Forschungs- und Entwicklungs-Arbeitsplätze erhalten oder neu geschaffen, die u.a. den Bereich der wissensintensiven Dienstleistungen stärken.

Bremen im europäischen Vergleich

Die EU Kommission hat den European Innovation Scoreboard 2017 mit einem Regional Innovation Scoreboard 2017^v veröffentlicht und die Innovationsaktivitäten der europäischen Regionen miteinander verglichen. Bremen ist unter den 220 europäischen Regionen auf Platz 53 und gehört somit zu den Innovationsführern, die mehr als 20 % über dem EU-Durchschnitt liegen. Bei den öffentlichen Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) im Verhältnis zum BIP liegt Bremen auf Platz Nr. 9 aller europäischen Regionen - nur fünf andere deutsche Regionen liegen vor Bremen.^{vi} Beim Anteil der Exporte von „medium-high/ high technology intensive manufacturing“ an allen Exporten aus der Region liegt Bremen auf Platz Nr. 6.^{vii} Bremen ist unter allen deutschen Regionen direkt hinter Berlin diejenige Region, die ihre Innovationstätigkeit seit 2011 am stärksten verbessert hat.^{viii} Ein innerdeutscher Vergleich bewegt sich aus europäischer Sicht bereits auf hohem Niveau. Dennoch gilt es auch für das Land Bremen, weiter vorne dran zu bleiben.

3 „Schlüssel zu Innovationen“ - finden und unterstützen

3.1 „Schlüssel zu Innovationen“ – Technologie - Prozesse - Kompetenzen

Der Bremer Schlüssel als Symbol für „Schlüssel zu Innovationen“? Sicher eine schöne Metapher, aber was sind solche Schlüssel und wie sollen sie im Weiteren für Bremen genutzt werden?

Definition Schlüsseltechnologien

Schlüsseltechnologien (englisch: *Key enabling technology KETs*) sind schon länger in aller Munde. Generell versteht man darunter eine Technologie, die in revolutionärer Art und Weise einen Innovationsschub weit über die Grenze eines einzelnen Wirtschaftsbereichs auslöst und dabei langfristig und tiefgreifend Wirtschaftsstruktur, die Umwelt und das Sozialleben beeinflusst.^{ix}

Eine wichtige Schlüsseltechnologie ist zugleich eine bedeutende Zukunftstechnologie. Dazu gehören zum Beispiel die Computertechnologie, die Informations- und Kommunikationstechnologie, Mobil- und Telekommunikationstechniken, die Bio- und Gentechnologie, Mikro- und Optoelektronik, regenerative Material- und Energietechniken, Organisations- und Sozialtechniken, Nano- und Neurotechnologien.

Grundsätzlich befruchten sich verschiedene Schlüsseltechnologien oft gegenseitig, insbesondere in den verschiedenen Phasen der Produktentwicklung von Forschung- und Entwicklung über Prototyp bis zur industriellen Herstellung. Daher ist es entscheidend, branchenübergreifend und an verschiedenen Stellen des Innovationssystems anzusetzen.^x

Potentielle Schlüsseltechnologien in Bremen

In Bremen finden sich viele Potentiale, bestimmte Technologien als „Schlüssel zu Innovationen“ in verschiedenen Branchen zu nutzen. In Abb. 1 sind aktuell bekannte Ansätze in Bremen exemplarisch dargestellt. Künftig sollen im Rahmen der intelligenten Spezialisierung die bestehenden Entwicklungen systematisch analysiert und in allen Branchen verfügbar gemacht werden. Bestimmte Schlüsseltechnologien spielen dabei Hand in Hand, z.B. Additive Fertigung/3D-Druck, Leichtbau und Bionik. In Kapitel 3.2 und 3.3 wird am Prototyp Additive Fertigung/3D-Druck aufgezeigt wie die Entwicklung und weitere Unterstützung erfolgen kann. Die beschriebenen Maßnahmen werden bereits exemplarisch durchgeführt und können in den nächsten Jahren im Rahmen der laufenden Maßnahmen der Innovationspolitik weiter umgesetzt werden. Auch für weitere Schlüssel mit hohem Potential für Bremen kann eine solche Unterstützung angeschoben werden. Für die Künstliche Intelligenz verbunden mit autonomen Systemen/Robotik ist dies bereits in Planung. Ein weiteres Thema könnte die Entwicklung der Wasserstoffwirtschaft sein. Wasserstoff lässt sich aus regenerativem Strom erzeugen und kann die Einstiegstechnologie für Langzeitspeicher und die Sektorenkopplung sein. Aktuelle Projekte sind derzeit in Bremerhaven in Planung und könnten in Bremen im Bereich Häfen folgen. (s. Kap. 3.4)

Ausstrahlung in alle Branchen

Die bereits am Standort etablierten starken Branchennetzwerke bringen selbst Schlüsseltechnologien hervor oder tragen dazu bei, diese weiter zu etablieren. Wie diese Schnittstellen aussehen, wird in Kapitel 4 exemplarisch aufgezeigt. Grundsätzlich strahlen die „Schlüssel zu Innovationen“ in alle Branchen im Land Bremen aus und können somit potentiell an vielen Stellen innovative Impulse setzen, z.B. in der Medizintechnik, im Maschinenbau oder der Kultur- und Kreativwirtschaft u.a.

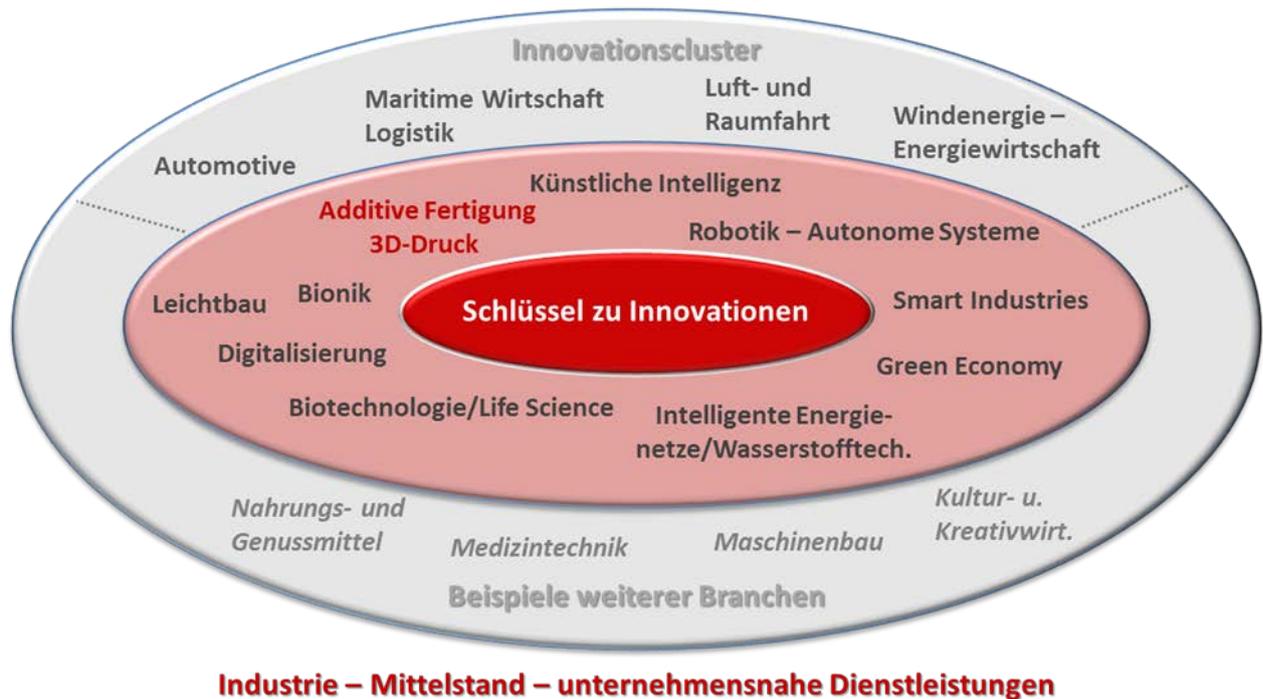


Abb. 1 Schlüsseltechnologien und Branchen in Bremen

Digitalisierung dominiert seit einiger Zeit die Debatte. Ihr kommt eine Sonderstellung zu, weil es sich allgemein gesehen um eine sehr breit streuende Schlüsseltechnologie handelt, aber gleichzeitig eine Basiskompetenz darstellt. Über die technischen Aspekte hinaus ermöglicht Digitalisierung grundlegende Neuerungen in allen Bereichen der Wirtschaft und Gesellschaft. Gerade kleine und mittlere Unternehmen benötigen Unterstützung bei digitalen Veränderungen von Produktion und Geschäftsprozessen. Für jeden Akteur am Markt bedeutet Digitalisierung etwas anderes und zu einem anderen Zeitpunkt. Mit dem Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0 wurde in Bremen eine wichtige Beratungsinfrastruktur geschaffen. Diese soll auf Grundlage der Initiative „**Bremen Digital 2018-2021**“ verstetigt und durch wichtige Elemente ergänzt werden. Hier werden die Schnittstellen zu den spezifischeren Schlüsseltechnologien in den Fokus genommen und weitere Bereiche wie Handwerk, Einzelhandel und Tourismus unterstützt.

Technologie, Prozesse und Kompetenzen gehen Hand in Hand

Grundsätzlich muss Innovationspolitik sowohl die technische Hardware (Werkzeuge, Maschinen, Anlagen) als auch die Organisation (Management, Wartung, Service, technologische Infrastruktur, Wertschöpfungskette) und das Know-how (Wissenschaft, Erfahrung, Fertigkeiten, Bildung, Fachkräfte) im Blick haben.

Die Voraussetzungen für die Förderung von „Schlüsseltechnologien“ sind daher vielfältig:

- Die **technische Hardware**, z.B. der 3D-Drucker oder das neue Material wird im Rahmen von Forschungsförderung oder Innovationsabteilungen entwickelt.
- Die **Organisation** um die neue Technologie herum muss sich entwickeln, z.B. ändern sich Abläufe in der Anfertigung von Prototypen, wenn die neue Technologie 3D-Druck zum Einsatz kommt. Oder die Produktion oder Wartung von Flugzeugen oder Schiffen ändert sich grundlegend und muss umstrukturiert werden.

- Das **Know-how** über den Umgang mit den 3D-Druckern muss im Rahmen von Aus- und Fortbildung verbreitet werden, um Einsatzmöglichkeiten bekannt zu machen oder neue Anwendungen zu finden.
- **Infrastrukturen oder Plattformen** unterstützen den Einsatz neuer Technologien in verschiedenen Anwendungsfeldern.

„Deshalb liegt in **der intelligenten Verknüpfung von technischen, organisatorischen und sozialen Innovationen** ein „Königsweg“ innovationspolitischer Strategie, (...)“.^{xi} (aus Standardwerk der Innovationspolitik). Wie in Bremen so ein „Königsweg“ entstehen kann, wird im Folgenden beschrieben und am Beispiel Additive Fertigung/3D-Druck näher ausgeführt.

Schlüsseltechnologien in EU- und Bundesstrategien

Von 2009 bis 2012 entwickelte die **EU Kommission** „Eine europäische Strategie für Schlüsseltechnologien“^{xii} und betrachtet folgende Technologien aufgrund ihres wirtschaftlichen Potenzials und ihres Beitrags zur Bewältigung von gesellschaftlichen Herausforderungen als „KETs“ mit der größten strategischen Bedeutung: Nanotechnologie, Mikro- und Nanoelektronik, Photonik, fortgeschrittene Werkstoffe und Biotechnologie. Die Strategie wird insbesondere im Rahmen des Forschungsrahmenprogramms Horizont 2020 umgesetzt und begleitet durch eine Expertengruppe der Mitgliedsstaaten unter Beteiligung des BMWI und BMBF.

