

Kognitives Auto

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

Cognitive Car

Opportunities for the automotive and its supply industry in Thuringia including adjoining sectors



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

*Study by IPEK – Institut of Product Engineering at Karlsruhe Institut of Technology (KIT)
commissioned by Thuringian ClusterManagement (ThCM)
in the State Development Corporation of Thuringia (LEG)
and automotive thüringen e.V. (at)*

Authors:

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

Die vorliegende Broschüre bietet in Form einer Kurzfassung einen kompakten Überblick über die wichtigsten Studieninhalte und Ergebnisse. Die Gesamtstudie kann über die folgende Website des Thüringer ClusterManagements kostenlos angefordert werden. Die Langfassung ist ausschließlich in deutscher Sprache verfügbar.

*This brochure provides a compact overview of the key content and findings of the study. The full version of the study can be requested free of charge via the Thuringia ClusterManagement website (link below).
The full version is only available in German.*

www.cluster-thueringen.de/kognitives-auto



Weltweit arbeiten neue und etablierte OEMs, Mobilitätsdienstleister und Quereinsteiger aus der Digitalbranche am autonomen Fahren. Das dafür benötigte „Kognitive Auto“ mit seinen neuen Funktionen bedingt, vor allem durch die Trends Automatisierung und Vernetzung, eine Weiterentwicklung der bisherigen Komponenten und Teilsysteme des Autos und deren Entwicklung. Im Auftrag der Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH (LEG Thüringen) und automotive thüringen e.V. (at), in Abstimmung mit dem Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft (TMWWDG), untersucht die Studie „Kognitives Auto“ die Potentiale und Herausforderungen der Thüringer Unternehmen der Automobilzulieferbranche und gibt Handlungsempfehlungen, um nachhaltig an der Wertschöpfung des „Kognitiven Autos“ partizipieren zu können.

Zielsetzung und Motivation der Studie

Zunehmende Automatisierung und Vernetzung von Systemen sind Entwicklungen, die in vielen Bereichen Einzug halten. Sei es in der Produktion mit Industrie 4.0, Zuhause mit Smart Home oder mit dem Kognitiven Auto in der Mobilität. Die Entwicklung hin zu einem autonom agierenden Fahrzeug ist hier eine Entwicklung, die die bisherigen Strukturen der Automobilwelt stark beeinflusst. Neue (z.B. Tesla, BYD oder Byton) sowie branchenfremde Player, vor allem Digitalkonzerne (z.B. Apple, Alphabet oder Uber), drängen massiv auf den Markt und treten zunehmend in den Wettbewerb mit den traditionellen OEMs. Hierbei ist zu beobachten, dass diese Player eine sehr große Dynamik in die Weiterentwicklung der Mobilität, weg von der fahrgesteuerten, hin zu einer fahrzeuggesteuerten Mobilität eingebracht haben. Ziel ist es, die Personen in den Fahrzeugen von den Fahraufgaben zu entbinden und die für eine autonome Mobilität notwendigen Funktionen in das System Auto zu integrieren. Dieses dazu notwendige autonome Fahrzeug wird im Rahmen dieser Studie als Kognitives Auto bezeichnet, da das Fahrzeug (ggf. im Zusammenspiel mit der Infrastruktur) die kognitiven Aufgaben des bisher menschlichen Fahrers mit übernimmt. Betrachtet man die sechs Stufen der Automation nach der Einteilung der SAE¹, ist das Kognitive Auto daher in die Stufe 4 bzw. 5 einzuordnen.

New and established OEMs, mobility service providers and lateral entrants from the digital industry around the world are working on autonomous driving. With its new functions, the required “Cognitive Car” needs further development of components and subsystems, especially in light of trends in automation and connectivity. On behalf of the Landesentwicklungsgesellschaft Thüringen mbH (LEG Thüringen) and automotive thüringen e.V. (at), and in coordination with the Thuringian Ministry of Economy, Science and Digital Society (TMWWDG), the “Cognitive Car” study is investigating the potentials and challenges Thuringian companies face in the automotive supply industry; the study also offers recommendations for action to be able to participate sustainably in the value creation of the “Cognitive Car”.

Objectives and motivation for the study

Increasing automation and connectivity of systems are developments making their way into many sectors: in production with Industrie 4.0, at home with Smart Home or in the mobility sector with the Cognitive Car. The development towards an autonomous vehicle has a significant impact on the established structures of the automotive world. New players (e.g. Tesla, BYD or Byton), as well as players from outside the industry, especially digital groups (e.g. Apple, Alphabet or Uber), are entering the market en masse and increasingly competing with traditional OEMs. These players bring a great deal of dynamism to drive the change away from driver-controlled and towards vehicle-controlled mobility. The goal is to relieve drivers of tasks associated with driving and integrate the functions required for autonomous mobility into the automotive system. The autonomous vehicle is referred to as a Cognitive Car in the context of this study, as the vehicle (if applicable in interaction with the infrastructure) takes over the cognitive tasks previously performed by a human driver. Based on the six levels of automation according to SAE¹ classification, the Cognitive Car is therefore classified as level 4 or 5.

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

SAE J3016™ LEVELS OF DRIVING AUTOMATION

	Level 0	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 5
What does the human in the driver's seat have to do?	You are driving whenever these driver support features are engaged - even if your feet are off the pedals and you are not steering			You are not driving when these automated driving features are engaged - even if you are seated in "the driver's seat"		
	You must constantly supervise these support features; you must steer, brake or accelerate as needed to maintain safety			When the feature requests, you must drive	These automated driving features will not require you to take over driving	

	These are driver support features			These are automated driving features		
What do these features do?	These features are limited to providing warnings and momentary assistance	These features provide steering OR braking/acceleration support to the driver	These features provide steering AND braking/acceleration support to the driver	These features can drive the vehicle under limited conditions and will not operate unless all required conditions are met	This feature can drive the vehicle under all conditions	
Example Features	<ul style="list-style-type: none"> •Automatic emergency braking •Blind spot warning •Lane departure warning 	<ul style="list-style-type: none"> •Lane-centering OR <ul style="list-style-type: none"> •Adaptive cruise control 	<ul style="list-style-type: none"> •Lane-centering AND <ul style="list-style-type: none"> •Adaptive cruise control at the same time 	<ul style="list-style-type: none"> •Traffic jam chauffeur 	<ul style="list-style-type: none"> •Local driverless taxi •Pedals/steering wheel may or may not be installed 	<ul style="list-style-type: none"> •Same as level 4, but feature can drive everywhere in all conditions

Die sechs Stufen der Fahrzeugautomatisierung nach SAE²

The six levels of driving automation according to SAE²

Das Fahrzeug ist (bis auf wenige Ausnahmen in Stufe 4) selbstständig in der Lage das Ziel zu erreichen, ohne dass der Fahrer selbst tätig werden oder das Fahrzeug überwachen muss. Kernfunktionen des Kognitiven Autos sind daher:

The vehicle can reach a destination independently without the driver taking action (with a few exceptions in level 4) or monitoring the vehicle. The core functions of the Cognitive Car are therefore:

- 1. Autonomes Fahren:** Um den Fahrer 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.
- 2. Vernetzung:** Als Teil des Mobilitätssystems ist das Kognitive Auto ein Akteur im System of Systems Mobilität. Als solches ist die Kommunikation mit anderen Systemen wie Fahrzeugen oder Verkehrsleitsystemen für die effiziente Teilnahme am Verkehr notwendig. Die Vernetzung wird daher als Voraussetzung für das autonome Fahren betrachtet.

- 1. Autonomous driving:** To relieve the driver of his task, the vehicle system must be able to independently adjust the driving state. This includes all functions that are necessary for acceleration, deceleration and lateral control of the vehicle. For optimal performance, efficient and safe decision-making as well as knowledge of the system status and ambient conditions are necessary.
- 2. Connectivity:** As part of the mobility system, the Cognitive Car acts within the system of systems mobility. Communication with other systems, such as vehicles or traffic guidance systems, is essential for efficient participation in traffic. Connectivity is therefore a prerequisite for fully autonomous driving.

² <https://www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%99Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles> (09.04.2021)

Durch die zunehmende Ausrichtung der etablierten OEMs und neu in den Wettbewerb einsteigenden Playern am autonomen Fahren und damit am Kognitiven Auto, gibt diese Entwicklung auch die Richtung für die Zulieferbranche vor. Durch die Substitution des menschlichen Fahrers als Regelsystem durch technische Lösungen für das Sensieren, Verarbeiten und Aktuieren, ändern sich die Anforderungen an und Funktionen von vielen Teilsystemen und Komponenten im System Fahrzeug gravierend. Weiter geht das Kognitive Auto mit einem Wandel im Nutzungsverhalten der Kunden und Anwender des Fahrzeugs Hand in Hand. Mobility-as-a-Service stellt hier eine Entwicklungsrichtung dar, die stark vom Kognitiven Auto profitiert und gleichzeitig Anforderungen und Funktionen des Kognitiven Autos definiert.

Auch Thüringens Wirtschaft ist in großem Maße auf die Automobilwirtschaft ausgerichtet und somit direkt durch die Änderungen durch das Kognitive Auto betroffen. Für die Unternehmen gilt es, die Anzeichen des Wandels zu erkennen und im Einklang mit den eigenen vorhandenen Kompetenzen neue Kompetenzen aufzubauen, um weiterhin erfolgreich an der Wertschöpfung des Automobils partizipieren zu können. Dies zu unterstützen ist das Ziel dieser Studie. Durch eine Analyse der aktuellen Trends und Entwicklungsrichtungen von etablierten OEMs und neuen Playern im Kontext des Kognitiven Autos werden die Herausforderungen und Potentiale für den Wirtschaftsstandort Thüringen ermittelt, um an der Wertschöpfung des Kognitiven Autos teilzuhaben und damit die Beschäftigung im Land auch weiterhin zu sichern. Da die Unternehmen der Automobilbranche in Thüringen einen starken Fokus auf der Produktion von Komponenten und Teilsystemen haben, wurden auch die Auswirkungen aus dem Kognitiven Auto auf die Produktion als ein Schwerpunkt betrachtet. Auf Basis von mehr als 30 Experteninterviews, vor allem aus Thüringer Unternehmen der Automobilbranche, wurden so Handlungsfelder und Projektideen abgeleitet, um den Wandel hin zum Wertschöpfungsnetzwerk des Kognitiven Autos in Thüringen zu unterstützen. Der Fokus dieser Studie liegt hierbei auf 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.

Established OEMs as well as new players in the market are increasingly focussed on autonomous driving and the Cognitive Car; this development thus also sets the agenda for the supply industry. Replacing the human driver as a control system with technical solutions for sensing, processing and actuating is changing the requirements and functions of many vehicle subsystems and components. The Cognitive Car is also associated with a change in the usage behaviour of vehicle users. Mobility-as-a-service is a development that benefits greatly from the Cognitive Car and at the same time defines its requirements and functions.

