

**Atrineo AG**

Technologies Minds Mar-  
kets

Kaiserstraße 118  
76133 Karlsruhe  
Tel. 0721 920979-0  
info@atrineo.com

www.atrineo.com

# Atrineo AG

Technologies. Minds. Markets

## Transformation und Diversifizierung: Zukunftschancen der Präzisionstechnik im Nordschwarzwald

Auftraggeber: Wirtschaftsförderung Nordschwarzwald, Projekt TraFoNetz

Autoren: Christoph Ullrich (Atrineo AG), Prof. Bernhard Kölmel (Hochschule Pforzheim)

Karlsruhe, 29. Juli 2024

Vorstand:  
Dr. Rüdiger Werp, Dipl.-Ing. Nestor Rodriguez  
Aufsichtsrat (Vorsitz):  
Tech. Dipl.-Betriebswirt Rolf Vieten

Handelsregister:  
Amtsgericht Mannheim  
HRB 719548  
USt-ID.: DE294547773

Bankverbindung:  
Sparkasse Karlsruhe-Ettlingen  
Konto-Nr.: 108 194 796  
Bankleitzahl: 660 501 01

IBAN:  
DE78 6605 0101 0108 1947 96  
SWIFT BIC:  
KARSDE66XXX

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	3
2	Aktuelle Trends in der Automobilindustrie.....	3
2.1	Markttrends .....	3
2.2	Technologische Trends .....	6
2.3	Regionale Trends .....	7
2.4	Wettbewerbstrends.....	8
2.5	Auswirkungen der Trends auf die Unternehmen im Nordschwarzwald .....	10
3	Plattformökonomie.....	11
3.1	Plattformen im Automotive Bereich.....	11
3.2	Eignung der Plattformökonomie für die Region .....	13
4	Diversifizierungsmöglichkeiten für Unternehmen im Nordschwarzwald .....	15
4.1	Medizintechnik .....	15
4.1.1	Trends .....	16
4.1.2	Marktentwicklung .....	17
4.1.3	Eignung als Diversifizierungsbranche für Präzisionstechnikunternehmen .....	18
4.2	Umwelttechnik.....	19
4.2.1	Trends .....	20
4.2.2	Marktentwicklung .....	25
4.2.3	Eignung als Diversifizierungsbranche für Präzisionstechnikunternehmen .....	26
4.3	Luftfahrt und Verteidigung .....	26
4.3.1	Trends .....	27
4.3.2	Marktentwicklung .....	29
4.3.3	Eignung als Diversifizierungsbranche für Präzisionstechnikunternehmen .....	31
5	Zusammenfassung .....	31

## 1 Einleitung

Die Wirtschaftsförderung Nordschwarzwald hat die Atrineo AG im Rahmen ihres Projektes Transformationsnetzwerk Nordschwarzwald mit der Erstellung einer Foresight-Studie und Trendanalyse beauftragt. In dieser Studie werden die bedeutendsten Trends der Automobilindustrie analysiert und erhoben, inwiefern sich die Plattformökonomie als Möglichkeit zur Kompensation von reduzierten Umsätzen im bestehenden Geschäft eignet. Basierend auf der Erkenntnis, dass diese derzeit keine tragfähige Option zur kurzfristigen Kompensation der reduzierten Umsätze der regionalen Unternehmen darstellt, wurde analysiert, inwiefern die bestehenden Technologien der Präzisionstechnik der regionalen Unternehmen in alternativen Branchen angeboten werden können, um die reduzierten Umsätze zu kompensieren. Für die hier identifizierten Branchen Umwelttechnik und Luftfahrt und Verteidigung wurde eine Trendanalyse sowie eine Foresight-Studie entwickelt, aus der Handlungsempfehlungen sowohl für Unternehmen als auch für die regionalen Akteure abgeleitet und formuliert wurden.

## 2 Aktuelle Trends in der Automobilindustrie

Die Automobilindustrie befindet sich derzeit in einem tiefgreifenden Wandel, der durch eine Vielzahl von Trends geprägt ist. Diese Trends beeinflussen nicht nur die globale Marktstruktur, sondern wirken sich auch unmittelbar auf die Produktion von Kraftfahrzeugen in Deutschland aus.

### 2.1 Markttrends

Ein dominierender Markttrend ist die Entwicklung weg von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren (Internal Combustion Unit - ICU) hin zu Elektrofahrzeugen, insbesondere zu batterieelektrischen Fahrzeugen (Battery Electric Vehicle - BEV). Lag der Anteil an ICU Fahrzeugen im Jahr 2014 noch bei 98,8 %, so beläuft sich dieser im Jahr 2023 nur noch auf 51,5 %.<sup>3</sup> Diese Entwicklung wird maßgeblich durch politische Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen, staatliche Förderprogramme und eine steigende Nachfrage der Verbraucher nach umweltfreundlichen Mobilitätslösungen vorangetrieben. Im Zentrum dieses Wandels steht die Elektrifizierung des Antriebsstrangs, wobei BEVs eine Schlüsselrolle spielen. Die zunehmende Reife und die sinkenden Kosten elektrischer Antriebstechnologien tragen dazu bei, dass Elektrofahrzeuge immer wettbewerbsfähiger werden.<sup>1,2</sup> Der Ausbau der Marktanteile von BEV ist einhergehend mit der Notwendigkeit der Erweiterung von Ladeinfrastruktur, die nicht nur Ladesäulen, sondern auch Netzzugangspunkte, das Netz selbst sowie erneuerbare Energieerzeugungskapazität umfasst. Wenngleich die Marktanteile für BEV in Deutschland mit einem Niveau von 18,4 % an Neuzulassungen im Jahr 2023 gegenüber dem Vorjahr (17,7 %<sup>3</sup>) nur schwach zulegen konnten, ist der Trend hin zu BEVs europaweit und global zwar auch abgeschwächt, aber weiterhin stark. So wurden im Jahr 2022 über 100% mehr Fahrzeuge mit Elektromotor, also batterieelektrische Fahrzeuge, Plug-

---

<sup>1</sup> <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-37087-9>

<sup>2</sup> Kölmel (2024): Zukunftsbild der Automobilindustrie

<sup>3</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/699301/umfrage/anteil-von-kraftstoffarten-an-neuzulassungen-von-pkw-in-deutschland/>

in-Hybride und Brennstoffzellenfahrzeuge, verkauft als im Jahr 2021. Dieses Wachstum schwächte sich auf ein Plus von 38% im Jahr 2023 ab.<sup>4</sup>

Parallel zur Entwicklung hin zu Elektrofahrzeugen gewinnt auch das Konzept der Shared Mobility an Bedeutung. Die hohen Kosten für den Unterhalt eines eigenen Fahrzeugs, der begrenzte Parkraum und die Verfügbarkeit alternativer Mobilitätslösungen führen dazu, dass immer mehr Menschen auf den Besitz eines eigenen Autos verzichten.<sup>5</sup> Stattdessen nutzen sie Carsharing-Dienste, öffentliche Verkehrsmittel und andere flexible Mobilitätsangebote wie E-Scooter oder Leihfahrräder. Dieser Trend wird durch die steigende Urbanisierung und die veränderten Lebensstile der städtischen Bevölkerung verstärkt, die zunehmend Wert auf Nachhaltigkeit und Flexibilität legt. In Großstädten nimmt die Zahl der Carsharing-Fahrzeuge ebenso zu wie die Verfügbarkeit von Elektrorollern und Leihfahrrädern. Die Urbanisierung und der Wunsch nach umweltfreundlicher Mobilität treiben diese Trends zusätzlich an.<sup>2</sup> Die Popularität dieser Mobilitätsform lässt sich auch in Zahlen messen. So gab es im Jahr 2022 43.000 Carsharing Fahrzeuge in Deutschland und 5,5 Mio. Personen, die bei einem Anbieter angemeldet waren.<sup>6</sup> Carsharing gilt dabei bis zu einer Fahrleistung von ca. 14.000 km pro Jahr als wirtschaftlich, sofern man nicht in hoher Frequenz und für längere Dauer auf ein Fahrzeug angewiesen ist.<sup>7</sup> Es kann von einer weiteren Verstärkung dieses Trends ausgegangen werden, da die Reduktion der Anzahl der Fahrzeuge insbesondere im städtischen Raum ein politisches Ziel darstellt, um die Lebensqualität zu steigern.<sup>8</sup> Ergänzend wird eine noch weiter zunehmende Verstärkung antizipiert, sobald autonom fahrende Fahrzeuge vollständig marktfähig sein werden.

Ein bemerkenswerter Trend ist der zunehmende Marktanteil chinesischer Unternehmen und chinesischer Kunden im globalen EV-Markt. Im Jahr 2023 betrug der Marktanteil an chinesischen Herstellern 52% bei den weltweiten Verkäufen von BEVs.<sup>9</sup> Diese Entwicklung ist das Ergebnis umfangreicher staatlicher Subventionen, technologischer Fortschritte und strategischer Expansion chinesischer Unternehmen. Konzerne wie BYD und NIO sind führend in der Entwicklung und Produktion von Elektrofahrzeugen und setzen dabei auf innovative Technologien und aggressive Preisstrategien. Der Erfolg dieser Unternehmen zeigt sich nicht nur in ihren wachsenden Marktanteilen, sondern auch in ihrer Fähigkeit, auf internationalen Märkten Fuß zu fassen.<sup>2,10</sup> Eine vergleichbare Dominanz zeigt sich in der Analyse des EV-Marktes. 7,3 Mio. verkaufte Fahrzeuge in China stehen einer globalen Verkaufszahl von 14,5 Mio. gegenüber, was einem Anteil von 50,3 % entspricht.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> <https://www.vda.de/de/themen/elektromobilitaet/marktentwicklung-europa-international>

<sup>5</sup> <https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/the-future-of-mobility-is-at-our-doorstep>

<sup>6</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/verkehr/nachhaltige-mobilitaet/car-sharing#umweltvorteile-von-car-sharing>

<sup>7</sup> <https://carsharing.de/alles-ueber-carsharing/carsharing-wird-im-vergleich-zum-eigenen-auto-immer-guenstiger>

<sup>8</sup> <https://vm.baden-wuerttemberg.de/de/politik-zukunft/nachhaltige-mobilitaet/ziele-der-verkehrswende-in-baden-wuerttemberg>

<sup>9</sup> <https://fiatgroupworld.com/2024/05/15/the-worlds-top-selling-bev-makers-in-2023/>

<sup>10</sup> <https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/autokatalog/marken-modelle/nio/nio-et7/>

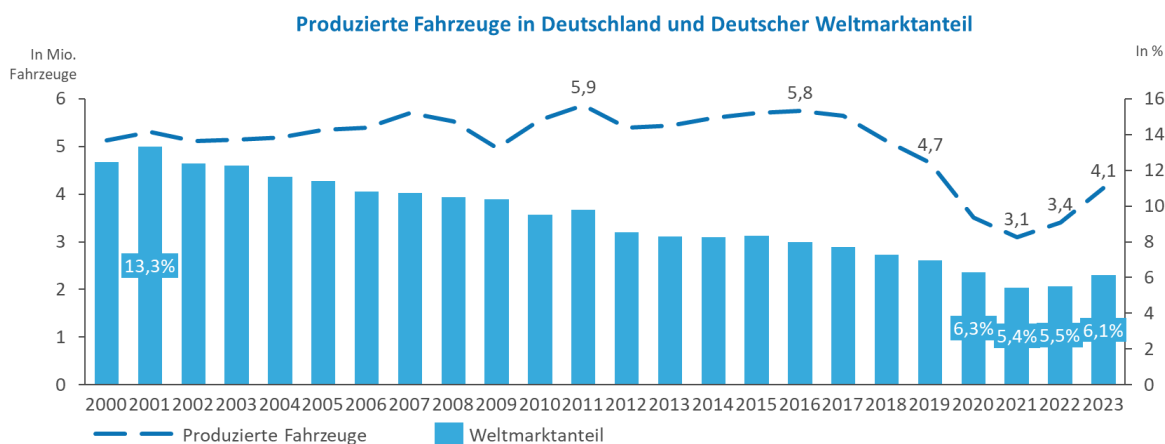


Abbildung 1 - Produzierte Fahrzeuge in Deutschland und Deutscher Weltmarktanteil

Die Automobilproduktion in Deutschland hingegen ist rückläufig. Im Jahr 2023 wurden insgesamt 4,1 Millionen Autos in Deutschland produziert. Das sind zwar 1 Mio. mehr Fahrzeuge als im von Corona dominierten Jahr 2021, in dem nur 3,1 Mio. Fahrzeuge in Deutschland produziert wurden. Diese Erholung ist jedoch nur als Sondereffekt zu werten. Die geringe Fahrzeugproduktion in den Jahren 2020 bis 2022 ist vorwiegend den durch die Pandemie gestörten Lieferketten geschuldet. Die Erholung der Lieferketten hat folglich zu einer Erhöhung der Produktionszahlen geführt. Es ist jedoch nicht davon auszugehen, dass sich dieser kurzfristige Erholungstrend fortführen wird. Schon im ersten Halbjahr 2024 wurden wieder 6 % weniger Fahrzeuge produziert als im Vorjahreszeitraum.<sup>11</sup> Stattdessen wird mit der Fortsetzung des längerfristigen Trends von reduzierten Stückzahlen gerechnet. Denn 4,1 Mio. produzierte Fahrzeuge in 2023 bedeuten auch 1,8 Mio. Fahrzeuge weniger als im Rekordjahr 2011, in dem 5,9 Mio. Fahrzeuge in Deutschland produziert wurden. Dies entspricht einem Rückgang von über 30 %. Wie in Abbildung 1 ersichtlich wird, ist die Situation noch weitaus einschneidender, wenn der Weltmarktanteil von in Deutschland produzierten Fahrzeugen berücksichtigt wird. Hier zeigt sich, dass die rückläufige Entwicklung bereits deutlich früher, nämlich im Jahr 2001, begann. Gegenüber dem damaligen Anteil von 13,3 % in Deutschland hergestellten Fahrzeugen an allen Neuzulassungen weltweit hat sich dieser Wert bis 2023 mehr als halbiert.<sup>12</sup> Diese Entwicklung ist Ausdruck der Herausforderungen für die deutsche Automobilindustrie, u. a. des technologischen Wandels, der Globalisierung und des intensiven internationalen Wettbewerbs. Die Abhängigkeit von traditionellen Verbrennungsmotoren und die schleppende Umstellung auf Elektromobilität haben zu einem Rückgang der Produktion geführt, was sich auch auf die Skaleneffekte und somit unmittelbar auf die Rentabilität der Unternehmen auswirkt. Der Wandel hin zur Elektromobilität, der spätestens bis zum Verbot von Verbrennungsmotoren vollzogen sein muss, wurde von den Automobilherstellern und Zulieferern bereits erkannt und Maßnahmen eingeleitet.<sup>2</sup>

Die beschriebenen Markttrends verdeutlichen die tiefgreifenden Veränderungen in der Automobilindustrie. Die Verschiebung hin zu Elektrofahrzeugen, der zunehmende Einfluss chinesischer Hersteller, die rückläufige

<sup>11</sup> [https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2024/240703\\_PM\\_Nationale\\_PM\\_Pkw-Produktion\\_in\\_Deutschland\\_im\\_Juni\\_2024](https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2024/240703_PM_Nationale_PM_Pkw-Produktion_in_Deutschland_im_Juni_2024)

<sup>12</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/151749/umfrage/entwicklung-der-weltweiten-automobilproduktion/>

Autoproduktion in Deutschland sowie die wachsende Bedeutung von Carsharing sind Ausdruck eines umfassenden Wandels. Diese Trends werden die Zukunft der Mobilität maßgeblich prägen und stellen die Branche vor neue Herausforderungen und Chancen.

