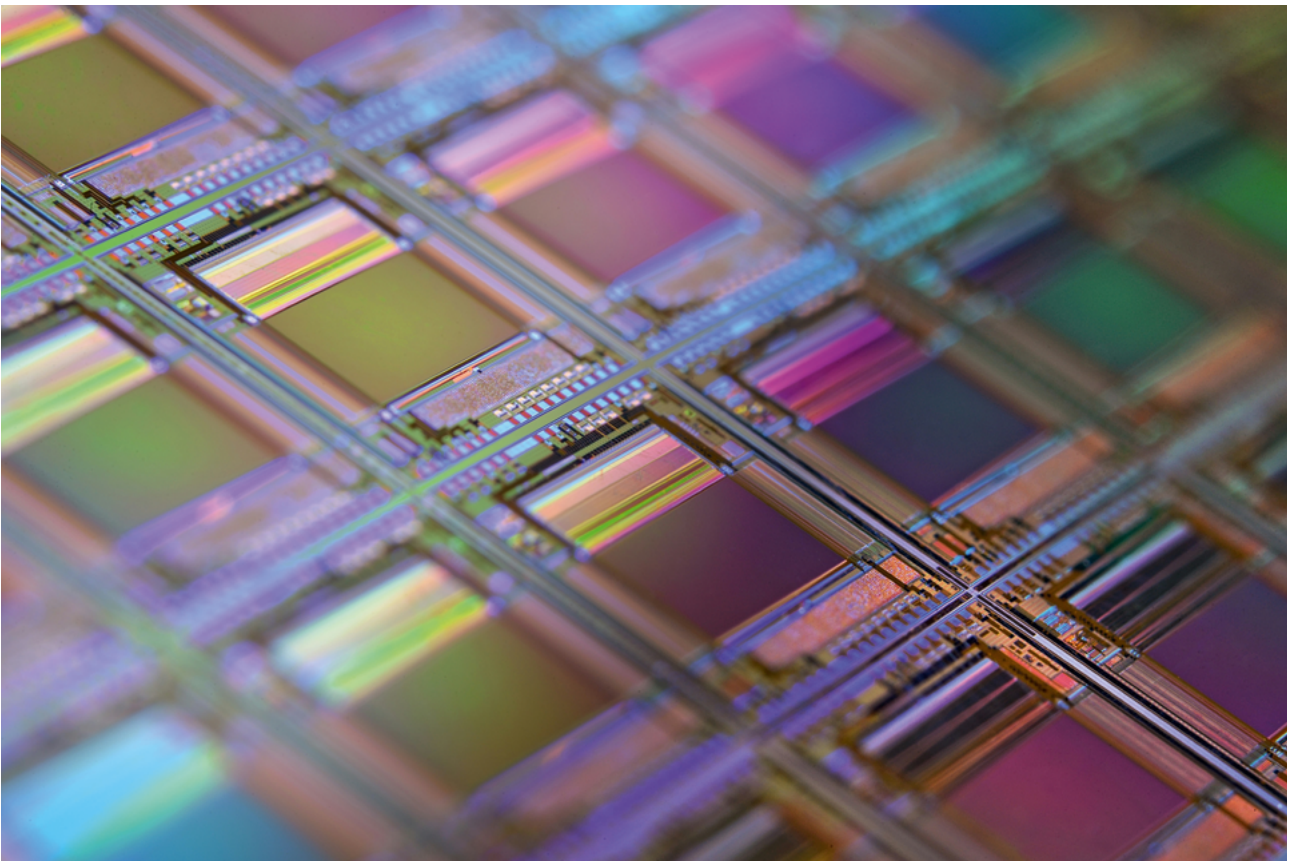


TECHNOLOGIE
STIFTUNG
BERLIN

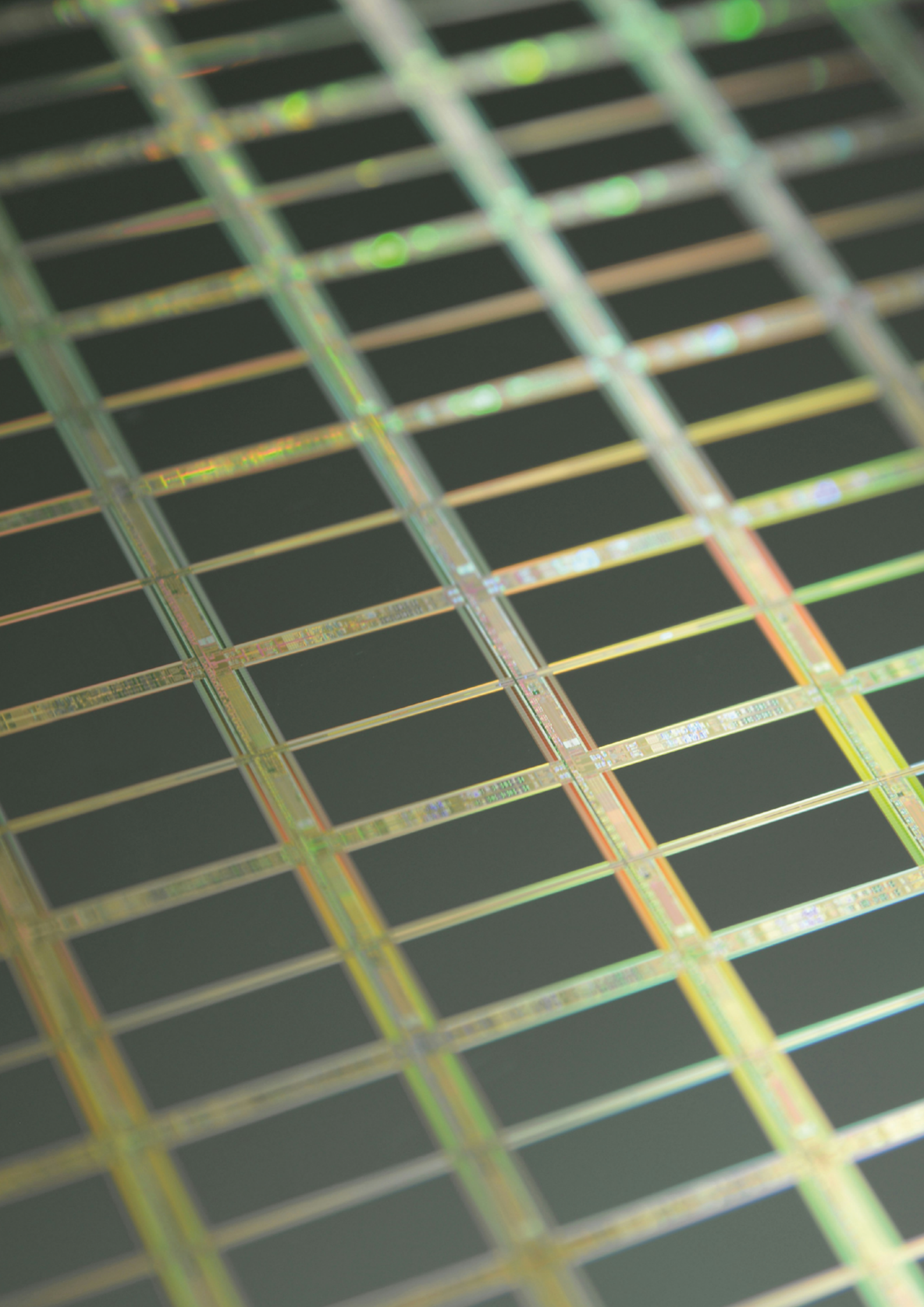
Berliner Beitrag zur technologischen Souveränität in der Mikroelektronik



Victor Wichmann

Inhalt

Vorwort	3
Zusammenfassung	4
Executive Summary	5
1. Einleitung	6
1.1 Bedeutung der technologischen Souveränität für Deutschland und Europa	6
1.2 Zielsetzung der Studie	7
1.3 Methodik und Aufbau	7
2. Überblick über die Mikroelektronikindustrie	8
2.1 Was ist Mikroelektronik?	8
2.2 Wertschöpfungskette der Mikroelektronik	10
2.3 Bedeutung der Mikroelektronikindustrie in Europa und Deutschland	13
3. Beitrag der Mikroelektronik zur Technologiesouveränität Europas	24
3.1 Analyse der europäischen Technologiesouveränität entlang der Wertschöpfungskette	24
3.2 Beitrag Ostdeutschlands und Berlins zur technologischen Souveränität in der Mikroelektronik	27
4. Handlungsempfehlungen	36
Interviewpartner:innen	46
Quellen	46



Vorwort

Digitale und technologische Souveränität gehören zu den zentralen Zukunftsfragen Europas. Es geht dabei nicht um Autarkie, sondern um die Fähigkeit, in digitalen und technologischen Abhängigkeiten handlungsfähig zu bleiben. Wer versteht, wie zentrale Technologien funktionieren, Alternativen hat und Systeme anpassen kann, gewinnt Entscheidungsfreiheit und stärkt seine Innovationskraft. Diese Perspektive prägt auch die Arbeit der Technologiestiftung Berlin. Wir setzen uns dafür ein, dass offene Standards, nachvollziehbare Technologien und belastbare Daten zur Grundlage informierter Entscheidungen werden – für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft.

Vor diesem Hintergrund rückt eine Schlüsseltechnologie besonders in den Fokus: die Mikroelektronik. Sie bildet die Grundlage nahezu aller digitalen Anwendungen und damit auch unserer technologischen Souveränität. Ihre enorme Bedeutung zeigt sich nicht nur in wirtschaftlicher Stärke, sondern vor allem in der Fähigkeit, zentrale Zukunftstechnologien wie Photonik, Quantentechnologien oder KI zu entwickeln und selbstbestimmt weiterzuführen.

Europa ist in diesem Bereich bislang stark von außer-europäischen Anbietern abhängig. Der European Chips Act und die nationale Mikroelektronik-Strategie sind wichtige Schritte, um diese Abhängigkeiten zu reduzieren und eigene Kompetenzen auszubauen. Auch Berlin kann dazu einen Beitrag leisten. Die Hauptstadtregion verfügt über besondere Stärken im Bereich des Advanced Packaging und der Mikrointegration. Hier entstehen Verbindungen zwischen Mikroelektronik, Photonik und Quantentechnologien, die neue Innovationsräume eröffnen und die Entwicklung der nächsten Technologiegeneration entscheidend prägen werden.

Die vorliegende Analyse der Technologiestiftung Berlin zeigt, welche Potenziale der Standort dafür bietet und wie Berlin seine Rolle im europäischen Kontext stärken kann. Ziel ist es, belastbare Informationen für strategische Entscheidungen bereitzustellen und Wege aufzuzeigen, wie Berlin zur technologischen Handlungsfreiheit Europas beitragen kann.

Ich danke der Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe für das Vertrauen in unsere Arbeit. Gemeinsam schaffen wir Rahmenbedingungen, die Berlin langfristig innovations- und handlungsfähig halten.



Nicolas Zimmer

Vorstandsvorsitzender Technologiestiftung Berlin

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie verfolgt das Ziel, die technologische Souveränität Europas im Bereich der Mikroelektronik zu bewerten, und Ansätze zur Stärkung dieser Schlüsselbranche für das Land Berlin abzuleiten.

Technologische Souveränität gilt als zentrale Voraussetzung, um Europas Unabhängigkeit und Wettbewerbsfähigkeit langfristig zu sichern. Die Analyse zeigt, dass Europa entlang nahezu aller Stufen der Mikroelektronikwertschöpfung – vom Chipdesign über die Materialien bis hin zur Fertigung – in erheblichem Maße von außereuropäischen Akteuren abhängig ist. Eine Ausnahme bildet der Bereich der Maschinen, Anlagen und Werkzeuge, in dem europäische Unternehmen international führende Positionen einnehmen und für Europa einen strategischen Vorteil sichern.

Innerhalb Europas ist Deutschland das wichtigste Land in der Halbleiterindustrie. Die Region Dresden, die durch das Technologiecluster „Silicon Saxony“ geprägt ist, fungiert in diesem Kontext als Schlüsselregion der deutschen Halbleiterindustrie.

Trotz seiner vergleichsweise geringeren Größe zeichnet sich das Berliner Mikroelektronikökosystem durch spezifische Stärken im Forschungs- und Wirtschaftssektor des Backend-Bereichs aus und leistet durch die Präsenz einzelner Schlüsselakteure einen wichtigen Beitrag zur technologischen Souveränität, auch wenn große Industrieunternehmen weitgehend fehlen.

Um die Berliner Mikroelektronikbranche nachhaltig zu stärken, empfiehlt die Studie dem Land Berlin, eine strategische Ausrichtung zu entwickeln, die sich an den Zielen der nationalen Mikroelektronik-Strategie orientiert. Vorhandene Forschungs- und Wirtschaftskompetenzen in Verbindung mit der hohen Innovativität des Bereichs positionieren das Themenfeld „Advanced Packaging und Mikrointegration“ als einen zentralen Schwerpunkt der strategischen Überlegungen. Eine frühzeitige strategische Integration der Photonik, die für die Mikroelektronik zunehmend an Bedeutung gewinnt, und in der Berlin traditionell eine starke Position einnimmt, würde die Ausgangsposition des Landes zusätzlich stärken. Die gemeinsam mit Stakeholdern aus Politik, Forschung und Wirtschaft entwickelte Strategie sollte langfristig angelegt, politisch konsequent verfolgt und klar kommuniziert werden – sowohl gegenüber den eigenen Forschungs- und Industrieakteuren als auch nach außen im europäischen und internationalen Kontext. Erst durch eine kohärente und sichtbare Positionierung kann Berlin sein Potenzial voll ausschöpfen und wirksam zur technologischen Souveränität Europas in der Mikroelektronik beitragen.

Executive Summary

The present study aims to assess Europe's technological sovereignty in the field of microelectronics and to develop approaches for strengthening this key industry in the State of Berlin.

Technological sovereignty is regarded as a fundamental prerequisite for ensuring Europe's long-term independence and competitiveness. The analysis demonstrates that Europe remains significantly dependent on non-European actors across almost all stages of the microelectronics value chain – from chip design and materials to manufacturing. An exception is found in the domain of machinery, equipment, and tools, where European companies hold internationally leading positions and thereby secure a strategic advantage for Europe.

Within Europe, Germany represents the most important nation in the semiconductor industry, with Dresden – shaped by the „Silicon Saxony“ technology cluster – presenting the key region of the German semiconductor sector.

Despite its comparatively smaller scale, Berlin's microelectronics ecosystem exhibits distinct strengths in public research and in industrial segments of the back-end domain and, through the presence of individual key actors, contributes meaningfully to Europe's technological sovereignty, even though large-scale Berlin based industrial enterprises are largely absent.

In order to strengthen Berlin's microelectronics industry in the long term, the study recommends that the state of Berlin develop a strategic alignment based on the objectives of the National Microelectronics Strategy. Existing research and economic expertise, combined with the high level of innovation in the field, places „advanced packaging and microintegration“ at the centre of strategic considerations. Early strategic integration of photonics, which is becoming increasingly important for microelectronics and in which Berlin traditionally has a strong reputation, would further strengthen the state's starting position. The strategy developed jointly with stakeholders from politics, research and industry, should be long-term, consistently pursued politically and clearly communicated – both internally to Berlin's own research and industry players and externally in the European and international context. Only through such coherent and visible positioning Berlin can fully exploit its potential and contribute effectively to Europe's technological sovereignty in the field of microelectronics.

1. Einleitung

1.1 Bedeutung der technologischen Souveränität für Deutschland und Europa

Die technologische Souveränität ist ein zentrales strategisches Ziel für Europa und Deutschland. Der Rat für technologische Souveränität¹ des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR; ehemals Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)) definiert sie als die „Fähigkeit, jederzeit Zugang zu denjenigen Schlüsseltechnologien garantieren zu können, die zur Umsetzung gesellschaftlicher Prioritäten und Bedürfnisse notwendig sind“. Dies umfasst nicht nur die Nutzung und Weiterentwicklung von Technologien, sondern auch die Identifikation und Schließung strategischer Lücken sowie die Mitgestaltung globaler technischer Standards. Dabei kann es erforderlich sein, wesentliche Technologien eigenständig zu entwickeln und Produktionskapazitäten in Europa aufzubauen, um politische Handlungsfähigkeit und wirtschaftliche Resilienz zu gewährleisten.

„Technologische Souveränität ist die Fähigkeit, jederzeit Zugang zu denjenigen Schlüsseltechnologien garantieren zu können, die zur Umsetzung gesellschaftlicher Prioritäten und Bedürfnisse notwendig sind. Dies umfasst die Verwendung und Weiterentwicklung von Technologien und Produkten unter Berücksichtigung der verfügbaren Ressourcen und notwendigen Dienstleistungen, Lücken sichtbar zu machen und wenn möglich zu schließen, und Standards auf den globalen Märkten mitzubestimmen.

Technologische Souveränität kann dabei auch erfordern, Schlüsseltechnologien und technologiebasierte Innovationen in Europa eigenständig zu entwickeln und eigene Produktionskapazitäten innerhalb der Wertschöpfungsnetze aufzubauen, wenn dies zum Erhalt der staatlichen Handlungsfähigkeit oder zur Vermeidung einseitiger Abhängigkeiten – unter Berücksichtigung sich verändernder geopolitischer Randbedingungen – notwendig ist. Das setzt die Fähigkeit voraus, alle relevanten technologischen Entwicklungs- und Herstellungsprozesse verstehen und bewerten zu können und hat den Anspruch, gleichberechtigt mit strategisch wichtigen Partnern zusammenzuarbeiten.“
(Rat für technologische Souveränität)

Technologische Souveränität ist von essenzieller Bedeutung, da moderne Gesellschaften zunehmend von digitaler Infrastruktur und Hochtechnologien abhängig sind. Eine einseitige Abhängigkeit von außereuropäischen Technologieanbietern birgt wirtschaftliche, geopolitische und sicherheitspolitische Risiken. Insbesondere in Krisenzeiten oder bei Handelskonflikten können solche Abhängigkeiten zu gravierenden Versorgungsengpässen führen. Zudem entscheiden der Zugang zu und die Kontrolle über Zukunftstechnologien maßgeblich über Innovationskraft, Wettbewerbsfähigkeit und strategische Autonomie von Volkswirtschaften. Staaten reagieren auf diese Entwicklung mit erhöhten staatlichen Eingriffen, beispielsweise in Form von Subventionen für die Ansiedlung von Produktionsstätten.

Diese staatlichen Eingriffe adressieren auch immer stärker bestimmte Technologien beziehungsweise technologieintensive Güter. Die Auswahl der geförderten Technologien unterscheidet sich dabei zwischen den Staaten. Einer Analyse des Rats für technologische Souveränität zufolge fördern nahezu alle Staaten die Künstliche Intelligenz, Quantentechnologie und Biotechnologie, knapp gefolgt von der Mikroelektronik.² Dabei bildet die Mikroelektronik als Grundlage für nahezu alle digitalen und industriellen Anwendungen ein zentrales Handlungsfeld der technologischen Souveränität. Mikroelektronik ist essenziell für Künstliche Intelligenz, das Internet of Things (IoT), die Telekommunikation und Automobilindustrie sowie zahlreiche weitere technologische Bereiche. Gegenwärtig ist die europäische Mikroelektronikindustrie jedoch stark von Zulieferern aus Asien und den USA abhängig. Diese Abhängigkeit wurde besonders während der globalen Chip-Knappheit in den Jahren 2021–2023 deutlich, die Lieferketten unterbrach und die Produktion in zentralen Industrien erheblich beeinträchtigte.

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, hat die Europäische Union 2023 den European Chips Act ins Leben gerufen, der darauf abzielt, die europäische Halbleiterproduktion auszubauen und Investitionen in Forschung und Entwicklung (FuE) zu stärken. Deutschland als Produktionsstandort Nummer eins für Halbleiter in Europa spielt hierbei eine zentrale Rolle, indem es sich mit gezielten Förderprogrammen und Investitionen an der Stärkung der Mikroelektronikinfrastruktur beteiligt. Die Sicherstellung der technologischen Souveränität in diesem Bereich ist somit eine wesentliche Voraussetzung für die Zukunftsfähigkeit europäischer Industrien und für eine resiliente, nachhaltige Wertschöpfungskette.

Besonders Ostdeutschland nimmt in diesem Kontext eine Schlüsselrolle ein, da es als Standort für neue Halbleiterfabriken und Forschungszentren zunehmend an Bedeutung gewinnt. So hatte Intel bereits 2023 die Genehmigungen inklusive Subventionen aus Deutschland in Höhe von knapp 10 Mrd. Euro zum Bau eines großen Werks in Magdeburg erhalten, das als strategischer Knotenpunkt für die europäische Chip-Produktion dienen sollte.³ Auch die geplante Halbleiterfabrik der European Semiconductor Manufacturing Company (ESMC) in Dresden hat die erforderlichen Genehmigungen erhalten. Der Bund stellt Fördermittel in Höhe von bis zu 5 Mrd. Euro für die von den Unternehmen TSMC, Bosch, Infineon und NXP geplanten Investitionen in das Joint Venture bereit. Die im sächsischen Dresden geplante Halbleiterfabrik umfasst ein Gesamtinvestitionsvolumen von über 10 Mrd. Euro. Dieses Vorhaben ist das erste deutsche Projekt, das im Rahmen des European Chips Act sowohl von der Europäischen Kommission beihilferechtlich genehmigt als auch auf nationaler Ebene bewilligt wurde. Mit seinem Investitionsvolumen stellt es derzeit das bedeutendste Einzelvorhaben dieser Art innerhalb der Europäischen Union dar.

Berlin spielt beim Erhalt und Ausbau der technologischen Souveränität Deutschlands in der Mikroelektronikindustrie ebenfalls eine wichtige Rolle. Nicht nur als Standort führender Forschungsinstitute wie dem Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM), dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI), dem Ferdinand-Braun-Institut (FBH) oder der Technischen Universität Berlin, sondern auch als bedeutendes Zentrum für Startups und Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette der Mikroelektronik. Zudem sind bestehende Kompetenzen Berlins in der Photonik, die nicht nur wichtige Anwendungsfelder darstellen, sondern mittelfristig auch als Enabler der nächsten Generation der Mikroelektronik gelten, als Alleinstellungsmerkmal hervorzuheben. Die enge Verzahnung von Wissenschaft, Industrie und Politik macht Berlin zu einem wichtigen Innovationsstandort, der die strategische Entwicklung der Mikroelektronik in Deutschland und Europa maßgeblich beeinflusst. Dabei spielt auch die im Rahmen des European Chips Acts verabschiedete Pilotlinie „APECS“ (kurz für „Advanced Packaging and Heterogeneous Integration for Electronic Components and Systems“), die von der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) in Berlin umgesetzt wird, eine wichtige Rolle.

1.2 Zielsetzung der Studie

Vor dem Hintergrund der tiefgehenden internationalen Verflechtungen und gegenseitigen Abhängigkeiten – von der wissenschaftlichen Kooperation über den globalen Rohstoffhandel bis hin zur industriellen Fertigung – stellt sich die zentrale Frage, in welchem Umfang eine vollständige technologische Souveränität in der Mikroelektronik realisierbar ist. Gleichzeitig bedarf es einer Definition der Ziele, die mit technologischer Souveränität verfolgt werden sollen, um deren Reichweite und strategische Umsetzung bewerten zu können.

Technologische Souveränität in der Mikroelektronik bedeutet für Europa, eigene Halbleitertechnologien zu entwickeln, strategische Abhängigkeiten zu reduzieren und globale Standards zu setzen. Dies erfordert Investitionen in Forschung, Produktion und internationale Partnerschaften, um langfristig wettbewerbsfähig und geopolitisch unabhängig zu werden. Ziel ist es dabei nicht, ein autonomes System aufzubauen und gänzlich auf außereuropäischen Handel zu verzichten, sondern durch diversifizierte Abhängigkeiten einen Handel auf Augenhöhe sicherzustellen. Die Bewertung der technologischen Souveränität Europas erfolgt dabei entlang der einzelnen Wertschöpfungsschritte anhand von drei Kriterien: dem Anteil Europas am Weltmarkt, der geografischen Konzentration im globalen Markt und dem wirtschaftlichen Potenzial.

Im Ergebnis zeigt die Studie eine Einschätzung zur technologischen Souveränität Europas entlang der Mikroelektronik-Wertschöpfungskette und geht anschließend auf den Beitrag Ostdeutschlands und insbesondere Berlins ein. Auf Basis der zuvor erlangten Erkenntnisse werden abschließend konkrete Handlungsempfehlungen formuliert.

