



AMZ-Expertise

Bestandsaufnahme von Kompetenzen im Bereich Fahrzeugsensorik in Sachsen

Im Auftrag des SMWA

Nur das SMWA hat das ausschließliche und räumlich, zeitlich und inhaltlich unbeschränkte Nutzungsrecht an der Studie und allen ihren Bestandteilen. Jede weitere Nutzung und Veröffentlichung bedarf der Zustimmung des SMWA.

Andreas Wächtler,

Andre Knabe

AMZ Sachsen

Dresden, Dezember 2016

Inhalt

| | | |
|------|--|----|
| 1. | Entwicklungstendenzen im Bereich Fahrzeug-Sensorik | 3 |
| 2. | Status quo angesiedelter Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in Sachsen..... | 11 |
| 3. | Status quo im Freistaat angesiedelter Unternehmen der Sensorikbranche | 21 |
| 4. | Betrachtung der Wertschöpfungskette | 30 |
| 4.1. | Einordnung in die Wertschöpfungskette Elektronik | 30 |
| 4.2. | Einordnung in die Wertschöpfungskette „Automotive“ | 33 |
| 4.3. | Wertschöpfungsstufen im Bereich der Fahrerassistenzsysteme | 37 |
| 5. | Fazit | 40 |
| 6. | Handlungsempfehlungen | 41 |

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|--------------|--|----|
| Abbildung 1: | Anwendungsbereiche Sensoren im Fahrzeug..... | 3 |
| Abbildung 2: | Überblick im Fahrzeug zu detektierender Messgrößen..... | 4 |
| Abbildung 3: | Arbeitsprinzip eines Sensors | 6 |
| Abbildung 4: | Marktentwicklung bis 2018 gemäß Marktstudie von Yole Développement | 7 |
| Abbildung 5: | Wachstumsprognosen auf dem ADAS-Sektor | 7 |
| Abbildung 6: | Wertschöpfungskette "Elektronik" | 31 |
| Abbildung 7: | Zulieferpyramide..... | 34 |
| Abbildung 8: | Marktchancen diverser Systeme autonom fahrender Fahrzeuge | 37 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|------------|---|----|
| Tabelle 1: | Überblick Sensortypen nach Messprinzip | 5 |
| Tabelle 2: | Liste der Forschungseinrichtungen mit Sensorikkompetenzen in Sachsen..... | 20 |
| Tabelle 3: | Liste der Sensorhersteller in Sachsen | 29 |
| Tabelle 4: | Unternehmensbeispiele WSK Sensorik | 33 |
| Tabelle 5: | Originalausrüstungshersteller (OEM) | 35 |
| Tabelle 6: | System-/Modullieferanten | 37 |

1. Entwicklungstendenzen im Bereich Fahrzeug-Sensorik

Die Sensortechnik durchdringt die Automobilindustrie in zunehmendem Maße. Aus einer übergeordneten Position lassen sich 3 Einsatzfelder der Sensortechnik im Kontext der Automobilindustrie skizzieren.



In den weiteren Ausführungen wird nur auf den Bereich der Sensortechnik im Fahrzeug eingegangen.

Bereits seit Jahrzehnten hat die Sensortechnik das Fahrzeug erobert. Rückblickend ist vor allem die Dynamik, mit der Sensorensysteme Einzug in die Fahrzeuge hielten, bemerkenswert. Aktuell werden im Durchschnitt pro Fahrzeug ca. 100 Sensoren als Komponente und ca. 1.000 Sensoren als elektronisches Bauteil verbaut.

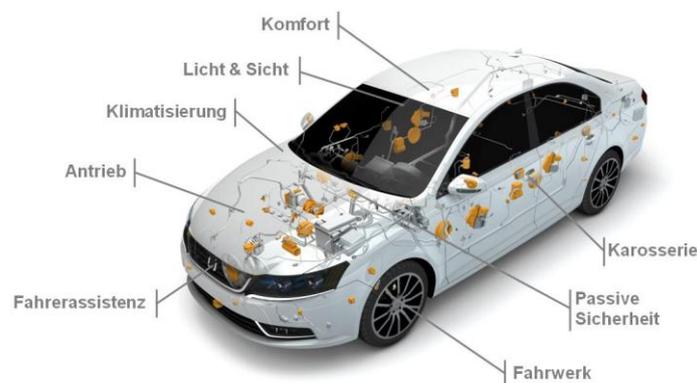


Abbildung 1: Anwendungsbereiche Sensoren im Fahrzeug¹

Alle elektronischen Systeme im Auto arbeiten nach dem Prinzip der Eingabe (Sensorsignal), Verarbeitung (in einem Steuergerät) und Ausgabe (durch Aktoren). Diese Elektronik in Fahrzeugen kann nur funktionieren, wenn die Sensoren physikalische Größen wie Temperatur, Drehzahl, Druck, usw. in elektrische Signale umwandeln und an das Steuergerät weitermelden.

Heutige Sensoren sind dabei mit den Sensoren von vor 10 Jahren bereits nicht mehr vergleichbar. Noch vor Jahren wurden Sensoren mit übersichtlicher Komplexität verbaut. Heutige (automotive) Sensoren werden im Gegensatz zu anderen Branchen speziell für ihren Einsatzzweck entwickelt und gebaut und sind hoch komplexe Elemente.

¹ IAV 2014

Die Aufgabe der Sensoren im Fahrzeug ist die Erfassung der unterschiedlichsten physikalischen Größen am Auto, im Auto und um das Auto herum.

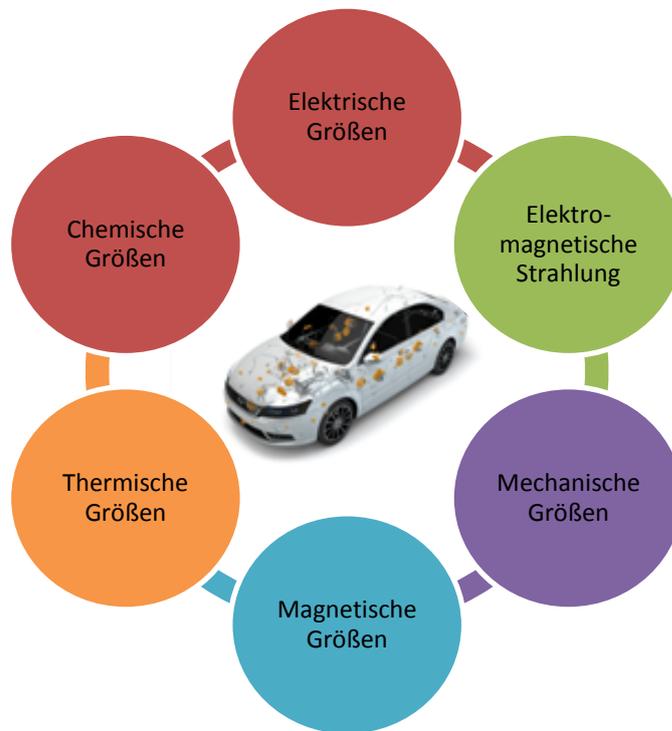


Abbildung 2: Überblick im Fahrzeug zu detektierender Messgrößen

Aus der Fülle an Messaufgaben und Messpunkten im Fahrzeug haben sich unterschiedlichste Sensortypen entwickelt. Vor allem in den letzten Jahren ist die Variantenvielfalt der Sensoren explosionsartig angestiegen. Die nachfolgende Tabelle gibt einen ersten Einblick und klassifiziert nach dem Messprinzip.

| Sensortyp | Ausführungsarten | Einsatzbeispiele in Fahrzeugen |
|--------------------|---|---|
| Resistive Sensoren | Potentiometrische Sensoren | Position Fahrpedal |
| | Dehnungsmessstreifen | |
| Induktive Sensoren | Differentialtransformator | Drehzahl |
| | Induktive Wegaufnehmer | |
| | Induktiver Abstandssensor | |
| | Wirbelstromaufnehmer | |
| Magnetfeldsensoren | Wiegand-Sensoren oder Impulsdrahtsensoren | Geschwindigkeit, Raddrehzahl, Zündzeitpunkt, TürschlieÙsystem |
| | Hall-Sensor | |
| | AMR-Sensoren | |
| | GMR-Sensoren | |
| | CMR-Sensoren | |
| | TMR-Sensoren | |

| Sensortyp | Ausführungsarten | Einsatzbeispiel in Fahrzeugen |
|----------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| Magnetoelastische Sensoren | Magnetostruktiv-Sensoren | Druck |
| Kapazitive Sensoren | Kapazitive Abstandssensoren | Ölstand |
| | Differentialsensor | |
| | Kapazitiver Näherungsschalter | |
| Piezoelektrische Sensoren | Kraftaufnehmer | Druck |
| | Drucksensor | |
| | Beschleunigungsaufnehmer | |
| Optoelektronische Sensoren | CMOS-Sensoren | Abstand, Lichtstärke |
| | CCD-Sensoren | |
| | Photodioden | |
| | Fototransistoren | |
| | Fotowiderstand | |
| | Photozellen | |
| | Photomultiplier | |
| | Mikrokanalplatten-Photomultiplier | |
| Elektrochemische Sensoren | katalytische Sensoren | Abgaswerte |
| | Ionisations-Sensoren | |
| | Partialdruckunterschiede | |
| Temperatursensoren | Widerstandsthermometer | Innen- und Außentemperatur |
| | Temperatursensor-Schaltkreise | |
| | Thermoelemente | |
| | Faseroptische Temperatursensoren | |
| | Heißleiter und Kaltleiter | |
| | Pyrometer | |

Tabelle 1: Überblick Sensortypen nach Messprinzip

Das Arbeitsprinzip der Sensoren kann in vereinfachter Form wie folgt dargestellt werden:

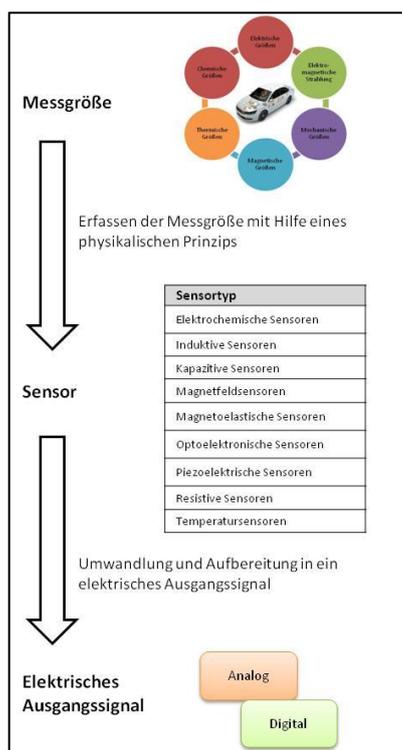


Abbildung 3: Arbeitsprinzip eines Sensors

Mit Hilfe von Sensoren werden erfasste Messgrößen in ein elektrisches Ausgangssignal umgewandelt. Die Messgrößen erfasst ein Sensor mittels Technologien auf Basis physikalischer Prinzipien (z. B. akustisch, induktiv, kapazitiv usw.). Als Messgrößen werden unter anderen mechanischen Größen wie Geschwindigkeit, Beschleunigung oder Druck und Kraft, chemische und biologische Größen wie Konzentrationen oder Aggregatzustände, elektrische Größen wie Spannung, Stromstärke, Widerstand, Kapazität oder elektromagnetische Strahlungen, Temperaturen oder die bloße Anwesenheit eines Objektes erfasst. Im nächsten Schritt wandelt der Sensor die erfasste Messgröße in ein elektrisches Ausgangssignal um. Je nach Sensorvariante kann dies ein analoges oder ein digitales Ausgangssignal sein. Analoge Ausgangssignale sind z. B. Strom-, Spannung- oder Frequenzangaben. Digitale Ausgangssignale sind Angaben in Bit.

Allen Sensoren im Fahrzeug liegt ein Anforderungskatalog zugrunde. Fünf Hauptanforderungen gelten übergreifend und entscheiden über den Einsatz:

- 1) Robustheit - hohe Zuverlässigkeit der Technik
- 2) Kostenreduziert - geringe Herstellungskosten
- 3) Widerstandsfähigkeit - optimierte Verpackung zum Einsatz unter harten Betriebsbedingungen
- 4) Miniaturisierung – bauraumoptimierte und gewichtsoptimierte Ausführungen
- 5) Sicherheit – optimierte Messgenauigkeit und Messgeschwindigkeit.

Die Sensoren im Fahrzeug befinden sich in permanenter Entwicklung vor allem hinsichtlich einer Verbesserung der aufgeführten Hauptanforderungen. Aus dem permanenten Entwicklungsprozess heraus leitet sich eine weitere wesentliche Anforderung an Sensoren ab: die Verkürzung der Entwicklungszeiten der Sensoren.

Der Umfang an im Fahrzeug verbauten Sensoren entwickelt sich aktuell in sehr hoher Dynamik. Während in der jüngeren Vergangenheit Sensoren vor allem zur Regelung und Steuerung der Antriebs- und Motorentechnik sowie der Fahrzeugdynamik eingesetzt wurden, entwickelt sich das Feld der Fahrerassistenzsysteme (FAS; englisch Advanced Driver Assistance Systems, ADAS) enorm. Die Entwicklungs-Roadmap der Automobilindustrie beschreibt in diesem Zusammenhang den Weg zur Zielstellung „Autonomes Fahren“ über entsprechende Meilensteine.

Bereits heute liegt der Wertschöpfungsanteil in Fahrzeugen im Bereich der Elektrik/Elektronik bei ca. 30 % und eine weitere Erhöhung dieses Wertes wird prognostiziert. Entsprechend einer im Jahr 2013 von Yole Développement vorgelegten Studie wächst das Segment der Sensorik in den nächsten Jahren weiter um durchschnittlich 13 %. (vgl. nachfolgende Abbildung)



Abbildung 4: Marktentwicklung bis 2018 gemäß Marktstudie von Yole Développement²

Schaut man sich die Anzahl produzierter Sensoren an, wird bereits heute circa jeder zweite hergestellte Sensor in einem Fahrzeug verbaut. Das stetige Wachstum ist gekoppelt an die wachsenden funktionalen Anforderungen der Fahrzeuge. Vor allem das Wachstum an Fahrerassistenzsystemen (englisch ADAS = Advanced Driver Assistance Systems) trägt hierbei in beachtlichem Umfang bei.

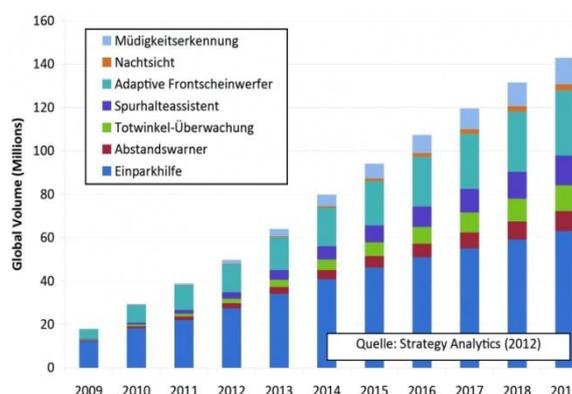


Abbildung 5: Wachstumsprognosen auf dem ADAS-Sektor³

Aus heutiger Sicht werden sich die Assistenzsysteme weiterentwickeln und zukünftig multidirektionale Fahrzeugführung ermöglichen. Die Meilensteine auf der Roadmap hin zum Autonomen Fahren sind im Folgenden dargestellt.

