

Kognitives Auto

Chancen für die Automobil- und Zulieferindustrie in Thüringen
unter Einbeziehung angrenzender Branchen



Studie des IPEK – Institut für Produktentwicklung am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
im Auftrag des Thüringer ClusterManagement (ThCM)
in der Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH (LEG Thüringen)
und des automotive thüringen e.V. (at)

Autoren:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Albert Albers, Sascha Ott
Christoph Kempf, Jonas Heimicke, Marc Etri

Unterstützung:

Alper Altay, Amelie Schiele, Begona Molins, Constantin Kübler-Tesch,
Florian Möhle, Luis Bramato, Maren Metzger



Inhaltsverzeichnis	Seite
Executive Summary	5
1. Einleitung	7
1.1 Struktur der Studie	9
2. Trendanalyse und Vorausschau	13
2.1 Trendkatalog	14
2.2 Entwicklungsstrategien.....	21
2.3 Umfeld- und Produktszenarien des <i>Kognitiven Autos</i>	30
2.4 Schlüsselkomponenten und -systeme	39
3. Automobilbranche Thüringen.....	49
3.1 Automobil- und Zulieferbranche Thüringen.....	52
3.2 Forschungslandschaft Thüringen	61
4. Handlungsfelder des Automobilcluster Thüringen.....	64
4.1 Handlungsfelder zur Weiterentwicklung des Thüringer Wertschöpfungsnetzwerks	67
4.2 Impulse für mögliche Projektideen.....	71
5. Fazit	91
6. Anhang.....	93
6.1 Szenarioerstellung.....	93
6.2 Fragebogen zur Erhebung der Kompetenzen im AC Thüringen	110
7. Bildquellenverzeichnis	111

Executive Summary

Die Entwicklung von Lösungen für den Markt der Mobilität ist stets durch ein Ausbalancieren von Zielen und Lösen von Zielkonflikten zwischen gesetzlichen Forderungen, Nutzendenbedürfnissen und wirtschaftlichen Zielen geprägt. Dabei unterliegt der Automobilmarkt einem kontinuierlichen Wandel, der durch die Verschärfung von Grenzwerten in Kombination mit anhaltenden Megatrends wie der Individualisierung und Konnektivität nachhaltige Veränderungen von Firmen in Deutschland als Teil von internationalen Wertschöpfungsketten nach sich ziehen wird. Zukünftige Märkte werden nach zukunftsfähiger Funktionalität verlangen, wodurch die an der heutigen Wertschöpfung beteiligten Unternehmen bereits vor der Herausforderung stehen, eine geeignete Strategie für die Weiterentwicklung ihres Angebotsportfolios sowie der innerbetrieblichen Kompetenzen für die kommenden 5-10 Jahre zu wählen. Dadurch können sie auch in zukünftigen Wertschöpfungsnetzwerken bestehen und damit Zukunftsfähigkeit gewährleisten und schlussendlich Arbeitsplätze nachhaltig sichern.

Das Land Thüringen stellt mit den Wertschöpfungsbereichen der Fertigung, der hochtechnologischen optischen Systeme sowie der feingranularen Unternehmenslandschaft in der Sensorikentwicklung ein Wertschöpfungsökosystem dar, das unmittelbar von den Technologietrends der Automatisierung und Vernetzung der Mobilität betroffen ist. Gleichzeitig ist keine Entwicklungsabteilung eines OEMs im Land Thüringen ansässig. Zudem sind international führende Forschungseinrichtungen, die unter anderem in Themengebieten des Maschinellen Lernens oder der Fahrzeugkommunikation forschen, Teil dieses Ökosystems. Um die Zukunftsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Thüringen nachhaltig zu sichern, ist die gezielte Weiterentwicklung der Wertschöpfung im Automotivebereich basierend auf den bestehenden Kompetenzen im Einklang mit der zukünftigen Marktentwicklung zentral.

Zu diesem Zweck wurde unter dem Begriff *Kognitives Auto*, das die Weiterentwicklungen des Gesamtsystems Mobilität im Sinne der Automatisierung, Vernetzung und Realisierung alternativer Antriebskonzepte umfasst, eine Branchenanalyse der Thüringer Automotivewertschöpfung durchgeführt. Hieraus wurden mögliche Entwicklungspfade abgeleitet mit deren Hilfe Thüringer Unternehmen für ihre Technologien und Produkte auch in zukünftigen Märkten Anknüpfungspunkte finden können. Basierend auf einer Befragung von führenden Mobilitätsforschenden unterschiedlicher Disziplinen und breit aufgestellten Trendanalysen wurden vier Umfeldszenarien entwickelt, die mögliche alternative Zukünfte des Gesamtsystems Mobilität repräsentieren. Aus diesen Szenarien wurden unter Zuhilfenahme der Analyse von Entwicklungstrends führender Fahrzeughersteller und Tier 1 Systemlieferanten Produkteigenschaften abgeleitet, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit kurz- und mittelfristig variiert werden, um im Zuge der Automatisierung und Vernetzung von Fahrzeugen die notwendige Funktionalität realisieren zu können. Parallel dazu wurde die Thüringer Automotivebranche einer breiten Kompetenzanalyse unterzogen. Neben lokalen Unternehmen wurden hierbei auch Forschungseinrichtungen analysiert. Mittels 32 Interviews mit Fachgrößen wurden daraufhin Kompetenzen des Thüringer Ökosystems in der automobilen Wertschöpfung in der Tiefe analysiert. Schlussendlich erfolgte die Identifikation von Potentialen, Defiziten und Herausforderungen der Thüringer Unternehmen, um langfristig an der Wertschöpfung im Automotivebereich partizipieren zu können.

Aus der Analyse ergaben sich konkret drei Handlungsfelder, innerhalb derer die Thüringer Automobilbranche eine Weiterentwicklung anstreben sollte, um damit ihre zukünftige Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten. Demnach sollten zum einen die breiten sowie tiefen Kompetenzen in der Fertigung dazu genutzt werden, um stärker den Wertschöpfungsfokus weg von der einfachen Fertigung hin zum Produkt-Produktions-Co-Design zu verlegen. Hierdurch lassen sich der zukünftig notwendige Anteil an Funktionsintegration in der Fertigung sowie die parallele Realisierung neuer Funktionalitäten gewährleisten. Dies fördert einen eindeutigen Wettbewerbsvorteil gegenüber aufstrebenden Regionen mit einfachem Fertigungsfokus wie beispielsweise in Osteuropa. Zudem sollte das Land die Bündelung der Kompetenzen im Bereich der auf die Automobilindustrie spezialisierten Wertschöpfungsaktivitäten zur Umsetzung

von Funktionalitäten durch Künstliche Intelligenz anstreben. Hierbei kann die ausgezeichnete Forschungslandschaft in diesen Bereichen eine zentrale Rolle spielen. Zuletzt gilt es Impulse und Rahmenbedingungen zu schaffen, mittels derer Thüringer Sensorunternehmen einen Anreiz dafür erkennen, den Bedarf nach einer angemessenen Sensorikdiversität im *Kognitiven Auto* bedienen zu können. Hiermit sollen die vielen kleinen Unternehmen in diesem Bereich dazu befähigt werden, in der internationalen Serienfertigung von Sensoriklösungen wettbewerbsfähig zu sein.

Die Studie liefert einen breiten Überblick über konkrete Potentiale, mögliche Optimierungsbedarfe und Herausforderungen in den identifizierten Handlungsfeldern und darüber hinaus. Das Ziel für die Region sollte es sein, die Visionen in den Handlungsfeldern zu schärfen und daraus relevante, kollaborative Vorhaben abzuleiten, die in die sukzessive Weiterentwicklung der bereits bestehenden Kompetenzen dahingehend münden, dass diese noch stärker für die Realisierung zukünftig geforderter Funktionalitäten geeignet sind. Hierbei zeigte sich deutlich, dass durch eine stärkere Integration von Produkt- und Produktionssystementwicklung sowie funktionaler Softwareentwicklungen die aktuell vorhandene Wertschöpfungsstärke weiter ausgebaut und potentielle Veränderungen im Wettbewerb kompensiert werden können.

1. Einleitung

In einer Vielzahl an Anwendungsbereichen wie der Produktion mit *Industrie 4.0*, dem Wohnen mit *Smart Home* oder dem in der Mobilität mit dem *Kognitiven Auto* halten die zunehmende Automatisierung und Vernetzung von Systemen Einzug. Die Entwicklung von Fahrzeugen hin zu einem autonom agierenden System wird ganzheitliche Mobilitätssysteme, bestehende Märkte und damit verbundene Wertschöpfungsstrukturen maßgeblich beeinflussen. Neue (z.B. Tesla, BYD oder Byton) sowie branchenfremde Player (insbesondere Digitalkonzerne wie Apple, Alphabet oder Uber) drängen massiv auf den Markt und treten zunehmend in den Wettbewerb mit den traditionellen OEMs mit ihren etablierten Wertschöpfungsstrukturen. Dieser Wettbewerb hat eine große Dynamik in der Weiterentwicklung der Mobilität von der durch Menschen gesteuerten hin zu einer fahrzeuggesteuerten Mobilität entfacht. Personen in den Fahrzeugen werden dabei sukzessive von den Fahraufgaben entbunden und die für eine autonome Mobilität notwendigen Funktionen in das System Fahrzeug integriert. Dieses wird im Rahmen dieser Studie als *Kognitives Auto* bezeichnet, da das Fahrzeug die kognitiven Aufgaben des bisher menschlichen fahrzeufführenden Person, wie beispielsweise das Erfassen äußerer Einflüsse und das darauf basierende Treffen richtiger Entscheidungen über das eigene Verhalten, übernimmt. Betrachtet man die sechs Level (0-5) der Automation nach der Einteilung der SAE¹, ist das *Kognitive Auto* folglich in die Level 4 bzw. 5 einzuordnen (siehe Abbildung 1.1).



SAE J3016™ Level der Fahrautomatisierung



Abbildung 1.1: Die sechs Level der Fahrzeugautomatisierung nach SAE²

¹ https://www.sae.org/standards/content/j3016_201806/ (09.04.2021)

² Vgl. Bildquellenverzeichnis

Das Fahrzeug ist somit selbstständig in der Lage das Ziel zu erreichen, ohne dass die fahrerführende Person selbst (bis auf wenige Ausnahmen in Level 4) tätig werden oder das Fahrzeug überwachen muss. Das *Kognitive Auto* zeichnet sich dabei insbesondere durch die folgenden übergeordneten Eigenschaften auf Gesamtsystemebene aus:

1. **Autonomes Fahren:** Um die fahrerführende Person von seiner Fahraufgabe zu befreien, muss das System Fahrzeug selbstständig in der Lage sein, den Fahrzustand anzupassen. Dazu gehören alle Funktionen, die zur Beschleunigung und Verzögerung sowie Querführung des Fahrzeuges notwendig sind. Um hier optimal agieren zu können, ist eine effiziente und sichere Entscheidungsfindung sowie die Kenntnis über den Systemzustand und die Umgebungsbedingungen notwendig. Das autonome Fahren stellt hier das höchste Level des automatisierten Fahrens dar (SAE Level 4 und 5).
2. **Vernetzung:** Als Teil des Mobilitätssystems ist das *Kognitive Auto* ein Akteur im System of Systems Mobilität, das wiederum aus einer Vielzahl und Vielfalt an miteinander zeit- und ortsabhängig interagierenden technischen Systemen besteht. Hierbei ist die Kommunikation mit anderen Systemen wie Fahrzeugen oder Verkehrsleitsystemen für die sichere, zweckmäßige und effiziente Teilnahme am Straßenverkehr notwendig. Die Vernetzung und daraus resultierende Eigenschaften des Fahrzeugs werden daher als Voraussetzung für das automatisierte (Level 4) sowie autonome (Level 5) Fahren betrachtet.

Durch die Substitution der menschlichen fahrerführenden Person als Regelsystem durch technische Lösungen, ändern sich auch die Anforderungen und Funktionen vieler Teilsysteme und Komponenten im System Fahrzeug, die für das Sensieren, Verarbeiten und Aktuieren relevant sind, maßgeblich. Demnach ist durch den Wandel der Mobilität und damit verbundene Strategieänderungen von OEMs auch die Zulieferbranche unmittelbar betroffen. Diese steht vor der Herausforderung, sowohl explizite als auch unklare Anforderungen aus der zunehmenden Automatisierung von Fahrzeugen an die ihr Produkt- und Dienstleistungsportfolio zu identifizieren, durch geeignete technologische sowie methodische Weiterentwicklungen zu bedienen und im umkämpften Wettbewerb etablierte Rollen im automobilen Gesamtwertschöpfungsnetzwerk zu erhalten bzw. einzunehmen. Hierbei verstärken zudem der Wandel im Nutzungsverhalten der Kundschaft als auch geänderte Marktleistungsangebote wie beispielsweise Mobility-as-a-Service-Konzepte die Komplexität in der Wertschöpfung. Auch hier stellt das *Kognitive Auto* eine wichtige Weiterentwicklung zur Realisierung dieser Konzepte dar und wird aus diesem Grund zur Befriedigung hieraus resultierender Anforderungen von verschiedenen Marktbereichen verlangt.

Die wirtschaftliche Leistung des Landes Thüringen ist in großem Maße auf die automobilen Wertschöpfung ausgerichtet und somit unmittelbar durch die Änderungen, die durch die Entwicklungsrichtung des *Kognitiven Autos* entstehen, betroffen. Für die Unternehmen gilt es, die Anzeichen des Wandels zu erkennen, deren Folgen zu antizipieren und im Einklang mit der vorhandenen Kompetenzen geeignete Maßnahmen abzuleiten, um auch zukünftig erfolgreich an der Wertschöpfung des Automobils partizipieren zu können. Dies zu unterstützen, ist das Ziel der vorliegenden Studie.

Durch eine Analyse der aktuellen Trends und Entwicklungsrichtungen etablierter OEMs und neuen Marktteilnehmer werden die Herausforderungen und Potentiale für den Wirtschaftsstandort Thüringen im Kontext des *Kognitiven Autos* ermittelt. Hieraus werden Handlungsfelder zur integrierten und zielgerichteten Weiterentwicklung der Thüringer Automotiveindustrie formuliert und konkrete Vorhabensideen generiert, mittels derer Wertschöpfung nachhaltig gesichert und schlussendlich die Beschäftigung im Land gewährleistet werden kann. Dabei standen im Sinne der Ganzheitlichkeit und der Emergenz nicht nur Potentiale und Herausforderungen in der Entwicklung des kognitiven Autos im Analysefokus, sondern darüber hinaus auch in der zukünftigen Fertigung sowie Validierung von Komponenten und Teilsystemen. Das Betrachtete Anwendungsszenario des *Kognitiven Autos* liegt im Bereich der Individualmobilität, wodurch der PKW im Zentrum steht. Da sich durch das *Kognitive Auto* jedoch viele

neue Geschäftsmodelle in Richtung Mobility-as-a-Service andeuten, werden auch solche Anwendungen, bis hin zu People Movern, mitbetrachtet, daraus jedoch ganzheitliche Anforderungen an eine integrierte Systementwicklung und -Wertschöpfung abgeleitet.

Die Studie wurde im Auftrag der Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH (LEG Thüringen) und automotive thüringen e.V. (at) durch das IPEK – Institut für Produktentwicklung des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) unter Einbezug des KIT – Zentrum Mobilitätssysteme in enger Zusammenarbeit durchgeführt und erstellt.

1.1 Struktur der Studie

In Abbildung 1.2 wird die der Studie zu Grunde liegende Struktur visualisiert.

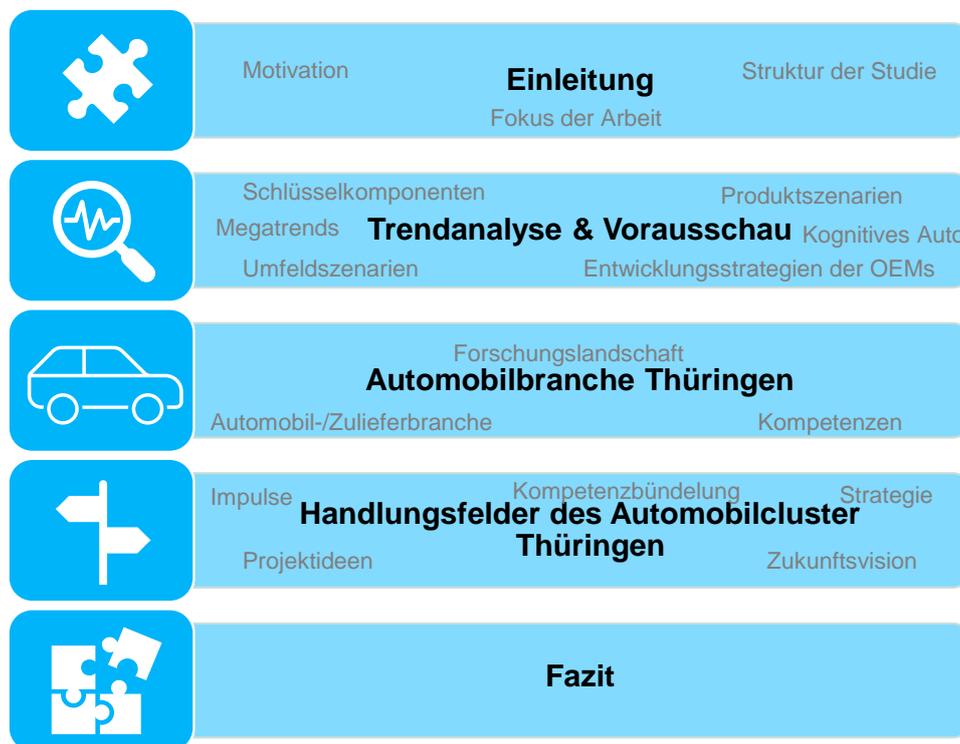


Abbildung 1.2: Struktur der Studie

Zunächst wird die Studie motiviert und die im Rahmen des Projektes *Kognitives Auto* erarbeiteten Ergebnisse sowie das Vorgehen präsentiert. In Kapitel 2 *Trendanalyse und Vorausschau* werden aktuell beobachtbare Veränderungen der Automobilbranche beschrieben und durch Methoden der Vorausschau erwartbare mögliche Szenarien für das *Kognitive Auto* aufgebaut, um auf dieser Basis zukunftsrobuste Produkteigenschaften ableiten zu können. Diese kennzeichnet, dass sie in einer großen Zahl an Szenarien zum Erfolg des *Kognitiven Autos* beitragen. In Kapitel 3 *Automobilbranche Thüringen* werden Thüringer Akteure aus Industrie und Forschung aus dem Automotivbereich hinsichtlich ihrer Kompetenzen zur Realisierung der in Kapitel 2 identifizierten Produkteigenschaften untersucht. Ausgehend davon werden Stärken und Potentiale sowie Defizite und Herausforderungen des Wertschöpfungssystems Thüringen im Hinblick auf das *Kognitive Auto* vorgestellt. Auf dieser Basis werden in Kapitel 4 *Handlungsfelder des Automobilcluster Thüringen* drei Handlungsfelder vorgestellt, in denen große Potentiale für die Weiterentwicklung des Thüringer Automobilclusters zur Sicherstellung der Zukunftsfähigkeit gesehen werden. Um innerhalb dieser Handlungsfelder Kompetenzen weiterzuentwickeln und notwendige Wertschöpfungsstrukturen aufzubauen, werden Maßnahmen verschiedenen strategischen Ebenen angeregt, die beteiligte Akteure in Verbänden realisieren

können. Abschließend werden die wichtigsten Erkenntnisse in einem *Fazit* (vgl. Kapitel 5) zusammengefasst.

In Abbildung 1.3 wird der inhaltliche Aufbau bzw. werden die Zusammenhänge der Teilergebnisse erläutert und in den Gesamtkontext gesetzt.

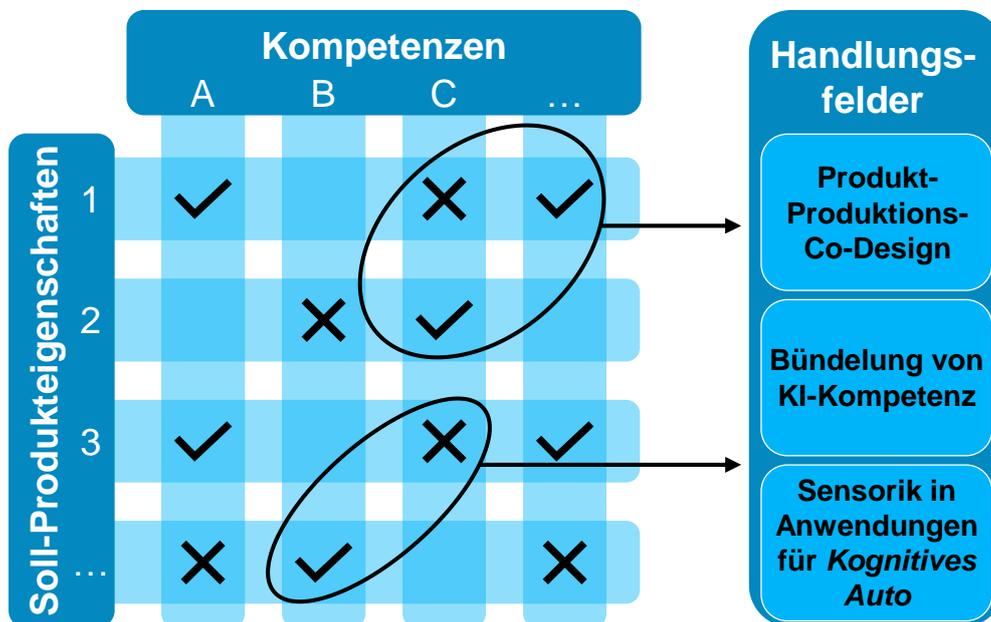


Abbildung 1.3: Inhaltlicher Aufbau der Studie

Ergebnis des Projektes *Kognitives Auto* ist die Ableitung von geeigneten Konsortialprojekttideen zur Weiterentwicklung des Automobilclusters Thüringen in verschiedenen Handlungsfeldern. Als Ausgangsbasis für die Identifikation der Handlungsfelder (vgl. Abschnitt 4.1) und der Ableitung von Projektideen zum gezielten Kompetenzaufbau in den Handlungsfeldern (vgl. Abschnitt 4.2) dient der Abgleich der für das *Kognitive Auto* relevanten Soll-Produkteigenschaften (vgl. Abschnitt 2.3) mit den benötigten und in Thüringen ausgeprägten Kompetenzen (vgl. Kapitel 3.). Hierbei wird die folgende Frage beantwortet:

Inwieweit eignen sich die in der Thüringer Wirtschaft vorhandenen Kompetenzen zur nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Realisierung der zukünftig relevanten Fahrzeugeigenschaften über den gesamten Systemlebenszyklus hinweg?

Um die relevanten Soll-Produkteigenschaften – also diejenigen Produkteigenschaften, die mit einer hohen Wahrscheinlichkeit kurz- und mittelfristig zur Realisierung des *Kognitiven Autos* variiert werden – ableiten zu können, wurde die Methodik der Szenariotechnik genutzt. Ausgehend von den identifizierten Bereichen der Studie *Wege zur Zukunftsfähigkeit der Automobilzulieferindustrie in Thüringen (Tiefenanalyse)*³ als Suchraum wurden durch eine umfassende Analyse von Markt-, Technologie- und Gesellschaftstrends alternative Zukunftsprojektionen für das *Kognitive Auto* erstellt. Diese sind jeweils mögliche in die Zukunft projizierte Eigenschaften des Kognitiven Autos und seiner Umgebung und bilden, abgesichert durch Interviews mit Fachgrößen aus der Forschung im Bereich vernetzter und autonomer Mobilität sowie alternativer Antriebe, die Grundlage zur Erstellung von Produktszenarien. Aus den alternativen Produktszenarien als Bündel von Funktionen und Eigenschaften, die das Kognitive Auto zukünftig erfüllt, lassen sich dann die Soll-Produkteigenschaften identifizieren. Diese stellen zukünftig besonders relevante Eigenschaften dar und lassen sich basierend auf ihrer Rolle über die Produktszenarien hinweg ableiten.

³ www.cluster-thueringen.de/tiefenanalyse-automotiv

Zur Realisierung dieser Soll-Produkteigenschaften durch Komponenten des *Kognitiven Autos* sind in den verschiedenen Wertschöpfungsbereichen – grob Entwicklung, Validierung, Fertigung und Services – verschiedene Kompetenzen notwendig, die sich unmittelbar aus den Produkteigenschaften ergeben. Beispielsweise impliziert eine mögliche Produkteigenschaft der Sensorikdiversität im Fahrzeugäußeren unmittelbar die Notwendigkeit der Kompetenz, diese Sensorik in der Fertigung in die Karosserie zu applizieren. Hierbei ist die konkrete Lösung der Umsetzung nicht aus den Szenarien ableitbar; vielmehr lässt sich jedoch die Relevanz dieser Kompetenz einschätzen.

In einem weiteren Schritt wurde die Ausprägung der Kompetenzen in der Automobilbranche Thüringen in Bezug auf die Realisierbarkeit der Soll-Produkteigenschaften bewertet. Diese Bewertung basiert auf Unternehmensseite auf Erkenntnissen der Tiefenanalyse, Unternehmensprofilen der Datenbank des Thüringer ClusterManagement (ThCM)⁴ sowie Interviews mit gezielt ausgewählten Unternehmensvertretenden. Hierbei wurden die Unternehmen nach ihrer angebotenen Marktleistung – den Komponenten und Teilsystemen, die durch die Soll-Produkteigenschaften eine Änderung erfahren werden – ausgewählt. Zudem wurden die Teilnehmenden derart ausgewählt, dass sie unterschiedliche Positionen in der automobilen Wertschöpfung repräsentieren. Zudem wurden Forschungsschwerpunkte der Thüringer Forschungseinrichtungen im Zuge einer Metaanalyse ihrer Veröffentlichungen identifiziert.

Durch die Analyse der im Land ausgeprägten Kompetenzen hinsichtlich der heutigen und zukünftigen Realisierungsfähigkeit der Soll-Produkteigenschaften wurden anschließend übergeordnete Handlungsfelder identifiziert. Diese definieren thematisch gebündelte Bereiche, in denen basierend auf in Thüringen vorhandenen Kompetenzen ein zielgerichteter Kompetenzzugewinn gestaltet werden sollte. Hierdurch lassen sich Potentiale der Region für die zukünftige Wertschöpfung des *Kognitiven Autos* heben, Defizite minimieren und Herausforderungen systematisch behandeln. Erfolgt im Umkehrschluss keine Aktivitäten zur Weiterentwicklung der im Land bestehenden Kompetenzen in diesen Handlungsfeldern, wird dies aller Voraussicht nach negative Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Region im Hinblick auf die zukünftige Realisierung der Soll-Produkteigenschaften nach sich ziehen. Zur Operationalisierung der gezielten Weiterentwicklung der Thüringer Automotivebranche, werden zum Ende der Studie hin geeignete Projektideen vorgestellt und ausgewählte im Detail beschrieben.

⁴ <https://www.cluster-thueringen.de/innovationsstrategie/partner-akteure/wirtschaft/>

2. Trendanalyse und Vorausschau

Bereits in der 2018 veröffentlichten Tiefenanalyse wurde der Wandel in der Automobilindustrie in Abhängigkeit von Einflussfaktoren aus den drei Bereichen Markt, Produkt und Prozess beschrieben (vgl. Abbildung 2.1). Exemplarisch identifiziert die Tiefenanalyse zu diesen Bereichen insgesamt neun Einflussgrößen, die die Branche bereits verändern und auch weiterhin nachhaltig verändern werden. Diese sind marktseitig, der Fokus auf *neue Märkte*, der Eintritt *neuer Wettbewerber* und die Nachfrage nach *neuen Mobilitätsmustern*. Auf der Produktseite werden die Verwendung *neuer Werkstoffe* zum *Leichtbau*, Wechsel auf *neue (Elektro-) Antriebe*, die zunehmende Vernetzung im Sinne des *Connected Car* und die Entwicklung hin zum *autonomen Fahren* als Einflussgrößen identifiziert. Die Nutzung von *Modul- und Plattformstrategien* zur Reduzierung von Komplexitätskosten wird sowohl den Bereichen Produkt als auch Prozess zugeordnet, welcher noch um die *Industrie der Zukunft (Industrie 4.0)* ergänzt wird.

Neue Märkte	Neue Wettbewerber	Neue Mobilitätsmuster
Neue Werkstoffe (Leichtbau)	Neue Antriebe (Elektro)	Connected Car
Industrie der Zukunft (Industrie 4.0)	Modul- /Plattformstrategie	Autonomes Fahren
Markt	Produkt	Prozess

Abbildung 2.1: Einflussfaktoren des Wandels der Automobilindustrie⁵

Basierend auf dem in Kapitel 1 beschriebenen Verständnis des *Kognitiven Autos*, werden bezogen auf die Tiefenanalyse besonders die Faktoren *Connected Car* und *Autonomes Fahren* im Fokus der tiefergehenden Analyse dieser Studie stehen. Allerdings kann das technische System *Kognitives Auto* nicht losgelöst von den Markt- sowie Umfeldveränderungen und weiteren Aspekten wie der Veränderung von Nutzendenverhaltensweisen betrachtet werden. So verstärken sich die technologische Weiterentwicklung heutiger Fahrzeuge hin zum *Kognitiven Auto* und die steigende Nachfrage nach neuen Mobilitätsmustern gegenseitig.

Eines dieser neuen Mobilitätsmuster ist *Mobility-as-a-service*. Dieses hat zwei Ausprägungen, die die Ausgestaltung des *Kognitiven Auto* durch veränderte Anforderungen an die Mobilität maßgeblich beeinflussen. Erstens lässt sich die Zeit im Fahrzeug produktiv oder zur Entspannung zu nutzen, wenn Fahrzeuginsassen nicht selbst die Fahraufgabe wahrnehmen müssen. Zweitens ist der Wunsch nach ständiger Verfügbarkeit von Mobilität zu beobachten, ohne dass ein persönlicher Fahrzeugbesitz von höchster Relevanz aus Sicht der Kundschaft ist. Zwar sind derartige Konzepte selbst in großen Städten derzeit nicht wirtschaftlich zu betreiben, jedoch können hier autonome Fahrzeuge aufgrund der sich auftuenden Flexibilität Wegbereiter zur Verbreitung und wirtschaftlichen Umsetzung von *Mobility-as-a-service* darstellen.

Ein weiteres Beispiel für Veränderungen in der automobilen Wertschöpfung ist der Geschäftsmodellwechsel und Anspruch der Nutzenden an die Mobilität in Kombination mit der technologischen Fokusverschiebung hin zu großen Softwareanteilen (*Software-Defined Car*) im System Fahrzeug. Hierdurch treten neue Wettbewerbsteilnehmende aus anderen Branchen (z.B. Digitalkonzerne) in den Markt ein.

⁵ In Anlehnung an die Tiefenanalyse

Auf der technologisch-physischer Seite bringt die geänderte Interaktion der nutzenden Person (mitreisende Person) mit dem *Kognitiven Auto* neue Anforderungen z.B. an das Schwingungsverhalten des Systems mit sich. Dadurch, dass die nutzende Person nicht länger Teil des Antriebsregelsystems ist und durch den Wegfall von Pedal- oder Schalthebelbetätigung keine direkte Verbindung mit dem Antriebsstrang mehr hat, nimmt er die Schwingungen und den Schall des Antriebsstranges anders wahr. Aufgrund eines veränderten Schwingungsverhaltens sind damit alternative Antriebe (batterieelektrisch oder mittels Brennstoffzelle) ebenfalls wichtige Möglichkeiten zur Steigerung von Akzeptanz der Kundschaft und nutzenden Personen gegenüber dem *Kognitiven Auto*. Weiterhin bedingen der zunehmende Bedarf der Zustandserfassung des Systems und der Umwelt sowie an Vernetzung neue Anforderungen z.B. an die Integration von Sensoren in Komponenten des Antriebsstrang oder die Karosserie. Dies macht somit neue Werkstoffe bzw. neue Fertigungsverfahren notwendig.

Diese Beispiele für wahrscheinliche Veränderungen des Mobilitätssystems und damit verbundene Anforderungen an die zukünftige automobiler Wertschöpfung belegen den Fakt, dass zwar die Technologien der Vernetzung und des autonomen Fahrens im Fokus der Entwicklung und Realisierung zukünftiger Mobilitätslösungen stehen, jedoch keinesfalls unabhängig von Eigenschaften des gesamten Mobilitätssystems oder gar von weiteren Eigenschaften des technischen Systems *Kognitives Auto* betrachtet werden dürfen. Um die Einflüsse von Trends und Technologieentwicklungen und deren Bedeutung für das *Kognitive Auto* möglichst breit aber dennoch systematisch betrachten zu können, werden im Folgenden Techniken der Zukunftsvorausschau angewandt. Zunächst wird mittels einer Trendanalyse ein Trendkatalog zur Erfassung der relevanten Trends im Kontext *Kognitives Auto* durchgeführt. Die so gesammelten Trends werden in mehreren Diskussionen mit Fachgrößen des Zentrums Mobilitätssysteme des KIT priorisiert, um die Schlüsseltrends – beeinflussbare Trends mit dem größten Einfluss auf das *Kognitive Auto* – zu identifizieren (vgl. Abschnitt 2.1). Zudem erfolgt eine Übersicht über Entwicklungsstrategien der etablierten und neu aufkommenden OEMs sowie Mobilitätsdienstleister in Abschnitt 2.2, um die Schlüsseltrends inhaltlich zu flankieren. Diese Schlüsseltrends werden daraufhin dazu verwendet Umfeldszenarien zu erstellen (vgl. Abschnitt 2.3). Diese Umfeldszenarien stellen systematisch abgeleitete Beschreibungen möglicher alternativer Zukünfte des Gesamtsystems *Mobilität* dar. Konsistent zu diesen Umfeldszenarien werden in einem weiteren Schritt durch Anwendung einer morphologischen Kombination Produktszenarien als zukunftsrobuste Beschreibungen von Soll-Produkteigenschaften des *Kognitiven Autos* erstellt (detaillierte Vorgehensbeschreibung siehe Anhang). Diese Soll-Produkteigenschaften dienen im weiteren Verlauf als Ausgangspunkt zur Identifikation der kurz- und mittelfristig zu variierenden Komponenten von Fahrzeugen für deren zukünftigen Einsatz im *Kognitiven Auto* (vgl. Abschnitt 2.3). Weiter bilden diese Soll-Produkteigenschaften die Basis für die Ermittlung des aktuellen Kompetenzportfolios in Thüringen und die daraus abgeleiteten Potentiale sowie zukünftigen Herausforderungen der Automobilbranche Thüringens in Kapitel 3.

2.1 Trendkatalog

Der Trendkatalog dient der Ableitung von für das Zukunftsbild des *Kognitiven Autos* relevanten Entwicklungen, auf Basis derer der Aufbau der Umfeld- und Produktszenarien erfolgt. Er umfasst Mega-, Macro- und Micro-Trends aus den zukunftsrelevanten Feldern der Vernetzung, Automatisierung und alternativer Antriebe.

- „Mega-Trends beschreiben gesellschaftliche Strukturveränderungen. Sie beeinflussen alle Bereiche der Gesellschaft und wirken langfristig“⁶

⁶ <https://www.trendone.com/trendradar-studie-2020> (06.04.2021)

- „Macro-Trends beschreiben Trendströmungen, die sich aus der Akkumulation ähnlicher Mikro-Trends ergeben. Sie sind spezifische Ausprägungen der Mega-Trends“⁷
- „Micro-Trends sind neue, intelligente, leistungsstarke und strukturverändernde Innovationen. Sie sind die ersten konkreten Anzeichen von entstehenden Trendströmungen.“⁸

Zur Auswahl wurden Technologie- Markt- und Gesellschaftstrends mithilfe des Tools *Trendexplorer*⁹, der *Trendone Trendradar Studie 2020*¹⁰ als auch der *Megatrend-Map des Zukunftsinstituts*¹¹ sowie der Studien *Tiefenanalyse* und *Interieur der Zukunft (Interieurstudie)*¹² verwendet.

Tabelle 2-1: Auszug aus dem Trendkatalog: für die Studie relevante Mega-, Macro- und Mikrotrends

Trends	Mega	Mobilität					
	Macro	Bike-Boom	E-Mobility	Ride-Sharing / Mitfahrgelegenheit	Car-Sharing	Micro-mobilität	Unterwegs-Märkte
	Micro	Anwendungsfälle aus dem Tool Trendexplorer (vgl. Anhang)					
	Mega	Autonomes Fahren					
	Macro	Straßengüterverkehr	Betriebshöfe	ÖPNV	Privater Gebrauch		
	Micro	Anwendungsfälle aus dem Tool Trendexplorer (vgl. Anhang)					
	Mega	Neue Energiespeicher					
	Macro	Wasserstoff als Energiespeicher			Lithium Ionen Batterien als Energiespeicher		
	Micro	Anwendungsfälle aus dem Tool Trendexplorer (vgl. Anhang)					
	Mega	Zunehmende Vernetzung					
	Macro	Car2Web	Car2Car	Car2Infrastructure	Cyber-Physical-Systems	Solution as a service	
	Micro	Anwendungsfälle aus dem Tool Trendexplorer (vgl. Anhang)					
	Mega	Sicherheit					
	Macro	Cyber-Crime			Super-Safe-Society		
	Micro	Anwendungsfälle aus dem Tool Trendexplorer (vgl. Anhang)					

⁷ <https://www.trendone.com/trendradar-studie-2020> (06.04.2021)

⁸ <https://www.trendone.com/trendradar-studie-2020> (06.04.2021)

⁹ <https://www.trendexplorer.com/de/>

¹⁰ <https://www.trendone.com/trendradar-studie-2020> (06.04.2021)

¹¹ <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/die-megatrend-map/> (06.04.2021)

¹² www.cluster-thueringen.de/innovationsfelder/nachhaltige-und-intelligente-mobilitaet-und-logistik

In der Übersicht in Tabelle 2-1 wird der für die Studie relevante Auszug aus dem Trendkatalog dargestellt (für die vollständige Beschreibung siehe Anhang 6.1). Zudem werden die für die Szenarioentwicklung (vgl. Abschnitt 2.3) ausgewählten Makrotrends des Trendkatalogs mit Einfluss auf das *Kognitive Auto* beschrieben, wobei auch diese Beschreibung auszugsweise erfolgt. Dabei wurden die relevanten Macro-Trends aus dem Mega-Trend *Mobilität* bereits in der Einführung von Kapitel 2 beschrieben. Die Auswahl der Marco-Trends, die im weiteren Verlauf der Studie genutzt wird, wurde unter Einbezug der Expertise des Zentrums Mobilitätssysteme am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vorgenommen.

Da das *Kognitive Auto* ein autonomes System ist, ist der Mega-Trend *Autonomes Fahren* der zentrale Trend der Studie. Er beinhaltet dabei technologische Bestrebungen in Richtung der steigenden Automatisierung des Fahrzeuges, was durch eine Verarbeitungs- und Entscheidungslogik (z.B. durch Künstliche Intelligenz) ermöglicht wird. Hierdurch übernimmt das autonome Fahrzeug die kognitiven Aufgaben, die bisher die fahrzeugführende Person ausführte.

Tabelle 2-2: Megatrend *Autonomes Fahren*

Megatrend <i>Autonomes Fahren</i>	
Zum Verständnis des Trends <i>Autonomes Fahren</i> gilt es für eine ganzheitliche Betrachtung einer potenziell autonomen Mobilität der Zukunft zunächst vier Kategorien zu unterscheiden. Kategorie-übergreifend sind in wirtschaftlicher Hinsicht Einsparpotenziale durch das autonome Fahren insbesondere durch die wegfallenden Personalkosten, eine höheren Produktivität aufgrund geringerer Lenkzeitrestriktion sowie eine höhere Kraftstoffeffizienz als treibende Ziele, die mittels Technologien innerhalb dieses Megatrends erreicht werden sollen, zu nennen ¹³ .	
Automatisierung des Straßengüterfernverkehrs (LKW)	Nach der kombinierten Funktionsautomatisierung (Adaptive Cruise Control und Spurhalteassistent (beide 2015)) werden im Zuge der Steigerung des Automatisierungslevels die Assistenzsysteme Platooning, Autobahn-Pilot sowie der Baustellenassistent in Stufe 4 sowie das Vollautonome Fahren auch im innerstädtischen Verkehr in Stufe 5 in die Fahrzeugfunktionalität integriert. (Studie <i>Mobilität der Zukunft</i>) ¹⁴
Automatisierung fester Betriebsabläufe (Betriebshöfe)	Logistikbetriebe, Container Terminals sowie ÖPNV-Betriebshöfe bieten Potenziale bei der Kostenoptimierung zwischen Routine Wartungs- und Inspektionstätigkeiten (Betanken, Waschen, Innenreinigung). Die hier verwendeten Ansätze nutzen serienmäßige Standardtechnologien (GPS-, Kamera-, Radar- und Ultraschallsysteme), welche bei Sensorfusion den automatisierten Transit durch die Betriebspositionen ermöglichen ¹⁵ . Die beschriebenen Routinearbeiten sind ebenfalls auf Anwendungsfälle eines kognitiven PKW übertragbar, bspw. an Mautstellen und Tankstellen, bieten jedoch geringere Kosteneinsparpotenziale.
Personentransport im öffentlichen Nahverkehr (Bus, Bahn im ÖPNV)	Ein wichtiges Indiz der Einsparpotenziale durch das Autonome Fahren ist die zur Unterhaltung und Nutzung zukünftiger Fahrzeuge benötigte Personalkapazität, welche ausschlaggebend für Personal-, und Entwicklungskosten ist. Diese ist bei den Verkehrsmitteln Bus und Bahn besonders hoch. Die Automatisierung im transienten Schienenverkehr ist obgleich der vermeintlich geringen Anzahl an Freiheitsgraden und der höheren Perso-

¹³ Phleps, P., Feige, I., & Zapp, K. (2015). *Die Zukunft der Mobilität. Szenarien für Deutschland in 2035*. München: ifmo.

¹⁴ Ebd.

¹⁵ Lauber, A., Sax, E. y Wiedemann, M. (2018). *Autonomes Fahren auf dem Busbetriebshof*. Publicación en línea avanzada. <https://doi.org/10.5445/IR/1000083072>

	nenkapazität aufgrund der strikten Regularien schwer möglich. Bestehende Ansätze gibt es in der Automatisierung von Betriebshöfen ¹⁶ . Technologische Trends wie IWLAN Infrastrukturen ermöglichen eine schnelle, dezentrale Kommunikation zur Regelung von Fahrfunktionen ¹⁷ .
PKW im privaten Gebrauch	<p>Der Anteil von Fahrzeugen mit den generischen Automatisierungsfunktionen <i>Autobahn-pilot</i>, <i>City-Pilot</i>, <i>Tür-zu-Tür-Pilot</i> im privaten Gebrauch auf deutschen Straßen wird nur mäßig steigen. Insbesondere innerstädtisch wird der Gebrauch kognitiver PKWs als Besitzgegenstand von den Makrotrends Mikromobilität sowie Car-Sharing gehemmt. Diese Trends sind sowohl milieuspezifisch als auch demografisch sehr stark unterschiedlich ausgeprägt^{18,19,20}.</p> <p>Herausforderungen des autonomen Fahrens werden derzeit stark aus der Perspektive möglicher Automatisierungstechnologien betrachtet. Eine notwendige Bedingung zur erfolgreichen Durchsetzung ist jedoch die Absicherung und Verstetigung von Prozessen zur Validierung und Zertifizierung von autonomen Fahrfunktionen in der Entwicklung sowie das Testen der Systemrobustheit autonomer Fahrzeuge im Feld. Dies ist jedoch durch derzeitige Gesetze nur beschränkt möglich und zudem mit exorbitanten Kosten allein in Bezug auf Validierungsumfänge verbunden. Als weitere Herausforderung gilt der komplexe Mischverkehr, bei dem teilautomatisierte und autonome Fahrzeuge aufeinander und u.a. auf Fuß- und Radverkehr treffen und durch ihre orts- und zeitabhängige Interaktion das übergeordnete System of Systems <i>Mobilität</i> bilden.</p>

Das *Kognitive Auto* wird mit hoher Wahrscheinlichkeit vorrangig auf alternativen Antriebskonzepten basieren, da diese einen positiven Effekt auf das Schwingungsverhalten des gesamten Systems haben. Dies ist insbesondere relevant, wenn Fahrzeuginsassen nicht länger in den Kraftfluss des Antriebssystems integriert werden, was in autonomen Fahrzeugen ebenfalls der Fall sein wird. Das erfolgskritischste Teilsystem alternativer Antriebsstränge ist der Energiespeicher, dessen besondere Relevanz sich in verschiedenen Faktoren begründet. Zum einen fordert die Gesellschaft eine Abkehr von fossilen Energieträgern und die Forcierung einer nachhaltigen Mobilität. Zum anderen ermöglicht besonders das batterieelektrische Fahren große Flexibilität, wenn es zukünftig in Verbindung mit kabellosem Laden realisiert wird. Durch die Vermeidung einer physischen Verbindung kann das Betreiben von Flotten *Kognitiver Autos* beispielsweise weniger komplex gestaltet werden.

¹⁶ KIT Presseinformation. (2019). Autonome Straßenbahn im Depot: KIT, Siemens Mobility und weitere Partner starten Projekt „Autonome Straßenbahn im Depot“, BMVI fördert Forschung an vollautomatisiertem Straßenbahndepot mit autonom fahrender Tram. https://www.kit.edu/kit/pi_2019_130_autonome-strassenbahn-im-depot.php

¹⁷ Siemens AG (2018). Drahtlos sicher auf der Flugbahn: Fehlersichere IWLAN-Kommunikation steuert im Europa-Park „Flugapparate gemäß Leonardo da Vinci“.

¹⁸ Altenburg, S. (2018). Einführung von Automatisierungsfunktionen in der Pkw-Flotte: Auswirkungen auf Bestand und Sicherheit.

¹⁹ Phleps, P., Feige, I., & Zapp, K. (2015). Die Zukunft der Mobilität. Szenarien für Deutschland in 2035. München: ifmo.

²⁰ Clausen, U.; Stütz, S.; Bernsmann, A.; Heinrichmeyer, H. (2016) Die letzte Meile. ZF-Zukunftsstudie

Tabelle 2-3: Megatrend *Neue Energiespeicher*

Megatrend <i>Neue Energiespeicher</i>	
Geeignete Energiespeicher im Planungshorizont der Trendanalyse (8-10 Jahre) sind Lithium-Ionen-Batterien sowie die Wasserstoffbrennstoffzelle. Diese Entwicklungen sind komplementär, sodass die Mobilität der Zukunft eine Mischmobilität aus Fahrzeugen mit beiden alternativen Energiespeichern/Kraftstofftanks ist.	
Lithium-Ionen-Batterie	<p>Im Bereich der Lithium-Ionen-Batterie liegt der aktuelle Entwicklungsfokus auf der Maximierung der Leistungsdichte durch technische Innovationen in der elektrodenseitigen Trockenbeschichtung. Werkstoffseitige Trends sind die Weiterentwicklung von Kathodenmaterial, welches eines der teuersten und kritischsten Werkstoffe der Batterie ist.</p> <p>Weiterhin ist davon auszugehen, dass künftige Entwicklungstrends die Größe als auch die Wiederverwertung von Li-Ion Batterien fokussieren.</p> <p>Neben Li-Ion Batterien gibt es weitere vielversprechende Trends im Bereich der <i>Festkörperbatterien</i> wie der Na-Ion Batterie, die zwar den Planungshorizont dieser Studie übersteigen, aber dennoch im Hinblick auf die höhere gravimetrische Leistungsdichte bspw. als Energiespeicher für personentragende autonome Lufttaxis/ Multicoptern (Volocopter etc.) nennenswert sind.</p> <p>Bei den innerstädtisch kurzen Strecken sind bei PKWs niedrigere Energie- und Leistungsdichten ausreichend, was kleinere benötigt Bauräume für das Zelldesign ermöglicht. Dies resultiert in einer Minimierung des notwendigen Passivmaterials und so in einer größeren Gestaltungsfreiheit in der volumetrischen Leistungsdichte. Im Zuge dieser geänderten Anforderungsprofile ist zu erwarten, dass sich das Verhältnis der Zusatzstoffe Lithium, Nickel, Cobalt und Mangan im Vergleich zu aktuellen Batteriekonfigurationen stark verändern wird, was auch eine Prognose der Zielgrößen Kapazität, Preis und Gewicht erschwert. Ähnliches ist auch bei Festkörperbatterien zu erwarten.</p> <p>Zudem sind aufgrund der aktuellen infrastrukturellen Trends Verbesserung in der Ladeverfügbarkeit und den Ladezeiten zu erwarten. Die Akzeptanz der Elektromobilität steigt rapide durch sinkende Kosten in der Herstellung mit der Batterie als Kostentreiber und eine verbesserte Ladeverfügbarkeit. Eine höhere Akzeptanz dieser Technologien ist im Hinblick auf die derzeit eingeschränkte Infrastruktur sowie der Akzeptanzproblemen bezüglich des Ausbaus von Stromtrassen sowie Übertragungsverluste auf längeren Strecken notwendig.</p> <p>Zu erwartende forschungsseitige Trends im Planungshorizont 8-20 Jahre sind die Incentivierung von Bürgern, gebrauchte Fahrzeugbatterien für das Recycling zurückzugeben und die Beforschung der Auswahl und des Energieeinsatzes von Recyclingmethoden auf Komponenten- statt auf Werkstoffebene. Weiterhin bestehen produktionsseitige Potenziale bei der agilen Batteriezellproduktion mit wenig starren Fertigungslinien, sondern flexiblen Materialflüssen.</p>
Wasserstoffbrennstoffzelle	<p>Den genauen Anteil der zukünftig mit Brennstoffzellen ausgestatteten Fahrzeuge zu prognostizieren ist aufgrund der hohen Technologiedynamik nicht möglich. Jedoch ist es wahrscheinlich, dass im Planungshorizont der Studie aufgrund der großen energetischen Wirkungskettenverluste und der infrastrukturellen Kosten Wasserstoff als Energieträger im Nischenbereich einzuordnen ist. Im besagten Planungshorizont bieten Lithium-Ionen-Batterien den elektrischen Energiespeicher mit bester Leistungs- und Energiedichte sowie Sicherheit bei hohen Strömen und Spannungen.</p>

Die Vernetzung ist zusammen mit der Automatisierung technische Voraussetzung für das autonome Fahren. Vernetzung meint hierbei die Ermöglichung der Kommunikation des Fahrzeuges bspw. mit anderen Fahrzeugen, sonstigen Verkehrsteilnehmenden oder der Infrastruktur zum Informationsaustausch.