1.3 Methodik und Aufbau

Methodisch verfolgt die Studie einen Mixed-Method-Ansatz. Neben einem umfangreichen Desk Research, welches eine strukturierte Analyse der einschlägigen Literatur zum Thema beinhaltet, lag der Fokus auf qualitativen Datenerhebungen. Im Rahmen von semi-strukturierten Interviews mit Stakeholdern aus Politik, Forschung (Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen), Clustern, Verbänden und Unternehmen wurden Fragen zur technologischen Souveränität Europas sowie bestehende Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken der Mikroelektronik in Berlin

adressiert. Weiterhin wurde vertieft auf das Thema Kooperationen und Fachkräfte in der Mikroelektronik eingegangen. Zuletzt wurden die Interviewpartner:innen nach notwendigen Schritten zur langfristigen Sicherstellung technologischer Souveränität im Halbleiterbereich befragt. Ergänzend zu den qualitativen Erhebungen wurden Primär- und Sekundärdatenanalysen durchgeführt. Als Primärdatenquellen diente die von der Technologiestiftung Berlin bereitgestellte Innovationserhebung 2024, die Unternehmensdaten der Berliner Elektroindustrie aus dem Jahr 2023 beinhaltet. Dabei standen insbesondere Innovationsdaten, zum Beispiel zu FuE-Ausgaben oder Umsätzen (mit Produktbeziehungsweise Marktneuheiten), im Zentrum.⁴ Diese wurden ergänzt um Daten aus Sekundärquellen, die eine Übersicht der Bedeutung der Mikroelektronikindustrie für Europa und Deutschland gewährleisten. Abschließend wurden die erhobenen qualitativen und quantitativen Daten im Rahmen eines Workshops mit Verantwortlichen der Berliner Politik eingeordnet und bewertet. Die Einordnung erfolgte dabei im Rahmen

einer SWOT-Analyse. Daraus ableitend wurden entsprechende Handlungsempfehlungen erarbeitet.

Zu Beginn der Studie wird zunächst ein Überblick über die Mikroelektronikindustrie gegeben. Dazu wird der Begriff „Mikroelektronik“ definiert und abgegrenzt. Anschließend wird die Wertschöpfungskette innerhalb der Branche analysiert. Zudem wird die Bedeutung der Mikroelektronikindustrie für Europa und insbesondere für Deutschland untersucht. Das dritte Kapitel befasst sich mit dem Beitrag der Mikroelektronik zur technologischen Souveränität Europas. Hierzu wird die europäische Technologiesouveränität entlang der Wertschöpfungskette analysiert. Weiterhin werden potenzielle Wachstumsfelder in der Wertschöpfung betrachtet. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf dem Beitrag Ostdeutschlands und Berlins zur technologischen Souveränität. Auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse werden im vierten Kapitel konkrete Handlungsempfehlungen für das Land Berlin erarbeitet.

2. Überblick über die Mikroelektronikindustrie

2.1 Was ist Mikroelektronik?

Die Mikroelektronik ist ein Teilgebiet der Elektronik, welches sich mit der Entwicklung und Herstellung miniaturisierter Schaltkreise (auch Integrated Circuits, kurz: ICs oder „Chips“ genannt) auf Halbleiterbasis befasst. Sie bildet damit die Grundlage für eine Vielzahl elektronischer Anwendungen wie Computer oder Smartphones sowie Anwendungen moderner Technologien wie Künstlicher Intelligenz und dem Internet of Things.

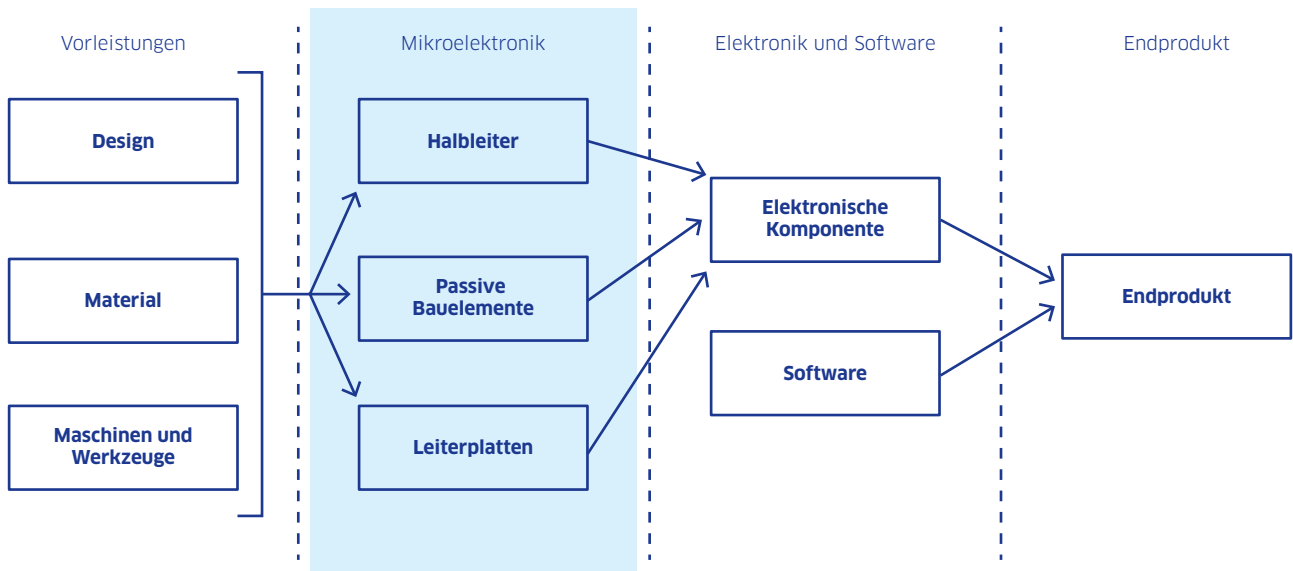
Klassische Mikroelektronik besteht aus drei Bauelementen:

1. **Halbleiter** sind Materialien, deren elektrische Leitfähigkeit zwischen jener von Leitern wie Metallen und Isolatoren wie Glas und Keramik liegen. Ihre besonderen Eigenschaften ermöglichen die gezielte Steuerung des Stromflusses durch äußere Einflüsse wie Temperatur, Licht oder Dotierung.
2. **Passive Bauelemente** steuern elektrische Energieflüsse nicht, sondern speichern elektrische Energie oder wandeln sie zum Beispiel in Wärme um. Zu den passiven Bauelementen gehören Widerstände, Kondensatoren und Induktivitäten. Passive Bauteile werden dabei zunehmend direkt in Substrate wie LTCC-Keramiken integriert, um Platz zu sparen und die Robustheit zu erhöhen.
3. **Leiterplatten (auch Printed Circuit Boards, kurz: PCBs)** bilden das mechanische und elektrische Grundgerüst für elektronische Bauteile. Sie ermöglichen damit Strom- und Signalübertragung zwischen einzelnen Komponenten. In modernen Integrationen werden komplette Systeme (Prozessoren, Speicher, Sensoren) auch ohne externe Leiterplatten auf einem Chip integriert. Leiterplatten spielen daher mittlerweile vor allem bei Systemvernetzungen eine Rolle.

Dabei ist wichtig zu betonen, dass jedes dieser Bauelemente spezielle Vorleistungen bezüglich des Designs,

der Materialien sowie der Maschinen und Werkzeuge aufweist (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1 Aufbau und Bestandteile der klassischen Mikroelektronik



Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an ZVEI (2024)

Das Ziel der Mikroelektronik ist es, elektronische Schaltungen und Systeme auf kleinstem Raum mit hoher Leistungsfähigkeit, geringem Energieverbrauch und niedrigen Kosten zu realisieren. Kernmerkmale der modernen Mikroelektronik sind daher die Miniaturisierung sowie die Integration.

- **Miniaturisierung** beschreibt, dass Bauelemente der Mikroelektronik kontinuierlich verkleinert werden.
- **Integration** beschreibt, dass elektronische Komponenten (Transistoren, Widerstände, Kondensatoren) auf einem gemeinsamen Substrat (meist Silizium) zusammengefasst und in einem einheitlichen Fertigungsprozess hergestellt werden.

Durch zunehmende Miniaturisierungs- und Integrationsprozesse baut die moderne Mikroelektronik sehr viel weniger auf Leiterplatten und externe passive Bauelemente, sondern versucht alle Funktionen auf hochintegrierten Chips zu vereinen. Ein Chip umfasst eine Vielzahl miniaturisierter elektronischer Schaltungen, die aktive Bauelemente (zum Beispiel Transistoren), passive Bauelemente (zum Beispiel Kondensatoren, Widerstände) sowie deren elektrische Verbindungen integrieren. Moderne Chips sind äußerst kompakt und enthalten Milliarden elektronischer Elemente auf nur wenigen Quadratmillimetern Fläche. Trotz einer Vielzahl differenzierter Produktkategorien lassen sich Halbleiter im Allgemeinen in drei Hauptkategorien einteilen (vgl. Tabelle 1).

Tabelle 1 Typen von Halbleitern

Halbleitertyp	Funktion	Anwendungen
Logik		
Mikroprozessoren	Mikroprozessoren (z.B. GPUs, CPUs) führen gespeicherte Anweisungen aus, um komplexe Rechenoperationen in Geräten zu steuern.	Smartphones, PCs, Laptops, KI-Systeme, Spielekonsolen
General-Purpose Logic	Ermöglichen benutzerdefinierte Logikoperationen, da sie keine vorgegebenen Anweisungen enthalten und frei programmierbar sind.	Telekommunikationsgeräte, Industrieautomatisierung, Luft- und Raumfahrttechnik
Mikrocontroller	Kompakte Rechner auf einem Chip, die einfache Rechenaufgaben in Alltagsgeräten übernehmen.	Automobil (z. B. Infotainment), Haushaltsgeräte, Smart-Home-Anwendungen
Connectivity-Produkte	Ermöglichen elektronischen Geräten die drahtlose oder kabelgebundene Datenübertragung über Netzwerke.	Smartphones, Tablets, IoT-Anwendungen, Laptops, PCs, Router
Speicher		
(D)RAM	Temporärer, flüchtiger Speicher für schnelle Datenzugriffe.	PCs, Smartphones, Server, Grafikkarten
NAND	Nichtflüchtiger Speicher zur dauerhaften Datenspeicherung.	SSDs, USB-Sticks, Speicherkarten, Smartphones, Firmware
Diskrete, Analoge and andere Bauelemente (DAO)		
Diskrete Produkte	Einzelne Komponenten wie Dioden, Transistoren oder Thyristoren, die separate Funktionen in Schaltkreisen übernehmen.	Netzteile, Motorsteuerungen, LED-Treiber, Spannungsregler
Analoge Produkte	Verarbeiten kontinuierliche Signale (z.B. Temperatur, Spannung), etwa Operationsverstärker oder Analog-Digital-Wandler.	Audioverstärker, Sensorik, Stromversorgung, Messgeräte
Andere Bauelemente	Spezialisierte Halbleiter wie optische Sensoren oder Leistungsregler, die nicht eindeutig zu Logik- oder Speicherchips gehören.	Oszillatoren, Sensoren, Stromversorgungsmodule, IoT-Anwendungen

2.2 Wertschöpfungskette der Mikroelektronik

Die Wertschöpfungskette der Mikroelektronik gilt im Vergleich zu anderen Wirtschaftszweigen als sehr komplex. Dies liegt zum einen an dem hohen Spezialisierungsgrad einzelner Fertigungsschritte und zum anderen an der starken internationalen Verflechtung der Fertigung. Die Fertigung eines einzelnen Chips umfasst etwa 1.000 Einzelschritte und überquert dabei rund 70 internationale Ländergrenzen.⁵

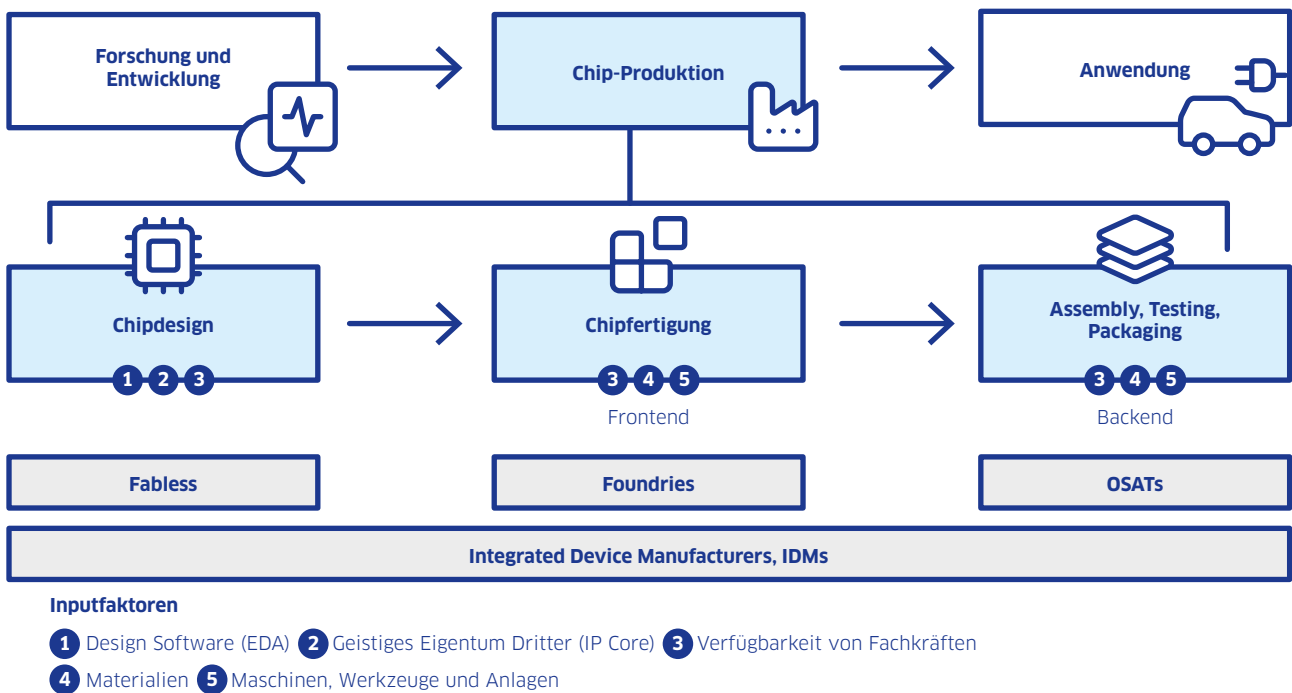
Abbildung 2 ist daher als eine vereinfachte Darstellung der Wertschöpfungskette zu verstehen und vermittelt die zentralen Schritte auf einer übergeordneten Ebene.

In der Praxis ist jedoch jeder einzelne dieser Schritte äußerst komplex und umfasst zahlreiche Teilschritte. Die obere Reihe der Abbildung 2 zeigt eine generalisierte Wertschöpfungskette, bestehend aus Forschung und Entwicklung, Produktion sowie Anwendung. Die Produktion von Chips durchläuft drei Wertschöpfungs-schritte: Chipdesign, Chipfertigung und Assembly, Testing, Packaging (ATP). Diese drei Schritte werden entweder von sogenannten „Integrated Device Manufacturer“ (IDM), wie dem deutschen Halbleiterhersteller Infineon, den US-amerikanischen Technologiekonzern Texas Instrument oder dem europäischen Unternehmen STMicroelectronics, unter einem Dach durchgeführt oder einzeln von spezialisierten Firmen. Dabei sind sogenannte Fabless Unternehmen, wie die

US-amerikanischen Unternehmen NVIDIA oder AMD, verantwortlich für das Design der Chips, während die Produktion der Chips von den sogenannten Foundries, wie TSMC aus Taiwan oder Globalfoundries aus den USA, und ATP von den sogenannten „Outsourced Semiconductor Assembly and Test“ (OSAT) Firmen durchgeführt wird. Zusätzlich umfasst die Wertschöpfung aber auch Vorleistungen, die hinsichtlich der wirtschaftlichen, aber auch geopolitischen Ebene von Bedeutung sind. Dazu zählen die Maschinen, Werkzeuge und Anlagen sowie die Materialien, die für die Produktion benötigt werden. Darüber hinaus sind weitere Faktoren

bei der Wertschöpfung relevant: Design Software, geistiges Eigentum Dritter (Intellectual Property, IP) sowie die Verfügbarkeit von Fachkräften. Eine wichtige Rolle in der Mikroelektronik spielen auch Standardisierungsorganisationen (zum Beispiel IEEE, ISO). Diese stellen durch Entwicklung, Festlegung und Pflege technischer Standards sicher, dass alle Akteure der Mikroelektronik entlang der Wertschöpfungskette auf gemeinsamen technischen Grundlagen arbeiten. Nachfolgend wird auf einzelne Schritte der Wertschöpfung nochmals gesondert eingegangen.

Abbildung 2 Wertschöpfungskette der Mikroelektronik



Quelle: Eigene Darstellung, 2025

Forschung und Entwicklung (FuE) umfasst zum einen vorwettbewerbliche FuE und zum anderen unternehmensspezifische FuE. Die vorwettbewerbliche Forschung zielt auf die Entwicklung technologischer Grundlagen ab, die branchenübergreifend genutzt werden können. Sie wird meist von öffentlichen Forschungseinrichtungen oder in Kooperation mit Unternehmen durchgeführt und dient der langfristigen Innovationssicherung. Im Gegensatz dazu ist die FuE in Unternehmen stark anwendungsorientiert und wettbewerbsbezogen. Sie verfolgt das Ziel, aus bestehenden wissenschaftlichen Erkenntnissen konkrete Produkte,

Prozesse oder Technologien zu entwickeln, die die Marktposition des Unternehmens stärken.

Chipdesign verantwortet mit rund 24 % den größten Anteil an der Wertschöpfung.⁶ Es umfasst mehrere Schritte: Spezifikation, logisches Design, physisches Design sowie Validierung und Verifikation. In der Spezifikationsphase wird festgelegt, wie der Chip im Gesamtsystem funktionieren soll. Das logische Design erstellt ein Schaltbild, das elektrische Komponenten miteinander verbindet. Im physischen Design wird dieses Schaltbild in ein physisches Layout mit Bauteilen

und Verbindungsleitungen umgesetzt. Die Validierung und Verifikation stellen sicher, dass der Chip gemäß der Entwurfspläne korrekt funktioniert.⁷ Für diesen komplexen Prozess kommt **EDA-Software** (Electronic Design Automation) zum Einsatz. Ein weiteres wichtiges Element im Chipdesign ist die sogenannte **Core IP** – wiederverwendbare, modulare Designblöcke, die von Designfirmen lizenziert und in neue Chipentwürfe integriert werden können.

Chipfertigung, auch als Frontend-Fertigung bezeichnet, ist ein komplexer Prozess, der verschiedenste spezialisierte Maschinen, Verfahren und Materialien erfordert. Zunächst wird in einer Abfolge unterschiedlicher Prozesse ein Zylinder aus hochreinem Silizium (oder einem anderen Halbleitermaterial) erzeugt, der anschließend in scheibenförmige Wafer geschnitten wird. In Halbleiterfabriken (sogenannten „Fabs“) entstehen aus diesen Wafern die eigentlichen Chips in zwei Hauptschritten: Im ersten Schritt werden Transistoren und andere elektronische Bauelemente in mehreren Materialschichten direkt in das Silizium eingebracht. Im zweiten Schritt werden in isolierenden Schichten oberhalb des Siliziums Metallverbindungen, sogenannte „Interconnects“, hergestellt, die diese Bauelemente miteinander verknüpfen. Zusammengenommen bilden diese Elemente komplexe Schaltkreise – ein einzelner Chip kann dabei aus Dutzenden solcher Schichten bestehen. Die Herstellung von Chips benötigt dabei enorme Reinheit. Um die erforderliche Reinheit und Präzision zu gewährleisten, sind hochkomplexe Verfahren notwendig. Darunter mit zentraler Bedeutung die optische Lithografie, aber auch Reinräume mit kontrollierter, insbesondere staubfreier Umgebung zur Ausführung der Fertigungsschritte.

Assembly, Testing und Packaging (ATP), auch als Backend-Prozess bezeichnet, beschreibt den Prozess bei dem einzelne Chips, sogenannte „Bare Dies“, aus dem Siliziumwafer herausgelöst und in ein schützendes Gehäuse eingebettet werden. Dieses Gehäuse schützt den empfindlichen Chip vor äußeren Einflüssen und mechanischen Schäden. Gleichzeitig übernimmt das Package eine zentrale Funktion für die elektrische Anbindung: Es ermöglicht die Verbindung des Chips mit anderen Komponenten und stellt sicher, dass er zuverlässig in Endgeräte integriert werden kann und seine volle Leistungsfähigkeit entfaltet. Anschließend wird jeder Chip sorgfältig geprüft, um sicherzustellen, dass er die gewünschten Funktionen zuverlässig erfüllt. Auch

dieser Produktionsschritt erfordert den Einsatz spezialisierter Anlagen, Materialien und Verfahren.

Elektronikmontage bildet die nachgelagerte Stufe der Systemintegration. Hier werden die verpackten Halbleiterbausteine zusammen mit anderen elektronischen Komponenten (Kondensatoren, Widerstände, Sensoren etc.) auf **Leiterplatten (PCBs)** montiert, elektrisch verschaltet und häufig zu kompletten elektronischen Systemen weiterverarbeitet. Diese Prozesse erfolgen typischerweise im Rahmen von **Electronic Manufacturing Services (EMS)**, die neben der Bestückung auch Test, Endmontage und logistische Dienstleistungen übernehmen.

Maschinen, Werkzeuge und Anlagen bilden die technologische Infrastruktur, die für die Entwicklung, Fertigung und Prüfung mikroelektronischer Bauelemente unerlässlich ist. Aufgrund der extremen Anforderungen an Präzision, Reinheit und Miniaturisierung in der Mikroelektronik sind diese Investitionsgüter hochspezialisiert und oft technologisch führend. Besonders in der Halbleiterproduktion, etwa bei der Fotolithografie, Ätzung, Dotierung oder Abscheidung, kommen komplexe Anlagen zum Einsatz, deren Anschaffung und Betrieb erhebliche Investitionen erfordern. Ein prominentes Beispiel sind EUV-Lithographiesysteme, die von wenigen spezialisierten Unternehmen gefertigt werden und eine Schlüsselrolle bei der Strukturverkleinerung spielen.

Materialien zur Halbleiterproduktion sind sowohl aus geopolitischer als auch aus wettbewerblicher Perspektive von enormer Bedeutung. Die Produktion von Halbleitern erfordert den Einsatz einer Vielzahl von Rohstoffen, darunter auch Seltenerdmetalle, deren Kosten einen wesentlichen Anteil an der Gesamtwertschöpfung eines Mikrochips ausmachen.⁸ Die technologische Basis nahezu aller Halbleiterkomponenten bilden Wafer, die vorrangig aus hochreinem Silizium, Siliziumkarbid oder aus III-V-Halbleitermaterialien wie Indiumphosphid, Galliumnitrid oder Galliumarsenid bestehen. Seitens der EU werden Silizium, Gallium und Germanium als kritische und strategisch bedeutsame Rohstoffe eingestuft, während Indium bislang nicht in diese Kategorie fällt.⁹ Trotz technologischer Alternativen bleibt hochreines Silizium – insbesondere aufgrund seiner Kosteneffizienz – gegenwärtig und auf absehbare Zeit das dominierende Ausgangsmaterial für die Waferherstellung.¹⁰ In den verschiedenen Phasen der Halbleiterfertigung kommen zudem spezialisierte Prozesschemikalien

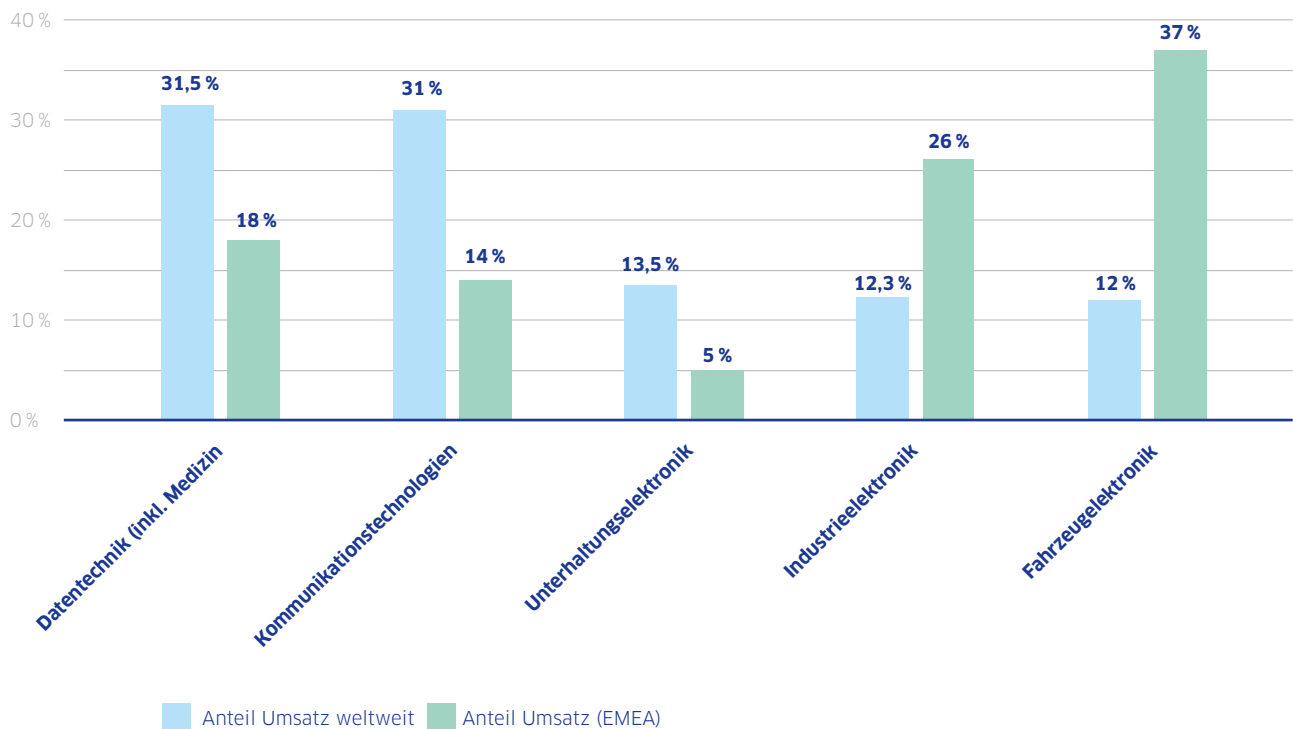
und -gase zum Einsatz – etwa zur Reinigung der Wafer oder zur präzisen Strukturierung der Schaltungen auf deren Oberfläche.

