



Transformationsnetzwerk für die  
Fahrzeug- und Zulieferindustrie in der  
Region Aachen-Köln-Bonn-Gummersbach

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Mai 2025



# Die Zukunft der Fahrzeug- und Zulieferindustrie 2030+

## Szenarien für die Rheinische und Oberbergische Region

Sebastian Schmitt

Prof. Christoph Haag

## Kontakt

Transformationsnetzwerk TrendAuto2030plus  
info@trendauto2030.de  
Gustav-Heinemann-Ufer 54  
50968 Köln



[trendauto2030plus.de](https://trendauto2030plus.de)



Transformationsnetzwerk für die  
Fahrzeug- und Zulieferindustrie in der  
Region Aachen-Köln-Bonn-Gummersbach

## Was ist TrendAuto2030plus?

Wir sind das „**Transformationsnetzwerk für eine elektrische, nachhaltige und digitale Automobilindustrie2030plus**“ (kurz **TrendAuto2030plus**).

Wir sind Partner der Automobil- und Zulieferbranche und unterstützen Unternehmen in der Region Aachen, Bonn, Köln und Gummersbach bei der Identifizierung ihrer Transformationsbedarfe.

Wir bestärken Unternehmen, Potenziale zu entfalten und solide Transformationsstrategien zu entwickeln und sorgen so nachhaltig für zukunftssichere Beschäftigung.

Wir bieten praxisnahe Lösungen, fördern Wissenstransfer und Kollaboration, um Unternehmen für den globalen und lokalen Wandel vorzubereiten.

## Projektkonsortium

**Technology**  
**Arts Sciences**  
**TH Köln**



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



# Inhalt

---

Abbildungsverzeichnis	2
<b>Motivation und Hintergrund</b>	<b>3</b>
Der Weg von Trends zu Szenarien	6
<b>Umfeldanalytische Betrachtung der aktuellen Situation</b>	<b>9</b>
Wirtschaftliche Rahmenbedingungen	11
Ökologische Rahmenbedingungen	14
Soziokulturelle Rahmenbedingungen	16
Technologische Rahmenbedingungen	19
Politische Rahmenbedingungen	23
<b>Vier Szenarien für die Region und Handlungsempfehlungen</b>	<b>27</b>
<b>Szenario I: Die digitale Dominanz der Softwarehersteller</b>	<b>29</b>
Handlungsempfehlungen für die Zulieferbranche	33
<b>Szenario II: Der Aufbruch in eine Wasserstoffwirtschaft</b>	<b>34</b>
Handlungsempfehlungen für die Zulieferbranche	38
<b>Szenario III: Der Schutz des Klimas im Vordergrund</b>	<b>39</b>
Handlungsempfehlungen für die Zulieferbranche	43
<b>Szenario IV: Der Weg in eine Post-Globalisierung</b>	<b>44</b>
Handlungsempfehlungen für die Zulieferbranche	48
<b>Fazit</b>	<b>49</b>
Literaturverzeichnis	51

# Autoren



**Sebastian Schmitt**

Wirtschaftsingenieurwesen, M.Sc.

sebastian.schmitt1@th-koeln.de

---



**Christoph Haag**

Prof. Dr. Ing.

christoph.haag@th-koeln.de

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die Bedeutung der Automobilindustrie für die einzelnen Regionen	5
Abbildung 2: Vorgehensweise zur Entwicklung der Kernszenarien	8
Abbildung 3: Übersicht der wirtschaftlichen Einflussfaktoren	13
Abbildung 4: Übersicht der ökologischen Einflussfaktoren	15
Abbildung 5: Gründe für die PKW-Nutzung in Deutschland	16
Abbildung 6: Übersicht der soziokulturellen Einflussfaktoren	18
Abbildung 7: MINT-Disziplinen mit direktem Bezug zur Automobilbranche im Regierungsbezirk Köln	20
Abbildung 8: Übersicht der technologischen Einflussfaktoren	22
Abbildung 9: Übersicht der politischen Einflussfaktoren	26

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammenfassung des ersten Szenarios	32
Tabelle 2: Zusammenfassung des zweiten Szenarios	37
Tabelle 3: Zusammenfassung des dritten Szenarios	42
Tabelle 4: Zusammenfassung des vierten Szenarios	47



1

**Motivation  
und  
Hintergrund**

Die Veränderungsgeschwindigkeit in der Automobilindustrie und ihren Einflussbereichen hat in den letzten Jahren deutlich zugenommen. Getrieben durch den technologischen Wandel, sich ändernde Umweltaforderungen, neue Wettbewerber und ein wachsendes gesellschaftliches Bedürfnis nach nachhaltiger Mobilität verändern sich Mobilitätsprodukte und -dienstleistungen schneller als je zuvor.

Allein die technologischen Megatrends vernetzte Fahrzeuge, autonomes Fahren und alternative Antriebe haben das Potenzial, das Gesicht der Branche fundamental zu verändern. Bereits heute ist das automatisierte Fahren auf Level 3 technisch möglich und wird in der Praxis eingesetzt. Dabei muss der Fahrer das Fahrzeug nicht mehr dauerhaft überwachen, sondern nur noch in bestimmten Situationen eingreifen (vgl. Lichtblau et al. 2021, S. 35). Prospektiv betrachtet, könnte ein Markthochlauf von vollautonomen Fahrzeugen (Level 5) in ca. 10 Jahren eintreten (vgl. Lierzer und Schumann 2020, S. 10).

Durch den technologischen Wandel tritt eine Vielzahl neuer (branchenfremder) Akteure mit unterschiedlichen Hintergründen und originären Geschäftsfeldern auf den Markt, wodurch sich die Akteurslandschaft der Automobilindustrie zunehmend verändert (vgl. Grimm und Paff 2022, S. 27). Insbesondere Unternehmen aus der Softwareindustrie finden Einzug in die Automobilindustrie und entwickeln innovative (digitale) Leistungsangebote. So entstehen neue Wertschöpfungskonzepte durch Lizenzierung oder Dienstleistungsangebote (vgl. Boes und Ziegler 2021, S. 20).

Die Politik, die durch die Einführung von Regulierungen, Gesetzen und Förderungen maßgeblich an der Entwicklung der Automobilindustrie beteiligt ist, setzt seit einigen Jahren verstärkt auf Nachhaltigkeitsanforderungen. Mit der Erneuerung und Erweiterung der EU-Richtlinie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung CSRD (Corporate Sustainability Reporting Directive) müssen Unternehmen seit Januar 2024 umfassend über die Umweltauswirkungen der eigenen Geschäftstätigkeit berichten (vgl. BMAS 2024b). Darüber hinaus haben die EU-Mitgliedstaaten und das Europäische Parlament im vergangenen Jahr das Ende des Verbrennungsmotors bis 2035 beschlossen und damit den Markt weiter in Richtung neuer Antriebstechnologien gelenkt (vgl. Die Bundesregierung 2024b).

## 1 Motivation und Hintergrund

Klar ist, der automobiler Wandel bringt vielfältige Herausforderungen für die Branche mit sich und stellt bei vielen Zulieferern bestehende Unternehmensstrategien und Geschäftsmodelle in Frage. Dabei ist die Automobilindustrie für die deutsche Volkswirtschaft von zentraler Bedeutung. Als größte Branche des Verarbeitenden Gewerbes ist sie der mit Abstand umsatzstärkste Industriezweig (vgl. BMWK 2025). In Nordrhein-Westfalen nimmt die Automobilwirtschaft eine volkswirtschaftlich bedeutende Stellung ein und ist für einzelne Teilregionen in NRW eine Schlüsselbranche (vgl. Lichtblau et al. 2021, S. 12). Für den Regierungsbezirk Köln, der in absoluten Zahlen eine der größten Automobilregionen des Landes darstellt, spielt die Automobilindustrie eine wichtige Rolle. Allein auf den einzigen großen Original Equipment Manufacturer (OEM, zu dt. Originalausrüstungshersteller) in Nordrhein-Westfalen, Ford mit Hauptsitz in Köln, entfällt ein Großteil der regionalen Wertschöpfung. Aber auch der Oberbergische Kreis und der Rheinisch-Bergische Kreis, die durch eine Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) geprägt sind, leisten einen wichtigen Beitrag zur Wertschöpfung.

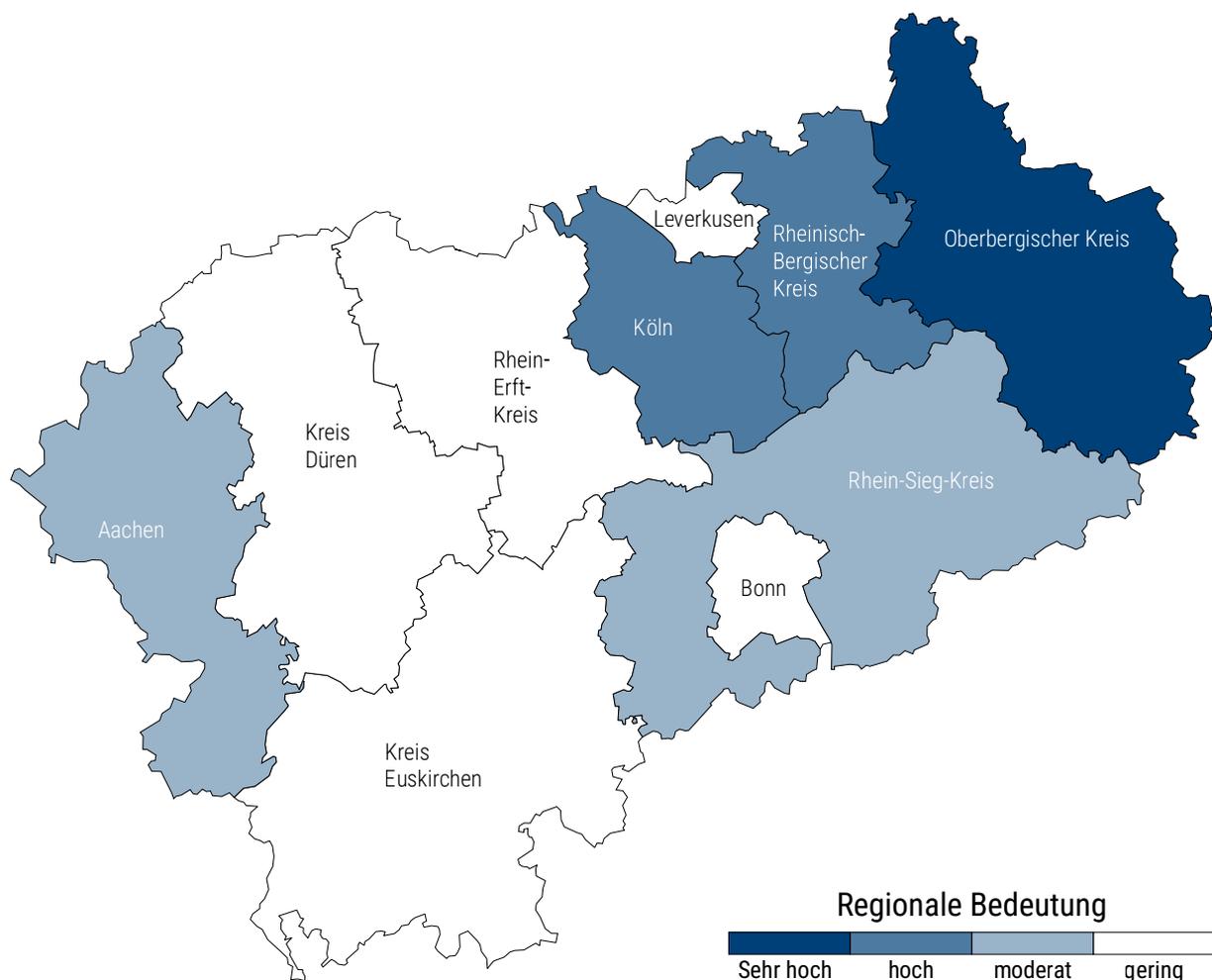


Abbildung 1: Die Bedeutung der Automobilindustrie für die einzelnen Regionen

Angesichts des dynamischen Umfelds und der Vielzahl von Einflüssen ist die Entwicklung der Branche in den nächsten 10 Jahren mit großer Unsicherheit behaftet. Um dennoch auch in Zeiten großer Ungewissheit Erfolgspotenziale und Risiken der Zukunft frühzeitig erkennen und entsprechende Handlungsoptionen identifizieren zu können, ist die Entwicklung von Szenarien sinnvoll. Mit Hilfe der Szenariotechnik werden plausible Zukunftsbilder entworfen, die auf einem komplexen Netz von Einflussfaktoren beruhen. Sie dienen als intelligente Entscheidungs- und Orientierungshilfe, um möglichst positive Entwicklungen voranzutreiben und sich gleichzeitig auf negative Entwicklungen vorzubereiten. Ausgehend von der aktuellen Situation werden im Rahmen dieser Studie die wesentlichen Einflussfaktoren der Automobilindustrie identifiziert und die für die zukünftige Entwicklung besonders bedeutsamen Einflüsse in Schlüsselfaktoren überführt. Daraus werden vier mögliche Zukunftsszenarien für die Automobilindustrie entwickelt und ihre jeweiligen Auswirkungen für die Akteure in der Region sowie die strategisch notwendigen Stoßrichtungen in Bezug auf neue Technologien, Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsprozesse abgeleitet.

### Der Weg von Trends zu Szenarien

Bevor realistische Entwicklungen der Zukunft abgeleitet werden können, gilt es zunächst den Betrachtungsraum der Szenario-Studie zu identifizieren und zu spezifizieren.

Dieser umfasst alle Akteure, die an der Herstellung oder Nutzung von Personenkraftwagen beteiligt sind. Dabei werden sowohl brancheninterne Einflüsse wie technologische Innovationen analysiert als auch periphere Faktoren wie Regulierungen und Umweltvorschriften berücksichtigt. Aufgrund der weltweiten Aktivitäten der Branche werden die Szenarien global betrachtet und darauf aufbauend die Auswirkungen und notwendigen Weichenstellungen für die Region abgeleitet.

Im Zentrum des Betrachtungsraums steht im Rahmen dieser Studie die gesamte Automobilindustrie. Zur ganzheitlichen Erfassung von Entwicklungen, die sowohl innerhalb als auch außerhalb der Branche stattfinden und Einfluss auf die Branche haben, wird eine systematische Umfeldanalyse mit Hilfe des makroökonomischen Analyserahmens STEEP durchgeführt. Der Analyserahmen STEEP betrachtet soziokulturelle (social), technologische (technological), ökonomische (economic), ökologische (environmental) und politisch-rechtliche (political) Einflussfaktoren, die auf die Unternehmen einwirken.

## 1 Motivation und Hintergrund

Aus diesen fünf Blickwinkeln wurden zunächst die wesentlichen Einflussfaktoren der Automobilindustrie gesammelt, indem vorhandene Publikationen analysiert und Experten sowie Akteure aus der Region im Rahmen von Interviews und Workshops befragt wurden. Die Analyse ergab insgesamt 172 Einflussfaktoren, die anschließend zusammengefasst, hierarchisiert und in ein Ordnungssystem überführt wurden. Durch dieses Vorgehen wurde im Rahmen der Szenarientwicklung vermieden, Einflussfaktoren zu eliminieren, die zwar keinen Einfluss auf die Gesamtentwicklung der Industrie ausüben, jedoch innerhalb eines Szenarios eine bedeutende Entwicklungsrichtung einnehmen können. Die Clusterung ergab 32 Einflussfaktoren auf der ersten Ordnungsebene. In einem nächsten Schritt erfolgte auf Basis von Experteneinschätzungen die Identifikation der Schlüsselfaktoren. Insgesamt wurden 15 Schlüsselfaktoren identifiziert.

Für alle Schlüsselfaktoren wurden im Rahmen der Szenario-Bildung drei Ausprägungsrichtungen entwickelt. Diese Projektionen beschreiben realitätsnahe zukünftige Entwicklungsmöglichkeiten des jeweiligen Schlüsselfaktors, die sich grundsätzlich voneinander unterscheiden und sich nicht mit anderen Entwicklungspfaden überlappen. Basierend auf den Zukunftsprojektionen wurden konsistente Rohszenarien gebildet. Anschließend wurden im Rahmen eines Selektionsprozesses gemeinsam mit den Experten des Netzwerks vier unterschiedliche und plausible Szenarien ausgewählt sowie darauf aufbauend Implikationen für die Automobilindustrie in der Region herausgearbeitet.



Abbildung 2: Vorgehensweise zur Entwicklung der Kernszenarien

2

# Umfeldanalytische Betrachtung der aktuellen Situation





**„In den nächsten fünf Jahren wird sich unsere Industrie  
mehr verändern als in den  
vergangenen 50 Jahren insgesamt.“**

Oliver Blüme (2024)  
CEO Volkswagen und Porsche

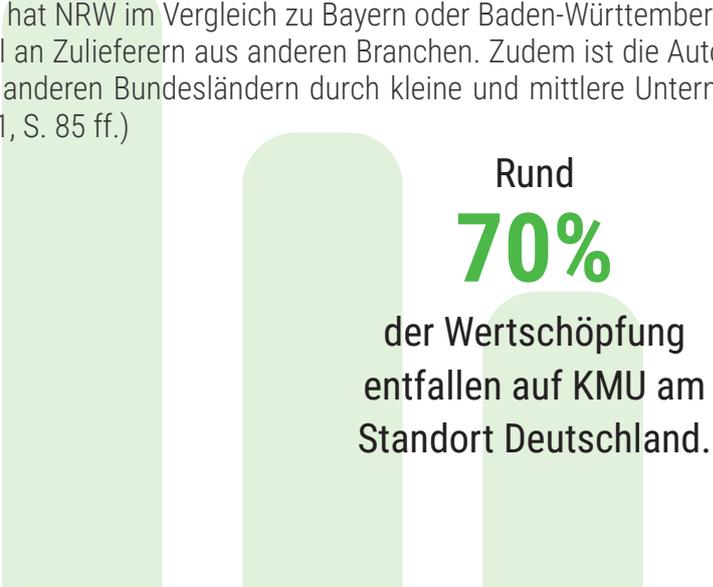
### Wirtschaftliche Rahmenbedingungen

Die Automobilindustrie ist für die deutsche Wirtschaft von zentraler Bedeutung. Als größte Branche des Verarbeitenden Gewerbes ist sie der umsatzstärkste Industriezweig. Im Jahr 2023 erwirtschaftete die deutsche Automobilindustrie einen Gesamtumsatz von über 564 Milliarden Euro. Dies entspricht einer Umsatzsteigerung von rund 12 % gegenüber dem Jahr 2022. Mit rund 393 Milliarden Euro erwirtschafteten die Unternehmen knapp 70 % ihres Umsatzes im Ausland, insbesondere in Ländern außerhalb der Europäischen Union. Durch die hohe Exportquote ist die deutsche Automobilindustrie stark von weltweit offenen Märkten abhängig (vgl. BMWK 2025). Mit rund 4 Mio. produzierten Personenkraftwagen wurden im vergangenen Jahr in Deutschland genauso viele Pkw hergestellt wie im Vorjahr. Allerdings lag die Produktion im Vergleich zum Vorkrisenjahr 2019 mit 12 % deutlich unter dem damaligen Wert. Mit Blick auf das Jahr 2025 ist mit einem Rückgang der Pkw-Produktion in Deutschland und sinkenden Auslandsumsätzen der deutschen OEM zu rechnen. Damit bleibt die Lage der deutschen Automobilindustrie im Jahr 2025 weiter angespannt (vgl. VDA 2025).

