

# Tätigkeitsreport

Vorabversion



Gesellschaft für Personal-  
und Organisationsentwicklung

## – Direkte und indirekte Tätigkeiten in der Produktion –



bayern  innovativ



Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

## Inhalt

1. Einleitung .....	3
2. Historische Entwicklung der Produktionssysteme und der Arbeitsgestaltung .....	4
3. Exkurs: Menschliches Arbeitsvermögen und Sozio-Technische Systemgestaltung und seine Bedeutung für die Produktion .....	5
4. Globale Trends der Transformation und die Veränderung des Eco-Systems Automobil- und Zuliefererindustrie .....	7
5. Veränderungen der Tätigkeiten in der Produktion durch die Elektromobilität .....	10
6. Herausforderungen durch hochautomatisierte Produktionsanlagen .....	11
7. Herausforderungen durch hochautomatisierte Produktionsanlagen (Fallstudienbefunde) .....	13
8. Qualifikationsanforderungen in der direkten Produktion (Future Skills) .....	15
9. Zukunft der Beruflichkeit in der direkten Produktion .....	18
10. Zukunft der Anlerntätigkeiten in der Automobilindustrie .....	21
11. Die Zukunft der indirekten Tätigkeiten in der Produktion .....	23
12. Zum zukünftigen Verhältnis von direkten und indirekten Tätigkeiten in der Produktion .....	25
13. Exkurs: Resilienz und Flexibilität in modernen Produktionssystemen .....	27
14. Gestaltungsempfehlungen und Thesen für die Zukunft der direkten und indirekten Tätigkeiten in der Produktion .....	29
15. Fazit .....	31
Anhang .....	31
Literatur .....	32

Tätigkeitsreport: Direkte und indirekte Tätigkeiten in der Produktion

Version 1.0

Zeit für eine Renaissance der Teilautonomen  
Team-/ Gruppenarbeit?

Ein Plädoyer für intelligente und resiliente Arbeitssysteme

Volker David

Inhaltsverzeichnis

—

Zusammenfassung

# 1. Einleitung

In diesem Report wird die aktuelle Lage, die Zukunft und die Entwicklung der direkten und indirekten Tätigkeiten in der Produktion in den Blick genommen, insbesondere im Kontext der Automobil- und Zuliefererindustrie und deren Transformation hin zur Elektromobilität und Digitalisierung der Produktion.

Unter Tätigkeiten in der direkten Produktion werden solche Tätigkeiten verstanden, die direkt produktiv sind, wie montieren, fügen, beschicken, entnehmen, überwachen, Störungen beseitigen und Prozesse optimieren. Unter indirekten Tätigkeiten in der Produktion werden im Wesentlichen die Instandhaltung, die Arbeitsvorbereitung und das Einrichten von Maschinen und Anlagen verstanden.

Zunächst wird ein kurzer Rückblick auf die Geschichte der Arbeitsgestaltung geworfen. Die menschliche Arbeit produktiver machen, stand dabei im Vordergrund. Allerdings gab es auch immer wieder Ansätze zur Humanisierung der Arbeit. Dabei ist es ganz nützlich, einen Blick auf die Dimensionen des menschlichen Arbeitsvermögens zu werfen. Es ist nicht unerheblich zu verstehen, welche Dimensionen durch eine bestimmte Art der Arbeitsgestaltung und Arbeitsorganisation im Vordergrund stehen.

Um die Veränderungen in der direkten und indirekten Produktion zu verstehen, ist es in einem nächsten Schritt ebenfalls nötig, die Transformation und die Veränderung des Ecosystems der globalen Automobil- und Zuliefererindustrie entsprechend einzuordnen.

Zwei wesentliche Veränderungen werden in den nächsten zwei Kapiteln kurz skizziert. Dies ist zum einen die Hinwendung zur Elektromobilität und zum anderen die Tendenz Produktionssysteme weitgehend durch Digitalisierung zu automatisieren, sodass der alte Begriff »mannlose Fabrik« wieder eine neue Bedeutung und Auferstehung erlangt.

In einem darauffolgenden Schritt werden die Befunde aus den Fallstudien im Rahmen des Projektes transform.by 2023-24 erläutert. Dabei werden Aspekte wie zum einen neue Qualifikationsanforderungen für die Beschäftigten benannt und zum anderen die typischen Probleme beim Betreiben einer hochautomatisierten Anlage skizziert.

Des Weiteren werden zukünftige Anforderungen wie die sogenannten Future Skills aus einer Studie der Agentur Q geschildert und es wird benannt welche neuen Qualifikationsinhalte für Tätigkeiten in der direkten und indirekten Produktion relevant werden.

In einem nächsten Schritt wird die Zukunft von Beruflichkeit und von Anlern-Tätigkeiten in der direkten Produktion beleuchtet. Danach wird die Zukunft der indirekten Tätigkeiten in den Blick genommen. Beide Bereiche werden dann zueinander ins Verhältnis gesetzt.

Resilienz und Flexibilität in modernen Produktionskonzepten werden immer wieder als neue Herausforderungen zu Zukunft der Produktionsarbeit hervorgehoben. Dies soll im vorletzten Kapitel herausgearbeitet werden.

Zu guter Letzt werden im abschließenden Kapitel Gestaltungsempfehlungen für die Arbeitsgestaltung von direkten und indirekten Tätigkeiten in der Produktion herausgearbeitet.

## 2. Historische Entwicklung der Produktionssysteme und der Arbeitsgestaltung

Die Produktionssysteme haben sich seit dem frühen 20. Jahrhundert stark gewandelt. Von den Anfängen des Taylorismus und Fordismus über Lean Production bis hin zu den modernen Konzepten wie der Smart Factory und dem Einsatz von humanoiden Robotern, war die Entwicklung stets von der Balance zwischen Effizienz und Humanität geprägt.

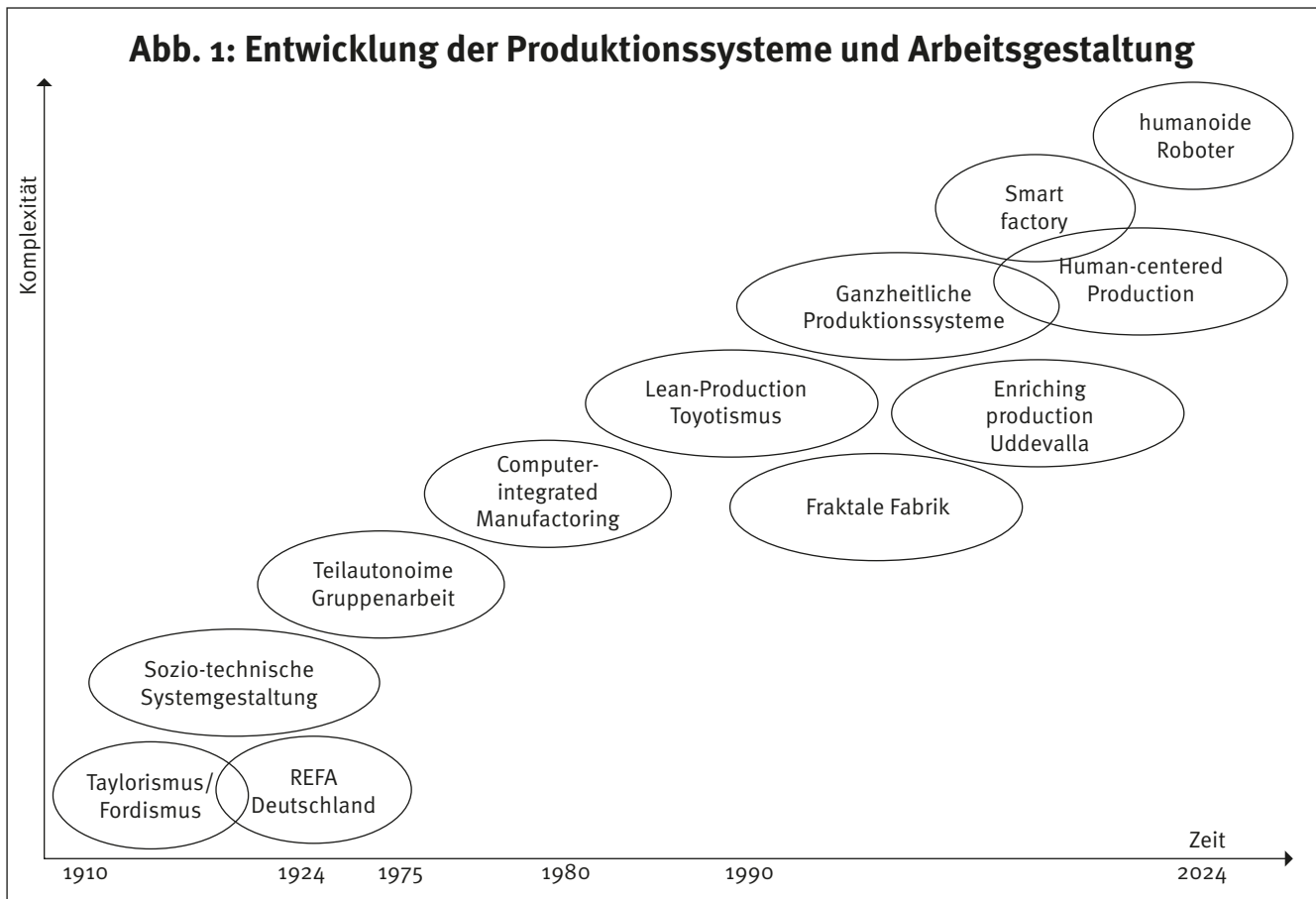
Im Taylorismus/Fordismus lag die Betonung auf der Arbeitsteilung als Erzeugung von Effizienz. Fließbandarbeit und die Trennung von geistiger und körperlicher Arbeit sowie der Zeitmessung waren die Hilfsmittel um menschliche Tätigkeiten in der direkten Produktion zu gestalten.

Im Rahmen der Debatte um Lean-Production und Toyotismus lag der Fokus auf Vermeidung von Verschwendung und kontinuierliche Verbesserung sowie die Beteiligung der Werkerinnen und Werker an der unmittelbaren Arbeitsplatzgestaltung. In diese Zeit fällt auch die Entwicklung von ganzheitlichen Produktionssystemen. Die Konzepte von Produktionssystemen in vielen Firmen zeichneten sich dadurch aus, dass die bewährten ingenieurwissenschaftlichen Instrumente gezielt und aufeinander abgestimmt im Industrial Engineering bereitgestellt werden sollten.

Derzeit wird viel in der Fachöffentlichkeit der Begriff Smart Factory benutzt. Hierunter versteht man die Integration von Digitalisierung und Automatisierung in die Produktionsprozesse. Man erhofft sich davon hochautomatisierte Anlagen, die sich selbst steuern und quasi ohne Eingriffe des Menschen selbst optimieren.

Parallel dazu gibt es aber auch andere Initiativen wie zum Beispiel die Community der »Human Friendly Automation«. Sie plädieren für einen menschenfreundlichen Ansatz zur Automatisierung.

Welche Entwicklung und welche Pfade der Gestaltung zukünftiger Produktionssysteme nehmen werden, bleibt unklar.



### 3. Exkurs: Menschliches Arbeitsvermögen und Sozio-Technische Systemgestaltung und seine Bedeutung für die Produktion

**Abb. 2: Dimensionen des menschlichen Arbeitsvermögens**

- ▶ Körperkraft
- ▶ Sensumotorik (manuell)
- ▶ Kognitive Fähigkeiten
- ▶ Handlungskompetenz (Planung, Vorbereitung, Durchführung, Kontrolle)
- ▶ Tätigkeiten zielgerichtet ausführen
- ▶ Handlungsflexibilität
- ▶ Lernen
- ▶ Erfahrungswissen sammeln
- ▶ Kommunikationskompetenz
- ▶ Kooperationskompetenz
- ▶ Emotionale Intelligenz
- ▶ Empathie
- ▶ Intuition

Das menschliche Arbeitsvermögen ist zentral für die Gestaltung von Arbeitssystemen. Es umfasst körperliche Fähigkeiten, Sensumotorik, kognitive Kompetenzen und soziale Fähigkeiten wie Kommunikations- und Kooperationskompetenz. In modernen Produktionssystemen sollte die Flexibilität und das Erfahrungswissen der Werkerinnen und Werker eine entscheidende Rolle spielen.