Fachkräfte sind ein zentraler Bestandteil der Wertschöpfung in der Mikroelektronik. Entlang der gesamten Prozesskette – von Design über Fertigung bis hin zum Packaging – ist hochqualifiziertes Personal unverzichtbar. Die Herstellung und Weiterentwicklung mikroelektronischer Bauelemente erfordert interdisziplinäres Fachwissen und technologische Expertise. Ein Mangel an Fachkräften stellt daher ein erhebliches Risiko für die Innovationsfähigkeit und Produktionssicherheit dar. Insbesondere vor dem Hintergrund globaler Standortkonkurrenz gewinnt die Verfügbarkeit qualifizierter Arbeitskräfte an strategischer Bedeutung. Der Aufbau und die Förderung entsprechender Bildungs- und Qualifizierungsstrukturen sind somit essenziell für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit der Branche.

Anwendungen der Mikroelektronik sind vielfältig und verteilen sich je nach Region unterschiedlich. Die größten Anwenderindustrien von Halbleitern sind die

Datentechnik (31,5 %) sowie Kommunikationstechnologien (31 %). Europäische Halbleiterhersteller nehmen insbesondere in der Sensorik, Leistungselektronik und Photonik eine weltweit führende Position ein mit Anwendungen für die Automobil-, Maschinenbau- und Medizintechnikbranchen (vgl. Abbildung 3). Deutsche Unternehmen sind dabei vor allem auf etablierte Technologieknoten, sogenannte „Legacy-Chips“, spezialisiert, die für zahlreiche industrielle Anwendungen, insbesondere im Automobil- und Energiesektor, von zentraler Bedeutung sind. Legacy-Chips werden unter anderem in sogenannten „Embedded Systems“ eingesetzt – beispielsweise in Form von Steuergeräten in Fahrzeugen. Unabhängig vom konkreten Anwendungsfall führt die wachsende Nachfrage nach Halbleitern, bedingt durch Digitalisierung und technologische Transformation, auch in Europa zu einem zunehmenden Bedarf. Laut Prognosen des Verbands VDMA wird sich der Chipbedarf im europäischen Industriesektor bis 2030 voraussichtlich verdoppeln. In der weiteren Analyse der technologischen Souveränität Europas sowie dem Beitrag Berlins wird der Anwendungsbereich nicht näher beleuchtet, da dies den Rahmen der Studie übersteigt.

Abbildung 3 Umsatzverteilung nach Abnehmerindustrie



Quellen: ZVEI (2021) McCleanReport (2022)¹¹

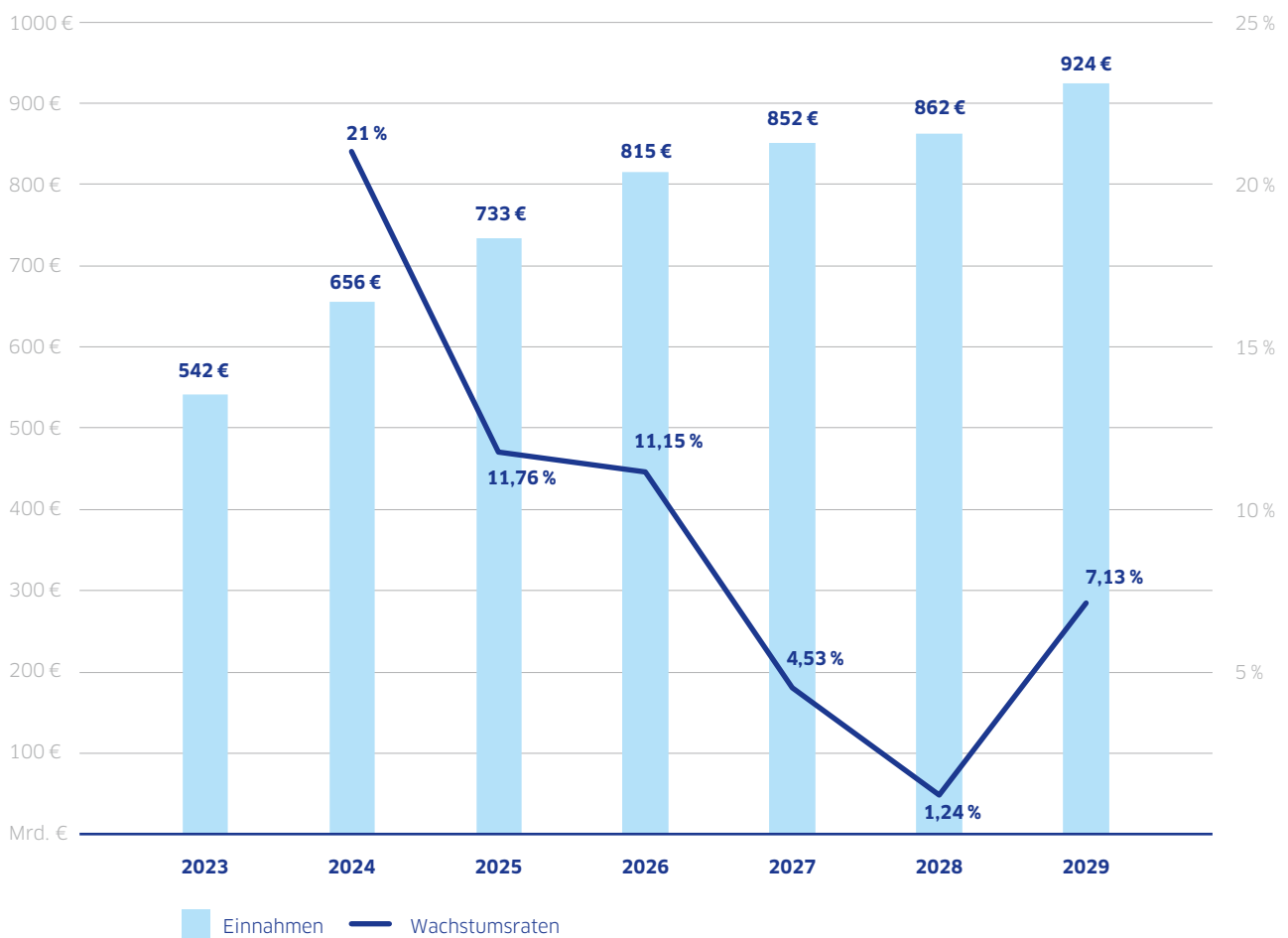
2.3 Bedeutung der Mikroelektronikindustrie in Europa und Deutschland

2.3.1 Wirtschaftliche Kennzahlen der Mikroelektronik

Bereits heute ist die Bedeutung der Halbleiterindustrie enorm hoch. Durch eine wachsende Elektrifizierung in

allen Bereichen des Lebens wird sie in den kommenden Jahren voraussichtlich weiter zunehmen. Das bestätigt sich auch mit Blick auf die Einnahmen der Branche, die in den kommenden Jahren laut Prognose immer weiter ansteigen (vgl. Abbildung 4). Die zu erwartenden Wachstumsraten haben zwar den Schätzungen zufolge ihren Hochpunkt im Jahr 2024 bereits erreicht, bleiben aber weiterhin auf einem hohen Niveau.

Abbildung 4 Prognose der Einnahmen und Wachstumsraten der weltweiten Halbleiterindustrie

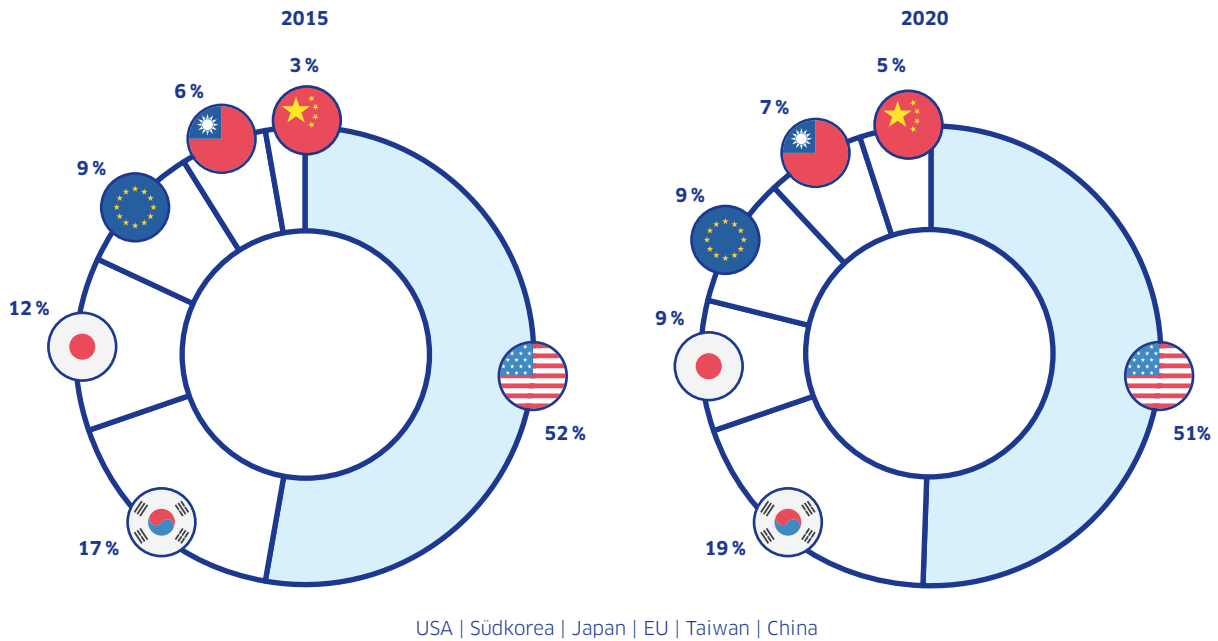


Quelle: Gartner, Schätzung von 2025

Aus der regionalen Verteilung der weltweiten Umsätze der Halbleiterproduktion wird deutlich, dass US-Firmen, trotz leicht abnehmendem Trend, gemessen am Firmensitz, etwa die Hälfte der Umsätze in der Halbleiterproduktion verantworten. Darauf folgen mit größerem Abstand Südkorea (19%) sowie Japan und die EU mit

jeweils 9%. Der Anteil der EU hat sich dabei von 2015 auf 2020 kaum verändert (vgl. Abbildung 5). Generell zeigt sich daraus aber bereits, dass Europa im weltweiten Vergleich bei der Halbleiterproduktion nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Abbildung 5 Halbleiterproduktion nach Firmensitz (Anteil weltweiter Umsatz in %)

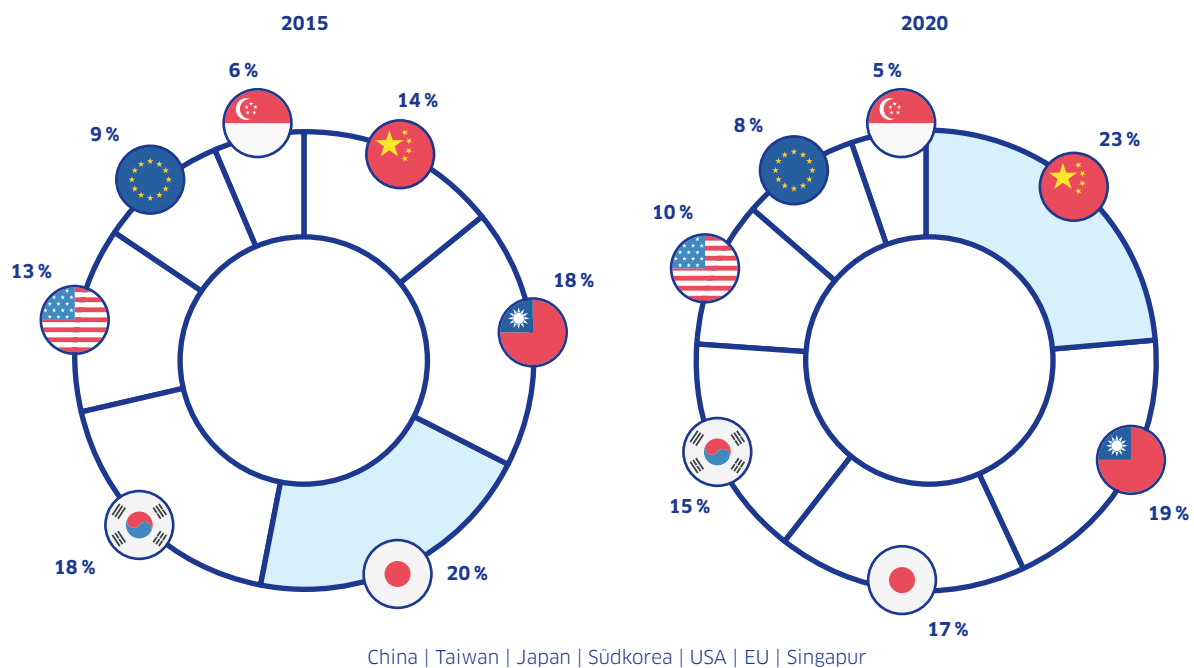


Quelle: ZVEI (2021)

Sowohl bei der Unterscheidung nach Firmensitz als auch nach Produktionsstandort zeigt der Anteil der EU am weltweiten Umsatz mit rund 8 bis 9% eine weitgehend konstante Entwicklung (vgl. Abbildung 6). Massive Unterschiede zwischen den Umsatzanteilen nach Firmensitz oder nach Produktionsstandort fallen bei den USA und China auf. Hiernach haben die USA statt eines

Anteils von 50% bei der Betrachtung nach Firmensitz, gemessen am Produktionsstandort nur einen Anteil von 10% am weltweiten Umsatz. Wohingegen China statt 5% Umsatzanteil nach Firmensitz mit 23% gemessen am Produktionsstandort, den größten Anteil am weltweiten Umsatz ausmacht. In 2020 ist das sogar deutlich ausgeprägter als in 2015.

Abbildung 6 Halbleiterproduktion nach Produktionsstandort (Anteil am weltweiten Umsatz in %)

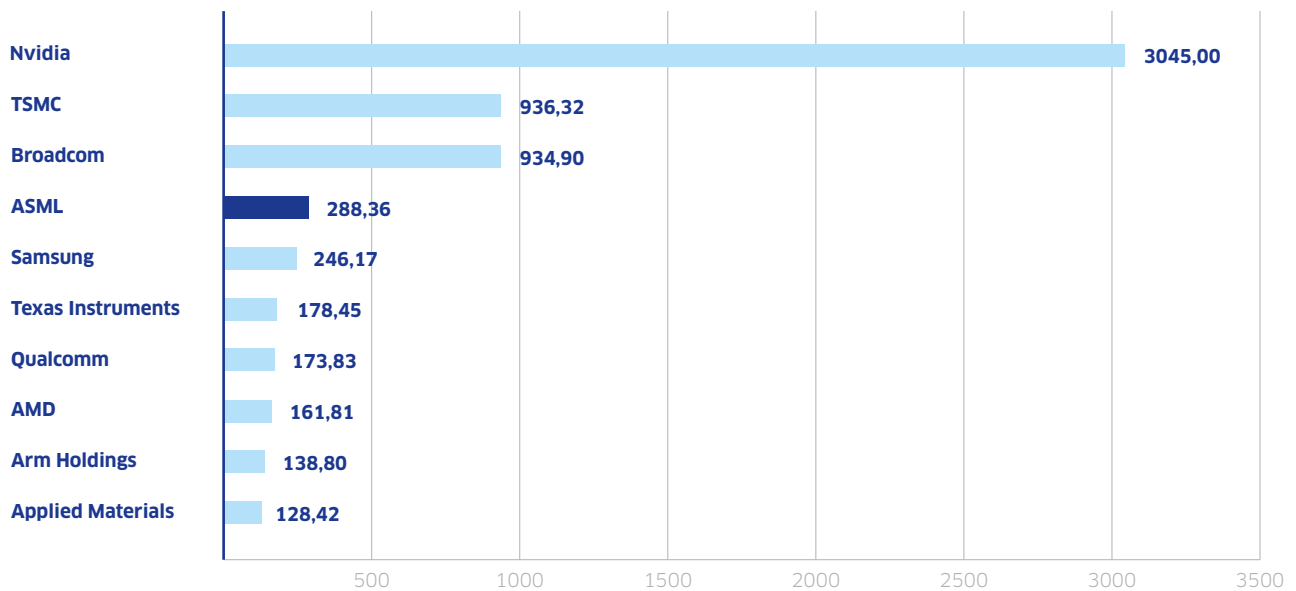


Quelle: ZVEI (2021)

Auch beim Blick auf die größten Halbleiter-Unternehmen der Welt zeigt sich, dass Europa im internationalen Vergleich nur eine kleine Rolle einnimmt. Gemessen an der Marktkapitalisierung ist mit ASML aus den

Niederlanden nur eine europäische Firma unter den ersten zehn. Auf dem ersten Platz liegt mit NVIDIA ein US-amerikanisches Fabless-Unternehmen, gefolgt von der taiwanesischen Foundry TSMC (vgl. Abbildung 7).

Abbildung 7 Top 10 Halbleiter-Unternehmen nach Marktkapitalisierung (in Mrd. US-Dollar)



Quelle: Statista¹², März 2025

Obwohl die EU im globalen Vergleich nicht die größte Rolle in der Halbleiterindustrie spielt, ist der Ausbau der Branche von enormer Bedeutung. Dabei ist nicht nur die prognostizierte Größe des europäischen Marktes mit einem Wert von 63,5 Mrd. Euro beachtlich, sondern auch das enorme Wachstum der Branche. Den größten

Anteil, gemessen an der europäischen Marktgröße, verantworten die Logik-Halbleiter mit geschätzten 14,6 Mrd. Euro, gefolgt von den Speicher-Halbleitern (13,4 Mrd. Euro) und den Analoghalbleitern (11,8 Mrd. Euro) (vgl. Tabelle 2).

Tabelle 2 Steckbrief Halbleiterindustrie in Europa (2025)

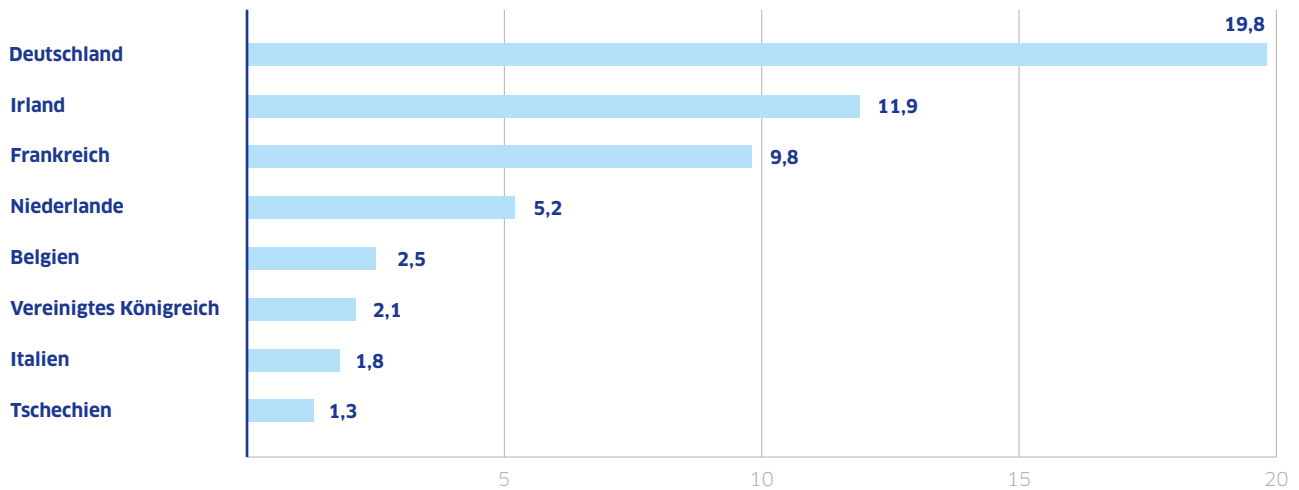
Größe des Halbleitermarktes	63,5 Mrd. Euro
Wachstum des Halbleitermarktes	12,60%
Logik-Halbleiter Marktgröße	14,6 Mrd. Euro
Speicher-Halbleiter Marktgröße	13,4 Mrd. Euro
Analoge-Halbleiter Marktgröße	11,8 Mrd. Euro

Quelle: Statista¹³

Innerhalb Europas ist Deutschland das wichtigste Land in der Halbleiterindustrie – über 50 % der europäischen Mikroelektronikproduktion findet in Deutschland statt. Zudem ist Deutschland der mit Abstand größte Exporteur von integrierten Schaltkreisen in Europa. Im Jahr

2022 exportierte Deutschland Halbleiterprodukte im Wert von 19,8 Mrd. US-Dollar und liegt damit deutlich vor anderen europäischen Ländern wie Irland oder Frankreich (vgl. Abbildung 8).

Abbildung 8 Exporthandelswert für integrierte Schaltkreise 2022 (in Mrd.US-Dollar)



Quelle: UN Comtrade, Statista¹⁴

Berlin spielt, was die Anzahl der Unternehmen betrifft, nur eine knapp unterdurchschnittliche Rolle in der deutschen Elektroindustrie, wobei die statistische Kategorie Elektroindustrie die Mikroelektronik nicht gut abbildet (vgl. Tabelle 3 und Exkurs: Einordnung der Halbleiterindustrie in der Statistik). Hiernach sind in Berlin 243 Unternehmen in der Elektroindustrie ansässig, was einem Anteil von 3,16 % aller Unternehmen der Elektroindustrie in Deutschland entspricht.¹⁵ Dennoch ist die Elektroindustrie für Berlin von enormer Bedeutung. Das liegt zum einen daran, dass mit fast 26.000 Beschäftigten ein nicht unerheblicher Anteil von 6,7 % der Berliner

Beschäftigten in der Elektroindustrie arbeitet. Zum anderen ist die Branche besonders innovativ – so sind 197 der 243 Unternehmen innovationsaktiv, bei einer Anzahl von 172 Innovatoren. Mit einem Anteil von 81 % innovationsaktiven Unternehmen ist die Elektroindustrie damit die innovativste Branche Berlins. Dabei liegt der Fokus eher auf Prozess- als auf Produktinnovationen. Auch der Anteil von Unternehmen mit Marktneuheiten liegt mit 23 % über dem deutschen Durchschnitt von 21 %. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass die FuE-Ausgaben der Unternehmen ebenfalls etwas über dem deutschen Durchschnitt liegen.

Tabelle 3 Zahlen und Daten zur Elektroindustrie¹⁶ in Berlin und Deutschland

	Berlin	Deutschland
Anzahl der Unternehmen insgesamt	243	7.679
Anzahl der innovationsaktiven Unternehmen	197	6.283
Anzahl der Innovatoren	172	5.181
Anzahl Beschäftigte*	25.926	862.471
Umsatz in Mio.Euro	8.846	244.810
Umsatz mit Produktneuheiten in Mio.Euro	1.263	36.466
Umsatz mit Marktneuheiten in Mio.Euro	376	7.824
Innovationsausgaben in Mio.Euro	966	23.553
FuE-Ausgaben in Mio.Euro	718	17.828
Anteil innovationsaktiver Unternehmen in %	81	82
Anteil Innovatoren in %	71	67
Anteil Produktinnovatoren in %	40	47
Anteil Prozessinnovatoren in %	62	56
Anteil Unternehmen mit Marktneuheiten in %	23	21
Anteil Unternehmen mit kontinuierlicher FuE-Tätigkeit in %	49	47
Anteil Unternehmen mit gelegentlicher FuE-Tätigkeit in %	20	18
Anteil an den Innovationsausgaben insgesamt in %	15,6	12,5
Innovationsausgaben als Anteil am Umsatz in %	10,9	9,6
FuE-Ausgaben als Anteil am Umsatz in %	8,1	7,3
Anteil investiver Innovationsausgaben in %	14	15

Quelle: Innovationserhebung Berlin (2024)¹⁷

Exkurs: Einordnung der Halbleiterindustrie in der Statistik

Die Halbleiterindustrie ist ein Teil der Elektroindustrie und wird in der amtlichen Statistik dem Bereich „Herstellung von elektronischen Bauelementen“ zugeordnet. Dieser Bereich umfasst unter anderem integrierte Schaltkreise, diskrete Bauelemente sowie Rohhalbleiter und Wafer. Für Analysen zu Wertschöpfung und Beschäftigung dient dieser Bereich als Grundlage – auch wenn er die Halbleiterindustrie nicht exakt abbildet.

