

PHOTONICS ROADMAP

Zukunftstrends und Zielmärkte



Sehr geehrte Damen und Herren,



wir stehen vor großen gesellschaftlichen Herausforderungen – für unsere wirtschaftliche aber auch gesellschaftliche Zukunft im Land ist dabei auch ein zeitgemäßer Klimaschutz unerlässlich. An die damit verbundenen Aufgaben wie Nachhaltigkeit, Ökologische Landwirtschaft, Elektromobilität oder erneuerbare Energien wird in Rheinland-Pfalz aktiv und engagiert herangegangen.

Die Unternehmen und Forschungseinrichtungen der Photonikbranche tragen bereits heute zu innovativen Lösungen bei und werden auch zukünftig Treiber und Enabler von Innovationen sein, die uns helfen diese Herausforderung zu meistern.

Rund 80 Player sind in Rheinland-Pfalz in dieser Branche tätig: von den „Großen“ wie SCHOTT über eine Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen bis hin zu den Startups. Auch Wissenschaftsakteure wie die TU Kaiserslautern oder die Hochschule Trier mit dem Umweltcampus Birkenfeld – um nur einige Beispiele zu nennen – arbeiten mit und an innovativen optischen Technologien.

Die Lasertechnologie als „Enabling-Technology“ ermöglicht Nachhaltigkeit und spielt eine wichtige Rolle bei zahlreichen Zukunftstrends wie beispielsweise in der Photovoltaik, bei Laserverfahren für die Herstellung von Hochleistungsbatterien oder bei der Be- und Verarbeitung von Verbundwerkstoffen. Gerade im Bereich Lasertechnologie ist Rheinland-Pfalz besonders gut aufgestellt: Das Photonik-Zentrum Kaiserslautern

hat großes Know how in diesem Gebiet und auch zahlreiche mittelständische Unternehmen sind in der Erforschung, Entwicklung und Herstellung von innovativen Lasersystemen und Basiskomponenten erfolgreich. Ein Beispiel hierfür ist die Firma XITON Photonics in Kaiserslautern, die diodengepumpte Festkörperlaser mit nichtlinearer Optik herstellt.

Neben dem Know how, das in Rheinland-Pfalz in den optischen Technologien in großem Maß vorhanden ist, wird die Vernetzung der Akteure miteinander – über Landesgrenzen und über Branchen hinweg – ein entscheidender Faktor sein, um sich den Herausforderungen der Zukunft erfolgreich zu stellen. Der Dialog miteinander, das Auffinden von Synergien, schaffen Innovationen, von denen die Wirtschaft des Landes profitieren wird.

Diesen Austausch ermöglicht Optence e.V. und zeigt in der vorliegenden Broschüre Handlungsfelder und wichtige Ansatzpunkte für Interaktionen auf. Deshalb haben wir das Netzwerk gerne bei dem Projekt „Photonics Road Map“ unterstützt.

Daniela Schmitt

Ministerin für Wirtschaft, Verkehr,
Landwirtschaft und Weinbau

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	6
Gesellschaftliche Herausforderungen und Megatrends	8
 Megatrend Konnektivität – Digital vernetzte Kommunikationstechnologien	9
 Megatrend Demographischer Wandel / Gesundheit	14
 Megatrend Intelligente, umweltfreundliche Mobilität	18
 Megatrend Grüne Technologien / Green Economy	22
Rheinland-Pfalz – gut aufgestellt für zukünftige Marktentwicklungen	26
Zusammenfassung	29
Impressum	30

Sehr geehrte Damen und Herren,



Bereits in der Vergangenheit war die Photonik wichtiger Treiber in vielen Bereichen: so machte erst das Mikroskop Bakterien sichtbar und war damit für die Entwicklung von Antibiotika unverzichtbar. Ein Raumflug zum Mond? Ohne Photonik undenkbar! Kinoprojektoren und Fernseher brachten uns die Welt ins Haus. Man muss schon sehr suchen, um bahnbrechende Innovationen zu finden, bei denen photonische Technologien keine Rolle gespielt haben.

Wo werden die bahnbrechenden Entwicklungen der Zukunft liegen? Welche Rolle wird dabei die Photonik spielen? Gibt es neue Märkte? Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, um in den neuen Märkten erfolgreich zu sein?

Wir möchten mit dieser Broschüre einen Beitrag leisten, diese Fragen näher zu betrachten und die Trends der Zukunft – um im Bild der Photonik zu bleiben – mit dem Vergrößerungsglas anschauen. Da die Photonik als Querschnittstechnologie ein „weites Feld“ ist, können und werden wir nicht den Anspruch auf vollständige Betrachtung aller Technologiefelder erheben.

Das rheinland-pfälzische Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau hat das Projekt „Photonics Roadmap: Zukunftstrends erkennen – Marktchancen nutzen“ gefördert – dafür bedanken wir uns herzlich. Dadurch war es uns möglich, in einem mehrstufigen Prozess

die Thematik „Photonics Road Map“ intensiv zu bearbeiten: von einer Studie über einen Experten-Workshop, in dem die Ergebnisse der Studie diskutiert und verfeinert wurden, bis hin zu dieser Broschüre.

Für unser Netzwerk Optence e.V. und seine Clustermanagementorganisation Photonics Hub war dieses Projekt eine wichtige Unterstützung zur strategischen Weiterentwicklung des Netzwerks hin zu „Innovationen in der Photonik“. Weitere Projekte sind in der Vorbereitung oder haben bereits begonnen, beispielsweise ein ZIM Netzwerkprojekt zum Thema „Smart Automotive“ oder die Erarbeitung eines Innovationsradars. Damit können Firmen des Netzwerks und der Region langfristig von diesem Projekt profitieren.

Herzliche Grüße

Daniela Reuter

Geschäftsführerin
Optence e.V./Photonics Hub.

Einleitung

Die Photonik ist als Querschnittstechnologie Innovationsmotor für die meisten Hightech-Entwicklungen. Kaum eine technische Anwendung kommt ohne Komponenten oder Systeme aus, die der Photonik zuzuordnen sind. In vielen Fällen werden durch sie Hightech-Produkte überhaupt erst möglich – die Photonik ist somit auch eine „enabling technology“.

Die photonische Wertschöpfungskette spannt einen weiten Bogen über Komponenten und Materialien, Photonische Produkte und Services, die durch Photonik möglich werden.

Wertschöpfungskette in der Photonikbranche



Wertschöpfung

Motive: ambaradan, kadmy, imaginima/istockphoto.com; scharfsinn86/stock.adobe.com

Neben dieser direkten Wertschöpfungskette sind an die Photonikbranche weitere Industriezweige beispielsweise aus den Bereichen Messtechnik und Maschinenbau gekoppelt, die für die Herstellung und Qualitätssicherung der Photonischen Produkte und Komponenten benötigt werden.

2018 konnten die über 1.000 deutschen Unternehmen der optischen Industrie ihren Umsatz um 6,7 Prozent auf über 37,1 Milliarden Euro steigern. Deutschland hat in den Kernbereichen der Photonik eine starke Weltmarktposition mit Anteilen zwischen 10 und 16%. Experten rechnen für die kommenden Jahre mit einem jährlichen Wachstum des Photonik-Weltmarktes von etwa 6–8%. Der Erfolg dieser Industrie spiegelt sich auch bei den Beschäftigtenzahlen wider. Diese wuchsen 2018 in Deutschland um mehr als 5% auf ca. 138.000 Beschäftigte¹.

Die Unternehmen der Branche haben somit beste Voraussetzungen, auch zukünftig am Markt erfolgreich zu sein. Voraussetzung hierfür ist, zukünftige Marktchancen zu erkennen, mögliche Risiken des Eintritts in neue Märkte zu bewerten und rechtzeitig strategisch richtige Entscheidungen zu treffen.

