



# Resiliente Wertschöpfung in der Automobilproduktion

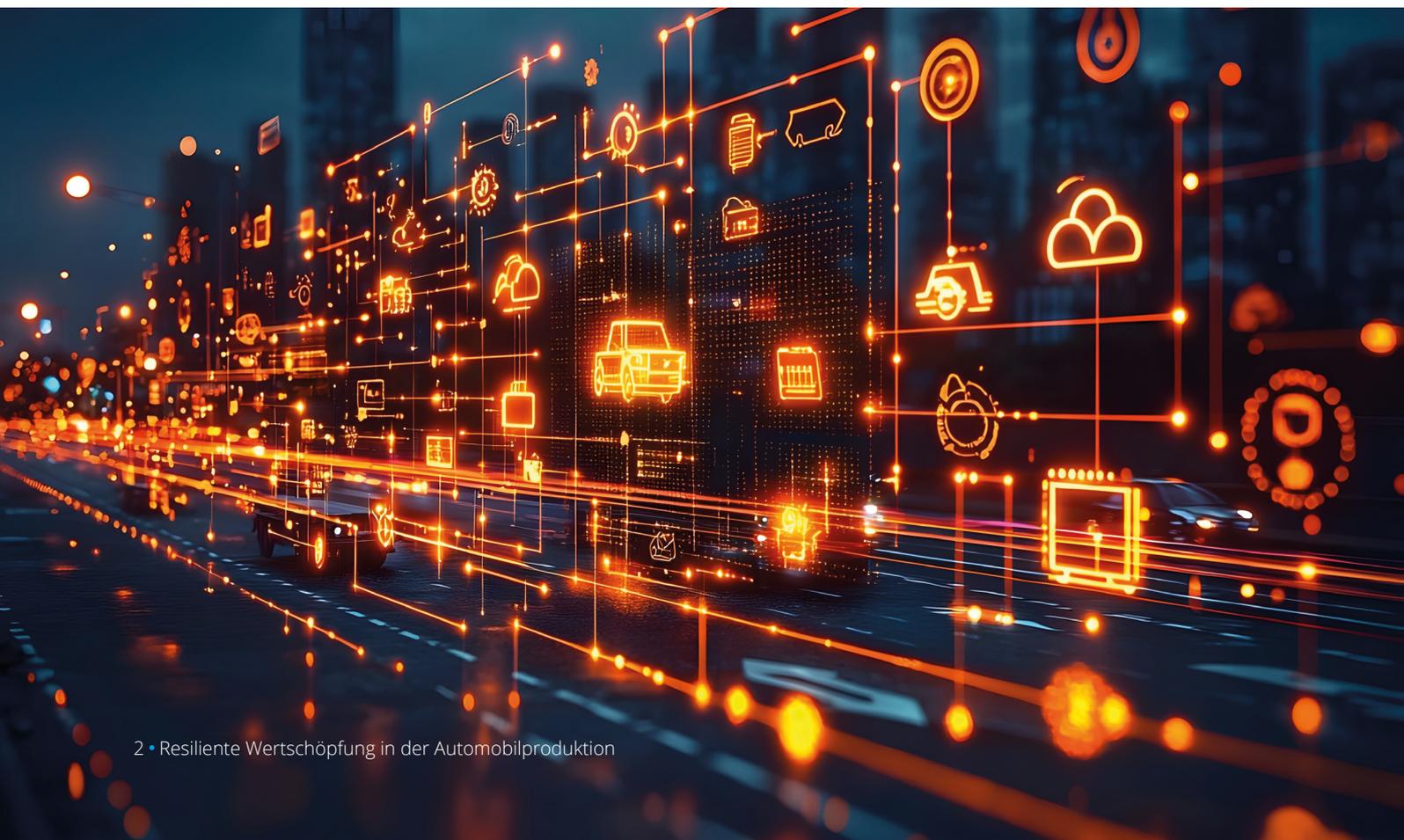
# Vorwort

Die fortschreitende Globalisierung von Produktionskapazitäten und der damit einhergehende verstärkte Wettbewerb üben einen maßgeblichen Einfluss auf die ökonomische Situation produzierender Unternehmen in Deutschland aus. Darüber hinaus erfolgt aus dem fortschreitenden Wandel der Absatzmärkte von Verkäufer- zu Käufermärkten eine hohe Marktdynamik. Die daraus resultierenden, volatilen Marktanforderungen werden von produzierenden Unternehmen in der Regel mit umfassenden Flexibilisierungsmaßnahmen beantwortet, welche eine Adaption ihrer Produktionssysteme ermöglichen. Soziotechnische Systeme – Arbeitssysteme, in denen Mensch und Maschine zielgerichtet zusammenwirken – bedürfen eines Mindestmaßes an Stabilität, um bspw. Arbeitssicherheit zu gewährleisten, Mitarbeiter dauerhaft zu binden und als attraktive Arbeitgeber gute Arbeitsbedingungen bieten zu können. Für den Produktionsstandort Deutschland sind daher geeignete Strategien zur Erfüllung dieser heterogenen Anforderungen von großer Bedeutung. [16]

Die sich in einem kontinuierlichen Wandel befindlichen Märkte rund um das Automobil bilden den

Hintergrund des Projekts DiserHub. Im Mittelpunkt steht dabei die Transformation zur verbesserten und nachhaltigeren Nutzung von Automobilen durch digitale Services und datengetriebene Geschäftsmodelle.

Im Rahmen des Projekts DiSerHub verfolgen fünf beteiligte Akteure (FIR e. V. an der RWTH Aachen; IfA Institut für Automobilwirtschaft; Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion, Universität Paderborn, TuCed An-Institut für Transfer und Weiterbildung GmbH) das Ziel, digitale Dienstleistungen und neue, datengetriebene Geschäftsmodelle zu etablieren, welche sich auf die Nutzungsphase von Automobilen fokussieren. Die Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion stellt sich dem Thema der digitalen Produktions- und Servicesysteme im After-Sales-Geschäft. Diese werden aus bestehenden Forschungs- und Innovationsaktivitäten zusammengestellt, strukturiert und in On-Demand- und Live-Formaten angeboten. Ziel ist es, die digitale Transformation der Automobilhersteller zu unterstützen und dabei Resilienz zu fördern.