Denn neben Halbleiterprodukten fallen darunter auch Solarzellen und Solarmodule. Außerdem bleiben Zulieferer aus dem Maschinenbau und der Chemieindustrie unberücksichtigt. Eine exakte, aktuelle Prozentzahl für den Anteil der Mikroelektronik an der Elektroindustrie ist nicht eindeutig ausgewiesen. Schätzungen zufolge liegt der Anteil der Mikroelektronik an der gesamten Elektroindustrie in Deutschland bei etwa 10–15 % des Branchenumsatzes.¹⁸

2.3.2 Rahmenbedingungen zur Stärkung der Mikroelektronikindustrie

Die wirtschaftlichen Kennzahlen zeigen, dass Europa und Deutschland im Bereich der Mikroelektronik international hinter den führenden Regionen zurückbleiben. Der Ausbau der Mikroelektronikindustrie in Deutschland und Europa erfordert entsprechende wirtschaftliche und gesetzliche Rahmenbedingungen. Die EU und Deutschland haben daher bereits einige Maßnahmen zur Stärkung der Branche eingeführt, wovon die wichtigsten nachfolgend kurz vorgestellt werden.

European Chips Act

Kernelement der europäischen Halbleiterstrategie, welche die europäische Kommission 2023 verabschiedete, ist der European Chips Act¹⁹. Dieses Gesetz zielt darauf ab, die technologische Souveränität Europas im Halbleiterbereich zu sichern. Dazu soll Europa seine Führungsrolle in Forschung und Entwicklung stärken und gezielt in Pilotlinien (vgl. Box „APECS“), Testeinrichtungen und innovative Chipdesigns investieren. Bis 2030 ist eine Vervierfachung der Produktionskapazität auf über 20 % der weltweiten Produktion geplant. Dabei liegt ein Fokus auf sogenannten „First-of-a-kind“-Fabs, um auch modernste Chips mit Knotengrößen unter 2nm in Europa fertigen zu können. Öffentliche und private Investitionen in Höhe von über 43 Mrd. Euro sollen dafür mobilisiert werden. Zudem sollen der akute Fachkräftemangel durch Qualifizierungsmaßnahmen behoben und neue Talente gewonnen werden. Schließlich soll ein tieferes Verständnis globaler Lieferketten helfen, Störungen frühzeitig zu erkennen und Europas Versorgungssicherheit zu stärken.

Die Umsetzung erfolgt dabei anhand von drei Säulen:

1. Die **„Chips for Europe“-Initiative** zielt auf den Ausbau technologischer Kapazitäten in Forschung, Entwicklung und Innovation ab. Im Zentrum stehen Investitionen in Pilotlinien, Designinfrastrukturen, Kompetenzzentren sowie Quantentechnologien. Die Umsetzung erfolgt primär über das **Chips Joint Undertaking**.

2. **Maßnahmen zur Sicherung der Versorgungssicherheit** fördern strategische Investitionen in „First-of-a-kind“-Produktionsstätten innerhalb der EU. Diese Fertigungen sollen die technologische Souveränität stärken und können unter bestimmten Bedingungen staatlich kofinanziert werden.
3. Ein **Monitoring- und Krisenreaktionsmechanismus** schafft ein EU-weites Frühwarnsystem zur Beobachtung der Halbleitermärkte. In Krisenfällen ermöglicht es koordinierte Eingriffe, etwa durch Vorrangregelungen, Exportkontrollen oder gemeinsame Beschaffungsmaßnahmen.

Die APECS-Pilotlinie („Advanced Packaging and Heterogeneous Integration for Electronic Components and Systems“) ist ein europäisches Großprojekt im Rahmen des European Chips Acts. Im Mittelpunkt stehen fortschrittliche Packaging-Technologien und die heterogene Integration, insbesondere Chiplet-Technologien, die über klassische System-in-Package-Lösungen hinausgehen. APECS bietet eine umfassende Plattform („One-Stop-Shop“) für die Entwicklung, das Design und die Pilotproduktion von innovativen elektronischen Komponenten und Systemen. Berlin ist ein zentraler Standort der APECS-Pilotlinie. Das Land Berlin investiert gemeinsam mit dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), der EU und weiteren Bundesländern in die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) und die APECS-Pilotlinie. Von den insgesamt 730 Mio. Euro, die deutschlandweit für die Stärkung der Chipproduktion investiert werden, entfallen 150 Mio. Euro auf Berlin – nach Sachsen der zweithöchste Betrag. Berlin beteiligt sich bis 2029 mit rund 17 Mio. Euro an den Projektkosten an drei wichtigen Standorten: dem Ferdinand-Braun-Institut, dem Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) und dem Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI). Die Koordination und Leitung der APECS-Aktivitäten in Deutschland erfolgt durch die Geschäftsstelle der FMD in Berlin.

Im Rahmen des European Chips Act wurden mehrere große Projekte angestoßen, die die strategischen Ziele konkret umsetzen (vgl. Tabelle 4).

Tabelle 4 Genehmigte Projekte im Rahmen des European Chips Act

Ort	Beteiligte Unternehmen	Technologie	Anwendungen	Fördermittel	Produktionsstart
Catania, Italien	STMicroelectronics	Siliziumkarbid-Substrate	Leistungselektronik	5 Mrd. Euro, davon 2 Mrd. Euro aus öffentlichen Mitteln	2026
Crolles, Frankreich	STMicroelectronics & GlobalFoundries	300-mm FD-SOI	Fabrik soll zentrale Industrien wie Automotive und IoT versorgen	7,5 Mrd. Euro, davon 2,9 Mrd. Euro aus öffentlichen Mitteln	2026, *Status derzeit unsicher
Dresden, Deutschland	TSMC, Infineon, NXP & Bosch	CMOS, FinFET	Chips für Automobil- und Kommunikationsanwendungen	10 Mrd. Euro, davon 5 Mrd. Euro aus öffentlichen Mitteln	2026
Dresden, Deutschland	Infineon	Discrete, analog/mixed signals	Zielbranchen sind u. a. Automobilindustrie und erneuerbare Energien.	5 Mrd. Euro, davon 1 Mrd. Euro aus öffentlichen Mitteln	2026
Magdeburg, Deutschland	Intel	Produktion modernster 2-nm-Chips	u. a. Smartphones, Laptops, Robotik, KI, und HPC	30 Mrd. Euro, davon 10 Mrd. Euro aus öffentlichen Mitteln	Bau mittlerweile abgeschlossen
Novara, Italien	Silicon Box	Advanced Packaging, Chiplet-Integration	Künstliche Intelligenz und High Performance Computing (HPC)	3,2 Mrd. Euro, davon 1,3 Mrd. aus öffentlichen Mitteln	2028

Der Verband der Elektro- und Digitalindustrie (ZVEI) bewertet in einer Studie die bisherigen Maßnahmen im Rahmen des European Chips Act als ersten Schritt für nachhaltiges Wirtschaftswachstum. Hiernach dürften die aktuellen Förderprogramme zusätzlich jährlich rund 33 Mrd. Euro zur Bruttowertschöpfung in der EU beitragen und zusätzliche Steuereinnahmen von etwa 7,9 Mrd. Euro generieren. Zudem werden voraussichtlich etwa 65.000 neue Arbeitsplätze entlang der Wertschöpfungskette und in angrenzenden Sektoren entstehen. Allerdings verdeutlicht die Analyse, dass die derzeitigen Maßnahmen nicht ausreichen, um die Ziele der EU zu erreichen. Ohne zusätzliche Investitionen droht der europäische Anteil an der weltweiten Chipproduktion bis 2045 von 8,1 % auf 5,9 % zu sinken. Nur eine Verstärkung der Förderpolitik kann hiernach den derzeitigen Anteil stabilisieren.²⁰

Auch die befragten Expert:innen aus den Interviews äußerten Kritik am europäischen Rahmenprogramm. Hiernach wurde unter anderem der zu starke Fokus

auf den Bau der Halbleiterfabriken kritisiert, wohingegen der Aufbau anderer Wertschöpfungsschritte vernachlässigt wird. Obwohl in Ansätzen bereits geschehen, müsse der European Chips Act hiernach noch stärker die gesamtheitliche Lieferkette fördern. Weitere Kritik bezieht sich auf das langsame Tempo bei der Umsetzung der Förderung, die damit einhergehenden langen Bewilligungszeiten stehen im Konflikt mit den kurzen Innovationszyklen der Halbleiterindustrie. Die interviewten Unternehmer:innen beklagen den mit der Förderung verbundenen bürokratischen Aufwand, der insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nicht zu bewerkstelligen ist, beziehungsweise nur mit erfahrenen Kooperationspartnern.

Angesichts mangelnder Investitionen beabsichtigen die Mitgliedstaaten der Europäischen Union, eine überarbeitete Förderstrategie zur Stärkung der europäischen Halbleiterindustrie zu verfolgen.²¹ Es wird abzuwarten sein, wie die genannten Herausforderungen in der neuen Förderbekanntmachung adressiert werden.

Weitere EU-Initiativen im Bereich der Mikroelektronik

Important Project of Common European Interest on Microelectronics and Communication Technologies (IPCEI ME/CT) ist eine von der Europäischen Kommission beihilferechtlich genehmigte, transnationale Förderinitiative, die 2023 als Nachfolgerin des ersten IPCEI genehmigt wurde. Während die fünf Mitgliedstaaten²² des ersten IPCEI bei einem Fördervolumen von 1,9 Mrd. Euro an öffentlichen Mitteln sowie 6,5 Mrd. Euro an privaten Mitteln insgesamt 43 Projekte unterstützten, nehmen am IPCEI ME/CT 56 Firmen aus 14 verschiedenen europäischen Mitgliedstaaten²³ teil, die insgesamt 68 Forschungsprojekte vorantreiben. Die beteiligten Staaten stellen dabei 8,1 Mrd. Euro Fördergelder zur Verfügung und hoffen auf zusätzliche private Mittel in Höhe von 13,7 Mrd. Euro. Der Anteil aus Deutschland von Bund und Ländern beläuft sich auf rund vier Milliarden Euro. Damit werden bislang 28 Projekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette gefördert. Europa-weit sollten über das Programm 8.000 Arbeitsplätze in

der Halbleiterindustrie geschaffen werden, davon 3.200 in Deutschland. Weitere 40.000 Stellen sollten zusätzlich durch Zulieferer und aus dem außereuropäischen Umfeld entstehen.²⁴ Berlin kofinanziert das Programm mit über 5 Mio. Euro und ist mit drei Projekten beteiligt.²⁵ Unter der Koordination von Deutschland, Frankreich und den Niederlanden ist derzeit das dritte IPCEI (das sogenannte „IPCEI Advanced Semiconductor Technologies“, kurz: IPCEI AST) in Planung.

Rahmenbedingungen im internationalen Vergleich

Im Bereich der Investitionen in den Ausbau der Mikroelektronik steht die Europäische Union in einem intensiven globalen Wettbewerb mit anderen führenden Wirtschaftsnationen. Zu den zentralen Akteuren zählen hierbei die USA, China, Japan, Südkorea, Singapur und Taiwan. Insbesondere die USA und China tätigen umfangreiche Investitionen in diesen Sektor und bedienen sich dabei unterschiedlicher staatlicher Förderinstrumente (vgl. Tabelle 5).

Tabelle 5 Förderung der EU im Vergleich zu USA und China

Kriterien	EU	USA	China
Fördermaßnahmen	IPCEI Mikroelektronik, European Chips Act	CHIPS and Science Act	„Made in China 2025“, National IC Fund
Laufzeit bis	2030	2027	2049
Zielsetzung	Souveränität in Halbleiterindustrie, Verdopplung des EU-Weltmarktanteils auf 20% bis 2030, Stärkung FuE	Rückverlagerung von Produktion („reshoring“), Reduktion der Abhängigkeit von Asien, Stärkung FuE und Ausbildung	Autarkie in der Halbleiterproduktion, Weltmarktführerschaft
Fördervolumen	– Chips Act: ca. 43 Mrd. Euro – IPCEI ME: 8 Mrd. Euro	– CHIPS Act: 52,7 Mrd. US-Dollar (davon ca. 11 Mrd. US-Dollar für FuE & ca. 39 Mrd. US-Dollar in Fertigung)	– National IC Fund (1. + 2. Runde): über 50 Mrd. US-Dollar – Weitere lokale Subventionen: 100 Mrd. US-Dollar
Finanzierungsinstrumente	Direkte Fördermittel	Steuergutschriften, direkte Fördermittel und zinsgünstige Kredite	Steuergutschriften, direkte Fördermittel und zinsgünstige Kredite
Besonderheit	Geförderte Projekte müssen im Einklang mit dem Beihilferecht der EU stehen	Keine neuen Kapazitäten in China, Russland, Iran, Nordkorea für geförderte Unternehmen	Summe aller Maßnahmen und Kriterien für Förderung nicht einsehbar

Die Europäische Union verfolgt mit dem IPCEI ME und dem European Chips Act eine technologieorientierte Förderstrategie, die primär auf Forschung und Entwicklung, insbesondere im Bereich fortgeschrittener Halbleitertechnologien, sowie auf die Stärkung der industriellen Resilienz abzielt. Die zur Verfügung gestellten öffentlichen Mittel, die sich insgesamt auf über 50 Mrd. Euro belaufen, kombinieren EU- und nationale Fördermittel und sollen durch erhebliche private Investitionen ergänzt werden. Die europäische Strategie ist geprägt von starker Regulierung, komplexen Genehmigungsverfahren und einer fragmentierten Förderstruktur zwischen supranationalen und nationalstaatlichen Ebenen, was die Umsetzungsgeschwindigkeit negativ beeinträchtigen kann.

Im Gegensatz dazu verfolgt die US-amerikanische Regierung mit dem 2022 verabschiedeten **CHIPS and Science Act** eine stärker industriepolitisch motivierte Strategie, die insbesondere auf die Repatriierung der Halbleiterproduktion und die strategische Reduktion der Abhängigkeit von asiatischen Lieferketten, insbesondere Taiwan, fokussiert ist. Dabei wird ein globaler Anteil von 30 % an der Halbleiterfertigung angestrebt. Die vorgesehenen Fördermittel in Höhe von über 52 Mrd. US-Dollar umfassen sowohl direkte Subventionen als auch steuerliche Anreize²⁶. Die Vereinigten Staaten setzen auf eine zentralstaatlich koordinierte Umsetzung über Bundesbehörden wie das Department of Commerce, wodurch eine vergleichsweise schnelle und zielgerichtete Mittelvergabe ermöglicht wird. Eine Besonderheit des US-amerikanischen CHIPS Acts liegt in dem Verbot des Aufbaus neuer Produktionskapazitäten für geförderte Unternehmen in den Ländern China, Russland, Iran und Nordkorea sowie Einschränkungen bei Forschungspartnerschaften mit dortigen Institutionen. Die EU dagegen verfolgt diesbezüglich einen liberaleren Ansatz und verpflichtet EU-geförderte Unternehmen nur im Krisenfall dazu, vorrangig kritische Aufträge zur Sicherstellung der Versorgung innerhalb der EU zu erfüllen.

Die chinesische Förderpolitik im Bereich der Mikroelektronik zeichnet sich durch eine langfristige und zentral gesteuerte Strategie aus, deren Ziel in der vollständigen technologischen Autarkie und dem Aufbau einer eigenständigen Halbleiter-Wertschöpfungskette besteht. Mit dem **National Integrated Circuit Industry Investment Fund** („Big Fund“) und flankierenden industriepolitischen Programmen „Made in China 2025“ wurden bislang über 45 Mrd. US-Dollar an staatlichen Mitteln

bereitgestellt, ergänzt durch umfangreiche Förderungen auf lokaler Ebene und durch staatlich kontrollierte Industrieakteure, so dass China insgesamt knapp 150 Mrd. US-Dollar bereitstellt. Dabei setzt die chinesische Regierung ähnlich zu den USA neben Zuschüssen, auch auf zinsgünstige Kredite und Steuerbefreiungen²⁷. Eine weitere Bewertung der Mikroelektronik-Förderung in China wird dadurch erschwert, dass die genauen Maßnahmen und Kriterien der Förderung, sowie die damit einhergehenden Auflagen nicht transparent verfügbar sind.²⁸ Dennoch lässt sich festhalten, dass aus chinesischer Perspektive westliche Exportkontrollen sowie der eingeschränkte Zugang zu Schlüsseltechnologien potenziell erhebliche Herausforderungen darstellen, wie exemplarisch am Fall der europäischen EUV-Lithographiesysteme deutlich wird.

In der Gesamtschau lässt sich festhalten, dass sowohl die EU, die USA als auch China zur Stärkung der inländischen Halbleiterindustrie einen massiven staatlichen Interventionismus betreiben. Während die Europäische Union einen stärker forschungsgetriebenen, innovationsorientierten Ansatz verfolgt, setzen die Vereinigten Staaten auf eine strategische Produktionsverlagerung und schnelle Marktwirksamkeit. China hingegen priorisiert eine breit angelegte industrielle Selbstversorgung, getragen von einer zentralen Steuerung industrieller Ressourcen.

Nationale Förderung

Das **Rahmenprogramm FITS2030**²⁹ („Forschung und Innovation für Technologische Souveränität 2030“) des BMBF ist zentraler Bestandteil der Zukunftsstrategie Forschung und Innovation der Bundesregierung³⁰ und bündelt die Förderung in acht digitalen und vier industriellen Schlüsseltechnologien. Die Mikroelektronik ist eine der zentralen digitalen Schlüsseltechnologien im FITS2030-Programm. Gefördert werden Forschungs- und Entwicklungsprojekte, die zur technologischen Unabhängigkeit Deutschlands im Bereich Mikroelektronik beitragen, etwa durch neue Halbleitertechnologien, innovative Fertigungsprozesse oder Anwendungen in Bereichen wie Künstliche Intelligenz und Kommunikation. Für das Jahr 2025 sind rund 1,6 Mrd. Euro für die Förderung digitaler und industrieller Schlüsseltechnologien vorgesehen, wovon ein wesentlicher Teil der Mikroelektronik zugutekommt. Auch in der im Juli 2025 verabschiedeten **Hightech-Agenda Deutschland**³¹ des BMFT findet sich die Mikroelektronik als eine von sechs Schlüsseltechnologien wieder. Im Rahmen

der Agenda wurden vier Ziele für die Mikroelektronik definiert. Dazu zählt die Schaffung eines europäischen Zentrums für Chipdesign („Designed in Germany“), die gezielte Stärkung des Transfers von der Forschung in die industrielle Umsetzung, die Steigerung der Marktanteile deutscher und europäischer Mikroelektronikunternehmen sowie die Stärkung der Resilienz europäischer Lieferketten und die damit einhergehende Minderung von einseitigen Abhängigkeiten.

Als zentraler Beitrag zur Hightech-Agenda Deutschland wurde im Oktober 2025 eine **nationale Mikroelektronik-Strategie**³² von der Bundesregierung beschlossen, die gemeinsam vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) und dem Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) erarbeitet wurde und eng mit entsprechenden Aktivitäten in der EU verknüpft ist. Dabei konzentriert sich die Strategie der Bundesregierung insbesondere auf drei Handlungsfelder: Forschung, Fachkräfte und Fertigung.

- Im Bereich **Forschung** stehen die Entwicklung von Kompetenzen im Chipdesign im Fokus sowie der Technologietransfer „From Lab to Fab“ mit Schwerpunkt auf Advanced Packaging. Die FMD übernimmt dabei eine Schlüsselrolle im Wissens- und Technologietransfer, während Hochschulen an der nächsten Technologiegeneration arbeiten und staatliche Forschungsförderung zur Stärkung technologischer Souveränität entscheidende Potenziale mobilisiert.
- Die **Fertigung** fokussiert sich auf Anreize zur Ansiedlung und Weiterentwicklung innovativer Mikroelektronikproduktion in Deutschland entlang der gesamten Wertschöpfungskette – von der Halbleiterfertigung über Advanced Packaging bis hin zu Materialien und Produktionsanlagen – sowie auf die konsequente Umsetzung des Transfers „From Lab to Fab“. Ziel ist es, die Standortattraktivität für eine souveräne Herstellung kritischer Halbleiter zu steigern, wozu auch der Ausbau von Designfähigkeiten und Systemkompetenz beiträgt.
- Erstmals wird eine mikroelektronikspezifische **Fachkräfteförderung** eingeführt, die eng mit Forschungs- und Investitionsprojekten verknüpft ist und die allgemeinen Fachkräftesicherungsmaßnahmen sektorspezifisch ergänzt. Ziel ist es, dem steigenden Personalbedarf gerecht zu werden und durch bessere Ausbildung sowie Rekrutierung die

Erfolgsbedingungen für Investitionen im Mikroelektroniksektor zu schaffen.

Die Bundesregierung engagiert sich in diesen drei Schwerpunktbereichen für die gezielte Weiterentwicklung des European Chips Act und betont dabei die Verantwortlichkeit Deutschlands als größtem Mikroelektronikstandort Europas „im besonderen Maße für die Widerstandsfähigkeit und Souveränität der europäischen Mikroelektronik“.

Exkurs: Fachkräfte

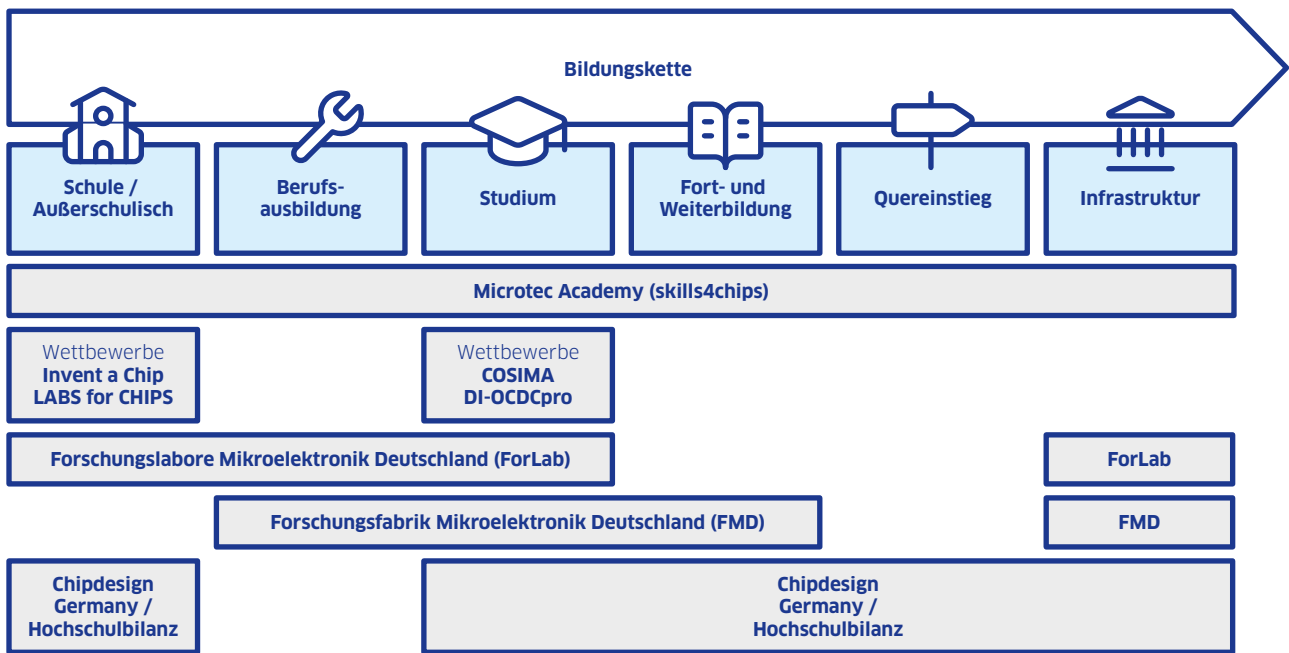
Der Fachkräftemangel, so bestätigen nahezu alle Expert:innen und Unternehmer:innen, ist für die Mikroelektronik eine der schwerwiegendsten Herausforderungen der Zukunft. Daher wird das Thema in dieser Studie auch gesondert adressiert. Aussagen aus den Interviews zufolge betrifft der Fachkräftemangel sowohl die Ausbildung als auch den akademischen Bereich. Einer Analyse des Instituts der deutschen Wirtschaft (IW) zufolge fehlten 2025 auf Facharbeiter:innenebene 89.600 Arbeitskräfte in Deutschland, während akademische Berufe 56.600 unbesetzte Stellen aufweisen. Zusätzlich fehlten 2025 in Deutschland 17.400 Spezialist:innen, Techniker:innen und Meister:innen.³³ Der Bedarf an Fachkräften, hier sind sich Expert:innen einig, wird in den kommenden Jahren weiter zunehmen. Das liegt einerseits daran, dass durch die zunehmende Elektrifizierung die Nachfrage nach Fachkräften in der Mikroelektronik weiter steigen wird und andererseits das Angebot an Fachkräften durch den demografischen Wandel weiter sinken wird. In einer Anfrage an die Bundesregierung schreibt diese unter Verweis auf das Fachkräftemonitoring des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales, dass bis zum Jahr 2027 65.000 Beschäftigten der Berufsgruppe der Elektrotechnik in Rente gehen werden, während 29.000 das Berufsfeld wechseln, sodass die zu erwartenden 89.000 Absolvent:innen in dem Fachgebiet den Neubedarf an Fachkräften nicht decken können.³⁴ Weitere Ursachen für den bestehenden Fachkräftemangel liegen laut Aussagen von Expert:innen in dem geringen Bekanntheitsgrad der entsprechenden Berufsbilder, den hohen Abbruchquoten in Ausbildung und Studium sowie der geringen Frauenquote. Zudem besteht insbesondere um hochqualifiziertes Personal ein hoher globaler Wettbewerb.