- **Driver Only:** rein manuelles Fahren,
- **Assistiertes Fahren:** begrenzte Ausführung einzelner Fahraufgaben durch das System,

² http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1320035 (Abruf Okt. 2015)

³ <http://www.all-electronics.de/texte/anzeigen/46496/Mehr-Sicherheit-fuer-fast-alle> (Abruf Okt. 2015)

- **Teilautomatisiertes Fahren:** das System übernimmt Längs- und Querführung, der Fahrer muss dauerhaft überwachen
- **Hochautomatisiertes Fahren:** das System übernimmt Längs- und Querführung, Fahrer muss nicht mehr dauerhaft überwachen, sondern wird zur Übernahme der Fahraufgabe aufgefordert
- **Vollautomatisiertes Fahren:** das System ist jederzeit in der Lage, das Fahrzeug in den risikominimalen Systemzustand zu überführen, wenn Übernahme durch Fahrer nicht erfolgt
- **Autonomes Fahren:** das System übernimmt die Fahraufgabe vollständig vom Start bis zum Ziel; alle im Fahrzeug befindlichen Personen sind in diesem Fall Passagiere

Das Erreichen der einzelnen Stufen ist abhängig von der technischen Reife der Systeme und den rechtlichen Rahmenbedingungen.

Die in der Vergangenheit entwickelten Systeme zur Antriebs- und Motorsteuerung, zur Fahrstabilität sowie zur Sicherheit haben ein sehr gutes Reifegrad erreicht. Beispiele solcher Systeme sind das ABS oder das ESP. Wesentliche Sensoren dieser Systeme sind:

- Drehzahlsensoren
- Lenkwinkelsensoren
- Beschleunigungssensoren
- Drucksensoren
- Drehratensensoren

Die in den Systemen verbaute Sensorik kann als weitestgehend ausgereift bezeichnet werden, wohlwissend, dass es immer Optimierungspotenziale gibt, die von den Anbietern der Systeme und Komponenten auch akribisch angegangen werden. Innerhalb der Automobilindustrie hat sich im Bezug auf diese Systeme eine stabile Wertschöpfungskette mit großen 1st-Tiers an der Spitze etabliert.

Wesentlich mehr Dynamik zeigen Bereiche der Fahrerassistenzsysteme, die Teil der „Entwicklungs-Roadmap multidirektionale Fahrzeugführung“ sind, wie beispielsweise:

- ACC (Adaptive Geschwindigkeitsregelung)
- FCW (Frontkollisionsschutz)
- LDW (Spurhalteassistent)
- BSD (Spurwechselassistent)

Diese Systeme haben die Serienreife erreicht und werden mittlerweile in vielen Fahrzeugmodellen verbaut. Sie integrieren dabei die Fahrdynamiksensorik mit neuen Sensorsystemen der Umfeldsensorik. Dazu zählen:

- Radarsensoren (Nah-, Mittel-, Fernbereich)
- Lidarsensoren
- Kamerasensoren (Stereo, Mono)
- Infrarotkamera
- Ultraschallsensoren

Mit Blick in Richtung Hochautomatisierte Fahrfunktionalität wird zukünftig das Thema der Fahrzeuginnenraumüberwachung, insbesondere die Fahrerüberwachung hinzukommen. Auch in diesem Bereich werden Kamerasysteme Einzug halten.

Die technologische bzw. technische Reife der Umfeldsensorik reicht momentan noch nicht aus, um die Entwicklungsstufe des hochautomatisierten Fahrens zu erreichen. Zahlreiche Schwachstellen zeigen die Systeme sowohl in der Performanz:

- Auflösungsvermögen, Genauigkeit
- Erfassungsbereich, Reichweite
- Robust gegen Störeinflüsse
- Bauform und Größe
- Messschnelligkeit

als auch im Bereich der hocheffizienten Fertigungsverfahren, um die Kosten der Systeme zu reduzieren.

Mit den derzeit vorhandenen Defiziten sind Entwicklungsbedarfe verbunden, die aktuell von nahezu allen großen Unternehmen der Automobilindustrie (sowohl OEM, als auch 1st.-Tiers) angegangen werden. Entsprechend groß ist die Anzahl aktueller Forschungs- und Entwicklungsprojekte in diesen Bereichen.

Neben dem Megatrend der sukzessiven Entwicklung von Fahrerassistenzsystemen bis hin zum „fahrerlosen Auto“ zeichnen sich weitere Trends ab, die im Durchgriff die Entwicklung des Sensorikmarktes stark beeinflussen werden.

Drei weitere Trends der Automobilindustrie sollen hier kurz angesprochen werden.

1. Es ist ein Trend zu **verändernden Käufergruppen** zu beobachten. Zum einen kaufen jüngere Menschen weniger Autos, zum anderen werden die Menschen aber immer älter. Die stark anwachsenden älteren Bevölkerungsschichten wiegen dabei die jüngere Generation auf. Autokäufer werden im Schnitt älter und definieren ihr Fahrzeug anders. Wert wird beispielsweise auf Verbrauchswerte, weniger CO₂-Emissionen und bessere Komfort- und Infotainment-Systeme gelegt. Im Segment der jüngeren Menschen steigt jedoch der Anteil jener, die keinen Führerschein mehr besitzen. Diese Personen fragen völlig neue Mobilitätskonzepte nach. Eine mögliche Antwort ist beispielsweise Carsharing. Damit definieren sich Anforderungen an Carsharing-Autos ebenfalls neu. Themen wie Robustheit und Lebensdauer der Hardware, aber auch Informations- und Datenaspekte stehen im Fokus der Entwicklung.

2. Ein weiterer Trend ist in der Veränderung des Antriebsstrangs zu sehen. Die Strategien des Downsizing und zahlreiche Anstrengungen, den Verbrennungsmotor zu optimieren, haben bis heute komplexe Sensorsysteme hervorgebracht –ein Ende scheint jedoch in Sicht zu sein. Dazu treten Initiativen, alternative Brennstoffe zum Einsatz zu bringen und die Entwicklungslinien der Elektromobilität mit zahlreichen Hybridvarianten. Als weiterer Entwicklungspfad wird ferner das Thema Brennstoffzelle bearbeitet.

3. Das Auto der Zukunft ist online! Daran arbeitet die gesamte automobilen Welt fieberhaft. Bereits heute sind viele Smartphone-Funktionen in das Infotainment-System moderner Autos integriert oder

mobile Anwendungen von Tablets und Smartphones in das Armaturenbrett gewandert. Auch für die Fahrsicherheit spielt die Vernetzung eine wichtige Rolle. Die Vernetzung ist noch lange nicht abgeschlossen und auch die Technologien diesbezüglich sind visionär. Themen wie beispielsweise Augmented-Reality versprechen weiterhin erstaunliche Verschiebungen der Grenzen des technisch Machbaren.

Aus den Trends und Entwicklungspfaden leiten sich für die Sensorik ebenfalls Zukunftstrends und Zukunftsanforderungen ab. Beispielsweise verlangen die Anforderungen der Abgasgesetzgebung genauere Sensoriken zur Detektion bzw. Sensoriken für neue Stoffe (z. B. Harnstoff). Die Überwachung des Reifendrucks ist für jede Fahrzeugneuzulassung ab dem 01.11.2014 gesetzlich vorgeschrieben. Ein solches elektronische Reifendruckkontrollsystem (RDKS) arbeitet in den heutigen Fahrzeugen direkt oder indirekt. Die Nutzung vorhandener Sensoren und intelligente Auswertung für weitere Felder zeigt die indirekte Kontrolle des Reifendrucks. In diesem Beispiel wird anhand der höheren Raddrehzahl auf einen niedrigeren Reifendruck geschlossen. Die Ermittlung der Raddrehzahl erfolgt über Sensoren des ABS-Systems. Mit der Verwendung der Sensorwerte in verschiedenen Applikationen ergibt sich ein weiterer Trend: Die Verlagerung von Intelligenz in das Sensormodul. So sollte das Modul die Sensorwerte aufbereiten und eine standardisierte Schnittstelle zur Kommunikation bieten. Die Werte stehen dann global im Fahrzeug zur Verfügung, eine beabsichtigte Folge ist die Reduzierung von spezifischen Steuergeräten. Die direkte Reifendruckkontrolle erfolgt über einen separaten direkt im Rad verbauten Sensor und einem spezifischen Steuergerät. Der Mehrwert des Systems besteht in der Anzeige des Reifendrucks, während bei der indirekten Methode nur ein Druckunterschied ermittelt wird. In der Entwicklung befindet sich derzeit ein Sensor, der direkt in die Lauffläche des Reifens integriert ist und zudem die Profiltiefe messen kann. So muss die Entscheidung zu einem weiteren Sensor oder das Ausreizen vorhandenen Sensoren(Daten) stets neu abgewogen werden.

Auch die Technologien der alternativen Antriebe benötigen neuartige Sensorik, beispielsweise für Wasserstoff. Komfort- und Sicherheitssysteme bringen neue Herausforderungen mit sich. Entwicklungstrends diesbezüglich zeichnen sich in Bereichen der Fahrerinteraktion mittels Gesten oder in der Aufzeichnung biometrischer Signale ab.

Große Herausforderungen bringen die technischen Lösungen im Bereich der Fahrzeugintegration mit sich. So müssen zukünftig Sensoren zu Clustern zur zentralen Bereitstellung von relevanten Informationen zusammengefasst werden, um die Bauteilanzahl zu reduzieren und die Auswertelogiken zu verringern. Sensornetze (Rechnernetz von Sensorknoten) können darüber hinaus neuartige Anwendungen im Fahrzeug ermöglichen. Die Gewichtung der Entwicklungsarbeiten im Bereich der Sensorik verschiebt sich zunehmend in die Logik und Softwaremodule.

2. Status quo angesiedelter Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen in Sachsen

Mit der Erarbeitung dieser Expertise wurden umfangreiche Recherchearbeiten zu in Sachsen angesiedelten Forschungsinstituten durchgeführt. In Summe wurden 63 Institute identifiziert. Die Bandbreite, welche durch die Institute in Sachsen abgedeckt wird, ist beeindruckend. Nahezu jedes Technologiesegment rund um die Sensorik-Entwicklung ist vorhanden.

Lücken im Forschungs- und Entwicklungsbereich der Sensorik konnten nicht spezifiziert werden. Mit den vorhandenen Ressourcen, Kompetenzen, Erfahrungen und dem Fach-Know-how könnten in Sachsen höchstwahrscheinlich alle zukünftigen Aufgaben der Sensorikentwicklung angegangen werden.

Im Folgenden sind alle 63 Institutionen mit ihren wesentlichen Forschungsfeldern und Anwendungsspezifikationen im Einzelnen aufgeführt.