Tabelle 2-4: Megatrend *Zunehmende Vernetzung*

Megatrend <i>Zunehmende Vernetzung</i>	
Car2Web	Mit dem Macro-Trend <i>Car2Web</i> wird die Nutzung von Telematiksystemen, die das <i>Kognitive Auto</i> über 4G und 5G mit dem Web verbinden, zusammengefasst. Dadurch können über die am Fahrzeug befindlichen Datenschnittstellen Fahrdaten erhoben und der nutzenden Person oder dem Unternehmen, das Mobilitätslösungen anbietet, über einen Server in Echtzeit zur Verfügung gestellt werden. Car2Web-Lösungen werden meist mit einer integrierten Sim-Karte realisiert, die eine weltweite Verbindung mit über hundert Software Telemetry Managern (Konfigurations- und Überwachungssoftware) ermöglicht. Dadurch haben Nutzende aus dem Mobilfunknetz Zugriff auf sämtliche Funktionen ihres <i>Kognitiven Autos</i> .
Car2Car	Der Macro-Trend Car2Car beschreibt die direkte Kommunikation zwischen Fahrzeugen über Telematiksysteme wie 5G oder pWLAN. Die Reichweite beträgt hierbei ca. 500 Meter. Dadurch können über eine Sendeeinheit die aufgenommenen Umgebungsdaten (z.B. ein sich näherndes Einsatzfahrzeug oder Eisglätte) an sich in der Nähe befindliche Fahrzeuge übermittelt werden. Damit wird die <i>Sichtweite</i> durch Informationsweitergabe bspw. durch das vorausfahrende Fahrzeug erhöht und die fahrzeugführende Person oder das Fahrzeug selbst kann damit früher auf eintretende Verkehrssituationen reagieren. Für die Car2Car Kommunikation ist weltweit ein Frequenzband bei 5,9GHz reserviert (in Deutschland z.B. .855 bis 5.875 MHz sowie von 5.875 bis 5.905 MHz).
Car2Infrastructure	Dieser Trend beschreibt die zunehmende Vernetzung des <i>Kognitiven Autos</i> mit seiner Umgebung. Diesem Trend stehen die nur begrenzten Möglichkeiten der Datenauswertung innerhalb des <i>Kognitiven Autos</i> sowie die verteilten Kompetenzen der Akteure infrastruktureller Verwaltungen gegenüber. Zur Bedienung und Weiterentwicklung dieses Trends existiert national ein zu geringes Personalaufgebot an qualifizierten Fachkräften. Das in den Unternehmen zu schwach ausgeprägte Systemdenken, und Verständnis des <i>Kognitiven Autos</i> als Teil des System of Systems <i>Mobilität</i> mit seinen Wechselwirkungen wird als ein Defizit in den Infrastrukturbetrieben gesehen. Umsetzungskompetenzen zur Bedienung dieses Trends im Kontext einer zunehmend autonomen Regelung von Infrastruktursystemen liegen bei großen Sensorherstellern wie bspw. der Robert Bosch GmbH sowie insbesondere bei Energiekonzernen (Vattenfall, EnBW). Car2Infrastructure begünstigt den technologischen Trend zu einer zunehmenden Spezifikation der anwendungsfallabhängigen Sensorik und deren Diversität: LiDAR-, Radar- sowie 3D-Kamera- und Ultraschallsensorik werden zunehmend anforderungsgerecht in die Fahrzeuge integriert. Das Verbinden der unterschiedlichen fahrzeugeigenen Sensoren über das System of Systems <i>Mobilität</i> hinweg erfordert mehr einheitliche Schnittstellen und Plug & Play Funktionalitäten.
Cyber-Physical Systems	Cyber-physische Systeme (CPS) finden zunehmende Anwendung beim <i>Kognitiven Auto</i> , in welchem die Funktionserfüllung durch ein Zusammenwirken physikalischer Komponenten mit Anteilen an Informationsverarbeitung und Vernetzung realisiert wird. Die Entwicklung des <i>Kognitiven Autos als</i> Cyber-physisches System stellt die Entwicklung vor neue Herausforderungen:

	<p>Regelungsalgorithmen, welche die physikalische Dynamik steuern, werden mit modellbasierten Ansätzen entworfen, ohne die Details der Cyber-Implementierungsplattformen zu berücksichtigen. Es bedarf neuer Entwurfsmethodiken, die alle Schichten und Domänen von CPS und deren Zusammenspiel berücksichtigen. Dies muss zwingend mit dem Ziel der Gewährleistung von <i>Safety</i> (Sicherheit von innen) und <i>Security</i> (Sicherheit gegen äußere Einflüsse) sowie der Erreichung hoher Robustheit und Ressourceneffizienz erfolgen.</p>
<p>Solution as Service</p>	<p>Der Macro-Trend <i>Solution as a Service</i> beschreibt die Transformation der Geschäftsmodelle als Abkehr vom Verkauf rein physischer Produkte hin zum Vertrieb vernetzter Dienstleistungen in deren Zentrum physische Systeme stehen. Dabei entgelten die Kundschaft die Nutzung der technischen Systeme und vergüten damit den Wert, den die Nutzung des physischen Systems aus ihrer Sicht erzeugt. Die im <i>Kognitiven Auto</i> integrierten Sensoren ermöglichen Herstellern hierbei Einblicke in das Nutzungsverhalten. Diese Datenbasis kann zur Erhöhung der Produktleistung durch frühe und kontinuierliche Validierung in physisch-virtuellen Simulationen dienen. Hersteller können auch Sonderfunktionen wie eine erhöhte Leistung als <i>Pay per Use</i> Feature einführen, um so die Funktionalität des Fahrzeugs zu erhöhen. Eine Reduktion initialer Anschaffungskosten und ein bewussterer Umgang mit dem <i>Kognitiven Auto</i> bei gesteigerter Kostentransparenz sind die Folge. Die Entwicklungsstrategie von Tesla die <i>Funktionalität über den Lebenszyklus eines Fahrzeugs zu erweitern</i> zeigt die effektive Nutzung und eine Form der technologischen Ausprägung innerhalb dieses Trends bereits.</p>

Durch den Ausschluss des Menschen als Unfallverursacher – der weitaus größte Teil der Unfälle wird durch menschliches Fehlverhalten verursacht²¹ – versprechen Autonome Fahrzeuge eine höhere Sicherheit im Straßenverkehr. Auf der anderen Seite jedoch führen Technikvorbehalte und die hohe Komplexität der Systeme zu Akzeptanz- und Vertrauensproblemen gegenüber den autonomen Systemen.

²¹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2110/umfrage/fehlverhalten-von-fahrzeugfuehrern-mit-unfallfolge/> (08.04.2021)

Tabelle 2-5: Megatrend *Sicherheit*

Megatrend <i>Sicherheit</i>	
Super Safe Society	Safety beschreibt hier die Sicherheit von Betriebssystemen wie beispielsweise bei Abläufen in Produktionsprozessen. Systematische Bestrebungen für eine Erhöhung der Sicherheit mechatronischer Systeme haben enorme Fortschritte in der Absicherung von Fahrfunktionen im autonomen Fahren ermöglicht. Künftige Fahrsysteme sind auf Basis des Technologiefortschritts zur Umfelderkennung ausreichend dazu befähigt, eine Vielzahl an Situationen zu erkennen und voneinander zu unterscheiden. Die Entscheidungskompetenz autonomer Systeme ist derzeit jedoch nicht ausreichend definiert und zudem gesetzlich und ethisch kontrovers diskutiert, wodurch ein Systemverhalten bspw. in Dilemmasituationen auf Grundlage der robusten Auswahl der situativ besten Entscheidung nicht schlussendlich nachvollziehbar gestaltet werden kann. Die Zertifizierung dieser Fahrfunktionen muss zwischen Hersteller und Zulieferer auf Basis von Plausibilitätsprüfungen der neuronalen Netze erfolgen.
Cybercrime	Insbesondere beim Entwickeln von Software für das <i>Kognitive Auto</i> werden aufgrund der hohen Vernetzung offene Softwarearchitekturen gefordert werden. Diese Forderung ist gegenläufig zur steigenden Sicherheitsforderung. Der resultierende Zielkonflikt erschwert bspw. die Auswahl einer geeigneten Programmiersprache und Entwurfsmethodik und erhöht Angriffsfläche für Cybercrime.

2.2 Entwicklungsstrategien

Eine zentrale Frage die in Verbindung mit dem Thema des *Autonomen Fahrens* einhergeht, ist die Frage nach dem Zeitpunkt zu dem autonome Fahrzeuge die Marktreife erreichen werden. Während nahezu alle OEMs, Digitalkonzerne und auch Mobilitätsdienstleister bereits heute Testfahrzeuge unterhalten, die mit zusätzlicher Sensorik und durch Sondergenehmigungen autonom fahren (vgl. z.B. *Disengagement Report 2020*²²), ist zurzeit kein autonomes Fahrzeug (Level 5) kommerziell verfügbar. Fachgrößen gehen von gänzlich unterschiedlichen Zeithorizonten bis zur serienreifen Realisierung des autonomen Fahrens auf Level 5 aus. Die Einschätzungen variieren von Anfang/Mitte der 2030er Jahre²³ bis hin zu Aussagen, die eine Marktreife ab den 2050er-Jahren prognostizieren²⁴. Werden zusätzlich die erwarteten Marktdurchdringungsraten berücksichtigt, werden im Jahr 2050 je nach Eintrittszeitpunkt (zwischen 2030 und 2045) Anteile von vollautonom fahrenden Fahrzeugen am weltweiten Gesamtfahrzeugmarkt-Markt im Bereich zwischen 7% und 61% erwartet²⁵. Diese jeweils sehr breiten Spannen zeigen zum einen die Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Ausgestaltung von Mobilitätssystemen und damit einhergehend die Schwierigkeiten in der strategischen Ausrichtung von Unternehmen in der automobilen Wertschöpfung.

²² <https://thelastdriverlicenseholder.com/2021/02/09/2020-disengagement-reports-from-california/> (01.04.2021)

²³ Lalli M. (2020) Roadmap. In: *Autonomes Fahren und die Zukunft der Mobilität*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61812-7_3

²⁴ Roos, M., & Siegmann, M. (2020). *Technologie-Roadmap für das autonome Autofahren: Eine wettbewerbsorientierte Technik-und Marktstudie für Deutschland* (No. 188). Working Paper Forschungsförderung.

²⁵ Brovarone, E. V., Scudellari, J., & Staricco, L. (2021). Planning the transition to autonomous driving: a policy pathway towards urban liveability. *Cities*, 108, 102996.

Die Herausforderungen und Ursachen für die hohen Unsicherheiten auf dem Weg zum *Kognitiven Auto* liegen aus technologischer Sicht insbesondere in den folgenden Bereichen begründet²⁶:

- Sensorik, z.B. zur ausfallsicheren Umfelderkennung bei allen Bedingungen
- Softwareentwicklung, z.B. effiziente und intelligente Algorithmen zur Datenverarbeitung und -interpretation sowie Entscheidungsfindung
- Systemintegration, v.a. in der Validierung der hochkomplexen Systeme

Weiter sorgen die unklare rechtliche Lage und Fragen der Haftung vor allem bei den höheren Automatisierungsleveln auf dem Weg hin zu Level 5 für Unsicherheiten in der Fahrzeugentwicklung. Für etablierte OEMs kann der mit dem autonomen Fahren assoziierte Wandel der Geschäftsmodelle hin zu *Mobility-as-a-Service* zum zusätzlichen Hindernis werden, da bisherige gewinnträchtige Geschäftsmodelle den Wandel hemmen²⁷.

Oftmals wird Tesla in diesem Kontext eine Vorreiterrolle zugesprochen, bewirbt seinen Autopiloten der neuesten Generation (Beta Version) zudem als *Full Self Driving (FSD)* – völlig selbstfahrend. In der Kommunikation mit den Zulassungsbehörden schränkt Tesla dies jedoch ein. Beim *FSD* handelt es sich um ein Assistenzsystem, das auf Level 2 beschränkt ist und nicht *autonom* bei schlechtem Wetter oder Sonderbedingungen (Baustellen, Einsatzfahrzeuge, ...) reagieren kann. Das Fahrzeug sei nicht in der Lage statische Objekte erkennen zu können^{28,29,30}. Das erste Serienfahrzeug auf Level 3 hingegen ist die aktuelle S-Klasse von Mercedes mit dem System *Intelligent Drive Next Level*, das eine Vielzahl an Assistenten umfasst³¹.

Im Folgenden werden die Entwicklungsrichtungen einiger OEMs (vor allem auf Basis von Concept Cars) sowie Infrastruktureinrichtungen und Mobilitätsdienstleister im Kontext des *Kognitiven Autos* betrachtet (vgl. Tabelle 2-6 und Tabelle 2-7). Diese Entwicklungsrichtungen werden im weiteren Verlauf zur Unterstützung in der Identifizierung relevanter Soll-Produkteigenschaften des *Kognitiven Autos* herangezogen.

²⁶ Roos, M., & Siegmann, M. (2020). Technologie-Roadmap für das autonome Autofahren: Eine wettbewerbsorientierte Technik-und Marktstudie für Deutschland (No. 188). Working Paper Forschungsförderung.

²⁷ Roos, M., & Siegmann, M. (2020). Technologie-Roadmap für das autonome Autofahren: Eine wettbewerbsorientierte Technik-und Marktstudie für Deutschland (No. 188). Working Paper Forschungsförderung.

²⁸ <https://www.handelsblatt.com/technik/digitale-revolution/digitale-revolution-warum-teslas-fahrzeuge-nicht-autonom-fahren-koennen/27020464.html?ticket=ST-1329719-epds27usWn7etjorMD64-ap1> (01.04.2021)

²⁹ <https://www.golem.de/news/full-self-driving-teslas-full-self-driving-ist-eine-mogelpackung-2103-154805.html> (01.04.2021)

³⁰ <https://jalopnik.com/tesla-confirms-to-california-dmv-that-the-full-self-dri-1846430808> (01.04.2021)

³¹ Lalli M. (2020) Roadmap. In: Autonomes Fahren und die Zukunft der Mobilität. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-61812-7_3

Tabelle 2-6: Technologietrends in den Bereichen Automatisierung, Vernetzung und Antrieb

Bereich	Technologietrend	Ersteinsatz Konzeptfahrzeug/Unternehmen
Automatisierung	Kamera statt Außenspiegel	Ford F150
	Kamera statt Außenspiegel und Reflektion des Kamerabilds in Windschutzscheibe	Porsche Mission E
	Anwendungsfallabhängige Sensorik zur Erfassung der Umwelt: LiDAR, Ultraschall, Radar, Kameras, Mikrofone	Mercedes Vision AVTR SONY VISION-S
	Biometrische Sensoren zur Erfassung der Insassen (Gesichtsausdruck, Körpertemperatur)	Jaguar, Land Rover, Faurecia
	Dynamische Verkehrswege mit KNNs	Audi Q7 deep learning concept CPU: Nvidia Drive PX2
	Kinematik zum Drehen der Sitze um 25° einwärts zur Kommunikation und Lounge-like Atmosphäre	VW ID.ROOMZZ
	Aktive Spurführung	Porsche Taycan
	Informationsdarstellung auf AR-Head-UP-Display	VW id.3
	Fahrzeugentriegelung mittels Iris-Scan und Gesichtserkennung	Continental Osram Opto Semiconductors
	Eye-tracking (Blickverfolgung und -interpretation)	Audi AI:CON BMW
Antrieb	Kontaktloses Monitoring und Steuerung des Ladevorgangs durch z.B. App	Audi AI:CON Jeep 4xe Plug-in Hybrid
	Graphenebasierte, biologisch abbaubare Batterie ohne seltene Erden	Mercedes Vision AVTR
	Modularer Systemaufbau des E-Antriebs	Audi e-tron VW
	Induktives Laden ohne Ladekabel zwischen Auto und Wandsteckdose	Mercedes S-Klasse
Vernetzung	Austausch von Informationen zwischen Fahrzeugen und Verkehrsinfrastruktur (C-V2X)	Daimler
	Lichtband an der Karosserie zur Kommunikation mit der Verkehrsinfrastruktur	Audi AI:CON, Q8
	Kommunikation mit der Verkehrsinfrastruktur durch LED-Matrixscheinwerfer	Mercedes C-Klasse
	Digitale Applikationen mit Informationen zur Route und Ladeinfrastruktur ud	Mercedes EQ ready app
Sonstiges	Smart Materials (Piezoelectric-, Shape-memory-, Chromoactive-, Magnetorheological-, Photoactive materials)	smart forvision (ambient lighting, energy efficiency, temperature management and lightweight design)

Tabelle 2-7: Aktuelle Entwicklungsrichtungen ausgewählter Automobil OEMs

Entwicklungsrichtungen OEMs		
		
Audi³²		
<p>Automatisierung: LiDAR-, Radar-, Ultraschallsensorik, Laserscanner</p> <p>Vernetzung: AR Head-Up-Display, C2C, 5G and C-V2X, PIA Fahrzeugassistentz</p> <p>Antrieb: Mildhybrid-Systeme (MHEV), 800V Hochvoltsystem, Lithium-Ionen-Batterie, Singleframe</p>	<p>Sonstiges: Recycling Materialien im Innenraum, Aerodynamik perfektionieren, Lichtband am Heck, intelligentes Lichtdesign, Sprachsteuerung, Eye-Tracking, Verzicht auf Lenkrad und klassische Armaturentafel</p> <p>Konzeptfahrzeug: AI:CON/RACE/ME /TRAIL, Q4 Sportback e-tron</p>	
		
BMW³³		
<p>Automatisierung: Fahraufgabe unterstützen durch Blickverfolgung, -interpretation</p> <p>Vernetzung: Built-in SIM provides 5G, C-V2x und C-IST, Personal CoPilot Technologie, Surround-View-System</p> <p>Antrieb: Plug-in-Hybrid, Mild-Hybrid</p>	<p>Sonstiges: natürliche Interaktion HMI, Gestensteuerung</p> <p>Konzeptfahrzeug: BMW Vision iNEXT, BMW i interaction EASE, BMW Vision Next 100</p>	
		
VW³⁴		
<p>Automatisierung: ACC, Umfelderkennung, Front Assistant, Proaktives Insassenschutzsystem, Gestensteuerung, virtuelle Bedienelemente mit MR</p> <p>Vernetzung: Induktives Laden und Smart-Grid (V2G), Digitale Dienste wie We Connect/Share,</p> <p>Antrieb: Lithium-Ionen-Batterie, modularer E-Antriebskasten</p>	<p>Sonstiges: außen LED-Lichtstreifen, Ambient Light, HD-Matrix-Scheinwerfer, Designlounge, Noise Cancelling, AR-Head-Up Display, digitales Cockpit, IML Materialien</p> <p>Konzeptfahrzeug: ID.3/ ID Space Vizzion/ ID Roomzz/ ID Buzz</p>	

³² Vgl. Bildquellenverzeichnis

³³ Vgl. Bildquellenverzeichnis

³⁴ Vgl. Bildquellenverzeichnis



Daimler³⁵

Automatisierung: Künstliche Intelligenz für Anzeige- und Bedienkonzept, Aktiver Abstands-Assistent DISTRONIC

Vernetzung: 5G and C-V2X, EQ Ready App (Routenservice & Ladestationen), Combined Charging Systems (CCS)

Antrieb: Elektromotor, modularer Systembaukasten für Batterien, Plug-in-Hybride

Sonstiges: MBUX Hyperscreen, integrierte Ambientebeleuchtung, 24-Zoll-Widescreen-Display, Kameras anstatt Außenspiegel

Konzeptfahrzeug: Concept EQ, S 500 Intelligent Drive, F 015 Luxury in Motion, Urbanetic



Porsche³⁶

Automatisierung: Intelligent Range Manager, aktive Spurführung, Servolenkung Plus

Vernetzung: Communication Management

Antrieb/ Fahrwerk: HCP, Software zur Optimierung von Luftfederungssystem, Smart-Lift-Funktion/ adaptive Luftfederung, Plug-in-Hybride, Plug & Charge, 800 Volt Architektur für schnelles Laden

Sonstiges: 3D Druck von E-Motor Gehäuse, Matrixlicht

Konzeptfahrzeug: Taycan



BYD³⁷

Automatisierung: DiPilot (L2 Assistenzsystem), Radar- und Ultraschallsensorik sowie Kameras, Spurhalteassistent

Vernetzung: D++ Open platform für smarte car hardware, DILink

Antrieb: BEV (Lithium/LiFEPo4 Batterie)

Konzeptfahrzeug: CASE (Connected, Autonomous, Shared, Electrified) Entwicklungsstrategie, BYD Han EV

³⁵ Vgl. Bildquellenverzeichnis

³⁶ Vgl. Bildquellenverzeichnis

³⁷ Vgl. Bildquellenverzeichnis



Toyota³⁸

Automatisierung: SAE Level 4 äquivalente Automatisierung, Automatischer Parkassistent, Sonar Sensorik zur Minimierung von Parklücken

Vernetzung: Toyota Mobility Services Plattform: Telematik Dienstleistungen (Kartenupdates, Car- und Ride-Sharing, Versicherung auf Basis von Fahrzeugdaten), Smart Key Box zur Sperrung, Entsperrung sowie Starten des Autos über Smartphone für Ridesharing

Antrieb: BEV (Lithium-Ion-Festkörperbatterie)

Sonstiges:

- Lernender Fahrzeugagent *Yui* zur Verbesserung der Beziehung der Person, die das Fahrzeug führt, mit dem Fahrzeug durch die Erfassung des Zustandes und der Aufmerksamkeit der fahrführenden Person sowie der Umgebung und Anpassung von HMI Features wie Duft, Beleuchtung, Multimedia, und adaptives Anpassen der Sitzbelüftung
- AR HUD: Augmented Reality zur Vergrößerung des Head Up Displays. 3D Warnhinweise, Routenführung in der Windschutzscheibe
- 3D gedruckte, Topologie-optimierte Mittelkonsole
- Teile der Seitentür aus Glas

Konzeptfahrzeug: LQ



Sony³⁹

Automatisierung: Solid State LiDAR, CMOS und ToF Sensoren, L2 (bestätigt)-L4(angekündigt) autonome Fahrfunktionen

Vernetzung: 5G Konnektivität: Einstellen, Entsperren und Sperren sowie Starten über Smartphone, personalisierte Navigation (Auf Basis der Umgebungsdaten, Ladezustand, 1G Telematics Controller, 1G HMI Controller, 100M ADAS Controller, 100 M Vehicle Controller)

Antrieb: BEV

Sonstiges: Kennung von Insassen und fahrführenden Personen sowie Freischaltung mit ToF Kamera

Konzeptfahrzeug: Vision-S



Byton⁴⁰

³⁸ Vgl. Bildquellenverzeichnis

³⁹ Vgl. Bildquellenverzeichnis

⁴⁰ Vgl. Bildquellenverzeichnis

Automatisierung: LiBow LiDAR Dachsystem System (Vorder- und Hinter-LiDAR) für Panoramascan. Automat. Ausfahrbare Seiten-LiDAR-systeme sowie Seitenkameras (LiGuards), SAE L4-Fahrfunktionen

Vernetzung:

Antrieb: BEV (LiFePo4)

Sonstiges: Beleuchtung der LiDAR zur Aufmerksamkeitserhöhung von Passanten

Konzeptfahrzeug: K-BYTE, M-BYTE



Tesla⁴¹

Automatisierung: Tesla Autopilot 2.0, ADAS, Spurhalteassistent, Abstandsregeltempomat, autonomes Fahren ohne Vorderfahrzeug und Straßenmarkierungen (angestrebt), Tesla Vision (redundante Kamera-, Radar-, und Ultraschallsensoren). Entsperrn sowie Fahrzeug herbeirufen (vereinfachte Geradeausfahrt)

Vernetzung: Tesla App: Verbindung Smartphone über Bluetooth, Sperren

Antrieb: BEV (Lithium-Ionen)

Sonstiges: Bedienkonzept ohne Knöpfe

Konzeptfahrzeug: Tesla Model Y, Tesla Cybertruck

Zwischenfazit OEMs

Auf Basis der einzelnen Entwicklungsstrategien der Hersteller sowie den Interviews mit den Fachgrößen am Zentrum für Mobilitätssysteme lässt sich prognostizieren, dass herstellerübergreifend Sensorikanteil und -leistung zur Umfelderkennung steigen. LiDAR, Tiefen-Kameras, Ultraschall und Radarsensorik werden in verschiedenen Herstellerkonzepten anwendungsfall-spezifisch durch Sensorfusion kombiniert.

Diese ermöglichen jedoch nur begrenzt ein autonomes Fahren: Unklare gesetzliche Regularien hinsichtlich der Haftung von Herstellern (z.B. Audi Staupilot⁴²) sowie eine hohe geforderte Systemrobustheit, -security und -safety gemäß ISO 26262 in der Umfelderkennung hemmen die Entwicklung automatisierter Fahrfunktionen >Level 3. Dies resultiert in einer Erweiterung des Entwicklungsfokus vom autonomen Fahren und Erfassung der Umwelt hin zum Erfassen des Zustands der fahrzeugführenden Person und Verbesserung der Kommunikation der fahrzeugführenden Person mit dem Fahrzeug bzw. der Umwelt (vgl. z.B. Toyota LQ⁴³ oder z.B. Daimler F015⁴⁴). Weiterer Fokus ist das Anheben des Mobilitätskomforts durch Nutzung von Car- und Ridesharing beim Fahrzeug als Besitzgegenstand (z.B. Toyota) oder ein steigendes Mobilitätsangebot zum komfortablen Transport durch zunehmende Kooperationen zwischen Autoherstellern und Mobilitätsdienstleistern sowie das Erfassen des Fahrzeugzustands mit

⁴¹ Vgl. Bildquellenverzeichnis

⁴² <https://www.nzz.ch/mobilitaet/auto-mobil/autonomes-fahren-stufe-3-audi-verzichtet-im-a8-auf-staupilot-ld.1553933> (01.04.2021)

⁴³ <https://www.toyota.de/startyourimpossible/lq> (01.04.2021)

⁴⁴ <https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/lm-Ueberblick-Mercedes-Benz-F-015-Luxury-in-Motion.xhtml?oid=9904624> (01.04.2021)

mobilen Endgeräten^{45,46}. Der dafür benötigte, zunehmende Datentransfer resultiert in steigenden Anforderungen an die Rechenleistung der Einzelfahrzeuge.

Diese Rechenleistung wird herstellerabhängig durch ein eigenes Hard-Software Co-Design (z.B. BMW⁴⁷) oder Kooperationen zwischen Auto- und Prozessoren-/ Chipherstellern (z.B. Daimler und Nvidia⁴⁸) gelöst und ergänzt durch dezentrale Rechenleistung von Unternehmen die Clouddienste anbieten (z.B. AWS⁴⁹). Konzerne wie VW verfolgen das Ziel, für eine kosteneffiziente Entwicklung durch die Gründung konzernübergreifender Tochtergesellschaften (bspw. CARIAD⁵⁰), Synergien und Skaleneffekte in der Entwicklung standardisierter Hard- und Softwarearchitekturen zu erreichen. Kleinere OEMs (bspw. Porsche) versuchen durch einzelne Kooperationen mit lokalen Startups die Entwicklung der Sensorfusion voranzutreiben (z.B. Porsche mit Kopernikus Automotive⁵¹). Großangelegte OEM-übergreifende Kooperationen zum autonomen Fahren (bspw. Daimler-BMW) wurden aufgrund der wirtschaftlichen Lage eingestellt.

Hinsichtlich der Automatisierung von PKWs im privaten Gebrauch ist aufgrund der geringen Einsparpotenziale nur begrenzt mit einer finanziellen Rentabilität zu rechnen. Die Automatisierung größerer Fahrzeuge zum Last-, und Personentransport (z.B. Nutzfahrzeuge ID.BUZZ Cargo, Daimler Trucks und Torc Robotics) im Kolonnentransport auf der Autobahn (Platooning) sowie die Automatisierung von Standardwartungs- und Reparaturvorgängen bspw. in Werkstätten und Betriebshöfen bieten höhere Kosteneinsparpotenziale.

Während es bei den Sensortechnologien zwischen europäischen und asiatischen Herstellern wenig Unterschiede gibt, ist dies bei der Test- und Absicherungsstrategie autonomer Fahrfunktionen anders:

Bei der zunehmend geforderten Systemrobustheit setzen die USA, Großbritannien und Deutschland bereits seit 2017 auf Autobahntests im Mischverkehr. Dafür besteht in China eine höhere Bereitschaft zum innerstädtischen Testen autonomer Fahrfunktionen. In der Gestaltung der Wertschöpfung autonomer Fahrzeuge gibt es Bestrebungen größerer Software- und Elektronikunternehmen wie dem Suchmaschinenunternehmen Baidu oder dem Technologiekonzern Sony diese in Kooperation mit chinesischen Automobilkonzernen zu übernehmen. Baidu vereint im Fertigungsnetzwerk mit dem Automobilkonzern BAIC mehr als 100 Zulieferer. Für das automatisierte Fahren ist die vollständige Elektrifizierung förderlich in Bezug auf die Systemrobustheit, was insbesondere in den geringen mechanischen Latenzen begründet liegt. Für die Speicherung der Energie im Fahrzeug gibt es verschiedene Ansätze, die sich in den Energiespeicherleistungen unterscheiden, was herstellerübergreifend beobachtet wird.

Entwicklungsstrategien der Mobilitätsdienstleister

Die ansteigende Urbanisierung stellt besonders innerstädtische Mobilitätssysteme vor Herausforderungen in Geschwindigkeit, Zuverlässigkeit, Komfort, sowie Individualisierung⁵². Diesen

⁴⁵ <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/24330817.html> (01.04.2021)

⁴⁶ Klaus Stricker, Gregor Matthies und Raymond Tsang (2011). Vom Automobilbauer zum Mobilitätsdienstleister: Wie Hersteller ihr Geschäftsmodell für integrierte Mobilität richtig aufstellen. Bain & Company

⁴⁷ <https://t3n.de/news/gegen-tesla-google-bmw-arbeitet-1346216/> (01.04.2021)

⁴⁸ <https://www.daimler.com/innovation/case/autonomous/nvidia.html> (01.04.2021)

⁴⁹ <https://www.automotiveit.eu/strategy/daimler-vertraut-bei-autonomen-lkw-auf-amazon-web-services-292.html> (01.04.2021)

⁵⁰ <https://www.horizont.net/marketing/nachrichten/transformation-volkswagen-launcht-neue-marke-car-iad-190390?crefresh=1> (01.04.2021)

⁵¹ <https://newsroom.porsche.com/de/2019/digital/porsche-autonomes-fahren-test-werkstatt-kooperation-kopernikus-automotive-startup-autobahn-17013.html> (01.04.2021)

⁵² Marc Winterhoff, Carsten Kahner, Christopher Ulrich, Philipp Saylor und Eike Wenzel (2009). Zukunft der Mobilität 2020.

Herausforderungen wird mit zunehmender Automatisierung von Fahrfunktionen und Vernetzung von Daten (der fahrzeugführenden Person, Fahrzeug-, und Umgebungsdaten) begegnet, was bspw. die Entwicklungsrichtungen der OEMs gezeigt haben. Mobilitätsdienstleister verfolgen hierbei das Ziel, im Gegensatz zum *Kognitiven Auto* als privaten Besitzgegenstand, zukünftige Mobilitätsbedarfe als Teil einer Dienstleistung zur Mobilitätsaggregation verschiedener privater und öffentlicher Transportmittel zu bedienen (*Mobility-as-a-Service; MaaS*). Die derzeitigen *MaaS* Systeme sind multimodal, übergangslos, nutzungsorientiert, datengetrieben und bedarfsgerecht mit einer Schnittstelle für die nutzende Person (in der Regel Smartphone) und ermöglichen die Planung, Buchung und Bezahlung verschiedener Mobilitätsdienstleistungen- und -mittel. In Kombination mit automatisierten Fahrfunktionen können Mobilitätsdienstleister ein autonomes *MaaS* Angebot aufbauen, welches die Mobilität kostengünstiger und effizienter als mit einem autonomen Fahrzeug in Privatbesitz gestaltet.

Die Fahrdienstvermittler Uber und Didi Chuxing dominierten bisher den weltweiten Markt. Differenzierungsmerkmal von Uber und Didi gegenüber den anderen globalen Playern wie Lyft, Grab und Bolt ist eine Spezialisierung auf digitale Plattformen in Kombination mit dem autonomen Fahren. Beide Dienstleister unterhalten eigene dedizierte Abteilungen für die Entwicklung automatisierter Fahrfunktionen und planen die Produktion autonomer Fahrzeuge in Kooperation mit etablierten Automobil OEMs.

Didi Chuxing besitzt für das autonome Fahren Testlizenzen in Kalifornien, Beijing, Shanghai und Suzhou und plant nach eigenen Angaben bis 2030 mehr als eine Millionen selbstfahrende Autos zu verwalten⁵³. Bisherige Investitionen von Apple, Softbank und aus dem öffentlichen Sektor könnten das ermöglichen, wobei der Zeithorizont der Umsetzung jedoch von Fachgrößen angezweifelt wird. Didi kollaboriert mit dem chinesischen Autohersteller BAIC.

Neben technologischen Lösungen ist ein dynamisches Fahrdienstnetzwerk für die Weiterentwicklung autonomer Fahrzeuge essentiell. Beim amerikanischen Fahrdienstvermittler Lyft werden Fahrten und Inputs der fahrzeugführenden Person aufgenommen und helfen beim Trainieren neuronaler Netze für autonome Fahrfunktionen. Lyft kooperiert mit Motional, einem Zulieferer für autonome Fahrzeuge, und plant die Fahrzeugplattform *Hyundai Ioniq 5* bis 2023 voll-automatisiert (Level 4) aufzurüsten und längerfristig die weltweit größte Plattform für autonom-fahrende Taxis zu werden⁵⁴.

Entwicklungsstrategien der Infrastruktureinrichtungen

Ein *Kognitives Auto* stellt besondere Anforderung an Verkehrssysteme sowie Stadtplanung und sollte Teil einer integrierten Mobilitätstransformation der Stadt- und Landinfrastruktur sein. Im Planungshorizont von 10 Jahren existieren hinsichtlich der Automatisierung des Verkehrs bereits Studien über die Implikationen einer Zunahme von *MaaS*, der Nutzung von Shared Mobility-Konzepten und dem Fahrzeug als Besitzgegenstand. Bei einer zunehmenden geteilten Mobilität kann aufgrund des rückläufigen privaten Autobesitzes die Freigabe von Parkflächen für den Bau von bspw. Schulen und Wohngebieten erwartet werden. Notwendige Bedingungen für automatisiertes und vernetztes Fahren aus Sicht der Infrastrukturgestaltung sind zudem ein höheres Know-How zur Regulierung des Infrastrukturregelungssystems und eine Steigerung der Informationsdichte hinsichtlich der Informationen über den jeweiligen Zustand des Gesamtsystems Mobilität.

Derzeit zeigen Projekte wie das *Bauhaus Mobility Lab*⁵⁵ Bestrebungen, Mobilitäts-, Logistik- und Energiedienstleistungen durch die intelligente Verknüpfung von Informationen zu ermöglichen. Eine solche Verknüpfung ist bspw. durch die Überlagerung von Kartendaten und Verkehrslagedaten (bspw. Verkehrsdichte, Wetterereignisse, Baustellen) möglich und kann die Genauigkeit von Kartendaten vom Meter- auf den Zentimeterbereich anheben. Für eine zunehmende Vernetzung ist zudem die Nutzung paralleler Netzwerktechnologien relevant: Durch

⁵³ <https://venturebeat.com/2020/06/23/didi-chuxing-targets-1-million-autonomous-taxis-by-2030/> (01.04.2021)

⁵⁴ <https://techau.com.au/lyft-to-offer-level-4-autonomous-robotaxi-using-hyundai-ioniq-5-in-2023/> (01.04.2021)

⁵⁵ <https://bauhausmobilitylab.de/>

Verwendung und Ausbau von Broadcast sowie Mobilfunknetz und WLAN11 p-basierten Netzwerken bestehen verschiedene Übertragungsstandards für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur, Kommunikation zu Verkehrsanbietern sowie Mobilfunknetze für Dienstanbieter wie bspw. Autoherstellern.

2.3 Umfeld- und Produktszenarien des *Kognitiven Autos*

Zur Ableitung zukünftig relevanter Produkteigenschaften des *Kognitive Auto* und damit als Grundlage für die spätere Analyse der Thüringer Kompetenzen in der automobilen Wertschöpfung werden die in Abschnitt 2.1 identifizierten Trends nach Methoden der Vorausschau zur Projektion möglicher Zukünfte (Szenarien) ausgearbeitet. Diese Szenarien lassen sich in Umfeldszenarien und Produktszenarien unterteilen. Auf der einen Seite werden in vier alternativen Umfeldszenarien die möglichen zukünftigen Ausprägungen des Umfeldes des *Kognitiven Autos* durch unterschiedliche Entwicklungsrichtungen der Trends abgeleitet. Zudem beschreiben drei Produktszenarien das *Kognitive Auto* als Sammlung der zukunftsrelevanten Eigenschaften, die vor dem Hintergrund der Umfeldszenarien als zukunftsrobust erwartet werden. Dies ist gleichbedeutend mit einer Relevanz der jeweiligen Eigenschaften in mehreren alternativen Zukünften. Diese Produkteigenschaften sowie das Kontextwissen aus den Umfeldszenarien stellen die Grundlage für die Identifikation von mit der Veränderung von Fahrzeugen verbundenen Komponenten und Teilsysteme sowie neu zu erfüllende Funktionen des *Kognitiven Autos* als Grundlage für die in Kapitel 3 durchgeführte Kompetenzanalyse dar. Im Folgenden werden zunächst die entwickelten Umfeldszenarien und darauffolgend die Produktszenarien vorgestellt.

Überblick der Umfeldszenarien

Die Zukunft des Umfelds des *Kognitiven Autos* wird in dieser Studie in einem Planungshorizont von 8-10 Jahren durch vier alternative Umfeldszenarien beschrieben, die nachfolgend dargestellt sind. Durch die konsistente Kombination unterschiedlicher Ausprägungen (Zukunftsprojektionen) von Schlüssel- und besonders relevanter Trends, die in großer Wechselwirkung mit anderen Trends stehen und damit das Gesamtsystem *Mobilität* maßgeblich beeinflussen, lassen sich die folgenden vier Umfeldszenarien generieren:

- Konservativer Übergang (1)
- Nachhaltiges High-Tech Umfeld (2)
- Sharing-High-Tech Umfeld (3)
- Achtsames Umfeld (4)



Abbildung 2.2: Zukunftsraum der 4 Umfeldszenarien

Der gesamte Raum möglicher Zukünfte ist in Abbildung 2.2 dargestellt, wobei die Größe der Kreise die Anzahl zueinander konsistenter Trendprojektionen innerhalb des jeweiligen Szenarios zeigt. Während das Szenario *Konservativer Übergang* stark an der aktuellen Mobilitätssituation orientiert ist und sich evolutionär aus dieser entwickelt, existieren zwei Hochtechnologieszzenarien, in denen technologische Trends aus den Feldern Automatisierung und Vernetzung maßgeblich die Charakteristik der Szenarien bestimmen und in diesen Bereichen deutliche Technologiefortschritte erwartet werden. Außerdem wird ein achtsames Umfeldszenario, in welchem gesellschaftliche Trends besonders relevant sind, beschrieben. Die Szenarien lassen sich anhand der für sie einzigartig ausgeprägten Zukunftsprojektionen unterscheiden. So stellen der Automatisierungsgrad oder die Nachhaltige Nutzung von Mobilität und Produktion Differenzierungsmerkmale dar. Diese signifikant ausgeprägten Projektionen sind in einer sogenannten Ausprägungsliste gekennzeichnet, die nachfolgend je Szenario dargestellt ist (vgl. Abbildung 2.3 und Abbildung 2.4).



1 Konservativer Übergang

-  **Automatisierungsgrad:** 2-3
-  **Neue Fertigungsverfahren:** Wenig Funktionsintegration und additive Fertigung.
-  **Nachhaltige Produktion:** Wenig Sharing Economy und wenig geschlossene Stoffkreisläufe.
-  **Innovative Werkstoffe:** Der Anteil an innovativen Werkstoffen ist sehr gering und weder Kunden noch Anbietern wichtig.
-  **Vernetzung:** Weder Machine Sensing noch Fähigkeit von Maschinen eindeutige Entscheidungen treffen zu dürfen sind ausgeprägt.
-  **Machine Learning:** Predictive Analytics wird nicht genutzt und das benötigte Wissen der Mitarbeiter über das Infrastrukturregelungssystem des kognitiven Autos ist nicht vorhanden.
-  **Modul-/Plattformstrategie:** Grad der Anpassung der Produkte sowie Anpassungsfähigkeit der Produktion ist niedrig.
-  **Nachhaltige Nutzung:** Achtsamkeit ist gering und Fahrzeuge werden nicht nachhaltig genutzt.

2 Nachhaltiges High-Tech Umfeld

-  **Automatisierungsgrad:** 4-5
-  **Neue Fertigungsverfahren:** Sehr stark ausgeprägter Anteil neuer Fertigungsverfahren mit Fokus auf additive Fertigung
-  **Nachhaltige Produktion:** Sowohl Sharing als auch Circular Economy sind extrem wichtig. Menschen wollen alles miteinander teilen, Umwelt schützen und effizienter leben.
-  **Innovative Werkstoffe:** Hoher Einsatz von Smart Surfaces und Bio FVKs
-  **Vernetzung:** Machine Sensing und Fähigkeit der Maschinen, eindeutige Entscheidungen zu treffen, sind stark ausgeprägt. Kognitives Auto versteht somit die Umwelt.
-  **Machine Learning:** Predictive Analytics und Know-How der Mitarbeiter des Infrastrukturregelungssystems sehr stark ausgeprägt
-  **Modul-/Plattformstrategie:** Grad der Anpassung der Produkte sowie Anpassungsfähigkeit der Produktion sind niedrig.
-  **Nachhaltige Nutzung:** Die ethical consumption ist sehr hoch und Belastungen der Umwelt werden vermieden. Menschen sind sehr achtsam gegenüber der Umwelt. Cleantech sorgt für saubere Technologien

Abbildung 2.3 Ausprägungslisten der Umfeldszenarien 1 und 2, hervorgehoben sind die charakteristischen Projektionen der Schlüsseltrends je Szenario



4 Achtsames Umfeld



Automatisierungsgrad: 2-3



Neue Fertigungsverfahren: Hoher Anteil neuer Fertigungsverfahren mit Fokus auf additiven Fertigungsverfahren



Nachhaltige Produktion: Sharing Economy ist nicht so wichtig. Währenddessen gewinnt Circular Economy an Wichtigkeit, die Umwelt wird geschätzt.



Innovative Werkstoffe: Der Einsatz von smart surfaces ist nicht sehr wichtig, während recycelbarer Bio-FVKs stark eingesetzt werden.



Vernetzung: Weder Machine Sensing noch Fähigkeit von Maschinen eindeutige Entscheidungen treffen zu dürfen sind ausgeprägt.



Machine Learning: Niedrige Verwendung von Predictive Analytics, aber das benötigte Wissen der Mitarbeiter über das Infrastrukturregelsystem des kognitiven Autos ist vorhanden.



Modul-/Plattformstrategie: Niedriger Grad der Anpassung der Produkte und echtzeitfähiger Anpassungen in Produktion.



Nachhaltige Nutzung: Durch Cleantech werden saubere Technologien und Verfahrensweisen eingesetzt. Die Menschen schätzen auch Achtsamkeit als sehr wichtig und schätzen die Umwelt.

3 Sharing High-Tech Umfeld



Automatisierungsgrad: 4-5



Neue Fertigungsverfahren: Ausgeprägter Anteil mit Fokus auf Funktionsintegration bei Fertigung.



Nachhaltige Produktion: Sharing Economy ist sehr wichtig. Circular Economy verliert an Relevanz, Menschen recyceln nicht.



Innovative Werkstoffe: Ausgeprägt mit Fokus auf Smart Surfaces und wenig Bio-FVKs



Vernetzung: Machine Sensing und Fähigkeit der Maschinen, eindeutige Entscheidungen zu treffen, stark ausgeprägt. Kognitives Auto versteht somit die Umwelt.



Machine Learning: Ausgeprägt mit Fokus auf hohes Know-How von Mitarbeitern des Strukturregelsystems und wenig Predictive Analytics



Modul-/Plattformstrategie: Grad der Anpassung der Produkte niedrig und anpassungsfähige Produktion.



Nachhaltige Nutzung: Ethical consumption niedriger, Menschen nicht so achtsam gegenüber der Umwelt. Cleantech sorgt für saubere Technologien

Abbildung 2.4: Ausprägungslisten der Umfeldszenarien 3 und 4, hervorgehoben sind die charakteristischen Projektionen der Schlüsselrends je Szenario

Nach Diskussion der jeweiligen Ausprägungskombination der vier Umfeldszenarien mit Fachgrößen verschiedener Domänen des Zentrums Mobilitätssysteme wurden konsistente Zukunftsbeschreibungen ausformuliert (vgl. Abbildung 2.5).



1

Konservativer Übergang

Eine hoher Automatisierungsgrad ist aufgrund mangelhafter Kenntnis des Infrastrukturregelungssystems sowie geringer Möglichkeiten zur Vernetzung sowohl innerstädtisch als auch im Übergang in die ländlichen Gebiete nicht möglich. Es besteht ein hoher Bedarf nach einem Ausbau des Mobilfunknetzes in ländlichen Gebieten. Ein nachhaltiges Mobilitätsverhalten und Car&Ride-Sharinglösungen sind durch den Wunsch nach Fahrzeugbesitz nicht wirtschaftlich. Eine hohe Variantenvielfalt des kognitiven Autos als Besitzgegenstand wird gefordert und mithilfe einer anpassungsfähigen Produktion mit agilen Wertstromsystemen umgesetzt. Automatisierte Fahrfunktionen sind Begeisterungsmerkmale der Fahrzeuge aber wenig funktional. Es bestehen weiterhin hohe Anforderungen an Datensicherheit und Privatsphäre was den Einsatz ortsbasierter Serviceleistungen im kognitiven Auto einschränkt. Durch Forschung in Kommunikationsschnittstellen innerhalb der Steuergeräteentwicklung sowie der Satellitenkommunikation wird längerfristig das Fundament für vernetzte Informations-, und Kommunikationssysteme für das kognitive Auto gelegt.



2

Nachhaltiges High-Tech Umfeld

Die Gesellschaft stellt hohe Anforderungen an technologische Lösungen aber auch an die Nachhaltigkeit des kognitiven Autos: Ein hoher Automatisierungsgrad sowie eine hohe Vernetzung der Fahrzeuge durch eine hohe Fähigkeit zur Umfelderkennung und Entscheidungsautonomie im kognitiven Fahrzeug wird gefordert. Es besteht zudem die Forderung im Interieur hochfunktionalisierbare *Smart Surfaces* und nachhaltige Werkstoffe einzusetzen. Eine nachhaltige Produktion wird seitens der Gesellschaft durch die Gestaltung und Nutzung geschlossener Stoffkreisläufe gefordert. Durch die zunehmende Automatisierung und den dadurch bedarfsgerechten Mobilitätskonsum wird eine nachhaltige Nutzung der Fahrzeuge ermöglicht. Dementsprechend genügt die Realisierung von Produkteigenschaften und damit verbundenen Komponenten den Anforderungen der Nachhaltigkeit von Systemen nicht nur während der Nutzung, sondern über den gesamten Produktlebenszyklus hinweg.



4

Achtsames Umfeld

In einem konjunkturell unsicheren Umfeld berücksichtigt die Gesellschaft Achtsamkeit in ihrem Handeln stark und entschleunigt: Zur Reduktion von Stress und einer steigenden Verbundenheit zum inneren Sein wird der Mobilitäts-, Medien- sowie Servicekonsum reduziert, was weitreichende Implikationen auf das kognitive Auto hat: Innerstädtisch wird zunehmend auf angetriebene Mobilitätslösungen verzichtet. Sharing manuell betriebener Mikromobilitätslösungen (bspw. DB City-Bike, Lastenfahrräder) werden zum Personen- und Lasttransport verwendet. Kunden fordern robuste und funktionale Mobilitätslösungen, unabhängig vom Automatisierungsgrad und mit einer niedrigen Variantenvielfalt. Modul-, und Plattformstrategien der OEMs passen sich hier an und setzen auf die längerfristige Automatisierung des kognitiven Autos als Besitzgegenstand unter Steigerung der Nachhaltigkeit der Fahrzeugproduktion. Das Interieur soll Möglichkeiten zum Entspannen durch eine individuell abgestimmte Ergonomie und funktionaler Ästhetik bieten.



3

Sharing-High-Tech-Umfeld

Die Gesellschaft ist durch Car&Ride-Sharinglösungen hochmobil. Das Auto als Besitzgegenstand wurde weitestgehend durch Sharinglösungen ersetzt. Besonders innerstädtisch ist eine elektrisch betriebene Mobilität wichtig. Ein hoher Komfort und hohe Individualisierungsmöglichkeiten, sowie Infotainmentsysteme zum Zugang zu ortsbasierten Dienstleistungen sind relevant. Die Endnutzer erwarten sehnsüchtig neue Features und sind auch bereit diese Technologien zu bezahlen. Längere Strecken können durch autonome Fahrzeuge für Passagiere aufwandsarm und entspannt gestaltet werden. Treiber dieser Automatisierung sind Innovationen in der Umfelderkennung und Entscheidungsautonomie der Fahrzeuge. Zunehmende Funktionsintegration und agile Wertschöpfungssysteme ermöglichen eine bedarfsgerechte Produktion des kognitiven Autos.

Abbildung 2.5: Beschreibung der Umfeldszenarien

Zur Verbildlichung des Zukunftsraums zum Zwecke der Diskussion der jeweils prägenden Zukunftsprojektionen innerhalb der einzelnen Szenarien wurde eine *Szenariolandkarte* erstellt.

Unterschiede der Szenarien werden mittels verschiedener Landkartenelemente dargestellt (vgl. Abbildung 2.6).

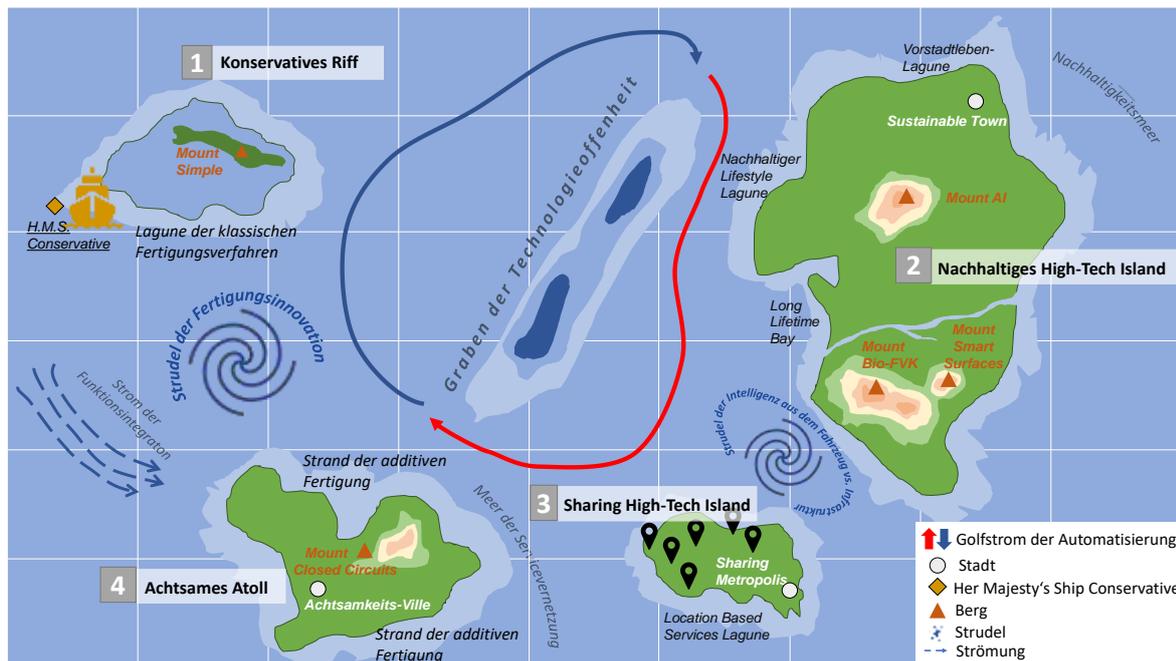


Abbildung 2.6: Bildliche Darstellung der Umfeldszenarien als Szenariolandkarte

So zeigt diese Darstellung diejenigen Trends inklusive ihrer jeweiligen Ausprägungen die Zukunft der Mobilität mit hoher Wahrscheinlichkeit bestimmen und daraus folgend einen maßgeblichen Einfluss auf die Strategie zur Weiterentwicklung heutiger Wertschöpfungsökosystemen haben (vgl. Abbildung 2.6):

- Die Automatisierung technischer Systeme nimmt von Szenario 4 über 1 und 2 hin zu Szenario 3 zu.
- Die Technologieoffenheit der Gesellschaft ist in Szenario 1 und 4 maßgeblich geringer als in Szenario 2 und 3.
- Innovationen im Bereich der Fertigungsprozesse und der Funktionsintegration sind in Szenario 4 die Grundlage für wirtschaftlichen Erfolg, während in Szenario 1 Fertigungsprozesse lediglich punktuell optimiert werden.
- Ein nachhaltiger gesellschaftlicher Lebensstil prägt Szenario 2.
- In Szenario 3 wird das Mobilitätssystem zentral koordiniert, während in Szenario 2 eine Tendenz zur dezentralen Entscheidungsfindung zu erkennen ist.
- Fahrzeugbesitz ist in Szenario 1 und 4 zentral, in Szenario 2 kein relevanter Faktor und in Szenario 3 Sharing-Ansätzen gewichen.