Die Unternehmen der Branche (Hersteller und Zulieferer) beschäftigen in Deutschland rund 779.660 Menschen. Durch die stark ausdifferenzierte Wertschöpfungskette kommt eine erhebliche Anzahl von Beschäftigten aus Industrien hinzu, die indirekt mit der Pkw-Produktion zusammenhängen. Hierzu zählen insbesondere die Metallindustrie, die Textilindustrie, die Gummi- und Kunststoffindustrie, die elektrotechnische Industrie, die chemische Industrie und der Maschinenbau (vgl. Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE 2019, S. 7 ff.). Nach China, den USA, Japan, Indien und Korea ist Deutschland die sechstgrößte automobilproduzierende Nation (vgl. BMWK 2025).

Der Großteil der Wertschöpfung wird vor allem von mittelständisch geprägten Zulieferunternehmen erbracht. Rund 70 % der Wertschöpfung entfallen mittlerweile auf KMU am Standort Deutschland (vgl. BMWK 2025).

Die Automobilwirtschaft hat in Nordrhein-Westfalen einen hohen Stellenwert und ist wichtig für die Wettbewerbsfähigkeit des Landes. Die Automobilwirtschaft in NRW umfasst knapp 195.000 Erwerbstätige mit einer Bruttowertschöpfung von 19,9 Milliarden Euro. Dabei setzt sich die Automobilwirtschaft in NRW aus mehreren Wirtschaftszweigen zusammen. Knapp 86.000 Erwerbstätige sind direkt in der Automobilindustrie beschäftigt. Weitere 110.000 Erwerbstätige aus angrenzenden Branchen wie der Metallindustrie, der Gummi- und Kunststoffindustrie, der Chemischen Industrie sowie dem Maschinenbau können der nordrheinwestfälischen Automobilwirtschaft indirekt zugeordnet werden. Rund 45 % der Wertschöpfung entfallen auf Zulieferer, die nicht primär im Fahrzeugbau tätig sind. Damit hat NRW im Vergleich zu Bayern oder Baden-Württemberg einen überdurchschnittlich hohen Anteil an Zulieferern aus anderen Branchen. Zudem ist die Automobilwirtschaft in NRW stärker als in anderen Bundesländern durch kleine und mittlere Unternehmen geprägt. (vgl. Lichtblau et al. 2021, S. 85 ff.)



Rund  
**70%**  
der Wertschöpfung  
entfallen auf KMU am  
Standort Deutschland.

Im Hinblick auf die regionale Bedeutung der Automobilwirtschaft in NRW zeigt sich eine sehr heterogene Verteilung. Während in einigen Regionen die Erwerbstätigenzahlen in der Automobilwirtschaft sehr gering ausfallen, liegen sie in anderen hoch.

Der Regierungsbezirk Köln ist in absoluten Zahlen eine der größten Automobilregionen des Landes. Mit dem einzigen großen OEM in NRW und zahlreichen kleinen und mittleren Unternehmen, insbesondere im Oberbergischen Kreis und im Rheinisch-Bergischen Kreis, entfällt ein Großteil der Wertschöpfung auf die Region.

Mit Blick auf die zukünftige Marktentwicklung lassen sich eine Reihe von Faktoren identifizieren, die einen wesentlichen Einfluss auf die Automobilindustrie haben werden.



### **(De-)Globalisierung**

Zunehmende Lokalisierungsbestrebungen in Wachstumsmärkten wie USA, Südamerika, Asien und Russland zur Stärkung der nationalen Wirtschaft könnten dazu führen, dass die Weltwirtschaft in Zukunft wieder stärker regional ausgerichtet wird (vgl. Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland e. V. 2022, S. 20 ff.). Deutschland ist mit seinen hohen Exportquoten unmittelbar von steigenden Handelshemmnissen betroffen (vgl. BMWK 2025).

### **Neue Geschäftsfelder**



Die fortschreitende Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnologien verändert zunehmend die Geschäftsmodelle rund um das Fahrzeug. Digitale Dienstleistungsangebote entstehen entlang der gesamten Wertschöpfungskette und führen insbesondere im Bereich des Endkundenkontakts zu neuen Geschäftsfeldern (vgl. Clausen et al. 2022, S. 37). Aufgrund der steigenden Bedeutung von Elektronik- und Softwarefunktionen gehen Analysten davon aus, dass der Anteil von Elektronik und Software an der Wertschöpfung eines Fahrzeugs bis 2030 auf knapp 60 % steigen wird (vgl. Detels 2021).



### **Wettbewerber**

Durch den technologischen Wandel im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien tritt eine Vielzahl neuer (branchenfremder) Akteure auf den Markt, wodurch sich die Akteurslandschaft der Automobilindustrie zunehmend verändert. Insbesondere Unternehmen aus der Softwareindustrie treten in die Automobilindustrie ein und entwickeln innovative Wertschöpfungskonzepte. Darüber hinaus führt der technologische Wandel im Bereich der Antriebskonzepte zu einer Verschiebung der Wertschöpfungsnetzwerke (vgl. Frieske et al. 2022, S. 153). Während die Produktion deutscher Fahrzeugmodelle (Volkswagen, Mercedes-Benz etc.) mit Verbrennungsmotor überwiegend durch deutsche und europäische Produktionsstandorte und Zulieferer erfolgt, ist bei der Produktion von Fahrzeugen mit elektrischem Antriebsstrang eine deutliche Verschiebung der Wertschöpfungsanteile hin zu asiatischen Zulieferern zu beobachten.

## 2 Umfeldanalytische Betrachtung der aktuellen Situation

### Marktverhalten



Während der Markt in Deutschland weitgehend gesättigt ist, liegen die Wachstumsmärkte vor allem in Asien, Südamerika und Russland. Allen voran ist China zu nennen, das mit seiner hohen Bevölkerungszahl und einer wachsenden Mittelschicht einer der größten Automobilmärkte der Welt ist. Auch in Südostasien mit Ländern wie Indonesien, Thailand und Vietnam ist eine steigende Nachfrage nach Fahrzeugen zu beobachten (vgl. S&P Global Mobility 2023). Zunehmende Urbanisierung und verbesserte Infrastruktur spielen dabei eine wichtige Rolle. Diese aufstrebenden Märkte bieten Wachstumschancen für die deutsche Automobil- und Zulieferindustrie, erfordern aber auch eine Anpassung an kulturelle Unterschiede, regulatorische Anforderungen und lokale Wettbewerber.

Insgesamt lassen sich für die Darstellung der wirtschaftlichen Situation 23 Faktoren auf der ersten und zweiten Ordnungsstufe ableiten, die die Industrie aus wirtschaftlicher Sicht beeinflussen. Eine Zusammenfassung der Faktoren auf erster und zweiter Ordnung ist in Abbildung 3 dargestellt.

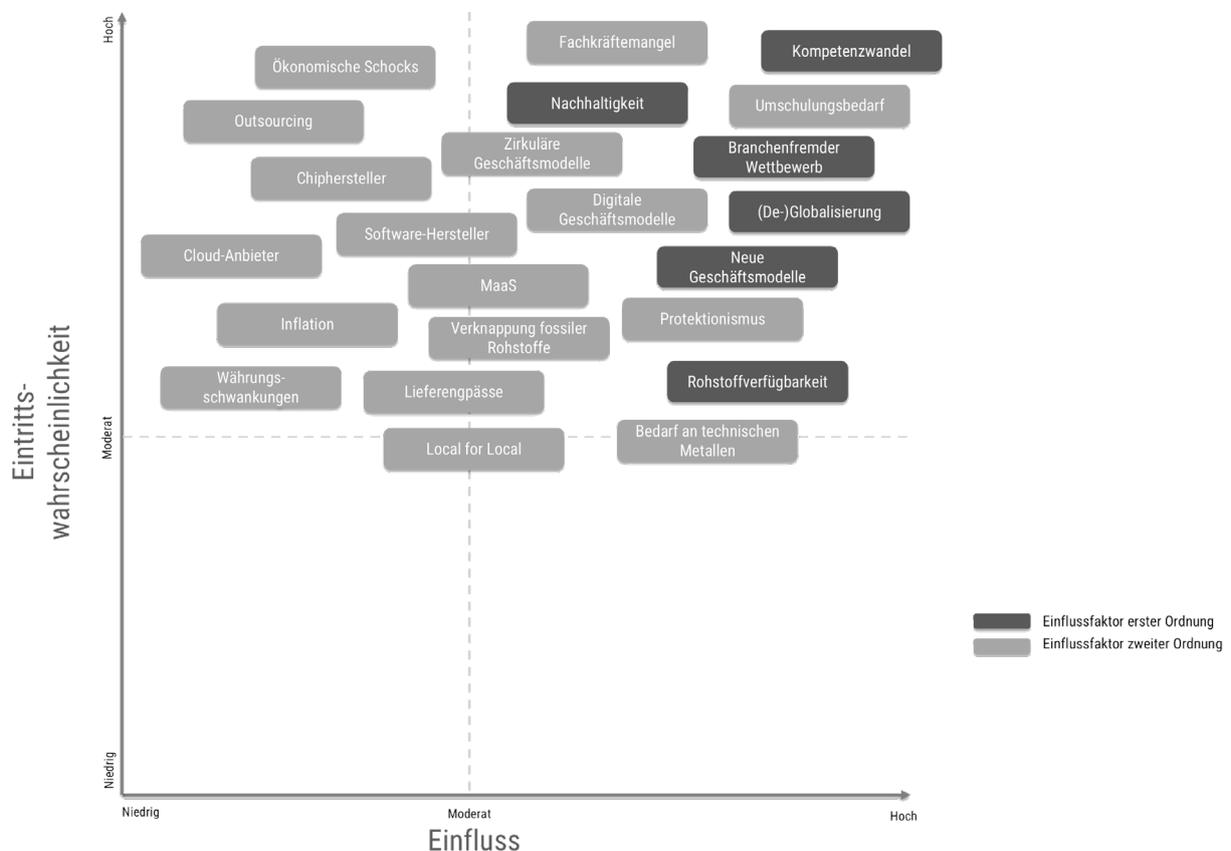


Abbildung 3: Übersicht der wirtschaftlichen Einflussfaktoren

## Ökologische Rahmenbedingungen

Der Umwelt- und Klimaschutz hat in den vergangenen Jahren kontinuierlich an Bedeutung gewonnen. Für die Mehrheit der deutschen Bevölkerung gehört der Umwelt- und Klimaschutz zu den wichtigsten Herausforderungen. Dabei sind bereits heute die Folgen des Klimawandels durch die zunehmende Häufigkeit und Intensität extremer Wetterereignisse spürbar. Dazu zählen Hitzewellen, Dürren, Wirbelstürme, Überschwemmungen und Flächenbrände. Die Zahl der wetterbedingten Katastrophen hat sich in den vergangenen 50 Jahren verfünffacht (vgl. BMZ 2023). In Nordrhein-Westfalen ist der Klimawandel durch die signifikante Zunahme der heißen Tage und der daraus resultierenden Hitzebelastung für Millionen von Menschen ebenfalls bereits heute spürbar (vgl. Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen 2018). Ferner verursacht der Klimawandel schleichende Umweltveränderungen: Gletscher schmelzen, der Meeresspiegel steigt, die Ozeane versauern und die Artenvielfalt schwindet (vgl. BMZ 2023). Dies stellt die Menschen weltweit vor große Herausforderungen und bedroht Lebensgrundlagen. Die Automobilindustrie wird im Wesentlichen von zwei ökologischen Faktoren beeinflusst:



### CO<sub>2</sub>-Emissionen

Im Jahr 2018 wurden global betrachtet etwa 24 % der CO<sub>2</sub>-Emissionen durch den Mobilitätssektor verursacht (vgl. BMAS 2024a). In Anbetracht des signifikanten Anteils des Straßenverkehrs am globalen CO<sub>2</sub>-Ausstoß kommt dem Umwelt- und Klimaschutz für die Automobilindustrie eine besondere Bedeutung zu, insbesondere im Hinblick auf die Auswirkungen der Emissionen auf das Klima. Zur Senkung der Emissionen im Straßenverkehr hat die EU das Paket „Fit-for-55“ beschlossen. Die Verordnung definiert CO<sub>2</sub>-Emissionszielwerte für erstmals in der EU neu zugelassene Personenkraftwagen. Die Zielwerte für die Jahre 2025 und 2030 betragen minus 15 bzw. minus 55 % für Pkw (vgl. BMWK 2025). In Bezug auf die Verbesserung der Luftqualität wird der Übergang zu emissionsfreien Antriebstechnologien als wesentlicher Faktor hervorgehoben. Allerdings muss dabei die gesamte Wertschöpfungskette – von der Herstellung über die Nutzung bis zur Wiederverwendung – betrachtet werden. Obwohl während der Nutzung eines Elektrofahrzeugs so gut wie keine CO<sub>2</sub>-Emissionen emittiert werden (vorausgesetzt, es wird nachhaltiger Strom genutzt), entstehen derzeit allein bei der Herstellung einer 100-kWh-Batterie durchschnittlich 8 Tonnen CO<sub>2</sub> (vgl. Emilsson und Dahllöf 2019).



Dabei ist ferner auch der Abbau bestimmter Ressourcen, die mit dem Einzug der neuen technologischen Schlüsselbereiche benötigt werden, problematisch. Der Abbau von Lithium bedingt die Spülung der Böden, um die darin enthaltenen Alkalimetalle zu gewinnen. Dies beschränkt in den ohnehin recht trockenen Gebieten den Einsatz einer signifikanten Wassermenge, was die einheimische Landwirtschaft, beispielsweise in Bolivien, gefährdet. Auch beim Abbau weiterer relevanter Rohstoffe, wie beispielsweise Kobalt, sind Umwelt- und Menschengefährdungen zu beobachten. Beim Abbau von Kobalt kommt es in vielen Fällen zur Bildung von saurem Grubenwasser, was eine Vergiftung des Grundwassers zur Folge hat. Darüber hinaus sind die Arbeitsbedingungen beim Abbau von Kobalt, wie beispielsweise im Kongo, mit Gefährdungen für die Arbeitskräfte verbunden (vgl. Europäische Kommission 2020, S. 19).

In Bezug auf die ökologischen Rahmenbedingungen lassen sich 4 Faktoren auf der ersten und zweiten Ordnungsstufe ableiten, welche in Abbildung 4 dargestellt werden.

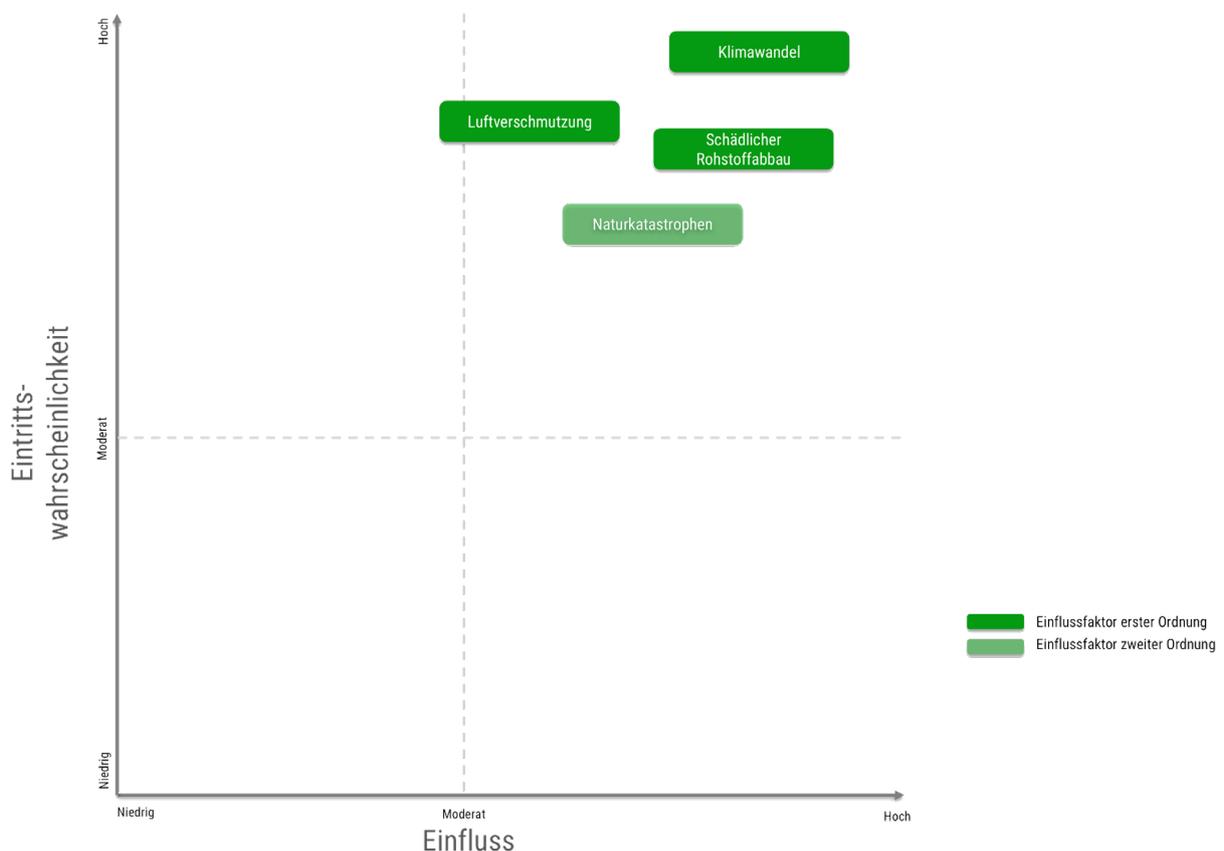
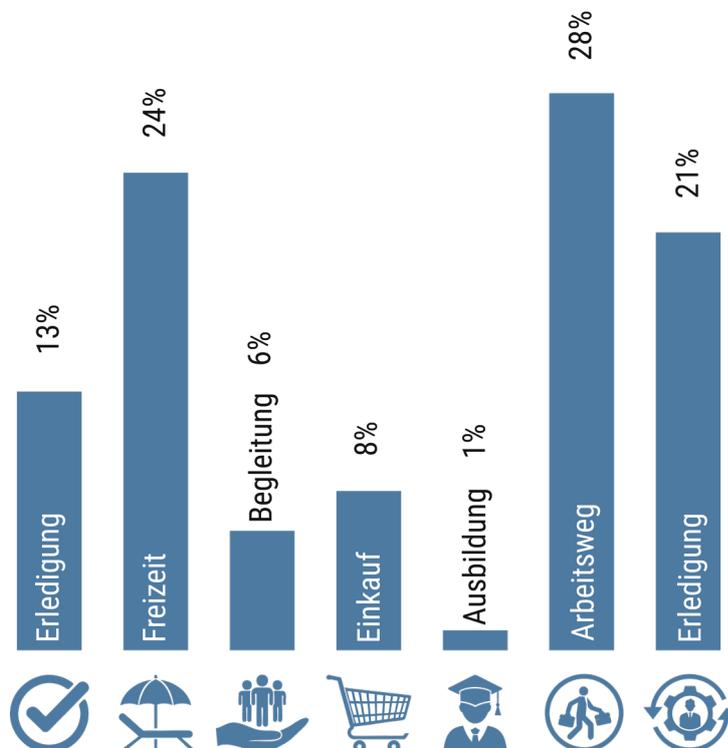