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|---|--|--|
| 1 | Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP | Sensorik und Elektronik | <ul style="list-style-type: none"> • Isolationsschichten für Hochtemperatur-Drucksensoren • Piezoelektrische Schichten für die Ultraschallmikroskopie sowie für die Mikroenergiegewinnung • Akustisch wirksame Schichten für SAW- und BAW-Bauelemente • Hochbarrierefolien für die Elektronik • Kontakte (z. B. transparent leitfähige Elektroden), Leiterbahnstrukturen und Widerstandsschichten |
| | | Systemdesign & -integration OLED-auf-Silizium | <ul style="list-style-type: none"> • unidirektionale OLED Mikrodisplays (OLED-auf-Silizium) • bidirektionale Mikrodisplays mit eingebetteten Bildsensoren • Hallsensorzeile • Displaycontroller für passive OLED • Displays • Strahlungsdetektoren • Sensorsignalverarbeitung |
| | | Partikel-Flusssensor | <ul style="list-style-type: none"> • OLED-Streifen für Durchfluss-Beleuchtung und 8 Photodioden • Lichtreflexion abhängig von lokaler Fließgeschwindigkeit und Partikeldichte • Analyse von Photoströmen, Korrelationsfunktionen, die Partikelflussgeschwindigkeit kann kalkuliert werden |
| | | Biosensor | <ul style="list-style-type: none"> • OLED zur Fluoreszenzanregung • Photodiode zur Detektion |
| 2 | Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS | Differentieller Drucksensor | <ul style="list-style-type: none"> • Drucküberwachung im Automobil • Allgemeine Drucksensorik für den Maschinenbau • Pneumatische und hydraulische Systeme |
| | | Ionensensitiver Feldeffekttransistor als pH-Sensor | <ul style="list-style-type: none"> • pH-Messung • Prozesskontrolle in der Industrie und industriellen Fertigungsprozessen • Medizinische Diagnose • Umweltsensorik, Umweltüberwachung |
| | | Photonische Sensor- & Aktorsysteme | |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|---|--|---|
| | | Optische Sensorik und Spektroskopie | <ul style="list-style-type: none"> • photonische Prozesse umfassen beispielsweise Spektroskopien, Fluoreszenz- oder Raman-Messungen • Anwendungen in Lebensmittelerzeugung, Biotechnologie, industrielle Messtechnik und im Recycling |
| | | Mesoskopische Aktoren und Systeme | <ul style="list-style-type: none"> • Ziel ist die Entwicklung einer neuartigen, leistungsstarken Aktorklasse für die Mikro- und Nanosystemtechnik sowie die Integration ausgesuchter Aktoren zur Realisation innovativer Bauelemente, Systeme und Applikationen • potentielle Anwendungsbreite erstreckt sich dabei von der Optik, der Mess- und Medizintechnik und der Biotechnologie bis hin zur Kommunikationstechnik |
| 3 | Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Material Diagnostik IKTS-MD Dresden | Ultraschallsensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung in Aufsetz- oder Tauchtechnik • Ultraschallprüfung an gekrümmten Bauteilen • Prüfung in Rohren und Löchern • 3D-Bauteilprüfung mit Phased-Array-Technik (bis zu 128 Kanäle) • Materialcharakterisierung mittels Ultraschallmikroskopie und -spektroskopie |
| | | Wirbelstromsensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Zerstörungsfreie Werkstoffprüfung • CFK-Prüfung und -Charakterisierung • Si- und SiC-Waferprüfung, Photovoltaik |
| | | Zählender Röntgenzeilendetektor | <ul style="list-style-type: none"> • Radiographien an großen Objekten (Windenergieanlagen, Flugzeuge) • Sortieraufgaben (Mehrenergieverfahren zur Elementcharakterisierung) • Gekrümmte Sensoren, Hochflussdetektoren • Medizinische Anwendungen |
| | | Sensoren und Sensorsysteme - allgemein | <ul style="list-style-type: none"> • polymerintegrierte Wirbelstromdetektoren • akustische und optische Sensorsysteme für die Strukturüberwachung • hochfrequente Ultraschallsensoren • neuartige Röntgenmesstechniken auf der Basis direktkonvertierender Zeilensensoren • Entwicklung von Nanosensorik (magnetisch, Röntgen und optisch, wie z. B. SNOM-Matrix) |
| 4 | Fraunhofer IVV, Außenstelle für Verarbeitungsmaschinen und Verpackungstechnik Dresden | Industrielle Reinigungstechnologien | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Reinigungssensoren zur Inline-Detektion von Verschmutzungen auf produktberührenden Oberflächen |
| 5 | Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS | Festkörperbasierte optische Sensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Überführung der anwenderorientierten Leistungsparameter in Anforderungskatalog an das Bauelementekonzept, • Charakterisierung relevanter optischer, elektrooptischer und elektrischer Eigenschaften von Bauelementen und Baugruppen, • Konzeption, Auslegung und Optimierung von optischen Sensoren mit Hilfe von sequentiellen und nicht-sequentiellen Ray-Tracing-Verfahren (Zemax®) sowie Nutzung der Finite-Differenzen-Methode zur (FDTD) zur Verfeinerung der Aussagekraft bei streuenden, reflektierenden oder nicht-linearen photonischen Komponenten, • Umsetzung in ein mechanisches Design und Fertigungsüberführung, • Analoge und digitale Elektronikentwicklung unter Nutzung von Simulationstools (Spice), • Softwareentwicklung, • Tests und Qualifizierung |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|--|--|---|
| | | Feuchtesensoren | <ul style="list-style-type: none"> • mit feuchteempfindlichen Kompositen können nahezu beliebige Sensordesigns erstellt werden |
| | | Magnetkraft- / Positionssensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Systeme für orts aufgelöste Messungen im Bereich von wenigen Millimetern bis hin zu mehreren zehn Zentimetern auf beliebigen Flächen |
| | | System Packaging | <ul style="list-style-type: none"> • Technologieforschung zur Aufbau- und Verbindungstechnik von MEMS und NEMS in verschiedenen Stufen (Wafer-Level, Chip-Level) und Dimensionen (2D, 3D) der Packaging-Hierarchie als auch neuartige Drucktechnologien wie Aerosol-Jet sowie Technologien zur Mikro- und Nanostrukturierung von Oberflächen in der Mikrosystemtechnik |
| | | siliziumbasierter mikromechanischer Ultraschallwandler | <ul style="list-style-type: none"> • zerstörungsfreie Prüfung von Materialien, Bauteilen etc. • autonome Robotik • medizinische Diagnostik • akustische Bildgebung mittels Phased-Array • Näherungssensorik • Flüssigkeitsüberwachung (Wasserstand, Durchfluss) |
| | | Advanced System Engineering | <ul style="list-style-type: none"> • Designforschung robuster mikro- und nanoelektronischer Systeme mit Hilfe effizienter Simulationsmethoden sowie präziser Messung und Charakterisierung ihrer Leistungsfähigkeit • drahtlose Sensorsysteme inklusive HF- und RFID-Technologien für raue Umgebungen • kontaktlosen Energieübertragung mit hoher Leistungsfähigkeit |
| | | elektromagnetische Nahfeld-Messungen (Nahfeld-Scanner) | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung eines hochempfindlichen und rauscharmen Messsystems • Schnelle Erfassung von Messwerten in Betrag und Phase • Erfassung der 3D-Kontur des Testobjektes und genaue Positionierung der Messsonde • Kompensation des nichtidealen Sondenverhaltens |
| 6 | Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS Institutsteil Entwurfsautomatisierung EAS | Bildsensor-Systems-on-Chip | <ul style="list-style-type: none"> • Positionen und Bewegungen von Personen für Lokalisierungsaufgaben detektieren |
| | | integrierte magnetische Positionssensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Magnetfeld punktgenau und differentiell in 3-D erfassen für Positions- und Lagesensorik |
| | | Bioanalytik und Biosensorik | |
| 7 | Fraunhofer-Institut für Zelltherapie und Immunologie IZI | Microarray- und Biosensortechnik | <ul style="list-style-type: none"> • eigenständige Sensorelemente für Fragestellungen aus den Bereichen Umweltanalytik, Lebensmittelüberwachung, Herdenmanagement, Prozesskontrolle oder Diagnostik |
| | | Mechatronik und Funktionsleichtbau | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Sensor-Aktor-Systemen auf der Basis von Piezokeramik, Formgedächtnismaterialien und aktiven Fluiden |
| 8 | Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU | Sensor- und Aktorsysteme | <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturmessung mit Infrarotthermografie (veterinäre Infrarotthermografie) • Maschinelle Objekterkennung in der Veterinär- und Humanmedizin • Kamerabasierte industrielle Prüfeinrichtung zur Fasererkennung |
| 9 | Fraunhofer-Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI | Energieautarke Sensorsysteme | <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsfelder sind z.B. in der Medizintechnik, in Industrieanlagen oder Rohrleitungssystemen, wo sehr kleine und dünne energieautarke Sensoren benötigt werden |
| 10 | Fraunhofer-Center Nanoelektronische Technologien (IPMS-CNT) | Sensorik mit einzelnen Atomen | <ul style="list-style-type: none"> • Ziel: Entwicklung eines Verfahrens, das es erlaubt, abzählbar Atome mit Nanometerauflösung im Festkörper zu platzieren und diese Anordnung der Atome als Sensoren zu nutzen |
| 11 | Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e.V. | Thermoelektrische Temperatursensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Thermoelektrische Kühlung • Thermoelektrischer Generator |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|--|---|---|
| 12 | Max-Planck-Institut für Chemische Physik fester Stoffe | Mehrphasenströmungssensorik | |
| 13 | Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf | Gittersensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von Mehrphasenströmungen mit hoher räumlicher und zeitlicher Auflösung |
| | | Nadelsonden | <ul style="list-style-type: none"> • Hauptanwendungsgebiet der Nadelsonden sind experimentelle Grundlagenuntersuchungen in sicherheitsrelevanten thermohydraulischen Anlagenkomponenten von Kernkraftwerken |
| | | Optischer Mikrogasblasensensor | <ul style="list-style-type: none"> • Detektion und Vermessung von kleinen Gasblasen in Flüssigkeiten • Einsetzbar in verschiedensten Bereichen der Industrie und Wissenschaft, bei denen die Entstehung, die Lösung oder das Verhalten von Mikrogasblasen von diagnostischem Interesse sind • Beispiele sind die Untersuchung von chemischen Reaktionen mit lokaler Gasfreisetzung oder Verdampfung, Elektrolyse, Fermentationsprozesse, Kavitation, Siedevorgängen und Gaslöslichkeit und Gasdispersion in Flüssigkeiten |
| 14 | Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung | Direct-Push Sensorsysteme | <ul style="list-style-type: none"> • zur hochauflösenden In-Situ Erfassung physikalischer Parameter |
| | | Entwicklung ultra-sensitiver Sensoren | <ul style="list-style-type: none"> • thermodynamischen Zusammenhänge |
| | | ARSOLux Biosensor | <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung des Arsengehaltes im Trinkwasser direkt vor Ort |
| 15 | Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI) | Sensortextilien | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung |
| | | Sensortechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Weiterentwicklung auf dem Gebiet der Sicherheit, der Früherkennung von Gefahrensituationen und der Entwicklung von Frühwarnsystemen vor allem im Brückenbau, beim Bau von Bahndämmen und beim Hochwasserschutz |
| | | 3D - Strömungssensor | <ul style="list-style-type: none"> • Strömungsvektor in einem dreidimensionalen Strömungsfeld auf einfachste Weise und mit sehr hoher Genauigkeit bestimmbar |
| 16 | Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH Dresden | D ³ - Dust Deposits Detector | <ul style="list-style-type: none"> • Sensor zur Ertragssteigerung von Solaranlagen |
| | | Optoelektronischer Feuchteindikator | <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit zur permanenten Überwachung des Wassergehaltes in der Kälteanlage |
| | | Ladezustandssensor | <ul style="list-style-type: none"> • planbarer Kühlbetrieb für zeitlich flexiblen Stromverbrauch von Kälteanlagen |
| | | Amperometrischer Sauerstoffsensor | <ul style="list-style-type: none"> • Messungen in Flüssigkeiten Wasserüberwachung, Messungen in großen Meerestiefen und Bohrlöchern, Bestimmung des Sauerstoffpartialdruckes im Blut oder im Gehirn, Untersuchungen des Stoffwechsels von Zell- und Bakterienkulturen, Bestimmung des Sauerstoffs bei Korrosionsvorgängen • Messungen in der Gasphase Bestimmung des Sauerstoffgehaltes von Prozessgasen in der Energiewirtschaft, Untersuchung des Sauerstoffverbrauches bei der Atmung von Tieren und der Sauerstoffproduktion bei Pflanzen |
| 17 | Kurt-Schwabe-Institut für Mess- und Sensortechnik e.V. Meinsberg | elektrochemischer Kohlendioxidssensor | <ul style="list-style-type: none"> • Langzeitmessungen in Binnenseen und Mineralwasserquellen • Untersuchung der Atmungsaktivität von Pflanzen und Tieren, insbesondere in Fischzuchtanlagen • Messungen in Zellkulturmedien und in verschiedenen Nahrungsmitteln und in portablen und stationären Warngeräten für den Untertage-Salzbergbau |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|--|---|--|
| | | Festkörper-Gassensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Festelektrolyt-Gassensoren, Leitfähigkeitsgassensoren, Halbleiter-Gassensoren (MOS) und Pellistoren • Optimierung technologischer Prozesse durch kontinuierliche Kontrolle und Einstellung der für die Verbrennung optimalen Luftmenge von kleinen und mittleren Feuerungsanlagen, kontinuierlichen Sauerstoffbestimmung in der Porzellanindustrie, Kontrolle des Oberflächenhärtens von Stählen, Bestimmung der Sauerstoffkonzentration in Schmelzen |
| | | HC-Festelektrolytsensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Abgaskontrolle in Kraftfahrzeugen • Gasmonitoring bei Brandmeldesysteme, Raumluftkontrolle, Qualitätsmonitoring in Pressluftanlagen |
| | | Festelektrolytgassensoren | <ul style="list-style-type: none"> • zur Messung von CO₂ in der Luft |
| | | Biologisch-physikalische Sensorik | <ul style="list-style-type: none"> • DNA und Protein-Chips • Einzelmoleküldetektion • Ganzzellsensorik • Interfacedesign • Polymerbeschichtungen • Optische & impedimetrische Detektionsmethoden |
| 18 | BECKMANN-INSTITUT für Technologieentwicklung e. V. | Elektronikentwicklung | <ul style="list-style-type: none"> • entwickeln Funktionsmuster und Prototypen mit kundenspezifischer Sensorik für drahtlose, akkubetriebene Lösungen |
| 19 | ICM – Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e.V. | Elektronikentwicklung | Sensorik für drahtlose, akkubetriebene Lösungen |
| 20 | Institut für Nichtklassische Chemie e.V. (INC) | Sensorsystem | <ul style="list-style-type: none"> • entwickelt, dass Arbeitskapazität und den Beladungszustand von technischen Adsorbentien im industriellen Einsatz (Lösemittelrückgewinnung, Luftzerlegung, Wasserstoffreinigung) online messen, überprüfen und zur Prozesssteuerung nutzen kann |
| | | mikrooptischer Geometriesensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Erforschung und Einsatzprüfung für eine prozessintermittierende Qualitätsprüfung im Bereich der Mess- und Prüftechnik (FuE) |
| 21 | ITW e. V. Chemnitz Institut für innovative Technologien | Dehnungssensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung |
| 22 | Kompetenzzentrum Strukturleichtbau e.V. | Füllstandssensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung |
| | | Feuchtesensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung |
| | | Temperatursensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung |
| | | Touchsensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung |
| | | Heizfelder | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung |
| | | Estrichsensoren | <ul style="list-style-type: none"> • für das Baugewerbe |
| | | Sensorischer Pedalsysteme | <ul style="list-style-type: none"> • für die Automobilindustrie |
| 23 | Kunststoff-Zentrum in Leipzig gGmbH | Einmalgebrauchssensor mit integrierter Lanzette | <ul style="list-style-type: none"> • Kunststoffanwendungen in der Medizin • Selbstlantzettierungen im Point of Care- und Home Care-Bereich für Entnahme einer Blutprobe und deren Ausmessung in einem Anwendungsschritt |
| | | PaperBaleSensor | <ul style="list-style-type: none"> • Bestimmung von Feuchtigkeit, Polymeranteil sowie Faserstoff und Aschegehalt von Altpapierballen innerhalb weniger Minuten simultan und mit hoher Genauigkeit |
| 24 | Papiertechnische Stiftung | Messtechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Mobiles Messdatenerfassungs-, -funkübertragungs-, -registrierungs- und -auswertungssystem |
| 25 | VFUP - Verein zur Förderung der Umform- und Produktionstechnik Riesa e. V. | Messtechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Fertigung spezifischer Messsensoren |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|---|---|--|
| 26 | Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden - Fakultät Elektrotechnik | Messtechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Projekt PLATON (Planungswerkzeug zur Bestimmung der Konnektivität in drahtlosen Sensornetzwerken) Bereitstellung und Entwicklung der benötigten Messtechnik • Steuer- und Regelsysteme einschließlich Sensorik und Aktorik in Fahrzeugen (Kfz) • Energieautarke Sensorik für Kraftfahrzeuge |
| 27 | Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden - Fakultät Maschinenbau/Verfahrenstechnik | Mess- und Sensortechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Dynamisches Verhalten von Messgrößenaufnehmern • Schwingungsmessung und Schwingungstilgung • Bauwerksmonitoring |
| 28 | HTWK Leipzig | Mikrosystem- und Sensortechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau- und Verbindungstechnik für elektronische Baugruppen und Sensorsysteme • Sensorsysteme in Dickschichttechnik |
| 29 | Hochschule Mittweida | Informationsgerätetechnik | <ul style="list-style-type: none"> • elektrische Messung nichtelektrischer Größen (Schwerpunkt Sensorik) |
| | | Kommunikationstechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Drahtlose Sensor-Aktor-Netzwerke • Optische und faseroptische Sensoren |
| | | Forschungsgruppe Kunststofftechnik | <ul style="list-style-type: none"> • durchführen von Untersuchungen zur Entwicklung und Herstellung eines Sensors aus elektrisch leitfähigem Kunststoff |
| 30 | Westfälische Hochschule Zwickau - Fakultät Automobil- und Maschinenbau | Optische Netzwerke | <ul style="list-style-type: none"> • Forschungsvorhaben Faseroptischer Stromsensor zur Messung elektrischer Ströme mittels Lichtwellenleiter |
| 31 | Hochschule Zittau/Görlitz | Entwicklung eines Sensors zur Bestimmung der Wasserhärte | <ul style="list-style-type: none"> • Umweltanalytik • Trinkwasseraufbereitung • Lebensmittelindustrie • Heizkraftwerke • bedarfsgerechte Dosierung von Wasch- und Spülmitteln |
| 32 | Technische Universität Chemnitz - Naturwissenschaften - Institut für Chemie - Professur für Physikalische Chemie/Elektrochemie - Elektrochemie | Geometrische Messtechniksensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Anwendung von messtechnischen Verfahren und Sensoren auf den Gebieten der Längen-, Rauheits-, Form- und Lagemessung |
| 33 | Technische Universität Chemnitz - Maschinenbau - Professur Fertigungsmesstechnik | Forschungsprofil Verbundwerkstoffe | <ul style="list-style-type: none"> • Sensor- und Aktorentwicklung auf Faserbasis |
| 34 | Technische Universität Chemnitz - Maschinenbau - Institut für Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnik - Professur Verbundwerkstoffe | Mikro- und Nanosensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Drucksensoren auf der Basis von CNTs (Drehko) • Neuartige Dehnungsmessstreifen auf der Basis von Carbon Nanotubes |
| 35 | Technische Universität Chemnitz - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Mikrosystem- und Halbleitertechnik - Professur für Mess- und Sensortechnik | Neuartige Sensoren, Messverfahren und Impedanzspektroskopie | <ul style="list-style-type: none"> • Wirbelstromsensoren • Bioimpedanzspektroskopie • Leitfähigkeitssensoren |
| | | Entwicklung von Mehrphasenmesstechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Gittersensortechnik • Autonome Sensorik zur Untersuchung der Hydrodynamik in großen Behältern • Industrielle Messtechnik zur Erfassung von Prozessgrößen in Mehrphasen-Strömungen |
| 36 | Technische Universität Dresden - Maschinenwesen - Institut für Energietechnik - AREVA-Stiftungsprofessur für bildgebende Messverfahren für die Energie- und Verfahrenstechnik | Experimentelle Mechanik | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung und Anwendung von Sensorik für die Messung beliebiger mechanischer Größen |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|--|--|---|
| 37 | Technische Universität Dresden - Maschinenwesen - Institut für Festkörpermechanik - Arbeitsgruppe Betriebsfestigkeit | Messtechnik | <ul style="list-style-type: none"> • konzipieren von neuartigen Sensoren und speziellen Messsystemen für online Prozesskontrolle und -steuerung |
| 38 | Technische Universität Dresden - Maschinenwesen - Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik - Professur für Textiltechnik | Bioverfahrenstechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Mitentwicklung eines multiparametrischen Sensorsystems zur Überwachung der Biofilmbildung in industriellen Anlagen |
| 39 | Technische Universität Dresden - Maschinenwesen - Institut für Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik - Professur Bioverfahrenstechnik | Kleinsatelliten und Spin-off-Technologien | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Sensoren zur Messung des Verhaltens von atomarem Sauerstoff im Weltraum |
| 40 | Technische Universität Dresden - Maschinenwesen - Institut für Luft- und Raumfahrttechnik - Professur für Raumfahrtsysteme | Mechanische Verfahrenstechnik | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung von Online-Partikelsensoren |
| 41 | Technische Universität Dresden - Maschinenwesen - Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik - Arbeitsgruppe Mechanische Verfahrenstechnik | Akustische Mustererkennung | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung autarken Sensorbaugruppe zur Fehlerfrüherkennung an Spinnmaschinen |
| 42 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Akustik und Sprachkommunikation - Systemtheorie und Sprachtechnologie | Robotik und Mechatronik | <ul style="list-style-type: none"> • Sensorsysteme mit minimalen Hardwarekomponenten |
| 43 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Automatisierungstechnik - Automatisierungstechnik | Biomedizinische Technik | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung biomedizin-technischer Sensoren |
| 44 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Biomedizinische Technik | Energieforschung Magnetlager | <ul style="list-style-type: none"> • Sensorik zur Erfassung mechanischer Größen |
| 45 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Elektrotechnisches Institut - Elektrische Maschinen und Antriebe | Elektromagnetische Aktoren | <p>für folgende Wandler und Anwendungen (Auswahl):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schwingankerantriebe, z.B. für Kolbenverdichter und -pumpen • Positions- oder kraftgeregelte Reluktanzantriebe • polarisierte elektromagnetische Miniaturaktoren • Schrittmotoren (Aufbau, Anwendungen, Ansteuerung) • aktive und passive Magnetlager (für Reaktionsräder in Raumfahrtanwendungen) |
| 46 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Feinwerktechnik und | Bionik - Entwurf von Miniaturaktoren nach biologischen Vorbild | <ul style="list-style-type: none"> • Klemm- und Haftmechanismen • Bewegungsmuster von Insekten - Laufroboter • Bewegung der Mimose • Schneckenfühler als Sensor |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|--|--|--|
| | Elektronik-Design | Prozessmesstechnik zur Badüberwachung in der Oberflächentechnik - Messverfahren für das Überwachen von Stoffkonzentrationen in Flüssigkeiten | <ul style="list-style-type: none"> • Entwicklung einer neuen Generation von Prozessmesstechnik auf der Basis von Hydrogelsensoren |
| | | thermische Sensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Strahlungs-pyrometrie • Wärmebild • Gasanalyse • Thermische Mikroskopie |
| 47 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Festkörperelektronik - Professur für Festkörperelektronik | piezoresistive Sensoren | Messung von: <ul style="list-style-type: none"> • Feuchtigkeit, Druck • Gaskonzentration • PH-Wert • Lösemittelgehalt |
| | | Ultraschall-Sensoren | <ul style="list-style-type: none"> • zerstörungsfreie Prüfung • medizinische Diagnose • Auswertung von Materialparametern |
| | | Laser-Doppler-Profilsensor | <ul style="list-style-type: none"> • berührungslose gleichzeitige Messung des Geschwindigkeitsprofils in Flüssigkeiten und Gasen auch an optisch schwer zugänglichen Orten • Spaltströmungsmessungen in Axialverdichtern • optischen Kraftmessungen an Plasmaaktoren |
| 48 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik - Professur für Mess- und Prüftechnik | Laser-Doppler-Distanzsensor | <ul style="list-style-type: none"> • Erfassung mehrdimensionaler bzw. multimodaler Rotordeformationen und Schaufelschwingungen bei Turbomaschinen |
| | | Lasersensoren | <ul style="list-style-type: none"> • zur Klärung bestimmter Fragestellungen aus der Elektrochemie z.B. bei Brennstoffzellen |
| | | Mixed-Signal Systeme - Bildsensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Bildsensoren in Sub-100nm CMOS-Technologien • Bildsensor mit hochparalleler analoger Signalvorverarbeitung (VISP) |
| 49 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Grundlagen der Elektrotechnik und Elektronik - Stiftungsprofessur Hochparallele VLSI-Systeme und Neuromikroelektronik | intelligente Sensoren und Gassensoren | <p>Sensoren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passives drahtloses Sensornetzwerk für Anwendungen in der Medizintechnik (SmartSens) • Hüftprothese mit telemetrischer Funktionsüberwachung (PROTEL) • Multisensorielles System zur Detektion komplexer biomedizinischer Daten und deren Telemedizinischer Übertragung (MUSE-TELEMED) • Weiterentwicklung der mikrosystemgestützten Verzahnungsdiagnose zur Getriebediagnose • Photonische Virusdiagnostik mittels Mikroring-Resonatoren |
| 50 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik - Professur Mikrosystemtechnik | chemischer Sensor mit Lichtschrankenprinzip | <ul style="list-style-type: none"> • Messung von Alkoholkonzentrationen |
| 51 | Technische Universität Dresden - Elektrotechnik und Informationstechnik - Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik - Heisenberg-Professur Polymere Mikrosysteme | dielektrischen Elastomeraktoren | <ul style="list-style-type: none"> • bieten bei absoluter Geräuschlosigkeit variable Schalt- und Arbeitsgeschwindigkeiten • besitzen eine sehr hohe spezifische Energie- und Leistungsdichte |
| | | Biosensoren - Biologische Komponenten in der Sensorik | <ul style="list-style-type: none"> • verwenden von Hefen als "Ganzzell-Sensoren" sowie gentechnisch rekombinanten Proteinen von verschiedenen Organismen zur Funktionalisierung von Sensoren |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|--|--|--|
| 52 | Technische Universität Dresden - Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften - Fachrichtung Biologie - Institut für Genetik - Professur für Allgemeine Genetik | Implantierbarer Schallsensor-Schallgeber-Wandlerbaustein | Implantierbares Hörgerät • Entwicklung eines integrierten Sensors und Aktuators in einem Bauteil |
| 53 | Technische Universität Dresden - Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus - Klinik und Poliklinik für Hals-, Nasen- und Ohrenheilkunde | Organische Chemie | • Molekulare Erkennung und chemische Sensorik |
| 54 | Technische Universität Bergakademie Freiberg - Chemie und Physik - Institut Organische Chemie | Hydrogeology | • Entwicklung eines Uran-Sensors |
| 55 | Technische Universität Bergakademie Freiberg - Geowissenschaften, Geotechnik und Bergbau - Institut für Geologie - Hydrogeology | Festkörpermechanik | • Entwicklung eines Sensors auf der Basis piezoelektrischer Polymerfolien |
| 56 | Technische Universität Bergakademie Freiberg - Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik - Institut für Mechanik und Fluidodynamik - Professur für Technische Mechanik - Festkörpermechanik | Sensormaterialien | • Resistive und kapazitive Sensoren auf der Basis neuer supramolekularer und poröser metall-organischer Verbindungen (ADDE TP10) • Resisitive und massensensitive Sensoren auf Basis von Nanopartikelnetzwerken • Festelektrolytsensoren für Hochtemperaturprozesse |
| 57 | Technische Universität Bergakademie Freiberg - Werkstoffwissenschaft und Werkstofftechnologie - Institut für Elektronik- und Sensormaterialien | Telematiksysteme für den Einsatz im Motorradrennsport | • Recherche und Evaluierung geeigneter Sensoren und RFID-Transponder zur Datenerfassung • Einsatz von Sensorik und funkgesteuerter Datenübertragung für die Schutzbekleidung von Rennfahrern im Motocross |
| 58 | Universität Leipzig - Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät - Institut für Wirtschaftsinformatik - Professur Informationsmanagement | Biosensoren | • Entwicklung von neuen Sensorprinzipien und Modifikationen einschließlich einer neuen Kraftbasierte Erkennungstechnik |
| 59 | Universität Leipzig - Biowissenschaften, Pharmazie und Psychologie - Institut für Biochemie - Professur Biophysikalische Chemie | Molekularbiologisch-biochemische Prozesstechnik | • Aufbau und Validierung eines Myelomzell-Sensors für das funktionelle Monitoring des Transkriptionsfaktors Stat3 und seiner Zielgene |
| 60 | Universität Leipzig - Biowissenschaften, Pharmazie und Psychologie - Institut für Biochemie - Professur Molekularbiologisch-biochemische Prozesstechnik | Biosensorik | • Entwicklung Laser-fähiger Biosensoreinheiten für das bioelektronische Echtzeit-Monitoring Laser-manipulierter biologischer Systeme • Entwicklung, Fertigung und Validierung von 2D und 3D-Mikro-arrays - neue Peptid-basierte Biosensoren als diagnostische Werkzeuge bei neurodegenerativen Erkrankungen • Entwicklung eines Biokraftsensors für die Messung zellulärer biomechanischer Kräfte ischämischer Zellschichten |
| | | Miniaturisierung chemischer Sensoren | • zur kontinuierlichen online Überwachung von Prozessparametern sowie Detektion von chemischen und biologischen Analyten in mikrofluidischen Analysensystemen |