Überblick über Produktszenarien

Neben den Umfeldern des *Kognitiven Autos* wurden zudem Produktszenarien für das *Kognitive Auto* als Fahrzeug mit einem Planungshorizont von 8-10 Jahren erstellt. Hierfür wurden mithilfe der Entwicklungsrichtungen der OEMs (vgl. Zwischenfazit Abschnitt 2.2), einer Referenzsystemanalyse der Concept Cars sowie einer Analyse der Studien *Tiefenanalyse* und *Interieurstudie* sowie unter Nutzung der Umfeldszenarien Soll-Produkteigenschaften des *Kognitiven Autos* abgeleitet. Eine Soll-Produkteigenschaft beschreibt den künftigen Sollzustand einer Produkteigenschaft, die das *Kognitive Auto* maßgeblich prägen wird unter Verwendung von je zwei Dimensionen und vier Zukunftsprojektionen (jeweils niedrig-hoch Ausprägungen der Dimensionen). Die Liste der Soll-Produkteigenschaften, deren Dimensionen und Projektionen bilden einen morphologischen Kasten (vgl. Tabelle 2-8). Aus den Kombinationen ver-

schiedener Projektionen der Soll-Produkteigenschaften lassen sich drei verschiedene Produktszenarien ableiten. Das Vorgehen zur Identifikation der Soll-Produkteigenschaften (vgl. Abbildung 2.7) dient der lösungsoffenen Exploration von Zukunftsräumen des *Kognitiven Autos*, ohne diese Eigenschaften konkret und lösungsspezifisch auf Merkmalsebene festzulegen. Die spätere Lösungssuche zur Erfüllung einer Soll-Produkteigenschaft kann anschließend erfolgen, um bspw. Entwicklungsstrategien oder Projektideen für Technologien für das *Kognitive Auto* zu erhalten.

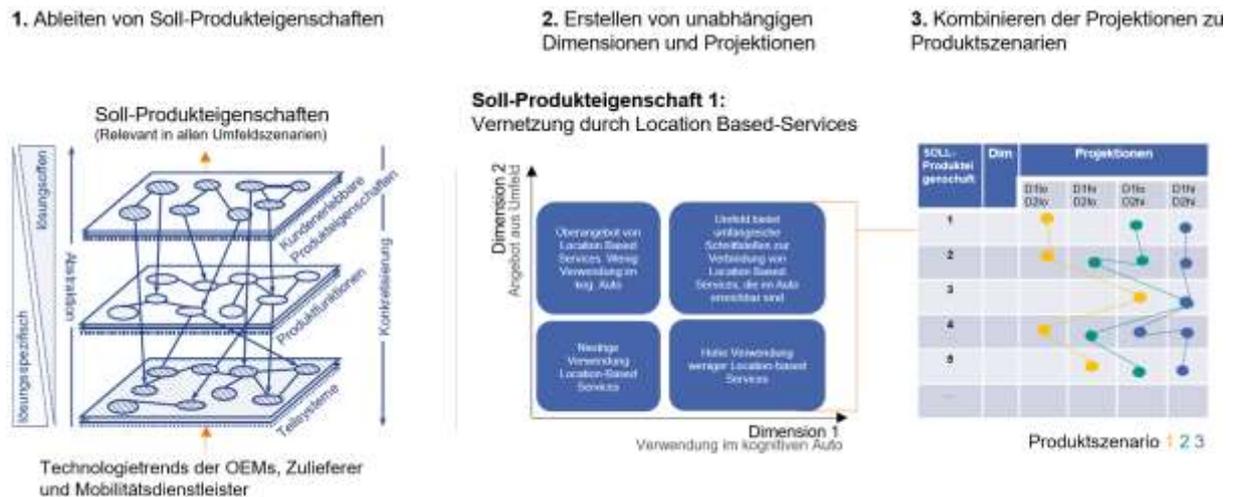


Abbildung 2.7: Vorgehen beim Erstellen der Produktszenarien

Der nachfolgende Katalog enthält alle für das *Kognitive Auto* relevanten Soll-Produkteigenschaften, die auf Basis der bereits aufgezeigten Analysen identifiziert wurden sowie deren Erklärung durch die jeweiligen Dimensionen.

Tabelle 2-8: Soll-Produkteigenschaften eines Kognitiven Autos

Soll-Produkteigenschaften	Typ	Dimension 1	Dimension 2
Adaptivität zum kognitiven Auto (als Ausstattungsmerkmal/Service)	Automatisierung	Grad der Automatisierung ab Erwerb des Fahrzeugs	Grad der Automatisierung durch Vernetzung von Infrastruktur- und Netzdaten
Sensorikdiversität	Automatisierung	Grad der Umfelderkennung durch Sensorfusion von Daten von Standardtechnologien	Grad der Umfelderkennung durch Vernetzung mit Umwelt (Car2X)
Umfeldausrüstung für kognitive Fahrzeuge	Automatisierung	Entwicklungsstufe der Ausrüstung	Kompatibilität der Ausrüstung mit Datenschnittstellen der OEMs
Künstliche Intelligenz (bei Dilemmasituationen)	Automatisierung	Programmierte Entscheidungsautonomie	Datengrundlage zum Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite
Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen	Automatisierung	Automatisierung von Fahrabläufen bei physischen Routineabläufen (Mautstelle, Tanken, Waschen)	Automatisierung der Funktionalität im Interieur

Vernetzungsleistung	Vernetzung	Anzahl möglicher unterschiedlicher gleichzeitig drahtlos verbundener Endgeräte (bspw. Home Appliances) über Drahtlose	Höhe des transferierten Datenvolumens zwischen Steuergeräten des kog. Auto
Betriebszustandsinformationstransfer von der Umgebung und dem kognitiven Auto zum Insassen	Vernetzung	Angepasste Nutzungserfahrung zur Zielerreichung der Informationsdarstellung (User Experience)	Übermittlungsart über visuelle Signale
Nutzungserlebnis der digitalen Welt in die reale Welt des kognitiven Autos	Vernetzung	Immersionsgrad für Insassen	Interaktionsgrad für Insassen
Sicherheit gegen Cybercrime	Vernetzung	Safety (Schutz von Mensch und Umwelt)	Security (Schutz der Daten)
Integration von Service-lösungen im Mobilitätsbereich	Vernetzung	Integration von Mobilitätsangeboten aus der Infrastruktur für nahtlose Mobilität der letzten Meile	Integrationsfähigkeit weiterer Vehikel in das kognitive Auto
Geteilte kognitive Leistung	Vernetzung/ Automatisierung	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur der am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge
Energiespeicherleistung	Antrieb	Verhältnis gravimetrischer zu volumetrischer Leistungsdichte	Verhältnis gravimetrischer zu volumetrischer Energiedichte
Nachhaltigkeit Energiespeicher (Elektrisch)	Antrieb	Haltbarkeit/max. Anzahl Ladezyklen	Rezyklierbarkeit der Batterie (hoch=auf Stoffebene, niedrig=auf Komponentenebene)
Gewichtsoptimierung	Sonstiges	Grad der Gewichtseinsparung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte	Grad der Gewichtseinsparung durch Agiles Systems Engineering
Produktionsaufwand für das Interieur	Sonstiges	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push	Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren
Individualisierung für einzelne Kundschaft	Sonstiges	Individualisierungsmöglichkeiten für Anwendende vor Kauf	Individualisierungsmöglichkeiten für Anwendende ab Kauf

Anschließend werden jeweils um die zwei Kerneigenschaften des *Kognitiven Autos* – *Automatisierung* und *Vernetzung* – herum drei Produktszenarien gebildet:

- ein *visionäres Produktszenario*, welches die idealisierte Fortführung aktueller Entwicklungsrichtung im genannten Planungshorizont darstellt (gelb)
- ein *disruptives Produktszenario*, welches eine Entwicklung entgegen der aktuellen Entwicklungsrichtung zeigt (blau)
- ein *evolutionäres Produktszenario*, welches der Entwicklungsrichtung folgt, jedoch nicht mit der idealen Dynamik umgesetzt wird (grau)

Es folgt analog zur Vorstellung der Umfeldszenarien eine Ausprägungsliste zur Beschreibung der Szenarioinhalte (vgl. Abbildung 2.8 für Produktszenarien in Bezug auf die Automatisierung und Abbildung 2.9 in Bezug auf die Vernetzung).

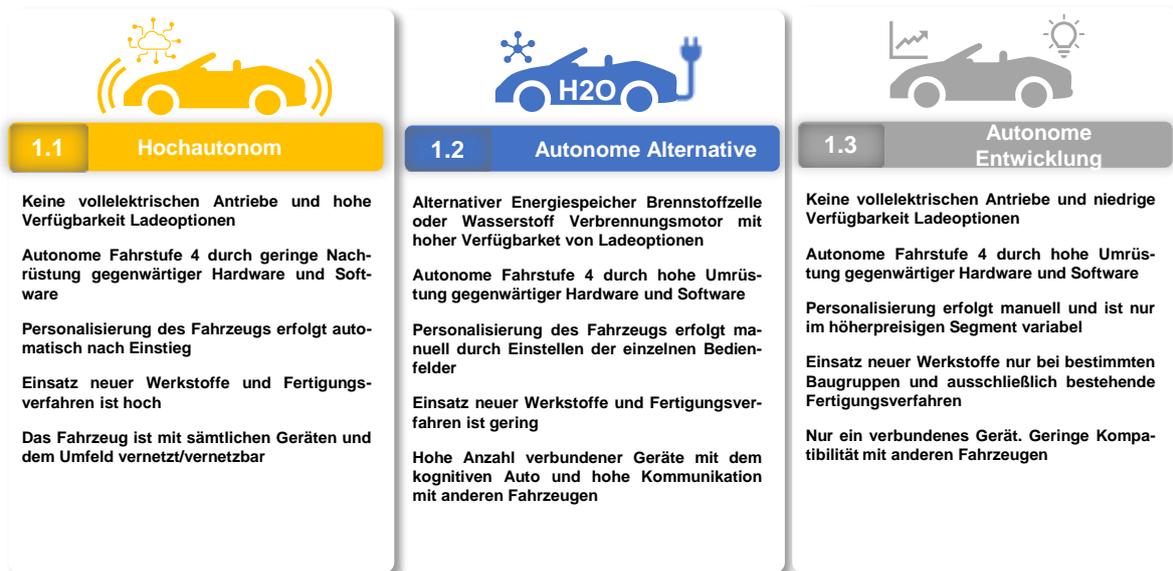


Abbildung 2.8: Produktszenarien mit jeweiligen Projektionen entwickelt um die Kerneigenschaft Automatisierung



Abbildung 2.9: Produktszenarien mit jeweiligen Projektionen entwickelt um die Kerneigenschaft Vernetzung

Basierend auf ihrer Relevanz und Veränderungsbedarf hinsichtlich der Umfeld- und Produktszenarien wurden die identifizierten Soll-Produkteigenschaften des *Kognitiven Autos* gewichtet und diese Gewichtung durch die Fachgrößen des Zentrums Mobilitätssysteme validiert.

Eingeteilt in vier Bereiche können so Variationszeithorizonte für die Soll-Produkteigenschaften bestimmt werden (vgl. Abbildung 2.10 und Tabelle 2-1). Eigenschaften, welche eine hohe Relevanz und einen hohen Veränderungsbedarf über mehrere Umfeldszenarien hinweg aufweisen, werden als zukunftsrobust bezeichnet, da die Ausrichtung von Unternehmensstrategien auf die Weiterentwicklung von verbundenen Technologien, Komponenten und Teilsystemen mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit zu einer gefestigten oder verbesserten Position in der automobilen Wertschöpfung führen wird.

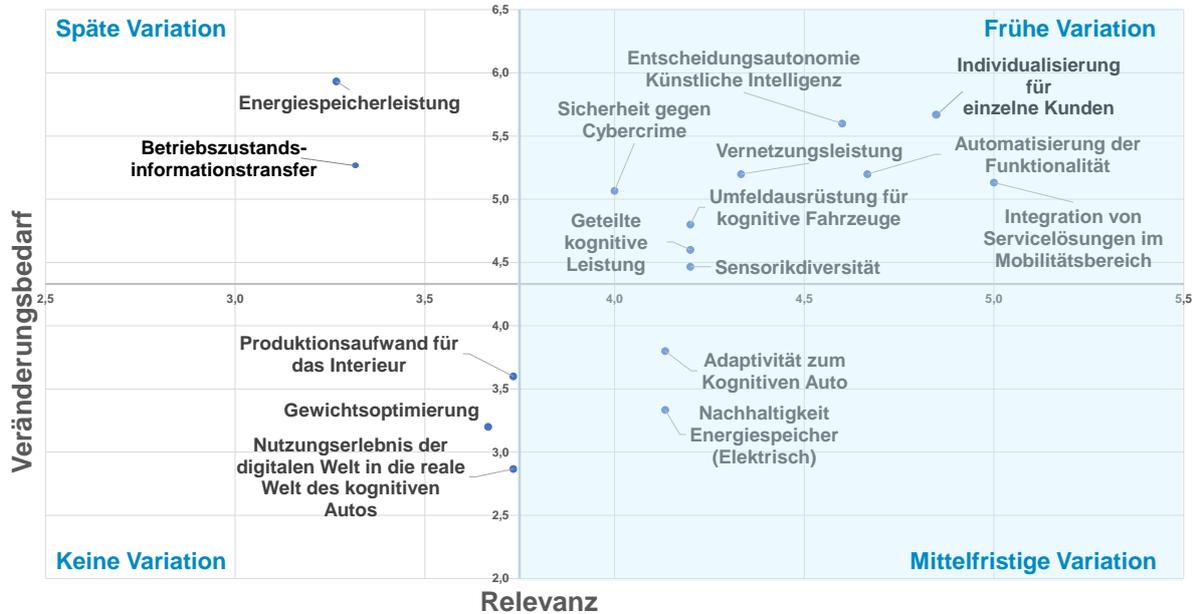


Abbildung 2.10: Darstellung der Soll-Produkteigenschaften skaliert in den Dimensionen Relevanz und Veränderungsbedarf. Zukunftsrobuste Eigenschaften des Kognitiven Autos im oberen rechten Quadranten

Im Folgenden werden die Soll-Produkteigenschaften hinsichtlich ihres zu erwartenden Variationszeitpunkt dargestellt. Für den weiteren Verlauf der Studie werden insbesondere die Eigenschaften mit kurz- und mittelfristigem Veränderungsbedarf genutzt und mit den in Thüringen bestehenden Kompetenzen in Beziehung gesetzt (vgl. Kapitel 3).

Tabelle 2-9: Variationszeitpunkt je Produkteigenschaft

Soll-Produkteigenschaft	Variationszeitpunkt			
	2025 früh	2025+ mittelfristig	2030 spät	ohne
Sensorikdiversität				
Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz				
Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen				
Vernetzungsleistung				
Sicherheit gegen Cybercrime				
Integration von Servicelösungen im Mobilitätsbereich				
Umfeldausrüstung für kognitive Fahrzeuge				
Geteilte kognitive Leistung				
Individualisierung für einzelnen Kunden				
Nachhaltigkeit Energiespeicher (Elektrisch)				
Adaptivität zum Kognitiven Auto				
Energiespeicherleistung				
Betriebszustandsinformationstransfer Umgebung und kognitives Auto zum Insassen				
Nutzungserlebnis digitaler Welt in reale Welt des kognitiven Autos				
Gewichtsoptimierung				
Produktionsaufwand für das Interieur				

Demnach dienen die folgenden Soll-Produkteigenschaften im Weiteren durch Abgleich mit den Komponenten und Teilsystemen und deren Funktionen im aktuellen Fahrzeug der Identifikation von solchen Komponenten und Teilsystemen, die vor dem Hintergrund des *Kognitiven Autos* in kurz- und mittelfristigen Zeithorizont variiert werden müssen (vgl. Abbildung 2.11). Die Eigenschaft der *Umfeldausrüstung für kognitive Fahrzeuge* wird im Folgenden nicht explizit berücksichtigt, da ihre Einflüsse über die Soll-Produkteigenschaften *geteilte kognitive Leistung*, *Vernetzungsleistung* und *Sensorikdiversität* abgedeckt werden.

 Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen	 Adaptivität zum Kognitiven Auto
 Nachhaltigkeit Energiespeicher	 Integration von Service lösungen
 Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz	 Geteilte kognitive Leistung
 Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kunden	 Vernetzungsleistung
 Sensorikdiversität	 Sicherheit gegen Cybercrime

Abbildung 2.11: Kurz-, und mittelfristig zu adressierende Soll-Produkteigenschaften

Die Soll-Produkteigenschaften bilden weiter eine Diskussionsgrundlage für die Interviews mit den Fachgrößen und die Ableitung von relevanten Handlungsfeldern für die Weiterentwicklung der Wertschöpfung im Land Thüringen (vgl. Kapitel 3 und Kapitel 4).

2.4 Schlüsselkomponenten und -systeme

Aufgrund der Entwicklung von Fahrzeugen hin zum *Kognitiven Auto* werden die verschiedenen Teilsysteme und Komponenten des Systems *Fahrzeug* teils tiefgreifend geänderte Anforderungen erfahren. Systeme zur Umfelderkennung haben in diesem Kontext eine besondere Relevanz, was ebenfalls durch die Interviews mit Fachgrößen bestätigt werden konnte. Weitere Anforderungsänderungen können sich bspw. im Bereich der struktur- und crashrelevanten Systeme und Bauteile ergeben. So kann autonomes bzw. hochautomatisiertes Fahren durch eine möglicherweise geringere Crashwahrscheinlichkeit veränderte Anforderungen an die Dimensionierung dieser Systeme und Bauteile und somit die Optimierung hinsichtlich eines anderen Optimierungsziels (z.B. Leichtbau) ermöglichen und integrieren. Andererseits kann eine Technologieskepsis der Gesellschaft höhere Sicherheitsanforderungen bedingen, um die Akzeptanz von *Kognitiven Autos* in der Bevölkerung zu erreichen, was die Komplexität im Bereich des zukünftigen Anforderungsmanagements zeigt.

Hierbei ist das Wechselspiel des Systems *Fahrzeug* im Gesamtkontext des System-of-Systems *Mobilität* von zentraler Bedeutung (vgl. Abbildung 2.12). Ausgehend vom System *Fahrzeug* nehmen die Entwicklungen in Richtung *Kognitives Auto* Einfluss auf die Subsysteme verschiedener Systemhierarchieebenen bis hin zur Komponenten- und Materialebene. Zudem müssen auch die Supersysteme des Systems *Fahrzeug* durch die Entwicklung zum *Kognitiven Auto* angepasst werden. Geänderte Anforderungen an das System *Fahrzeug* müssen von da-

her über alle Systemebenen und über den gesamten Systemlebenszyklus hinweg berücksichtigt und in der Gestaltung des Systems, seiner Validierungs- und Fertigungsumgebung integriert adressiert werden. Zur weiteren Identifikation möglicher Änderungen auf verschiedenen Systemebenen, die sich auf die in Kapitel 2 identifizierten Soll-Produkteigenschaften zurückführen lassen, werden zunächst verschiedene Elemente im Systemkomplex Mobilität auf den jeweiligen Systemelementen geclustert (vgl. Abbildung 2.12). Im weiteren Verlauf werden diese Elemente hinsichtlich ihres Bezugs zu den jeweiligen Soll-Produkteigenschaften analysiert.



Abbildung 2.12: System *Fahrzeug* im Gesamtkontext des System-of-Systems *Mobilität*

Um im Folgenden die durch die Entwicklung hin zum vernetzten und autonomen Fahren beeinflussten Teilsysteme und Komponenten identifizieren zu können, wurde ein Systembild der Status Quo im Fahrzeug vorhandenen Teilsysteme und Komponenten erstellt und diese den vier Bereichen *Antrieb/Fahrwerk*, *Interior*, *Exterieur/Karosserie* und *Elektrik/Elektronik* analog zur *Tiefenanalyse* zugeordnet (vgl. Abbildung 2.13). Ausgehend von den kurz- und mittelfristig zu variierenden Soll-Produkteigenschaften (vgl. Abbildung 2.11), abgeleitet aus den Entwicklungsstrategien der OEMs, Tier-1 und neu auf den Markt drängenden Mobilitätsdienstleistern sowie der auf Basis der Trendanalyse erstellten Szenarios, wurden im zweiten Schritt die Teilsysteme und Komponenten den Soll-Produkteigenschaften zugeordnet.

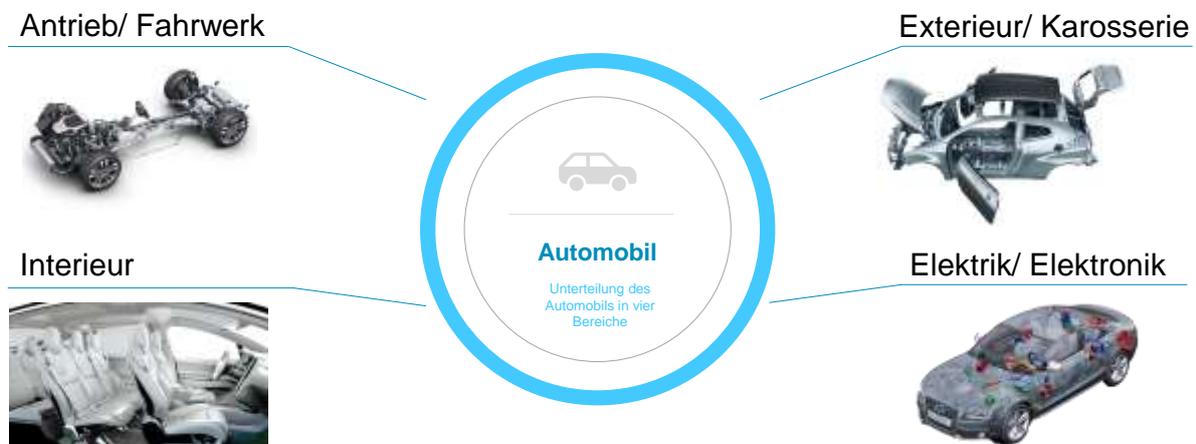


Abbildung 2.13: Systembild der Status Quo im Fahrzeug vorhandenen Teilsysteme und Komponenten⁵⁶

⁵⁶ Vgl. Bildquellenverzeichnis

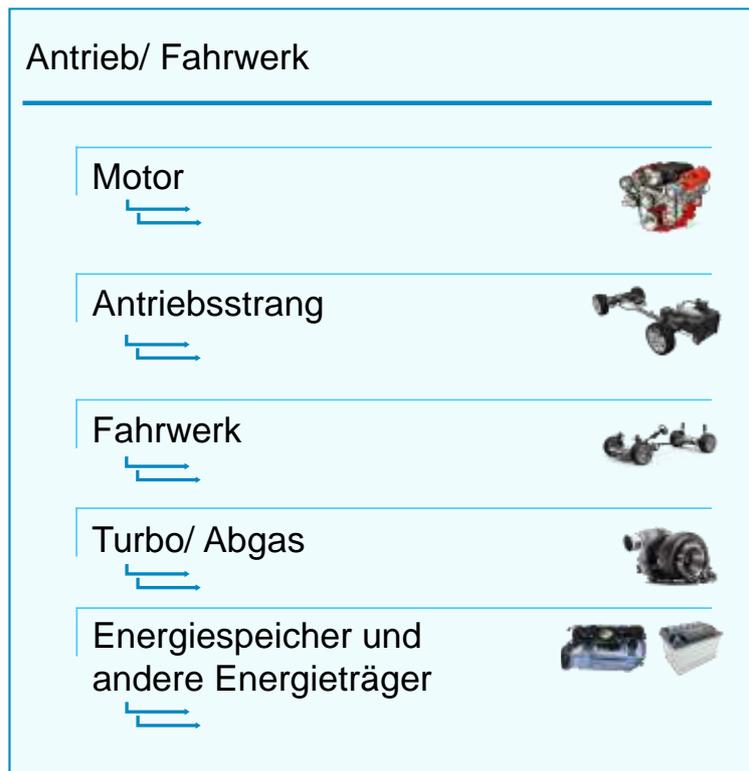


Abbildung 2.14: Teilsysteme im Bereich Antrieb/ Fahrwerk⁵⁷

Tabelle 2-10: Durch die Soll-Produkteigenschaften beeinflusste Teilsysteme im Bereich Antrieb/ Fahrwerk

Antrieb/ Fahrwerk	
Motor	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto
Antriebsstrang	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Sensorikdiversität
Fahrwerk	<ul style="list-style-type: none"> - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität
Turbo/ Abgas	<ul style="list-style-type: none"> - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Sensorikdiversität
Energiespeicher und andere Energiewandler	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Nachhaltigkeit Energiespeicher - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto

⁵⁷ Vgl. Bildquellenverzeichnis



Abbildung 2.15: Teilsysteme im Bereich Interieur⁵⁸

Tabelle 2-11: Durch die Soll-Produkteigenschaften beeinflusste Teilsysteme im Bereich Interieur

Interieur	
Cockpit	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Integration von Servicelösungen - Vernetzungsleistung - Sicherheit gegen Cybercrime
Thermal Management	<ul style="list-style-type: none"> - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Integration von Servicelösungen
UI	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto

⁵⁸ Vgl. Bildquellenverzeichnis

	<ul style="list-style-type: none"> - Integration von Servicelösungen - Vernetzungsleistung
Ausstattung	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Integration von Servicelösungen
Soundsystem	<ul style="list-style-type: none"> - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Integration von Servicelösungen
Sicherheitseinrichtung	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Sicherheit gegen Cybercrime
Sitzsysteme	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Integration von Servicelösungen
Mittelkonsole	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Integration von Servicelösungen - Vernetzungsleistung
Verkleidungen/ Dämmungen	<ul style="list-style-type: none"> - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Integration von Servicelösungen

Zum Bereich des *Interieurs* erfolgt an dieser Stelle nochmals der Verweis auf die *Interieurstudie*⁵⁹, in der bereits Einflüsse aus der zunehmenden Automatisierung und Vernetzung auf das Interieur beschrieben werden. Daher wurde an diese Grundlage angeschlossen und im weiteren Verlauf kein expliziter Fokus auf das Interieur gelegt.

⁵⁹ www.cluster-thueringen.de/innovationsfelder/nachhaltige-und-intelligente-mobilitaet-und-logistik



Abbildung 2.16: Teilsysteme im Bereich Exterieur/ Karosserie⁶⁰

Tabelle 2-12: Durch die Soll-Produkteigenschaften beeinflusste Teilsysteme im Bereich Exterieur/ Karosserie

Exterieur/ Karosserie	
Fahrzeugaußenhaut (Rohbau/ Karosse, Türen, Hauben, Dachsystem)	- Sensorikdiversität - Vernetzungsleistung
Verglasung	- Sensorikdiversität - Vernetzungsleistung
Spiegel	- Sensorikdiversität
Stoßfänger	- Sensorikdiversität
Scheibenwischer	- Sensorikdiversität
Fahrgastzelle	- Sensorikdiversität - Vernetzungsleistung
Zier- und Schutzleisten	- Sensorikdiversität

⁶⁰ Vgl. Bildquellenverzeichnis

Elektrik/ Elektronik

Batterie



Generator



Elektrische Anlasser



Zündanlage



Beleuchtung, Signal-
/Warnanlage



Infotainment System



Steuergeräte/
Motorsteuerung



Motorsensorik



Assistenzsysteme



Kabelbäume



Zentralrechner



Fahrsicherheits-
systeme



Diebstahlsicherheits-
systeme



Pumpensysteme



Abbildung 2.17: Teilsysteme im Bereich Elektrik/ Elektronik⁶¹

⁶¹ Vgl. Bildquellenverzeichnis

Tabelle 2-13: Durch die Soll-Produkteigenschaften beeinflusste Teilsysteme im Bereich Elektrik/ Elektronik

Elektrik/ Elektronik	
Batterie	<ul style="list-style-type: none"> - Nachhaltigkeit Energiespeicher - Sensorikdiversität
Generator	<ul style="list-style-type: none"> - Sensorikdiversität
Elektrischer Anlasser	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen
Zündanlage	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen
Beleuchtung, Signal-/ Warnanlage	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Vernetzungsleistung
Infotainment System	<ul style="list-style-type: none"> - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Integration von Servicelösungen - Sicherheit gegen Cybercrime
Steuergeräte/ Motorsteuerung	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Sicherheit gegen Cybercrime
Motorsensorik	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Sensorikdiversität
Assistenzsysteme	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Sicherheit gegen Cybercrime
Kabelbäume	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Sensorikdiversität - Geteilte kognitive Leistung - Vernetzungsleistung
Zentralrechner	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Integration von Servicelösungen

	<ul style="list-style-type: none"> - Geteilte kognitive Leistung - Vernetzungsleistung - Sicherheit gegen Cybercrime
Fahrsicherheitssysteme	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Sicherheit gegen Cybercrime
Diebstahlsicherheitssysteme	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Sensorikdiversität - Adaptivität zum Kognitiven Auto - Integration von Servicelösungen - Geteilte kognitive Leistung - Vernetzungsleistung - Sicherheit gegen Cybercrime
Pumpensysteme	<ul style="list-style-type: none"> - Sensorikdiversität

Die so identifizierten Teilsysteme und Komponenten des Fahrzeugs bilden die Grundlage für die Auswahl von geeigneten Unternehmen und Forschungseinrichtungen für Interviews mit Fachgrößen zur Aufnahme des Status Quo hinsichtlich der bestehenden Kompetenzen in der automobilen Wertschöpfung in Thüringen sowie für die Identifizierung zukünftig erwartbarer Potentiale, Defizite und Herausforderungen dieser.

3. Automobilbranche Thüringen

Aus der Analyse der Szenarien und der Einschätzung der Produkteigenschaften, die sich auf kurz- und mittelfristige Sicht verändern werden, wurden unter Zuhilfenahme der Trends und deren mögliche Ausprägungen aus Kapitel 2.1 sowie mittels Interviews mit führenden Forschenden aus dem Zentrum Mobilitätssysteme des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) notwendige Kompetenzen abgeleitet, die zur Weiterentwicklung der identifizierten Produkteigenschaften nötig sind. Diese umfassen sowohl etablierte Kompetenzen wie Blechumformung als auch Kompetenzen hinsichtlich neuer Technologien wie KI. Die Interviews mit den Fachgrößen aus dem Zentrum Mobilitätssysteme wurden zunächst auf allgemeiner Ebene geführt, sodass die generellen Kompetenzen identifiziert und daraufhin noch mit Berücksichtigung der Wertschöpfungsfokusse der Unternehmen aus dem Land Thüringen vertieft werden konnten. Zur Weiterentwicklung der Thüringer Wertschöpfung in eine robuste Zukunft des *Kognitiven Autos* ist es zentral, dass auf den im Land bestehenden Kompetenzen aufgesetzt wird und diese gezielt in die Richtung der Anwendbarkeit in der Wertschöpfung des *Kognitiven Autos* weiterentwickelt werden.

Da in Thüringen kein OEM mit einer Entwicklungsabteilung ansässig ist, wurden in der weiteren Analyse Kompetenzen im Bereich der Gesamtfahrzeugentwicklung nicht berücksichtigt. Für die weitere Analyse der Automobilbranche Thüringen werden insbesondere Kompetenzen im Bereich der Fertigung (unter anderem hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit), Sensorentwicklung und -fertigung sowie im Bereich der Realisierung von Kommunikationsfunktionen zwischen Fahrzeug und Umgebung analysiert. Zudem wird die Branche hinsichtlich Kompetenzen im Bereich der Nutzbarmachung von Funktionen, die durch künstliche Intelligenz realisiert werden, untersucht. Die notwendigen Kompetenzen, hinsichtlich derer die Thüringer Automobilbranche untersucht wurde, ergaben sich entsprechend Abbildung 3.1 aus den für das kognitive Auto notwendigen und kurz- bis mittelfristig zu variierenden Produkteigenschaften (vgl. Abbildung 2.11).

Um den Status quo der relevanten Kompetenzen in der Automobilbranche Thüringen zu ermitteln und basierend darauf Handlungsfelder für die Weiterentwicklung zu identifizieren und in mögliche Projektvorhaben zu überführen, wurden verschiedene Analysen getätigt. Basierend auf der Tiefenanalyse wurden zunächst erste Einschätzungen bezüglich bestehender Kompetenzen in der Breite getätigt und daraufhin durch eine Recherche unter Zuhilfenahme des Branchenverzeichnisses in Thüringen vertieft. Beispielsweise wurden der Thüringer Automobilbranche in der Tiefenanalyse geringe Kompetenzen im Bereich der Brennstoffzellenfertigung attestiert. Eine Recherche mit Hilfe der Unternehmensdatenbank der LEG Thüringen⁶² liefert unter dem Stichwort *Brennstoffzelle* 3 Einträge. Bei genauerer Analyse der gefundenen (und verhältnismäßig kleinen) Unternehmen werden nur wenig Aktivitäten rund um das Thema Brennstoffzellen im Kontext Automobilindustrie identifiziert. Aus diesem Grund lässt sich die Erkenntnis aus der Tiefenanalyse bestätigen und hier ein Defizit für die Automobilbranche Thüringen ableiten.

⁶² <https://www.cluster-thueringen.de/nc/innovationsstrategie/partner-akteure/wirtschaft/>

<p style="text-align: center;">Relevante Produkteigenschaften</p> <p style="text-align: center;">Notwendige Kompetenzen</p>	Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen	Nachhaltigkeit Energiespeicher	Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz	Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kunden	Sensorikdiversität	Adaptivität zum Kognitiven Auto	Integration von Servicelösungen	Geteilte Kognitive Leistung	Vernetzungsschnittstellen	Sicherheit gegen Cybercrime
Neue Fertigungsverfahren										
Verbundwerkstoffe										
Neue Keramikwerkstoffe										
Grad der Funktionsintegration durch Fertigung										
3D-Druck										
Wirtschaftliche Fertigung kleiner werdender Losgrößen										
Elektrifizierung/Hybridisierung										
Batterietechnologie										
Brennstoffzellentechnologie										
Fertigung sonstiger Komponenten im (Teil-)elektrifizierten Antriebsstrang										
Funktionale Leichtbaustrukturen										
Künstliche Intelligenz										
Machine Sensing										
Machine Learning										
Anwendungskompetenz von Machine Learning-Verfahren										
Validierung und Absicherung von KI										
Car-2-Infrastructure										
Seamless Mobility										
Datenübermittlung/Signalübertragung										
Verfügbarkeit der Schnittstellen										
Schutz gegen Cybercrime										
Solution as a Service/ Update over the Air										
Datensicherheit										
Car-2-Car										
Rechenleistung im Fahrzeug										
Einhalten/ Realisieren von Konnektivitätsstandards/ Signalübertragung										
Sensorikdiversität										
Umfeldererkennung durch optische Signale										
Umfeldererkennung durch akustische Signale										
Umfeldererkennung durch RADAR/LIADR										
Funktionale Werkstoffe										
System of Systems Gedanke in der Wertschöpfung des Mobilitätssystems "Kognitives Auto"										
Validierung von (Teil-)systemen beliebiger Systemhierarchie im Gesamtkontext vernetzte und automatisierte Mobilität										

Abbildung 3.1: Qualitative Ableitung von Kompetenzen (Zeilen) die zur Realisierung der für das kognitive Auto notwendigen und zugleich kurz- bis mittelfristig zu variierenden Produkteigenschaften (Spalten)

Auf diese Weise lässt sich die in Abbildung 3.2 dargestellte Kompetenzmap erzeugen, in der der aktuelle Stand der Thüringer Unternehmen abgebildet ist. Die Kompetenzen, hinsichtlich

derer die Unternehmen untersucht wurden, ergeben sich unmittelbar aus den identifizierten Soll-Produkteigenschaften des *Kognitiven Autos*. Zudem sind Erkenntnisse aus den Befragungen der Fachgrößen aus dem Zentrum Mobilität am KIT in die Ermittlung der für die Realisierung des *Kognitiven Autos* notwendigen Kompetenzen eingegangen. Die Zuordnung wurde qualitativ auf Basis der Informationen aus den vorliegenden Datenbanken vorgenommen, wobei zunächst ausschlaggebend war, ob die Kompetenzen in einem für die Automobilentwicklung ausreichenden Maß vorhanden waren. Insbesondere im Bereich der Sensorik ist Thüringen durchaus breit aufgestellt. Jedoch fehlt vielen Unternehmen der direkte Bezug zur Automobilindustrie. Aus diesem Grund sind hier klare Defizite zu erkennen.

Ausgehend von der Kompetenzmap wurde die Branchenanalyse im nächsten Schritt in zwei Stränge aufgeteilt. So wurde eine Interviewstudie mit 27 weiteren Fachgrößen, vorrangig aus Thüringer Unternehmen, aus unterschiedlichen Kompetenzbereichen und Positionen in der Wertschöpfungskette durchgeführt, um Hypothesen, die sich aus der initialen Recherche hinsichtlich der Potentiale und Herausforderungen für das Land Thüringen ergaben, zu detaillieren. Zum anderen wurde eine Metadatenanalyse der Publikationen Thüringer Forschungseinrichtungen durchgeführt, um zentrale Forschungsschwerpunkte zu identifizieren.

Aus diesen Analysen wurden Handlungsfelder identifiziert, auf welchen die Wertschöpfung im Land aufgrund vorhandener Kompetenzen und bestehender Bedarfe Entwicklungspotentiale hat. Diese wurden im weiteren Verlauf in Vorschläge für Konsortialprojekte überführt.

Kompetenzen zur Umsetzung des Kognitiven Autos	Kompetenzlevel			
Neue Fertigungsverfahren				
Verbundwerkstoffe		●		
Neue Keramikwerkstoffe	●			
Grad der Funktionsintegration durch Fertigung				●
3D-Druck	●			
Wirtschaftliche Fertigung kleiner werdender Losgrößen				●
Elektrifizierung/Hybridisierung		●		
Batterietechnologie			●	
Brennstoffzellentechnologie	●			
Fertigung sonstiger Komponenten im (Teil-)elektrifizierten Antriebsstrang	●			
Funktionale Leichtbaustrukturen		●		
Künstliche Intelligenz		●		
Machine Sensing		●		
Machine Learning		●		
Anwendungskompetenz von Machine Learning-Verfahren		●		
Validierung und Absicherung von KI	●			
Car-2-Infrastructure				
Seamless Mobility		●		
Datenübermittlung/Signalübertragung				●
Verfügbarkeit der Schnittstellen			●	
Schutz gegen Cybercrime			●	
Solution as a Service/Update over the Air	●			
Datensicherheit		●		
Car-2-Car				
Rechenleistung im Fahrzeug	●			
Einhalten/Realisieren von Konnektivitätsstandards / Signalübertragung				●
Sensorikdiversität				
Umfeldererkennung durch optische Signale				●
Umfeldererkennung durch akustische Signale			●	
Umfeldererkennung durch RADAR/LIADR				●
Funktionale Werkstoffe			●	
SoS Gedanke in der Wertschöpfung des Mobilitätssystems Kognitives Auto	●			
Validierung Gesamtkontext vernetzte und automatisierte Mobilität		●		

Abbildung 3.2: Qualitative Darstellung der Erfüllung für das *Kognitive Auto* notwendiger Kompetenzen durch die Thüringer Industrie. Grün bedeutet hierbei, dass die Kompetenzen derart ausgebildet sind, dass sie in der Wertschöpfung des *Kognitiven Autos* eingesetzt werden könnten

3.1 Automobil- und Zulieferbranche Thüringen

Ausgehend von der Tiefenanalyse wurden Fachgrößen für Interviews durch Abgleich ihrer Produktportfolios mit den Soll-Produkteigenschaften und dadurch beeinflussten Komponenten und Teilsystemen identifiziert, um die Einschätzungen bezüglich der Thüringer Kompetenzen zu detaillieren, Herausforderungen und Potentiale hinsichtlich der Zukunftsfähigkeit der Thüringer Automobilbranche zu identifizieren und Vorgehensweisen im Umgang ausgewählter Unternehmen mit den in Abschnitt 2.2 identifizierten Entwicklungsstrategien der Automobilbranche festzustellen. Diese Analyse liefert die Basis für die Identifikation relevanter Handlungsfelder (vgl. Kapitel 4.1) sowie die Ableitung von initialen Projektideen für die Weiterentwicklung der Thüringer Automotivebranche (vgl. Kapitel 4.2). Um die Thüringer Expertise in Bezug auf die relevanten Produkteigenschaften abzubilden, wurden insgesamt Fachgrößen aus 17 Unternehmen (sowohl kleinere, mittlere als auch größere) und fünf Forschungseinrichtungen befragt. Demgegenüber wurden zudem Fachgrößen aus drei OEMs und Tier 1 Unternehmen, die nicht in Thüringen Ansässig waren, eine Person mit Expertise im Bereich der Gestaltung von Förderaktivitäten in Thüringen und eine Fachgröße eines Unternehmens der Telekommunikationsbranche außerhalb Thüringens befragt. Mittels der Methodik der semistrukturierten Interviews wurden somit insgesamt 27 Gespräche geführt. Dabei waren diese Interviews in 2 Teile aufgeteilt und folgten dem Gesprächsleitfaden im Anhang (siehe Anhang 6.2). So wurden die Fachgrößen im ersten Teil des Interviews unabhängig von jeglicher Beeinflussung durch den Gesprächsführer hinsichtlich ihrer Wahrnehmung von Veränderungen im Branchenumfeld befragt. Neben Fragen bezüglich veränderter Anfragen der Kundschaft wurde zunehmend die Wahrnehmung der Fachgrößen hinsichtlich der Potentiale und Herausforderungen der Automobilbranche Thüringens befragt. Im zweiten Teil des Interviews wurden die Fachgrößen hinsichtlich ihrer Wahrnehmung bezüglich ausgewählter Produkteigenschaften, die aus der strategischen Analyse (vgl. Kapitel 2) resultierten, befragt. Hierbei war es das Ziel, dass die Befragten einerseits eine Einschätzung hinsichtlich der Relevanz der Eigenschaft lieferten und andererseits weitere Impulse in Richtung der Weiterentwicklung dieser Eigenschaften gaben. Die Interviews wurden nach Zustimmung der Teilnehmenden aufgezeichnet und im Nachgang transkribiert. Die Transkripte wurden daraufhin verschiedenen Analysen unterzogen. Zum einen wurde eine Häufigkeitsanalyse durchgeführt und die häufigsten Nennungen aus den Gesprächen identifiziert. Die Ergebnisse dieser Analyse werden in Abbildung 3.3 dargestellt und zeigen den Fokus der Interviews mit den Fachgrößen. Zudem wurden alle Abschnitte, die Herausforderungen, Bedarfe, Potentiale, Chancen und Risiken enthielten, separiert und auf dieser inhaltlichen Basis explorative Einschätzungen hinsichtlich Entwicklungspotentialen für die Sicherstellung der Zukunftsfähigkeit der Automobilbranche Thüringen getätigt.



Abbildung 3.3: Darstellung der in den Interviews mit den Fachgrößen am häufigsten genannten Wortpaare

Wichtig hierbei ist anzumerken, dass es sich bei den Erkenntnissen um impulsgebende Einschätzungen ausgewählter Fachgrößen handelt und nicht um quantitativ belegte Hypothesen. Vor dem Hintergrund der erst vor kurzem durchgeführten *Interieurstudie*⁶³ wurde im Rahmen dieser Studie auf die erneute explizite Analyse der Unternehmen aus dem Interieurbereich

⁶³ www.cluster-thueringen.de/innovationsfelder/nachhaltige-und-intelligente-mobilitaet-und-logistik

verzichtet. Die zweifelsfrei starken Einflüsse aus der zunehmenden Automatisierung und Vernetzung auf das Interieur fanden schon in der *Interieurstudie* Eingang. Im Folgenden werden die gesammelten Erkenntnisse hinsichtlich der Kompetenzen dargestellt.

Kompetenzen im Bereich Künstliche Intelligenz

Zur erfolgreichen Realisierung autonom fahrender Fahrzeuge mindestens der Stufe 4 ist ein intelligentes Verhalten des Fahrzeugs die notwendige Grundlage. Somit sind die Realisierung und Absicherung von Funktionen im Bereich der Künstlichen Intelligenz eine zentrale Kompetenz eines zukünftig wettbewerbsfähigen Wertschöpfungsnetzwerks im Kontext des *Kognitiven Autos*. Maßgeblich für die Integration von Funktionen rund um die Künstliche Intelligenz sind das Sensieren und Verarbeiten von Daten aus dem Umfeld und dem Fahrzeug selbst sowie aus der Interaktion zwischen Fahrzeug und Umwelt. Darauf aufbauend müssen valide Entscheidungsstrukturen erzeugt werden, auf Basis derer beispielsweise Haftungsfragen geklärt werden können. Die Validierung der integrierten Funktionen ist dabei essentiell. Dabei ist neben der reproduzierbaren Funktionsabsicherung in der Entwicklung die Koordination des Wechselspiels aller Funktionen im Fahrzeug, die durch einen Softwareanteil realisiert werden, eine zentrale Herausforderung.

Im Zuge der Studie haben alle Teilnehmenden den Trend hin zur Integration von Künstlicher Intelligenz in die Fahrzeuge erkannt. Lediglich im Zeithorizont, innerhalb welchem Künstliche Intelligenz verstärkt ins Fahrzeug integriert werden kann, waren sich die Teilnehmenden uneinig (die Einschätzungen variierten von: „innerhalb der kommenden 10 Jahre“ und „da brauchen wir noch 50 Jahre“). Obwohl die Relevanz von KI als hoch und ein zukunftsfähiges Thema eingeschätzt wird, laufen in den Unternehmen der Befragten übergreifend wenig Forschungsaktivitäten im Bereich der KI. Jedoch war unter den Teilnehmenden ebenfalls eine Person vertreten, die aus einem Unternehmen stammt, das im Bereich der Safety-critical Systems aus dem hochautomatisierten Flugbetrieb ihre Marktleistung vertreibt. So wird hier die Algorithmik für sicherheitsrelevantes Systemverhalten (beispielsweise im Fall des Versagens von Sicherheitssystemen wie Abstandsregler, etc.) entwickelt – jedoch ausschließlich im Kontext unbemannter Flugvehikel. Einige Teilnehmende merkten positiv die Bemühungen um das *Thüringer Zentrum für Lernende Systeme und Robotik* an, gaben jedoch zudem den Hinweis, dass hier weniger Fokus auf dem System der Mobilität läge. Eine große Kompetenz in Thüringen liegt jedoch in der Entwicklung und Integration von Sensorik zum maschinellen Erfassen von Umfeld- und Interieur-Daten. Allerdings bezogen sich diese zumeist auf das System Sensorik und weniger auf die Entwicklung von Algorithmik für die Anwendung der Sensoren im Gesamtfahrzeug.

Tabelle 3-1: Potentiale und Herausforderungen im Bereich KI

Potentiale	Herausforderungen
+ Kompetenzen in der Entwicklung von Entscheidungsstrukturen sowie von Systemen zum Machine Sensing sind vorhanden, jedoch derzeit wenig gebündelt	- Übertrag bestehender Kompetenzen im Bereich der Digitalisierung und KI ohne Fahrzeugentwicklung, die dieses Thema treibt, schwierig → aktuelle Kompetenzen liegen auch in der Anwendung von KI eher im Bereich der Fertigung oder Digitalisierung der Wertschöpfung und weniger in der Nutzung im Fahrzeug
+ Kompetenzen in der Anwendung von KI (v.a. Safety-critical Systems) in unbemannten Luftfahrzeugen vorhanden → Hier kann Transferleistung erfolgen	- Absicherung und Zertifizierung von Algorithmen in der Gesamtfahrzeugvalidierung wird derzeit nicht durchgeführt. → hier werden derzeit also wenig Kompetenzen aufgebaut
+ Kompetenzen im Machine Learning in der Forschungslandschaft (bspw. Fraunhofer IDMT) vorhanden	KI wird von einigen Studienteilnehmenden als Werkzeug aufgefasst, das, wenn es irgendwann erklärbar angeboten wird, in die

Systeme integriert werden kann. Bestrebungen selbst in diesem Feld F&E Aktivitäten zu forcieren wurden von den Unternehmensteilnehmenden nicht angegeben. → Eine gute Integration von KI erfordert Kompetenzen auch im Bereich der KI

Kompetenzen im Bereich der Realisierung der Fahrzeugkommunikation

Ein Charakteristikum zukünftiger Mobilitätssysteme ist es, dass die teilnehmenden Systeme wie Fahrzeuge, Mover jeglicher Art und die Infrastruktur autonom miteinander interagieren und dieses Gesamtsystem bilden. Grundlage hierfür bieten Technologien in der Kommunikation von Fahrzeugen mit anderen Fahrzeugen (Car-2-Car) sowie zwischen dem Fahrzeug und der Infrastruktur (Car-2-Infrastructure). Auf diese Weise lassen sich individuelle Mobilitätsservices flexibel realisieren oder Verkehrsaufkommen vorausschauend steuern. Zentral für die Realisierung dieser Funktionen sind fahrzeuginterne Recheneinheiten mit ausreichend großer Rechenleistung, eine fahrzeugeigene Sende- und Empfangseinheit und eine gute Netzabdeckung zur Datenübertragung. Zudem wird selbiges in der Infrastruktur benötigt, um das Gesamtsystem Mobilität, das aus wechselnden Akteuren besteht, zu unterstützen.

In Thüringen sind verschiedene Unternehmen angesiedelt, die Technologien in der Fahrzeugkommunikation oder auch in der Bereitstellung von Datenplattformen anbieten und dort auch im internationalen Vergleich gut aufgestellt sind. Die Datenplattformen fokussieren jedoch aktuell das Verfügbarmachen von Services in der Logistik im Speditions- und Transportwesen. Dabei wird nach Ansicht einiger Fachgrößen zukünftig der Datenaustausch in der Mobilitätsbranche über 5G und gar 6G relevant. Hier existieren ausgewählte Forschungsaktivitäten in den unterschiedlichen Unternehmen. Zudem werden Antennentechnologien entwickelt, die dann in bestehende Bauteile integriert werden, sodass Antennen nicht mehr sichtbar sind. Eine größere Herausforderung als in der Übertragung von Daten und der Kommunikation zwischen Fahrzeugen und der Umgebung sehen die Unternehmen in der Harmonisierung von fahrzeuginternen Rechen- und Steuereinheiten. Hinsichtlich der Ausstattung der Infrastruktur stellt sich die Frage der Finanzierung.

Tabelle 3-2: Potentiale und Herausforderungen im Bereich Realisierung der Fahrzeugkommunikation

Potentiale	Herausforderungen
+ Viel Know-How in der Entwicklung und Bereitstellung von Kommunikationstechnologien und Cloudservices → Hier fehlt es aktuell an Impulsen, um hinsichtlich der Kommunikation- und Datenverarbeitung ganzheitliche Mobilitätslösungen zu realisieren und die Anforderungen an diese Lösungen gemeinsam zu ermitteln und zu bedienen	- Unklare Finanzierung für den Ausbau von Infrastruktur → keine Aktivitäten in der Technologieentwicklung zur Infrastrukturausstattung
+ Die Position im Markt ist gut → im Zuge von 5G und 6G sollte diese auch bestehen bleiben, wobei hier klar die notwendigen Maßnahmen identifiziert werden sollten, um das zu gewährleisten	- Umgang mit Schnittstellen zwischen Rechen- und Steuereinheiten unklar → Kundenschaft strebt danach, die Verantwortung an die Zulieferer zu übergeben
+ Systeme zur Bereitstellung von Services im Bereich Logistik → Transfer zu Personen-transport möglich	- Im Kontext der Kommunikation zwischen am Gesamtsystem Mobilität beteiligten Teilsystemen müssen über verteilte Standorte und Verantwortlichkeiten Tests so organisiert werden, dass in Summe der Test-Umfang als abgesichert gelten kann

Kompetenzen im Bereich der Sensorikdiversität

Sensoren sind zentrale Bestandteile des *Kognitiven Autos*. Um das Sensieren der Umgebung der kognitiven Fahrzeuge zu ermöglichen, werden unter anderem Kameras (Mono- und Stereokamera) und LiDAR-, Ultraschall- und Radar- Sensoren benutzt. Zudem werden akustische Daten detektiert. So kann das kognitive Fahrzeug seinen eigenen Zustand sowie den Zustand seiner unmittelbaren Umgebung ermitteln und daraus ein geeignetes Systemverhalten ableiten, sodass beispielsweise zu keiner Zeit eine Gefahr für sich selbst oder andere Teilnehmende am Gesamtsystem Mobilität besteht. Dabei ist eine Vielfalt an Sensoren für kognitive Fahrzeuge unverzichtbar, da aufgrund wechselnder Umfeldbedingungen nicht immer alle Sensoren ideale Einsatzbedingungen haben. Bspw. wird die Qualität von Kamerabildern unmittelbar durch den Winkel des Lichteinfalls und die Menge an auf die Kamera auftreffenden Photonen beeinflusst, sodass eine tiefstehende Sonne die Einsatzfähigkeit von Kameras vorübergehend beeinträchtigen kann. Allerdings kann ein zusätzlich verbauter RADAR-Sensor Hindernisse erkennen und das Fahrzeug so eine Gefahr vermeiden. Die Applikation von Sensoren in die Fahrzeuge sowie die Integration der Software in die Gesamtfahrzeugarchitektur bieten enorme Potentiale zur Weiterentwicklung in diesem Bereich.