# Inhalt

Vorwort .....	2
Einleitung .....	4
Flexibilität in der Produktion .....	6
Robuste Lieferketten durch Transparenz und Echtzeitfähigkeit .....	10
Lokalisierung und Regionalisierung .....	13
Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft.....	14
Risikomanagement und Notfallplanung.....	16
Fazit und Zusammenfassung.....	18
Literaturverzeichnis.....	19
Abbildungsverzeichnis .....	21

## Impressum

### Autor\*innen

Simon Burger, Annegret Schimmang-Esche  
Fraunhofer-Allianz autoMOBILproduktion

### Satz und Design

FIR e. V. an der RWTH Aachen

### Bildnachweise

S. 1: © pilipphoto – stock.adobe.com  
S. 2: © Thares2020 – stock.adobe.com  
S. 5: © Nano Photos – stock.adobe.com  
S. 7: © Adi – stock.adobe.com  
S. 8/9: © Daria – stock.adobe.com  
S. 11: © dyshlivenko – stock.adobe.com  
S. 12: © Thanaseth – stock.adobe.com  
S. 13: © apisit – stock.adobe.com  
S. 15: © Nazia – stock.adobe.com  
S. 17: © sizsus – stock.adobe.com  
S. 18: © Akash Tholiya – stock.adobe.com  
S. 19/20: © Abas – stock.adobe.com

## Lizenzbestimmung/Copyright

Open Access: Dieses Whitepaper wird unter der Creative-Commons-Lizenz ‚CC BY-SA 4.0 – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 International‘ veröffentlicht.



Projekt DiSerHub  
FIR e. V. an der RWTH Aachen  
Campus-Boulevard 55 | 52074 Aachen

E-Mail: [projekt.DiSerHub@fir.rwth-aachen.de](mailto:projekt.DiSerHub@fir.rwth-aachen.de)  
[diserhub.de](http://diserhub.de)

Stand: 09.2025

# Einleitung

Unternehmen, die sich in einem turbulenten Arbeitsmarktumfeld bewegen, sehen sich mit ausgeprägten und oft auch abrupten Veränderungen konfrontiert, die im alltäglichen Geschäftsleben vorkommen. Extrem kurzfristig auftretende, jedoch tiefgreifende Veränderungen, wie beispielsweise die Corona-Pandemie (ab 2019) [19], Handelskrisen (2018) [5] oder globale Finanzkrisen (2008) [4] stellen eine neue Dimension der Belastung dar. Auch Veränderungen, die sich aus dem Klimawandel ergeben, sind in diesem Kontext zu nennen. Als exemplarisches Beispiel kann hier die Hochwasserkatastrophe im Juli 2021 angeführt werden. [7] Einige Unternehmen erhöhen bereits ihre Resilienz, um auf unvorhergesehene äußere Einflüsse zeitnah reagieren zu können und genügend Stärke zu entwickeln, um mit plötzlichen Veränderungen umgehen zu können.

Die Automobilindustrie sieht sich mit einer Reihe von Herausforderungen konfrontiert, darunter neue

Antriebstechnologien, neue Wettbewerber und neue Absatzmärkte. In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, wie die Branche auf diese Veränderungen reagieren kann. Im Anschluss soll das Thema Resilienz hinsichtlich der Automobilindustrie betrachtet und mögliche Szenarien aufgezeigt werden.

Resilienz spielt im Automobilsektor in sämtlichen Geschäftsbereichen eine große Rolle. In Abbildung 1 sind Teilbereiche dargestellt, in denen Resilienz dazu beitragen kann, unvorhergesehene Schwankungen des Marktes abzufangen. Daher wird in jedem Bereich ein Fallbeispiel für mögliche Resilienzstrategien, wie sie von Automobilherstellern oder OEMs angewendet werden, aufgezeigt.



Abbildung 1: Betrachtete Faktoren, die in der Automobilindustrie die Resilienz erhöhen können



# Flexibilität in der Produktion

Die Automobilindustrie ist folglich gefordert, ihr Produktangebot so zu modifizieren, dass es den Herausforderungen der Zukunft gewachsen ist. Dabei sind auch in der Produktion neue Wege zu beschreiten. [12] Die Fähigkeit, sich an Veränderungen anzupassen, setzt voraus, dass das jeweilige System potenziell auf derartige Entwicklungen vorbereitet ist. Diesbezüglich ist die Gesamtheit aller Handlungsoptionen von Relevanz, die bei der Bewältigung von Veränderungen zum Einsatz gelangen könnten. Das Flexibilitätspotenzial lässt sich wie folgt definieren: „Das Flexibilitätspotenzial einer Organisation ist die Gesamt-

heit aller vorhandenen Handlungsoptionen, welche genutzt werden, um einen Flexibilitätsbedarf befriedigen zu können“. [16] Dadurch ergeben sich neben wirtschaftlichen Vorteilen auch die Möglichkeiten, schneller auf Kundenbedürfnisse einzugehen und dadurch wettbewerbsfähig zu bleiben. Für die Bewertung von Störungsarten im Bereich des produzierenden Gewerbes wird eine Umfrage der TU Darmstadt aus dem Jahr 2025 herangezogen, die zeigen soll, welche Geschäftsbereiche als anfällig gelten.