Thuringia's economy is heavily oriented towards the automotive industry and is thus directly affected by the changes that come along with the Cognitive Car. Companies must recognise the signs of change and establish new competencies in line with existing ones in order to be able to continue participating successfully in the value creation of the automobile. The aim of this study is to support companies in managing these tasks. By analysing current trends and developments of established OEMs and new players in the context of the Cognitive Car, we identify the challenges and potentials for Thuringia as a business location; this will allow companies to participate in the value creation of the Cognitive Car and thus will help to secure employment in the state. Because automotive companies in Thuringia specialise in the production of components and subsystems, the effects of the Cognitive Car on production were also considered. Interviews were held with over 30 experts of companies in the automotive and adjoining sectors, primarily in Thuringia. Fields of action and project ideas were derived that support the change towards the value network of the Cognitive Car. The focus of the study is individual mobility, with the car at the centre. However, the Cognitive Car enables many new business models in terms of mobility-as-a-service; therefore, these types of applications, including people movers, are also considered.



Die neue S-Klasse von Mercedes nutzt Multimode Radar, Multipurpose Stereo-Kamera, Laser (LiDAR), Kameras zur Überwachung des Fahrers, HD-Karten (hochauflösende Karten der Bundesautobahnen), eine Kamera, die den rückwärtigen Verkehr überwacht und Mikrofone zur Erkennung von Einsatzfahrzeugen mit Blaulicht. © Daimler AG

The new Mercedes S-Class uses multimode radar, multipurpose stereo camera, laser (LiDAR), cameras to monitor the driver, HD maps (high-resolution maps of German federal motorways), a camera that monitors rear traffic and microphones to detect emergency vehicles with blue lights. © Daimler AG

Trendanalyse und Vorausschau

Eine der ersten Fragen zum Thema autonomes Fahren ist die Frage nach dem Zeitpunkt, zu dem autonome Fahrzeuge die Marktreife erreichen werden. Während fast alle OEMs, Digitalkonzerne und auch Mobilitätsdienstleister schon heute Testfahrzeuge unterhalten, die mit zusätzlicher Sensorik und durch Sondergenehmigungen „autonome“ Kilometer abspulen (vgl. z.B. Disengagement Report 2020³), ist zurzeit kein autonomes Fahrzeug (Level 5) kommerziell verfügbar. Verschiedene Autoren und Experten gehen von ganz verschiedenen Zeithorizonten bis zur tatsächlichen Realisierung vom autonomen Fahren Level 5 aus. Die Einschätzungen variieren von Anfang/ Mitte der 2030er Jahre⁴, bis hin zu ab 2050⁵. Betrachtet man zusätzlich die prognostizierten Marktdurchdringungsraten, werden je nach angenommenem Eintrittszeitpunkt Raten von 7% bis 61% im Jahr 2050 erwartet⁶.

Zwar bewirbt Tesla seinen Autopiloten der neuesten Generation (Beta Version) als „Full Self Driving (FSD)“ – völlig selbstfahrend, in der Kommunikation mit den Zulassungsbehörden schränkt Tesla dies allerdings ein. Beim FSD handelt es sich um ein Assistenzsystem, das auf Level 2 beschränkt ist und

Trend analysis and foresight

One of the first questions concerning autonomous driving is when such vehicles will reach market maturity. Although virtually all OEMs, digital groups and mobility service providers already maintain test vehicles that reel off “autonomous” kilometres using supplemental sensor technology and special permits (e.g. Disengagement Report 2020³), no autonomous (Level 5) vehicle is currently commercially available. Various authors and experts predict very different timelines for the realisation of Level 5 autonomous driving. Estimates vary from the early/mid-2030s⁴ to 2050⁵ and onwards. Depending on the time of market entry, market penetration rates of 7% to 61% are predicted by 2050⁶.

Tesla advertises its latest generation Autopilot (beta version) as a “Fully Self-Driving (FSD)” system. However, in its communication with the regulatory authorities, Tesla qualifies this statement. The FSD is an assistance system limited to Level 2 and cannot react “autonomously” in poor weather or under special conditions (road works, emergency vehicles, etc.). The vehicle is not able to recognise static objects^{7,8,9}. The first Level 3 vehicle in serial production is the current Mercedes S-Class,

nicht „autonom“ bei schlechtem Wetter oder Sonderbedingungen (Baustellen, Einsatzfahrzeuge, ...) reagieren kann. Das Fahrzeug sei nicht in der Lage, statische Objekte erkennen zu können^{7,8,9}. Das erste Serienfahrzeug auf Level 3 ist die aktuelle S-Klasse von Mercedes mit seinem System Intelligent Drive Next Level, das allerlei Assistenten umfasst¹⁰.

Die Herausforderungen und Ursachen für die hohen Unsicherheiten auf dem Weg zum Kognitiven Auto liegen technologisch besonders in den Bereichen der Sensorik (z.B. zur ausfallsicheren Umfelderkennung bei allen Bedingungen), der Softwareentwicklung (z.B. effiziente und intelligente Algorithmen zur Datenverarbeitung und -interpretation sowie Entscheidungsfindung) und Systemintegration (v.a. in der Validierung der hochkomplexen Systeme) begründet¹¹. Weiter sorgen die unsichere rechtliche Lage und Fragen der Haftung vor allem bei den höheren Leveln auf dem Weg hin zu Level 5 für Unsicherheiten. 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 hemmen¹².

Technologie-, Markt- und Gesellschaftstrends

Megatrends aus den Bereichen Technologie, Markt und Gesellschaft beeinflussen das Kognitive Auto. Im Zentrum stehen hier wie beschrieben besonders die Trends des **Autonomen Fahrens** sowie der zunehmenden **Vernetzung**, da diese die Kerncharakteristika des Kognitiven Autos sind. Allerdings kann das technische System Kognitives Auto nicht losgelöst von den Marktveränderungen und anderen technologischen Aspekten betrachtet werden. So befeuern sich das Kognitive Auto und die steigende Nachfrage nach **neuen Mobilitätsmustern** gegenseitig. Eines dieser neuen Mobilitätsmuster ist **Mobility-as-a-service**. Dieses hat zwei Ausprägungen, die das Kognitive Auto fördern. Erstens bietet es die Möglichkeit, die Zeit im Fahrzeug produktiv oder zur Entspannung zu nutzen wenn man nicht selbst die Fahraufgabe wahrnehmen muss. Zweitens, ist der Wunsch nach ständiger Verfügbarkeit von Mobilität ohne den persönlichen Fahrzeugbesitz an vielen Stellen zu beobachten. Zurzeit sind solche Konzepte allerdings

with its “Intelligent Drive Next Level” system, which includes various assistants¹⁰.

The challenges and causes for the uncertainties en route to the Cognitive Car are in particular in the areas of sensor technology (e.g. for fail-safe environment recognition under all conditions), software development (e.g. efficient and intelligent algorithms for data processing and interpretation as well as decision-making) and system integration (above all in the validation of the highly complex systems)¹¹. Additional concerns arise as a result of the uncertain legal situation and questions of liability, especially for vehicles approaching level 5. For established OEMs, the change in terms of autonomous driving for mobility-as-a-service can become an additional obstacle, as previously profitable business models inhibit change¹².

Technology, market and social trends

*Megatrends in technology, market and society influence the Cognitive Car. As described, the focus is particularly on **autonomous driving** and **increasing connectivity**, as these are the core features of the Cognitive Car. However, the technical system Cognitive Car cannot be viewed in isolation from market changes and other technological aspects. Thus, the Cognitive Car and an increasing demand for **new mobility patterns** fuel each other. One of these new mobility patterns is **mobility-as-a-service**. This feature has two manifestations that promote the Cognitive Car. First, it facilitates productive use of time in the vehicle or relaxation because the driver is relieved of the driving task. Second, there is a widespread desire for constant availability of mobility without personal vehicle ownership. However, this concept is not currently economically viable even in large cities; autonomous vehicles could change this by creating flexibility. For existing solutions such as taxi services, an opportunity to eliminate the human driver cost is created – at the expense of existing driver jobs. Thus, over their lifetime, the high initial investment for Cognitive Cars can be written off by mobility service providers. The accompanying change in business models and user demands on mobility, together with the technological shift in focus towards large software shares (software-defined car), allow new players to enter the market, as well from other sectors (e.g. digital groups).*

³ <https://thelastdriverlicenseholder.com/2021/02/09/2020-disengagement-reports-from-california/> (01.04.2021)

⁴ 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

⁵ Roos, M., & Siegmann, M. (2020). Technologie-Roadmap für das autonome Autofahren: Eine wettbewerbsorientierte Technik- und Marktstudie für Deutschland (No. 188). Working Paper Forschungsförderung.

⁶ Brovarone, E. V., Scudellari, J., & Staricco, L. (2021). Planning the transition to autonomous driving: a policy path-way towards urban liveability. Cities, 108, 102996.

⁷ <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)

⁸ <https://www.golem.de/news/full-self-driving-teslas-full-self-driving-ist-eine-mogelpackung-2103-154805.html> (01.04.2021)

⁹ <https://jalopnik.com/tesla-confirms-to-california-dmv-that-the-full-self-dri-1846430808> (01.04.2021)

¹⁰ 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

¹¹ Roos, M., & Siegmann, M. (2020). Technologie-Roadmap für das autonome Autofahren: Eine wettbewerbsorientierte Technik- und Marktstudie für Deutschland (No. 188). Working Paper Forschungsförderung.

¹² Roos, M., & Siegmann, M. (2020). Technologie-Roadmap für das autonome Autofahren: Eine wettbewerbsorientierte Technik- und Marktstudie für Deutschland (No. 188). Working Paper Forschungsförderung.

selbst in großen Städten nicht wirtschaftlich zu betreiben, was sich jedoch durch autonome Fahrzeuge aufgrund der sich auftuenden Flexibilität ändern könnte. So bietet dies neuen Mobilitätsanbietern unter anderem die Möglichkeit, kostengünstig – jedoch zu Lasten von Arbeitsplätzen z.B. der Fahrer – Taxidienste anzubieten. Dadurch kann die zumindest anfänglich zu erwartende hohe Investition für solche Kognitive Autos durch die Mobilitätsdienstleister über die Lebenszeit abgeschrieben werden. Der damit einhergehende Geschäftsmodellwechsel und Anspruch der Nutzer an die Mobilität, zusammen mit der technologischen Fokusverschiebung hin zu großen Softwareanteilen (Software defined car), ermöglichen es neuen Playern, sogar aus anderen Branchen (z.B. Digitalkonzerne), in den Markt einzutreten. Auf der **technologischen Seite** bringt die geänderte Interaktion des Nutzers (Fahrgast) mit dem Kognitiven Auto neue Anforderungen z.B. an das Schwingungsverhalten des Systems mit sich. Dadurch, dass der Nutzer nicht mehr Teil des Antriebsregelsystems ist, nimmt er die Schwingungen und die Geräusche des Antriebstranges ganz anders wahr, als wenn er durch die Pedal- oder Schalthebelbetätigung direkt mit dem Antriebstrang interagiert – je mehr der Nutzer von den Fahraufgaben entkoppelt ist, desto kritischer betrachtet er das Systemverhalten. Auf Grund dessen sind die vergleichsweise schwingungs- und geräuscharmen **alternativen Antriebe** (batterie-elektrisch oder mittels Brennstoffzelle) wichtige Bausteine hin zur Kunden- und Nutzerakzeptanz des Kognitiven Autos. 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 Antriebsstrangs oder der Karosserie. Dies begünstigt die Entwicklung **neuer Werkstoffe** bzw. **neuer Fertigungsverfahren**.