Bereits die Tiefenanalyse hat gezeigt, dass in Thüringen eine verhältnismäßig große Anzahl an Sensorik-Herstellern angesiedelt ist und dass deren Zugang zum Automobilmarkt gering ist. Dieser Eindruck konnte ebenfalls in der vorliegenden Studie gewonnen werden. Hersteller im Bereich der Sensorik haben ihre Hauptanwendungsfelder im Bereich der Integration in die Fertigung (z.B. Qualitätsprüfung mittels akustischem Bauteilverhalten). Die meist kleineren Unternehmen mit tiefer Kompetenz im Bereich der Sensorik oder gar in der Herstellung sensierender Materialien und Oberflächen konnten technologisch überzeugen, taten sich jedoch schwer darin, den Nutzen ihrer Technologien zu skizzieren. Auch Konzepte zur ganzheitlichen Integration in Fahrzeuge – also die Entwicklung von Hardware und embedded Software, die den Anforderungen der Gesamtsystemarchitektur gerecht wird, wurde zurückhaltend diskutiert. Schlussendlich ist die Vielfalt an spezifischen Sensorkompetenzen und Anwendungsfällen in Thüringen beachtlich. Ein ganzheitliches Bild zur Vereinigung dieser Kompetenzen und zur nutzenorientierten Integration verschiedener koexistenter Konzepte ließ sich jedoch auch auf Basis der Interviews nur schwer zeichnen.

Tabelle 3-3: Potentiale und Herausforderungen im Bereich Sensorikdiversität

Potentiale	Herausforderungen
+ In Thüringen wird eine große Breite von Sensortechnologien abgedeckt → die Kompetenzbündelung durch eine Nutzenzentrierte Integration verschiedener Konzepte hat das Potential, die einzelnen Konzepte präserter am Markt zu machen	- Sensoren werden meist unabhängig vom Gesamtsystem Mobilität bzw. vom Gesamtsystem Fahrzeug entwickelt → Für potentielle Kundschaft wird der Nutzen der Integration bestimmter Sensorsysteme nur schwer ersichtlich
+ Bündelung von Sensor- und Fertigungskompetenzen kann neue Konzepte zur wirtschaftlichen Sensorintegration während grundlegender Fertigungsschritte hervorbringen	- Wenn Sensoren unabhängig vom Gesamtsystem entwickelt werden, treten große Herausforderungen bei der Systemintegration auf
+ Bestehende Sensorikkompetenz kann in Verbindung zu geeigneten Software- und Integrationskompetenzen, die bspw. die Forschungseinrichtungen mitbringen, eine solide Basis für die Akquisition von passenden Fördermitteln darstellen	- Use-Cases aus der Fahrzeugnutzung, die durch mögliche Sensorkombinationen erfasst werden können, sind nicht klar und somit auch nicht ganzheitlich für die Entwicklung zugänglich → hierdurch können zentrale Anforderungen in der Entwicklung unberücksichtigt bleiben

Kompetenzen im Bereich der Validierung im System of System Kontext

Mobilitätssysteme der Zukunft sind dadurch gekennzeichnet, dass sie aus einer Menge von miteinander interagierenden Teilnehmenden bestehen, welche in sich selbst jeweils als System betrachtet werden können. Diese Systeme (Fahrzeuge, People-Mover, motorisierte Kleinstvehikel, ...) agieren eigenständig, erfüllen einen spezifischen Zweck und sind unabhängig voneinander organisiert. Hieraus ergibt sich, dass die möglichen Interaktionen während der Entwicklung nicht ganzheitlich vorausgesagt werden können, da beispielsweise die Teilnehmenden am späteren Mobilitätssystem nicht in Gänze vorhergesehen werden können. Dieser sogenannte System of Systems-Charakter zukünftiger Mobilitätssysteme stellt größte Herausforderungen an die Wertschöpfung des *Kognitiven Autos* als zentrales System im System of Systems *Mobilität*. Es muss eine Vielzahl an Zielen und Anforderungen der Umgebung während der Entwicklung berücksichtigt werden und insbesondere bei der Validierung abgesichert werden, um die entwickelten Systeme hinsichtlich ihrer späteren Zweckerfüllung abzusichern. Die Identifikation, das Explizieren und daraufhin die technologische Realisierung dieses übergeordneten Zwecks ist ebenfalls eine große Herausforderung für die Entwicklung und gleichzeitig notwendig, um den späteren Produkterfolg zu gewährleisten. Dies kann nur durch eine integrierte Entwicklung – also die Entwicklung von Produkt, Produktions- und Validierungssystem Hand in Hand gewährleistet werden. So muss beispielsweise die Entwicklung von Produktionssystemen und Produkten eng miteinander wechselwirken, sodass Eigenschaften bestehender Fahrzeuge durch eine Weiterentwicklung von Produktionsverfahren verbessert werden können und zugleich die Randbedingungen, die das Produktionssystem an die Produktentwicklung stellen bei der Dimensionierung berücksichtigt werden können.

Die Validierung entwickelter Technologien und Komponenten kann zudem nur erfolgreich durchgeführt werden, wenn der spätere Einsatzzweck des *Kognitiven Autos* (oder der jeweiligen Komponente als Teilsystem des *Kognitiven Autos*) abgesichert expliziert wurde und eine entsprechende Validierungsumgebung für diese Absicherung parallel entwickelt wurde. Zudem müssen neue Möglichkeiten der Validierung entwickelt werden, um die Absicherung und Zertifizierung von automatisierten Fahrzeugen wirtschaftlich umzusetzen.

Die größten Unternehmen in Thüringen haben den Wertschöpfungsfokus am Standort in der Fertigung von Komponenten und Teilsystemen, weniger auf der Entwicklung. Kleinere Unternehmen hingegen bieten Entwicklung und Fertigung sehr spezifischer Komponenten oder auch Softwarelösungen an, haben jedoch derzeit wenig Zugang zu nationalen oder internationalen Kundschaft in der Automobilindustrie. Auffallend in der Studie war es, dass insbesondere die kleineren und mittleren Unternehmen die technologischen Vorteile ihrer Produkte herausstellten, jedoch weniger in der Lage waren, den globalen Nutzen für die Kundschaft oder Anwendenden (= Zweck) zu explizieren. Dieser Umstand kann den Zugang zum Automobilmarkt erschweren, da in diesem Fall der Nutzen, den beispielsweise ein Tier 1 oder OEM von einer Kooperation mit einem kleineren Zulieferer hätte, für die potentiellen Kundschaft nicht oder nur schwer klar wird. Größere Unternehmen, die einen Produktionsschwerpunkt aufweisen, warten zwar mit einer sehr hohen Kompetenz im Bereich der automatisierten Fertigung sehr hochwertiger Komponenten auf, haben jedoch nur vereinzelte Bestrebungen geäußert, dass sie sich aktiv an der integrierten Entwicklung von Produkten und Produktionssystemen beteiligen. Hier ist Verlässlichkeit ein zentraler Nutzen der Kundschaft.

Auch Bestrebungen in der (Weiter-)Entwicklung von Validierungssystemen für die Validierung autonomer und vernetzter Fahrzeuge wurden nur vereinzelt in der Studie identifiziert. Dies lässt sich jedoch ebenfalls mit dem Wertschöpfungsfokus erklären. Validierungskompetenzen werden laut einigen Befragten an den Standorten gehalten, an denen die Entwicklung erfolgt.

Tabelle 3-4: Potentiale und Herausforderungen im Bereich Validierung im System of System Kontext

Potentiale	Herausforderungen
+ Ein Anknüpfungspunkt zum Markt der Validierungssystementwicklung kann ggf. über Sensorikhersteller erfolgen	- Zugang zur Entwicklung von Teilsystemen oder vom Gesamtsystem lediglich vereinzelt vorhanden → daher ist die Schaffung von Anknüpfungspunkten zur Realisierung einer integrierten Entwicklung nicht naheliegend
+ Explizieren und Validieren von Nutzen der spezifischen Technologien und Komponenten kann dazu führen, dass die Position einiger kleinerer Unternehmen am Markt verstärkt wird → hier gilt es, ein geeignetes Format zur Kommunikation dieses Nutzens zu finden	- Validierungskompetenzen und –Aktivitäten werden zumeist an den Standorten gehalten, an denen die Entwicklung erfolgt (diese ist vor allem bei größeren Unternehmen meist nicht in Thüringen) → Einen Zugang zu schaffen ist sehr aufwändig
	- Validierung von Technologien oder spezifischen Komponenten wird selten im Kontext des Gesamtsystems vernetzter Mobilität verstanden und mehr als Eigenschaftsabsicherung oder Test

Kompetenzen in der Anwendung neuer Fertigungsverfahren

Zur wirtschaftlichen Realisierung neuer Funktionen in alternativen Antriebssträngen oder in der Integration von Sensoren in bspw. Karosserieteile – was im kognitiven Fahrzeug zur Basisanforderung werden muss/wird – sind neue Fertigungsverfahren wie 3D-Druck von Verbund- und Keramikwerkstoffen oder die Weiterentwicklung von Spritzgussverfahren vielversprechende Erweiterungen etablierter Produktionsverfahren. Besonders vor dem Hintergrund der steigenden Stückzahlvolatilität und der Funktionsintegration (z.B. Sensieren direkt in der Antriebstrangkomponenten) sind diese neuen Verfahren notwendig. Zumeist werden diese Technologien in frühen Entwicklungsphasen und im Prototypenbau eingesetzt, da die Serienreife (insbesondere die wirtschaftliche Integration in Linien der Massenfertigung) noch nicht überall erreicht ist. Zudem wird auch die starke Funktionsintegration in der Fertigung – also bspw. die Durchführung verschiedener Fertigungsschritte in weniger Schritten – als ein Wegbereiter neuer Funktionalitäten im Bereich des *Kognitiven Autos* gesehen.

Thüringen besitzt Fertigungskompetenzen insbesondere in der wirtschaftlichen Fertigung von Komponenten konventioneller Antriebsstrang- sowie Fahrwerkskomponenten. Hier zeichnen sich verschiedene Unternehmen dadurch aus, dass sie sehr hohe Qualitätsstandards erfüllen und zugleich eine wirtschaftliche Fertigung ermöglichen. Getrieben durch die Anforderungen der Kundschaft haben große Unternehmen ihre Fertigungslinien bis zu einem Höchstmaß an wirtschaftlicher Präzisionsfertigung optimiert und konnten so über Jahrzehnte hinweg großes Fertigungs-Know-How aufbauen. Weiter ist der Bereich der Beleuchtung ausgeprägt. In Thüringen sind sowohl Kompetenzen für die Fahrweg- als auch Innenraumbeleuchtung, teils mit Produktideen mit hohem Innovationspotential gegeben. Auch im Bereich der Kunststofffertigung wartet das Land Thüringen mit einer breiten Kompetenz durch verschiedene größere Unternehmen auf – hier sind Unternehmen in den Bereichen Elastomerspritzguss, Elastomerextrusion, thermoplastischer Spritzguss und Blasformtechnik aufgestellt. Diese bieten ihrer Kundschaft eine ganzheitliche und gemeinsame Entwicklung von Produkt und Produktionssystem sowie die Inbetriebnahme und Komponentenfertigung.

In der Studie konnte die breite Kompetenz in der Anwendung konventioneller Fertigungsverfahren nachgewiesen werden. Bezogen auf die Integrationen neuer Fertigungsverfahren wurde jedoch weniger Fokus auf die Weiterentwicklung von Fertigungsverfahren um die Integration neuer Werkstoffe oder neuer Verfahren wie 3D-Druck gelegt (lediglich vereinzelt

Studienteilnehmende gaben an, einige Pilotprojekte im Bereich der Erweiterung von Spritzgussverfahren durchzuführen). Vielmehr entwickeln viele der befragten Unternehmen die Verfahren in Richtung Wirtschaftlichkeit weiter und betreiben verstärkte F&E-Aufwände, um die Automatisierung der Fertigung voranzubringen. Die Kompetenzen im Bereich der Fertigung rund um das Batteriesystem werden derzeit durch den Aufbau eines Batteriewerks einer chinesischen Mutterfirma aufgebaut und werden im Abschnitt der Batteriefertigung behandelt.

Tabelle 3-5: Potentiale und Herausforderungen im Bereich Anwendung neuer Fertigungsverfahren

Potentiale	Herausforderungen
+ Kompetenzen der Weiterentwicklung von Fertigungsverfahren hinsichtlich ökonomischer Ziele mit hohen Qualitätsstandards vorhanden	-Verminderter Fokus auf die Weiterentwicklung von neuen Produktionsverfahren insbesondere im 3D-Druck → Dies kann sich zu einem Nachteil entwickeln, falls der Wettbewerb hier Lösungen zur wirtschaftlichen Integration in der Massenfertigung entwickelt
+ Kompetenzen in der Automatisierung und Funktionsintegration innerhalb der Fertigung sind verstärkt vorhanden und können in der Integration neuer Fertigungsverfahren in die Fertigung großer Losgrößen genutzt werden	- Wenig Fokus auf das Produkt-Produktions-Co-Design, da die Thüringer Wertschöpfung verstärkt in der Fertigung und weniger in der Entwicklung liegt → Hier entsteht schnell ein Dienstleistungsverhältnis Auch diese Kompetenz kann in zukünftigen Wertschöpfungsstrukturen ein entscheidender Wettbewerbsvorteil werden
+ Verschiedene Unternehmen haben innovative Messverfahren entwickelt, deren Potential in der Qualitätssicherung neuer Fertigungsverfahren untersucht werden kann	- Fehlende Aktivitäten in der Nutzung neuer Werkstoffe führen dazu, dass auch weitere Verfahren wie bspw. in der Qualitätssicherung nicht mitentwickelt werden → Auch in diesem Bereich kann ein Rückstand entstehen

Kompetenzen im Bereich wirtschaftlicher Fertigung kleiner werdender Losgrößen

Nach jahrzehntelanger Optimierung von Fertigungslinien für die Massenproduktion hinsichtlich Einsparpotentialen und Gewinnmaximierung ist durch den unsicheren Weg in die emissionsfreie und CO₂-neutrale Mobilität sowie den Megatrend der Individualisierung der Bedarf nach Ausdifferenzierung und individuellen Produkten gestiegen. Dieser Trend steht konträr zur Massenproduktion, da die individuelle Einzelfertigung nicht wirtschaftlich für massenproduzierende Unternehmen ist. Merklich konnten Unternehmen einen Rückgang der Stückzahlen in den bestellten Aufträgen erfahren, sodass sich Skaleneffekte reduzierten und der Gewinn schrumpfte. Im Spannungsfeld zwischen Massenproduktion und Individualisierung hat sich seit einigen Jahren der Trend der Mass-Customization verbreitet – also das flexible Fertigen von kleinen Losgrößen.

Die wirtschaftliche Fertigung großer Stückzahlen ist in Thüringen zweifelsohne eine Kernkompetenz. So sind jedoch viele Unternehmen von den sinkenden Projektvolumina betroffen. Allerdings konnten es die Unternehmen schaffen, höchste Anforderungen an die Qualität der gefertigten Komponenten (aktuell insbesondere für den konventionellen Fahrzeugantrieb) sowie eine hohe Anlagenverfügbarkeit mit geringen Rüstzeiten zu realisieren. Innerhalb der letzten Jahre konnten diese Anforderungen auch in der flexiblen Fertigung kleinerer Stückzahlen bei einer hohen Wirtschaftlichkeit erfüllt werden. Dabei liegt der Fokus in Thüringen jedoch eindeutig auf der Fertigung von Komponenten für konventionell betriebene Fahrzeuge ohne Schwerpunkt auf die Funktionsintegration. Vereinzelt kommen jedoch Aktivitäten in der Übertragung bestehender Fertigungskompetenzen auf die Herstellung von Komponenten in alternativen Antriebskonzepten auf – diese Initiativen stehen jedoch derzeit noch am Anfang.

Tabelle 3-6: Potentiale und Herausforderungen im Bereich wirtschaftliche Fertigung kleiner werdender Losgrößen

Potentiale	Herausforderungen
+ Kompetenzen zur wirtschaftlichen Optimierung der Fertigung bei gleichzeitiger Erfüllung hoher Qualitätsstandards vorhanden → Übertrag auf Komponenten zukünftiger Fahrzeuge möglich → jedoch muss hier das Potential genau analysiert und Transfermöglichkeiten identifiziert werden	- Aktivitäten zum Übertrag bestehender Fertigungskompetenzen auf die Fertigung von Komponenten für alternative Antriebe gering
+ Kompetenzen in der Anwendung modularer Baukästen in der Fertigung vorhanden → Potentiale für die Fertigung zukünftiger Komponenten müssen identifiziert werden	- Im Kontext des bestehenden und zunehmenden Kostendrucks sind die Spielräume zur Wirtschaftlichkeitsoptimierung sehr begrenzt
	- Kompetenz zur Integration von Sensorik in konventionelle Komponenten innerhalb der Serienfertigung wurde zwar vereinzelt angesprochen, jedoch nicht in der Breite angesprochen

Kompetenzen im Bereich der Fertigung von Komponenten aus alternativen Antrieben

Die Fertigung der Energiespeicher elektrifizierter Fahrzeuge stellt ein Höchstmaß an Präzisionsanforderungen oder weitere Besonderheiten wie Reinraumtechnik an die Fertiger. Im Jahr 2025 sollen bis zu 460 GWh in Europa gefertigt werden können. Zur Erreichung dieser Ziele sind neben der Einhaltung der hohen Anforderungen an die Fertigung auch eine durchgängige Automatisierung der Fertigungs- und Qualitätssicherungsprozesse eine notwendige Bedingung.

In Thüringen entsteht aktuell ein Batteriewerk des chinesischen Unternehmens CATL Battery, an dem BMW über sein chinesisches Joint Venture *BMW Brilliance* beteiligt ist. Insbesondere BMW mit seinen unmittelbaren Fertigungsstätten (i3 und iX) wird auch aufgrund seiner Verbindung zu CATL Battery eine enge Lieferbeziehung zum Standort eingehen (ein Drittel der zukünftigen Batterien für BMW sollen in Deutschland gefertigt werden). CATL Battery plant die Herstellung von Batteriezellen und -Modulen mittels innovativer Fertigungsverfahren und wird die Automatisierung der Fertigungsprozesse vorantreiben. Lieferanten werden hinsichtlich ihrer Fähigkeiten der Skalierung von Aufträgen unter Beibehaltung einer sehr hohen Qualität ausgewählt und in die Fertigungsprozesse eingebunden.

Fernab von CATL Battery sind die Thüringer Unternehmen in der Fertigung von komplett neuen Teilsystemen für alternative Antriebskonzepte aktuell noch zurückhaltend und lediglich vereinzelt aktiv (Bosch, Nidec, Marquardt). So sind weder im Bereich der Elektromotorenfertigung noch Aktivitäten in der Fertigung von Brennstoffzellenkomponenten in großem Stil geplant. Die Kompetenzen an die Fertigung von bspw. Bipolarplatten für Brennstoffzellen (CNC-Anlagen mit hohen Automatisierungsanteilen, Präzisionsfertigung, Teil- oder Vollautomatisierte Bestückung) sind zwar in Thüringer Unternehmen vorhanden. Die Kernkompetenzen liegen allerdings in der Fertigung von Komponenten für den konventionellen Verbrennungsmotorisch betriebenen Antriebsstrang.

Einige Unternehmen partizipieren jedoch an der Anforderungsermittlung für die Anwendung aktuell gefertigter Komponenten (wie bspw. Turboladern) in alternativen Antriebssträngen und leiten daraus bereits Anforderungen an die Fertigung ab. Die Aktivitäten in diesem Bereich sind jedoch mangels lukrativer Aufträge und Partnerschaften derzeit zurückhaltend.

Zudem existieren bereits einige Unternehmen, die ihre Kompetenzen im Bereich von Leichtbaumaterialien in die Fertigung von bspw. Batteriekonsolen einbringen.

Mit dem Unternehmen Göpel ist in Thüringen ein Unternehmen ansässig, das sich neben anderen Kompetenzen auf die Prüfung von verschiedenen Antriebsstrangkomponenten zu unterschiedlichen Reifegradstufen im Produktentstehungsprozess spezialisiert hat. Hier existiert ein vielversprechender Anknüpfungspunkt zur Bündelung von Thüringer Kompetenzen in der Weiterentwicklung bestehender Verfahren.

Tabelle 3-7: Potentiale und Herausforderungen im Bereich Fertigung von Komponenten aus alternativen Antrieben

Potentiale	Herausforderungen
+ Möglichkeit des Aufbaus eines Hochleistungs-Distributionsnetzwerks über den Bau der Batteriefabrik von CATL Battery	- F&E-Aktivitäten im Transfer von bestehenden Kompetenzen auf die Fertigung von Komponenten alternativer Antriebe sind gering
+ Breite und Tiefe Kompetenzen in der Fertigung → Anforderungen an die Fertigung von Komponenten für alternative Antriebe können in Thüringen bedient werden, sofern diese bekannt sind und technologisch Realisiert	- Potentiale für Serienfertigung von Komponenten für alternative Antriebsstrangkonzeppte noch unsicher
+ Kompetenzen im Bereich der Fertigungsautomatisierung als Grundlage für Hochpräzisionsfertigung von Komponenten alternativer Antriebe	- Starke Abhängigkeit von asiatischen Herstellern

Impulse im Bereich der bedarfsgerechten Förderungen aus den Interviews mit Fachgrößen

Ein wichtiges Instrument der Zukunftsausrichtung und zur Sicherung des Erfolges ist die Investition in die Weiterentwicklung. Diese Weiterentwicklung kann sowohl technologischer Art auf Produkt-, Produktions-, und Geschäftsmodellseite sowie betriebsorganisatorischer Art sein. Ein Mittel zur Unterstützung dieser Weiterentwicklung ist die Förderung. Durch Unterstützung aus Landes-, Bundes- oder EU-Förderungen kann das finanzielle Risiko für die Unternehmen abgemildert und diese zur Weiterentwicklung ihrer Technologien, Geschäftsmodelle und Organisationen animiert werden.

- Zugänglichkeit der Fördermaßnahmen:

Viele der befragten Fachgrößen der Unternehmen und Forschungseinrichtungen sahen Verbesserungspotential beim Zugang zu Förderungen. So sei vielen die Bandbreite, zumindest der Programme des Landes, bekannt, allerdings schrecke viele die damit einhergehende Bürokratie ab. Der hohe administrative Aufwand sei teilweise so gravierend, dass viele, vor allem kleinere Unternehmen, diese Angebote nicht nutzten.

Diese Hürden zu verringern kann also eine Empfehlung sein, um Förderung breiter zugänglich zu machen. Die Arbeit des *at automotive thüringen* und der *LEG Thüringen* wurde hier von einigen Befragten als hilfreich hervorgehoben.

- Bildung/Ausbildung

Einige der befragten Fachgrößen aus Unternehmen benannten Schwierigkeiten qualifizierte Mitarbeitende zu finden als eine große Herausforderung. Dabei liege die Herausforderung nicht nur darin, hochqualifizierte Mitarbeitende mit Hochschulabschluss zu finden, sondern auch beim Anwerben von hochqualifizierten und motivierten technischen Angestellten, die mit ihrer Kompetenz in der Produktion und Fertigung mitarbeiten oder sogar Impulse zur Verbesserung dieser geben. Besonders vor dem Hintergrund der steigenden Komplexität der Fertigungsprozesse, z.B. durch die zunehmende Automatisierung, steigt der Bedarf an solchem Fachpersonal. Als Ursache dieser Herausforderung wurde unter anderem auch der im deutschlandweiten Vergleich eher weniger attraktive Standort genannt. Maßnahmen zur Erhöhung der Attraktivität, um schlussendlich weitere hoch qualifizierte und motivierte Fachkräfte

anzuziehen, sehen einige der befragten Unternehmen als eine wichtige Zukunftsaufgabe, um die Rolle Thüringer Unternehmen im Wertschöpfungsnetzwerk des *Kognitiven Autos* erhalten oder sogar ausbauen zu können.

3.2 Forschungslandschaft Thüringen

Um nun im nächsten Schritt die Kompetenzen der Forschungseinrichtungen in Thüringen genauer beschreiben zu können, wurden Veröffentlichungen der Thüringer Forschungseinrichtungen ausgewertet. Hierfür wurden die auf Scopus⁶⁴, eine der führenden Datenbanken für wissenschaftliche Literatur, öffentlich zugängliche Publikationen aus den letzten fünf Jahren von insgesamt 35 in Thüringen ansässigen Forschungseinrichtungen mit Hilfe einer Dataming-Analyse untersucht. Als Inputdaten für diese Analysen dienten Abstrakt, Key Words und Titel der Publikationen. Um auf dieser Basis die Forschungsthemen der Forschungseinrichtungen ermitteln zu können, wurden mittels einer Häufigkeitsanalyse die 50 häufigsten Wortpaare identifiziert. Einschlusskriterium für die Analyse ist, dass Wortpaare mindestens 30 mal in den Veröffentlichungen pro Forschungseinrichtung vorkommen und mindesten 20 Wortpaare definiert werden können. Nach Ausschluss von Wortpaaren ohne Bezug zur Automobilbranche wie z.B. *Bildende Kunst*, und aller Forschungseinrichtungen ohne relevante Themen, wurden für die übriggebliebenen Forschungseinrichtungen jeweils die Top 10 Forschungsthemen durch zusammenfassen ähnlicher Wortpaare ermittelt. Alle so identifizierten Forschungsthemen wurden in den fünf Forschungsbereichen

- Daten- und Signalverarbeitung
- Fertigungsverfahren und Materialbearbeitung
- Numerische und empirische Verfahren
- Messverfahren
- Energiegewinnung und -speicher

geclustert. Anhand der absoluten und relativen (Anteil der Veröffentlichungen zum Thema im Verhältnis zur Gesamtzahl der Veröffentlichungen der Forschungseinrichtung) Anzahl an Veröffentlichungen zu den identifizierten Themen wurde die Forschungsintensität der Einrichtungen beurteilt (vgl. Abbildung 3.4).

So sind im Bereich der Daten- und Signalverarbeitung und -übertragung die Themen der *adiabatic quantum flux parametron, logic circuits, communication systems wireless, signal transduction and processing, open source software, machine* und *deep learning* sowie *speech recognition* Forschungsschwerpunkte. Besonders aktiv sind das CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik in Erfurt, das DLR-Institut für Datenwissenschaften Jena, Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie (IDMT) in Ilmenau, Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie Jena und die Technische Universität Ilmenau.

Im zweiten Forschungsbereich, Fertigungsverfahren und Materialbearbeitung sind *additive manufacturing, sprayed coatings hvof, atomic layer deposition, fiber lasers, friction stir welding* und *uv led*. Hier sind das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF) in Jena, das CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik, die Friedrich-Schiller-Universität in Jena und das Helmholtz-Institut Jena und das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) in Hermsdorf als bedeutende Vertretende zu nennen.

Im Bereich der numerischen und empirischen Verfahren sind *finite element* und *molecular dynamics* die bedeutendsten Forschungsthemen. Die Bauhaus-Universität Weimar und die TU Ilmenau sind die aktivsten Forschungseinrichtungen.

Im vierten Forschungsbereich, dem der Messverfahren, sind *bloch surface waves, pulse repetition rate or radar, infrared laser, optical fiber sensor, surface analyses technique and raman spectrometry, electron microscopy, earth observation* und *optical measurement of thermal*

⁶⁴ Scopus ist die größte Abstract- und Zitationsdatenbank für begutachtete Literatur: wissenschaftliche Fachzeitschriften, Bücher und Konferenzbände <https://www.scopus.com/>

conductivity die wichtigsten Themen, die besonders durch das Leibniz-Institut für Photonische Technologien e. V., das Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, das Helmholtz-Institut in Jena, die Bauhaus-Universität Weimar, das DLR-Institut für Datenwissenschaften Jena, die Friedrich-Schiller-Universität in Jena und das Helmholtz-Institut Jena, das INNOVENT e.V. Technologieentwicklung, Jena und das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) in Hermsdorf getrieben werden.

Für das fünfte Forschungsgebiet, Energiegewinnung und -speicher, wurden die Themen *electric power voltage, lithium ion batteries, thick film thin films solar cells* und *solid oxide fuel cells* als Kernthemen identifiziert. Das Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) in Hermsdorf und die TU Ilmenau sind in diesen Themen besonders aktiv.

Für das *Kognitive Auto* besonders relevant sind hierbei die Forschungsthemen, die Bezug zur Umsetzung der Soll-Produkteigenschaften (vgl. Abbildung 2.11) haben. Besonders ausgeprägt in der Forschungslandschaft Thüringens ist der Bereich der Sensorik. Hier sind das Fraunhofer IOF, Leibniz-Institut für Photonische Technologien, das Helmholtz-Institut Jena und die Bauhaus-Universität Weimar zu nennen. Zusätzlich arbeitet das DLR-Institut für Datenwissenschaften an LiDAR und Radarsystemen. Zur Realisierung der autonomen Funktionen des *Kognitiven Autos* sind effiziente Algorithmen und Systeme zur Informationsverarbeitung notwendig. In diesem Feld sind das CiS Forschungsinstitut für Mikrosensorik und das DLR-Institut für Datenwissenschaften besonders aktiv. Mit dem Fraunhofer IDMT hat ein Mitglied der Thüringer Forschungslandschaft auch auf den Gebieten der Spracherkennung und Machine bzw Deep Learning Forschungsschwerpunkte. Die Signalübertragung sowie Kommunikationssysteme sind Schwerpunktthemen der TU Ilmenau.

Um Technologien zur Kommunikation der Verkehrsteilnehmenden untereinander, aber auch die Kommunikation des *Kognitiven Autos* mit der Infrastruktur zu befähigen, bedarf es einer entsprechenden Umfeldausrüstung. Forschungsgrundlage hierfür ist unter anderem das Internet of Things und die digitale Aufrüstung von Städten. Das Institut für Mikroelektronik- und Mechatronik-Systeme gGmbH, Ilmenau sticht mit Forschungsprojekten unter dem Schlagwort Smart City hervor. Jedoch besteht auf Basis der Datenanalyse in diesem Forschungsbereich noch Potential, da sich nur vergleichsweise wenige Einrichtungen mit der Gestaltung solcher Smart Cities beschäftigen.

Die Individualisierung der Fahrzeuge ist ein weiterer Trend, der eng mit dem Produktionsaufwand verknüpft ist. Mit steigendem Individualisierungsgrad steigt der Bedarf nach Produktionssystemen zur kostenoptimierten Fertigung, die jedes konfigurierte Produktdesign mit hoher Qualität fertigen können. Innovative Fertigungsverfahren wie die der Additiven Fertigung werden vom Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS) erforscht. Nur mit Hilfe neuer Fertigungsverfahren kann der steigende Individualisierungsgrad und die notwendige Funktionsintegration in der Fertigung umgesetzt werden.

Auch im Bereich der alternativen Antriebe bzw. Energiespeichersysteme sind Forschungsschwerpunkte in Thüringen. Die TU Ilmenau forscht hierzu im Bereich der Lithium-Ionen-Batterien, das Fraunhofer IKTS ergänzt diese Forschung um Arbeiten zum Thema der Brennstoffzellen.

Der Produktbereichen des *Kognitiven Autos* ist eng mit verbunden mit dem Einbezug der digitalen Welt für reale Fahrerlebnisse. Hierbei steht das Präsenzepfinden der Insassen im Mittelpunkt. Um die Immersion zu erhöhen wird nicht nur die Sicht und das Gehör angesprochen, sondern auch andere Sinnesorgane. Das Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie (IDMT) beschäftigt sich mit der Erweiterung der Fahrzeuginszenierung durch das Ansprechen mehrerer Sinne, hauptsächlich der Akustik. Bereiche wie Virtual Reality werden in Thüringen von der Bauhaus-Universität Weimar und der Hochschule Schmalkalden untersucht.

Forschungsbereich	Forschungsthemen	Bauhaus-Universität Weimar	CIS Forschungsinstitut für Mikrosensorik GmbH, Erfurt	DLR-Institut für Datenwissenschaften Jena	Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF), Jena	Fraunhofer-Institut für Digitale Medientechnologie (DMT), Ilmenau	Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Hermsdorf	Friedrich-Schiller-Universität Jena	Helmholtz-Institut Jena	INNOVENT e.V. Technologieentwicklung, Jena	Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie Jena	Leibniz-Institut für Photonische Technologien e. V. Jena	Technische Universität Ilmenau	Thüringer Landessternwarte Tautenburg	
Daten-/ Signalverarbeitung und Übertragung	ADIABATIC QUANTUM FLUX PARAMETRON		■												
	LOGIC CIRCUITS														
	COMMUNICATION SYSTEMS WIRELESS SIGNAL TRANSDUCTION AND PROCESSING												■		
	OPEN SOURCE SOFTWARE ENGINEERING			■									■		
	MACHINE LEARNING DEEP LEARNING	■		■		■									
	SOURCE SEPARATION					■									
	SPEECH RECOGNITION														
	Fertigungsverfahren/ Materialbearbeitung	ADDITIVE MANUFACTURING					■								
SPRAYED COATINGS HVOF						■									
ATOMIC LAYER DEPOSITION					■										
FIBER LASERS					■		■								
FUSED SILICA					■										
FRICITION STIR WELDING												■			
UV LED		■													
Numerische und Empirische Verfahren und Simulation	DIMENSIONAL PARTICLE CELL SIMULATIONS								■						
	FINITE ELEMENT	■					■						■		
	MOLECULAR DYNAMICS	■													
	VORTEX PARTICLE METHOD	■													
Messverfahren	BLOCH SURFACE WAVES				■										
	PULSE REPETITION RATE OR RADAR DEVICES				■				■						
	INFRARED LASER				■										
	OPTICAL FIBER SENSOR		■		■										
	SURFACE ANALYSIS TECHNIQUE, RAMAN SPECTROSCOPY											■			
	ELECTRON MICROSCOPY						■	■		■		■	■		
	NUCLEAR MAGNETIC RESONANCE SPECTROSCOPY							■							
	EARTH OBSERVATION			■											
	OPTICAL MEASUREMENT OF THERMAL CONDUCTIVITY	■													
	RADIAL VELOCITY MEASUREMENTS													■	
	RADIATION MECHANISMS, RADIO CONTINUUM													■	
	Energiegewinnung/ -speicher	ELECTRIC POWER VOLTAGE												■	
	LITHIUM ION BATTERIES						■								
THICK FILM THIN FILMS SOLAR CELLS						■					■				
SOLID OXIDE FUEL CELLS						■									

niedrig hoch

Intensität der Forschung der Einrichtungen

Abbildung 3.4: Forschungsfelder der Forschungseinrichtungen in Thüringen

4. Handlungsfelder des Automobilcluster Thüringen

Das Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk so aufzustellen, dass es in der durch das *Kognitive Auto* geprägten Welt eine zukunftsrobuste Rolle spielt, ist das Ziel, das mit den Handlungsfeldern verfolgt wird. Dies wird durch den Weitblick auf die möglichen Zukünfte, definiert in den Szenarien, abgeglichen. Die Handlungsfelder definieren ein Rahmenwerk, das auf verschiedenen Ebenen Maßnahmen bereithält, um damit die Thüringer Unternehmen auf ihrem Weg ins Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk des *Kognitiven Autos* zu begleiten und bestmöglich zu unterstützen. Zudem soll ausgehend von den in Thüringen ausgeprägten Kompetenzen in Unternehmen und Forschung eine langfristige Strategie zur Weiterentwicklung der Wertschöpfung innerhalb der Handlungsfelder definiert werden können und damit auch nachhaltig Arbeitsplätze in der Region gesichert werden.

Dabei hat die Studie nicht den Anspruch schrittweise die verschiedenen Technologieentwicklungen vorzugeben und zu definieren, sondern viel mehr auf verschiedenen Ebenen unterschiedlicher strategischer Tragweite Anstöße zu geben. So kann durch Forschungsprojekte mit unterschiedlichem Umfang und mit verschiedenen Konsortialpartnern eine übergeordnete Clusterstrategie verfolgt werden. Dabei ist die den Handlungsfeldern inhärente Logik stets diejenige, dass kleinere Unternehmen, die derzeit nur teilweise im Markt der Automobilzulieferindustrie vertreten sind, über Technologieentwicklungsprojekte den klaren Nutzen ihrer Technologien herausstellen, diese Technologien entsprechend weiterentwickeln und damit als potentieller Teil des Gesamtsystems *Kognitives Auto* einen entscheidenden Beitrag an der Wertschöpfung leisten können. Zudem sollen über die Handlungsfelder Kompetenzen gebündelt und zu wettbewerbsfähigen Verbänden weiterentwickelt werden. Entscheidend bei der Ausdetaillierung der Handlungsfelder ist die integrierte Betrachtung der Wertschöpfung des *Kognitiven Autos*. So sind nicht ausschließlich Vorhaben relevant, die eine (Weiter-)Entwicklung spezifischer Komponenten für das *Kognitive Auto* hervorbringen. Vielmehr sind neben der Produktentwicklung zunehmend auch Produktionssystementwicklung und Validierung im Gesamtsystemverbund zentrale Elemente zukünftiger Wertschöpfung. Hier entstehen ganz neue Geschäftsmodelle, die durch die stetige Datenverfügbarkeit durch das *Kognitive Auto* ermöglicht werden. Diese müssen bis in die Fertigungsprozesse hineingedacht werden, damit die fertige Industrie im internationalen Wettbewerb Nutzen für die Kundschaft generiert, der über das einfache Fertigen von flexibler Stückzahl in herausragender Qualität zu einem niedrigen Preis hinausgeht. Insbesondere osteuropäische Länder haben in den letzten Jahren in diesem Bereich immens aufgeholt und können die deutsche Fertigungsindustrie mittels geringerer standortbedingter Lohnkosten unter Druck setzen.

Zur nachhaltigen Sicherstellung einer zentralen Rolle in der Gesamtfahrzeugwertschöpfung ist es für das Land Thüringen dementsprechend notwendig, die vorhandenen Kompetenzen so zu nutzen bzw. weiterzuentwickeln sowie neue Kompetenzen aufzubauen, sodass Produkte und Komponenten entwickelt und produziert werden können, die diese Soll-Produkteigenschaften erfüllen. Aus dem Abgleich der vorhandenen Kompetenzen der Thüringer Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit diesen Soll-Produkteigenschaften (vgl. Abbildung 2.11) wurden drei Handlungsfelder (vgl. Kapitel 4.1) identifiziert, um ein Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk des *Kognitiven Autos* zu initiieren.

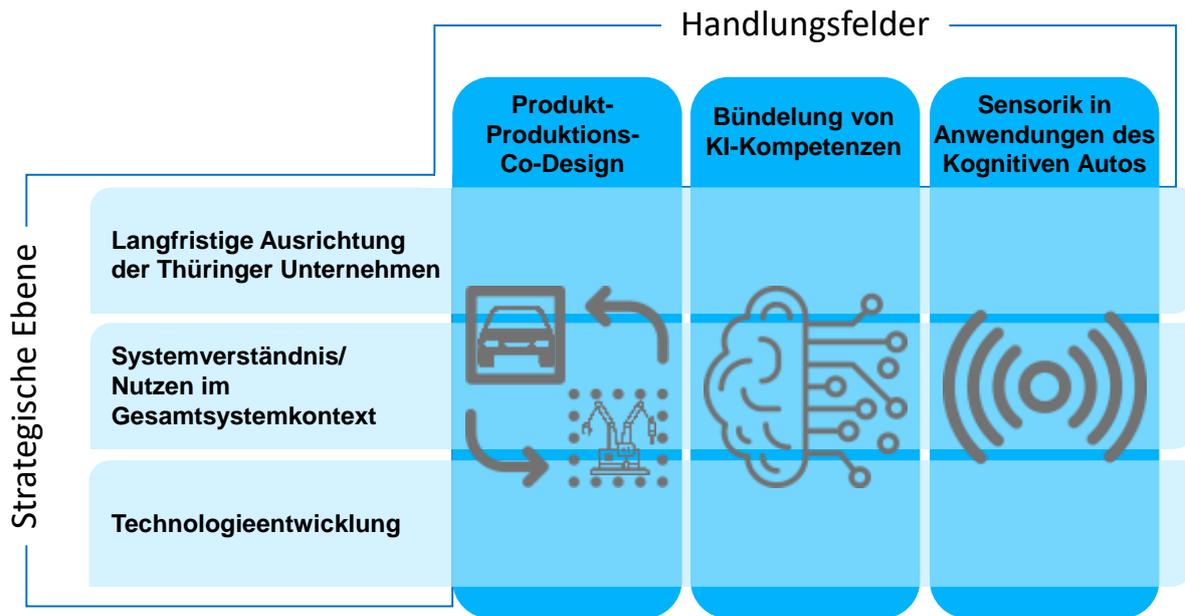


Abbildung 4.1: Übersicht über Handlungsfelder zur Weiterentwicklung der Thüringer Wertschöpfung im Automotivbereich sowie über die strategischen Ebenen, innerhalb welcher diese Handlungsfelder weiterentwickelt werden können

Diese Handlungsfelder stellen separate thematische und Kompetenz-zentrierte Schwerpunkte zur Weiterentwicklung dar, dürfen jedoch nicht losgelöst voneinander oder unabhängig vom Gesamtsystemkontext betrachtet werden. Jedes dieser Handlungsfelder umfasst dazu die drei Ebenen der *Langfristigen Ausrichtung der Thüringer Unternehmen*, des *Systemverständnisses* sowie *Nutzenbündels* und der *Technologieentwicklung*. Weiterentwickelt bzw. neu kombiniert werden, können die Thüringer Kompetenzen in den Handlungsfeldern durch Projekte und Vorhaben, die mindestens eine der drei Ebenen betreffen (vgl. Abbildung 4.1). Eine Auswahl an Ideen für derartige Projekte wird in Kapitel 4.2 beschrieben.

Zur Steigerung der Zukunftsfähigkeit der Thüringer Wertschöpfung lässt sich die notwendige Weiterentwicklung der identifizierten Handlungsfelder in jeweils drei wechselwirkenden Ebenen mit unterschiedlichen Zeithorizonten und strategischen Umfängen gliedern. Die übergreifende und langfristige strategische Weiterentwicklung, mittels derer die Kompetenzen im jeweiligen Handlungsfeld in der Breite aufgebaut und in einem Wertschöpfungsnetz verknüpft werden, folgt einer Handlungsfeldspezifischen **Strategie**, die das Erreichen eines Zielbildes für das Jahr 2030 definiert. Auch die Schärfung des jeweiligen Zielbildes durch die involvierten Unternehmen ist Teil der Strategie. Dabei lässt sich diese Ebene nicht durch ein einmaliges Projektvorhaben weiterentwickeln, sondern definiert vielmehr die Randbedingungen und Leitlinien für komplementäre Projektvorhaben, die über ihr Zusammenwirken ein Cluster erzeugen, über welches die Mitglieder in aussichtsreiche Positionen innerhalb des Gesamtwertschöpfungsnetzwerks zur Erzeugung des *Kognitiven Autos* gelangen können. Die Langfristige Ausrichtung der Thüringer Unternehmen innerhalb eines jeden Handlungsfeldes wird durch verschiedene Strategiefelder/-bereiche definiert, deren Ziel die **Bündelung** von komplementären Kompetenzen zur Erzeugung eines übergeordneten **Nutzens** aus Gesamtfahrzeugsicht ist. Dabei stehen demnach die Aspekte der **Nutzenbündelung** und des **Systemverständnisses** im Fokus der 2. Strategieebene. Die Ziele, die in größeren Projektvorhaben auf dieser Ebene erreicht werden sollen, sind zum einen die sukzessive Definition der Gesamtstrategie, die Bündelung verschiedener Technologien und Überführung dieser Bündel in nutzenstiftende (Teil-)Systeme im Gesamtsystemkontext *Kognitives Auto* sowie die explizite Identifikation, Definition und Vorgabe von Bedarfssituationen, die durch spezifische Technologieentwicklungsprojekte befriedigt werden können, wobei hier stets der Nutzen und nicht die einzelne Technologie im Fokus des Gesamtprojektergebnisses steht. Dieser Aspekt ist zentral, um zum ei-

nen hochspezialisierte Technologie in die Fahrzeuge zu integrieren und zum anderen die Wettbewerbsposition der involvierten Unternehmen über individuelle Nutzenversprechen zu stärken. Das Explizieren von durch eine Technologie erzeugtem Nutzen ist zudem der vielversprechendste Weg, diese Technologie in einen geeigneten Anwendungsfall zu bringen. In diesem muss folglich ein Bedarf bestehen, der durch den entsprechenden Nutzen bedient wird, der wiederum durch Komponenten, die auf der jeweiligen Technologie basieren, generiert wird. Dieser Zusammenhang zeigt zudem die Rolle der dritten strategischen Ebene – der **Technologieentwicklung**. Diese definiert keine strategischen Ziele im jeweiligen Handlungsfeld, sondern dient vielmehr der gezielten Weiterentwicklung von Technologien anhand der in der 2. Ebene definierten Nutzenbündel, um die definierten strategischen Ziele zu erreichen. Die hier zu verortenden Projekte sind rein technischer Natur und in der Regel von kleinerem Volumen als die Projekte auf den beiden oberen Strategieebenen. Technologieentwicklungsprojekte eignen sich neben der Erzeugung von technischem Fortschritt auch zur Erweiterung sowie Vertiefung von Kompetenzen. Neben der Realisierung von vorgegebenem Nutzen durch Technologien (im klassischen Sinne eine „Market-Pull-Situation“) können Technologieentwicklungen jedoch auch dazu führen, dass im Sinne eines Technology-Pushs bestehende Nutzenbündel auf der 2. Strategieebene erweitert werden müssen oder in seltenen Fällen neue Nutzenbündel geschaffen werden sollten. Dies ist etwa der Fall, wenn die Kernkompetenzen einer Region im aktuellen Stand einen geringen bzw. einen nicht explizierten Nutzen im Gesamtkontext *Kognitiven Auto* aufweisen.

Als Artefakt zur Verknüpfung der unteren beiden Strategieebenen kann z.B. ein Demonstrator dienen. Ein Demonstrator zahlt dabei auf mehrere Ziele ein. Der Hauptzweck ist es Akteuren, die allein nicht die Kapazitäten oder Kompetenzen haben, Zugang zum zukünftigen *Kognitiven Auto* zu geben. Der Demonstrator verkörpert (physisch-virtuell gemischt) dabei einen Teil des zukünftigen *Kognitiven Autos*. Dieses muss dazu in einem ersten Schritt definiert werden. Um dies als Akteure des Wertschöpfungsnetzes in Thüringen selbstständig tun zu können, ist die Kompetenz der Zukunftsvorausschau und Bedarfs-, Nutzenermittlung und -definition notwendig. Weiter kann der Demonstrator nur vor dem Hintergrund des *Kognitiven Autos* als Teil des System of Systems Mobilitätssystem entwickelt werden. Steht der Demonstrator zur Verfügung, kann dieser wiederum von den einzelnen Akteuren des Thüringer Wertschöpfungsnetzwerks genutzt werden, um basierend auf ihren Kompetenzen Anforderungen für neue Produktgenerationen daraus ableiten zu können. Hierbei muss nun das *Kognitive Auto* wiederum als System of Systems verstanden werden. Um diesen Schritt gehen zu können ist ein tiefgreifendes Systemverständnis notwendig. Dann jedoch kann ein Unternehmen aus der Zulieferkette ein Produkt entwickeln, das am *Kognitiven Auto* ausgerichtet ist und dessen Anforderungen erfüllt. Dieses Produkt kann das Unternehmen schlussendlich seiner Kundschaft (OEM) proaktiv anbieten und durch die Verbindung bzw. Integration in den Demonstrator im Systemverbund, inklusive den Wechselwirkungen zu den benachbarten Teilsystemen, präsentieren. Dadurch kann ein gemeinsamer Demonstrator den beteiligten Akteuren Zugang zu den spezifischen Anforderungen aus dem *Kognitiven Auto* bieten. Weiter bietet der Demonstrator die Möglichkeit, das entwickelte Teilsystem im System of Systems *Kognitiven Auto* zu validieren. Schlussendlich ermöglicht der Demonstrator die Präsentation des entwickelten und validierten Teilsystems gegenüber Kundschaft im Gesamtkontext des *Kognitiven Autos*. Das Systemverständnis sowie die Denkweise der Nutzenbündel schlägt dabei die Brücke, um vor dem Hintergrund der Strategie benötigte Technologieentwicklung ableiten zu können.

In der Definition und Realisierung von Projektvorhaben sollte stets der Fokus auf einer der strategischen Ebenen gelegt werden und zudem die zu erwartenden Auswirkungen (Synergie- und Konfliktpotentiale) auf die weiteren strategischen Ebenen berücksichtigt werden. Nur so kann eine komplementäre Weiterentwicklung des Wertschöpfungsnetzwerks Thüringen auf allen drei Ebenen realisiert werden und die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der Region in der Wertschöpfung des *Kognitiven Autos* gewährleistet werden.

4.1 Handlungsfelder zur Weiterentwicklung des Thüringer Wertschöpfungsnetzwerks

Auf Basis des Abgleiches der vorhandenen Kompetenzen Thüringer Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit den zur Realisierung des *Kognitiven Autos* notwendigen Soll-Produkteigenschaften wurden drei Handlungsfelder identifiziert, um das Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk weiterzuentwickeln:

- Das *Produkt-Produktions-Co-Design*
- Die *Bündelung von Kompetenzen im Bereich der KI*
- Die *Sensorik in Anwendungen für das Kognitive Auto*

Es wird schnell ersichtlich, dass hier der Thüringer Wertschöpfungsfokus eine zentrale Rolle bei der Wahl der Handlungsfelder spielt. Das Fehlen von Entwicklungsstandorten der OEMs oder Tier 1 führt dazu, dass eine Weiterentwicklung von Handlungsfeldern im Bereich der Gesamtfahrzeugentwicklung eine sehr aufwändige und wenig wettbewerbsfähige Strategie in der Weiterentwicklung des Automobilclusters wäre. Auch die alternativen Antriebsstränge erscheinen als eigenes Handlungsfeld sehr weit weg von den derzeit in Thüringen vorhandenen Kompetenzen. Allerdings werden hier vereinzelt Projektideen im Kontext der Weiterentwicklung von Produktionssystemen platziert, um einen schrittweisen Eintritt in die Wertschöpfung alternativer Antriebskonzepte zu realisieren. Die Definition der drei Handlungsfelder basiert auf den folgenden drei Prämissen:

1. In Thüringen existiert ein breites sowie tiefes Fertigungs-Know-How, was jedoch eine merkliche Distanz von einer Komponentenfertigung für das *Kognitive Auto* aufweist, Forschungseinrichtungen können durch ihre Aktivitäten jedoch als Katalysatoren für einen Kompetenztransfer dienen.
2. Tiefe Kompetenzen in der Forschung und Lehre im Bereich der Lernenden Systeme und Automatisierung bieten ideale regionale Voraussetzungen, um Funktionen, die durch den Einsatz künstlicher Intelligenz realisiert werden, in Anwendungsfälle des *Kognitiven Autos* zu bringen. Trotz einiger Initiativen zur Kompetenzbündelung existieren wenige Unternehmen mit Bezug zum autonomen und vernetzten Fahren in Thüringen, wodurch sich der Handlungsbedarf auftut, mittels erfolgreichen Leuchtturmprojekten die Fähigkeit der Region in der Realisierung von Funktionsumfang im KI-Bereich herauszustellen und Anknüpfungspunkte zur Ansiedelung zu bilden.
3. Große und international führende Player im Sensorikbereich wie Zeiss oder Jenoptik haben in Thüringen dazu beigetragen, dass eine hochspezialisierte Unternehmenslandschaft im und um den gesamten Bereich der Sensorikentwicklung, -erprobung und -fertigung (in der Anwendungsfallbreite und in der Technologietiefe) entstanden ist. Diese ist jedoch mit Ausnahmen ebenfalls durch eine Distanz zur Automobilindustrie gekennzeichnet, wodurch hier klarer Handlungsbedarf besteht, diese Distanz zu überwinden.

