

WORKING PAPER FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Nummer 408, Juli 2026

Branchenanalyse Halbleiterindustrie

Wirtschaftliche Strukturen, Beschäftigungstrends und Herausforderungen

Sarah Hinz, Franziska Scheier und Gregor Holst
unter Mitarbeit von Anja Jahn

Auf einen Blick

Als hochgradig verflochtene Schlüsselbranche bildet die Halbleiterindustrie das technologische Rückgrat der digitalen und ökologischen Transformation. Europas Stärke liegt in spezialisierten Segmenten wie Leistungselektronik, Sensorik und Ausrüstungstechnologien. Zugleich bestehen erhebliche Abhängigkeiten von globalen Lieferketten, die geopolitische Risiken verschärfen. Mit dem European Chips Act verfolgt die EU einen industriepolitischen Strategiewechsel hin zu mehr Resilienz und Diversifizierung. Diese Neuausrichtung trifft auf Verschiebungen in der Fachkräftebasis und auf Herausforderungen für Arbeitsbedingungen, Tarifbindung und Mitbestimmung. Das Zusammenspiel von Innovation, nachhaltiger Produktion und qualifizierter Arbeit ist daher entscheidend für die Zukunftsfähigkeit der Branche.

© 2026 by Hans-Böckler-Stiftung
Georg-Glock-Straße 18, 40474 Düsseldorf
www.boeckler.de



„Branchenanalyse Halbleiterindustrie“ von Sarah Hinz, Franziska Scheier und Gregor Holst ist lizenziert unter

Creative Commons Attribution 4.0 (BY).

Diese Lizenz erlaubt unter Voraussetzung der Namensnennung des Urhebers die Bearbeitung, Vervielfältigung und Verbreitung des Materials in jedem Format oder Medium für beliebige Zwecke, auch kommerziell.
(Lizenztext: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/de/legalcode>)

Die Bedingungen der Creative-Commons-Lizenz gelten nur für Originalmaterial. Die Wiederverwendung von Material aus anderen Quellen (z. B. mit Quellenangabe gekennzeichnete Schaubilder, Abbildungen, Fotos und Textauszüge) erfordert ggf. weitere Nutzungsgenehmigungen durch den jeweiligen Rechteinhaber.

ISSN 2509-2359

Inhalt

Zusammenfassung.....	6
1. Einleitung.....	9
1.1 Ausgangssituation	9
1.2 Zielsetzung und Fragestellungen der Branchenanalyse	11
1.3 Methodisches Vorgehen und Abgrenzung der Branche	13
2. Wirtschaftliche Strukturen der Halbleiterindustrie.....	17
2.1 Grunddaten und Marktstruktur	17
2.2 Umsatzentwicklung und wirtschaftliche Dynamik	26
2.3 Wettbewerb und Unternehmensstrategien	33
2.4 Ökologische Herausforderungen.....	44
3. Globale Wertschöpfungsketten, Lieferkettenrisiken und Geopolitik	48
3.1 Außenhandelsstruktur und internationale Verflechtungen	48
3.2 Globale Wertschöpfungsketten und Verwundbarkeiten	54
3.3 Marktmacht und Krisen	58
3.4 Geopolitik und De-Risking-Strategien	60
4. Beschäftigung, Qualifikation und Arbeitsbedingungen	67
4.1 Beschäftigungsstruktur	67
4.2 Arbeitsbedingungen	83
4.3 Fachkräftesituation.....	95
5. Trends, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen.....	100
5.1 Zentrale Herausforderungen und Trends der Branche	100
5.2 Handlungsempfehlungen	102
Literatur.....	115
Anhang.....	130
Autorinnen und Autoren	131