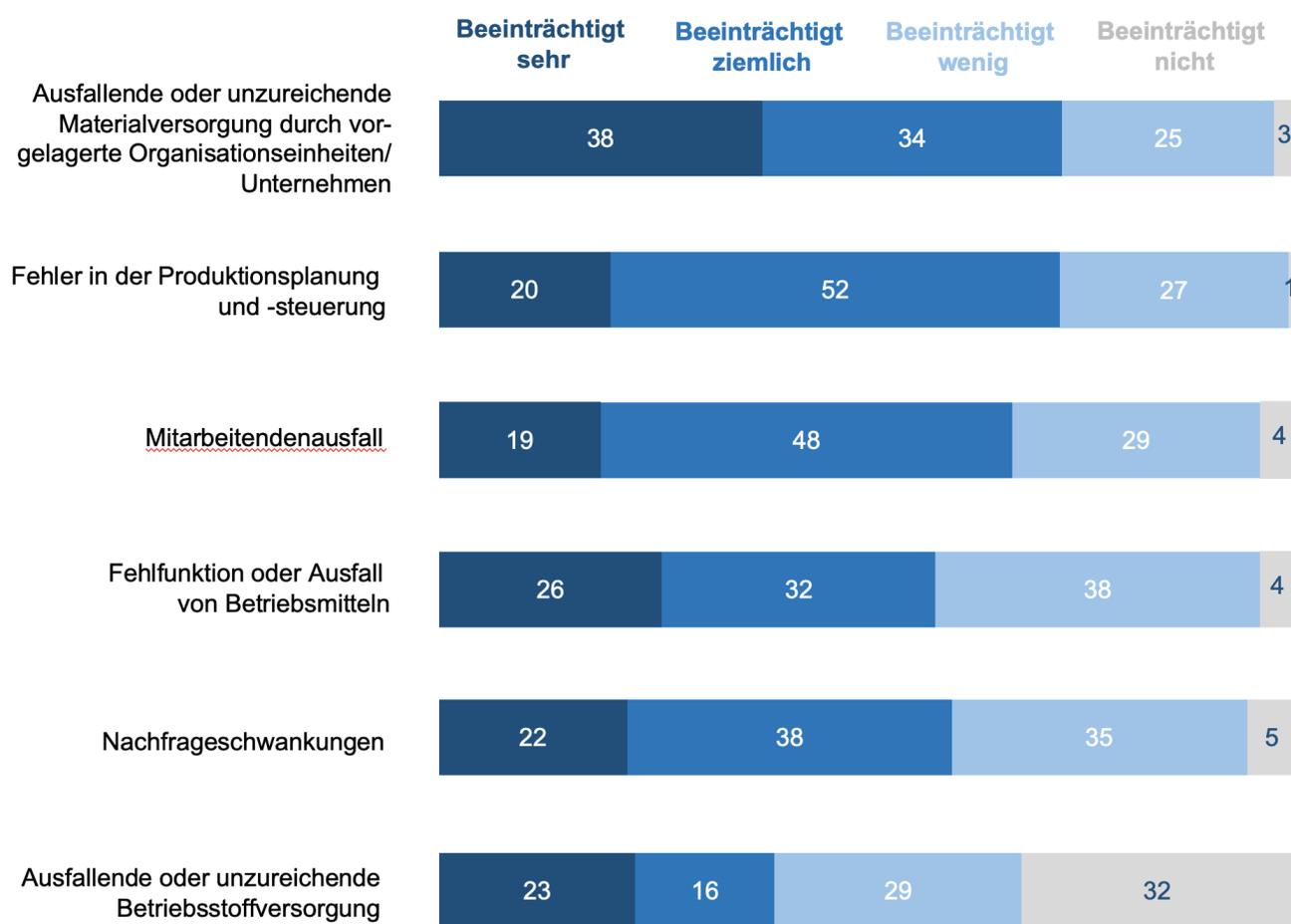


Abbildung 2: Störungsarten in der Produktion [2]





Der Studie nach sehen produzierende Unternehmen eine unzureichende Materialversorgung als größtes Risiko im Rahmen der Produktherstellung. Im Anschluss soll anhand des Fallbeispiels „Halbleiterknappheit“ auf Reaktionen von Automobilherstellern eingegangen werden.

Während Tesla der Halbleiterknappheit mit dem Einsatz neuer Firmware entgegentritt und dadurch versucht, den Mangel zu umgehen, setzt Ford auf eine gezielte Auftragsfertigung, um die Schwankungen im Chipfluss besser steuern zu können. Da weniger Fahrzeuge bei den Händlern stehen, behält das Unternehmen einen klareren Überblick über die tatsächliche Nachfrage. Die Auftragsbank vereinfacht das industrielle System, indem sie eine präzise Vorhersage ermöglicht, welche Ressourcen wann benötigt werden. So kann Ford flexibel auf extreme Auftragsschwankungen reagieren – wie etwa in den USA Ende des zweiten Quartals 2021, als die Nachfrage rund siebenmal höher lag als im Vorjahr. Ford ist bestrebt, mit dem Einsatz der Auftragsbank die Fahrzeugbestände

zwischen 50 und 60 Tagen zu halten. In den Jahren nach der Finanzkrise reichte der Vorrat lediglich zwischen 20 und 40 Tagen, wobei der maximale Auftragsbestand in den USA bei 1.000 bis 2.000 Einheiten pro Monat lag. Nur drei Jahre später sind es 70.000 Einheiten, Tendenz steigend. Dabei ist die stärkere Betonung der Auftragsfertigung nur ein Teil eines umfassenden Vorstoßes von Ford, die Lagerbestände des Unternehmens zu erhöhen. Gerade in unsteten Produktionszeiten ist es zielführend, auch kritische Teile auf Lager zu legen, Dual-Sourcing zu betreiben und die Austauschbarkeit von Konstruktionen in Fällen von Single-Sourcing zu ermöglichen. [13] Jedoch wird Resilienz im Bereich der Produktion nicht nur so verstanden, Prozesse und Vorgänge anzupassen, sondern auch im Rahmen einer Risikoabschätzung gesellschaftliche und politische Entwicklungen mit in die Unternehmensstrategie einfließen zu lassen. Als Beispiel, wie Unternehmen von äußeren Einflüssen gelenkt werden, wird auf die Antriebstechnologien eingegangen.



Die Automobilindustrie unterliegt einem Transformationsprozess, der durch den Einsatz neuer Antriebstechnologien geprägt ist. Neue Anforderungen geben die Maßgaben für die Produktionsprozesse vor. Auch hier muss ein Produktionssystem auf die neuen Anforderungen angepasst werden, um flexibel auf wechselnde Marktsituationen reagieren zu können. In diesem Abschnitt wird zunächst der Bezugsrahmen zur strategischen Planung erläutert. Dieser kann in vier Schritte gegliedert werden und beginnt mit der Detektion von Unsicherheiten. Je nach Nachfrage an alternativen Antriebstechnologien kann die Verfügbarkeit neuer Antriebstechnologien geklärt werden. Darauf aufbauend wird im zweiten Schritt die Definition grundlegender Charakteristika bestimmt. Dabei spielt neben der Festlegung von Größenklasse und Antriebstechnologie potenziell realisierbarer Fahrzeugkonzepte auch Performance-Indikatoren (Herstellkosten und CO<sub>2</sub>-Emissionen) eine große Rolle. Aus der Auswahl von Fahrzeugprojekten und den geschätzten Produktionsstückzahlen können im dritten Schritt Cycle-Pläne abgeleitet werden. Sie dienen als

Basis für die Bewertung ökonomischer und ökologischer Kennzahlen und definieren die Rahmenbedingungen für die Hersteller-Settings vor dem Hintergrund unsicherer Zukunftsentwicklungen. Diese können unterschiedlichen Szenarien unterzogen werden, die wiederum die Geschäftsstrategie vorgeben (wird nur auf die neue Antriebstechnologie gesetzt oder wird das aktuelle Portfolio erweitert). Ebenso sind Annahmen zu Kosten für Entwicklungen und Aufbau von benötigten Kapazitäten und Produktionsressourcen abzuwägen. [8]

Resilienz in der Produktion heißt, die Marktsituation weltweit zu beurteilen, die gesellschaftlichen und politischen Vorgaben unterworfen ist. Daraus ergeben sich Produktionsstrategien, die es ermöglichen, flexibel auf diese Anforderungen zu reagieren, sei es durch ein großes Angebotsportfolio oder durch Versorgungssicherheit. Für die Sicherstellung der Versorgungssicherheit spielen robuste Lieferketten ebenfalls einen entscheidenden Faktor, da sie auch von äußeren Einflüssen geprägt sind.