Die Photonikbranche ist aktuell mit unterschiedlichen Herausforderungen konfrontiert

Zu diesen Herausforderungen gehört u.a. die Corona-Krise. In einer Umfrage des Industrieverbands SPECTARIS und OptecNet Deutschland vom Juni 2020 stuften 68% der befragten Photonik-Unternehmen ihre Geschäftslage als schlecht ein, 82% gingen von sinkenden Umsatzzahlen

im Vergleich zum Vorjahr aus. Knapp ein Viertel der Firmen (23 %) wollte angesichts der aktuellen Herausforderungen ihr Geschäftsmodell anpassen, um neue Märkte oder Kundengruppen zu erschließen. Im Sommer 2021 war die Stimmung der Branche deutlich besser. Viele Unternehmen berichten, dass die Nachfrage gestiegen sei – über die Auswirkungen der Corona-Krise gibt es jedoch noch keine Daten. Im zweiten Halbjahr 2021 bremsen Lieferengpässe die Erholung und das Wirtschaftswachstum.

Über die Corona-Krise hinaus gibt es weitere Veränderungen, auf die die Branche reagieren muss. Die kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), denen in Deutschland ca. 90 % der Unternehmen der Branche zuzurechnen sind, sind häufig Zulieferer und damit von den entsprechenden Anwendungsmärkten abhängig. Dazu gehören u.a. die Automobilindustrie, Medizintechnik, der Consumerbereich (Fernseher, Smartphones etc.), Messtechnik und Steuerung aber auch der Defense Bereich. Diese Abhängigkeit führt dazu, dass Veränderungen in diesen Märkten unmittelbaren Einfluss auf die Photonikbranche haben.

Der strukturelle Wandel, auch in den Anwenderbranchen, durch die zunehmende Digitalisierung der Produkte und Arbeitsprozesse, Lieferengpässe sowie steigende Energiekosten sind Herausforderungen, denen sich die Branchen ebenfalls stellen muss.

Der zukünftige Erfolg der Unternehmen der deutschen Photonikbranche auf dem Weltmarkt – wird auch von der Erschließung neuer Geschäftsfelder abhängen, wobei gesellschaftliche Herausforderungen und Megatrends in die strategische Ausrichtung einbezogen werden müssen.

Komponenten und Materialien

Optische Gläser oder Beschichtungsmaterialien, die in der Photonik benötigt werden und direkt aus den Materialien resultierenden Produkte wie z. B. Linsen, Prismen, Spiegel.

Photonische Produkte

Endprodukte, in denen photonische Komponenten verbaut werden, wie beispielsweise Laser, Mikroskope, Kameras oder Teleskope.

Photonic-enabled Produkte

Einsatz von photonische Komponenten, um die Funktion eines Produktes zu ermöglichen, z. B. bei Head-up-Displays, Systemen zur Prozesssteuerung, die optische Sensoren verwenden oder Systemen zur industriellen Bildverarbeitung.

Photonic-enabled Services

Viele Dienstleistungen werden nur durch die Nutzung Photonischer Technologien möglich. Dazu gehört beispielsweise die optische Datenübertragung durch Glasfaserkabel, Cloud Computing, Videostreaming und e-commerce.

Gesellschaftliche Herausforderungen und Megatrends

Gesellschaftliche Herausforderungen beeinflussen Entwicklungen von Märkten in signifikanter Weise und können bei bestimmten Fragestellungen auch technologische Herausforderungen darstellen.

Megatrends stellen Veränderungen dar, die in der Gegenwart bereits eine Rolle spielen, die aber vor allem sehr langfristig die Zukunft bestimmen werden. Der Einfluss der Megatrends wirkt umfassend auf alle gesellschaftlichen Ebenen: Wirtschaft und Politik sind betroffen, ebenso Wissenschaft, Technik und Kultur. Megatrends sind globale Phänomene. Sie beeinflussen einander, interagieren mit bestehenden gesellschaftlichen Herausforderungen bzw. werden durch sie wesentlich beeinflusst und bestehen aus einer Vielzahl einzelner

Subtrends, die im Umfeld der Megatrends wirken. Die Photonik spielt in den meisten technologischen Megatrends eine wichtige Rolle, dennoch sind nicht alle geeignet, um für Photonikfirmen ein großes Marktvolumen oder einen leichten Markteintritt zu gewährleisten. Einige Trends stellen vielmehr Nischenmärkte dar, die für bereits etablierte Zulieferer relevant sind. Andere Trends dagegen bieten ein großes Marktpotential und können für Unternehmen der Photonikbranche zukünftig hochrelevant sein.

Diese hochrelevanten Megatrends sind



Digital vernetzte Kommunikationstechnologien (Konnektivität)

- Augement und Virtual Reality Anwendungen
- Internet of Things/Künstliche Intelligenz
- 3D Druck
- ...



Demographischer Wandel/Gesundheit

- Digital Health
- Self tracking
- Silver Society



Intelligente umweltfreundliche Mobilität

- Teilautonomes und Autonomes Fahren
- Smart City



Grüne Technologien / Green Economy

- Decarbonisierung
- Kreislaufwirtschaft
- Smart Farming

Megatrend Konnektivität – Digital vernetzte Kommunikationstechnologien



© HQUALITY / stock.adobe.com

Digitale Vernetzung ist heute bereits allgegenwärtig: Menschen vernetzen sich z. B. durch die Nutzung von Smartphones, Tablets oder Wearables. Auch Maschinen vernetzen sich durch Maschine-zu-Maschine Kommunikation. Das Internet of Things (IoT) wird möglich durch die im Hintergrund arbeitende Kommunikationssysteme.

Es ist daher selbsterklärend, dass dieser Megatrend die Basis für die meisten anderen Trends und Innovationen darstellt: Digital Health, Autonomes Fahren, Smart Citys – für die Zukunft sind die digital vernetzte Kommunikationstechnologien wesentliche Voraussetzung.

Wie kann die Photonikbranche an diesem Megatrend und an dessen Marktpotential teilhaben?

Zum einen werden innovative Photonische Produkte beim Ausbau der digitalen Kommunikationsmöglichkeiten benötigt. Zum anderen können Photonische Komponenten oder Produkte in den neuen Anwendungen, die direkt durch die digitalen Kommunikationstechnologien möglich werden, Einsatz finden.



Ziel der Bundesregierung ist die technologische und digitale Souveränität Deutschlands – dies wird im Forschungsprogramm „Kommunikationssysteme – Souverän. Digital. Vernetzt.“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF), das im Juni 2021 gestartet ist, deutlich. Das BMBF plant, bis 2026 bis zu 700 Millionen Euro in die Förderung innovativer Kommunikationstechnologien zu investieren.

In dem Forschungsprogramm wurden verschiedene Ziele definiert: Daten müssen schnell und sicher von überall her abrufbar sein. Die Vernetzungstechnologie muss gerade bei sicherheitskritischen Anwendungen wie dem autonomen Fahren resilient sein. Weiterhin muss der Datenstrom schneller werden und die Datennetze eine höhere Kapazität erreichen, um den Anforderungen der zunehmenden Digitalisierung zu genügen.

Dort wurden auch die Einsatzmöglichkeiten der Photonik aufgezeigt und wichtige Innovationen benannt, die dazu beitragen können, diese Ziele zu erreichen. Im Wesentlichen sind dies Bereiche der Vorbereitung des 6G Standards für den Mobilfunk sowie der Ausbau der Weitverkehrsnetze.