Das **Bundeskabinett** hat im August 2018 die **Hightech-Strategie 2025 (HTS 2025)**^{xiii} mit dem Titel „Forschung und Innovation für die Menschen“ beschlossen. Als Leitfaden für die Zukunft bündelt sie Forschung und Innovationen mit dem Ziel, Wohlstand, eine nachhaltige Entwicklung und Lebensqualität in Deutschland zu mehren. Dazu investiert die Bundesregierung allein 2018 über 15 Milliarden Euro. Eines von drei großen Handlungsfeldern lautet „Wir stärken Deutschlands Zukunftskompetenzen“. Dabei werden besonders Schlüsseltechnologien adressiert, „die mit ihren breiten Anwendungsmöglichkeiten neue, auch disruptive Innovationspotenziale eröffnen und unsere Wirtschaft im internationalen Wettbewerb stärken.“^{xiv}

Das **Bundesministerium für Wirtschaft** (BMWI) führt sowohl einzelne Technologien als auch technologisch weit entwickelte Branchen unter dem Begriff Schlüsseltechnologien auf.^{xv} Dazu zählen u.a.: Leichtbau, Künstliche Intelligenz, Luftfahrttechnologien, Raumfahrt, Fahrzeug- und Systemtechnologien, Optische Technologien, Medizintechnik, Energieforschung.

3.2 Wie unterstützen wir „Schlüssel zu Innovationen“?

Mit einem breit angelegten Portfolio von Instrumenten können flexibel neue Trends aufgegriffen und in verschiedenen Branchen bekannt gemacht werden. Der hier vorgestellte erweiterte Entdeckungsprozess unter Einbeziehung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen zur Förderung von Schlüsseltechnologien beschreibt einen zeitlich unbegrenzten Kreislauf:

1. Marktbeobachtung zum Erkennen von Trends und Entwicklungen durch Experten aus der Bremer Wirtschaft und Politik
2. Bewertung der identifizierten Trends durch eine globale und regionale Marktbetrachtung, ökonomischen Analysen und einen ersten Austausch mit den relevanten Bremer Akteuren aus Wirtschaft, Politik und Forschung
3. Gemeinsame Entscheidung - Wirtschaft, Politik, Forschung - für die Entwicklung einer identifizierten Schlüsseltechnologie hin zu neuen Produkten bzw. Dienstleistungen in Bremen
4. Einschätzung der Marktnachfrage und nachfolgend Auswahl geeigneter Instrumente zur Entwicklung. Unter Einbeziehung weiterer Akteure, z.B. verschieden Branchennetzwerke Etablierung der Wertschöpfungskette und letztendlich Einführung des neuen Produkts oder Dienstleistung in den Markt
5. Innerhalb dieses dynamischen Prozesses werden durch geeignetes Monitoring die Effekte der Entwicklung in Bezug auf Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit hinterfragt und ggfs. an veränderte Marktbedingungen angepasst - der Kreislauf startet wieder bei Nr. 1.

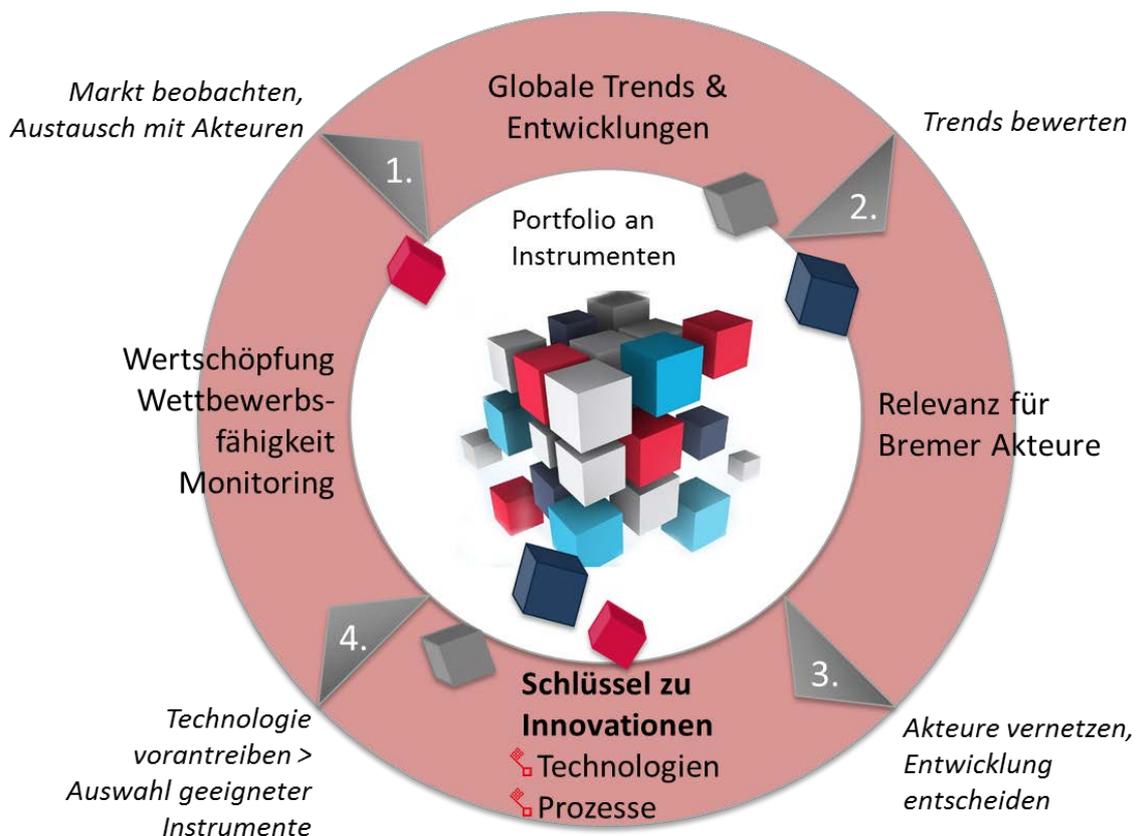


Abb. 2 Methodik zur Entdeckung und Unterstützung von Schlüsseltechnologien

Alle Instrumente der Wirtschaftsförderung stehen grundsätzlich zur Verfügung und werden je nach Bedarf auf die besonderen Erfordernisse der neu entstehenden Netzwerke von Akteuren angepasst:

- **Infrastrukturen** - Agile und kreative Orte –in Kapitel 5 werden mit dem Gewerbegebiet LuneDelta in Bremerhaven und EcoMaT zwei herausragende Orte dargestellt
- **Förderprogramme und Beratungsansätze**
- **Netzwerkaktivitäten**
- **Start-ups** – mit dem STARTHAUS wurde hier eine wichtige Bündelung vorgenommen
- **Transfer** zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und Cross-Clustering
- **Marketing/Internationalisierung**
- **Fachkräftesicherung** und Steigerung von **Kompetenzen** am Standort – hierzu wird aktuell eine eigenständige Fachkräftestrategie entwickelt, die auch besondere Aktivitäten für die Sicherung von Fachkräften mit digitaler Kompetenz beinhaltet.
- Dabei wird die **Förderung von Frauen** durch die Steigerung des Frauenanteils in den Schlüssel-Branchen sowie die Attraktion der Berufsfelder in den Schlüsseltechnologien für Frauen zu beachten sein. Besondere Angebote im StartHaus, Belladonna und Women in Space bieten hierzu erste Ansätze.

Infrastrukturen	Förderprogramme/ Beratung	Netzwerkaktivitäten	Start-Ups	Transfer	Marketing/ Internationalisierung	Fachkräfte
Ausbau von FuE-Infrastrukturen	Finanzierungsinstrumente: Darlehen, Beteiligung, Wagniskapital, Mikrokredite	Fachveranstaltungen Innovationsforen Innovationswerkstätten	StartHaus Etablieren	Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Einrichtungen am Standort	Presse-/Öffentlichkeitsarbeit Website Branchenkatalog	Analyse/ Initiierung Studiengänge u. Ausbildungsberufe
DigiHubs/ CreativeHubs	FuE-Landesprogramme: - FEI - LuRaFo - LIP	Clustermanagement	Private Initiativen unterstützen	Aufbau neuer „Problem to solution“-Plattformen - Hackathon	Beteiligung an (Leit-)Messen u Ausstellungen	Förderung von Frauen (StartHaus, Belladonna, Women in Space)
EcoMaT Green Economy LuneDelta Bremerhaven	Kompetenzzentrum Mittelstand 4.0	Überregionale u. Transnationale Kooperationen	Kooperationen von Start-Ups u. Unternehmen z.B. ESA BIC	Intensivere Zusammenarbeit innerhalb der Branchen – Vorbild Luftfahrt	Delegationsreisen	Entwicklung Arbeitgebermarke u aktives Fachkräftemarketing
Ansiedlung u. Ausbau von Gewerbe- flächen	Beratung zu Förderprogrammen der EU u. des Bundes	Branchen-Netzwerke	Co-Working Spaces	Cross-Clustering Aktivitäten	Politische Veranstaltungen in Brüssel/Berlin	Neue Angebote im Unternehmensservice Bremen
	Bestandspflege Unternehmensservice		Gründungsberatung		Enterprise Europe Network (EEN)	Beratung Arbeit 4.0

Abb.3 Portfolio von Instrumenten

3.3 Prototyp Schlüsseltechnologie Additive Fertigung/3D-Druck

Für **Additive Fertigung/3D-Druck** finden sich Anwendungsfelder in den Innovationsclustern Luft- und Raumfahrt, Automotive, Maritime Wirtschaft, aber auch in der Medizintechnik oder Ernährungswirtschaft. Hierbei wird das **EcoMaT** als Kristallisationspunkt künftig eine zentrale Rolle spielen (s. Kap. 5.2).

Definition

Additive Fertigung ist die technologische Schnittstelle im Rahmen von Industrie 4.0 zwischen Digitalisierung und Material. Anders als bei der klassischen, subtrahierenden Fertigung wie Fräsen, Schneiden etc. handelt es sich bei der additiven Fertigung um einen schichtweisen Aufbau eines physischen Produkts. Hierzu wird ein Datenmodell aus digitalen 3D-Konstruktionsdaten genutzt und es werden unterschiedliche Materialien wie z.B. Metall, Kunststoff oder Verbundwerkstoffe als feines Pulver eingesetzt. Es lassen sich hochkomplexe Bauteile fertigen, die gleichzeitig sehr leicht und stabil sind und beispielsweise bionisches Design ermöglichen.

Anwendung

Die additive Fertigung eröffnet großen Herstellern aus unterschiedlichsten Industriezweigen die Möglichkeit, sich am Markt zu differenzieren – im Hinblick auf neue Kundennutzen, Kostenreduktionspotenziale oder zum Erreichen von Nachhaltigkeitszielen. Die Treiber der Technologie sind vor allem die Luft- und Raumfahrt, Medizintechnik und Automobilindustrie, jedoch findet sie inzwischen in einer Vielzahl von weiteren Branchen Anwendung (z.B. Nahrungsmittel, Schiffbau, Anlagen- u. Maschinenbau, Konsumgüter).

Ein zentraler Faktor für Innovationen in diesen Branchen ist der Leichtbau. Genau hier ist die additive Fertigung die Schlüsseltechnologie, um durch eine geschickte Kombination aus Materialauswahl und Design, z.B. bionisches Design, Gewichtseinsparungen bis zu 30% zu realisieren.