Diese Betrachtung macht deutlich, dass für das Gelingen des Kognitiven Autos nicht die Technologien der Vernetzung und des autonomen Fahrens allein betrachtet werden dürfen.

Was sind die wichtigsten Megatrends die das Kognitive Auto beeinflussen?

Megatrend Autonomes Fahren:

Das Kognitive Auto ist ein autonomes Fahrzeug. Damit ist dieser Trend der zentrale Trend der Studie. Autonomes Fahren bedingt dabei die Vernetzung und Automatisierung des Fahrzeuges. Ergänzt durch eine Verarbeitungs- und Entscheidungslogik (z.B. durch Künstliche Intelligenz), übernimmt das autonome Fahrzeug die kognitiven Aufgaben des bisherigen Fahrers.

Megatrend Vernetzung:

Die Vernetzung ist zusammen mit der Automatisierung technische Voraussetzung für das autonome Fahren. Vernetzung meint hierbei die Ermöglichung der Kommunikation des Fahrzeuges z.B. mit anderen Fahrzeugen sowie der Infrastruktur zum Informationsaustausch. Damit ist die Vernetzung Grundlage für ein sicheres und effizientes Miteinander im System of Systems Mobilität.

*In terms of **technology**, the changed interaction between the user (passenger) and the Cognitive Car creates new requirements, for example for the vibration behaviour of the system. Because the user is no longer part of the drive control system, he perceives the vibrations and sounds of the drive train quite differently than when he interacts directly with the drive train by pressing the pedal or shift lever. As the user is increasingly relieved of the driving task, he or she judges the system behaviour more and more critically. For this reason, **alternative propulsion systems** (battery electric or using fuel cells) are important building blocks for establishing user acceptance. Furthermore, the increasing need to observe the status of the system and the environment, as well as the need for connectivity, are creating new requirements. An example is the **integration of sensors** in components of the drivetrain or the car body. This creates a need for **new materials and manufacturing processes**.*

This clearly demonstrates in order for the Cognitive Car to succeed, the technologies of connectivity and autonomous driving must not be considered in isolation.

What are the most important megatrends influencing the Cognitive Car?

Autonomous driving:

The Cognitive Car is an autonomous vehicle and hence the key trend of the study. Autonomous driving requires connectivity and automation. Supplemented by processing and decision-making logic (e.g. through artificial intelligence), the autonomous vehicle takes over the cognitive tasks previously assigned to the driver.

Connectivity:

Connectivity, together with automation, is a technical prerequisite for autonomous driving. Connectivity allows a vehicle to communicate with other vehicles as well as infrastructure and to exchange information. Connectivity is therefore the basis for safe and efficient interaction in the system of systems mobility.

Safety:

The growing need for safety is both a blessing and a curse for the Cognitive Car. By excluding humans as the cause of accidents (the vast majority of accidents are caused by human error), autonomous vehicles promise greater safety in road traffic. At the same time, however, technical limitations and the high complexity of the systems lead to poor acceptance of and trust in autonomous systems.

Mobility:

The change in patterns of use is also influencing mobility. Concepts such as mobility-as-a-service go hand-in-hand with the Cognitive Car. Nevertheless, these developments can force OEMs to rethink their business models if many vehicles are no longer owned by users but instead by mobility service providers.

Megatrend Sicherheit:

Das wachsende Sicherheitsbedürfnis ist Segen und Fluch des Kognitiven Autos zugleich. Durch den Ausschluss des Menschen als Unfallverursacher (der weit größte Teil der Unfälle wird durch menschliches Fehlverhalten verursacht¹³), 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.

Megatrend Mobilität:

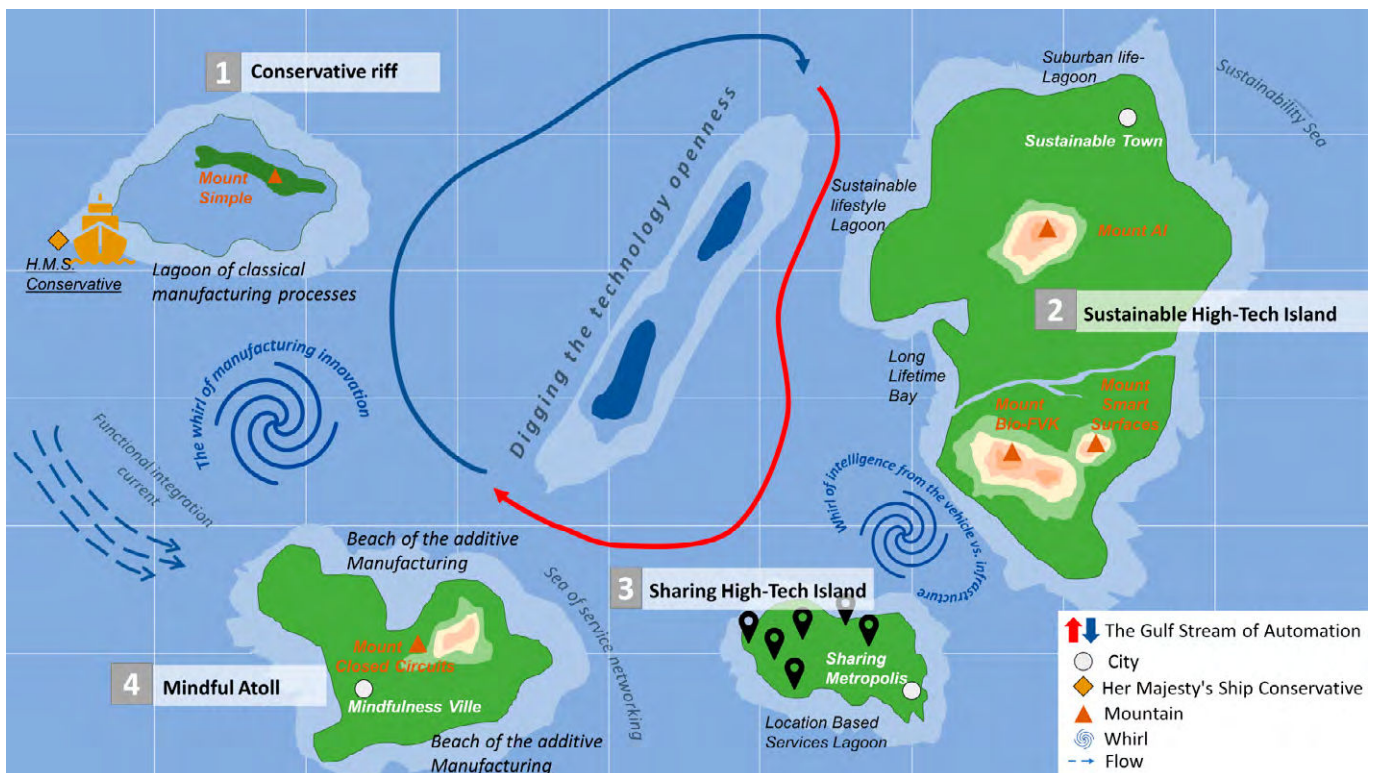
Der Wandel des Nutzungsverhaltens der Gesellschaft beeinflusst auch die Mobilität. Konzepte wie Mobility-as-a-Service gehen dabei Hand in Hand mit dem Kognitiven Auto und befruchten sich gegenseitig. Gleichzeitig können diese Entwicklungen ein Umdenken in den Geschäftsmodellen der OEMs erfordern, wenn ein Großteil der Fahrzeuge nicht mehr Besitzgüter der Nutzer sind, sondern über Mobilitätsdienstleister genutzt werden.

Environment scenarios of the Cognitive Car

The trends described above influence the technical system Cognitive Car on various levels and require new or adapted functions. To derive the target product properties as robustly as possible, possible trend manifestations are presented in alternative environment scenarios using methods of foresight. These scenarios are named "Conservative Transition", "Sustainable High-Tech Environment", "Sharing High-Tech Environment" and "Mind-ful Environment". These scenarios provide information on potential characteristics of the system of systems mobility in which the Cognitive Car will interact in the future.

Umfeldszenarien des Kognitiven Autos

Die genannten Trends beeinflussen das technische System Kognitives Auto auf verschiedenen Ebenen und erfordern neue bzw. angepasste Funktionen. Um die dadurch erforderlichen Soll-Produkteigenschaften möglichst robust ableiten zu können, werden mögliche Ausprägungen der Trends mittels



Szenariolandkarte mit vier alternativen Zukünften des Umfeldes des Kognitiven Autos.

Scenario map with four alternative futures of the Cognitive Car environment.

¹³ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/2110/umfrage/fehlverhalten-von-fahrzeugfuehrern-mit-unfallfolge/> (08.04.2021)

Methoden der Vorausschau in alternativen Umfeldszenarien, dem „Konservativen Übergang“, dem „Nachhaltigen High-Tech Umfeld“, dem „Sharing-High-Tech-Umfeld“ und dem „Achtsamen Umfeld“ dargestellt. Diese Szenarien geben Aufschluss über mögliche Charakteristika des System of Systems Mobilität, in dem das Kognitive Auto zukünftig interagieren wird.

Exemplarisch werden die beiden Szenarien zwei und drei vorgestellt:

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 weiterhin die Forderung, im Interieur hochfunktionalisierbare „Smart Surfaces“ und nachhaltige Werkstoffe einzusetzen. Eine nachhaltige Produktion wird seitens der Gesellschaft durch Nutzung geschlossener Stoffkreisläufe gefordert. Durch die zunehmende Automatisierung und den dadurch bedarfsgerechten Mobilitätskonsum wird eine nachhaltige Nutzung der Fahrzeuge ermöglicht.

3 Sharing-High-Tech-Umfeld

Die Gesellschaft ist durch Car- und Ridesharing hochmobil. Das Auto als Besitzgegenstand wurde 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 Wertschöpfungs-systeme ermöglichen eine bedarfsgerechte Produktion des Kognitiven Autos.