6 G vorbereiten

Quantentechnologie zur Verbesserung klassischer Kommunikationssysteme

Optische Hochgeschwindigkeitsnetze und photonisch-elektronische Integration für Kommunikationssysteme

Sensorische Erfassung der Umwelt

Weitverkehrsnetze

Kapazitätssteigerung in optischen Transportsystemen durch fortschrittliche Verfahren, die alle Dimensionen wie Raum, Zeit, Frequenz oder Polarisation nutzen

Miniaturisierung und optische Systemintegration für leistungsfähige optische Transportsysteme

Technologien zur optischen und zur digitalen Signalverarbeitung

Datenübertragung im sichtbaren Lichtspektrum

Es gibt zahlreiche Anwendungen, für deren Realisierung die digitale Vernetzung erforderlich ist und für deren Einsatz photonische Produkte benötigt werden.

Einsatzmöglichkeiten Photonischer Produkte in digitalen Anwendungen
Augmented Reality, Virtual Reality und Mixed Reality <ul style="list-style-type: none">• OP-Technik, Spieleindustrie, Virtuelle Klassenräume, Smart Maintenance, Head-up-Displays
Autonomes Fahren <ul style="list-style-type: none">• Sicherheitsanwendungen, Sensorik
Mensch-Maschine Interaktion <ul style="list-style-type: none">• Gestensteuerung von Maschinen, Bereichsüberwachungen bei Roboter- einsatz, Erkennung von Ermüdung
Maschine-Maschine Interaktion <ul style="list-style-type: none">• Internet of Things• 3D Druck
E-Health <ul style="list-style-type: none">• Self tracking, Digital Health, Holomedizin
Smart City <ul style="list-style-type: none">• Verkehrsflussüberwachung• Intelligente Gebäudevernetzung• Intelligente Straßenbeleuchtung
Green Technology <ul style="list-style-type: none">• Smart Farming• Prozesssteuerung und Prozesskontrolle



– GENAUER HINGESCHAUT –

Augmented Reality (AR) Virtual Reality (VR) Mixed Reality (MR)

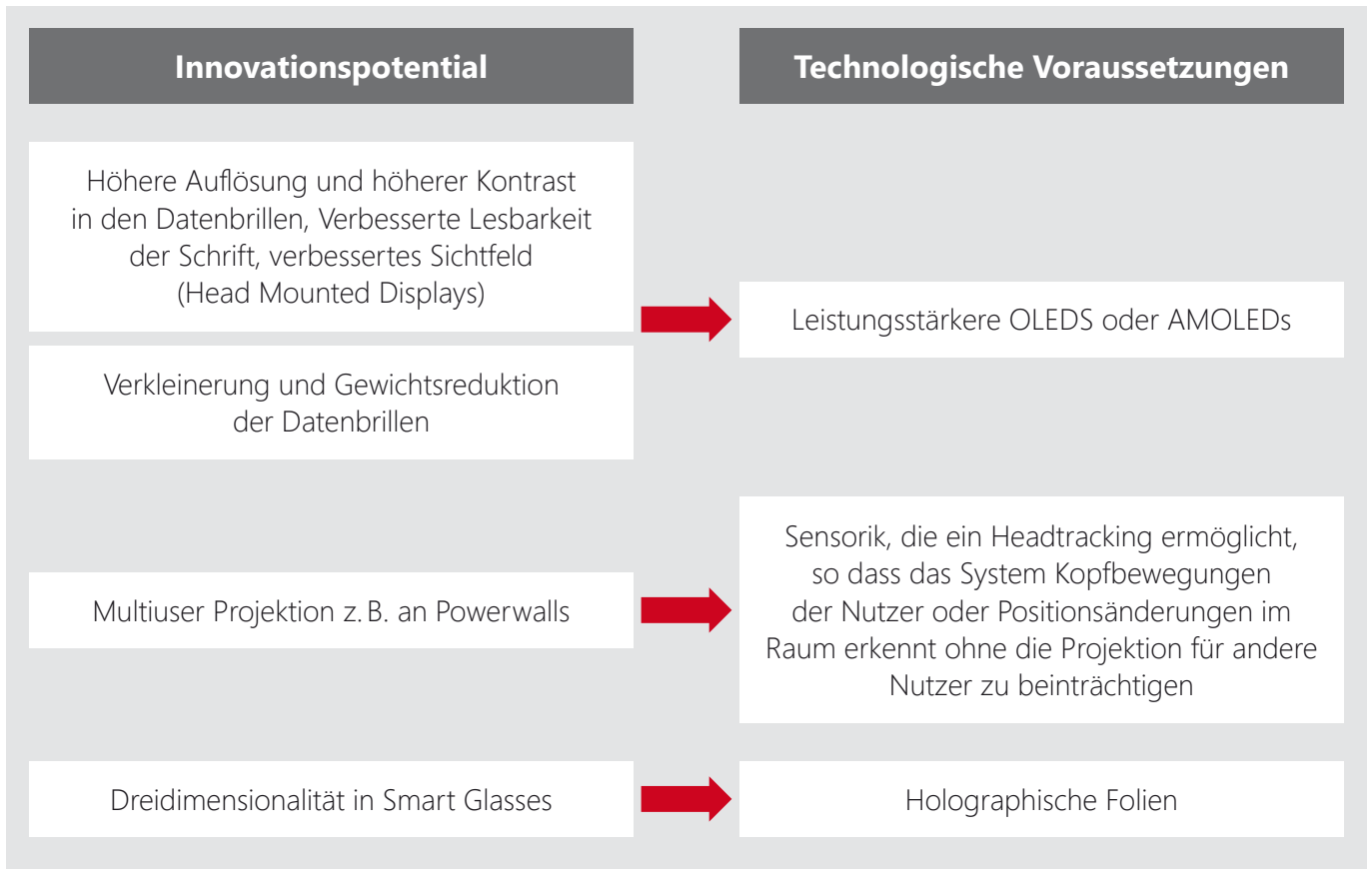
© akinbostanci / stock.adobe.com



In der **Virtual Reality** nimmt der Nutzer die Realität nicht mehr wahr und erlebt die digitale 3D Welt mit einer VR Brille. Bei **Augmented Reality** Anwendungen sieht er die reale Welt und bekommt zusätzlich Informationen eingeblendet. Dieses kann über ein Smartphone geschehen, einem Head-up-Display oder einer AR Brille (z. B. Google Glass).

In der **Mixed Reality** verbindet sich die reale Welt mit virtuellen Umgebungen und lässt so eine neue Umwelt entstehen. Der Nutzer interagiert zeitgleich mit der realen und einer virtuellen Umgebung. Physikalische Objekte der realen Welt haben Einfluss auf digitale Elemente. Die Nutzung dieser Technologie erfordert ein MR-Headset sowie eine besonders hohe Prozessorleistung.

Alle drei Technologien finden bereits jetzt Anwendung; in Zukunft ist eine deutlich höhere Nutzung zu erwarten. Anwendungsgebiete sind beispielsweise die Spieleindustrie, OP-Technik, Produktpräsentationen, Immobilienbesichtigung oder die industrielle Wartung von Maschinen (Smart Maintenance).



Wo sind aus Sicht von Photonik-Experten Weiterentwicklungen nötig, um Innovationen auf dem Gebiet AR/VR/MR zu realisieren?

- ▶ Weiterentwicklungen der Wafer-Level Optics
- ▶ Weiterentwicklungen im Bereich Freeform Optics
- ▶ 3D gedruckte Linsen
- ▶ Fertigung und Beschichtung von mikrostrukturierten Oberflächen
- ▶ Oberflächenfunktionalisierung
- ▶ Integration von Photonik und Mikroelektronik auf Chipllevel



Foto: Photonics Hub Expertenworkshop Photonics Road Map



Herausforderungen

- ▶ Akzeptanz der Nutzer für AR/VR Anwendungen im industriellen Umfeld
 - ▶ Nachgeschaltete Geschäftsmodelle, die neben dem Verkauf der „Hardware“ Folgedienstleistungen beinhalten.
 - ▶ Handling der Datenmengen (Big Data)
 - ▶ Datenschutz
 - ▶ Standardisierung
-



Fazit: Markteinschätzung

Digital vernetzte Kommunikationstechnologien

Sowohl der Ausbau als auch die Anwendung digitaler vernetzter Kommunikationstechnologien bietet ein sehr großes und langfristig weiter steigendes Marktpotential für die Firmen der Photonikbranche. Die zu lösenden Herausforderungen liegen zum großen Teil im Handlungsfeld der IT Branche (Big Data), und nicht unmittelbar im Einflussbereich der Photonikbranche.