## 2.2 Technologische Trends

Technologisch befindet sich die Automobilindustrie im Übergang von traditionellen Verbrennungsmotoren (ICE) zu alternativen Antriebsformen wie batterieelektrischen Fahrzeugen (BEV), Plug-in-Hybriden (PHEV) und Brennstoffzellenfahrzeugen (FCEV). Dieser Wandel wird durch regulatorische Maßnahmen zur Reduzierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen und die Notwendigkeit, nachhaltigere Mobilitätslösungen zu entwickeln, vorangetrieben.<sup>2</sup> PHEVs kombinieren die Vorteile von Verbrennungs- und Elektromotoren, was ihnen eine größere Reichweite und Flexibilität verleiht. Sie können sowohl kurze Strecken rein elektrisch zurücklegen als auch längere Distanzen mit Unterstützung des Verbrennungsmotors bewältigen.<sup>13</sup> FCEVs nutzen Wasserstoff als Brennstoff und erzeugen dabei lediglich Wasser als Abfallprodukt, was sie zu einer weiteren umweltfreundlichen Alternative macht. Ein großer Nachteil besteht hier jedoch in der geringen Verfügbarkeit von (grünem) Wasserstoff.<sup>14</sup> Alle drei Technologien stecken im Vergleich zu ICUs noch in den Anfängen, und es bedarf erheblicher Investitionen in die Infrastruktur und Produktion, um ihren breiten Einsatz zu ermöglichen. Charakteristisch, insbesondere für BEVs, ist das von der Batterie verursachte hohe Gewicht der Elektrofahrzeuge. Um dies zu kompensieren, gewinnt unter anderem der Leichtbau an Bedeutung.<sup>2</sup>

Die technologische Entwicklung in der elektrischen Antriebstechnologie ist rasant. Fortschritte in der Batterietechnologie sind ein entscheidender Faktor für die Leistungsfähigkeit und Akzeptanz von Elektrofahrzeugen. Neue Batteriegenerationen mit höherer Energiedichte, kürzeren Ladezeiten und längerer Lebensdauer werden kontinuierlich entwickelt. Diese Fortschritte tragen dazu bei, die Reichweite von Elektrofahrzeugen zu erhöhen und die Ladeinfrastruktur effizienter zu nutzen. Gleichzeitig sinken die Kosten für Lithium-Ionen-Batterien. Lagen diese im Jahr 2013 noch bei ca. 675 Euro pro kWh, sanken diese Kosten im Jahr 2023 auf ca. 140 Euro pro kWh.<sup>15</sup> Durch diese Entwicklungen entstehen jedoch auch neue Herausforderungen, wie die erhöhte Belastung des Stromnetzes. Dass die Elektrifizierung der deutschen PKW-Flotte durch den Ausbau der erneuerbaren Energien jedoch möglich ist, konnte in einer Studie des BMUV gezeigt werden.<sup>16</sup> Durch die steigende Anzahl von Elektrofahrzeugen ergeben sich zudem auch neue Chancen im Bereich des Stromnetzes. Elektrofahrzeuge können neben der zusätzlichen Belastung auch als flexible Nachfrager zur Vermeidung von Stromlasten in Spitzenzeiten dem Stromnetz nützen.<sup>2</sup>

Neben der Elektrifizierung werden auch alternative Kraftstoffe entwickelt, um die Umweltauswirkungen von Verbrennungsmotoren zu reduzieren. Biogene und synthetische Kraftstoffe sind die beiden Hauptkategorien dieser alternativen Kraftstoffe. Biogene Kraftstoffe wie Bioethanol und Biodiesel werden aus nachwachsenden Rohstoffen gewonnen und können den CO<sub>2</sub>-Ausstoß deutlich reduzieren. Synthetische Kraftstoffe, auch E-

---

<sup>13</sup> <https://www.volvocars.com/de/cars/plug-in-hybrids/>

<sup>14</sup> <https://www.all-electronics.de/e-mobility/bev-oder-fcev-batterie-oder-brennstoffzelle-im-fahrzeug-554.html>

<sup>15</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/534429/umfrage/weltweite-preise-fuer-lithium-ionen-akkus/>

<sup>16</sup> [https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten\\_BMU/Download\\_PDF/Verkehr/emob\\_strom\\_resoucen\\_bf.pdf](https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_strom_resoucen_bf.pdf)

Fuels genannt, werden aus erneuerbaren Energiequellen hergestellt und können in bestehenden Verbrennungsmotoren eingesetzt werden. Allerdings stellen sie derzeit noch keine Alternative dar, da sie einerseits einen deutlich höheren Energieaufwand erfordern als die direkte Nutzung von Strom in Elektrofahrzeugen und andererseits in der Herstellung viermal teurer sind als herkömmliche Kraftstoffe.<sup>2</sup>

Moderne Fahrzeuge werden zunehmend zu vernetzten Geräten im Internet der Dinge (Internet of Things, IoT). Diese Vernetzung ermöglicht eine Vielzahl neuer Funktionen und Dienste, darunter Echtzeitdiagnose, vorausschauende Wartung und verbesserte Fahrerassistenzsysteme. Dies erfordert eine stabile E/E-Architektur, die ein entscheidender Faktor für die Zukunftsfähigkeit von Fahrzeugen ist.<sup>2</sup> Hierbei werden verschiedene Kommunikationspaare unterschieden. Während man in der Kommunikation zweier IoT-fähiger Fahrzeuge von Car-to-Car (C2C) Kommunikation spricht, wird die Kommunikation von Fahrzeugen mit Infrastruktur als Car-to-Infrastructure (C2I) bezeichnet. Letztere wäre beispielsweise die Kommunikation eines Parkhauses mit einem einfahrenden Fahrzeug, das so eine Information über die Lage der freien Parkplätze erhält.

Ein weiterer bedeutender technologischer Trend ist die Entwicklung software-definierter Fahrzeuge. Diese Fahrzeuge sind stark von Software abhängig, um ihre Funktionalitäten zu steuern und kontinuierlich zu verbessern. Wurden Fahrzeuge im Auge des Kunden früher hauptsächlich über ihre Hardware definiert, spielt heute die Software eine wesentlich größere Rolle. Die Entwicklung moderner Fahrzeuge ist geprägt von Trends wie Vernetzung, Automatisierung und Personalisierung und resultiert im Konzept des Software-Defined Vehicle (SDV). Over-the-Air-Updates ermöglichen es Herstellern, neue Funktionen und Sicherheitsupdates direkt an die Fahrzeuge zu senden, ohne dass ein Werkstattbesuch erforderlich ist. Diese Fähigkeit zur kontinuierlichen Verbesserung und Anpassung erhöht die Lebensdauer und den Wert der Fahrzeuge.<sup>2</sup> Da die deutschen und europäischen Fahrzeughersteller jedoch traditionellerweise keine besondere Stärke in der Softwareentwicklung aufweisen, bietet dieser Trend keine vorteilhafte Perspektive.<sup>17</sup>

Zusätzlich macht die autonome Fahrtechnologie erhebliche Fortschritte, unterstützt durch Entwicklungen in der künstlichen Intelligenz und fortschrittlichen Sensorsystemen. Autonome Fahrzeuge können potenziell den Verkehrsfluss optimieren, die Zahl der Unfälle reduzieren und neue Mobilitätslösungen wie fahrerlose Taxis und Lieferdienste ermöglichen. Laut einer Studie der National Highway Traffic Safety Administration sind 94% aller Verkehrsunfälle auf menschliches Versagen zurückzuführen. Diese Technologien können in verschiedene Entwicklungsstadien eingeteilt werden, von fortgeschrittenen Fahrerassistenzsystemen bis hin zu vollständig autonomen Fahrzeugen, die in der Lage sind, komplexe Verkehrssituationen eigenständig zu bewältigen.<sup>2,18</sup>

### 2.3 Regionale Trends

Ein Großteil der deutschen OEMs, insbesondere die in der Nähe des Nordschwarzwaldes, planen eine Fokussierung auf das Luxussegment. Dieses Segment ist durch höhere Margen und geringere Stückzahlen für die

---

<sup>17</sup> <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/vw-bmw-und-mercedes-so-ueberfordert-die-software-entwicklung-deutschlands-autohersteller/28415862.html>

<sup>18</sup> <https://bmdv.bund.de/DE/Themen/Digitales/Automatisiertes-und-vernetztes-Fahren/Automatisiertes-und-vernetztes-Fahren/automatisiertes-und-vernetztes-fahren.html>

OEMs geprägt. Für die Zulieferer verbleiben somit nur die geringeren Stückzahlen, was zu verlorenen Skaleneffekten führen kann. Diese Strategie der OEMs zielt darauf ab, im Premium- und Luxusbereich wettbewerbsfähiger zu sein, erfordert aber eine Anpassung der Lieferketten und Produktionsstrukturen.<sup>19</sup>

Ein signifikanter überregionaler Megatrend ist der demografische Wandel. Die Überalterung der Gesellschaft und die sinkenden Geburtenraten verändern die Struktur der Bevölkerung in vielen Regionen. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Automobilindustrie, da ältere Menschen andere Mobilitätsbedürfnisse haben als jüngere Generationen. Diese Alterung der Bevölkerung hat zudem Auswirkungen auf unser tägliches Leben, sowie in erheblichem Maße auf die deutsche Industrie, da die Zahl der inländischen Arbeitskräfte in der Zukunft immer geringer werden wird.<sup>2</sup> Das Durchschnittsalter der Erwerbsbevölkerung steigt kontinuierlich an und die Geburtenrate sinkt.<sup>20</sup> Die alternde Belegschaft und der Rückgang der Anzahl junger Arbeitskräfte stellen die Unternehmen vor Herausforderungen in Bezug auf die Personalbeschaffung und -entwicklung. Dieser Trend ist auch in der Region Nordschwarzwald vorherzusehen. So wird die Bevölkerung des Kreises im Alter zwischen 18 und 65 Jahren im Jahr 2040 mit 347.000 um 6,5 % niedriger liegen als im Jahr 2020.<sup>21</sup>

Ein weiterer wichtiger überregionaler Trend ist der zunehmende Fokus auf die Kombination von Konsum und ökologischem Verhalten und Nachhaltigkeit, die „Neo-Ökologie“. Der Klimawandel und seine Auswirkungen haben das Bewusstsein der Öffentlichkeit und der politischen Entscheidungsträger für die Notwendigkeit nachhaltiger Praktiken geschärft. In Deutschland, wie auch in vielen anderen Ländern, haben sich die politischen Rahmenbedingungen entsprechend angepasst. Strengere Emissionsvorschriften und Anreize für den Kauf von Elektrofahrzeugen sind Beispiele für Maßnahmen, die zur Förderung einer nachhaltigeren Mobilität beitragen. Dies führt unter anderem zu einem Wandel in der Mobilität in deutschen Städten. „Mobility as a Service“, angeboten von verschiedenen Carsharing-Anbietern wie Stadtmobil, FINN, Miles und anderen, wird immer beliebter. Daher verzichten immer mehr Menschen auf ein eigenes Auto oder hinterfragen zumindest dessen Notwendigkeit.<sup>2</sup>

## 2.4 Wettbewerbstrends

Ein wichtiger Trend sind die geringeren Markteintrittsbarrieren in der Automobilindustrie, welche durch die Einführung und Produktion von Elektrofahrzeugen (EV) gesunken sind. Dies ist in erster Linie darauf zurückzuführen, dass Elektrofahrzeuge im Vergleich zu Fahrzeugen mit herkömmlichen Verbrennungsmotoren einen weniger komplexen Antriebsstrang benötigen. Durch den Wegfall der komplexen Verbrennungsmotoren und Antriebsstränge ist der Einstieg in die Produktion für neue Marktteilnehmer mit vergleichsweise geringeren Investitionen möglich.<sup>2</sup> Die Herstellung von Elektrofahrzeugen erfordert weniger spezialisierte Produktionsanlagen und ermöglicht Start-ups und neuen Unternehmen einen schnelleren und kostengünstigeren Markteintritt. Dies fördert den Wettbewerb und beschleunigt die Innovation in der Branche, da etablierte Hersteller gezwungen sind, ihre Prozesse zu optimieren und neue Technologien zu integrieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben.

---

<sup>19</sup> <https://group.mercedes-benz.com/dokumente/nachhaltigkeit/berichte/mercedes-benz-nachhaltigkeitsbericht-2021.pdf>

<sup>20</sup> <https://de.statista.com/infografik/13808/bevoelkerungsstand-und--vorausberechnung-in-deutschland/>

<sup>21</sup> <https://www.statistik-bw.de/BevoelkGebiet/Vorausrechnung/KreisAltersgruppen.jsp>



Mit dem Übergang zu Elektrofahrzeugen verschieben sich die erforderlichen Kompetenzen in der Automobilindustrie. Neben dem Leichtbau sind auch Kompetenzen in den Bereichen Softwareentwicklung und Elektronik von großer Bedeutung. Elektrofahrzeuge sind stark vernetzt und erfordern eine umfassende Integration von Softwarelösungen, um Funktionen wie autonomes Fahren, Telematik und vernetzte Dienste zu ermöglichen. Dies führt zu einer Verlagerung der Entwicklungs- und Fertigungskompetenzen hin zu Bereichen, die traditionell nicht zum Fokus der Automobilindustrie gehörten, wie der Informationstechnologie und der Softwareentwicklung.<sup>2</sup> Die Folge sind erhebliche Änderungen im globalen Wettbewerb.

Die globale Automobilindustrie wird im Jahr 2024 umfassende Veränderungen in ihrer Wettbewerbslandschaft erleben, mit bemerkenswerten Entwicklungen in Schlüsselmärkten wie China, Indien, den Vereinigten Staaten und aufstrebenden Akteuren wie Saudi-Arabien.

China dominiert weiterhin den Markt für Elektrofahrzeuge. Der chinesische Markt ist durch intensiven Wettbewerb und Preisdruck gekennzeichnet. Lokale Marken sind auf dem Vormarsch und ihr Marktanteil wird in den ersten drei Monaten des Jahres 2024 auf 55 % steigen.<sup>22</sup> Der Preiskampf im EV-Sektor wird immer aggressiver, da die Hersteller bei steigendem Angebot um Marktanteile kämpfen. Dieses Wettbewerbsumfeld setzt sowohl inländische als auch ausländische Autohersteller, die in China tätig sind, unter Druck. Die strategische Position Chinas in der Elektromobilität, die auf intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeit sowie die strategische Sicherung relevanter Ressourcen zurückgeht weist auf eine langfristig hohe Wettbewerbsfähigkeit der chinesischen Automobilindustrie hin. Im Jahr 2023 wurden bereits über 26 Mio. PKW in China produziert.<sup>23</sup>

Auch Indien entwickelt sich zu einem bedeutenden Akteur in der Automobilbranche. Die jährliche Automobilproduktion des Landes erreichte im Jahr 2023 4,9 Millionen Pkw. Es wird erwartet, dass Indien bis 2025 zum drittgrößten Markt für Elektrofahrzeuge aufsteigt, mit einem prognostizierten Absatz von 2,5 Millionen Fahrzeugen. Hierbei ist zu beachten, dass Indien neben dem Fahrzeugmarkt und der Automobilwirtschaft auch eine sehr starke Wirtschaft an zwei- und dreirädrigen Fahrzeugen aufweist.<sup>24</sup> Die indische Regierung hat sich ehrgeizige Ziele für die Einführung von Elektrofahrzeugen gesetzt: Bis 2030 sollen 30 % der Neuwagenverkäufe elektrisch sein. Diese politische Unterstützung in Verbindung mit dem steigenden Einkommen der Mittelschicht und der großen Zahl junger Menschen sorgt für eine starke Nachfrage im indischen Automobilsektor.<sup>25</sup>

In den Vereinigten Staaten werden die Auswirkungen des Inflation Reduction Act (IRA) deutlich. Die Verkäufe von Elektrofahrzeugen in den USA sollen bis 2024 um 20 % im Vergleich zum Vorjahr steigen, was fast einer halben Million zusätzlicher Verkäufe entspricht. Die Anreize des IRA für die inländische Produktion und die Beschaffung von EV-Komponenten stärken die Position der US-Hersteller und ziehen Investitionen ausländischer Automobilhersteller an.<sup>26</sup> Das Gesetz bietet erhebliche steuerliche Anreize für den Kauf von E-Fahrzeugen und fördert die inländische Produktion und Beschaffung von E-Fahrzeugkomponenten, was die Position

---

<sup>22</sup> [https://www.spglobal.com/\\_assets/documents/ratings/research/101596837.pdf](https://www.spglobal.com/_assets/documents/ratings/research/101596837.pdf)