| Nr. | Name des Instituts | Forschungsfelder | Anwendungsspezifikationen |
|-----|--|--|--|
| 61 | Universität Leipzig - Chemie und Mineralogie - Institut für Analytische Chemie | optische Kontrolle von Mikroreaktorplattformen | <ul style="list-style-type: none"> • Optische chemische Mikro- und Nanosensoren • Umsetzung von Biosensoren und neuartige Formate, Integrationsverfahren, Sensoren und Detektionsverfahren |
| | | Miniaturisierung von chemischen Sensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Integration von sensorisch aktiven Komponenten in mikrofluidische Analysensysteme • Kopplung von mikrofluidischer chemischer Sensorik mit anderen chip-integrierten Verfahren wie chemische Synthesen, analytische Trennungen und biologische Anwendungen |
| 62 | Universität Leipzig - Chemie und Mineralogie - Institut für Anorganische Chemie - Lehrstuhl für Konzentrationsanalytik | faseroptische Sensoren auf der Basis resonanter Raman-Streuung | <ul style="list-style-type: none"> • Untersuchung von für Medizin und Lebensmitteltechnologien relevanten Stoffen |
| 63 | Sensorikzentrum Mittelsachsen e. V. | Rohrleitungssensor | <ul style="list-style-type: none"> • zum kontinuierlichen erfassen der mechanischen Beanspruchung von Gashausanschlussleitungen • Früherkennung von Havariefällen und mechanischen Einwirkungen bei der Verlegung von Gashausanschlussleitungen und im Folgeverlauf |
| | | Photonische Sensoren | <ul style="list-style-type: none"> • Gebäude-Sicherheits-Monitoring • Belastungsanalyse und -überwachung in der Materialwissenschaft |
| | | Sensoren zur Belastungsmessung für Windkraftanlagen | <ul style="list-style-type: none"> • Belastungsmessung an den Rotorblättern für Windkraftanlagen |
| | | faseroptischer Mach-Zehnder-Interferometers als Sensor für hohe Strahlungsdosen | <ul style="list-style-type: none"> • Messung der Strahlungsdosis in Beschleunigern |
| | | Hochauflösender faseroptischer integraler Längensensor für Bauwerks- und Geländemonitoring | <ul style="list-style-type: none"> • Messsystem für Langzeituntersuchung zur Erfassung von Setzungen, Verformungen, Änderungen im Untergrund von Bergbaugebieten sowie Bodenstrukturänderungen |

Tabelle 2: Liste der Forschungseinrichtungen mit Sensorikkompetenzen in Sachsen

3. Status quo im Freistaat angesiedelter Unternehmen der Sensorikbranche

Untersuchungsgebiet im Rahmen dieser Expertise war ferner die sächsische Sensorikindustrie. Im Ergebnis einer umfangreichen Recherche wurden 72 Unternehmen in Sachsen identifiziert, die im engeren Sinne Sensoren produzieren. In der folgenden Tabelle werden alle 72 Unternehmen aufgelistet.

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|---|--|----------------------------|--|
| 1 | A.S.T. - Angewandte System Technik GmbH, Mess- und Regeltechnik, Marschnerstrasse 26, 01307 Dresden | Kraftsensoren und Wägezellen für statische und dynamische Messung von Kräften und Massen | Entwicklung und Produktion | Mess- und Regeltechnik für Bahntechnik, Materialprüfung, Förder- und Hebeteknik, Press- und Fügetechnik sowie Wägetechnik |
| | | Wägezellen Druckkraftsensoren Zugkraftsensoren Lastmessachsen Ringkraftsensoren Seilkraftsensoren | | Haus- und Gerätetechnik Medizintechnik Brennstoffzellentechnik |
| 2 | AB Elektronik Sachsen GmbH, Salzstraße 3, 01774 Klingenberg | Positionssensoren | Entwicklung und Produktion | Sensordlösungen - kundenspezifisch und Standardprodukte |
| | | Lenkungssensoren | | Kontrolllösungen - LED-Module, Elektronische Kompressorsteuerung, Bordnetzschalter, Elektronischer Antrieb für Zentrifuge, ECU / E-Mobility, Elektronische |
| | | Temperatursensoren Drucksensoren Drehzahlsensoren Näherungssensoren Optische Sensoren Qualitätssensoren | | Pumpensteuerung, Elektronischer Radnabenmotorregler |
| 3 | Advanced Optics Solutions GmbH, Ammonstrasse 35, 01067 Dresden | Faseroptische Sensoren | Entwicklung und Produktion | geotechnische Messungen, Rissüberwachung Gebäude Kalibratoren |
| | | Vibrationssensoren Rissensoren | | Langzeitüberwachung Gebäude, Riss-, Schwingungsüberwachung |
| | | eingebettete Dehnungssensoren Temperatursensoren | | Brandschutzanlagen, Überhitzungsschutz, Tieftemperaturmessung |
| | | Wegmessensensoren | | geotechnische Messungen, Rissüberwachung Gebäude, Wegmessung |
| 4 | ADZ NAGANO GMBH Gesellschaft für Sensortechnik, Bergener Ring 43, 01458 Ottendorf-Okrilla | Drucksensoren | Entwicklung und Produktion | Drucktransmitter Druckschalter Durchflussmesser |
| 5 | Agilion GmbH, Blankenauer Straße 74, 09113 Chemnitz | drahtlosen Sensornetzwerken | Entwicklung | Lösungen zur drahtlosen Kommunikation, Lösungen für Echtzeit-Lokalisierung |
| 6 | Agri Con GmbH, Im Wiesengrund 4, 04749 Ostrau / OT Jahna | Stickstoffsensoren (YARA N-Sensor) | Entwicklung und Produktion | Produkte für landwirtschaftliche Fahrzeuge - Traktoren Terminals und Software GPS-Technik |
| | | Präzisionspflanzenschutzsensor (P3-Sensor) | | |
| | | Herbizidsensoren (H-Sensor) | | |