Die Corona Pandemie hat deutlich gemacht, wie wichtig der Ausbau der digitalen Kommunikationstechnologien ist, um einen reibungslosen Ablauf von Verwaltungsprozessen, Schulunterricht, aber auch privater Kommunikation zu gewährleisten. Dieser „Weckruf“ gerade im öffentlichen Sektor wird zu einem weiteren Ausbau dieser Technologien führen.

Megatrend Demographischer Wandel / Gesundheit



Durch den stetig steigenden Bevölkerungsanteil älterer Menschen gewinnt die Thematik „Gesundheit im Alter“ zunehmend an Bedeutung und für damit verbundene innovative Produkten steigen die Marktchancen. Die Gesellschaft wird zudem immer gesundheitsbewusster und in Gesundheitsfragen informierter und selbstbestimmter.

Einsatzfelder der Photonik in der Medizintechnik sind z. B.

Digital Health/E-Health

- Telemedizin
- Self Tracking

OP Roboter

- Minimalinvasive Eingriffe mit hoher Präzision, hochauflösender dreidimensionaler, stabiler Sicht, vollständige Bewegungsfreiheit und Filterung des natürlichen Tremors des Operators

UV-LEDs

- Luftreinigung (Entwicklung durch Corona beschleunigt)

Mikrokameras für Einweg-Endoskope

- Kostenersparnis

Laser in der Diagnostik und Therapie

- Tomographie (Optische Kohärenztomographie, Zwei-Photonen-Tomographie, Photoakustische Tomographie)
- direkte Ablation
- laserinduzierte Thermotheapie

Lichttherapie

- Neugeborene-Gelbsucht
- UVA/UVB Bestrahlung z. B. bei Psoriasis
- Photochemotherapie



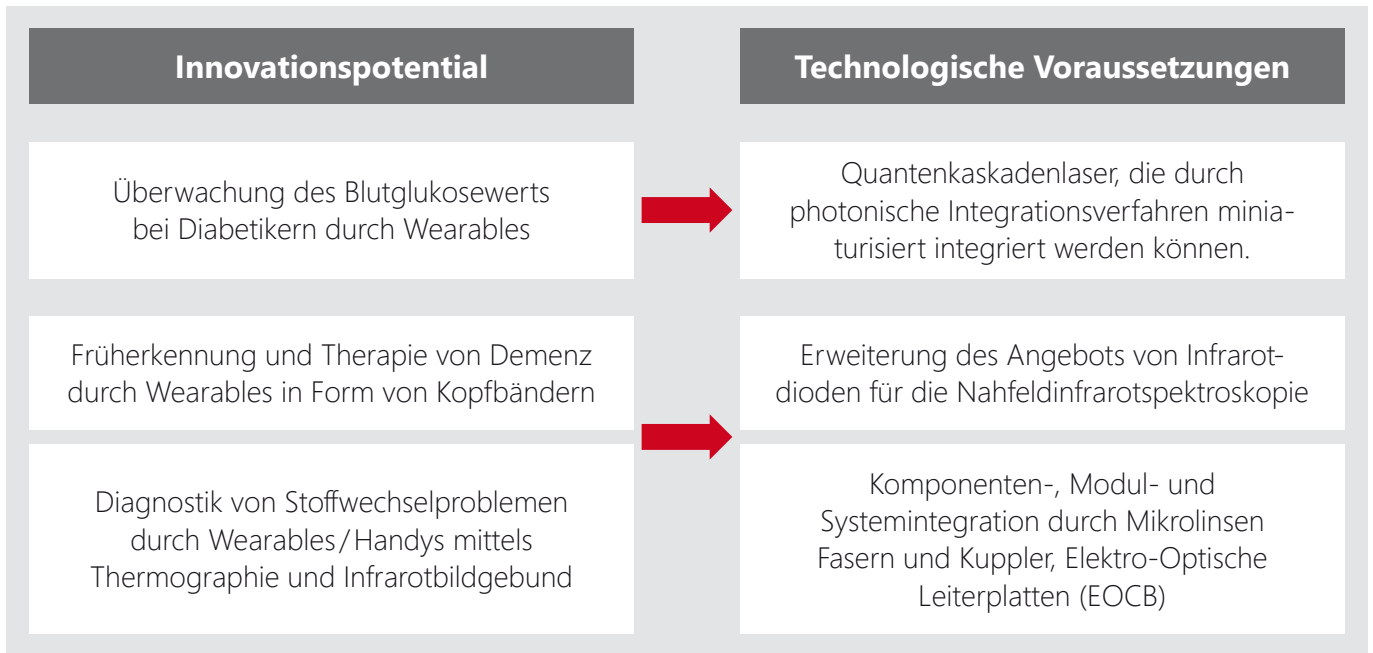
– GENAUER HINGESCHAUT –

Self Tracking / Telemedizin

© Евгений Вершинин / stock.adobe.com



Beim **Self Tracking** zeichnen Nutzer mit Hilfe von Sensor-Armbänder (**Wearables**) oder dem Handy Daten auf, protokollieren so ihre Aktivität und ihre Körperdaten wie beispielsweise Herzfrequenz, EKG, Sauerstoffsättigung und werten diese mit Hilfe von Fitness-Apps und speziellen Tracking Programmen aus. Sie können diese Daten auch dem Arzt für eine Diagnosestellung zur Verfügung stellen (**Telemedizin**). Da die Zahl der Hausärzte gerade im ländlichen Bereich stetig abnimmt, kann dies zu einer Verbesserung der medizinischen Versorgung beitragen.



Wo sind aus Sicht von Photonik-Experten Weiterentwicklungen nötig, um Innovationen auf dem Gebiet des Selftrackings zu realisieren?

- ▶ Domainübergreifende Miniaturisierung in der Fertigung
- ▶ Weiterentwicklungen der Wafer-Level Optics
- ▶ Skalierbarkeit für Laser-Strukturierungsverfahren
- ▶ Weiterentwicklung diffraktiver Optiken
- ▶ Integration von Photonik und Mikroelektronik auf Chipllevel



Foto: Photonics Hub Expertenworkshop Photonics Road Map



Herausforderungen

- ▶ Regulierung der Medizinproduktezulassung
 - ▶ Erstattungsfähigkeit durch Krankenkassen
 - ▶ Datenschutz (Telemedizin Schnittstelle Arzt/Patient)
 - ▶ Standardisierung der Komponenten
-



Fazit: Markteinschätzung

Photonische Produkte im Gesundheitssektor

Aufgrund der hochregulierten Medizinproduktezulassung ist ein Markteintritt in dem Bereich der erstattungsfähigen Medizinprodukte schwierig. Die Corona-Pandemie hat zu hohen Kosten im Gesundheitswesen geführt und damit das Budget der Krankenkassen für innovative Produkte reduziert.