<sup>23</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/244842/umfrage/produktion-von-automobilen-in-china/>

<sup>24</sup> <https://www.siam.in/statistics.aspx?mpgid=8&pgidtrail=13>

<sup>25</sup> <https://www.ibef.org/industry/india-automobiles>

<sup>26</sup> <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024/trends-in-electric-cars>

der US-Hersteller und des nationalen Marktes stärkt. Infolgedessen erwägen Unternehmen wie Audi den Bau neuer E-Fahrzeugwerke in den USA, um von diesen Anreizen zu profitieren.<sup>27</sup>

Mit der Einführung von Ceer, der ersten Elektroauto-Marke des Landes, steigt auch Saudi-Arabien in die Automobilbranche ein. Dieser Schritt steht für das Bestreben Saudi-Arabiens, seine Wirtschaft zu diversifizieren und sich als Akteur auf dem globalen Automobilmarkt zu etablieren. Ceer ist ein Joint Venture zwischen dem saudi-arabischen Public Investment Fund und Foxconn sowie BMW als Technologielieferant und soll E-Fahrzeuge für den heimischen und den regionalen Markt produzieren. Es wird erwartet, dass diese Initiative bis 2034 einen Beitrag von 8 Mrd. Dollar zum saudi-arabischen BIP leisten und bis zu 30.000 direkte und indirekte Arbeitsplätze schaffen wird. Die Gründung von Ceer stellt eine bedeutende Entwicklung in der Automobilbranche des Nahen Ostens dar und steht im Einklang mit globalen Trends und der Vision Saudi-Arabiens, seine Wirtschaft zu diversifizieren.<sup>28</sup> Im Jahr 2030 sollen bereits 500.000 Fahrzeuge in Saudi-Arabien produziert werden.<sup>29</sup>

## 2.5 Auswirkungen der Trends auf die Unternehmen im Nordschwarzwald

Der Nordschwarzwald ist charakterisiert durch eine Konzentration von Automobilzulieferbetrieben, die sich auf Präzisionstechnik spezialisiert haben. Diese Präzisionstechnik wird insbesondere in Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren eingesetzt. Die Unternehmen der Region Nordschwarzwald stehen unter zunehmendem Druck, da die sinkenden Stückzahlen bereits jetzt einen Verlust von Skaleneffekten bedeuten, der sich basierend auf den gezeigten Markt-, Wettbewerbs-, technologischen und regionalen Trends zukünftig weiter verstärken wird.

Die Betriebe der Region sind gezwungen, strategische Entscheidungen zu treffen, ob sie den Übergang von Verbrennungsmotoren zu elektrischen Antrieben auch intern vollziehen wollen. Ein solcher Wandel würde eine umfassende Neuausrichtung der Produktionsprozesse sowie erhebliche Investitionen in neue Technologien und Kompetenzen bei hoher Unsicherheit hinsichtlich der Absatzmöglichkeiten erfordern. Insbesondere die Zulieferer, die bereits in neue Technologien und Werke mit dem Zielmarkt Elektromobilität investiert haben, merken, wie diese geringen Absatzzahlen der Deutschen OEMs speziell in der Elektromobilität das Geschäft stark belasten. Gleichzeitig würde dies eine Abkehr von der traditionellen Präzisionstechnik bedeuten, in der die Unternehmen große Expertise aufweisen können.

Im Rahmen des Projektes TraFoNetz wurde eine alternative Strategie zur Umsatzsteigerung untersucht. Diese besteht in der Teilnahme der regionalen Automobilzulieferer an Plattformen zum Bau von Fahrzeugen. Diese Plattformen könnten neue Geschäftsmöglichkeiten eröffnen und die regionale Wirtschaft stärken.

---

<sup>27</sup> <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/audi-ceo-planning-electric-car-factory-us-due-ira-2023-02-24/>

<sup>28</sup> <https://saudiarabien.ahk.de/en/market-information/automotive-industry/ceer-saudi-arabia-automotive>

<sup>29</sup> <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/riyadhs-multi-billion-ev-dream-risks-crashing-into-reality-2024-01-23/>

### 3 Plattformökonomie

Die Plattformökonomie bezieht sich auf ein Geschäftsmodell, das die Interaktion zwischen Kunden und Anbietern erleichtert. Dies wird in der Regel über die Einbindung digitaler Plattformen und die Standardisierung der angebotenen Produkte erreicht. Das Modell hat sich bereits in verschiedenen Hardware-Sektoren durchgesetzt, unter anderem in der Produktion von Smartphones und PCs.<sup>30</sup> Erstere sollen als anschauliches Beispiel dienen, um zu verstehen, wie eine Hardware-Plattform funktioniert und welche Faktoren für den Erfolg von Zulieferunternehmen auf der Plattform entscheidend sind.

Im Mittelpunkt der Smartphone-Produktion steht das Konzept der Hardware-Plattformen. Diese Plattformen bestehen aus standardisierten Komponenten und Architekturen, die es den Herstellern ermöglichen, neue Geräte schnell zu entwickeln und zu verbessern. Dies bedeutet, dass die meisten Komponenten in einem Smartphone festgelegten Standards entsprechen. Innerhalb dieser Standards kann ein Hersteller flexibel entscheiden, welche Qualität er einsetzen und bezahlen möchte. Soll ein Budget-Modell gebaut werden, kann er also einen langsameren Prozessor mit niedrig-auflösendem Display und Kamera und ebenfalls schwächeren Konnektivitätsmodulen für WLAN, Funk etc. verbauen. Soll ein kamera-fokussiertes Modell gebaut werden, kann das Kameramodul mit einer höheren Qualität ausgewählt werden. Letztlich unterscheiden sich die Smartphones nur noch hinsichtlich des Designs und der Software. Die Hersteller wiederum wählen ihre Zulieferer nach den selbst definierten Leistungskennzahlen und dem vom Anbieter definierten Preis aus.

Aus diesem Ansatz resultieren mehrere Vorteile für die Hersteller und Verbraucher. Die Hersteller können sich auf differenzierende Funktionen und das Design konzentrieren, während sie sich bei den Standardkomponenten auf die Plattformanbieter verlassen. Standardisierte Komponenten führen wiederum zu Skaleneffekten und senken die Produktionskosten. Die konsistente Hardwareplattformen ermöglichen es Softwareentwicklern, Anwendungen zu erstellen, die auf mehreren Geräten verschiedener Hersteller funktionieren.

Die Entwicklung, die die Komponenten von Smartphones durchlaufen haben, hin zu Produkten, die sich nur noch in wenigen Kennzahlen und insbesondere durch den Preis unterscheiden, wird Commoditisation genannt. Um in einem solchen Commodity-Markt erfolgreich zu sein, müssen die Leistungskennzahlen möglichst den Anforderungen der Kunden entsprechen und gleichzeitig minimale Kosten verursachen. Dies bedeutet, dass Qualitäten, die über die Anforderungen der Kunden hinausgehen, nicht mit einer höheren Zahlungsbereitschaft einhergehen. Gleichzeitig werden Prozessinnovationen, die sinkende Kosten für das Endprodukt bedeuten, stark honoriert.

#### 3.1 Plattformen im Automotive Bereich

Die Automobilindustrie erlebt derzeit einen bedeutenden Wandel hin zur Elektromobilität, der eine tiefgreifende Revolution darstellt. Im Jahr 2023 stiegen die Verkaufszahlen von Elektrofahrzeugen um über 60 %, mit rund 12 Millionen neu registrierten Einheiten und einem entsprechenden Marktwert von 351 Mrd. Euro. China erwies sich als führender Markt mit 6,55 Millionen verkauften Fahrzeugen, gefolgt vom amerikanischen Markt mit etwa 1 Million verkauften Fahrzeugen und Europa, wo Deutschland als dominanter Markt hervorsticht.

---

<sup>30</sup> [https://www.researchgate.net/publication/350740069\\_Innovation\\_upgrading\\_and\\_governance\\_in\\_cross-sectoral\\_global\\_value\\_chains\\_the\\_case\\_of\\_smartphones#pf8](https://www.researchgate.net/publication/350740069_Innovation_upgrading_and_governance_in_cross-sectoral_global_value_chains_the_case_of_smartphones#pf8)

Prognosen verschiedener Studien deuten auf ein anhaltendes Marktwachstum hin, wobei bis 2030 ein Marktvolumen von bis zu 1.440 Millionen Elektrofahrzeugen erwartet wird.<sup>31</sup> China wird voraussichtlich einen erheblichen Anteil am Gesamtmarktvolumen halten.<sup>32</sup> Angesichts der sich verändernden Dynamik im Automobilsektor und der daraus resultierenden Auswirkungen auf die Zulieferindustrie entschied sich Foxconn 2021 strategisch zur Einführung der kollaborativen Plattform „Mobility in Harmony“ (MIH). Dieses Vorhaben zielt darauf ab, Foxconn als bedeutenden Akteur in der Elektrofahrzeug- und Zulieferindustrie zu positionieren, wobei der Schwerpunkt auf der Festlegung von Standards für Software und Hardware liegt.<sup>33</sup>

Die Initiative „Mobility in Harmony“ (MIH) wurde 2021 von Foxconn, auch bekannt als Hon Hai Precision Industry Co. Ltd., mit dem Ziel ins Leben gerufen, eine kollaborative Plattform zur umfassenden Weiterentwicklung wesentlicher Software-, Hardwarekomponenten und Dienstleistungen in der Elektrofahrzeugindustrie zu schaffen.<sup>33</sup> MIH ist eine internationale, offene Plattform-Allianz, bestehend aus über 2700 Unternehmen aus mehr als 70 Ländern und Regionen, darunter bekannte Namen wie NVIDIA, ZF und Continental, die unabhängig als Konsortium agieren. Foxconn konzentriert sich auf die Optimierung bestehender Geschäftsbereiche, die digitale Transformation und den Eintritt in neue Branchen wie Elektrofahrzeuge, digitale Gesundheit und Robotik. Foxconn's globale Lieferkette, Fertigungskapazitäten und F&E-Kompetenzen positionieren das Unternehmen für eine führende Rolle im Ökosystem der Elektrofahrzeuge.<sup>34</sup> MIH betont die Rolle der Plattform bei der Förderung der Zusammenarbeit, der Vermeidung von Redundanzen und der Beschleunigung der Entwicklung und Markteinführung von EV-Produkten.<sup>35</sup>

Als Erfinder der offenen EV-Plattform ist Foxconn nicht neu in der Automobilindustrie und bereits Zulieferer von Tesla sowie Hersteller von elektronischen Komponenten, mechanischen Bauteilen, Batterien, Batteriezellen und Batteriepaketen.<sup>36</sup> Mit einem Umsatz von etwa 222 Mrd. USD ist das Unternehmen das 27. größte in der globalen Elektronik- und Elektroindustrie. Als erfahrener OEM konzentriert sich Foxconn auf den schnell wachsenden Markt für Elektrofahrzeuge, um Umsatz und Margen zu steigern und möchte diesen Markt mit MIH revolutionieren.

Ein Hauptziel der MIH-Plattform ist die Etablierung einer offenen Elektrofahrzeug-Plattform, die speziell für Software-Defined Vehicles (SDV) konzipiert ist. Für ein SDV erfordert dies die Integration einer Hardwareabstraktionsschicht (HAL) zwischen der Hardware- und der Softwareplattform. Diese HAL ermöglicht es der Softwareebene, darüber zu sitzen und das gesamte Fahrzeug als umfassendes System mit Software-APIs zu definieren. Dieser Ansatz erleichtert die Definition und Schaffung zukünftiger Fahrzeugnutzenerfahrungen (UX) durch Softwareanwendungen. Die MIH-Gemeinschaft und das Ökosystem können somit Innovationen auf derselben Plattform fortsetzen, ohne eine vollständige Software-Neuentwicklung durchführen zu müssen, was erhebliche Kosteneinsparungen und verkürzte Entwicklungszeiten zur Folge hat.

---

<sup>31</sup> <https://www.vda.de/en/topics/electromobility/market-developments-europe-international>

<sup>32</sup> <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/executive-summary>

<sup>33</sup> <https://www.mih-ev.org/en/consortium/>

<sup>34</sup> <https://www.foxconnwiofficial.com/hon-hai-3-3-transformation>

<sup>35</sup> <https://english.cw.com.tw/article/article.action?id=3096>

<sup>36</sup> <https://www.digitimes.com/news/a20230315PD218/automotive-component-electric-vehicle-ev-battery-ev-foxconn-hon-hai-precision-industry-hon-hai-v2x.html>

In Bezug auf die MIH-Mitgliedschaft gibt es drei verschiedene Mitgliedschaftsebenen, die die Rollen der Teilnehmer definieren, während das EV-Hardware-Chassis und der Software-Stack den Rahmen für die Aktivitäten innerhalb jeder Arbeitsgruppe bieten. Die Community-Mitgliedschaft ist die niedrigste Ebene und bietet bestimmte Branchenengagements und kostenpflichtige Dienstleistungen, einschließlich Aktivitätsupdates, aktive Teilnahme an Diskussionen in Interessengruppen und/oder MIH-Veranstaltungen. Mitglieder auf dieser Ebene haben jedoch begrenzten Einfluss auf den Innovationsprozess des Konsortiums und eingeschränkten Zugang zu Ressourcen des Ökosystems. Community-Mitglieder zahlen Gebühren von bis zu 600 USD, um auf optionale Zusatzdienste wie Markttrendeinblicke oder verschiedene Kursen zuzugreifen. Das M+ Service-Abonnement, die zweithöchste Stufe, kostet 1000 USD pro Jahr und bietet Zugang zu verschiedenen Seminaren, Kursen, öffentlichen Treffen oder monatlichen Newslettern. Beitragsmitglieder, also die höchste Stufe, müssen jährlich 10.000 USD oder mehr beitragen. Sie spielen eine entscheidende Rolle, indem sie erhebliche jährliche Beiträge leisten, Arbeitsgruppen leiten und aktiv an der Gestaltung technologischer Standards und Innovationen im Bereich der EV-Technologie und -Standardsdefinition mitwirken. Drei Interessengruppen sind der EV-Technologie und der politischen Bewertung gewidmet und ermöglichen es Community-Mitgliedern, teilzunehmen, wobei nur Beitragsmitglieder für Vorsitzpositionen in Frage kommen.<sup>37</sup> Eine Einnahmequelle für MIH ergibt sich daher aus Mitgliedsabonnements, wobei die aktuelle Mitgliederbasis über 2700 Mitglieder aus mehr als 70 Ländern und Regionen umfasst.

Wie oben dargestellt, engagiert sich die MIH-Plattform aktiv in der Definition von Standards und Referenzdesigns für Komponenten des EV-Fahrzeugbaus, sodass diese langfristig zu Commodities werden. Zunächst wird sich dies, analog zu anderen Hardware-Plattformen, auf leicht verfügbare, kostengünstige und leicht austauschbare Komponenten konzentrieren, die die Kerninfrastruktur von Elektrofahrzeugen bilden, und sich dann immer weiter ausweiten. Die ersten von Commoditisation betroffenen Komponenten werden dabei voraussichtlich die Batteriepacks<sup>38</sup>, die Elektromotoren, die Leistungselektronik und die Ladeinfrastruktur sein.<sup>39</sup> Anhand dieser Standards wird es für neue Anbieter einfacher, in den Markt der Automobilzulieferer einzusteigen, was den Wettbewerb in diesem Markt weiter erhöht.<sup>40</sup>

### 3.2 Eignung der Plattformökonomie für die Region

Zur Evaluierung der Eignung der Plattformökonomie als Zukunftsmodell wurden Interviews mit über 15 Unternehmen der Automobilzulieferindustrie im Nordschwarzwald durchgeführt. Der Großteil dieser Unternehmen ist der Präzisionstechnik zuzuordnen. Die Interviews konzentrierten sich auf die für die Plattformökonomie relevanten Aspekte, darunter die Kostenstrukturen der Unternehmen, die Qualität der Erzeugnisse, die digitalen Fähigkeiten, die Kooperationsbereitschaft und die Offenheit für Open Innovation Ansätze.

