

Prozesstechnologische Trends und Treiber der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie

Die Treiber der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie

E. Uhlmann, M. Polte, J. Marquardt, M.-N. Fielers, O. Senyüz

ZUSAMMENFASSUNG Die Fahrzeug- und Zuliefererindustrie steht durch technologische, verbraucherspezifische und regulatorische Anforderungen vor einem tiefgreifenden Wandel. Um ihre Wettbewerbsfähigkeit in diesem dynamischen Umfeld zu erhalten, müssen Unternehmen sich kontinuierlich anpassen. In diesem Beitrag werden daher die Trends und Treiber dieser Transformation identifiziert. Zudem werden Schlüsselkaktoren vorgestellt, die für eine transformationsbeständige und wandlungsresistente Produktion entscheidend sind.

STICHWÖRTER

Elektrifizierung, Entwicklungstreiber, Produktionsprozesse

Process technology trends and drivers in the vehicle and supplier industry – The drivers of the vehicle and supplier industry

ABSTRACT The automotive and supplier industry is facing a profound change due to technological, consumer-specific and regulatory requirements. In order to maintain their competitiveness in this dynamic environment, companies must continuously adapt. This article therefore identifies the trends and drivers of this transformation. It also presents key factors that are decisive for transformation-resistant and change-resistant production.

1 Motivation

Die Fahrzeug- und Zuliefererindustrie steht vor einem erheblichen Wandel, der von zahlreichen Veränderungen und neuen Herausforderungen geprägt ist [1]. Neben der globalen Klimakrise erfordern technologische Fortschritte, sich verändernde Verbraucherpräferenzen und drängende Rohstoffknappheiten eine tiefgreifende Transformation sowie ein Umdenken von Mobilitätskonzepten [1]. Darüber hinaus werden getrieben durch politische Entscheidungen nach dem Jahr 2035 in Deutschland keine Fahrzeuge mit verbrennungsbasierten Antrieben mehr zugelassen und somit auch nicht mehr produziert [1]. Diese strengen Regularien, die steigende Nachfrage nach nachhaltiger Mobilität und der Trend zur Digitalisierung machen ein Überdenken der Geschäftsmodelle in der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie notwendig. Die traditionelle Fahrzeugproduktion, die jahrzehntelang die Branche dominiert hat, sieht sich nun einem Paradigmenwechsel gegenüber [2]. Von diesem umfangreichen Wandel sind die Produktionsprozesse in der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie direkt beeinflusst, weshalb mit Hinblick auf die bevorstehende Transformation Prozessketten in der Fertigung analysiert und mit dem Leitgedanken einer emissionsfreien Mobilität übereingebraucht werden müssen. Aufgrund der tiefgreifenden Veränderungen wird deutlich, dass die Branche und deren Unternehmen sich anpassen müssen, um den zukünftigen Anforderungen gerecht zu werden und gleichzeitig nachhaltiger, effizienter und kundenorientierter zu agieren [1].

Vor diesem Hintergrund ist das Projekt „Regionales Transformationsnetzwerk Berlin-Brandenburg (ReTraNetz-BB)“ gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klima-

schutz (BMWK) entstanden, welches die Unternehmen der Branche in der Region Berlin-Brandenburg bei der Transformation unterstützt. Es hat nicht nur die Realisierung einer emissionsfreien Mobilität zum Ziel, sondern auch die Etablierung einer schadstoffarmen Produktion und dabei die bestehenden Arbeitsplätze zu erhalten oder sie sogar auszubauen [3].

Zur Realisierung der Zielsetzung und Unterstützung der Unternehmen ist es essenziell, die Trends und Treiber der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie zu kennen. Dies ermöglicht es Unternehmen, sich optimal auf kommende Veränderungen vorzubereiten und die aktuelle Marktsituation besser einzuschätzen, was die Motivation dieser Arbeit widerspiegelt. In diesem Beitrag wird daher zunächst auf die IST-Situation in der Produktion der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie eingegangen. Anschließend werden die Begriffe Trends und Treiber definiert und voneinander abgegrenzt sowie die jeweiligen Trends und Treiber der Industrie vorgestellt. Auf dieser Grundlage ist es abschließend das Ziel, die Schlüsselkaktoren für eine transformationsbeständige Produktion zu identifizieren.

2 IST-Situation in der Produktion der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie

Um die Trends und Treiber der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie genau zu veranschaulichen, wird zunächst die IST-Situation in der Industrie dargestellt.

Der Verband der Automobilindustrie (VDA) beschreibt die Branche als einen Wirtschaftszweig, „welcher die Herstellung von Kraftwagen und deren Motoren, Sattelzugmaschinen, Anhängern, Aufbauten, Kraftfahrzeugteilen und -zubehör umfasst“ [4]. Da

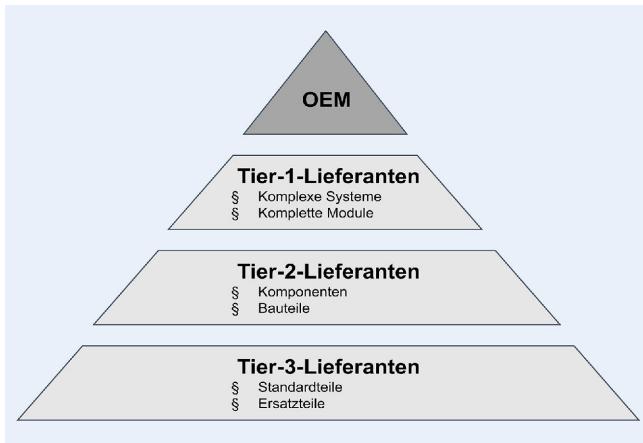


Bild 1. Struktur der Akteure. *Grafik: eigene Darstellung in Anlehnung an [5]*

diese Bezeichnung sehr technikzentriert ist, wird sie meist um Unternehmen ergänzt, die als Logistikdienstleister und/oder Zulieferer fungieren und/oder der Fertigung nachgelagert sind. Dementsprechend wird der Begriff Fahrzeug- und Zuliefererindustrie im weiteren Verlauf für Hersteller- und Zulieferunternehmen verwendet, die „an der Produktion, der Distribution, der Aufrechterhaltung, der Nutzungsfähigkeit und der letztendlichen Verwendung“ von Fahrzeugen beteiligt sind [5].