Einfacher ist ein Markteintritt in dem Bereich der Consumer-Produkte, deren Anschaffungen im Privatbereich finanziert werden. Hierzu gehören die Wearables, die bereits jetzt einen großen Markt darstellen. Neue medizinische Funktionalitäten der Wearables werden zukünftig eine immer größere Rolle spielen. Innovationen im Bereich der Miniaturisierung und Integration photonischer Komponenten sind wichtige Voraussetzung dafür und bieten ein großes Marktpotenzial. Durch eine mögliche zukünftige Kostenerstattung digitaler Produkte und Arztleistungen im Zusammenhang mit dem „Self-tracking“ durch die Krankenkassen und die Schaffung einheitlicher Datenschutzstandards kann sich das Marktvolumen noch deutlich erhöhen.

Megatrend Intelligente, umweltbewusste Mobilität



© metamorworks/stock.adobe.com

Die beständig wachsende Mobilität, wandelnde Verkehrskonzepte und zunehmende Urbanisierung führen zu neuen Herausforderungen, aber auch zu Innovationsmöglichkeiten.

Die Megatrends „Smart City“, „Mobility“ und „Greentech“ hängen eng zusammen und bieten zahlreiche Schnittmengen.

Einsatzfelder der Photonik im Bereich Mobilität sind z. B.

Autonomes / Teilautonomes vernetztes Fahren

- Advanced Drivers Assistance Systems (ADAS)
- Überwachung der Fahrzeugumgebung und des Fahrzeuginnenraums
- Intelligente Scheinwerfer

Smart City

- Verkehrsflussüberwachung
- Innovative, intelligente Straßenbeleuchtung durch hellere LEDs
- Umweltsensorik

Ressourceneffizienz

- Fahrzeugherstellung durch laserbasierten Leichtbau führt zur Gewichtsreduktion von Fahrzeugen und reduziert den Treibstoffverbrauch
- Laserauftragsschweißen in der Fahrzeugherstellung
- Additive Bauteil-Fertigung durch laserbasierte Verfahren

E-Mobilität

- Kostenersparnis durch Laserverfahren bei der Batterieherstellung

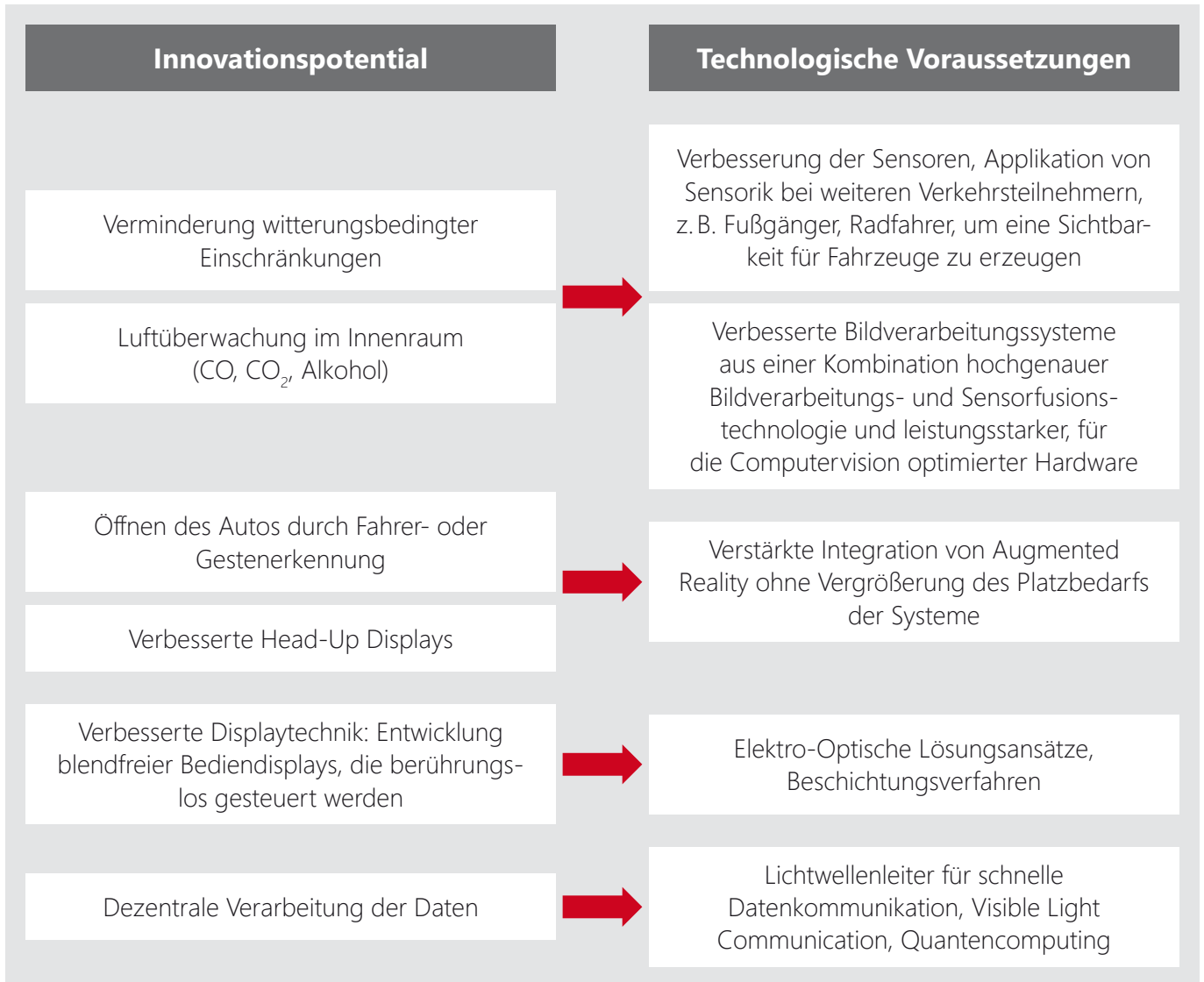


– GENAUER HINGESCHAUT –



Automatisiertes und vernetztes Fahren

Die ständig steigende Mobilität der Bevölkerung ermöglicht individuelle Freiheit, aber stellt auch hohe Anforderungen an die Aufmerksamkeit und Reaktionsfähigkeit der Verkehrsteilnehmer. Fortschrittliche Systeme, die den Fahrer dabei unterstützen, sind bereits in der Anwendung. Sie bieten nicht nur zusätzlichen Komfort, sondern leisten einen wesentlichen Beitrag zur Unfallvermeidung. Allerdings stecken manche Technologien erst in ihren Anfängen oder sind den gestiegenen Anforderungen noch nicht gewachsen. Die Photonik kann wesentliche Beiträge zu innovativen Lösungen leisten.



Wo sind aus Sicht von Photonik-Experten Weiterentwicklungen nötig, um Innovationen auf dem Gebiet der intelligenten, umweltbewussten Mobilität zu realisieren?

- ▶ Replikative Herstellung optischer Komponenten aus Glas
- ▶ Weiterentwicklung der Fertigungstechnologien für Freiformoptiken, um eine Massenfertigung möglich zu machen
- ▶ Höhere Komplexität der Mikrostrukturierung durch Laser
- ▶ Entwicklung von Verfahren, die zur Kostenreduktion der Komponenten führen
- ▶ Der Systemgedanke muss im Vordergrund stehen



Foto: Photonics Hub Expertenworkshop Photonics Road Map



Herausforderungen

- ▶ Handling sehr großer Datenmengen
- ▶ Akzeptanz des autonomen Fahrens durch alle Verkehrsteilnehmer und die Bereitschaft, aktiv daran mitzuwirken, z. B. durch Tragen von Sensoren an der Kleidung
- ▶ Klärung der juristischen Rahmenbedingungen wie Haftung bei Unfällen autonomer Fahrzeuge
- ▶ Kostenreduktion der optischen Komponenten
- ▶ Kompakte, platzsparende Bauweise optischer Systeme



Fazit: Markteinschätzung

Photonische Produkte im Mobilitätssektor

Da die meisten innovativen Fahrzeugtechnologien, insbesondere im Bereich des Autonomen Fahrens, photonische Technologien oder Produkte nutzen, ist hier ein sehr großer Markt vorhanden. Vollautonome Fahrzeuge müssen auf jede Eventualität zur jeder Zeit reagieren können. Bis dies möglich ist, werden sicher noch viele Jahre vergehen. Der Markt der Fahrerassistenzsysteme (ADAS), der Beleuchtungs- und Kamerasysteme dagegen ist bereits jetzt konstant wachsend.