Soll-Produkteigenschaften

Aus den betrachteten Trends und Szenarien lassen sich nun Soll-Produkteigenschaften ableiten, die eine große Relevanz für das Kognitive Auto und einen großen Einfluss auf seine Komponenten und Teilsysteme haben. Dabei müssen nicht alle Produkteigenschaften sofort umgesetzt werden, sondern können entsprechend des Variationszeitpunktes eingeteilt werden.

Im Rahmen der Studie wurden die kurz- und mittelfristig zu variierenden Soll-Produkteigenschaften, außer der Umfeldausrüstung, für kognitive Fahrzeuge betrachtet. Diese Soll-Produkteigenschaft wurde im Folgenden ausgeklammert, da sie eine Eigenschaft des Infrastruktursystems darstellt. Als solche beeinflusst sie zwar künftige Kognitive Fahrzeuge auch sehr stark, diese Einflüsse werden jedoch über die Soll-Produkteigenschaften, geteilte kognitive Leistung, Vernetzungsleistung und Sensorikdiversität abgedeckt.

Scenarios two and three are presented as examples:

2 Sustainable High-Tech Environment

Society places high demands on technological solutions, but also on the sustainability of the Cognitive Car: a high degree of automation and a high level of connectivity of vehicles through a strong ability to recognise the environment and decision-making autonomy are required. There is also a demand for highly functional “smart surfaces” and sustainable materials in the interior. Sustainable production using closed material cycles is needed. Increasing automation and the resulting demand-oriented mobility consumption will facilitate the sustainable use of vehicles.

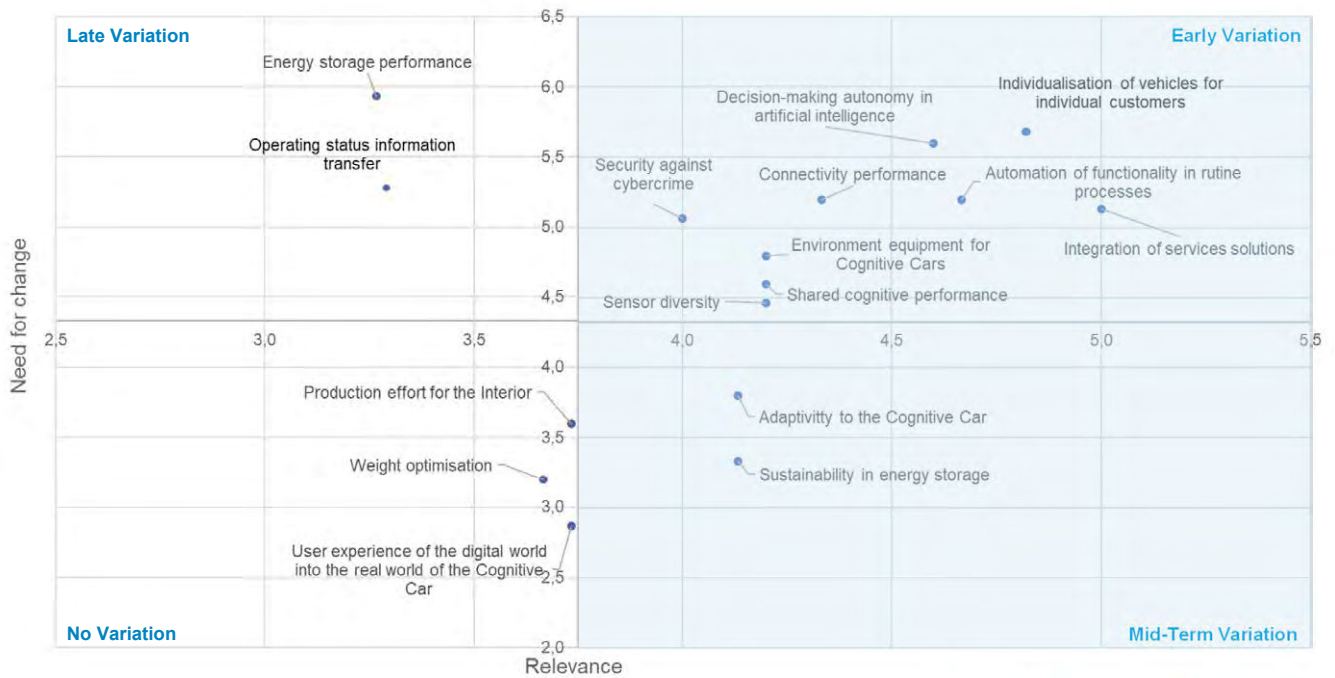
3 Sharing High-Tech Environment

Car and ride sharing makes society highly mobile. The car as an object of ownership has been replaced by sharing solutions. Especially in inner cities, electrically powered mobility is important. A high level of comfort and customisation options, as well as infotainment systems for accessing location-based services, are relevant. End users eagerly anticipate new features and are willing to pay for these technologies. Longer journeys can be made easier and more relaxing for passengers. Innovations in environment recognition and decision-making autonomy are driving this automation. Function integration and agile value creation systems support demand-oriented production.

Target product properties

Based on these trends and scenarios, target product properties that have great relevance for the Cognitive Car can now be derived; these properties have significant influence on components and subsystems. Not all product properties need to be implemented immediately; they can be classified according to the time of variation.

In this study, we focused on the target product properties to be varied in the short and medium term, except for the environmental equipment for cognitive vehicles. This property was excluded in the following because it is a property of the infrastructure system. As such, it has a strong influence on the future Cognitive Car, but these influences are covered by the target product properties of shared cognitive performance, connectivity performance and sensor diversity.



Zuordnung der Soll-Produkteigenschaften zu ihrem Variationszeitpunkt entsprechen der Relevanz und dem Veränderungsbedarf.

Classification of the target product properties based on timing of variation according to their relevance and the need for change.

Automobilbranche Thüringen

Aus der Analyse der Szenarien und der Ableitung der Soll-Produkteigenschaften, die auf kurz- und mittelfristige Sicht relevant werden, wurden unter Zuhilfenahme der Trends und deren möglichen Ausprägungen sowie mittels Experteninterviews mit führenden Forschern aus dem Zentrum Mobilitätssysteme des Karlsruher Institut für Technologie (KIT) notwendige Kompetenzen abgeleitet, die zur Weiterentwicklung der identifizierten Soll-Produkteigenschaften nötig sind. Zentral, zur Weiterentwicklung der Thüringer Wertschöpfung in eine robuste Zukunft des Kognitiven Autos, ist es, 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.

The automotive industry in Thuringia

Based on the analysis of the scenarios, the derivation of the product properties that will change over the short- and medium-term and interviews with leading researchers from the Centre for Mobility Systems at the Karlsruhe Institute of Technology (KIT), the competencies required to develop these properties were identified. To develop Thuringia's value creation for a robust future with the Cognitive Car, it is essential to build on existing competencies and move towards applicability in value creation.

Competencies for the implementation of the Cognitive Car	Competence level			
New manufacturing processes	Orange	Yellow with blue dot	Light Green	Dark Green
Economical production of smaller batch sizes	Orange	Yellow	Light Green	Dark Green with blue dot
Manufacturing in the field of electrification/hybridisation	Orange	Yellow with blue dot	Light Green	Dark Green
Artificial intelligence	Orange	Yellow with blue dot	Light Green	Dark Green
Realisation of vehicle communication	Orange	Yellow	Light Green with blue dot	Dark Green
Sensory diversity	Orange	Yellow	Light Green	Dark Green with blue dot
SoS thought in the value creation of the mobility system cognitive car	Orange	Yellow with blue dot	Light Green	Dark Green

Kompetenzmap: 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.

Competence map: Qualitative representation of the Thuringian industry's fulfilment of competencies required for the Cognitive Car. Green indicates competencies are developed in order to be used in value creation for the Cognitive Car.



LiDAR im Anwendungsfall einer Drohne. © Jenoptik

LiDAR used in a drone. © Jenoptik

Da in Thüringen kein OEM mit Hauptsitz ansässig ist, wurden in der weiteren Analyse Kompetenzen im Bereich der Gesamtfahrzeugentwicklung nicht berücksichtigt.

Since there is no OEMs headquarter in Thuringia, competencies in the field of complete vehicle development were not considered.

Basierend auf der Tiefenanalyse¹⁴ wurden zunächst erste Einschätzungen bezüglich bestehender Kompetenzen in der Breite getätigt und daraufhin durch eine Recherche unter zu Hilfenahme verschiedener Datenbanken, wie der Unternehmensdatenbank der LEG Thüringen¹⁵, vertieft. Unter Zuhilfenahme von 27 Interviews mit Experten aus der Thüringer Automobilbranche sowie mit Vertretern von Tier 1 und OEMs außerhalb von Thüringen wurde die qualitative Kompetenzanalyse verfeinert, wobei sich hieraus die gezeigte Kompetenzmap ergab.

As a first step, existing competencies were assessed across the board based on the "Tiefenanalyse"¹⁴ and then in more detail using various databases such as the LEG Thüringen company database¹⁵. With the help of 27 interviews with experts from the Thuringian automotive industry as well as representatives from Tier 1 and OEMs outside of Thuringia, the qualitative competence analysis was refined, resulting in the shown competence map.

¹⁴ www.cluster-thueringen.de/tiefenanalyse-automotiv

¹⁵ <https://www.cluster-thueringen.de/nc/innovationsstrategie/partner-akteure/wirtschaft/>

Kompetenzen im Bereich Künstliche Intelligenz (KI)

Obwohl die Relevanz von KI als hoch und ein zukunftsfähiges Thema eingeschätzt wird, laufen in den Unternehmen der Befragten wenig Forschungsaktivitäten im Bereich der KI. Wenige kleinere Thüringer Unternehmen entwickeln jedoch sehr spezialisierte Funktionalitäten im KI-Bereich wie Algorithmen für sicherheitsrelevantes Systemverhalten (beispielsweise im Fall des Versagens von Sicherheitssystemen wie Abstandsregler, etc.). Dies geschieht zumeist aber fernab der Automobilbranche. Trotz einer gut ausgestatteten Thüringer Forschungslandschaft in Themen wie dem Machine Learning fehlt es den Thüringer Unternehmen an Anknüpfungspunkten, um die sehr spezialisierten KI-Funktionalitäten ihrer vertriebenen Marktleistung in die Gesamtfahrzeugwertschöpfung zu integrieren.

Kompetenzen im Bereich der Realisierung der Fahrzeugkommunikation

In Thüringen sind verschiedene Unternehmen angesiedelt, die Technologien in der Fahrzeugkommunikation oder auch in der Bereitstellung von Datenplattformen anbieten und dort auch international führend sind. Die Datenplattformen fokussieren jedoch aktuell das Verfügbarmachen von Services in der Logistik im Speditions- und Transportwesen. Dabei wird nach Ansicht einiger Experten zukünftig der Datenaustausch in der Mobilitätsbranche über 5G und gar 6G relevant werden. Hier existieren ausgewählte Forschungsaktivitäten in den unterschiedlichen Unternehmen. Ein beispielhaftes Forschungsvorhaben im Bereich der Fahrzeugkommunikation ist die Integration von Kommunikationshardware in bestehende Fahrzeugbauteile, sodass diese 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.