Internationale Märkte

Die additive Fertigung ist als Technologie derzeit in einer rasanten Wachstumsphase. Seit 2009 hat sich der weltweite Umsatz (bezogen auf Anlagen und Werkstoffe) von unter 200 Mio. US-\$ p.a. auf über 1 Mrd. US-\$ p.a. mehr als verfünffacht^{xvi}. Dieses Wachstum hält ungebrochen an. Einerseits drängen neue Akteure aus China und anderen Ländern vehement auf den Markt, andererseits erfolgt eine Marktkonsolidierung in Europa und den USA, da große Akteure wie Siemens und General Electric (GE) in den vergangenen Jahren verstärkt KMU der Branche übernommen haben (wie z.B. 2017 das Unternehmen Concept Laser in Deutschland). Diese Marktprozesse sind ein deutliches Indiz dafür, dass sich die additive Fertigung für industrielle Anwendungen etabliert und der Markt perspektivisch in einen Reifeprozess übergeht.

Parallel entwickeln sich die Anlagen kontinuierlich weiter, so dass schnellere Aufbauraten und größere Bauräume zur Verfügung stehen. Hierdurch ergeben sich weitere Anwendungsfelder für die additive Fertigung. Dies geht einher mit der Entwicklung neuer additiver Materialien. Auch die Qualität sowie die Verfügbarkeit der Materialien werden stetig zunehmen. Zudem werden industrielle Standards für eine prozesssichere Produktion entwickelt und implementiert. Langfristige Prognosen gehen davon aus, dass mehr als 10% der Produkte zukünftig additiv gefertigt werden. Je nach Branche kann dies auch höher ausfallen. So prognostiziert z.B. die ING Bankengruppe in einem Report vom September 2017 einen Marktanteil additiv gefertigter Produkte von 50% im Bereich Konsumgüter bis zum Jahr 2060^{xvii}.

Entwicklung in Deutschland

Nachdem der 3D-Druck weltweit diesen enormen Schub erfahren hat, wundert es nicht, dass auch in Deutschland eine Vielzahl an Arbeitsgruppen, Initiativen und Netzwerken gegründet wurden, die sich speziell mit der additiven Fertigung auseinandersetzen und zwar Regional und branchenspezifisch. Auch im Bereich der Forschung nimmt die Additive Fertigung einen bedeutenden Stellenwert ein (Abb. 4 Übersicht AM-Forschungszentren in Deutschland) und sorgt für zu Spezialisierungen in entsprechenden Zentren.

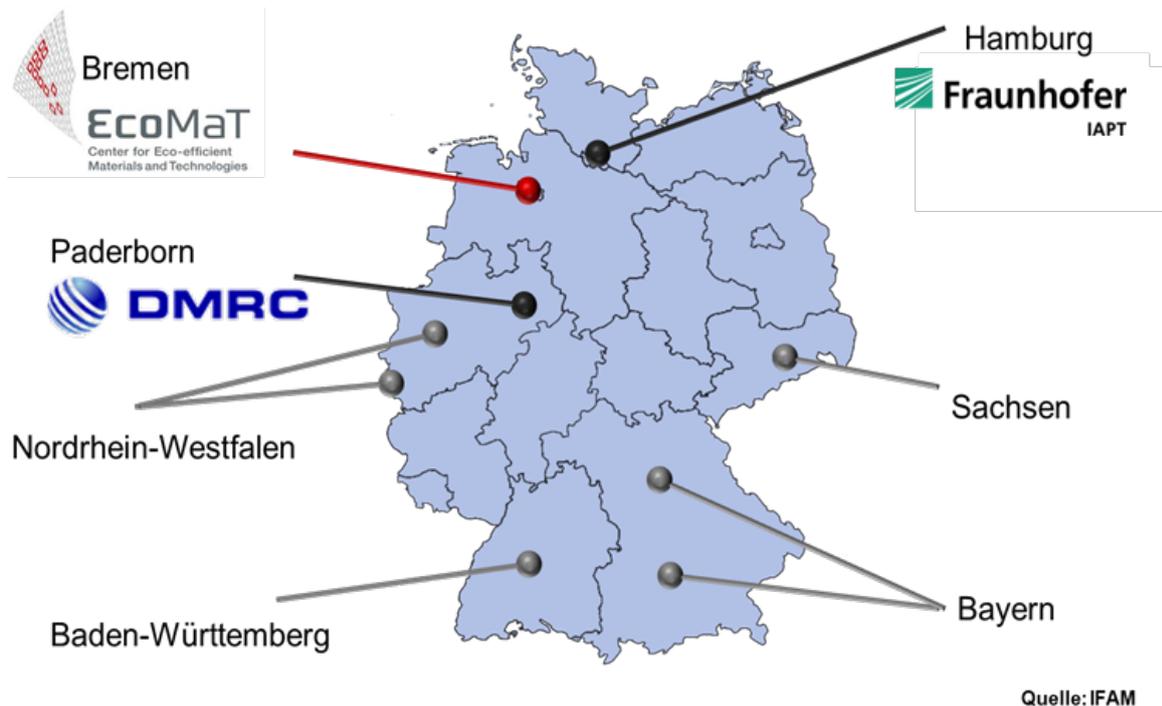


Abb. 4 Übersicht AM-Forschungszentren in Deutschland (Quelle: IFAM)

Potentiale in Bremen

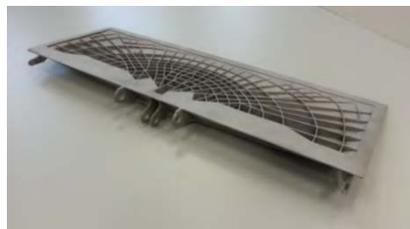
In Bremen arbeiten bereits Firmen für Materialentwicklung, Materialverarbeitung, Ingenieurdienstleistungen und Anwender zusammen, um die additive Fertigung aus der Nische in die Serienproduktion zu überführen. Zahlreiche Erfolgsbeispiele in Sachen 3D-Druck, ob Herstellung von Unikaten oder Klein-Serien, sind in Bremen zu verzeichnen.

Die Bremer Forschungseinrichtungen, die Universität, Hochschule und innovativen Unternehmen haben längst das Potenzial der additiven Fertigungsverfahren erkannt und daraus marktfähige Anwendungen entwickelt, die aus dem Prototypenbau den Weg in die Fertigung von Endprodukten gefunden haben. Hier ist ein neuer Wirtschaftszweig entstanden, der in Bremen nahezu die gesamte Wertschöpfungskette von der Werkstoffherstellung über die additiven Fertigungsverfahren als Dienstleistung und die Integration von additiv gefertigten Bauteilen in neue Produkte abdeckt und in viele Branchen ausstrahlt. (**Abb. 5 Akteure in Bremen**)

	Forschung	Unternehmen	Netzwerke
Hohe Relevanz	<ul style="list-style-type: none"> • Airbus Stiftungsprofessur, ISEMP • Fraunhofer IFAM • Institut für angewandte Strahltechnik, BIAS • Leibniz-Institut, IWT • Hochschule Bremen • Alfred-Wegener-Institut, AWI 	<ul style="list-style-type: none"> • Airbus Deutschland • Ariane Group • BEGO GmbH & Co.KG • Daimler AG • Materialise GmbH • Premium AEROTEC GmbH • Wilh. Lippold GmbH & Co. KG • Rosemeier & Meyer • Start-Ups: Amsis; Additive Works; Die Bioniker 	<ul style="list-style-type: none"> • Additive Manufacturing NordWest e.V. • MaPEX Universität Bremen • EcoMaT • Bionic Innovation Center, HS Bremen
Ergänzung	<ul style="list-style-type: none"> • Faserinstitut Bremen e.V. • Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH, BIBA • Hochschule für Künste • CETEM 	<ul style="list-style-type: none"> • innojoin GmbH & CO. KG • OHB SE • VEW • Cb process • Fabbify Software GmbH • Nabertherm • Deutsche Bahn AG 	<ul style="list-style-type: none"> • Automotive NordWest e.V. • AVIASPACE Bremen e.V. • FabLab Bremen • Machining Innovation Network e.V.

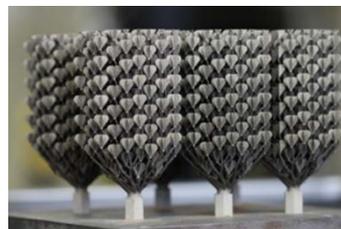
Abb. 5 Akteure für 3D-Druck in Bremen

Additive Fertigung in Bremen



xviii

Vorbild Victoria-Seerose: Aluminium Verkleidungsteile für Landeklappen



xix

Generativ gefertigtes Kühlsystem



xx

Airbus Concept Plane: hergestellt durch Laserschmelzen von Titanpulver



xxi

BEGO Varseo Wax



xxii

3D-gedrucktes patientenspezifisches Hüftimplantat aMace aus Titan

Stärken & Schwächen - Chancen & Risiken

Stärken

- Hohe Kompetenzen über nahezu die komplette Prozesskette (Wissenschaft u. Unternehmen)
- Eigener Bionik-Studiengang an der Hochschule Bremen
- Schaffung eigener Konzernunabhängiger Infrastrukturen -> Entwicklung und Vernetzung vor Ort
- Bremen ist ein starker Industriestandort in Norddeutschland -> hohes Potential für Entwicklung als auch Nutzung von Additiver Fertigung vor Ort
- Koordinierte Zusammenarbeit der bremischen Forschungseinrichtungen aufgrund komplementärer Ausrichtungen

Schwächen

- Lücke in der Prozesskette, da kein Anlagenbauer vor Ort angesiedelt ist
- Kaum Konzernzentralen mit Forschung in Bremen
- Branchenspezifische Anwendungen, geringe Diversifizierung über die Branchen
- Nur wenige KMU als direkte Anwender

Chancen

- Digitalisierung, Industrie 4.0
- Neue Produkte und
- Hohes Interesse in der Öffentlichkeit -> öffentlichkeitswirksame Kommunikation von interessanten Anwendungen
- Gründung von Start-ups im Bereich Anwendungen und Software

Risiken

- Notwendiger Reifegrad von Maschinen und Fertigungsprozessen wird nicht oder nicht zeitnah erreicht
- Wandel von Geschäftsmodellen
- Umgestaltung der Arbeitsprozesse, neue Kompetenzanforderungen
- Technologie setzt sich nicht durch oder wird von anderer Technologie abgelöst

Angepasste Instrumente zur Unterstützung

Der Verein **Additive Manufacturing Nordwest e.V. (AMN)** und die Eröffnung von EcoMaT werden für die bremischen Akteure, die sich mit additiven Fertigungsverfahren beschäftigen, eine große Unterstützung sein. Das EcoMaT bietet vor allem kleinen und mittelständischen Unternehmen einen Zugang zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts, um ihre Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit zu stärken.

Mit dem **Bre3D-Award** will das Land Bremen insbesondere mittelständischen Unternehmen die Möglichkeit bieten, im eigenen Geschäftsfeld Erfahrungen mit der Technologie der additiven Fertigung zu sammeln. Honoriert werden Ansätze und konkrete Erfolge, die zeigen, wie 3D-Druck Einzug in die Wirtschaft hält. So kann die öffentliche Aufmerksamkeit erhöht werden.

Das Fehlen eines Anlagenbauers vor Ort kann mittelfristig kompensiert durch **Vernetzung in Deutschland und Europa** werden. Zusammenarbeit in Projekten oder zu überregionalen Themen, wie z.B. Berufsbildung, kann diese Lücke in der Wertschöpfungskette schließen. Zudem wird die Ansiedlung einer Filiale eines Anlagenbauers angestrebt.