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|--|---|--|--|
| 7 | Apparatebau Gauting GmbH Dresden, Zum Windkanal 10, 01109 Dresden | Rauchmelder | Produktion | Wasser- und Abwassersystemen Produkte für Air Management Brandmeldesysteme |
| | | Arc Fault Detection Sensor | | |
| | | Drucksensor | | |
| 8 | BITSz engineering GmbH, Newtonstraße 12, 08060 Zwickau | drahtloser Sensor (Myo-Sensor) | Entwicklung und Produktion | Medizintechnik, Veterinärtechnik |
| | | Schusszähler (Sensor) | | Industrietechnik |
| 9 | Deutsches Innovationszentrum für Stickerei e.V., Bahnhofstraße 36, 08523 Plauen | gestickte Dehnungssensoren | Entwicklung | Messung der Belastung von Rotorblättern |
| 10 | DIAS Infrared GmbH, Pforzheimer Str. 21, 01189 Dresden | Infrarotsensoren | Entwicklung und Produktion Dienstleistungen | Wärmebildkameras Infrarot-Linienkameras Temperaturmessung, Gasanalytik, Spektroskopie und Sicherheitstechnik |
| | | Pyroelektrische Einelementsensoren Pyroelektrische Mehrkanalsensoren Pyroelektrische lineare Arrays | | Pyrometer Temperaturschalter Kalibrierstrahler Infrarotsensoren und Arrays |
| 11 | digades GmbH, Äußere Weberstraße 20, 02763 Zittau | draht- und batterie lose Sensorik | Entwicklung und Produktion | Anwendung in Automotivebereich Positions-, Sitzbelegungserkennung |
| 12 | Dr. Müller Gerätebau GmbH, Burgker Str. 133, 01705 Freital | Biosensoren | Entwicklung und Produktion | Medizinische Analysegeräte |
| | | Laktatsensor Glukosesensor | | |
| 13 | Dürr Somac GmbH, Zwickauer Straße 30, 09366 Stollberg | Vakuumsensoren | Entwicklung und Produktion | Befülltechnik Messtechnik in der Automobilindustrie |
| | | Drucksensoren | | Mess- und Prüftechnik |
| 14 | EIBMARKT GmbH Holding, Kemmlerstraße 1, 08527 Plauen | KNX® Sensoren (KNX = Feldbus) | Entwicklung und Produktion | Gebäudeautomation Yachtautomation |
| | | KNX® Schaltaktoren | | |
| 15 | EDC Electronic Design Chemnitz GmbH, Technologie-Campus 4, Rosenbergstraße, 09126 Chemnitz | Sensoren Beschleunigung Neigung Druck Nähe | Entwicklung und Produktion | Industrietechnik Automatisierungssysteme |
| 16 | emco Elektronische Meß- und Steuerungstechnik GmbH, Mommsenstrasse 2, 04329 Leipzig | Lasersensor | Entwicklung und Produktion | Dynamische Penetrationsmessgeräte Papierprüftechnik Feuchtemessgeräte |
| | | Klimasensor | | |
| | | Luftfeuchtesensor | | |
| 17 | Feingerätebau K. Fischer GmbH, Venusberger Str. 24, 09430 Drebach | piezoresistiver Sensor Temperatursensor kapazitive Messelemente Hall-Sensoren Lichtsensor | Entwicklung und Produktion | Instrumente für Meteorologie und Klima Prüfeinrichtungen |
| 18 | FEP Fahrzeugelektrik Pirna GmbH & Co. KG, Hugo-Küttner-Straße 8, 01796 Pirna | Temperatursensoren | Entwicklung und Produktion | Produkte für Automobilindustrie |
| | | Drucksensoren | Entwicklung und Produktion | Produkte für Kunststofftechnik für Körper- und Fluidtemperaturmessungen |
| 19 | FiberCheck GmbH, Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz | Körperschallsensor gestickter Dehnungssensor | Entwicklung und Produktion | Sensorsysteme für Rotorblätter bei Windkraftanlagen |

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|---|--|-------------------------------|--|
| 20 | FusionSystems GmbH, Annaberger Straße 240, 09125 Chemnitz | Liniensensor Sensorgesteuerte Navigationslösungen | Entwicklung | Anwendung bei optischen Spurführung bei automatischen Fahrzeugen Industrielle Bildverarbeitung Fahrerassistenzlösungen Fahrerlose Transportsysteme mit flexibler Navigation |
| 21 | GEMAC - Gesellschaft für Mikroelektronikanwendun g Chemnitz mbH, Zwickauer Straße 227, 09116 Chemnitz | Drehratensensoren Neigungssensor Magnetsensoren Neigungssensoren Schwingungssensoren Sensorschaltkreise | Entwicklung und Produktion | Industriellautomatisierung Automobil, Solar und Wind Maschinenbau Interpolationsprodukte CAN-Diagnosesysteme Condition Monitoring |
| 22 | GeSiM - Gesellschaft fuer Silizium-Mikrosysteme mbH, Bautzner Landstrasse 45, 01454 Grosserkmannsdorf | kalorimetrischer Flusssensor | Entwicklung | Mikrodotiertechnik für Submikroliterbereich Nano-Plotter |
| 23 | Heimann Sensor GmbH, Maria-Reiche-Str. 1, 01109 Dresden | Infrarotsensoren Thermopile Sensoren Pyroelektrische Sensoren Vakuumsensoren Drucksensoren | Entwicklung und Produktion | Temperaturmessung, Gaskonzentrationsmessung |
| 24 | HiperScan GmbH, Weißeritzstr. 3, 01067 Dresden | Nahinfrarot-Spektrometer InGaAs-Einzeldetektor | Entwicklung und Produktion | Spektrometer und Mikros scannerspiegel Analyse chemische Verbindungen |
| 25 | hf sensor GmbH, Weißerfelser Straße 67, 04229 Leipzig | Trockensubstanzsensoren Mikrowellensensoren | Entwicklung und Produktion | Messgeräte zur Feuchtemessung Messgeräte zur Füllstandsmessung Messgeräte zur Konzentrationsmessung |
| 26 | HothoData GmbH, Bösdorfer Ring 2, 04249 Leipzig/ Knautnaundorf | chemische Sensoren | Entwicklung und Produktion | Umwelttechnik, Chlorfeuchtemessung |
| 27 | Infineon Technologies Dresden GmbH, Königsbrücker Straße 180, 01099 Dresden | Leistungshalbleiter | Entwicklung und Produktion | Sensoren allgemein |
| 28 | InfraTec GmbH Infrarotsensorik und Messtechnik, Gostritzer Straße 61-63, 01217 Dresden | pyroelektrische Infrarot- Detektoren Standarddetektoren Einkanaldetektoren Mehrkanaldetektoren FPI-Detektoren | Entwicklung und Produktion | analytische Instrumente und Spektroskopie Thermografie Wärmebildkameras und Software Gasmessgeräte |
| 29 | Intelligente Sensorsysteme Dresden GmbH, Zur Wetterwarte 50, Haus 302, 01109 Dresden | Luftmassensensoren Temperatursensoren Drucksensoren Kombisensoren | Entwicklung und Produktion | Sensoren für Abgasnachbehandlung Aggressive Umgebung Alternative Antriebe Bremsysteme Hydraulik Klima / HVAC / Komfort Mess- /Prozesstechnik Pneumatik Powertrain Prüfstände |

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|--|---|-------------------------------|---|
| 30 | IPM Ingenieur- und Projektmanagement GmbH, Brahestraße 7, 04347 Leipzig | Volumenstrom-sensoren Wegsensoren | Entwicklung und Produktion | Sensoren zur Messung von Fluidströmen und Hydraulikparameter in hydraulischen Anlagen Servoventile |
| 31 | LANGER EMV-Technik GmbH, Rosentitzer Str. 73, 01728 Bannewitz | Nahfeldsonden | Entwicklung Dienstleistung | Messung von Magnet- und elektrischen Feldern Messung von Hochfrequenzspannungen |
| 32 | Magna Diagnostics GmbH, Bosestr. 4, 04109 Leipzig | Biosensoren magneto-resistive Sensoren | Entwicklung und Produktion | Anwendung in der Nukleinsäure- und Proteindiagnostik |
| 33 | MATTHES Messtechnik GmbH, Reitzenhainer Straße 8, 09241 Mühlau | Drucksensoren Dickschicht - Keramiksensor piezoresistive Edelstahlmesszelle piezoresistiver Sensor Dünnschichtsensor | Entwicklung und Produktion | Anwendung zur Druckmessung in flüssigen oder gasförmigen Medien Druckmesstechnik Temperaturmesstechnik |
| 34 | Metra Mess- und Frequenztechnik in Radebeul e.K., Meissner Str. 58, 01445 Radebeul | Piezoelektrische Schwingungssensoren Beschleunigungssensor Sitzkissensensor Tastspitzensensor Kraftsensoren | Entwicklung und Produktion | Messverstärker Schwingungskalibratoren Maschinenüberwachung Humanschwingungsmessung Gebäudeschwingungsmessung Messung von Ganzkörpervibrationen an Fahrzeugsitzen Bodenschallortung |
| 35 | micas AG, Turleyring 18-22, 09376 Oelsnitz / Erzgebirge | Radarsensoren Hochfrequenzsensorik Infrarotsensorik kapazitive Sensorik Ultraschall Temperatursensorik Piezo-Sensoren Tageslichtsensor | Entwicklung und Produktion | Industrieanlagen Prozessautomation Gebäudetechnik |
| 36 | First Sensor Microelectronic Packaging GmbH, Grenzstrasse 22, 01109 Dresden | Lasersensoren Digitale HDR-CMOS-Kameras Drucksensoren Drehwinkelsensoren Drehratensensoren Strahlungssensoren | Entwicklung und Produktion | Industrieanwendungen Automobilindustrie Medizintechnik |

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|---|---|----------------------------|--|
| 37 | MICRO-EPSILON Optronic GmbH, Lessingstraße 14, 01465 Dresden-Langebrück | Lasertriangulations-Wegsensoren Konfokal-Chromatische Wegsensoren Spektraler Farbsensor Winkelsensoren Ringsensor Transmissionssensor Durchlicht- und Projektionssensoren Lasersensoren Geschwindigkeits- und Längensensor | Entwicklung und Produktion | Messsysteme Mikrometer Universalcontroller Anwendungen für <ul style="list-style-type: none"> • Weg- und Abstandsmessung, für schnelle Prozesse • Abstands- und Dickenmessung (kleine Abstände und Dicken) • überwachen Farben und Schattierungen bei laufender Produktion • Messvorrichtung für Edelstahlrohre, Kontrolle bei der Rohrproduktion • Schweißnahtkontrolle an Rohren, Reifenvermessung im Prüfstand • Anwendung in der metallverarbeitenden Industrie |
| 38 | MIRA-GmbH Medizingeräte für die Infrarotanalyse - NL Chemnitz, Bernsdorfer Straße 189, 09125 Chemnitz | NIR-Sensor (Nahem Infrarotlicht) | Entwicklung und Produktion | Medizintechnik Dentaldiagnostik HerzKreislauf-Untersuchung |
| 39 | Optocon AG, Washingtonstraße 16/16a, 01139 Dresden | Faseroptische Temperatursensoren | Entwicklung und Produktion | Faseroptische Temperaturmessgeräte Spektrometer Anwendungen für Veterinärmedizin <ul style="list-style-type: none"> • für Generatoren, Stromschienen, Mikrowellenchemie • für chemisch aggressives Umfeld, Prozessüberwachung |
| 40 | Ortloff-Technik GmbH, Annaberger-Straße 240, 09125 Chemnitz | hochauflösender Sensor Magnetsensorik Lenkwinkelsensoren | Entwicklung und Produktion | Anwendung für Schaltebel Automobil <ul style="list-style-type: none"> • mit Drehmomentmessung |
| 41 | PENTACON GmbH Foto- und Feinwerktechnik, Enderstraße 92, 01277 Dresden | CCD Sensor CMOS Sensor | Entwicklung und Produktion | <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung in Scanner • Anwendung in Digitalkameras |
| 42 | Plastic Logic GmbH, An der Bartlake 5, 01109 Dresden | Flächensensoren | Entwicklung und Produktion | <ul style="list-style-type: none"> • Dokumentenscanner • Röntgengeräte |
| 43 | Productivity Engineering Gesellschaft für Prozessintegration mbH, Sachsenallee 9, 01723 Kesselsdorf | Smart Sensor RFID | Entwicklung und Produktion | PFC (power factor correction) (Leistungsfaktorkorrektur) |
| | | Kapazitiver Sensor Multi-Touch-Controller | | Capacitive Sensing (Sensoriksteuerung) Incremental Encoder (Inkrementalgeber) |
| 44 | Pulsotronic GmbH & Co. KG, Neue Schichtstraße 14b, 09366 Niederdorf | Induktive Sensoren Kapazitive Sensoren Winkelsensoren Stromsensoren Magnetoresistive Sensoren Optische Sensoren Ultraschallsensoren Akustiksensoren Neigungssensoren Beschleunigungssensoren Dehnmessstreifensensoren Lasersensoren Sensorsysteme | Entwicklung und Produktion | Anwendung in Automotive und Automatisierung |

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|---|---|----------------------------|--|
| 45 | Qpoint Composite GmbH, Breitscheidstr. 78, 01237 Dresden | Mess-Steuerungs-Regelungstechnik Integration von Aktorik in die MSR-Technik | Entwicklung und Produktion | Fertigung von komplexen elektrisch erwärmbaren Formwerkzeugen |
| 46 | Rhios GmbH, Bautzner Landstraße 45, 01454 Großberkmannsdorf | Sensorbrille (optische Messvorrichtung) Lasermesstechnik Optische Spektroskopie Abstandsmesstechnik Füllstandsmesstechnik Mikroskopietechnik | Entwicklung und Produktion | Anwendung in Medizintechnik |
| 47 | RÖSSEL-Messtechnik GmbH, Seidnitzer Weg 9, 01237 Dresden | Temperatursensoren | Entwicklung und Produktion | Thermoelemente Widerstandsthermometer Messumformer |
| 48 | SARAD GmbH, Wiesbadener Straße 20 , 01159 Dresden | elektrochemische Sensoren | Entwicklung und Produktion | Anwendung im Bereich der Sicherheitstechnik Messung von Gasen |
| | | Halbleiter-Sensoren | | Strahlenschutz und nukleare Sicherheit |
| | | Raumluftsensor | | Radon, Thoron, Folgeprodukte, radioaktive Aerosole |
| | | Bodenluftsensor | | Umwelt-, Schadstoff- und Sicherheitsüberwachung |
| | | Gassensoren | | Gas Monitoring und Geo-Chemie |
| 49 | SAW COMPONENTS Dresden GmbH, Manfred-von-Ardenne-Ring 7, 01099 Dresden | Sensoren Temperatursensoren Kraftsensoren Chemiesensoren Biosensoren Flüssigkeitssensoren | Entwicklung und Produktion | SAW-Filter (Akustische-Oberflächenwellen-Filter) SAW-Resonatoren SAW-Verzögerungsleitungen RFID-Transponder und Lesegeräte |
| 50 | Sciospec Scientific Instruments GmbH, Grimmaische Str. 92, 04828 Bennwitz /OT Pausitz | akustoelektrische Sensorik QCM-Sensoren (Quarzkrystall-Mikrowaage) SAW-Sensoren (akustische Oberflächenwelle) Piezo-Sensoren | Entwicklung und Produktion | Anwendung in der Bioanalytik elektrische Impedanzspektroskopie |
| 51 | SensDev GmbH, Kreßnerstraße 12, 09217 Burgstädt | Piezoresistive Drucksensoren Diffrenzdrucksensoren Absolutdrucksensoren Relativdrucksensoren Barometrische Drucksensoren OEM-Sensoren Industrietaugliche Metallgehäusesensor Funksensoren mit Sicherheits-Netzwerk Niedrigst drucksensor | Entwicklung und Produktion | Drohnen NAVigates autonomes Navigationssensor-Modul |
| 52 | SensLab Gesellschaft zur Entwicklung und Herstellung bioelektrochemischer Sensoren mbH, Bautzner Str. 67, 04347 Leipzig | Biosensoren Enzymsensoren Glucosesensor Lactatsensor | Entwicklung und Produktion | Medizintechnik: Lactate Scout Messung des Glucosespiegels selektive und sensitive Bestimmung von Substanzen in wässrigen Medien |

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|---|--|----------------------------|--|
| 53 | Sensortechnik Meinsberg GmbH, Kurt-Schwabe-Straße 6, 04736 Waldheim | Elektrochemische Sensoren Sauerstoffsensoren ph-Elektroden Leitfähigkeits-Messzellen Silber-Silberchlorid Bezugselektroden Redoxsensoren | Entwicklung und Produktion | Prozess-, Labor- und Feldgeräte mess- und regeltechnische Systemlösungen |
| 54 | Sentex Chemnitz GmbH, Barbarossastraße 20, 09112 Chemnitz | Fadensensor Oil Pick Up Sensor (OPU-Sensor) Line Detection Sensor Yarn Detection Sensor optische Sensoren optische Sauerstoffsensoren | Entwicklung und Produktion | berührungslose Sensormesstechnik Anwendung in Textilindustrie Detection von Flusen und Dickstellen Fadenwächter |
| 55 | SICK Engineering GmbH, Bergener Ring 27, 01458 Ottendorf-Okrilla | Lichttaster und Lichtschranken Lichtleiter-Sensoren Näherungssensoren Induktive Näherungssensoren Kapazitive Näherungssensoren Magnetische Näherungssensoren Magnetische Zylindersensoren Analoge Positionssensoren Sensor für T-Nut Zylinder Sensor für C-Nut Zylinder Fluidsensorik Füllstandssensoren Durchflusssensoren Drucksensoren Temperatursensoren Registration Sensors Kontrastsensoren Markless-Sensoren Farbsensoren Lumineszenzsensoren Gabelsensoren Array-Sensoren Register-Sensoren Glanzsensoren Distanzsensoren Short-Range-Distanzsensoren Mid-Range-Distanzsensoren Long-Range-Distanzsensoren Linear-Messsensoren Ultraschallsensoren Analysatoren Verkehrssensoren | Entwicklung und Produktion | Encoder Optoelektronische Schutzeinrichtungen Sicherheitsschalter Identifikationslösungen Mess- und Detektionslösungen Systemlösungen Automatisierungs-Lichtgitter Analysatoren Motor-Feedback-Systeme |
| 56 | Silicon Micro Sensors GmbH, Königsbrücker Straße 96, 01099 Dresden | optische Sensorsysteme Drucksensorkontrollsysteme | Entwicklung und Produktion | Kameras Druckaufnehmer für Automobilbedarf und Videoüberwachung für Klimaanlage, Bremssysteme, Kraftstoffdruck, Öldruck |