Diese nicht vollständige und abschließende Aufzählung von Dimensionen des menschlichen Arbeitsvermögens ist wichtig, da in der betrieblichen Alltagspraxis meistens nur zwischen geistiger und körperlicher Arbeit unterschieden wird, in der Tarifpraxis zwischen Fähigkeiten, Fertigkeiten, Wissen und Erfahrung differenziert wird. Selbständiges Arbeiten und Verantwortungsübernahme spielen aber auch eine Rolle.

Die Handlungsregulationstheorie bietet eine weitere Grundlage für die Gestaltungsmöglichkeiten von Arbeit und die Nutzung des menschlichen Arbeitsvermögens in den vorhandenen Arbeitssystemen.

Der Begriff der vollständigen Handlung ist hierbei von besonderer Bedeutung, da er das menschliche Arbeitsvermögen als Abfolge von aufeinander bezogenen, zielgerichteten Handlungen begreift.

### »Arbeitspädagogik und Handlungsregulation:

- Für eine Arbeitspädagogik kann ein handlungsregulatorischer Begriff von Arbeit zugrunde gelegt werden. Danach ist Arbeit ein Handeln, welches vorausschauend, bewusst und zielgerichtet in hierarchisch-sequentieller Organisation erfolgt. Handeln wird vollständig gesehen, indem es in einfacher Fassung aus den Schritten Planen, Ausführen und Kontrollieren besteht.
- Mit der Theorie der Handlungsregulation lassen sich Arbeitstätigkeiten aus handlungstheoretischer Sicht ordnen. So bestehen für industriell-gewerbliche Arbeitstätigkeiten gemäß ihrem Ausmaß an Planungs- und Denkprozessen die Ordnungsebenen in den Stufen
  - (1) Sensemotorische Regulation
  - (2) Handlungsplanung,
  - (3) Teilzielplanung,
  - (4) Koordination mehrerer Handlungsbereiche sowie
  - (5) Schaffung neuer Handlungsbereiche (VERA-Analyseverfahren)«

Quelle: A. Schelten: Über den Nutzen der Handlungsregulationstheorie für die Berufs- und Arbeitspädagogik, Pädagogische Rundschau 56 (2002) 6, S. 621 – 630

### Sozio-technische Systemgestaltung:

»Menschliche Arbeitstätigkeit findet mehrheitlich in Arbeitssystemen statt. Arbeitssysteme dienen der Erfüllung von Arbeitsaufgaben. Die Wechselwirkungen zwischen den sozialen und den technischen Komponenten von Arbeitssystemen finden im Konzept des soziotechnischen Systems besondere Berücksichtigung.

Tatsächlich erfordert indes die ‚flächendeckende‘ Etablierung von Gruppenarbeit – insbesondere bei raschen technologischen Veränderungen und hoher Umweltkomplexität – eine Überwindung der bislang vorherrschenden mechanistisch-bürokratischen Konzepte durch Konzepte, die durch ein hohes Maß an Flexibilität und Selbstorganisation gekennzeichnet sind. Das bedeutet in der Konsequenz, dass wir lernen müssen, Arbeitssysteme als soziotechnische Systeme zu verstehen und Arbeitsgestaltung, anstatt Technikgestaltung, zu betreiben.

Konzepte der Selbstregulation bedrohen etablierte Machtstrukturen.«

Quelle: E. Ulich: Gruppenarbeit – arbeitspsychologische Konzepte und Beispiele, 1991

## 4. Globale Trends der Transformation und die Veränderung des Eco-Systems Automobil- und Zuliefererindustrie

### Globale Trends

Die bayerische Automobil- und Zuliefererindustrie steht vor erheblichen Umbrüchen. Treiber dieser Transformation sind vor allem die Elektrifizierung der Antriebe, Digitalisierung und Automatisierung, Globalisierung, Nachhaltigkeit sowie der Fachkräftemangel. Diese Treiber haben tiefgreifende Auswirkungen auf die Unternehmen der Branche. Im Folgenden sind die wichtigsten Veränderungstreiber und ihre Auswirkungen auf die bayerische Automobil- und Zuliefererindustrie zusammengefasst

#### 1. Elektrifizierung der Antriebe

**Treiber:** Der weltweite Trend zur Elektromobilität, verschärft durch regulatorische Vorgaben zur CO<sub>2</sub>-Reduktion und Förderprogramme für Elektrofahrzeuge, zwingt die Unternehmen, ihre Produktpaletten anzupassen.

**Auswirkungen:** Unternehmen müssen in neue Technologien investieren, ihre Produktion umstellen und gegebenenfalls ihre Mitarbeiter weiterqualifizieren. Für viele Zulieferer, die auf traditionelle Verbrennungsmotoren spezialisiert sind, kann dies existenzbedrohend sein, wenn sie die Transformation nicht erfolgreich meistern.

#### 2. Digitalisierung und Automatisierung

**Treiber:** Die fortschreitende Digitalisierung entlang der gesamten Wertschöpfungskette, von der Entwicklung über die Produktion bis hin zur Vermarktung, sowie der Einsatz von Industrie 4.0-Technologien.

**Auswirkungen:** Unternehmen müssen ihre Prozesse effizienter gestalten, Daten besser nutzen und neue Geschäftsmodelle entwickeln. Dies erfordert erhebliche Investitionen in IT-Infrastruktur und in die digitale Weiterbildung der Belegschaft. Die Automatisierung könnte zudem zu einem Rückgang der Beschäftigung in traditionellen Fertigungsbereichen führen.

#### 3. Globalisierung und geopolitische Risiken

**Treiber:** Die zunehmende Globalisierung und die damit verbundene Verlagerung von Produktionsstandorten sowie geopolitische Spannungen, die zu Handelskonflikten und Unterbrechungen der Lieferketten führen können.

**Auswirkungen:** Unternehmen müssen ihre Lieferketten resilienter gestalten und möglicherweise ihre Beschaffungsstrategien diversifizieren. Gleichzeitig könnten sich neue Marktchancen in aufstrebenden Märkten ergeben, während traditionelle Märkte durch Handelsbarrieren an Attraktivität verlieren.

#### 4. Nachhaltigkeit und Klimaschutz

**Treiber:** Der zunehmende gesellschaftliche und politische Druck, nachhaltiger zu wirtschaften und die Umweltbelastung zu reduzieren, z. B. durch strengere Emissionsvorgaben und den Wandel hin zur Kreislaufwirtschaft.

**Auswirkungen:** Unternehmen müssen ihre Produktionsprozesse umweltfreundlicher gestalten und nachhaltigere Materialien verwenden. Dies könnte zu höheren Produktionskosten führen, bietet jedoch auch die Chance, sich als umweltbewusste Marke zu positionieren und so neue Kundengruppen zu erschließen.

#### 5. Veränderung des Mobilitätsverhaltens

**Treiber:** Der Wandel hin zu neuen Mobilitätskonzepten wie Carsharing, Ride-Hailing und autonomen Fahrzeugen sowie ein zunehmendes Interesse an alternativen Mobilitätslösungen wie Fahrrädern und öffentlichen Verkehrsmitteln.

**Auswirkungen:** Unternehmen müssen ihre Geschäftsmodelle anpassen, um den veränderten Kundenbedürfnissen gerecht zu werden. Es kann erforderlich sein, Partnerschaften mit Technologieunternehmen oder Mobilitätsdienstleistern einzugehen, um neue Dienstleistungen anzubieten.

#### 6. Fachkräftemangel

**Treiber:** Der demografische Wandel und der zunehmende Bedarf an hochqualifizierten Fachkräften in den Bereichen IT, Ingenieurwesen und Elektrotechnik.

**Auswirkungen:** Unternehmen sehen sich mit einem zunehmenden Fachkräftemangel konfrontiert, der die Innovationsfähigkeit und die Produktionskapazitäten einschränken könnte. Es wird wichtiger, attraktive Arbeitsbedingungen zu bieten und in die Aus- und Weiterbildung der Belegschaft zu investieren.

#### Fazit

Die bayerische Automobil- und Zuliefererindustrie muss sich in einem komplexen und dynamischen Umfeld behaupten. Die Fähigkeit der Unternehmen, sich flexibel an die genannten Veränderungstreiber anzupassen, wird entscheidend dafür sein, ob sie in der Lage sind, ihre Marktposition zu halten oder sogar auszubauen. Dies erfordert nicht nur technologische Innovationen, sondern auch strategische Neuausrichtungen und Investitionen in die Zukunftsfähigkeit der Belegschaft.



## Veränderungen des Eco-Systems

Der Umbruch des globalen Ecosystems spielt eine zentrale Rolle in der Transformation der bayerischen Automobil- und Zuliefererindustrie. Dabei sind insbesondere die folgenden Aspekte des globalen Ecosystems von Bedeutung:

### 1. Globale Lieferketten und Handelsstrukturen

**Umbruch:** Die Automobilindustrie ist traditionell stark globalisiert, mit komplexen und weitreichenden Lieferketten. Handelskonflikte, wie die zwischen den USA und China, sowie die Folgen der COVID-19-Pandemie haben die Verwundbarkeit dieser globalen Netzwerke offengelegt. Zudem führen geopolitische Spannungen und regionalisierte Handelsabkommen zu einer Neuordnung der Handelsstrukturen.

**Rolle:** Unternehmen müssen ihre Lieferketten diversifizieren und resilienter gestalten. Der Trend geht hin zu einer stärkeren Lokalisierung, um Risiken durch Abhängigkeiten von bestimmten Regionen zu minimieren. Das könnte zu einer Rückverlagerung von Produktionskapazitäten nach Europa oder zu einer verstärkten Zusammenarbeit innerhalb der EU führen. Dies wäre eine Chance auch Tätigkeiten in der direkten Produktion zu halten.

### 2. Technologischer Fortschritt und Innovation

**Umbruch:** Der technologische Wandel, insbesondere im Bereich der Digitalisierung, Elektromobilität und autonomen Fahrens, verändert die Dynamik in der globalen Automobilindustrie. Regionen und Unternehmen, die diese Technologien vorantreiben, übernehmen eine Führungsrolle im globalen Markt.

**Rolle:** Bayerische Unternehmen müssen ihre Innovationskraft verstärken, um im internationalen Wettbewerb bestehen zu können. Dies erfordert nicht nur Investitionen in Forschung und Entwicklung, sondern auch Kooperationen mit Technologieunternehmen und Start-ups auf globaler Ebene. Dies bedeutet für die Qualifizierungsstrategie vermehrt Kompetenzen im internationalen Multiprojektmanagement aufzubauen und die Sprachkompetenzen zu stärken.

### 3. Nachhaltigkeit und Umweltbewusstsein

**Umbruch:** Der globale Druck, nachhaltiger zu wirtschaften und die Umweltauswirkungen zu minimieren, nimmt zu. Internationale Vereinbarungen wie das Pariser Klimaabkommen setzen verbindliche Ziele zur Reduzierung von CO<sub>2</sub>-Emissionen und zur Förderung nachhaltiger Technologien.

**Rolle:** Die bayerische Automobil- und Zuliefererindustrie muss sich an diesen globalen Nachhaltigkeitszielen orientieren und entsprechende Maßnahmen ergreifen, um im internationalen Markt wettbewerbsfähig zu bleiben. Dies könnte die Entwicklung und Produktion von emissionsarmen oder -freien Fahrzeugen beschleunigen und den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft fördern. Die Beschäftigten müssen mit Green Skills ausgestattet werden.

#### 4. Veränderungen in der globalen Nachfrage

**Umbruch:** Der weltweite Fahrzeugmarkt verändert sich, getrieben durch den wirtschaftlichen Aufstieg neuer Märkte, den demografischen Wandel und veränderte Konsumgewohnheiten, insbesondere in Schwellenländern. Während traditionelle Märkte stagnieren oder schrumpfen, wächst die Nachfrage nach Fahrzeugen in Ländern wie China und Indien.