Externe Expert*innen könnten in Form eines Peer Review den Standort Bremen von außen bewerten und so die regionale Analyse vertiefen.

Weitere Maßnahmen:

- Ausbau und Verbesserung bestehender Forschungs- und Entwicklungs-Infrastrukturen:
 - Neubau Materialise, Erweiterung IWT, CreativeHubs, FabLab
 - Ausbau der Kompetenzen am Standort
 - Ggf. Expertenstudie zur Bewertung von außen
- Förderprojekte und Projektanbahnung:
 - Bewerbung um Leichtbauförderprogramm des BMWI
 - LIP-Förderung für Materialise GmbH
- Netzwerkaktivitäten:
 - Innovationsforum Bre3D und i2b
 - EcoMaT e.V.
 - Additive Manufacturing Nordwest e.V.
 - Norddeutscher Arbeitskreis 3D-Druck
- Start-Ups und Transfer:
 - Kooperation von Start-Ups und Unternehmen DigiLab BLG
 - Aufbau neuer „Problem to Solution“ Plattformen
- Marketing/Internationalisierung:
 - Presse- und Öffentlichkeitsarbeit - „Storytelling“ über Bremer Erfolgsgeschichten
 - Fachveranstaltungen und Veranstaltungen für die Öffentlichkeit
 - FormNext November 2018 in Frankfurt
 - Markterkundungsreisen / Delegationen
- Fachkräftesicherung und Kompetenzentwicklung für 3D-Druck
 - Studiengang und/oder Vertiefungsrichtung
 - Modellregion Berufsbild 3D-Druck
 - Initiierung und Koordination „Fachkraft 3D-Druck“ als dualer Ausbildungsberuf
 - 3D-Druck in die Schulen bringen, z.B. Schülerwettbewerb Norddeutschland
 - Stipendiaten Programm EcoMaT
 - Maßnahmen zur Erhöhung des Frauenanteils in den Berufsfeldern

In Kürze: Warum ist additive Fertigung eine relevante Schlüsseltechnologie für Bremen?

Für Bremen als Industriestandort ist die additive Fertigung von großer Bedeutung: Es bestehen bereits erhebliche Kompetenzen bei Industrie und Wissenschaft. Vor allem mittelständische Unternehmen müssen einen Zugang zum 3D-Druck haben, um diese für ihre Geschäftsfelder adaptieren zu können und frühzeitig Erfahrungen auf dem Feld zu sammeln. Additive Fertigung wird bestehende Fertigungsverfahren nicht vom Markt verdrängen, aber sich als eine weitere Technologie am Markt etablieren. Nur wer diese beherrscht, wird in dem Marktsegment auch mitspielen können.

In einigen Branchen hat die Technologie für einen massiven Umbruch gesorgt, wie z.B. bei Hörgeräten oder auch beim Zahnersatz. Hier war die Fa. BEGO ein Gewinner. Aber seit einigen Jahren wächst der 3D-Druck Markt weltweit rasant. Einerseits investieren große Unternehmen massiv in den Ausbau der Technologie, andererseits nutzen Hersteller aus Automotive und Luft- und Raumfahrt zunehmend additive Fertigungsverfahren in der Produktion. Die Folgen: schnellere Technologiereife, günstigere Materialien und Anlagen, mehr Einsatzfelder. Diese Faktoren verstärken sich gegenseitig, weshalb für 2018 ein globales Marktwachstum von über 20% prognostiziert wird!

3.4 Weitere Schlüsseltechnologien mit Potential in Bremen

Künstliche Intelligenz - Autonome Systeme - Robotik

Künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning gelten als Schlüsseltechnologien, auf die kaum ein Unternehmen verzichten kann und die zunehmend zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor werden. Es gibt in Bremen starke Akteure, kluge Köpfe, ein großes Reservoir an Wissen und Kompetenz zu diesem Thema. Die gilt es in den nächsten Monaten weiter zu analysieren und im Sinne der oben beschriebenen Methodik zusammen zu führen.

Das Bremer Start-Up Unternehmen Blackout Technologies entwickelt intelligente und selbstlernende Software für Service Roboter, die mit Menschen interagieren (Haushaltsroboter, Pflegeroboter). Hier ist das Ziel, Roboter mit Hilfe von kognitiven Techniken und maschinelles Lernen in den sozialen Alltag der Menschen besser zu integrieren. Diese werden als „soziale Roboter“ bezeichnet. Darüber hinaus liegen weitere Kompetenzen in der Entwicklung digitaler Assistenzsysteme für Chatbots und Smart Home Anwendungen.

Das Startup Ground Truth Robotics welches ein Spin-off des DFKI Bremen ist, hat sich auf die Entwicklung autonomer Navigationssysteme für die Unterwasser Navigation (Marinesysteme), für terrestrische Systeme und für die Industrie spezialisiert.

Sogar im Fußball wird inzwischen KI eingesetzt. So hat Werder Bremen mit dem 2017 gegründeten Unternehmen Just Add AI, eine Plattform entwickelt, in der nicht nur alle Berichte und Bewertungen der eigenen Scouts und Spieler zusammengeführt werden, sondern die Plattform zieht sich neben den Leistungs- und Spieldaten auch alle Informationen, die für ein genaues Profil eines Spielers relevant sind eigenständig aus dem Internet. Bei Wearhealth, einem Spin-off des TZI Bremen (KI Gruppe), liegen die Kompetenzen in den KI Feldern: Maschinelles Lernen, Predictive Analytics, Mustererkennung (Pattern Recognition).

Bremen ist in der Forschung und Entwicklung zum Thema Künstliche Intelligenz gut aufgestellt: zu nennen sind die Universität Bremen mit BIBA und TZI (Technologie-Zentrum Informatik und Informationstechnik), DFKI, IAI (Institute for Artificial Intelligence), DLR und ZKW (Zentrum für Kognitionswissenschaften) sowie die Unternehmen OHB und Airbus Bremen (CiMoN Astronauten Assistent). Veranstaltungen zum Thema Künstliche Intelligenz stoßen in Bremen auf großes Interesse.

Soeben wurde das KI-Netzwerk BREMEN.AI gebildet und soll jetzt weiter ausgebaut werden. Der Verein bremen digitalmedia e.V. als Interessensverband für Medien- und Informationstechnologie Unternehmen im Land Bremen bietet sich als Partner an. BREMEN.AI soll daher als eigenständige Sparte in diesem Verein etabliert werden. Der Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen (SWAH) unterstützt und begleitet diesen Prozess durch Workshops und Öffentlichkeitsveranstaltungen.

Intelligente Energienetze / Wasserstoffwirtschaft

Die Energiewende erfordert, dass regenerativ erzeugter Strom auch in den Sektoren Verkehr, Wärme und Industrie zum Einsatz kommen und Energie längerfristig gespeichert werden muss. Städtische Quartiere bieten sich für pilothafte Realisierungen derartiger Sektorenkopplungen an. Im Land Bremen stehen hierfür jeweils ein Areal in Bremerhaven und ein Areal in Bremen zur Verfügung.

Für das Gewerbegebiet Luneplate in Bremerhaven soll unter bestimmten Bedingungen eine hundertprozentige Versorgung des Gebietes mit regenerativer Energie ermöglicht werden. Durch die vorhandene 8 MW Windenergieanlage sowie die geplante Photovoltaik kann der Strombedarf bilanziell gedeckt werden. Auch die Wärmeversorgung könnte mit einem Nahwärmenetz auf der Basis erneuer-

barer Energien und durch Nutzung von Abwärmepotenzialen erfolgen. Zusätzlich soll ein Elektrolyseur für die Erzeugung regenerativen Wasserstoffs z.B. für die Betankung von Bussen zur Verfügung stehen. Auf der Überseeinsel in Bremen plant ein privater Investor für einen neuen Stadtteil eine integrierte Energieversorgung mit einem Arealnetz für Strom aus Windenergie und Photovoltaik, mit einem kalten Nahwärmenetz mit Wärmepumpen und Eisspeicher und mit Ladestationen für Elektromobile in zentralen Parkhäusern. Die Windenergie aus unternehmenseigenen Windparks soll teilweise in Form von Strom direkt genutzt, teilweise in Wasserstoff umgewandelt für die Wasserstoffmobilität zur Verfügung stehen.

Beiden Ansätzen im Land Bremen ist gemeinsam, dass einerseits Technologien intelligent vernetzt werden müssen, um widerstandsfähige Energiesysteme, insbesondere Stromsysteme, zu erhalten (Smart-Grids). Andererseits müssen langfristige Speichermöglichkeiten geschaffen werden, die nach derzeitigem Stand der Technik nur mit Hilfe der Wasserstofftechnologie realisiert werden können. Die Gewinnung von Wasserstoff durch Elektrolyse verursacht derzeit noch sehr hohe Kosten und ist nach dem aktuellen Stand der Technik noch nicht wirtschaftlich. Vor diesem Hintergrund ist die Erforschung und Erprobung dieser neuen Technologie für die Entwicklung von künftigen regenerativen, flexiblen und resilienten Strom- und Energiesystemen von hoher Bedeutung. Es ist u.a. herauszuarbeiten, welche grundsätzlichen Anforderungen für die Wasserstoffproduktion, -speicherung und -weiterverarbeitung erfüllt werden müssen. Auch die Möglichkeit der Produktion von synthetischem Gas ist von Interesse. Einen großen Stellenwert nehmen schließlich Pilotprojekte ein, in denen der Einsatz von Wasserstofftechnologien in der Praxis erprobt wird.

Biotechnologie/Life Science

Biotechnologie und Life Science wird häufig synonym verwandt. Allerdings umfassen die „Life Sciences“ genau genommen alle Biowissenschaften. Dagegen beschäftigt sich die Biotechnologie i.e.S. mit der Nutzung von Erbinformationen, Molekülen, Zellen und ganzen Organismen in technischen, diagnostischen und therapeutischen Anwendungen. Ziele sind u. a. die Entwicklung neuer oder effizienterer Verfahren zur Herstellung chemischer Verbindungen und von Diagnosemethoden.^{xxiii} Biotechnologie bewegt sich an der Schnittstelle von Biologie, Medizin, Chemie und den Ingenieurwissenschaften und ist ein wichtiges Forschungsfeld für die Bereiche Gesundheit, Ernährung, Landwirtschaft und Umweltschutz, aber auch für die nachhaltige Industrieproduktion.^{xxiv}

Im Land Bremen nehmen Unternehmen aus den Bereichen Diagnostik, Therapie und Prävention sowie Software für die bildgebende Diagnostik in der Medizin im europäischen Vergleich Spitzenpositionen ein. Hierzu zählen Unternehmen wie die ZytoVision GmbH (Tumordiagnostika), die Bruker Daltonic (Massenspektrometrie) und Fraunhofer MEVIS (Softwareentwicklung für die bildgebende Diagnostik in der Medizin). Zudem sind Unternehmen der Produktion von biologischen und chemischen Forschungs- und Produktionsmaterialien, der industriellen Biotechnologie sowie der Informationsdienstleistungen für die Life Science Branche in der Nordwest-Region angesiedelt.