Die Ergebnisse dieser Interviews zeigen die relativ homogene Aussage, dass sich die Unternehmen hinsichtlich ihrer Kostenstrukturen derzeit nicht global wettbewerbsfähig sehen. Zu den Hauptgründen zählen hohe Lohn-

---

<sup>37</sup> <https://www.mih-ev.org/en/member-services>

<sup>38</sup> <https://doi.org/10.1007/s41918-018-0022-z>

<sup>39</sup> <https://doi.org/10.1109/TTE.2023.3239224>

<sup>40</sup> <https://www.mih-ev.org/en/home>

kosten und eine umfangreiche Bürokratie. In geringerem Umfang tragen auch hohe Energiepreise zu den Wettbewerbsnachteilen bei. Diese Faktoren sind besonders relevant, da die Plattformökonomie stark von globalen Marktbedingungen beeinflusst wird und Kosteneffizienz ein entscheidender Wettbewerbsfaktor ist.

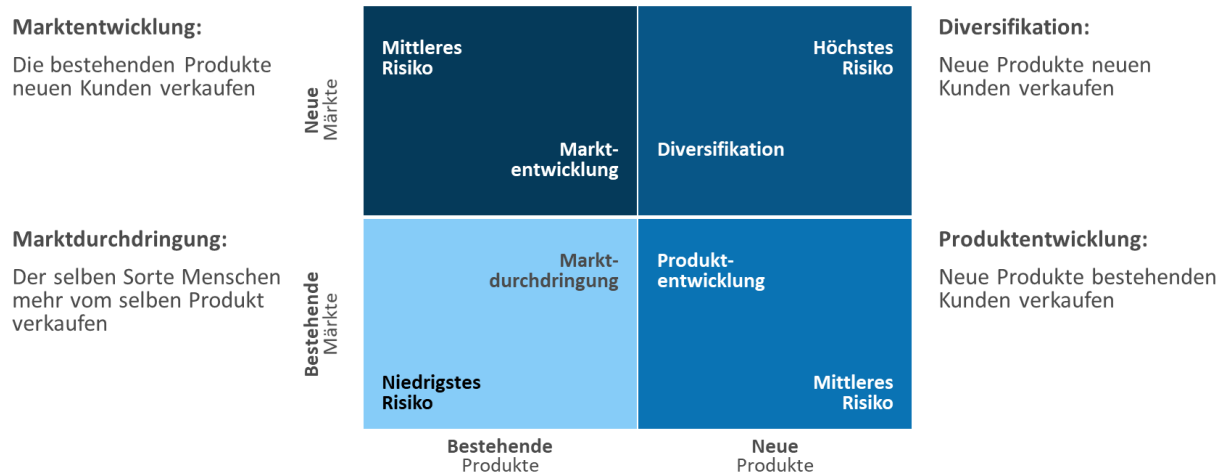
Zusätzlich zu den Kostenstrukturen wurden auch die digitalen Fähigkeiten der Unternehmen untersucht. Hier zeigte sich, dass insbesondere viele kleine und mittlere Unternehmen über limitierte digitale Fähigkeiten verfügen, was ihre Fähigkeit zur Teilnahme an der Plattformökonomie weiter einschränkt. Die digitale Transformation ist jedoch ein entscheidender Faktor für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit auch jenseits der Plattformökonomie, da sie die Optimierung von Geschäftsprozessen und die Entwicklung neuer digitaler Dienste ermöglicht. Unabhängig von der Etablierung der Plattformökonomie ist eine Steigerung der digitalen Fähigkeiten eine essenzielle Bedingung für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit.

Ein weiterer wichtiger Aspekt der Interviews war die Bereitschaft zur Kooperation und die Offenheit für Open Innovation Ansätze. Es stellte sich heraus, dass es eine teilweise Ablehnung gegenüber Open Innovation und Kooperationen mit externen Forschungs- und Entwicklungseinheiten gibt. Dies ist problematisch, da die Einbeziehung externer Kompetenzen und die Zusammenarbeit mit anderen Akteuren als Schlüssel zur Steigerung der Innovationsfähigkeit und zur Bewältigung komplexer Marktbedingungen angesehen werden. Auch diese Fähigkeiten steigern die Wettbewerbsfähigkeit unabhängig von der Etablierung der Plattformökonomie.

Insgesamt verdeutlichen die Interviews, dass die Automobilzulieferer im Nordschwarzwald vor erheblichen Herausforderungen stehen, wenn es darum geht, sich in der globalen Plattformökonomie zu behaupten. Die hohen Kostenstrukturen, begrenzten digitalen Fähigkeiten und die Zurückhaltung gegenüber Open Innovation stellen wesentliche Hürden dar, die es zu überwinden gilt, um in der globalen Plattformökonomie wettbewerbsfähig zu bleiben. Der Eintritt in die Plattformökonomie wäre für diese Unternehmen eine mit Kosten verbundene Teilnahme am globalen Wettbewerb, in dem sie sich in der aktuellen Situation nicht durchsetzen könnten.

Eine Alternative zum globalen Wettbewerb ist die Aussicht auf eine europäische Plattform im Automobilbereich. In dieser wären die Unternehmen hinsichtlich ihrer Kostenstruktur besser aufgestellt und die von ihnen gewährleistete hohe Qualität wird mehr geschätzt. Die Macht, eine solche europäische Plattform aufzubauen, liegt allerdings vorwiegend bei den großen europäischen OEMs, die derzeit allerdings kein Interesse daran zeigen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Plattformökonomie eines Tages auch in der europäischen Automobilindustrie von Relevanz sein wird. Derzeit ist es jedoch unmöglich, eine zeitliche Abschätzung diesbezüglich vorzunehmen. Unternehmen und regionale Akteure im Nordschwarzwald sollten folglich die Entwicklungen und Ankündigungen, insbesondere bei den dominanten OEMs, aufmerksam verfolgen. Bis es erste Anzeichen einer Fokussierung auf die Plattformökonomie gibt, sollten die Unternehmen jedoch das Thema höchstens mit geringer Priorität zu verfolgen.

Die Unternehmen der Region Nordschwarzwald sind derzeit von den Markt-, Technologie, Wettbewerbs- und regionalen Trends bestimmt, auf die sie nur sehr begrenzten Einfluss haben. In der aktuellen Situation tun sich die Unternehmen wie beschrieben schwer, in die Plattformökonomie einzusteigen, insbesondere vor dem Hintergrund der Unklarheit des Zeithorizontes, in dem sich die Plattformökonomie auf dem für sie relevanten Markt durchsetzt, sofern sie dies überhaupt tut. Für die Unternehmen ist es allerdings notwendig, zeitnah auf die Auswirkungen der Trends zu reagieren und sich entsprechend zu transformieren.



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Ansoff

Abbildung 2 - Ansoff-Matrix

In der Theorie der Transformation nach Ansoff gibt es zwei Dimensionen. Einerseits die Dimension der Märkte, andererseits die Dimension der Technologie. Unternehmen können sich individuell entscheiden, ob sie versuchen, auf dem bestehenden Markt mit neuen Technologien erfolgreich zu sein, in neuen Märkten mit der bestehenden Technologie erfolgreich zu sein oder mit neuen Technologien auf neuen Märkten erfolgreich zu sein. Aufgrund der Stärke der Technologien der regionalen Unternehmen und der Schwäche der Märkte stellt die zweite Option derzeit die vielversprechendste für die meisten Unternehmen der Region Nordschwarzwald dar. Darauf basierend wurden potenzielle Diversifizierungsbranchen für Unternehmen der Automobilzulieferindustrie identifiziert, die sich insbesondere in der Präzisionstechnik verorten.

## 4 Diversifizierungsmöglichkeiten für Unternehmen im Nordschwarzwald

Der Markt der Automobilindustrie in Europa umfasst im Jahr 2024 voraussichtlich 409 Mrd. Euro. Die Kompensation dieses Marktes auf lediglich eine Branche zu stützen, ist einerseits hinsichtlich der Resilienz gegenüber zukünftiger Marktveränderungen in den neuen Schwerpunktbranchen nicht sinnvoll, andererseits auch nicht möglich, da es unter den untersuchten Branchen keinen einzelnen Markt gibt, der geeignet und gleichzeitig so groß ist, dass er hierfür in Frage käme.<sup>41</sup>

Nach einem breiten Screening geeigneter Märkte für die Region Nordschwarzwald und der hier stark vertretenen Präzisionstechnik wurden drei Branchen identifiziert, die Bedarf an Präzisionstechnik aufweisen und das Potenzial haben, die vorhersehbaren Verluste der Umsätze in der Automobilindustrie aufzufangen.

### 4.1 Medizintechnik

Die Medizintechnikbranche ist ein zentraler Bestandteil der Gesundheitswirtschaft und spielt eine entscheidende Rolle bei der Verbesserung der medizinischen Versorgung und der Lebensqualität der Menschen. Sie

<sup>41</sup> <https://de.statista.com/outlook/mmo/automobile/europa>

umfasst eine breite Palette von Technologien und Geräten, die in der Diagnostik, Therapie, Überwachung und Rehabilitation eingesetzt werden. Von einfachen medizinischen Hilfsmitteln wie Zahnspangen bis hin zu hochkomplexen Geräten wie Kernspintomographen.

Die Medizintechnikbranche in Deutschland ist ein wichtiger Teil der Gesundheitswirtschaft mit über 265.000 Beschäftigten. Die Branche ist überwiegend mittelständisch geprägt, wobei 93 % der Unternehmen weniger als 250 Mitarbeiter beschäftigen. Deutsche Medizintechnik ist international erfolgreich, mit einer Exportquote von 68 % und einem Umsatz von über 40 Mrd. Euro. Forschung und Entwicklung sind zentral, da etwa 9 % des Umsatzes darin investiert werden. Die Branche ist durch hohe Innovationskraft gekennzeichnet, was sich unter anderem in rund 16.000 Patentanmeldungen im Jahr 2023 zeigt.<sup>42</sup>

#### 4.1.1 Trends

Die Medizintechnikbranche erlebt einen rasanten Aufschwung, getrieben durch erhebliche Investitionen und technologische Innovationen. Zu den wichtigsten Trends in dieser Branche gehören<sup>43</sup>:

Wearables wie Smartwatches und Fitness-Tracker messen kontinuierlich Vitaldaten wie Herzfrequenz, Blutzucker und Blutdruck. Diese Geräte ermöglichen eine frühzeitige Erkennung gesundheitlicher Probleme und unterstützen präventive Maßnahmen. Sie bieten Ärzten und Patienten Echtzeitdaten, was die Qualität der Gesundheitsversorgung verbessert.

Telemedizin erleichtert den Zugang zu ärztlichen Leistungen, insbesondere in ländlichen Gebieten. Durch Videokonsultationen, digitale Rezepte und Fernüberwachung können Patienten Diagnosen und Behandlungen ohne physische Arztbesuche erhalten. Dies reduziert Wartezeiten und entlastet Gesundheitssysteme, besonders in Zeiten hoher Nachfrage wie während der COVID-19-Pandemie.

KI revolutioniert die medizinische Diagnostik und Behandlung. Algorithmen analysieren große Datenmengen und identifizieren Muster, die menschlichen Ärzten möglicherweise entgehen. Anwendungen umfassen die Bilderkennung in der Radiologie, die Vorhersage von Krankheitsverläufen und die personalisierte Medizin. KI verbessert die Genauigkeit und Effizienz medizinischer Diagnosen erheblich.

Chirurgische Roboter ermöglichen präzisere Eingriffe mit kleineren Schnitten, was zu schnelleren Genesungszeiten und weniger Komplikationen führt. Fernchirurgie erlaubt es Spezialisten, Operationen durchzuführen, ohne vor Ort zu sein, was besonders in entlegenen oder unterversorgten Gebieten vorteilhaft ist. Diese Technologien erweitern den Zugang zu hochwertiger chirurgischer Versorgung.

Außerdem werden hier 3D-Druckverfahren genutzt, um Gewebe und Organe aus lebenden Zellen herzustellen. Bioprinting hat das Potenzial, den Mangel an Spenderorganen zu beheben und personalisierte Transplantate zu schaffen. Es ermöglicht die Herstellung komplexer biologischer Strukturen, die im Labor getestet und für therapeutische Zwecke verwendet werden können.

---

<sup>42</sup> <https://www.bvmed.de/branche/zahlen-und-fakten>

<sup>43</sup> <https://www.amoriabond.com/de/insights/blog/aktuelle-trends-in-der-medizintechnikbranche--die-zukunft-des-gesundheitswesens/>



Medtech-Unternehmen sind einem zunehmenden Druck ausgesetzt, nachhaltiger zu wirtschaften und ihre ESG-Ziele zu erreichen. Dies umfasst Maßnahmen zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Verbesserung der sozialen Gerechtigkeit im Gesundheitswesen<sup>44</sup>

Der Innovationsdruck bleibt hoch, mit besonderem Fokus auf fortschrittliche Bildgebung, Miniaturisierung und neuen Behandlungsmethoden. Die Zahl der von der FDA zugelassenen innovativen Medtech-Produkte erreichte 2023 einen Rekord, und dieser Trend wird sich voraussichtlich fortsetzen<sup>45</sup>

Angesichts des Kostendrucks wird Outsourcing zu einer strategischen Notwendigkeit für die Medtech-Branche. Unternehmen werden verstärkt Entwicklung, Fertigung und ihre Supply Chain auslagern, um flexibler und effizienter auf Marktveränderungen reagieren zu können. Für kleine und mittelständische Unternehmen ist diese Strategie entscheidend. Insbesondere diese Entwicklung birgt Chancen für die Unternehmen im Nordschwarzwald.

#### 4.1.2 Marktentwicklung

Umsatz in der Medizintechnik weltweit, nach Bereich

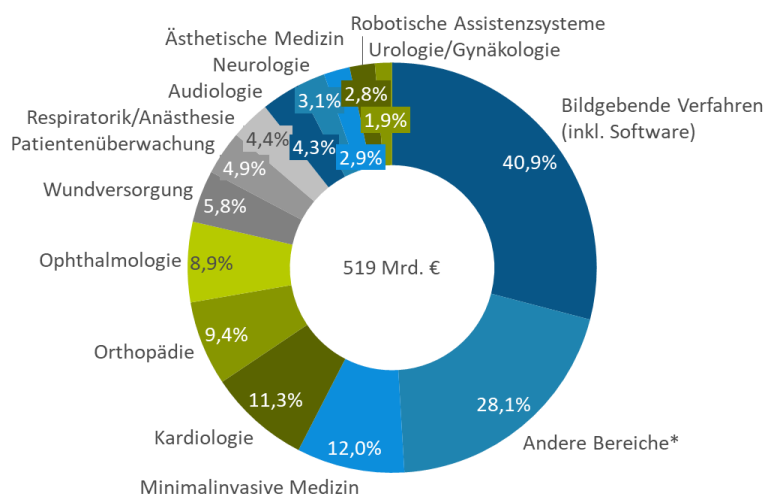


Abbildung 3 - Umsatz in der Medizintechnik weltweit, nach Bereich

für Unternehmen der Präzisionstechnik dar. Für Chirurgieroboter und komplementär eingesetzte Gerätschaften wurde eine Europäische Marktgröße von 2,5 Mrd. Euro im Jahr 2023 ermittelt, mit einer geschätzten jährlichen Wachstumsrate von 15,1 % bis zum Jahr 2029.<sup>48</sup> Zu den am stärksten wachsenden Segmenten in dieser

Die Medizintechnikbranche wächst stetig, getrieben durch den demografischen Wandel und den zunehmenden Bedarf an Gesundheitslösungen. Für das Jahr 2023 wurde ein Umsatz des globalen Medizintechnikmarktes von 519 Mrd. Euro erhoben, was einem Anstieg von nahezu 100 Mrd. Euro seit dem Jahr 2021 entspricht.<sup>46</sup> Hiervon werden voraussichtlich 125 Mrd.<sup>47</sup> Euro in Europa umgesetzt. Es wird antizipiert, dass der Europäische Markt bis ins Jahr 2029 mit 4,8 % jährlich wachsen wird.<sup>47</sup>

Unter den genannten Trendthemen stellen die Chirurgieroboter eines der geeigneten Segmente innerhalb der Branche