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|---|--|-------------------------------|---|
| 57 | SINUS Messtechnik GmbH, Föpplstraße 13, 04347 Leipzig | Schallpegelmesser Arm/Hand-Sensor | Entwicklung und Produktion | Messsysteme |
| 58 | Somonic Solutions GmbH, Gostritzer Straße 61–63, 01217 Dresden | Schwingungssensor | Entwicklung und Produktion | Prozessmesstechnik in der Galvanotechnik |
| 59 | STEP Sensortechnik und Elektronik Pockau GmbH, Siedlungsstraße 5 - 7, 09509 Pockau | Abluftsensor Dektoren / Dosimeter Strahlungssensor Photoionisations-Detektor | Entwicklung und Produktion | Strahlenmesstechnik Ortungsmesstechnik Umweltmesstechnik Positioniersysteme für radiative Labore Recycling umschlossener radioaktiver Stoffe |
| 61 | Suchy Messtechnik, Garnsdorfer Hauptstrasse 116, 09244 Lichtenau | Drucksensor Differenz - Drucksensor Temperatursensoren | Entwicklung und Produktion | Manometer Druckmittler Drucksensoren Thermometer Datenlogger Digitale Anzeigen Schalter für Druck und Temperatur |
| 62 | SUKU Druck- und Temperaturmeßtechnik GmbH, Garnsdorfer Hauptstraße 109, 09244 Lichtenau / Garnsdorf | Drucksensoren Differenzdrucksensor | Entwicklung und Produktion | Manometer Thermometer Druckschalter Anwendung in u.a. Industrie, Maschinenbau, Hydraulik, Pneumatik Anwendung u.a. Heizungs-, Klima-, Filtertechnik, Medizintechnik |
| 63 | SURAGUS GmbH, Maria- Reiche-Straße 1, 01109 Dresden | Berührungsloser Wirbelstromsensor Ultraschall-Sensoren | Entwicklung und Produktion | Dünnschichtcharakterisierung Schichtwiderstandsmessung Carbonfaserprüfung Metallprüfung Leitfähigkeitsbestimmung keramische Werkstoffprüfung |
| 64 | Topas GmbH, Oskar- Röder-Str. 12, 01237 Dresden | optischer Partikelsensor | Entwicklung und Produktion | Partikelgrößenmessung Filter- / Filtermedien- und Abscheiderprüfung |
| 65 | TURCK duotec GmbH, Am Bockwald 2, 08344 Grünhain-Beierfeld | Neigungssensor Luftmassensensor Sensorsysteme Prozess-Sensorik Multi-Sensorik Funk-Sensorik Druck und Kraftsensorik Temperatursensorik Strömungsensorik Ultraschallsensoren kapazitv, optische Messmethoden | Entwicklung und Produktion | <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung in Medizintechnik • Anwendung in Automobilindustrie |
| 66 | UNGER Kabel - Konfektionstechnik GmbH & Co. KG, Fabrikstraße 5, 09465 Sehmetal - Sehma | Sensortechnik Sensorleitungen | Entwicklung und Produktion | Bereich weiße Ware (Haushaltsgeräte) Automotiveanwendungen |
| 67 | UV-EL GmbH & Co. KG, Moritzburger Weg 67, 01109 Dresden | UV- Sensor | Entwicklung und Produktion | UV-Anlagen für verschiedenste Anwendungen |

| Nr. | Firma | Anwendungsfelder / Sensor / Forschung | Wertschöpfung | Produktspektrum |
|-----|---|---|-------------------------------|---|
| 68 | VAF Fluid-Technik GmbH, Gottfried-Schenker-Straße 12, 09244 Lichtenau | Durchflussmesser | Entwicklung und Produktion | Messtechnik Durchfluss, Füllstand und Druck |
| 69 | VELOMAT Messelektronik GmbH, Schwarzer Weg 23 b, 01917 Kamenz | Kraftaufnehmer Seilnehmer Dehnungsaufnehmer Drehmomentaufnehmer | Entwicklung und Produktion | Messelektronik |
| 70 | VTLG Europe Ltd. Dresden, Leisniger Str.86, 01127 Dresden | Magnetische Mess-Systeme | Entwicklung und Produktion | Hochpräzisionskugeln elektronische Interpolationstechnologie Signalsäulen |
| 71 | WTK-Elektronik GmbH, Bischofswerdaer Str. 37f, 01844 Neustadt | Metallsensor (Magnetinduktion) Längenmesssystem Radsensor Drehzahlsensor Zapfwellen-Sensor Füllstandssensor Arbeitsstellungssensor | Entwicklung und Produktion | Elektronik-Module/Gerätebau im Landwirtschaftsbereich |
| 72 | IDT Europe GmbH, Grenzstraße 28, 01109 Dresden | MEMS / MOMS Temperatursensoren Batterie Sensoren ICs Gas Sensoren Optische Sensoren (Lichtsensorik) | Entwicklung und Produktion | Anwendung in Automobilindustrie, Medizin, Verbraucher Energiemanagement Batteriemanagement |

Tabelle 3: Liste der Sensorhersteller in Sachsen

4. Betrachtung der Wertschöpfungskette

4.1. Einordnung in die Wertschöpfungskette Elektronik

Sensoren sind elektronische Systeme. In einer einfachsten Aufbaustruktur bestehen Sensoren im Allgemeinen aus einem Gehäuse (Kunststoff oder Metall), den Anschlüssen, elektronischer Hardware (wie elektronischen Elementen, Leiterplatten, Platinen, ASICs, Mikrocontrollern), Funktionselementen des Sensormechanismus (z.B. Halbleiterstrukturen, Membranen, Keramiken usw.) und Software.

Da Sensoren spezielle elektronische Systeme sind, kann die Wertschöpfungskette „Elektronik“ für Sensoren herangezogen werden. Nachfolgende Abbildung 7 zeigt die Wertschöpfungskette Elektronik“.

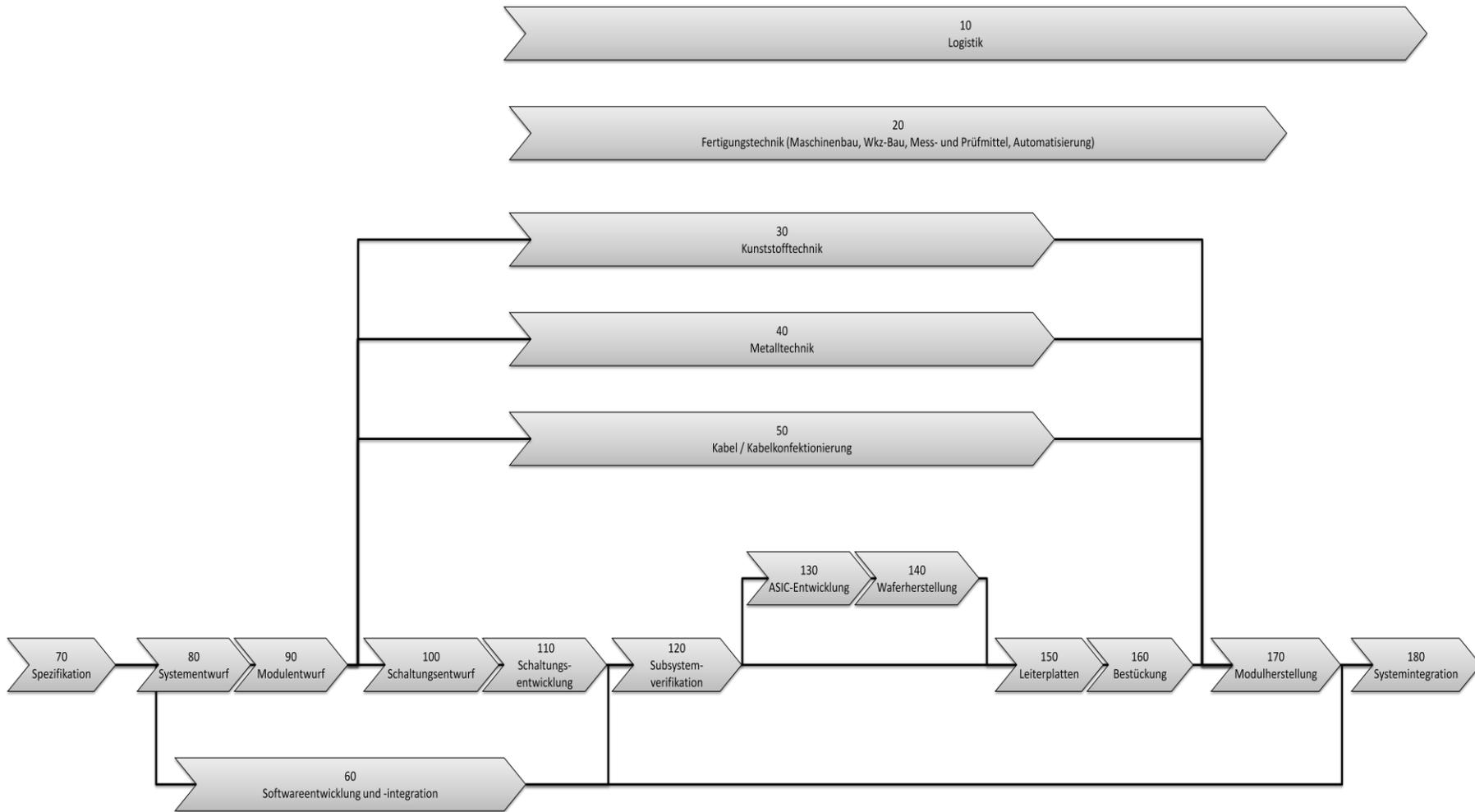


Abbildung 6: Wertschöpfungskette "Elektronik"

Im Gegensatz zur allgemeinen Wertschöpfungskette „Elektronik“, die vor allem dadurch gekennzeichnet ist, dass eine hohe Spezialisierung auf Kerntechnologien erfolgt und dadurch eine geringe vertikale Integration⁴ bewirkt wird, ist bei Sensorherstellern eine hohe Wertschöpfungstiefe erkennbar. Sensorhersteller vereinen die Kettenglieder von der Entwicklung bis zum Assembling häufig unten einem Dach. Entsprechende Hersteller beherbergen nicht selten sehr unterschiedliche Technologiekompetenzen wie z.B. die Leiterplattenherstellung, die Leiterplattenbestückung, das Kunststoffspritzgießen usw.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Glieder der Wertschöpfungskette eingegangen und auf die sächsische Wirtschaftsstruktur Bezug genommen.

| Glieder der WSK | | Fakten und Beschreibung |
|-----------------|-------------------|--|
| Nr. | Bezeichnung | |
| 10 | Logistik | In Sachsen sind ca. 1.000 Unternehmen der Logistikbranche lokalisiert. Für den speziellen Bereich der Sensorik sind Logistikdienstleistungen erforderlich. Der Warentransport, sowohl im Bereich der Zulieferteile, als auch der Finalprodukte wird über LKW abgewickelt. Übliche Geschäftsmodelle der Speditionen und Transportunternehmungen greifen wirtschaftlich. |
| 20 | Fertigungstechnik | In Sachsen sind ca. 800 Unternehmen der Fertigungstechnik lokalisiert. Angefangen vom Maschinenbau, dem Sondermaschinenbau, dem Anlagenbau, der Fördertechnik bis hin zum Werkzeugbau und der Prüfmitteltechnik und Messtechnik sind in Sachsen große Kompetenzen vorhanden. Die Fertigungstechnik ist für die Herstellung von Sensorik von großer Bedeutung, um die geforderten Parameter und Fertigungstoleranzen (beispielsweise in Bereichen wie der Dünnschichttechnologie oder beim Mikrospritzguss) zu erreichen, aber auch durch Automatisierungsmöglichkeiten wettbewerbsfähige Preise realisieren zu können. |
| 30 | Kunststofftechnik | In Sachsen sind ca. 50 Unternehmen der Kunststofftechnik mit Erfahrungen und Zertifizierungen im Bereich Automotive angesiedelt. Die Kunststofftechnik stellt einen wichtigen Baustein innerhalb der Sensorik dar. Gehäuse, Stecker, Klemmen und div. weitere Bauteile integrieren Sensoren in größere Komponenten und letztendlich ins Fahrzeug. Die benötigten Bauteile variieren in Stückzahlen, weltweiten Bedarfsaufkommen und Varianten höchst unterschiedlich. |
| 40 | Metalltechnik | In Sachsen sind ca. 100 Unternehmen der Metalltechnik mit Erfahrungen und Zertifizierungen im Bereich Automotive angesiedelt. Bauteile aus Metall (z.B. umgeformte, zerspannte Bauteile) haben eine große Bedeutung in der Wertschöpfungskette. Bauteile sind z.B. Gehäuse, Rahmen, Träger die an die speziellen Anforderungen, wie Bauraum oder Resistenz angepasst werden. Die benötigten Bauteile variieren in Stückzahlen, weltweiten Bedarfsaufkommen und Varianten höchst unterschiedlich. |
| 50 | Kabel | Verschiedenste sensorische Systeme benötigen Kabel. Die Kabelherstellung ist ein eigener Bereich, welcher in Sachsen durch div. Unternehmen repräsentiert wird. Darüber hinaus stellt auch die Kabelkonfektionierung einen eigenen Business-Case dar. Entsprechende Unternehmen (z.B. Telegärtner Gerätebau GmbH, Klingenberg) mit automotiven Hintergrund sind in Sachsen ansässig. Entsprechende Fertigungsdienstleistungen bei der Bewältigung größerer Stückzahlen können damit in Sachsen lokal gesourct werden. |
| 60 | Software | Mittlerweile sind in Sachsen über 1.300 Unternehmen registriert, die sich mit Softwareentwicklung und Softwareintegration beschäftigen. Für den Bereich der Automobilsensorik sind diese Unternehmen jedoch irrelevant. Einzelne betrachtete Geschäftsfelder der Softwareentwicklung für automotiv Anwendungen konnten nicht identifiziert werden. Vielmehr ist zu erkennen, dass die Unternehmen der Automobilindustrie entsprechend dem wachsenden Anteil von Software eigene Kapazitäten aufbauen. Sehr deutlich wird dies an der Meldung, dass Continental beispielsweise mittlerweile über 10.000 Softwareingenieure beschäftigt. Eine Tendenz zum Outsourcing ist nicht zu erkennen. |
| 70 | Spezifikation | Elektroniksysteme und somit auch Sensorsysteme werden nach dem Entwicklungsstandard (V-Modell) entwickelt. Die Spezifikation (Systemspezifikation) stellt dabei die oberste Stufe des Entwicklungsprozesses dar. Auf dieser Ebene erfolgen Funktionsbeschreibungen von OEM und Tier-1. Diese Stufe ist in Sachsen nicht lokalisiert. Am Markt zu beobachten ist, dass bereits diese Stufe an Engineering-Dienstleister |