Das Bio Nord Biotechnologiezentrum Bremerhaven und der Technologiepark Universität Bremen bieten ideale Bedingungen für weitere Entwicklungen und Zusammenarbeit. Das überregional agierende i³-Life Science Cluster Nordwest konnte in der Projektlaufzeit erhebliche Mittel nach Bremen leiten und diverse Forschungsprojekte im Bereich der molekularbiologisch orientierten Diagnostik (In-vitro-Diagnostik) anstoßen. Durch Vernetzung der Partner mit anderen Clustern und Zusammenarbeit mit Universitätskliniken werden komplexe Forschungen durchgeführt. Das Netzwerk eruiert zurzeit in Gesprächen mit niederländischen Partnern die Möglichkeiten zur internationalen Zusammenarbeit. Weitere Ansatzpunkte bietet das Netzwerk Gesundheitswirtschaft Nordwest e.V. Es ist zu prüfen, ob die Biotechnologie als „Schlüssel zu Innovationen“ in weitere Branchen ausstrahlen kann.

4 Schlüssel-Branchen im Land Bremen

4.1 Automotive

Profil

Mit ca. 12.500 festangestellten Mitarbeitern ist das Mercedes-Benz Werk der Daimler AG der mit Abstand größte private Arbeitgeber der Region. Das Werk ist Kompetenzzentrum und Leitwerk für die Produktion der C-Klasse weltweit. In 2017 wurden deutlich über 400.000 Fahrzeuge produziert. Damit gehört das Bremer Werk – gemessen an der Produktionszahl – zu den weltweit größten Mercedes-Benz Werken. Mit dem Gewerbepark Hansalinie existiert ein Standort speziell für Automobilzulieferer und Dienstleister mit direktem Autobahnanschluss. Insgesamt beschäftigen in Bremen über 40 Zuliefererunternehmen ca. 4.000 Mitarbeiter. Einzelne Logistkdienstleister bündeln bis zu 200 Teilehersteller und liefern just-in-sequence in das Mercedes-Werk. Insgesamt ist das Gros der Automotive Unternehmen in Bremen mit all ihren Aktivitäten stark auf das Mercedes-Werk ausgerichtet und profitiert unmittelbar am Wachstum des Werkes.

Ein weiterer Standortfaktor ist die Bedeutung von Bremerhaven als wichtige Automobildrehzscheibe. Dort werden jährlich rund 2,2 Millionen Pkw umgeschlagen, davon ca. 80% für den Export.

Netzwerkstrukturen

Insgesamt rund 70 Mitglieder aus Industrie, Forschung und Verwaltung aus Bremen und dem niedersächsischen Umland sind in dem Branchennetzwerk „**Automotive Nordwest e.V.**“ vertreten. Das Netzwerk hat sich zum Ziel gesetzt, den Bekanntheitsgrad der Region sowie die Vernetzung der Akteure untereinander zu erhöhen. 2016 wurde die Dachstruktur Automotive Nord e.V. gegründet, in der neben der Freien Hansestadt Bremen und dem Land Niedersachsen die drei regionalen Cluster ‚Automotive Nordwest‘, its mobility nord (Metropolregion Hannover, Wolfsburg, Braunschweig, Göttingen) und Automotive Cluster ‚Ems-Achse‘ sowie die Unternehmensverbände in Bremen e.V., Unternehmensverbände Niedersachsen e.V. und Industrieverband Hamburg zusammen agieren. Automotive Nord e.V. soll die internationale Bekanntheit des Automotive-Standortes Norddeutschland mit VW, Mercedes und ihren hunderten von exzellenten Zuliefererunternehmen steigern und die Internationalisierung der kleinen und mittelständischen Unternehmen der Branche in Norddeutschland vorantreiben.

Das Hauptziel der Aktivitäten im Cluster Automotive ist die Ansiedlung von Zulieferern am Automotive Standort Bremen. Als Bremer Innovationscluster sind Imagebildung, Marketingmaßnahmen, Kooperationen und die enge Zusammenarbeit mit den Unternehmen vor Ort die wesentlichen Maßnahmen.

Potentiale & Schlüssel zu Innovationen

Automotive in Bremen bedeutet in erster Linie Automobilproduktion mit vorgeschalteter Teilefertigung und Teilelogistik sowie produktionsbezogene Ingenieursleistungen und Anlagenbau. Der vordere Teil der Wertschöpfungskette eines Pkw, wie Fahrzeug- oder Teileentwicklung, ist in Bremen nicht vertreten. Automotive Forschung in Bremen findet im Bereich wichtiger Schlüsseltechnologien statt. Hierbei handelt es sich vor allem um Entwicklungen bei den **elektrischen Antriebstechnologien, beim autonomen Fahren und im Bereich Leichtbau und neuer Materialien**. Die wesentlichen Player sind u.a. das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung (IFAM), das deutsche Forschungszentrum für künstliche Intelligenz (DFKI), das Zentrum für Technomathematik (ZeTeM) an der Universität Bremen, die Stiftung Institut für Werkstofftechnik, das Bremer Institut für angewandte Strahltechnik sowie das Faserinstitut.

4.2 Maritime Wirtschaft/Logistik

Profil

Die maritime Wirtschaft und Logistik sind das Rückgrat der Wirtschaft in Bremen und Bremerhaven. Aus ihrer Mitte kommen die beschäftigungsintensivsten und umsatzstärksten Branchen, die mitsamt ihren Zuliefererketten die Wirtschaftsstruktur im Land Bremen maßgeblich prägen. Insgesamt über 1.500 Unternehmen mit etwa 80.000 Beschäftigten erwirtschaften ein Drittel des BIP des Landes Bremen. Beispielhaft für die starke regionale Vernetzung stehen die drei Schiffbauwerftgruppen Bremens, die mit über 200 lokalen Zulieferern mehr als 5.000 hochqualifizierte Arbeitsplätze am Standort sichern.

Die Sicherung des Innovationsvorsprungs ist entscheidend für eine nachhaltig erfolgreiche Positionierung der Unternehmen im Weltmarkt. Der maritime Wissenschaftsstandort Bremen bietet hier mit zahlreichen Hochschulangeboten, 16 außereniversitären Forschungseinrichtungen (u.a. AWI, ZMT, IMARE, IWES, IFAM, DLR, DFKI, ISL, BIAS), neun An-Instituten (u.a. BIBA und MARUM) und zahlreichen maritimen Netzwerkstrukturen eine ideale Basis für einen erfolgreichen Wissens- und Technologietransfer in beide Richtungen.

Netzwerkstrukturen

Das **Maritime Cluster Norddeutschland (MCN)** mit seiner Geschäftsstelle in Bremen fördert und stärkt die Zusammenarbeit in der norddeutschen maritimen Branche. Es ermöglicht den Dialog der Akteure untereinander und fördert Schnittstellen zu anderen Branchen. Es unterstützt unter anderem bei der Suche nach Innovationspartnern, berät zu Fördermitteln und vermittelt Kontakte in die maritime Branche. Mehr als 300 Unternehmen und Institutionen aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik sind Mitglied im MCN. Die Entwicklung innovativer branchen- und bundeslandübergreifender Projekte gehört zu den Schwerpunkten des Vereins.

Anfang 2018 startete das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Bremen, das einen inhaltlichen Schwerpunkt auf die maritime Wirtschaft legt und in enger Kooperation mit den anderen norddeutschen Küstenländern umgesetzt wird. Ziel wird es sein, kleine- und mittelständische Unternehmen (KMU) in ihrem Digitalisierungsgrad durch individuelle Unterstützungsmaßnahmen zu fördern.

Potentiale & Schlüssel zu Innovationen

Maritime Sicherheit: Bremen ist aktiv in die Umsetzung des Nationalen Masterplan Maritime Technologien (NMMT) eingebunden. Es wurden erfolgreich internationale maritime Sicherheitskonferenzen durchgeführt und Bremer Unternehmen konnten bereits in zahlreiche F&E-Projekte unter dem strategischen Dach des NMMT eingebunden werden. Deutlichen Aufwuchs an Forschungskompetenzen im Bereich der zivilen maritimen Sicherheitsforschung im Land Bremen wurde durch die Gründung eines neuen DLR-Instituts für den Schutz maritimer Infrastrukturen in Bremerhaven erreicht. Aus den Fachabteilungen des neuen Instituts sollen zukünftig zahlreiche Drittmittelprojekte die „Resilienz maritimer Systeme“ erhöhen, sowie neue maritime Sicherheitstechnologien in Kooperation mit den Unternehmen entwickelt werden.

3D-Druck: Die maritime Wirtschaft kann ein Treiber für die Nutzung des 3D-Drucks in der Branche sein. Insbesondere die Ersatzteilbeschaffung in der Seeschifffahrt erfordert komplexe logistische Prozesse. Dezentral organisierte 3D-Druckmöglichkeiten können hier die Komplexität verringern und neue Produktions- und Dienstleistungsmodelle etablieren.

Unmanned aerial vehicle (UAV) – unbemannte Luftfahrzeuge: Die Entwicklung von seewettertauglichen UAV-Systemen für maritime Einsatzszenarien wird künftig sowohl für die Sicherheit auf See (Lagebilder, Seenotrettung) als auch im Umweltschutz bei Schiffsemissionsmessungen eine zunehmende Bedeutung bekommen. Bremer Unternehmen und Forschungspartner entwickeln hier wettbewerbsfähige Technik und Dienstleistungsmodelle.

Autonome Systeme/Robotik: An allen Offshore Windkraftanlagen sind regelmäßige Untersuchungen an den Unterwasserstrukturen notwendig. Es wäre ein großer Vorteil für die Branche, diese (teil-)autonom und kostengünstiger als derzeit durchführen zu können. Zukunftsthemen wie die kommerzielle Erschließung des Tiefseebergbaus werden nur durch minimalinvasive und damit umweltfreundliche, autonome Abbau- und Transportsysteme möglich sein. (s. auch Kasten zum „Deutschen Testzentrum für maritime Technologien – Helgoland“ in Kapitel 4.4 Windenergie)

Künstliche Intelligenz (KI) ist einer der größten technologischen Treiber der Digitalisierung und ein zunehmend wichtiger Wirtschaftsfaktor. Die Unternehmen der maritimen Wirtschaft finden mit dem DFKI, BIBA, Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Bremen und der Universität Bremen kooperationsbereite Partner für gemeinsame Innovationsprojekte, um den Wandel in den Wertschöpfungsketten durch den Einsatz kognitiver Informatik erfolgreich zu nutzen.

4.3 Luft- und Raumfahrt

Profil

In Bremen treiben mehr als 140 Unternehmen und 20 wissenschaftliche Institute die Luft- und Raumfahrtindustrie an. Die Auftragsbücher sind gut gefüllt. Mit rund 12.000 Beschäftigten erwirtschaftet die Branche über 4 Mrd. Euro pro Jahr. Maßgeblich beteiligt an diesem Erfolg sind führende Unternehmen wie die Airbus Group, ArianeGroup, Rheinmetall Defence Electronics, OHB und deren Zuliefererbetriebe. Das erfolgreiche Wirtschaften der Unternehmen basiert auf der hervorragenden Qualifikation der Beschäftigten. Damit die Situation so bleibt und noch besser werden kann, wird in Bremen massiv in zukünftige Entwicklungen investiert: interdisziplinäre und intersektorale Forschung und Entwicklung werden den Standort stärken und Synergien mit Bremens anderen starken Branchen entstehen lassen.

Netzwerkstrukturen

Der **AVIASPACE BREMEN e.V.** ist ein Netzwerk engagierter Unternehmen und anwendungsorientierter Forschungsinstitute im Land Bremen und Umgebung und setzt die Luft- und Raumfahrt-Strategie des Landes Bremen um. Dabei steht neben der Kooperation mit anderen Bundesländern und der Entwicklung neuer Themen eine koordinierende Funktion im Fokus.