<sup>44</sup> <https://www.alpha-sense.com/blog/trends/medtech-trends-outlook/>

<sup>45</sup> <https://www.mckinsey.com/industries/life-sciences/our-insights/what-to-expect-from-medtech-in-2024>

<sup>46</sup> <https://de.statista.com/themen/793/medizintechnik/#editorsPicks>

<sup>47</sup> <https://de.statista.com/outlook/hmo/medizintechnik/europa>

<sup>48</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/surgical-robots-market-256618532.html>

Branche gehört der Markt für medizinische Exoskelette, der bei einer überschaubaren Europäischen Marktgröße von 59 Mio. Euro mit 46,4 % pro Jahr wächst.<sup>49</sup> Das größte Segment dieser Branche stellen bildgebende Diagnoseverfahren dar, die 40,9 % des globalen Umsatzes auf sich vereinen.<sup>50</sup> Hierbei sei bemerkt, dass sich dieses Segment nochmals in CT-, Ultraschall-, Röntgen-, MRT-, und Nuklearmedizinische Geräte und weitere unterteilt. Zur Einordnung: Es wird geschätzt, dass derzeit weltweit 36.000 MRT-Geräte in Benutzung sind und jährlich 2.500 neue Geräte verkauft werden.<sup>51</sup> Alle diese Segmente weisen sehr spezifische Eigenschaften und eine jeweils individuelle technologische Grundlage, Forschung und Entwicklung auf, sind jedoch absolut gesehen von überschaubarer Größe, wie an den absoluten Verkaufszahlen für MRT-Geräte beispielhaft gezeigt werden konnte. Der Medizintechnikmarkt kann daher als fragmentiert angesehen werden, was sich auch im Anteil von 93 % KMUs widerspiegelt.<sup>42</sup> 949 von 1467 Unternehmen in der Branche haben zudem weniger als 50 Beschäftigte.<sup>50</sup>

#### 4.1.3 Eignung als Diversifizierungsbranche für Präzisionstechnikunternehmen

Die vorstehenden Marktzahlen und die Fragmentierung des Marktes verschlechtert die Eignung der Branche als neuer Markt für die Präzisionstechnikunternehmen der Region Nordschwarzwald, die große Stückzahlen und auch zwischen verschiedenen Herstellern und Baureihen innerhalb der Automobilindustrie vergleichsweise wenig abweichende Anforderungen gewohnt sind. Die Gegebenheiten in der Medizintechnikbranche stellen sich in weiten Teilen gegensätzlich dar. Unternehmen, die sich diesen Bedingungen jedoch anpassen können, haben insbesondere aufgrund des Trends Outsourcing in dieser Branche die Möglichkeit, hier Kunden zu gewinnen.

Die Medizintechnikbranche zeichnet sich durch eine bemerkenswerte Innovationsintensität aus, wobei Unternehmen durchschnittlich rund 9 % ihres Umsatzes in Forschung und Entwicklung (F&E) investieren. Diese hohe F&E-Quote ermöglicht kontinuierliche Fortschritte und die Einführung neuer, verbesserter medizinischer Geräte. Für Unternehmen der Präzisionstechnologie ergeben sich hier erhebliche Synergien, da viele Medizinprodukte, wie etwa Implantate, chirurgische Instrumente oder bildgebende Systeme, auf hochpräziser Fertigungstechnologie basieren. Die Expertise in der Präzisionsbearbeitung, Materialwissenschaft und Qualitätssicherung, die diese Unternehmen mitbringen, ist für die Herstellung von Medizinprodukten von entscheidender Bedeutung.<sup>52</sup> Insbesondere die Anforderungen an Präzision, Zuverlässigkeit und Miniaturisierung in der Medizintechnik passen gut zu den bestehenden Kompetenzen von Präzisionstechnologieunternehmen. Zudem ist die Medizintechnik ein Förderschwerpunkt in der deutschen Förderlandschaft, was den Unternehmen den Einstieg erleichtern kann.<sup>53</sup>

Ein bedeutender Aspekt der Medizintechnikbranche sind die strengen regulatorischen Anforderungen, die sicherstellen sollen, dass die Produkte sicher und effektiv sind. Diese Anforderungen umfassen umfangreiche

---

<sup>49</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/medical-exoskeleton-market-138546702.html>

<sup>50</sup> [https://www.spectaris.de/fileadmin/Content/Medizintechnik/Zahlen-Fakten-Publikationen/SPECTARIS\\_Jahrbuch\\_202324\\_11-2023\\_final.pdf](https://www.spectaris.de/fileadmin/Content/Medizintechnik/Zahlen-Fakten-Publikationen/SPECTARIS_Jahrbuch_202324_11-2023_final.pdf)

<sup>51</sup> <https://www.panafrican-med-journal.com/content/article/30/240/full/>

<sup>52</sup> <https://www.bvmed.de/download/branchenanalyse-medizintechnik-boeckler-stiftung-mai-2020.pdf>

<sup>53</sup> [https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/innovativer-mittelstand/kmu-innovativ/kmu-innovativ-medizintechnik/kmu-innovativ-medizintechnik\\_node.html](https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/innovativer-mittelstand/kmu-innovativ/kmu-innovativ-medizintechnik/kmu-innovativ-medizintechnik_node.html)

Zertifizierungs- und Zulassungsverfahren, die durch Institutionen wie die U.S. Food and Drug Administration (FDA) oder die European Medicines Agency (EMA) festgelegt werden. Unternehmen, die in die Medizintechnikbranche einsteigen möchten, müssen beträchtliche Investitionen in die Einhaltung dieser Vorschriften tätigen. Dies umfasst sowohl die finanziellen Aufwände als auch die zeitlichen Ressourcen für die Durchführung klinischer Studien, die Dokumentation und die regelmäßige Überprüfung durch Aufsichtsbehörden.<sup>54</sup> Die hohen regulatorischen Hürden können jedoch durch gezielte Investitionen in Compliance- und Qualitätssicherungssysteme sowie durch die Einstellung von Fachpersonal mit Expertise in regulatorischen Angelegenheiten überwunden werden.<sup>52</sup> Auch wenn die Unternehmen der Region diese Branche nur als Zulieferer bedienen wollen, müssen Sie einen Großteil der Regularien einhalten und sollten über die weiteren Auflagen zumindest informiert sein, um die Kundenbedürfnisse besser verstehen zu können.

Die Entwicklung von Medizinprodukten erfordert häufig eine enge Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Anwendern, um maßgeschneiderte Lösungen zu entwickeln, die den spezifischen Anforderungen der medizinischen Praxis entsprechen. Dies betrifft insbesondere komplexe Geräte und Technologien, die in klinischen Umgebungen eingesetzt werden. Unternehmen der Präzisionstechnologie, die in die Medizintechnik diversifizieren wollen, müssen daher strategische Partnerschaften mit Endgeräteherstellern, medizinischen Einrichtungen, Forschungsinstituten und anderen Akteuren im Gesundheitswesen aufbauen. Solche Kooperationen sind essenziell, um Marktanforderungen besser zu verstehen, Innovationsprozesse zu beschleunigen und die Akzeptanz neuer Produkte im Gesundheitswesen zu erhöhen.<sup>52</sup>

## 4.2 Umwelttechnik

Umwelttechnik spielt eine zentrale Rolle in der Bewältigung globaler Herausforderungen wie Klimawandel, Ressourcenknappheit, -abhängigkeit und Umweltverschmutzung. Als interdisziplinäres Feld vereint sie Ingenieurwissenschaften, Naturwissenschaften und weitere Disziplinen, um nachhaltige Lösungen für den Erhalt und die Wiederherstellung unserer natürlichen Umwelt zu entwickeln. Ziel der Umwelttechnik ist es, die negativen Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf die Umwelt zu minimieren, indem Effizienz, Konsistenz und Nachhaltigkeit in der Nutzung natürlicher Ressourcen maximiert werden.

Umwelttechnik umfasst dabei ein sehr breites und vielfältiges Feld an Technologien und Lösungen. Mit einem Anteil von 15 % am Bruttoinlandsprodukt Deutschlands hat die Umwelttechnik zudem bereits einen großen Stellenwert und erwies sich in den Krisen der Vergangenheit, wie beispielsweise der Coronakrise, als stabilisierendes Element der deutschen Wirtschaft.

In Anbetracht der zunehmend spürbaren Auswirkungen des Klimawandels sind steigende Nachhaltigkeitsanforderungen insbesondere in Europa, aber auch weltweit zu beobachten. Der European Green Deal ist ein starkes Beispiel hierfür, doch auch in anderen Regionen der Welt gibt es angekündigte Bestrebungen, Klimaneutralität zu erreichen. So haben die USA und Kanada, genau wie die EU, das Ziel ausgegeben, im Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen.<sup>55</sup> Diesem Ziel haben sich 50 Staaten, darunter die Vereinigten Arabischen

---

<sup>54</sup> <https://www.bundesgesundheitsministerium.de/themen/gesundheitswesen/medizinprodukte/definition-und-wirtschaftliche-bedeutung>

<sup>55</sup> <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/nachhaltigkeit/erderwaermung-zehn-laender-und-noch-mehr-probleme-welche-staaten-bis-wann-klimaneutral-sein-wollen/27739372.html>

Emirate, Brasilien, Südkorea und Australien, angeschlossen. China und Russland visieren dasselbe Ziel zehn Jahre später im Jahr 2060 an.<sup>56</sup> Auf dieser Grundlage gewinnt die Umwelttechnik sowohl auf nationaler als auch auf internationaler Ebene immer mehr an Bedeutung. Sie bietet nicht nur Lösungen für aktuelle Umweltprobleme, sondern eröffnet auch neue Geschäftsfelder und Wachstumsmöglichkeiten für verschiedene Industrien, einschließlich der Präzisionstechnik.

#### 4.2.1 Trends

Der Wirtschaftssektor Umwelttechnologie begründet sich in der dringenden Notwendigkeit, Umweltauswirkungen menschlichen Handelns in der Welt zu reduzieren, um dauerhaft in der Lage zu sein, als Menschheit von den vorhandenen Ressourcen leben zu können. Derzeit verbraucht der Mensch je Zeiteinheit mehr Ressourcen, als diese neu entstehen, was bei Beibehalten des Status quo zu einer Mangellage führen wird. Zudem werden je Zeiteinheit mehr toxische und klimaerwärmende Stoffe in die Umwelt abgegeben, als diese abgebaut werden können, was bei gleichbleibender Lage zu einer Akkumulation dieser Stoffe führen wird. Die Branche der Umwelttechnik zielt darauf ab, diese Missstände mit einer Vielzahl an sehr unterschiedlichen Aktivitäten und Technologien zu beheben. Hierbei können diverse Segmentierungen angesetzt werden. Ein geläufiger und tiefgreifender Ansatz stellt hierbei die Unterscheidung zwischen Optimierung der Umweltauswirkungen des Energiekonsums mit Fokus auf die Vermeidung von Treibhausgasen und Optimierung der Umweltauswirkungen des Materialverbrauchs mit Fokus auf die Vermeidung des Ressourcenverbrauchs dar.

Wird zunächst das Augenmerk auf den Energiesektor gelegt, kann in den letzten Jahren ein sprunghafter Anstieg der weltweiten Investitionen in erneuerbare Energien beobachtet werden. Ziel dieser Bewegung ist die Dekarbonisierung des Energieverbrauchs, also die Vermeidung sämtlicher Treibhausgasemissionen in der Energieversorgung. Nach Angaben der Internationalen Energieagentur (IEA) ist die Produktionskapazität der erneuerbaren Energien im Jahr 2023 gegenüber dem Vorjahr um über 13 % gestiegen, wobei sich über 90 % des Zubaus auf Wind- und Solarenergie konzentrieren. Die globale Kapazität an Energieerzeugung aus Wind betrug zum Ende des Jahres 2023 über 1.000 GW und wies ein Wachstum von ca. 11% gegenüber dem Vorjahr aus. Die Kapazität zur Energieerzeugung aus Solarenergie erreichte weltweit einen Wert von 1550 GW und wuchs gegenüber dem Vorjahr mit einer Rate von ca. 32 %. Weitere Elemente stellen die Wasserkraft und Biogasanlagen dar. Wasserkraft, die mit über 1.400 GW einen beträchtlichen Anteil der Energieerzeugung leistet, wuchs mit 1,5 % im Jahr 2023 gegenüber dem Vorjahr nur marginal. Biogasanlagen, die mit 170 GW Leistung weniger als 5 % der globalen Energieerzeugung bereitstellen, nahmen in diesem Zeitraum um 3% zu. Bis zum Jahr 2030 wird weltweit die Verdreifachung der Erzeugungskapazität erneuerbarer Energien gegenüber dem Jahr 2022 angestrebt. Wird der derzeitige Trend beibehalten, kann jedoch lediglich eine Erhöhung der Kapazität um den Faktor 2,5 erreicht werden.<sup>57</sup>

Diesen positiven Sachverhalten gegenüber steht die Herausforderung der Fluktuation der am stärksten vertretenen erneuerbaren Energiequellen Wind und Solar. Auch bei vorhandener Kapazität zur Erzeugung von Solar- und Windenergie ist die Energie nicht durchgängig verfügbar. Die Erzeugung von Solarenergie schwankt mit den Wetterbedingungen und den Tag-Nacht-Zyklen, während die Windenergie von Windmustern abhängt, die

---

<sup>56</sup> [https://www.eeas.europa.eu/eeas/china-%E2%80%93-co2-neutralit%C3%A4t-im-jahr-2060-ein-m%C3%B6glicher-wendepunkt-f%C3%BCr-das-klima\\_de](https://www.eeas.europa.eu/eeas/china-%E2%80%93-co2-neutralit%C3%A4t-im-jahr-2060-ein-m%C3%B6glicher-wendepunkt-f%C3%BCr-das-klima_de)

<sup>57</sup> <https://www.iea.org/reports/renewables-2023/executive-summary>

nicht konstant sind. Diese Schwankungen können zu einer instabilen Energieversorgung führen, was die Bemühungen um die Aufrechterhaltung eines zuverlässigen und kontinuierlichen Stromnetzes erschwert.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, sind erhebliche Fortschritte bei den Energiespeicherlösungen von entscheidender Bedeutung. Die Batterietechnologien, insbesondere rund um Lithium-Ionen- und Festkörperbatterien, aber auch darüberhinausgehende Technologien wie Redox-Flow-Batterien, Eisen-Luft-Batterien oder Kompressionsluftenergiespeicher, machen rasche Fortschritte. Ziel dieser Technologieentwicklungen sind je nach Anwendungsfall eine höhere Energiedichte, ein besserer Wirkungsgrad, eine längere Lebensdauer oder geringere Kosten als der aktuelle Stand der Technik zu erreichen. Diese Stromspeichertechnologien sind von entscheidender Bedeutung, wenn es darum geht, überschüssige Energie zu speichern, die in Spitzenzeiten der Produktion erzeugt wird, und sie bei geringer Produktion wieder abzugeben. Sie werden aber auch in Mobilitätsanwendungen genutzt.

Darüber hinaus bietet die Entwicklung von grünem Wasserstoff als Energieträger eine vielversprechende Lösung für die langfristige Speicherung, Rückverstromung oder industrielle Anwendung in verschiedenen Sektoren. Technologien zur Herstellung sowie massenhafte, langfristige, energieeffiziente und sichere Speicherung und Rückverstromung von klimaneutralem Wasserstoff sind derzeit größtenteils noch in der Entwicklungsphase. Der Markt für diese Technologien ist folglich derzeit recht klein, weist aber im Gegenzug enorme Wachstumsraten bis zu 100% auf.

Dem Energiesektor kann auch der Trend hin zur nachhaltigen Mobilität zugerechnet werden, da der Kern der Wende die Abkehr der Antriebsenergiebereitstellung aus Brennstoff hin zu Elektrizität darstellt. Während diese Umstellung derzeit noch nicht bedeutet, dass das jeweilige Fahrzeug treibhausgasneutral betrieben wird, zeigen die oben beschriebenen Ausbaumöglichkeiten für erneuerbare Energien das Potenzial dieser Antriebsform für die Zukunft. Dieser Trend wird insbesondere durch die Entwicklung von Elektrofahrzeugen (EVs) vorangetrieben. Verbesserungen in der Batterietechnologie und der Ladeinfrastruktur führen zu schnelleren Ladezeiten, einer größeren Reichweite und der Integration erneuerbarer Energiequellen für das Laden von Elektrofahrzeugen. Auch die Entwicklung von Flugzeugen und Schiffen mit Elektro- und Wasserstoffantrieb wird vorangetrieben, um die Emissionen im Verkehrssektor zu reduzieren.