In diesem Kontext sind Fahrzeughersteller – original equipment manufacturer (OEM) – Unternehmen, die Eigen- oder Zulieferteile zu einem Gesamtfahrzeug montieren und dieses anschließend marktfähig vertreiben. Darüber hinaus sind sie für die Entwicklung der Fahrzeugarchitektur, die Systemintegration, die Teileproduktion sowie die Steuerung und Kontrolle der kompletten Wertschöpfungskette verantwortlich. Zulieferunternehmen versorgen eine in der Wertschöpfung nachgelagerte Produktionseinheit mit Vorprodukten, Dienstleistungen und Ressourcen, die für die Fertigung von Fahrzeugen benötigt werden [4]. Dabei werden diese Unternehmen nach ihrer Position im Wertschöpfungsprozess eingeteilt, **Bild 1**.

Durch den signifikanten Wandel der Industrie verändern sich auch deren Produktions- und Wertschöpfungsprozesse und damit die beschriebene Struktur der Industriekräfte.

Der Fertigungsprozess eines Fahrzeugs beginnt mit der Bereitstellung von Rohstoffen, Halb- und Werkzeugen sowie Anlagen für das Presswerk und den Rohbau [6]. Die Aufgabe des Presswerks besteht darin, aus den bereitgestellten Blechen, Blechteile für den Rohbau zu fertigen. Im Rohbau werden aus den ausgestanzten und vorgeformten Blechteilen die Karossen hergestellt [6]. An den Rohbau schließt sich die Lackiererei an. Die auf die Lackiererei folgende Teilefertigung wird häufig an Zulieferunternehmen ausgelagert [6]. In dem begleitenden Prozess der Motormontage werden die heutzutage noch verwendeten Verbrennungsmotoren produziert. Die Fertigung von elektrischen Motoren gleicht mehr der Teilefertigung, da diese Motorenart eine geringere Komplexität aufweist. Ein weiterer Begleitprozess ist die Batteriemontage. Am Ende des Fertigungsprozesses steht die Fahrzeugmontage sowie die Prüfung, Zertifizierung und Auslieferung des Fahrzeugs [6]. Diese Fertigungsbereiche variieren stark im Hinblick auf die eingesetzten Ressourcen, den Komplexitätsgrad, die Planungsmethoden und den Grad der Automatisierung. Dabei sind Teilefertigungen in der Regel einfacher struktu-

riert als beispielsweise die Endmontage [6]. Um die Komplexität und die Flexibilitätsanforderungen des 21. Jahrhunderts zu meistern, hat die modulare Produktion in den letzten Jahren zunehmend an Stellenwert gewonnen [7].

Trotz der Fortschritte bestehen weiterhin Optimierungspotenziale. Dabei müssen sich die einzelnen Unternehmen mit unterschiedlichen Herausforderungen auseinandersetzen, wobei eine hohe Varianz bezüglich des Spektrums der Maschinen sowie des Grads der Automatisierung besteht. Die meisten Unternehmen teilen jedoch ähnliche Potenziale, wie beispielsweise eine begrenzte Transparenz, hohe Lagerbestände und ungenaue Zeitpläne [8]. Oft gelingt es nicht, die Mitarbeitenden aktiv in den Veränderungsprozess einzubeziehen, was beispielsweise durch andere Prioritätensetzung und Erfolglosigkeit bei vergangenen Projekten begründet ist [8]. Zudem wird erst bei hohem Problemlösungsdruck ein Verbesserungsprozess eingeleitet. Jedoch fehlen dann die Zeit und Kapazitäten [9]. Das führt dazu, dass Mitarbeitende unsicher sind und sich von den Änderungsplänen ausgeschlossen fühlen, was wiederum zu Widerstandsverhalten führen kann. All diese Herausforderungen beeinflussen sich gegenseitig, so dass ihre Verbesserung Zeitaufwand und Engagement der Mitarbeitenden verlangt.

3 Begriffsabgrenzungen: Trends und Treiber

Zur Schaffung eines einheitlichen Verständnisses folgt zunächst die Definition der beiden Begriffe „Trends“ und „Treiber“.

Trends werden als übergreifende Veränderungsimpulse betrachtet, welche durch Innovationen sowie Wandlungsprozesse hervorgerufen werden und über einen Zeitraum von mehreren Jahren globale Umwälzungen in Verhaltensweisen, politischen Vorgaben und strategischen Geschäftsausrichtungen bewirken [11]. Demgegenüber sind Entwicklungstreiber modifizierbare Faktoren, Kräfte oder Ereignisse, die durch strategisches Handeln, Investitionen, Forschung und Entwicklung oder vorausschauendes Wissen aktiv beeinflusst werden können. Sie können somit als aktive Werkzeuge aufgefasst werden, um auf neue Trends zu reagieren oder diese zu formen [11].

4 Entwicklungstrends in der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie

Die identifizierten Trends der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie lassen sich nach ihren Charakteristiken sowie Auswirkungen auf die Branche unterteilen.