Markteintrittsmöglichkeiten bieten kostengünstige Kunststoff-Optiken, die Verbesserung von Produktionsprozessen und die Miniaturisierung der Komponenten.

Die Ertragspotentiale werden von einem hohen Qualifizierungsaufwand beeinflusst, der nötig ist, um als Automobilzulieferer zugelassen zu werden sowie einer starren Preisbindung in der Automobilindustrie.

Produkte im Sektor „Smart City“ wie LED-Beleuchtungskonzepte oder Verkehrsraumüberwachung treffen auf Städte, die mit verschiedenen finanziellen Herausforderungen konfrontiert sind. Städtische Investitionen in smarte Stadtkonzepte sind angesichts oftmals leerer Stadtkassen nicht in großem Umfang zu erwarten.

Megatrend Grüne Technologien / Green Economy



© koya979 / stock.adobe.com

Das Umweltbewusstsein, der schonende Umgang mit Ressourcen durch Recycling oder die Vermeidung von einem übermäßigen Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sind Themen, die immer wichtiger werden und besonders für die junge „Generation Z“ einen hohen Stellenwert haben – wirtschaftliche Entscheidungen der Zukunft werden in hohem Maße durch die Anforderungen an Ressourcen-Effizienz und CO₂ Bilanz geprägt sein.

Für die Photonik gibt es zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten und Innovationsfelder, bei denen viele verschiedene Technologien zum Einsatz kommen, beispielsweise: Spektroskopie, Sensorik zur Prozesskontrolle- und Steuerung, Laser, Kameratechnik für Drohnen, Photovoltaik, Beleuchtung.

Einsatzfelder der Photonik im Bereich Grüne Technologien sind z. B.

Urban Mining / Recycling

- Exaktes separieren von Alt-Kunststoffen beim Recycling
- Separierung von schwarzem Kunststoff z. B. durch Terahertztechnologie
- Recycling von Elektroschrott

Umweltschutz

- Industrielle Laserreinigung
- Unkrautbekämpfung durch Laserstrahlen statt Herbiziden
- Smart Farming durch Einsatz von Drohnen
- Früherkennung von Wald- und Moorbränden durch Multispektralsensoren

Decarbonisierung*

- Energieeffiziente Beleuchtung durch LEDs
- Senkung des Energiebedarfs in Rechenzentren und bei der Datenübertragung durch optische Datenübertragung, die Weiterentwicklung der Silizium-Photonik und der Ausbau der Glasfasernetze
- Leichtbau im Fahrzeug- und Flugzeugbau
- Energieeffiziente Displays

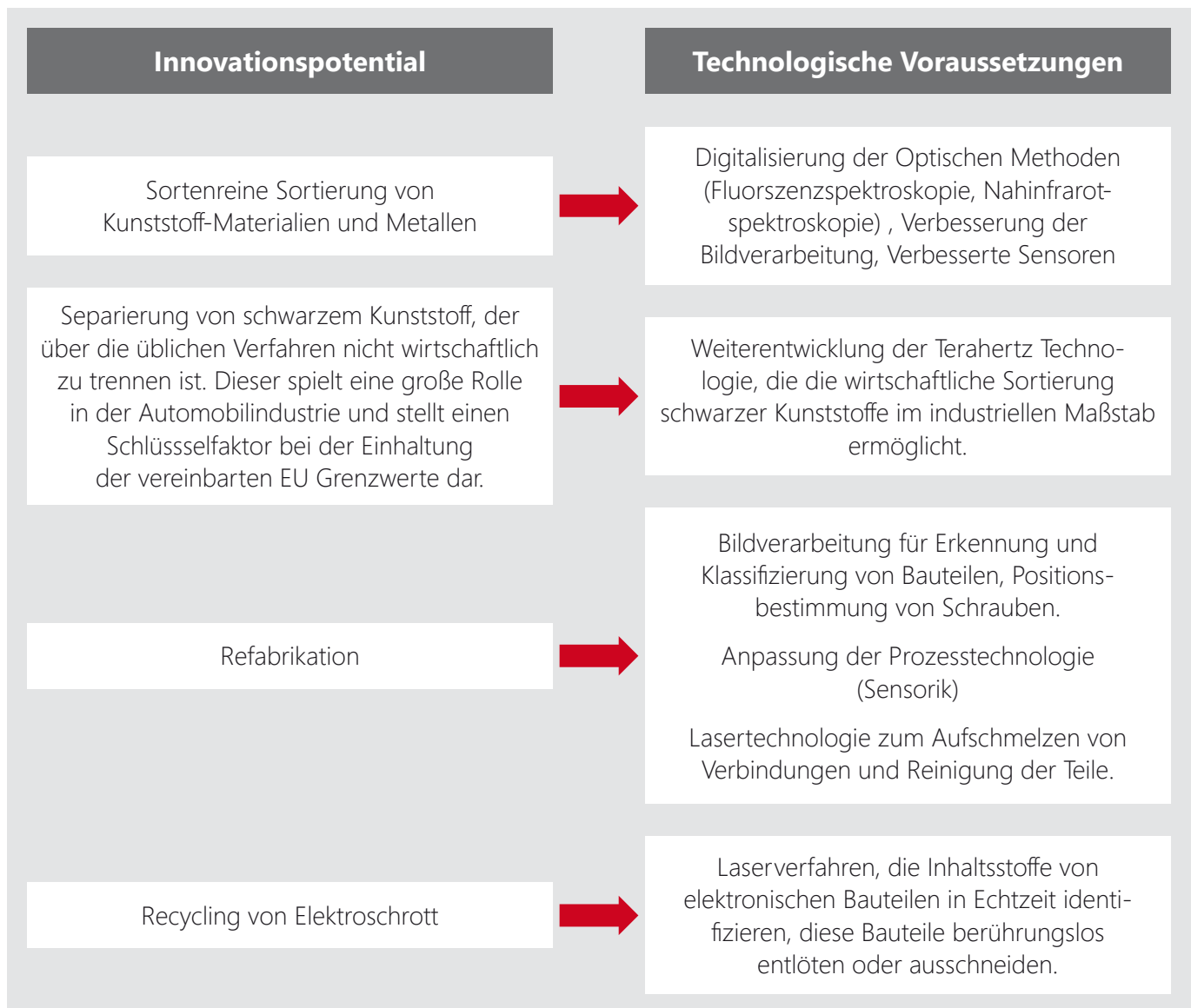
* Decarbonisierung bezeichnet die Umstellung der Wirtschaftsweise, speziell der Energiewirtschaft, in Richtung eines niedrigeren Umsatzes von fossilem Kohlenstoff. Das theoretische Ziel ist auf Dauer die Schaffung einer kohlenstofffreien Wirtschaft.



Urban Mining / Recycling / Refabrikation

Eine Kreislaufführung von Materialströmen ist ein wichtiger Beitrag zur Ressourceneffizienz. Aber auch im Hinblick auf zunehmende Lieferengpässe ist eine Rückführung von Materialien in die Produktion zukünftig von wachsender Bedeutung.

Dabei sind verschiedene Aspekte zu betrachten: neben dem Recycling kommen auch der Reparatur und Wiederverwertung von Endprodukten eine hohe Bedeutung zu. Bereits beim Produktdesign werden die Aspekte der leichten Demontage bzw. der Reparatur wichtiger.