**Rolle:** Bayerische Unternehmen müssen ihre Marktstrategien an diese globalen Veränderungen anpassen. Dies könnte eine stärkere Fokussierung auf wachsende Märkte und die Entwicklung von Produkten erfordern, die speziell auf die Bedürfnisse dieser Märkte zugeschnitten sind. Dies bedeutet eine große Typen- und Variantenvielfalt produktionstechnisch und kompetenzorientiert polyvalent zu beherrschen.

#### 5. Verschiebung der Machtverhältnisse

**Umbruch:** Die wirtschaftliche Macht verschiebt sich zunehmend von traditionellen Industrieländern zu Schwellenländern, insbesondere in Asien. Diese Regionen nehmen eine immer wichtigere Rolle in der globalen Automobilindustrie ein, sowohl als Absatzmärkte als auch als Produktionsstandorte.

**Rolle:** Für die bayerische Automobilindustrie bedeutet dies, dass sie stärker mit Unternehmen aus diesen Regionen konkurrieren muss, die in vielen Fällen durch staatliche Unterstützung gefördert werden. Gleichzeitig bieten sich jedoch auch Chancen für Kooperationen und Markteintritte in diesen aufstrebenden Volkswirtschaften.

#### Fazit

Der Umbruch des globalen Ecosystems ist sowohl Herausforderung als auch Chance für die bayerische Automobil- und Zuliefererindustrie. Unternehmen müssen flexibel auf globale Veränderungen reagieren, ihre strategische Ausrichtung anpassen und eng mit internationalen Partnern zusammenarbeiten. Die Fähigkeit, sich in einem sich schnell wandelnden globalen Umfeld zu behaupten, wird entscheidend dafür sein, ob die Branche in Bayern weiterhin eine führende Rolle spielt. Dies erfordert eine globale Perspektive, die lokale Stärken mit internationaler Vernetzung kombiniert.

## 5. Veränderungen der Tätigkeiten in der Produktion durch die Elektromobilität

Mit dem **Übergang zur Elektromobilität** ändern sich viele **Tätigkeiten in der Produktion**. Traditionelle Aufgaben wie die Herstellung von Verbrennungsmotoren entfallen, während neue Tätigkeiten wie die Batteriemontage und Hochspannungs-Sicherheitstests hinzukommen.

Mit dem Übergang zur Elektromobilität ändern sich einige Tätigkeiten in der Produktion von Fahrzeugen. Hier sind einige Beispiele dafür, was wegfällt und was hinzukommt:

### Wegfallende Tätigkeiten:

- **Verbrennungsmotoren-Herstellung -Montage:** Da Elektrofahrzeuge keine Verbrennungsmotoren benötigen, entfällt die Herstellung und Montage von Motoren, Getrieben und Abgasanlagen.
- **Herstellung und Montage von Kraftstoffsystemen:** Elektrofahrzeuge benötigen kein Kraftstoffsystem, daher entfällt die Herstellung und die Montage von Kraftstofftanks, Einspritzanlagen usw.
- **Auspuffsystem-Herstellung-Montage:** Da Elektrofahrzeuge keine Abgase produzieren, entfällt die Herstellung und Montage von Auspuffsystemen und Katalysatoren.
- **Verbrennungsmotoren-Prüfung und -Test:** Die Tests und Prüfungen von Verbrennungsmotoren sind nicht mehr erforderlich.

### Hinzukommende Tätigkeiten:

- **Batteriemodul- und Batteriepack-Montage:** Die Herstellung und Montage von Batteriemodulen und Batteriepacks wird zu einer zentralen Tätigkeit in der Produktion von Elektrofahrzeugen.
- **Elektrische Verkabelung und Steuerungsmontage:** Elektrofahrzeuge erfordern eine komplexere elektrische Verkabelung und Steuerungssysteme für den Antrieb, die Ladung und andere Funktionen.
- **Herstellung und Montage von Elektromotoren:** Elektrofahrzeuge benötigen Elektromotoren anstelle von Verbrennungsmotoren, daher erfordert die Herstellung und Montage dieser Motoren eine Erweiterung der Produktionskapazitäten.
- **Hochspannungs-Sicherheitstests:** Elektrofahrzeuge verwenden Hochspannungssysteme, daher werden spezielle Tests und Sicherheitsüberprüfungen für diese Systeme benötigt.
- **Software-Integration und -Test:** Elektrofahrzeuge enthalten eine Vielzahl von Software für den Betrieb des Antriebs, der Batterie und der Steuerungssysteme. Die Programmierung, Integration und der Test dieser Software werden zu wichtigen Aufgaben.

## 6. Herausforderungen durch hochautomatisierte Produktionsanlagen

Die derzeitigen Produktionssysteme setzen auf hochautomatisierte Anlagen, die vielleicht typen- und variantenflexibel sein mögen, aber nicht volumenflexibel. Stabile und gleichmäßige Absatzmengen sind die Voraussetzung für Wirtschaftlichkeit. Dies ist aber in der derzeitigen Transformation nicht gegeben. Vielmehr steigt die Volatilität.

»Markt- und wettbewerbsinduzierte Entwicklungen sowie verschiedene Megatrends sind Auslöser für steigende Turbulenz und Volatilität in der Produktion – kaum ein Unternehmen kann sich dem entziehen. Wer den stetigen Wandel im Unternehmen bzw. Unternehmensumfeld nicht in den Griff bekommt, verliert letztendlich die Fähigkeit, effizient zu produzieren und flexibel auf unvorhergesehene Ereignisse zu reagieren. Für die erfolgreiche Bewältigung des Wandels im Unternehmen ist allerdings eine arbeitsorganisatorische Gestaltung erforderlich, die in allen betrieblichen Gestaltungsbereichen humanorientiert ausgerichtet ist. Die Humanorientierung beeinflusst die Produktivität auf direktem und indirektem Wege. Für ein effizientes Humanorientiertes Produktivitäts-

management sind neue Methoden und Werkzeuge erforderlich, welche die digitalisierte Arbeitswelt analysieren und gestalten können.«

Quelle: Patricia Stock: Produktivitätssteigerung durch innovatives REFA Industrial Engineering, Tagungsband Herbstkonferenz der GfA, Die Arbeit von morgen: digital, intelligent, nachhaltig – effizient (2024) 6, S. 18

»Der Gestaltungsprozess neuer Arbeitsmodelle ist oft bestimmt durch die zu erreichenden Änderungen in der Produktentwicklung oder Produktionsgestaltung. Die Mitarbeitenden werden dann entsprechend dieser Anforderungen qualifiziert. Die prinzipielle Logik ist also: erst die Erfordernisse hinsichtlich Produkt oder Produktion, dann Ausrichtung der menschlichen Beiträge und Arbeit. Bei diesem prinzipiellen Herangehen kommen Bedürfnisse, Möglichkeiten und Probleme des neuen Arbeitsmodells aus Sicht der Mitarbeitenden zu kurz.«

Quelle: Oliver Sträter: Nachhaltige menschengerechte Gestaltung von Arbeitssystemen, Tagungsband Herbstkonferenz der GfA, Die Arbeit von morgen: digital, intelligent, nachhaltig – effizient (2024) 6, S. 38

Hochautomatisierte Produktionsanlagen sind anfällig für Störungen, die durch mechanische Probleme, Softwarefehler oder Materialprobleme verursacht werden können. Dies erfordert eine enge Zusammenarbeit zwischen Produktion und Instandhaltung.

Statistisch gesehen können **Störungen und Stillstandszeiten an hochautomatisierten Montageanlagen** durch verschiedene Faktoren verursacht werden. Hier sind einige häufige Ursachen:

- **Mechanische Probleme:** Verschleiß, Bruch oder Fehlfunktion von Maschinenteilen können zu unerwarteten Ausfällen führen.
- **Elektrische Störungen:** Fehler in der Stromversorgung, Kurzschlüsse oder Probleme mit Sensoren und Aktuatoren können den Betrieb beeinträchtigen.
- **Softwarefehler:** Fehler in der Steuerungssoftware oder Kommunikationsprobleme zwischen verschiedenen Systemen können zu Unterbrechungen führen.
- **Materialprobleme:** Defekte Materialien oder Versorgungsengpässe können die Produktionslinie zum Stillstand bringen.
- **Menschliche Fehler:** Bedienungsfehler, unzureichende Schulung des Personals oder unsachgemäße Wartung können zu Problemen führen.
- **Umweltbedingte Faktoren:** Extreme Temperaturen, Feuchtigkeit oder Verschmutzung können die Leistung der Anlagen beeinträchtigen.
- **Fehlerhafte Planung und Design:** Mängel in der Planung oder im Design der Anlagen können zu ineffizienten Abläufen und erhöhten Ausfallzeiten führen.

Die Identifizierung und Behebung dieser Probleme erfordert oft eine Kombination aus präventiver Wartung, fortlaufender Überwachung und schneller Fehlerbehebung durch gut geschultes Personal.

## 7. Herausforderungen durch hochautomatisierte Produktionsanlagen (Fallstudienbefunde)

In unseren Fallstudien im Rahmen des Projektes transform.by haben wir folgende Sachverhalte festgestellt. Sie sind zwar nicht repräsentativ aber exemplarisch für die herrschende Gestaltungsphilosophie von Produktionssystemen, wie sie technologisch-betriebswirtschaftlich gedacht werden. Sie werden hier thesenhaft wiedergegeben.

### Befunde/Thesen:

- Es gibt eine Tendenz zur Vollautomatisierung der Anlagen und Arbeitssysteme aufgrund unangemessener, ingenieurwissenschaftlich-betriebswirtschaftlicher Leitbilder von Facharbeit und menschlichem Arbeitsvermögen im Produktionssystem.
- Es ist eine höhere Störanfälligkeit der Anlagen aufgrund unklarer Zusammenarbeit von Instandhaltung, Wartung/Einrichtung, Störungsbeseitigung und Werkern zu beobachten.
- Volatile und kurzzyklische Marktanforderungen können produktionsseitig durch das Produktionssystem nicht optimal erfüllt und abgepuffert werden, z. B. auch durch unangemessene Rüstzeitverkürzung und mangelhafte Industrialisierung.
- Ein fehlender Betriebsmittelbau und Prototypenbau sowie die strategische Entscheidung des gleichzeitigen Zukaufs von kompletten Anlagen, schränkt die Möglichkeiten einen eingeschwungenen Anlagenzustand schnell zu erreichen (Effizienz der Industrialisierung, Schnittstelle zum Produktentstehungsprozess PEP), deutlich ein.
- Arbeitsteilige Arbeitssysteme (Trennung von Planung, Vorbereitung, Durchführung, Kontrolle, Systemoptimierung) verhindern teamförmige Problemlösungswege bei der Prozessinnovation.
- Es ist noch wenig Einsatz von Möglichkeiten von KI zur Datenanalyse und Anlagenoptimierung und Auftragsplanung und zur Hebung von Potenzialen für Prozessinnovation zu beobachten.
- Es ist vielfach autoritäres Führen durch ungeeignete Führungsstile zu beobachten, das auch die Beteiligung von Mitarbeitern an der Arbeitssystemgestaltung konterkariert und die Nutzung von Erfahrungswissen der Beschäftigten verhindert.
- Vielfach beobachtbar war auch eine ungeklärte Ergebnisverantwortung für die Ausbringung an den Anlagen. Oder sie war zu weit weg vom Ort des Geschehens.
- Feststellbar waren auch unzureichende Qualifikationen/ Kompetenzen bei den verschiedenen Beschäftigtengruppen (AV, Instandhaltung, Einrichter, Meister, Teamleiter, Schichtführer, Maschinenbediener, Logistikfachkräfte) Die sogenannten Future Skills waren nur spärlich vorhanden und wurden auch nicht durch eine Personalentwicklung im gewerblichen Bereich angeboten.
- Gestörte Kommunikations(-wege) durch eine fehlende Fachsprache und autistische Fachfunktionen, konnte ebenfalls beobachtet werden.
- Eine unzureichend ausgeprägte Kooperationsbereitschaft der unterschiedlichen Abteilungen, Funktionen und Funktionsträger an den Anlagen und drumherum, zeigte sich auch als Produktivitätshemmnis.
- Ein geringes, agiles Planungsverständnis und geringe Problemlösungskompetenzen der Planer und Mitarbeiter war auch zu konstatieren; ein durchgängig angewendetes GEMBA-Prinzip war nicht feststellbar.
- Der Einsatz von modernen Methoden zur Produktionssystemgestaltung, wie Lean Production, wird nur suboptimal genutzt, da es zum Teil als Herrschaftswissen eingesetzt wird. Ein Beispiel

dafür ist u. a. falsch verstandenes beseitigen von Schein-Muda-Tätigkeiten, z. B. Maschine sauber wischen (Verschwendung).