Um sowohl die Quantität als auch die Qualität der Fachkräfte in der Mikroelektronik zu erhöhen, hat das BMFTR entschieden, erstmals eine

mikroelektronikspezifische Fachkräfteförderung auf den Weg zu bringen. Zusätzlich zum mikroelektronikspezifischen Fachkräfte-Ansatz werden auch Ansätze aus der **Fachkräftestrategie der Bundesregierung**³⁵ und der **Nationalen Weiterbildungsstrategie**³⁶ von Bund, Ländern, Gewerkschaften, Arbeitgeber- und Wirtschaftsverbänden eingebunden. Abbildung 9 gibt einen Überblick über die Maßnahmen, die vom BMFTR zur

Fachkräftesicherung eingeleitet wurden. Diese tragen zur Fachkräftesicherung bei, indem sie die akademische Ausbildung des Nachwuchses verbessern, die Weiterbildung und Qualifizierung bestehender Fachkräfte fördern, den Wissenstransfer zwischen Forschung und Industrie stärken und das Interesse an einer beruflichen Laufbahn in der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik erhöhen.

Abbildung 9 Bildungskette zur Fachkräftesicherung



Quelle: BMFTR³⁷

Die **Microtec Academy** agiert entlang der gesamten Bildungskette in der Mikroelektronik und wird im Rahmen des BMFTR-Leitprojekts „**skills4chips**“ seit November 2024 mit über zwölf Millionen Euro gefördert, um mehr Menschen für die Branche zu gewinnen und ihre Qualifikation zu verbessern. Koordiniert aus Berlin bietet das Projekt flexible Lernformate für verschiedene Zielgruppen und fungiert als zentrale Anlaufstelle für Aus- und Weiterbildung sowie für die Vernetzung von Forschung, Industrie und Bildung. Aufbauend auf bestehenden Initiativen fördert sie praxisorientierte Qualifizierungsangebote, ergänzt durch innovative Module und eine enge Verzahnung mit industriellen Bedarfen. Ein besonderer Fokus liegt auf der Berufsorientierung und dem verbesserten Zugang zu Ausbildungsinfrastrukturen, ergänzt um eine jährliche Fachkonferenz zum Wissensaustausch.

Mit der Förderrichtlinie „**ForLab**“ wurden zwischen 2019 und 2021 die Forschungsinfrastruktur modernisiert und der wissenschaftliche Austausch gestärkt. Diese Maßnahmen verbessern nicht nur die Ausbildung, sondern stärken auch die Rolle der Hochschulen als Partner für die regionale Industrie, insbesondere KMU. Seit 2023 verfolgt das Projekt „**ForLab-NataliE**“ das Ziel, die hochschulübergreifende Zusammenarbeit weiter auszubauen und die Sichtbarkeit der Mikroelektronikforschung zu erhöhen. Durch praxisnahe Nutzungsmöglichkeiten der Forschungsstrukturen werden zugleich die Qualifizierung gestärkt und die nationale wie internationale Wettbewerbsfähigkeit der Forschung gefördert.

Zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit unterstützt das BMFTR wirtschaftsnahe Mikroelektronikinstitute, insbesondere im Rahmen der **Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)**, die modernisierte

Infrastrukturen und praxisnahe Weiterbildung bereitstellt. Die FMD arbeitet im Rahmen von APECS eng mit europäischen Partnern zusammen und versucht dabei insbesondere für KMU neue Technologien niedrigschwellig nutzbar zu machen. Mit Projekten wie dem Kompetenzzentrum „Green ICT @ FMD“ fördert sie zudem den Wissensaufbau im Bereich nachhaltiger Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) und entwickelt gezielte Qualifizierungsangebote. Diese Weiterbildungen werden über die Microtec Academy bundesweit verfügbar gemacht und stärken so die Fachkräftesicherung in zukunftsrelevanten Bereichen der Mikroelektronik.

Mit der Design-Initiative stärkt das BMFTR gezielt das deutsche und europäische Chipdesign-Ökosystem. Ein zentrales Element ist das Netzwerk **„Chipdesign Germany“**, das durch Austauschplattformen, Qualifizierungsangebote, Wissenstransfer und Verbundprojekte maßgeblich zur Sicherung von Fachkräften und Design-Kompetenzen beiträgt.

Um Technikbegeisterung frühzeitig zu fördern, unterstützt das BMFTR zudem seit Jahren Schüler:innen- und Studierendenwettbewerbe, die kreative Ideen und Erfindergeist anregen. Formate wie **„Invent a Chip“** oder **„Labs for Chips“** motivieren Jugendliche zur aktiven Auseinandersetzung mit Mikroelektronik, begleitet von Workshops und professioneller Betreuung. Für Studierende bieten Wettbewerbe wie **„COSIMA“** oder

Plattformen wie **„DI-OCDCpro“** die Möglichkeit, praxisnahe Chipdesign-Erfahrungen zu sammeln.

Eine Einschätzung zum Erfolg der eingeleiteten Maßnahmen lässt sich zum derzeitigen Zeitpunkt nicht seriös treffen. Expert:innen loben in den Interviews die Maßnahmen aber grundsätzlich und werten diese als „wichtigen Schritt in die richtige Richtung“. Insbesondere das zentrale gut ausgestattete Programm **„skills4chips“**, die frühzeitige Einbindung von Schüler:innen und die spezifische Ausbildung von Design-Kompetenzen werden in den Interviews positiv hervorgehoben. Als entscheidender Faktor für das Gelingen der Maßnahmen wird die Zusammenarbeit der verschiedenen Akteure, also Unternehmen, staatliche Akteure (z.B. Ministerien, Agentur für Arbeit) und Bildungsträger, angesehen. Dabei ist es von zentraler Bedeutung, dass die Reichweite und Qualität der Bildung durch praxisnahe Orientierung, Zielgruppenvielfalt und flexible Lernformate steigt und eine enge Abstimmung zwischen allen relevanten Akteuren auf regionaler und nationaler Ebene erfolgt. Weitere Maßnahmen, die Expert:innen vorschlagen, um den Fachkräftemangel zu reduzieren, beziehen sich in erster Linie auf die Zuwanderung. Denn neben dem eigenen Ausbilden müsse auch das Werben um ausländische Fachkräfte intensiviert werden. Dabei spielt das Thema Sprache eine wichtige Rolle. Hiernach sollten sowohl Ausbildung als auch Studium verstärkt in englischer Sprache angeboten werden.

3. Beitrag der Mikroelektronik zur Technologiesouveränität Europas

3.1 Analyse der europäischen Technologiesouveränität entlang der Wertschöpfungskette

Die Analyse der europäischen Technologiesouveränität erfolgt entlang der einzelnen Schritte der Wertschöpfung. Hierbei wird sich an den Werten der ZVEI-Studie orientiert.³⁸ Dabei ist wichtig zu betonen, dass die dort verwendeten Werte Durchschnittswerte sind, die je nach Halbleitertyp und Endprodukt erheblich variieren können. Ebenfalls wichtig zu erwähnen ist, dass Unternehmen auf Basis der Hauptsitze berücksichtigt sind.

Abbildung 10 zeigt eine Einordnung der technologischen Souveränität Europas entlang der einzelnen Wertschöpfungsschritte. Die Darstellung dient als eine Orientierung über den Status quo der europäischen Technologiesouveränität in den jeweiligen Wertschöpfungsschritten der Mikroelektronik.

Auf der horizontalen Achse ist der europäische Anteil an der globalen Wertschöpfung im jeweiligen Wertschöpfungsschritt abzulesen. Dies gibt Aufschluss darüber, in welchen Wertschöpfungsschritten Europa bereits über Kompetenzen und Ressourcen verfügt. Hiernach ist

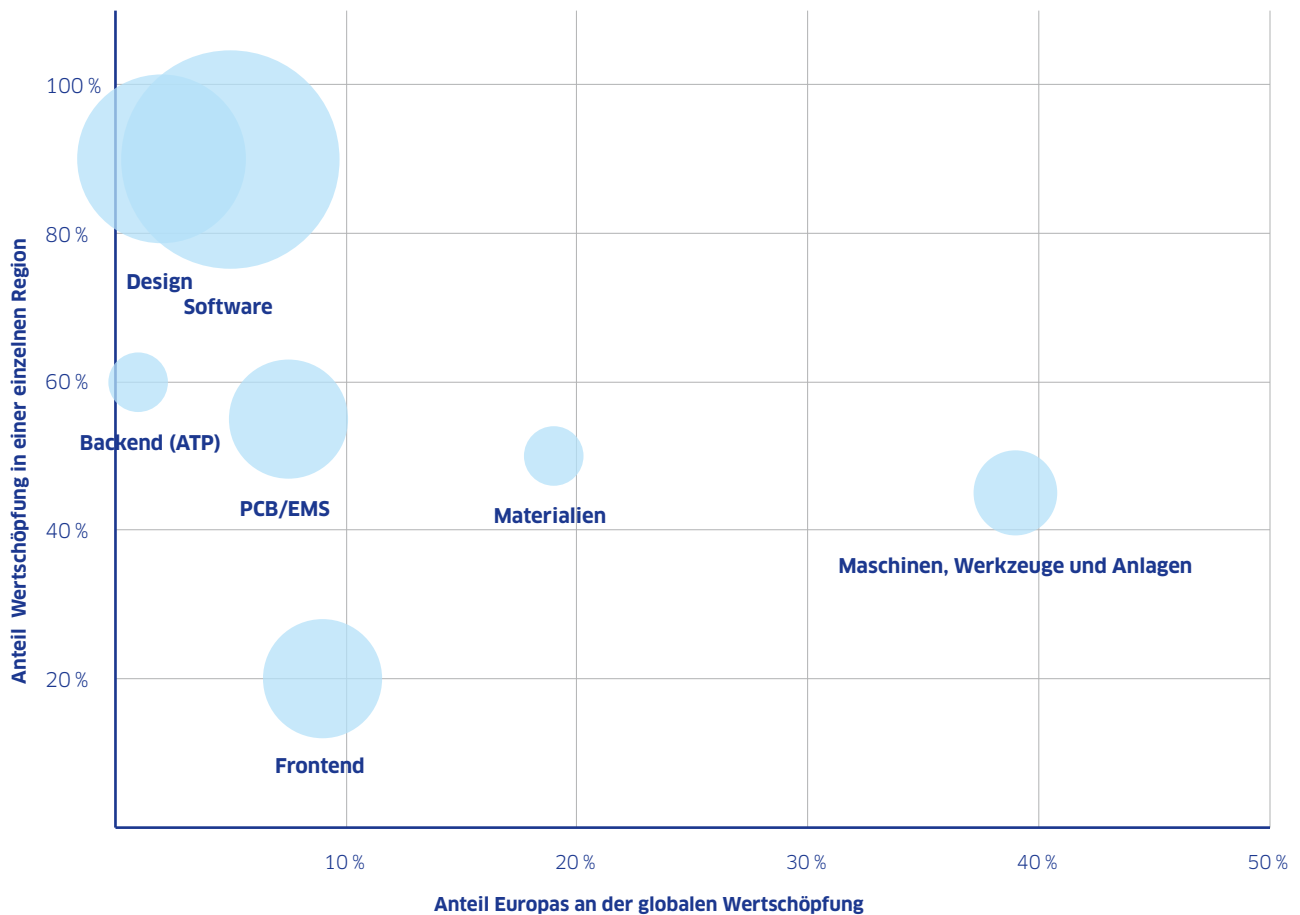
der höchste Anteil Europas an der globalen Wertschöpfung mit 39 % im Bereich der Maschinen, Werkzeuge und Anlagen, also in der Bereitstellung von Equipment. Gefolgt von Materialien (19 %) und mit etwas Abstand dem Bereich Frontend (9 %). Am geringsten ist der Anteil in den Bereichen Backend (1 %), Design (2 %) und Software (5 %).

Die vertikale Achse zeigt den Grad der geografischen Konzentration anhand der regionalen Verteilung innerhalb eines Wertschöpfungsschrittes. Eine besonders hohe geografische Konzentration in einzelnen Wertschöpfungsschritten liegt hiernach in den Bereichen Design und Software vor, die beide mit einem Anteil von knapp 90 % von Firmen aus den USA dominiert werden. Auch die Bereiche Backend (ca. 60 %) und PCB/EMS

(ca. 55 %) sind stark geografisch konzentriert, allerdings in Taiwan. Wohingegen in Japan eine Konzentration im Bereich Materialien zu beobachten ist.³⁹

Die Größe der Kreise gibt Aufschluss über das wirtschaftliche Potenzial der einzelnen Wertschöpfungsschritte, gemessen am Anteil des jeweiligen Wertschöpfungsschritts an der gesamten Wertschöpfung der Mikroelektronikindustrie. Diese Werte zeigen, dass das Design (24 %) und die Softwareentwicklung (40 %)⁴⁰ die größten Anteile an der Wertschöpfung in der Mikroelektronik auf sich vereinen, gefolgt von der Frontend-Fertigung, PCB/EMS, Maschinen/Werkzeuge/Anlagen, Materialien sowie dem Backend-Bereich. Nachfolgend werden die einzelnen Wertschöpfungsketten näher beleuchtet.

Abbildung 10 Einordnung der technologischen Souveränität Europas entlang der einzelnen Wertschöpfungsschritte



Quelle: Eigene Darstellung, Schätzungen basieren auf Daten des ZVEI

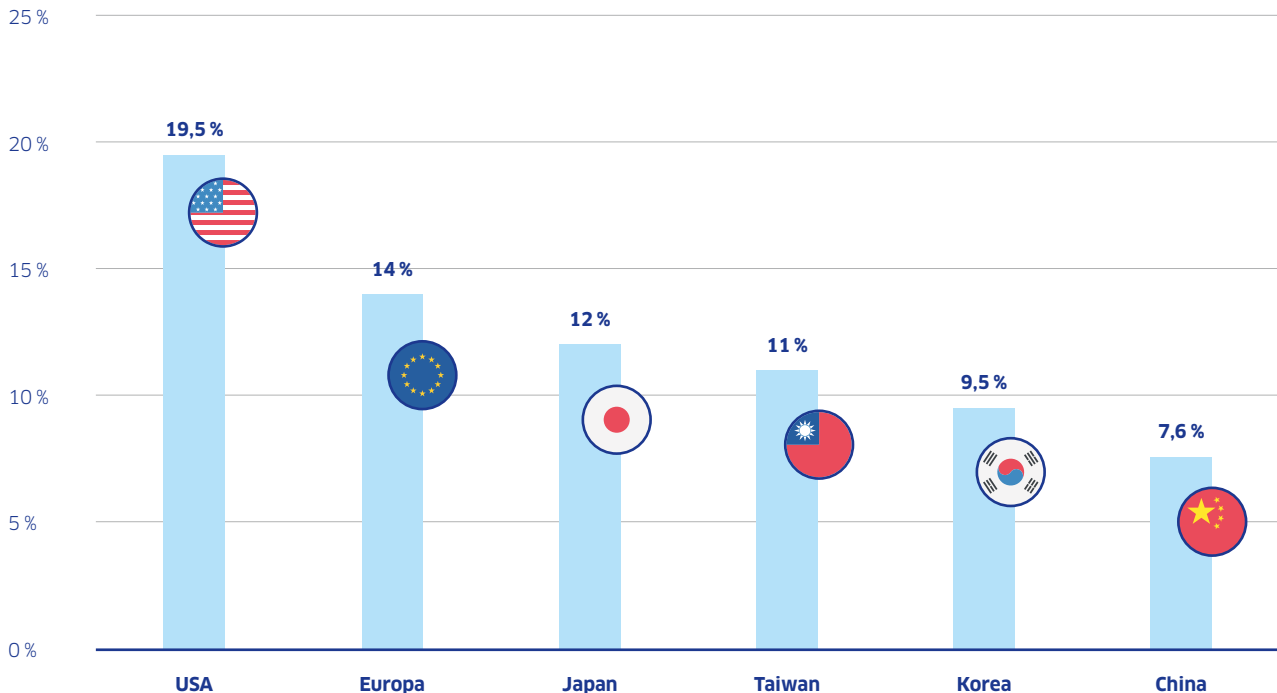
Forschung und Entwicklung umfasst sowohl staatliche als auch unternehmensseitige FuE. Während China im Bereich der staatlich finanzierten FuE als führend gilt,

wird der überwiegende Teil der weltweiten Halbleiter-FuE durch private Unternehmen getragen. In diesem Segment nehmen die USA eine dominante Stellung ein.⁴¹

Die US-amerikanische Halbleiterindustrie weist im internationalen Vergleich den höchsten Anteil der FuE-Ausgaben am Gesamtumsatz auf: Mit einem FuE-Anteil von 19,5 % übertrifft sie deutlich andere Regionen.

In Europa weisen Halbleiterunternehmen mit einem FuE-Anteil von 14 % des Umsatzes den zweithöchsten Wert auf, während der entsprechende Anteil in China lediglich 7,6 % beträgt (vgl. Abbildung 11).

Abbildung 11 Private FuE-Ausgaben in der Halbleiterindustrie als Anteil des Umsatzes im Jahr 2022 (in Prozent)



Quelle: Semiconductor Industry Association (2024)

Der Bereich **Materialien** für die Produktion von Halbleitern wird von einer begrenzten Anzahl an Unternehmen dominiert. Insbesondere im Bereich der Silizium-Wafer existiert global nur eine kleine Gruppe relevanter Anbieter. Hier dominieren insbesondere japanische Hersteller wie Shin-Etsu und Sumco. Die EU nimmt jedoch mit etablierten Unternehmen wie Soitec und Siltronic ebenfalls eine bedeutende Position ein. Insgesamt hat Europa einen Anteil von 19 % an der weltweiten Mikroelektronikwertschöpfung im Bereich Materialien, sodass man hier nicht von kritischen Abhängigkeiten spricht. Bei anderen Rohstoffen zur Halbleiterproduktion wie Indium, Gallium oder Germanium ist die EU in hohem Maße von Importen aus China abhängig, wobei derzeit keine unmittelbaren Versorgungsengpässe bei Gallium und Germanium in Deutschland und Europa bestehen.⁴² Problematisch ist vielmehr die Verarbeitung der Rohstoffe, die extrem energieintensiv ist, sodass die Energiepreise hier einen erheblichen Einfluss haben. Daher liegen zwar kurzfristig keine Versorgungsengpässe vor, dafür jedoch erhebliche

Wettbewerbsrisiken. Beim Thema Materialien spielt auch der Bereich der **Prozesschemikalien und -gase** eine wichtige Rolle. Obwohl die Marktanteile global auf die USA, Südkorea, Japan, Taiwan, China und die EU verteilt sind, handelt es sich um hochspezialisierte Produkte, die nur wenige Hersteller in einzelnen Ländern produzieren. Daraus ergeben sich komplexe gegenseitige Abhängigkeiten und eine hohe Verwundbarkeit gegenüber handelspolitischen Störungen.⁴³ In der EU steht die energieintensive Chemieindustrie zudem unter Druck, insbesondere durch hohe Energiepreise, was eine Verlagerung ins Ausland begünstigt. Führende europäische Akteure für Prozesschemikalien sind unter anderem Merck, BASF und Air Liquide.

Maschinen, Werkzeuge und Anlagen für die Halbleiterproduktion ist der Bereich, in dem der europäische Anteil an der globalen Bruttowertschöpfung mit Abstand am größten ist (39 %). Neben Europa verfügen nur die USA über vergleichbare Wertschöpfung in diesem Bereich. Dagegen haben viele asiatische Länder keine

eigenen Kapazitäten, wodurch eine Abhängigkeit von Europa und den USA besteht. China versucht seinerseits aufgrund bestehender Exportverbote eigene Lösungen zu finden. Der Markteintritt in diesen Sektor ist allerdings mit erheblichen Eintrittsbarrieren verbunden. Die Entwicklung hochentwickelter Anlagen, insbesondere im Bereich der EUV-Lithografie, erfordert ein tiefgreifendes technologisches Know-how sowie ein spezialisiertes und eng integriertes Netzwerk von Zulieferern. Die Lithografietechnologie ist dabei ein Flaschenhals der Halbleiterfertigung. Denn ohne den Einsatz modernster Lithographiesysteme ist die Herstellung von Halbleiterstrukturen mit minimalen Strukturbreiten, wie sie für Anwendungen im High-Performance Computing und bei KI-Chips erforderlich sind, nicht realisierbar. Wichtigstes Unternehmen ist hier das niederländische Unternehmen ASML, welches als Weltmarktführer im Bereich EUV-Lithografiemaschinen eine wichtige strategische Rolle bei der technologischen Souveränität Europas einnimmt.

Chipdesign ist nicht zuletzt aufgrund des hohen wirtschaftlichen Potenzials ein besonders wichtiges Feld in der Wertschöpfungskette. Geprägt wird das Design vor allem durch Core IP und durch spezielle EDA-Software. Insbesondere im Bereich der EDA-Software ist die USA Marktführer, die größten Fabless-Unternehmen sind mit Cadence, Synopsys und Mentor Graphics⁴⁴ ebenfalls alle US-amerikanisch. Beim Core IP spielt zudem Großbritannien eine wichtige Rolle, insbesondere durch die Firma ARM.⁴⁵ Betrachtet man das Chipdesign in den Kategorien Logik-, Speicher- und DAO-Chips, wird die dominierende Rolle der USA besonders bei Logik-Chips deutlich, wo sie rund 65 % der globalen Wertschöpfung erzielen. Südkorea führt hingegen beim Design von Speicherchips mit etwa 60 % Marktanteil. Deutschland und die EU sind zwar im Design von Logik- und DAO-Chips aktiv, insbesondere im DAO-Bereich mit einem weltweiten Anteil von 17 %, bleiben aber hinter den USA und weiteren Ländern zurück.⁴⁶ Insgesamt wird nur jeder elfte Chip in Europa entworfen.⁴⁷ Viele in Europa gefertigte Mikrochips basieren daher maßgeblich auf Designlösungen und geistigem Eigentum aus dem Ausland – vor allem bei fortschrittlichen Chiptypen. Alternative Ansätze und Open Source-Lösungen wie RISC-V bieten als offene und lizenzfreie Instruktionssatz-Architektur, Unternehmen und Forschungseinrichtungen die Möglichkeit, Prozessoren flexibel zu entwickeln und anzupassen, wodurch die Abhängigkeit von proprietären IP-Anbietern sinkt. Jedoch sind diese oft mit hohen Umstellungskosten verbunden und stehen

nicht für alle Chipklassen zur Verfügung.⁴⁸ Einseitige Abhängigkeiten sind also vorhanden, wobei diese eher zu hoch spezialisierten Firmen bestehen, und weniger zu autoritären Regimen. Trotzdem bestätigen Interviews mit Expert:innen, dass die hohe Abhängigkeit von EDA-Software problematisch ist, insbesondere aufgrund der damit verbundenen Anfälligkeit für sicherheitspolitisch relevante Hackerangriffe. Dabei wird speziell das Fehlen von europäischen Großunternehmen kritisch gesehen.