4.1 Ökologische Trends

In der emissionsstarken Fahrzeug- und Zuliefererindustrie sind die Themen der Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz und umweltfreundlichen Technologien von besonders hoher Relevanz. Der Zwischenstandbericht vom September 2023 der Agenda 2030, welche die bis 2030 zu erreichenden 17 Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen enthält, zeigt deutlich, dass das Umsetzungstempo zur Erreichung dieser Ziele erheblich beschleunigt werden muss [12]. Der bekannteste ökologische Trend ist die Entwicklung hin zu Elektrofahrzeugen. Die größten OEM der Industrie haben bereits mit der Transformation begonnen und die Verkaufszahlen der elektrischen Fahrzeuge verzeichnen einen stetigen Anstieg. So erhöhte sich der Marktanteil von batterieelektrischen

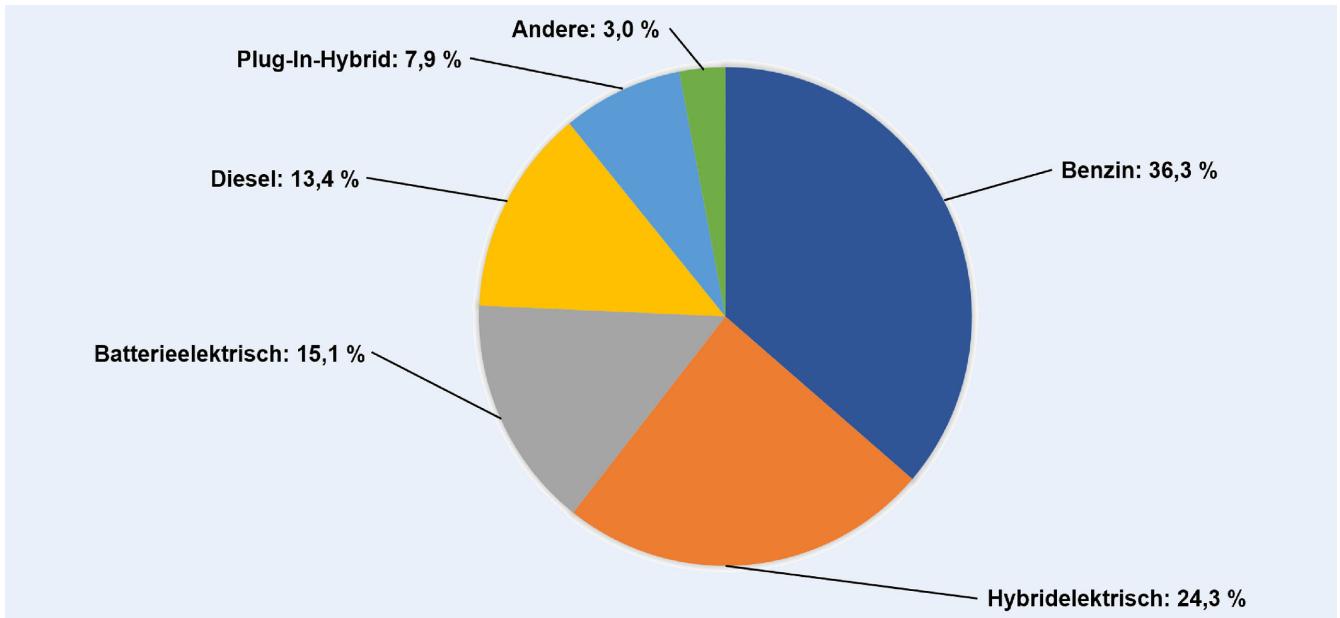


Bild 2. Marktanteile verschiedener Fahrzeugarten in der EU, Stand: Juni 2023. *Grafik: eigene Darstellung in Anlehnung an [13]*

schen Fahrzeugen in der Europäischen Union (EU) im Juni 2023 auf über 15 %, siehe **Bild 2**, und übertraf damit erstmals den Anteil von dieselbetriebenen Fahrzeugen [13].

Diese Entwicklung wird durch eine Reihe von Einflussfaktoren getragen, darunter beispielsweise eine wachsende Nachfrage nach umweltfreundlicheren Transportmöglichkeiten [14]. Die steigende Bedeutung der Nachhaltigkeit hat vor allem in Städten zu einer ausgeprägten Orientierung zu nutzungsbasierten Mobilitätsmodellen geführt, welche den klassischen Fahrzeugbesitz hinterfragen [15]. Dazu zählen Konzepte, wie das Car-Sharing, Ride-Sharing und Ride-Pooling [16]. Die Fahrzeuge dieser Konzepte sind bereits zahlreich auf den Straßen der Großstädte zu finden.

4.2 Demografische Trends

Zu den demografischen Trends zählen insbesondere die demografischen Veränderungen und die Urbanisierung, welche vielfältigen Einfluss auf die Branche haben. Neben einer zunehmend älter werdenden Gesellschaft und dem daraus entstehenden Fachkräftemangel verändert sich zudem das Konsumverhalten der Menschen, vor allem in Bezug auf das Automobil [17]. Die junge Generation zieht verstärkt in die urbanen Regionen, in denen die Probleme des Individualverkehrs den Besitz des eigenen Fahrzeugs immer unattraktiver machen [17]. Nicht nur in Städten steigt die Einwohnerzahl, auch weltweit wächst die Population. In den vergangenen drei Jahrzehnten stieg die Bevölkerung um rund zwei Milliarden Menschen [18]. Diese Entwicklungen verschärfen die städtischen Problematiken weiter und verstärken somit auch im Bereich der Mobilität die Forderung nach Veränderungen.

4.3 Regulatorische Trends

Die staatlichen Rahmenbedingungen werden immer strikter, nicht zuletzt im Bereich des Umweltschutzes, was den Druck auf die Fahrzeug- und Zulieferunternehmen erhöht, nachhaltige

Lösungen und Alternativen zu entwickeln [19]. Erschwerend für die traditionellen OEM der Industrie kommt hinzu, dass neue Akteure auf den Markt treten, insbesondere aus dem IT- und Finanzbereich. Durch die erhebliche Ausweitung des Softwareanteils in den Fahrzeugen können IT Unternehmen ihren Einfluss vergrößern oder zu bedeutenden Konkurrenten werden [4]. Auch Finanzinstitute können durch die neuen Vertriebsmodelle mehr Einfluss gewinnen [20]. Diese einschlägigen Änderungen beeinflussen die Struktur und Dynamik der Fahrzeugindustrie und erfordern strategische Anpassungen [20].