Im Folgenden werden die Handlungsfelder zur Weiterentwicklung der Thüringer Wertschöpfung hin zum Automobilcluster des *Kognitiven Autos* beschrieben.

Produkt-Produktions-Co-Design

Insbesondere im Szenario 3 *Sharing-High-Tech Umfeld* wird explizit die Anforderung nach einer bedarfsgerechten Produktion als Teil eines agilen und flexiblen Wertschöpfungssystems gefordert. Auch die Notwendigkeit, das Wechselspiel der Entwicklung von Produkten und Produktionsanlagen über verschiedene Produktlebenszyklusphasen hinweg zu berücksichtigen, wird in diesem Szenario deutlich. Darüber hinaus wird diese Notwendigkeit durch die Relevanz der Funktionsintegration von Komponenten des *Kognitiven Autos* unterstrichen, die in den Szenarien 2 *Nachhaltiges High-Tech Umfeld* und 4 *Achtsames Umfeld* durch die Weiterentwicklung von Fertigungsverfahren ermöglicht wird. Daneben merkten drei der Fachgrößen am

Zentrum für Mobilitätssysteme des KIT an, dass die zukünftig angebotene Variantenvielfalt in den letzten Jahren und auch weiterhin derart ansteigen wird, dass die Stückzahlen auch auf Komponentenebene volatil bleiben, wodurch Produktionssysteme diesen Anforderungen zwingend gerecht werden müssen, um wirtschaftlich bei hoher Qualität fertigen zu können. Abschließend konnten in der Analyse der Bestrebungen der OEMs weitere zukünftig wahrscheinlich relevante Entwicklungsrichtungen identifiziert werden, die für die Produktionssysteme des *Kognitiven Autos* prägend werden:

- Modularer Systemaufbau des E-Antriebs → Agile Wertschöpfungssysteme ermöglichen die Fertigung verschiedener Modulbauweisen
- Smart Materials werden zunehmend in verschiedenen Fahrzeugkomponenten eingesetzt (bspw. Piezoelectric-, Shape-memory-, Chromoactive-, Magnetorheological-, Photoactive materials)
- Additive Fertigungsverfahren werden neue Geometrien und damit einen erweiterten Funktionsumfang realisieren (bspw. 3D Druck des E-Motor Gehäuses)

Bezogen auf die in der Studie identifizierten kurz- und mittelfristig zu variierenden Soll-Produkteigenschaften werden hierdurch insbesondere die *Sensorikdiversität* (bereits in der Produktion auf eine Vielzahl an Komponenten zu applizierende Sensoren), *Nachhaltigkeit der Energiespeicher* (Fertigung von Komponenten für Batteriesystemen müssen höchsten Qualitätsanforderungen genügen) und *Integration* sowie *Individualisierung von Serviceleistungen im Mobilitätsbereich* (Integration neuer Funktionen bedarf der Weiterentwicklung der Komponentengestalt und der Bedarf nach Individualisierung verstärkt die Stückzahlvolatilität) betroffen sein.

Zukünftig werden sich hierdurch auf Teilsystem- und Komponentenebene insbesondere Änderungen im Bereich der Fahrzeugaußenhaut (Rohbau/ Karosserie, Türen, Hauben, Dachsystem), verschiedenen Verkleidungselementen aus dem Interieur sowie im Antriebsstrang, u.a. im Teilsystem *Energiespeicher* ergeben.

Auf Basis der skizzierten Kausalität aus zukünftig relevanten Soll-Produkteigenschaften und der Notwendigkeit Produktfunktionalität über weiterentwickelte Produktionsverfahren zu ermöglichen, ergibt sich das Erfordernis Produkt- und Produktionssysteme komplementär zu entwickeln. Dieses Wechselspiel muss zwingend integriert zur Steigerung von Funktionalität unter Erreichung einer hohen Wirtschaftlichkeit gestaltet werden. Damit müssen zukünftig fertigende Unternehmen zwingend in die Komponenten- und Teilsystementwicklung mit einbezogen werden und bestehende Geschäftsmodelle dahingehend weiterentwickelt werden. Auch die serienfähige Integration neuer Fertigungsverfahren und Materialien wird zukünftig eine zentrale Kompetenz sein, um in der automobilen Wertschöpfung wettbewerbsfähig zu sein.

Die Thüringer Zulieferbranche ist dadurch gekennzeichnet, dass eine tiefe Expertise in der wirtschaftlichen Fertigung volatiler Losgrößen in herausragender Qualität existiert. Dieses Know-How ist zudem in der Breite – vom Spritzguss, über Blechfertigung hin zur Montage (eine kleine Auswahl der in Thüringen praktizierten Fertigungsverfahren) – verankert.

In verschiedenen Interviews mit Fachgrößen wurden die Entwicklungsziele dieser Unternehmen derart formuliert, dass Verfahren und Anlagen sowie der gesamte Prozess der Fertigung kontinuierlich hinsichtlich des wirtschaftlichen Umgangs mit volatilen Stückzahlen weiterentwickelt werden. Implizit wird demnach die Strategie verfolgt, bestehende Geschäftsmodelle beizubehalten und Verfahren hinsichtlich Wirtschaftlichkeit und Qualität inkrementell weiterzuentwickeln.

Bezogen auf die eingangs skizzierte zukünftig vorliegende Bedarfssituation haben die Thüringer Unternehmen demnach nur wenig Wertschöpfungsanteil in der tatsächlichen Entwicklung von Komponenten des *Kognitiven Autos*. Zudem treten sie nur in seltenen Fällen als Entwicklungspartner auf, der mit seiner Kundschaft die Entwicklung von Teilsystemen und Komponenten des *Kognitiven Autos* sowie des dazugehörigen Produktionssystems integriert betrachtet. Dadurch könnten Implikationen zwischen Produkt und Produktionssystem frühzeitig und kontinuierlich in der Entwicklung berücksichtigt sowie Fertigungsverfahren und Produktgestalt

Hand in Hand entwickelt werden. Hierdurch ergäbe sich die Möglichkeit, wie hinsichtlich der Zukunftsfähigkeit notwendig, bestehende Geschäftsmodelle weiterzuentwickeln sowie Know-How im Bereich der Fertigung ähnlicher Geometrien und Erfüllung ähnlicher Funktionen für neue Anwendungsfelder (z.B. Batteriesystem oder Brennstoffzellen) aufzubauen.

In der Ausgestaltung dieses Handlungsfeldes sollen demnach Fertigungspotentiale zur Integration neuer, durch das *Kognitive Auto* geforderter Funktionalität identifiziert werden, Verfahren und Prozesse dementsprechend weiterentwickelt und Zuliefererbeziehungen im Sinne eines Produkt-Produktions-Co-Design ausgestaltet werden. Hierdurch werden die bestehenden Kompetenzen in der wirtschaftlichen Fertigung volatiler Stückzahlen in herausragender Qualität auf die Fertigung zukünftig relevanter Komponenten (z.B. Blech mit integrierter Sensorik) übertragen und neue Nutzenversprechen für mögliche Kooperationen mit Tier 1 oder OEMs formuliert.

Hinsichtlich der entwickelten Szenarien werden an der Ausgestaltung dieses Handlungsfeldes beteiligte Unternehmen zukunftsrobust in allen betrachteten Szenarien sein. Insbesondere in den Szenarien 2 *Nachhaltiges High-Tech Umfeld*, 3 *Sharing High-Tech Umfeld* und 4 *Achtames Umfeld* werden sie darüber hinaus zentrale und erfolgsentscheidende Wertversprechen, die eine klare Abgrenzung vom Wettbewerb bedeuten, in ihr Leistungsportfolio integrieren können. In diesen Szenarien werden eindeutige Anforderungen der Weiterentwicklung von Produktionssystemen sowie die Notwendigkeit, zukünftige Entwicklungsvorhaben im Sinne des Produkt-Produktions-Co-Design zu gestalten, formuliert. Zudem wäre die Thüringer Wertschöpfung durch die Ausgestaltung dieses Handlungsfeldes bezogen auf die Anforderungen der OEMs, sowohl Entwicklungs- als auch Produktionsaktivitäten zu übernehmen, wettbewerbsfähig. Durch die integrierte Betrachtung von Produkt- und Produktionssystementwicklung sowie Produktion würde hierdurch der Standort Thüringen weiterhin wettbewerbsfähig komplexe Systeme und Bauteile als etablierter Teil der automobilen Gesamtwertschöpfung vertreiben können.

Bündelung von KI Kompetenzen

Sowohl in Szenario 2 *Nachhaltiges High-Tech Umfeld* als auch in Szenario 3 *Sharing-High-Tech Umfeld* ist der Automatisierungsgrad der Fahrzeuge hoch (Level 4 bis 5). Zudem werden Funktionen des Kognitiven Autos hier durch eine hohe System-eigene Entscheidungsautonomie in einem hochvernetzten Umfeld erfüllt. Insbesondere im *Sharing-High-Tech Umfeld* weisen daher Mitarbeitende im Infrastrukturregelungssystem eine hohe Kompetenz in den Bereichen der Vernetzung und Automatisierung auf. Bereits in den analysierten Fahrzeugkonzepten der etablierten Hersteller spielen Funktionen, die durch Künstliche Intelligenz erfüllt werden eine zentrale Rolle und zeigen zudem die Vielfalt in der Anwendung Künstlicher Intelligenz. Neben der Realisierung von Funktionen fernab der eigentlichen Fahrfunktion, wie dem automatisierten Anpassen des Innenraums auf den Zustand und die Aufmerksamkeit der fahrführenden Person (Fahrzeugassistent Yui Toyota LQ), werden bereits Fahrfunktionen wie bspw. die dynamische Gestaltung von Verkehrswegen mittels neuraler Netze (Audi Q7 Deep Learning Concept) durch Künstliche Intelligenz umgesetzt. Auf dem Weg zur Serienreife und Marktdurchdringung benennen die Fachgrößen des Zentrums Mobilität zudem eine Vielzahl von Herausforderungen in denen große Wertschöpfungspotentiale liegen. Auszüge hieraus sind:

- Zertifizierung der KI-Algorithmen auf Basis von Plausibilitätsprüfungen als größte Herausforderung
- offene Fragestellungen im Bereich der Cybersicherheit und Ethik
- Umgang mit den immensen Datenmengen

Hieraus ergeben sich unmittelbar zu lösende Entwicklungsaufgaben für die automobilen Wertschöpfung auf dem Weg zum *Kognitiven Auto*. Basierend auf der vorliegenden Studie lassen sich hier die zukünftigen Produkteigenschaften *Entscheidungsautonomie künstliche Intelli-*

genz, Automatisierung der Funktionalität, Vernetzungsleistung und Sicherheit gegenüber Cybercrime des Kognitiven Autos als relevant erachten. Daraus folgend werden die Teilsysteme Zentralrechner und Sensorik maßgeblich an der Eigenschaftsrealisierung beteiligt sein.

Um im Bereich der Funktionserfüllung durch Künstliche Intelligenz in der Automobilen Wertschöpfung wettbewerbsfähig zu sein, werden Unternehmen verschiedene Eigenschaften aufweisen müssen. Zum einen muss die Expertise im jeweiligen Anwendungsbereich vorhanden sein. Diese Anwendungsbereiche in der Entwicklung von Künstlicher Intelligenz sind jedoch äußerst vielfältig und hochgradig spezifisch. Diese Anforderung steht konträr zu der anderen erfolgskritischen Anforderung, welche der Marktzugang über kleinere Wertschöpfungsnetzwerke darstellt. Hier müssen Unternehmen in der Lage sein, Zugang zum entwickelten Gesamtsystem *Kognitives Auto* zu erhalten, um diese Systemumgebung in der Entwicklung nutzen zu können. Der Zugang erfolgt in der Regel nicht über die Kommunikation technologischer Funktionalitäten, sondern vielmehr über die Kommunikation des durch die Funktionalität erzeugten Systemnutzens. Im Spezifischen ist die Vielfalt der zu lösenden Herausforderungen und damit an potentiellen Entwicklungsaufträgen im KI-Bereich jedoch groß.

Basierend auf einer sehr ausgeprägten und international angesehenen Forschungslandschaft im Bereich des autonomen Fahrens haben sich mehrere kleinere Start-Up-ähnliche Unternehmen in Thüringen gebildet, die in der Realisierung von Funktionen durch sehr spezifische KI-Anwendungen Wertschöpfung betreiben. Allerdings liegen die Anwendungen der meisten Thüringer Unternehmen mit KI-Bezug außerhalb der Automobilbranche. Zwar existieren verschiedene Initiativen in Thüringen, um die Aktivitäten rund um die Weiterentwicklung von KI zu unterstützen, jedoch fällt es der Region sehr schwer, die Fachkräfte, die von den Thüringer Universitäten mit sehr tiefer Kompetenz im IT-Bereich abgehen, in der Region zu halten. Dieser Umstand erschwert auch die Ansiedelung oder Gründung neuer Unternehmen und damit den verstärkten Eintritt der Thüringer KI-Landschaft in die Automobilbranche. Aus diesem Grund wurde das *Handlungsfeld zur Bündelung der KI-Kompetenzen* formuliert.

Die Vision dieses für das *Kognitive Auto* zentralen Handlungsfeldes ist es, die derzeit wenig verbundenen Kompetenzen im KI-Bereich in Thüringen zu bündeln, Anknüpfungspunkte in der Automobilbranche zu forcieren und damit die Attraktivität des Standorts Thüringen für weitere Unternehmen, aber auch für in Thüringen ausgebildete Fachkräfte im Kontext KI attraktiver zu machen. Hierdurch können sehr spezifische Anwendungen für das *Kognitive Auto* in Thüringen entstehen.

Das entstehende Thüringer Netzwerk in der Wertschöpfung von KI-Basierten Funktionalitäten für Anwendungen im Automotivebereich wäre insbesondere in den Szenarien 2 *Nachhaltiges High-Tech Umfeld* und 3 *Sharing-High-Tech Umfeld* erfolgreich und würden die Wettbewerbsfähigkeit der Region unmittelbar verbessern. Tiefe Kompetenzen im Bereich der modellbasierten Softwarearchitekturentwicklung könnten hierbei beispielsweise Anforderungen der Cybersecurity erfüllen und das Land damit auch in Szenario 4 *Achtsames Umfeld* als attraktiven Wertschöpfungsstandort aufstellen. Eine Herausforderung des Netzwerks wird jedoch der Zugang zur Entwicklung im Gesamtsystemkontext darstellen.

Sensorik in Anwendungen des Kognitiven Autos

Die Funktionalitäten des Sensierens verschiedener System- und Umfeldzustände wird in allen vier Szenarien eine hohe Relevanz im Automotivebereich haben. Dabei ist der Anteil an möglicher Sensorikfunktionalität, die zukünftig im *Kognitiven Auto* integriert sein wird, lediglich in Szenario 1 *Konservativer Übergang* geringer. Dies ist auf den Umstand zurückzuführen, dass in diesem Szenario die Entwicklung der Automatisierung langsamer vorangeschritten ist, als in den anderen Szenarien.

Die zukünftige Relevanz der Sensorik bestätigen auch die Fachgrößen des Zentrums Mobilität, die gar die zukünftige Sensorikvielfalt in Mobilitätsanwendungen prognostizieren. Dabei merken sie jedoch unmittelbar die Notwendigkeit einheitlicher Datenschnittstellen sowie die integrierte Berücksichtigung aller oder einer Vielzahl an im Mobilitätssystem interagierender Systeme in der Gestaltung von Sensoriksystemen an. Die Verbreitung verschiedener Sensoren in

unterschiedlichen Anwendungsfällen belegt auch die Analyse der Entwicklungsrichtungen der OEMs. Einige Beispiele sind hier:

- Nutzung einer Kamera anstatt des Außenspiegels (Ford F150)
- Biometrische Sensoren zur Erfassung der Insassen (Jaguar Landrover)
- Anwendungsfallabhängige Sensorik zur Umfelderkennung (Mercedes Vision AVTR)

Aus den skizzierten Entwicklungen der Systemanforderungen im Sensorikbereich lassen sich dann die Produkteigenschaften *Adaptivität zum kognitiven Auto* im Sinne der Nachrüstbarkeit, *Sensorikdiversität* zur Erhöhung des Grades Umfelderkennung durch Sensorfusion sowie der *Automatisierung bei Routineabläufen* und *Vernetzungsleistung* als von diesen Entwicklungen betroffen feststellen. Hierdurch sind dann auf Komponentenebene unmittelbar die Sensoriksysteme, die Fahrzeugaußenhaut und die Verkleidungselemente betroffen, in welche jeweils Sensoren integriert werden. Außerdem ist die zentrale Recheneinheit auf Softwareseite betroffen. Um als Wertschöpfungsnetz Sensorik in das serienreife *Kognitive Fahrzeug* zu bringen, bedarf es verschiedener Fähigkeiten. Die technische Grundlage stellt die Kompetenz in der Sensorikentwicklung, -fertigung und -integration selbst dar. Darüber hinaus muss ein robuster und klarer Marktzugang über größere Tier2 oder Tier1 Unternehmen gewährleistet werden und die Sensorik im Sinne der Nutzenerfüllung in Gesamtfahrzeuganwendungen integriert werden können. In diesen muss sie zudem als Teil des System of Systems *Mobilität* entwickelt werden. Zuletzt ist die seriengerechte und wirtschaftliche Fertigbarkeit der Sensorsysteme ein entscheidendes Kriterium, um die entwickelte Sensorik als etablierter Teil in die automobilen Wertschöpfung zu integrieren.

Mit seinen tiefen und vielfältigen Kompetenzen im Bereich der Sensorik ist der Standort Thüringen im Sensorikbereich außerhalb des Automotivbereichs bereits gut aufgestellt. Die Herausforderung besteht darin, die Sensorikspezialisten mit Herstellern anderer Komponenten und Produkte zu vernetzen und gemeinsam Funktionen und Nutzenbündel zu definieren, die adressiert werden können. Zudem sollen spezialisierte Hersteller dabei unterstützt werden, serienfähige Sensorsysteme zu realisieren. Weiter kann ein strategisches Ziel sein, generell geeignete Förderprogramme zu identifizieren und zu akquirieren. Dabei kann es sich anbieten, neben einer Fokussierung auf Thüringische Landesmittel auch bundesweite oder europäische Förderprogramme zu berücksichtigen. Um diese Chance nutzen zu können, müssen passende Partner außerhalb des Landes gefunden werden. Eine Sensorallianz kann ein geeigneter europäischer Verbund sein, in dem Thüringer Unternehmen z.B. mit französischen sowie osteuropäischen Unternehmen kooperieren.

Wird das Cluster in diesem Sinne erweitert, werden die beteiligten Wertschöpfungspartner in allen der vier aufgestellten Szenarien wettbewerbsfähig sein. Zudem können die Unternehmen durch einen möglichen dadurch verbesserten Zugang zur Gesamtfahrzeugentwicklung ihren Anteil an der automobilen Wertschöpfung erhöhen.

4.2 Impulse für mögliche Projektideen

Basierend auf den identifizierten Handlungsfeldern in Kombination mit den Kompetenzen konnten aus den Interviews mit Fachgrößen Projektideen abgeleitet werden, die zur Weiterentwicklung der Felder dienen können. Diese Projektideen wurden den drei Handlungsfeldern sowie Ebenen zugeordnet. Dabei haben die Ideen Einfluss auf verschiedenen Ebenen und können nicht immer klar einem der Handlungsfelder zugeordnet werden. Im Folgenden werden die Ideen vorgestellt:

Tabelle 4-1: Projektidee #1 Nachhaltige Materialien im Spritzgießen

Titel	#1 Nachhaltige Materialien im Spritzgießen
Bedarf	<p>Im Zuge von Emissions- und insbesondere CO₂-Reduktion werden zunehmend steigende Anforderungen zur CO₂-neutraleren Produktion auch an die Unternehmen der Fertigungs-Branche gestellt. Dabei ist demnach nicht nur die Emission in der Nutzungsphase des <i>Kognitiven Autos</i> für die Gesamtbilanz von Interesse, sondern diejenige, die über den gesamten Lebenszyklus ausgestoßen wird, relevant. Hieraus ergeben sich direkte Anforderungen an die Weiterentwicklung von Materialien und Produktionsverfahren</p>
Initiale Beschreibung	<p>Nutzbarmachung von pflanzlichem Material für den Fertigungsprozess des Spritzgießens</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vertiefte Analyse von Anforderungen an diese Materialien - Analyse und Weiterentwicklung von Materialeigenschaften - Weiterentwicklung bestehender Fertigungsverfahren im Spritzguss - Aufbau eines Zulieferer-, Logistik- und Kompetenznetzwerks
Anbietendennutzen	<ul style="list-style-type: none"> - Know-How in der Anwendung von neuen Materialien; - Direkter und messbarer Mehrwert für die Kundschaft als Marktzugangsargument - Verbesserung der Betriebseigenen CO₂-Bilanz - Übernahmewahrscheinlichkeit von bestehenden Fertigungsverfahren sehr hoch
Nutzen der Kundschaft	<ul style="list-style-type: none"> - CO₂ Bilanz verbessern - Einhalten von Klimavorgaben - Imagegewinn
Produkteigenschaften	<p>Sensorikdiversität Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft Vernetzungsleistung</p>
Kompetenz in Thüringen	<p>Kunststoffverarbeitung – Spritzguss, Materialforschung</p>
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Materialtechnologien, die beispielsweise auf Naturfasern oder biologischen Abfallprodukten basieren und eine verbesserte CO₂-Bilanz im Gesamtlebenszyklus aufweisen - Konzepte zur Weiterentwicklung von Fertigungstechnologien, um diese Materialien entlang der Anforderungen an Qualität, Kosten, Stabilität und Emissionen in der Komponentenfertigung zu nutzen - Erprobungsverfahren zur Qualitätsprüfung - Kompetenz- und Logistiknetzwerk

Tabelle 4-2: Projektidee #2 Smart-Heating-Koalition

Titel	#2 Smart-Heating-Koalition
Bedarf	<p>Schon in konventionell betriebenen Fahrzeugen und zunehmend in der Nutzung alternativer Antriebs-, inklusive Energiespeicherkonzepte ist der Energieverbrauch eines Fahrzeugs eine zentrale Performancegröße. Es existiert eine Vielzahl an Verbrauchersystemen in Fahrzeugen, die auf den Gesamtenergieverbrauch des Fahrzeugs wirken. So sind Energieeinsparpotentiale bspw. durch die Nutzung von Smart-Heating-Elementen eine gute Möglichkeit der fahrzeuginternen und zugleich teilsystemautarken Energieversorgung. Es gibt bereits vereinzelte Anwendungsfelder im Bereich verschiedener Materialien. Jedoch ist eine ganzheitliche Betrachtung der Potentiale im Gesamtfahrzeug über die Nutzung von Synergien zwischen verschiedenen Grundwerkstoffen und auch die Materialübergreifende Fertigung der Materialien eine Chance, um Materialkompetenzen zu bündeln und eine größere Anzahl an Anwendungsfeldern im Fahrzeug zu erschließen. Die Anwendungsfälle lassen sich sowohl im Interieur (bspw. beheizte Sitze) als auch im Exterieur (bspw. Enteisung von Kameras) verorten.</p>
Initiale Beschreibung	<p>Es entsteht ein Anwendungsfallkatalog, inklusive Konzepten zur Erschließung dieser Anwendungsfälle, um Smart Heating Elemente in den Bereichen Kunststoff, Textilien und Glas im <i>Kognitiven Auto</i> zur Reduktion von Energieverbräuchen und Funktionserweiterung zu nutzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse der Bedarfe von Kundschaft und Anwendenden im Fahrzeuginterieur und -exterieur und Identifikation möglicher heutiger und zukünftiger Verbraucher (Klima, Displays, ...) - Modellierung von Anwendungsfällen zur Ableitung von Anforderungen an die Materialien und Definition der Zusatzfunktionen, die durch diese Materialien erfüllt werden - Identifikation von Synergien über die Materialgruppen hinweg in den Bereichen Entwicklung, Fertigung und Validierung und Bündelung der Kompetenzen - Entwicklung von Inventionen auf Komponenten- und Teilsystemebene zur Weiterentwicklung des Funktionsumfangs des <i>Kognitiven Autos</i> sowie zur Realisierung von Energieeinsparpotentialen - Ausarbeiten und Realisieren von Marktzugangskonzepten
Anbietendennutzen	<ul style="list-style-type: none"> - Gemeinsame Identifikation neuer Einsatzzwecke der verschiedenen Smart-Heating-Elemente - Durch Kompetenzbündelung Erweiterung des Unternehmensnetzwerks - Integrierte Entwicklung von Materialien, Komponenten, Produktions- und Validierungssystemen
Nutzen der Kundschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Erweiterter Funktionsumfang im <i>Kognitiven Auto</i> (z.B. Aktivierung von Materialien über Touch, automatisierte Enteisung von Scheiben vor Fahrtantritt) - Erhöhte und kontinuierliche Verfügbarkeit von Sensoren, auch bei niederen Witterungsbedingungen

	<ul style="list-style-type: none"> - Reduzierter Energieverbrauch im Gesamtsystem durch autarke Teilsysteme
Produkteigenschaften	<p>Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen Sensorikdiversität Vernetzungsleistung</p>
Kompetenz in Thüringen	<p>Kompetenzen im Bereich der Smart-Heating-Elemente in den Bereichen Textil, Glas und Kunststoff, Fertigungskompetenzen</p>
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsfallkatalog zum integrierten Einsatz der verschiedenen Smart-Heating-Materialien, aus denen auch die Funktionen, die mittels der Komponenten realisiert werden, hervorgehen - Abgeleitete Anforderungen aus den Anwendungsfällen an die Komponenten und Teilsysteme des <i>Kognitiven Autos</i> sowie schlussendlich an die Materialien - Konzepte zur Realisierung ausgewählter Komponenten und Teilsysteme - Konzepte zur integrierten Fertigung und Validierung der Komponenten - Gebündelte Kompetenzen im Bereich der Smart-Heating-Elemente

Tabelle 4-3: Projektidee #3 Nachweisführung im Safety-critical KI-Engineering

Titel	#3 Nachweisführung im Safety-critical KI-Engineering
Bedarf	<p>Fahrzeuge stellen eine potentielle Gefahr für Insassen und Umgebung dar. Aus diesem Grund existiert eine Reihe an Normen und Standards an die funktionale Sicherheit der Systeme (bspw. Automotive ISO 26262), sowie an die verwendeten Entwicklungs- und Validierungsmethoden. Wird nun künstliche Intelligenz in kritischen Funktionen, wie bspw. der Hinderniserkennung eingesetzt, treten schnell Fragen bezüglich Absicherung und der Rechtslage auf, da Selbstverändernde Systeme in der Zertifizierung nicht vorgesehen sind. Hieraus ergeben sich Fragestellungen, wie sicherheitskritische Funktionen mittels Künstlicher Intelligenz realisiert werden können und Fahrzeuge zugleich die notwendigen Zertifizierungen und Standardisierungen erfüllen.</p>
Initiale Beschreibung	<p>Es entsteht ein Gesamtkonzept zur Realisierung von sicherheitskritischen Funktionen durch KI, inklusive Konzepten zur Absicherung der Funktionserfüllung, Zertifizierung von Trainingsdaten und Zertifizierung von Entwicklungsmethoden im Bereich der selbstlernenden Systeme. Dazu wird ein beispielhafter Anwendungsfall des <i>Kognitiven Autos</i> identifiziert und auf Basis des bestehenden Know-Hows in Thüringen aus anderen Anwendungsfeldern ein Übertrag der hier genutzten Konzepte zum Umgang mit KI in den sicherheitsrelevanten Funktionen in den Anwendungsfall des Fahrzeugs geleistet. Teil des Projektergebnisses ist neben der Umsetzung geeigneter Konzepte in der Funktionserfüllung durch KI (Robustheitsprüfung KI, Redundanzkonzepte, Voting Mechanismen, o.ä.) die (Weiter-)Entwicklung von Absicherungsverfahren, auch im Bereich der Zertifizierung von Trainingsdaten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifikation eines Leit-Cases (bspw. Hinderniserkennung) und Ableiten der Anforderungen aus den relevanten Normen sowie aus dem Anwendungsfall an das <i>Kognitive Auto</i> und insbesondere an die genutzte KI - Identifikation von Synergien in den Kompetenzen aus dem Aviation-Bereich und weiteren Anwendungsfeldern in Thüringen (auch über die Forschungseinrichtungen) sowie aus dem Umgang mit ähnlichen Zertifizierungen (bspw. Airborne Systems DO178C) - Umsetzung der Funktionserfüllung durch selbstlernende KI - Entwicklung von Konzepten zur Absicherung der Funktionserfüllung, der Entwicklungsmethoden sowie der Trainingsdaten - Ableiten von Mustern im Vorgehen, sodass ein Übertrag auf weitere sicherheitskritische Funktionen gewährleistet werden kann und diese Kompetenz in Thüringen gefestigt werden kann
Anbietendennutzen	<ul style="list-style-type: none"> - Anbieten von Lösungen in einem hochrelevanten Anwendungsgebiet - Nutzen und Übertragen bestehender Kompetenzen zur Steigerung von Kompetenzen im KI-Bereich

	<ul style="list-style-type: none"> - Aufbau eines Netzwerks aus mehreren kleineren, hochspezialisierten Kompetenzträgern - Verbesserung des Marktzugangs über das entstandene Netzwerk
Nutzen der Kundschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Gesteigerte Akzeptanz gegenüber KI-basierter Erfüllung von sicherheitskritischen Funktionen - Entwicklung, Absicherung und Nutzung von Trainingsdaten aus einem zusammenhängenden Netzwerk und dadurch Reduktion von Schnittstellenproblemen in der Systemintegration - Erweitertes Funktionsportfolio durch die Integration von KI
Produkteigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Adaptivität zum <i>Kognitiven Auto</i>
Kompetenz in Thüringen	<p>KI im Aviation Bereich, Kompetenzen in der Forschung im Bereich des hochautomatisierten/ autonomen Fahrens, Einsatz von künstlichen neuronalen Netzen, Kompetenzen im Bereich der Systementwicklung nach gängigen Automotive-standards (z.B. ISO 9000, ISO 26262)</p>
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Realisierungskonzepte für Maßnahmen zur Integration von Künstlicher Intelligenz in sicherheitskritische Funktionen - Konzepte zur Absicherung von selbstlernenden Systemen - Konzepte zur KI-basierten Sammlung und Nutzung von Trainings- und Testdaten - Konzepte zum Übertrag von Know-How aus dem Aviation-Bereich in die Fahrzeugentwicklung - Kompetenznetzwerk mit Playern aus Forschung, kleineren Unternehmen und einem Unternehmen aus dem Tier 1 Bereich - Konzept des Zugangs in den Markt

Tabelle 4-4: Projektidee #4 Fertigungskompetenz-Shift

Titel	#4 Fertigungskompetenz-Shift
Bedarf	<p>In der Entwicklung hin zum <i>Kognitiven Auto</i> werden sich Topologien im Antriebsstrang sowie im Karosseriebereich tiefgreifend verändern, was dazu führt, dass auch die Anforderungen an die Fertigung verändert werden. Der Trend in der Stückzahlminimierung zeigt, dass die Ausrichtung auf die Fertigung großer Losgrößen allein kein nachhaltiges Geschäftsmodell darstellt. Auch Unternehmen in der Komponentenfertigung müssen sich mit den Teilsystemen des <i>Kognitiven Autos</i> weiterentwickeln, um ihr Fertigungs-Know-How auch zukünftig gewinnbringend nutzen zu können. Eine detaillierte Analyse von gefertigten Bauteilen und fertigen Geometrien und der Übertrag auf zukünftig benötigte Komponenten ist die Basis für eine zukunftsrobuste Weiterentwicklung der bestehenden Fertigungsverfahren.</p>
Initiale Beschreibung	<p>In einem Unternehmensverbund von Unternehmen der Fertigungsbranche entsteht ein Verfahrens- und Geometriege-nauer Fertigungskatalog, mittels dem eine Einschätzung bezüglich zukünftig fertiger Geometrien und Komponenten getroffen werden kann. Dieser dient zudem der Ableitung von Strategien und Maßnahmen zur Weiterentwicklung bestehender Fertigungsverfahren basierend auf fundierten Machbarkeitsanalysen. Neben Maßnahmen zur technischen Weiterentwicklung bestehender Verfahren entsteht in dem Projekt die transferierbare Methodik zur unternehmensindividuellen Weiterentwicklung bestehender Fertigungsverfahren für zukünftige Fertigungsfälle.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse der gefertigten Bauteilgeometrien und Erstellung eines Fertigungsprofils, dem man die Verfahren, Materialien und weitere Fertigungsparameter im Sinne von Fertigungsbereichen entnehmen kann - Analyse zukünftiger Komponenten und Geometrien im Fahrzeug und Ableitung möglicher Anforderungen an die Fertigungsverfahren (Bspw. Bipolarplatten) - Erstellen von Machbarkeitsanalysen zur Einschätzung der Fertigbarkeit zukünftig relevanter Komponenten und Geometrien in Thüringen und Ableiten von Defiziten auf Geometrieniveau - Ableiten von Maßnahmen zur Erweiterung der bestehenden Fertigungsverfahren sowie des damit verbundenen Angebotsportfolios - Explizieren und Abstrahieren der Vorgehensweise zur Anwendung in weiteren Unternehmen (Dienstleistung)
Anbietendennutzen	<ul style="list-style-type: none"> - Erweiterung des Angebots- und Fertigungsportfolios - Erschaffen der Basis für zukunftsrobuste Geschäftsmodelle, um am Markt der Fertigung für Komponenten im Bereich des <i>Kognitiven Autos</i> eine komfortable Ausgangsposition zu haben - Dienstleistung, die unabhängig vom Anwendungsfall und von Unternehmen angewandt werden kann
Nutzen der Kundschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Vielfalt in der Geometrien- und Komponentenfertigung - Bezug wirtschaftlich gefertigter Komponenten

	<ul style="list-style-type: none"> - Verlässliches und robustes Zulieferernetzwerk - Beibehaltung etablierter Partnerschaften
Produkteigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Integration von Servicelösungen - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundenschaft
Kompetenz in Thüringen	Fertigungskompetenzen, Forschungsinstitute mit tiefem Know-How in der Weiterentwicklung von Fertigungsprozessen
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Fertigungskatalog, dem die Geometrien und Komponenten zu entnehmen sind, die in Thüringen heute und zukünftig fertigbar sind - Strategien und Maßnahmen zur gezielten Weiterentwicklung der bestehenden Fertigungsverfahren basierend auf einer fundierten Machbarkeitsanalyse - Dienstleistung (bspw. für eine Forschungsinstitut) zur Anwendung der Vorgehensweise in weiteren Unternehmen

Tabelle 4-5: Projektidee #5 Nutzungsdatenbasierte Services der Fertigungsunternehmen

Titel	#5 Nutzungsdatenbasierte Services der Fertigungsunternehmen
Bedarf	<p>Die Entwicklung von Produkt und Produktionssystem erfolgt insbesondere bei komplexen, autonomen und vernetzten Systemen integriert. Dabei ist die Produktionssystementwicklung auf Anforderungen aus der Produktentwicklung angewiesen und vice versa. In der Weiterentwicklung von Komponenten und Teilsystemen in Generationen wird dabei auf das Wissen zurückgegriffen, was in der Entwicklung von Vorgängergenerationen sowie deren Nutzung entstanden ist, um bspw. kontinuierlich den Nutzen der Endkundschaft im Fahrerlebnis zu steigern. In der Nutzung des <i>Kognitiven Autos</i> werden das zur Verfügung stehende Datenvolumen und die -vielfalt immens steigen. Hier bedarf es einer detaillierten Potentialanalyse und daraus einer Ableitung an Services, die Fertigungsunternehmen ihrer Kundschaft zur Verfügung stellen können, damit letztere bspw. in der Weiterentwicklung ihrer Komponenten fundierte und auf Nutzungsdaten basierte Erkenntnisse aus dem Produktionssystem an die Komponenten erhalten. Ein konkreter Anwendungsfall ist beispielsweise die Reduktion von Bauteildimensionen aufgrund geringem realen Verschleiß im Feld und daraus eine Materialeinsparung in der Produktion. Diese Erkenntnis könnte durch ein Fertigungsunternehmen an die Entwicklung besagter Komponente kommuniziert werden, wenn dies Teil des Servicepakets ist, dass potentielle Kundschaft über eine Plattform bucht.</p>
Initiale Beschreibung	<p>Es soll eine Plattform entwickelt werden, auf der die Thüringer Fertigungsunternehmen verschiedene Beratungsleistungen anbieten können, die auf der Erfassung von Nutzungsdaten und KI-gestützter Interpretation im Fertigungskontext basiert. Diesen Service können die Kundschaft in der Zuliefererkette, die eigene Entwicklung betreiben, nutzen, um die Synthese zukünftiger Komponentengenerationen bezüglich der Anforderungsableitung an das Produktionssystem anzureichern.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse von zur Verfügung stehenden Kompetenzen im Bereich der Sensorik, KI, Datenplattform und Fertigung auf Teilsystemebene - Analyse der möglichen Einsatzpotentiale der identifizierten Kompetenzen zur Erfassung und Verarbeitung von Nutzungsdaten auf Teilsystem-, Komponenten- und Geometrieebene - Entwickeln von KI-gestützten Analysen der erfassten Nutzungsdaten und Interpretation der Daten aus der Sicht von Fachgrößen aus der Fertigung - Entwicklung von Servicealternativen für entwickelnde Unternehmen und eines durchgängigen Geschäftsmodells zur Beteiligung aller an dem Netzwerk beteiligter Unternehmen - Bereitstellung der entwickelten Plattform und Release

	<ul style="list-style-type: none"> - Durchführen von Analysen zu Herausforderungen und rechtlichen Fragestellungen im Bereich der Datennutzung
Anbietendennutzen	<ul style="list-style-type: none"> - Erweiterung des Zugangs zu möglicher Kundschaft, auch für kleinere beteiligte Unternehmen - Erweiterung des angebotenen Leistungsportfolios - Vielfältiges Geschäftsmodell mit hohem Serviceanteil (geringer Investitionsaufwand) - Partizipation in früheren Wertschöpfungsphasen und Weiterentwicklung von Entwicklungskompetenzen - Verstetigte Position in der Wertschöpfungskette und Aufbau robuster Partnerschaften - Breite Anwendungsfälle für Sensorhersteller in Thüringen
Nutzen der Kundschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Verminderter Abstimmungsaufwand mit Fertigungsunternehmen - Datengrundlage für Designentscheidungen mit direkten Auswirkungen auf die Fertigung - Impulse für die Weiterentwicklung von Komponentendesigns aus der Kombination von Nutzungsdaten und Fertigungs-Know-How
Produkteigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft - Sensorikdiversität - Adaptivität zum <i>Kognitiven Auto</i> - Integration von Servicelösungen - Geteilte kognitive Leistung
Kompetenz in Thüringen	Fertigungskompetenzen, Sensorhersteller, KI-Entwickler, Forschungsinstitute mit tiefem Know-How in der Weiterentwicklung von Fertigungsprozessen sowie in der Dimensionierung von Komponenten
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Konzepte und Geschäftsmodelle von Sensorherstellern, KI-Entwicklern und Fertigungsunternehmen zur Nutzungsdatenerfassung bspw. zu Verschleißverhalten von Komponenten, KI-basierter Auswertung und Interpretation - Ansätze zur Impulsgabe hinsichtlich fertigungsgerechter Optimierung auf Basis der Nutzungsdaten, sodass bspw. die Fertigung für die Kundschaft günstiger wird - Plattform, auf der das Gesamtkonzept (Sensorintegration, Auswertung und Interpretation sowie Impulsgabe) als Service angeboten wird - Konzept zur Partizipation weiterer Unternehmen

Tabelle 4-6: Projektidee #6 Sensorik für die Serie

Titel	#6 Sensorik für die Serie
Bedarf	<p>Das <i>Kognitive Auto</i> wird eine Vielzahl an verschiedenen Sensoren in einem Großteil der Teilsysteme und Komponenten integriert haben müssen, um ein ganzheitlich sicheres Systemverhalten zu gewährleisten und der anwendenden Person ein Höchstmaß an Funktionalität und Komfort bieten zu können. Zudem muss die Kommunikation des Fahrzeugs mit seiner Umgebung gewährleistet werden. Demnach wird Sensorik im Inneren des Fahrzeugs (z.B. in der Drehmomentsensierung oder der Überwachung von Verschleißverhaltensweisen) sowie im Äußeren zur Erfassung des Umfelds (z.B. Kameratechnik, Radar-, LiDAR- Sensorik, ...) in serienfähigen Stückzahlen produziert werden müssen. Für Tier 1 oder OEMs ist bereits ein Stückzahlunterschied von 1 Euro pro Sensor ein zentrales Argument in der Beauftragung von Herstellern. Viele Sensortypen sind derzeit preislich noch entfernt von der wirtschaftlichen Serienreife.</p>
Initiale Beschreibung	<p>Es entstehen Konzepte zur Weiterentwicklung ausgewählter Sensoren, inklusive deren Produktionssystemen zur Kostenreduktion in der Fertigung mit dem Ziel der Erreichung von Serien-geeigneten Stückzahlpreisen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse des Sensorsystems über den gesamten Lebenszyklus (Entwicklung, Validierung, Produktionssystementwicklung, Fertigung, Nutzung, Abbau) - Ermittlung von Aufwänden über die verschiedenen Lebenszyklusphasen - Erarbeitung von Konzepten zur Aufwandsminimierung, sowohl prozess-, design- und fertigungsseitig - Neben der effizienteren Gestaltung von Entwicklungs- und Validierungsprozessen werden Konzepte zur kostengünstigeren Fertigung durch Designanpassungen, Funktionsintegration und Materialsubstitution erarbeitet
Anbietendennutzen	<ul style="list-style-type: none"> - Schaffen von Wettbewerbsvorteilen - Erarbeiten eines reproduzierbaren Vorgehens
Nutzen der Kundschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Geringere Stückzahlkosten für Sensoren - Ermöglichte Serienreife in ausgewählten Teilsystemen für das <i>Kognitive Auto</i>
Produkteigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Sensorikdiversität - Adaptivität zum <i>Kognitiven Auto</i>
Kompetenz in Thüringen	<p>Kompetenzen in der Entwicklung und Fertigung verschiedener Sensoren (sowohl für Interieur als auch Exterieur), Kompetenzen im Bereich der Produktentwicklungsforschung sowie der Forschung im Bereich der Produktgestaltung</p>
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Konzepte zur Weiterentwicklung ausgewählter Sensoren zur Kostenreduktion in der Fertigung - Einbringen von Potentialen durch Funktionsintegration und Materialsubstitution - Ganzheitliches Marktzugangskonzept

Tabelle 4-7: Projektidee #7 Traktionsbatteriegehäuse als tragendes Bauteil

Titel	#7 Traktionsbatteriegehäuse als tragendes Bauteil
Bedarf	Ein zentrales Teilsystem zukünftiger Fahrzeuge ist das Batteriesystem. Neben dem hohen Gewicht der Batterie ist die Batteriesicherheit eine zentrale Eigenschaft, die die Topologie zukünftiger Fahrzeugarchitekturen maßgeblich beeinflussen wird, was zudem das Fahrverhalten beeinflusst. Um Leichtbaupotentiale zu heben, existieren erste Bestrebungen, das Batteriegehäuse mittels Funktionsintegration in die Fahrzeugkarosserie zu integrieren und dadurch zudem die Crash-Sicherheit zu erhöhen.
Initiale Beschreibung	<p>Es entsteht ein Konzept zur serientauglichen und modularen (unabhängig vom OEM) Integration des Batteriegehäuses in die Fahrzeugkarosserie, sodass das Gehäuse kraftleitend wirkt und im Crash-Fall die Sicherheitsanforderungen erfüllt. Zudem werden so Leichtbaupotentiale für das elektrifizierte <i>Kognitive Auto</i> realisiert. Zentrale Rolle bei der Konzeptentwicklung spielen Thüringer Fertigungskompetenzen in der Karosserie-, Faserverbund- und Kunststofffertigung sowie -forschung.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse der Anforderungen an Batteriesysteme aus Gesamtfahrzeugsicht hinsichtlich Crash-Sicherheit, Zugänglichkeit und weiterer Aspekte - (Weiter-)Entwicklung von Integrationsmöglichkeiten, wobei hier insbesondere die Fertigung und das System Co-Designed werden - Erarbeitung eines Modularisierungskonzepts, um das entwickelte Integrationskonzept unabhängig von der Kundschaft in die jeweilige Fahrzeugkarosserie zu integrieren - Optimierung des Konzepts für die Serienfertigung - Aufbau der Fertigung
Anbietendennutzen	<ul style="list-style-type: none"> - Adressiert eine zentrale aktuelle Entwicklungsaufgabe von Elektrofahrzeugherstellern - Potential für ein nachhaltiges Geschäftsmodell - Erweiterung des Fertigungs-Know-Hows - Beteiligung an frühen Wertschöpfungsphasen
Nutzen der Kundschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Einsparen von Gewicht im Gesamtsystem - Erhöhen der Crash-Sicherheit - Kosteneinsparpotentiale durch integrierte Fertigung
Produkteigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Nachhaltigkeit Energiespeicher - Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kundschaft
Kompetenz in Thüringen	Fertigungskompetenzen in der Karosserie-, Faserverbund und Kunststofffertigung- sowie Forschung
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Modulares Konzept zur Fertigung in die Karosserie integrierter Batteriegehäuse

Tabelle 4-8: Projektidee #8 Sensorik-Allianz für Schlechtwetterbedingungen

Titel	#8 Sensorik-Allianz für Schlechtwetterbedingungen
Bedarf	<p>Eine Hauptaufgabe im <i>Kognitiven Auto</i> ist die Umfelderkennung durch im Fahrzeug verbaute Sensorik. Vor dem Hintergrund rechtlicher Fragestellungen rund um das Thema der Haftung ist die sichere Detektion von anderen Verkehrsteilnehmenden und Hindernissen als Entscheidungsgrundlage für Fahrmanöver essentielle Voraussetzung für die Akzeptanz und Zulassungsfähigkeit autonomer Systeme. Während dies bei guten Bedingungen bereits gut umsetzbar ist, stellen besonders schlechte Wetterbedingungen die Systeme am Markt noch vor große Herausforderungen. Durch die Kombination von Sensorsystemen zur Umfelderkennung die auf verschiedenen Prinzipien (z.B. LiDAR, Radar, Kamerasysteme in verschiedenen Wellenlängenbereichen, Ultraschall) beruhen, können die spezifischen Stärken sich gegenseitig ergänzen und ihre Schwachpunkte eliminieren. Besonders die Kosten- und Bauraumoptimierte Entwicklung sowie Produktion solcher Systeme sind Knackpunkte der technischen Realisierung.</p>
Initiale Beschreibung	<p>Es entsteht ein Systemkonzept kombinierter Sensoren zur Umfelderkennung verbunden mit einer Bildverarbeitungsalgorithmik optimiert auf Schlechtwetterbedingungen. Zur situativen Auswahl und integrierten Auswertung der Sensorsignale kann auf eine KI gestützte Bildverarbeitungsalgorithmik eingesetzt werden.</p> <p>Zurückgegriffen wird hierbei auf die Kompetenzen Thüringer Forschungseinrichtungen und Unternehmen in der sensorischen Umfelderkennung sowie der Bildverarbeitung. Um direkt Kosten- und Fertigungsoptimiert entwickeln zu können werden Fertigungsunternehmen miteinbezogen.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse an Anforderungen an ein System zur Umfelderkennung besonders bei Schlechtwetterbedingungen für die Fahraufgaben des <i>Kognitiven Autos</i> - Auswahl und Kombination verschiedener Sensoriken zur Umfelderkennung basierend auf unterschiedlichen physikalischen Prinzipien entsprechend ihrer Vor- und Nachteile - Erarbeitung einer Systemstruktur aus den verschiedenen Sensoriken in Kombination einer Algorithmik zur Bildverarbeitung zur Ausfallsicheren Umfelderkennung auch bei schlechten Wetterbedingungen - Erarbeitung von Integrationsmöglichkeiten der Teilsysteme unter Berücksichtigung der Produktion im Sinne des Co-Designs - Validierung des Systems an repräsentativen Schlechtwettersituationen
Anbietendennutzen	<ul style="list-style-type: none"> - Löst eine noch ungelöste Herausforderung auf dem Weg zum autonomen Fahren - Stärkung der Marktposition durch die Bündelung der Kompetenzen verschiedener Sensorik- und Softwarespezialisten zur Entwicklung eines integrierten Systems

Nutzen der Kundschaft	<ul style="list-style-type: none"> - Steigerung der Akzeptanz und Zulassungsfähigkeit autonomer Fahrzeuge durch Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit des autonomen Fahrmodus - Ein Systemanbieter für Umfelderkennung als Zulieferer
Produkteigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen - Sensorikdiversität - Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz - Adaptivität zum <i>Kognitiven Auto</i> - Vernetzungsleistung
Kompetenz in Thüringen	Fertigungskompetenzen, Sensorhersteller, KI-Entwickler, Forschungsinstitute mit tiefem Know-How in der Weiterentwicklung von Fertigungsprozessen sowie in der Dimensionierung von Komponenten
Ergebnis	<ul style="list-style-type: none"> - Wirtschaftlich herstellbares Umfelderkennungssystem bei Schlechtwetterbedingungen

Neben den bereits vorgestellten Projektideen sollen im Folgenden drei Konzepte für Verbundprojekte konkreter vorgestellt werden. Diese drei Verbundprojektideen können den Startpunkt der Transformation vom klassischen Zulieferstandort hin zum Wertschöpfungsnetzwerk von Produkten, Komponenten und Teilsystemen des *Kognitiven Autos* markieren. Um hier eine möglichst breite Ausgangsbasis anbieten zu können, adressieren die drei Verbundprojektkonzepte Punkte aller identifizierter Ebenen und Handlungsfelder:

- *Foundry Thuringia* nutzt die in Thüringen stark ausgeprägten Kompetenzen in der Fertigung und Produktion durch Spritzguss über Blechteilfertigung hin zur Montage, um in Kombination mit der Sensorikkompetenz Entwicklungs- und Produktionspartner Smarter Komponenten für die Tier 1 und OEMs zu werden. Damit ist dieses Konzept sowohl dem Handlungsfeld des *Produkt-Produktions-Co-Designs* als auch *Sensorik in Anwendungen für das kognitive Auto* anzusiedeln.
- *Thüringen Demonstrator* setzt an den spezifischen technologischen Kompetenzen einzelner Thüringer Unternehmen an und soll ihnen, sofern noch nicht vorhanden, den Zugang zur Automobilindustrie ermöglichen. Als Repräsentation des *Kognitiven Autos*, bildet der Thüringen Demonstrator eine Plattform, um vorhandene Kompetenzen (Sensorik, KI, Smart Materials, Privacy Anwendungen, ...) an den erforderlichen Funktionen des *Kognitiven Autos* auf passende Produkte und Komponenten übertragen und diese im Gesamtsystemkontext validieren sowie den Tier 1 und OEMs präsentieren zu können. Damit ist dieses Konzept vorrangig den Handlungsfeldern *Bündelung von KI Kompetenzen* und *Sensorik in Anwendungen für das Kognitive Auto* zuzuordnen, ist jedoch nicht auf diese beiden Technologiebereiche beschränkt.
- *KI gestützte Kartierung im Kognitiven Auto* setzt auf der in Thüringen in Nischen vorhandenen KI Kompetenz auf, mit dem Ziel, diese auf den Automobilbereich zu übertragen. An dem exemplarischen Case der KI gestützten Kartierung soll der Eintritt in die Entwicklung von kognitiven Kernfunktionen des Autos ermöglicht werden. Als strategisches Ziel steht hier die Attraktivitätssteigerung des Automobilclusters Thüringen für gut ausgebildete KI Spezialisten und Unternehmen mit Bedarf an solchen Spezialisten. Damit ist dieses Konzept dem Handlungsfeld *Bündelung von KI-Kompetenzen* zuzuordnen.