- Zeitwirtschaftliches Wissen ist zum Teil nicht mehr vorhanden und es werden geschätzte Planzeitkataloge genutzt, die mit der Zeit sehr ungenau geworden sind.
- Beobachtbar war eine mangelhafte Beteiligung der Mitarbeiter in Arbeitsgestaltungsfragen vor Ort in den unteren Hierarchiestufen.
- Es herrschen einseitige Belastungen in den Arbeitssystemen, sowohl körperlicher als auch psychischer Art (Schichtarbeit, Anlagenstillstände und -störungen, mangelnde Ergonomie etc.).
- Es gibt keine Berufswegeplanung, die den demographischen Wandel angemessen berücksichtigt. Es ist kein Arbeitsplatzkataster über Einstiegs-, Verweil- und Ausstiegsarbeitsplätze vorhanden.
- Es werden suboptimale Anlernprozesse praktiziert, die eher auf schnelle Produktivität als auf Kompetenzerwerb setzen.
- Kompetenzmatrizen sind zwar aufgrund von angewandten ISO-Normen vorhanden, werden aber nicht effektiv zum Kompetenzwachstum bei Mitarbeitenden genutzt.

### **Thesen zu den Folgen schlechter Produktionssystem- und Arbeitssystemgestaltung:**

- Die Tendenz zur Vollautomatisierung der Anlagen und Arbeitssysteme widerspricht der geforderten Flexibilität der Kundenanforderungen nach Mengenausbringungen und machen die Produktion unwirtschaftlich.
- Arbeitsteilige Arbeitssysteme (Trennung von Planung, Vorbereitung, Durchführung, Kontrolle, Systemoptimierung) verhindern die Nutzung einer ganzheitlichen Produktionssteuerung zur Sicherstellung eingeschwungener Systemzustände und effizienter Störungsbeseitigung sowie kontinuierlicher Systemoptimierung.
- Autoritäres Führen in der Produktion führt zu Nicht-Engagement der Geführten und Generationenkonflikten auf der Werkstattebene.
- Ungeklärte Ergebnisverantwortung für Ausbringung an den Anlagen führt häufig zur Suche nach dem Schuldigen und sinnloser »Eskalation« als Muster zur Prioritätensetzung.
- Unzureichende Qualifikationen/ Kompetenzen bei den einzelnen Akteuren (AV, Instandhaltung, Einrichter, Meister, Schichtführer, Maschinenbediener, Logistikfachkräfte) führen zu langen, ungeplanten Stillstandszeiten, überlangen Rüstzeiten und unzureichenden Fehlersuch und -beseitigungsstrategien.
- Gestörte Kommunikation(-swege) führen zu unklaren Situationsbeurteilungen an den Anlagen und ist u. a. auf Sprachbarrieren zurückzuführen, auch Unkenntnis der Fachbegriffe und -bedeutungen.
- Unzureichend ausgeprägte Kooperationsbereitschaft der unterschiedlichen Funktionen und Funktionsträger ist die Folge von arbeitsteiligen Prozessen und unklarer Verantwortungszuweisung.
- Ein geringes Planungsverständnis und geringe Problemlösungskompetenz der Planer resultiert aus der Nicht-Anwendung agiler Lean-Methoden in einem komplexen Umfeld (siehe auch Cynefin-Ansatz).
- Die mangelhafte Beteiligung der Mitarbeiter in Arbeitsgestaltungsfragen und der Systemoptimierung vor Ort in den unteren Hierarchiestufen resultiert aus unzureichend intelligent gestalteten

Arbeitssystemen und führt zu einem Brachliegen der Nutzung des menschlichen Arbeitsvermögens.

- Einseitige Belastungen in den Arbeitssystemen, sowohl körperlicher als auch psychischer Art (Schichtarbeit, Anlagenstillstände, mangelnde Ergonomie etc.) verschleißten die menschliche Arbeitskraft vorzeitig und ruft hohe Fehlzeiten und gleichzeitig Personalmangelsituationen in der Produktion hervor.

## 8. Qualifikationsanforderungen in der direkten Produktion (Future Skills)

Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass mangelnde Qualifikations- und Kompetenzentwicklung ein Hemmschuh zur erfolgreichen Bewältigung der Transformation in den Unternehmen darstellt.

Die neuere Forschung spricht von sog. Future Skills, die benötigt werden. Dabei werden u. a. folgende Kompetenzdimensionen unterschieden:

- Kompetenzen im Bereich Technologie und Digitalisierung
- Industrielle Kompetenzen
- Überfachliche Kompetenzen
- Kompetenzen zur Sicherstellung zentraler Geschäftsprozesse

### Future Skills in der direkten und indirekten Produktion (industrielle Kompetenzen)

#### Definition industrieller Kompetenzen

Die Kategorie »Industrielle Kompetenzen« umfasst Kompetenzen, die in der Breite der Industrie von Bedeutung sind. Die Bandbreite der hier adressierten Fachkompetenzen reicht von handwerklichen Fähigkeiten bis hin zu Kompetenzen, die notwendig sind, um Infrastrukturen für die industrielle Fertigung zu schaffen.

Die Digitalisierung nimmt vor allem Einfluss auf die steigende Bedeutung elektro- und elektrotechnischer Kompetenzen (Electrical Engineering) und spiegelt sich in der Erfüllung konkreter Tätigkeiten wider (z. B. der Einsatz von kollaborativer Robotik).

Future Skills-Cluster	Erläuterungen und beispielhafte Skills
Alternativer Automobilantrieb	Fachkompetenzen rund um alternative Automobilantriebe, z. B. im Umgang mit Hochvoltanlagen, Batterietechnologien oder dem elektrischen Antrieb.
Quelle: AgenturQ (Hrsg.), 2024, Future Skills 2030 – Kompetenzen für den Standort Baden-Württemberg, Stuttgart, S. 18–19	

Autonomes Fahren	Kenntnisse der Radartechnik, optischer Systeme, der Objekterkennung sowie zur Verarbeitung von Geoinformationen. Der Fokus liegt auf der Automobilindustrie und dem Einsatz der vor genannten Wissensgebiete für die Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen und eines »intelligenten Automobils«.
Electrical Engineering	Elektrotechnische Fachkompetenzen, die sich beispielsweise auf Wissen über Steuer- und Regelungstechnik beziehen, ein Verständnis für Stromkreise beinhalten sowie ein Verständnis über Bus-Systeme und CAN-Netzwerke, um Datenübertragungen etwa in Maschinen zu strukturieren.
Emissionsfreie Produktion	Kompetenzen rund um das Energiemanagement von Industrieanlagen und Produktionsprozessen, die dazu dienen, den Energieeinsatz in der Produktion zu reduzieren oder die Energieeffizienz zu erhöhen. Auch Umweltmanagementsystemnormen (ISO 14001) gehören zu diesem Cluster. Notwendig werden hierbei beispielsweise Kompetenzen im Bereich der Mess-, Steuerungs und Regelungstechnik, im Kontext der Gebäudetechnik zur Gebäudeautomation sowie die Einhaltung gesetzlicher Vorgaben im Kontext des Gebäudeenergiegesetzes.
Fahrzeugbau und Montage	Kompetenzen, Kenntnisse und Fähigkeiten rund um die Führung, Bedienung und Einrichtung von Maschinen oder Anlagen sowie das Montieren von (Teil)Produkten zu einem fertigen Produkt (zum Beispiel Automobil).
Forschung und Entwicklung	Kompetenzen, Kenntnisse und Fähigkeiten, die für die Entwicklung neuer Technologien bzw. für die marktliche Inwertsetzung von Ideen notwendig sind. Dies können z. B. Kenntnisse für das Prototyping, des Testens und der Produktentwicklung sein.
Industrial Engineering	Kompetenzen für die Herstellung notwendiger Infrastrukturen für die industrielle Fertigung. Kompetenzen der Automatisierungstechnik, der Simulation, Hydraulik und der Mechatronik sind hier mitinbegriffen.
Industrielle Fertigungsverfahren	Kompetenzen zur Herstellung von Einzelkomponenten. Dabei können beispielsweise Kenntnisse in bestimmten verarbeitenden Verfahren (z. B. Drehen, Spritzguss) oder Kompetenzen zur Vorbereitung der Oberfläche von Einzelkomponenten für weitere Montageschritte (z. B. durch Strahlen, Beschichten, Lackieren) notwendig werden. Die Basis für viele dieser industriellen Tätigkeiten, die nicht selten von der Maschine durchgeführt werden, erfordert auch handwerkliche Fähigkeiten und Geschick ((zum Beispiel Schweißen, Lackieren).
Qualitätssicherung und Dokumentation	Kompetenzen der Qualitätssicherung und der technischen Dokumentation erstrecken sich auf Methodenkenntnisse des Qualitätsmanagements (z. B. PAAG-Verfahren, APQP-Verfahren) sowie auf unterschiedliche Formen der Qualitätsprüfung (z. B. Sichtprüfung, zerstörungsfreie Prüfung, sensorgestützte Prüfung). Neben der Anfertigung von Prüfberichten sind auch Kenntnisse zur Verantwortung von Audits und Zertifizierungen (z. B. ISO) inkludiert.
Quelle: AgenturQ (Hrsg.), 2024, Future Skills 2030 – Kompetenzen für den Standort Baden-Württemberg, Stuttgart, S. 18–19	



Technisches Grundverständnis	Basisverständnis fachlicher Disziplinen (z. B. Maschinenbau, Ingenieurwesen, Naturwissenschaften), aber auch das Verständnis für physikalische, mathematische oder technische Zusammenhänge. Zudem ist in diesem Cluster ein grundlegendes Rechenverständnis sowie räumliches Denken verankert.
Wartung/ Reparatur/ Instandhaltung	Kompetenzen rund um Fehler- und Störungsanalyse. Neben der Fahrzeugdiagnose, etwa in Werkstätten, gehört auch die Entwicklung und Anwendung von Predictive Maintenance-Systemen, etwa im Maschinen- und Anlagenbau, in dieses Cluster.
Quelle: AgenturQ (Hrsg.), 2024, Future Skills 2030 – Kompetenzen für den Standort Baden-Württemberg, Stuttgart, S. 18–19	

## Future Skills in der direkten und indirekten Produktion (Überfachliche Kompetenzen)

### Definition Überfachliche Kompetenzen

Die Kategorie »Überfachliche Kompetenzen« inkludiert Kompetenzen, die keine Fachkompetenzen darstellen. Bei diesen Kompetenzen handelt es sich um persönliche Verhaltensweisen, Einstellungen und Mindsets.

Überfachliche Fähigkeiten beschreiben kein fachspezifisches Domänenwissen, sondern befähigen jeden Einzelnen bzw. jede Einzelne, durch berufliche Situation zu navigieren und die gestellten Aufgaben erfolgreich zu erfüllen. Darunter werden Future Skills-Cluster gefasst, die etwa für das Hervorbringen neuer Ideen oder für effizientes (Zusammen)Arbeiten notwendig werden.

Den überfachlichen Kompetenzen kommt, vor dem Hintergrund der notwendigen Anpassungen der Organisationen und deren Beschäftigten sowie der Unsicherheit im Zuge der Transformation, eine besondere Bedeutung zu. Vorrangiger Treiber für die steigende Bedeutung und Veränderung von überfachlichen Kompetenzen ist die Digitalisierung, da digitale Technologien Arbeits- und Organisationsprozesse umfassend verändern.