Intelligente und dezentralisierte Energiesysteme erhöhen die Widerstandsfähigkeit und Effizienz der Energieversorgung. Mikronetze, die unabhängig oder neben dem Hauptnetz betrieben werden können, erzeugen und speichern Energie in der Nähe der Verbrauchsstellen und verringern so Übertragungsverluste. Intelligente Netze, die künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen beinhalten, optimieren die Energieverteilung und den Energieverbrauch und minimieren die Verschwendung.

Ergänzend zu diesen Maßnahmen wurden auch konventionelle Kraftwerke effizienter und sauberer. Abgasreinigungstechnologien wie auch Technologien zur Abscheidung und Speicherung von CO<sub>2</sub> aus Abgasen wurden hierfür entwickelt. Sie werden jedoch derzeit hauptsächlich als Übergangstechnologien angesehen. Darüber hinaus werden auch bereits die ersten Technologien zur Abscheidung von CO<sub>2</sub> aus der Umwelt entwickelt und erprobt. Aktuell ist eine Vermeidung des Ausstoßes von Treibhausgasen allerdings noch die klar wirtschaftlichere Alternative.

Als Pendant zu diesen beschriebenen Maßnahmen, die sich auf die Energieerzeugung und Bereitstellung fokussieren, wurden und werden auch weiterhin umfassende Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz

umgesetzt, die die Umweltauswirkungen der Energieerzeugung durch einen verringerten Energieverbrauch fördern.

Berücksichtigt werden sollte wie beschrieben auch die Optimierung des Material- beziehungsweise Ressourcenverbrauchs. Der Materialkonsum pro Kopf pro Jahr in der EU lag im Jahr 2016 bei ca. 13 Tonnen. 6 Tonnen hiervon waren nichtmetallische Mineralien, jeweils ca. 3 Tonnen davon waren Biomasse und fossile Energieträger und eine Tonne Erze.<sup>58</sup> Dem gegenüber steht ein weltweiter Materialverbrauch von 13,2 Tonnen pro Kopf im Jahr 2023, der seit 1970 stetig um ca. 3,2 % pro Jahr gewachsen ist. Eine nachhaltige Verhaltensweise, die also Ressourcenverbrauch und Regenerierung der Ressourcen in Einklang bringt, läge bei einem Ressourcenverbrauch von ca. 8 Tonnen pro Person pro Jahr. Die Aktivitäten, die zur Erreichung dieses Ziels beitragen sollen, sind im Gedanken der Kreislaufwirtschaft zusammengefasst. Diese beinhaltet die drei Kerngedanken Effizienz, Konsistenz und Suffizienz.

Effizienz bedeutet in diesem Kontext die Reduktion des Rohstoff- und Ressourceneinsatzes bei gleichbleibendem oder gesteigertem Output. Effizienzsteigerungen zielen darauf ab, die Produktivität und Wirtschaftlichkeit von Prozessen zu erhöhen, indem weniger Material und Energie verbraucht werden. Dies wird durch den Einsatz moderner Technologien, die Optimierung von Produktionsprozessen und die Einführung energieeffizienter Maschinen erreicht. Effizienzmaßnahmen tragen dazu bei, die Umweltbelastung zu verringern und die Kosten zu senken, ohne die Produktionskapazitäten zu beeinträchtigen.

Konsistenz bezieht sich auf die möglichst lange Werterhaltung von Rohstoffen mittels Integration von Recycling- und Wiederverwendungsprozessen in die Produktion, aber auch durch die Verlängerung der Lebensdauer von Produkten. Dies schließt auch Remanufacturing und Refurbishing ein. Durch konsistente Produktionsmethoden werden Materialien und Produkte nach ihrer Nutzung wieder in den Produktionskreislauf zurückgeführt, wodurch der Bedarf an Primärrohstoffen reduziert wird. Remanufacturing und Refurbishing umfassen die Aufbereitung und Wiederverwendung von gebrauchten Produkten oder Komponenten, um deren Lebensdauer zu verlängern und die Ressourceneffizienz zu erhöhen. Einen wichtigen Aspekt der Konsistenz stellt die Notwendigkeit dar, diese schon beim Design von Produkten und Komponenten zu berücksichtigen. Die Reparierbarkeit von Produkten und die Trennbarkeit von Verbundkomponenten nach ihren Rohstoffen werden bereits hier entschieden und sind später nur schwer kompensierbar.

Suffizienz bedeutet die Reduktion der Umweltauswirkungen durch die Reduktion des Konsums. Suffizienzstrategien zielen darauf ab, den Ressourcenverbrauch zu senken, indem sie alternative Konsummuster fördern, die weniger ressourcenintensiv sind.<sup>59</sup> Dies umfasst Angebote wie beispielsweise Miet- und Sharingangebote, die dazu beitragen, den Bedarf an Neuprodukten zu reduzieren. Suffizienz setzt auf bewussteren Konsum und nachhaltigere Lebensstile, die durch gemeinschaftliche Nutzung und weniger Konsum gekennzeichnet sind. Auch diese Strategien können von der Produktentwicklung begünstigt werden<sup>60</sup>

---

<sup>58</sup> [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Domestic\\_material\\_consumption\\_by\\_main\\_material\\_category,\\_2016\\_\(tonnes\\_per\\_capita\)\\_YB17-de.png](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=File:Domestic_material_consumption_by_main_material_category,_2016_(tonnes_per_capita)_YB17-de.png)

<sup>59</sup> <https://wupperinst.org/en/topics/well-being/sufficiency>

<sup>60</sup> <https://www.oeko.de/oekodoc/1879/2013-007-en.pdf>

Diese kreislaufwirtschaftlichen Prinzipien werden auch von der Politik gefördert und gefordert, insbesondere auf europäischer Ebene. So hat die EU im Jahr März 2020 den Aktionsplan Kreislaufwirtschaft verabschiedet. Dieser Plan zielt darauf ab, die Ressourcennutzung in Europa nachhaltiger und effizienter zu gestalten. Er umfasst verschiedene Maßnahmen zur Reduzierung des Einsatzes von Primärrohstoffen, zur Verlängerung der Produktlebensdauer und zur Stärkung der Verbraucherrechte. Diese Maßnahmen sind ein wesentlicher Bestandteil der europäischen Bemühungen, eine nachhaltige Wirtschaft zu fördern und die Ressourcennutzung der Industrie zu reduzieren.<sup>61</sup>

Der Aktionsplan sieht die Etablierung nachhaltiger Produkte als Norm vor, indem Vorschriften für eine nachhaltige Produktpolitik erarbeitet werden. Diese Vorschriften sollen sicherstellen, dass Produkte langlebiger und umweltfreundlicher gestaltet werden, was wiederum dazu beiträgt, den Einsatz von Primärrohstoffen zu minimieren und die Lebensdauer von Produkten zu verlängern. Dazu gehören auch Maßnahmen zur Förderung des Recyclings und zur Nutzung von Sekundärrohstoffen.

Ein weiterer Schwerpunkt des Plans liegt auf der Stärkung der Verbraucherrechte. Anfang 2024 wurde das Recht auf Reparatur auf EU-Ebene eingeführt, welches den Verbrauchern ermöglicht, ihre Produkte selbst oder bei einem Anbieter ihrer Wahl zu reparieren. Dieses Recht gilt zunächst nur für sogenannte Weiße Ware wie Waschmaschinen und ähnliche Haushaltsgeräte sowie für Elektronik. Es wird jedoch erwartet, dass dieses zukünftig auf weitere Produktkategorien ausgeweitet wird. Die EU-Mitgliedstaaten haben bis Januar 2026 Zeit, das EU-Gesetz in nationales Recht zu überführen. Ergänzend dazu ist geplant, Verbraucher besser über die Lebensdauer von Produkten und den Einsatz von Primärrohstoffen zu informieren, um fundierte Kaufentscheidungen zu ermöglichen.<sup>62</sup>

Der Aktionsplan fokussiert sich auf ressourcenintensive Sektoren wie Elektronik und Informationstechnik, Batterien und Fahrzeuge, Kunststoffe, Textilien, Bauwesen und Gebäude sowie Lebensmittel. Für diese Branchen sollen spezifische Maßnahmen ergriffen werden, um die Umweltbelastung zu reduzieren und die Kreislaufwirtschaft zu fördern.

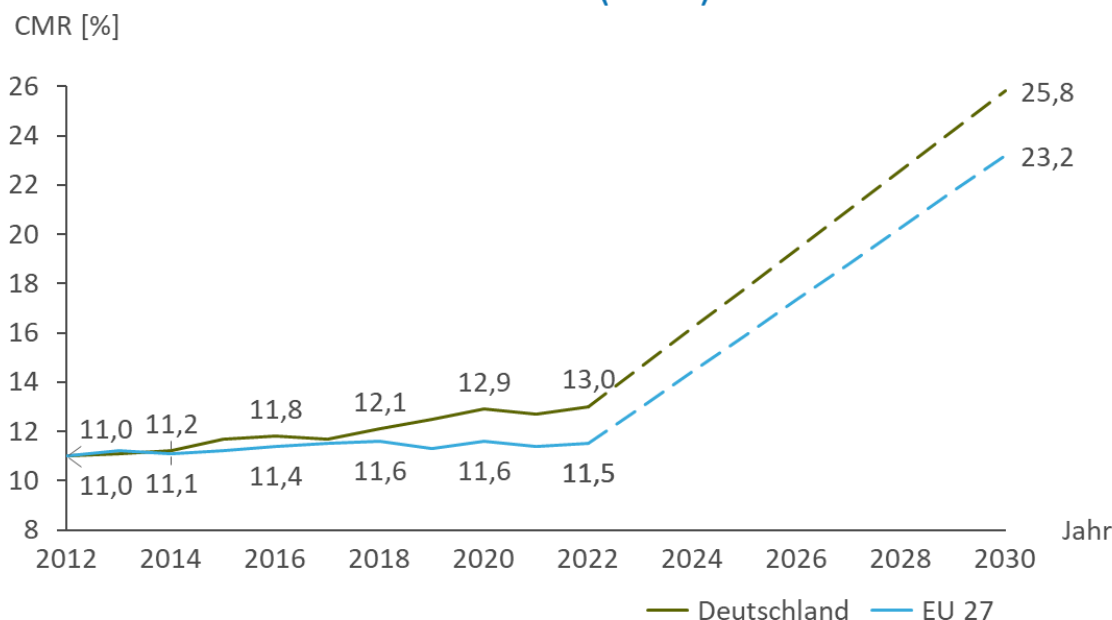
Ein zentrales Ziel des EU-Aktionsplans ist es, die „Circular Material Use Rate“ (CMR) bis 2030 in der gesamten Europäischen Union und damit auch in Deutschland zu verdoppeln. Die CMR gibt den Anteil der wiederverwendeten Materialien an der gesamten Materialnutzung an. Im Jahr 2020 lag diese Rate in der EU bei etwa 11,6 % und in Deutschland bei etwa 12,9 %. Bis 2030 sollen mindestens 23,2 % der Materialien in der EU und 25,8 % in Deutschland wiederverwendet oder recycelt werden. Diese Verdopplung der Rate soll dazu beitragen, die Abhängigkeit von Primärrohstoffen zu verringern und den Ressourcenverbrauch signifikant zu reduzieren.

---

<sup>61</sup> [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip\\_20\\_420](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_20_420)

<sup>62</sup> [https://germany.representation.ec.europa.eu/news/recht-auf-reparatur-eu-kommission-begrusst-einigung-auf-neue-verbraucherrechte-2024-02-02\\_de](https://germany.representation.ec.europa.eu/news/recht-auf-reparatur-eu-kommission-begrusst-einigung-auf-neue-verbraucherrechte-2024-02-02_de)

## Circular material use rate (CMR) in der Industrie



Quelle: Eurostat, Europäischer Rechnungshof

Abbildung 4 – „Circular material use rate“ in der Industrie

Wie aus Abbildung 4 ersichtlich wird, stagniert die CMR zwischen den Jahren 2020 und 2022. Um die gesetzten Ziele zu erreichen, muss in den kommenden Jahren eine Trendwende erfolgen, was zukünftig erhebliche Anforderungen an die Industrie stellen wird.

Diese politischen Trends übersetzen sich derzeit nur langsam, aber mit zunehmender Geschwindigkeit in industrielle Maßnahmen. Grund für die Trägheit ist der langsame Gesetzgebungsprozess, der einen Wandel in Unternehmen und bei den Konsumenten forciert. Die Vergangenheit hat gezeigt, dass dort, wo die ökonomischen Grundlagen es ermöglichen oder sogar erfordern, eine Kreislaufführung gelingen kann. So liegt die Recyclingquote bei Stahl beispielsweise bei ca. 90%.<sup>63</sup> Steigende Rohstoffpreise, sowie politische Lenkungsaktivitäten werden die Lukrativität des Recyclings weiterer Rohstoffe erhöhen und hier neue technische Lösungen erfordern.

Während bei metallischen und kunststoffbasierten Werkstoffen das Recycling im Vordergrund steht, geht bei chemischen Rohstoffen der Trend hin zu Bio und E-Chemikalien. Biochemikalien werden in der Regel aus Biomasse gewonnen, wohingegen E-Chemikalien auf der Umwandlung von Wasserstoff und CO<sub>2</sub> unter Einsatz (grüner) Elektrizität zu Plattformchemikalien wie beispielsweise Methanol basieren, die dann zu jeder beliebigen organischen Chemikalie weiterverarbeitet werden können.

Eine in Europa bislang nur wenig im Fokus stehende Ressource, die aber global von größter Bedeutung ist, stellt Süßwasser dar. Technologische Trends umfassen beispielsweise intelligente Sensoren und Zähler, die

<sup>63</sup> [https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC\\_Metal\\_Recycling\\_Factsheet\\_GER\\_002.pdf](https://www.bvse.de/dateien2020/2-PDF/06-Publikationen/04-Broschueren/0608-EuRIC_Metal_Recycling_Factsheet_GER_002.pdf)



Lecks in Echtzeit identifizieren und melden können, verbesserte und effizientere Aufbereitungs- und Entsalzungstechnologien oder innovative Anlagen für die dezentrale Trinkwasserversorgung.<sup>64</sup> Diese bereits in weiten Teilen der Welt bedeutende Technologiesparte wird vor dem Hintergrund der Erderwärmung und einer wachsenden Bevölkerung in von Dürren betroffenen Regionen weiter an Bedeutung gewinnen.<sup>65</sup>

#### 4.2.2 Marktentwicklung

Umsatz in der Umwelttechnik weltweit, nach Bereich

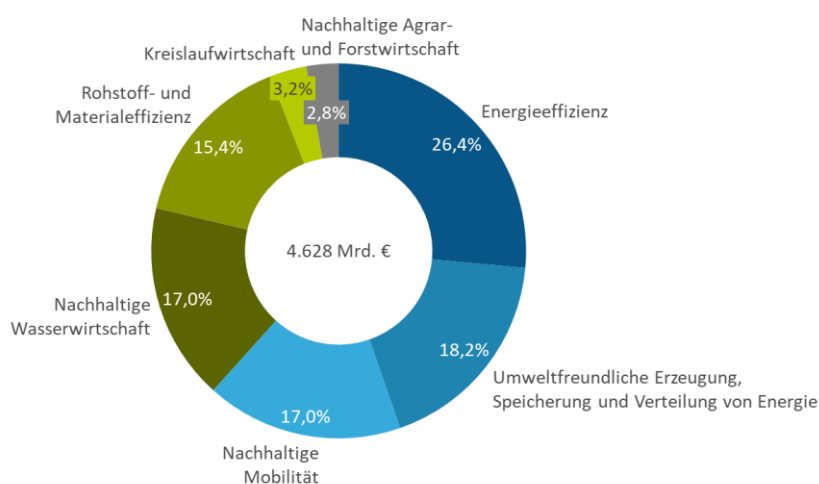


Abbildung 5 - Umsatz in der Umwelttechnik weltweit, nach Bereich

Der Umsatz der Umwelttechnikbranche hat bereits jetzt einen erheblichen Stellenwert. Aufgrund unterschiedlicher Auslegungen dessen, was in die Kategorie Umwelttechnik gehört, unterscheiden sich auch die Marktzahlen. So umfasste der Markt laut der Unternehmensberatung Roland Berger im Jahr 2020 einen Anteil von 15 % des Deutschen Bruttoinlandsproduktes (BIP) und damit 392 Mrd. Euro. Global belief sich die Marktgröße dieser Branche laut der Quelle im Jahr 2020 auf über 4.628 Mrd. Euro mit einem vorhergesagten jährlichen Wachstum von 7,3 %.<sup>66</sup>

Dem gegenüber steht ein vorhergesehenes Wachstum von 8,1 % des deutschen Marktes für Umwelttechnik.<sup>67</sup> Eine Abschätzung des europäischen Marktes wird in der Quelle nicht angegeben. Es kann allerdings davon ausgegangen werden, dass der europäische Markt mindestens ein Drittel des Weltmarktes ausmacht, was 1.542 Mrd. Euro entsprechen würde.