Kompetenzen im Bereich der Sensorikdiversität

In Thüringen ist eine verhältnismäßig große Anzahl an Sensorik-Herstellern angesiedelt; deren Zugang zum Automobilmarkt ist allerdings gering. 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, 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 Sensorikkompetenzen und Anwendungsfällen in Thüringen beachtlich. Ein ganzheitliches Bild zur Vereinigung dieser Kompetenzen in einem Wertschöpfungsnetzwerk und zur nutzenorientierten Integration verschiedener koexistenter Konzepte fehlt jedoch aktuell.

Competencies in artificial intelligence (AI)

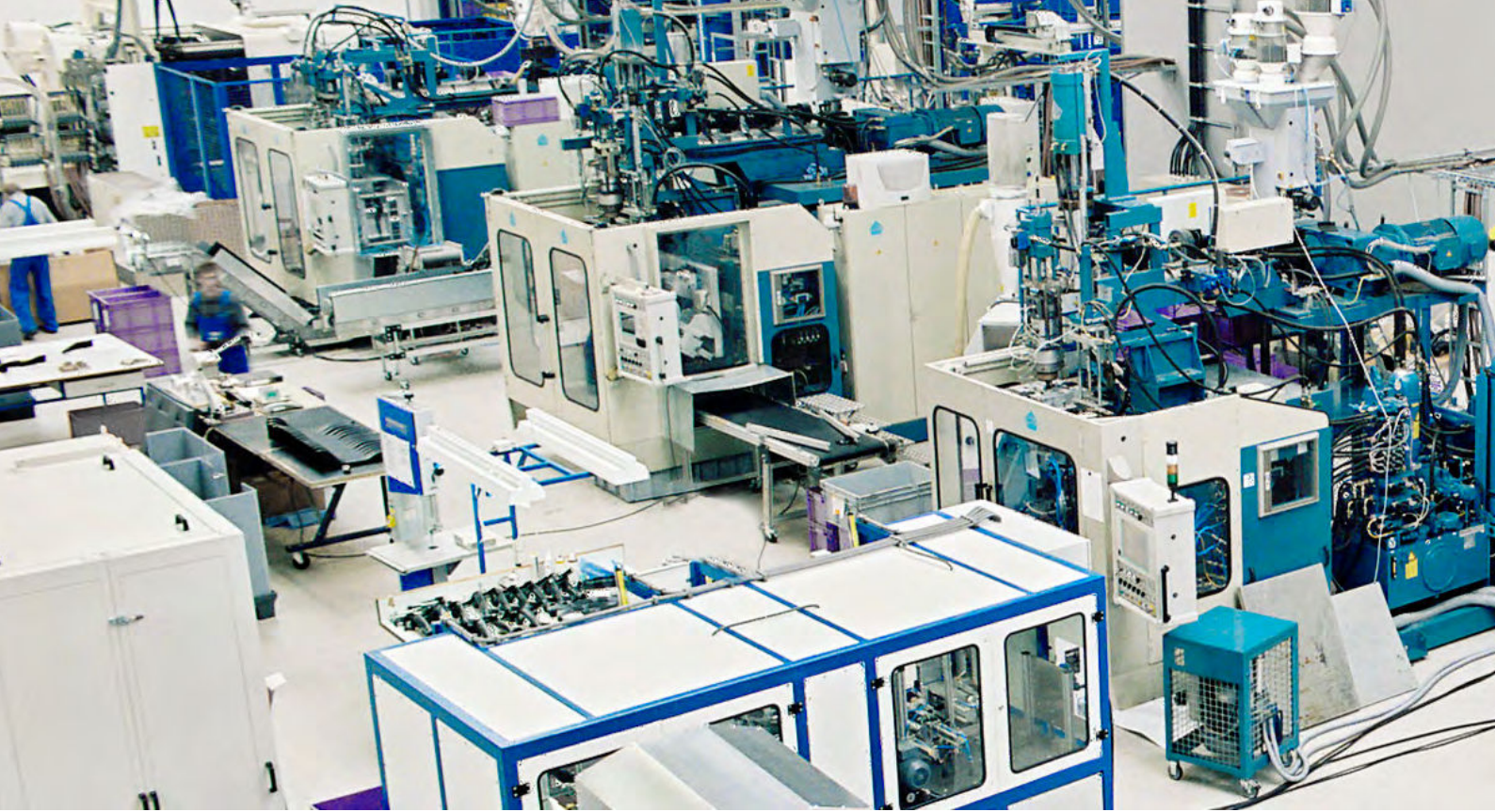
Although AI is deemed a highly relevant and future-proof topic, there is little ongoing research in the field among the respondents. Nevertheless, a few smaller Thuringian companies are developing very specialised functionalities, such as algorithms for safety-relevant system behaviour (for example, in the event of the failure of safety systems such as active cruise control). However, this work is largely removed from the automotive sector. Despite a well-equipped research landscape addressing topics such as machine learning, Thuringian companies lack connecting points for integrating highly specialised AI functionalities and their distributed market performance into the overall vehicle value creation.

Competencies in vehicle communication

Thuringia is home to several companies that offer technologies in vehicle communication or in the provision of data platforms; indeed, they are international leaders in the field. However, data platforms currently focus on the availability of services in logistics and transportation sector. According to some experts, data exchange in the mobility industry via 5G and even 6G will be relevant in the future. Various companies are undertaking research in this area. One example in the field of vehicle communication involves integrating communication hardware into existing vehicle components so that they are no longer visible. Companies are seeing greater challenge in the harmonisation of vehicle-internal computing and control units than in the transmission of data and communication between vehicles and the environment.

Competencies in sensory diversity

Thuringia is home to a relatively large number of sensor manufacturers; however, their access to the automotive market is poor. The main fields of application for manufacturers of sensor technology is integration into production (e.g. quality testing using acoustic component behaviour). Companies with deep expertise in sensor technology or even in the production of sensing materials and surfaces are mostly smaller; they were techno-logically convincing but found it difficult to outline the benefits of their technologies. Concepts for holistic integration in vehicles – i.e. the development of hardware and embedded software that meet the requirements of the overall system architecture – were also identified as challenges. The diversity of specific sensor competencies in Thuringia is considerable. However, a holistic picture of the combination of these competencies in a value network and the benefit-oriented integration of different coexisting concepts is currently lacking.



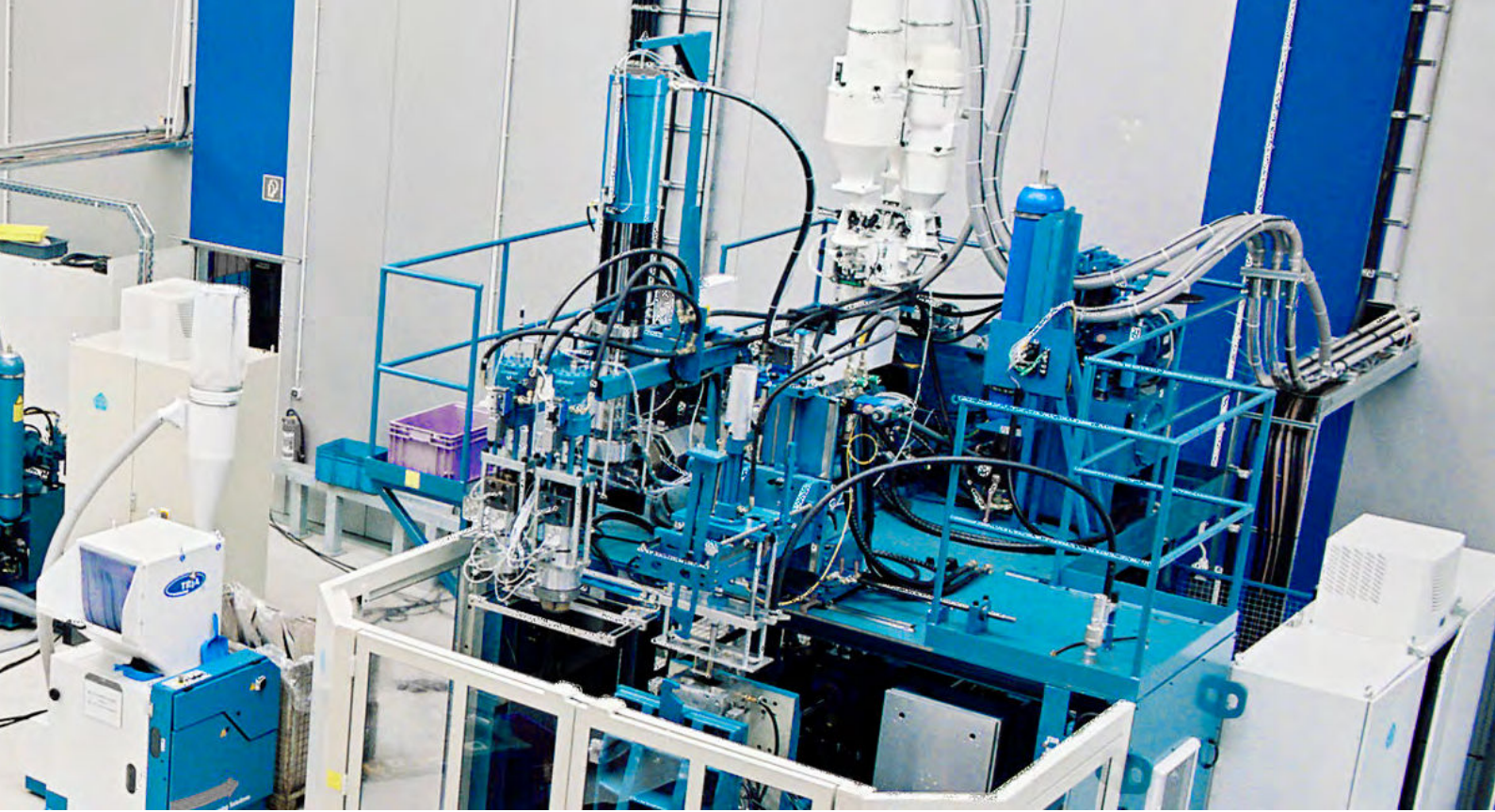
Produktion hochkomplexer Leichtbau-Elemente für die Automotivebranche.
© etm engineering technologie marketing gmbh

Kompetenzen in der System of Systems-Denkweise

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, haben aber derzeit wenig Zugang zu nationalen oder internationalen Kunden 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 übergeordneten Kunden- oder Anwendernutzen (= 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 den potentiellen Kunden 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 allerdings nur vereinzelt Bestrebungen geäußert, dass sie sich aktiv an der integrierten Entwicklung von Produkten und Produktionssystemen beteiligen. Hier ist Verlässlichkeit ein zentraler Kundennutzen. Auch Bestrebungen in der (Weiter-)Entwicklung von Validierungssystemen für die Validierung autonomer und vernetzter Fahrzeuge wurden nur vereinzelt in der Studie identifiziert. Auch dies lässt sich mit dem Wertschöpfungsfokus erklären.