Future Skills-Cluster	Erläuterungen und beispielhafte Skills
Eigeninitiative	Verhaltensweisen und persönliche Einstellungen, wie Eigenmotivation, Engagement, und die Fähigkeit zum selbstständigen Arbeiten.
Flexibilität	Die Fähigkeit, flexibel zu sein, zielt darauf ab, sich auf Veränderungen am Arbeitsplatz einzustellen und sich an solche anzupassen. Wichtig für die individuelle Fähigkeit zur Veränderung sind Offenheit, Lernfähigkeit und Lernbereitschaft. Zudem braucht es eine schnelle Auffassungsgabe und die Fähigkeit zum multidisziplinären Arbeiten, um fach- oder abteilungsübergreifend erfolgreich zusammenzuarbeiten.
Quelle: AgenturQ (Hrsg.), 2024, Future Skills 2030 – Kompetenzen für den Standort Baden-Württemberg, Stuttgart, S. 20–21	

Innovatives Denken	Innovatives Denken fasst Kompetenzen wie Kreativität, Neugier und Pioniergeist zusammen. Kompetenzen in diesem Cluster zielen auf die individuelle Innovationsfähigkeit ab.
Kollaboration	Für die Fähigkeit, im Team zu arbeiten, ist ein hohes Maß an Kommunikations- und Durchsetzungsfähigkeit relevant. Vertrauenswürdigkeit aller Beteiligten ist die Basis.
Kundenorientierung	Serviceorientierung im Handeln mit Kunden sowie Beratungsfähigkeit.
Organisationsfähigkeit	Für die Koordination von Aufgaben werden Kompetenzen wie vorausschauendes Denken, aber auch Zuverlässigkeit, Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit benötigt, damit Arbeitsteilung gelingt.
Problemlösungsfähigkeit	Die Fähigkeit, Probleme zu lösen, erfordert eine Reihe unterschiedlicher Kompetenzen. Systemisches und analytisches Denken sind Voraussetzungen, um Ursache-Wirkungsbeziehungen zu erkennen. Eine grundsätzliche Lösungsorientierung hilft, schnell zu Ergebnissen zu kommen, die entweder improvisiert oder ganzheitlich konzeptioniert sein können. Kritisches Denken hilft dabei, Lösungsmöglichkeiten abzuwägen und auszuwählen. Durchhaltevermögen sichert die Lösung komplexer Probleme.
Resilienz	Individuelle Verhaltensweisen und Denkmuster, die die individuelle Belastbarkeit erhöhen. Eine hohe Stressresistenz sowie Fähigkeiten, die die Widerstandsfähigkeit erhöhen, sind dabei inkludiert. Ein hohes Maß an Selbstbewusstsein wirkt sich dabei grundlegend positiv aus.
Sprachkenntnisse	Neben Deutsch sind in einer globalisierten Wirtschaft auch Fremdsprachenkenntnisse relevant.
Zielorientierung	Fähigkeit zum strukturierten Arbeiten, um eigene oder vorgegebene Ziele zu erreichen. Dafür werden weitere Fähigkeiten wie Selbstdisziplin oder ergebnisorientiertes Denken benötigt.
Quelle: AgenturQ (Hrsg.), 2024, Future Skills 2030 – Kompetenzen für den Standort Baden Württemberg, Stuttgart, S. 20–21	

## 9. Zukunft der Beruflichkeit in der direkten Produktion

Facharbeit in der direkten Produktion zeichnet sich in Deutschland in erster Linie durch seine Beruflichkeit aus. Eine entsprechende Anzahl von Berufsbildern lassen sich deshalb dort finden. Eine bislang Hauptdifferenzierung in die Bereiche Elektronik und Mechanik löst sich immer mehr auf. Schon lange sind übergreifend die Ziele die Aufrechterhaltung der Beschäftigungsfähigkeit und die Erzeugung von beruflicher Handlungskompetenz durch die Vermittlung entsprechender Kompetenzen. Das Zusammentragen und Auflisten von Fähigkeiten, Fertigkeiten und Wissen in klassischen Curricula der Berufsausbildung verliert an Bedeutung.

Doch zunächst schauen wir auf die klassischen Berufsbilder in der direkten Produktion, als da wären:

- ELEKTRONIKER FÜR GERÄTE UND SYSTEME/ELEKTRONIKERIN FÜR GERÄTE UND SYSTEME
- MECHATRONIKER/MECHATRONIKERIN

- **INDUSTRIEMECHANIKER/INDUSTRIEMECHANIKERIN**

Betrachtet man die Beschreibungen der Berufsbilder, fällt auf, dass eigentlich schon Vieles von den Future Skills dort enthalten sind. Eine moderne Ausbildung scheint somit schon eine gute Voraussetzung zu sein, um in intelligenten Arbeitssystemen produktiv arbeiten zu können. Umso verständlicher ist es, dass viele Unternehmen in der Krise auch die Ausbildungsanstrengungen deutlich zurückschrauben. Der Verlust der Wettbewerbsfähigkeit geht so einher mit Kompetenzverlust.

## **ELEKTRONIKER FÜR GERÄTE UND SYSTEME/ELEKTRONIKERIN FÜR GERÄTE UND SYSTEME**

### **Profil der beruflichen Handlungsfähigkeit**

Unterstützen der Entwickler bei der Realisierung von Aufträgen, der Analyse geforderter Funktionalitäten und technischer Umgebungsbedingungen sowie der Konzipierung von Schaltungen, Montieren von Geräten und Systemen, Installieren und Konfigurieren von Programmen, Prüfen von Geräten und Systemen, Erstellen von Geräte- und Systemdokumentationen, Erstellen von Layouts und Fertigungsunterlagen, Vergeben und Koordinieren von Aufträgen zur Beschaffung von Bauteilen, Hilfsstoffen und Betriebsmitteln für die Realisierung von internen und externen Kundenaufträgen, Planen und Steuern der Produktionsabläufe, Organisieren von Gruppenarbeit, Einrichten, Programmieren, Optimieren und Warten von Fertigungs- und Prüfmaschinen, Mitwirken bei der Analyse und Optimierung von Fertigungsprozessen, Prüfen und Instandsetzen von Komponenten und Geräten, Arbeiten auch mit englischsprachigen Unterlagen und Kommunizieren auch in englischer Sprache, Zuordnung zu Elektrofachkräften im Sinne der Unfallverhütungsvorschriften, Nutzen von IT-Systemen, auch in digitalisierten Prozessen, Anwenden von Vorschriften zu Datenschutz und Informationssicherheit.

### **Berufliche Tätigkeitsfelder**

Elektroniker/innen für Geräte und Systeme arbeiten vorwiegend in mittleren und größeren Industriebetrieben, die elektronische Systeme, Geräte oder Komponenten herstellen, montieren und warten. Entsprechende Unternehmen gibt es z. B. in den Bereichen Fahrzeugelektronik, Medizintechnik, Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Mess- und Regeltechnik.

## **MECHATRONIKER/MECHATRONIKERIN**

### **Profil der beruflichen Handlungsfähigkeit**

Planen und Steuern von Arbeitsabläufen, Bearbeiten mechanischer Teile, Zusammenbauen von Baugruppen und Komponenten zu mechatronischen Systemen, Installieren elektrischer Baugruppen und Komponenten, Messen und Prüfen elektrischer Größen, Installieren und Testen von Hard- und Softwarekomponenten, Aufbauen und Prüfen von Steuerungen, Programmieren mechatronischer Systeme, Zusammenbauen von Baugruppen und Komponenten zu Maschinen und Systemen, Montieren und Demontieren von Maschinen, Systemen und Anlagen, Transportieren und Sichern, Prüfen und Einstellen von Funktionen an mechatronischen Systemen, Inbetriebnehmen und Bedienen mechatronischer Systeme, Instandhalten mechatronischer Systeme, Übergeben von Anlagen, Einweisen der Nutzer in die Bedienung und Erbringen von Serviceleistungen, Arbeiten auch mit englischsprachigen Unterlagen und Kommunizieren auch in englischer Sprache, Nutzung und

IT-Systemen, auch in digitalisierten Prozessen, Anwenden von Vorschriften zu Datenschutz und Informationssicherheit.

### **Berufliche Tätigkeitsfelder**

Mechatroniker/innen arbeiten in der Montage und Instandhaltung von mechatronischen Komponenten und Systemen bei den Herstellern im Anlagen- und Maschinenbau, bei den Betreibern der Systeme sowie in Servicebereichen und bei Dienstleistern in den verschiedensten Branchen und Wirtschaftszweigen. Mechatroniker/innen sind im Sinne der Unfallverhütungsvorschriften Elektrofachkräfte.

## **INDUSTRIEMECHANIKER/INDUSTRIEMECHANIKERIN**

### **Profil der beruflichen Handlungsfähigkeit**

Organisieren und Kontrollieren von Fertigungs- oder Herstellungsabläufen, Herstellen von Bauteilen und Baugruppen und Montieren zu technischen Systemen, Feststellen und Dokumentieren von Fehlern und deren Ursachen in technischen Systemen, Instandsetzen von technischen Systemen, Umrüsten von Maschinen und Systemen, Durchführen von Wartungen und Inspektionen, Auswählen von Prüfverfahren und Prüfmitteln, Übergeben von technischen Systemen und Produkten an die Kunden und Einweisen in die Anlage, Sicherstellen der Betriebsfähigkeit von technischen Systemen, Überprüfen und Erweitern von elektrotechnischen Komponenten der Steuerungstechnik, Berücksichtigen von Geschäftsprozessen und Anwenden von Qualitätsmanagement, Selbständiges Ausüben der Tätigkeiten unter Beachtung der einschlägigen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen, Abstimmen der Arbeit mit vor- und nachgelagerten Bereichen, Einrichten von Arbeitsplätzen, situationsgerechtes Kommunizieren mit internen und externen Kunden, Arbeiten im Team, Kontrollieren und Dokumentieren von Instandhaltungs- und Montagearbeiten unter Berücksichtigung der betrieblichen Qualitätsmanagementsysteme, Nutzen von IT-Systemen auch in digitalisierten Prozessen, Anwenden von Vorschriften zu Datenschutz und Informationssicherheit.

### **Berufliche Tätigkeitsfelder**

Industriemechaniker und Industriemechanikerinnen sind in der Herstellung, Instandhaltung und Überwachung von technischen Systemen eingesetzt. Sie sind tätig in der Einrichtung, Umrüstung und Inbetriebnahme von Produktionsanlagen. Typische Einsatzgebiete sind Instandhaltung, Maschinen- und Anlagenbau, Produktionstechnik und Feingerätebau.

Wettbewerbsfähigkeit durch Produktivität kann nur mit Kompetenzentwicklung der gesamten Belegschaft einhergehen, vom Auszubildenden bis zum Produktionsleiter.

## 10. Zukunft der Anlerntätigkeiten in der Automobilindustrie

Traditionelle Anlerntätigkeiten verlieren an Bedeutung, während neue Tätigkeiten entstehen, die technisches Verständnis und digitale Fähigkeiten erfordern. Die kontinuierliche Weiterbildung wird immer wichtiger, um die Beschäftigungsfähigkeit zu sichern.

Die Automobil- und Zuliefererindustrie steht angesichts technologischer Fortschritte, insbesondere im Bereich der Automatisierung und Digitalisierung, vor tiefgreifenden Veränderungen. Diese Entwicklungen beeinflussen nicht nur die Produktionsprozesse, sondern auch die Art und Weise, wie Arbeitskräfte in dieser Branche eingesetzt und qualifiziert werden. Anlerntätigkeiten, die traditionell eine wichtige Rolle in der Industrie spielten, sind von diesen Veränderungen besonders betroffen. Dieser Bericht analysiert die aktuelle Lage und Entwicklung von Anlerntätigkeiten in der Automobil- und Zuliefererindustrie, beleuchtet den Wandel in den benötigten Kompetenzen und gibt einen Ausblick auf die Zukunft der Anlernberufe.