4.4 Technologische Trends

Die technologischen Trends schließen Themen wie die erwähnte Elektromobilität, das autonome Fahren, die Robotik sowie die Digitalisierung und Automatisierung ein. Der Grad der Automatisierung des Fahrzeugs lässt sich klassifizieren nach Funktionsvolumina der Automatisierungs- sowie Fahrassistenzsysteme und reicht von Level null (keine Automatisierung) bis Level fünf (fahrerloses Fahren) [21]. Bis das vollständig autonome Fahren erreicht wird, sind allerdings noch einige Herausforderungen, wie beispielsweise die Akzeptanz der Gesellschaft und offene ethische Fragestellungen, zu überwinden [16]. Die Digitalisierung spielt dabei eine immer bedeutendere Rolle. Es entstehen vernetzte Fahrzeuge, die miteinander kommunizieren und Daten generieren, welche zur Optimierung sowie Individualisierung der Fahrzeuge beitragen [22]. Auch in den Produktionsprozessen unterstützt die Digitalisierung bei der Datenerhebung entlang der gesamten Wertschöpfung. Gleichzeitig werden die Mensch-Maschine-Interaktionen weiterentwickelt, von denen fortschrittliche Technologien wie Touchscreens, Sprachsteuerung sowie Augmented Reality einen verbesserten Komfort und ein interaktives Erlebnis im Fahrzeug ermöglichen.

4.5 Ökonomische Trends

Die ökonomischen Trends spiegeln die sich verändernde Dynamik von Angebot und Nachfrage, Geschäftsmodellen sowie der ganzheitlichen Wertschöpfung wider. Die erwähnte Verlagerung hin zu nutzungsorientierten Mobilitätskonzepten ermöglicht es Unternehmen, sich verstärkt auf Dienstleistungen rund um das Fahrzeug anstatt auf dessen Verkauf zu konzentrieren. Auch das Management der Fahrzeugwerte über mehrere Lebenszyklen wird zunehmend wichtiger [20]. Dabei geht es nicht alleine um das Fahrzeug selbst, sondern auch um die damit verknüpften Assets, wie Komponenten, Technologien und Daten, die innerhalb der Lebensdauer oder über den Lebenszyklus eines Fahrzeugs hinaus wertvoll sein können. Indem sie sich beispielsweise auf den Gebrauchtwagenmarkt konzentrieren, können Unternehmen davon profitieren, dass sie während der gesamten Nutzungsdauer eines Fahrzeugs Umsätze erzielen [20]. Diese Vorgehensweise trägt nicht nur zu nachhaltigeren Geschäftsmodellen bei, sondern stärkt zudem die langfristige Kundenbindung.

5 Entwicklungstreiber in der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie

Um die Transformation optimal zu gestalten, ist es essenziell, die Haupttreiber zu identifizieren, welche die Veränderung vorantreiben. Dabei wurden drei zentrale Treiber identifiziert, die entscheidenden Einfluss auf die Entwicklungstrends und den Wandel in der Branche nehmen.

5.1 Verbraucherpräferenzen und Kundenanforderungen

In den letzten Jahren haben sich die Kundenbedürfnisse deutlich verändert, und die Automobilhersteller müssen darauf reagieren, um ihre Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten. Immer mehr Verbrauchende zeigen wachsendes Interesse an umweltfreundlichen Fahrzeugen, was sich unter anderem durch den Marktanteil an batterieelektrischen Fahrzeugen zeigt. Dies führt zu einem verstärkten Fokus auf die Produktion von Elektrofahrzeugen und erfordert erhebliche Anpassungen in den Produktionsprozessen, um die Herstellung von Batterien, Elektromotoren und anderen Komponenten zu ermöglichen [13]. Auch auf nachhaltigere Produktionsprozesse wird zunehmend Wert gelegt. Darüber hinaus erwarten Verbrauchende zunehmend personalisierte Fahrzeuge, die ihren individuellen Bedürfnissen entsprechen. Dieser Trend zur Individualisierung erfordert flexible Produktionsprozesse, die es den Herstellern ermöglichen, maßgeschneiderte Fahrzeuge in kleinen Stückzahlen effizient herzustellen [23]. Die Kundschaft erwartet zudem vernetzte Fahrzeuge mit fortschrittlichen Technologien. Dies erfordert eine Integration digitaler Technologien in den Produktionsprozess, um die Herstellung intelligenter Fahrzeuge zu ermöglichen. Zudem steigt die Nutzung von neuen Mobilitätsformen, wie Carsharing, was die Nachfrage nach spezifischen Fahrzeugtypen und Technologien beeinflusst [24].

5.2 Neue Technologien

Ein weiterer Haupttreiber der Transformation sind die neuen Technologien, wie Künstliche Intelligenz, Robotik, additive Fertigung und Internet der Dinge, mit welchen Produktionsprozesse effizienter und flexibler gestaltet werden. Sie ermöglichen auto-

matisierte und vernetzte Fertigungsprozesse, die es den Herstellern ermöglichen, Produktionslinien anzupassen und individuelle Fahrzeugkonfigurationen effizienter zu produzieren. Darüber hinaus machen fortschrittliche Fertigungstechnologien die Verwendung leichterer und robuster Werkstoffe möglich, was zu einer verbesserten Leistung und Effizienz der Fahrzeuge führt. Beispielsweise ermöglicht die additive Fertigung die Herstellung leichterer Bauteile. Insgesamt tragen die neuen Technologien dazu bei, die Produktionsprozesse in der Automobilindustrie zu optimieren und die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu stärken [24].