Abbildung 4: Übersicht der ökologischen Einflussfaktoren

## Soziokulturelle Rahmenbedingungen

Das Auto ist in Deutschland nach wie vor das dominierende Verkehrsmittel. Mehr als die Hälfte aller Wege werden mit dem Pkw zurückgelegt (vgl. Beckmann et al. 2024, S. 14). Ein Großteil der Fahrleistung entfällt dabei auf den Berufs- und Ausbildungsverkehr (vgl. Abbildung 5). Insgesamt umfasst der Pkw-Bestand der privaten Haushalte über 43 Millionen Fahrzeuge. Dies entspricht etwa 527 Pkw je 1.000 Einwohner. Im Durchschnitt besitzt also jeder Haushalt in Deutschland mehr als einen Pkw. Ein ähnliches Bild zeigt sich in NRW. Der aktuelle Pkw-Besitz liegt bei 579 Fahrzeugen je 1.000 Einwohner (vgl. Nobis und Kuhnimhof 2018, S. 3 ff.).

### Gründe für die PKW-Nutzung in Deutschland



Im Durchschnitt  
besitzt jeder Haushalt  
in Deutschland  
**mehr als einen  
Pkw**

Abbildung 5: Gründe für die PKW-Nutzung in Deutschland

Dabei werden längere und größere Fahrzeuge zunehmend beliebter. Seit 1950 ist die durchschnittliche Fahrzeuglänge um 10 % auf 4,65 m und die durchschnittliche Fahrzeugbreite um 15 % auf 1,85 m gestiegen (vgl. Huber und Schwedes 2021). Besonders beliebt sind seit einigen Jahren großvolumige und leistungsstarke Fahrzeuge. Im vergangenen Jahr waren die SUV mit einem Anteil von 30,1 % an den Neuzulassungen das stärkste Segment (vgl. KBA 2024). Dies zeigt, dass Fahrzeuge in Deutschland wie auch weltweit nicht nur als reines Fortbewegungsmittel gesehen werden. Vielmehr spielen Merkmale wie Leistung, Design und Innenausstattung eine zentrale Rolle bei der Kaufentscheidung.

Trotz des jährlichen Wachstums der Pkw-Flotte lässt sich eine grundsätzliche Veränderung im Mobilitätsverhalten erkennen. Die bisher deutliche Zunahme des motorisierten Individualverkehrs hat in den vergangenen Jahren an Intensität abgenommen. Vorrangig junge Erwachsene in den größeren Städten sind weniger Auto-orientiert. Dies hat zur Folge, dass der öffentliche Verkehr sowie das Fahrrad vermehrt Zugewinne verzeichnen. Auch serviceorientierte Mobilitätsangebote wie das Car- und Bikesharing erzielen mittlerweile vor allem in Ballungsräumen eine beachtliche Verbreitung und unterstreichen den Trend vom individuellen Autobesitz hin zur gemeinsamen Automobilität (vgl. Nobis et al. 2018, S. 26).

In Zukunft wird sich das Mobilitätsverhalten durch eine Reihe von Faktoren wie technologische Entwicklungen, neue Mobilitätsangebote und individuelle Verhaltensentscheidungen weiter verändern. Die wesentlichen Einflussfaktoren werden im Folgenden näher beschrieben.



### Raum- und Mobilitätsstrukturen

Bestehende und zukünftige Raum- und Mobilitätsstrukturen setzen den Rahmen für das Mobilitätsverhalten (vgl. Beckmann et al. 2024, S. 12). Während jahrzehntelang das Auto im Mittelpunkt der Verkehrs- und Stadtplanung stand, werden heute zunehmend Mobilitätskonzepte entwickelt, die die negativen Auswirkungen des Verkehrs auf Klima, Umwelt und Mensch reduzieren sollen. So strebt beispielsweise das "Zukunftsnetz Mobilität" in NRW die Entwicklung einer nachhaltigen und vernetzten Mobilität an und entwickelt Alternativen zum motorisierten Individualverkehr (vgl. Zukunftsnetz Mobilität NRW 2024). Auch im Regierungsbezirk Köln werden auf kommunaler Ebene verschiedene Mobilitätskonzepte entwickelt, die ähnliche Ziele verfolgen. Dazu gehört beispielsweise das Integrierte Mobilitätskonzept für den Rheinisch-Bergischen Kreis, das eine nachhaltige Mobilitätsentwicklung vorantreiben soll. Dazu gehören Maßnahmen wie die Verbesserung der Radwege, die Optimierung des ÖPNV und der Ausbau der Ladeinfrastruktur (vgl. Hölzer und Wilbert 2019).

### Mobilitätsangebote



Neben den Raum- und Mobilitätsstrukturen haben die verfügbaren Mobilitätsangebote einen weiteren wesentlichen Einfluss auf das individuelle Mobilitätsverhalten (vgl. Beckmann et al. 2024, S. 12). Durch unterschiedliche Mobilitätsangebote kann die Mobilitätsentscheidung der Bevölkerung direkt beeinflusst werden. Insbesondere in Städten gewinnt die inter- und multimodale Mobilität zunehmend an Bedeutung. Diese setzt sich aus verschiedenen Verkehrsmitteln wie (Leih-)Fahrrädern, E-Scootern, Pedelecs, dem ÖPNV und verschiedenen Formen des Carsharing zusammen. Je nach konkreter Situation können unterschiedliche Verkehrsmittel zum Einsatz kommen. So kann z.B. das Leihfahrrad für die "letzte Meile" auf dem Weg zur Arbeit von einer ÖPNV-Haltestelle genutzt werden oder ein Fahrzeug des klassischen stationsbasierten Carsharings für längere Fahrten, z.B. den Ausflug ins Grüne oder den Möbelkauf (vgl. Jansen et al. 2016, S. 14).



### Technologische Entwicklungen

Im Zuge technologischer Entwicklungen wird auch das individuelle Mobilitätsverhalten maßgeblich beeinflusst. So können beispielsweise technische Innovationen im Bereich des mobilen Arbeitens oder der mobilen Unterhaltungssysteme (Infotainment- & Entertainmentssysteme) zukünftig neue Fahrzeugfunktionen und Nutzungsmöglichkeiten schaffen. Gleichzeitig kann die inter- und multimodale Mobilität im Rahmen der technologischen Entwicklung zukünftig weiter gefördert werden. So können beispielsweise im Rahmen der zunehmenden Vernetzung von Fahrzeugen neue Datenquellen erschlossen werden, die zur Optimierung der Interaktion und Kooperation zwischen den Verkehrsteilnehmern genutzt werden können, um ein intelligentes Verkehrsmanagement zu ermöglichen.

**Individuelle Verhaltensentscheidungen**



Während die Mobilitätsstrukturen und -angebote den Rahmen für das Mobilitätsverhalten vorgeben und als externe Faktoren gelten, sind die internen Faktoren individuell und variieren von Person zu Person. Individuelle Verhaltensentscheidungen werden sowohl von soziodemographischen Faktoren wie Lebensphase, Alter, Geschlecht und Bildungsstand als auch von sozialen, kulturellen und psychologischen Einflüssen bestimmt (vgl. Beckmann et al. 2024, S. 13). Während z.B. Personengruppen in höherem Alter häufiger das Auto nutzen, tendieren junge Erwachsene eher zu Alternativen zum Auto (vgl. Nobis et al. 2018, S. 23). Darüber hinaus zeigt sich, dass die Verkehrsmittelwahl in wirtschaftlich schwächeren Haushalten grundsätzlich weniger durch das Auto geprägt ist, während wirtschaftlich stärkere Haushalte häufiger ein Auto besitzen (vgl. Nobis et al. 2018, S. 22). Bei der Fahrzeuganschaffung zeigt sich zudem, dass sich wirtschaftlich stärkere Haushalte vermehrt für den Kauf eines Elektrofahrzeugs entscheiden. Dies ist vor allem auf die derzeit hohen Anschaffungskosten von Elektrofahrzeugen zurückzuführen. Zukünftig ist zu erwarten, dass die Preise für Elektrofahrzeuge durch neue Technologien und effizientere Herstellungsverfahren weiter sinken werden, sodass auch wirtschaftlich schwächere Haushalte Elektrofahrzeuge als Alternative in Betracht ziehen könnten.

Insgesamt lassen sich 13 soziokulturelle Faktoren auf der ersten und zweiten Ordnungsstufe ableiten, die einen Einfluss auf die Auto- und Zulieferindustrie nehmen. Eine Zusammenfassung dieser Faktoren ist in Abbildung 6 dargestellt.

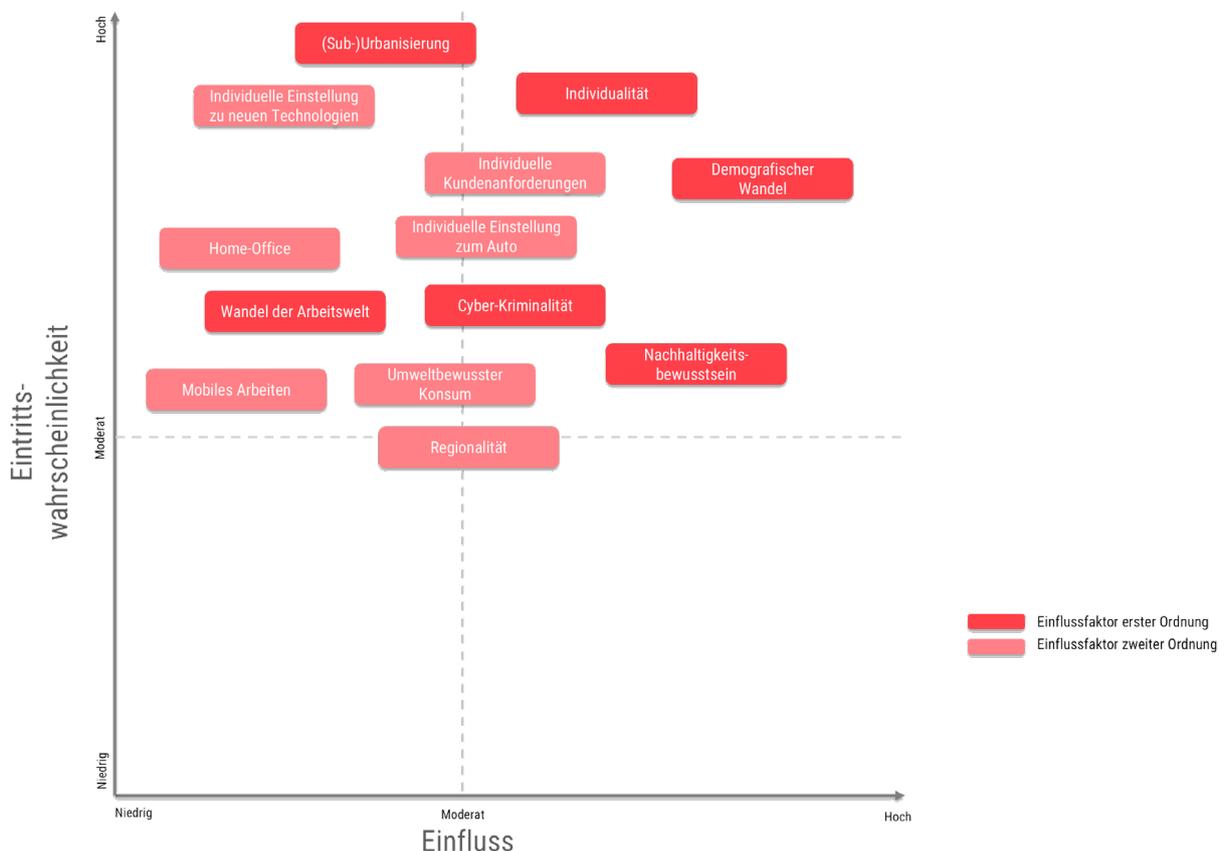


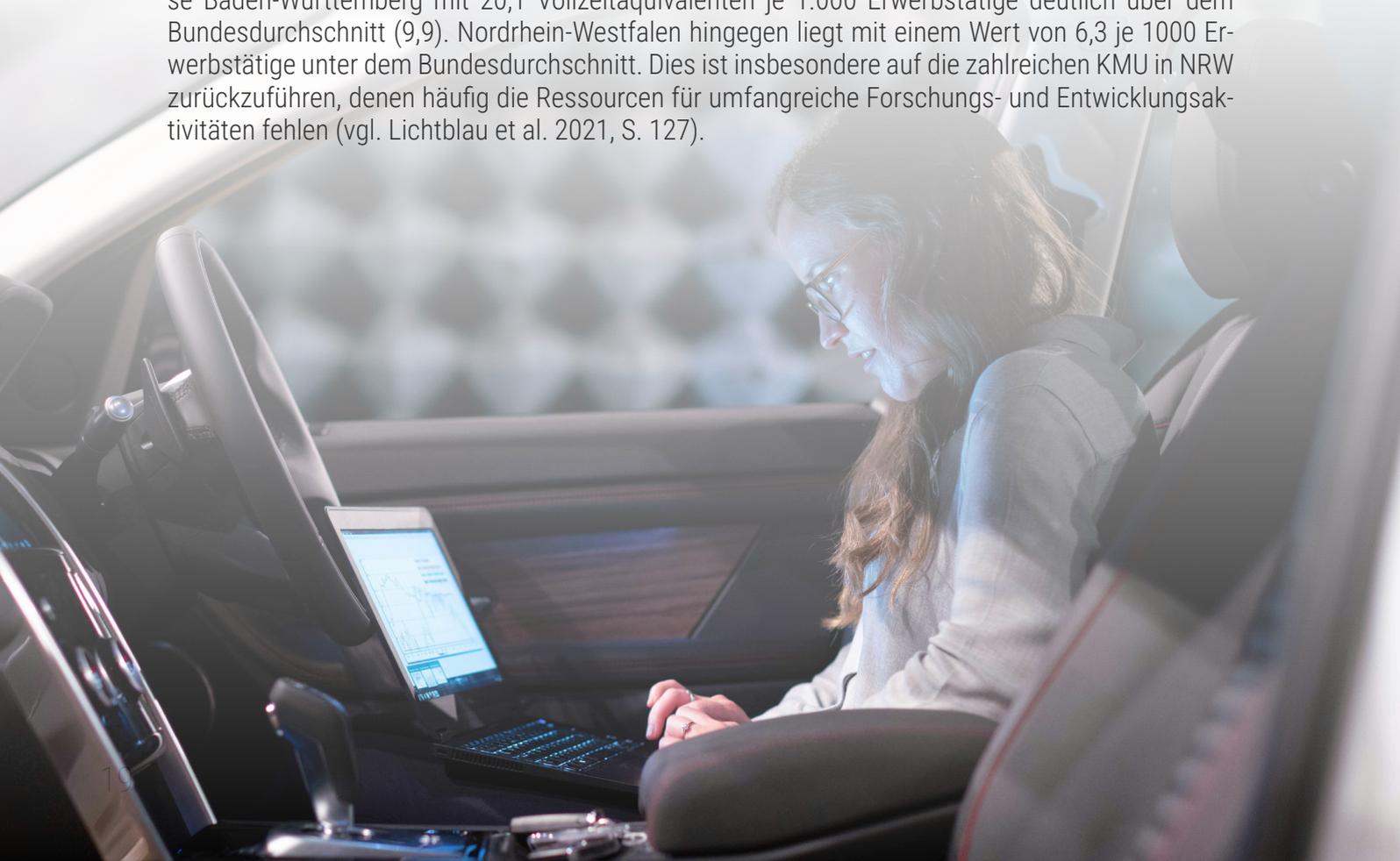
Abbildung 6: Übersicht der soziokulturellen Einflussfaktoren

### Technologische Rahmenbedingungen

Der Strukturwandel in der Automobilindustrie wird insbesondere durch den technologischen Wandel geprägt. Der Trend zur Elektrifizierung der Antriebe, die zunehmende Einführung autonomer Fahrzeuge und die fortschreitende Automatisierung und Vernetzung der Produktionsprozesse verändern die Wertschöpfungs- und Produktionsnetzwerke von Zulieferern und Automobilherstellern zum Teil tiefgreifend (vgl. BMWK 2025). Umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten in China und den USA sowie die aktive Förderung durch staatliche Subventionen und Investitionen setzen die Technologieführerschaft deutscher Unternehmen mehr denn je unter Druck. Auch die vielfältige, überwiegend mittelständisch geprägte Zulieferlandschaft in Nordrhein-Westfalen läuft Gefahr, den technologischen Anschluss zu verpassen.