In der Automobil- und Zuliefererindustrie waren Anlerntätigkeiten traditionell stark verbreitet. Diese Tätigkeiten umfassten oft repetitive Aufgaben wie das Bedienen von Maschinen, Montieren von Bauteilen oder Qualitätskontrollen, die mit relativ kurzer Einarbeitungszeit erlernt werden konnten. Typische Anlernberufe waren beispielsweise Produktionshelfer, Montagemitarbeiter oder Maschinenbediener.

Jedoch hat die fortschreitende Automatisierung viele dieser Tätigkeiten zunehmend verdrängt. Produktionsprozesse werden heute vielfach durch Roboter und automatisierte Systeme übernommen, die Aufgaben mit höherer Präzision und Effizienz ausführen können. Diese Entwicklung führt dazu, dass die Nachfrage nach traditionell angelernten Arbeitskräften in der Produktion abnimmt, da Maschinen viele dieser Aufgaben schneller und kosteneffizienter übernehmen können.

In Zukunft wird sich das Profil der Anlerntätigkeiten in der Automobil- und Zuliefererindustrie weiter verändern. Während einige traditionelle Anlerntätigkeiten durch Automatisierung und Digitalisierung verschwinden, werden neue Tätigkeitsfelder entstehen, die von einer Kombination aus technischer, digitaler und sozialer Kompetenz geprägt sind. Anlernberufe werden künftig stärker darauf ausgerichtet sein, Maschinen und Prozesse zu überwachen, zu optimieren und bei Bedarf zu intervenieren.

Zudem wird die Fähigkeit, sich an neue Technologien anzupassen und sich kontinuierlich weiterzubilden, zu einer zentralen Anforderung für Arbeitskräfte in der Branche. Unternehmen müssen daher verstärkt in die Weiterbildung ihrer Belegschaft investieren und Ausbildungsprogramme an die neuen Anforderungen anpassen.

Die Automobil- und Zuliefererindustrie erlebt einen tiefgreifenden Wandel, der die Struktur und die Anforderungen an Anlerntätigkeiten grundlegend verändert. Traditionelle Kompetenzen wie manuelle Fertigkeiten und einfache Maschinenbedienung verlieren an Bedeutung, während digitale Kompetenzen, Problemlösungsfähigkeiten und lebenslanges Lernen immer wichtiger werden. Die

Zukunft der Anlernberufe liegt in der Fähigkeit, technologische Systeme zu überwachen, zu optimieren und in einer sich ständig verändernden Umgebung flexibel zu agieren. Unternehmen und Arbeitskräfte müssen sich auf diese Veränderungen einstellen, um wettbewerbsfähig zu bleiben und die Chancen der Digitalisierung und Automatisierung zu nutzen.

### Veränderungen im Einzelnen:

Mit der Automatisierung und Digitalisierung **verlieren** bestimmte **Kompetenzen**, die früher in Anlerntätigkeiten von Bedeutung waren, **an Relevanz**:

#### 1. Manuelle Fertigkeiten für repetitive Aufgaben:

Die Fähigkeit, manuelle, sich wiederholende Tätigkeiten schnell und präzise auszuführen, ist in automatisierten Produktionsumgebungen weniger gefragt, da Maschinen diese Aufgaben übernehmen.

#### 2. Einfache Maschinenbedienung:

Das Bedienen von Maschinen ohne tiefere technische Kenntnisse wird zunehmend durch automatisierte Systeme ersetzt, die mit minimalem menschlichem Eingriff arbeiten.

#### 3. Routinebasierte Qualitätskontrolle:

Aufgaben der Qualitätskontrolle, die auf visuellen Inspektionen und einfachen Prüfverfahren basieren, werden zunehmend von computergestützten Systemen übernommen, die höhere Genauigkeit und Konsistenz bieten.

Mit der abnehmenden Bedeutung traditioneller Anlerntätigkeiten verschiebt sich der **Fokus** auf **neue Kompetenzen**, die von den Arbeitskräften in der Automobil- und Zuliefererindustrie verlangt werden. Zu den wichtigsten Entwicklungen gehören:

#### 1. Technisches Verständnis und digitale Kompetenz:

Die fortschreitende Digitalisierung der Produktionsprozesse erfordert von den Arbeitskräften ein grundlegendes Verständnis technischer Systeme und die Fähigkeit, mit digitalisierten Prozessen umzugehen. Dies umfasst die Bedienung und Überwachung von automatisierten Anlagen sowie das Verständnis von Datenanalysen zur Optimierung der Produktion.

#### 2. Problemlösungsfähigkeit:

Während repetitive Aufgaben zunehmend automatisiert werden, wächst die Bedeutung von Fähigkeiten zur Problemlösung und zum kritischen Denken. Arbeitskräfte müssen in der Lage sein, unvorhergesehene Probleme zu erkennen, deren Ursachen zu analysieren und effektive Lösungen zu entwickeln, insbesondere im Zusammenhang mit der Wartung und Optimierung von Maschinen.

### 3. Interdisziplinäre Zusammenarbeit:

Die komplexer werdenden Produktionsprozesse erfordern eine stärkere Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Fachbereichen, wie Produktion, IT und Engineering. Dies setzt eine Offenheit für interdisziplinäre Kommunikation und Teamarbeit voraus, die über traditionelle Anlern Tätigkeiten hinausgeht.

### 4. Weiterbildung und lebensbegleitendes Lernen:

Angesichts der raschen technologischen Veränderungen wird lebensbegleitendes Lernen zu einer Notwendigkeit. Arbeitskräfte müssen bereit sein, sich kontinuierlich weiterzubilden, um mit den neuen Anforderungen Schritt zu halten und ihre Beschäftigungsfähigkeit und berufliche Handlungskompetenz zu sichern.

## 11. Die Zukunft der indirekten Tätigkeiten in der Produktion

### Vorbemerkung

In der Automobilproduktion nehmen indirekte Tätigkeiten wie Instandhaltung, Arbeitsvorbereitung und das Einrichten der Maschinen und Anlagen eine Schlüsselrolle ein. Diese Tätigkeiten gewährleisten die reibungslose Funktion der Produktionslinien und tragen zur Qualitätssicherung sowie zur Effizienzsteigerung bei. Angesichts der schnellen Fortschritte in Automatisierung, Digitalisierung und künstlicher Intelligenz (KI) stellt sich die Frage, wie sich die Zukunft dieser Tätigkeiten gestalten wird. Der folgende Bericht gibt einen Überblick über die möglichen Entwicklungen und Herausforderungen in den genannten Bereichen und beleuchtet, wie Unternehmen ihre Produktionsprozesse an die neuen Anforderungen anpassen könnten.

### 1. Zukünftige Entwicklung der Instandhaltung

Die Instandhaltung in der Automobilproduktion wird durch die zunehmende Digitalisierung und den Einsatz von »Predictive Maintenance« – also der vorausschauenden Wartung – transformiert. Mittels Sensorik, dem Internet der Dinge (IoT) und Big-Data-Analysen können Maschinenzustände in Echtzeit überwacht und Verschleiß- sowie Fehleranfälligkeiten frühzeitig erkannt werden. Anstelle des reaktiven Wartungsansatzes, bei dem Anlagen erst nach Ausfällen repariert werden, ermöglicht Predictive Maintenance eine proaktive Wartungsplanung. Dies führt nicht nur zu einer höheren Verfügbarkeit der Anlagen, sondern kann auch die Betriebskosten durch eine bedarfsorientierte Wartung erheblich senken.

Allerdings wird dies den Arbeitsalltag der Instandhaltungstechniker stark verändern. Neue technische Kenntnisse, insbesondere im Bereich der Datenauswertung und Systemüberwachung, werden essenziell sein. Die Techniker werden in Zukunft weniger Zeit für rein manuelle Arbeiten aufwenden, sondern zunehmend als Problemlöser und Analytiker fungieren. Weiterbildungen und Schulungen

in Digitaltechnologien und Maschinenkommunikation sind daher entscheidend, um den Anforderungen der modernen Instandhaltung gerecht zu werden.

## **2. Arbeitsvorbereitung im Wandel**

Die Arbeitsvorbereitung ist eine weitere Schlüsselkomponente der indirekten Tätigkeiten in der Automobilproduktion. Sie umfasst die Planung und Gestaltung der Produktionsprozesse und stellt sicher, dass alle notwendigen Materialien, Maschinen und Werkzeuge zur Verfügung stehen. Zukünftig wird die Arbeitsvorbereitung stärker von digitalen Planungstools und Simulationssystemen unterstützt, die es ermöglichen, Produktionsprozesse in einer virtuellen Umgebung zu modellieren und zu optimieren.

Digitale Zwillinge, die die Produktionslinien in einer digitalen Umgebung abbilden, könnten ein wesentlicher Bestandteil der zukünftigen Arbeitsvorbereitung sein. Diese digitalen Abbilder ermöglichen es, potenzielle Engpässe oder Probleme frühzeitig zu erkennen und zu beheben. Zudem kann durch eine bessere Datennutzung die Effizienz der Arbeitsvorbereitung gesteigert werden, da Produktionspläne dynamisch an Änderungen angepasst werden können. Arbeitsvorbereiter werden daher verstärkt als Schnittstelle zwischen Planung und Produktion fungieren und verstärkt über Kenntnisse im Bereich digitaler Systeme und Simulationen verfügen müssen.

## **3. Zukunft des Einrichters**

Das Einrichten von Maschinen und Anlagen ist in der Automobilproduktion ein hoch spezialisierter Bereich, der präzises Fachwissen und praktische Erfahrung erfordert. Auch dieser Bereich wird durch die Automatisierung und Digitalisierung stark beeinflusst. Moderne Maschinen sind zunehmend mit selbstoptimierenden Einstellungen und intelligenten Steuerungssystemen ausgestattet, die es ermöglichen, sich teilweise selbst auf neue Anforderungen einzustellen. Dies reduziert den Zeitaufwand für Umrüst- und Einstellprozesse erheblich und erlaubt eine flexiblere Anpassung der Produktionslinien.

Einrichter werden zukünftig weniger direkt in die manuelle Einrichtung involviert sein, sondern vermehrt mit digital unterstützten Steuerungssystemen arbeiten. Diese Systeme nutzen fortgeschrittene Algorithmen und Sensorik, um den Einrichtprozess zu unterstützen oder sogar eigenständig durchzuführen. Somit wird sich die Rolle des Einrichters hin zu einem Überwacher und Manager des Rüstprozesses entwickeln, der Probleme frühzeitig erkennt und Anpassungen vornimmt. Die Qualifikation des Einrichters wird sich daher zunehmend auf ein Verständnis für intelligente Steuerungssysteme und digitale Überwachungstechniken ausrichten müssen.

## **4. Herausforderungen und Fazit**

Die Transformation der indirekten Tätigkeiten in der Automobilproduktion bringt zahlreiche Herausforderungen mit sich. Neben den technologischen Umstellungen ist es besonders wichtig, die Mitarbeiter auf diese neuen Anforderungen vorzubereiten. Dies bedeutet, dass Unternehmen ihre Weiterbildungsangebote anpassen und verstärkt Schulungen im Bereich Digitalisierung und Automatisierung anbieten müssen. Die Akzeptanz für diese Veränderungen bei den Mitarbeitern zu fördern, ist dabei ebenso entscheidend wie die Sicherstellung einer ergonomischen und effizienten Gestaltung der Arbeitsprozesse.



Die indirekten Tätigkeiten wie Instandhaltung, Arbeitsvorbereitung und Einrichten werden auch in Zukunft von hoher Bedeutung sein, jedoch in veränderter Form. Digitale Kompetenzen, die Fähigkeit zur Datenanalyse und ein Verständnis für vernetzte Systeme und Sensorik werden in diesen Bereichen zunehmend gefordert. Unternehmen, die diesen Wandel proaktiv gestalten und ihre Mitarbeitenden entsprechend qualifizieren, werden langfristig von einer verbesserten Effizienz, niedrigeren Betriebskosten und einer höheren Flexibilität profitieren.