Auch dieser Markt ist in unterschiedliche Segmente zu untergliedern. Innerhalb des sehr breit ausgelegten Marktes für Umwelttechnik wurden fünf Märkte aufgrund ihrer technologischen Grundlage als beispielhaft relevant identifiziert, anhand derer die Eignung der Branche für die Unternehmen in der Region Nordschwarzwald abgeschätzt werden kann. Die ausgewählten, für die von Präzisionstechnik geprägte Automobilzulieferwirtschaft der Region spannenden Segmente stellen die Nanotechnologie in der Anwendung für Material- und Ressourceneffizienz, Elektrolyseure, Wasserstoffspeichersysteme, industrielle Abgasreinigung und Wärmepumpen dar. Der Markt für Nanotechnologie in der Anwendung für Umwelttechnik und im Speziellen in der Anwendung für Material- und Ressourceneffizienz wies im Jahr 2020 einen Umsatz von 200 Mrd. Euro weltweit und ein jährliches Wachstum bis ins Jahr 2030 von 8,1 % auf.<sup>66</sup> Der Weltmarkt für Elektrolyseure umfasste im Jahr 2023 0,48 Mrd. Euro. Der europäische Anteil am Markt für Elektrolyseure wird mit ca. 57,5 % angegeben,

<sup>64</sup> <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/water-management-trends/>

<sup>65</sup> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S092181812100182X>

<sup>66</sup> [https://www.rolandberger.com/publications/publication\\_pdf/roland\\_berger\\_greentech\\_atlas\\_2.pdf](https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_greentech_atlas_2.pdf)

<sup>67</sup> <https://www.bmuv.de/themen/nachhaltigkeit/wirtschaft/umwelttechnologien/umwelttechnologie-atlas>

was einem Marktvolumen im Jahr 2023 von 0,28 Mrd. Euro entspricht. Dieser überschaubaren Marktgröße stehen antizipierte Wachstumsraten von 97% pro Jahr gegenüber.<sup>68</sup> Korrespondierend dazu entwickelt sich der Markt für die Energiespeicherung in Form von Wasserstoff, der in Europa im Jahr 2023 ein Volumen von 4,3 Mrd. Euro aufwies und mit einer jährlichen Rate von 79,8 % wächst.<sup>69</sup> Der Markt für Luftreinigungssysteme und Abgasbehandlung für Industrieanlagen umfasste im Jahr 2022 global ca. 16,86 Mrd. Euro und weist ein Wachstum von 12% pro Jahr auf.<sup>70</sup> Der Markt für Wärmepumpen wiederum wird für Europa mit einem Marktvolumen im Jahr 2023 von 17,2 Mrd. Euro und einem jährlichen Wachstum von 14,8 % angegeben.<sup>71</sup>

Es zeigt sich also auch hier eine starke Unterscheidung der einzelnen Segmente und Technologien. Dennoch kann festgestellt werden, dass die einzelnen Marktgrößen der Segmente teilweise deutlich größer sind, als dies in der Medizintechnik der Fall sind.

#### 4.2.3 Eignung als Diversifizierungsbranche für Präzisionstechnikunternehmen

Die Umwelttechnik kann auch über das attraktive Marktumfeld hinaus Argumente dafür aufweisen, weshalb sie als eine attraktive Diversifizierungsbranche für Unternehmen der Präzisionstechnik angesehen werden sollte.

Präzisionstechnikunternehmen verfügen über fundiertes Know-how in der Entwicklung und Fertigung hochpräziser Komponenten und Systeme. Diese Expertise ist in vielen Bereichen der Umwelttechnik von großem Nutzen, insbesondere bei der Konstruktion von Umweltschutzanlagen, Filtersystemen oder Mess- und Analysetechnik, die in einer Vielzahl an technischen Lösungen in diesem Bereich benötigt werden. Die Branche sticht zudem durch eine hohe Innovationstätigkeit hervor.

### 4.3 Luftfahrt und Verteidigung

Die Luftfahrt- und Verteidigungsbranche ist ein komplexes und hochspezialisiertes Geschäftsfeld, das sowohl zivile als auch militärische Anwendungen umfasst. Sie spielt eine zentrale Rolle in der globalen Sicherheit, Wirtschaft und technologischen Innovation. Die Branche ist gekennzeichnet durch die Entwicklung, Produktion und Wartung von Flugzeugen, Raumfahrzeugen und Verteidigungssystemen. Sie umfasst eine Vielzahl von Unternehmen, die sich auf unterschiedliche Aspekte wie Flugzeugbau, Waffensysteme, Satelliten, Radarsysteme und Kommunikationsausrüstung spezialisiert haben.

Die Branche ist aufgrund des Einsatzes ihrer Güter in militärischen Auseinandersetzungen aus ethischen Standpunkten gesondert zu betrachten. Die vorliegende Analyse bezieht sich auf die technologische und wirtschaftliche Passfähigkeit dieser Branche für die von Präzisionstechnik geprägte Industrielandschaft der Region Nordschwarzwald. Sie stellt die Möglichkeiten und Auswirkungen der Fokussierung der regionalen Wirtschaft auf diese Branche dar, um den Auftraggebern und den Unternehmen der Region eine informierte Entscheidung zu ermöglichen.

---

<sup>68</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/electrolyzers-market-23889518.html>

<sup>69</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/hydrogen-energy-storage-market-107179995.html>

<sup>70</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/air-treatment-market-42321742.html>

<sup>71</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/heat-pump-market-153294991.html>

Im zivilen Bereich konzentriert sich die Luftfahrtindustrie auf die Herstellung und den Betrieb von Verkehrsflugzeugen, Frachtflugzeugen und Hubschraubern. Diese Flugzeuge sind entscheidend für den globalen Personen- und Güterverkehr, da sie schnelle und effiziente Verbindungen zwischen Städten und Ländern ermöglichen. Die großen Akteure in diesem Sektor sind Flugzeughersteller wie Boeing und Airbus, die durch ihre umfangreichen Produktpaletten und technologischen Innovationen den Markt dominieren. Daneben gibt es zahlreiche Zulieferer, die Komponenten und Systeme liefern, die für den Betrieb und die Wartung von Flugzeugen unerlässlich sind.<sup>72</sup>

Im militärischen Bereich umfasst die Verteidigungsindustrie die Entwicklung und Produktion von Flugzeugen mit speziellen Aufgaben, Drohnen, Raketen, Verteidigungssystemen und militärischen Satelliten. Diese Technologien sind entscheidend für die nationale Sicherheit und die Verteidigungsstrategien von unabhängigen Nationen. Militärische Luftfahrzeuge werden für eine Vielzahl von Missionen eingesetzt, darunter Aufklärung, Abschreckung und Transport. Die führenden Unternehmen in diesem Bereich, wie Lockheed Martin, Northrop Grumman und Raytheon, entwickeln hochmoderne Technologien, die ständig weiterentwickelt werden, um den sich ändernden Szenarien gerecht zu werden und mit dem Stand der Technik potenzieller Angreifer mithalten zu können.

Ein bedeutender Aspekt der Luft- und Verteidigungsbranche ist die Forschung und Entwicklung. Fortschritte in den Bereichen Materialien, Antriebssysteme und autonome Systeme treiben die Innovationen voran. Diese Fortschritte führen nicht nur zu leistungsfähigeren und effizienteren Flugzeugen und Verteidigungssystemen, sondern auch zu einer Verbesserung der Sicherheit und Zuverlässigkeit. Die Zusammenarbeit zwischen Regierungen, Forschungseinrichtungen und der Industrie ist hierbei von entscheidender Bedeutung, um die technologische Führungsrolle zu behaupten und zukünftige Herausforderungen zu meistern.

Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Regulierung und Zertifizierung. Aufgrund der sicherheitskritischen Natur dieser Branche unterliegen Produkte und Prozesse strengen nationalen und internationalen Vorschriften. Behörden wie die Federal Aviation Administration (FAA) in den USA und die Europäische Agentur für Flugsicherheit (EASA) in Europa spielen eine zentrale Rolle bei der Festlegung und Durchsetzung von Standards, um die Sicherheit von Flugzeugen und deren Betrieb zu gewährleisten.

Die globale Luft- und Verteidigungsindustrie ist stark von geopolitischen Entwicklungen und wirtschaftlichen Faktoren beeinflusst. Politische Spannungen, Verteidigungsausgaben der Regierungen und wirtschaftliche Bedingungen haben direkte Auswirkungen auf die Nachfrage nach Luftfahrt- und Verteidigungsprodukten und -dienstleistungen. Zudem sind Exportkontrollen und internationale Partnerschaften wichtige Faktoren, die die Geschäftstätigkeit in dieser Branche beeinflussen.

#### 4.3.1 Trends

Die Luft- und Raumfahrt- sowie Verteidigungsindustrie steht im Jahr 2024 vor bedeutenden Veränderungen, die durch verschiedene globale Ereignisse und technologische Fortschritte geprägt sind.

Auf ziviler Ebene durchläuft die Luft- und Raumfahrtindustrie derzeit bedeutende Veränderungen, die von verschiedenen wichtigen Trends geprägt sind. An vorderster Front steht die Dekarbonisierung und Nachhaltigkeit,

---

<sup>72</sup> <https://www.rolandberger.com/de/Expertise/Industries/Aerospace-Defense/>

wobei die Branche intensiv an der Reduzierung von Kohlenstoffemissionen arbeitet. Dies geschieht durch die Entwicklung nachhaltiger, zumeist biobasierter Flugkraftstoffe, die Erforschung neuer Antriebstechnologien wie Elektro-, Wasserstoff- und Hybridantriebe, sowie die Verbesserung der Treibstoffeffizienz.<sup>73 74</sup> Ergänzend dazu kann ein weiterhin bestehendes Interesse an elektrischen vertikal startenden und landenden Fahrzeugen verzeichnet werden. Wenngleich diese derzeit noch nicht marktreif sind, wird intensive Forschung und Entwicklung vor allem von Start-ups betrieben, um diese entweder für den Individualverkehr oder für die „Logistik der letzten Meile“ einsatzfähig zu machen.<sup>75</sup>

Im Bereich der Satellitentechnologie sind Fortschritte in der Miniaturisierung, der Nutzung von Satelliten-IoT und der Entwicklung von Satelliten mit sehr hohem Datendurchsatz zu verzeichnen. Wiederverwendbare Startsysteme revolutionieren die Raumfahrt, indem sie die Startkosten erheblich senken und die Startfrequenz erhöhen, was zu einer deutlichen Ausweitung der Anzahl an gebauten und im All positionierten Satelliten führt.<sup>74</sup>

Zudem ist ein Trend zur verstärkten Beteiligung privater Unternehmen in der Raumfahrtindustrie zu beobachten, was Innovation und Wettbewerb fördert. Schließlich gewinnt auch der Weltraumtourismus an Bedeutung, da mehrere Unternehmen daran arbeiten, kommerzielle Weltraumreisen zu ermöglichen.<sup>76</sup>

Die militärischen Auseinandersetzungen in der Ukraine, in Israel sowie andere geopolitische Spannungen und Entwicklungen haben die Nachfrage nach modernen Verteidigungssystemen erhöht. Länder investieren verstärkt in die Modernisierung ihrer militärischen Ausrüstung, um auf zukünftige Konflikte vorbereitet zu sein. Dies umfasst die Anschaffung neuer Abwehr- und Radarsysteme, sowie bemannter, unbemannter und autonomer Fahr- und Flugzeuge. Ergänzend dazu werden die Fähigkeiten in der Cyberabwehr und im Umgang und dem Einsatz von KI verstärkt. Diese Entwicklungen werden durch erhöhte Verteidigungsbudgets und internationale Kooperationen unterstützt, um die technologische Überlegenheit zu sichern. Der Bedarf an interoperablen Systemen und internationaler Zusammenarbeit nimmt zu, um die Effektivität von Allianzen und multinationalen Einsätzen zu verbessern.<sup>77</sup>

Darüber hinaus wird verstärkt in Forschung und Entwicklung investiert, um zukünftige Bedrohungen frühzeitig zu erkennen und geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln. Neue Technologien wie Künstliche Intelligenz und autonome Systeme spielen hierbei eine entscheidende Rolle, da sie die Entscheidungsprozesse beschleunigen und die Reaktionsfähigkeit verbessern.<sup>78</sup>

In der Produktion der Systeme wird vermehrt auf resiliente Lieferketten gesetzt. Das bedeutet einerseits die Diversifizierung von Lieferketten, aber auch eine Analyse der benötigten Rohstoffe. Neben der Sicherung von Rohstoffen aus verschiedenen voneinander unabhängigen Quellen wird auch die Diversifizierung durch die Nutzung alternativer Technologien mit anderen Rohstoffabhängigkeiten verfolgt.<sup>79</sup>

---

<sup>73</sup> <https://www.atkinsrealis.com/~media/Files/A/atkinsrealis/download-centre/en/report/current-and-emerging-trends-in-the-aerospace-market.pdf>

<sup>74</sup> <https://www.epicflow.com/blog/driving-digital-transformation-in-aerospace-defense-recent-technology-trends/>

<sup>75</sup> <https://aeroreport.de/de/good-to-know/evtol-entwicklungen-wohin-geht-die-reise-mit-lufttaxis-und-drohnen>

<sup>76</sup> <https://www.startupblink.com/blog/current-trends-in-the-aerospace-industry/>

<sup>77</sup> <https://www.ptc.com/de/blogs/alm/top-aerospace-and-defense-industry-trends-in-2024>

<sup>78</sup> <https://www.gtai.de/en/invest/industries/mobility/aerospace#toc-anchor--2>

<sup>79</sup> <https://www.kyndryl.com/de/de/perspectives/articles/2023/12/aerospace-defense-trends-2024>

Zudem hat die neue, erhöhte Bedrohungslage zu einem neuen Fokus auf Qualität und Zuverlässigkeit von militärischer Ausrüstung geführt. War eine geringe Zuverlässigkeit beispielsweise in der Deutschen Bundeswehr bislang als inakzeptabel titulierte worden, so wird sie nun auch so behandelt und es werden Maßnahmen ergriffen, die das Ziel haben diese zu erhöhen. Zur langfristigen Steigerung der Zuverlässigkeit muss jedoch schon bei der Entwicklung und dem Bau der Ausrüstung auf diese geachtet werden. Hier könnte das Know-how aus der Automobilindustrie, in der eine hohe Zuverlässigkeit aller Teile weitgehend etabliert ist, eingesetzt werden.<sup>80</sup>