# Robuste Lieferketten durch Transparenz und Echtzeitfähigkeit

Seit vielen Jahren wird in den Medien das Phänomen mit dem Schlagwort „Händlertod“ beleuchtet. Dabei handelt es sich nicht um eine in der Automobilindustrie spezifische Entwicklung, sondern es betrifft sämtliche Branchen. Im Autohandel hat bereits ein Wandel begonnen, der vom Eintritt neuer Akteure geprägt ist. Kunden wollen Autos mit allen Aspekten der Umweltfreundlichkeit, Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit. Vor dem Hintergrund begrenzter Ressourcen besteht die Kunst, Produkte anzubieten, die sowohl globalen als auch individuellen Ansprüchen und Bedürfnissen angepasst sind. Dabei nimmt Transparenz einen großen Stellenwert ein, da durch die Sichtbarkeit von Kunden- und Nachhaltigkeitsansprüchen zeitnah reagiert werden kann. [14] Die Gewährleistung der Lieferfähigkeit sowie die Steuerung der Lieferketten gewinnen für Automobilhersteller zunehmend an Bedeutung. Die Verantwortung der Zulieferer erstreckt sich von der Einhaltung von Kostenzielen und Qualitätsstandards bis hin zur Verkürzung von Entwicklungs- und Markteinführungszeiten sowie der Verbesserung der Nachhaltigkeit. Der Druck auf die Automobilindustrie, sich den veränderten Rahmenbedingungen anzupassen, nimmt zu. Die Ära des Verbrennungsmotors neigt sich dem Ende, während Elektromotoren und Software an Bedeutung gewinnen und zu entscheidenden Faktoren im Wettbewerb werden. Im Rahmen der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Automobilindustrie sind Hersteller und Zulieferer bestrebt, ihre Entwicklungszyklen zu verkürzen, neue Fertigungstechnologien zu implementieren und die Komplexität von Modellen, Bauteilen und Prozessen zu reduzieren. Gleichzeitig manifestiert sich bei Kunden ein zunehmend individualisiertes Bedürfnis nach Mobilität. Der Markteintritt von Technologiekonzernen sowie die Etablierung alternativer Mobilitätsformen konfrontieren die Branche mit neuen Herausforderungen. Zudem formulieren Gesetzgeber immer strengere Anforderungen an die ökologi-

sche, wirtschaftliche und soziale Nachhaltigkeit. Der Wandel in der Branche lässt sich durch sechs Schlüsselfaktoren beschreiben: [11]

- Kürzere Entwicklungszyklen und neue Fertigungstechnologien
- Reduzierung der Bauteilkomplexität und zunehmende Funktionsintegration
- Vorwärtsintegration der Zulieferer als Marktzugang für Tech-Giganten
- Kostengünstige Mobilität einerseits, Individualisierung andererseits
- Nachhaltige Lieferketten und Kreislaufwirtschaft
- Volatilität im Welthandel

In der Konsequenz manifestiert sich die Prägung der Gestaltung und Optimierung von Prozessen und Strukturen im Gebiet der Logistik und deren Implementierung in andere Branchen. Es erfolgt zunächst eine Skizzierung des Aufbaus der automobilen Lieferkette, bevor die Konzepte und Strategien der Beschaffung präsentiert werden [15]. In diesem Abschnitt wird die Widerstandsfähigkeit von Lieferketten ebenfalls am Fallbeispiel des Halbleitermangels betrachtet. Allerdings werden hier auf Entstehungsfaktoren des Halbleitermangels und die Lieferkettenstrategie der OEMs eingegangen, wie sie auf diesen Missstand während der CORONA-Pandemie reagiert haben. Der Halbleitermangel in der Automobilindustrie kann auf mehrere Faktoren zurückgeführt werden. Die herbeigeführten Produktionsausfälle sind nur ein Faktor, die unter anderem zu reduzierter Nachfrage und teilweisen Stornierungen von Halbleiterartikeln führte. Im gleichen Zeitraum zeigte sich eine Nachfragever-



schiebung, da Elektronikprodukte wie Laptops, Tablets oder Smartphones von dem Trend im Homeoffice zu arbeiten beflügelt wurden. Durch die Ausrichtung der Halbleiterhersteller ihre Kapazitäten in Richtung Produktion von Halbleitern für Chips für diese Art von Geräten, waren Halbleiter für die Automobilindustrie nur noch begrenzt verfügbar. Ein weiterer Faktor ist die Komplexität und Stabilität von Lieferketten, da das Netz der Automobilindustrie global und komplex gestaltet ist. Die Bestellung von Halbleiterartikeln wie komplexe Chips haben eine Vorlaufzeit von sechs bis neun

Monaten. Hier zeigt sich deutlich, wie der Begriff Resilienz in Bezug auf die Lieferketten und die Herausforderungen einer globalisierten Supply Chain interpretiert wird. Diese Herausforderung zu meistern steht im engen Zusammenhang mit dem Begriff „Transparenz“. Die Schaffung eines Überblicks über Bestände, Lieferzeiten oder Verzögerungen sind genauso wichtig wie die lückenlose Verfolgung von Warenströmen und Aufträgen. Durch die transparente Darstellung können Abweichungen erkannt und potenzielle Leistungsstörungen im Vorfeld identifiziert werden. Dadurch kann frühzeitig

auf Schwankungen reagiert werden, wobei maßgeblich der Austausch von Informationen in den Lieferketten der beteiligten Akteure erforderlich ist. Mit der Anwendung von digitalen Plattformen können Effizienz und Reaktionsfähigkeit durch die Erfassung von Daten in Echtzeit und die lokale Ablage in einem Knotenpunkt ermöglicht werden [8]. Bei der Digitalisierung von Supply Chains greifen Unternehmen oftmals auf den weit verbreiteten Ansatz der sogenannten Supply Chain Control Tower (SCCT) zurück. Der SCCT fungiert als zentrale Drehscheibe für den Datenaustausch und ist meist cloudbasiert. Durch einen Korrelationsvergleich werden verwertbare Einblicke in potenzielle Störungen möglich und können das komplexe Lieferkettennetz organisieren. [1] Für eine erfolgreiche Bewertung der Robustheit von Lieferketten ist es zweckmäßig, dem SCCT von allen Beteiligten so viele Informationen wie möglich zu geben. So können interne Systeme wie Enterprise Resource Planning, Lagerverwaltungssysteme oder Transportmanagementsysteme verknüpft und auch externe Daten von Lieferanten, Kunden und Logistikdienstleistern für die Steuerung der Lieferketten verwendet werden. Diese Daten können dann im SCCTs aggregiert und transformiert und mit unterschiedlichen Analysen (deskriptiv, diagnostisch, prädiktiv oder präskriptiv) ausgewertet werden. [9]