Abbildungen

Abbildung 1: Statistische Systematik der Halbleiterindustrie in dieser Studie	15
Abbildung 2: Ausgewählte Standorte der Halbleiterindustrie in Deutschland	22
Abbildung 3: Anzahl Betriebe in der Halbleiterindustrie im Jahr 2024 ...	24
Abbildung 4: Anzahl Betriebe in der Halbleiterindustrie in Deutschland 2015–2024	25
Abbildung 5: Umsatz in der Halbleiterindustrie in Deutschland im Jahr 2024 in Millionen Euro	27
Abbildung 6: Umsatzentwicklung in der Halbleiterindustrie in Deutschland	28
Abbildung 7: Exportquote der Halbleiterindustrie in Deutschland.....	30
Abbildung 8: Umsatz je geleisteter Arbeitsstunde in der Halbleiterindustrie	33
Abbildung 9: Top-Länder der Handelsbilanz „Herstellung von sonstigen elektronischen Bauelementen“	49
Abbildung 10: Top-Länder der Handelsbilanz „Herstellung von bestückten Leiterplatten“	52
Abbildung 11: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland in der „Herstellung von sonstigen elektronischen Bauelementen“	69
Abbildung 12: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland in der „Herstellung von bestückten Leiterplatten“	69
Abbildung 13: Altersstruktur der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten	73
Abbildung 14: Anteil der Anteil der 55-Jährigen und älter	74
Abbildung 15: Entwicklungstrends Qualifikation in der Halbleiterindustrie in Deutschland.....	75
Abbildung 16: Tätigkeitsniveaus der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten	77
Abbildung 17: Entwicklungstrends der Tätigkeitsniveaus sozialversicherungspflichtig Beschäftigter	79

Abbildung 18: Berufsabschlüsse der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten	81
Abbildung 19: Auszubildende in der Halbleiterindustrie	82
Abbildung 20: Bruttojahreslohn- und Gehaltssumme je tätiger Person in der Halbleiterindustrie in Deutschland	84
Abbildung 21: Geleistete Arbeitsstunden in der Halbleiterindustrie in Deutschland	86

Tabellen

Tabelle 1: Umsatz je beschäftigter Person in der Halbleiterindustrie, 2015 bis 2024	31
Tabelle 2: Geleistete Arbeitsstunden je tätiger Person	88
Tabelle 3: Sonderauswertung für Wirtschaftszweig 26.11.9	130

Zusammenfassung

Bedeutung der Branche

Die Halbleiterindustrie ist eine hochgradig international verflochtene Schlüsselbranche mit zentraler Bedeutung für nahezu alle Wertschöpfungssysteme in Europa, darunter Automotive, Energie, Informations- und Kommunikationstechnik und Maschinenbau. Sie gilt als technologisches Rückgrat der digitalen und grünen Transformation.

Struktur und Spezialisierung der Branche

- Europa und Deutschland verfügen über stark spezialisierte Kompetenzen in der Branche, insbesondere in der Leistungselektronik, Sensorik und Automotive-Chips. Unternehmen wie etwa Infineon, Bosch und STMicroelectronics prägen diese Spezialisierung, während Unternehmen wie ASML, Zeiss und Trumpf führende Weltmarktpositionen im Bereich der Ausrüstungstechnologien einnehmen.
- Die Industriestruktur ist in doppelter Hinsicht stark konzentriert: Wenige integrierte Hersteller (sogenannte Integrated Device Manufacturers, IDMs) dominieren den Markt, während der Anteil von Fabless-Unternehmen (ohne eigene Fertigungskapazitäten) in Europa gering ist. Zugleich haben Clusterregionen – etwa wie in Dresden – eine hohe Bedeutung für Innovation, Wissenstransfer und Fachkräfteentwicklung. Das bietet Chancen für Synergien und Spillover-Effekte.
- Die Branche ist stark zyklisch und kapitalintensiv mit ausgeprägten Abhängigkeiten von globalen Nachfrage- und Investitionszyklen.