Dieser Bericht zeigt, dass die Zukunft der indirekten Tätigkeiten in der Automobilproduktion durch den technologischen Fortschritt geprägt sein wird. Durch gezielte Anpassungen in der Qualifikation und Weiterbildung der Mitarbeitenden können Unternehmen den Herausforderungen dieser Transformation begegnen und die Wettbewerbsfähigkeit ihrer Produktion nachhaltig stärken.

## 12. Zum zukünftigen Verhältnis von direkten und indirekten Tätigkeiten in der Produktion

Die Arbeitsteilung zwischen direkt produktiven und indirekten Tätigkeiten in der Automobilproduktion wird sich durch den technologischen Wandel stark verändern. In einer stärker vernetzten und digitalisierten Produktion werden die Grenzen zwischen direkten und indirekten Tätigkeiten zunehmend fließender. Durch intelligente Maschinen, automatisierte Steuerungssysteme und fortschrittliche Datenanalysen entstehen neue Anforderungen an die Mitarbeitenden in beiden Bereichen. Es wird notwendig sein, flexibel und übergreifend zu arbeiten, um die Produktion effizient zu gestalten und auf kurzfristige Veränderungen reagieren zu können.

### 1. Arbeitsteilung zwischen direkten und indirekten Tätigkeiten

Indirekte Tätigkeiten wie Instandhaltung, Arbeitsvorbereitung und Einrichten unterstützen die direkt produktiven Prozesse, sorgen für eine stabile Produktionslinie und minimieren Ausfallzeiten. In der Zukunft wird es immer häufiger zu einer engeren Verzahnung dieser Aufgaben kommen. Digitale Systeme und das »Internet der Dinge« (IoT) erlauben es, Informationen in Echtzeit zu verarbeiten und schnelle Entscheidungen zu treffen. So können Instandhalter und Einrichter durch Remote-Überwachung und digitale Assistenzsysteme Ausfälle verhindern, bevor sie auftreten. Die Arbeitsteilung verschiebt sich zunehmend hin zu einer kollaborativen Rolle, in der Produktionsmitarbeitende und indirekt Tätige gemeinsam für den optimalen Produktionsablauf verantwortlich sind.

#### Veränderte Rollen:

Die Arbeitsteilung wird hybrid: Produktionsmitarbeitende könnten zunehmend kleinere Wartungs- oder Einstellarbeiten übernehmen, während die Spezialisten in den indirekten Bereichen ihre Aufgaben strategischer und analytischer gestalten. Die direkt produktiven Tätigkeiten könnten durch verstärkten Zugang zu digitalen Hilfsmitteln (z. B. Tablets mit Instandhaltungsanweisungen, Augmented Reality für Fehlerdiagnose) selbstständiger durchgeführt werden. Mitarbeitende könnten beispielsweise Routineüberprüfungen übernehmen, während Instandhalter durch intelligente Systeme über den Wartungsbedarf informiert werden.

## 2. Konzepte der Arbeitsorganisation

Die zukünftige Arbeitsorganisation wird zunehmend auf Flexibilität und Kooperation basieren. Die klassischen hierarchischen Strukturen weichen flexibleren, prozessorientierten Organisationsformen, die Zusammenarbeit und Wissensaustausch fördern. Einige zukunftsweisende Konzepte sind:

### a. Lean Production mit digitaler Unterstützung

Die Lean-Philosophie, die darauf abzielt, Verschwendung zu reduzieren und Wertschöpfung zu maximieren, wird zunehmend durch digitale Technologien wie IoT und Künstliche Intelligenz (KI) ergänzt. Digitale Lean-Ansätze könnten Echtzeit-Daten zur Prozessoptimierung nutzen, was eine engere Abstimmung zwischen direkten und indirekten Tätigkeiten ermöglicht. In diesem Modell arbeiten die Teams agiler und können Veränderungen in den Produktionsprozessen schneller und zielgerichteter umsetzen.

### b. Autonome Arbeitsgruppen

In autonomen Arbeitsgruppen übernehmen Teams eigenverantwortlich bestimmte Produktionsbereiche und treffen Entscheidungen zur Prozessoptimierung und Problemlösung. In der Automobilproduktion könnten solche Gruppen z. B. die Verantwortung für bestimmte Produktionsabschnitte übernehmen, in denen direkte und indirekte Tätigkeiten eng miteinander verknüpft sind. Die Teams haben umfassende Entscheidungsbefugnisse und organisieren sich selbst, was zu mehr Flexibilität und einer besseren Anpassung an die jeweiligen Produktionsanforderungen führt.

### c. Shopfloor-Management mit digitalen Tools

Das Shopfloor-Management, also die direkte Steuerung und Optimierung der Produktionsprozesse vor Ort, wird zunehmend digital unterstützt. Digitale Dashboards zeigen Produktionsfortschritt, Störungen und Wartungsbedarf in Echtzeit, sodass Mitarbeitende auf beiden Seiten (Produktion und Instandhaltung) ihre Tätigkeiten optimal aufeinander abstimmen können. Diese Transparenz fördert eine schnelle Problemlösung und sorgt für einen effizienteren Informationsaustausch.

### d. Projektorientierte Teams für Wartung und Prozessverbesserung

In der Industrie 4.0 werden Teams zunehmend projektorientiert arbeiten, um Wartungsprozesse und Verbesserungen in der Produktion umzusetzen. Dies ist vor allem bei größeren Umrüstungen, komplexen Wartungsarbeiten oder der Einführung neuer Technologien sinnvoll. Teams, die sich flexibel aus Instandhaltern, Arbeitsvorbereitern und Produktionsexperten zusammensetzen, können neue Lösungen schnell testen und implementieren.

## 3. Fazit

Die Arbeitsteilung zwischen direkten und indirekten Tätigkeiten wird flexibler und kooperativer gestaltet sein. Die klassischen Zuständigkeiten verschwimmen, da sowohl produktive als auch indirekte Tätigkeiten verstärkt durch digitale Technologien unterstützt werden. Unternehmen müssen daher Konzepte der Arbeitsorganisation anwenden, die Flexibilität, Teamarbeit und technische Kompetenzen fördern. Methoden wie Lean Production in digitaler Form, autonome Arbeitsgruppen und projektorientierte Teams werden helfen, die gesteigerten Anforderungen in einer digitalisierten und hochvernetzten Automobilproduktion effizient zu erfüllen. Die Transformation erfordert konti-

nuierliche Weiterbildung und eine Offenheit für Veränderungen, um die Wettbewerbsfähigkeit und Effizienz in der Automobilproduktion langfristig zu sichern.

## 13. Exkurs: Resilienz und Flexibilität in modernen Produktionssystemen

Moderne Produktionssysteme müssen resilient und flexibel sein, um auf volatile Marktanforderungen reagieren zu können. Die Matrixproduktion ist ein Beispiel für ein flexibles Fertigungssystem, das durch seine Wandlungsfähigkeit die Produktionsmobilität erhöht.

### Gemeinsame Planung von Produktion und Instandhaltung

»Der Zusammenarbeit zwischen Produktion und Instandhaltung kommt bei der Gestaltung resilienter Produktionsprozesse und insbesondere bei der Flexibilisierung der Fertigung eine wesentlich stärkere Bedeutung zu.

Ein aufschlussreiches Beispiel für die Flexibilisierung der Fertigung stellt die **Matrixproduktion** dar. Hier erfolgt ein **Wechsel von der getakteten Fließbandfertigung zu einer Werkstattfertigung**. Das verspricht mehr Flexibilität bei gleichbleibender Produktivität.

Um diese erhöhte Flexibilität zu gewährleisten, müssen die Verantwortlichen diejenigen Produktionszellen identifizieren und überwachen, die durch unterschiedliche Störgrößen (z. B. Anlagenstillstände oder Änderungen im Produktionsauftrag) am stärksten beeinträchtigt werden. Hierfür sind im Vorfeld etwaige Wechselbeziehungen zu eruieren, also bei welchen Störungsarten

welche Auswirkungen zu erwarten sind. Existieren signifikante Korrelationen, muss das Management diese Zusammenhänge im Rahmen einer integrierten Produktions- und Instandhaltungsplanung berücksichtigen.

Zudem steigt auch die Bedeutung eines schnellen und flexiblen Rüstens der Produktionsanlagen (Zellen), also das Einrichten von Betriebsmitteln für bestimmte Arbeitsvorgänge.

Für beide Zielsetzungen – der hochflexiblen Zuordnung von Produkten zu Fertigungseinrichtungen und der Sicherstellung einer instandhaltungsfreien Produktion – ist eine permanente Abstimmung zwischen Produktion und Instandhaltung erforderlich.«

Quelle: FhG IPA: Resiliente Wertschöpfung in der produzierenden Industrie – innovativ, erfolgreich, krisenfest, White Paper »RESYST«, Stuttgart 2021, S. 10-11

### Nachhaltige Sicherung von Produktionssystemen durch Integration von Resilienzfaktoren in die Zielsysteme

»Dieses ganzheitliche Optimierungsparadigma zwischen Resilienzfähigkeit, Leistungsfähigkeit und Nachhaltigkeit muss sich sowohl auf der strategischen Ebene im Rahmen der Unternehmens-

ziele als auch auf der operativen Ebene – beispielsweise bei der Planung und Steuerung des Produktionssystems widerspiegeln.

### Instandhaltungsfreie Fabrik

Die Zukunftsvision der Arbeit in einer instandhaltungsfreien Fabrik bringt eine Reihe von Herausforderungen mit sich. Dabei verändert sich auch das Berufsbild der Instandhaltung. Es entwickelt sich hin zu »Resilienz-Experten oder -Managern«.

In der instandhaltungsfreien Fabrik sind sämtliche Instandhaltungsprozesse, Instandhaltungs-kompetenzen und die Arbeitsorganisation so ausgerichtet, dass unproduktive und nicht geplante Wartungs- und Instandhaltungsaufgaben annähernd auf null sinken. Damit verändert auch die Arbeit ihr Gesicht.

Neue Wissensbestände und Kompetenzen verbinden sich miteinander. Die Instandhaltungsarbeit gewinnt dabei zunehmend den Charakter von Wissens- und Informationsarbeit.

### Mobilität der Fertigung ermöglichen

Eine Matrixproduktion führt durch ihre Wandlungsfähigkeit zu mehr Flexibilität und Mobilität in der Fertigung. Ein Produktionssystem wird dadurch skalierbar und die Prozesse werden flexibel anpassbar, indem einzelne Fertigungs- und Montagemittel, aber auch ganze Prozessmodule (hoch spezialisierte Technologiemodule) hinzugefügt, verschoben oder entfernt werden können. Die freie Verkettung und die Mobilität der Prozessmodule führen zur Auflösung fester Strukturen und ermöglichen ein dynamisches Layout sowie eine ortsflexible Produktion.«

Quelle: FhG IPA: Resiliente Wertschöpfung in der produzierenden Industrie – innovativ, erfolgreich, krisenfest, White Paper »RESYST«, Stuttgart 2021, S. 11–12

**Abb. 7: Rahmenmodell für Resiliente Wertschöpfung FhG IPA Stuttgart**

Abb. 7: Rahmenmodell für Resiliente Wertschöpfung FhG IPA Stuttgart						
<b>Was</b>	Schaffung von resilienzförderlichen Grundeinstellungen					
Eigenschaf-ten entlang der Resi-lienzphasen	Vorbereiten	Verhindern/Reagieren	Schützen	Wiederherstellen		
	Antizipation	Agilität, Flexibilität, Adaptivität	Robustheit	Regenerati-ons-/ Lern-fähigkeit		
<b>Wie</b>	In jeder Situation systematisch handlungsfähig bleiben					
Optimie-rungsziele für resi-liente Wert-schöpfung	»Erkenne Ereignisse und Aus-wirkungen, bevor sie auftreten«	»Schaffe die erforderlichen Anpassun-gen in der Änderungs-frequenz«	»Komen-siere die Ereignisse möglichst ohne Red-undanz«	»Sieh schnelle und re-versible Transforma-tionen vor«		
Quelle: FhG IPA: Resiliente Wertschöpfung in der produzierenden Industrie – innovativ, erfolgreich, krisenfest, White Paper »RESYST«, Stuttgart 2021, S. 14						