Die Geschwindigkeit, mit der Innovationen den Markt erobern, hat sich beschleunigt. Die Generierung eines bislang ungeahnten Potenzials ist jedoch möglich, indem das Fahrzeug als Datenlieferant dient. [10] Dazu zählt die Diversifikation der Liefe-

ranten, die geografische Verteilung der Produktionsstandorte und die Schaffung von Redundanzen bei den Rohstoffversorgungswegen. Unter robusten Lieferketten versteht man Liefernetzwerke, die so gestaltet sind, dass sie effizient und widerstandsfähig gegenüber verschiedenen Arten von Störungen sind, sei es durch natürliche Katastrophen, wirtschaftliche Schwankungen oder andere unvorhersehbare Ereignisse.

- **Umweltvorteile:**

Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks durch kürzere Transportwege und Einsatz lokaler Ressourcen.

- **Schnellere Marktanpassung:**

Nähe zum Markt ermöglicht schnelleres Reagieren auf Kundenwünsche und Markttrends.

- **Arbeitsplätze und Wirtschaft:**

Unterstützung der lokalen Wirtschaft durch Schaffung von Arbeitsplätzen.

- **Qualitätskontrolle:**

Direkter Einfluss und Überwachung der Produktionsqualität nach deutschen Standards.

- **Reduzierte Logistikkosten:**

Kürzere Transportwege für Materialien und fertige Produkte sparen Kosten und Zeit.

- **Image und Marke:**

Stärkung des „Made in Germany“ Labels, das weltweit für Qualität und Zuverlässigkeit steht.





# Lokalisierung und Regionalisierung

Entscheidungen für die Standortverlagerung bei der Herstellung von globalen Exportprodukten waren lange Zeit mit den günstigeren Produktionsbedingungen verbunden. Der größte Teil dieses Preisvorsprungs konnte durch die geringeren Arbeitslöhne ermöglicht werden. Allerdings entwickeln sich die Lohnkosten in der westlichen und östlichen Hemisphäre unterschiedlich schnell und kommen derzeit kaum noch zum Tragen. Die erkaufte Nachteile des globalen Sourcing beziehen sich primär auf die geschaffenen Abhängigkeiten, da Produkte aus den Ländern bezogen werden, in denen die Kostenvorteile noch weiterhin bestehen. Im Falle von Engpässen, Naturkatastrophen und politischem Wandel nehmen die Unsicherheiten bei der Beschaffung dieser Produkte weiterhin zu. Daher konzentrieren sich die wirtschaftlichen Aufholprozesse und Arbeitskämpfe auf lokale Cluster. [6] Die Annahme, dass die Digitalisie-

rung der Fertigung zu einer Rückverlagerung der Produktion in den globalen Norden begünstigt, stützt sich vor allem auf zwei Hypothesen. Zum einen auf die erwähnten Arbeitskostenunterschiede, die über die Digitalisierung irrelevant werden, und zum anderen kann die unmittelbare Nähe zu den Konsumenten dazu beitragen, flexibler und kundenorientierter zu agieren. Es sind nicht nur die OEMs betroffen, auch die Zulieferer stehen vor dieser Herausforderung. So hat 2021 beispielsweise die Kiekert AG die Produktion nach Deutschland zurückverlagert, um den lokalen Standort zu stärken und gezielter auf Marktveränderungen reagieren zu können. Ein weiterer Aspekt für diese Entscheidung war, dass die Entwicklungen Richtung zunehmender Elektrifizierung sowie Digitalisierung ging und Kiekert die Erfahrungen und das Know-how der langjährigen Mitarbeiter im Stammsitz benötigt. [1]

# Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft

Nachhaltigkeit wird im Kontext dieses Absatzes unter zwei Aspekten betrachtet. Zum einen wird die Nachhaltigkeit bezüglich Menschen und zum anderen Richtung Maschine bewertet. So wird Nachhaltigkeit im Bereich der Mitarbeiterentwicklung von Bildungs- und Gesundheitsfragen geprägt, die durch technische Lösungen ergänzt werden können. Im Folgenden Fallbeispiel soll gezeigt werden, wie BMW technische Lösungen als Schnittstelle zwischen Mensch und Maschine umsetzt und welche Vorteile dabei gewonnen werden.

Durch die Erhöhung der Sichtbarkeit entlang der gesamten Wertschöpfungskette können Unternehmen schnell auf Störungen reagieren. Echtzeit-Datenanalysen ermöglichen eine bessere Entscheidungsfindung und die Optimierung der Prozesse. In diesem Zusammenhang sei ein Projekt der BMW Group genannt, die einen von Boston Robotics entwickelten Roboterhund einsetzt. Der unter der Bezeichnung „SpOTTO“ im Einsatz befindliche vierbeinige Roboter wird im britischen BMW-Werk Hams Hall in der Motorenfertigung eingesetzt. Der autonome Roboterhund führt eine umfassende Inspektion des Werks durch, unterstützt die Instandhaltung und gewährleistet einen reibungslosen Produktionsablauf. Er ist mit visuellen, thermischen und akustischen Sensoren ausgestattet und bearbeitet einzigartige Anwendungsfälle. Einerseits werden durch den Einsatz des Roboterhundes Daten für den digitalen Zwilling des Werks gesammelt, andererseits – und zeitgleich – bzw. zeitfüllend übernimmt er die Funktion eines Wachhundes bei der Instandhaltung. Die Erstellung und Weiterentwicklung des vollständig vernetzten digitalen Zwillings des Werks ist ein wesentlicher Bestandteil des Tätigkeitsbereichs von SpOTTO. Der digitale Zwilling ist auf drei Ebenen tätig:

- Auf der ersten Ebene erfolgt die Erstellung von 3D-Darstellungen des kompletten Werks.
- Die zweite Ebene umfasst eine umfangreiche Datenschicht, in die der autonome Roboterhund sowie Produktionsanlagen und IT-Systeme des Werks alle relevanten Informationen einspeisen.

- Auf der dritten Ebene, der Anwendungsebene, erfolgt eine Sortierung der gesammelten Daten durch spezielle Programme in verständliche und nachvollziehbare Einheiten.