⁴ d. h., dass ein Unternehmen wenige oder nur ein Kettenglied durch seine Leistungserstellung besetzt

| Glied der WSK | | Fakten und Beschreibung |
|---------------|--------------------------|---|
| Nr. | Bezeichnung | |
| | | outgesourct wird. Derartige Unternehmen, z.B. IAV GmbH, sind in Sachsen angesiedelt. |
| 80 | Systementwurf | Der Logik des V-Modells folgend, ist die nächste Stufe des Entwicklungsprozesses der Systementwurf (auch Systemdesign). Diese Stufe ist besetzt durch die Systemlieferanten (Tier-1), zum Teil werden entsprechende Entwicklungsleistungen an Engineering-Dienstleister vergeben. |
| 900 | Modulentwurf | Unter der Ebene des Gesamtsystems und dessen Funktionalität erfolgt die Entwicklung der Subsysteme. Die einzelnen Stufen vom Modulentwurf (Modul = Sensorsystem = Subsystem) über den Schaltungsentwurf bis zur Schaltungsentwicklung beschreibt den Entwicklungsprozess der Sensorhersteller. Dieser Prozess beinhaltet das Kern-Know-how der Sensorhersteller. |
| 100 | Schaltungsentwurf | |
| 110 | Schaltungsentwicklung | |
| 120 | Subsystemverifikation | Den Funktionstests fällt innerhalb des Elektronikentwicklungsprozesses eine große Bedeutung zu. Entsprechende Testzyklen erfordern auch den prototypischen Aufbau. Mit der Systemverifikation endet der Entwicklungsprozess der Sensorik als Subsysteme. |
| 130 | ASIC-Entwicklung | Mit entsprechenden Stückzahlen begründet sich die Schnittstelle zur Halbleiterindustrie in Form der ASIC-Entwicklung. Prinzipiell können die benötigten Schaltungen als ASIC-Baustein abgebildet werden oder als Schaltung mit klassischen Elektronikbausteinen auf einer Leiterplatte realisiert werden. Welche Form gewählt wird, ist abhängig Stückzahlen und somit vom Herstellungspreis. Die ASIC-Entwicklung kann ein eigenes Geschäftsfeld sein. In Sachsen angesiedelt sind Unternehmen, welche sich auf diese Entwicklungsarbeit spezialisiert haben, wie z.B. die DMOS GmbH in Dresden. |
| 140 | Waferherstellung | ASICs oder Prozessoren sind Halbleiterbauelemente. Die Herstellung erfolgt über die Waferfertigung in speziellen Prozessen. In Sachsen sind die bekannten Unternehmen (Infineon Technologies AG, Dresden, GLOBALFOUNDRIES, Dresden) angesiedelt. |
| 150 | Leiterplattenherstellung | Die Herstellung entsprechender Sensoriksysteme erfordert häufig die Leiterplattenherstellung als Träger der Elektronik. Sensorhersteller verfügen häufig über die Kompetenz dieses Prozessschrittes. Dennoch stellt die Herstellung von Leiterplatten auch einen eigenen Business-Case innerhalb der Elektronikindustrie dar. Entsprechende Unternehmen sind auch in Sachsen lokalisiert (z.B. TEL Elektronikfertigung GmbH, Chemnitz; KSG Leiterplatten GmbH, Gornsdorf; B&B Sachselektronik GmbH, Mittweida) Entsprechende Fertigungsdienstleistungen bei der Bewältigung größerer Stückzahlen können damit in Sachsen lokal gesourct werden. |
| 160 | Bestückung | Die Leiterplattenbestückung ist ein weiterer Arbeitsschritt innerhalb der Elektronikindustrie. Häufig wird diese Kompetenz bei Sensorherstellern integriert. Spezialisierte Unternehmen sind in Sachsen ansässig (z.B. BuS Elektronik GmbH & Co. KG, Riesa; ECD Electronic Components GmbH, Dresden; Komitec electronics GmbH, Zwönitz) Entsprechende Fertigungsdienstleistungen bei der Bewältigung größerer Stückzahlen können damit in Sachsen lokal gesourct werden. |
| 170 | Modulherstellung | Der Schritt der Modulherstellung umfasst die Montage der entsprechenden Sensorsysteme. Dieser Wertschöpfungsschritt erfolgt bei den Sensorherstellern. |
| 180 | Systemintegration | Die Systemintegration erfolgt beim Tier-1 und ist nicht in Sachsen lokalisiert. |

Tabelle 4: Unternehmensbeispiele WSK Sensorik

4.2. Einordnung in die Wertschöpfungskette „Automotive“

Innerhalb der Werkschöpfungskette „Automotive“ stellen Sensoren typische Komponenten dar und können der zweiten Zulieferebene der Zulieferpyramide zugeordnet werden. Hersteller derartiger Komponenten werden im Sprachgebrauch der Automobilindustrie auch als 2nd-tier Supplier oder Tier-2 bezeichnet. Die Kunden der Komponentenlieferanten sind größtenteils die Systemlieferanten (auch Modullieferanten, 1st-tier Supplier, Tier-1). Direktlieferungen von den Komponentenlieferanten an die Finalproduzenten (auch OEM) erfolgen auch. Zulieferer der Komponentenlieferanten sind die Teilelieferanten, welche größtenteils Norm- und Standardteile fertigen und liefern.

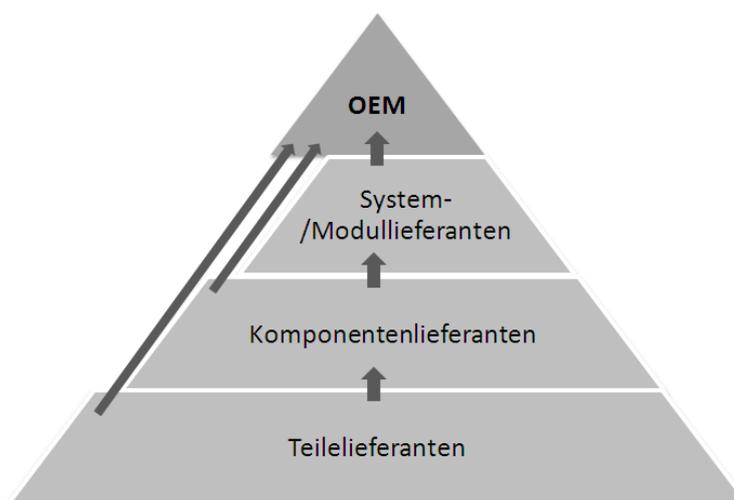


Abbildung 7: Zulieferpyramide

Im Geschäftsfeld der Automobilindustrie fragen die OEM Funktionalitäten und keine Systeme oder Baugruppen an. Im Speziellen heißt das, die formulierten Lastenhefte der OEM beschreiben Funktionsumfänge, z.B. eines Einparkassistenten. Die Systemlieferanten spezifizieren anhand der gewünschten Funktionalitäten und entwickeln bzw. adaptieren die Systeme auf die geforderten Parameter und Rahmenbedingungen, wie Einbauräume, Schnittstellen usw. Aus dem Entwicklungsprozess der Systemlieferanten entspringen die Nachfragen an die Komponentenlieferanten. Die Nachfragen erfolgen auch auf den Ebenen der Sublieferanten auf Basis von formulierten Lastenheften, die Funktionsumfänge, Leistungsparameter und technische Ausgestaltungen umfassen.

Von großer Wichtigkeit und Bedeutung ist das Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie, welches sich seit Jahren etabliert hat. Grund dafür ist die Komplexität der eng gekoppelten Lieferanten- und Sublieferantenstrukturen und deren Störanfälligkeit. In der Praxis werden in den automotiven Wertschöpfungsketten daher zahlreiche Zertifikate und deren Auditierung von den Zulieferern eingefordert. Diese Zertifizierungsverfahren stellen für „Newcomer“ eine hohe Einstiegshürde dar.

Die Unternehmensstruktur innerhalb der Automobilindustrie ist durch oligopolistische Ausprägungsformen gekennzeichnet. Während am Markt zwar viele Marken etabliert sind, ist die Anzahl der OEM weltweit eher übersichtlich. Nachfolgende Tabelle führt die wichtigsten OEM auf.

| Firma | Land | Ort | Beschäftigte | Umsatz [Mrd. €] | Marken |
|----------------|-------------|-------------|--------------|-----------------|--|
| Volkswagen | Deutschland | Wolfsburg | 572800 | 175 | VW, Audi, Seat, Skoda, Bentley, Bugatti, Lamborghini, Porsche, Ducati, Scania, MAN, Volkswagen Commercial Vehicles |
| Toyota | Japan | Toyota City | 333498 | 183,4 | Tototy, Lexus, Scion, Hino |
| Daimler | Deutschland | Stuttgart | 274616 | 109,3 | Mercedes-Benz, Smart, Freightliner, Fuso, Western Star, Thomas Built Buses, BharatBenz, Setra |
| FIAT-Chrysler | Italien | Turin | 225587 | 81,6 | Fiat, Alfa Romeo, Lancia, Fiat Professional, Abarth, Ferrari, Maserati, Jeep, Chrysler, Dodge, RAM |
| General Motors | USA | Detroit | 219000 | 114,5 | Alpheon, Baojun, Buick, Chevrolet, Cadillac, GMC, Holden, Jiefang, Opel, Vauxhall, Wuling |

| Firma | Land | Ort | Beschäftigte | Umsatz [Mrd. €] | Marken |
|-------------------------|-------------|-----------|--------------|-----------------|---|
| Saic | China | Schanghai | 198000 | 69,3 | Roewe, MG, Maxus, Sunwin, Iveco, Huizhong, Yuein, Wuling, Baojun |
| PSA | Frankreich | Paris | 194682 | 36,46 | Peugeot, Citroen |
| Honda | Japan | Tokio | 182000 | 70,8 | Honda, Acura |
| Ford | USA | Dearborn | 181000 | 104,9 | Ford, Lincoln |
| Nissan | Japan | Yokohama | 160530 | 76,3 | Nissan, Infiniti, Datsun |
| Dongfeng | China | Wuhan | 160000 | 19,36 | Dongfeng, Ciimo, Venucia, Nissan, Peugeot, Citroen, Kia, Honda, Fengxing |
| Hyundai | Südkorea | Seoul | 152866 | 84,9 | Hyundai, Kia |
| Renault | Frankreich | Boulogne | 121807 | 38,8 | Renault, Dacia, Renault Samsung Motors |
| FAW | China | Changchun | 120000 | 52 | Hongqi, Besturn, Vita, Jiaxing, VW, Mazda, Audi, Toyota, Sunwin, Huizhong |
| BMW | Deutschland | München | 110351 | 70,1 | BMW, MINI, Rolls-Royce |
| Changan | China | Beijing | 93000 | | Changan, Hafei Jiangling, Citroen, Mazda, Ford, Suzuki |
| Tata Motors | Indien | Mumbai | 66593 | 28,27 | Tata, Jaguar, Land Rover, Rover, Daimler, Lanchester |
| Suzuki | Japan | Hamamatsu | 51503 | 20,2 | Suzuki |
| Mazda Motor Corporation | Japan | Fuchu | 44035 | | Mazda |
| BAIC | China | Beijing | 22000 | 32,6 | Beijing, BAW, BAIC, Yinxiang, Changhe, Ford, Hyundai, Benz |
| Geely | China | Hangzhou | 11000 | | Volvo, Geely, Englon, Gleagle, BelAZ |

Tabelle 5: Originalausrüstungshersteller (OEM)

Den wenigen OEM stehen im Vergleich nur geringfügig mehr Tier-1-Lieferanten gegenüber. Die Unternehmen der ersten Zulieferebene sind vor allem gekennzeichnet durch ihre Größe, ihre weltweite Präsenz, ihre Kapitalkraft und dem vorhandenen technischen und automobilspezifischen betriebswirtschaftlichen Know-how. Mit Blick auf die Kennwerte der Tier-1 kann festgehalten werden, dass ein Aufstieg eines Unternehmens, insbesondere mit Blick durch die sächsische Brille, eines sächsischen Unternehmens, in die Riege dieser Unternehmen unwahrscheinlich ist.

Vor dem Hintergrund der Automobilsensorik folgt eine Tabelle der weltweit wichtigsten Tier-1, als Nachfrager sensorischer Komponenten.

| Firma | Land | Ort | Beschäftigte | Umsatz [Mrd. €] | Produkte |
|------------------|-------------|-----------|--------------|-----------------|--|
| Hitachi | Japan | Chiyoda | 323540 | | Elektroniksysteme |
| Bosch | Deutschland | Stuttgart | 281381 | 46,1 | Einspritzsysteme, Systeme zur Abgasnachbehandlung, Start/stopp-Systeme, ABS, ESP; aktive und passive Assistenzsysteme |
| Yazaki | Japan | Minato | 257100 | 13,4 | Verkabelungssysteme, Kombiinstrumente, Ladesysteme für E-Autos, Sicherheits- und Servicesysteme |
| Panasonic | Japan | Kadoma | 254084 | 62,7 | Batteriesysteme, Kamerasysteme, Elektronikkomponenten |
| Continental AG | Deutschland | Hannover | 177762 | 33,3 | aktive und passive Sicherheitssysteme, Notbremsassistent, Überrollsensorik, Airbags, intelligente Lichtassistenten, Infotainment-Systeme |
| Johnson Controls | USA | Milwaukee | 170000 | 32,2 | Autositze, Elektronik für Fahrzeuginnenraum, Batterien |

| Firma | Land | Ort | Beschäftigte | Umsatz [Mrd. €] | Produkte |
|---------------------|-------------|-----------------|--------------|--------------------|---|
| Denso | Japan | Kariya | 139842 | 31,6 | Assistenzsysteme, Spurhalteassistent, Lichtsysteme, Airbags, Bremssysteme, Navigationssysteme |
| ZF | Deutschland | Friedrichshafen | 138000 | 30 | Getriebe, Lenkungen, Achsen, Kupplungen, Stoßdämpfer, Fahrwerkskomponenten und -systeme |
| Sumitomo | Japan | Osaka | 130000 | 23,5 | Motorelektronik, Bordnetzsysteme |
| Delphi | USA | Saint Helier | 127000 | 17 | Unterhaltungselektronik, Navigation, Assistenzsysteme |
| Magna | Kanada | Aurora | 125000 | 26,2 | Elektronik- und Sensorsysteme, Driveline Systems (Verteilergetriebe, Kupplung, Antriebe), Fluid Pressure & Controls (Ölpumpen, Wasserpumpen, Vakuumpumpen), Sitzsysteme, Front- und Hecksysteme |
| Lear Corporation | USA | Southfield | 122000 | 16,2 | Batterie, Elektronik-Systeme, Lichtsysteme, Kommunikationssysteme |
| Mitsubishi Electric | Japan | Chiyoda | 106931 | | Anlasser und Lichtmaschinen. Fertigung von technischen Komponenten für Navigationssysteme, Audiosysteme, Sensoren, Motormanagementsysteme, elektrische Lenkunterstützung, Steuergeräte für Gasentladungslampen und ABS-Steuergeräte |
| Faurecia | Frankreich | Nanterre | 97419 | 18,03 | Sitzsysteme, Katalysatoren, Cockpits, Türen, Fahrwerksysteme |
| Eaton Corporation | Irland | Dublin | 97000 | | Hydrauliksysteme, elektrische Systeme, Systeme zur Energieverteilung |
| Aisin | Japan | Kariya | 83378 | 21,7 | Manuelle und automatische Schaltungen, Bremsen, Assistenzsysteme, ABS |
| TE Connectivity | Schweiz | Schaffhausen | 83000 | | Telekommunikationssysteme, Wireless-Systeme |
| Valeo | Frankreich | Paris | 73300 | 11,759 | Komfortsysteme, Fahrerassistenzsysteme, Sicherheitssysteme, Motormanagementsysteme, Klimasysteme, Beleuchtungssysteme |
| Leoni | Deutschland | Nürnberg | 67988 | 4,1 | Kabel- und Bordnetzsysteme |
| Mahle | Deutschland | Stuttgart | 66234 | 9,9 | Motorkomponenten, Ventilsteuerungen |
| TRW | USA | Livonia | 65000 | 17,4 | Bremsen, Sicherheitsgurte, Lenksysteme, Airbags, Fahrerassistenzsysteme, ABS, ESP, Schalter, Sensoren |
| Autoliv | Schweden | Stockholm | 56000 | 8,8 | Sicherheitssysteme, Insassenschutzsysteme |
| Dräxlmaier | Deutschland | Vilsbiburg | 55000 | 3,7 | Bordnetz- und Elektronikkomponenten, Sensoren, Schalter, Tür- und Cockpitmodule, Energiespeichersysteme |
| Takata | Japan | Tokio | 48775 | 3 | Insassenschutzsysteme, Elektronik/Sensorik für Fahrzeuge |
| Cummins | USA | Columbus | 47900 | 17,3 | Dieselmotoren, Motormanagementsysteme |
| Magneti Marelli | Italien | Corbetta | 40500 | 7,3 | Zündanlagen, Lichtmaschinen, Einspritzsysteme, Beleuchtungssysteme, Kombiinstrumente |
| Alps Denki | Japan | Tokio | 38547 | | On-board Elektronik, Autoradios, Lautsprecher, Verstärkern und Navigationssysteme |
| Hella | Deutschland | Lippstadt | 30692 | 5,3 | Beleuchtungssysteme, Fahrerassistenzsysteme, Steuergeräte, Bordnetzsysteme, Fahrzeugzugangssysteme, Klimasysteme, Aktuatoren, Fahrpedalgeber, Lenksteuergeräte für EPS-Systeme, Ölsensoren, Positionssensoren, Regen/Lichtsensoren, Scheinwerferreinigungsanlagen |
| Tenneco | USA | Lake Forest | 29000 | | Fahrwerk systeme, Abgasregelsysteme, Katalysatoren |
| Brose | Deutschland | Coburg | 24000 | 6 | Festerheber, Türsysteme, Sitzsysteme, Bremssysteme |
| Knorr-Bremse | Deutschland | München | 23916 | 5,2 | Bremssysteme, Fahrerassistenzsystemen, Getriebesteuerung |