Die Automobilindustrie gilt als die forschungsstärkste Branche in Deutschland. Nach Angaben des Stifterverbandes für die Deutsche Wissenschaft beliefen sich die Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen der in Deutschland ansässigen Automobilunternehmen im Jahr 2022 auf rund 28,7 Mrd. Euro. In den kommenden vier Jahren wollen die Hersteller und Zulieferer der deutschen Automobilindustrie laut VDA insgesamt rund 280 Milliarden Euro in Forschung und Entwicklung investieren (vgl. VDA 2024). Damit bleiben die Investitionen in Forschung und Entwicklung in Deutschland auch in Zukunft auf einem sehr hohen Niveau. Trotz dieser hohen Investitionen nehmen die deutschen Automobilhersteller bei den neuen Schlüsseltechnologien derzeit nur eine untergeordnete Rolle ein. Vor allem Automobilhersteller aus China und den USA dominieren derzeit den Markt in den neuen technologischen Schlüsselbereichen.

Betrachtet man die Forschungsaktivitäten auf Unternehmensebene, so zeigen sich zwischen den Bundesländern zum Teil erhebliche Unterschiede. Gemessen am F&E-Personal liegt beispielsweise Baden-Württemberg mit 20,1 Vollzeitäquivalenten je 1.000 Erwerbstätige deutlich über dem Bundesdurchschnitt (9,9). Nordrhein-Westfalen hingegen liegt mit einem Wert von 6,3 je 1000 Erwerbstätige unter dem Bundesdurchschnitt. Dies ist insbesondere auf die zahlreichen KMU in NRW zurückzuführen, denen häufig die Ressourcen für umfangreiche Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten fehlen (vgl. Lichtblau et al. 2021, S. 127).



Dafür verfügt Nordrhein-Westfalen über eine vielfältige und dichte Wissenslandschaft. Mit insgesamt 425 Hochschulen, Universitäten und Forschungseinrichtungen verfügt das Bundesland über die höchste Anzahl an wissenschaftlichen Einrichtungen in Deutschland. Besonders hervorzuheben ist der überdurchschnittlich hohe Anteil an MINT-Fächern und -Absolventen, die für die Automobilindustrie von besonderer Bedeutung sind. Insbesondere im Regierungsbezirk Köln findet sich ein breites Spektrum an MINT-Disziplinen, die einen direkten Bezug zur Automobilbranche sowie zu den für die zukünftige Entwicklung des Mobilitätssektors entscheidenden Transformationsthemen aufweisen (vgl. Lichtblau et al. 2021, S. 120).

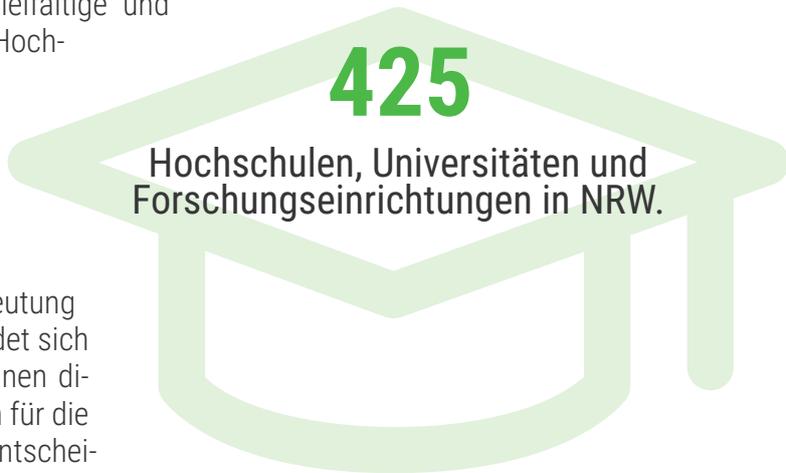


Abbildung 7: MINT-Disziplinen mit direktem Bezug zur Automobilbranche im Regierungsbezirk Köln

Der fortschreitende technologische Wandel in der Automobilindustrie wird maßgeblich von den folgenden Einflussfaktoren geprägt:



### Antriebstechnologien

Während in der Vergangenheit die meisten deutschen Hersteller die Entwicklung der verschiedenen Antriebskonzepte (konventionell, hybrid, elektrisch) parallel verfolgten, da nicht klar war, welche Technologie sich zu welchem Zeitpunkt am Markt durchsetzen würde, ist mittlerweile klar, dass sich zukünftig bei Pkw und leichten Nutzfahrzeugen eine deutlich stärkere Marktdurchdringung von rein batterieelektrischen Antrieben abzeichnen wird (vgl. Frieske et al. 2022, S. 91). Im schweren Güterverkehr hingegen werden zukünftig je nach Anwendungsfall unterschiedliche Antriebsoptionen in Frage kommen. Neben batterieelektrischen Antrieben könnten auch mit Wasserstoff betriebene Brennstoffzellen oder Wasserstoff-Verbrennungsmotoren eine wichtige Rolle spielen. Dieser zunehmende Wandel der Antriebskonzepte stellt die Unternehmen in Nordrhein-Westfalen vor die Herausforderung, neben dem Tagesgeschäft sowohl Innovationen im heutigen Kerngeschäft voranzutreiben als auch in neue Technologien zu investieren, um ihre Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern. Im Kerngeschäft stehen vor allem Effizienzsteigerungen im Vordergrund, um den aktuellen Kostensteigerungen entgegenzuwirken.

### Vernetzung und autonomes Fahren



Neben den Veränderungen bei den Antriebstechnologien haben die Themen Vernetzung und autonomes Fahren einen weiteren wesentlichen Einfluss auf die Zukunft der Automobilindustrie. Bereits heute können Fahrzeuge in bestimmten Anwendungsfällen ohne permanente Überwachung durch den Fahrer automatisiert fahren. Ein Eingreifen ist nur noch in bestimmten Situationen notwendig (vgl. Lichtblau et al. 2021, S. 35). Während beim batterieelektrischen Antrieb die Anzahl der Komponenten im Vergleich zum konventionellen Antrieb abnehmen wird, ist davon auszugehen, dass mit dem Einzug des automatisierten Fahrens und der zunehmenden Vernetzung der Fahrzeuge neue Module und Komponenten benötigt werden, die zu neuen Wertschöpfungspotenzialen führen. Diese sind unter anderem: Radar, LiDAR, Kamerasysteme, Sensoren sowie neue Module zur Positionierung und Kommunikation der Fahrzeuge (vgl. Frieske et al. 2022, S. 90).



### Automatisierung und Digitalisierung

Neben den Entwicklungen beim Endprodukt Automobil nehmen auch die technologischen Veränderungen der Herstellungsprozesse einen wesentlichen Einfluss auf die Automobilindustrie. Insbesondere die Automatisierung und Digitalisierung der Produktion sind in diesem Kontext zu nennen. In Bezug auf die Roboterichte nimmt die deutsche Automobilindustrie bereits heute eine führende Position im Bereich der Automatisierung ein. Mit einer Anzahl von 1.500 Einheiten pro 10.000 Mitarbeiter nimmt Deutschland den zweiten Platz hinter Südkorea mit 2.867 registrierten Einheiten ein (vgl. IFR 2023). In Zukunft werden für die Automobilhersteller neben den herkömmlichen Industrierobotern mit Käfigen vor allem kollaborative Anwendungen für die Endmontage und Endbearbeitung sowie der verstärkte Einsatz von Automatisierungssoftware an Bedeutung gewinnen.

Auch bei KMU, die in der Regel nicht über die erforderlichen Ressourcen für eine vollständige Automatisierung verfügen, wird prognostiziert, dass der Einsatz von smarten Produktionsrobotern zunehmen wird. Dies ist insbesondere darauf zurückzuführen, dass Roboter zunehmend kompakter, anpassungsfähiger, einfacher zu programmieren und weniger kapitalintensiv werden.

### Fahrzeugbau und -struktur



Die Entwicklungen im Bereich des Fahrzeugbaus und der Fahrzeugstruktur üben weiterhin einen besonderen Einfluss auf die Automobilindustrie aus. Diesbezüglich ist insbesondere die Entwicklung im Leichtbau von Relevanz. Im Kontext der Elektromobilität werden aktuell Leichtbaukonzepte erprobt, welche das Ziel verfolgen, die derzeit hohen Gewichte der Batterien auszugleichen, den Energieverbrauch zu senken sowie die Reichweiten zu erhöhen. Weiterhin gewinnen im Kontext strengerer Umweltauflagen kreislauffähige Werkstoffe zunehmend an Bedeutung. Insbesondere selbstheilende Materialien und solche, die hohe Recyclingquoten ermöglichen, werden zukünftig eine entscheidende Rolle spielen.

In Bezug auf den technologischen Wandel lassen sich 30 Einflussfaktoren auf erster und zweiter Ordnungsstufe identifizieren, die die Zukunft der Automobilindustrie prägen werden. Eine Zusammenfassung dieser Faktoren ist in Abbildung 8 dargestellt.

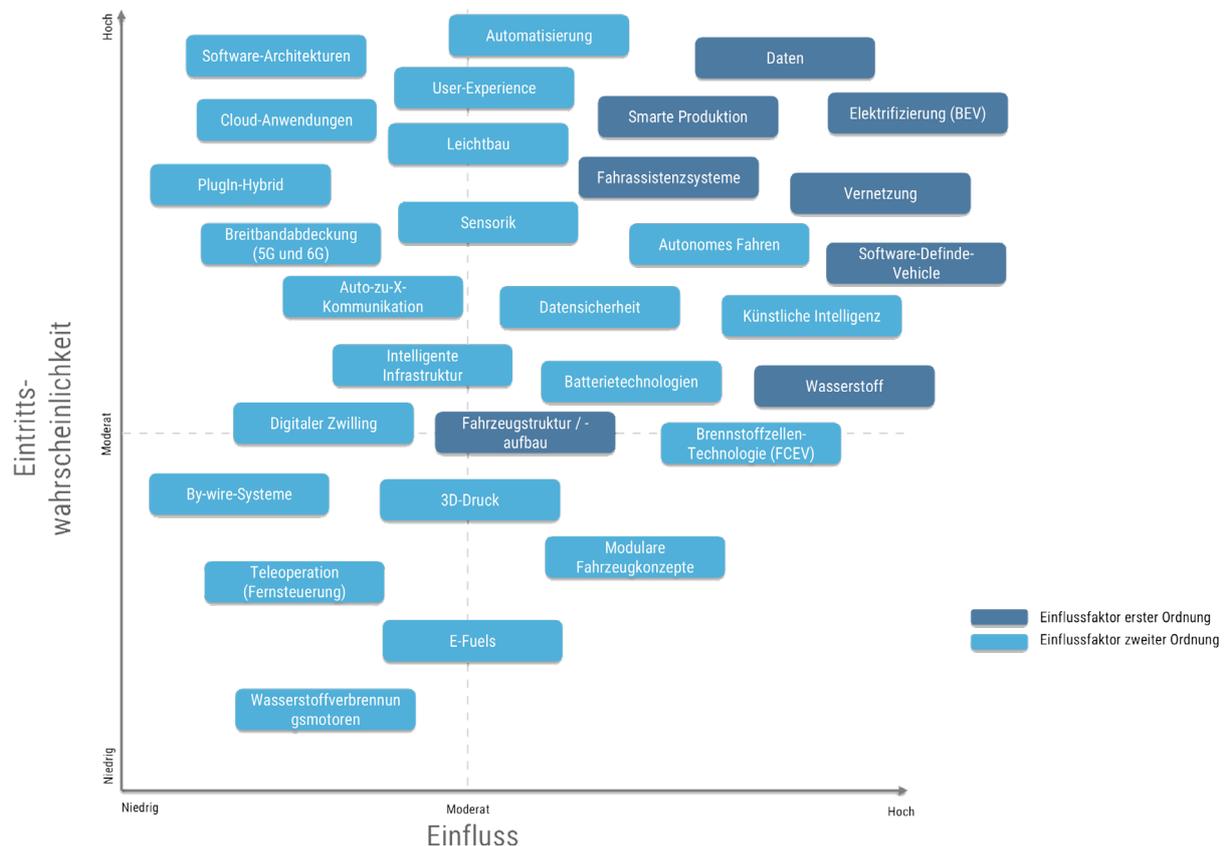


Abbildung 8: Übersicht der technologischen Einflussfaktoren

## Politische Rahmenbedingungen

Die Automobilindustrie ist für die Politik von zentraler Bedeutung, da sie als einer der wichtigsten Industriezweige maßgeblich zur Beschäftigung, zum Wohlstand und zum Bruttoinlandsprodukt beiträgt. Der Staat unterstützt die Branche durch verschiedene Maßnahmen, welche sowohl direkte als auch indirekte Subventionen, Förderungen, Marktregulierungen und Begünstigungen umfassen. In der jüngeren Vergangenheit hat sich die Politik insbesondere dem Klima- und Umweltschutz, der Unterstützung der Energiewende sowie dem digitalen Wandel gewidmet. Mittels Kauf- und Umweltprämien, lokalen Verboten für Dieselfahrzeuge, Forschungsförderungen, Importzöllen und steuerlichen Erleichterungen nimmt die Politik gezielt Einfluss auf Teile der Industrie.

In den vergangenen Jahren konnte die Automobilindustrie in Deutschland Subventionen in Höhe von über 1,15 Milliarden Euro vom Bund verbuchen, wobei ein Großteil in Forschung und Entwicklung sowie in Investitionsmaßnahmen floss (vgl. Deutscher Bundestag 2017). Mit der Einrichtung des „Zukunftsfonds Automobilindustrie“ hat die Bundesregierung weitere 1,0 Milliarden Euro bereitgestellt, um die Transformation der Automobilindustrie in Deutschland auch in Zukunft gezielt zu fördern (vgl. BMWK 2025). Die Förderung der Digitalisierung, die Entwicklung nachhaltiger und resilienterer Wertschöpfungsketten sowie die Stärkung der regionalen Vernetzung der Akteure und die aktive Unterstützung von KMU stellen die wesentlichen Ziele dieser Initiative dar. In Nordrhein-Westfalen, bekannt für seine umfassende Zuliefererlandschaft, wurden kürzlich auf Basis dieses Zukunftsfonds diverse Innovationsprojekte initiiert, die darauf abzielen, die Fahrzeug- und Zulieferindustrie zusammenzuführen und sie für die Trends der Mobilitätswende aufzustellen.

Neben der finanziellen Förderung setzt die Politik zudem Rahmenbedingungen für die Entwicklung spezifischer Technologien. Für die Etablierung der Elektromobilität ist ein flächendeckender Ausbau der Ladeinfrastruktur für Elektrofahrzeuge erforderlich. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, bis zum Jahr 2030 eine Million Ladesäulen in Deutschland bereitzustellen (vgl. Die Bundesregierung 2023). Derzeit sind etwa 110.000 Ladepunkte verfügbar, wobei in Nordrhein-Westfalen knapp 22.000 Ladesäulen in Betrieb sind (vgl. Die Bundesregierung 2024a). Des Weiteren ist im Rahmen der Vernetzung und Konnektivität der Fahrzeuge eine ausgebaute digitale Infrastruktur erforderlich. Die Bundesregierung fördert den Ausbau des Mobilfunkstandards 5G aktiv. Derzeit ist eine Versorgung von ca. 91 % der Fläche des Bundesgebietes mit 5G durch mindestens einen Netzbetrei-

Die Bundesregierung stellt weitere

**1,0 Milliarden**

Euro für die Transformation der Automobilindustrie bereit.

ber gewährleistet (vgl. Die Bundesregierung 2024c). Im Kontext der Digitalisierung erlangen der Austausch und die Nutzung von Daten eine immer größere Bedeutung. Diesbezüglich sind entsprechende Regulierungen und Rahmenbedingungen zu schaffen. Die EU hat bereits zu Beginn des Jahres erste Vorschriften eingeführt, welche den Zugang zu und die Nutzung von Daten regeln, die in sämtlichen Wirtschaftszweigen innerhalb der EU generiert werden (vgl. Europäische Kommission 2023). In Zukunft ist zu erwarten, dass weitere Vorschriften folgen werden, insbesondere in Bezug auf die Anwendung und Regulierung von künstlicher Intelligenz.

Darüber hinaus wird die Politik als maßgeblicher Akteur bei der Gestaltung der globalen Handelsbedingungen für Automobile betrachtet. Während politische Maßnahmen in der Vergangenheit insbesondere den globalen Wettbewerb begünstigten, lassen sich gegenwärtig verstärkte Lokalisierungsbestrebungen beobachten. So haben beispielsweise die USA und die EU erst kürzlich die Importzölle auf in China produzierte Fahrzeuge signifikant angehoben (vgl. Europäische Kommission 2024). Mit der Erhöhung der Importzölle wird auf die durch umfangreiche staatliche Subventionen künstlich reduzierten Preise chinesischer Fahrzeuge reagiert und versucht, Marktverzerrungen entgegenzuwirken sowie Arbeitsplätze und Wertschöpfung in den eigenen Wirtschaftsräumen zu sichern und zu fördern. Diese politischen Maßnahmen bergen jedoch insbesondere für den deutschen Automobilsektor, der auf offene Märkte und Exporte angewiesen ist, Risiken, da der Exporthandel durch mögliche Gegenmaßnahmen Chinas beeinträchtigt werden könnte.

In der Zusammenfassung lässt sich festhalten, dass folgende Faktoren in Zukunft von entscheidender Bedeutung für die politischen Handlungen sein werden:



### Marktregulierungen

Die Zunahme protektionistischer Maßnahmen auf globaler Ebene könnte für den Automobilsektor in Deutschland, der in hohem Maße von offenen Märkten und vom Export abhängig ist, eine signifikante Herausforderung darstellen. Zuletzt wurden rund 76 % der in Deutschland produzierten Pkw in andere Länder exportiert (vgl. BMWK 2025). Eine Ausweitung handelsbeschränkender Maßnahmen könnte zu weitreichenden Marktverzerrungen führen und eine zunehmende Abwanderung der Automobilindustrie aus Deutschland zur Folge haben. Auf politischer Ebene wird daher die Förderung offener Märkte und der Zugang zu fairen Märkten auf globaler Ebene von zentraler Bedeutung sein.

### Technologiekompetenzen



Zudem wird der technologische Wandel auch auf industriepolitischer Ebene eine wesentliche Rolle spielen. Um die Technologieführerschaft in Deutschland weiterhin zu wahren, ist der Aufbau von Technologiekompetenzen auf allen Stufen der Wertschöpfung im Bereich der Elektromobilität unerlässlich. In diesem Zusammenhang wurde beispielsweise die europäische Forschungsinitiative Battery 2030+ von der EU ins Leben gerufen, die dazu beitragen soll, Fertigungs- und Technologiekompetenzen für Batteriezellen aufzubauen und die Herstellung in der EU zu etablieren (vgl. BMWK 2023).