Die Kombination dieser drei Ebenen resultiert in einem vollständig vernetzten, digitalen Zwilling, der sich durch seine Einzigartigkeit auszeichnet. Die Auswertung und Nutzung der Daten erfolgen durch die Expertinnen und Experten im Werk Hams Hall mittels spezieller Apps. Anwendungsbeispiele sind die Qualitätssicherung und die Produktionsplanung. Im BMW Group-Werk Hams Hall ist SpOTTO zudem darauf spezialisiert, undichte Druckluftleitungen in der Produktion zu identifizieren. Aufgrund des hohen Energiebedarfs von Druckluft kann eine Reduktion von Leckagen zu einer Senkung des Energieverbrauchs führen [3]. Anhand dieses Anwendungsfalls ist zu erkennen, wie über die Entwicklung neuer Robotersysteme mehr Transparenz und Überwachung von gesamten Hallenbereichen umgesetzt werden kann. Dadurch können Ressourcen gespart und unnötige Störungen von Maschinen vermieden werden. Außerdem trägt der Einsatz eines solchen Systems dazu bei, Mitarbeiter zu entlasten und sie effizienter einzusetzen. Für eine robuste Mitarbeiterführung sind noch weitere Punkte entscheidend: [18]

- Eine klare Kommunikation und Transparenz sind wesentliche Faktoren, um Mitarbeitende auf Veränderungen vorzubereiten und ihre Resilienz zu stärken. Dies erfordert eine offene und transparente Kommunikation seitens des Managements und der Führungskräfte. Die Bereitstellung klarer Informationen, regelmäßige Updates sowie die Einbindung der Mitarbeitenden in den Veränderungsprozess sind wesentliche Faktoren, die Vertrauen und Sicherheit fördern.
- Es obliegt den Unternehmen, ihre Mitarbeitenden weiterzubilden und zu schulen, um ihnen die erforderlichen Fähigkeiten und Kenntnisse für den Umgang mit neuen Technologien und Arbeitswei-



sen zu vermitteln. Eine gezielte Förderung ermöglicht es die Mitarbeitenden bei der Anpassung an die Anforderungen einer sich wandelnden Arbeitswelt zu unterstützen.

- Teamarbeit sowie der soziale Zusammenhalt ist ein wesentlicher Aspekt, der zur Resilienz der Mitarbeitenden beiträgt. Eine starke Teamkultur sowie ein unterstützendes Arbeitsumfeld sind dabei von entscheidender Bedeutung. Die Teamarbeit ermöglicht es den Mitarbeitenden, sich gegenseitig zu unterstützen, Herausforderungen gemeinsam zu bewältigen und eine höhere Resilienz aufzuweisen.
- Flexibilität und Wandel werden als Chancen betrachtet. Unternehmen sollten eine Kultur der Flexibilität und des Wandels fördern, in der Veränderungen als Chance betrachtet werden, anstatt als Bedrohung. Die Stärkung der Anpassungsfähigkeit und die Förderung der Resilienz von Unternehmen können durch die Ermutigung der Mitarbeitenden, Offenheit für neue Ideen und Veränderungen zu zeigen, erreicht werden.

# Risikomanagement und Notfallplanung

Der Begriff des Risikos hat zweifellos Eingang in eine Vielzahl von Disziplinen gefunden. In der Ökonomie wird in der Regel keine Differenzierung zwischen positiven und negativen Auswirkungen eines unsicheren Ereignisses vorgenommen. Unternehmerisches Risiko umfasst nicht nur die negativen Verluste, sondern auch die positiven Gewinne im Sinne einer Chance. Demgemäß bezieht sich Risiko allgemeiner auf die zufallsbehaftete Möglichkeit der Veränderung von Werten und Zahlungen bzw. ganz direkt auf die zufällige Veränderung. [20] In der Abbildung 10 sind die Top-10-Geschäftsrisiken für Unternehmen zusammengefasst.

Die Vorteile wachsender Vernetzung wie steigende Produktivität oder Flexibilisierung werden durch die Verschmelzung von IT (Informations-Technologie) und OT (Operative Technologie) getrübt, da eine erweiterte Angriffsfläche erzeugt wird. Dadurch können Kriminelle auf die Unternehmensnetzwerke zugreifen, Schadsoftware einschleusen und erhebliche wirtschaftliche Schäden verursachen. Die EU hat am 18. Im Oktober 2024 eine neue Cyber-Sicherheitsrichtlinie -NIS 2- eingeführt. Diese verbindliche Verordnung zwingt Unternehmen aus verschiedenen Sektoren, ihre Security-Strategie zu belegen und gesetzte Standards einzuhalten.