Jedes dieser Projekte wurde konzeptionell hinsichtlich einem definierten Nutzen für das Automobilcluster Thüringen initial beschrieben. Hierbei setzen die Verbundprojektideen auf den vorhandenen Kompetenzen der Thüringer Akteure auf und es werden mögliche Partner zur Durchführung der Projekte vorgeschlagen. Angestrebte Ergebnisse sowie die dafür notwendigen Tätigkeiten werden dabei zu jedem Konzept beschrieben. Dabei stellen diese Verbundprojektideen allerdings vorrangig konkrete Konzepte möglicher Verbundprojekte bereit. Die

Ausdetaillierung zu einreichungsfähigen Vorhabensbeschreibungen ist Aufgabe von zu bildenden Konsortien und nicht Anspruch dieser Studie.

Vorstellung Projektidee im Bereich Produkt-Produktions-Co-Design

Die Funktionen und der sichere Betrieb des *Kognitiven Autos* erzwingen unausweichlich eine Zunahme an Sensoren an verschiedensten Komponenten mit verschiedensten Funktionen. Anwendungsbereiche sind z.B. die Zustandserfassung von Antriebsstrangkomponenten oder die Innenraumüberwachung und Umfelderkennung. Dieser Bedarf ist nur durch die Funktionsintegration durch die Integration von Sensoren in vorhandene Komponenten zu decken. Die erhöhte Komplexität der Produkte durch die Funktions- durch Sensorintegration jedoch bedingt auch eine komplexere Produktion. Gleichzeitig erfordert die zunehmende Stückzahlvolatilität für eine wirtschaftliche Fertigung mehr Flexibilität in der Anwendbarkeit der Produktionsanlagen. Langfristig sicher kann diesen Entwicklungen nur durch eine Anpassung des Geschäftsmodelles begegnet werden. Im Kontext des *Kognitiven Autos* ist der Wandel zum Entwicklungspartner der Tier 1 oder OEMs im Sinne einer integrierten Vernetzung der Produkt- und Produktionssystementwicklung notwendig, um intelligente Inventionen hervorbringen zu können und somit die Zukunftsfähigkeit sicherzustellen.

Das erste Konzept, *Foundry Thuringia*, verfolgt daher das Ziel, ein eng vernetztes Wertschöpfungsnetzwerk in Thüringen als starken Partner der Tier 1 und OEMs im Sinne des Produkt-Produktions-Co-Designs für intelligente Komponenten aufzubauen. Dazu sollen in dem Projekt ein Wertschöpfungsnetzwerk ähnlich zu einem Foundry aufgebaut werden:

Tabelle 4-9: Projektidee #9 Foundry Thuringia

Titel	#9 Foundry Thuringia
Claim	Entwickelt werden soll ein flexibles und eng vernetztes Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk als verlässlicher Entwicklungspartner für Tier 1 oder OEMs im Sinne einer integrierten Betrachtung der Produkt- und Produktionssystementwicklung für intelligente Produktlösungen.
Initiale Projektbeschreibung	<p>Aufgebaut werden soll ein enges Fertigungslogistiknetzwerk zur Produktion smarterer Komponenten durch die Funktionsintegration analog einem Foundry der Chipherstellung. Dadurch partizipieren die Thüringer Fertigungsunternehmen an der Produkt-Produktions-Co-Design-Entwicklung. Dafür beinhaltet das Projekt die Folgenden Aspekte:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erweiterung bestehende Fertigungstechnologien um neue Fertigungskompetenzen und Integration in die Serienfertigung - Weiterentwicklung von bestehenden Fertigungstechnologien zur Funktionsintegration in der Serienfertigung - Applikation von smarten Komponenten (Sensorik, Aktuatorik, Smart Materials, ...) - Knüpfung strategischer Partnerschaften von Unternehmen mit verschiedenen Fertigungskompetenzen untereinander und mit Unternehmen der Sensor- und Materialbranche <p>Den Fertigungsunternehmen entstehen dadurch neue USPs, indem sie in einem Wertschöpfungsverbund Produkte und Komponenten, die volatilen Fertigungsanforderungen unterliegen, wirtschaftlich und mit einem Höchstmaß an Qualität fertigen können.</p>
Bestehende Kompetenzen in Thüringen	<ul style="list-style-type: none"> - Produktionsstandort - Kunststoff- und Blechverarbeitung - Wirtschaftliche Fertigung verschiedener Komponenten mit höchster Qualität - Sensorikentwicklung - Materialforschung (Smart Materials)

Nutzen	<p>Anbietendennutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Erweiterung des Wertschöpfungsfokus - Erweiterungen der Geschäftsmodelle produzierender Unternehmen - Aufbau und Vertiefung von Kooperationen im Produkt-Produktions-Co-Design - Flexible Reaktion auf Anforderungen der Kundschaft - Erweiterung des Know-Hows in der Funktionsintegration während der Fertigung - Zugang der Sensorikbranche zum Automobilmarkt <p>Nutzen der Kundschaft</p> <ul style="list-style-type: none"> - Fertigungsgerechte Entwicklung ausgelagert in Foundry - Erweiterter Funktionsumfang durch Funktionsintegration in einzelnen Komponenten - Ermöglichung neuer Bauteilgeometrien durch Einbindung weiterer/ neuer Fertigungstechnologien - Flexible und kostengünstige Zulieferer smarter Komponenten im Herzen Deutschlands
Nachfrage	<ul style="list-style-type: none"> - Nachfrage nach intelligenten Komponenten mit hochkomplexen Geometrien nimmt im Zuge der Automatisierung von Fahrzeugen zu - Komplexere Produkte, Funktions- und Sensorintegration machen komplexere Produktion notwendig - Kompetenzen in den konventionelle Fertigungsverfahren müssen gezielt um neue Verfahren erweitert werden - Hierbei muss Produkt und Produktionssystem im Wechselspiel entwickelt werden - Geschäftsmodell muss dementsprechend um neue Wertversprechen erweitert werden, um zukünftigen Fertigungsanforderungen bei Sicherstellung von hoher Wirtschaftlichkeit und Qualität gerecht zu werden
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - Foundry: stark vernetztes Produktionsnetzwerk - Technologiekonzepte zur Erweiterung bestehender Fertigungsverfahren mit Schwerpunkt auf der Sensorintegration - Prototypische Produktionsanlage für die flexible Fertigung verschiedener intelligenter Komponenten - Handlungsleitfaden zum Produkt-Produktions-Co-Design
Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Potentialanalyse hinsichtlich geeigneter Komponenten zur integrierten Fertigung intelligenter Komponenten - Wechselseitige Anforderungsermittlung von Komponenten und bestehenden Produktionssystemen - Definition von Anforderungen an ein flexibles Produktionsnetzwerk zur Fertigung intelligenter Komponenten - Technologieentwicklung zur Sensorintegration und Integration in Fertigungsprozess - Aufbau eines Prototyps des Produktionsnetzwerks
Fördermöglichkeit	Konjunkturpaket 35c Modul A

Vorstellung Projektidee im Bereich Demonstratorprojekte

Die Entwicklung hin zum *Kognitiven Auto* ist durch zahlreiche Unsicherheiten geprägt. Viele neue Akteure mit großem Kapital drängen auf den Markt und auch die etablierten OEMs investieren zunehmend verstärkt in die Entwicklung autonomer Fahrzeuge. Dabei ist zu beobachten, dass es den OEMs scheinbar schwer fällt oder, dass sie nicht beabsichtigen benötigte (intelligente) Komponenten für neue Fahrzeugkonzepte so zu spezifizieren, dass klassische Zulieferketten diese Komponenten bereitstellen können. Um in dieser Situation trotzdem neue technische Lösungen mit hohem Innovationspotential hervorbringen zu können ist ein

Umdenken in den Unternehmen der Zulieferbranche notwendig. Eine Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Innovation ist es, den Nutzen der eigenen Technologie für die Kundschaft und die anwendende Person darlegen zu können. Dafür müssen die Unternehmen in die Lage kommen, selbstständig benötigte Funktionen eines *Kognitiven Autos* zu antizipieren und diese mit ihren vorhandenen Kompetenzen abzugleichen. Dies kann jedoch nur erreicht werden, wenn das Gesamtsystem *Kognitives Auto* mit seinen Wechselwirkungen im System of Systems der Mobilität gedacht wird. Dieses Gesamtbild ist nicht zuletzt für die steigende Bedeutung und Komplexität der Validierung von Komponenten und Teilsystemen des *Kognitiven Auto* essentiell. Im Wertschöpfungsnetzwerk des *Kognitiven Autos* sind also diejenigen Akteure im Vorteil, die den Tier 1 oder OEMs am Gesamtsystem validierte Lösungen für benötigte Funktionen bieten können.

Das zweite Konzept, *Thüringen Demonstrator*, verfolgt dazu das Ziel, den Thüringer Unternehmen mit ihren spezifischen Kompetenzen, als Abbild des antizipierten *Kognitiven Autos*, eine anwendungsfall ähnliche Entwicklungs-, Validierungs- und Demonstrationsumgebung zu bieten:

Tabelle 4-10: Projektidee #10 Thüringen Demonstrator

Titel	#10 Thüringen Demonstrator
Claim	Entwickelt werden sollte ein Demonstrator zur Veranschaulichung von Thüringer Hochleistungstechnologien in einer anwendungsfallähnlichen Systemumgebung. Diese dient der validen Entwicklung und Nutzbarmachung zukunftsrobuster Teilsysteme, die auf die Anforderungen des <i>Kognitiven Autos</i> zugeschnitten sind.
Initiale Projektbeschreibung	<p>Der <i>Thüringen Demonstrator</i> adressiert die Kleinteiligkeit der Thüringer Unternehmenslandschaft. Als gemischt physisch-virtuelle Plattform soll der Demonstrator den Unternehmen auf verschiedene Weisen zur Verfügung stehen und durch die Eigenschaften und Funktionen des <i>Kognitiven Autos</i>, die er verkörpert, die Ausgangsbasis für innovative Technologieentwicklungsprojekte sein. Kleine und mittlere Unternehmen können für ihre Produkte, Komponenten und Teilsysteme zu erfüllende Funktionen aus einem Gesamtsystem <i>Kognitives Auto</i> ableiten, die Funktionsweise validieren und möglicher Kundschaft (Tier 1 und OEMs) demonstrieren.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zugang für Thüringer Unternehmen und Forschungseinrichtungen zu Anforderungen aus dem <i>Kognitiven Auto</i> - Validierung und Demonstration der Funktionserfüllung der eigenen Teilsystem - Darstellung der Funktionsweise hochspezialisierter Technologien im Gesamt-/ Teilsystemverbund zur Kommunikation von Technologienutzen gegenüber Kundschaft (Tier 1 oder OEMs) - Weiterentwicklung von Kompetenzen in der kostengerechten und für die Automobilindustrie serientauglichen Fertigung von Sensoren und weiteren hochtechnologischen Komponenten (smart Materials, Privacy Anwendungen, car-to-x Kommunikation ...)
Bestehende Kompetenzen in Thüringen	<ul style="list-style-type: none"> - Entwicklung verschiedenster Sensoren - Fertigung von Komponenten aus konventionellen Antrieben, Fahrwerks- und Karosseriekomponenten - Lichttechnik - Interieur - Forschungseinrichtungen mit Schwerpunkt auf Produktionssystementwicklung, Sensorikentwicklung/ -integration, Daten- und Signalverarbeitung, Materialverarbeitung
Nutzen	Anbietendennutzen

	<ul style="list-style-type: none"> - Schaffen eines Showcases, um Fähigkeiten der Skalierung hochtechnologischer Sensorik und weiterer Komponenten für das <i>Kognitive Auto</i> zu zeigen - Aufbau von Kompetenzen in der integrierten Entwicklung smarterer Komponenten für das <i>Kognitive Auto</i> (Fokus Sensorik und smarte Materialien) - Weiterentwicklung der Kollaborationen der regionalen Unternehmen und Forschungseinrichtungen - Bündelung von Kompetenzen der regionalen Unternehmen und Forschungseinrichtungen - Zugang zu Anforderungen aus dem <i>Kognitiven Auto</i> zur Weiterentwicklung der eigenen Komponenten und damit Erhöhung des Markterfolges - Validierungsumgebung für die Absicherung der Funktionserfüllung von Teilsystemen und Komponenten <p>Nutzen der Kundschaft</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kostengerechte Sensorikintegration - Im Kontext des <i>Kognitiven Autos</i> validierte hochfunktionale Komponenten und Teilsysteme - Eingängliche Demonstration des Nutzens und somit Verständnis der Funktion - Schaffen eines bspw. „virtuellen Tier 1“ durch die Kollaboration zur Entwicklung von integrierten Teilsystemen anstelle von losgelösten Komponenten → weniger Integrations- und Abstimmungsaufwände
Nachfrage	<ul style="list-style-type: none"> - Produkte und Fertigungsverfahren, um den Kostenanforderungen und Zielsetzungen aus der Automobilindustrie gerecht zu werden (z.B. Drehmomentsensor zwischen 3-5€) - Tiefenanalyse: <ul style="list-style-type: none"> o Viele verschiedenen Sensorhersteller vorhanden, haben aber wenige Anknüpfungspunkte zur Automobilindustrie - Unklare Entwicklungsstrategien der OEMs und Tier 1 <ul style="list-style-type: none"> o Anforderungen, um Teilsysteme für das <i>Kognitive Auto</i> entwickeln zu können
Ergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> - Fähigkeiten, um benötigte Funktionen und damit Anforderungen aus dem <i>Kognitiven Auto</i> abzuleiten und mit den eigenen Kompetenzen abzugleichen - Gemischt virtuell-physischer Demonstrator als repräsentatives Teilsystem eines antizipierten <i>Kognitiven Autos</i> - Strategien und Vorgehensweisen in der integrierten Entwicklung sensierender/ smarterer Komponenten - Strategien zu kostenoptimierten Sensorenentwicklung und -fertigung - Gestärkte Kollaborationsstrukturen
Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Definition der Anforderungen und Eigenschaften eines möglichen <i>Kognitiven Autos</i> - Definition eines geeigneten Demonstratorumfangs - Aufbau eines gemischt physisch-virtuellen Demonstrators - Aufbau geeigneter Validierungsumgebungen - Ableiten von Anforderungen für die einzelnen Teilsysteme - Ableiten von Vorgehensweisen zur integrierten Entwicklung von Sensoren und weiteren Teilsystemen im Systemkomplex <i>Kognitives Auto</i>
Fördermöglichkeit	Konjunkturpaket 35c Modul C

Vorstellung Projektidee im Bereich für das Kognitive Fahrzeug notwendiger Digitalisierungsinitiativen

Künstliche Intelligenz gilt als eine der Schlüsseltechnologien zur Realisierung kognitiver Funktionen im *Kognitiven Auto*. Zur Stärkung und zum Ausbau des Leistungsumfangs des Automobilclusters Thüringen bietet sich daher der Kompetenzaufbau im Bereich der Nutzbarmachung von KI-Anwendungen für die Automobilindustrie an. Hauptherausforderungen für den Automobilstandort Thüringen ist es hierbei die Attraktivität für hochausgebildete Fachleute zu steigern, um diese im Land zu halten bzw. diese anzuziehen. Bisher finden an den Thüringer Universitäten vorzüglich ausgebildete Fachgrößen in der Softwareentwicklung im Kontext autonomen Fahren selten den Berufseinstieg in der Region. Die Überwindung dieser Hürde muss im Wechselspiel mit der dadurch bedingten Attraktivitätssteigerung des Standorts zur Ansiedelung weiterer Unternehmen aus dem Bereich KI geschehen.

Die Überwindung dieser Herausforderungen kann durch die Demonstration von im Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk entwickelten KI Lösungen im Kontext des *Kognitiven Autos* und einem damit einhergehenden Aufbau verschiedener Kompetenzbündel und Wertschöpfungsökosystemen im Bereich der KI begonnen werden. Das dritte Konzept, *KI gestützte Kartierung im Kognitiven Auto*, kann ein exemplarisches solches Kompetenzbündel und Wertschöpfungsökosystem werden und als Leuchtturmprojekt einer der ersten Schritte in der Erschließung von KI Anwendungen für das *Kognitive Auto* in Thüringen sein.

Tabelle 4-11: Projektidee #11 KI gestützte Kartierung im Kognitiven Auto

Titel	#11 KI gestützte Kartierung im Kognitiven Auto
Claim	Entwickelt werden soll eine KI basierte Algorithmik zur selbstständigen Parametrierung und Implementierung von Strecken auf Basis vorhandener Kartendaten in Kombination mit geeigneten Sensordaten (z.B. LiDAR).
Initiale Projektbeschreibung	Durch KI realisierte Routenparametrierung und -implementierung in kognitiven Fahrzeugen demonstriert im People Mover Bereich im Wechselspiel mit geeigneter Sensorik (z.B. LiDAR) und HMI
Bestehende Kompetenzen in Thüringen	<ul style="list-style-type: none"> - KI im Bereich Mustererkennung und Maschine Learning - Sensorik
Nutzen	<p>Anbietendennutzen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verbesserter Zugang zu in Thüringen ausgebildeten, hochqualifizierten Fachleuten durch Leuchtturmprojekte - Potentialträchtiges Geschäftsmodell durch automatisierte und dadurch kostengünstige Nutzbarmachung vorhandener Routendaten - Aufbau eines Kompetenznetzwerks im Bereich der KI gesteuerten Routenberechnung und -implementierung <p>Nutzen der Kundschaft</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kostenersparnis durch die automatisierte Routenparametrierung und Implementierung - Höhere Flexibilität und Selbstständigkeit der People Mover durch die KI gesteuerte Routenberechnung und -anpassung
Nachfrage	<ul style="list-style-type: none"> - Bei der Anschaffung von Level 4 Fahrzeugen (wie z.B. dem People Mover von Navya) kostet das Parametrieren und Implementieren einer einzigen Strecke durchschnittlich mehr als das Fahrzeug selbst - Sind Hindernisse auf der Strecke vorhanden (z.B. eine Baustelle) schalten vorhandene Systeme in den Sicherheitsmodus und ein Mensch muss übernehmen. Soll eine Alternativroute gefahren werden, muss die Strecke neu berechnet und implementiert werden (bei längerfristig geänderter Routenführung)

Ergebnisse	- Algorithmen zur Parametrierung und Implementierung von Strecken auf Basis vorhandener Kartendaten in Kombination mit geeigneten Sensordaten (z.B. LiDAR), inklusive eines passenden Geschäftsmodells
Tätigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse der zu Verfügung stehenden Daten und Kombinationsmöglichkeiten mit neu sensierten Daten (z.B. durch LiDAR-System) - Entwicklung einer geeigneten Algorithmen - Trainieren und Absichern der KI
Fördermöglichkeit	Konjunkturpaket 35c Modul B

5. Fazit

Die Studie hat gezeigt, dass im Zuge der Trends Automatisierung und Vernetzung, alternative Antriebe, Individualisierung und Sicherheit die Diversität von Entwicklungsstrategien großer Unternehmen in der Automobilbranche steigt. So planen verschiedene OEMs und Tier 1-Zulieferer beispielsweise die vermehrte Integration von Kameratechnologien in die Fahrzeugkarosserie, das situations- und bedarfsgerechte Zusammenspiel verschiedener sowie redundanter Sensoren in Abhängigkeit des jeweiligen Gesamtsystemzustands, die vermehrte Zustandüberwachung der Insassen sowie die Weiterentwicklung automatisierter Assistenzsysteme. Des Weiteren erfolgt ein Großteil von Investitionen der Forschungs- und Entwicklungsbudgets in die Weiterentwicklung von Teil- und Gesamtsystemen zur Integration alternativer Antriebskonzepte wie die Modularisierung des Systemaufbaus von elektrischen Antrieben oder die Optimierung induktiver Ladevorgänge. Zudem stehen daneben Entwicklungen in der Verbesserung der Fahrzeugkommunikation mit seiner Umgebung im Fokus der Entwicklungsstrategien.

Diese teilweise bereits in der Serie vertriebenen technologischen Weiterentwicklungen haben unmittelbare Einflüsse auf die Wertschöpfung der Automobilindustrie. Zum einen ändert sich durch den Bedarf an Erfassung des Zustands des Gesamtsystems Mobilität durch das Fahrzeug und die damit verbundene Notwendigkeit der Integration verschiedener Sensoriklösungen in das Fahrzeug die Gestalt von betroffenen Teilsystemen (z.B. Karosserieteile oder auch Komponenten im Antriebsstrang). Zum anderen können Komponenten durch die Integration von Sensoren obsolet werden (einige OEMs streben die Integration von Kameras anstatt Spiegeln an). Auch im Zuge der Weiterentwicklung von Antriebssystemen werden sich Komponenten und Teilsysteme verändern. Neben der Fertigung der betroffenen Komponenten und Teilsysteme ist zudem die Entwicklung als Teil der Wertschöpfung unmittelbar betroffen. Durch künstliche Intelligenz realisierte Funktionen von Fahrzeugen werden in zukünftigen Mobilitätssystemen ebenfalls zunehmen und stellen die Wertschöpfung jedoch vor die Herausforderungen der Integration, der Validierung oder auch der Zertifizierung entwickelter Algorithmen.

Die Thüringer Wertschöpfung im Automotivebereich ist durch diese Entwicklungen unmittelbar betroffen – sowohl positiv als auch negativ. So bestehen in der Branche tiefe Kompetenzen im Bereich der Fertigung und auch der Weiterentwicklung von Fertigungsverfahren. Thüringer Unternehmen sind aufgrund der fehlenden Ansässigkeit von Entwicklungsabteilungen der OEMs und dem klaren Fokus auf der Wertschöpfungsphase der Fertigung weniger an Entwicklungsaktivitäten (bezogen auf das zukünftige Fahrzeug) beteiligt. Allerdings haben diese Unternehmen in Kooperation mit Forschungseinrichtungen über viele Jahre hinweg kontinuierlich an der Optimierung von Fertigungsprozessen geforscht und diese in einen Zustand gebracht, innerhalb dessen eine sehr hohe Qualität und eine gute Wirtschaftlichkeit auch im Zuge von volatilen Stückzahlen erreicht und damit der Kundschaft ein Höchstmaß an Verlässlichkeit geboten wird. Auch im Bereich der Sensorik kann das Land mit großen Unternehmen, die im Bereich der optischen Umfelderkennung führend sind, mit tiefer Kompetenz aufwarten. Hier sind in der Breite viele verschiedene Unternehmen vorhanden, deren Marktleistungsangebot sich in der Bereitstellung diverser Sensoriken beläuft. Einzig fehlen hier teilweise die Eigenschaften der Serientauglichkeit, da die OEMs in der Serie sehr niedrige Sensorenstückpreise bei hohen Anforderungen fordern sowie generell der Zugang zur Automobilindustrie, da die Anwendungsfälle der vertriebenen Sensorik sich zumeist auf die Integration in die Fertigung und die dortige Automatisierung belaufen. Zuletzt ist im Land eine international sehr renommierte Forschungslandschaft in Bereichen des Machine Learnings, der Kommunikationstechnik und Automatisierung vorzufinden, die zudem kontinuierlich Fachkräfte in diesen Bereichen ausbilden. Vereinzelt bilden sich hieraus kleinere Unternehmen, die Marktleistung durch die Integration von Funktionen, die durch Künstliche Intelligenz realisiert werden, vertreiben. Jedoch ist hier eine Bündelung dieser Kompetenzen zum einen und das kontinuierliche Schaffen

von Anreizen zur Integration dieser Kompetenzen in die Thüringer Wertschöpfung, was unmittelbar von einem Zugang zu größerer Kundschaft in der Gesamtautomobilwertschöpfung abhängig ist, notwendig.

Auf Basis der Analysen von zukünftig relevanten Produkteigenschaften, relevanten Entwicklungstrends und den Kompetenzen der Thüringer Unternehmen im Automotivbereich wurden demnach drei Handlungsfelder identifiziert, in denen sich die Unternehmen sukzessive und integriert auf verschiedenen strategischen Ebenen weiterentwickeln sollten. Hierdurch lassen sich die Zukunftsfähigkeit des Thüringer Automotivclusters steigern und schlussendlich Arbeitsplätze im Land nachhaltig sichern. Konkret sollten die Aktivitäten Thüringer Unternehmen mit dem Fokus des Produk-Produktions-Co-Design weiterentwickelt, Kompetenzen im Bereich der Künstlichen Intelligenz gebündelt und Sensorikentwickler und -hersteller dazu befähigt werden, über gemeinsame Vorhaben eine stärkere Anknüpfung in die Automobilindustrie zu schaffen.

Vorhaben, die in allen drei Handlungsfeldern zur ganzheitlichen Weiterentwicklung der Region zu einem zukunftsfähigeren Wertschöpfungsökosystem führen können, umfassen zum einen die reine Weiterentwicklung von Technologien, die Identifikation relevanter Anwendungsfälle und Schaffung von übergeordnetem Nutzen durch vertriebene Marktleistung und zuletzt das Erreichen eines stark vernetzten Kompetenzclusters durch eine gemeinsame Strategie.

Um in den einzelnen Handlungsfeldern auf den verschiedenen strategischen Ebenen Verbünde zu bilden und integriert die Weiterentwicklung der Kompetenzen in den Handlungsfeldern zu erreichen, wurden mehrere Vorschläge für verschiedene Vorhaben mit unterschiedlichen Umfängen als Teil der Studie formuliert. Diese eignen sich als Impulse für Kooperationen zwischen Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit Fokus in Thüringen sowie über die Landesgrenzen hinaus. Das primäre Ziel ist jedoch die Sicherstellung der Zukunftsfähigkeit des Thüringer Automotivclusters.

6. Anhang

6.1 Szenarioerstellung

- Vorausschau und Szenariotechnik
 - Kurze Vorgehensbeschreibung: Trendanalyse auf Basis der Studie der Sekundärliteratur, Konsistenzanalyse, Multidimensionale Skalierung

Unterteilung / Megatrends	Sicherheit	New Work	Neu-Ökologie	Individualisierung	Gesundheit	Globalisierung	Konnektivität	Mobilität	Urbanisierung	Wissenskultur
Gesellschaftlich		Work-Life Blending		Single Gesellschaft	Achtsamkeit		Real-Digital	Bike-Boom	Megacities	Edutainment
Autospezifisch		Coopetition	Greentech	Alltags Outsourcing			Kollaboration		Co-Living	Augmented Learning
Markt	Cybercrime Super-Safe Society		Sharing Economy	Mass Customization	Healthy Hedonism Detoxing	Globalisierung	Predictive Analytics Privacy	E-Mobility Car-Sharing Mikromobilität	Urban Manufacturing	Learning Analytics

- Trendkatalog

Tabelle 6-1: Trendkatalog

	Beschreibung/ Definition	Microtrend	Literatur	Beeinflussung kog. Auto			Trendunterteilung
				Autonomisierung	Vernetzung	Alt. Antrieb	
Trend	Ein Trend ist die Grundrichtung einer sich über einen längeren Zeitraum (mittelfristig) erstreckenden, statisch erfassbaren oder qualitativ beschreibbaren Entwicklung.		Andreas Siebe: VL Strategische Potenzialfindung SS2019				
Megatrend	Megatrends sind Tiefenströmungen des Wandels. Als Entwicklungskonstanten der globalen Gesellschaft umfassen sie mehrere Jahrzehnte. Ein Megatrend wirkt in jedem einzelnen Menschen und umfasst alle Ebenen der Gesellschaft: Wirtschaft und Politik, sowie Wissenschaft, Technik und Kultur. Megatrends beschreiben große gesellschaftliche Strömungen mit einem Zeithorizont von über 10 Jahren.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrends/ http://www.konzeptwerkstatt.ch/?p=1615				
Makrotrend	Ein Makrotrend ist eine tiefgreifende und anhaltende Veränderung in der Richtung eines Phänomens auf globaler Ebene. Beispiele für aktuelle Makrotrends sind Urbanisierung, Automatisierung und der demografischer Wandel. Makrotrends beziehen sich auf einen Zeithorizont von ca. 5 bis 10 Jahren. Sie beschreiben die Teiltrends in den jeweiligen Megatrends und bilden Gruppen, unter denen sich die Microtrends tummeln.		https://whatis.techtarget.com/definition/macro-trend http://www.konzeptwerkstatt.ch/?p=1615				
Microtrend	Microtrends sind reale Beispiele. Microtrends liefern in der Regel einen Nachweis für die Mega- resp. Macro-trends.		https://whatis.techtarget.com/definition/macro-trend http://www.konzeptwerkstatt.ch/?p=1615				
Kognitives Auto	Hochvernetztes, automatisiertes Fahrzeug mit alternativem Antriebskonzept (Planungshorizont nächste 5-10 Jahre)						
Automatisierung (im kognitiven Auto)	Alle Technologien, die es ermöglichen ein Fahrzeug kognitiv zu machen und zu automatisieren, damit zunehmend ohne Fahr-eingaben fahren kann.						
Vernetzung (im kognitiven Auto)	Die Fähigkeit des kognitiven Autos sich mit der Außenwelt (Internet, anderen Fahrzeugen, Infrastruktur, Wetter etc.) zu verbinden und Daten auszutauschen.						
Antriebsstrang (E oder Hybrid im kognitiven Auto)	Bezeichnet Antriebsstränge (siehe unten bei neue Antriebe) des kognitiven Autos, zum hybriden oder vollelektrischen fahren.						
Neue Leichtbauwerkstoffe							

Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte		Forscher der ETH Zürich haben den Prototyp einer flexiblen Dünnschicht-Batterie entwickelt, die sich verbiegen und verdrehen lässt, ohne dass dabei die Stromversorgung abbricht. Die Batterie entspricht in ihrer Funktionsweise einem Lithium-Ionen-Akku, während die Anode und Kathode aus einem dehnbaren Kunststoff bestehen, der elektrisch leitbaren Kohlenstoff enthält. Um die Wanderung der Lithium-Ionen zwischen Kathode und Anode zu ermöglichen, wurde ein neuartiges Elektrolytgel entwickelt, das auf Wasser basiert und so umweltfreundlicher ist als bisher genutzte Flüssigkeiten in herkömmlichen Akkus.	Trendexplorer	0	0	3	
Veränderung von Produktstrukturen		Forscher des MIT haben eine Methode entwickelt, mit der sich duroplastische Kunststoffe wiederverwerten lassen. Hierfür haben sie chemische Linker in das Material eingearbeitet, die Duroplaste durch den Einsatz von Säuren oder Basen abbaubar machen und ihnen dennoch die mechanische Festigkeit verleihen. Für die Herstellung von Polycyclopentadienen (PDCPD) wurde dem Reaktionsgemisch Silyl-ether zugesetzt, wobei ein Anteil zwischen 7,5 und 10 Prozent sich als ideal erwies. Das recycelte Material hat zudem im Vergleich zum ursprünglichen Material sogar bessere mechanische Eigenschaften.	Trendexplorer	2	0	3	
Neue Elemente im Antriebsstrang							
Elektromotor-/ Batteriebetrieb		Die Parkbehörde des US-Bundesstaats New York setzt an den Niagarafällen Ausflugsboote mit Elektroantrieb ein. Der Strom für die beiden Fähren des Betreibers Maid of the Mist wird durch lokal erzeugte Wasserkraft generiert. Die Batterien der Ausflugsboote können in nur sieben Minuten wieder aufgeladen werden. Dazu wird die Zeit genutzt, in der die Passagiere die Schiffe besteigen und verlassen. Die Batterien stammen vom Industrieunternehmen ABB. Die ersten beiden neuen vollelektrischen emissionsfreien Passagierschiffe in den USA sollen den Passagieren lärm- und geruchsfreie Touren ermöglichen.	Trendexplorer	0	0	3	
Hybridisierung/Plug-in-Hybrid				0	0	3	
Elektrifizierung von Verbrennern/ Rekuperationsstrategien				0	0	3	
Wasserstoff-Brennstoffzellen		Das DLR hat einen Kleinwagen mit Brennstoffzellenantrieb entwickelt. Das zweisitzige „Safe Light Regional Vehicle“ (SLRV) ist 3,8 Meter lang und als Pendlerfahrzeug konzipiert. Das Fahrzeug ist sehr leicht und besonders sicher. Die Karosserie wiegt 90 Kilogramm und ist in stabiler Sandwichbauweise gefertigt. Das Material besteht aus einer metallenen Decklage und einem Kunststoffschäum. Die Niedrigbauweise ermöglicht einen geringen Luftwiderstand. Der Hybridantrieb besteht aus einer Brennstoffzelle und einer Batterie. Ein Drucktank speichert Wasserstoff. Die Reichweite liegt bei 400 Kilometern.	Trendexplorer	0	0	3	
Vernetzung	Die Fähigkeit des kognitiven Autos sich mit der Außenwelt (Internet, anderen Fahrzeugen, Infrastruktur, Wetter etc.) zu verbinden und Daten auszutauschen.						
Car-to-Web	Verbindung zwischen dem kognitiven Auto und dem Internet.			3	3	0	
Car-to-Car	Das beschreibt die Verbindung zwischen den kognitiven Fahrzeugen.			3	3	0	
Car-to-Infrastructure	Das beschreibt die Verbindung zwischen dem kognitiven Auto und die Infrastruktur, also die Umgebung sowie die Städte.			3	3	0	
Neue Geschäftsfelder/ Datensammler	Durch die Erweiterung der Datenerhebung öffnen sich neue Möglichkeiten was man mit dieser Information machen kann und wie man sogar mit dieser Geld verdienen kann.			3	3	0	
Industrie 4.0	Die durch das Internet getriebene vierte industrielle Revolution. Charakteristika und Treiber: -Stetig schnell steigende Rechnerleistung -Individualisierung und Losgröße 1 möglich -Produktion hoch flexibel und ressourcenschonend -Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Bereiche und Systeme, die sich adaptiv an ihre Umwelt anpassen						
Kommunikationsfähigkeit/Vernetzungsschnittstellen	Durch das Internet der Dinge können physische Objekte über das Internet miteinander kommunizieren und Informationen austauschen. Im Internet der Dinge können sich physische Objekte digital miteinander vernetzen. Die automatische Identifikation erfolgt mittels RFID oder QR-Codes. Kleinste integrierbare Sensoren oder Machine-Sensing-Verfahren sorgen dafür, dass in Zukunft nahezu alle physischen Objekte miteinander in Verbindung stehen. Die Anwendungspotentiale erstrecken sich von der selbstoptimierenden Produktion bis zum automatisierten Flottenmanagement.			3	3	1	
Machine Sensing	Alle neuen Technologien und Sensoren, die es Maschinen erlauben, unsere Welt zu erfassen. Systeme zur Bilderzeugung reichen von Infrarot und Ultraschall über Radar bis hin zu hochauflösenden Stereokameras. Neuerdings lassen sich selbst WLAN-Signale nutzen, um 3D-Bilder von Räumen zu erzeugen.		https://www.trendexplorer.com/de/trends/industry-40/machine-sensing/	3	3	2	Technologie

Smart Materials	Durch neue Technologien und wissenschaftliche Erkenntnisse werden Materialien immer intelligenter. Smarte Materialien passen sich an neue Umgebungsverhältnisse, beispielsweise eine höhere Temperatur, eine gezielte mechanische Belastung oder eine Änderung des pH-Werts, an. Sie erweitern dadurch das Funktionsspektrum des Werkstoffs.		https://www.trendexplorer.com/de/trends/industry-40/smart-materials/	2	2	3	Technologie
3D Druck	3D-Druck überwindet die Limitationen konventioneller Produktionsmethoden und gewährt der Formgebung nahezu uneingeschränkte Freiheit. So können auch komplexe Strukturen nach dem Vorbild der Biologie gefertigt werden. Neben der Luftfahrtindustrie kommt 3D-Druck derzeit vor allem im Werkzeug- und Prototypenbau sowie der Medizintechnik zum Einsatz.	Der italienische 3D-Druckspezialist Mol Composites hat gemeinsam mit dem Softwareentwickler Autodesk ein Boot namens „MAMBO“ (Motor Additive Manufacturing Boat) aus Glasfaser im 3D-Druckverfahren hergestellt. Die Einzelteile wurden in dem patentierten Continuous Fiber Manufacturing (CFM) genannten Prozess von Industrierobotern gedruckt. Die geschichteten Endlosfasern wurden dazu mit wärmehärtendem Harz imprägniert und unter UV-Licht gehärtet. Anschließend wurden die Teile zusammengefügt und laminiert. Das Boot ließe sich in herkömmlichen Fertigungsverfahren mit Gussformen nicht herstellen.	https://www.trendexplorer.com/de/trends/industry-40/3d-printing/	3	1	3	Produktion
Solution as a service	Eine der größten Chancen, die das Internet der Dinge mit sich bringt, ist die Transformation der Geschäftsmodelle. Die Entwicklung geht weg vom Verkauf physischer Produkte und hin zum Vertrieb vernetzter Dienste. In Produkten verbaute Sensoren gewähren den Herstellern dabei wertvolle Einblicke in das Nutzerverhalten.		https://www.trendexplorer.com/de/trends/industry-40/solution-as-a-service/	2	3	3	
Megatrend Sicherheit	Die Gesellschaft befindet sich im Daueralarm – eine Krise jagt die Nächste. Doch das ist ein Trugschluss: Während unsere Wahrnehmung uns in die Verunsicherung stürzt, wird die Welt nicht immer unsicherer – ganz im Gegenteil: Wir leben in den sichersten aller Zeiten. Zugleich strebten wir aber noch nie so sehr nach Sicherheit wie heute. Sicherheit ist oberste Priorität eines kognitiven Autos.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/sicherheit-glossar/				
Cybercrime	Cybercrime bezeichnet die Art von Kriminalität, die mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie verübt wird. Erschwert wird die Verfolgung von Cybercrime vor allem durch die Möglichkeiten der anonymen Nutzung des Internets. Unter Cybercrime fallen Verbrechenarten wie digitale Industriespionage, Identitätsmissbrauch, Verstöße gegen geistiges Eigentum oder digitale Fälschung.	Sicherheitsexperten der Ben Gurion University haben eine Methode entdeckt, mit der Hacker selbstfahrende Autos mit einem einfachen Trick zum abrupten Anhalten bringen können. Sie haben dazu digitale Werbetafeln manipuliert und darauf für wenige Millisekunden beispielsweise ein Stoppschild erscheinen lassen. Für Menschen sind die Zeichen nicht zu sehen. Die Methode funktionierte unter anderem im autonomen Modus eines Tesla und zwang das Fahrzeug zum Bremsen. Die Forscher weisen auf die Gefahren hin, die für autonome Fahrzeuge besteht, wenn Hacker über Werbetafeln in den Verkehr eingreifen.	https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/sicherheit-glossar/	3	3	1	Markt
Super-Safe-Society	Dank systematischer Bestrebungen für mehr Sicherheit wurden in den letzten Jahrzehnten enorme Fortschritte erreicht. Entgegen den durch Medien weit verbreiteten Unsicherheitsgefühlen leben wir faktisch in der sichersten aller Zeiten. Egal, welche Indikatoren man hinsichtlich Sicherheit betrachtet, die Entwicklung ist fast überall positiv. Aus der Risikogesellschaft von einst ist in vielfacher Hinsicht eine Super-Safe Society geworden.	Der Elektroautohersteller Tesla führt für seine App eine Zwei-Faktor-Authentifizierung ein. Über die App lassen sich unter anderem die Fahrzeugtüren öffnen. Die Zwei-Faktor-Authentifizierung soll per SMS oder über eine zweite Authentifikations-App funktionieren. Sie stellt eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme dar. Nutzer bekommen eine Nachricht an ihr Mobiltelefon geschickt und müssen diese zusätzlich zu ihrem Passwort oder biometrischen Merkmalen eingeben, um sich zu identifizieren. Erst nach Eingabe dieses Codes können sie ihr Fahrzeug per App öffnen und weitere Einstellungen vornehmen.	https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/sicherheit-glossar/	3	1	3	Markt
Megatrend New Work	Wenn die Arbeit uns nicht mehr braucht, wofür brauchen wir dann die Arbeit? New Work beschreibt einen epochalen Umbruch, der mit der Sinnfrage beginnt und die Arbeitswelt von Grund auf umformt. Das Zeitalter der Kreativökonomie ist angebrochen – und es gilt Abschied zu nehmen von der rationalen Leistungsgesellschaft. New Work stellt die Potenzialentfaltung eines jeden einzelnen Menschen in den Mittelpunkt. Denn Arbeit steht im Dienst des Menschen: Wir arbeiten nicht mehr, um zu leben, und wir leben nicht mehr, um zu arbeiten. In Zukunft geht es um die gelungene Symbiose von Leben und Arbeiten.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-new-work/				
Work-Life Blending	Die kluge Verbindung von Privat- und Berufsleben, z.B. durch Home-Office-Modelle und Mobile-Office-Lösungen, wird zur großen Aufgabe der kommenden Jahre. Statt weiterhin krampfhaft den Spagat zwischen zwei scheinbar trennbaren Welten zu versuchen, steht Work-Life-Blending für einen neuen Ansatz von Vereinbarkeit, indem Arbeitgeber und Arbeitnehmer Lösungen finden, um die steigende Belastung durch geschäftliche und berufliche Anforderungen zu kompensieren.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/new-work-glossar/	0	2	0	Gesellschaftlich
Megatrend Neu-Ökologie	Bio-Märkte, EU-Plastikverordnung, Energiewende – der Megatrend Neo-Ökologie reicht in jeden Bereich unseres Alltags hinein. Ob persönliche Kaufentscheidungen, gesellschaftliche Werte oder Unternehmensstrategie – selbst wenn nicht immer auf den ersten Blick erkennbar, entwickelt er sich nicht zuletzt aufgrund technologischer Innovationen mehr und mehr zu einem der wirkmächtigsten Treiber unserer Zeit. Der Megatrend sorgt nicht nur für eine Neuausrichtung der Werte der globalen Gesellschaft, der Kultur und der Politik. Er verändert unternehmerisches Denken und Handeln in seinen elementaren Grundfesten.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-neo-oekologie/				

Greentech	Green Tech bezeichnet Technologien, die Belastungen für die Umwelt von vornherein zu vermeiden versuchen, sie verringern oder bereits entstandene Schäden beheben. Außerdem hilft der Einsatz von Green Tech Unternehmen dabei, mit knappen und teurer werdenden Rohstoffen effizienter zu wirtschaften.	Der britische Automobilhersteller Jaguar Land Rover hat im Rahmen des "Project Vector" ein multifunktionales, elektrisches Automobil entwickelt, das Verkehrsstaus und Emissionen entgegenwirken soll. Das nur vier Meter lange Fahrzeug verfügt seine Batterien und Antriebskomponenten im Boden. Der modulare Innenraum kann dem Bedarf entsprechend für den Transport von Personen und Gütern angepasst werden. Der Wagen kann so von Pendlern genutzt oder für die Auslieferung von Waren in urbanen Gegenden verwendet werden. Er soll nun erstmals in einem Pilotprojekt getestet werden.	https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/neo-oekologie-glossar/	0	0	2	Autospezifisch
Clean Tech	Clean Tech beschreibt ökologisch saubere Technologien und Verfahrenswissen, durch deren Einsatz eine Emissionsreduktion und Ressourcenschonung erzielt werden kann. Triebkräfte der Clean-Tech-Ökonomie sind das gewachsene ökologische Bewusstsein, das ökonomische Streben nach Effizienzsteigerung sowie der politische Wille zur CO2-Regulierung.	Studenten der TU Eindhoven haben mit „Luca“ ein kompaktes Auto präsentiert, das beinahe gänzlich aus recyceltem Plastikmüll und Flachfasern besteht. „Luca“ verfügt über zwei Elektromotoren, die eine Geschwindigkeit von maximal 90 km/h erlauben. Seine Reichweite beträgt 220 Kilometer. Für Karosserie, Fenster und Innenraum verwendeten die Studenten recycelte PET-Flaschen, ABS-Kunststoff und Haushaltsabfälle. Für die Autositze wurden Kokos- und Pferdehaare verarbeitet. Die Studenten wollen mit „Luca“ zeigen, dass sich aus Abfall wertvolles Material gewinnen lässt, welches sich auch für komplexe Konstruktionen eignet.	https://www.trendexplorer.com/de/trends/sustainability/clean-tech/	3	0	3	Markt
Ethical Consumption	Die Art des persönlichen Konsums ist zum Distinktionsmerkmal geworden. Konsumenten bewerten das Warenangebot mehr nach moralischen Gesichtspunkten: vegan sollen die Produkte sein, natürlich fair produziert und möglichst emissionsfrei. Die Einsicht, dass der Einzelne durch seine Kaufentscheidung langfristig Einfluss auf das Warenangebot haben kann, bestärkt diese Entwicklung.		https://www.trendexplorer.com/de/trends/sustainability/ethical-consumption/	3	1	3	Markt
Circular Economy	Weltweit fallen täglich 3,5 Millionen Tonnen Abfall an. Bis zum Jahr 2025 wird sich diese Zahl Schätzungen zufolge fast verdoppeln. Die Circular Economy hat das Ziel, Produkte nach ihrem Gebrauch nicht mehr zu Abfall werden zu lassen, sondern sie als Sekundär-Rohstoffe dem Produktionszyklus wieder zuzuführen. Der Kreislauf fängt beim korrekten Recycling an, das so einfach wie möglich gestaltet wird und hört beim Waste Mining auf.		https://www.trendexplorer.com/de/trends/sustainability/circular-economy/	0	1	3	Gesellschaftlich
Sharing Economy	Sharing ist das Leitmotiv einer neuen Generation von Konsumenten, die mit dem Tauschen und Teilen im Internet aufgewachsen ist und eine andere Logik des Gebens und Nehmens verinnerlicht hat: „Nutzen statt Besitzen“ ist ihr Motto. Das Prinzip hat sich auf große Bereiche der Businesswelt ausgedehnt und ist zu einem neuen Wertschöpfungsmodell geworden – gerade dort, wo man es mit begrenzten Ressourcen zu tun hat.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/neo-oekologie-glossar/	0	2	0	Markt
Megatrend Individualisierung	Individualisierung ist das zentrale Kulturprinzip der westlichen Welt und entfaltet seine Wirkungsmacht zunehmend global. Der komplexe Megatrend hat in vielen Wohlstandsnationen seinen vorläufigen Peak erreicht und ist Basis unserer Gesellschaftsstrukturen geworden. Der Megatrend codiert die Gesellschaft um: Er berührt Wertesysteme, Konsummuster und Alltagskultur gleichermaßen. Im Kern bedeutet Individualisierung die Freiheit der Wahl. Ihre Auswirkungen sind jedoch komplex und bringen sowohl scheinbare Gegen Trends wie eine Wir-Kultur als auch neue Zwänge hervor.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/individualisierung-glossar/				
Alltags Outsourcing	Steigende Flexibilisierungsanforderungen und eine Vielzahl beruflicher wie privater Verpflichtungen führen zu einem enormen Zuwachs an Komplexität und Zeitknappheit im Alltag der Menschen. Daher werden immer mehr Aufgaben des Alltags an Services und Dienstleister outgesourct, die beispielsweise das Einkaufen, Kochen, Putzen oder Planen privater Events übernehmen.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/individualisierung-glossar/	2	2	0	Gesellschaftlich
Mass Customization	Weil Konsumenten Angebote wollen, die auf ihren persönlichen Geschmack und ihre individuellen Bedürfnisse zugeschnitten sind, setzen immer mehr Unternehmen auf Mass Customization, also individualisierte Massenproduktion. 3D-Druck und Industrie 4.0 machen es möglich, in der Fertigung noch schneller und präziser auf hochindividuelle Kundenwünsche einzugehen.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/individualisierung-glossar/	2	1	2	Markt
Modul-/ Plattformstrategie				2	0	2	Produktion/ Prozess
Megatrend Gesundheit	Gesundheit ist das Synonym für ein gutes Leben. Als zentrales Lebensziel hat sich der Megatrend tief in das Bewusstsein, die Kultur und das Selbstverständnis von Gesellschaften eingeschrieben und prägt sämtliche Lebensbereiche. Gesundheit und Zufriedenheit sind dabei kaum noch voneinander zu trennen. Mit selbstständig erworbenem Wissen treten Menschen dem Gesundheitssystem auf Augenhöhe gegenüber und stellen neue Erwartungen an Unternehmen und Infrastrukturen: Gesundheitsbewusste Menschen wollen sich in gesundheitsfördernden Lebenswelten bewegen und fordern dies als neuen Normalzustand ein.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-gesundheit/				

Achtsamkeit zu nachhaltiger Nutzung	Achtsamkeit ist der wichtigste Gegentrend zur permanenten Reizüberflutung des digitalen Zeitalters und der medial gemachten Erregungskultur. Immer häufiger hinterfragen wir die Art, wie wir mit uns und unserer real-digitalen Umwelt umgehen. Achtsamkeit ist mehr als ein Lifestyle-Thema: es ist die Kunst, das Hier und Jetzt nicht aus den Augen zu verlieren, die eigenen Bedürfnisse zu kennen und Werte zu leben.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/gesundheits-glossar/	2	2	1	Gesellschaftlich
Megatrend Globalisierung	Handelskriege, diplomatische Krisen, Cyberangriffe, internationale Konzernmächte – die Globalisierung wird heute allzu oft als Problem wahrgenommen. Doch die Herausforderungen, die mit einer immer komplexeren, weil zunehmend vernetzten Welt verbunden sind, dürfen nicht den Blick auf die positiven Effekte der Globalisierung verstellen. Denn während die Politik noch versucht, globale Prozesse mit alten nationalstaatlichen Mechanismen zu regulieren, ist die Weltgesellschaft längst auf dem Weg in die Zukunft des 21. Jahrhunderts.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-globalisierung/				
Globalisierung	Handelskriege, diplomatische Krisen, Cyber-Angriffe, internationale Konzernmächte – die Globalisierung wird heute allzu oft als Problem wahrgenommen. Doch die Herausforderungen, die mit einer immer komplexeren, weil zunehmend vernetzten Welt verbunden sind, dürfen nicht den Blick auf die positiven Effekte verstellen, die die Globalisierung bewirkt. Denn während die Politik noch versucht, globale Prozesse mit allen nationalstaatlichen Mechanismen zu regulieren, ist die Weltgesellschaft längst auf dem Weg in die Zukunft des 21. Jahrhunderts.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-globalisierung/	1	3	2	Megatrend/Markt
Megatrend Konnektivität	Konnektivität ist laut vielen Experten der wirkungsmächtigste Megatrend unserer Zeit. Das Prinzip der Vernetzung dominiert den gesellschaftlichen Wandel und eröffnet ein neues Kapitel in der Evolution der Gesellschaft. Digitale Kommunikationstechnologien verändern unser Leben grundlegend, reprogrammieren soziokulturelle Codes und lassen neue Lebensstile und Verhaltensmuster entstehen. Um diesen fundamentalen Umbruch erfolgreich zu begleiten, brauchen Unternehmen und Individuen neue Netzwerkkompetenzen und ein ganzheitlich-systemisches Verständnis des digitalen Wandels.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-konnektivitaet/				
Real-Digital	On- und Offline-Welt verschmelzen immer stärker und gehen vielfältige Verbindungen ein. So legen Augmented-Reality-Technologien eine Ebene „über die Realität“ und erweitern die physische Wirklichkeit um eine digitale. Damit einher geht ein neues Verständnis von Realität: Es trennt nicht mehr zwischen „real“ und „digital“, sondern betrachtet das Zusammenspiel beider Dimensionen ganzheitlich.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/konnektivitaet-glossar/	2	2	1	Gesellschaftlich
Kollaboration	Unter Kollaboration versteht man die oft technisch vermittelte Zusammenarbeit in Teams. Zielsetzung ist oft die Generierung neuer Ideen oder Problemlösungen. Häufig ist die Zusammenarbeit intensiv, kreativ und zeitlich begrenzt. Durch Austausch entstehen „Synnovationen“, neue Verbindungen oder Sichtweisen. Die digitale Kommunikation ist dabei ein starker Treiber.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/konnektivitaet-glossar/	0	1	0	Gesellschaftlich
Seamless Mobility	Fluide und nahtlose Übergänge von einem Transportmittel zum anderen werden dank digitaler Vernetzung realisierbar. Integrierte Konzepte, die Mobilität nicht mehr in unterschiedlichen Verkehrsmitteln denken, organisieren und anbieten, sondern entlang von Mobilitätsketten, ermöglichen eine multimodale Mobilität. Die Nutzung verschiedener Verkehrsträger wird intelligent miteinander verzahnt und so immer reibungsloser funktionieren, inklusive durchgängiger Buchungs- und Bezahlmöglichkeiten.	Dubais staatliche Verkehrsbehörde RTA setzt KI ein, um Busrouten zu optimieren. In einem Pilotprojekt nutzte RTA einen Machine-Learning-Algorithmus, der anhand von Ticketdaten an zehn Bushaltestellen analysierte, wie ausgelastet die Stationen sind. Im Zuge des Projekts wurden die Routen und Haltestellen angepasst. Dadurch konnte die Fahrzeit entlang der Routen um rund 13 Prozent reduziert werden. Künftig sollen mithilfe der KI insgesamt 150 Buslinien neu ausgerichtet werden. So will die RTA Fahrgäste optimal versorgen sowie Fahrzeiten verkürzen und den CO2-Ausstoß reduzieren.	https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/konnektivitaet-glossar/	1	3	0	Autospezifisch
Autonomes Fahren	Systeme zum (teil-)autonomen Fahren basieren auf dem Einsatz von Kameras sowie Radar- und Ultraschallsensoren in Fahrzeugen und ihrer Vernetzung mit der sie umgebenden Infrastruktur und anderen Fahrzeugen. Sie versprechen weniger Staus und Unfälle und mehr Ressourceneffizienz und Sicherheit, da menschliches Versagen durch innovative Car-to-Car-Kommunikation zum großen Teil bedeutungslos wird.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/konnektivitaet-glossar/				Autospezifisch
Predictive Analytics	Predictive Analytics beschreibt die datenbasierte Auswertung und Vorabrechnung eines Nutzerverhaltens mithilfe selbstlernender Algorithmen. Die Fortschritte im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere hinsichtlich semantischer Auswertungen und Metadatenanalysen, werden in Zukunft helfen, noch präzisere Aussagen aus den Daten abzuleiten.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/konnektivitaet-glossar/	3	3	0	Markt
Privacy	Privatsphäre und Datenschutz werden in einer vernetzten Welt immer wichtiger. Privacy befindet sich im Wandel und ist künftig keine Grundvoraussetzung mehr, sondern muss aktiv erzeugt werden und wird somit zu einer technischen On-Off-Option. Privacy setzt Datenkompetenz voraus, d.h. Kontrolle über die eingesetzten Technologien zu haben, Situationen richtig einschätzen zu können und zu wissen, wie sich Informationen verbreiten.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/konnektivitaet-glossar/	3	3	0	Markt