Globale Verflechtungen und geopolitische Risiken

- Das europäische Halbleiterökosystem ist eng in globale Lieferketten eingebunden. Es besteht jedoch eine hohe Abhängigkeit von Asien, insbesondere bei hochentwickelten Chips, bei den letzten Produktionsschritten der Chipfertigung wie Montage, Verpackung und Test sowie bei Vorprodukten wie Chemikalien, Wafer und Gasen.
- Taiwan und Südkorea dominieren den Bereich der Fertigung modernster Chips in kleinen Strukturgrößen. Chinas Bedeutung ist mit Blick auf reife Technologien in den vergangenen Jahren stark gestiegen. Die USA bleiben führend im Chipdesign.
- Verfestigte geopolitische Spannungen zwischen den USA und China und mögliche Krisen um Taiwan stellen erhebliche systemische Risiken für Europa dar.

Industriepolitik und Standortstrategien

- Mit dem European Chips Act von 2023 verfolgt Europa eine Strategie der Resilienz statt Autarkie. Dieses und weitere Förderprogramme sowie Investitionsanreize markieren einen strategischen Wendepunkt hin zu einer stärkeren industriepolitischen Steuerung. Darüber hinaus setzt Europa auf eine stärkere Diversifizierung von Lieferketten, den Ausbau lokaler Kapazitäten und den Aufbau strategischer Partnerschaften – etwa mit den USA, Japan, Südkorea und Taiwan.
- Instrumente wie Notfallmechanismen, Monitoring, strategische Vorräte und Multisourcing sollen Lieferengpässe künftig besser abfedern. Eine kooperative Industriepolitik mit koordinierter Forschung und Entwicklung, gemeinsamen Standards und Fertigungsprojekten stellt eine erfolgsversprechende Maßnahme zur Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit dar.
- Neuansiedlungen wie TSMC/ESMC in Dresden oder die Erweiterung von Infineon-Kapazitäten markieren den Beginn einer stabilisierten Wertschöpfung in Europa. Die Branche bleibt jedoch langfristig auf eine globale Integration angewiesen.

Beschäftigung, Fachkräfte und Mitbestimmung

- Die Branche verzeichnet ein starkes Beschäftigungswachstum. Besonders in forschungs- und wissensintensiven Bereichen kam es in den vergangenen Jahren zu einem deutlichen Beschäftigungsaufbau. Zugleich sinkt der Anteil einfacher Produktionsarbeitsplätze.
- Fachkräfteengpässe bestehen auf allen Qualifikationsstufen, die aufgrund zunehmender Spezialisierung, globaler Konkurrenz und des demografischen Wandels verschärft werden. Frauen sind in technischen Berufen der Halbleiterindustrie weiterhin unterrepräsentiert, wodurch erhebliche Potenziale ungenutzt bleiben. Gleichzeitig gewinnen internationale Fachkräfte auch in Deutschland zunehmend an Bedeutung, was wiederum auch betriebliche Kulturen beeinflusst.
- Die Arbeitsbedingungen sind stark von Automatisierung und Digitalisierung geprägt. Dadurch ergeben sich Potenziale zur Aufwertung von Kompetenzen, aber auch Risiken aufgrund von Arbeitsverdichtung und Kontrolle der Beschäftigten.
- Tarifbindung und betriebliche Mitbestimmung sind weit verbreitet, weisen jedoch insbesondere in der Clusterregion um Dresden und bei Unternehmen mit ausländischer Eigentümerstruktur Defizite auf. Gewerkschaften fordern stärkere Regulierung, Qualifizierung und Arbeitsplatzsicherung.

Ökologische Transformation

- Die Branche steht unter wachsendem Druck, ihren hohen Energie-, Wasser- und Chemikalienverbrauch zu reduzieren. Umweltauflagen werden zunehmend verschärft. Der Einsatz von Ewigkeitschemikalien (PFAS) und weiteren schädlichen Stoffen gerät verstärkt in den Fokus regulatorischer Maßnahmen.
- Nachhaltigkeitskonzepte wie „Grüne Fabriken“, Wasserrecycling und Abwärmenutzung gewinnen an Bedeutung und könnten zur Wettbewerbsfähigkeit des europäischen Halbleiterökosystems beitragen. Kreislaufwirtschaft und das Recycling seltener Rohstoffe sind zentrale Strategien, um ökologische Belastungen und Rohstoffabhängigkeiten zu verringern.