Competencies in the system of systems way of thinking

The largest companies in Thuringia are more focussed on the production of components and subsystems and less on development. Smaller companies, on the other hand, offer development and production of very specific components or even software solutions, but currently have little access to national or international customers in the automotive industry. Smaller and medium-sized companies in particular highlighted the technological advantages of their products, but were less capable of explaining the overall benefit for the customer or user (= purpose). This circumstance can make access to the automotive market more challenging, since the benefit that a Tier 1 or OEM would enjoy from cooperating with a smaller supplier is not always clear to the potential customer. Larger companies with a production focus have a very high level of competence in the automated production of very high-value components but have only expressed limited interest in actively participating in the integrated development of products and production systems. Reliability is a key customer benefit. We also identified only minimal efforts in the (further) development of validation systems for autonomous and connected vehicles. The focus of the value creation may offer one explanation for this observation.



Production of highly complex lightweight elements for the automotive industry.
 © etm engineering technologie marketing gmbh

Kompetenzen im Bereich der Fertigung

Thüringen besitzt Fertigungskompetenzen insbesondere in der wirtschaftlichen Fertigung von konventionellen 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 Kunden 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. 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, thermo-plastischer Spritzguss und Blasformtechnik aufgestellt. Diese bieten ihren Kunden eine ganzheitliche und gemeinsame Entwicklung von Produkt und Produktionssystem sowie die Inbetriebnahme und Komponentenfertigung.

Kompetenzen im Bereich wirtschaftlicher Fertigung volatiler 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 sowie eine hohe Anlagenverfügbarkeit mit geringen Rüstzeiten zu realisieren. Innerhalb der letzten Jahre konnten diese Anforderungen auch in der flexiblen Fertigung kleinerer Stückzahlen

Competencies in manufacturing

Thuringia has manufacturing expertise, particularly in the economic production of conventional powertrain and chassis components. Several companies stand out because they meet very high-quality standards and at the same time facilitate economical production. Driven by customer requirements, large companies have optimised their production lines to the highest degree of economical precision manufacturing and have thus been able to establish great manufacturing know-how over decades. The field of lighting is also notable. Several larger Thuringian companies also have a broad expertise in plastics production – in the areas of elastomer injection moulding, elastomer extrusion, thermoplastic injection moulding and blow moulding technology. These companies offer their customers holistic and joint development of product and production system as well as commissioning and component manufacturing.

Competencies in the economical production of volatile batch sizes

The economical production of large quantities is undoubtedly a core competence in Thuringia. However, many companies are affected by decreasing project volumes. Nevertheless, they have managed to meet the highest demands for quality of manufactured components as well as high plant availability with low set-up times. With-in the last few years, these requirements could also be met in the flexible production of smaller quantities with excellent economic efficiency. The focus in Thuringia is clearly on the production of powertrain and chassis components for conventionally powered vehicles, with no emphasis on functional integration. Although existing manufacturing compe-

bei einer hohen Wirtschaftlichkeit erfüllt werden. Dabei liegt der Fokus in Thüringen eindeutig auf der Fertigung von Komponenten im Antriebsstrang und Fahrwerk für konventionell betriebene Fahrzeuge ohne Schwerpunkt auf die Funktionsintegration. Vereinzelt kommen allerdings Aktivitäten in der Übertragung bestehender Fertigungskompetenzen auf die Herstellung von Komponenten in alternativen Antriebskonzepten auf – diese Initiativen stehen jedoch derzeit noch am Anfang. Allerdings entsteht ein Werk zur hochqualitativen Fertigung von Batteriesystemen (und zukünftig auch Zellen und Modulen) in Thüringen. Diese Bestrebung kann als Katalysator wirken, um weitere Unternehmen auch in anderen Positionen der Wertschöpfung von Komponenten alternativer Antriebe in der Region anzusiedeln. Zudem ermitteln vereinzelte Unternehmen Anforderungen an potentielle zukünftige Komponenten und führen Aktivitäten durch, mittels derer die zur Verfügung stehenden Kompetenzen auf die Fertigung neuer Komponenten übertragen werden können.

Forschungsschwerpunkte der Thüringer Forschungslandschaft

In einer Metadatenanalyse (Titel, Abstract, Keywords) von Veröffentlichungen Thüringer Forschungseinrichtungen wurden deren Forschungsschwerpunkte identifiziert, wobei hier nach einer ersten Sichtung die Forschungsthemen ausgeschlossen wurden, die nicht im Zusammenhang mit den Kompetenzen zur Umsetzung des Kognitiven Autos stehen. Die Kernforschungsaktivitäten der Thüringer Einrichtungen lassen sich demnach in die folgenden 5 Hauptkategorien einteilen:

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

Thüringer Forschungsschwerpunkte in der Daten- und Signalverarbeitung und -übertragung sind Technologien im Bereich der drahtlosen Kommunikationssysteme, Signaltransduktion und -verarbeitung, Open-Source-Software, Machine und Deep Learning, Logikschaltungen sowie Spracherkennung.

Im Forschungsbereich der Fertigungsverfahren und Materialbearbeitung stehen additive Fertigungsverfahren, hochwertige Metallbeschichtung durch thermische Spritzverfahren, Atomare Schichtabscheidung, Faserlaser, Rührreißschweißen und Verfahren unter Nutzung von UV-Licht im Fokus Thüringer Forschungseinrichtungen.

Im Bereich der numerischen und empirischen Verfahren sind Finite-Elemente-Methoden und Molekulardynamik die bedeutendsten Forschungsthemen.

Im Forschungsbereich der Messverfahren sind Oberflächenwellen, Pulswiederholrate oder Radar, Infrarotlaser, faseroptischer Sensor, Oberflächenanalysetechnik und Raman-Spektroskopie, Elektronenmikroskopie, Erdbeobachtung und optische Messung der Wärmeleitfähigkeit die wichtigsten Themen.

tencies are being transferred to the production of components in alternative drive train concepts, these initiatives are currently in their infancy. However, a plant for the high-quality production of battery systems (and in future also cells and modules) is currently under construction in Thuringia. This effort can serve as a catalyst for attracting more companies to the region in other positions of value creation in alternative propulsion components. Some companies are also identifying requirements for potential future components and attempting to transfer existing competencies to the production of new components.

Research priorities of the Thuringian research landscape

We identified research priorities in Thuringian institutions using metadata analysis (title, abstract, keywords) of publications. Topics were excluded if they were not related to competencies for realizing the Cognitive Car. The core research activities of the Thuringian institutions can be divided into the following 5 main categories:

- › Data and signal processing
- › Manufacturing processes and material processing
- › Numerical and empirical methods
- › Measurement methods
- › Energy production and storage

Thuringia's research priorities in data and signal processing and transmission include technologies in wireless communication systems, signal transduction and processing, open-source software, machine and deep learning, logic circuits and speech recognition.

In manufacturing processes and material processing, focuses include additive manufacturing processes, high-quality metal coating by thermal spraying, atomic layer deposition, fibre lasers, friction stir welding and processes using UV light.

In numerical and empirical methods, finite element methods and molecular dynamics are the most important research topics.

The key topics in measurement methods include surface waves, pulse repetition rate or radar, infrared laser, fibre optic sensor, surface analysis technique and Raman spectroscopy, electron microscopy, earth observation and optical measurement of thermal conductivity.

In the area of energy generation and storage, core topics involve lithium-ion batteries, thick-film thin-film solar cells and solid oxide fuel cells.

Many research topics are highly relevant to value creation for the Cognitive Car. Interview partners from select institutions are already underway – especially in the research and further development of technologies for automated driving.

Für das Forschungsgebiet Energiegewinnung und -speicher wurden die Themen Lithium-Ionen-Batterien, Dickschicht-Dünnschicht-Solarzellen und Festoxid-Brennstoffzellen als Kernthemen identifiziert.

Viele der vorhandenen Forschungsthemen der Thüringer Forschungseinrichtungen haben starke Relevanz für die Realisierung der Wertschöpfung des Kognitiven Autos. Hier sind vereinzelte Interviewpartner aus ausgewählten Einrichtungen bereits aktiv – insbesondere in der Erforschung und Weiterentwicklung von Technologien zum automatisierten Fahren.

Zusammenfassung

Der Kompetenzmix in Thüringen, auch aus der Kombination von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, bildet eine solide Grundlage, um die Region mittels geeigneter Initiativen in der Wertschöpfung des Kognitiven Autos nachhaltig zu positionieren. Dabei sind die Herausforderungen jedoch unterschiedlich. Zum einen besteht die Herausforderung darin, Kompetenzen weiter aufzubauen oder zu vertiefen. Dies trifft insbesondere auf den Bereich der Unternehmen in der Entwicklung von Funktionalitäten im KI-Bereich zu. Auf der anderen Seite existieren Herausforderungen im Transfer von in Thüringen sehr gut vertretenen Kompetenzen auf die Wertschöpfung des Kognitiven Autos. Hier sollten insbesondere die Fertigungskompetenzen in Richtung der Partizipation an der Fahrzeugentwicklung im Sinne des Produkt-Produktions-Co-Designs weiterentwickelt werden, um Funktionsintegration in der Fertigung oder neue Funktionalitäten im Fahrzeug durch die Verbesserung von Fertigungsalternativen zu ermöglichen. Zudem sollten die stark ausgeprägten Kompetenzen im Be-