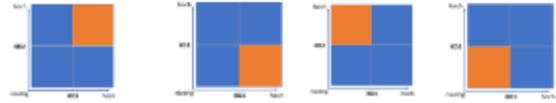
Location based services	Location-based Services sind ortsbasierte Dienstleistungen, die Nutzern eines mobilen Endgeräts abhängig von ihrem Aufenthaltsort spezifische Dienstleistungen bereitstellen. Beispiele sind Routenplaner, Restaurantfinder, Unterhaltungsangebote für das Smartphone oder ortsbezogene Werbung. Der Standort des Nutzers lässt sich über GPS, WLAN oder Bluetooth (Beacons) immer genauer bestimmen.		https://www.trendexplorer.com/de/trends/outer-net/location-based-services/	1	2	0	Markt
Natural User Interface	Die Schnittstellen zwischen Menschen und technischen Benutzeroberflächen werden immer intuitiver und traditionelle Interfaces wie Tastatur oder Maus mehr und mehr verdrängt. Neben Multitouch-Oberflächen, die natürliche Bewegungen erlauben und taktiles Feedback geben, rücken berührungslose Schnittstellen via Gesten- und Spracherkennung in den Mittelpunkt der Interaktionssteuerung.		https://www.trendexplorer.com/de/trends/outer-net/natural-user-interfaces/	2	3	1	Markt
Megatrend Mobilität	In der Zukunft der Mobilität geht es um mehr als die Diskussion über einzelne Verkehrsmittel und Antriebe. Die Mobilität von morgen ist neben technischen Innovationen stark von den sich wandelnden Bedürfnissen der Menschen geprägt.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-mobilitaet/				
Bike-Boom	Das Fahrrad wandelt sich vom Freizeitgerät zum Verkehrsmittel erster Wahl, vor allem in den Städten. Radfahren ist nicht nur ökologisch, kostengünstig und gesund, sondern in Innenstädten mittlerweile oft die schnellere Alternative zum Auto oder öffentlichen Verkehrsmitteln. Städte der Zukunft binden Fahrradwege, Bikesharing-Stationen und Abstellplätze mit in ihre Infrastrukturen ein, um den Bike-Boom weiter zu unterstützen.	McDonald's hat in drei Filialen in München, Berlin und Köln testweise „Bike-ins“ für Radfahrer eingerichtet. Das Unternehmen reagiert darauf, dass viele Menschen coronabedingt aufs Fahrrad ausweichen und Innenräume meiden. Sie können per App bestellen und bezahlen, um das Essen an eigens eingerichteten Abholstationen auf Parkplätzen der Filialen bequem per Fahrrad abzuholen. Die Bestellung wird ihnen von Mitarbeitern übergeben. Kunden können dann entscheiden, ob sie an Radler-Tischen speisen oder das Essen mitnehmen. Laut McDonald's könnten die Bike-ins künftig bundesweit eingeführt werden.	https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/mobilitaet-glossar/	1	2	2	Gesellschaftlich
E-Mobility	Die Evolution der Mobilität wird insbesondere am allmählichen Durchbruch bei der Verbreitung von Elektrofahrzeugen sichtbar. Die größte Herausforderung stellt immer noch die Reichweite von Batterien und das Lademanagement dar. Durch die Digitalisierung der Verkehrssysteme und die zunehmende Automatisierung der Mobilität in Form selbstfahrender Autos wird der Wandel jedoch weiter beschleunigt.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/mobilitaet-glossar/				Autospezifisch
Ride-Sharing / Mitfahrgelegenheit	Ein Arrangement, bei dem ein Fahrgast in einem privaten Fahrzeug, das von seinem Besitzer gefahren wird, kostenlos oder gegen eine Gebühr mitfährt, insbesondere wenn es über eine Website oder App vermittelt wird.			1	2	0	
Car-Sharing	Carsharing ist ein gemeinschaftliches Mobilitätsangebot der organisierten sequentiellen Nutzung von Fahrzeugen, auf die kurzfristig und in einem standardisierten Verfahren zugegriffen wird. Beim stationsbasierten Carsharing werden die Fahrzeuge an dedizierten Stellplätzen für die temporäre Nutzung aufgenommen und nach deren Ende abgestellt. Beim stationsunabhängigen Carsharing („Free-Floating Carsharing“) werden die Fahrzeuge auf allen zulässigen Parkflächen im öffentlichen Straßenraum sowie auf explizit definierten weiteren Stellflächen innerhalb eines Gebietes aufgenommen und zurückgestellt.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/mobilitaet-glossar/	1	2	0	Autospezifisch
Mikromobilität	bezeichnet elektrisch angetriebene leichte Kleinstfahrzeuge (mit einem Bruttogewicht von weniger als 500 kg), beispielsweise Elektrofahrräder, Elektroroller oder Segways.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/mobilitaet-glossar/	1	2	2	Markt
Unterwegs-Märkte	Der immer mobilere Lebenswandel führt auch zu wachsenden Unterwegs-Märkten. Einkäufe werden an neu heranwachsenden Verkaufsorten praktisch „im Vorbeigehen“ getätigt. Flughäfen etwa realisieren heute bereits einen Großteil ihrer Umsätze über die Handelsflächen. Auch bei Tankstellen, Bahnhöfen und anderen Third Places drängt der Einzelhandel immer stärker in den Vordergrund.	Der Autohersteller BMW bringt mit der Software OS7 In-Car-Käufe in seine Fahrzeuge. Fahrer können sich so ihr Auto stärker personalisieren. Es besteht beispielsweise die Möglichkeit, sich Zusatzdienste wie beheizbare Sitze, höhere Reichweite bei Elektromodellen oder Entertainment-Systeme dazukaufen oder wieder abzubestellen. BMW kann dadurch seine Modellpalette reduzieren, in dem alle möglichen Features in das Serienfahrzeug eingebaut werden und diese bei Bedarf gegen Bezahlung freigeschaltet werden. Nutzer können die Dienste auch temporär buchen. Möglich wird das über ein Update per Cloud.	https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/mobilitaet-glossar/	2	3	2	Markt
Megatrend Urbanisierung	Städte sind die Staaten von Morgen. Immer mehr Menschen leben weltweit in Städten und machen sie zu den mächtigsten Akteuren und wichtigsten Problemlösers einer globalisierten Welt. Doch Städte sind mehr als Orte, Urbanisierung beinhaltet mehr als den Wandel von (Lebens-)Räumen. Durch neue Formen der Vernetzung und Mobilität wird Urbanität vor allem zu einer neuen Lebens- und Denkweise.	Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat den Prototypen eines modularen Fahrzeugs namens „U-Shift“ präsentiert, das sich bedarfsgerecht verwenden lässt. Es besteht aus einem „Driveboard“ genannten Fahrgestell, das Batterie, Elektroantrieb und weitere technische Komponenten umfasst. Das „Driveboard“ kann mit unterschiedlichen „Kapseln“ kombiniert werden, um Personen zu befördern, Waren auszuliefern oder das Fahrzeug als mobiles Geschäft zu verwenden. Zurzeit fährt das „Driveboard“ ferngesteuert, soll aber in den nächsten Jahren weiterentwickelt werden und autonom unterwegs sein.	https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-urbanisierung/				

Megacities	Megacities sind Städte mit 10 Millionen oder mehr Einwohnern. Viele dieser riesigen Metropolen haben hohe Wachstumsraten. Schon heute lebt etwa jeder achte Erdbewohner in einer der rund 30 Megacities. Ihre Anzahl wird nach Prognosen der UN bis zum Jahr 2035 auf fast 50 steigen. Die schiere Größe der Megastädte stellt sie vor gewaltige Herausforderungen in Bezug auf Infrastruktur, Lebensqualität und Nachhaltigkeit.	Das finnische Unternehmen Trombia Technologies hat mit „Trombia Free“ den weltweit ersten autonom fahrenden Straßenreiner mit Elektroantrieb entwickelt. Laut Trombia verbraucht das Gerät bei gleicher Leistung lediglich 15 Prozent der Energie, die bisherige Technologien zum Fahren mit starker Saugleistung erfordern. Der wetterrobuste „Trombia Free“ eigne sich daher dafür, dieselbetriebene schwere Straßenreiner in Städten zu ersetzen. Das Fahrzeug hat das Potenzial, den Ausstoß von bis zu drei Millionen Tonnen CO2 verhindern. Der „Trombia Free“ soll nach Pilottests 2022 in Serie ausgeliefert werden.	https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/urbanisierung-glossar/	3	3	2	Gesellschaftlich
Co-Living	Die Biografien der Menschen haben sich zu Multigrafien weiterentwickelt. Dies spiegelt sich nicht zuletzt in der Art, wie Menschen wohnen: Co-Living ist nicht mehr nur ein Modell für Studierende. Auch Alters- und Berufstätigen-WGs sowie Mehrgenerationenhäuser werden populärer. Überall entstehen neue Gemeinschaften, Communities und Nachbarschaftsnetzwerke – eine Entwicklung, die erst durch die Individualisierung entstehen konnte.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/urbanisierung-glossar/	1	1	0	Gesellschaftlich
Megatrend Wissenskultur	Dieser Trend verändert unser Wissen über die Welt und die Art und Weise, wie wir mit Informationen umgehen. In dezentralen Strukturen werden enorme Mengen an Wissen generiert, es entstehen neue Formen der Innovation und des gemeinsamen Forschens. Wissen verliert seinen elitären Charakter und wird zunehmend zum Gemeingut, der globale Bildungsstand ist heute so hoch wie nie. Komplexere, unvorhersehbare Anforderungen auf dem Arbeitsmarkt und neue, kollaborative Formen der Wissensaneignung verlagern zudem den Fokus: hin zum lebenslangen Lernen, zur Vermittlung von Methoden – und zu den Soft Skills.		https://www.zukunftsinstitut.de/dossier/megatrend-wissenskultur/				
Mixed Reality	Die Technologie der Augmented Reality (AR) beschreibt eine computergestützte Verknüpfung der realen mit der virtuellen Welt: eine „mixed reality“, die einen digitalen Layer über die physische Wirklichkeit legt. Die reale Umgebung wird über digitale Anwendungen in Echtzeit mit Grafiken, audiotiven oder Textinformationen überlagert, beispielsweise eine über Smart Glasses ins Sichtfeld eingeblendete Navigation. Mixed Reality beschreibt die Stufe unter Augmented Reality, in der virtuelle Information in die Realität eingeblendet wird.	Transports Metropolitans de Barcelona (TMB) hat mit Telefónica und der Media-pro Group gemeinsam eine immersive Bustour durch Barcelona erprobt. Der Bus wurde im Zuge des Projekts „5G Augmented Tourism“ an das 5G-Netz angebunden. Zudem wurde die Windschutzscheibe durch ein interaktives Display ergänzt. Dank der schnellen Datenübertragung wurden während der Fahrt standortbasierte Inhalte auf dem Display eingeblendet. Fahrgäste konnten so die Montjuic-Fontänen erleben, auch wenn sie derzeit nicht in Betrieb sind, und sahen in Echtzeit augmentierte Informationen zu anderen Sehenswürdigkeiten in der Stadt, an denen sie vorbeifahren.	https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/wissenskultur-glossar/	2	3	0	Gesellschaftlich
Learning Analytics	Als Learning Analytics wird das Messen, Sammeln, Analysieren und Auswerten von Daten über Lernende und ihren Kontext bezeichnet. Ziel ist es, das Lernen und die Lernumgebung zu verstehen und zu optimieren. Der Zugriff auf die Daten wird möglich, da Lernangebote und -prozesse zunehmend von digitalen, virtuellen Systemen unterstützt werden. Spezielle Software macht es möglich, individuelle Lernverläufe genau zu erfassen und auszuwerten.		https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/mtglossar/wissenskultur-glossar/	3	3	2	Markt
Megatrend Attention Economy	Aufmerksamkeit ist eine der wichtigsten Währungen des 21. Jahrhunderts. Sie ist die Basis vieler Geschäftsmodelle, doch es droht Gefahr: Menschen gehen zunehmend achtsam mit dieser wertvollen Ressource um.		https://www.trendexplorer.com/de/trends/attention-economy/				
Sensation Marketing	Mit kreativen, raffinierten und teilweise irritierenden Out-of-Home-Aktionen versucht man im Sensation Marketing, Aufmerksamkeit zu erzeugen. Online werden diese Aktionen durch Bilder und Videos im Anschluss verlängert und in sozialen Medien verbreitet. Das vervielfacht die Werbewirkung.	Der US-Automobilhersteller Lucid wirbt für seine kürzlich gelaunchten Modelle mit einer Website, auf der Nutzer die E-Autos an ihre Wünsche anpassen können. Die Personalisierung erinnert an die Erstellung einer Videospiel-Figur. Nach Auswahl des Modells können Nutzer die Farbe auswählen, andere Reifen ausprobieren, das Fahrzeug in 3D inspizieren und hineinzoomen. Das Ergebnis lässt sich dann im eigenen Nutzerprofil hinterlegen. Bevor sie ihr Auto in Auftrag geben, können die potenziellen Käufer es in einem Lucid-Showroom per VR-Headset virtuell erleben und sich einen besseren Eindruck davon verschaffen.	https://www.trendexplorer.com/de/trends/attention-economy/sensation-marketing/	0	1	0	Gesellschaftlich
Advertising as a Service	Das Nutzenversprechen, ist bei anspruchsvoller Werbung der Standard. Marken gehen aktiv in Vorleistung und überzeugen potentielle Kunden mit Taten statt Worten. Dazu zählen Überraschungen, Unterhaltungsmomente oder unerwartete Hilfe zur richtigen Zeit – im realen oder digitalen Raum.	Die Automobilmarke Lexus wirbt für das Modell 2021 IS mit der Augmented-Reality-App „Lexus AR Play“. Nutzer können auf diesem Weg von zu Hause Variationsmöglichkeiten der Mittelklasselimousine entdecken und zusätzlich die Autofarbe personalisieren. Nach Installation der App lässt sich der Lexus in die eigene Umgebung projizieren und außen und innen virtuell erkunden, indem die Türen und der Kofferraum geöffnet werden. Während die Nutzer das Auto inspizieren, hören sie Details zur technischen Ausstattung des 2021 IS. Über eine Gamification-Funktion kann das Auto außerdem virtuell gefahren werden.	https://www.trendexplorer.com/de/trends/attention-economy/advertising-as-a-service/	1	1	0	Gesellschaftlich

Umfeldszenarien

o Dimensionen und Projektionen

Tabelle 6-2: Umfeldszenarien; Dimensionen und Projektionen



Me-gatrend	Schlüs-seltrends	Beschreibung	1. Kerndimension [KD1]	2. Kerndimension [KD2]	KD1 Hoch/ KD2 Hoch	KD1 Hoch/ KD2 Niedrig	KD1 Niedrig/ KD2 Hoch	KD1 Niedrig/ KD2 Niedrig
14.0	Neue Fertigungsverfahren	Neue Werkstoffe, sowie die Erweiterung der Internetisierung erweitern auch die Grenzen der möglichen Fertigungsverfahren. Zum Beispiel hat das 3D Druckverfahren dank neuer Verbund- und Keramikwerkstoffe eine hohe Relevanz. Neue Fertigungsverfahren ermöglichen eine effizientere Produktion. (Quelle: Trendexplorer und Internetrecherche)	Grad der Funktionsintegration (bspw. Hinterspritzen)	3D Druck (zB auch bei drucken von Elektronik)	Der Grad der Funktionsintegration um Produktstrukturen zu optimieren ist sehr hoch und additive Fertigung (u.a. 3D Druck) haben sich durchgesetzt als gängiges Fertigungsverfahren. Die Produktion wird immer besser!	Der Grad der Funktionsintegration um Produktstrukturen zu optimieren ist sehr hoch, während additive Fertigung (u.a. 3D Druck) als Fertigungsverfahren stark genutzt.	Der Grad der Funktionsintegration ist niedrig, allerdings wird additive Fertigung (u.a. 3D Druck) als Fertigungsverfahren genutzt.	Weder die Funktionsintegration noch additive Fertigung (u.a. 3D Druck) werden in der Produktion viel genutzt. Die Produktion erfährt keine wesentliche Verbesserung hinsichtlich neuer Fertigungsverfahren.
14.0	Internet of Things (Vernetzung)	"Im Internet of Things können sich physische Objekte digital miteinander vernetzen. Die automatische Identifikation erfolgt mittels RFID oder QR-Codes. Kleinste integrierbare Sensoren oder Machine-Sensing-Verfahren sorgen dafür, dass in Zukunft nahezu alle physischen Objekte miteinander in Verbindung stehen. Die Anwendungspotentiale erstrecken sich von der selbstoptimierenden Produktion bis zum automatischen Flottenmanagement." (Quelle: Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Machine Sensing (dt.: "Maschinenerfassung")	Fähigkeit der Maschine eindeutige Entscheidungen treffen zu dürfen	Machine Sensing ist ausgeprägt, sowie die Fähigkeit von Maschinen eindeutige Entscheidungen treffen zu dürfen. Das unterstützt die Automatisierung des kognitiven Autos. Das kognitive Auto ist hiermit in der Lage die Umwelt zu verstehen und der Situation entsprechend zu handeln.	Machine Sensing ist ausgeprägt, allerdings wird noch an der Fähigkeit von Maschinen eindeutige Entscheidungen treffen zu dürfen noch geforscht. Das kognitive Auto kann die Umwelt erfassen, aber ist noch nicht in der Lage selbstständig Entscheidungen zu treffen.	Machine Sensing ist noch nicht ausgeprägt, allerdings ist die Fähigkeit von Maschinen eindeutige Entscheidungen treffen zu dürfen sehr ausgeprägt.	Weder Machine Sensing noch die Fähigkeit von Maschinen eindeutige Entscheidungen treffen zu dürfen sind ausgeprägt. Die Automatisierung von kognitiven Autos ist noch weit entfernt.
Individualisierung	Mass Customization	"Weil Konsumenten Angebote wollen, die auf ihren persönlichen Geschmack und ihre individuellen Bedürfnisse zugeschnitten sind, setzen immer mehr Unternehmen auf Mass Customization, also individualisierte Massenproduktion. 3D-Druck und Industrie 4.0 machen es möglich, in der Fertigung noch schneller und präziser auf hochindividuelle Kundenwünsche einzugehen." (Quelle: Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Der Bedarf Hardware-Software-Funktionsumfang ab Kauf	Der Bedarf Anwendungsfall-abhängiger HW/SW Funktionsumfang	Der Bedarf an den HW/SW Funktionsumfang und des Anwendungsfall abhängigen Funktionsumfangs bei Produkten ist hoch, Kunden kaufen je nach Anwendungsfall hier unterschiedliche Produkte.	Der Bedarf des HW/SW Funktionsumfangs ist hoch und der Bedarf des Anwendungsfall abhängigen Funktionsumfangs bei Produkten ist niedrig.	Der Bedarf an den HW/SW Funktionsumfang ist niedrig und des Anwendungsfall abhängigen Funktionsumfangs bei Produkten ist hoch.	Der Bedarf des HW/SW Funktionsumfangs und des Anwendungsfall abhängigen Funktionsumfangs bei Produkten ist niedrig. Customization sinkt.
Individualisierung	Modul-/Plattformstrategie	"Ziel dieser Strategie ist die Reduzierung exorbitant hoher Komplexitätskosten, die aus der stetig ansteigenden Modell-, Varianten- und Ausstattungsvielfalt der Fahrzeuge erwachsen. Alle Automobilhersteller verfügen heute über Fahrzeugarchitekturen, die modellübergreifend zur Senkung von Stückkosten genutzt werden können. Gleichzeitig erfolgt eine Ausweitung von modellübergreifenden Gleichteilen. Für die Zulieferindustrie können dadurch Volumenforderungen erheblich zunehmen sowie qualitätssichernde Maßnahmen aufgrund steigender Rückfrüskosten an Bedeutung gewinnen." (Quelle: Automotive Thüringen Tiefenanalyse)	Grad der Anpassung (Design, Funktion)	Echtzeitfähigkeit	Der Grad der Anpassung der Produkte im kognitiven Auto sowie die Echtzeitfähigkeit in der Produktion sind hoch. Kundenindividuelle Varianten werden nach Bedarf produziert und den Kunden zur Verfügung gestellt.	Der Grad der Anpassung von Produkten ist hoch, da Kunden unterschiedliche Anforderungen an das kognitive Auto haben. Allerdings ist die Echtzeitfähigkeit in der Produktion dafür niedrig, sodass Kunden deren Produkte nicht zeitnah bekommen.	Der Grad der Anpassung von Produkten ist niedrig, allerdings ist die Echtzeitfähigkeit in der Produktion hoch. Dies ist, weil die Produktion nur gewisse Varianten liefert und dafür gut vorbereitet sind.	Der Grad der Anpassung von Produkten sowie die Echtzeitfähigkeit in der Produktion sind niedrig.
Konnektivität	Car-2-Infra-structure	"Durch einen direkten Internetzugang über eine fahrzeugeigene Sende- und Empfangseinheit wird das Auto selbst zu einem Objekt in der digitalen Welt. Diese externe Vernetzung ermöglicht die Kommunikation mit Objekten der Infrastruktur." (Quelle: Automotive Thüringen Tiefenanalyse)	Seamless Mobility (dt.: "nahtlose Mobilität")	Verfügbarkeit der Schnittstellen	Die Seamless Mobility ist in den Städten stark ausgeprägt. Diese stellen auch viele Schnittstellen für die Kommunikation mit Fahrzeugen zur Verfügung.	Die Mobilität ist nahtlos und in den Städten sehr integriert. Diese stellen aber kaum Schnittstellen für die Kommunikation mit Fahrzeugen zur Verfügung.	Die Mobilität ist in den Städten noch nicht nahtlos. Diese stellen aber viele Schnittstellen für die Kommunikation mit Fahrzeugen zur Verfügung.	Die Seamless Mobility ist in den Städten noch nicht nahtlos. Diese stellen auch kaum Schnittstellen für die Kommunikation mit Fahrzeugen zur Verfügung.
Konnektivität	Car-2-Car	"Durch einen direkten Internetzugang über eine fahrzeugeigene Sende- und Empfangseinheit wird das Auto selbst zu einem Objekt in der digitalen Welt. Diese externe Vernetzung ermöglicht die Kommunikation mit anderen Fahrzeugen." (Quelle: Automotive Thüringen Tiefenanalyse)	Rechenleistung im Fahrzeug	Konnektivitätsstandards bei unterschiedlichen Herstellern	Die Rechenleistung in den Fahrzeugen ist hoch und die Konnektivitätsschnittstellen sind sehr kompatibel. Dies ermöglicht den effizienten und kontinuierlichen Austausch zwischen Fahrzeugen.	Die Rechenleistung in den Fahrzeugen ist hoch, aber die Konnektivitätsschnittstellen unterschiedlicher Herstellern sind nicht sehr kompatibel, sodass der Datenaustausch zwischen den unterschiedlichen Herstellern erschwert ist.	Die Rechenleistung in den Fahrzeugen ist nicht sehr hoch, welches den Datenaustausch erschwert, aber die Konnektivitätsschnittstellen unterschiedlicher Hersteller sind sehr kompatibel.	Die Rechenleistung in den Fahrzeugen ist nicht sehr hoch und die Konnektivitätsschnittstellen unterschiedlicher Hersteller sind sehr kompatibel, welche den Datenaustausch erschwert.
Konnektivität	Real-digital	"On- und Offline-Welt verschmelzen immer stärker und gehen vielfältige Verbindungen ein. So legen Augmented-Reality-Technologien eine Ebene über die Realität und erweitern die physische Wirklichkeit um eine digitale. Damit einher geht ein neues Verständnis von Realität: Es trennt nicht mehr zwischen "real" und "digital", sondern betrachtet das Zusammenspiel beider Dimensionen ganzheitlich." (Quelle: Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Darstellung virtueller Modelle und Informationen überlagert über die reale Fahrwelt für den Fahrer (Einsatz von Mixed Reality)	Einsatz neuer HMI-Konzepte wie z.B. Oberflächen-integrierte Anzeigen, polymorphe Instrumententafeln mit adaptiven Displays (aus Interiurstudie Automotive Thüringen)	Fahrer sind genauso vernetzt in digitaler Welt des kognitiven Autos wie in der realen Welt. Dies aufgrund der wiedergabebereiten (Form, orts- und positionsgenauen) Darstellung virtueller Modelle und Informationen überlagert über die reale Fahrwelt und zum Anderen durch den großen Einsatz von neuen HMI-Konzepten.	Die Darstellung virtueller Modelle und Informationen überlagert über die reale Fahrwelt für den Fahrer ist sehr gut. Allerdings ist der Einsatz neuer HMI Konzepte niedrig, weshalb der Fahrer sich nicht vollständig der Realität verbunden fühlt.	Der hohe Einsatz neuer HMI fördert die Verschmelzung von realer und virtueller Fahrwelt trotz unrealistischer Darstellung virtueller Modelle und Informationen überlagert über die reale Fahrwelt.	Die Darstellung virtueller Modelle und Informationen überlagert über die reale Fahrwelt für den Fahrer ist nicht realistisch und der Einsatz neuer HMI Konzepte niedrig. Die Trennung zwischen Realität und digitaler Welt ist zu jeder Zeit erlebbar.
Konnektivität	Machine Learning	"Das maschinelle Lernen ist ein Teilgebiet der künstlichen Intelligenz. Das Erkennen von Mustern und Gesetzmäßigkeiten sowie die anschließende Ableitung passender Lösungsansätze sind Aufgabengebiete dieser Technologie. Die Grundlage bilden vorhandene Datenbestände, die zur Erkennung der	Verwendung Predictive Analytics	Wissen der Mitarbeiter des Infrastrukturregulationssystems kognitiven Auto	Die Verwendung von Predictive Analytics ist sehr ausgebreitet und das benötigte Wissen der Mitarbeiter über das Infrastrukturregulationssystem des kognitiven Autos ist vor-	Die Verwendung von Predictive Analytics wird stark genutzt, obwohl die Mitarbeiter nicht dem benötigten	Niedrige Verwendung von Predictive Analytics aber das benötigte Wissen der Mitarbeiter über das Infrastruktur-	Die Verwendung von Predictive Analytics wird nicht genutzt und das benötigte Wissen der Mitarbeiter

		Muster benötigt werden. Dementsprechend generiert die Technologie ein künstliches Wissen auf Basis von bereits gemachten Erfahrungen. Alle Erkenntnisse, die gewonnen werden, lassen sich verallgemeinern und somit für weitere Problemstellungen verwenden. Durch diesen Ansatz können auch unbekannte Daten schnell aufbereitet und verwendet werden." (Quelle: Weissenberg-Solutions)	(dt.: "prä-diktive Analytik")	handen. Roboter und Menschen können dadurch gut miteinander arbeiten.	Wissen den Infrastrukturregelsystem des kognitiven Autos besitzen. Das Risiko der Maschinen abzuhängen ist hoch.	regelsystem des kognitiven Autos ist vorhanden.	über das Infrastrukturregelsystem des kognitiven Autos ist nicht vorhanden.	
Konnektivität	Solution as a Service	"Eine der größten Chancen, die das Internet der Dinge mit sich bringt, ist die Transformation der Geschäftsmodelle. Die Entwicklung geht weg vom Verkauf physischer Produkte und hin zum Vertrieb vernetzter Dienste. In den Produkten verbaute Sensoren gewähren den Herstellern dabei wertvolle Einblicke in das Nutzerverhalten." (Quelle: Trendexplorer)	Location based (dt.: "ort-basiert") Services zur Orientierung und Navigation im Umfeld	Upgrade (dt.: "Aktualisierung") des Funktionsumfangs des kognitiven Autos	Solution as a Service wird in kognitiven Autos vermehrt verwendet. Dazu gehören zum Beispiel die verstärkte Nutzung von Location based Services sowie das Upgrade des Funktionsumfangs des kognitiven Autos. Paid bei use wird gängig.	Location based Services werden in kognitiven Autos zur Orientierung stark genutzt. Das Upgrade des Funktionsumfangs von Kunden ist vernachlässigt, da sie mit den bereits vorhandenen Funktionen des kognitiven Autos zufrieden sind.	Location based Services werden im kognitiven Auto kaum genutzt. Im Gegenteil wird das Upgrade des Funktionsumfangs von Kunden als sehr wichtig empfunden, da sie das volle Potenzial des Fahrzeugs ausnutzen wollen.	Location based Services sowie das Upgrade des Funktionsumfangs des kognitiven Autos werden nicht stark genutzt. Kunden sind an Solution as a Service Angebote nicht interessiert.
Mobilität	Car Sharing in urbanen Gebieten	"Carsharing ist ein gemeinschaftliches Mobilitätsangebot der organisierten sequentiellen Nutzung von Fahrzeugen, auf die kurzfristig und in einem standardisierten Verfahren zugegriffen wird. Beim stationsbasierten Carsharing werden die Fahrzeuge an dedizierten Stellplätzen für die temporäre Nutzung aufgenommen und nach deren Ende abgestellt. Beim stationsunabhängigen Carsharing ("Free-Floating Carsharing") werden die Fahrzeuge auf allen zulässigen Parkflächen im öffentlichen Straßenraum sowie auf explizit definierten weiteren Stellflächen innerhalb eines Gebietes aufgenommen und zurückgestellt." (Quelle: Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Anzahl Fahrten	Länge Fahrten	Die Mobilität ist durch häufige und lange Fahrten mit dem kognitiven Auto in urbanen Gebieten im Rahmen eines Sharing Konzepts gekennzeichnet.	Sharing Services werden in den Städten häufig gebucht, die Fahrten sind aber kurz.	Ein Sharing Konzept des kognitiven Fahrzeugs wird seltener genutzt, jedoch werden längere Fahrten durchgeführt.	Mit dem kognitiven Auto werden wenige und nur kurze Fahrten durchgeführt. Das Sharing Konzept wird wenig genutzt.
Mobilität	Automatisierungsgrad der am System beteiligten Systeme	"Von assistierten Fahren (Level 1 der insgesamt fünf Entwicklungsstufen des autonomen Fahrens), das heute bereits Realität ist, bis zum autonomen = fahrerlosen Fahren (Level 5) ist noch ein weiter Weg mit hohen technologischen, infrastrukturellen und rechtlichen Hürden. Überwiegend wird eine nennenswerte Verbreitung fahrerloser Fahrzeuge erst nach 2030 erwartet. Dieser Erwartungshorizont hat sich durch die aktuellen Zwischenfälle mit Tesla- und Volvo-Fahrzeugen allerdings eher noch verlängert. Dennoch werden sich die Zwischenstufen des teil-, hoch- und vollautomatisierten Fahrens (Level 2 – 4) Schritt für Schritt durchsetzen. Damit verbunden sind erhebliche Wertschöpfungszuwächse bei Komplettsystemen, Komponenten und Software." (Quelle: Automotive Thüringen Tiefenanalyse)	Autonome Fahrstufe	Akzeptanz der Gesellschaft	Die Autonome Fahrstufe ist hoch (4,5) und die Gesellschaft vertraut den damit verbundenen Automatisierungstechnologien und hat eine hohe Akzeptanz ihnen gegenüber.	Obwohl die Autonome Fahrstufe hoch ist (4,5), vertraut die Gesellschaft den Technologien nicht, sodass autonome Fahrzeuge wenig akzeptiert sind.	Die Autonome Fahrstufe ist nicht so hoch (2,3), allerdings vertraut die Gesellschaft den bereits eingesetzten Technologien sehr, sodass autonome Autos akzeptiert und weit verbreitet sind.	Die Autonome Fahrstufe ist niedrig (2,3) und die Gesellschaft vertraut den Technologien nicht, sodass autonome Fahrzeuge sich immer wieder zurückziehen.
Neue Elemente im Antriebsstrang	Elektrifizierung	"Es ist zu konstatieren, dass seit kurzem eine ernst zu nehmende Trendwende zur Elektromobilität eingesetzt hat. Diese ist im Wesentlichen durch regulative Eingriffe in der EU und in China verursacht, auf die alle Automobilhersteller in ihren Produktplanungen reagieren." (Quelle: Automotive Thüringen Tiefenanalyse). Bei einem elektrischen Antriebsstrang sind im Vergleich zum verbrennungsmotorischen Antriebsstrang andere Komponenten im Fahrzeug relevant. Die Energiespeicher und Ladeinfrastruktur sowie der E-Motor stellen andere Anforderungen an das Branchenumfeld Thüringen als der verbrennungsmotorische Antrieb. Um Fahrzeuge zu elektrifizieren müssen dafür notwendige Kompetenzen dafür aufgebaut werden. Dies ist nicht nur im Antriebsstrang des kognitiven Autos relevant sondern auch im Antrieb von Produktionsanlagen. (Quelle: aus Automotive Thüringen Tiefenanalyse, Trendexplorer, Zukunftsinstitut und weitere Internetrecherche)	Grad der Funktions-/Systemintegration	Grad der Verwendung neuer Technologien (Continuos Hairpin, Advanced Cooling Systems etc.)	Der Grad der Systemintegration und der Verwendung neuer Technologien in Elektroelemente ist hoch. Die Entwicklung der Elektroantriebe nimmt stark zu.	Der Grad der Systemintegration ist hoch, da Elektroantriebe stark eingesetzt werden, aber die Verwendung neuer Technologien in Elektroelemente ist niedrig.	Der Grad der Systemintegration ist niedrig, aber die Verwendung neuer Technologien in Elektroelementen ist hoch.	Der Grad der Systemintegration und der Verwendung neuer Technologien in Elektroelemente ist niedrig.
Neue Elemente im Antriebsstrang	Hybridisierung	Hybridisierung bezeichnet eine Mischform von zwei Systemen, die vorher getrennt waren. Im Fall der Antriebstechnik der Fahrzeuge sind die Systeme zum einen der Verbrennungsmotor und zum anderen der Elektromotor. In einem Hybrid-Fahrzeug ist sowohl der benötigte Antriebsstrang für den Elektro- als auch für den Verbrenner-Antrieb vorhanden. (Quelle: aus Internetrecherche und Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Bedarf an Anteil elektrischer Leistung	Bedarf an Anteil Verbrennerleistung	Sowohl der Bedarf der Elektroleistung als auch der an Anteil der Verbrennerleistung müssen also weiter intensiv geforscht und optimiert werden.	Der Bedarf an Anteil der Elektroleistung ist sehr hoch, während der an Anteil der Verbrennerleistung immer niedriger wird. Verbrennungsantriebe verlieren Interesse der Kunden.	Der Bedarf an Anteil der Elektroleistung ist niedrig, während der an Anteil der Verbrennerleistung hoch ist. Kunden sind noch skeptisch was Elektroantriebe angeht.	Sowohl der Bedarf an Anteil der Elektroleistung als auch der an Anteil der Verbrennerleistung ist niedrig.
Neue Werkstoffe	Funktionale Leichtbaustrukturen	"Der Trend zum Leichtbau nimmt auch künftig weiter zu, unabhängig vom künftig zu erwartenden Antriebsmix. Bis 2030 wird der Anteil der Leichtbau-Teile im Fahrzeug auf 70 Prozent ansteigen. Für die neue „Leichtigkeit“ künftiger Fahrzeuggenerationen reicht reiner Materialleichtbau nicht mehr aus; konstruktiv orientierter Konzeptleichtbau gewinnt erheblich an Bedeutung." (Quelle: Automotive Thüringen Tiefenanalyse)	Grad der Gewichtseinsparung (durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte)	Grad der Gewichtseinsparung (durch Engineering TO, FO, SO)	Die Gewichtseinsparung dank dem Einsatz neuer Werkstoffe und Engineering Formen wie Topologie Optimierungen (TO), Funktionsoptimierungen (FO) und System Optimierungen (SO) ist hoch.	Die Gewichtseinsparung dank dem Einsatz neuer Werkstoffe ist hoch, während die Gewichtseinsparung durch Engineering wie Topologie Optimierungen, Funktionsoptimierungen und System Optimierungen niedrig sind.	Die Gewichtseinsparung dank dem Einsatz neuer Werkstoffe ist niedrig, während die Gewichtseinsparung durch Engineering wie Topologie Optimierungen, Funktionsoptimierungen und System Optimierungen hoch sind.	Die Gewichtseinsparung dank dem Einsatz neuer Werkstoffe und Engineering Formen wie Topologie Optimierungen, Funktionsoptimierungen und System Optimierungen ist niedrig.
Neue Werkstoffe	Funktionale Werkstoffe	Die Forschung in der Materialwissenschaft schreitet voran. In den letzten Jahren ist viel hinsichtlich dem Einsatz innovativer Werkstoffe in der Fertigung passiert, die es ermöglichen neue Grenzen für Produktstrukturen zu setzen. Ob schnelle, komplexere oder effizientere Fertigung möglich ist, hängt zum einen vom Fertigungsverfahren und zum anderen von den Werkstoffen ab. (Quelle: aus Trendexplorer und Internetrecherche)	Einsatz Smart Surfaces in Form von z.B. Keramiken, textilen Geweben und Verbundmaterialien (aus Interieurstudie Automotive Thüringen)	Einsatz recycelbarer Bio-FVKs und durch Verwendung von Materialien wie Flachs, Hanf, Kenaf, Sisal (aus Interieurstudie Automotive Thüringen)	Der Einsatz von Smart Surfaces und recycelbarer Bio-FVKs ist stark gestiegen. Die Funktionsintegration im kognitiven Auto sowie die Nachhaltigkeitverantwortung in der Produktion sind stark ausgeprägt.	Der Einsatz von Smart Surfaces ist gestiegen, während recycelbare Bio-FVKs nicht eingesetzt werden. Die Funktionsintegration im kognitiven Auto ist ausgeprägt, während die Nachhaltigkeitverantwortung in wenig ausgeprägt ist.	Der Einsatz von Smart Surfaces ist niedrig, während der Einsatz recycelbarer Bio-FVKs hoch ist. Nachhaltigkeit ist in jedem Bereich für Kunden wichtig.	Der Einsatz von Smart Surfaces und recycelbarer Bio-FVKs werden nicht eingesetzt. Für Kunden und Anbieter ist es nicht so wichtig innovative Werkstoffe einzusetzen.

Neu-Ökologie	Nachhaltige Nutzung	Nachhaltige Nutzung beschreibt den Verbrauch ökologisch sauberer Technologien, wodurch eine Emissionsreduktion (CO ₂ , NO _x , HC) und Schonung von Ressourcen erzielt werden kann. Die Vermeidung der Umweltverschmutzung, sowie die Verbesserung bzw. die Reduzierung der Umweltverschmutzung sind nach und nach Ziele unserer Gesellschaft. (Quelle: aus Zukunftsinstitut Netzrecherche und Trendexplorer)	Ethical Consumption (Nachhaltige Nutzung): Green-Tech (hoch); Clean Tech (niedrig)	Achtsamkeit	Nachhaltige Nutzung der Fahrzeuge ist sehr hoch, es wird nur mit Grubentuch produziert, sodass Belastungen der Umwelt vermieden werden. Die Menschen schätzen Achtsamkeit als sehr wichtig und verstehen die Umwelt zu schätzen.	Nachhaltige Nutzung der Fahrzeuge ist sehr hoch, es wird nur mit Grubentuch produziert, sodass Belastungen der Umwelt vermieden werden. Die Menschen sind nicht so achtsam gegenüber der Umwelt.	Nachhaltige Nutzung der Fahrzeuge ist niedrig, durch Cleantech werden aber ökologisch saubere Technologien und Verfahrenswesen eingesetzt. Die Menschen schätzen auch Achtsamkeit als sehr wichtig und verstehen die Umwelt zu schätzen.	Nachhaltige Nutzung der Fahrzeuge ist niedrig, durch Cleantech werden aber ökologisch saubere Technologien und Verfahrenswesen eingesetzt. Die Menschen sind nicht so achtsam gegenüber der Umwelt.
Neu-Ökologie	Nachhaltige Produktion	Durch nachhaltige Produktion wird erzielt, dass Produkte nach ihrem Gebrauch bestmöglich wiederverwendet werden. Durch die Lebenszyklusbetrachtungsweise wie auch die gemeinsame Zielsetzung nachhaltiger zu produzieren, wird es versucht die Umwelt vor Abfall und Emissionen zu schonen. (Quelle: aus Zukunftsinstitut Netzrecherche und Trendexplorer)	Sharing Economy	Circular Economy (geschlossene Stoffkreisläufe)	Sowohl Sharing als auch Circular Economy sind extrem wichtig. Menschen schätzen die Gesellschaft und wollen alles miteinander teilen sowie gemeinsam das Ziel verfolgen die Umwelt zu schützen und effizienter zu leben.	Sharing Economy ist sehr wichtig, da die Gesellschaft merkt, dass es wichtig ist miteinander zu kooperieren. Währenddessen verliert Circular Economy seine Relevanz.	Sharing Economy ist nicht so wichtig, der Einzelne schaut auf sich. Währenddessen gewinnt Circular Economy an Relevanz, die Umwelt wird geschätzt.	Weder Sharing noch Circular Economy sind wichtig. Die Menschen leben in einer Bubble und wollen nichts voneinander wissen.
New Work	New Work	"New Work beschreibt einen epochalen Umbruch, der mit der Sinnfrage beginnt und die Arbeitswelt von Grund auf umformt. Das Zeitalter der Kreativökonomie ist angebrochen – und es gilt Abschied zu nehmen von der rationalen Leistungsgesellschaft. New Work stellt die Potenzialentfaltung eines jeden einzelnen Menschen in den Mittelpunkt. Denn Arbeit steht im Dienst des Menschen: Wir arbeiten nicht mehr, um zu leben, und wir leben nicht mehr, um zu arbeiten. In Zukunft geht es um die gelungene Symbiose von Leben und Arbeiten." (Quelle: Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Work-Life-Blending	Alltags-Outsourcing	Work-Life-Blending und Alltags-Outsourcing sind heute sehr relevant. Das kognitive Auto ist deswegen auch vorbereitet Aktivitäten der Fahrer und Gäste zu unterstützen.	Work-Life-Blending ist heutzutage wichtig und wird vom kognitiven Auto unterstützt in dem man vom Auto aus arbeiten kann. Währenddessen wird Alltags-Outsourcing kaum genutzt.	Work-Life-Blending ist heutzutage so wichtig, während Alltags-Outsourcing ständig genutzt wird.	Work-Life-Blending und Alltags-Outsourcing haben heutzutage kaum noch Wichtigkeit.
Sicherheit	Cybercrime	"Cybercrime bezeichnet die Art von Kriminalität, die mithilfe von Informations- und Kommunikationstechnologie verübt wird. Erschwert wird die Verfolgung von Cybercrime vor allem durch die Möglichkeiten der anonymen Nutzung des Internets. Unter Cybercrime fallen Verbrechenarten wie digitale Industriespionage, Identitätsmissbrauch, Verstöße gegen geistiges Eigentum oder digitale Fälschung." (Quelle: Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Sicherung der Privatsphäre	Sicherheit systemrelevanter Funktionen	Sicherheit der Privatsphäre und systemrelevanter Funktionen ist zu jeder Zeit gewährleistet. Cybercrime ist zu vernachlässigen und wird nicht als Gefahr angesehen.	Die Sicherung der Privatsphäre ist hoch, während die systemrelevanten Funktionen der Fahrzeuge noch gehackt werden können. Dies verringert das Vertrauen der Gesellschaft gegenüber autonomer Fahrzeuge.	Die Sicherung der Privatsphäre ist durch den kontinuierlichen Datenaustausch gering, allerdings verstehen die Menschen, dass dies der Trade-off zu den autonomen Fahrzeugen ist. Systemrelevanten Funktionen sind gegen Cybercrime geschützt.	Die Sicherung der Privatsphäre sowie die Sicherheit systemrelevanter Funktionen nicht gewährleistet. Menschen verlieren das Vertrauen an autonome Fahrzeuge.
Sicherheit	Super Safe Society	"Dank systematischer Bestrebungen für mehr Sicherheit wurden in den letzten Jahrzehnten enorme Fortschritte erreicht. Entgegen den durch Medien weit verbreiteten Unsicherheitsgefühlen leben wir faktisch in der sichersten aller Zeiten. Egal, welche Indikatoren man hinsichtlich Sicherheit betrachtet, die Entwicklung ist fast überall positiv. Aus der Risikogesellschaft von einst ist in vielfacher Hinsicht eine Super-Safe Society geworden." (Quelle: Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Sicherheitsstandards in der Fahrzeugstruktur (Karosserie/Interieur...)	Sicherheitsstandards im Zugang zum Fahrzeug (Authentifizierung 1. oder 2. Faktor, etc.)	Die Sicherheitsstandards in der Fahrzeugstruktur und im Zugang zum Auto sind sehr hoch. Nutzer fühlen sich im Auto sicher und vertrauen, dass nur sie das Auto nutzen.	Die Sicherheitsstandards in der Fahrzeugstruktur sind hoch und damit fühlen sich die Nutzer des kognitiven Autos sicher. Der Zugang zum Auto wird aber von den Nutzern als nicht so sicher betrachtet.	Die Sicherheitsstandards in der Fahrzeugstruktur sind niedrig, da man sie durch den Automatisierungsgrad nicht mehr braucht. Der Zugang zum Auto von außen ist aber sehr sicher.	Die Sicherheitsstandards in der Fahrzeugstruktur und im Zugang zum Auto sind niedrig.
Urbani-sierung	Megacities	"Megacities sind Städte mit 10 Millionen oder mehr Einwohnern. Viele dieser riesigen Metropolen haben hohe Wachstumsraten. Schon heute lebt etwa jeder achte Erdbewohner in einer der rund 30 Megacities. Ihre Anzahl wird nach Prognosen der UN bis zum Jahr 2035 auf fast 60 steigen. Die schiere Größe der Megastädte stellt sie vor gewaltige Herausforderungen in Bezug auf Infrastruktur, Lebensqualität und Nachhaltigkeit." (Quelle: Zukunftsinstitut Netzrecherche)	Gebrauch Mikromobilität (Roller, Fahrrad) in urbanen Gebieten	Angebot Mikromobilität (Roller, Fahrrad) in urbanen Gebieten	Der Gebrauch und das Angebot von Mikromobilität in Megacities ist gestiegen. Mikromobilität bietet eine gute Lösung für den geringen Platzbedarf und die Reduzierung von CO ₂ Emissionen in stark urbanisierten Gebieten.	Der Gebrauch und von Mikromobilität in den Megacities ist gestiegen. Allerdings ist das Angebot konstant geblieben, es gibt keine neuen Players in der Mikromobilität.	Der Gebrauch und von Mikromobilität in den Megacities ist nicht gestiegen, obwohl das Angebot vergrößert ist.	Mikromobilität wird in den Megacities nicht stark genutzt, deswegen gibt es auch kein gestiegenes Angebot für diese.