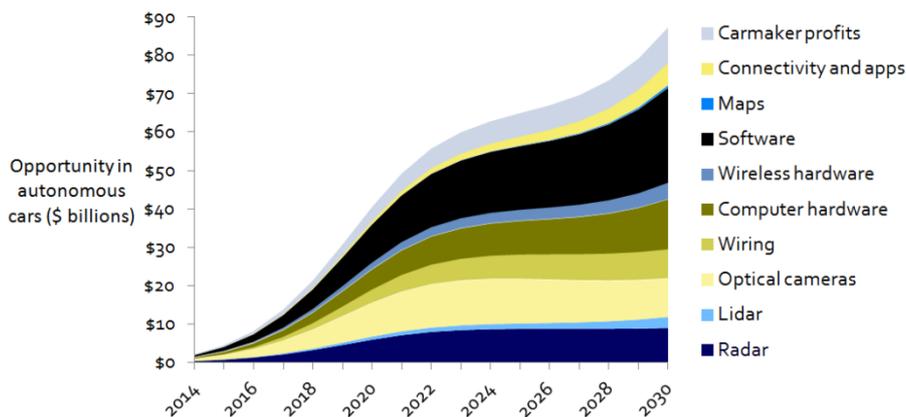
| Firma | Land | Ort | Beschäftigte | Umsatz [Mrd. €] | Produkte |
|-------------|-------------|---------------------|--------------|-----------------|--|
| BorgWarner | USA | Auburn Hills | 22000 | | Getriebe und Getriebesteuerungssysteme, Ventielsteuerungen, Allradantriebssysteme, Wegfahrsperrn |
| Kostal | Deutschland | Lüdenscheid | 13500 | 1,6 | Lenksäulenmodule, Bedienelemente und Schalter, Bordnetzsteuergeräte und Türsteuergeräte |
| Visteon | USA | Van Buren Township | 12000 | | Fahrerinformations- und Infotainment-Lösungen |
| Martinrea | Kanada | Vaughan | 12000 | | Motor- und Antriebskomponenten, Systeme für Lenkung und Bremsen, Kraftstoffversorgung, Heizung und Klima |
| KSPG | Deutschland | Neckarsulm | 12000 | 2,46 | Abgasrückführsysteme, Sekundärluftsysteme, Kühlmittelpumpe |
| Webasto | Deutschland | Stockdorf | 10000 | 2,5 | Dachsysteme, Standheizungen, Heiz-, Kühl- und Lüftungssysteme |
| Meritor | USA | Troy | 8400 | | Bremssysteme, ABS |
| Eberspächer | Deutschland | Esslingen am Neckar | 8385 | 0,36 | Standheizung, Abgastechnik, Klimasysteme, Systeme zur Bordnetz-Stabilisierung, Steuergeräte |
| Mobis | Südkorea | Seoul | | 22,86 | Assistenzsysteme, Spurhaltesysteme, Sicherheitssysteme, Airbag, Licht, Bremsen, Cockpit |

Tabelle 6: System-/Modullieferanten

4.3. Wertschöpfungsstufen im Bereich der Fahrerassistenzsysteme

Der Bereich der Fahrerassistenzsysteme wird als einer der Wachstumsmotoren innerhalb der Automobilindustrie bewertet. Insbesondere die Entwicklung hin zum hochautomatisierten Fahren soll zukünftig für hohe Umsätze sorgen. Entsprechend optimistisch werden die Marktchancen bewertet. (vgl. Lux Research, Inc. 2014 in der Studie „Set Autopilot for Profits: Capitalizing on the \$87 Billion Self-Driving Car Opportunity“).

Behind-the-Scenes Software Will Capture the Largest Slice of the Autonomous Car Opportunity



Source: Lux Research, Inc. www.luxresearchinc.com

Abbildung 8: Marktchancen diverser Systeme autonom fahrender Fahrzeuge⁵

⁵ <http://blog.luxresearchinc.com/blog/2014/05/self-driving-cars-will-lead-to-a-87-billion-opportunity-in-2030/> (Abruf Okt. 2015)

Die Komponenten heutiger serienreifer Fahrerassistenzsysteme lassen sich wie folgt klassifizieren:

1. Entwicklung und Herstellung der Umfeldsensorik
2. Entwicklung und Herstellung der Steuergeräte
3. Entwicklung der Software
4. Entwicklung und Herstellung HMI
5. Systemintegration
6. Validierung/Systemtest/Fahrzeugintegration
7. Entwicklung und Bereitstellung des Kartenmaterials und Backend-Services

Das Fraunhofer IAO hat in der 2015 vorgelegten Studie zum Thema „Hochautomatisiertes Fahren auf Autobahnen“ die Wertschöpfungsanteile dieser Komponenten sowie das aktuell weltweite Marktvolumen für Assistenzsysteme des Jahres 2014 bewertet. Nachfolgende Tabelle zeigt diese Ergebnisse:

| Jahr | 2014 | 2014 |
|---|--------------|------|
| Wertschöpfung | in Mio. Euro | in % |
| Entwicklung und Herstellung der Umfeldsensorik | 1.576,80 | 36 |
| Entwicklung und Herstellung der Steuergeräte | 832,20 | 19 |
| Entwicklung der Software | 788,40 | 18 |
| Validierung/Systemtest/Fahrzeugintegration | 744,60 | 17 |
| Entwicklung und Herstellung HMI | 175,20 | 4 |
| Systemintegration | 175,20 | 4 |
| Entwicklung und Bereitstellung Backend-Services | 87,60 | 2 |
| Summe | 4.380,00 | 100 |

In derselben Studie wurde eine Prognose für das Jahr 2020 errechnet, wonach der Gesamtwert von heute 4.380 Mio. € auf 17.300 Mio. € steigt. Folgende Tabelle zeigt die Zahlen im Detail:

| Jahr | 2020 | 2020 |
|---|--------------|------|
| Wertschöpfung | in Mio. Euro | in % |
| Entwicklung und Herstellung der Umfeldsensorik | 6.228,00 | 36 |
| Entwicklung und Herstellung der Steuergeräte | 3.287,00 | 19 |
| Entwicklung der Software | 3.114,00 | 18 |
| Validierung/Systemtest/Fahrzeugintegration | 2.941,00 | 17 |
| Entwicklung und Herstellung HMI | 692,00 | 4 |
| Systemintegration | 692,00 | 4 |
| Entwicklung und Bereitstellung Backend-Services | 346,00 | 2 |
| Summe | 17.300,00 | 100 |

Mit Blick auf den Freistaat Sachsen kann konstatiert werden, dass die Bereiche:

1. Entwicklung und Herstellung HMI
2. Systemintegration
3. Validierung/Systemtest/Fahrzeugintegration
4. Entwicklung und Bereitstellung des Kartenmaterials und Backend-Services

besetzt sind oder werden durch OEM und 1st-tiers. Im Bereich „Entwicklung und Herstellung HMI“ liegt eine tiefgehendere Wertschöpfungskette mit Unterlieferanten bis in die Ebene der 3rd-tier zugrunde. Diese Komponenten- und Teilelieferanten sind zum Teil heute schon sächsische Unternehmen. Diese Unternehmen könnten vom Wachstum profitieren.

Aus sächsischer Sicht wesentlich mehr Potenzial bieten die Bereiche:

1. Entwicklung und Herstellung der Umfeldsensorik,
2. Entwicklung und Herstellung der Steuergeräte,
3. Entwicklung der Software.

Bei der Entwicklung und Herstellung der Umfeldsensorik verantwortet auch ein Tier 1 Lieferant das Gesamtsystem. Aufgrund der großen Entwicklungsaufgaben haben jedoch innovative Unternehmen große Chancen sich als Komponentenlieferanten zu etablieren. Mit Blick auf die sächsische F&E-Kompetenz könnten entsprechende Unternehmen aufgebaut werden.

Im Bereich der Steuergeräte und Software haben prinzipiell auch kleine Unternehmen die Chance sich zu etablieren. Gute Beispiele finden sich in Sachsen bereits heute, wie die jüngeren Unternehmensgeschichte der TraceTronic GmbH in Dresden oder der Intenta GmbH in Chemnitz zeigen.

5. Fazit

Sächsische Sensorhersteller verfügen über hohes Know-how und großes technologisches Potenzial. Der Großteil dieser Unternehmen ist jedoch nicht im Bereich der Automobilindustrie tätig. Damit zeichnet sich das Potenzial auch in automotiven Wertschöpfungsketten aktiv zu werden und vom enormen Zuwachs der Fahrzeugelektrifizierung zu profitieren nur theoretisch ab.

Drei wesentliche Schwächen dominieren die Wertschöpfungskette.

1. Eine ausgeprägte Schwäche für den Automobilstandort Sachsen ist das fehlende Kettenglied der Systemlieferanten. Damit fehlen, mit speziellem Bezug auf die Fahrzeugsensorik, die wichtigen Wertschöpfungsstufen der Systemspezifikation und Systemintegration.

Für sächsische Komponentenhersteller ist der Zugang zu diesem wichtigen Kundenklientel (Tier-1) schwierig. Traditionelle Kontakte fehlen und ein regionaler Bezug ist nicht vorhanden. Durch den fehlenden Kundenzugang sind die sächsischen Sensorhersteller von den automotiven Entwicklungspfaden abgekoppelt.

2. Aufgrund der Untätigkeit der Unternehmen im Bereich der Automobilindustrie fehlen die notwendigen Zertifikate und Auditierungen. Neuzertifizierungen sind aufwändig und kostspielig und werden daher nicht angestrebt. Da diese Zertifikate jedoch eine wesentliche Voraussetzung darstellen, um überhaupt zu liefern zu können, bleibt die Tür zur Automobilwelt für diese Unternehmen fest verschlossen.
3. Die in Sachsen ansässigen Unternehmen sind kleine Unternehmen mit meist einem Standort – ihrem Hauptsitz in Sachsen. Den Unternehmen fehlt die Internationalisierung, um den bereits seit Jahrzehnten globalisierten Tier-1 weltweit zu beliefern. Die meisten der sächsischen Unternehmen sind nur für den regionalen, teilweise für den europäischen Markt aufgestellt. Für die globalisierte und modularisierte Automobilindustrie ist das nicht ausreichend.

6. Handlungsempfehlungen

Unter Bezug auf die drei gravierenden Schwächen und der wirtschaftspolitischen Zielstellung, in Sachsen eine starke geschlossene Wertschöpfungskette „Sensorik“ mit Serienproduzenten und hohen Marktanteilen zu schaffen, werden folgende Handlungsempfehlungen als Module vorgeschlagen:

1. Bedarfsspezifikation

Detaillierte zukünftige Bedarfsbeschreibung durch Konkretisierung der benötigten Sensorik auf Lastenheftniveau (Parameter/Stückzahlen/Kostentargets)

- Aufbauend auf dieser Expertise konkrete Zukunftsthemen beschreiben
- Diese Themen mit den in Sachsen vorhandenen Experten unterlegen
- Experten zusammenbringen
- Bedarfsspezifikation aus Sicht der Experten anregen und beschreiben
- Kooperative Eruiierung der Nachfrager - Unternehmen, Ansprechpartner
- Kontaktaufbau zu den Nachfragern
- Zukunftsbedarfe bei den Nachfragern eruieren
- Bedarfsspezifikation aus Sicht der Nachfrager anregen und beschreiben
- Verdichtung beider Sichten

2. Machbarkeitsanalyse

Detaillierte Gegenüberstellung der Anforderungen aus der Bedarfsspezifikation und dem Stand der Wissenschaft und Technik

- Auf der Basis der Bedarfsspezifikation Anforderungen auf Technologien herunter brechen
- Hinzuziehen der Wissenschaft entsprechend der Technologiebereiche
- Machbarkeitsstudien (zum Beispiel in Form von Studienarbeiten/Diplomarbeiten) durch Wissenschaft anregen
- Auswertung der Machbarkeitsstudien im Kreis der Wissenschaft/Experten/Nachfrager (kleine Runden je Thema)
- Abschätzen des Marktpotenzials

3. Standortmarketing

Der Standort Sachsen sollte intensiv bei den Tier-1 vorgestellt werden, mit der Zielstellung diese Unternehmen in Sachsen anzusiedeln.

- Kontaktaufbau zu den relevanten Entscheidern
- Eruiierung von Standortbedarfen
- Ausgerichtetes Marketingkonzept erstellen

4. Qualifikation und Zertifizierung

Die Sensibilisierung und Qualifizierung der heute nicht automobilzertifizierten Unternehmen sollte angegangen werden.

- Entsprechende Konzepte zur Zertifizierung an die aktuelle Situation anpassen
- Flankierende Maßnahmen zur finanziellen Unterstützung im Zertifizierungsprozess umsetzen

5. Angebotsspezifikation

Mit dem heutigen Stand der Technik abbildbare Sensoriklösungen müssen aktiv angeboten und vermarktet werden.

- Erarbeitung der Lösungswege unter Betrachtung der Lieferkette (SCM)
- Angebotserstellung
- Marketingbegleitung durch Netzwerk AMZ und Freistaat Sachsen
 - (Messen, Referate durch Experten, Zielkundenpräsentationen)
- Kontaktaufbau und Türöffnung zu Zielkunden
- Internetplatzierungen

6. Internationalisierung

Die Tendenzen und Trends der Automobilindustrie hin zu Modularität und Globalität erfordern auch von den Zulieferern der 2. Reihe lokale Präsenz in den jeweiligen Zielmärkten. Vor allem kleinere Unternehmen müssen auf diesem Weg unterstützt werden.

- Bündelung der unterstützenden Dienstleistungen und Spezifizierung „Automotive“
- Definition flankierender Maßnahmen

7. Forschungs- und Entwicklungsspezifikation

Anforderungsbedarfe, die heute nicht mit dem Stand der Technik gelöst werden können, müssen in F&E-Projekte überführt werden, um entsprechende Lösungen hervorzubringen.

- Konkrete Definition und Spezifikation von bedarfsgetriebenen Forschungsaufgaben
- Projektentwicklung entsprechender F&E-Projekte an den Hochschulen unter frühzeitigem Einbezug der sächsischen Wirtschaft