Wo sind aus Sicht von Photonik-Experten Weiterentwicklungen nötig, um Innovationen auf dem Gebiet Grüne Technologien / Green Economy zu realisieren?

- ▶ Entwicklung Smarter Maschinen
- ▶ Neue Sensorgenerationen
- ▶ Bildung von Branchen- und Prozesskettenübergreifenden Allianzen und Kooperationen
- ▶ Vertrauenswürdige Dateninfrastruktur



Foto: Photonics Hub Expertenworkshop Photonics Road Map



Herausforderungen

- ▶ Anwender und Hersteller müssen branchenübergreifend miteinander ins Gespräch kommen
 - ▶ Anwender haben häufig große Vorbehalte bei der Nutzung von Lasern bzw. bei der erforderlichen Ausbildung im Laserschutz. Maschinen sollten daher so konzipiert sein, dass kein Kontakt zum Laser möglich ist.
 - ▶ Datenmengen und Dateninfrastruktur
-



Fazit: Markteinschätzung

Photonische Produkte im Bereich Sektor Grüne Technologien

Der gesamte Bereich bietet für die Branche langfristig ein großes Innovations- und Marktpotential. Voraussetzung sind eine deutlich verbesserte Kommunikation zwischen den Branchen, z. B. der Chemischen Industrie, der Landwirtschaft oder Waldwirtschaft und der Photonikbranche. Die Vernetzung der Branchen, Bildung von Allianzen, die Adressierung von Herausforderungen in der „richtigen Sprache“ sind erforderlich, um das gesamte Potential der photonischen Technologien in der Green Technology ausnutzen zu können.

Rheinland-Pfalz – gut aufgestellt für zukünftige Marktentwicklungen

Rund 80 Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen sind in Rheinland-Pfalz im Bereich der Photonik tätig und spiegeln die gesamte Wertschöpfungskette der optischen Technologien wider.

Ihre Tätigkeitsfelder werden in unterschiedlichem Maße von den Megatrends der Zukunft beeinflusst.

Der Megatrend **„Intelligente umweltbewusste Mobilität“** bietet zahlreichen in Rheinland-Pfalz ansässigen Firmen ein großes Innovationspotential. Viele von ihnen sind im Commercial Vehicle Cluster organisiert. Dazu zählen u.a. Hersteller von Baufahrzeugen, LKWs, Bussen oder Weinbaumaschinen. Darunter sind zahlreiche Firmen, die selbst die Weiterentwicklung von Fahrerassistenzsystemen, Fahrzeugsensorik u.a. vorantreiben. Der Trend des Autonomen Fahrens betrifft selbstverständlich neben PKWs auch Nutzfahrzeuge. Auch Weiterentwicklungen in der Fahrzeugbeleuchtung spielen eine große Rolle. Direkt dieser Gruppe zuzuordnen sind in Rheinland-Pfalz 14 Firmen wie beispielsweise ERO GmbH, TRIWO Automotive Testing GmbH oder Daimler Truck. Produkte für die „Smart City“ stellt die Firma Mobotix her. Der Hersteller von Kameras zur Outdoor-Umfeldbeobachtung könnte beispielsweise von einer Verkehrsflussüberwachung in den Städten profitieren.

Auch die **„Grüne Technologie“** spielt in Rheinland-Pfalz eine große Rolle. 13 Firmen und Institutionen sind unmittelbar diesem Innovationsfeld tätig. Sie bieten sehr heterogene Produkte oder Dienstleistungen an, die aber alle von dem Megatrend berührt sind. Dazu gehören beispielsweise Vergüter von Solarpanels (BTE Bedampfungstechnik), Dichtstoffhersteller (Kömmerling Chemische Fabrik), Hersteller intelligenter Steuerungssysteme (Robot Makers) oder Herstellung von Sortiermaschinen (Tomra Systems GmbH). Auch die energiesparende Beleuchtung von Werbetafeln (Cocotec Light & Design GmbH) ist in dieser Gruppe anzusiedeln. Firmen wie John Deere sind im Bereich „Smart Farming“ aktiv, um in der Landwirtschaft den Einsatz von Düngemitteln oder Unkrautvernichtungsmitteln zu minimieren. Die BASF ist in den Bereichen Kreislaufwirtschaft/Recycling und Prozesssteuerung wichtiger Anwender photonischer Technologien und kann Innovationen vorantreiben.

Im Bereich Grüne Technologien hat Rheinland-Pfalz eine sehr aktive Forschungslandschaft. So wird beispielsweise an Hochschule Trier an der Energieeinsparung durch LEDs geforscht, das Leibniz Institut für Verbundwerkstoffe beschäftigt sich mit Leichtbau unter Verwendung der Lasertechnik, im Fraunhofer-Institut für Mikroelektronik und Mikrosysteme arbeiten zahlreiche Geschäftsfelder zu unterschiedlichen Themen der Greentech. Als Cluster ist die Ecoliance Rheinland-Pfalz e.V. aktiv.

Der Bereich „**Digital vernetzte Kommunikationstechnologien**“ stellt eine Basis für zahlreiche andere Megatrends wieder dar und ist nur eingeschränkt von diesen abgrenzbar. In Rheinland-Pfalz sind 4 Firmen und Forschungseinrichtungen in diesem Innovationsfeld tätig. Beispielsweise stellt die Firma Phytec Embedded Systeme her, die in der Automatisierung oder im Bereich Industrie 4.0 Anwendung finden, die Firma IMSTec bietet Automatisierungslösungen für die Qualitätskontrolle u. a. in der Pharmaindustrie an. Forschungseinrichtungen auf diesem Gebiet sind beispielsweise das Fraunhofer-Institut für Experimentelles Softwareengineering IESE, die Smart Factory und das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DKKI) in Kaiserslautern. In der offenen Digitalisierungsallianz Rheinland-Pfalz wird an zahlreichenden zukunftsweisenden Themen geforscht wie roboterbasierter Fahrsimulation, laserbasierten Messfahrzeugen, Sensorik, Signalverarbeitung, Bewegungsanalyse und digitalen Gesundheitslösungen.

Auch vom Megatrend „**Demographischer Wandel/Gesundheit**“ profitieren Firmen in Rheinland-Pfalz. Die Mainzer Firma BionTech ist ein hochinnovatives Unternehmen im Gesundheitssektor, das allerdings nicht unmittelbar der Photonik zuzuordnen ist. Gleiches gilt für die Firmen Böhlinger Ingelheim oder Aesku GmbH & Co. KG. Sie sind aber Kunden u. a. von Thermocyclern

für die PCR Diagnostik oder von automatisierten Laborsystemen und beeinflussen daher photonische Innovationen indirekt. Das Cluster Ci3 engagiert sich im Gesundheitssektor.

Zahlreiche Firmen stellen Produkte her, die in verschiedenen **Innovationsfeldern** und **Megatrends** Anwendung finden und ein hohes Zukunftspotenzial aufweisen: Dazu gehören beispielsweise die Hersteller optischer Komponenten wie Jos. Schneider Optische Werke oder OPC Optics. Die optischen Komponenten finden u. a. Verwendung in Rückfahrkameras, in der Innenraumüberwachung oder in LiDAR Systemen, aber auch im Bereich Greentech z. B. in Kameras von landwirtschaftlich eingesetzten Drohnen, Inspektionssystemen für Sortiersysteme im Recycling Bereich.

Darüber hinaus gibt es Unternehmen, die photonische Technologien nutzen und von zukünftigen Megatrends nicht unmittelbar berührt werden. Dazu zählen beispielsweise Firmen, die Laser zur Herstellung von Codier- oder Markiersystemen (Domino Deutschland GmbH), Lüftungsbau (AMS GmbH) oder Metallbearbeitung nutzen (Böhmer + Klöckner GmbH). Weiterentwicklungen in diesen Bereichen sind in der Verbesserung der laser-gesteuerten Prozesse denkbar, die einen höheren Digitalisierungsgrad beinhalten.