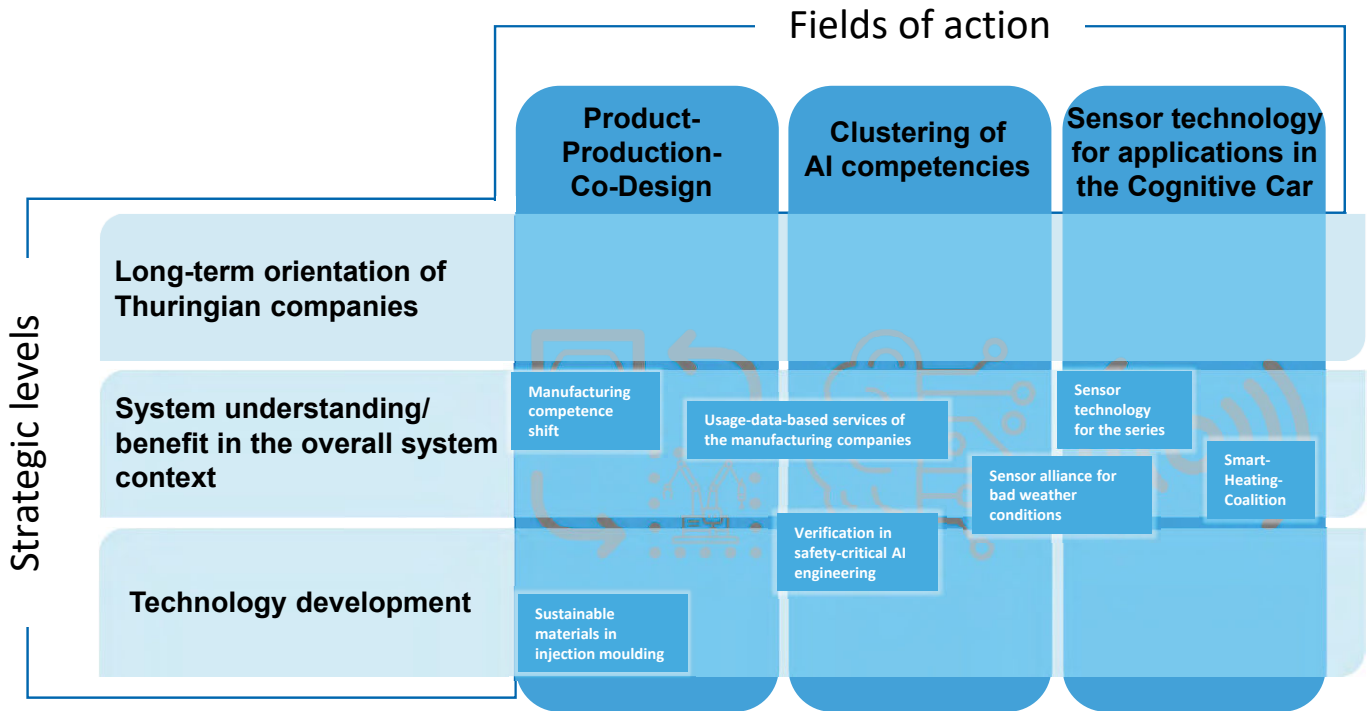
Summary

The mix of competencies in Thuringia, found in a combination of companies and research institutions, offers a solid basis for sustainably positioning the region in value creation for the Cognitive Car using suitable initiatives. Nevertheless, there are various obstacles to overcome: one challenge is to further establish competencies. This applies particularly to companies developing AI functionalities. Another challenge lies in the transfer of competencies that are very well represented in Thuringia to value creation for the Cognitive Car. In particular, manufacturing competencies should be developed to focus on product-production co-design, allowing functional integration into manufacturing or creating new functionalities by improving manufacturing alternatives. Moreover, strong competencies in sensor technology should be applied to the automotive industry. Finally, bundling competencies in Thuringia presents a challenge. This challenge can be met in two ways: first, with a view to the value chain, competencies can be bundled horizontally – for example, by strengthening cooperation between companies that offer market services in different application areas in a similar value creation position. Second, vertical bundling of competencies should be promoted to foster value creation of subsystems that result from the interaction of different competence providers in different value creation positions. Cooperation among AI competence providers, sensor technology developers and manufacturers and series producers represents one good example.

- **Automation of functionality** in routine processes
- Sustainability in **energy storage**
- Decision-making **autonomy** in **artificial intelligence**
- **Individualisation** of vehicles for individual customers
- **Sensor diversity**
- **Adaptivity** to the Cognitive Car
- Integration of **service solutions**
- Shared **cognitive performance**
- **Connectivity** performance
- Security against **cybercrime**

Produkteigenschaften des Kognitiven Autos, die kurz- oder mittelfristig variiert werden.

Product properties of the Cognitive Car that vary in the short- or medium-term.



Die drei Handlungsfelder zur Förderung eines Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk des Kognitiven Autos.

The three fields of action for the promotion of a Thuringian value network for the Cognitive Car.

reich der Sensorik in die Anwendung in der Automobilindustrie gebracht werden. Zuletzt ergibt sich die Herausforderung der Kompetenzbündelung in Thüringen. Diese kann auf zwei Wegen gelingen. Zum einen lassen sich mit Blick auf die Wertschöpfungskette Kompetenzen horizontal bündeln – also beispielsweise Kooperationen von Unternehmen verstärken, die an ähnlicher Wertschöpfungsposition in unterschiedlichen Anwendungsbereichen ihre Marktleistung vertreiben. Zum anderen sollte eine vertikale Kompetenzbündelung forciert werden, um die Wertschöpfung von Teilsystemen, die sich aus dem Zusammenwirken verschiedener Kompetenzträger an unterschiedlicher Wertschöpfungsposition ergeben, zu fördern. Hier können Kooperationen zwischen KI-Kompetenzträgern, Sensorikentwicklern und -herstellern und Serienfertiger beispielhaft herangezogen werden.

Handlungsfelder des Automobilcluster Thüringen

Zur nachhaltigen Sicherstellung einer zentralen Rolle in der Gesamtfahrzeugwertschöpfung ist es für Unternehmen der Thüringer Automobilbranche notwendig, die vorhandenen Kompetenzen so zu nutzen bzw. weiterzuentwickeln sowie neue Kompetenzen aufzubauen, dass Produkte und Komponenten entwickelt und produziert werden können, die Soll-Produkteigenschaften des Kognitiven Autos erfüllen. Aus dem Abgleich der vorhandenen Kompetenzen der Thüringer Unternehmen und Forschungseinrichtungen mit diesen Soll-Produkteigenschaften wurden drei Handlungsfelder identifiziert, um ein Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk des Kognitiven Autos zu initiieren.

Fields of action for the automotive cluster in Thuringia

In order to sustainably secure a central role in the total vehicle value creation, the companies of Thuringia must utilize or further develop existing competencies and establish new competencies such that products and components can be developed and produced that match the target product properties. In comparing existing competencies of Thuringian companies and research institutions with these target product properties, three fields of action were identified to initiate a Thuringian value network for the Cognitive Car.

These fields of action represent separate thematic and competence-centred focal points for further development, but must not be viewed in isolation or independently of the overall system context. Each of these fields of action comprises the three levels of long-term orientation for Thuringian companies, system understanding and benefit bundles, as well as technology development. Thuringia's competencies can be further developed or newly combined through projects and undertakings that affect at least one of the three levels. To increase the future viability of Thuringia's value creation, further development of the fields of action can be divided into three interacting levels with different time horizons and strategic scopes.

Diese Handlungsfelder stellen separate thematische und kompetenzzentrierte 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. 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.

Langfristigen Ausrichtung der Thüringer Unternehmen

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 mehr 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.

Systemverständnis/Nutzen im Gesamtsystemkontext

Die Strategie 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 Initiativen auf dieser Ebene erreicht werden sollen, sind die sukzessive Definition der Gesamtstrategie (auf Strategieebene 1), die Bündelung verschiedener Technologien und Überführung dieser Bündel in nutzenstiftende (Teil-) Systeme im Gesamtsystemkontext Kognitives Auto sowie die explizite Identifikation, Definition und Vorgabe von Bedarfs-situationen. Diese Bedarfs-situationen können durch spezifische Technologieentwicklungsprojekte befriedigt werden, wobei hier stets der Nutzen und nicht die einzelne Technologie im Fokus des Gesamtprojektergebnisses steht. Dieser Aspekt ist zentral, um zum einen hochspezialisierte Technologien 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 Tech-

Long-term orientation of Thuringian companies

*The overarching and long-term strategic development allows the competencies in the respective field of action to be broadly built up and linked in a value network; the **strategy** is specific to a field of action and defines the achievement of a vision for the year 2030. The companies involved must also sharpen their respective vision. This level cannot be developed by means of a one-off project; instead, it defines the boundary conditions and guidelines for complementary projects that, in their interaction, create a cluster through which the members can achieve promising positions within the overall value network for the creation of the Cognitive Car.*

System understanding/ benefit in the overall system context

*The strategy of each field of action is defined via various strategy areas; the aim is to cluster complementary competencies to generate an overarching **benefit** from the overall vehicle perspective. Accordingly, **benefit bundling** and **system understanding** are the focus of the second strategy level. Major initiatives at this level include successive definition of the overall strategy (at strategy level 1), bundling of various technologies and transfer of these bundles to benefit-generating (sub)systems in the overall system context of the Cognitive Car, as well as explicit identification, definition and specification of demand situations that can be satisfied through specific technology development projects. The focus of the overall project result must remain the benefit and not the individual technology. This aspect is central to integrating highly specialised technology into vehicles as well as to strengthening the competitive position of the companies involved via individual value propositions. Exploding the benefits of a technology is also the most promising way to bring this technology to a suitable use case. Consequently, there must be a need that is served by the corresponding benefit; this benefit is generated by components based on the respective technology. This connection also highlights the role of the third strategic level – **technology development**.*

Technology development

This area does not define any strategic goals in the respective field of action, but rather serves the targeted further development of technologies based on the benefit bundles defined in the second level in order to achieve the defined strategic goals. These projects are purely technical in nature and are generally of smaller volume than projects on the two upper strategy levels. In addition to generating technical progress, technology development projects are also suitable for expanding and deepening competencies. Beyond creating benefits through technologies (in the classic sense of a “market pull situation”), technology developments can also result in the need to expand existing benefit bundles on the second strategy level in the sense of a “technology push” or, in rare cases, they create new benefit bundles. For example, this is the case if the core competencies of a region have weak or unexplained benefits in their current state for the overall context of the Cognitive Car.

nologie basieren, generiert wird. Dieser Zusammenhang zeigt zudem die Rolle der dritten strategischen Ebene – der **Technologieentwicklung**.

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 Kognitives Auto aufweisen.