5.3 Regularien

Die Regularien sind der dritte Haupttreiber bei der Transformation der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie. Insbesondere Umwelt- und Emissionsvorschriften zwingen die Hersteller dazu, ihre Produktionsprozesse anzupassen und umweltfreundliche Fahrzeuge herzustellen. Beispielsweise haben einige Städte Maßnahmen ergriffen, um die innerstädtische Nutzung von privaten Fahrzeugen einzuschränken [24]. Dies führt zu einem verstärkten Einsatz von Elektro- und Hybridfahrzeugen sowie zu einer Umstellung auf nachhaltige Produktionsmethoden. Darüber hinaus zielen Regularien wie Sicherheitsstandards und Verbraucherschutzvorschriften darauf ab, die Qualität und Sicherheit von Fahrzeugen zu verbessern. Die Einhaltung dieser Vorschriften erfordert oft Investitionen in neue Technologien und Produktionsverfahren, um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden. Darüber hinaus können staatliche Anreize sowie Subventionen für umweltfreundliche Fahrzeuge und Produktionsmethoden die Hersteller dazu motivieren, ihre Produktion zu transformieren und nachhaltige Lösungen zu implementieren [24].

6 Schlüsselfaktoren der Produktion

Die kontinuierlichen und dynamischen Entwicklungen haben einen entscheidenden Einfluss auf die Produktionsprozesse in der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie. Sie stellen die Unternehmen damit vor komplexe Herausforderungen, bieten ihnen aber auch vielschichtige Möglichkeiten für Verbesserung. Vor diesem Hintergrund wurden die Auswirkungen der vorgestellten Trends und Treiber auf die Produktion analysiert und die Schlüsselfaktoren für eine transformationsbeständige Produktion identifiziert, siehe Bild 3. Im Folgenden werden die Schlüsselfaktoren vorgestellt.

6.1 Wandlungsfähigkeit, Resilienz und Flexibilität

Angesichts der anhaltenden Instabilität der globalen Ereignisse und politischen Verhältnisse sind die Unternehmen zunehmend gefordert, ihre Produktion kontinuierlich anzupassen und resilenter zu gestalten. So können Prozesse jeglichen Störungen und Risiken, wie beispielsweise Lieferkettenunterbrechungen oder politischen Veränderungen, standhalten [25]. Die Mobilitätsbranche ist von dynamischen Marktbedingungen geprägt, die sich schnell ändern können. Eine wandlungsfähige Produktion ermöglicht die schnelle Anpassung an veränderte Rahmenbedingungen des Marktes, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Die steigende Komplexität der technologischen Innovationen und die verschiedenen Antriebsarten der Fahrzeuge erfordern eine höhere Anpassungsfähigkeit [26]. Auch mit Hinblick auf die zunehmende

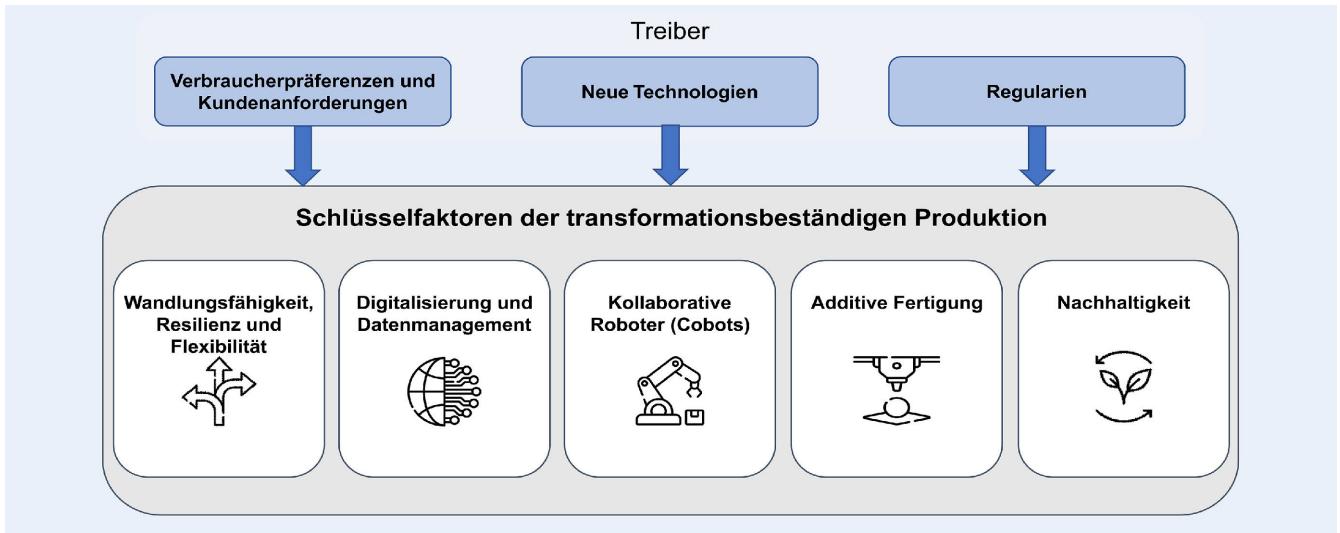


Bild 3. Schlüsselfaktoren einer transformationsbeständigen Produktion. Grafik: eigene Darstellung

Personalisierung von Fahrzeugen und die unterschiedlichen Mobilitätsdienste müssen Unternehmen in der Lage sein, kurzfristig und flexibel auf Kundenwünsche einzugehen und effizient zu produzieren. Eine ganzheitliche Umsetzung einer modularen, matrixförmigen Produktion ist eine geeignete Maßnahme, um Auslastungsspitzen und Ressourcenengpässe zu bewältigen und flexibel auf die sich wandelnden Anforderungen des Marktes zu reagieren. Technologien wie fahrerlose Transportsysteme, konfigurierbare Produktionszellen und Cobots können die Flexibilität der Produktion erhöhen [27].