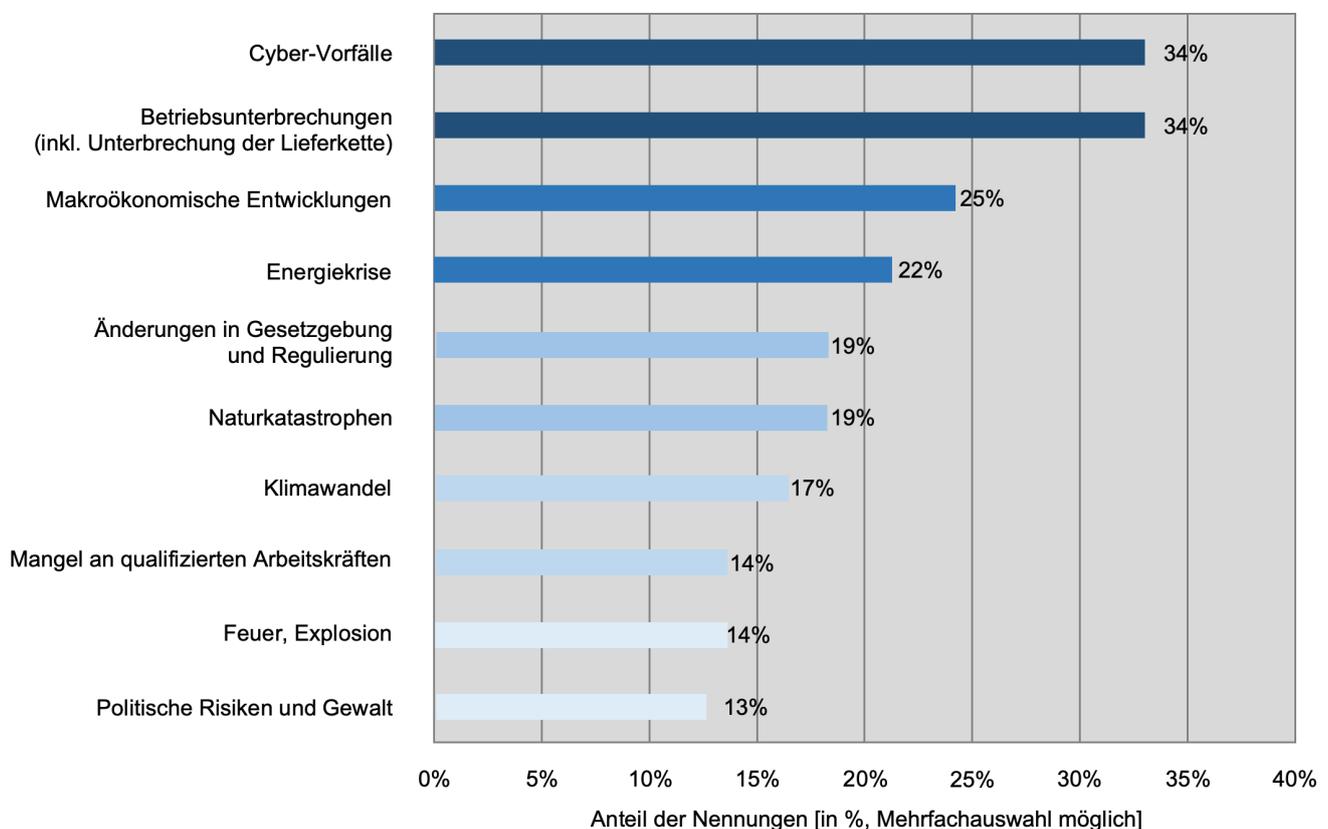


Abbildung 3: Risiken für Unternehmen [17]



Daher soll als Fallbeispiel im Bereich der Security-Strategie das Cyber-Security-Konzept von Phoenix Contact dienen. Dieses Sicherheitskonzept mit der Bezeichnung 360°-Security basiert auf abgestimmten technischen und organisatorischen Maßnahmen, die ineinandergreifend die Grundlage für den Schutz von Anlagen mit allseitiger Absicherung gewährleisten sollen. Die Sequenzierung von Bereichsabschnitten bietet die Möglichkeit, Viren oder andere Schadsoftware abzufangen, bevor sie in einem anderen Bereich wirksam wird. Im konkreten Anwendungsfall besteht die Möglichkeit, Störungen aus dem Office-Umfeld direkt in den Produktionsbereich zu übertragen. Die Trennung der Netzwerkbereiche ermöglicht die Installation von Firewalls zwischen Office-Umfeld und Produktionsbereich. Diese verhindern das Eindringen von Viren, lassen aber weiterhin eine sichere Kommunikation zu.

- **Kosten vs. Flexibilität:**

Die Implementierung von resilienten Systemen kann initial hohe Kosten verursachen, jedoch langfristig Kosteneinsparungen durch verbesserte Flexibilität und geringeres Risiko ermöglichen.

- **Datensicherheit und Cyber-Risiken:**

Mit zunehmender Digitalisierung und Vernetzung steigt das Risiko von Cyber-Angriffen, was eine zusätzliche Herausforderung für die Resilienz darstellt.

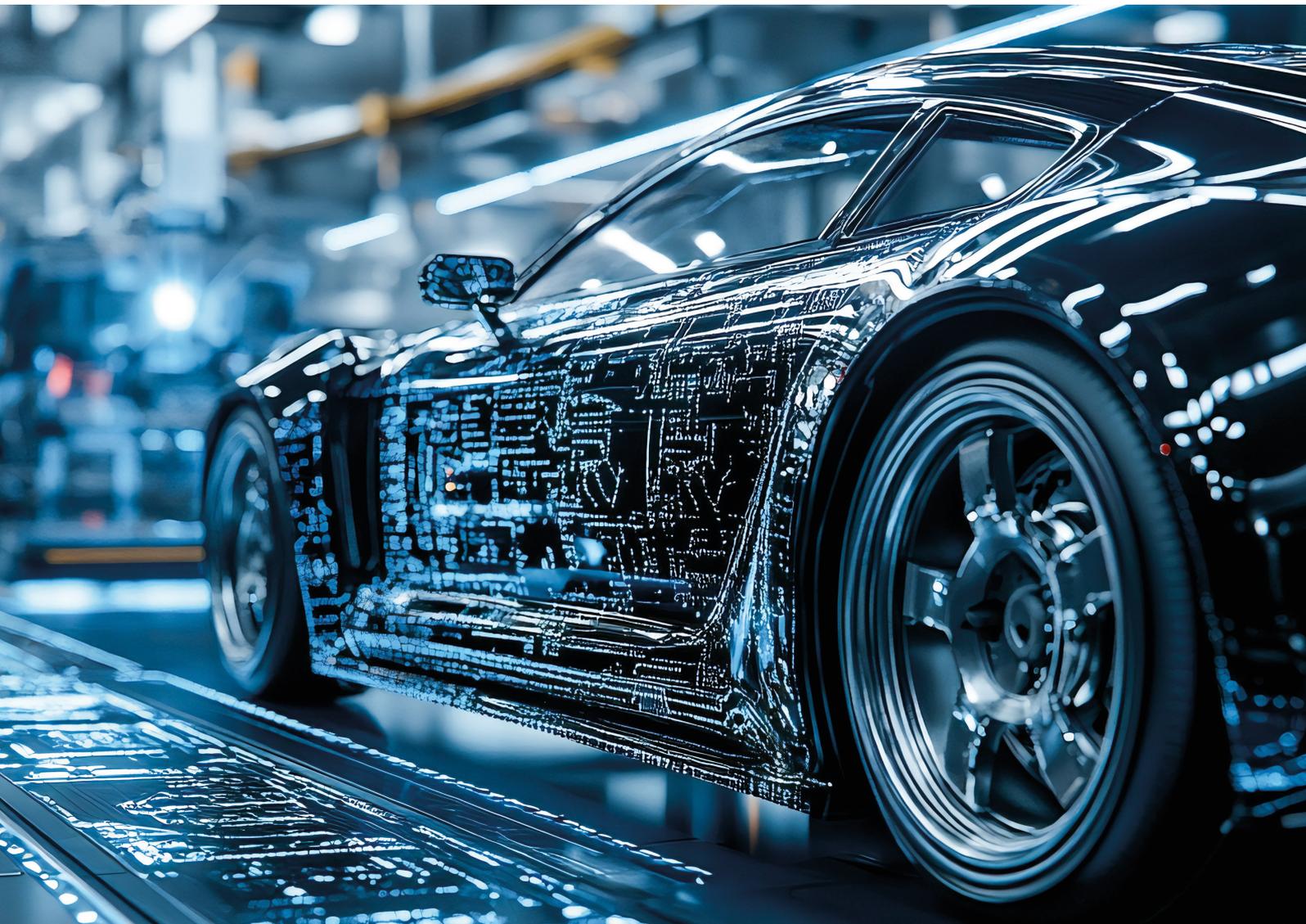
- **Mitarbeiterschulung u. Anpassungsfähigkeit:**

Die Schulung der Belegschaft für den Umgang mit neuen Technologien und die Förderung einer Kultur der Anpassungsfähigkeit sind entscheidend für den Erfolg.