Schon heute spielt der AVIASPACE eine aktive Rolle in mehreren nationalen und europaweiten Netzwerken. Zu nennen wären hier insbesondere die SCE (Supply Chain Excellence Initiative) des Bundesministeriums für Wirtschaft (BMWi) und europäische Netzwerke wie z.B. EACP (European Aerospace Cluster Partnership) und NEREUS (Network for Regions Using Space Technology).

Ergänzend zu den allgemeinen Förderinstrumenten werden mit dem Luft- und Raumfahrtforschungsprogramm (LuRaFo) gezielt Entwicklungen in der Branche unterstützt. Mit den Finanzierungsinstrumenten der Bremer Aufbau Bank (BLB) sowie durch die Akquisition überregionaler Mittel können insbesondere für KMU weitere Impulse gesetzt werden.

Potentiale & Schlüssel zu Innovationen

Die Querschnittsthemen 3-D-Druck, Robotik und „neue Materialien“ sind auch im Bereich Luft- und Raumfahrt von zentraler Bedeutung. Die wissenschaftlichen Einrichtungen haben sich verstärkt in

Richtung neue Materialien ausgerichtet: IFAM, BIAS, IWT, FIBRE. Aber auch im Bereich Raumfahrt und Robotik befinden sich z. B. mit dem DLR Institut für Raumfahrtsysteme, ZARM, IUP (Institut für Umweltphysik), DFKI und AWI wichtige Institute am Standort.

Die für das Land Bremen identifizierten technologischen Strategiefelder sind:

- Leichtbau und Fertigungsprozesse: Material & Prozesse, Automatisierung, Prüf-/Testtechnologie, Additive Fertigung, Bionik
- Hochauftrieb- und Frachtladesysteme: Hydraulik, Aerodynamik, Sensorik
- autonomes Fliegen: Systementwicklung, Avionik, Elektronik, Erprobungszentrum
- Satelliten und Downstreamprodukte: Entwicklung, Bau, Anwendung der Daten, Spin-offs
- Trägersystem und astronautische Raumfahrt: Oberstufe ARIANE, Kryotechnologie, Sojus, International Space Station (ISS)

Um in den Schlüsseltechnologien weiterhin eine führende Rolle einzunehmen, befinden sich mit dem EcoMaT (s. Kap. 5.2) und dem Virtual Product House zwei zentrale Projekte in der Umsetzung.

Mit dem **Raumfahrtinkubator** (ESA-BIC North Germany) werden künftig kleine, agile Akteure aufgebaut, durch die die Branche regional zukunftsfähig wird. Dies erfolgt durch Start-ups bzw. junge Unternehmen, die sowohl aus der Raumfahrtforschung kommen können und terrestrische, kommerzielle Anwendungen entwickeln („spin out“), als auch aus anderen affinen Technologiesektoren wie Automotive, Mobility, Robotik etc. kommen können, deren Anwendungen u.a. in der Raumfahrt liegen können („spin in“).

4.4 Windenergie - Energiewirtschaft

Profil

Die Windenergie ist im Land Bremen seit ca. 30 Jahren beheimatet. Mehr als 80 Windenergieanlagen erzeugen mit einer installierten Leistung von mehr als 170 Megawatt jährlich ca. 400 Millionen Kilowattstunden. Dies ist bezogen auf die Fläche des Landes ein Spitzenwert in Deutschland. In der Industrie arbeiten heute mehr als 100 Unternehmen sowie zahlreiche Forschergruppen im Bereich Windenergie. Insgesamt 4.000 Beschäftigte, davon ca. die Hälfte im Bereich der Offshore-Windenergie, sind in der Branche tätig. Dies entspricht knapp 3 % der Beschäftigten in der Windenergiebranche in Deutschland (2015: 143.000).

Die Unternehmensstruktur besteht aus wenigen größeren und zahlreichen kleineren Unternehmen aus fast allen Teilen der Wertschöpfungskette. Unternehmenszentralen großer, international agierender Konzerne (wie Deutschlandzentrale der Deme-Gruppe) sind jedoch kaum vorhanden. Herausgehobene Positionen haben die wpd-Gruppe bei Entwicklung, Betrieb und Instandhaltung von Windparks, das Senvion-Werk zur Herstellung von Großkomponenten sowie die Offshore Hafenanlagen in Bremerhaven mit den entsprechenden Dienstleistern (wie BLG, Eurogate und viele weitere).

Die Forschungsinfrastruktur ist sehr gut ausgebaut. Die Universität Bremen ist mit zahlreichen Forschergruppen Teil des Zentrums für Windenergieforschung ForWind, das die Kompetenzen in Oldenburg, Bremen und Hannover bündelt. Und der Forschungsverbund Windenergie fasst das Know-how von ForWind mit dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) sowie dem Fraunhofer-Institut IWES in Bremerhaven zusammen. Hinzu kommen die Aktivitäten bei den Hochschulen, vor allem in Bremerhaven. Großforschungseinrichtungen bestehen beim größten Forschungsinstitut des Landes, dem IWES in Bremerhaven, sowie beim Deutschen Zentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) und zukünftig beim Leichtbauzentrum EcoMaT in Bremen.

Netzwerkstrukturen

Die **Windenergie-Agentur WAB e.V.** ist das führende Unternehmensnetzwerk für Windenergie in der Nordwest-Region und bundesweiter Ansprechpartner für die Offshore-Windenergiebranche. Dem Verein gehören ca. 300 Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette der Windenergiebranche an. Die WAB wurde 2018 als Innovationscluster mit dem Silber-Label-Zertifikat der European Cluster Excellence Initiative ausgezeichnet.

Potentiale & Schlüssel zu Innovationen

3D-Druck: Die Offshore Windenergie kann ein Treiber für die Nutzung des 3D-Drucks in der Branche sein. Große, verteilt stehende und komplexe Windenergieanlagen auf See benötigen zahlreiche Ersatzteile und erfordern komplexe logistische Prozesse. 3D-Druckmöglichkeiten können hier die Komplexität verringern.

Autonome Systeme/Robotik: An allen Windenergieanlagen (in Deutschland ca. 30.000) sind regelmäßige Untersuchungen von Rotorblättern und Türmen sowie Unterwasserstrukturen notwendig. Diese (teil-)autonom und kostengünstiger als derzeit durchführen zu können, wäre ein großer Vorteil für die Branche.

Wasserstofftechnologie: Im Land Bremen arbeiten derzeit drei große Kohlekraftwerke. Bei deren Abschaltung stehen industrielle Flächen mit Anschlüssen an Hochspannungsnetze zur Verfügung, die für die großtechnische Erzeugung und Speicherung von Wasserstoff sowie dessen Weiterverarbeitung zu Methan/Methanol genutzt werden könnten. Durch die Lage in der Stadt kann auch die Abwärme verwendet werden. Zudem könnte der Kavernenspeicher in Lesum, der derzeit für die Speicherung von L-Gas genutzt wird, ein Kristallisationspunkt für erste Nutzungen von Wasserstoff sein. (s. auch Kap. 3.4)

Das **Deutsche Testzentrum für maritime Technologien – Helgoland** wird zu einer Plattform für Cross-Clustering zwischen Maritimen Technologien und Windenergiewirtschaft: Im angedachten Testfeld können z.B. Technologien für die Überwasser- und die Unterwasserinspektion, perspektivisch auch für die Instandsetzung von Offshore-Windenergieanlagen entwickelt werden

4.5 Nahrungs- und Genussmittelindustrie

Profil

Die Nahrungs- und Genussmittelindustrie ist nach dem Fahrzeugbau die nach Arbeitsplätzen zweitstärkste Branche des produzierenden Gewerbes im Bundesland Bremen. Hier arbeiten ca. 7.000 Beschäftigte und damit 0,8% der Beschäftigten bundesweit (2016: 880.000). Der Umsatz liegt bei ca. 3 Milliarden Euro. Zusammen mit dem Großhandel arbeiten knapp 10.000 Beschäftigte in der Nahrungs- und Genussmittelwirtschaft. Die Branche ist relativ konjunkturunabhängig und stellt damit einen stabilisierenden Faktor in der Wirtschaft dar.

Der Anteil der Beschäftigten in Großunternehmen über 500 Beschäftigten lag 2016 bei fast 30% und damit deutlich über dem Bundesdurchschnitt. Durch den Strukturwandel in der Branche sinkt dieser Anteil jedoch. Demgegenüber nimmt die Beschäftigung bei kleineren Unternehmen kontinuierlich zu. In den letzten Jahren konnten die kleineren Unternehmen den Beschäftigungsverlust bei den Großunternehmen in Bremen kompensieren.

Die Forschung zur NuG-Wirtschaft ist in Bremerhaven konzentriert. Das Institut für Lebensmitteltechnologie und Bioverfahrenstechnik (ILB) der Hochschule Bremerhaven forscht und entwickelt in den Bereichen Lebensmitteltechnologie und Bioverfahrenstechnik. Das Technologie-Transfer-Zentrum Bremerhaven (ttz) ist ein unabhängiger Forschungsdienstleister und betreibt anwendungsbezogene

Forschung und Entwicklung in den Bereichen Lebensmittel und Ressourceneffizienz. Es ist in der Branche über die Grenzen Bremens hinaus bekannt. Das Studienangebot ist derzeit auf den Bachelorstudiengang Lebensmitteltechnologie/-wirtschaft beschränkt, soll aber um einen Masterstudiengang erweitert werden.

Netzwerkstrukturen

Der Interessenverband der Nahrungs- und Genussmittelwirtschaft in Bremen und Bremerhaven, **NaGeB e.V.**, baut derzeit sein Netzwerk aktiv aus und strebt eine Verdreifachung der Mitgliederzahl auf ca. 60 an. Der Verband organisiert hochwertige Veranstaltungen und ist an einer Zusammenarbeit mit anderen Beteiligten interessiert. Im Rahmen der Steuerungsgruppe bestehend aus NaGeB, WFB, BIS, Hochschule Bremerhaven und SWAH werden zurzeit die folgenden Themen bearbeitet:

- Vernetzung: Aufbau und Pflege eines Netzwerks aller wesentlichen Akteure der Branche;
- Digitalisierung: Unterstützung u.a. durch das Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Bremen;
- Gründungsunterstützung: Food Start-ups sollen die Möglichkeit zur Produktion, Lagerung, Analyse und Vermarktung ihrer Produkte erhalten (u.a. Räumlichkeiten mit Co-Working-Produktionsküche);
- Bildung/Wissenschaft: Erhöhung der Anzahl der Studierenden; Ausbau des wissenschaftlichen Personals.

Potentiale & Schlüssel zu Innovationen

Gründungsunterstützung: Es wurde eine „Machbarkeitsstudie Food Hub & Think Tank Bremen“ (Jun-Dez 2018) von Culicons mit Perspektive zum Aufbau einer entsprechenden Infrastruktur für Gründer*innen gefördert. Dieses Projekt bietet das Potential, mit einem auf die Branche zugeschnittenen Gründungsangebot sowie zahlreichen Bestandsunternehmen vor allem aus dem Mittelstand ein attraktives Milieu für Neugründungen zu schaffen.

Die Digitalisierung wird in Bremen derzeit u.a. durch den Online-Supermarkt myEnso mit einem innovativen Geschäftsmodell vorangetrieben. Dies kann für Zulieferer und Partner die Möglichkeit bieten, vor Ort erste Erfahrungen für den eigenen Weg in die Digitalisierung zu sammeln.