Fazit

- Die Zukunftsfähigkeit der europäischen Halbleiterindustrie basiert auf drei zentralen Faktoren: technologischer Spezialisierung, sozialer Verantwortung und ökologischer Transformation.
- Eine intelligente Industriepolitik muss globale Integration mit europäischer Eigenständigkeit verbinden, um die Widerstandsfähigkeit der Halbleiterbranche zu stärken.
- Um die Wettbewerbsfähigkeit und gesellschaftliche Akzeptanz langfristig sicherzustellen, sind technologische Innovation, nachhaltige Produktionsstrategien, Fachkräftesicherung, Tarifbindung und Mitbestimmung zentral.

1. Einleitung

1.1 Ausgangssituation

Die Halbleiterindustrie ist eine der zentralen Zukunftsbranchen für die globale Wirtschaft. Sie bildet die Grundlage nahezu aller digitalen Technologien – von der Informations- und Kommunikationstechnik über die Automobilindustrie und Energiewirtschaft bis hin zu Automatisierung und Künstlicher Intelligenz (KI). Mit ihren Schlüsseltechnologien ist die Branche Treiber für Innovation und Fortschritt. Sie ist unverzichtbar für viele klimaschützende Technologien. Paradoxerweise ist sie jedoch selbst sehr ressourcenintensiv und trägt erheblich zum Ausstoß klimaschädlicher Emissionen bei.

Vor allem mit der „Chip-Krise“ während der Corona-Pandemie ist die „Systemrelevanz“ der Halbleiterbranche sowohl im gesellschaftlichen als auch im politischen Diskurs in den Vordergrund gerückt (vgl. Meiners 2021; Müller 2023; Ziegler/Heidling 2023). Die sichtbar gewordenen globalen Abhängigkeiten von wenigen internationalen Marktführern und weitreichende Unterbrechungen von Lieferketten haben ein breites Bewusstsein dafür geschaffen, dass die Industrie nicht nur wirtschaftlich, sondern auch geopolitisch von zentraler Bedeutung ist.

Insbesondere der Konflikt zwischen den USA und China und die drohende Instabilität in der Taiwanstraße prägen aktuell die Verwundbarkeit globaler Lieferketten der Halbleiterindustrie. In den vergangenen zwei Jahrzehnten hat sich die internationale Arbeitsteilung in der Produktion stark verschoben: Insbesondere Taiwan, Südkorea und China dominieren in der Fertigung, während Südostasien Kernregion für nachgelagerte Wertschöpfungsstufen geworden ist. Die USA und Europa konzentrieren sich dagegen vor allem auf Forschung, Design und Produktion von Ausrüstung. Die Effizienzgewinne dieser Spezialisierung gingen jedoch mit neuen und vertieften Abhängigkeiten einher.

Um geopolitische Spannungen abzufedern und Risiken zu reduzieren, haben alle großen Volkswirtschaften umfassende Subventionsprogramme aufgelegt, um technologische Souveränität zu sichern, Marktanteile auszubauen und die „heimische“ Halbleiterindustrie zu stärken. Rechtliche Regularien wie der European Chips Act (European Union 2024) oder Initiativen wie das „Important Project of Common European Interest“ (IPCEI) für Mikroelektronik und Kommunikationstechnologien I und II (vgl. BMW E o. J.) verdeutlichen, welche strategische Bedeutung Europa der Halbleiterbranche beimisst.

Die Halbleiterindustrie ist einer der größten und umsatzstärksten Industriezweige weltweit. Im Jahr 2024 erzielte sie einen globalen Umsatz

von rund 630 Milliarden US-Dollar (vgl. WSTS 2025). Angetrieben durch Megatrends wie Digitalisierung, Elektrifizierung und neue Technologien wie 5G oder KI nimmt ihre Bedeutung weiter zu.

Halbleiter bilden das Fundament nahezu aller modernen elektronischen Geräte und Anwendungen – von Computern und Smartphones bis hin zu Autos, medizinischen Geräten und industriellen Anlagen. Sie steuern, speichern oder verarbeiten Informationen, wodurch digitale Anwendungen erst ermöglicht werden.