6.2 Digitalisierung und Datenmanagement

In modernen Produktionen sind Maschinen und Anlagen miteinander vernetzt und können kontinuierlich Daten austauschen, was eine schnellere Identifizierung von Engpässen und Fehlern möglich macht [28]. Die technologischen Ansätze wie das Internet der Dinge, die Künstliche Intelligenz und die digitalen Zwillinge können durch die Digitalisierung realisiert werden und so die Produktion verbessern. Die Digitalisierung erlaubt es Unternehmen, auf individualisierte Kundenanforderungen einzugehen und maßgeschneiderte Produkte zu fertigen. Auch hinsichtlich des zunehmenden Fachkräftemangels können Digitalisierung und Datenmanagement bei dem Erhalt von Informationen und Know-how helfen sowie im Rahmen von Weiterbildungen genutzt werden. Zudem können mithilfe des Datenmanagements Produktionsassistsysteme zum Einsatz kommen, die die Produktion und deren Mitarbeitende unterstützen. Eine beispielhafte Anwendung ist die Unterstützung bei der Einarbeitung ungelernter Arbeitskräfte. Darüber hinaus sind die Digitalisierung und das Datenmanagement die Basis für die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Mobilität. Sie legen die Grundlage für das autonome Fahren und ermöglichen die Vernetzung der Fahrzeuge, die Analyse und Auswertung der großen Datenmengen und das Lernen aus den gesammelten Daten zur Anpassung der Technologien. Die Digitalisierung hat zudem die Entwicklung von Mobilitätsdienstleistungen und Sharing-Konzepten vorangetrieben. [29].

6.3 Cobots

Cobots spielen eine entscheidende Rolle für eine transformationsbeständige Produktion in der Fahrzeug- und Zulieferindustrie. Diese Technologie bietet zahlreiche Vorteile, welche zu einer effizienteren, flexibleren sowie qualitativ hochwertigeren Produktion beitragen und so gleichzeitig die Transformation der Mobilität unterstützen. Ein zentraler Mehrwert liegt in der Steigerung der Effizienz und Produktivität. Durch ihre im Vergleich zu Industrierobotern einfache Programmierung und flexiblere Anpassung an verschiedene Aufgaben sowie Umgebungen ermöglichen Cobots eine flexible und agile Produktion, die es Unternehmen erlaubt, sich schnell auf die wechselnden Marktanforderungen einzustellen [30]. Die Sensor- und Sicherheitssysteme der Cobots ermöglichen eine sichere und effiziente Zusammenarbeit in unmittelbarer Nähe des Menschen, was zu der immer wichtiger werdenden Humanzentrierung der Produktion beiträgt [30]. Zudem tragen sie zur Verbesserung der Fahrzeugqualität und Reduzierung der Durchlaufzeiten bei, da sie kontinuierlich präzise arbeiten sowie repetitive und monotone Aufgaben übernehmen können. So kann beispielsweise die monotone Arbeit des Steckens von Hairpins eines Elektromotor-Hairpinstators durch Cobots übernommen werden, wodurch die hohen Qualitäts- und Produktivitätsstandards der Fahrzeug- und Zulieferindustrie eingehalten und gleichzeitig die Mitarbeitenden entlastet sowie menschliche Fehler vermieden werden. Das Übernehmen der körperlich anstrengenden oder gefährlichen Tätigkeiten durch die Cobots steigert das Wohlbefinden der Mitarbeitenden und trägt zu einer positiven Arbeitskultur bei. Außerdem können Cobots bei der Inspektion von Produkten oder der Überwachung von Fertigungsprozessen helfen, indem sie Kameras oder Sensoren verwenden, um die Qualität zu überprüfen. Obwohl die anfänglichen Investitionen hoch ausfallen, sind die langfristigen Vorteile beträchtlich. Die Reduzierung der Betriebskosten und die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit sind langfristige Vorteile des Einsatzes von Cobots in Unternehmen.

6.4 Additive Fertigung

Der Einfluss der Trends und Treiber ist auch in der additiven Fertigung erkennbar. Eine stärkere Ausrichtung auf individuelle Kundenanforderungen führt beispielsweise zu einer steigenden Nachfrage nach individualisierten und maßgeschneiderten Fahrzeugen. Die additive Fertigung bietet die Möglichkeit, diese Anforderungen durch die kostengünstige Herstellung individueller und maßgeschneiderter Komponenten zu erfüllen [31]. Dies ist besonders relevant für die Mobilitätsbranche, die sich zunehmend auf personalisierte Lösungen konzentriert. Weitere Beispiele für den vorteilhaften Einsatz von additiver Fertigung sind der Leichtbau und die Gestaltung von Innenstrukturen [31]. Diese Einsatzbereiche sind besonders interessant, da Eigenschaften von Geometrien genutzt werden können, die mit den konventionellen Herstellungsmethoden nicht umsetzbar sind. Zudem werden für die additive Fertigung weniger oder keine Halbzeuge benötigt. Ein weiterer Vorteil dieses Fertigungsverfahrens ist die werkzeuglose Verarbeitung. Dies gewährleistet eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Produktvarianten und Stückzahlen und ermöglicht die ökonomische Umsetzung massenindividualisierter Produkte [32]. Darüber hinaus ist die additive Fertigung ein wichtiges Werkzeug zur Bewältigung der Nachhaltigkeitsanforderungen, die in der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie zunehmend wichtiger werden. Sie erlaubt eine ressourceneffiziente Fertigung, da Werkstoff nur dort hinzugeführt wird, wo es benötigt wird. Darüber hinaus ist eine lokale Produktion möglich [32]. Durch die damit verkürzten Transportwege ist das Ziel einer emissionsreduzierten Produktion und Mobilität erreichbar. Indem Unternehmen maßgeschneiderte Komponenten mit der additiven Fertigung herstellen können, sind sie besser in der Lage, den sich wandelnden Anforderungen des Mobilitätssektors gerecht zu werden und innovative Lösungen anzubieten.