### Rohstoffgewinnung und -verfügbarkeit

Im Zuge des technologischen Wandels verschiebt sich auch der Bedarf der in Zukunft notwendigen Rohstoffe. Auf industriepolitischer Ebene wird die Sicherung und Ausweitung der Rohstoffgewinnung und -verfügbarkeit eine wesentliche Rolle einnehmen. Insbesondere bei den Wertschöpfungsketten von batterieelektrischen Antrieben (inkl. Batteriesystem) und Halbleitern stammen nur ca. 1 % aller kritischen Rohmaterialien (Lithium, Kobalt, Nickel, Kupfer, Graphit, Silizium, Chrom und Seltenerdmetalle) aus dem europäischen Umfeld. Der Anteil Chinas an der Gesamtmenge der Rohstoffe beträgt 65 % (vgl. Frieske et al. 2022, S. 101). Zur Reduktion der strategischen Rohstoffabhängigkeiten plant die EU die Festlegung spezifischer Rückgewinnungsquoten für die kritischen Rohstoffe Kobalt, Nickel, Lithium und Kupfer sowie die Definition konkreter Verwertungsquoten für diese Materialien (vgl. Frieske et al. 2022, S. 107). Des Weiteren ist die Etablierung einer europäischen Batterie-Allianz sowie einer Halbleiter-Allianz zur Intensivierung von Investitionen und zur Expansion von Produktionskapazitäten vorgesehen. Dadurch sollen die strategischen Abhängigkeiten, insbesondere von asiatischen Märkten, reduziert und die Wertschöpfungsketten auf sämtlichen Stufen gestärkt werden (vgl. Frieske et al. 2022, S. 106).

### Klima- und Umweltschutz



Auch in Zukunft wird der Klima- und Umweltschutz politisch von zentraler Bedeutung sein. Angesichts des wachsenden Bewusstseins für Klimawandel und Umweltbelange wird die deutsche Politik die Automobilindustrie weiter in Richtung nachhaltiger Praktiken steuern.

Insgesamt lassen sich im Kontext der politischen Rahmenbedingungen 9 Faktoren auf der ersten und zweiten Ordnungsstufe ableiten, die in Abbildung 9 dargestellt werden.



## 2 Umfeldanalytische Betrachtung der aktuellen Situation

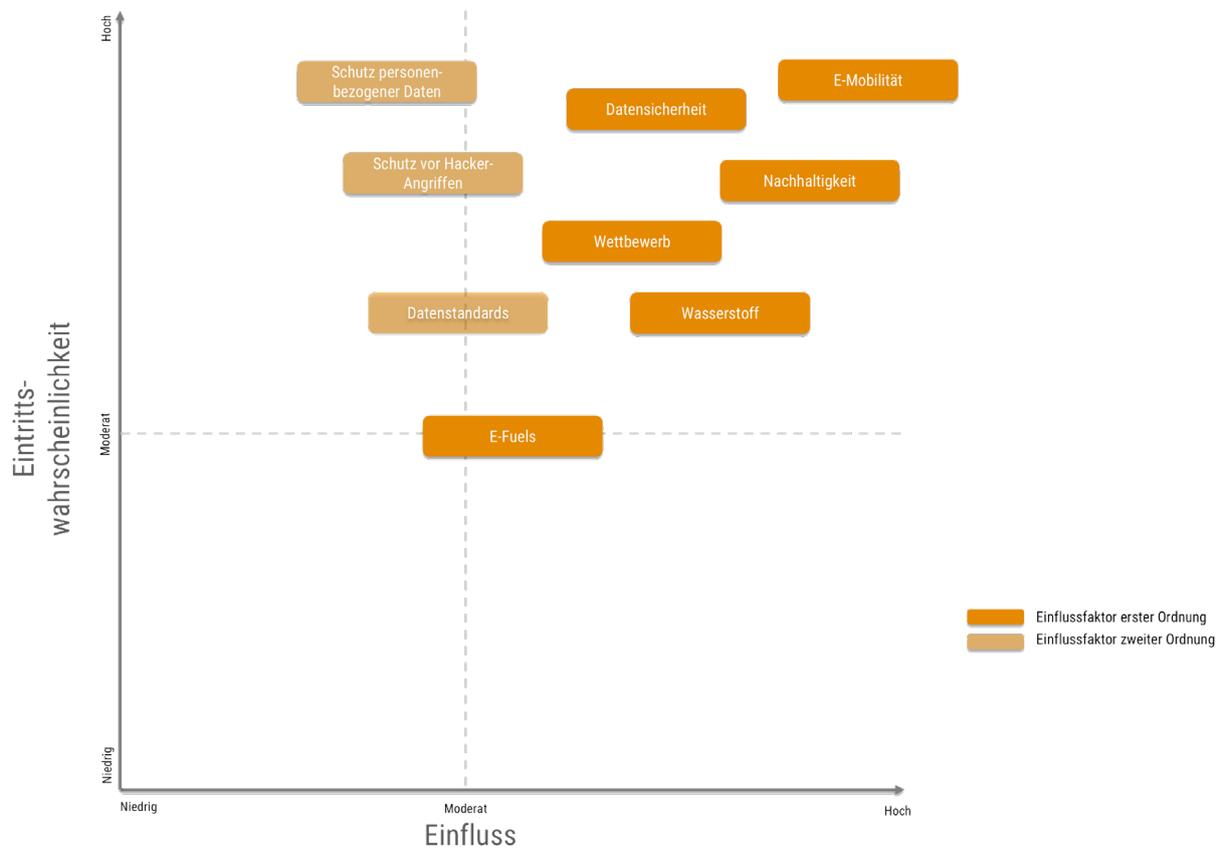


Abbildung 9: Übersicht der politischen Einflussfaktoren

# 3

## Vier Szenarien für die Region und Handlungsempfehlungen

Im Rahmen der Erfassung der derzeitigen Lage wurden insgesamt 172 Faktoren identifiziert, die einen Einfluss auf die Zukunft der Automobilindustrie ausüben. Die erfassten Einflussfaktoren wurden in einer hierarchischen Ordnung zusammengefasst und in ein Ordnungssystem überführt, um zu vermeiden, dass Einflussfaktoren eliminiert werden, die zwar keinen Einfluss auf die Gesamtentwicklung der Industrie ausüben, jedoch einen bedeutenden Entwicklungszweig innerhalb eines Szenarios darstellen könnten. Die Sortierung führte zu einer Einteilung in 32 Einflussfaktoren auf der ersten Ordnungsstufe.

In einem nächsten Schritt erfolgte auf Basis von Experteneinschätzungen die Identifikation der Schlüsselfaktoren. Insgesamt wurden 15 Schlüsselfaktoren identifiziert. Daraufhin wurden drei Projektionen mit unterschiedlichen Entwicklungsrichtungen für jeden Schlüsselfaktor erstellt. Diese Projektionen umfassen konservative, neutrale und positive Entwicklungen, die auf der aktuellen Lage der deutschen Automobilindustrie basieren. Sie dienen als Grundlage für die Erstellung valider Szenarien.

Aus diesen Projektionen wurden vier Zukunftsbilder entwickelt, welche die Automobilindustrie im Jahr 2030 und darüber hinaus beschreiben. Im Folgenden werden alle Szenarien vorgestellt sowie Handlungsempfehlungen für die Stakeholder der Region präsentiert. Die Handlungsempfehlungen basieren auf Workshops mit Branchenexperten, eigener Expertise und der Auswertung bestehender Studien.



**„Wir stehen vor einer Art  
Neuordnung der Branche.“**

Stefan Bratzel (2022)  
Gründer und Direktor des Center of Automotive Management (CAM)

The image features a central globe with a glowing blue and white network of lines overlaid on its surface. The globe is set against a dark background filled with numerous small, glowing blue and orange light points, resembling a starry night sky or a digital data field. The overall aesthetic is high-tech and futuristic.

# Szenario I: Die digitale Dominanz der Softwarehersteller

## Die Situation im Jahr 2030

Im Jahr 2030 zeichnen sich die Fahrzeuge durch einen hohen Anteil softwarebasierter Funktionen aus. Softwarehersteller sind ein fester Bestandteil der Industrie geworden, stellen Schlüsselkomponenten im Bereich Software und Datenmanagement zur Verfügung und schaffen neue Dienstleistungen in der individuellen Mobilität. Softwarefeatures erzielen einen höheren Wertbeitrag als Hardwarekomponenten, wodurch OEMs zunehmend an Einfluss verlieren.

Durch die Dominanz der Softwarehersteller werden technologische Fortschritte bei der Entwicklung von zentralen Fahrzeugservern erzielt. Traditionelle Steuergeräte werden durch leistungsstarke, vernetzte Steuereinheiten ersetzt. Die leistungsstarken Steuereinheiten sowie Technologiesprünge im Bereich KI führen dazu, dass das autonome Fahren (Level 2-3) auf Autobahnen und in Städten zunehmend zum Standard wird. Service-Plattformen wie „Working-while-Driving“ sowie Entertainmentssysteme gewinnen für Kunden zunehmend an Bedeutung. Aufgrund der Software-Dominanz verlieren die OEMs an Einfluss in der Automobilbranche und werden schrittweise zu Lieferanten von „White-Label“-Fahrzeugen für die Softwarehersteller.

Der softwarebasierte Fortschritt ermöglicht neue digitale Geschäftsmodelle. Insbesondere MaaS-Geschäftsmodelle (Mobility as a Service) setzen sich zunehmend durch, wodurch die Bedeutung des individuellen Fahrzeugbesitzes in der Bevölkerung weiter abnimmt. Weiterhin haben die softwaregetriebenen Fortschritte zu einem schnellen Ausbau der Dateninfrastruktur geführt, sodass 5G in Deutschland flächendeckend eingesetzt und eine lückenlose Auto2X-Kommunikation ermöglicht wird. Fahrzeuge kommunizieren untereinander mit der Infrastruktur und anderen vernetzten Geräten, um Informationen über Verkehr, Wetter und andere relevante Daten in Echtzeit auszutauschen. Dadurch werden intelligentere und effizientere Routenplanungen und Mobilitätsdienstleistungen ermöglicht, die den Verkehrsfluss optimieren und Staus reduzieren. Leistungs- und Sicherheitsupdates werden standardmäßig über Over-the-Air-Updates (OTA) bereitgestellt. Durch Technologiesprünge bei Blockchain-Anwendungen und starke Investitionen der Regierung in IT-Sicherheit hat sich die Datensicherheit in Deutschland deutlich erhöht, wodurch digitale Geschäftsmodelle und Dienstleistungen auch in der Bevölkerung auf eine hohe Akzeptanz stoßen.

Gleichzeitig schreitet die Elektrifizierung weiter voran. Technologiesprünge bei der Entwicklung von Lithium-Ionen-Batterien ermöglichen höhere Reichweiten und eine kostengünstigere Produktion. Über 80 % der Neuwagen sind mit 800-V-Bordnetzen ausgestattet, was die Ladedauer weiter verkürzt. Sinkende Preise in Verbindung mit schnelleren Ladevorgängen und einem steigenden Umweltbewusstsein in der Bevölkerung sorgen für steigende Verkaufszahlen und den Ausbau der Elektromobilität. Alternative Antriebe (FCEV, E-Fuels) spielen in diesem Szenario eine untergeordnete Rolle.

Der hohe Anteil softwarebasierter Funktionen erfordert enorme Mengen an Chips, die vor allem in Asien hergestellt werden. Die kurze Phase des vermeintlichen Protektionismus, ausgelöst durch den Krieg in der Ukraine und die Corona-Pandemie, ist überwunden. Technologische Durchbrüche bei Blockchain-Anwendungen haben zu einer vernetzten Welt geführt, in der Lieferrisiken schneller erkannt und durch intelligente Systeme vermieden werden können. Handelsbeschränkungen mit dem Rest der Welt wurden weitgehend abgebaut.

Die deutliche Zunahme von Softwarefunktionen im Fahrzeug hat zu einem erheblichen Fachkräftemangel in Berufen mit IKT-Technologien geführt. Softwarehersteller, OEMs und Zulieferer stehen vor der großen Herausforderung, geeignetes Personal zu finden bzw. vorhandenes Personal umzuschulen.

### Die Situation im Jahr 2040

Autonome Fahrzeuge bestimmen die Mobilität im Jahr 2040 und sind integraler Bestandteil eines vernetzten und effizienten Mobilitätssystems. Fahrzeuge werden zu mobilen Arbeits- und Lebensräumen und ermöglichen gänzlich neue Geschäftsmodelle. Softwarehersteller haben die klassischen OEMs verdrängt und sind das neue „Face to the Customer“. Sie entscheiden maßgeblich über Design und Funktionalität im Fahrzeug.

Technologische Durchbrüche bei Sensoren, Fahrzeugservern und KI ermöglichen vollautomatisiertes Fahren in allen Anwendungsbereichen (Stadt, Land, Autobahn). Über 70 % der Neuwagen verfügen über autonomes Fahren (Level 4 - 5). Durch die Entlastung des Fahrers gewinnt die Zeit im autonomen Fahrzeug an Bedeutung. Die Passagiere können die Fahrzeit zum Arbeiten, Erholen, Lernen oder für soziale Aktivitäten nutzen. Die Integration von Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) ermöglicht völlig neue Formen der Unterhaltung.

Dank technologischer Durchbrüche haben sich MaaS-Geschäftsmodelle etabliert. Insbesondere die Sharing Economy hat durch autonome Fahrzeuge einen enormen Aufschwung erfahren. Menschen teilen Fahrzeuge auf effiziente Weise, sei es durch Mitfahrgelegenheiten, Fahrgemeinschaften oder Car-Sharing-Dienste. Der Verkauf von Neufahrzeugen ist stark zurückgegangen. Dienstleistungsangebote dominieren den Fahrzeugmarkt.

Softwarehersteller dominieren den Mobilitätsmarkt und kaufen sukzessive die klassischen OEMs auf. Der digitale Reifegrad wird zum entscheidenden Kriterium bei der Auswahl geeigneter Zulieferer. Nur wer „Blockchain-fähig“ ist und digitale Technologien weitestgehend in den Produktionsprozess integriert hat, kommt in die engere Auswahl. Die Produktionsanlagen der OEMs sind voll automatisiert und autonom. Komplexe Produktionsschritte werden von Co-Bots ausgeführt. Der Mensch übernimmt vor allem steuernde und überwachende Tätigkeiten.

Der softwaregetriebene Fortschritt kommt auch der Elektrifizierung zugute. Der Großteil der autonomen Fahrzeugflotte wird elektrisch oder mit erneuerbaren Energien betrieben. Intelligente Energiemanagementsysteme nutzen erneuerbare Energiequellen und optimieren Lade- und Entladevorgänge, um den Energieverbrauch zu minimieren. Die Kombination aus autonomem Fahren und effizienter Energieversorgung trägt zu einer erheblichen Reduktion der CO<sub>2</sub>-Emissionen bei.

Der hohe Fachkräftemangel in Berufen mit IKT-Technologien kann durch die globalisierte und vernetzte Welt zunehmend durch internationale Fachkräfte abgedeckt werden, die oft direkt von ihrem Wohnort aus arbeiten können. Der Einzug autonomer Produktionsstätten hat zu einem Überangebot an Fachkräften mit produktionsnahen Kenntnissen geführt, wodurch ein enormer Umschulungsbedarf entstanden ist.

	Technologisch	Sozial	Ökologisch	Politisch	Wirtschaftlich
Intensität					
Ausprägungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologische Fortschritte bei der Entwicklung von zentralen Fahrzeugservern</li> <li>• Leistungsstarke, vernetzte Steuereinheiten ersetzen traditionelle Steuergeräte</li> <li>• Schnellen Ausbau der Dateninfrastruktur, sodass 5G in Deutschland flächendeckend eingesetzt wird</li> <li>• Fahrzeuge kommunizieren untereinander und mit anderen vernetzten Geräten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinkender Stellenwert des individuellen Besitz</li> <li>• Bedenken hinsichtlich Datensicherheit geht in der Bevölkerung zurück</li> <li>• Offenheit gegenüber MaaS-Angeboten (Car-Sharing, Ride-Pooling)</li> <li>• Entertainmentssysteme sind vor allem bei der jüngeren Generation immer beliebter</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intelligente Routenplanung optimieren den Verkehrsfluss und reduzieren Staus</li> <li>• Mobilitätsdienstleistungen reduzieren die Anzahl an Fahrzeugen in einer Stadt</li> <li>• Verursachte CO<sub>2</sub>-Emissionen durch das Kfz gehen in Großstädten langsam zurück</li> <li>• Luftverschmutzung in Großstädten ist ebenfalls rückläufig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Phasen des vermeintlichen Protektionismus durch geopolitischen Ereignisse und der Pandemie sind beendet</li> <li>• Handelsbeschränkungen gegenüber dem Ausland werden weitestgehend aufgehoben</li> <li>• Geänderte Gesetzgebung im Bereich Autonomen Fahren</li> <li>• Förderpolitik unterstützt verstärkt Digitalisierungs-Projekte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutlicher Anstieg von Dienstleistungsangeboten</li> <li>• OEMs verlieren zunehmend Einfluss durch Software-Dominanz</li> <li>• Neue (branchenfremde) Wettbewerber auf dem Markt</li> <li>• Fachkräftengpass in Berufen mit IKT-Technologien</li> </ul>

Tabelle 1: Zusammenfassung des ersten Szenarios

## Handlungsempfehlungen für die Zulieferbranche

In diesem Szenario zeichnet sich das Fahrzeug im Jahr 2030 und darüber hinaus durch einen hohen Anteil an softwarebasierten Funktionen und Dienstleistungen aus. Digitale Kompetenzen in der Softwareentwicklung und im Datenmanagement sind dabei zu integralen Bestandteilen der Automobilindustrie geworden. Branchenfremde Unternehmen, insbesondere Softwareanbieter, dominieren zunehmend den Markt und führen zu einer Verschiebung der Wertschöpfungs- und Lieferketten.

Für die vielen mittelständisch geprägten Zulieferer in der Region ist es entscheidend, ein tiefes Verständnis für das Zusammenspiel von Hardware und Software zu entwickeln und ihre Produkte um die notwendigen Hardwarekomponenten zu erweitern. Parallel dazu sollten Wertschöpfungsbeiträge digitalisiert und Dienstleistungen als Erweiterung des Geschäftsmodells entwickelt und angeboten werden.