# Fazit und Zusammenfassung

Die Automobilindustrie befindet sich im Wandel. Dabei ändern sich nicht nur Technologien rund um Fahrzeuge, sondern auch Dienstleistungen, die zukünftig als Teil der Geschäftsanteile gesehen werden müssen. Dabei können sich sowohl die OEMs als auch die Zulieferer hinsichtlich ihrer Resilienz rüsten. Die in diesem Zusammenhang genannten Faktoren und Fallbeispiele bieten eine Übersicht

über mögliche Strukturierungen, die für eine strategische Auslegung über Erfolg oder Misserfolg entscheiden können. So sind neben der flexiblen Gestaltung von Lieferketten, dem Einsatz von KI-basierten Systemen auch Themen der Regionalität und Nachhaltigkeit entscheidend. So können Risiken frühzeitig erkannt und frühzeitig auf Änderungen reagiert werden.



# Literaturverzeichnis

- [1] AKJ Automotive. 2025. Industriestandort Deutschland - Krisenzeiten für eine erfolgreiche Restrukturierung nutzen. <https://www.deutscherpresseindex.de/2025/03/18/industriestandort-deutschland-krisenzeiten-fuer-eine-erfolgreiche-restrukturierung-nutzen/>. Accessed 9 September 2025.
- [2] Bentz and Daniel. Resilienz in der industriellen Produktion – Eine Aufnahme der Ist-Situation.
- [3] BMW Group PressClub. 2024.000Z. „Brav, SpOTTO“: Robo-Dog scannt und überwacht Produktionsanlagen im BMW Group Werk Hams Hall. <https://www.press.bmwgroup.com/deutschland/article/detail/T0441679DE/%E2%80%9Ebrav-spotto%E2%80%9C:-robo-dog-scannt-und-ueberwacht-produktionsanlagen-im-bmw-group-werk-hams-hall?language=de>. Accessed 1 October 2024.492Z.
- [4] Bundeszentrale für politische Bildung. 2022. Globale Finanz- und Wirtschaftskrise 2008/2009. Bundeszentrale für politische Bildung (Jan. 2022).
- [5] Bundeszentrale für politische Bildung. 2022. Vershobene Machtverhältnisse: Handelskrieg zwischen China und den USA. Bundeszentrale für politische Bildung (Jan. 2022).
- [6] Butollo, F. and Staritz, C. 2022. Deglobalisierung, Rekonfiguration oder Business as Usual? COVID-19 und die Grenzen der Rückverlagerung globalisierter Produktion. Berliner journal für Soziologie 32, 3, 393–425.
- [7] Die Bundesregierung informiert | Startseite. 2024.000Z. Bericht zur Hochwasserkatastrophe 2021 □ Bundesregierung. <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/bericht-hochwasserkatastrophe-2021652>. Accessed 7 October 2024.115Z.
- [8] Hüls, C. 2022. Strategische Planung der Transformation Von Antriebsportfolios in der Automobilindustrie. Produktion und Logistik Series. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.
- [9] Jürgen Schwille, Tobias Straub, and Wolf Wenger. Resilientere Unternehmen, nachhaltigeres Wirtschaften – Lösungsansätze in Business und IT.
- [10] Lempp, M. 2022. Automobile Disruption und Die Urbane Mobilitätsrevolution. Das Geschäftsmodell 2030 überdenken. Springer Gabler. in Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Cham.
- [11] Lochmahr, A. 2023. Praxishandbuch Digitale Automobillogistik. Springer Vieweg. in Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.
- [12] Magna. 2024. Flexible Produktion in der Automobilindustrie durch Multi-OEM-Auftragsfertigung. <https://www.magna.com/de/stories/inside-automotive/2024/flexible-produktion-in-der-automobilindustrie-durch-multi-oem-auftragsfertigung>. Accessed 24 September 2024.
- [13] Matt, L. Ford shifts focus to built-to-order to mitigate semiconductor shortage's effects. In.



- [14] Parment, A. 2016. Die Zukunft des Autohandels. Vertrieb und Konsumentenverhalten Im Wandel - Wie das Auto Benutzt, Betrachtet und Gekauft Wird. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden.
- [15] Raith, C. AC16361278.
- [16] Schlick, C. M. 2014. Flexible Produktionskapazität Innovativ Managen. Handlungsempfehlungen Für Die Flexible Gestaltung Von Produktionssystemen in Kleinen und Mittleren Unternehmen. Springer Berlin / Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- [17] Statista. 2025. Größte Risiken für Unternehmen weltweit 2023| Statista. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/252051/umfrage/umfrage-zu-den-wichtigsten-geschaeftrisiken-fuer-unternehmen/>. Accessed 25 August 2025.
- [18] Tonn Casandra. 2025. Resilienz in der Arbeitswelt: Wie Unternehmen & IT die Anpassungsfähigkeit fördern können. <https://blog.hansevision.com/resilienz-in-der-arbeitswelt-wie-unternehmen-und-it-die-anpassungsf%C3%A4higkeit-f%C3%B6rdern-k%C3%B6nnen>. Accessed 9 September 2025.
- [19] Verein Deutscher Ingenieure. 2022. VDI\_TundM\_Resiliente\_Wertschöpfung. [https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/20659/1/VDI\\_TundM\\_Resiliente\\_Wertsch%C3%B6pfung.pdf](https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/20659/1/VDI_TundM_Resiliente_Wertsch%C3%B6pfung.pdf).
- [20] Wälder, K. 2017. Methoden zur Risikomodellierung und des Risikomanagements. SpringerLink Bücher. Springer Vieweg, Wiesbaden.



# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Betrachtete Faktoren, die in der Automobilindustrie die Resilienz erhöhen können .....	4
Abbildung 2: Störungsarten in der Produktion [2] .....	6
Abbildung 3: Risiken für Unternehmen [17] .....	16



Zuwendungsgeber:

Gefördert durch:



Förderkennzeichen: 16THB0004A

Laufzeit: 01.09.2022 – 31.12.2025

Projekträger:



VDI / VDE Innovation + Technik GmbH

5 Partner. 5 Standorte. 1 Netzwerk.



[diserhub.de](http://diserhub.de)