Auch die **Chipfertigung (Frontend)** stellt eine sehr große Herausforderung für Europa hinsichtlich der technologischen Souveränität dar. Denn diese wurde bereits vor vielen Jahren aufgrund von Kostengründen großenteils ins außereuropäische Ausland verlagert. Derzeit verfügt Europa nur über 8 % der weltweiten Produktionsstätten (vgl. Abbildung 6), wobei deutlich mehr Chips verbraucht als produziert werden.⁴⁹ Weltweite Produktionsstandorte sind insbesondere in Taiwan, China aber auch Südkorea mit Firmen wie Samsung oder TSMC. Die bedeutendsten europäischen Halbleiterhersteller sind Infineon, STMicroelectronics und NXP. Obwohl die Rückführung der Produktion nach Europa eines der Hauptziele des European Chips Acts ist, wird die Erreichung der Zielsetzung von 20 % der weltweiten Halbleiterproduktion in Europa Expert:innen zufolge als unrealistisch angesehen.⁵⁰ Problem beim Aufbau von Produktionsstätten in Europa sind insbesondere die extrem hohen Investitionskosten der Anlagen sowie die damit einhergehenden hoch spezialisierten Kompetenzen der Mitarbeitenden, die derzeit nicht ausreichend vorhanden sind. Noch kritischer ist die Lage Europas mit Blick auf die unterschiedlichen Arten von Halbleitern. Denn bestehende Kapazitäten decken nicht alle Arten von Halbleitern ab. So gibt es in dem unter 10nm-Bereich der Speicher- und Logik-Chips nahezu keine Kapazitäten in Europa. Dies sind nicht nur große Märkte, sondern hier besteht eine enorme Abhängigkeit insbesondere zu Taiwan und Südkorea. Die interviewten Expert:innen bestätigen diese Analyse und geben zu bedenken, dass obwohl die Dringlichkeit des Themas mittlerweile erkannt ist, insbesondere hochintegrierte Chips mit kleinen Knotengrößen problematisch sind. Bei älteren Chips, den sogenannten „Legacy-Chips“, ist die Situation weniger kritisch, obwohl auch hier Marktanteile, insbesondere nach China, verloren gehen. Stärker aufgestellt ist Europa dagegen bei der Fertigung der DAO-Chips, welche insbesondere im Automobilbereich und Maschinenbau Anwendung finden. Um Produktionskapazitäten nach Europa zurückzuholen, ist die Ansiedlung globaler Akteure ein entscheidender Hebel, wie Expert:innen

bestätigen. Dabei verspricht man sich einerseits Unabhängigkeit von anderen Staaten durch eigene Produktionsstätten, andererseits betonen die Interviewten auch die damit einhergehenden positiven Effekte auf das Mikroelektronikumfeld (Zulieferer, Dienstleister etc.) und die dadurch entstehenden Arbeitsplätze. Das Beispiel der abgesagten Intel-Ansiedlung in Magdeburg zeigt, dass diese Strategie nicht frei von Risiko ist, so dass die Ansiedlung großer globaler Player nicht als alleinige Lösung dienen kann.

Assembly, Testing und Packaging (ATP, auch Backend) macht bei der Halbleiterproduktion einen verhältnismäßig geringen Anteil an der globalen Mikroelektronikwertschöpfung aus. Dennoch bestätigen Expert:innen aus den Interviews die zunehmende Bedeutung dieses Wertschöpfungsschritts. Grund dafür ist, dass die kontinuierliche Miniaturisierung von Chips zunehmend an physikalische Grenzen stößt, wodurch die Heterointegration – also die systematische Integration verschiedenartiger Halbleiterkomponenten und -materialien (etwa Logik, Speicher oder Sensorik) in einem gemeinsamen Chipgehäuse – als Strategie zur Steigerung von Leistungsfähigkeit, Effizienz und Funktionalität zunehmend an Bedeutung gewinnt. Derzeit ist der Backend-Bereich aufgrund der deutlich niedrigeren Lohnkosten sehr stark in Asien konzentriert, insbesondere in China und Taiwan. Doch durch die wachsende Bedeutung des Bereichs steigen die Bemühungen der USA und Europas im sogenannten „Advanced Packaging“ eigene Kapazitäten aufzubauen. Denn zum derzeitigen Zeitpunkt bestünden für Europa im Backend-Bereich durchaus kritische Abhängigkeiten, wie die Expert:innen bestätigen.

Leiterplatten (PCB)/Electronic Manufacturing Services (EMS)

Trotz abnehmender Bedeutung macht der Bereich der Leiterplatten und EMS einen nicht unerheblichen Anteil an der Bruttowertschöpfung der Mikroelektronik aus. Dabei entsteht allerdings nur ein sehr kleiner Anteil der Wertschöpfung in Europa (PCB 5 % und EMS 10 %). Eine geografische Konzentration liegt derweil in Asien, besonders in Taiwan, aber auch in China vor. Expert:innen aus den Interviews schätzen die Abhängigkeit daher als durchaus kritisch ein. Besonders im Materialbereich ist Europa stark von Importen aus Südostasien abhängig. Zudem sind die Leiterplattenfertigungs- und EMS-Kapazitäten in Europa über die letzten Jahre stark zurückgegangen, was die Souveränität langfristig gefährdet.⁵¹

Der Bereich **Software und Algorithmik** gewinnt im Zuge der zunehmenden Integration von Hard- und Softwarekomponenten in der Mikroelektronik erheblich an Bedeutung. Dabei stellt der Softwaresektor eine strategische Schwachstelle im Hinblick auf die europäische Technologiesouveränität dar. Dies ist insbesondere auf die ausgeprägte geografische Konzentration führender Akteure wie Apple, Nvidia und Microsoft in den USA zurückzuführen, die gemeinsam über 90 % des globalen Marktanteils kontrollieren, während der europäische Anteil lediglich etwa 5 % beträgt. Zudem birgt dieser Bereich ein erhebliches wirtschaftliches und innovationsbezogenes Potenzial, da Softwarelösungen branchenübergreifend, etwa in der Industrie und im Bereich der Künstlichen Intelligenz, zur Anwendung kommen. Aus sicherheitspolitischer Perspektive sind Risiken wie Datenmanipulation und Spionage im Softwarebereich besonders relevant. Expert:innen betonen in den Interviews die Gefahr einer einseitigen Abhängigkeit und verweisen gleichzeitig auf Herausforderungen beim Aufbau stärkerer Softwarekompetenzen aufgrund des bestehenden Fachkräftemangels in diesem Segment. Allerdings wird ebenfalls hervorgehoben, dass der Aufbau softwarebezogener Kapazitäten im Vergleich zur Hardwareproduktion mit deutlich geringeren Investitionen verbunden ist.

3.2 Beitrag Ostdeutschlands und Berlins zur technologischen Souveränität in der Mikroelektronik

3.2.1 Ostdeutsches Mikroelektronikökosystem

Das ostdeutsche Mikroelektronikökosystem ist geprägt von der Region Dresden. Bereits zu DDR-Zeiten war die Region als Standort der Mikroelektronik bekannt.⁵² Auch heute weist Dresden eine außergewöhnlich hohe Konzentration industrieller und wissenschaftlicher Ressourcen im Bereich der Mikroelektronik auf. Hierzu zählen führende Unternehmen der Halbleiter- und Mikrosystemtechnik wie Infineon, Bosch, GlobalFoundries sowie das im Rahmen eines Joint Ventures mit TSMC gegründete Unternehmen ESMC (vgl. Kap. 2.3.2). Ergänzt wird dieses industrielle Potenzial durch exzellente wissenschaftliche Einrichtungen, darunter die Technische Universität Dresden, mehrere Institute der Fraunhofer-Gesellschaft sowie eine Vielzahl an Deep-Tech Startups. Zurückzuführen ist dies in erster Linie auf die Tätigkeiten von „Silicon Saxony“. Dieses erfolgreiche Netzwerk geht auf den Anfang der 1990er Jahre zurück. Aufgrund des gut ausgebildeten

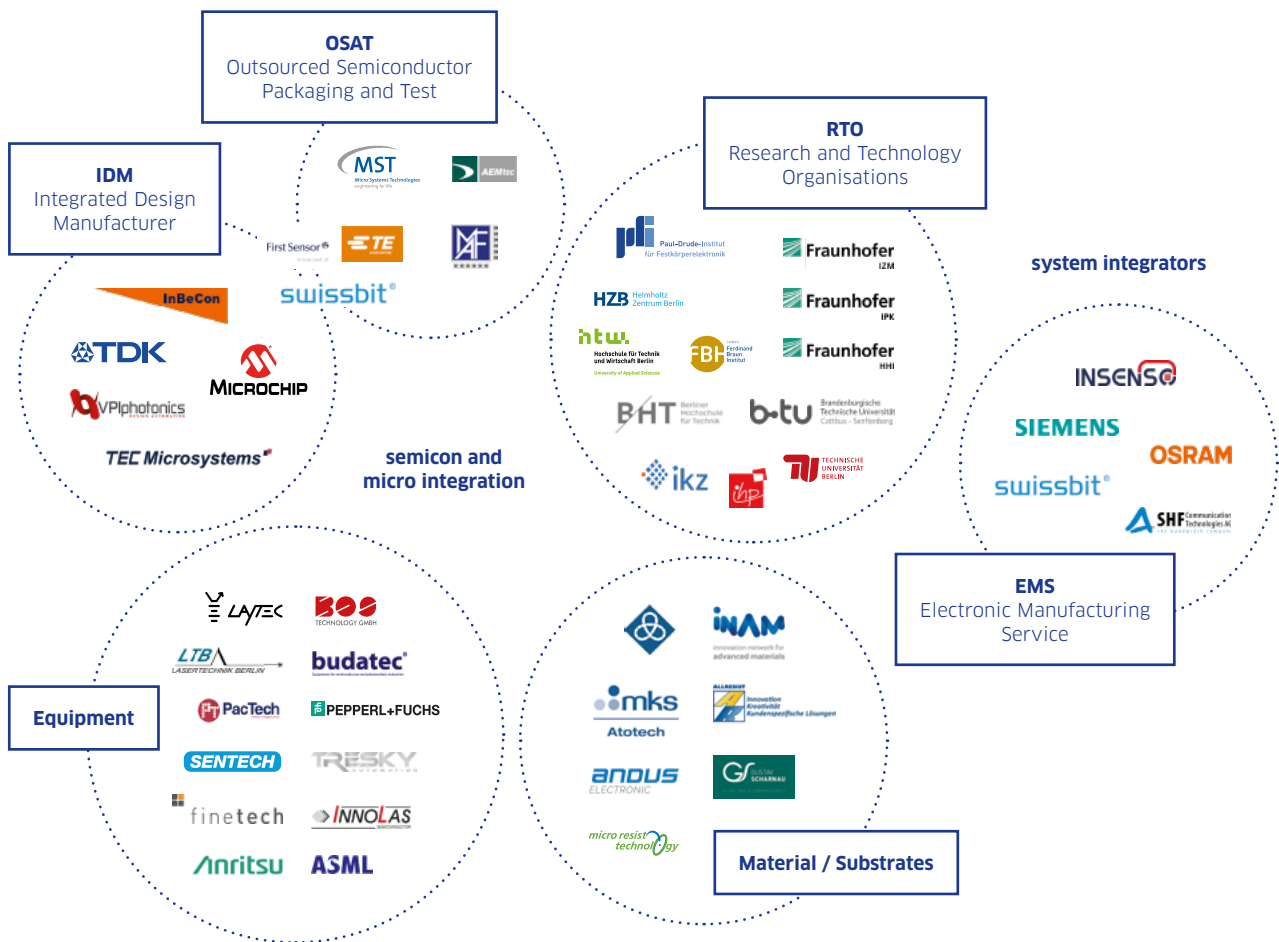
Fachpersonals baute Siemens 1994 in Dresden einen Standort für die Mikroelektronikfertigung (heute: Infineon). Danach kamen weitere Großunternehmen, wie die Firma Advanced Micro Devices (AMD) und Bosch nach Dresden. Rund um diese Fertigungsanlagen entstand ein Ökosystem, bestehend aus vielen KMU, Zulieferern und Dienstleistern. Diese konnten gemeinsam unter dem Namen „Silicon Saxony“ auftreten. Mittlerweile hat Sachsen in den Branchen IKT und Mikroelektronik 3.650 ansässige Unternehmen mit 81.000 Beschäftigten. Diese haben einen Anteil von 13,1 % am sächsischen Industrieumsatz und 13,2 % am Auslandsumsatz der sächsischen Industrie.⁵³

Silicon Saxony gilt als das größte Mikroelektronikcluster Europas. Seit seiner Gründung im Jahr 2000 vereint das Netzwerk Akteure entlang der gesamten Wertschöpfungskette – darunter Hersteller, Zulieferer, Dienstleistungsunternehmen, Hochschulen und Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, öffentliche Institutionen sowie technologieorientierte Startups. Mittlerweile umfasst das Cluster über 600 Mitgliedsorganisationen, die teilweise auch außerhalb Sachsens sitzen. Ziel ist die nachhaltige Förderung von Innovation, Technologietransfer und wirtschaftlicher Entwicklung am Standort Sachsen sowie in angrenzenden Regionen.

Die Mikroelektronikbranche in Berlin beheimatet dagegen nur eine kleine Anzahl an Großunternehmen. Dabei ist in erster Linie das niederländische Unternehmen ASML zu nennen, welches 2020 das Unternehmen Berliner Glas gekauft und dadurch heute einen der wichtigsten Entwicklungs- und Fertigungsstandorte innerhalb des ASML-Konzerns in Berlin hat. ASML ist dabei im Bereich der Maschinen, Werkzeuge und Anlagen verortet. Die Bedeutung des Standorts Berlin nahm in den letzten Jahren stark zu. So ist die Anzahl der

Mitarbeitenden am Berliner Standort um 50 % gewachsen, auf mittlerweile rund 1.900 Mitarbeitende bei einem Umsatz von ca. 300 Mio. Euro. Weitere Großunternehmen aus dem Berliner Mikroelektronikökosystem sind unter anderem die Firmen TDK, Siemens, MKS Instruments, TE First Sensor, Trumpf, Jenoptik, ams Osram, Telekom/T-Labs oder Coherent. Daneben nannten Expert:innen aus den Interviews die Firma Swissbit als wichtigsten Wirtschaftsakteur in der Berliner Mikroelektronik. Swissbit, ursprünglich mit Hauptsitz in der Schweiz, ist seit rund 20 Jahren in Berlin angesiedelt und hat dort einen bedeutenden Produktionsstandort aufgebaut. Bereits seit den frühen 2000er Jahren produziert Swissbit in Berlin und hat den Standort kontinuierlich ausgebaut mit rund 300 Mitarbeitenden. Das Unternehmen betreibt eine hochmoderne Elektronikfertigung im CleanTech Business Park in Marzahn, die zu den wenigen vollwertigen Halbleiter-Backendfertigungen in Europa zählt. Swissbit plant nach eigenen Angaben, den Berliner Standort weiter auszubauen. Dazu soll ein zweites Entwicklungs- und Produktionsgebäude entstehen, um dem Wachstum der Branche und der steigenden Nachfrage nach sicheren Speicherlösungen gerecht zu werden. Swissbit legt dabei ein Hauptaugenmerk auf „Made in Europe“ und die Möglichkeiten zur engen Kooperation mit der lokalen Entwickler- und Startup-Szene. Das Unternehmen bezeichnet sich selbst als „EMS mit Advanced Packaging und Heterointegrationskompetenzen“. Der Bereich „Mikrointegration und Advanced Packaging“ ist mit weiteren wichtigen Akteuren und Hidden Champions, wie AEMtec, PACtec (Nauen), MKS Atotech oder der Leiterplattenfirma hmp HEIDENHAIN-MICROPRINT abgedeckt, die teilweise auch in Brandenburg beheimatet sind. Abbildung 12 zeigt eine Auswahl zentraler Mikroelektronikakteure in Berlin und Brandenburg mit Fokus auf den Bereich Mikrointegration und Advanced Packaging, sortiert nach ihren Tätigkeitsschwerpunkten.

Abbildung 12 Ausschnitt relevanter Akteure aus der Mikroelektronik in Berlin, Brandenburg



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis einer Abbildung der Firma Swissbit

Die Forschungslandschaft der Hauptstadtregion weist im Bereich der Mikroelektronik eine hohe thematische Breite auf, wobei sich die Einrichtungen sowohl hinsichtlich ihres Fokus auf Grundlagen- oder anwendungsorientierte Forschung als auch in ihren spezifischen Forschungsschwerpunkten unterscheiden (vgl. Tabelle 6). Unter den universitären Forschungseinrichtungen nimmt die Technische Universität Berlin (TU Berlin) eine zentrale Position ein, daneben tragen jedoch auch die Humboldt-Universität zu Berlin (HU Berlin), die Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW) sowie die Berliner Hochschule für Technik (BHT) substantiell zur mikroelektronischen Forschungs- und Entwicklungsarbeit in der Region bei. Viele dieser Hochschulen arbeiten eng zusammen mit den außeruniversitären Forschungseinrichtungen. So kooperiert beispielsweise das Fraunhofer IZM, welches im Bereich Mikrointegration spezialisiert ist, eng mit der TU Berlin und der HTW zusammen. Darunter fallen die gemeinsame Nutzung von Laboren und Infrastruktur sowie gemeinsame

Forschungsprojekte. Neben dem Fraunhofer IZM ist auch das Heinrich-Hertz-Institut (HHI) ein wichtiger Akteur, der genau wie das Ferdinand-Braun-Institut (FBH) und das IHP in Frankfurt (Oder) eigene Chips in kleinen Stückzahlen herstellt. Gemeinsam bilden diese Institute die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD), die insgesamt zwölf Fraunhofer- und zwei Leibniz-Institute umfasst. Das FBH koordiniert zudem sowohl das Aus- und Weiterbildungsnetzwerk Hochtechnologie (ANH Berlin) als auch die Microtec Academy und vernetzt dabei Unternehmen, Forschung und Bildungsträger, um Fachkräfte im Hochtechnologie- und Mikroelektronikbereich zu gewinnen (vgl. Exkurs Fachkräfte Kap. 2.3.2). Damit leistet das FBH sowohl regional als auch bundesweit einen signifikanten Beitrag zum Thema Fachkräfte in der Mikroelektronik. Ein weiterer wichtiger Akteur in der Berliner Mikroelektronik-Forschungslandschaft ist das Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), das im Bereich der Materialien agiert. Viele dieser Institutionen arbeiten

auch gemeinsam mit der Industrie. So kooperiert beispielsweise ASML mit der HTW, sowie der Hochschule für Wirtschaft und Recht (HWR), die gemeinsam duale Studiengänge anbieten. Auch Swissbit bietet an der HTW duale Studiengänge an und arbeitet darüber hinaus eng mit dem IZM, sowie dem IHP zusammen. Auch andere

interviewte Unternehmen pflegen enge Beziehungen zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen, wie dem Fraunhofer IZM und dem FBH. Dabei steht neben der Fachkräftethematik insbesondere die Durchführung gemeinsamer Förderprojekte im Mittelpunkt.

Tabelle 6 Forschungsschwerpunkte der wichtigsten Forschungseinrichtungen der Mikroelektronik in Berlin und Brandenburg

Einrichtung	Forschungsschwerpunkte
Universitäre Forschungseinrichtungen	
Berliner Hochschule für Technik (BHT)	Forschung im Bereich Technische Informatik und Embedded Systems; Anwendungsorientierung auf Miniaturisierung, Zuverlässigkeit und Integration von Chips
Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg (BTU)	Forschung zu Verteilung und Steuerung von Energie in mobilen elektronischen Systemen mit energiesparenden digitalen Wandlern; Grundausbildung im Bereich der elektronischen Schaltungen, des Mixed-Signal-IC-Entwurfs und der Mikroprozessortechnik
Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin (HTW)	Forschung in Mikrosystemtechnik, mit besonderem Fokus auf Schaltkreisentwurf, digitale Signalverarbeitung und industrielle Bildverarbeitung
Humboldt-Universität zu Berlin (HU Berlin), Freie Universität zu Berlin (FU Berlin)	Grundlagenforschung zu quanten- und materialwissenschaftlicher Mikroelektronikforschung
Technische Universität Berlin (TU Berlin)	Grundlagenforschung und angewandte Forschung im Bereich Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik: Halbleiter-/Festkörperphysik, Aufbautechnologien (Packaging, Wafer/Substrate-Integration), Mikrowellen/Optoelektronik, Mikroperipherik
Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen	
Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH)	Forschung und Entwicklung basierend auf III-V-Halbleitern in den Bereichen Photonik (Laserdioden, GaAs), Hochfrequenzelektronik, integrierte Quantentechnologie
Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI)	Forschung und Entwicklung mit Fokus auf photonische Technologien und innovative Mikroelektronik für Kommunikationssysteme der nächsten Generation (z.B. 6G-Netze)
Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM)	Forschung und Entwicklung anwendungsorientierter und technologisch optimierter elektronischer Systeme und Mikrosysteme; Systemintegration auf Wafer-Level, Integration auf Substrat-Ebene, Material- und Zuverlässigkeitsforschung, Systemdesign
Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik Frankfurt (Oder) (IHP)	Forschung und Entwicklung von Silizium-basierten Systemen (insb. Silizium-Germanium Technologie), Hochfrequenz-Schaltungen/Systeme und innovative (drahtlose) Kommunikationstechnologien, speziell für 5G/6G-Anwendungen und Automobiltechnik, sowie Materialforschung für neue Halbleitermaterialien
Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)	Grundlagen- und angewandte Forschung zur Entwicklung und Züchtung neuartiger Kristalle für Halbleiterbauelemente und photonische Anwendungen; Materialforschung an Silizium, Oxiden, Fluoriden, GaN, SiC, Perowskiten und anderen Schlüsselmaterialien
Paul Drude Institut für Festkörperelektronik (PDI)	Grundlagenforschung in Festkörperphysik und Halbleiter-Nanostrukturen; III-V-Halbleiter (Al, Ga, In-Verbindungen, z.B. GaAs, GaN); physikalische Eigenschaften von Nanostrukturen für Elektronik, Opto- und Nanoelektronik, Charakterisierung von Bauelementen

Weitere relevante Akteure des Berliner und Brandenburger Mikroelektronikökosystems sind Intermediäre wie das Netzwerk „OpTecBB“ und das Cluster „Optik und Photonik“ von Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie. Gemeinsam mit der Wirtschaftsförderung Brandenburg (WFBB) bilden diese das Clustermanagement. Weitere wichtige Akteure sind zudem die

Wirtschaftsförderung WISTA, die die Unternehmensansiedlungen im Technologiepark Adlershof verantwortet, sowie die Gesellschaft zur Förderung von Wissenschaft und Wirtschaft (GFWW) aus Frankfurt (Oder). Auch die wichtigsten Verbände der europäischen Mikroelektronik haben einen Standort in Berlin: SEMI Europe⁵⁴, sowie der Verband der Elektro- und Digitalindustrie (ZVEI).