Auch die optische Messtechnik ist nur mittelbar von den Megatrends beeinflusst, wie beispielsweise die Firma Dr. Heinrich Schneider Messtechnik. Das hochinnovative Unternehmen OptiCal nutzt zur Herstellung seiner Produkte ein innovatives, bereits etabliertes 3D Druck Verfahren. Durch die Megatrends sind hier nicht unmittelbar neue Marktchancen für diese Unternehmen zu erwarten. Dies trifft auch auf die Zuliefererindustrie zu, zu denen neben Robeko oder Busch Microsystems noch 19 weitere Unternehmen aus Rheinland-Pfalz zählen.

Rheinland-Pfalz – gut aufgestellt für zukünftige Marktentwicklungen

Im Land Rheinland-Pfalz ist eine sehr große Kompetenz im Bereich der **Lasertechnologie** vorhanden, die von mehreren Megatrends positiv beeinflusst wird. Sie findet u. a. im Bereich Greentech zahlreiche Entwicklungsmöglichkeiten und Marktchancen, beispielsweise in der Photovoltaik oder bei Laserverfahren für nachhaltige Energiespeicher. Lasertechnik findet Einsatz bei der Verarbeitung von Verbundwerkstoffen im Leichtbau, in laserbasierten Verfahren in der Flugzeugtechnik zur Herstellung von Turbinen, bei Laserverfahren für Hochleistungsbatterien im Automobilbau, Laserspektroskopie zur Abgasmesstechnik, Laserstrahlreinigung, Vermessung von Metallen beim Recycling durch Laser oder Laserfunktionalisierung von Oberflächen.

Enge Kooperationen gibt es beispielsweise zwischen dem Photonik Zentrum Kaiserslautern und der Smart Factory, in denen die Verknüpfung von Konnektivität und Lasertechnologie hergestellt wird. Laser sollen in der Produktion als softwaregesteuertes, digital einstellbares Werkzeug einsetzbar sein. Auch die Verbindung von Lasertechnologie

und Greentech wird in Rheinland-Pfalz vorangetrieben. So gibt es Kooperationen zwischen dem Photonik Zentrum Kaiserslautern und dem Leibniz Institut für Verbundwerkstoffe, um verstärkt Kurzpulslaser und Diodenlaser im Leichtbau einzusetzen. Dieses Verfahren dient der Ressourceneffizienz.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass Firmen, Hochschulen und Forschungsinstitute in Rheinland-Pfalz für zahlreiche Megatrends sehr gut aufgestellt sind. Sie sind bereits jetzt innovativ in Bereichen wie Greentech oder Mobilität und können ihr Innovationspotential zukünftig noch ausbauen und kommende Marktchancen nutzen. Dies gilt besonders für die in Rheinland-Pfalz starke Laserindustrie. Um das volle Innovationspotential zu nutzen, ist der Austausch über die Landesgrenzen hinweg wichtig. Die Region Aachen, die in den Bereichen Lasertechnik und Digitalisierung ebenfalls sehr gut aufgestellt ist, kann wichtige Kooperationspartner bieten und wichtige neue Impulse in die rheinland-pfälzische Forschungs- und Firmenlandschaft bringen.

Megatrends	Anzahl der Firmen und Institute in RLP
Mobilität	15
Greentech	14
Konnektivität	5
Gesundheit	2
mehrere Bereiche umfassend	19
kein direkter Zusammenhang zu Megatrends der Photonik	21
Gesamt	76

Zusammenfassung

Die in dieser Broschüre dargestellten Inhalte sind das Ergebnis ausführlicher Recherchen in Form von Interviews und Online-Recherchen, die in einer Studie zusammengefasst wurden. Überprüft wurden die Ergebnisse der Studie in einem Experten Workshop.

Die umfangreichen Recherchen und Analysen haben ein eindeutiges Ergebnis: **ein photonisches Superprodukt, das in disruptiver Weise die Zukunft maßgeblich verändert, wird es mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht geben.**

Wichtige Technologien und Produkte, die für Innovationen in den verschiedenen Megatrends erforderlich sind, sind bereits vorhanden.

Die Aufgabe der Zukunft besteht darin, diese Technologien und Produkte weiterzuentwickeln. Komponenten müssen kleiner werden, sie müssen elektro-optisch integrierbar sein und sie müssen digital vernetzbar sein. Die Kostenreduktion spielt ebenfalls eine große Rolle, um im internationalen Wettbewerb punkten zu können. Wichtig wird sein, die Herausforderungen als Systemherausforderungen zu begreifen, die im Ganzen gelöst werden müssen.

Dies setzt voraus, dass die Player miteinander ins Gespräch kommen und Allianzen gebildet werden, die verschiedene Branchen und verschiedene Prozessketten umfassen. Die enge Abstimmung der Akteure – unabhängig von der Art des Megatrends – ist der Weg zum Erfolg.

Externe Faktoren, sowohl technologische als politisch-legislative, haben einen großen Einfluss auf Innovationen.

Zentrale Voraussetzung für marktfähige Produkte und Innovationen ist die Handhabung großer Datenmengen. Big Data wird zum „Nadelöhr“ der Innovationen, z. B. in den Bereichen Mobilität, Smart City und digitale Kommunikationstechnologien. Juristische und ethische Fragestellungen beeinflussen Mobilität, Digital Health und andere Zukunftsfelder.

Fragen des IT-Rechts (Datenschutz, Zugriff, Nutzung) müssen schnell und verbindlich gelöst werden, ebenso Haftungsfragen z. B. beim Autonomen Fahren.

Die Zulassungs- und Abrechnungsproblematik verlangsamt Innovationen im Gesundheitssektor und kann dazu führen, dass Deutschland gegenüber Ländern, die einfachere Gesundheitssysteme haben, in eine schlechtere Position gerät.

Deutsche Photonik-Firmen sind bestens gerüstet auch zukünftig eine herausragende Marktposition einzunehmen, wenn die genannten technologischen und nicht-technologischen Herausforderungen gelöst werden.

Impressum

Herausgeber

Photonics Hub GmbH
Ober-Saulheimer-Straße 6
55286 Wörrstadt
E-Mail: info@photonics-hub.de
Internet: www.photonics-hub.de
Handelsregister Mainz HRB 48437

Geschäftsführerin/Redaktion:

Daniela Reuter

Photonics Hub GmbH ist die Cluster-
managementgesellschaft des Photoniknetzwerks
Optence e.V.

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr
für die Richtigkeit, die Genauigkeit und die
Vollständigkeit der Angaben sowie für die
Beachtung privater Rechte Dritter. Die in der
Veröffentlichung geäußerten Ansichten und
Meinungen müssen nicht mit der Meinung des
Herausgebers übereinstimmen.

© 2021 Photonics Hub GmbH
Ober-Saulheimer-Straße 6
55286 Wörrstadt
www.photonics-hub.de

Vervielfältigungen und Nachdruck – auch
auszugsweise – nur nach vorheriger schriftlicher
Genehmigung.

Gestaltung

Ulrike Speyer · Grafik-Design

Informationen

Photonics Hub GmbH

Daniela Reuter
Ober-Saulheimer-Straße 6
55286 Wörrstadt
Telefon + 49 (0) 6732 96 48 97
Fax + 49 (0) 6732 93 51 23
reuter@optence.de
www.optence.de



Gefördert durch:



Rheinland-Pfalz

MINISTERIUM FÜR
WIRTSCHAFT, VERKEHR,
LANDWIRTSCHAFT
UND WEINBAU