5 Schlüsselprojekte

5.1 Green Economy - LuneDelta Bremerhaven

Bremerhaven will die wirtschaftlichen Potenziale der Energie- und Klimawende weiter heben und einen „grünen“ Strukturwandel in Gang setzen. Das „LuneDelta“ wird zu einem nachhaltig ausgerichteten Areal entwickelt. Dabei wird ein Gründerzentrum mit Schwerpunkt „Green Economy“ zum Markenkern für eine überregionale Vermarktung.

Umweltfreundliche Energieerzeugung, Energieeffizienz, Rohstoff- und Materialeffizienz, nachhaltige Mobilität, nachhaltige Wasserwirtschaft sowie Abfall- und Kreislaufwirtschaft – diese Wirtschaftszweige wachsen rasant. ^{xxv} Dabei profitieren sie von Schlüsseltechnologien, insbesondere die Nutzung **digitaler Daten, Automatisierung aber auch neue Wasserstofftechnologien**.

Zur Umsetzung der Green Economy-Strategie wurde bei der BIS ein **Regionalmanagement** eingerichtet. Es unterstützt die ansässige Wirtschaft in den Bereichen Umwelt- und Klimaschutz, initiiert Pilotprojekte, spricht neue Unternehmen aus Green Tec- Branchen an und konkretisiert die infrastrukturellen Voraussetzungen für umweltfreundliches, ressourcensparendes und wirtschaftlich-effizientes Arbeiten.

Das neue Industrie- und **Gewerbegebiet auf der Luneplate** (150 Hektar) soll nachhaltig ausgerichtet werden und sich sowohl am Cradle to Cradle (C2C) Prinzip („von der Wiege bis zur Wiege“, gemeint ist eine Kreislaufwirtschaft ohne Abfall) orientieren als auch eine Vorbildfunktion für nachhaltiges und energieeffizientes Bauen und Wirtschaften übernehmen.

Das **Gründungszentrum „Green Economy“** soll eine Keimzelle für neue Formen des ressourceneffizienten und vernetzten Wirtschaftens sein. Diese Netzwerkarbeit soll durch ein professionelles Green Cluster Management unterstützt werden, das eng mit dem künftigen Gebietsmanagement des gesamten „LuneDelta“ kooperiert. Da es sich bei jungen Unternehmen auch meist um junge Unternehmer*innen handelt, sollen die sozialen Aspekte zur Erleichterung von Familienarbeit in die Planung einbezogen werden.

5.2 EcoMaT Forschungs- und Technologiezentrum

Mit dem Forschungs- und Technologiezentrum EcoMaT bündelt Bremen die vorhandenen Kompetenzen von Wirtschaft und Wissenschaft rund um das Technologiefeld Leichtbau in der Airport-Stadt. EcoMaT steht für **“Center for Eco-efficient Materials & Technologies”** und liegt in direkter Nachbarschaft zum Bremer Flughafen und zu wichtigen industriellen Partnern. Unter einem Dach forschen und arbeiten ab Mai 2019 rund 500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus der Wirtschaft und Wissenschaft gemeinsam zum Thema Leichtbau.

Leichtbau als wichtiges Technologiefeld nicht nur für die Luft- und Raumfahrt steht im Fokus des EcoMaT. Sowohl neue Fertigungsverfahren, als auch neue Materialien und Bauweisen (Bionik) ermöglichen zum einen effizientere Produkte, müssen zum anderen aber auch industriell anwendbar sein. Das EcoMaT adressiert im Kontext Leichtbau mehrere der oben genannten Schlüsseltechnologien. Insbesondere die additive Fertigung ist ein starker Fokus im EcoMaT. In dieser Bremer Schlüsseltechnologie arbeiten mehrere Partner vor Ort miteinander. Der Fokus dabei liegt auf der mittelfristigen Implementierung der Technologie in die Unternehmen.

EcoMaT vereint in Bremen ein starkes Netzwerk mit mehr als 15 Partnern: Unternehmen wie die Airbus Group, Daimler und Testia sowie wissenschaftliche Einrichtungen wie das Faserinstitut Bremen (FIBRE), Fraunhofer IFAM und das Deutsche Zentrum für Luft und Raumfahrt (DLR). Neben diesen

Mietern sind weitere Unternehmen und Institute über das EcoMaT Netzwerk involviert. Durch die Bündelung der Stärken im EcoMaT wird eine internationale Sichtbarkeit für Bremen und die hier bestehenden Kompetenzen erzielt.

5.3 Zukunftsinitiative smart-digital-mobil

Die Zukunftsinitiative smart-digital-mobil für Bremen und Bremerhaven wurde als Fortsetzung des bestehenden Leitbildes der Stadtentwicklung mit dem Motto „lebenswert – urban – vernetzt“ gebildet. Es handelt sich um eine ressortübergreifende Initiative, die verschiedene der oben genannten Maßnahmen bündelt und weitere Impulse im Bereich der Mobilität setzt.

Autonomes Fahren kann die Zukunft der Mobilität verändern. Auch in Bremen werden Teststrecken für PKW, Güterverkehr und im ÖPNV für automatisiertes Fahren entwickelt. Industrieunternehmen kooperieren dabei mit wissenschaftlichen Einrichtungen. Ziel: Bremen nutzt seine Stärken als Logistikstandort, um bundesweit Impulse für autonome Systeme zu setzen.

E-Mobility ist in mehrfacher Hinsicht eine Chance für die Region: Die Elektrifizierung von Autos allgemein und von Busverkehren im ÖPNV sowie bei Lieferverkehren mindert Schadstoffemissionen und entlastet so unsere Umwelt. Zugleich kann dieser Kompetenzschwerpunkt für die Ansiedlung und die Unternehmensentwicklung genutzt werden. Dafür ist eine flächendeckende Ladeinfrastruktur im Bestand und bei der Planung neuer Standorte wichtig. Ziele: Eine leistungsfähige Ladeinfrastruktur im Land Bremen. Etablierung als Forschungsstandort für Elektromobilität.

Effiziente und ressourcenschonende Verkehre sind ebenso wie eine **intelligente Logistik** ein wichtiger Wettbewerbsfaktor. Daher sollen an Innovationsstandorten wie der Überseestadt neue Verkehrskonzepte und Technologien getestet werden. Smart Mobility soll zudem genutzt werden, um Werksverkehre zu optimieren. Beim Car-Sharing wird Bremen seine Vorreiterrolle ausbauen. Ziele: Bremen etabliert innovative Verkehrstechniken für Wirtschaftsverkehre und transmodale Mobilität (mit Wechsel der Verkehrsmittel) und Sharing-Angebote.

Unter dem Begriff **Smart Industry: Produktivität 4.0** werden die in Kap. 3 beschriebenen Maßnahmen im Bereich der Digitalisierung und Additiven Fertigung ressortübergreifend abgestimmt.

Smart Energy - intelligente Technologien verknüpfen künftig das Erzeugen, Speichern und Übertragen von Energie mit der Steuerung des Verbrauchs. Eine derart vernetzte Energie- und Telekommunikationsinfrastruktur bildet die Grundlage für eine nachhaltige Energiewende (Dekarbonisierung). Die Vernetzung dezentraler Erzeuger, Speicher und Verbraucher ermöglicht neue, wesentlich effizientere Strom- und Wärmekonzepte. Dies reduziert die Netzausbaukosten und Umweltbelastungen signifikant. Ziel: Durch Ausbau und Vernetzung erneuerbarer Energien mit Recyclingverfahren und Speichertechnik wird Bremen zur CO₂-neutralen Stadt.

In den letzten Jahren hat Bremen ein attraktives **Startup-Ökosystem** etabliert. Dieses gilt es weiter zu entwickeln. Mit dem Gründungsnetzwerk Starthaus unter dem Dach der BAB - Die Förderbank für Bremen und Bremerhaven ist 2018 eine zentrale Anlaufstelle für Gründungsinteressierte geschaffen worden. Besonderes Augenmerk gilt künftig den Corporate Startups, also Gründungen aus einem Unternehmensumfeld. Denn die Zusammenarbeit von Neugründern und etablierten Unternehmen bietet ein besonders erfolgversprechendes Innovationspotenzial. Ziel: Bremen positioniert sich als führender Standort für Corporate Startups.

6 Auf dem Weg zur Strategie für Industrie und Innovation

Mit diesem Positionspapier beginnt ein Prozess, an dessen Ende eine neue „Strategie für Industrie und Innovation Land Bremen 2030“ steht. Diese sollte zur Vorbereitung auf die neue EFRE-Förderperiode als „Regionale Strategie der intelligenten Spezialisierung“ (RIS3) im Jahr 2020 vorliegen. Bis dahin sollen die bereits entdeckten „Schlüssel zu Innovationen“ weiter etabliert und neue entdeckt werden. Das vorgestellte Konzept wird dabei ständig überprüft und ausgebaut. Akteure aus Politik, Unternehmerschaft, Verbänden und Gesellschaft sollen umfassend beteiligt werden.

Im Prozess „Zukunft Bremen 2035 – Ideen für morgen“ wurden diese Akteure ebenfalls breit eingebunden. Die gemeinsam erarbeiteten Leitziele und vorrangigen Maßnahmen geben wichtige Impulse für die fachliche „Strategie für Industrie und Innovation“. Im Positionspapier werden einige Themen aus dem Zukunftsprozess aufgegriffen. Insbesondere mit den in Kap. 5 genannten Schlüsselprojekten werden zentrale Maßnahmen des Zukunftsprozesses weiter vorangetrieben.

Folgende Akteure spielen in der weiteren Strategieentwicklung eine besondere Rolle:

Die **Arbeitnehmerkammer Bremen** gibt kontinuierlich wichtige Impulse durch ihre Studien zur Gesundheitswirtschaft^{xxvi} oder die vertiefte Befassung mit wissensintensiven Dienstleistungen^{xxvii}. Auch hier soll eine weitere gemeinsame Analyse der bremischen Potentiale zu einer Schärfung der Strategie beitragen. Die **Handelskammer Bremen** hat 2017 ein umfassendes Positionspapier „Wachstum für das Land Bremen“ vorgelegt. Viele der Anregungen werden hier bereits aufgegriffen. Die Handelskammer fordert u.a., „die Entdeckungsverfahren für Zukunftssektoren der Wirtschaft zu überlassen“ und möglichst flexibel zu bleiben in der Standortpolitik^{xxviii}. Wie ein agiler Entdeckungsprozess mit der Wirtschaft gestaltet werden kann, ist gemeinsam zu erörtern.

Folgende Fragestellungen sollen die Strategieentwicklung leiten:

- Sind die bisher „entdeckten“ Schlüsseltechnologien, Prozesse und Kompetenzen richtig gewählt, um die bremische Wissenschaft und Wirtschaft in der Breite voran zu bringen und neue Märkte zu erschließen?
- In welchen weiteren Schlüsseltechnologien, Prozessen und Kompetenzen hat Bremen besondere Potentiale und Alleinstellungsmerkmale?
- Wie können die bestehenden Branchencluster optimal eingebunden werden?
- Wie kann ein agiler Entdeckungsprozess dauerhaft in der Strategie etabliert werden, um schnell auf neue Entwicklungen reagieren zu können?
- Durch welche Maßnahmen können die wissensintensiven und unternehmensnahen Dienstleistungen optimal von der Förderung der Schlüsseltechnologien profitieren?
- Was muss berücksichtigt werden, damit die Strategie als gute Grundlage für die Antragstellungen an die EU-Forschungsförderung (Horizont Europe) dienen kann?
- Wie kann ein Peer Review (also eine Bewertung von außen) für die gewählten Technologien und -prozesse durchgeführt werden?
- Wie können gesellschaftliche und soziale Innovationsprozesse unterstützt werden?
- Wie kann der Frauenanteil in den Schlüsselbranchen und -technologien erhöht werden?