Der Begriff „Chip“ bezeichnet integrierte Schaltungen, die auf Halbleitermaterialien – in der Regel auf Siliziumbasis – aufgebracht werden. Ihre zentrale Funktion besteht darin, elektrischen Strom je nach Bedarf zu leiten oder zu sperren. Damit stellen Chips eine Schlüsseltechnologie moderner Informationsverarbeitung dar. Je kleiner die Strukturgrößen der Transistoren, desto leistungsfähiger und energieeffizienter sind die Chips. Die fortschrittlichsten Chips basieren derzeit auf Zwei- und Drei-Nanometer-Technologien. Die Entwicklung und Herstellung solcher Chips ist ein hochkomplexer Prozess, der spezialisierte Technologien, umfangreiches Fachwissen und erhebliche Investitionen erfordert.

Für die Zukunftsfähigkeit im globalen Technologiewettbewerb der deutschen und europäischen Wirtschaft ist die Halbleiterindustrie essenziell. Halbleitercluster wie das sogenannte „Silicon Saxony“ rund um Dresden, einer der größten Standorte Europas, spielen eine Schlüsselrolle bei der Reduzierung von Abhängigkeiten. Sie sind Innovations- und Fertigungsschwerpunkte – Forschung und Entwicklung, Produktion und Qualifizierung sind hier eng miteinander verzahnt. In diese Strukturen fließen milliardenschwere Subventionen der EU und Deutschlands – unter anderem für die Neuansiedlung des taiwanischen Unternehmens TSMC (Taiwan Semiconductor Manufacturing), das international den Markt in der Halbleiterfertigung anführt.

In Deutschland und Europa haben sich viele führende Halbleiterunternehmen und Forschungseinrichtungen angesiedelt, darunter Infineon, Bosch, GlobalFoundries und X-Fab sowie das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme. Besonders in Spezialsegmenten wie der Leistungselektronik, der Sensorik und bei Chips für die Automobilindustrie verfügt Europas Halbleiterindustrie über ein starkes Fundament. Unternehmen wie Infineon, Bosch oder STMicroelectronics zählen in diesen Bereichen zu den Technologieführern.

Europa hat außerdem eine starke Position im Bereich der Halbleiternausrüstung. Hervorzuheben sind der niederländische Konzern ASML und die deutschen Unternehmen Carl Zeiss und Trumpf, die weltweit führend bei Lithografie-, Optik- und Lasertechnologien sind.

Die Halbleiterindustrie trägt erheblich zur industriellen Wertschöpfung Deutschlands bei, insbesondere entlang der Zulieferkette für die Automobilindustrie. Deutschland setzt verstärkt auf die Entwicklung nachhaltiger und innovativer Halbleiterlösungen, vor allem in den Bereichen E-Mobilität, erneuerbare Energien und energieeffiziente industrielle Anwendungen. In der Branche sind rund 100.000 Fachkräfte beschäftigt, von denen ein großer Teil hochqualifiziert ist.

1.2 Zielsetzung und Fragestellungen der Branchenanalyse

Vor dem Hintergrund der dargestellten technologischen, wirtschaftlichen und geopolitischen Entwicklungen gewinnt eine vertiefte Analyse der Halbleiterindustrie in Deutschland und Europa zunehmend an Bedeutung.

Ziel der Branchenanalyse ist es, ökonomische Entwicklungen, Wertschöpfungsstrukturen und die Beschäftigung und Arbeitsbedingungen der Branche systematisch zu beleuchten. Auf dieser Grundlage werden Handlungsperspektiven für politische, wirtschaftliche und mitbestimmungsorientierte Akteure abgeleitet, die zur Sicherung einer zukunftsfähigen und nachhaltigen Halbleiterproduktion beitragen sollen.