Abbildung 13 SWOT-Analyse der Berliner Mikroelektroniklandschaft



Stärken des Mikroelektronik Standorts Berlin

- Berlin gilt als **Hotspot im Bereich der Mikrointegration und des Advanced Packaging**, wobei Unternehmen wie Swissbit, AEMtec, PacTech, Atotech sowie die hmp HEIDENHAIN-MICROPRINT als Hidden Champions mit hoher Spezialisierung hervorgehoben werden. Auch das international renommierte Fraunhofer IZM ist in diesem Bereich tätig. Zudem unterstützt die FMD mit der „APECS-Pilotlinie“ gezielt kleine und mittlere Unternehmen sowie Startups durch den niederschweligen Zugang zu High-End-Prozesstechnologien und Reinraumumgebungen. Expert:innen betonen, dass die Pilotlinie eine wichtige Brücke zwischen Forschung und industrieller Anwendung darstellt und so den Technologietransfer in marktfähige Lösungen beschleunigt. Regionale Akteure Berlins planen derzeit den Aufbau eines neuen **Netzwerks zum Thema „Mikrointegration & Advanced Packaging“**. Laut Clusterumfrage ordnen sich 28,2 % dem Backend Bereich zu. Dies wird nur überboten von den Bereichen Design (46,2 %) und Anwendung (35,9 %).
- Weitere industrielle und forschungsseitige Stärken in Berlin liegen laut Interviewaussagen im Bereich der **Leistungselektronik und Kommunikationschips**. Die Stärke der Leistungselektronik liegt hiernach besonders in der neuen Wide-Bandgap-Halbleiter Generation, an der schwerpunktmäßig das FBH forscht. Laut Clusterumfrage ordnen sich 23,1 % der befragten Unternehmen der Leistungselektronik zu. Das wohl größte Unternehmen ist GE Vernova mit Sitz in Marienfelde und rund 500 Beschäftigten. Im Bereich der Kommunikationschips ist insbesondere die Arbeit des HHI hervorzuheben.
- Das Land Berlin weist sowohl forschungs- als auch unternehmensseitig besondere **Kompetenzen im Bereich der Photonik** auf. Diese Stärken können als Alleinstellungsmerkmale des Mikroelektronikstandorts Berlin betrachtet werden, da von einer künftig zunehmenden Konvergenz beider Branchen auszugehen ist (vgl. Chancen). Die bereits bestehenden Strukturen sowie die ausgeprägten Netzwerkaktivitäten in der Photonikbranche stellen in diesem Zusammenhang einen wesentlichen Standortvorteil Berlins dar. Laut Clusterreport ordnen sich 81 Unternehmen dem Bereich Photonik für Kommunikation und Sensorik zu.⁵⁶ Darunter finden sich Weltmarktführer aber auch hoch innovative junge Unternehmen, wie SENTECH Instruments, FOC-fibre optical components oder Akhetonics.
- Die **universitäre Forschungslandschaft** bietet mit Institutionen wie der TU Berlin und der HTW Berlin eine hohe Qualität und praxisnahe Ausbildung, die zunehmend an industrieorientierten Schwerpunkten ausgerichtet ist. Ergänzt wird dies durch die **außer-universitäre Forschung**, insbesondere durch das Fraunhofer IZM mit Fokus auf Systemintegration und Packaging, sowie durch das HHI, das im Bereich Kommunikationschips und optoelektronischer Systeme Akzente setzt. Die außeruniversitäre Forschung verfügt auch über einen Großteil der insgesamt **13 Reinräume** der Stadt, die für die Chipproduktion und verwandte Hightech-Anwendungen in Forschungsinstituten und spezialisierten Unternehmen betrieben werden und für Produktionsschritte wie Packaging, Prozesstechnik und Testverfahren zentrale Infrastruktur darstellen. Ebenfalls positiv hervorzuheben, sind in diesem Zusammenhang die Forschungsk Kooperationen (z.B. FMD), sowie Kooperationen zwischen Forschung und Industrie (vgl. Kap. 3.2.1).
- Die **Verfügbarkeit von Fachkräften** ist laut Aussagen von Unternehmer:innen und Expert:innen in Berlin ein verhältnismäßig geringeres Problem, da die Stadt nach wie vor eine hohe Attraktivität für junge Leute bietet. Zudem koordinieren Institutionen wie das FBH unter anderem spezialisierte Fachausbildungseinrichtungen wie die MicroTec Academy, um gezielt hochqualifizierte Fachkräfte für High-End-Nischen der Mikroelektronik auszubilden. Diese Aussagen stehen im Widerspruch zu Erkenntnissen aus der Clusterumfrage (vgl. Herausforderungen).
- Berlin hat einige interessante **Startups**, die im Bereich der Mikroelektronik bzw. an der Schnittstelle zwischen Mikroelektronik und Photonik verortet werden und verschiedene Schritte der Wertschöpfung abdecken. Darunter fallen viele Ausgründungen, insbesondere aus den genannten Forschungseinrichtungen. Dazu zählen unter anderem Akhetonics oder Anabrid. Einschränkend muss erwähnt werden, dass die Mikroelektronikbranche aufgrund der hohen Markteintrittsbarrieren grundsätzlich schwierig für Startups ist.
- Berlin verfügt über mehrere **Technologiezentren mit mikroelektronischer Ausrichtung**,

darunter insbesondere der **Wissenschafts- und Technologiepark Adlershof**, der in den Bereichen Materialwissenschaften, Photonik und Hochfrequenztechnik forschungsseitig stark aufgestellt ist. Laut dem Clusterreport sind mit 118 Unternehmen knapp 40 % der Unternehmen aus dem Cluster „Optik und Photonik“ in Berlin und Brandenburg im Südosten Berlins, also um Adlershof, angesiedelt.⁵⁷

- Ein strukturpolitischer Vorteil ist die **räumliche Nähe zu weiteren Mikroelektronikstandorten in Ostdeutschland**, insbesondere Dresden, aber auch Cottbus, Erfurt, Frankfurt (Oder) und Chemnitz. Auch außerhalb der Landesgrenzen bestehen in Polen und im Baltikum Halbleiter-Kompetenzen, die Kooperationen ermöglichen und nicht weit von Berlin entfernt sind.
- Ein zentrales Merkmal der Berliner Mikroelektronikbranche ist die **gute Vernetzung innerhalb bestehender Cluster**, insbesondere durch Netzwerke wie OpTecBB e.V. im Bereich Photonik und Mikrosystemtechnik. Andere wichtige Netzwerke sind der Laserverbund Berlin-Brandenburg e. V., der OABB optic alliance brandenburg berlin e. V., der Innovation Network for Advanced Materials (INAM) e. V., die Wirtschaftsförderung Brandenburg (WFBB), die Gesellschaft zur Förderung von Wissenschaft und Wirtschaft e.V. (GFWW) in Brandenburg sowie die Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH. Diese Netzwerke leisten laut Aussagen von Expert:innen und Unternehmer:innen eine effektive Integrationsarbeit entlang der mikroelektronischen Wertschöpfungskette, wobei sowohl Forschungseinrichtungen als auch industrielle KMU eng eingebunden sind. Unternehmen nutzen die Netzwerke primär zur Informationsgewinnung, Interessenvertretung und Kooperationsanbahnung. Auch die Steigerung der öffentlichen Sichtbarkeit ist für viele relevant. Eine geringere Bedeutung wird den Netzwerken hingegen als Vermarktungsplattform und Innovationstreiber beigemessen.⁵⁸
- Auch die **Unterstützung**, die **durch Land und Bezirke** in Berlin gegeben wird, wird von den befragten Unternehmer:innen hervorgehoben und als Stärke benannt. Von Vorteil ist demnach nicht nur die räumliche Nähe (auch zur Bundespolitik), sondern die verlässliche Verfügbarkeit der Verantwortlichen des Landes und der Bezirke bei konkreten Anfragen.

Schwächen des Mikroelektronik Standorts Berlin

- Nahezu alle befragten Unternehmer:innen verweisen bei den Schwächen des Standorts auf die **langsame Verwaltung** sowie ein **hohes Maß an Bürokratie**, das sowohl Genehmigungsprozesse als auch die Umsetzung öffentlicher Innovationsprogramme erschwert. Beispielhaft für die langsamen Genehmigungsprozesse wurden in Interviews unter anderem die Schwierigkeiten bei der Erteilung von Arbeitserlaubnissen sowie beim Erwerb von Grundstücken genannt. Eine Ursache für die ineffiziente Verwaltung liegt dabei Aussagen zufolge in der **mangelhaften ressortübergreifenden Zusammenarbeit**.
- Das Thema der **unzureichenden öffentlichen finanziellen Mittel** ist ein Kernproblem Berlins und erscheint insbesondere hinsichtlich der hohen Finanzierungsbedarfe in der Mikroelektronik problematisch. Einerseits bedarf es hoher Investitionen, um anteilig den Aufbau extrem kostspieliger mikroelektronischer Fertigungskapazitäten mitzufinanzieren. Dies gilt auch für nachgelagerte Prozessschritte wie das Packaging. Andererseits benötigen auch Forschungseinrichtungen und KMU öffentliche Finanzierungshilfen, um (international) konkurrenzfähig zu bleiben.
- Nach Einschätzung einiger Expert:innen mangelt es in Berlin an **überregionaler politischer Unterstützung**. Damit ist einerseits die fehlende politische Präsenz in anderen Mikroelektronikstandorten wie Dresden gemeint und die damit einhergehende mangelnde Sichtbarkeit der vorhandenen Stärken. Andererseits verweisen Expert:innen auch auf einen Mangel an koordinierten Strategien. Hier fehlt Berlin eine klar erkennbare **Langfriststrategie** zur Entwicklung als europäischer Mikroelektronikstandort. Auch der Standort Adlershof wird in diesem Zusammenhang als **strategisch unterentwickelt** beschrieben – es fehlte eine Vision, wo dieser zentrale Technologiecampus in zehn Jahren stehen soll.
- Einen weiteren Kritikpunkt betrifft das **schwache Bildungsniveau** in Berlin. Unternehmer:innen geben zu bedenken, dass aufgrund der schwachen Ausbildung die **Gewinnung qualifizierter Auszubildender zunehmend schwieriger** wird. Die Problematik beschränkt sich Aussagen zufolge allerdings nicht nur auf die Ausbildungsberufe, sondern beginnt bereits in der schulischen Bildung und zieht sich

durch bis zu den Universitäten, in denen der Anteil an Studierenden in MINT-Fächern immer weiter abnimmt. Zur Förderung des Interesses an MINT-Fächern beteiligen sich Unternehmen wie auch öffentliche Einrichtungen aktiv an Initiativen, um frühzeitig Aufmerksamkeit für entsprechende Studienrichtungen zu generieren. Zum derzeitigen Zeitpunkt lässt sich dennoch festhalten, dass es den Unternehmen trotz ihrer Bemühungen nicht gelingt, mehr qualifiziertes Personal auszubilden und zu gewinnen.

- Die **Wohnraumsituation** in Berlin stellt laut Interviewaussagen einen weiteren bedeutenden Standortnachteil dar. Unternehmer:innen bezeichnen die Situation als „katastrophal“ – steigende Mieten, fehlende Verfügbarkeiten und eine mangelnde soziale Infrastruktur erschweren nicht nur die Fachkräftegewinnung, sondern auch die langfristige Bindung von Talenten an den Standort. Dabei wird auch auf die **marode Infrastruktur**, zum Beispiel im Verkehrs- und Bildungsbereich, als gravierendes Hemmnis mit direkten Auswirkungen auf die Standortattraktivität für internationale Fachkräfte und Investoren verwiesen.
- Ein weiteres zentrales Standorthemmnis stellt laut Interviews die **begrenzte Verfügbarkeit geeigneter Flächen** für technologieintensive Unternehmen dar. In vielen Bezirken fehlen ausreichend erschlossene Flächen, um neue Produktions- oder Forschungskapazitäten aufzubauen. Dies sei einer der Hauptgründe dafür, dass es in Berlin und Brandenburg keine Foundries gäbe, was die vertikale Integration der Region begrenzt und Berlin auf die Rolle eines Forschungs- und Entwicklungsstandorts beschränkt.
- Die Mikroelektronikbranche ist geprägt durch dominante Großunternehmen. Das weitestgehende **Fehlen der Großunternehmen der Mikroelektronik in Berlin** erschwert die Partizipation am globalen Markt. Sofern in Berlin überhaupt Betriebsstätten von Großunternehmen existieren, sind die Hauptsitze dieser Großunternehmen überwiegend außerhalb des Berliner Stadtgebiets angesiedelt. Die Problematik fehlender Großunternehmen zeigt sich auch mit Blick auf die Abnehmerindustrie. Denn Berlin ist gekennzeichnet durch eine vergleichsweise geringe industrielle Dichte, wodurch auch die Zahl potenzieller Anwender mikroelektronischer Technologien entsprechend begrenzt ist.

- Interviews mit Verantwortlichen bestätigen, dass sowohl die **außeruniversitären als auch die universitären Forschungseinrichtungen enormen Modernisierungs- und Investitionsbedarf** haben, um auf dem aktuellen Stand zu bleiben. Denn während Unternehmen viel investieren, bleiben die Forschungseinrichtungen ohne zusätzliche finanzielle Unterstützung auf dem alten Stand und verlieren somit zunehmend den Anschluss. Dabei seien laut Aussagen von Expert:innen auch strukturelle Änderungen, zum Beispiel durch das Zusammenlegen von Lehrstühlen, erforderlich, um Änderungen zu adressieren. Eine zentrale Rolle spiele dabei auch die **unzureichende Auslastung der bestehenden Reinräume**, von denen ein Teil als ökonomisch nicht dauerhaft tragfähig einzustufen sei. Diese Unterauslastung stellt eine Herausforderung in Bezug auf die Effizienz und Nachhaltigkeit öffentlich (mit)finanzierter Infrastruktur dar.

Chancen der Mikroelektronik in Berlin

- Die **wachsende politische Aufmerksamkeit**, unter anderem durch Initiativen wie den European Chips Act, der deutschen Hightech-Agenda sowie der deutschen Mikroelektronikstrategie, stärkt die strategische Bedeutung der Branche. Dadurch entstehen Planungssicherheit, finanzielle Anreize und ein innovationsfreundliches Umfeld, das den Ausbau europäischer Wertschöpfungsketten fördert – von Forschung über Design bis zur Fertigung – und damit neue Marktchancen für Unternehmen schafft.
- Die Mikroelektronikbranche steht angesichts globaler Transformationsprozesse wie der Digitalisierung, der Elektrifizierung und geopolitischer Neuausrichtungen vor einem signifikanten Wachstum. Insbesondere der **langfristige Trend einer stetig steigenden Nachfrage** nach elektronischen Komponenten in vielfältigen Anwendungsfeldern schafft ein günstiges Marktumfeld mit hohem Potenzial für Investitionen und Innovationen.
- Eine Chance, welche von interviewten Unternehmer:innen vorgebracht wurde, liegt in der **zunehmenden Automatisierung in der Produktion**, die dazu führt, dass Arbeitskräfte und damit auch Lohnkosten eingespart werden können. Insbesondere deutsche Unternehmen könnten davon profitieren, da die Lohnkosten in Deutschland verhältnismäßig

hoch sind, so dass diese im internationalen Vergleich wieder konkurrenzfähiger wären.

- Als Chance für die Mikroelektronik nennen Expert:innen weiterhin **offene Standards**, die lizenzfrei genutzt werden können. „Offen“ bedeutet, dass die Architektur unter einer Open Source-Lizenz steht und **ohne Lizenzgebühren** frei nutzbar ist. Das ermöglicht insbesondere KMU und Startups eigene Mikroprozessoren zu entwickeln – ein wichtiger Schritt für mehr technologische Souveränität in Deutschland und Europa. Eine Befehlssatzarchitektur, deren Bedeutung stark zugenommen hat, ist die RISC-V, die zum Beispiel im Halbleitermarkt für Automobile Anwendung findet.⁵⁹
- Ein zentrales Entwicklungsfeld liegt im Bereich **„Advanced Packaging“**. Während das Packaging traditionell wenig komplex war, wird dieser Bereich aktuell immer spezialisierter und innovativer wie Expert:innen aus Interviews bestätigen. Das Packaging bietet enormes Potenzial, weil sich der Systemaufbau zunehmend von passiven hin zu aktiven Trägerstrukturen entwickelt, die selbst funktionale Anteile des Gesamtsystems übernehmen. Die zugrunde liegende Chiplet-Architektur ermöglicht es, spezialisierte, funktional eigenständige Chip-Komponenten flexibel und modular zu kombinieren, wodurch komplexe Systeme effizienter, kostengünstiger und anwendungsorientierter realisiert werden können, sogenanntes „System-on-package“. Dieser Ansatz ermöglicht eine hohe Skalierbarkeit, reduziert Entwicklungsaufwand und beschleunigt die Markteinführung kundenspezifischer Mikroelektroniklösungen. Anwendungen sind vor allem in Zukunftstechnologien wie Künstliche Intelligenz, 5G, Automotive oder Edge Computing. Aussagen von Expert:innen zufolge ist aktuell der **Zeitpunkt für einen Aufbau weiterer Kompetenzen in dem Bereich günstig**.
- Ein erhebliches Potenzial liegt Aussagen von Expert:innen zufolge in der **Anschlussfähigkeit der Mikroelektronik an die Photonik**, die als komplementäre Erweiterung der Mikroelektronik ein enormes Innovationspotenzial für zukünftige Hochtechnologiemärkte aufweist. Photonik ermöglicht die Übertragung und Verarbeitung von Informationen mit Licht statt elektrischer Signale – mit deutlich höheren Geschwindigkeiten, geringerer

Wärmeentwicklung und größerer Bandbreite. Damit wird sie insbesondere in Rechenzentren, Hochleistungscomputern und Sensornetzwerken eine Schlüsselrolle spielen, gerade wenn klassische Halbleiterlösungen an physikalische Grenzen stoßen. Dabei werden bestehende Kompetenzen in der Photonik als ein Alleinstellungsmerkmal der Hauptstadtregion beschrieben (vgl. Stärken).

- Potenziell schätzen Expert:innen auch die **Anschlussfähigkeit der Mikroelektronik an die Quantentechnologie** als große Chance ein. Dies ist zwar zum derzeitigen Zeitpunkt weitaus weniger konkret, eröffnet aber potenziell völlig neue Ansätze für Rechenoperationen, Verschlüsselung und Messtechnik. Diese haben das Potenzial die Mikroelektronik durch quantenbasierte Funktionalitäten zu ergänzen, etwa in hybriden Chipsystemen, und würden dadurch Anwendungen ermöglichen, die mit klassischer Elektronik nicht realisierbar wären. Die Berliner Akteurslandschaft im Bereich Quanten ist derzeit zwar noch deutlich kleiner, soll aber strategisch weiter ausgebaut werden.⁶⁰ Laut Clusterumfrage sind derzeit 24 Unternehmen im Quantensektor tätig.⁶¹
- **Fabless-Modelle im Chipdesign** bieten, nicht zuletzt aufgrund des hohen Wertschöpfungspotenzials, wettbewerbsfähige Perspektiven auch ohne Freiflächen. Der Ausbau der Chipdesign Kompetenzen ist dabei eines der Hauptziele der deutschen Hightech-Agenda und der dafür geplante Bau eines Kompetenzzentrum Chip-Design in Deutschland im Jahr 2026 wird diesem Bereich weitere Impulse verleihen. Dies könnte auch für Berlin eine Chance sein.
- Ein weiterer Zukunftsbereich könnte Expert:innen zufolge in dem **Bereich der Analytik** liegen. Dabei geht es um die Fähigkeit, in Europa genutzte Chips umfassend zu analysieren und Sicherheitslücken („Weak Points“) zu identifizieren.

Risiken der Mikroelektronik in Berlin

- Während langfristig ein Anstieg der Nachfrage nach Mikroelektronikprodukten besteht, ist die Branche kurzfristig gekennzeichnet durch **zyklische Schwankungen der Nachfrage**. Diese laufen in der Regel folgendermaßen ab: Eine neue Technologie kommt auf den Markt (z.B. neue Smartphone-Generation)

- wodurch die Nachfrage sprunghaft steigt. Unternehmen investieren massiv in Produktionskapazitäten und die Preise für Chips steigen. Da Produktionsanlagen in der Halbleiterindustrie enorme Vorlaufzeiten haben, laufen Investitionen in neue Fabriken oft genau dann an, wenn die Nachfrage schon wieder schwächer wird. Es entsteht ein Überangebot, die Preise fallen drastisch, und die Gewinne brechen ein. Dieses Muster zeigt die hohe Krisenanfälligkeit und strukturelle Trägheit der mikroelektronischen Wertschöpfungsketten. Für die öffentliche Hand besteht dadurch das Risiko, dass teure Förderungen, Arbeitsplätze und strategische Souveränität stark von konjunkturellen Zyklen abhängen, die sich politisch nicht steuern lassen.
- Als eine der wichtigsten Schlüsseltechnologien befindet sich die Mikroelektronik derzeit im **globalen Subventionswettlauf**. Um in diesem Wettlauf standzuhalten, sind enorme öffentliche Investitionen erforderlich. Der Bau moderner Halbleiterfabriken erfordert Kapitalaufwendungen in zweistelliger Milliardenhöhe, wie das Beispiel der ESMC-Fab in Dresden mit einem Investitionsvolumen von rund 10 Mrd. Euro verdeutlicht – ein Betrag, der das Investitionsniveau ganzer Industriezweige, wie etwa der Automobilproduktion von Tesla in Brandenburg, deutlich übersteigt. Diese finanziellen Anforderungen stellen insbesondere für die Länder eine erhebliche Belastung dar und erschweren die gezielte Ansiedlung sowie den Ausbau von Produktionskapazitäten im Halbleiterbereich erheblich.
 - Ein weiterer struktureller Zielkonflikt ergibt sich aus dem Spannungsverhältnis zwischen der hohen Innovationsdynamik der Mikroelektronikbranche und der vergleichsweise **langsamen Entscheidungs- und Umsetzungslogik staatlicher Institutionen**. Während technologische Entwicklungen in der Mikroelektronik in kurzen Zyklen voranschreiten und rasche Anpassungen erfordern, sind öffentliche Genehmigungsverfahren häufig langwierig. Diese Asynchronität behindert nicht nur die zeitnahe Umsetzung von Investitionen, sondern gefährdet aus Sicht der Unternehmen auch die internationale Wettbewerbsfähigkeit, da Innovationsfenster oft ungenutzt bleiben. Dabei wird von Seiten der Unternehmen auch das **risikoaverse Handeln von staatlichen Akteuren** als Hemmnis angesehen.
 - Zwei Kostentreiber, die sich aus unternehmerischer Perspektive negativ auswirken, sind die vergleichsweise **hohen Energie- und Lohnkosten** in Deutschland. Während Energiekosten insbesondere in Wertschöpfungsschritten mit hohen Energiebedarfen, wie der Fertigung ein Thema sind, betreffen hohe Lohnkosten alle Unternehmen gleichermaßen. Problematisch sind diese Aspekte insbesondere hinsichtlich der globalen Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen. Aus der Clusterumfrage zeigt sich, dass die Unternehmen des Clusters sich aktuell größtenteils den Herausforderungen der Energiepreisentwicklung gewachsen sehen. Dabei bleibt die Energiesicherheit aber ein wichtiges Thema der politischen Agenda.⁶²
 - Der **Fachkräftemangel** stellt eine tiefgreifende strukturelle Herausforderung für die Mikroelektronikbranche dar - auch für Berliner Unternehmen, wie sowohl unsere Interviews als auch die Zahlen der Clusterumfrage bestätigen.⁶³ Die Branche ist durch hochspezialisierte Fertigungs- und Entwicklungsprozesse sowie einen hohen Innovationsdruck gekennzeichnet, was den Bedarf an qualifiziertem Personal mit technischer und unternehmerischer Kompetenz zusätzlich erhöht. Die Unternehmen investieren daher viele Ressourcen in die Anwerbung von Fachkräften. Auch im Kontext der **Unternehmensnachfolge in KMU** erschwert der Mangel an Fachkräften die Identifikation geeigneter Nachfolger:innen, die sowohl die technologische Expertise als auch betriebswirtschaftliche Führungsfähigkeiten mitbringen. Infolge dieser Engpässe besteht das Risiko, dass innovationsfähige Unternehmen nicht fortgeführt oder in ihrer Entwicklung gehemmt werden, was mittel- bis langfristig zu einem Verlust regional verankerter Technologiekompetenz sowie zur Schwächung der gesamten mikroelektronischen Wertschöpfungskette führen kann.
 - Ein wiederkehrender Kritikpunkt ist zudem die **Überregulierung**, etwa in Form spezifischer Marktzugangsvoraussetzungen, Zollbestimmungen oder aufwändiger Zertifizierungsverfahren. Diese erschweren es insbesondere KMU, ihre Innovationskraft schnell und wirkungsvoll in den Markt zu überführen. Dabei ist zu betonen, dass solche Regulierungen zumeist auf Bundesgesetze bzw. EU-Verordnungen, wie das Elektro- und Elektronikgerätegesetz oder die Verpackungsverordnung, zurückgehen.

- Die Mikroelektronik ist wie kaum eine andere Branche international vernetzt. Daher verwundert es nicht, dass viele Expert:innen mit Sorge auf die **geopolitischen Spannungen** blicken und vor deren Auswirkungen auf die Mikroelektronikbranche warnen. Insbesondere zunehmende **Zollkonflikte** werden von einigen international agierenden Unternehmen als eines der Risiken für die Zukunft angesehen. Denn Zollkonflikte, wie zwischen China und den USA, haben einen immensen Einfluss auf die Verfügbarkeit von Einzelteilen und erschweren den internationalen Handel.
- Die **strukturellen Unterschiede zwischen der Mikroelektronik und der Photonik** stellen eine bedeutende Herausforderung für den Aufbau integrierter Innovationsökosysteme dar. Während die Mikroelektronik stark globalisiert und von großen, kapitalintensiven Unternehmensstrukturen dominiert ist, zeichnet sich die Photonik durch eine stärkere regionale Verankerung und eine hohe Beteiligung von KMU aus.

Diese Disparität führt zu institutionellen und strategischen Koordinationsproblemen, insbesondere auf regionaler Ebene, wo der direkte **Einfluss auf global agierende Akteure begrenzt** ist. Die unterschiedlichen Marktlogiken und Wertschöpfungsstrukturen erschweren eine gezielte Verzahnung beider Technologiefelder und behindern so das Entstehen regionaler Cluster mit hoher Systemintegration.

- Ein Risiko liegt in der **bestehenden Technologieskepsis** und der damit einhergehenden fehlenden gesellschaftlichen Akzeptanz von Zukunftstechnologien, wie der Mikroelektronik, **in Teilen der Gesellschaft**. Der Anschlag im Technologiepark Adlershof hat diesbezüglich beispielhaft gezeigt, wozu eine solche Skepsis führen kann.⁶⁴ Aus unternehmerischer Sicht bedeutet eine Zunahme solcher Ereignisse nicht nur Mehrausgaben für Sicherheit, sondern könnte auch bei zukünftigen Investitionsentscheidungen eine Rolle spielen.

4. Handlungsempfehlungen

Die Analyse hat ergeben, dass die EU im Hinblick auf die Stärkung ihrer technologischen Souveränität im Bereich der Mikroelektronik zwar erste Maßnahmen umgesetzt hat, jedoch nach wie vor in erheblichem Maße von externen Abhängigkeiten beeinflusst wird. Es stellt sich die Frage, wie das Land Berlin konkret handeln kann, um aktiv zur technologischen Souveränität in der Mikroelektronik beizutragen. Dabei ist wichtig zu betonen, dass die Mikroelektronik eine in hohem Maße globalisierte Branche darstellt, in der ein begrenzter Kreis von Akteuren den überwiegenden Anteil des Weltmarktes kontrolliert. Angesichts ihrer zentralen technologischen und ökonomischen Bedeutung rückt die Branche zudem zunehmend in den Fokus politischer Entscheidungsträger:innen und wird als strategisches Machtinstrument wahrgenommen. Regulatorische Rahmenbedingungen sind überwiegend auf europäischer Ebene oder durch den Bund vorgegeben, wodurch sich aus der Perspektive einzelner Länder erhebliche Einschränkungen hinsichtlich der eigenständigen Einflussnahme auf die Ausgestaltung und den Ausbau der Mikroelektronik ergeben. Hinzu kommt, dass Berlin nur über sehr knapp bemessene finanzielle Mittel verfügt. Unter Berücksichtigung

dieser Einschränkungen, werden nachfolgend konkrete Handlungsempfehlungen auf Basis der SWOT-Analyse und der Erkenntnisse aus den Interviews entwickelt.