Durch die Veränderung der Wertschöpfungskette und das Auftreten neuer Marktteilnehmer gilt es, Partnerschaften zu überdenken sowie neue branchenübergreifende Kooperationen mit erfolgversprechenden Wertschöpfungsangeboten zu suchen und Synergien gemeinsam zu nutzen. Dazu können auch digitale Plattformen wie die [Kompetenzplattform.nrw](https://www.kompetenzplattform.nrw.de) genutzt werden, die Anbieter aus der Region bei der Identifikation potenzieller Kooperationspartner unterstützt.

Mit dem Aufkommen der Elektromobilität und dem erkennbaren Rückgang des individuellen Fahrzeugbesitzes nimmt die Variantenvielfalt aus Zulieferersicht weiter ab, so dass Standardisierung und Kosteneffizienz eine wichtige Rolle spielen. Zulieferer, die hauptsächlich in der Automobilindustrie tätig sind, sollten ihr Produktportfolio auf andere Branchen ausweiten, um ihre Abhängigkeit von der Automobilindustrie zu reduzieren.

Um in diesem Szenario langfristig wettbewerbsfähig zu bleiben, spielen der interne Aufbau und die kontinuierliche Weiterentwicklung von digitalen Kompetenzen weiterhin eine wesentliche Rolle. Durch gezielte Weiterbildungsangebote können die Mitarbeitenden auf die sich verändernden Anforderungen vorbereitet werden. Die Vermittlung von Kompetenzen im Bereich digitaler Technologien bietet zudem die Möglichkeit, neue Softwarelösungen zu entwickeln und das Leistungsspektrum zu erweitern.



**H<sub>2</sub>**  
**HYDROGEN**

# Szenario II: Der Aufbruch in eine Wasserstoffwirtschaft

## Die Situation im Jahr 2030

Im Jahr 2030 hat Wasserstoff als alternativer Kraftstoff im Automobilssektor deutlich an Bedeutung gewonnen und spielt eine zunehmend wichtige Rolle bei der Gestaltung einer nachhaltigen Mobilität. Fortschritte in der Brennstoffzellentechnologie führen zu deutlichen Effizienzsteigerungen bei der Nutzung von Wasserstoff. Die Automobilhersteller investieren verstärkt in die Weiterentwicklung der Brennstoffzellentechnologie. Knapp die Hälfte aller neu zugelassenen Nutzfahrzeuge und Busse sind mit Brennstoffzellen ausgestattet. Die Regierung unterstützt aktiv den Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur und baut das Tankstellennetz auf ein ausreichendes Versorgungsniveau aus.

Wasserstoff ist das Stichwort: Im Jahr 2030 wird die Brennstoffzellenmobilität zunehmend Einzug halten. Technologische Durchbrüche bei Brennstoffzellen und Elektrolyseuren haben die Effizienz bei der Nutzung und Erzeugung von Wasserstoff deutlich erhöht. Der Einsatz alternativer Materialien hat zudem zu einer deutlichen Kostenreduktion geführt. Die hohe Energiedichte sowie optimierte Bauformen und alternative Materialien für Wasserstofftanks ermöglichen die Produktion von schweren Fahrzeugen in Klein- und Mittelserien. Gleichzeitig werden für die Herstellung von Brennstoffzellen erhebliche Mengen an Platin benötigt, wodurch das Risiko einer Verknappung dieses Rohstoffs deutlich gestiegen ist.

Parallel dazu wird der Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur von staatlicher Seite vorangetrieben und das Tankstellennetz für Pkw auf ein ausreichendes Versorgungsniveau ausgebaut sowie Lkw-Tankstellen an den Hauptverkehrsachsen für den Güterverkehr errichtet. Neben dem realisierten Transport in Druckgasflaschen bis 500 bar hat sich ein Transport über Pipelines und per Flüssigwasserstoff etabliert, der insbesondere den hohen Bedarf an Wasserstoff für Lkw deckt. Darüber hinaus wird der Preis für Wasserstoff durch staatliche Subventionen gesenkt, wodurch die Brennstoffzellentechnologie für verschiedene Nutzergruppen wirtschaftlich wird.

Mit sinkenden Wasserstoffpreisen, dem Aufbau einer flächendeckenden Infrastruktur und sinkenden Brennstoffzellenkosten ist die öffentliche Akzeptanz von Brennstoffzellenfahrzeugen weiter gestiegen.

Die Wasserstoffwirtschaft schafft neue Arbeitsplätze, von der Wasserstoffproduktion über die Fahrzeugherstellung bis hin zur Wartung der Infrastruktur. Neue Geschäftsmodelle und Dienstleistungen entstehen entlang der gesamten Wertschöpfungskette, einschließlich des Recyclings von Brennstoffzellenkomponenten und der Entwicklung von Wasserstofftechnologien. Während Asien stark auf die Entwicklung von Batterietechnologien fokussiert ist, konzentriert sich Deutschland auf die Entwicklung von Wasserstofftechnologien und hat sich zu einem Vorreiter entwickelt, der weltweit eine zentrale Rolle bei der Entwicklung von Wasserstoffanwendungen spielt. Durch deutliche Fortschritte in der Digitalisierung werden die Produktionsstätten für Brennstoffzellen immer autonomer.

Mit dem Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor können viele Fachkräfte für die verschiedenen Aufgabenbereiche entlang der Wertschöpfungskette gewonnen und umgeschult werden. Dennoch zeichnet sich zunehmend ein Fachkräftemangel in den Bereichen Wasserstoffwirtschaft und IKT ab.

Mit der gleichzeitigen Entwicklung von reinen Elektrofahrzeugen (BEV) wird es insgesamt grüner. Die Luftverschmutzung sinkt um mehr als 10 %, die CO<sub>2</sub>-Grenzwerte werden bis 2030 erreicht und die Vorschriften werden nicht ausgeweitet.

### Die Situation im Jahr 2040

Im Jahr 2040 hat sich Wasserstoff als Eckpfeiler der nachhaltigen Mobilität in der Automobilindustrie etabliert. Diese Technologie hat die Art und Weise, wie Fahrzeuge angetrieben werden und wie die gesamte Branche funktioniert, grundlegend verändert. Wasserstoff wird nicht nur in Nutzfahrzeugen und Bussen eingesetzt, sondern in einer Vielzahl von Fahrzeugtypen, darunter Pkw, Züge und Schiffe. Deutschland wird zum Exportland für leistungsfähige Elektrolyseure.

Die Brennstoffzellentechnologie hat sich weiterentwickelt und ist 2040 zuverlässig, effizient und kostengünstig. Fortschritte bei den Materialien und der Herstellung haben die Haltbarkeit und Leistungsfähigkeit der Brennstoffzellen weiter verbessert. Die Automobilhersteller setzen auf maßgeschneiderte Brennstoffzellensysteme, die auf bestimmte Fahrzeugtypen und Anforderungen zugeschnitten sind. Fast 75 % der neu zugelassenen Lkw sind mit Brennstoffzellentechnik ausgestattet. Auch im Schienenverkehr hat die Brennstoffzellentechnologie Einzug gehalten. Mit der Markteinführung großindustrieller Elektrolyseure werden zunehmend auch Schiffe und Flugzeuge mit synthetischen Kraftstoffen versorgt.

Durch vereinfachte Genehmigungsverfahren für Tankstellen wird das Tankstellennetz für Pkw und Lkw in Deutschland massiv ausgebaut. Um eine länderübergreifende Mobilität auf Basis der Brennstoffzelle zu ermöglichen, wird das Tankstellennetz EU-weit vorangetrieben. Die Europäische Kommission hat für jedes Land eine flächenbezogene Mindestzahl von Wasserstofftankstellen vorgegeben und unterstützt den Ausbau mit Fördermitteln.

International haben sich Asien und die USA zu wichtigen Märkten für Brennstoffzellenfahrzeuge entwickelt. China und Kalifornien haben ihren Bestand an Brennstoffzellen-Pkw deutlich ausgebaut. Auch in Südkorea gibt es einen großen Bestand an Brennstoffzellen-Pkw. Neben den klassischen Brennstoffzellen-Pkw haben sich einige Unternehmen auch auf den Einsatz von Wasserstoff-Verbrennungsmotoren konzentriert, die durch technologische Verbesserungen zu einer attraktiven Alternative zur Brennstoffzelle geworden sind. Um den nationalen und internationalen Bedarf an Wasserstoff zu decken, sind großtechnische Elektrolyseure erforderlich. Deutschland hat sich auf den Aufbau einer leistungsfähigen Elektrolyse- und Zulieferindustrie konzentriert und ist zu einer Exportnation für Elektrolyseure geworden.

## Szenario II: Der Aufbruch in eine Wasserstoffwirtschaft

Die Wasserstoffwirtschaft hat neue Geschäftsmodelle und Wertschöpfungsketten hervorgebracht. Unternehmen bieten nicht nur Fahrzeuge an, sondern auch Wasserstofflösungen, Dienstleistungen zur Optimierung der Wasserstoffnutzung und Beratungsleistungen zur nachhaltigen Integration von Wasserstoff in verschiedene Branchen. Die neue Branche hat in Deutschland für einen wirtschaftlichen Aufschwung gesorgt. Viele internationale Fachkräfte suchen Arbeit in Deutschland, was die Wirtschaft weiter stärkt und den Fachkräftemangel mindert.

Für das Energiesystem spielt die Nutzung von Wasserstoff eine wichtige Rolle. Überschüssige erneuerbare Energie kann in Form von Wasserstoff gespeichert und später zur Stromerzeugung oder zum Betanken von Fahrzeugen genutzt werden. Dies schafft Synergien zwischen Energieerzeugung und Verkehrssektor und trägt zur Stabilisierung des Stromnetzes bei.

Der Einsatz von Wasserstoff als Kraftstoff hat die CO<sub>2</sub>-Emissionen erheblich reduziert und zur Defossilisierung des Verkehrssektors beigetragen. Die Luftqualität hat sich deutlich verbessert und die CO<sub>2</sub>-Grenzwerte wurden unterschritten. Die Regierung plant keine weitere Regulierung der CO<sub>2</sub>-Grenzwerte.

	Technologisch	Sozial	Ökologisch	Politisch	Wirtschaftlich
<b>Intensität</b>					
<b>Ausprägungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologische Durchbrüche bei Brennstoffzellen und Elektrolyseuren sorgen für Effizienzsteigerungen bei der Nutzung und Generierung von Wasserstoff</li> <li>• Optimierung der Zellgeometrie und höhere Leistungsdichten durch alternative Materialien</li> <li>• In Kombination mit verbesserten Bauformen bei Wasserstofftanks werden schwere Fahrzeuge in Klein- und Mittelserie produziert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die ausgebauten Infrastruktur, ist die öffentliche Akzeptanz für Brennstoffzellenfahrzeuge weiter gestiegen</li> <li>• Generell lässt sich ein stärkeres Umweltbewusstsein in der Bevölkerung erkennen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Luftverschmutzung nimmt durch den parallelen Ausbau von reinen Elektrofahrzeugen langsam ab</li> <li>• Der zunehmende Platinabbau getrieben durch die Herstellung der Brennstoffzellen gefährdet Ökosysteme und die Biodiversität einiger Regionen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktiver Ausbau der Wasserstoffinfrastruktur und des Tankstellennetzes auf ein ausreichendes Versorgungsniveau</li> <li>• Wasserstoff-Preis wird durch die Regierung aktiv gefördert</li> <li>• Subventionen und Förderungen bei wasserstoffgetriebenen Industrieprojekten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deutschland fokussiert sich auf die Entwicklung von Wasserstoff-Technologien und nimmt weltweit eine Vorreiterrolle ein</li> <li>• Viele Fachkräfte können für die unterschiedlichen Aufgabengebiete entlang der gesamten Wertschöpfungskette gewonnen und umgeschult werden.</li> <li>• Die zunehmende Menge an Platin führt verstärkt zu einer potenziellen Rohstoffverknappung</li> </ul>

Tabelle 2: Zusammenfassung des zweiten Szenarios

## Handlungsempfehlungen für die Zulieferbranche

In diesem Szenario hat Wasserstoff aufgrund technologischer Durchbrüche sowie umfangreicher staatlicher Förderung und politischer Initiativen erheblich an Bedeutung gewonnen. Die Wasserstoffindustrie spielt eine zentrale Rolle bei der Gestaltung einer nachhaltigen Mobilität. Deutschland verfügt über umfassende Kompetenzen entlang der gesamten Wertschöpfungskette - von der Erzeugung bis zur Nutzung von Wasserstoff - und hat sich zu einem weltweiten Vorreiter in der Herstellung und Anwendung von Wasserstofftechnologien entwickelt.

Für die Zulieferindustrie in der Region eröffnet diese Entwicklung vielversprechende Chancen für den Einstieg in den Wasserstoffmarkt: Vorhandene Kompetenzen und Verfahren können zur Herstellung von Komponenten für Wasserstoffanwendungen genutzt werden und müssen lediglich an die spezifischen Anforderungen der Wasserstofftechnologie angepasst werden. So können beispielsweise Stanz-, Präge- oder andere Umformtechnologien genutzt werden, um einzelne Komponenten der Brennstoffzelle wie Bipolarplatten oder Interkonnektoren aus Edelstählen oder Leichtmetallen herzustellen. Darüber hinaus können bestehende Produktportfolios für den Wasserstoffmarkt erweitert werden. Denn erst durch die Einbettung der Brennstoffzelle in eine entsprechende Systemumgebung mit Kühlkreislauf, Gaszu- und Abgasleitungen inklusive Sensorik, Pumpen, Kompressoren und weiteren Systemkomponenten kann die Brennstoffzelle in Fahrzeugen oder Maschinen eingesetzt werden. Unternehmen, die z.B. im Bereich Pumpen oder Wärmetauscher tätig sind, können daher unter Berücksichtigung der Anforderungen einen Markteintritt bei Elektrolyseuren anstreben.

Der Regierungsbezirk Köln ist bereits heute eine Wasserstoffregion. Die Industrie hat einen hohen Wasserstoffbedarf und verfügt über eine bestehende Infrastruktur sowie eine enge Vernetzung mit den europäischen Nachbarregionen. Hier befinden sich ein dichtes Erdgasnetz, ein Wasserstoffnetz sowie viele der zukünftigen Großverbraucher von Wasserstoff. Aufgrund der zentralen Bedeutung der Wasserstofftechnologie für die Region gibt es bereits eine Vielzahl von Netzwerken, Transformationszentren und Bildungsangeboten, die den Wissensaustausch zwischen Experten und Anbietern fördern. Darüber hinaus sind zahlreiche Unternehmen der Wasserstoffbranche in der Region ansässig. Dies eröffnet Zulieferern die Möglichkeit, frühzeitig lokale Kooperationspartnerschaften entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette aufzubauen.



An aerial photograph of a multi-lane highway winding through a vast, dense forest. The scene is captured during the golden hour, with warm, low-angle sunlight filtering through the trees, creating a hazy, atmospheric effect. The road curves from the upper left towards the lower right, disappearing into the distance. The forest is a mix of green and golden-brown hues, suggesting a transition in seasons or the effect of the lighting. The overall mood is serene and contemplative.

# Szenario III: Der Schutz des Klimas im Vordergrund

## Die Situation im Jahr 2030

Die Mobilität im Jahr 2030 ist stark von ökologischen Aspekten geprägt. Die Verfehlung der Klimaziele hat zu einer Verschärfung der klimapolitischen Maßnahmen geführt. Der Individualverkehr verteuert sich deutlich. Die EU fördert massiv den Ausbau von Elektrofahrzeugen, erste Rohstoffengpässe haben zu einer enormen Steigerung der Recyclingquoten von Produkten und Materialien geführt. Mit dem radikalen Ausbau der Elektromobilität steigt die Gefahr von Black-outs.

Die gesetzten Klimaziele werden in Deutschland und weltweit verfehlt. Die 1,5-Grad-Grenze wird nach allen Prognosen überschritten. Extremwetterereignisse haben an Dauer und Häufigkeit zugenommen und belasten Lieferketten und Gesundheit in Deutschland. Aufgrund der Verfehlung der Klimaziele wird die CO<sub>2</sub>-Regulierung drastisch verschärft. Die Regierung führt City-Maut, Umweltzonen und Fahrverbote ein. Ein vorzeitiges Aus für Verbrennungsmotoren wird diskutiert. Gleichzeitig wird die Entwicklung von Elektrofahrzeugen von der Regierung massiv vorangetrieben. Die Hersteller erhalten finanzielle Unterstützung, insbesondere um die hohen Energiekosten zu kompensieren. 80 % der neu zugelassenen Fahrzeuge sind reine Elektrofahrzeuge.

Der massive Ausbau der BEV-Produktion in Deutschland und weltweit hat zu ersten Rohstoffengpässen geführt. Die Notwendigkeit einer aktiven Rohstoffpolitik wurde vernachlässigt. Aufgrund fehlender technologischer Innovationen wird weiterhin ein hoher Anteil an Technologiemetallen benötigt. Deutschland ist in hohem Maße von internationalen Rohstofflieferungen abhängig. Um den Rohstoffengpässen entgegenzuwirken, fördert die EU Forschungsprojekte zur Nutzung und Entwicklung alternativer Materialien und führt eine deutliche Erhöhung der Recyclingquoten für OEMs und Zulieferer ein.

Bei der Auswahl von Lieferanten spielt die Recyclingfähigkeit von Produkten und Materialien eine zentrale Rolle. Lieferanten, die bestimmte Recyclingquoten nicht erfüllen können, werden sofort als Lieferanten ausgeschlossen. OEMs beginnen, kreislauffähige Fahrzeugkonzepte zu entwickeln, die den gesamten Lebenszyklus berücksichtigen. Darüber hinaus werden Geschäftsmodelle, die auf dem Verkauf von Neuwagen basieren, zunehmend in Frage gestellt. Kreislauffähige Alternativen, wie die Nutzung desselben Fahrzeugs über mehrere Nutzungszyklen durch Wiederaufbereitung, werden zunehmend in Betracht gezogen. Die Entwicklung digitaler Technologien steigert die Effizienz in den Produktionsstätten. Erste Blockchain-Anwendungen ermöglichen eine transparente Rückverfolgbarkeit von Lieferketten und Materialien.

Die Bundesregierung steht vor der Herausforderung, die Energieversorgung klimafreundlich und gleichzeitig krisensicher zu gestalten. Der radikale Ausbau der Elektromobilität belastet zunehmend das Stromnetz und führt vereinzelt zu Versorgungsengpässen.