Um die Dynamiken und Herausforderungen der Branche umfassend zu verstehen, gilt es verschiedene Fragestellungen zu betrachten. Im Mittelpunkt der Analyse stehen dabei folgende Aspekte:

1.2.1 Struktur und Akteure der Halbleiterindustrie

- Wie ist die Halbleiterindustrie in Deutschland und Europa strukturiert? Welche zentralen Akteure – Unternehmen, Forschungsinstitute, Politik – prägen die Branche?
- Welche Marktsegmente und Wertschöpfungsstufen dominieren? Vom Design über die Fertigung bis hin zur Montage – wo liegen Schwerpunkte und Kompetenzen innerhalb Deutschlands und Europas?

1.2.2 Wirtschaftliche Dynamiken und Wettbewerbsfaktoren

- Welche wirtschaftlichen Trends prägen die Branche? Betrachtung von Umsatzentwicklung, Produktivitätskennziffern, Exportabhängigkeit und zentralen Wettbewerbsstrategien.

- Welche Rolle spielen staatliche Förderungen und Subventionen? in der Halbleiterbranche?

1.2.3 Globale Einbindung und geopolitische Risiken

- Wie ist die deutsche und europäische Halbleiterindustrie in globale Liefer- und Wertschöpfungsketten eingebunden?
- Wo bestehen zentrale Abhängigkeiten von internationalen Partnern und Märkten?
- Welche Risiken entstehen aus geopolitischen Spannungen und Handelskonflikten? Analyse der Konzentration zentraler beziehungsweise kritischer Wertschöpfungsstufen in bestimmten Regionen und einzelnen Unternehmen.
- Welche Strategien werden zur Minimierung von Risiken verfolgt? Welche Maßnahmen stärken die Resilienz, technologische Souveränität und Unabhängigkeit Europas?

1.2.4 Arbeitswelt, Beschäftigung und Qualifikation

- Wie haben sich Beschäftigungsstrukturen und Arbeitsbedingungen entwickelt? Veränderungen bei Qualifikationsprofilen, Beschäftigungsformen und Entgelten in den letzten Jahren.
- Welche Herausforderungen ergeben sich durch Digitalisierung und Automatisierung? Wie wirken sich neue Technologien auf Tätigkeiten, Arbeitsorganisation und Beschäftigungssicherheit aus?
- Welche Entwicklungen zeigen sich in Bezug auf Mitbestimmung und Tarifbindung?
- Welche Strategien werden zur Fachkräftesicherung und zur Gestaltung „Guter Arbeit“ umgesetzt? Beispiele für Qualifizierungsinitiativen, Gleichstellungsmaßnahmen und Integration ausländischer Beschäftigter.

1.2.5 Nachhaltigkeit und ökologische Aspekte

- Welche ökologischen Risiken gehen mit dem Wachstum der Halbleiterindustrie einher? Bewertung von Energieverbrauch, Wasserbedarf, Chemikalieneinsatz und Entsorgungsfragen.
- Wie kann Nachhaltigkeit in der Branche gefördert werden? Entwicklung umweltfreundlicher Technologien und Kreislaufkonzepte.

1.2.6 Zukunftsperspektiven und Handlungsempfehlungen

- Welche technologischen, wirtschaftlichen, ökologischen und sozialen Trends prägen die Zukunft der Branche? Einschätzung zentraler Entwicklungspfade und Innovationsfelder.
- Wie können Politik, Unternehmen, Forschung, Gewerkschaften und Betriebsräte gemeinsam handeln? Strategien zur Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit, Nachhaltigkeit und Beschäftigungsperspektiven für ein robustes europäisches Halbleiterökosystem.

1.3 Methodisches Vorgehen und Abgrenzung der Branche

Die dargelegten Fragestellungen wurden im Rahmen dieser Branchenanalyse durch verschiedene, sich ergänzende, methodische Ansätze bearbeitet.¹ Ziel war es, ein möglichst umfassendes und differenziertes Bild der Halbleiterindustrie zu gewinnen.

Die Halbleiterindustrie zählt zu den besonders schnelllebigen Wirtschaftszweigen und ist durch eine hohe Volatilität und kontinuierliche Transformationsprozesse gekennzeichnet. Das zeigt sich auch eindrucksvoll an der Nexperia-Krise im Herbst 2025 (siehe S. 62). Technologische Innovationszyklen, sich wandelnde Marktbedingungen und regulatorische Eingriffe führen dazu, dass Informationen rasch an Aktualität verlieren.