Die Entwicklung hochpräziser Sensoren und elektronischer Komponenten ist entscheidend für die Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie. Hochpräzise Sensortechnologie bietet leistungsstarke Funktionen zur Echtzeitüberwachung physiologischer Ereignisse und zur fortschrittlichen Diagnostik, was die Ferneinschätzung von Situationen und den Schutz von Soldaten verbessert. Fortschritte in der Sensorik und Elektronik ermöglichen die Entwicklung intelligenter Systeme mit integrierten Sensor-, Aktuator- und Steuerungsfähigkeiten, die präzise Bewegungssteuerung und Rückkopplungsmechanismen in komplexen Systemen und somit die Erstellung autonomer Systeme ermöglichen.<sup>81</sup>

Unternehmen der Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie stehen vor anhaltenden Herausforderungen in ihren Lieferketten. Die Störungen, die während der Pandemie auftraten, haben Schwachstellen in globalen Lieferketten offengelegt. Unternehmen müssen ihre Lieferketten widerstandsfähiger und flexibler gestalten. Dies umfasst die Diversifizierung von Lieferanten, um Abhängigkeiten zu reduzieren, und die Implementierung neuer Technologien zur besseren Überwachung und Verwaltung von Lieferkettenprozessen, um Engpässe frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Zudem wird die Einbindung geografisch nah gelegener Zulieferer zur Steigerung der Resilienz vorangetrieben.<sup>83</sup>

Ergänzend zu diesen technologischen Trends konnte eine Steigerung der Geschwindigkeit festgestellt werden, in der Entscheidungen auf politischer und privatwirtschaftlicher Seite zu diesem Thema gefällt werden. Innerhalb kurzer Zeit wurden neue Budgets auf nationaler und internationaler Seite geschaffen, die dem Ziel der Steigerung der Verteidigungsfähigkeit dienen. Auf europäischer Ebene wurde eine Strategie für die Verteidigungsindustrie entworfen. Diese zielt darauf ab, die Wettbewerbsfähigkeit und Bereitschaft der europäischen Verteidigungsindustrie zu verbessern und die durch den Konflikt in der Ukraine entstandenen Herausforderungen zu bewältigen. Die Strategie umreißt eine langfristige Vision zur Förderung der industriellen Bereitschaft zur Produktion von Verteidigungsgütern, zur Förderung der europäisch-kooperativen Beschaffung von Verteidigungsgütern und zur Sicherung der Lieferketten.<sup>82</sup>

### 4.3.2 Marktentwicklung

Die weltweiten Militärausgaben beliefen sich im Jahr 2022 auf über 2 Bio. Euro. 588 Mrd. Euro davon entfielen auf den europäischen und 943 Mrd. Euro auf den amerikanischen Kontinent. Seit dem Jahr 2019 konnte hierbei ein jährliches Wachstum dieser Ausgaben von über 6 % beobachtet werden, mit dem Ausblick, dass dieses

---

<sup>80</sup> <https://www.nationaldefensemagazine.org/articles/2024/2/9/socom-studying-drone-electronic-warfare-in-ukraine-gaza>

<sup>81</sup> <https://www.semanticscholar.org/paper/The-intersection-of-mechatronics-and-precision-and-Adeleke-Olu-lawal/6b6cb9e4533b673a1ea64620915b5adac69ad170>

<sup>82</sup> [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/first-ever-defence-industrial-strategy-and-new-defence-industry-programme-enhance-europes-readiness-2024-03-05\\_en](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/first-ever-defence-industrial-strategy-and-new-defence-industry-programme-enhance-europes-readiness-2024-03-05_en)

aufgrund der vorherrschenden globalpolitischen Trends weiter ansteigt.<sup>83</sup> Der Umsatz der 30 größten europäischen Unternehmen der Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie kumulierte sich zu 114 Mrd. Euro im Jahr 2022.<sup>84</sup>

Innerhalb dieser Branche gibt es diverse Segmente, die für Unternehmen der Präzisionstechnik interessant sind. Diese umfassen unter anderem beispielsweise den Markt für Radarsysteme. Dieser lag im Jahr 2023 in Europa bei über 11 Mrd. Euro, bei einem antizipierten jährlichen Wachstum von 5,2 %.<sup>85</sup> Der europäische Markt für unbemannte Flugsysteme, auch bekannt als Drohnen, wurde für das Jahr 2023 mit ca. 5 Mrd. Euro bemessen.<sup>86</sup> Gleichzeitig wird hierfür ein Wachstum von 12,5 % pro Jahr bis zum Jahr 2029 vorhergesagt. Hier sei angemerkt, dass die Anwendungsgebiete für Drohnen weit über die rein militärischen hinausgehen. Sie werden ebenfalls bereits ausgiebig im privaten Bereich, aber auch in der Überwachung von Großveranstaltungen oder beispielsweise großen Waldgebieten eingesetzt.

Die Märkte für unbemannte Fahrzeuge (europäische Marktgröße 2023: 4 Mrd. Euro und 6,9 % Wachstum)<sup>87</sup> und Satellitennavigation (europäische Marktgröße 2023: 14 Mrd. Euro und 4,1 % Wachstum)<sup>88</sup> weisen ähnliche Kennzahlen wie die zuvor erwähnten auf. In diesen Marktzahlen, insbesondere in den antizipierten Wachstumsszahlen, ist eine Steigerung aufgrund der neuen geopolitischen Lage wegen des Erscheinungsdatums der Analysen oft noch nicht einkalkuliert und sollte somit zusätzlich berücksichtigt werden.

Auf ziviler Ebene zählt der Markt für Flugzeugturbinen zu den bedeutendsten Märkten. Dieser wurde im Jahr 2023 mit 25,8 Mrd. Euro bewertet und weist ein jährliches Wachstum von 9,3 % auf.<sup>89</sup> Dem gegenüber steht der Markt mit dem stärksten Wachstum in dieser Branche. Dieser umfasst elektrische vertikal startende und landende Flugzeuge, wies im Jahr 2023 eine Marktgröße von 0,2 Mrd. Euro in Europa auf und wächst jährlich mit einer Rate von 56 %.<sup>90</sup> Ein weiterer bedeutender ziviler Markt stellt der für Helikopter dar, der im Jahr 2023 in Europa bei ca. 7 Mrd. Euro lag und ein Wachstum von 7,5 % pro Jahr zeigt.<sup>91</sup>

Zusammenfassend weisen diese Segmente gewisse technologische Ähnlichkeiten und Zusammenhänge zwischen den Segmenten und hohe Ähnlichkeiten innerhalb der Segmente auf, auch wenn die individuellen Stückzahlen nicht den der Automobilindustrie entsprechen. Dem gegenüber steht ein hoher Fokus auf Forschung und Entwicklung. Dies geht mit der Einschätzung einher, dass die Wirtschaft der Region Nordschwarzwald zukünftig einen stärkeren Fokus auf FuE-Tätigkeiten legen, oder eine hohe Automatisierungsquote in der Produktion großer Stückzahlen umsetzen wird, da die Lohnkosten für Produktion mit einem großen Personalaufwand zu hoch sind. Sofern die Produktion nicht automatisiert ist, wird sie auch in der Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie voraussichtlich ins nahe gelegene osteuropäische Ausland verlagert werden.

---

<sup>83</sup> <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/industry/aerospace-defense/aerospace-and-defense-industry-outlook.html>

<sup>84</sup> <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36514/umfrage/groesste-ruestungsunternehmen-in-europa-nach-umsatz/>

<sup>85</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/radar-system-market-207283650.html>

<sup>86</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/unmanned-aerial-vehicles-uav-market-662.html>

<sup>87</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/military-robots-market-245516013.html>

<sup>88</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/satellite-navigation-system-market-179048046.html>

<sup>89</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/aircraft-engine-market-14300744.html>

<sup>90</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/evtol-aircraft-market-28054110.html>

<sup>91</sup> <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/helicopters-market-253467785.html>

#### 4.3.3 Eignung als Diversifizierungsbranche für Präzisionstechnikunternehmen

Präzisionstechnik ist in der Rüstungsindustrie in mehreren kritischen Bereichen von entscheidender Bedeutung.

Zunächst spielt sie eine wesentliche Rolle bei der Produktion von zivilen Flugzeugen und Helikoptern. Diese Maschinen erfordern extrem genaue Toleranzen und eine hohe Fertigungsqualität, um ihre Funktionalität und Zuverlässigkeit sicherzustellen.

Zudem wird Präzisionstechnik in der Entwicklung und Produktion von Navigations- und Steuerungssystemen eingesetzt. Dazu gehören Gyroskope, Beschleunigungsmesser und andere Sensoren, die in Flugzeugen, Raketen und Drohnen verwendet werden. Diese Systeme müssen äußerst präzise arbeiten, um eine genaue Steuerung und Navigation zu gewährleisten. Die Notwendigkeit für hohe Präzision wird weiter verstärkt, wenn sie für unbemannte Flugzeuge oder autonome Flugsysteme entwickelt werden.

Auch eindeutig militärischen Zwecken dienende Geräte und Maschinen haben einen hohen Bedarf an Präzisionstechnik, da diese in Extremsituationen hochpräzise funktionieren müssen.

Um in dieser Industrie Fuß zu fassen sind diverse Zertifizierungen, wie beispielsweise die Luft- und Raumfahrtspezifische AS9100 notwendig, deren Erlangung aber für Unternehmen aus der Automobilindustrie, die ebenfalls von aufwendigen Zertifizierungen geprägt ist, keine größere Herausforderung darstellen sollte.

Zudem sind die Sicherheits- und Compliance-Anforderungen ebenfalls höher. Die Verteidigungsindustrie unterliegt strengen Sicherheits- und Exportkontrollvorschriften. Unternehmen müssen sicherstellen, dass sie alle relevanten nationalen und internationalen Vorschriften einhalten. Dies umfasst insbesondere auch die Einhaltung von Datenschutz- und IT-Sicherheitsstandards, um sensible Informationen zu schützen, und erstreckt sich zudem auf die Spionageabwehr.

Zusammenfassend kann erhoben werden, dass die Branche sich hinsichtlich ihrer technischen Anforderungen und marktlichen Gegebenheiten dazu eignet, eine Diversifizierung für die Unternehmen der Region Nordschwarzwald zu ermöglichen. Viele Unternehmer und Angestellte äußern ethische Bedenken, die nicht Bestandteil dieser Analyse, jedoch sehr ernst zu nehmen und zu berücksichtigen sind. Diese Bedenken sind transparent zu adressieren, um eine Akzeptanz in der Bevölkerung für den Weg zu erzeugen, sofern er eingeschlagen wird. Auch hier kann der Trend hin zu mehr Akzeptanz der Industrie verzeichnet werden, wie sie beispielsweise bei der Ernennung eines Unternehmens aus dieser Industrie zum Sponsor eines Vereins der 1. Fußball Bundesliga der Männer beobachtet werden kann.

## 5 Zusammenfassung

Die vorliegende Analyse zeigt, dass die Automobilindustrie gegenwärtig durch zahlreiche tiefgreifende Trends geprägt ist. Ein dominanter marktseitiger Trend ist der Übergang von Verbrennungsmotoren zu Elektrofahrzeugen, der durch politische Maßnahmen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion, staatliche Förderungen und steigende Verbrauchernachfrage angetrieben wird. Parallel dazu gewinnt das Konzept der Shared Mobility an Bedeutung, wobei immer mehr Menschen Carsharing-Dienste und andere flexible Mobilitätsangebote nutzen. Im Hinblick auf die deutsche Automobilproduktion kann ein Rückgang der Anzahl produzierter Fahrzeuge in den letzten Jahren beobachtet werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass dieser Trend dauerhaft anhält. Zudem konnte

die Dominanz Chinas dargestellt werden, welches sowohl in der Produktion als auch im Absatz von BEV über 50 % des Weltmarktes auf sich vereint.

Der Übergang von ICU hin zu BEV Fahrzeugen ist auch technologisch einer der bedeutendsten Trends. Die Bedeutung des Trends aus technischer Sicht ist eine Reduktion der Komplexität von Fahrzeugen, einer Verschiebung der kritischen Komponente weg vom Motor hin zur Batterie und damit einhergehende reduzierte Bedarfe für Präzisionstechnik. Auch die Konnektivität von Fahrzeugen, Software-Defined-Vehicles und daraus resultierende autonom fahrende Fahrzeuge stellen bedeutende technologische Trends in der Automobilindustrie dar. Da sie allerdings keine Stärke der europäischen Autobauer darstellen, bieten auch diese Trends nur wenig positive Ansatzpunkte für die europäische Fahrzeugindustrie.

Im Hinblick auf regionale Trends zeigt sich, dass insbesondere die geografisch nah am Nordschwarzwald gelegenen OEMs eine Luxusstrategie verfolgen, die in hohen Margen für die OEMs, aber in geringen Stückzahlen für die Zulieferer und somit im Abbau von Skaleneffekten resultieren. Zudem konnte für das Jahr 2030 ein Rückgang der Bevölkerung im arbeitsfähigen Alter um 6,5 % gegenüber dem Jahr 2020 prognostiziert werden, was die Region vor weitere Herausforderungen stellt.

Bei Betrachtung der Analyse der Wettbewerbssituation konnte beobachtet werden, wie Wettbewerb aus verschiedenen Richtungen basierend auf den verringerten Eintrittsbarrieren durch die Elektromobilität entsteht. Der dominante und stark wachsende Absatzmarkt und Produktionsstandort China ist hier besonders hervorzuheben, da er bereits jetzt in beiden Bereichen über 50 % des Weltmarktes ausmacht. Indien und Saudi-Arabien werden ebenfalls eine wachsende Position in diesem Feld einnehmen und ihre Produktionskapazitäten aufbauen bzw. ausweiten. Auch aus den USA wird bedeutender Wettbewerb entstehen, angetrieben durch die unbürokratischen und ausgiebigen Anreize des Inflation Reduction Acts.

Diese Trends zeichnen und unterstreichen das Bild der rückläufigen Produktionsmengen an Fahrzeugen in Deutschland und Europa.

Bei Untersuchung der Plattformökonomie als Option zur Kompensation von Umsatzverlusten für die Automobilzulieferer der Region Nordschwarzwald zeigte sich, dass die Etablierung einer Hardware-Plattform für den Automotive Bereich stark vom Unternehmen Foxconn im Rahmen des Projektes MIH unter Beteiligung von über 2700 Unternehmen aus 70 Ländern vorangetrieben wird. Die im Rahmen dieses Projektes entwickelten Standards und Referenzdesigns ermöglichen es Zulieferbetrieben aus aller Welt, mit vergleichbar geringen Aufwänden Angebote für die Plattform zu entwickeln und so in den bislang mit erheblichen Markteintrittsbarrieren versehenen Markt einzutreten. Zudem konnte gezeigt werden, dass diese Commoditisation von Fahrzeugkomponenten dazu führt, dass Qualitätsvorsprünge gegenüber dem Wettbewerb nur bedingt als Wettbewerbsvorteil gelten und stattdessen preisliche Vorteile eine höhere Bedeutung haben, sofern das vom Kunden gewünschte Qualitätsniveau erreicht wird.

Nach Gesprächen mit 15 Unternehmen aus der regionalen Automobilzulieferindustrie vorwiegend mit Schwerpunkt in der Präzisionstechnik konnte festgestellt werden, dass diese Gegebenheiten der Plattformökonomie keine tragfähige Option zur Kompensation von Umsatzverlusten für regionale Unternehmen darstellen. Unter Berücksichtigung der starken technologischen Position der Unternehmen wurde die alternative Strategie untersucht, die vorhandenen Technologien in anderen Märkten zu platzieren. Diese Untersuchung hat drei viel-



versprechende Branchen ergeben, die potenziell dazu geeignet sind, als Option zur Diversifizierung für die Unternehmen der Region zu fungieren. Diese Branchen sind die Medizintechnik, die Umwelttechnik und die Luftfahrt- und Verteidigungsindustrie.

Bei detaillierterer Analyse der Branchen und der jeweiligen Trends zeigte sich, dass die kleinen Segmente der Medizintechnik und die jeweils sehr spezielle technologische Ausrichtung dieser Branche nur für einen Teil der regionalen Unternehmen zur passenden Option machen.

Vielversprechender stellen sich die Branchen Umwelttechnik und Luftfahrt und Verteidigung dar, die sowohl größere Segmente mit moderatem Wachstum als auch kleinere Segmente mit sehr starkem Wachstum aufweisen.