Handlungsfelder zur Weiterentwicklung des Thüringer Wertschöpfungsnetzwerks

Folgende thematische Handlungsfelder wurden identifiziert, um das Thüringer Wertschöpfungsnetzwerk weiterzuentwickeln:

- › Produkt-Produktions-Co-Design
- › Bündelung von Kompetenzen im Bereich der Künstlichen Intelligenz
- › Sensorik in Anwendungen für das Kognitive Auto

Das Fehlen von Entwicklungsabteilungen von 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 aus ähnlichen Gründen als eigenes Handlungsfeld sehr weit entfernt von den in Thüringen vorhandenen Kernkompetenzen. Die Definition der drei Handlungsfelder basiert auf den folgenden drei Prämissen:

1. In Thüringen existiert ein breites sowie tiefes Fertigungs-Know-How, was allerdings 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

Fields of action for further development of the Thuringian value network

The following thematic fields of action have been identified to further develop the Thuringian value network:

- › *Product-production co-design*
- › *Clustering of competencies in artificial intelligence*
- › *Sensor technology for applications in the Cognitive Car*

The lack of development departments of OEMs or Tier 1s means that further development of fields of action in overall vehicle development would be a very costly and non-competitive strategy in the automotive cluster. Alternative powertrains also appear to be very distant from the core competencies available in Thuringia as a separate field of action for similar reasons. The definition of the three fields of action is based on the following three premises:

1. *Thuringia has broad and deep manufacturing know-how; however, this know-how is far removed from component manufacturing for the Cognitive Car. Nevertheless, research institutions can serve as catalysts for transferring competencies.*
2. *Deep competencies in research and teaching in the field of learning systems and automation offer ideal regional conditions for bringing functions realised through the use of artificial intelligence into use cases for the Cognitive Car. Despite several initiatives to bundle competencies, there are few companies in Thuringia with a connection to autonomous and connected driving; there is therefore a need to highlight the region's ability to realise the scope of functions in AI using successful lighthouse projects and thus to encourage settlement.*
3. *Large and internationally leading players in the sensor sector, such as Zeiss or Jenoptik, have contributed to the emergence in Thuringia as a highly specialised landscape in sensor development, testing and production (in both the range of applications and depth of technology). However, with exceptions, this sector is also characterised by its distance from the automotive industry that must be overcome.*

Fahren in Thüringen, wodurch sich der Handlungsbedarf aufbaut, mittels erfolgreicher Leuchtturmprojekte die Fähigkeit der Region in der Realisierung von Funktionsumfängen 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. Auch diese ist mit Ausnahmen durch eine Distanz zur Automobilindustrie gekennzeichnet, wodurch hier klarer Handlungsbedarf besteht, diese Distanz zu überwinden.

Handlungsfeld – Produkt-Produktions-Co-Design

Die Thüringer Zuliefererbranche ist davon 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 Expertengesprächen 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 Schritt für Schritt weiterzuentwickeln. Die Unternehmen haben 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 seinen Kunden die Entwicklung von Teilsystemen und Komponenten des Kognitiven Autos sowie des dazugehörigen Produktionssystems integriert betrachtet und dadurch Implikationen zwischen Produkt und Produktionssystem frühzeitig und kontinuierlich in der Entwicklung berücksichtigt sowie Fertigungsverfahren und Produktgestalt Hand in Hand entwickelt. Hierdurch ergäbe sich die Möglichkeit, 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 Zulieferbeziehungen im Sinne eines Produkt-Produktions-Co-Designs 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.

Field of action – Product-production co-design

The Thuringian supply industry is characterised by deep expertise in the economical production of volatile batch sizes in outstanding quality. This know-how is also anchored across the board – from injection moulding to sheet metal production to assembly (to name just a few examples of manufacturing processes in Thuringia). In various expert discussions, the development goals of these companies were formulated in such a way that procedures and equipment, as well as the entire manufacturing process, are continuously being developed with regard to the economical handling of volatile quantities. Implicitly, the strategy is to maintain existing business models and incrementally develop processes in terms of economic efficiency and quality. Accordingly, the companies have only a small share of value creation in the actual development of components or subsystems for the Cognitive Car. Also, they only rarely serve as development partners that view the development of subsystems and components and the associated production system in an integrated manner with their customers; implications between product and production system are thus rarely accounted for early and continuously in development, thus, manufacturing processes and product design are rarely developed hand-in-hand. This would provide the opportunity to further develop existing business models and build up know-how in the area of manufacturing similar geometries and fulfilling similar functions for new fields of application (e.g. battery system or fuel cells) based on the given competencies. In this field of action, production potentials for integrating new functions required by the Cognitive Car must be identified; procedures and processes must be developed accordingly and supplier relationships must be shaped in the sense of product-production co-design. In this way, existing competencies in the economical production of volatile quantities at outstanding quality will be transferred to the production of future relevant components (e.g. sheet metal with integrated sensor technology) and new value propositions for possible cooperations with Tier 1 or OEMs will be formulated.

Handlungsfeld – Bündelung von KI Kompetenzen

Basierend auf einer sehr ausgeprägten und international renommierten 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.

Handlungsfeld – Sensorik in Anwendungen des Kognitiven Autos

Um kognitive Fähigkeiten ausüben zu können, ist die Kenntnis über den Zustand des Systems des Kognitiven Autos selbst sowie über den Zustand der Umgebung notwendig. Diese Kenntnis zu erlangen erfordert verschiedene Sensorsysteme an verschiedenen Stellen am Fahrzeug sowie in der Infrastruktur. Mit seinen hohen und vielfältigen Kompetenzen im Bereich der Sensorik ist der Standort Thüringen außerhalb des Automobilbereichs bereits gut aufgestellt. Die Herausforderung hier 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.

Field of action – Clustering AI competencies

Based on a very distinctive and internationally renowned research landscape in the field of autonomous driving, several smaller start-up-like companies have established in Thuringia; these add value by realising functions for very specific AI applications. However, the applications for most AI-related companies in Thuringia are outside the automotive sector. Although there are various initiatives in Thuringia to support further development of AI, the region is finding it very difficult to retain skilled workers with very deep expertise in IT who are leaving Thuringia's universities. This circumstance also makes it difficult for new companies to settle or be founded and thus presents a challenge for Thuringia's AI landscape in entering the automotive sector. Hence, the field of action for clustering AI competencies was formulated.

The vision for this field of action, which is central to the Cognitive Car, is to bundle the competencies in the AI sector in Thuringia, which are currently not very well connected; there must be a push for connecting points in the automotive industry to make Thuringia a more attractive location for additional companies, as well as for specialists trained in Thuringia in the context of AI. This can lead to very specific applications for the Cognitive Car in Thuringia.

Field of action – Sensor technology in Cognitive Car applications

To be able to exercise cognitive abilities, it is necessary to have knowledge about the state of the system Cognitive Car itself, as well as about the state of the environment. Acquiring this knowledge requires sensor systems at various points on the vehicle as well as in the infrastructure. With its strong and diverse competencies in sensor technology, Thuringia is already well positioned in this area outside the automotive sector. The challenge is to connect the sensor specialists with manufacturers of other components and products and to jointly define functions and benefit bundles that can be addressed. Moreover, specialised manufacturers should be supported in realising sensor systems that are ready for series production. Another strategic goal is to identify and acquire suitable funding programmes in general. In addition to focusing on Thuringian state funding, it may also be advisable to consider national or European funding programmes. To take advantage of this opportunity, suitable partners outside the state must be found. For example, a sensor alliance can be a suitable European network in which Thuringian companies cooperate with French and Eastern European companies.

Verknüpfung der Strategieebenen in den Handlungsfeldern als möglicher Impuls für Vorhaben

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 alleine nicht die notwendigen Kapazitäten oder Kompetenzen haben, Zugang zum zukünftigen Kognitiven Auto zu geben. Der Demonstrator verkörpert (physisch-virtuell gemischt) dabei einen Teil des zukünftigen Kognitiven Autos. Er kann ausschließlich vor dem Hintergrund des Kognitiven Autos als Teil des System of Systems Mobilität 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 Produkte daraus ableiten zu können. Um diesen Schritt tun zu können, ist ein tiefgreifendes Systemverständnis notwendig. In diesem Systemkontext können dann beteiligte Unternehmen anhand der ableitbaren Anforderungen Technologien weiterentwickeln und in nutzenstiftende Teilsysteme und Komponenten überführen und die Entwicklungsergebnisse zudem im Gesamtsystemkontext validieren. Dadurch kann ein gemeinsamer Demonstrator den beteiligten Akteuren Zugang zu den spezifischen Anforderungen aus dem Kognitiven Auto bieten. Schlussendlich ermöglicht der Demonstrator die Präsentation des entwickelten und validierten Teilsystems gegenüber Kunden im Gesamtkontext des Kognitiven Autos. Das Systemverständnis sowie die Denkweise der Nutzenbündel schlägt dabei die Brücke, um vor dem Hintergrund der langfristigen Ausrichtung die benötigte Technologieentwicklung ableiten zu können.

Fazit

Die Trend- und Szenarioanalyse haben zunächst ergeben, dass das Kognitive Auto viel Anpassungsbedarf an dem technischen System Fahrzeug sowie an seiner Entwicklung mit sich bringt. Um hier Schritt zu halten, reicht es jedoch nicht aus, in losgelösten Technologieprojekten neue Produkte zu entwickeln. Wichtig ist es, die vorhandenen Kompetenzen zu bündeln und auf die wichtig werdenden Anwendungsfälle zu übertragen.

Für diese notwendige Transformation und Weiterentwicklung des Wertschöpfungsnetzwerks sind in den Thüringer Unternehmen und Forschungseinrichtungen schon viele Kompetenzen vorhanden. Die Herausforderung liegt hier vor allem darin, die vorhandenen Kompetenzen auf die Anforderungen des Kognitiven Autos und seiner Entwicklung zu übertragen und strategisch notwendige Lücken durch einen Kompetenzaufbau zu schließen. Dafür bieten die Handlungsempfehlungen Ansatzpunkte auf verschiedenen Ebenen, um die Region nachhaltig in der Wertschöpfung des Kognitiven Autos zu positionieren.

Linking the strategy levels in the fields of action as a possible impulse for projects

A demonstrator could serve as an artefact linking the two lower strategy levels. A demonstrator pays off in terms of several goals. The main purpose is to provide access to the future Cognitive Car to companies that do not have the necessary capacities or competencies on their own. The demonstrator (mixed physically and virtually) embodies a part of the future Cognitive Car. It can only be developed considering the context of the Cognitive Car as part of the system of systems mobility. Once the demonstrator is available, it can in turn be used by the individual players in the Thuringian value network to define requirements for new products based on their competencies. A profound understanding of the system is vital for this step. In this system context, participating companies can then use the defined requirements to develop technologies and transfer them to benefit-generating subsystems and components and also to validate the development results in the overall system context. In this way, a joint demonstrator can offer access to specific requirements for the Cognitive Car. Finally, the demonstrator facilitates the presentation of the developed and validated subsystem to customers in the overall context. An understanding of the system, as well as the way of thinking of the benefit bundles, builds the bridge for deriving the required technology development against the background of the long-term strategy.

Conclusion

The trend and scenario analysis initially revealed that the Cognitive Car entails many adaptation requirements for the technical system of the vehicle as well as for its development. To keep pace, however, it is not enough to develop new products in detached technology projects. It is important to bundle the existing competencies and transfer them to increasingly important applications.

Many competencies for this necessary transformation and further development of the value network are already available in Thuringia's companies and research institutions. The challenge is primarily in transferring the existing competencies to the requirements of the Cognitive Car and its development and in closing the strategic gaps by building up competencies. Our recommendations for action offer starting points at various levels that will help position the region sustainably in value creation for the Cognitive Car.

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.

Duplication or dissemination of content for commercial or non-commercial purposes is only permitted with the express agreement of the publisher. The publication of results is permitted provided the source is identified.