Vor diesem Hintergrund stützt sich die vorliegende Studie bei der Analyse von Sekundärmaterial auf Quellen mit einem Aktualitätsstand bis Sommer 2025. Die Primärdatenerhebung in Form von Interviews und Fokusgruppendifkussion erfolgte im Zeitraum von März 2025 bis September 2025.

- systematische Literatur- und Dokumentenanalyse: Auswertung wissenschaftlicher Studien, Branchenberichte und relevanter Veröffentlichungen zu den in dieser Analyse behandelten Themenfeldern.
- quantitative Datenauswertung: Analyse von Erhebungen und Statistiken des Bundesamts für Statistik und der Bundesagentur für Arbeit zur wirtschaftlichen Entwicklung, Beschäftigung und Qualifikationsstruktur.

¹ Zur Unterstützung der systematischen Analyse – vor allem der materialintensiven Presseanalyse – kamen zusätzlich das softwaregestützte Analysewerkzeug MaxQDA sowie ergänzend das KI-basierte Tool ChatGPT zum Einsatz. Diese Tools dienen ausschließlich der Strukturierung großer Textmengen. Die inhaltliche Analyse und Interpretation des Materials erfolgte durch die Autor*innen.

- inhaltsanalytische Presseanalyse: Untersuchung von Medienberichten des Handelsblatts und der Süddeutschen Zeitung (Zeitraum: 1/2018 bis 5/2025) mit Fokus auf unterschiedliche Perspektiven und Deutungen zentraler Entwicklungen in der Branche.
- qualitative Expert*innen-Interviews: Leitfadengestützten Gespräche mit Expert*innen, darunter Betriebsratsmitglieder aus IG Metall- und IGBCE-organisierten Betrieben, Jugend- und Auszubildendenvertreter*innen, hauptamtlich Beschäftigte der Gewerkschaften IG Metall und IGBCE, Vertreter*innen von Branchenverbänden und Wissenschaftler*innen.
- Fokusgruppendifkussion: Diskussion von Zwischenergebnissen und Thesen mit mehreren Betriebsratsmitgliedern zur Validierung der Befunde und Vertiefung von Handlungsempfehlungen.
- ergänzende informelle Gespräche: Austausch mit Betriebsratsmitgliedern und Hauptamtlichen der IG Metall im Rahmen einer Branchentagung zur Einordnung aktueller Entwicklungen.

Die Halbleiterindustrie ist hoch spezialisiert und vielfältig. Das führt dazu, dass sie in der amtlichen Statistik Deutschlands nicht vollständig über die Klassifikation der Wirtschaftszweige und die entsprechenden WZ-Codes abgebildet wird (vgl. Statistisches Bundesamt 2008). Ihre zahlreichen Akteure sind über viele verschiedene Sektoren und Wertschöpfungsstufen verteilt – von Chipdesign und Herstellung über Materialzulieferer bis hin zu spezialisierter Software. Daher ist sie nicht als eigenständiger Wirtschaftszweig aufgeführt, sondern muss als Querschnittsbranche verstanden werden.

Die WZ-Codes sind generell breit angelegt und fassen Unternehmen mit ähnlichen wirtschaftlichen Tätigkeiten in gemeinsamen Kategorien zusammen. In diesen Kategorien finden sich jedoch auch Firmen, die nicht zur Halbleiterindustrie gehören. Im Fall des WZ-Codes 26.11.9 „Herstellung von sonstigen elektronischen Bauelementen“ finden sich sowohl Unternehmen, die Halbleiter herstellen, als auch Firmen, die andere elektronische Bauteile für andere Industrien fertigen.