1. **Roadmap-Entwicklung:** In Anlehnung an den European Chips Act und als Beitrag zur Hightech-Agenda verabschiedete das BMFTR zusammen mit dem BMWi im Oktober 2025 die nationale Mikroelektronikstrategie (vgl. Kap. 2.3.2). Auf dieser Grundlage sollte das Land Berlin gemeinsam mit zentralen Partnern aus Wirtschaft und Forschung eine Roadmap für die Mikroelektronik entwickeln, um die **Umsetzung erster Maßnahmen gezielt voranzutreiben und bestehende Handlungsspielräume optimal zu nutzen**.. Eine entsprechende **Forschungs- und Transferstrategie** sollte über Häuser hinweg und unter Einbeziehung von Expert:innen ausgearbeitet werden. Als Vorbild könnte dabei der „Masterplan Industrie“ dienen. Um die knappen Ressourcen optimal einzusetzen, empfehlen Expert:innen sich auf einen Bereich der Mikroelektronik zu fokussieren. Dabei wird von fast allen Expert:innen der **Bereich „Advanced Packaging und Mikrointegration“ als**

Schwerpunktthema genannt. Dafür sprechen bestehende Kompetenzen in Forschung (insbesondere APECS) und Wirtschaft, günstigere Investitionen, geringere Einstiegsschwellen sowie eine energieärmere, innovativere und diversere Einsetzbarkeit im Vergleich zur klassischen Fertigung. Auch die Anschlussfähigkeit zum Thema **Photonik** sollte strategisch bereits berücksichtigt werden. Wobei der Zeithorizont eine wichtige Rolle spielt. Expert:innen betonen, dass im Bereich **Backend derzeit ein günstiges Zeitfenster** besteht, um einzusteigen. Zudem wird optische Übertragung im Packaging Expert:innen-aussagen zufolge in den nächsten drei bis vier Jahren als Teilgebiet zunehmend an Relevanz gewinnen. Eine frühzeitige strategische Ausrichtung würde das Land Berlin mit seinen Stakeholdern in eine günstige Ausgangslage versetzen.

2. Strategie teilen (nach innen): Sobald die Roadmap festgelegt wird, ist eine **kohärente strategische Festlegung der Politik auf Landesebene** von zentraler Bedeutung. Dafür sollte die Roadmap in enger Abstimmung mit den relevanten Stakeholdern aus Wirtschaft und Forschung kommuniziert werden. Eine solche Vorgehensweise entfaltet insbesondere für die Unternehmen der Branche eine **wichtige Signalwirkung**, indem verdeutlicht wird, dass politische Entscheidungsträger:innen die Weiterentwicklung des Sektors aktiv unterstützen und mittragen. Dieses Signal ist umso wichtiger, da die finanzielle Unterstützung durch das Land aufgrund knapper Mittel nur sehr eingeschränkt möglich ist.

3. Netzwerk ausbauen: Ein Kernelement der strategischen Festlegung ist die Beteiligung entsprechender Netzwerke. Dabei gilt der Grundsatz „starke Netzwerke bestehen aus starken Unternehmen“. Mit **Unternehmen wie BOS, Budec, Insenso und Swissbit verfügt Berlin über starke Unternehmen, die den Kern der Initiative darstellen und eine strategische Vorreiterrolle** einnehmen sollten. Darüber hinaus können sich alle anderen Unternehmen bewerben und sich dem Netzwerk anschließen. Auch die **Einbindung von Großunternehmen wie ASML und Siemens** ist von zentraler Bedeutung. Ein anschauliches Beispiel für eine erfolgreiche Umsetzung bietet das Netzwerk „Silicon Saxony“ (vgl. Kap. 3.2.1). Großunternehmen fungierten hierbei als Katalysatoren, indem sie den Zugang zu internationalen Märkten und Personen eröffneten und es kleineren Akteuren ermöglichten, unter

einer gemeinsamen Marke aufzutreten. Wichtig ist dabei die **bereits vorhandene Netzwerkkompetenz** von OpTecBB e. V., Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH, der Wirtschaftsförderung Brandenburg (WFBB) und der Gesellschaft zur Förderung von Wissenschaft und Wirtschaft e. V. (GFWW) in Brandenburg zu nutzen und diese miteinzubeziehen. Inwiefern dabei auf das vorhandene **Netzwerk „Mikrointegration und Advanced Packaging“** aufgebaut werden kann, sollten entsprechende Netzwerker bewerten.

4. Präsenz und Sichtbarkeit erhöhen (nach außen): Neben der Sichtbarkeit nach innen ist es von zentraler Bedeutung, auch die **Sichtbarkeit nach außen** gezielt zu stärken. Dazu sollte ein **strategisches Standortmarketingkonzept** ausgearbeitet werden, das darauf ausgerichtet ist, die spezifischen Vorteile der Hauptstadtregion in der Mikroelektronik herauszustellen und gezielt nach außen zu kommunizieren. Konkret fällt darunter die Teilnahme an einschlägigen Gremien, Kongressen und Fachveranstaltungen – beispielsweise in Dresden, Erlangen oder anderen (europäischen) Standorten, um auf diese Weise die Aufmerksamkeit auf das bestehende mikroelektronische Ökosystem zu lenken. Dies ist wichtig, da dadurch das Industriecluster „Mikrointegration und Advanced Packaging“ auch außerhalb Berlins als ein solches wahrgenommen wird und **Parallelstrukturen vermieden werden**. Denn für die gesamteuropäische Zielsetzung der Steigerung der technologischen Souveränität in der Mikroelektronik ist es notwendig, dass europäische Regionen stärker zusammenarbeiten. Wünschenswert wäre hiernach ein Szenario, in dem sich verschiedene Regionen Europas verschiedener Schwerpunkte der Wertschöpfungskette annehmen, so dass diese vollständig europäisch abdeckt ist. Die Stärkung des Profils nach außen könnte zudem einen positiven Effekt auf die Ansiedlung neuer Unternehmen sowie auf die Gewinnung von Fachkräften und Fördermitteln haben.

5. Begleitende strukturelle Anpassungen: In Ergänzung zu den strategischen Anforderungen erweist sich die Schaffung struktureller Fortschritte als zentrale Aufgabe für das Land Berlin. Ein wesentlicher Aspekt betrifft hierbei die **Berliner Verwaltung**, in der die bestehenden Abstimmungs- und Genehmigungsprozesse teilweise zu Verzögerungen bei unternehmerischen Vorhaben führen können. Hier müssen zwingend Maßnahmen eingeleitet werden, um die

Prozesse effizienter zu gestalten. Weiterhin sind **aus unternehmerischer Perspektive funktionierende infrastrukturelle Rahmenbedingungen** wie ein leistungsfähiger öffentlicher Nahverkehr, adäquate Bildungsangebote sowie eine ausreichende Wohnraumsituation **von höchster Relevanz**. Eine Verbesserung dieser Rahmenbedingungen sollte daher ressortübergreifende Priorität haben. Weiterer struktureller Ausbaubedarf besteht laut Interviewaussagen auch im Wissenschaftssektor, der eine teilweise modernisierungsbedürftige Infrastruktur aufweist. Um durch gezielte Strukturanpassung Effizienzsteigerungen zu erreichen, sollte zunächst eine **Qualifizierung der bestehenden wissenschaftlichen Infrastruktur im Bereich der Mikroelektronik** vorgenommen werden. Im Zuge dessen sind zentrale Fragen nach der angemessenen Anzahl von Professuren, Lehrveranstaltungen, Studiengängen sowie der Ausstattung mit Reizräumen in einem geeigneten Rahmen zu erörtern.

- 1 Der Rat für technologische Souveränität wurde Ende 2021 vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) einberufen und besteht aus 10 Expert:innen aus Forschung und Unternehmen (Hinweis: Das Mandat des Rats für technologische Souveränität ist zum 31. August 2025 regulär ausgelaufen)
- 2 Rat für technologische Souveränität (2025), S.6
- 3 Der Bau der Chipfabrik wurde 2025 von Intel offiziell abgesagt, vgl. <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/intel-chipfabrik-100.html> (Abgerufen am 16.10.25)
- 4 Vgl. <https://www.technologiestiftung-berlin.de/downloads/innovationserhebung-2024> (Abgerufen am 16.10.25)
- 5 Khan et al., (2021), S.5
- 6 ZVEI (2024), S.72
- 7 Brown, C. and G. Linden (2011), S.64ff
- 8 SEMI (2021), S.3
- 9 Grohol, M. and Veeh, C. (2023), S.3ff
- 10 Goswami, O. (2023), S.120
- 11 Vgl. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2024/10/05-halbleiterindustrie.html> (Abgerufen am 16.10.25)
- 12 Vgl. <https://www.statista.com/statistics/1375401/leading-europe-semiconductor-companies-by-market-cap/> (Abgerufen am 16.10.25)
- 13 Vgl. <https://www.statista.com/topics/10713/semiconductors-in-europe/#topicOverview> (Abgerufen am 16.10.25)
- 14 Vgl. <https://de.statista.com/infografik/26805/europaeische-laender-mit-dem-hoechsten-exporthandelswert-fuer-integrierte-schaltkreise/> (Abgerufen am 16.10.25)
- 15 Eingeschlossen sind nur Unternehmen mit 5 oder mehr Beschäftigten
- 16 Hinweis: Die Elektroindustrie umfasst die Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen sowie die Herstellung von elektrischen Ausrüstungen (WZ 26 und WZ 27).
- 17 Vgl. <https://www.technologiestiftung-berlin.de/downloads/datensatze-der-innovationserhebung-2024>, (Abgerufen am 16.10.25)
- 18 BMBF(2020), S.5
- 19 European Commission (2022)
- 20 ZVEI (2024), S.4
- 21 Vgl. <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/chipindustrie-eu-staaten-wollen-chips-act-ueberarbeiten/100158842.html> (Abgerufen am 16.10.25)
- 22 Die 5 Mitgliedstaaten waren Österreich, Frankreich, Deutschland, Italien und das Vereinigte Königreich
- 23 Die 14 Mitgliedstaaten sind Österreich, Tschechien, Finnland, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Irland, Italien, Malta, Niederlande, Polen, Rumänien, Slowakei und Spanien
- 24 Vgl. <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2024/10/05-halbleiterindustrie.html> (Abgerufen am 16.10.25)
- 25 Hinweis: Wegen der Umstrukturierung von ELMOS ist deren Projekt 2025 weggefallen, vgl. https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Downloads/M-O/staerkung-mikroelektronik-standort-deutschland-europa-erlaeuterungspapier.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (Abgerufen am 16.10.25)
- 26 Steuergutschriften erfolgen in Höhe von 25% auf die Aufwendungen für Halbleiterfabriken und Fertigungsequipment.
- 27 Eine Befreiung von der Einkommenssteuer für 2-10 Jahre erfolgt in Abhängigkeit der Technologie.
- 28 Vgl. <https://vdivde-it.de/de/dossier-mikroelektronik-innovation-auf-kleinster-flaeche> (Abgerufen am 16.10.25)
- 29 Vgl. <https://www.bmftr.bund.de/SharedDocs/Kurzmeldungen/DE/2025/01/fits2030.html> (Abgerufen am 29.10.25)
- 30 Mission 4 - „Digitale und technologischen Souveränität Deutschlands und Europas sichern und Potenziale der Digitalisierung nutzen“
- 31 Vgl. https://www.bmftr.bund.de/SharedDocs/Publikationen/DE/L/Hightech_Agenda_Deutschland.pdf?__blob=publicationFile&v=9 (Abgerufen am 16.10.25)
- 32 Vgl. https://www.bmftr.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/2025/mikroelektronik-strategie.pdf?__blob=publicationFile (Abgerufen am 16.10.25)
- 33 Anger, C. et al. (2025)
- 34 Vgl. <https://dserver.bundestag.de/btd/20/108/2010844.pdf> (Abgerufen am 16.10.25)
- 35 Vgl. https://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/Publikationen/fachkraeftestrategie-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (Abgerufen am 16.10.25)
- 36 Vgl. <https://www.bmftr.bund.de/DE/Bildung/Weiterbildung/BeruflicheWeiterbildung/NationaleWeiterbildungsstrategie/nationaleweiterbildungsstrategie.html?templateQueryString=Weiterbildungsstrategie> (Abgerufen am 16.10.25)
- 37 Vgl. <https://www.elektronikforschung.de/fokusthemen/fachkraefte> (Abgerufen am 16.10.25)
- 38 ZVEI (2024), S.71ff
- 39 Die Daten sind Schätzung auf Basis der ZVEI-Studie. Eine offizielle, detaillierte Aufschlüsselung der Wertschöpfungsanteile für alle genannten Schritte mit exakten Prozentwerten liegt öffentlich nicht vor.
- 40 Hinweis: Hier wird der gesamte wirtschaftliche Beitrag von Software betrachtet. Die Werte beziehen sich auf die gesamte Wertschöpfung im weiteren Mikroelektronikökosystem, einschließlich aller nachgelagerten und angrenzenden digitalen Produkte und Dienstleistungen, die auf Halbleitern basieren oder Software als integralen Bestandteil nutzen.
- 41 Khan et al. (2021), S.12
- 42 DERA (2023), S.43ff
- 43 Prognos (2025), S.95
- 44 Gehört seit 2016 zur SIEMENS AG, vgl. <https://press.siemens.com/global/de/event/siemens-schliesst-die-uebernahme-von-mentor-graphics-ab> (Abgerufen am 16.10.25)
- 45 Vgl. <https://www.bundestag.de/resource/blob/900450/25b9b36d92928f932b242efc8578386a/WD-5-004-22-pdf.pdf> (Abgerufen am 16.10.25)
- 46 Varadarajan et al. (2024), S.10
- 47 Oxford Economics (2022), S.4
- 48 Khan et al. (2021), S.49.
- 49 Vgl. <https://www.deloitte.com/de/de/Industries/tmt/analysis/halbleiterindustrie-im-umbruch.html> (Abgerufen am 16.10.25)
- 50 Vgl. <https://www.theguardian.com/business/2025/apr/28/eu-microchip-strategy-deeply-disconnected-from-reality-say-official-auditors> (Abgerufen am 16.10.25)
- 51 ZVEI (2024), S.80
- 52 Vgl. <https://silicon-saxony.de/richtige-entscheidungen-zur-richtigen-zeit-wie-sachsen-der-mikroelektronikhotspot-europas-wurde/> (Abgerufen am 16.10.25)
- 53 Vgl. <https://standort-sachsen.de/de/standort-sachsen/branchenvielfalt/silicon-saxony-mehr-als-nur-chips> (Abgerufen am 16.10.25)
- 54 SEMI Europe ist der europäische Regionalverband der internationalen Branchenorganisation SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International), welche Unternehmen der globalen Halbleiter-, Display- und Mikroelektronikzulieferindustrie vertritt.
- 55 Vgl. Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg (2024), S.22
- 56 Vgl. Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg (2024), S.20
- 57 Vgl. Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg (2024), S.14
- 58 Vgl. Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg (2024), S.42
- 59 Vgl. Eckstein (2021)
- 60 Vgl. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/quantum-europe-strategy>
- 61 Vgl. Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg (2024), S.20
- 62 Vgl. Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg (2024), S.37
- 63 Vgl. Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg (2024), S.18
- 64 Vgl. <https://www.wista.de/aktuelles/news/anschlag-auf-die-energieinfrastruktur-im-technologiepark-adlershof>

Interviewpartner:innen

AEMtec GmbH

Anabrid GmbH

ASML Holding N. V.

Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH

Code Mercancies GmbH

**Ferdinand-Braun-Institut,
Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH)**

Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (HHI)

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM)

Gesellschaft zur Förderung von Wissenschaft und Wirtschaft -GFWW- e. V.

IHP GmbH – Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik

Insenso GmbH

Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ)

OptecBB e. V.

Senatsverwaltung für Wirtschaft, Energie und Betriebe

Senatsverwaltung für Wissenschaft, Gesundheit und Pflege

Swissbit AG

Jan Trommershausen

Lars Heimann

Markus Matthes

Andreas Nitze

Silvia Bensel

Gerrit Rössler

Guido Körber

Prof. Dr. Wolfgang Heinrich

Prof. Dr.-Ing. Patrick Scheele

Uta Voigt

Prof. Dr. Martin Schell

Rolf Aschenbrenner

Prof. Dr. Ulrike Ganesh

Prof. Dr. Hans Richter

Prof. Dr. Andreas Mai

Peter Krause

Prof. Dr. Thomas Schröder

Adrian Mahlkow

Alex Berezin

Sandra Arndt

Bernd Lietzau

Lars Lust

Quellen

Anger, C., Betz, J. and Plünnecke, A. (2025): Arbeitsmarktbericht. Gute Gründe für MINT, Gutachten für BDA, MINT Zukunft schaffen und Gesamtmetall, Köln

BMBF (2020): Mikroelektronik. Vertrauenswürdig und nachhaltig. Für Deutschland und Europa. Rahmenprogramm der Bundesregierung für Forschung und Innovation 2021 – 2024.

https://www.bmbf.de/SharedDocs/Publikationen/DE/5/31639_Mikroelektronik_Vertrauenswuerdig_und_nachhaltig.pdf?__blob=publicationFile&v=5

Brown, C. and Linden, G. (2011): Chips and Change: How Crisis Reshapes the Semiconductor Industry (Cambridge, MA: MIT Press, August 19, 2011).

Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg (2024). Wachstumsreport optische Technologien und Mikroelektronik Berlin Brandenburg. Kennzahlenbasierte Analyse zur wirtschaftlichen Entwicklung der Unternehmen im Cluster Optik und Photonik in Berlin und Brandenburg 2023/2024.

https://www.optik-bb.de/files/user_upload/Wachstumsreport_Optik_und_Photonik_Berlin_Brandenburg_2023-24.pdf

DERA (2023): DERA-Rohstoffliste 2023. Angebotskonzentration bei mineralischen Rohstoffen und Zwischenprodukten – potenzielle Preis- und Lieferrisiken. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Gemeinsames/Produkte/Downloads/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-56.pdf?__blob=publicationFile&v=3

Eckstein, M. (2021): Open-Source-Prozessorarchitektur, Analyse: Kann sich RISC-V durchsetzen?. Artikel auf der Website von ElektronikPraxis vom 17. Dezember 2021. <https://www.elektronikpraxis.vogel.de/analyse-kann-sich-risc-v-durchsetzen-a-1083795>

European Commission (2022): A Chips Act for Europe. https://www.eusemiconductors.eu/sites/default/files/uploads/20220208_ChipsActforEurope_COM-2022-45.pdf

Goswami, O. (2023): Chipping in: Critical minerals for semiconductor manufacturing in the U.S. MIT Science Policy Review.

<https://sciencepolicyreview.org/wp-content/uploads/securepdfs/2023/08/MITSPR-v4-191618004005.pdf>

Grohol, M. and Veeh, C. (2023): Study on the critical raw materials for the EU 2023 – Final report, Publications Office of the European Union, 2023.

<https://data.europa.eu/doi/10.2873/725585>

Khan, S., Peterson, D. and Mann, A. (2021): The Semiconductor Supply Chain: Assessing National Competitiveness, CSET Issue Brief, January 2021.

<https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/The-Semiconductor-Supply-Chain-Issue-Brief.pdf>

Lee, J. and Kleinhans, J. (2021): Mapping China's semiconductor ecosystem in global context, Stiftung Neue Verantwortung, MERICS.

https://merics.org/sites/default/files/2021-06/China's%20Semiconductor%20Ecosystem_0.pdf

Oxford Economics (2022): Branchenausblick 2030+, Die Halbleiterindustrie, Stiftung Arbeit und Umwelt der IGBCE.

https://www.arbeit-umwelt.de/wp-content/uploads/StAuU_BA_Halbleiter_062022.pdf

Prognos (2025): Industrielle Resilienz und strategische Souveränität Deutschlands. Im Auftrag des Netzwerk Zukunft der Industrie.

https://www.prognos.com/sites/default/files/2025-04/Prognos_Studie_Resilienz_Souveraenitaet_deutsche_Industrie.pdf

Rat für technologische Souveränität (2025): Impulspapier „Technologische Souveränität im Fokus“.

https://www.bmfr.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/2025/impulspapier-technologische-souveraenitaet-im-fokus.pdf?__blob=publicationFile&v=2

SEMI (2021): SEMI Comments to Risks in the Semiconductor Manufacturing and Advanced Packaging Supply Chain Notice of Request for Public Comments.

<https://www.semi.org/sites/semi.org/files/2021-11/Apr%205%20Final%20SEMI%20Supply%20Chain%20Comments.pdf>

Semiconductor Industry Association (2024):

FACTBOOK 2024.

<https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/05/SIA-2024-Factbook.pdf>

Varadarajan, R. et al. (2024): Emerging Resilience in the Semiconductor Supply Chain.

https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/05/Report_Emerging-Resilience-in-the-Semiconductor-Supply-Chain.pdf

VDMA (2023): Die Chipknappheit – Herausforderungen und Chancen für den Maschinen- und Anlagenbau in Europa. Kurzfassung:

https://vdma.org/documents/34570/4802302/VDMA_EMINT_Halbleiterstudie_Kurzfassung_.pdf/9707532be56b-905f-2ee2-9b8dbee842a8?t=1695190952575ff

ZVEI (2021): Mikroelektronik – Trendanalyse bis 2025. Vorstellung langfristiger Trends 2015-2020-2025.

https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2021/Juni/Mikroelektronik-Trendanalyse_bis_2025/Mikroelektronik-Trendanalyse_2021_Web.pdf

ZVEI (2024): Von Chips zu Chancen: Die Bedeutung und Wirtschaftlichkeit der Mikroelektronikförderung.

https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Pressebereich/2024-092_ZVEI-Studie_Halbleiterfoerderung-rechnet-sich-volkswirtschaftlich/ZVEI_Mikroelektronik_Studie_v19.pdf



Die **Technologiestiftung Berlin** ist eine unabhängige und gemeinnützige Stiftung bürgerlichen Rechts. An der Schnittstelle von Zivilgesellschaft, Wissenschaft und öffentlicher Verwaltung engagieren wir uns für innovative Stadtentwicklung und fördern die Entwicklung Berlins zu einem bedeutenden Technologiestandort. Die Stiftung organisiert Workshops und Veranstaltungen, entwickelt Werkzeuge, um den digitalen Wandel der Hauptstadt zu gestalten, und veröffentlicht regelmäßig Analysen und Reports. Mit diesen stellen wir sicher, dass neueste technologische Entwicklungen und Innovationstreiber frühzeitig identifiziert und für den Transformationsprozess genutzt werden.

Victor Wichmann ist seit 2025 bei der Technologiestiftung Berlin im Bereich Innovation Policies & Research als wissenschaftlicher Mitarbeiter tätig. Im Jahr 2020 erwarb er an der Georg-August-Universität Göttingen den Master of Science im Studiengang „International Economics“. Danach war er mehr als vier Jahre bei der Prognos AG im Bereich Wirtschaft und Innovation beschäftigt. Dort sammelte er umfassende Erfahrung in der Durchführung und Steuerung von Projekten auf europäischer, deutscher und regionaler Ebene unter Einsatz verschiedener qualitativer und quantitativer Methoden.

Impressum

Technologiestiftung Berlin 2026
Grunewaldstraße 61-62
10825 Berlin
Telefon +49 30 209 69 99 0
info@technologiestiftung-berlin.de
technologiestiftung-berlin.de

Autor

Victor Wichmann

Datenstand

Oktober 2025

Druck

LM Druck + Medien GmbH

Abbildungen

Titelseite, S. 2: Laura Ockel / Unsplash.com;
S. 46: Andrii Bondarenko / Unsplash.com

Inhaltsrechte

Textinhalte, Diagramme und Tabellen
dieses Werkes können genutzt und geteilt
werden unter einer Creative Commons -
Lizenz-Namensnennung - Weitergabe unter
gleichen Bedingungen 3.0 Deutschland



Nähere Informationen

[creativecommons.org/
licenses/by-sa/3.0/de](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de)

Als Namensnennung ist anzugeben:
Victor Wichmann, Berliner Beitrag zur
technologischen Souveränität in der
Mikroelektronik, Technologiestiftung
Berlin 2026.

Publikation als PDF

[https://www.technologiestiftung-berlin.de/
downloads/technologische-souveraenitaet-
in-der-mikroelektronik](https://www.technologiestiftung-berlin.de/downloads/technologische-souveraenitaet-in-der-mikroelektronik)



Bleiben Sie auf dem Laufenden

Abonnieren Sie unseren Newsletter oder
folgen Sie uns auf X und LinkedIn:

x.com/TSBBerlin

linkedin.com/company/technologiestiftung

Förderungen

Dieses Projekt wurde von der Senats-
verwaltung für Wirtschaft, Energie und
Betriebe und der Investitionsbank Berlin
aus Mitteln des Landes Berlin gefördert.