Die zunehmende Umweltproblematik verstärkt den gesellschaftlichen Trend zu weniger Individualität, mehr Regionalität und bewusstem Konsum. Insbesondere die jüngere Generation steht neuen Mobilitätskonzepten wie Shared Mobility offen gegenüber und zeigt eine sinkende Wertschätzung für den individuellen Fahrzeugbesitz. Shared Mobility-Konzepte etablieren sich zunehmend in Großstädten. Auch der Carsharing-Markt entwickelt sich zu einer attraktiven Alternative zum individuellen Fahrzeugbesitz. Die Automobilindustrie arbeitet mit öffentlichen Verkehrsbetrieben und Kommunen zusammen, um den öffentlichen Nahverkehr zu fördern und aktive Mobilität wie Radfahren und Zufußgehen zu unterstützen.

Mit dem vorzeitigen Ausstieg aus dem Verbrennungsmotor sind in Deutschland viele qualifizierte Mitarbeiter mit Kompetenzen im klassischen Antriebsbereich gefährdet. Der Umschulungsbedarf ist enorm. Die Regierung plant den schrittweisen Aufbau ganzer Umschulungszentren.

### Die Situation im Jahr 2040

Das Jahr 2040 ist in Deutschland von alternativer Mobilität geprägt. Fahrzeuge mit klassischem Verbrennungsmotor sind weitgehend aus Deutschland verschwunden. Emissionsfreie Fahrzeuge, darunter batterieelektrische, wasserstoffbetriebene und andere alternative Antriebe, sind zum Standard geworden. Der Individualverkehr geht deutlich zurück. CO<sub>2</sub>-Grenzwerte werden erstmals unterschritten.

Das Verbrenner-Aus in Verbindung mit weiteren Maßnahmen hat in Deutschland Wirkung gezeigt. Erstmals werden in Deutschland die CO<sub>2</sub>-Grenzwerte nicht überschritten. Weltweit hat sich die Situation jedoch weiter verschärft. Um die Erderwärmung einzudämmen und die vielfältigen Ökosysteme zu erhalten, werden mit der Einführung der Green Deal Strategie 2.0 die Nachhaltigkeitsanforderungen weiter verschärft. Ab einer bestimmten Unternehmensgröße ist eine CO<sub>2</sub>-freie Produktion vorgeschrieben. Außerdem müssen alle in der Automobilindustrie verwendeten Materialien eine bestimmte Recyclingquote (> 50 %) aufweisen.



Der massive Ausbau der Elektromobilität hat in Deutschland zu einer gut ausgebauten Infrastruktur und einem breiten Angebot unterschiedlicher Antriebskonzepte auf dem Mobilitätsmarkt geführt. Dabei dominieren vor allem rein batteriebetriebene Fahrzeuge (BEV), gefolgt von wasserstoffbetriebenen Fahrzeugen (FCEV). Durch Technologiesprünge bei der Herstellung synthetischer Kraftstoffe finden auch E-Fuels zunehmend Anwendung. Mit der Einführung einer Rohstoffpolitik hat die EU weltweit Rohstoffabkommen mit wichtigen Ländern geschlossen, um die Rohstoffsicherheit zu gewährleisten. Durch die Weiterentwicklung digitaler Technologien wie Blockchain-Anwendungen findet eine umfassende Vernetzung und Transparenz zwischen Zulieferern und OEMs statt.

Das hohe Umweltbewusstsein der Bevölkerung hat in Deutschland zu einem deutlichen Rückgang des Individualverkehrs geführt. Die Ausgaben für ein eigenes Auto sind um 50 % gesunken. Die Sharing Economy hat sich als integraler Bestandteil der Automobilbranche etabliert. Die Mehrheit der Menschen nutzt Mobilitätsdienste und teilt sich Fahrzeuge, was zu einer deutlichen Reduzierung der Fahrzeuge auf den Straßen und zu weniger Staus führt.

Auch in diesem Szenario besteht ein hoher Fachkräftemangel, insbesondere im IKT-Bereich. Mit vereinfachten, digitalisierten Einreiseverfahren und attraktiven Arbeitsbedingungen versucht Deutschland, internationale Fachkräfte für den IKT-Bereich zu gewinnen.

	Technologisch	Sozial	Ökologisch	Politisch	Wirtschaftlich
<b>Intensität</b>					
<b>Ausprägungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaum technologische Fortschritte in der Batterietechnologie. Lithium-Ionen Batterien beherrschen weiterhin den Markt.</li> <li>• Reichweiten von Elektrofahrzeugen können nur minimal gesteigert werden.</li> <li>• Auch im Bereich Wasserstoff gibt es keine merklichen Technologiesprünge</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Steigende Umweltproblematik verstärkt den Trend in der Gesellschaft zu weniger Individualität/mehr Regionalität &amp; bewussteren Konsum.</li> <li>• Insbesondere die jüngere Generation ist ggü. neuen Mobilitätskonzepten wie Shared Mobility offen</li> <li>• In Bevölkerung ist eine sinkende Wertschätzung zum individuellen Fahrzeugbesitz erkennbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klimaziele werden in Deutschland und in der EU nicht erreicht. Die 1,5 Grad-Grenze wird nach allen Prognosen überschritten</li> <li>• Extremwetterereignisse haben in Länge und Häufigkeit zugenommen und gefährden die Gesundheit der Bevölkerung.</li> <li>• Globale Lieferketten sind zunehmend von den extremen Ereignissen betroffen und werden fragiler.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgrund der Verfehlung der Klimaziele wird es drastische Verschärfungen von CO<sub>2</sub>-Regulierung geben.</li> <li>• Die Regierung führt City-Mauten, Umweltzonen und Fahrverbote ein</li> <li>• Es steht die Diskussion im Raum das Verbrenner-Aus vorzeitig einzuführen</li> <li>• Gleichzeitig wird der Ausbau von Elektrofahrzeugen durch die Regierung nun massiv vorangetrieben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der massive Ausbau der BEV-Produktion hat zu Rohstoffengpässen geführt</li> <li>• Benötigung hoher Anteile technologischer Metalle. Starke Abhängigkeit von Rohstofflieferungen</li> <li>• Im Lieferantenauswahlprozess spielt die Recyclingfähigkeit der Produkte und Materialien eine zentrale Rolle</li> <li>• Kreislauforientierte Alternativen werden zunehmend bedacht</li> </ul>

Tabelle 3: Zusammenfassung des dritten Szenarios

## Handlungsempfehlungen für die Zulieferbranche

Dieses Szenario ist stark von klimapolitischen Veränderungen geprägt, wodurch das Thema Nachhaltigkeit in der Automobilindustrie weiter an Bedeutung gewinnt. Die Recyclingfähigkeit von Bauteilen sowie zirkuläre Fahrzeugkonzepte spielen eine zentrale Rolle und stellen traditionelle Geschäftsmodelle in Frage. Getrieben durch den gesellschaftlichen Trend zu weniger Individualität werden Shared Mobility und Carsharing-Konzepte immer populärer. Zudem hat die Elektromobilität durch die Politik einen enormen Schub erhalten.

Aus diesem Szenario ergeben sich mehrere Implikationen für die Zulieferindustrie in der Region. Erstens erfordert die intensive Förderung der Elektromobilität durch die Politik eine Anpassung und Erweiterung der technologischen Kompetenzen, insbesondere bei Komponenten für Elektrofahrzeuge. Zulieferer sollten konsequent darüber nachdenken, wie sie Teil der batterieelektrischen Wertschöpfungskette werden und neue Geschäftsfelder im Bereich der Elektromobilität erschließen können. Hierbei kann unter anderem die dichte Wissenslandschaft in NRW wertvolle Unterstützung bieten. Mit ihrer hohen Kompetenz im Bereich der Elektromobilität und vielfältigen Kooperationsangeboten können Unternehmen Hilfestellungen erhalten und den Aufwand für umfangreiche Entwicklungsaktivitäten reduzieren.

Eine weitere Implikation dieses Szenarios ist die aktive Integration und Weiterentwicklung von Kreislaufwirtschaftsansätzen. Bereits heute fordern Gesetze wie die CSRD von vielen Unternehmen eine umfassende Berichterstattung über die Umweltauswirkungen ihrer Geschäftstätigkeit. Durch die Nutzung von Kreislaufwirtschaftsansätzen können sowohl auf Prozess- als auch auf Produktebene Potenziale erschlossen werden, die zu Wettbewerbsvorteilen führen. Da diese Ansätze häufig nur im Verbund mit mehreren Akteuren entlang der Wertschöpfungskette gelingen, eröffnen sich zudem neue regionale Kooperationsmöglichkeiten mit Akteuren vor- und nachgelagerter Prozesse.

Der gesellschaftliche Trend zu weniger Individualität könnte zu einer Abnahme der Variantenvielfalt bei Automobilen führen, so dass Standardisierung und die damit verbundene Kosteneffizienz auch in diesem Szenario eine zentrale Rolle spielen. Effizienzsteigerungen sind insbesondere im derzeitigen Kerngeschäft voranzutreiben. Dies beinhaltet insbesondere die Optimierung der Produktionsprozesse und des Ressourceneinsatzes.

A photograph of an industrial facility, likely a steel mill, with several tall smokestacks emitting thick, dark smoke. The scene is set against a dramatic, orange-hued sky, suggesting a sunset or sunrise. The smokestacks are silhouetted against the bright light, and the overall atmosphere is one of intense industrial activity and environmental impact.

# Szenario IV: Der Weg in eine Post-Globalisierung

## Die Situation im Jahr 2030

Im Jahr 2030 ist die Welt von geopolitischen Spannungen und Protektionismus geprägt. Vielfältige Krisen, wie der politische Kurswechsel in den USA, der Russland-Ukraine-Krieg und der Nahostkonflikt, führen zu einer globalen Rezession. OEMs bauen zunehmend regionale Produktionsnetzwerke auf. Lokale Zulieferer werden zu wichtigen Innovationstreibern. Die Abschottung der Märkte führt zu technologischer Stagnation, so dass Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor auch 2030 noch einen signifikanten Marktanteil bei den Neuzulassungen haben.

Geopolitische Konflikte, schwaches Wirtschaftswachstum und technologische Stagnation sind die Stichworte für das Jahr 2030. Die Welt befindet sich in einer Phase des Protektionismus. Handelsbeschränkungen nehmen zu und führen zu einer zunehmenden De-Globalisierung. Die Weltmächte USA und China konzentrieren sich auf ihre Heimatmärkte, schließen regionale Handelsabkommen und fördern massiv die lokale Produktion. Dies führt zu einer Fragmentierung der globalen Lieferketten, was die Komplexität und das Risiko von Unterbrechungen erhöht. Um die Widerstandsfähigkeit zu erhöhen, fördert die EU die Entwicklung regionaler Produktionsnetzwerke. Die OEMs sind dazu übergegangen, große Teile der Wertschöpfungskette in ihr Leistungsspektrum zu integrieren und die lokale Produktion auszubauen. Statt weltweit zu produzieren, werden die Fahrzeuge in lokalen Werken gefertigt. Die Automobilindustrie baut zunehmend enge Partnerschaften mit lokalen Zulieferern auf, um die Abhängigkeit von globalen Lieferketten zu reduzieren. Regionale Zulieferer werden zu wichtigen Innovationstreibern.

Der zunehmende Protektionismus hat zu einer Stagnation in der Technologieentwicklung geführt. Die eingeschränkte globale Zusammenarbeit und der mangelnde Wissensaustausch haben die Innovationsfähigkeit der Automobilindustrie beeinträchtigt und die Entwicklung der Elektromobilität in der EU stark verlangsamt. Ausbleibende Technologiesprünge bei der Batterieentwicklung sorgen dafür, dass die Produktion weiterhin sehr kosten- und energieintensiv ist. Auch der Ausbau der Digitalisierung leidet unter der De-Globalisierung. Insbesondere bei KMU ist der Nutzungsgrad noch sehr gering.

Die hohe Rohstoffabhängigkeit der EU gefährdet die Produktion von Elektrofahrzeugen, da China und andere Länder zur Sicherung der eigenen Versorgung enorme Zölle auf bestimmte Technologiematerialien erhoben haben. Die Zahl der neu zugelassenen Elektrofahrzeuge liegt unter 20 %. In Deutschland und der EU dominieren weiterhin Fahrzeuge mit klassischem Verbrennungsmotor.

Die Abschottung der Märkte führt für Deutschland zu einer starken Reduzierung des BIP, das bisher als Exportland zu einem großen Teil vom Außenhandel gelebt hat.

## Die Situation im Jahr 2040

Im Jahr 2040 befindet sich die Welt in einer Postglobalisierungsphase. Die Automobilindustrie hat sich von globalen Lieferketten gelöst und enge Partnerschaften mit lokalen Zulieferern aufgebaut. Die Produktionskapazitäten in Deutschland sind daher stark rückläufig. Die OEMs investieren verstärkt in den BRICS-Staaten und bauen dort regionale Fertigungen auf. Gleichzeitig bleibt die Entwicklung der Elektromobilität hinter den Erwartungen zurück.

Als Folge des Protektionismus ist die Welt in die Phase der Postglobalisierung eingetreten. Die massive staatliche Förderung lokaler Produktion in den BRICS-Staaten hat dazu geführt, dass die OEMs verstärkt neue regionale Produktionszentren in Amerika, China und Indien aufbauen und etablieren. Mit der stark rückläufigen außereuropäischen Exportquote lösen die OEMs ihren Hauptstandort Deutschland zunehmend auf, was zu einer Verringerung der Produktionskapazitäten und der globalen Wettbewerbsfähigkeit führt.

Aufgrund anhaltender technologischer Stagnation und fehlender Investitionen werden in den bestehenden Produktionszentren in Deutschland und der EU weiterhin überwiegend Fahrzeuge mit klassischem Verbrennungsmotor hergestellt. Dadurch bleibt die Entwicklung der Elektromobilität deutlich hinter den Erwartungen zurück. Nur knapp 30 % aller neu zugelassenen Fahrzeuge in der EU sind reine Elektrofahrzeuge.

Die Technologieführerschaft im Bereich der Elektromobilität hat sich in Asien gefestigt. Neue Innovationszentren und Forschungseinrichtungen haben sich etabliert und sind führend in der Entwicklung alternativer Antriebssysteme. Fehlende globale Vernetzung und divergierende regulatorische Prioritäten behindern jedoch weiterhin den technologischen Fortschritt, so dass auch global betrachtet die Entwicklung der Elektromobilität hinter den Erwartungen zurückbleibt.



## Szenario IV: Der Weg in eine Post-Globalisierung

Die begrenzte Verfügbarkeit von Materialien und Fahrzeugen bei gleichzeitig steigender Nachfrage nach lokal produzierten Modellen hat zu einem deutlichen Preisanstieg der Modelle in Deutschland geführt. Die höheren Kosten haben zu einem veränderten Nutzungsverhalten in der Gesellschaft geführt, wodurch alternative Mobilitätslösungen wie Carsharing, ÖPNV und Mitfahrgelegenheiten attraktiver geworden sind.

Der Wegfall Deutschlands als wichtigster Produktionsstandort hat tiefgreifende Auswirkungen auf die heimische Wirtschaft und den Arbeitsmarkt. Durch den langsamen Wandel zur Elektromobilität und den Rückgang der Produktionskapazitäten entsteht in Deutschland ein Überangebot an Kompetenzen, die nicht mehr benötigt werden. Der Strukturwandel in der Branche führt dazu, dass eine Vielzahl von Arbeitskräften umgeschult und neue Beschäftigungsfelder geschaffen werden müssen.

	Technologisch	Sozial	Ökologisch	Politisch	Wirtschaftlich
Intensität					
Ausprägungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stagnation in der Technologieentwicklung</li> <li>• Innovationsfähigkeit der Automobilindustrie beeinträchtigt und Ausbau der Elektromobilität in der EU verlangsamt</li> <li>• Technologiesprünge in der Batterieentwicklung bleiben aus</li> <li>• Ausbau der Digitalisierung leidet, insbesondere in KMU bleibt der Anwendungsgrad gering</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgrund der geopolitischen Lage herrscht eine Unsicherheit in der Bevölkerung wodurch der Konsum sinkt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Deutschland und der EU dominieren weiterhin Fahrzeuge mit klassischem Verbrennungsmotor</li> <li>• Das festgelegte Ziel der Bundesregierung, mind. 15 Millionen voll-elektrische Pkws auf Deutschlands Straßen zu bringen, wurde deutlich verfehlt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geopolitische Konflikte, Phase des Protektionismus</li> <li>• Handelsbeschränkungen nehmen zu</li> <li>• EU fördert den Ausbau regionaler Produktionsnetzwerke</li> <li>• Enorme Zölle auf einzelne technologische Materialien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwaches Wirtschaftswachstum</li> <li>• OEMs bauen lokale Fertigung aus und erhöhen die Fertigungstiefe</li> <li>• Globale Lieferketten werden fragmentiert</li> <li>• Enge Partnerschaften mit lokalen Zulieferern</li> <li>• Regionale Zulieferer werden wichtige Impulsgeber für Innovation</li> </ul>

Tabelle 4: Zusammenfassung des vierten Szenarios

## Handlungsempfehlungen für die Zulieferbranche

Dieses Szenario ist insbesondere durch geopolitische Spannungen und Protektionismus gekennzeichnet, die zu einer Fragmentierung der globalen Lieferketten und einer Stagnation der technologischen Entwicklung in der Automobilindustrie geführt haben. Die OEMs haben ihre Fertigungstiefe deutlich erhöht und lokale Produktionszentren aufgebaut. Durch die De-Globalisierung kommt es in Europa zu einer zunehmenden Rohstoffknappheit und einem enormen Fachkräftemangel.

Für die exportorientierte Zulieferindustrie stellt die De-Globalisierung eine zweiseitige Entwicklung dar. Einerseits besteht die Gefahr, dass wichtige Absatzmärkte außerhalb Europas verloren gehen, was zu Umsatzeinbußen und einem Verlust an internationaler Wettbewerbsfähigkeit führen kann. Andererseits eröffnet die De-Globalisierung auch Chancen, sich von den Risiken und Unsicherheiten globaler Lieferkettenabhängigkeiten zu befreien. Diese Entwicklung kann Impulse für den Aufbau und die Etablierung regionaler Innovationscluster, Produktionsnetzwerke und Partnerschaften geben.