6.5 Nachhaltigkeit

Nachhaltigkeit ist in der Mobilitätsbranche zu einem entscheidenden Faktor geworden und führt neben den maßgeblichen Veränderungen im Antriebsstrang zu einem Umdenken in der Produktionsstrategie. Die Hersteller streben danach, ihre Produktion ressourcenschonender und klimafreundlicher zu gestalten. Hier bieten insbesondere die Verwendung umweltverträglicherer Rohstoffe, die Reduzierung von Abfällen und Emissionen, die Steigerung der Energieeffizienz und die Integration erneuerbarer Energien in die Produktionsprozesse große Optimierungspotenziale [33]. Durch das Energiemonitoring kann der Energieverbrauch erfasst, analysiert und optimiert werden und somit die Energieeffizienz und die Nachhaltigkeit der Produktion gesteigert und die Kosten gesenkt werden. Die Fahrzeug- und Zuliefererindustrie erforscht und entwickelt zudem neue Methoden sowie Technologien zur Kreislaufwirtschaft und zum Recycling von Fahrzeugteilen, um die Umweltauswirkungen der Fahrzeugherstellung und -nutzung zu minimieren [34]. Neben der ökologischen Nachhaltigkeit spielt auch die soziale Nachhaltigkeit eine immer größere Rolle. Dies umfasst die Verbesserung der Arbeitsbedingungen, die Gewährleistung von Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz, die Stärkung der Mitarbeitendenbeteiligung sowie die Förderung von Vielfalt und Inklusion. Technologien wie Cobots spielen hierbei eine wichtige Rolle, da sie dazu beitragen, körperlich anstrengende oder gefährliche Aufgaben zu minimieren, während die

menschlichen Mitarbeitenden in sichereren Umgebungen arbeiten können. Angesichts der Herausforderungen wie dem Fachkräftemangel und der alternden Gesellschaft wird die Attraktivität des Arbeitsplatzes immer entscheidender. Eine positive, integrative und unterstützende Arbeitsplatzatmosphäre kann dazu beitragen, qualifiziertes Personal zu gewinnen und zu halten.

7 Fazit

Die Fahrzeug- und Zuliefererindustrie zählt zu den wichtigsten und fortschrittlichsten Branchen und bietet erhebliches Potenzial die Umweltbelastungen zu reduzieren. Daher befindet sich die Industrie derzeit in einem tiefgreifenden Umbruch. Damit die Unternehmen der Branche ihre Wirtschaftlichkeit und Wettbewerbsfähigkeit sichern können, müssen sie sich an ständig neue Rahmenbedingungen anpassen und sich den zurzeit vorherrschenden Herausforderungen stellen. Um diese anspruchsvolle Aufgabe zu bewältigen, müssen die Unternehmen die Trends und Treiber der Transformation kennen.

Im Rahmen des Projekts ReTraNetz-BB konnten ökologische, demografische, regulatorische, technologische und ökonomische Trends identifiziert werden. Alle fünf Trendbereiche sind eng miteinander verbunden und prägen die Industrie, indem sie die hohe Komplexität und neue Dynamik der sich verändernden Branche aufzeigen. Zudem verdeutlichen sie die Notwendigkeit für Unternehmen, sich an die neuen Entwicklungen anzupassen. Als zentrale Treiber für die Transformation der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie wurden die Verbraucherpräferenzen und Kundenanforderungen sowie die neuen Technologien und die Regulierungen identifiziert.

Vor dem Hintergrund der Trends und Treiber konnten Schlüsselfaktoren für eine transformationsbeständige Produktion identifiziert werden. Dazu zählen die Wandlungsfähigkeit, Resilienz und Flexibilität, die Digitalisierung und das Datenmanagement, die Automatisierung und Robotik, die additive Fertigung sowie die Nachhaltigkeit. Diese Schlüsselfaktoren können die Produktionen der Fahrzeug- und Zuliefererindustrie bei ihrer Transformation unterstützen und die Unternehmen zukunfts- und wettbewerbsfähig aufstellen.

L iteratur

- [1] Danner, O.; André, D.; Wenglorz, J.: Ein Blick in die Zukunft, Studie, Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH, 2023
- [2] Boewe, J.; Schulten, J.: Die Transformation der globalen Automobilindustrie. Genf: Rosa-Luxemburg-Stiftung 2023
- [3] Petry, M.; Tiede, S.: Willkommen bei ReTraNetz-BB. Berlin. Stand: 2024. Internet: <https://retragnetz-bb.de>. Zugriff am 04.04.2024
- [4] Pfeil, F.; Meyer, Prof. Dr. M. (Hrsg.): Megatrends und die dritte Revolution der Automobilindustrie. Research Papers, Julius-Maximilian-Universität Würzburg, 2018, S. 3-4
- [5] Wallentowitz, H.; Freialdenhoven, A.; Olschewski, I.: Strategien in der Automobilindustrie. Wiesbaden: Vieweg + Teubner 2009, S. 1
- [6] Kropik, M.: Produktionsleitsysteme für die Automobilindustrie. 2. Auflage. Berlin: Springer Vieweg 2021
- [7] Kern, W.: Modulare Produktion. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2021.
- [8] Kletti, J.; Rieger, J.: Die perfekte Produktion. 3. Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2022
- [9] Schreier, J.: Neun typische Fehler in der Produktion und wie Sie diese vermeiden. Stand: 2014. Internet: <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/neun-typische-fehler-in-der-produktion-und-wie-sie-diese-vermeiden-a-430039/>. Zugriff am 11.04.2024
- [10] Langguth Consulting: Prozessoptimierung von Langguth Consulting – mehr als nur Geld sparen. Stand: 2024. Internet: <https://langguth.com>