Gleichzeitig soll eine Abstimmung mit anderen Fachkonzepten erfolgen. Dazu zählen insbesondere:

- Gewerbeflächenentwicklungsprogramm der Stadt Bremen 2030 in Aufstellung (vgl. Deputation für Wirtschaft, Arbeit und Häfen Vorlage Nr. 19/540-S)
- Wissenschaftsplan 2025 (in Aufstellung)
- Strukturkonzept Bremerhaven
- Fachkräftestrategie Land Bremen

Anhang

Abkürzungen

AF	Additive Fertigung
ALM	Additive Layer Manufacturing
AM	Additive Manufacturing
AMA	Additive Manufacturing in Aerospace Conference
AUV	Autonomous Underwater Vehicle (autonomes Unterwasserfahrzeug)
AWI	Alfred-Wegener-Institut
BAB	Bremer Aufbau Bank
BIAS	Bremer Institut für angewandte Strahltechnik
BIBA	Bremer Institut für Produktion und Logistik GmbH
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BIS	Bremerhavener Gesellschaft für Investitionsförderung und Stadtentwicklung
BHV	Bremerhaven
BLG	BLG Logistics Group
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft
CAMA	Computer Aided Additive Manufacturing Conference
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DFKI	Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz
DLR	Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt
DMRC	Direct Manufacturing Research Center Paderborn
EACP	European Aerospace Cluster Partnership
EcoMaT	Center for Eco-efficient Materials and Technologies
EDP	Unternehmerischer Entdeckungsprozess
EEN	European Enterprise Network
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
ESA	Europäische Raumfahrtagentur
ESA BIC	ESA Business Incubation Center
EU	Europäische Union
FEI	Forschung, Entwicklung und Innovation – Förderprogramm Bremen
FIBRE	Faserinstitut Bremen e.V.
FP9	9. Forschungsrahmenprogramm
FuE	Forschung und Entwicklung
GE	General Electric

HB	Hansestadt Bremen
HTS 2025	Hightech-Strategie 2025
IAI	Institute for Artificial Intelligence
IAPT	Fraunhofer-Einrichtung für Additive Produktionstechnologien
IFAM	Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung
ILB	Institut für Lebensmitteltechnologie und Bioverfahrenstechnik
IMARE	Institut für Marine Ressourcen
ING	ING Bank N.V. (ING Groep N.V.)
ISL	Institut für Seefahrt und Logistik
ISEMP	Airbus endowed chair for Integrative Simulation and Engineering of Materials and Processes
ISS	Internationale Raumstation
IT	Informationstechnologie
IUP	Institut für Umweltphysik
IWES	Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik
IWT	Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien
KET	Key Enabling Technology (Schlüsseltechnologie)
KI	Künstliche Intelligenz
KMU	Kleine u. mittelständische Unternehmen
LIP	Landesinvestitionsprogramm Bremen
LuFo	Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung (BMBF)
LuR	Luft- und Raumfahrt
LuRaFo	Luft- und Raumfahrtforschungsprogramm Bremen
MARUM	Zentrum für Marine Umweltwissenschaften Marum
MCN	Maritimes Cluster Norddeutschland
MPI	Masterplan Industrie
MSTAM	Materials Science and Technology of Additive Manufacturing - Symposium
NaGeB	Nahrungs- und Genussmittelwirtschaft Bremen
NEREUS	Network for Regions Using Space Technology
NMMT	Nationaler Masterplan Maritime Technologien
NuG	Nahrungs- und Genussmittel
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
QM	Qualitätsmanagement
RIS3	Regional Forschungs- und Innovationsstrategie für intelligente Spezialisierung
SCE	Supply Chain Excellence Initiative
SWAH	Senator für Wirtschaft, Arbeit und Häfen
ttz	Technologie-Transfer-Zentrum Bremerhaven

TZI	Technologie-Zentrum Informatik und Informationstechnik
UAV	Unmanned aerial vehicle (unbemanntes Luftfahrzeug)
UDL	Unternehmensnahe Dienstleistungen
VW	Volkswagen
WAB	Windenergie-Agentur Bremerhaven/Bremen e.V.
WFB	Wirtschaftsförderung Bremen
WiFö	Wirtschaftsförderung
ZARM	Zentrum für angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation
ZeTeM	Zentrum für Technomathematik
ZIM	Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand beim BUND
ZKW	Zentrum für Kognitionswissenschaften
ZMT	Zentrum für Marine Tropenökologie

Quellen und Hinweise

ⁱ SENATSKANZLEI BREMEN, Zukunft Bremen 2035 – Ideen für morgen, Bremen 15. Oktober 2018, Quelle:

<https://zukunft.bremen.de/dokumente/dokument-2035-ideen-fuer-morgen/>

ⁱⁱ EU-KOMMISSION, Factsheet „Regionale Entwicklung und Kohäsionspolitik nach 2020: Fragen und Antworten“, Straßburg, 29.05.2018 Quelle: https://ec.europa.eu/germany/news/20180529-kohaesionspolitik-nach-2020_de (abgerufen am 29.06.2018)

ⁱⁱⁱ Die fünf Politikziele sind: PZ1: ein intelligenteres Europa durch Innovation, Digitalisierung, wirtschaftlichen Wandel sowie Förderung kleiner und mittlerer Unternehmen; PZ2: ein grüneres, CO2-freies Europa, das das Übereinkommen von Paris umsetzt und in die Energiewende, in erneuerbare Energien und in die Bekämpfung des Klimawandels investiert; PZ3: ein stärker vernetztes Europa mit strategischen Verkehrs- und Digitalnetzen; PZ4: ein sozialeres Europa, das die europäische Säule sozialer Rechte umsetzt und hochwertige Arbeitsplätze, Bildung, Qualifizierung, soziale Inklusion und den gleichberechtigten Zugang zu medizinischer Versorgung fördert; PZ5: ein bürgernäheres Europa durch Unterstützung lokaler Entwicklungsstrategien und einer nachhaltigen Stadtentwicklung in der gesamten EU.

^{iv} Vgl. EU-KOMMISSION, KOM(2018) 375 final, ANNEXES 1 bis 22, Straßburg, 29.05.2018: Anhang IV

Zitat „Strategie(n) für intelligente Spezialisierung wird/werden unterstützt durch:

1. aktuelle Analyse von Engpässen für die Innovationsverbreitung, einschließlich der Digitalisierung;
2. Vorhandensein einer zuständigen regionalen/nationalen Einrichtung oder Stelle, die für die Verwaltung der Strategie für intelligente Spezialisierung verantwortlich ist;
3. Überwachungs- und Evaluierungsinstrumente zur Messung der Leistung im Hinblick auf die Ziele der Strategie;
4. effektives Funktionieren des unternehmerischen Entdeckungsprozesses;
5. notwendige Maßnahmen zur Verbesserung der nationalen oder regionalen Forschungs- und Innovationssysteme;
6. Maßnahmen zur Bewältigung des industriellen Wandels;
7. Maßnahmen für die internationale Zusammenarbeit.“

^v TECHNOPOLIS-GROUP, Regional Innovation Scoreboard 2017, Quelle: <http://ec.europa.eu/docs-room/documents/23881> (abgerufen am 08.06.2018)

^{vi} Ebd., S. 43

^{vii} Ebd., S. 55

^{viii} Ebd., S. 23

^{ix} Angelehnt an Wikipedia, Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Schl%C3%BCsseltechnologie> (abgerufen am 11.06.2018)

^x Vgl. EU-KOMMISSION, KOM(2012) 341 endgültig

^{xi} WELSCH, JOHANNES, Innovationspolitik. Eine problemorientierte Einführung, Wiesbaden 2005, S. 306

Kompletter Absatz: „So richtig es ist, dass eine allein auf Technikentwicklung fokussierte Förderstrategie nicht sehr erfolgreich sein kann, so falsch wäre es, diese durch eine pure orgware-orientierte Politik zu ersetzen. Letztere ist auch auf technische Innovationen beziehungsweise neue Techniken angewiesen und diese fallen nicht vom Himmel, sondern müssen von Innovatoren hervorgebracht werden. Deshalb liegt in der intelligenten Verknüpfung von technischen, organisatorischen und sozialen Innovationen ein „Königsweg“ innovationspolitischer Strategie, (...)“

^{xii} EU-KOMMISSION, Mitteilung „An die Zukunft denken: Entwicklung einer gemeinsamen EU-Strategie für Schlüsseltechnologien“, KOM(2009) 512 endgültig, Brüssel, 30.09.2009 und

EU-KOMMISSION, Mitteilung „Eine europäische Strategie für Schlüsseltechnologien – Eine Brücke zu Wachstum und Beschäftigung“, KOM(2012) 341 endgültig Brüssel, 26.6.2012

^{xiii} DIE BUNDESREGIERUNG, Forschung und Innovation für die Menschen. Die Hightech-Strategie 2025, Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), August 2018

^{xiv} Ebd., S. 4, siehe auch S. 34 ff. „Die technologische Basis“

^{xv} BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, Webseite <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/innovationspolitik.html> (abgerufen am 27.09.2018)

^{xvi} Wohlers report 2016: 3D printing and additive manufacturing, state of the industry, annual progress report

^{xvii} ING Bank, Raoul Leering (Head of International Trade Analysis): 3D printing: a threat to global trade, Amsterdam Sep 2017, S. 3

^{xviii} Bild: Airbus Group

^{xix} Bild: Fraunhofer IFAM/Thorsten Müller

^{xx} Bild: Airbus Group

^{xxi} Bild: BEGO GmbH & Co.KG

^{xxii} Bild: Materialise GmbH

^{xxiii} Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Biotechnologie> (abgerufen am 23.10.2018)

^{xxiv} BUNDESMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT, Webseite <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Technologie/biotechnologie.html> (abgerufen am 23.10.2018)

^{xxv} Das Umsatzvolumen war in Deutschland im Jahr 2013 auf 344 Mrd. € und bis zum Jahr 2025 wird ein Anstieg auf 674 Mrd. € erwartet. vgl. BUNDESMINISTERIUM FÜR UMWELT, NATURSCHUTZ, BAU UND REAKTORSICHERHEIT (BMUB), Green Tec made in Germany 4.0, Berlin 2014

^{xxvi} ARBEITNEHMERKAMMER BREMEN und IAT INSTITUT ARBEIT UND TECHNIK, Gesundheitswirtschaft in Bremen: Befunde und Perspektiven, Bremen 2018

^{xxvii} ARBEITNEHMERKAMMER BREMEN und iaw – INSTITUT FÜR ARBEIT UND WIRTSCHAFT, Wissensintensive Dienstleistungen in Bremen: Herausforderung und Chance für die Stadt- und Strukturentwicklung, Bremen, 2018

^{xxviii} HANDELSKAMMER BREMEN, perspektive bremen-bremerhaven 2030: Wachstum für das Land Bremen, Bremen 2017, S. 24, vollständiges Zitat: „Mit Blick auf das Jahr 2030 muss festgehalten werden, dass Chancen für den Standort auch ganz woanders liegen könnten als in einer ausschließlichen Fortschreibung der gegenwärtigen Stärken. Gute Standortpolitik sollte in der langen Frist keine zu starke Vorfestlegung betreiben, sondern muss Raum lassen für organische Veränderungsprozesse, um zukünftig flexibel auf globale Veränderungen und Herausforderungen reagieren zu können. In diesem Zusammenhang gilt es, den Markt in seinen natürlichen Entdeckungsverfahren nicht zu behindern.“