Darüber hinaus sollten mögliche Ansätze zur Umsetzung einer vertikalen Integration eingehend und sorgfältig geprüft werden, um globale Abhängigkeiten weiter zu reduzieren und gleichzeitig die Kontrolle und das Know-how über die Fertigungsprozesse deutlich zu erhöhen. Zulieferer sollten versuchen, sowohl vor- als auch nachgelagerte Prozesse in die eigene Wertschöpfungskette zu integrieren. In diesem Zusammenhang können Investitionen in fortschrittliche Produktionstechnologien und Automatisierung besonders vorteilhaft sein, um die Effizienz der integrierten Prozesse zu steigern und die Kosten auch bei kleineren Produktionslosgrößen zu senken.

Angesichts der in diesem Szenario vorherrschenden Rohstoffknappheit gilt es, die Potenziale der Nachhaltigkeit voll auszuschöpfen und umfassende Strategien zur Reduktion des Ressourcenverbrauchs sowie zur Steigerung der Energieeffizienz in der Produktion umzusetzen. Dies kann beispielsweise durch die Optimierung von Produktionsprozessen, den Einsatz ressourcenschonender Materialien und die Integration energieeffizienter Technologien erreicht werden. Ein zentraler Aspekt ist dabei die Entwicklung und Umsetzung von Recycling- und Wiederverwertungsverfahren für Materialien. Durch die Rückgewinnung und Wiederverwertung von Produktionsabfällen könnte der Bedarf an neuen Rohstoffen reduziert werden. Beispielsweise könnten Metalle, Kunststoffe und andere Wertstoffe aus Produktionsrückständen gewonnen und in den Produktionskreislauf zurückgeführt werden.

4

**Fazit**



Ziel der vorliegenden Studie ist es, auf Basis systematisch entwickelter, konsistenter Szenarien konkrete Handlungsempfehlungen für die regionalen Zulieferer unter Berücksichtigung globaler Einflüsse zu formulieren. Jedes Szenario hat einen anderen Schwerpunkt und bringt spezifische Herausforderungen mit sich, die bereits heute aktiv angegangen werden sollten, um sicherzustellen, dass die Automobil- und Zulieferindustrie in der Region auch in Zukunft ein führender Wirtschaftszweig bleibt. Dabei ist zu beachten, dass eine Überschneidung der einzelnen Szenarien zu erwarten ist, was die Komplexität der Lösungsentwicklung zusätzlich erhöht.

Insgesamt zeigen die Entwicklungen über alle Szenarien hinweg, dass die regionale Automobil- und Zulieferindustrie vor enormen Herausforderungen steht. Um die Wettbewerbsfähigkeit in NRW langfristig zu sichern und die Chancen, die sich aus den einzelnen Szenarien ergeben, effizient zu nutzen, muss die Branche als Ganzes handeln. Dies erfordert eine enge Kooperation und Verzahnung von Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. Für die Zulieferindustrie bedeutet dies insbesondere eine stärkere Bündelung der Kompetenzen in konsolidierten Verbänden, Netzwerken und Unternehmenskooperationen. Gerade vor dem Hintergrund zunehmender Marktvolatilitäten und Schwankungen in der Ressourcenverfügbarkeit, wie sie in den Szenarien 3 und 4 beschrieben werden, können regionale Zusammenschlüsse eine sinnvolle Lösung für die Industrie darstellen, um die Resilienz der Unternehmen zu erhöhen. In Nordrhein-Westfalen gibt es bereits eine Vielzahl von Netzwerken mit unterschiedlichen Schwerpunkten, die Unternehmen beim Aufbau und der Etablierung regionaler Kooperationen unterstützen. Ein Beispiel ist das Netzwerk "automotiveland.nrw", das sich auf die Förderung der Automobil- und Mobilitätswirtschaft in ganz Nordrhein-Westfalen konzentriert und mit verschiedenen Förderinstrumenten die Zusammenarbeit und den Wissensaustausch zwischen den Akteuren unterstützt. Darüber hinaus gibt es Netzwerke, die sich auf einzelne Regionen konzentrieren, wie das vom BMWK geförderte Transformationsnetzwerk "TrendAuto2030plus", das die Automobil- und Zulieferindustrie in der Region Aachen-Köln-Bonn-Gummersbach bei der Transformation unterstützt.

Aus technologischer Sicht wird in allen Szenarien deutlich, dass Digitalisierung, Elektrifizierung und Nachhaltigkeit zu den zukünftigen Kernkompetenzen der Automobil- und Zulieferindustrie gehören werden. Daraus ergeben sich verschiedene Handlungsempfehlungen. Dazu zählen die Schaffung digitaler Arbeitsplätze sowie die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften mit IT-Kompetenzen, die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle durch die aktive Integration von Daten in das Produkt, die Nutzung von Ansätzen der Kreislaufwirtschaft, die weitere Automatisierung und Digitalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette sowie die Erweiterung des Produkt- und Leistungsspektrums um den Bereich der Elektromobilität.

Gerade im Bereich Wasserstoff haben die Region und NRW das Potenzial, eine Vorreiterrolle einzunehmen. Aufgrund des hohen Wasserstoffbedarfs, insbesondere in der chemischen Industrie, verfügt die Region über ein etabliertes Wasserstoffnetzwerk und zahlreiche Akteure entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette. Aufgrund dieser zentralen Bedeutung verfügt die Region bereits heute über eine hohe Kompetenz in der Wasserstofftechnologie. Für Zulieferer eröffnen sich Chancen, die Potenziale des Wasserstoffs frühzeitig zu nutzen und lokale Partnerschaften aufzubauen und zu etablieren.

### Literaturverzeichnis

Beckmann, Klaus J.; Holzapfel, Helmut; Zebuhr, Yulika; Blumthaler, Wolfgang; Aschermayr, David (2024): Ankommen statt unterwegs sein. Projekt Integrierte Stadentwicklung und Mobilitätsplanung. München.

BMAS (2024a): CSR - Automobilindustrie. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Online verfügbar unter <https://www.csr-in-deutschland.de/DE/CSR-Allgemein/CSR-in-der-Praxis/Branchen/Automobilindustrie/automobilindustrie.html>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

BMAS (2024b): CSR - Lieferkettengesetz. Hg. v. Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). Online verfügbar unter [https://www.csr-in-deutschland.de/DE/Wirtschaft-Menschenrechte/Gesetz-ueber-die-unternehmerischen-Sorgfaltspflichten-in-Lieferketten/gesetz-ueber-die-unternehmerischen-sorgfaltspflichten-in-lieferketten.html?gclid=CjwKCAiA75itBhA6EiwAkho9ewdsIFf7Dc-PwWZYWD8SGNc5jrdPk5YGTS6QwEqelwjhBluDPw1CEJxoCNGUQAvD\\_BwE](https://www.csr-in-deutschland.de/DE/Wirtschaft-Menschenrechte/Gesetz-ueber-die-unternehmerischen-Sorgfaltspflichten-in-Lieferketten/gesetz-ueber-die-unternehmerischen-sorgfaltspflichten-in-lieferketten.html?gclid=CjwKCAiA75itBhA6EiwAkho9ewdsIFf7Dc-PwWZYWD8SGNc5jrdPk5YGTS6QwEqelwjhBluDPw1CEJxoCNGUQAvD_BwE), zuletzt geprüft am 31.01.2025.

BMWK (2023): Batteries Europe und Battery 2030+ veröffentlichen Research & Innovation Roadmaps. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Klima (BMWK). Online verfügbar unter [https://www.nks-kem.de/aktuelles/news/batteries\\_europe\\_und\\_battery\\_2030\\_veoeffentlichen\\_research\\_u\\_innovation\\_roadmaps](https://www.nks-kem.de/aktuelles/news/batteries_europe_und_battery_2030_veoeffentlichen_research_u_innovation_roadmaps), zuletzt geprüft am 31.01.2025.

BMWK (2025): Automobilindustrie. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Klima (BMWK). Online verfügbar unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Branchenfokus/Industrie/branchenfokus-automobilindustrie.html>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

BMZ (2023): Folgen des Klimawandels. Hg. v. Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ). Online verfügbar unter <https://www.bmz.de/de/themen/klimawandel-und-entwicklung/folgen-des-klimawandels-124774>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Boes, Andreas; Ziegler, Alexander (2021): Umbruch in der Automobilindustrie. Analyse der Strategien von Schlüsselunternehmen an der Schwelle zur Informationsökonomie.

Clausen, Jens; Grimm, Anna; Paff, Matthias (2022): Die erfolgreiche Transformation der Automobilbranche. Working Paper Forschungsförderung. Düsseldorf: Hans-Böckler-Stiftung (No. 253).

Detels, Gordon (2021): Mikrochips – das nächste große Wettrennen um Innovationsführerschaft in der Automobilindustrie hat begonnen. Dies verändert auch die bisherigen Lieferketten. Hg. v. Kearny. Online verfügbar unter <https://www.de.kearney.com/automotive/article/-/insights/entscheiden-mikrochips-das-n-c3-a4chste-gro-c3-9fe-wettrennen-wer-die-automobilindustrie-in-zukunft-anfu-cc-88hrt->, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Deutscher Bundestag (2017): Subventionen an die Automobilindustrie.

Die Bundesregierung (2023): So funktioniert der Ausbau der Ladeinfrastruktur | Bundesregierung. Hg. v. Die Bundesregierung. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/ausbau-ladeinfrastruktur-2165204>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Die Bundesregierung (2024a): Mehr Ladepunkte für E-Mobilität - Bundesregierung. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/suche/ladepunkte-in-deutschland-1884666>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Die Bundesregierung (2024b): Verbrennermotoren ab 2035 nur im Betrieb CO<sub>2</sub>-frei. Hg. v. Die Bundesregierung. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/europa/verbrennermotoren-2058450>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Die Bundesregierung (2024c): Zentrale Fortschritte der Digitalstrategie | Bundesregierung. Online verfügbar unter <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/digitalisierung/digitalisierung-in-der-praxis-2223104>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Die Landesregierung Nordrhein-Westfalen (2018): Der Klimawandel ist in Nordrhein-Westfalen sichtbar und spürbar. Online verfügbar unter <https://www.land.nrw/pressemitteilung/der-klimawandel-ist-nordrhein-westfalen-sichtbar-und-spuerbar>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Emilsson, Erik; Dahllöf, Lisbeth (2019): Lithium-Ion Vehicle Battery Production Status 2019 on Energy Use, CO<sub>2</sub> Emissions, Use of Metals, Products Environmental Footprint, and Recycling.

Europäische Kommission (2020): Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in the EU - a foresight study.

Europäische Kommission (2023): Verordnung über harmonisierte Vorschriften für einen fairen Datenzugang und eine faire Datennutzung sowie zur Änderung der Verordnung (EU) 2017/2394 und der Richtlinie (EU) 2020/1828 (Datenverordnung). 2023/2854. Online verfügbar unter [https://germany.representation.ec.europa.eu/news/eu-vorschriften-fur-einen-fairen-datenzugang-und-eine-faire-datennutzung-kraft-2024-01-11\\_de](https://germany.representation.ec.europa.eu/news/eu-vorschriften-fur-einen-fairen-datenzugang-und-eine-faire-datennutzung-kraft-2024-01-11_de), zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Europäische Kommission (2024): Wertschöpfungsketten für Elektrofahrzeuge in China. Online verfügbar unter [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip\\_24\\_3231](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/de/ip_24_3231).

Frieske, Benjamin; Huber, Alexander; Stieler, Sylvia; Mender, Laura (2022): Zukunftsfähige Lieferketten und neue Wertschöpfungsstrukturen in der Automobilindustrie. Stuttgart: e-mobil BW GmbH - Landesagentur für neue Mobilitätslösungen und Automotive Baden-Württemberg.

Grimm, Anna; Paff, Matthias (2022): Transformation der Wertschöpfung in der Automobilbranche. Teilbericht Arbeitspaket 4: Entwicklungen im Regime.

Hölzer, Anne; Wilbert, Franziska (2019): Integriertes Mobilitätskonzept für den Rheinisch-Bergischen Kreis. In: Rheinisch-Bergischer Kreis, Der Landrat, Referat für Presse und Kommunikation.

Huber, Felix; Schwedes, Oliver (2021): „Autos und Stadtraum“. In: Thilo Becker, Jan Deuster, Angela Francke, Felix Huber, Oliver Mietzsch, Claudia Nobis et al. (Hg.): HKV - Handbuch der kommunalen

## Literaturverzeichnis

Verkehrsplanung. Strategien, Konzepte, Maßnahmen für eine integrierte und nachhaltige Mobilität. 91. Ergänzungslieferung. Berlin/Offenbach: Wichmann.

IFR (2023): One Million Robots Work in Car Industry Worldwide – New Record. International Federation of Robotics (IFR). Frankfurt. Online verfügbar unter <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/one-million-robots-work-in-car-industry-worldwide-new-record>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Institut der Wirtschaftsprüfer in Deutschland e. V. (2022): Die neue Mobilität. Trends und Herausforderungen im Automobilssektor. Düsseldorf.

Jansen, Ulrich; Koska, Thorsten; Müller, Miriam; Schäfer-Sparenberg, Carolin (2016): Mobilität in Nordrhein-Westfalen. Situation und Zukunftsperspektiven. Berlin: Rosa-Luxemburg-Stiftung.

KBA (2024): Pressemitteilungen - Fahrzeugzulassungen im Dezember 2023 - Jahresbilanz. Hg. v. Das Kraftfahrt-Bundesamt. Online verfügbar unter [https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Fahrzeugzulassungen/2024/pm01\\_2024\\_n\\_12\\_23\\_pm\\_komplett.html](https://www.kba.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/Fahrzeugzulassungen/2024/pm01_2024_n_12_23_pm_komplett.html), zuletzt geprüft am 31.01.2025.

Lichtblau, Karl; Kempermann, Hanno; Bähr, Cornelius; Ewald, Johannes; Fritsch, Manuel; Kohlisch, Enno; Zink Benita (2021): Zukunft der Automobilwirtschaft in Nordrhein-Westfalen. Status quo, Trends, Szenarien. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft Köln Consult GmbH.

Lierzer, Sven; Schumann, Detlef (2020): Digitalisierung und autonomes Fahren: Treiber eines neuen Mobilitätssystems. Eine Analyse der Einflussfaktoren auf die Marktdurchdringung eines Megatrends im Automobilbereich.

Nobis, Claudia; Kuhnimhof, Tobias (2018): Mobilität in Deutschland - MiD Ergebnisbericht. Bonn.

Nobis, Claudia; Kuhnimhof, Tobias; Follmer, Robert (2018): Mobilität in Deutschland Kurzreport. Verkehrsaufkommen – Struktur – Trends. Bonn.

S&P Global Mobility (2023): Light Vehicle Production Forecast.

Stiftung Arbeit und Umwelt der IG BCE (2019): Die beschäftigungspolitischen Implikationen des Automobilssektors für die chemische, die gummi- und kunststoffverarbeitende Industrie. Berlin.

VDA (2024): Automobilindustrie ist Investitions-Spitzenreiter. In: Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA), 2024. Online verfügbar unter <https://www.vda.de/de/aktuelles/artikel/2023/forschung-und-entwicklung>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.

VDA (2025): Pkw-Markt in Deutschland 2024: Elektro-Produktion mit neuem Rekord – massiver Einbruch bei E-Neuzulassungen. Hg. v. Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA). Online verfügbar unter [https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2024/240104\\_PM\\_Pkw\\_Produktionszahlen\\_Dezember\\_2023](https://www.vda.de/de/presse/Pressemeldungen/2024/240104_PM_Pkw_Produktionszahlen_Dezember_2023), zuletzt geprüft am 30.01.2025.

Zukunftsnetz Mobilität NRW (2024): Wofür wir stehen. Online verfügbar unter <https://www.zukunftsnetz-mobilitaet.nrw.de/wofuer-wir-stehen>, zuletzt geprüft am 31.01.2025.



## Bildnachweise

Titelseite:	Unsplash - Marc-Olivier Jodoin
S. 3-4:	Adobe Stock - Kenny
S. 7-8:	Unsplash - Headway
S. 9-10:	Pixabay - Tik_Pitak
S. 19:	Pexels - ThisIsEngineering
S. 27-28:	Adobe Stock - aerial-drone
S. 29:	Pixabay - TungArt7
S. 34:	Adobe Stock - Erika
S. 39:	Unsplash - Harrison Hargrave
S. 41:	Unsplash - Possessed Photography
S. 49-50:	Unsplash - Michael Scott

## Layout und Satz



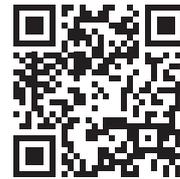
**Rafael Rabe**  
Technik- und Innovationskommunikation, M.Sc.  
rafael.rabe@th-koeln.de

## Rechtliche Hinweise

Diese Publikation ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Bearbeitung der Inhalte, auch auszugsweise, ist ohne ausdrückliche schriftliche Genehmigung des Autors nicht gestattet, es sei denn, es handelt sich um eine Nutzung im Rahmen der gesetzlichen Bestimmungen. Für die Verwendung von in dieser Publikation enthaltenem Material, das von Dritten stammt und möglicherweise gesondert lizenziert ist, ist eine separate Genehmigung der jeweiligen Rechteinhaber erforderlich. Für die Verwendung von urheberrechtlich geschütztem Material, das in dieser Publikation enthalten ist und nicht durch diese Lizenz abgedeckt ist, müssen die Rechteinhaber direkt kontaktiert werden, um die Erlaubnis zur Weiterverwendung einzuholen. Der Autor übernimmt keine Haftung für Schäden, die aus der Nutzung der in dieser Publikation enthaltenen Informationen resultieren.

## Kontakt

Transformationsnetzwerk TrendAuto2030plus  
info@trendauto2030.de  
Gustav-Heinemann-Ufer 54  
50968 Köln



trendauto2030plus.de

## Impressum

TH Köln  
Claudiusstr. 1  
50678 Köln  
Postanschrift  
Gustav-Heinemann-Ufer 54  
50968 Köln

T: + 49 221-8275-0  
F: + 49 221-8275-3131  
E: poststelle@th-koeln.de

Die TH Köln (Technische Hochschule Köln) ist eine Körperschaft des Öffentlichen Rechts. Sie wird durch die Präsidentin Prof. Dr. Sylvia Heuchemer gesetzlich vertreten.

Zuständige Aufsichtsbehörde:  
Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen  
Völklinger Str. 49  
40221 Düsseldorf  
T: +49 211-896-04  
F: +49 211-896-4555  
<http://www.wissenschaft.nrw.de/>  
Umsatzsteuer-Identifikationsnummer gem. § 27a Umsatzsteuergesetz:  
DE 122653679



**TrendAuto**  
2030plus