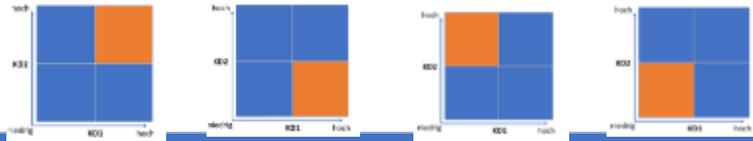
• Konsistenzmatrix

			Neue Fertigungsverfahren				Vernetzung				Mass Customization				
Consistency assessment			NN	NH	HN	HH	NN	NH	HN	HH	NN	NH	HN	HH	
			Weder die	Der Grad	Der Grad	Der Grad	Weder die	Machine	Machine	Machine	Sensing	sd	Der Bedarf	Der Bedarf	Der Bedarf
Neue Fertigungsverfahren	NN	Weder die Funktionen													
	NH	Der Grad der Funkti													
	HN	Der Grad der Funkti													
	HH	Der Grad der Funkti													
Vernetzung	NN	Weder Machine Ser	3	3	2	2									
	NH	Machine Sensing is	3	3	2	2									
	HN	Machine Sensing is	2	2	4	4									
	HH	Machine Sensing s	2	2	4	4									
Mass Customization	NN	Der Bedarf an den h	4	4	2	2	3	3	3	3					
	NH	Der Bedarf an den h	4	4	2	2	3	3	3	3					
	HN	Der Bedarf an den h	2	2	5	5	3	3	3	3					
	HH	Der Bedarf an den h	2	2	5	5	3	3	3	3					
Modul-/Plattformstrategie	NN	Der Grad der Anpas	4	4	2	2	3	3	3	3	4	4	2	2	
	NH	Der Grad der Anpas	4	4	2	2	3	3	3	3	4	4	2	2	
	HN	Der Grad der Anpas	2	2	5	5	3	3	3	3	2	2	5	5	
	HH	Der Grad der Anpas	2	2	5	5	3	3	3	3	2	2	5	5	
Car-2-Environment	NN	Die Mobilität ist in d	3	3	3	3	4	4	2	2	3	3	3	3	
	NH	Die Mobilität ist in d	3	3	3	3	4	4	2	2	3	3	3	3	
	HN	Die Mobilität ist nah	3	3	3	3	2	2	5	5	3	3	3	3	
	HH	Die Mobilität ist in d	3	3	3	3	2	2	5	5	3	3	3	3	
Car-2-Car	NN	Die Rechenleistung	3	3	3	3	4	4	2	2	3	3	3	3	
	NH	Die Rechenleistung	3	3	3	3	4	4	2	2	3	3	3	3	
	HN	Die Rechenleistung	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3	3	
	HH	Die Rechenleistung	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3	3	
Real-digital	NN	Die Darstellung virtu	3	3	2	3	4	4	2	2	4	3	3	3	
	NH	Der Einsatz neuer H	3	3	2	3	4	4	2	2	3	3	4	3	
	HN	Die Darstellung virtu	3	3	4	4	2	2	4	4	3	4	3	3	
	HH	Die Fahrer fühlen si	3	3	4	4	2	2	4	4	3	3	3	4	
Machine Learning	NN	Predictive Analytics	4	4	2	2	5	4	2	2	4	4	2	2	
	NH	Predictive Analytics	3	3	3	3	4	5	2	2	4	4	2	2	
	HN	Predictive Analytics	2	2	4	4	2	2	5	4	2	2	4	4	
	HH	Die Verwendung vo	2	2	4	4	2	2	4	5	2	2	4	4	
Solution as a Service	NN	Location based Ser	3	3	3	3	4	4	2	2	4	4	2	2	
	NH	Location based Ser	3	3	3	3	4	4	2	2	4	4	2	2	
	HN	Location based Ser	3	3	3	3	2	2	4	4	2	2	4	4	
	HH	Location based Ser	3	3	3	3	2	2	4	4	2	2	4	5	
Car Sharing	NN	Mit dem Fahrzeug w	3	3	3	3	4	4	2	2	4	3	3	3	
	NH	Sharing Services w	3	3	3	3	4	4	2	2	3	3	4	3	
	HN	Sharing Services w	3	3	3	3	2	2	4	4	3	4	3	3	
	HH	Die Car-Sharing Mo	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3	4	
Automatisierungsgrad	NN	Die Autonome Fahr	3	3	3	3	5	1	2	1	4	3	3	3	
	NH	Die Autonome Fahr	3	3	3	3	4	1	2	2	3	3	4	3	
	HN	Obwohl die Autonor	3	3	3	3	2	2	4	4	3	4	3	3	
	HH	Die Autonome Fahr	3	3	3	3	2	2	4	5	3	3	3	4	
Elektrifizierung	NN	Das Grad der Syste	3	3	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	
	NH	Das Grad der Syste	3	3	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	
	HN	Das Grad der Syste	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	4	4	
	HH	Das Grad der Syste	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	4	4	
Hybridisierung	NN	Sowohl der Bedarf	3	3	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	
	NH	Der Bedarf an den A	3	3	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	
	HN	Der Bedarf an den A	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	4	4	
	HH	Sowohl der Bedarf	2	2	4	4	3	3	4	4	2	2	4	4	
Neue Leichtbaustrukturen	NN	Die Gewichtseinspa	4	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	
	NH	Die Gewichtseinspa	4	4	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	
	HN	Die Gewichtseinspa	2	2	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	
	HH	Die Gewichtseinspa	2	2	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3	
Innovative Werkstoffe	NN	Der Einsatz von Sm	4	4	2	2	4	3	3	3	3	3	3	3	
	NH	Der Einsatz von Sm	4	4	2	2	3	4	3	3	3	3	3	3	
	HN	Der Einsatz von Sm	2	2	5	4	3	3	4	3	3	3	3	3	
	HH	Der Einsatz von Sm	2	2	4	5	3	3	3	4	3	3	3	3	
Nachhaltige Nutzung	NN	Die ethical consump	4	3	3	3	3	3	3	3	4	2	2	2	
	NH	Die ethical consump	3	3	4	3	3	3	3	3	4	4	2	2	
	HN	Die ethical consump	3	4	3	3	3	3	3	3	2	2	4	4	
	HH	Die Ethical Consum	3	3	3	4	3	3	3	3	2	2	2	4	
Nachhaltige Produktion	NN	Weder Sharing noch	4	3	3	3	4	3	3	3	4	4	2	2	
	NH	Sharing Economy is	3	4	3	3	3	4	3	3	4	4	2	2	
	HN	Sharing Economy is	3	3	4	3	3	3	4	3	2	2	4	4	
	HH	Sowohl Sharing als	3	3	3	4	3	3	3	4	2	2	4	4	
Cybercrime	NN	Die Sicherung der P	3	3	3	3	4	4	2	2	2	3	3	3	
	NH	Die Sicherung der P	3	3	3	3	4	4	2	2	3	3	3	3	
	HN	Die Sicherung der P	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3	3	
	HH	Sicherheit der Priv	3	3	3	3	2	2	4	4	3	3	3	2	

Abbildung 6.1: Ausschnitt der Konsistenzmatrix (gesamte Matrix kann bei Bedarf bei der LEG angefragt werden)

- Dimensionen und Projektionen der Soll Eigenschaften

Tabelle 6-3: Dimensionen und Projektionen der Soll-Produkteigenschaften

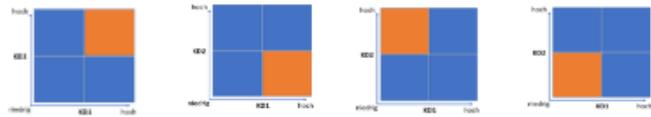


SOLL-Eigenschaften	1. Kerndimension [KD1]	2. Kerndimension [KD2]	KD1 Hoch/ KD2 Hoch	KD1 Hoch/ KD2 Niedrig	KD1 Niedrig/ KD2 Hoch	KD1 Niedrig/ KD2 Niedrig
Energiespeicherleistung	Verhältnis gravimetrischer zu volumetrischer Leistungsdichte	Verhältnis gravimetrischer zu volumetrischer Energiedichte	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit Brennstoffzellen od. einem Wasserstoff Verbrennungsmotor während der Energiespeicher selbstständig auflädt, z.B. mit Rekuperation.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit Brennstoffzellen oder einem Wasserstoff Verbrennungsmotor während der Energiespeicher nur dann aufgeladen werden kann, wenn es an einer Ladesäule am Stromnetz angebunden ist.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit einer Li-On Batterie während sich der Energiespeicher selbstständig lädt, z.B. mit Solarzellen auf dem Fahrzeugdach und Rekuperation.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit einer Li-On Batterie während der Energiespeicher nur dann aufgeladen werden kann, wenn es an einer Ladesäule am Stromnetz angebunden ist.
Nachhaltigkeit Energiespeicher (Elektrisch)	Haltbarkeit/max. Anzahl Ladezyklen	Rezyklierbarkeit der Batterie (hoch=auf Stoffebene, Niedrig=auf Komponentenebene)	Die Haltbarkeit und Rezyklierbarkeit des Energiespeichers ist hoch. Durch neue Technologien kann die Batterie auch mehrheitlich recycelt werden.	Die Haltbarkeit des Energiespeichers ist niedrig bei hoher Rezyklierbarkeit. Noch kann die Batterie mehrheitlich nicht recycelt werden.	Die Haltbarkeit des Energiespeichers ist hoch bei geringer Rezyklierbarkeit. Durch neue Technologien kann die Batterie auch mehrheitlich recycelt werden.	Sowohl die Haltbarkeit als auch die Rezyklierbarkeit des Energiespeichers sind niedrig. Noch kann die Batterie mehrheitlich nicht recycelt werden.
Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen	Automatisierung von Fahrabläufen bei physischen Routineabläufen (Mautstelle, Tanken, Waschen)	Automatisierung der Funktionalität im Interieur	Die Automatisierung bei Routineabläufen und der Funktionalität im Interieur ist hoch.	Die Automatisierung bei Routineabläufen ist hoch, bei niedriger Automatisierung der Funktionalität im Interieur.	Die Automatisierung bei Routineabläufen ist niedrig bei hoher Automatisierung der Funktionalität im Interieur.	Sowohl die Automatisierung bei Routineabläufen als auch die Automatisierung der Funktionalität im Interieur sind niedrig.
Adaptivität zum kognitiven Auto (als Ausstattungsmerkmal/Service)	Grad der Automatisierung durch Vernetzung ab Erwerb des Fahrzeugs	Grad der Automatisierung durch Vernetzung von Infrastruktur- und Netzdaten	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe ab 4. Das Fahrzeug erfordert dafür eine komplette Umrüstung.	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe ab 4. Dafür ist nur eine add-on Aktorik/Sensorik nötig (wie z.B. ADAS Systeme).	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe unter 4. Das Fahrzeug muss dafür eine komplette Umrüstung durchgehen.	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe unter 4. Dafür ist nur eine add on Aktorik/Sensorik nötig (wie z.B. ADAS Systeme).
Sensorikdiversität	Grad der Umfelderkennung durch Sensorfusion von Daten von Standardtechnologien	Grad der Umfelderkennung durch Vernetzung mit Umwelt (Car2X)	Durch die Sensorikdiversität akustischer und optischer Sensoren kann das Umfeld optimal erkannt werden.	Mithilfe der Bild-Sensorik und Verarbeitung kann das Umfeld erkannt werden, allerdings ist dies über Gehör nicht möglich.	Mithilfe der Bild-Sensorik und Verarbeitung kann das Umfeld nicht erkannt werden, allerdings ist dies über Gehör möglich.	Weder durch Bild- noch Gehör-Sensorik kann das Umfeld des kognitiven Autos erkannt werden.
Künstliche Intelligenz (bei Dilemmasituationen)	Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie	Datengrundlage zum Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite.	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist hoch.	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie ist hoch und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist niedrig.	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie ist niedrig und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist hoch.	Sowohl die vorprogrammierte Entscheidungsautonomie als auch die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist niedrig.
Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kunden	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer ab Kauf	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind hoch, bei hohen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind hoch, bei niedrigen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind niedrig, bei hohen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor und ab Kauf sind hoch.
Gewichtsoptimierung	Grad der Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte	Grad der Gewichtsoptimierung durch Agiles Systems Engineering	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte und durch System Engineering ist hoch	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte ist hoch, während der Grad der Gewichtsoptimierung durch ein agiles Systems Engineering niedrig ist.	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte ist niedrig während der Grad der Gewichtsoptimierung durch agiles Systems Engineering hoch ist.	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte und agilem System Engineering ist niedrig.
Produktionsaufwand für das Interieur	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push	Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push und die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe ist hoch.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist hoch, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren niedrig ist.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist niedrig, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren hoch ist.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push und die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe ist niedrig.
Vernetzungsleistung	Anzahl möglicher unterschiedlicher gleichzeitig drahtlos verbundener Endgeräte (bspw. Home Appliances) über Drahtlose	Höhe des transferierten Datenvolumens zwischen Steuergeräten des kog. Auto	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist hoch. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist hoch, da sie alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist hoch. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist niedrig, da sie nicht alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist niedrig. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist hoch, da sie alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist niedrig. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist niedrig, da sie nicht alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.
Betriebszustandsinformationstransfer von der Umgebung und dem kognitiven Auto zum Insassen	Angepasste Nutzererfahrung zur Zielerreichung	Übermittlungsart über visuelle Signale	Die UX der Informationsdarstellung ist hoch. Die Übermittlungsart erfolgt zudem visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist hoch. Die Übermittlungsart erfolgt weniger visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist niedrig. Die Übermittlungsart erfolgt visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist niedrig. Die Übermittlungsart erfolgt weniger visuell.

	der Informationsdarstellung (User Experience)					
Nutzungserlebnis der digitalen Welt in die reale Welt des kognitiven Autos	Immersionsgrad für Insassen	Interaktionsgrad für Insassen	Der Insasse fühlt sich durch alle Sinne angesprochen und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist hoch, sodass er sich von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann.	Der Insasse fühlt sich durch alle Sinne angesprochen und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist niedrig, sodass er sich nicht von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann und er im Bewusstsein ist, dass er sich im Auto befindet.	Der Insasse fühlt sich nicht durch alle Sinne angesprochen (z.B. nur durch Sicht), aber der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist hoch, sodass er sich von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann.	Der Insasse fühlt sich nicht durch alle Sinne angesprochen (z.B. nur durch Sicht) und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist niedrig, sodass er sich nicht von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann und er im Bewusstsein ist, dass er sich im Auto befindet.
Schutz gegen Cybercrime	Safety (Schutz von Mensch und Umwelt)	Security (Schutz der Daten)	Die Datensicherheit ist hoch, da Daten durch private Datenbanken gesichert werden. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist hoch, dies erfolgt z.B. durch doppelte Authentifizierung für den Zugang.	Die Datensicherheit ist hoch, da Daten durch private Datenbanken gesichert werden. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist niedrig, die Authentifizierung für den Zugang des Fahrzeugs ist z.B. nur einfach und deswegen nicht sehr sicher gegen Diebstahl.	Die Datensicherheit ist niedrig. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist niedrig, die Authentifizierung für den Zugang des Fahrzeugs ist z.B. durch doppelte Authentifizierung für den Zugang.	Die Datensicherheit ist niedrig. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist niedrig, die Authentifizierung für den Zugang des Fahrzeugs ist z.B. nur einfach und deswegen nicht sehr sicher gegen Diebstahl.
Integration von Servicelösungen im Mobilitätsbereich	Integration von Mobilitätsangeboten aus der Infrastruktur für nahtlose Mobilität der letzten Meile	Integrationsfähigkeit weiterer Vehikel in das kognitive Auto	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist hoch, da das kognitive Auto eine zusätzliche Vernetzung zu dezentralen Mobilitätssystemen wie Car Sharing hat. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist hoch, z.B. fährt das Auto bei Essen-Abholung so lange bis die Bestellung fertig ist	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist hoch, da das kognitive Auto eine zusätzliche Vernetzung zu dezentrale Mobilitätssysteme wie Car Sharing hat. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist niedrig, das kognitive Auto umfasst nur die Standardlösungen	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist niedrig, da die Vernetzung vom kognitiven Auto nur zu bestehenden standortbasierte Systeme mit Haltestellen erfolgt. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist hoch	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist niedrig, da die Vernetzung vom kognitiven Auto nur zu bestehenden standortbasierte Systeme mit Haltestellen erfolgt. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist niedrig, das kognitive Auto umfasst nur die Standardlösungen
Umfeldausrüstung für kognitive Fahrzeuge	Entwicklungsstufe der Ausrüstung	Kompatibilität der Ausrüstung mit Datenschnittstellen der OEMs	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist hoch	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds ist hoch und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist niedrig	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds ist niedrig und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist hoch	Sowohl die Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds als auch die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist niedrig
Geteilte kognitive Leistung	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur als auch der am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind hoch	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind hoch. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind niedrig	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind niedrig. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind hoch	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind niedrig. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind niedrig

- Morphologischer Kasten „Produktszenarien Kerneigenschaft Automatisierung“

Tabelle 6-4 Morphologischer Kasten Produktszenarien Kerneigenschaft Automatisierung

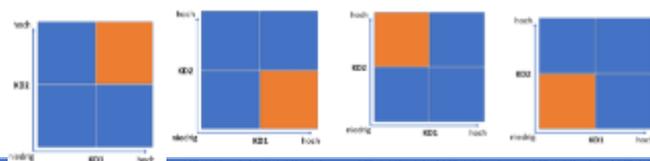


Beschreibung	1. Kerndimension [KD1]	2. Kerndimension [KD2]	KD1 Hoch/ KD2 Hoch	KD1 Hoch/ KD2 Niedrig	KD1 Niedrig/ KD2 Hoch	KD1 Niedrig/ KD2 Niedrig
Energiespeicherleistung	Verhältnis gravimetrischer zu volumetrischer Leistungsdichte	Verhältnis gravimetrischer zu volumetrischer Energiedichte	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit Brennstoffzellen od. einem Wasserstoff Verbrennungsmotor während der Energiespeicher selbstständig auflädt, z.B. mit Rekuperation.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit Brennstoffzellen oder einem Wasserstoff Verbrennungsmotor während der Energiespeicher nur dann aufgeladen werden kann, wenn es an einer Ladesäule am Stromnetz angebunden ist.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit einer Li-on Batterie während sich der Energiespeicher selbstständig lädt, z.B. mit Solarzellen auf dem Fahrzeugdach und Rekuperation.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit einer Li-On Batterie während der Energiespeicher nur dann aufgeladen werden kann, wenn es an einer Ladesäule am Stromnetz angebunden ist.
Nachhaltigkeit Energiespeicher (Elektrisch)	Haltbarkeit/max. Anzahl Ladezyklen	Rezyklierbarkeit der Batterie (hoch=auf Stoffebene, Niedrig= auf Komponentenebene)	Die Haltbarkeit und Rezyklierbarkeit des Energiespeichers ist hoch. Durch neue Technologien kann die Batterie auch mehrfach recycelt werden.	Die Haltbarkeit des Energiespeichers ist niedrig bei hoher Rezyklierbarkeit. Noch kann die Batterie mehrfach nicht recycelt werden.	Die Haltbarkeit des Energiespeichers ist hoch bei geringer Rezyklierbarkeit. Durch neue Technologien kann die Batterie auch mehrfach recycelt werden.	Sowohl die Haltbarkeit als auch die Rezyklierbarkeit des Energiespeichers sind niedrig. Noch kann die Batterie mehrfach nicht recycelt werden.
Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen	Automatisierung von Fahrabläufen bei physischen Routineabläufen (Mautstelle, Tanken, Waschen)	Automatisierung der Funktionalität im Interieur	Die Automatisierung bei Routineabläufen und der Funktionalität im Interieur ist hoch.	Die Automatisierung bei Routineabläufen ist hoch, bei niedriger Automatisierung der Funktionalität im Interieur.	Die Automatisierung bei Routineabläufen ist niedrig bei hoher Automatisierung der Funktionalität im Interieur.	Sowohl die Automatisierung bei Routineabläufen, als auch die Automatisierung der Funktionalität im Interieur sind niedrig.
Adaptivität zum kognitiven Auto (als Ausstattungsmerkmal/Service)	Grad der Automatisierung ab Erwerb des Fahrzeugs	Grad der Automatisierung durch Vernetzung von Infrastruktur- und Netzdaten	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe ab 4. Das Fahrzeug erfordert dafür eine komplette Umrüstung.	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe ab 4. Dafür ist nur eine add-on Aktorik/Sensorik nötig (wie z.B. ADAS Systeme).	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe unter 4. Das Fahrzeug muss dafür eine komplette Umrüstung durchgehen.	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe unter 4. Dafür ist nur eine add on Aktorik/Sensorik nötig (wie z.B. ADAS Systeme).
Sensorikdiversität	Grad der Umfelderkennung durch Sensorfusion von Daten von Standardtechnologien	Grad der Umfelderkennung durch Vernetzung mit Umwelt (Car2X)	Durch die Sensorikdiversität akustischer und optischer Sensoren kann das Umfeld optimal erkannt werden.	Mithilfe der Bild-Sensorik und Verarbeitung kann das Umfeld erkannt werden, allerdings ist dies über Gehör nicht möglich.	Mithilfe der Bild-Sensorik und Verarbeitung kann das Umfeld nicht erkannt werden, allerdings ist dies über Gehör möglich.	Weder durch Bild- noch Gehör-Sensorik kann das Umfeld des kognitiven Autos erkannt werden.
Künstliche Intelligenz (bei Dilemmasituationen)	Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie	Datengrundlage zum Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite.	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist hoch.	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie ist hoch und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist niedrig.	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie ist niedrig und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist hoch.	Sowohl die vorprogrammierte Entscheidungsautonomie ist als auch die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist niedrig.
Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kunden	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer ab Kauf	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind hoch, bei hohen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind hoch, bei niedrigen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind niedrig, bei hohen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor und ab Kauf sind hoch.
Gewichtsoptimierung	Grad der Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte	Grad der Gewichtsoptimierung durch Agiles Systems Engineering	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte und durch System Engineering ist hoch	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte ist hoch, während der Grad der Gewichtsoptimierung durch ein agiles Systems Engineering niedrig ist.	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte ist niedrig während der Grad der Gewichtsoptimierung durch agiles Systems Engineering hoch ist.	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte und agilem System Engineering ist niedrig.
Produktionsaufwand für das Interieur	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push	Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist hoch, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren ist hoch.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist hoch, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren niedrig ist.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist niedrig, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren hoch ist.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist niedrig, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe ist niedrig.
Vernetzungsleistung	Anzahl möglicher unterschiedlicher gleichzeitig drahtlos verbundener Endgeräte (bspw. Home Appliances) über Drahtlose	Höhe des transferierten Datenvolumens zwischen Steuergeräten des kog. Auto	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist hoch. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist hoch, da sie alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist hoch. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist niedrig, da sie nicht alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist niedrig. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist hoch, da sie alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist niedrig. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist niedrig, da sie nicht alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.
Betriebszustandsinformationstransfer von der Umgebung und dem kognitiven Auto zum Insassen	Angepasste Nutzererfahrung zur Zielerreichung der Informationsdarstellung (User Experience)	Übermittlungsart über visuelle Signale	Die UX der Informationsdarstellung ist hoch. Die Übermittlungsart erfolgt zudem visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist hoch. Die Übermittlungsart erfolgt weniger visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist niedrig. Die Übermittlungsart erfolgt visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist niedrig. Die Übermittlungsart erfolgt weniger visuell.
Nutzungserlebnis der digitalen Welt in die reale Welt des kognitiven Autos	Immersionsgrad für Insassen	Interaktionsgrad für Insassen	Der Insasse fühlt sich durch alle Sinne angesprochen und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist hoch, sodass er sich von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann.	Der Insasse fühlt sich durch alle Sinne angesprochen und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist niedrig, sodass er sich nicht von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann und er im Bewusstsein ist, dass er sich im Auto befindet.	Der Insasse fühlt sich nicht durch alle Sinne angesprochen (z.B. nur durch Sicht), aber der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist hoch, sodass er sich nicht von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann und er im Bewusstsein ist, dass er sich im Auto befindet.	Der Insasse fühlt sich nicht durch alle Sinne angesprochen (z.B. nur durch Sicht) und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist niedrig, sodass er sich nicht von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann und er im Bewusstsein ist, dass er sich im Auto befindet.
Schutz gegen Cybercrime	Safety (Schutz von Mensch und Umwelt)	Security (Schutz der Daten)	Die Datensicherheit ist hoch, da Daten durch private Datenbanken gesichert werden. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist hoch, dies erfolgt z.B. durch doppelte Authentifizierung für den Zugang.	Die Datensicherheit ist hoch, da Daten durch private Datenbanken gesichert werden. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist niedrig, die Authentifizierung für den Zugang des Fahrzeugs ist z.B. nur einfach und deswegen nicht sehr sicher gegen Diebstahl.	Die Datensicherheit ist niedrig. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist hoch, dies erfolgt z.B. durch doppelte Authentifizierung für den Zugang.	Die Datensicherheit ist niedrig. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist niedrig, die Authentifizierung für den Zugang des Fahrzeugs ist z.B. nur einfach und deswegen nicht sehr sicher gegen Diebstahl.

Integration von Service-lösungen im Mobilitätsbereich	Integration von Mobilitätsangeboten aus der Infrastruktur für nahtlose Mobilität der letzten Meile	Integrationsfähigkeit weiterer Vehikel in das kognitive Auto	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist hoch, da das kognitive Auto eine zusätzliche Vernetzung zu dezentralen Mobilitätssystemen wie Car Sharing hat. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist hoch, z.B. fährt das Auto bei Essen-Abholung so lange bis die Bestellung fertig ist	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist hoch, da das kognitive Auto eine zusätzliche Vernetzung zu dezentralen Mobilitätssystemen wie Car Sharing hat. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist niedrig, das kognitive Auto umfasst nur die Standardlösungen	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist niedrig, da die Vernetzung vom kognitiven Auto nur zu bestehenden standortbasierte Systeme mit Haltestellen erfolgt. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist niedrig, das kognitive Auto umfasst nur die Standardlösungen	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist niedrig, da die Vernetzung vom kognitiven Auto nur zu bestehenden standortbasierte Systeme mit Haltestellen erfolgt. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist niedrig, das kognitive Auto umfasst nur die Standardlösungen
Umfeldausrüstung für kognitive Fahrzeuge	Entwicklungsstufe der Ausrüstung	Kompatibilität der Ausrüstung mit Datenschnittstellen der OEMs	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist hoch	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds ist hoch und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist niedrig	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds ist niedrig und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist hoch	Sowohl die Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds als auch die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist niedrig
Geteilte kognitive Leistung	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur über die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur als auch der am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind hoch	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind hoch. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind niedrig	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind niedrig. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind hoch	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind niedrig. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind niedrig
Kognitives Auto ist Standard	visionär					
Kognitives Auto bleibt Nischenprodukt	disruptiv					
Kognitives Auto boomt	evolutionär					

• Morphologischer Kasten „Produktszenarien Kerneigenschaft Vernetzung“

Tabelle 6-5 Morphologischer Kasten Produktszenarien Kerneigenschaft Vernetzung



Beschreibung	1. Kerndimension [KD1]	2. Kerndimension [KD2]	KD1 Hoch/ KD2 Hoch	KD1 Hoch/ KD2 Niedrig	KD1 Niedrig/ KD2 Hoch	KD1 Niedrig/ KD2 Niedrig
Energiespeicherleistung	Verhältnis gravimetrischer zu volumetrischer Leistungsdichte	Verhältnis gravimetrischer zu volumetrischer Energiedichte	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit Brennstoffzellen od. einem Wasserstoff Verbrennungsmotor während der Energiespeicher selbstständig auflädt, z.B. mit Rekuperation.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit Brennstoffzellen oder einem Wasserstoff Verbrennungsmotor während der Energiespeicher nur dann aufgeladen werden kann, wenn es an einer Ladesäule am Stromnetz angebunden ist.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit einer Li-On Batterie während sich der Energiespeicher selbstständig lädt, z.B. mit Solarzellen auf dem Fahrzeugdach und Rekuperation.	Die Integration des Energiespeichers erfolgt mit einer Li-On Batterie während der Energiespeicher nur dann aufgeladen werden kann, wenn es an einer Ladesäule am Stromnetz angebunden ist.
Nachhaltigkeit Energiespeicher (Elektrisch)	Haltbarkeit/max. Anzahl Ladezyklen	Rezyklierbarkeit der Batterie (hoch=auf Stoffebene, Niedrig= auf Komponentenebene)	Die Haltbarkeit und Rezyklierbarkeit des Energiespeichers ist hoch. Durch neue Technologien kann die Batterie auch mehrheitlich recycelt werden.	Die Haltbarkeit des Energiespeichers ist niedrig bei hoher Rezyklierbarkeit. Noch kann die Batterie mehrheitlich nicht recycelt werden.	Die Haltbarkeit des Energiespeichers ist hoch bei geringer Rezyklierbarkeit. Durch neue Technologien kann die Batterie auch mehrheitlich recycelt werden.	Sowohl die Haltbarkeit als auch die Rezyklierbarkeit des Energiespeichers sind niedrig. Noch kann die Batterie mehrheitlich nicht recycelt werden.
Automatisierung der Funktionalität bei Routineabläufen	Automatisierung von Fahrabläufen bei physischen Routineabläufen (Mautstelle, Tanken, Waschen)	Automatisierung der Funktionalität im Interieur	Die Automatisierung bei Routineabläufen und der Funktionalität im Interieur ist hoch.	Die Automatisierung bei Routineabläufen ist hoch, bei niedriger Automatisierung der Funktionalität im Interieur.	Die Automatisierung bei Routineabläufen ist niedrig bei hoher Automatisierung der Funktionalität im Interieur.	Sowohl die Automatisierung bei Routineabläufen, als auch die Automatisierung der Funktionalität im Interieur sind niedrig.
Adaptivität zum kognitiven Auto (als Ausstattungsmerkmal/Service)	Grad der Automatisierung ab Erwerb des Fahrzeugs	Grad der Automatisierung durch Vernetzung von Infrastruktur- und Netzdaten	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe ab 4. Das Fahrzeug erfordert dafür eine komplette Umrüstung.	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe ab 4. Dafür ist nur eine add-on Aktorik/Sensorik nötig (wie z.B. ADAS Systeme).	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe unter 4. Das Fahrzeug muss dafür eine komplette Umrüstung durchgehen.	Das kognitive Auto hat eine autonome Fahrstufe unter 4. Dafür ist nur eine add on Aktorik/Sensorik nötig (wie z.B. ADAS Systeme).
Sensorikdiversität	Grad der Umfelderkennung durch Sensorfusion von Daten von Standardtechnologien	Grad der Umfelderkennung durch Vernetzung mit Umwelt (Car2X)	Durch die Sensorikdiversität akustischer und optischer Sensoren kann das Umfeld optimal erkannt werden.	Mithilfe der Bild-Sensorik und Verarbeitung kann das Umfeld erkannt werden, allerdings ist dies über Gehör nicht möglich.	Mithilfe der Bild-Sensorik und Verarbeitung kann das Umfeld nicht erkannt werden, allerdings ist dies über Gehör möglich.	Weder durch Bild- noch Gehör-Sensorik kann das Umfeld des kognitiven Autos erkannt werden.
Künstliche Intelligenz (bei Dilemmasituationen)	Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie	Datengrundlage zum Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist hoch.	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie ist hoch und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist niedrig.	Die Vorprogrammierte Entscheidungsautonomie ist niedrig und die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist hoch.	Sowohl die vorprogrammierte Entscheidungsautonomie ist als auch die Datengrundlage beim Treffen von Entscheidungen hoher Tragweite ist niedrig.
Individualisierung der Fahrzeuge für einzelne Kunden	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer ab Kauf	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind hoch, bei hohen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind hoch, bei niedrigen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor Kauf sind niedrig, bei hohen Individualisierungsmöglichkeiten ab Kauf.	Individualisierungsmöglichkeiten für Benutzer vor und ab Kauf sind hoch.
Gewichtsoptimierung	Grad der Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte	Grad der Gewichtsoptimierung durch Agiles Systems Engineering	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte ist hoch, während der Grad der Gewichtsoptimierung durch ein agiles Systems Engineering ist hoch.	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte ist hoch, während der Grad der Gewichtsoptimierung durch ein agiles Systems Engineering niedrig ist.	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte ist niedrig während der Grad der Gewichtsoptimierung durch agiles Systems Engineering hoch ist.	Die Gewichtsoptimierung durch Einsatz von Werkstoffen geringer Dichte und agilem System Engineering ist niedrig.
Produktionsaufwand für das Interieur	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push	Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist hoch, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe ist hoch.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist hoch, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren niedrig ist.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push ist niedrig, während die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe und Fertigungsverfahren hoch ist.	Auswahl neuer Werkstoffe und Fertigungsverfahren durch Technology Push und die Prozessoptimierung in der Handhabung bestehender Werkstoffe ist niedrig.

Vernetzungsleistung	Anzahl möglicher unterschiedlicher gleichzeitig drahtlos verbundener Endgeräte (bspw. Home Appliances) über Drahtlose	Höhe des transferierten Datenvolumens zwischen Steuergeräten des kog. Auto	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist hoch. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist hoch, da sie alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist hoch. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist niedrig, da sie nicht alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist niedrig. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist hoch, da sie alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.	Die Anzahl unterschiedlicher verbundener Geräte ist niedrig. Die Kompatibilität mit anderen Fahrzeugen ist niedrig, da sie nicht alle durch das gleiche Netz kommunizieren können.
Betriebszustandsinformationstransfer von der Umgebung und dem kognitiven Auto zum Insassen	Angepasste Nutzererfahrung zur Zielerreichung der Informationsdarstellung (User Experience)	Übermittlungsart über visuelle Signale	Die UX der Informationsdarstellung ist hoch. Die Übermittlungsart erfolgt zudem visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist hoch. Die Übermittlungsart erfolgt weniger visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist niedrig. Die Übermittlungsart erfolgt visuell.	Die UX der Informationsdarstellung ist niedrig. Die Übermittlungsart erfolgt weniger visuell.
Nutzungserlebnis der digitalen Welt in die reale Welt des kognitiven Autos	Immersionsgrad für Insassen	Interaktionsgrad für Insassen	Der Insasse fühlt sich durch alle Sinne angesprochen und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist hoch, sodass er sich von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann.	Der Insasse fühlt sich durch alle Sinne angesprochen und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist niedrig, sodass er sich nicht von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann und er im Bewusstsein ist, dass er sich im Auto befindet.	Der Insasse fühlt sich nicht durch alle Sinne angesprochen (z.B. nur durch Sicht), aber der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist hoch, sodass er sich von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann.	Der Insasse fühlt sich nicht durch alle Sinne angesprochen (z.B. nur durch Sicht) und der Grad der Isolierung im Fahrzeug ist niedrig, sodass er sich nicht von der Welt außerhalb des Fahrzeugs abkapseln kann und er im Bewusstsein ist, dass er sich im Auto befindet.
Schutz gegen Cybercrime	Safety (Schutz von Mensch und Umwelt)	Security (Schutz der Daten)	Die Datensicherheit ist hoch, da Daten durch private Datenbanken gesichert werden. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist hoch, dies erfolgt z.B. durch doppelte Authentifizierung für den Zugang.	Die Datensicherheit ist hoch, da Daten durch private Datenbanken gesichert werden. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist niedrig, die Authentifizierung für den Zugang des Fahrzeugs ist z.B. nur einfach und deswegen nicht sehr sicher gegen Diebstahl.	Die Datensicherheit ist niedrig. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist hoch, dies erfolgt z.B. durch doppelte Authentifizierung für den Zugang.	Die Datensicherheit ist niedrig. Die Physische Sicherheitsausprägung des Autos ist niedrig, die Authentifizierung für den Zugang des Fahrzeugs ist z.B. nur einfach und deswegen nicht sehr sicher gegen Diebstahl.
Integration von Service-lösungen im Mobilitätsbereich	Integration von Mobilitätsangeboten aus der Infrastruktur für nahtlose Mobilität der letzten Meile	Integrationsfähigkeit weiterer Vehikel in das kognitive Auto	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist hoch, da das kognitive Auto eine zusätzliche Vernetzung zu dezentralen Mobilitätssystemen wie Car Sharing hat. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist hoch, z.B. fährt das Auto bei Essen-Abholung so lange bis die Bestellung fertig ist	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist hoch, da das kognitive Auto eine zusätzliche Vernetzung zu dezentralen Mobilitätssystemen wie Car Sharing hat. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist niedrig, das kognitive Auto umfasst nur die Standardlösungen	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist niedrig, da die Vernetzung vom kognitiven Auto nur zu bestehenden standortbasierte Systeme mit Haltestellen erfolgt. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist hoch	Die Vernetzung zu Mobilitätsangeboten im Umfeld für nahtlose Mobilität ist niedrig, da die Vernetzung vom kognitiven Auto nur zu bestehenden standortbasierte Systeme mit Haltestellen erfolgt. Die Anpassung zu Umfeldangeboten für ortsbasierte Services ist niedrig, das kognitive Auto umfasst nur die Standardlösungen
Umfeldausrüstung für kognitive Fahrzeuge	Entwicklungsstufe der Ausrüstung	Kompatibilität der Ausrüstung mit Datenschnittstellen der OEMs	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist hoch	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds ist hoch und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist niedrig	Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds ist niedrig und die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist hoch	Sowohl die Entwicklungsstufe der Ausrüstung des Umfelds als auch die Kompatibilität mit Datenschnittstellen der OEMs ist niedrig
Geteilte kognitive Leistung	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur über die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur als auch der am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind hoch	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind hoch. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind niedrig	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind niedrig. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind hoch	Internetschnittstellen und Infrastruktur zur echtzeitfähigen, standortverteilten Verarbeitung von Umgebungsdaten über die Infrastruktur sind niedrig. Die Internetschnittstellen für die am Verkehr teilnehmenden Fahrzeuge sind niedrig
Alles ist "connected"	visionär					
Privacy brems Vernetzung	disruptiv					
Vernetzung als evolutionärer Trend	evolutionär					

- Tabelle Produktszenarien

Tabelle 6-6: Roadmap Soll-Produkteigenschaften

Nr.	Soll-Produkteigenschaft	Relevanz (1-6, Fokus Kundenbegeisterung -> Ka Veränderungsbedarf/Need of Change (1-9, Variat								Relevanz		Veränderungsbedarf		Variationszeitpunkt				
		3	5	4	3	3	5	4	3	Totalwert	Rang	Totalwert	Rang	2025+ 2030				
		Szenario1 Conservativ	Szenario2 Sustainable	Szenario3 Smart	Szenario4 Mindful	Szenario1 Conservativ	Szenario2 Sustainable	Szenario3 Smart	Szenario4 Mindful					kein	früh	mittel fristig	spät	
1	Energiespeicherleistung	5	2	3	4	3	7	9	3	3,3	5	5,9	15					
2	Nachhaltigkeit Energiespeicher (Elektrisch)	5	3	5	4	3	4	3	3	4,1	12	3,3	13					
3	Adaptivität zum Kognitiven Auto	3	4	6	3	3	3	6	3	4,1	17	3,8	4					
4	Sensorikdiversität	5	5	2	5	4	4	5	5	4,2	11	4,5	14					
5	Entscheidungsautonomie Künstliche Intelligenz	6	5	2	6	3	6	9	3	4,6	2	5,6	17					
6	Automatisierung der Funktionalität	6	5	3	5	6	1	7	9	4,7	8	5,2	16					
7	Gewichtsoptimierung	2	5	3	4	2	3	3	5	3,7	6	3,2	20					
8	Produktionsaufwand für das Interieur	4	3	5	3	7	4	1	3	3,7	4	3,6	12					
9	Vernetzungsleistung	6	4	3	5	4	7	7	1	4,3	15	5,2	19					
10	Betriebszustandsinformationstransfer Umgebung und kognitives Auto zum Insassen	5	4	2	3	1	1	4	1	3,5	20	1,8	18					
11	Nutzungserlebnis der digitalen Welt in die reale Welt des kognitiven Autos	4	4	3	4	3	3	4	1	3,7	10	2,9	2					
12	Sicherheit gegen Cybercrime	4	4	4	4	7	3	7	4	4,0	1	5,1	9					
13	Integration von Servicelösungen im Mobilitätsbereich	5	5	5	5	5	5	7	3	5,0	21	5,1	21					
14	Umfeldausrüstung für kognitive Fahrzeuge	5	5	2	5	4	3	9	3	4,2	14	4,8	8					
15	Geteilte kognitive Leistung	5	5	2	5	3	3	9	3	4,2	18	4,6	10					
16	Individualisierung für einzelnen Kunden	5	5	2	5	4	4	7	3	4,2	19	4,6	11					
	Mittelwerte	4,64	4,36	3,36	4,36	3,93	3,57	5,79	3,36	4,1		4,2						

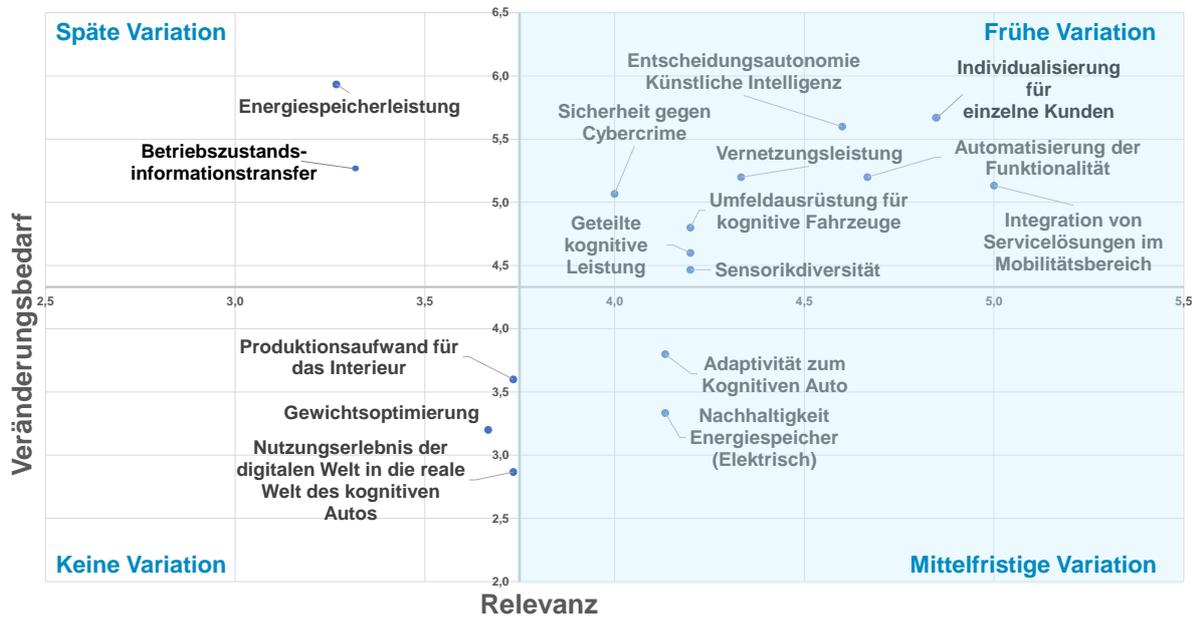


Abbildung 6-2 Portfolio Soll-Produkteigenschaften

6.2 Fragebogen zur Erhebung der Kompetenzen im AC Thüringen

Tabelle 6-7: Fragebogen Teil I: Ermittlung der IST – Situation im AC Thüringen

ID	Frage	
Soziodemographisch		
1	Wie viele Jahre Berufserfahrung haben Sie?	
2	Welche Position haben Sie?	
3	Basisdaten des Unternehmens	Wie viele Mitarbeitende sind in Ihrem Unternehmen tätig?
4		Wie hoch ist der Jahresumsatz Ihres Unternehmens?
5.1	Marktleistung	Beschreiben Sie bitte kurz das von Ihrem Unternehmen angebotene Produktportfolio und Ihre Zielkundschaft.
5.2		Beschreiben Sie bitte kurz Ihre Forschungsschwerpunkte
6	Was sind die Kernkompetenzen Ihres Unternehmens?	
Erfassung der IST-Situation		
7	Hat sich Ihre Arbeit in den letzten 5 Jahren aufgrund von Trends, die unmittelbar Ihre Branche und Ihr Unternehmen betreffen, verändert und wenn ja, wie?	
8	Welche Trends sehen Sie für Ihr Unternehmen als relevant in den nächsten 5-10 Jahren an? // 8.1 bis 8.5 sollten je Trend erörtert werden.	
8.1	Welche Anforderungen der Kundschaft werden in Bezug auf diesen Trend an Ihr Unternehmen herangetragen?	
8.2	Was sind Ihrer Meinung nach die größten Herausforderungen, die aus diesem Trend im Hinblick auf das automatisierte Fahren resultieren?	
8.3	Welche Stärken und Wettbewerbsvorteile haben Sie in diesem Bereich?	
8.4	Welche Potentiale hat Ihr Unternehmen aus Ihrer Sicht noch in diesem Bereich mittelfristig und langfristig?	
8.5	Wo liegen aus Ihrer Sicht die Chancen für Thüringen in diesem Bereich?	
9	Sind aufgrund der Trends Maßnahmen zur Weiterentwicklung Ihres Unternehmens geplant (und wenn ja, welche)?	
10	Hat Ihr Unternehmen eine Strategie für die nächsten 5-10 Jahre und wie sieht diese aus? / Wie sieht die Strategie Ihres Unternehmens insbesondere in Bezug auf die von Ihnen beschriebenen Trends mit Blick auf das automatisierte Fahren aus?	
11	Welche Herausforderungen hat ein potentielles Wertschöpfungsnetzwerk Thüringen in Anbetracht der genannten Trends?	
12	Was sind Ihre Wünsche an andere Unternehmen und an ein potentielles Wertschöpfungsnetzwerk? (Bzw.: Wie sieht das ideale Wertschöpfungsnetzwerk in Thüringen im Bereich des automatisierten Fahrens 2030 aus?)	
13	Welche Rolle im Wertschöpfungsnetzwerk 2030 wünschen Sie sich für Ihr Unternehmen?	

7. Bildquellenverzeichnis

Seite	Fußnote	Quelle
7	2	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%9Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles (09.04.2021)
24	32	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.audi-mediacycenter.com/de/fotos/detail/audi-ai-me-88719 - https://www.audi.com/de/experience-audi/models-and-technology/concept-cars/audi-aicon.html - https://www.audi-mediacycenter.com/de/audi-airail-quattro-2019-11996 (08.04.2021)
24	33	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.adac.de/rund-ums-fahrzeug/elektromobilitaet/kaufen/neue-elektroautos/ - https://www.bimmertoday.de/2020/01/07/ces-2020-bmw-i-interaction-ease-zeigt-interieur-der-zukunft/ - https://motorblock.at/bmw-vision-next-100-die-naechsten-100-jahre/ (08.04.2021)
24	34	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.businessinsider.de/wirtschaft/mobility/id-space-vision-das-ist-der-neue-passat-a/ - https://www.electrive.net/2020/04/27/baut-vw-bereits-die-ersten-id-roomzz-in-china/ - https://ecomento.de/2021/01/19/vw-zeigt-2021-multivan-mit-plug-in-hybridantrieb-id-buzz-folgt-2022/ (08.04.2021)
25	35	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.daimler.com/innovation/design/concept-eq.html - https://www.mercedes-benz.com/de/innovation/autonomous/forschungsfahrzeug-f-015-luxury-in-motion/ - https://www.autotrader.com/car-reviews/2021-mercedes-benz-s-class-review (08.04.2021)
25	36	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.calibremagazine.com/news/porsches-electric-taycan/ (08.04.2021)
25	37	<ul style="list-style-type: none"> - https://ecomento.de/wp-content/uploads/2020/07/BYD-Han-EV-2020-2.jpg - https://carspiritpk.com/byd-steals-the-spotlight-at-2018-beijing-auto-show/ (08.04.2021)
26	38	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.toyota.de/startyourimpossible/lq (08.04.2021)
26	39	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.sony.com/en/SonyInfo/vision-s/safety.html - https://www.elektroauto-news.net/elektroautos/sony-vision-s-mehr-details-zum-elektroauto-erste-testfahrt - https://www.sony.com/en/SonyInfo/vision-s/gallery.html (08.04.2021)
26	40	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.byton.com/k-byte

		<ul style="list-style-type: none"> - https://www.byton.com/m-byte <p>(08.04.2021)</p>
27	41	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.tesla.com/de_de/tesla-gallery - https://insideevs.de/news/490043/elon-musk-tesla-cybertruck-finiales-design-update/ - https://www.tesla.com/autopilot <p>(08.04.2021)</p>
40	56	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.audi-mediacyber.com/de/technik-lexikon-7180/antrieb-7227 - https://www.motormobiles.de/rallye-homologationsmodell-leichtbau-beim-toyota-gr-yaris/ - https://www.autoblitzeu.de/elektrik/ - https://www.manager-magazin.de/lifestyle/auto/autoindustrie-nimmt-abschied-vom-leder-a-1160845.html#fotostrecke-c98c9c35-0001-0002-0000-000000150843 <p>(01.04.2021)</p>
41	57	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.autoteiledirekt.de/autoersatzteil/toyota/motor-group/corolla-coupe-ke.html - https://www.ingenieurkurse.de/fahrzeugtechnik/antriebe/antriebsstrang-eines-kraftfahrzeugs/aufbau-funktion-eines-antriebsstrangs.html - https://www.alpina-automobiles.com/de/modelle/d5-s/fahrwerk/ - https://de.cleanpng.com/png-5a4qeq/ - https://www.autoteileprofi.de/ratgeber/autobatterie-die-richtige-finden-und-selbst-austauschen-1338 - https://de.wikipedia.org/wiki/Kraftstofftank#/media/Datei:Automobile_Fuel_tank_cutaway.JPG <p>(01.04.2021)</p>
42	58	<ul style="list-style-type: none"> - https://www.industr.com/de/so-konzipieren-sie-digitale-auto-cockpits-optimal-2480548 - https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/webinar/coupled-simulation-1d-cfd-vehicle-thermal-management/55466 - https://medium.muz.li/mind-blowing-concepts-of-car-user-interfaces-b2839a7e7002 - https://www.pinterest.de/pin/731553533203498508/ - https://www.stereoanlage.org/auto-soundsystem/ - https://www.motorsport-total.com/auto/news/im-rueckspiegel-vor-65-jahren-wurde-der-airbag-erfunden-16100703 - https://www.vdk.de/hamburg/pages/74758/frueher-musste-sich-der-koerper-dem-sitz-anpassen?dsc=ok - https://www.amazon.de/Kunststoff-Verkleidung-f%C3%BCr-Mittelkonsole-Karbonfaserfarben-ABS-Kunststoff/dp/B076MT41H8 - https://my-digital-home.de/anleitung/canton-soundsystem-verbessern-einstellungen-und-tueren-daemmen-im-skoda-octavia <p>(01.04.2021)</p>
44	60	<ul style="list-style-type: none"> - https://media.daimler.com/marsMediaSite/de/instance/ko/Karosserie-Stabiler-Rohbau--leicht-gemacht.xhtml?oid=9904514#prevId=7526171 - https://automotive-technology.de/ultraleichte-auto-tuer-neues-konzept-soll-425-prozent-gewicht-einsparen/ - https://www.auto-medienportal.net/artikel/detail/3417 - https://www.ruhdorfer-bosch.de/Webasto-Dachsysteme.html - https://www.autoteile-markt.de/shop/scheibe-fenster-windschutzscheibe - https://www.autoteile-markt.de/shop/karosserie-aussenspiegel

		<ul style="list-style-type: none"> - https://www.autoersatzteile.de/kraftstofftank - https://www.autoersatzteile.de/stossfanger - https://www.real.de/product/320004701/ - https://www.mbgqc.de/Geschaeftsfeld/PKW-Modell/GLK-Klasse/Offroader/X204/GLK-350-CDI-4MATIC-oxid/Scheinwerfertr-ger-oxid-3.html#&gid=1&pid=1 - http://sechsender.com/cadillac-catera-fahrgastzelle/ - https://www.joom.com/de/products/1507196465567054776-226-1-26193-1311145681 <p>(01.04.2021)</p>
45	61	<ul style="list-style-type: none"> - https://cs-batteries.de/Lithium-LiFePO4-Auto-Batterie-12V-20Ah-BMS-750AEN-Peak-279-x-175-x-189mm-36kg-Pb-eq-72AH-Rekuperation - https://www.mein-autolexikon.de/elektrik/generator.html - https://www.amazon.de/A TEC-Anlasser-1-8-KW/dp/B0060569XQ - https://www.pngegg.com/de/png-pycoi - https://www.manager-magazin.de/unternehmen/autoindustrie/osram-und-continental-bilden-joint-venture-ums-thema-licht-und-auto-a-1201049.html - https://www.it-daily.net/it-management/digitalisierung/23622-welche-risiken-birgt-der-paradigmenwechsel-beim-in-vehicle-info-tainment - https://de.wikipedia.org/wiki/Motorsteuerung#/media/Datei:Motorsteuerung_VW_Golf_TDI_innen.jpg - https://www.hubauer-shop.de/de/kabelbaum-motor-sensorik-modul-12517848265.html - https://www.tz.de/auto/hier-parkt-der-assistent-elektronische-helfer-machen-das-autofahren-einfacher-und-sicherer-zr-90009851.html - https://www.elektroniknet.de/e-mechanik-passive/verbindungs-technik/mit-kupfer-das-gewicht-reduzieren.121894.html - https://www.automobilwoche.de/article/20201008/NACHRICHTEN/201009928/zentralrechner-fuer-pkw-continental-sammelt-milliardenauftraege-ein - https://www.bosch-mobility-solutions.com/de/produkte-und-services/pkw-und-leichte-nutzfahrzeuge/fahrsicherheitssysteme/elektronisches-stabilit%C3%A4ts-programm/ - https://www.aufkleberdealer.de/transparen-te-Alarmanlagen-Aufkleber--alarmgesichert.html - https://www.mein-autolexikon.de/antriebsstrang/getriebe.html - https://www.rheinmetall-automotive.com/presse/presseinformationen/news-detail/news/elektrische-vakuumpumpe-bietet-viele-moeglichkeiten/ - https://www.pkw.de/ratgeber/wartung-pflege/klimaanlage-nach-ruesten <p>(01.04.2021)</p>

Impressum

Auftraggeber

Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH
(LEG Thüringen)
Thüringer ClusterManagement
Mainzerhofstr. 12
99084 Erfurt

Ansprechpartner:

Peer Fidelak

Projektleiter Mobilität/Automotive/Logistik

Tel.: 0361 5603-435

Mail: peer.fidelak@leg-thueringen.de

automotive thüringen e.V. (at)

Anger 81

99084 Erfurt

Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Philipp Grunden

Innovations- und Netzwerkmanager

Tel.: 0361 2300-3319

Mail: pgrunden@automotive-thueringen.de

Projektdurchführung

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

IPEK – Institut für Produktentwicklung Campus Süd

Kaiserstr. 10

76131 Karlsruhe

Tel.: +49 721 608-42371

www.ipek.kit.edu

Erfurt, Mai 2021

Die Vervielfältigung oder Verbreitung der Inhalte für gewerbliche und nicht-gewerbliche Zwecke ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers möglich. Die Veröffentlichung von Ergebnissen mit Quellenangabe ist erlaubt.