- sulting/bereiche/unternehmen/prozessoptimierung/. Zugriff am 11.04.2024
- [11] Saritas, O.; Smith, J. E.: The Big Picture – trends, drivers, wild cards, discontinuities and weak signals. *Futures* 43 (2011) 3, S. 292 – 312
- [12] Guterres, A.; Junhua, L.: *Times of Crisis, Times of Change. Global Sustainable Development Report*, New York, 2023
- [13] European Automobile Manufacturer's Association: New Car registrations: +17.8% in June, battery electric 15.1% market share. Stand: 2023. Internet: <https://www.acea.auto/pc-registrations/new-car-registrations-17-8-in-june-battery-electric-15-1-market-share/#>. Zugriff am 19. Juli 2023
- [14] Niehaus, A.; Bayen, A.; Rilling, S.; Bossert, L.; Jouni, Z.; Cartigny, L.: *How Urban Mobility Will Change by 2030*, Oliver Wyman Forum, 2022
- [15] Oliver Wyman: *FAST 2030*. Stand: 2018. Internet: <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2018/jun/fast-2030.html>. Zugriff am 17.06.2023
- [16] Bernhardt, W.: *M.A.D.E – neue Mobilitätskonzepte, Autonomie, Digitalisierung, Elektrifizierung und ihre Wechselwirkung*. In: Siebenpfeiffer, W.: *Mobilität der Zukunft*. Berlin: Springer Vieweg 2021, S. 17 – 56
- [17] Falck, O.; Flach, L.; Pfaffl, C.: *Spotlight Automobilbranche: Deindustrialisierungsschock oder absehbarer Strukturwandel?*. (3/2023), 76. Jahrgang, S. 21 – 25
- [18] Seifert, U.: *Die Zukunft der Mobilität*. In: Siebenpfeiffer, W.: *Mobilität der Zukunft*. Berlin: Springer Vieweg 2021, S. 71 – 76
- [19] Statistisches Bundesamt: *Europäischer Green Deal: Klimaneutralität bis 2050*. Stand: 2023. Internet: https://www.destatis.de/Europa/DE/Thema/GreenDeal/_inhalt.html#. Zugriff am 07.06.2023
- [20] Deloitte: *The future of automotive mobility to 2035*. Deloitte Touche Tohmatsu Limited, 2023
- [21] Kaltenbach, J.: *Vision Zero durch autonomes Fahren?*. Stand: 2019. Internet: <https://blog.doubleslah.de/vision-zero-durch-autonomes-fahren>. Zugriff am 26.07.2023
- [22] Baunach, M.; Gomes, R. M.; Malenko, M.; Mauroner, F.; Ribeiro, L. B.; Scheipel, T.: *Smart mobility of the future – a challenge for embedded automotive systems*. *Elektrotechnik & Informationstechnik* 135. (2018), S. 304–308
- [23] Bauernhansl, T.; Fechter, M.; Dietz, T. (Hrsg.): *Entwicklung, Aufbau und Demonstration einer wandlungsfähigen (Fahrzeug-) Forschungsproduktion*. Berlin: Springer Vieweg, 2020
- [24] Heineke, K.; Laverty, N.; Möller, T.; Ziegler, F.: *The future of mobility*. McKinsey Quarterly. McKinsey & Company, 2023
- [25] Uhlmann, Prof. Dr. h.-c. Dr.-Ing. E. (Hrsg.): *Resiliente Produktion*. *Futur* 2/2020. Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, 2020
- [26] Verband der Automobilindustrie: *Zielbild Automobilproduktion*. Verband der Automobilindustrie, Berlin, 2021
- [27] Kuka: *Matrix production: an example for Industrie 4.0*. Kuka, 2016. URL: <https://www.kuka.com/en-de/industries/solutions-database/2016/10/matrix-production>. Zugriff am 15.05.2024
- [28] Winkler, S.; Günther, J.; Pfennig, R.: *Nachhaltige Digitalisierung oder Nachhaltigkeit durch Digitalisierung?*. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 2023
- [29] Wilde, M.: *Vernetzte Mobilität*. Berlin: Springer Verlag, 2023.
- [30] Malik AA, Bilberg A (2019) Collaborative robots in assembly: a practical approach for tasks distribution. *Procedia CIRP*. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2019.03.173>, S. 665–670
- [31] Pei, E.: *Springer Handbook of Additive Manufacturing*. Cham: Springer Nature Switzerland, 2023
- [32] Lachmayer, R.; Lippert, R. B.: *Entwicklungsmethodik für die Additive Fertigung*. Berlin: Springer Vieweg 2020
- [33] Plattform Industrie 4.0: *Nachhaltige Produktion: Mit Industrie 4.0 die ökologische Transformation aktive gestalten*. Stand: 2020. Internet: <https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Nachhaltige-Produktion.html>. Zugriff am: 04.04.2024
- [34] Volkswagen AG: *Volkswagen-led research team to recycle batteries multiple times for the first time*. Volkswagen AG, Wolfsburg, 2022



Prof. Dr. h. c. Dr.-Ing. Eckart Uhlmann 

Foto: Fraunhofer IPK

Dr.-Ing. Mitchell Polte

Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK
Technische Universität Berlin
Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF
Pascalstr. 8–9, 10587 Berlin
www.ipk.fraunhofer.de

Marie-Noëlle Fielers, M. Sc.
Tel. +49 30 / 314-2399
marie.fielers@iwf.tu-berlin.de

Josephine Marquardt, M. Sc.

Onur Senyüz, M. Sc.
Technische Universität Berlin
Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb IWF
Pascalstr. 8–9, 10587 Berlin
www.iwf.tu-berlin.de

LIZENZ



Dieser Fachaufsatz steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 4.0 International (CC BY 4.0)