**Abb. 7: Rahmenmodell für Resiliente Wertschöpfung FhG IPA Stuttgart**

Resilienz vom Produkt bis zum vernetzten Wertschöpfungssystem						
<b>Wo</b> Interventionsebenen	Markt & Wettbewerb	Produkte & Designleistungen	Wertschöpfung & Prozesse	Ressourcen & Infrastruktur	Mitarbeiter & Kultur	Kollaboration & Partner
<b>Womit</b> Lösungsbausteine	Das benutzen, was am besten geeignet erscheint					
	Prinzipien	Strategien	Methoden	Technologien	Werkzeuge	

Quelle: FhG IPA: Resiliente Wertschöpfung in der produzierenden Industrie – innovativ, erfolgreich, krisenfest, White Paper »RESYST«, Stuttgart 2021, S. 14

Hier ein bildliches Beispiel eines Teils einer Matrixproduktion:

**»Montage ohne Band und Takt: Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA gestaltet seine Matrixmontage produktiv und wandlungsfähig«**



Quelle: FhG IPA: Resiliente Wertschöpfung in der produzierenden Industrie – innovativ, erfolgreich, krisenfest, White Paper »RESYST«, Stuttgart 2021, S. 22

## 14. Gestaltungsempfehlungen und Thesen für die Zukunft der direkten und indirekten Tätigkeiten in der Produktion

- Es bedarf einer Wertschätzung des menschlichen Arbeitsvermögens, in dem intelligente Arbeitssysteme, im Sinne einer sozio-technischen Systemgestaltung, konzipiert werden.
- Die vorherrschenden Produktionssysteme dürfen nicht alleine einer technologischen und/betriebwirtschaftlichen unterworfen werden, da selbst voll automatisierte Produktionsanlagen nicht verlagerungsresistent sind.
- Arbeitswissenschaftliche Erkenntnisse legen nahe, sich wieder auf Konzepte teilautonomer Gruppenarbeit, hybrider Systeme und fraktaler Produktionsstrukturen zu besinnen, da sie besser

in der Lage sind Markt- und Kundenanforderungen nach Nachhaltigkeit, Volatilität und stetiger Systemanpassung sowie -optimierung zu erfüllen.

- Daraus folgen Notwendigkeiten für die Beschäftigten in der Produktion andere, neue und hochwertigere Tätigkeiten mit digitalen Tools zu erlernen (z. B. Projektarbeit, Daten analysieren, low code programmieren, green skills etc.).
- Dazu müssen in der Produktion neue Lernarrangements, Lernorte und –formen gefunden werden; berufspädagogisches know-how an den Anlagen einsetzen, um effiziente Lernprozesse zu initiieren und zu begleiten.
- Echte Beteiligungsformen müssen etabliert werden, z. B. Rechte von Teams ins BetrVG, Qualitätszirkel etc.
- Nachhaltigkeit, Industrie 4.0 und der Einsatz künstlicher Intelligenz sind die bestimmenden Parameter der Neu-Gestaltung der Produktion in der Transformation
- Eine Renaissance der Wertschätzung des menschlichen Arbeitsvermögens und seines wirklichen Könnens, kann die Plattform für eine »human friendly automation« sein.
- Dabei stehen nicht so sehr die körperlichen Fähigkeiten im Vordergrund, sondern vielmehr die intellektuellen Fähigkeiten, die Kommunikations- und vor allem die Kooperationskompetenzen sind bei der Arbeitssystemgestaltung gefragt; nicht wie im Fordismus als »dressierte Affen«.
- Der Einsatz humanoider Roboter in der Produktion wird zukünftig eine Rolle spielen; allerdings hoffentlich nicht nur als Nachahmer einfachster menschlicher Arbeitsprozesse.
- Vielmehr könnte der Roboter als »persönlicher R2D2« dem Facharbeiter assistieren für Tätigkeiten, die man nicht machen möchte (man denke nur an den »elektrischen Mönch« von Douglas Adams).

Anfang der 90er Jahre wurden vier Problemfelder der Qualifizierung in der Serienmontage identifiziert (David/Senft 1996, S. 107 f.):

»Sowohl auf der Ebene der Qualifizierungsziele, -inhalte und -methoden als auch auf der Ebene der betrieblichen Rahmenbedingungen wurde damals eine defizitäre Situation diagnostiziert.

Das von David/Senft herausgearbeitete Defizit einer mangelnden Anknüpfung von Qualifizierungszielen an die Unternehmensstrategie sollte sich heute mit der Einführung Ganzheitlicher Produktionssysteme sozusagen strukturell abmildern. **Kommentar:** Letzteres hat sich allerdings nicht bewahrheitet.

Eine innovationsfähige und flexible Montage ist nicht denkbar ohne die Erfahrung der Beschäftigten und ohne ihre Bereitschaft, diese Erfahrung proaktiv in die laufende Verbesserung der Prozesse einzubringen.«

Quelle: Sabine Pfeiffer: Montage und Erfahrung. Warum Ganzheitliche Produktionssysteme menschliches Arbeitsvermögen brauchen, München u. Mering 2007, S. 223

Für die zukünftige Gestaltung der Produktion und Produktionssysteme sind intelligente, menschenzentrierte Arbeitssysteme notwendig. Es müssen neue Lernarrangements und echte Beteiligungsformen etabliert werden, um die Mitarbeiter auf die Anforderungen der Zukunft vorzubereiten.

## 15. Fazit

Die Tätigkeiten in der direkten und indirekten Produktion stehen vor großen Herausforderungen und Chancen. Der Übergang zur Elektromobilität, die Digitalisierung und die Notwendigkeit zur Resilienz erfordern neue Ansätze in der Arbeitsgestaltung und Mitarbeiterqualifikation. Der Mensch bleibt dabei im Zentrum der Produktionsprozesse, und seine Fähigkeiten und Kompetenzen sind entscheidend für den Erfolg.

## Anhang

### Prinzipien Human Friendly Automation (KI und Digitalisierung)

#### 1 Menschlichkeit & Autonomie

Namen, Gesichter und Geschichten sind wichtiger als Prozesse, Kennzahlen und Geschäftspläne.

Sinnstiftende und selbstbestimmte Arbeit ist wichtiger als Prozessoptimierung.

Die Zusammenarbeit zwischen Menschen ist wichtiger als Mensch-Maschinen-Interaktion.

#### 2 Offenheit & Transparenz

Relevante Inhalte klar und emphatisch zu kommunizieren ist wichtiger als diplomatische Informationsbereitstellung.

Ziele mit Betroffenen im Dialog entwickeln ist wichtiger als vollendete Tatsachen.

Ehrlichkeit über eine offene Zukunft ist wichtiger als utopische Versprechungen.

#### 3 Entfaltung & Befähigung

Fähigkeiten von Menschen erweitern ist wichtiger als Kostensenkungen.

Mitarbeitende mitmachen und gestalten lassen ist wichtiger als detaillierte Anleitungen.

Widerstände von Mitarbeitenden aktiv aufgreifen ist wichtiger als das Befolgen von Zeitplänen.

#### 4 Ganzheitlichkeit & Langfristorientierung

Nachhaltige Innovationen für die Zukunft sind wichtiger als kurzfristige ökonomische Ziele.

Die lernende Organisation ist wichtiger als die automatisierende Organisation.

Gesellschaftliche Verantwortung ist wichtiger als ein einseitiger Fokus auf Beschleunigung und technische Machbarkeit.

Quelle: <https://www.linkedin.com/groups/8895484/>

## Literatur

- AgenturQ (Hrsg.), 2024, Future Skills 2030 – Kompetenzen für den Standort Baden-Württemberg, Stuttgart
- Bauer, W., Schlund, S., Marrenbach, D. & Ganschar, O. (2014). Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Bitkom Research, Berlin.
- Bogner, E., Voelklein, T., Schroedel, O. & Franke, J. (2016). «Study Based on the Design and Development Process of Cyber-Physical Production Systems.» *Procedia CIRP*, 57, 161–166.
- Böhmer, A. I. & Hamdan, J. (2020). *Arbeitsorganisation im digitalen Wandel: Erfolgsstrategien für die Industrie 4.0*. Hanser, München.
- Buxbaum-Conradi, S., Heiland, C. & Solga, H. (2021). *Arbeiten in der Automobilindustrie: Wandel und Unsicherheiten im digitalen Kapitalismus*. Campus Verlag, Frankfurt am Main.
- Deloitte. (2023). *Future of Automotive Mobility to 2035*. This report addresses strategic challenges, including digital transformation and sustainability pressures, within the global mobility value chain. It offers insights into market shifts in the US and Europe, covering growth expectations and emerging labor demands. Available at: [Deloitte.com](https://www.deloitte.com)
- Dombrowski, U. & Richter, T. (2018). *Lean Production Systems: Einführung und Weiterentwicklung schlanker Produktionssysteme*. Springer Vieweg, Wiesbaden.
- European Commission. (2023). *Digitalisation in the EU Automotive Industry*. Focuses on the industry's digitalization efforts, the adoption of advanced robotics, and the implications for labor distribution in production and maintenance.
- FhG IPA, 2021: *Resiliente Wertschöpfung in der produzierenden Industrie – innovativ, erfolgreich, krisenfest*, White Paper »RESYST«, Stuttgart
- FIR e. V. an der RWTH Aachen (2022). *Transformation der Automobilindustrie: Einfluss der Digitalisierung auf Arbeit und Produktion*. Explores how digital transformation impacts direct and indirect tasks, emphasizing automation's role in production and maintenance.
- Hirsch-Kreinsen, H. & ten Hompel, M. (2020). *Digitale Transformation und Industrie 4.0: Gestaltungsansätze und soziale Herausforderungen*. Springer, Berlin.
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*. acatech.
- Kuhlmann, M. (2019). *Arbeitsorganisation und Digitalisierung: Wandel der Arbeitswelt durch Technik und Organisation*. Beltz Juventa, Weinheim.
- McKinsey & Company. (2023). *Future of the Automotive Industry*. Examines trends reshaping the automotive sector, focusing on shared mobility, electrification, and changing consumer preferences, as well as impacts on vehicle sales and production. Available at: [McKinsey.com](https://www.mckinsey.com)
- Pfeiffer, S., Suphan, A. & Wühr, D. (2018). *Industrie 4.0 und die Zukunft der Arbeit: Trends, Szenarien, Herausforderungen*. Nomos, Baden-Baden.
- Pfeiffer, Sabine, 2007: *Montage und Erfahrung. Warum Ganzheitliche Produktionssysteme menschliches Arbeitsvermögen brauchen*, München u. Mering
- PwC Strategy&. (2023). *The Road to Sustainable Automotive Manufacturing*. Discusses sustainability in production, examining how green practices and regulatory demands impact indirect jobs like maintenance and setup within the value chain.



- Roland Berger. (2023). Automotive Insights: The Future of Automotive Production. This report addresses evolving production technologies, including lean and smart manufacturing, and the shift toward flexible production systems that will transform roles in production, setup, and maintenance.
- Schelten, A., : 2002 Über den Nutzen der Handlungsregulationstheorie für die Berufs- und Arbeitspädagogik, Pädagogische Rundschau 56 (2002) 6
- Tagungsband Herbstkonferenz der GfA, 2024:Die Arbeit von morgen: digital, intelligent, nachhaltig – effizient
- Ulich E.,1991: Gruppenarbeit – arbeitspsychologische Konzepte und Beispiele
- Vogel-Heuser, B., Bauernhansl, T. & Hompel, M. (Hrsg.) (2017). Handbuch Industrie 4.0 Bd. 2: Automatisierung. Springer, Berlin.
- World Economic Forum & Boston Consulting Group. (2022). The Future of Jobs in the Automotive Industry. This publication focuses on job transitions, automation, and the skills gap in the automotive sector due to emerging technologies like AI, IoT, and electrification.