Gleichzeitig ist die Halbleiterindustrie in der amtlichen Statistik zu eng definiert. Der WZ-Code 26.11.9 bildet zwar die Halbleiterproduktion ab. Er erfasst jedoch vorgelagerte Wertschöpfungsstufen wie Design sowie Forschung und Entwicklung nicht. Auch nachgelagerte Bereiche, etwa Verpackung oder weitere Dienstleistungen, bleiben unberücksichtigt, obwohl sie für die Halbleiterindustrie relevant sind. Da auch Branchenverbände und weitere Institutionen bei ihren Analysen auf amtliche Daten zurückgreifen, sind ergänzende Untersuchungen nur bedingt geeignet, die Defizite in der statistischen Erfassung auszugleichen.

Für diese Studie haben wir uns daher für folgendes Vorgehen entschieden: Wir stützen uns in den sekundärstatistischen Analysen auf Daten des Statistischen Bundesamts und der Bundesagentur für Arbeit zum WZ-Code 26.11.9 „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“. Denn dieser bildet die Branche mit der Chipfertigung im engeren Sinne gut ab – auch wenn hier weitere, nicht zur Halbleiterindustrie gehörende Unternehmen enthalten sind.

Außerdem beziehen wir Daten zum WZ-Code 26.12 „Herstellung von bestückten Leiterplatten“ ein. Hierunter sind Unternehmen erfasst, die Halbleiterprodukte integrieren, verbinden und funktionsfähig machen. Dies ermöglicht es, zumindest für einen Teil der Unternehmen Aussagen über die nachgelagerten Wertschöpfungsstufen der Halbleiterindustrie zu treffen.

Abbildung 1: Statistische Systematik der Halbleiterindustrie in dieser Studie



Quelle: eigene Darstellung

Beide herangezogenen WZ-Codes ermöglichen lediglich eine Annäherung an die quantitative Erfassung der Halbleiterbranche, bilden diese also nicht vollständig ab. Die statistischen Befunde werden daher durch zusätzliche Quellen ergänzt – darunter einschlägige Erkenntnisse aus der Literatur, Veröffentlichungen von Verbänden und Unternehmen sowie insbesondere Erkenntnisse aus den Interviews mit Betriebsräten, gewerkschaftlichen Akteuren und Expert*innen der Branche, um die Datenbasis zu validieren und ein möglichst umfassendes Bild der Halbleiterindustrie zu zeichnen.

Darüber hinaus sind weitere für die Halbleiterindustrie relevante Bereiche – etwa Teile des Maschinen- und Anlagenbaus – anderen WZ-Codes zugeordnet. Diese Codes umfassen zwar teilweise Unternehmen, die ausschließlich für die Halbleiterindustrie tätig sind, erfassen jedoch zugleich zahlreiche Unternehmen ohne Bezug zur Halbleiterbranche.

Zudem sind nicht alle in der Halbleiterindustrie tätigen Unternehmen ausschließlich auf diesen Bereich spezialisiert. Viele bedienen zusätzlich weitere Marktsegmente und werden entsprechend in WZ-Codes erfasst, die ihrem jeweiligen Hauptgeschäftsfeld zugeordnet sind. Insgesamt zeigt sich, dass die Komplexität und Spezialisierung der Halbleiterindustrie auf Basis der reinen Betrachtung der WZ-Codes nicht adäquat abgebildet werden kann.

Die sekundärstatistischen Daten beziehen sich in dieser Branchenanalyse, sofern nicht anders ausgewiesen, auf den Zeitraum von 2015 bis 2024. Entlang dieser Zeitspanne lassen sich Entwicklungen vor, während und nach der Corona-Pandemie und der Chip-Krise sowie industriepolitische Weichenstellungen berücksichtigen.

Die vorliegende Branchenanalyse gliedert sich nach dem einleitenden Kapitel in drei Hauptkapitel (Kapitel 2 bis 4) und ein abschließendes Kapitel mit Handlungsperspektiven.

Kapitel 2 gibt einen Überblick über die wirtschaftliche Struktur und Entwicklung der Halbleiterindustrie in Deutschland und Europa. Darin sind zentrale Akteure, Marktsegmente und Wertschöpfungsstufen sowie ökonomische Trends und Unternehmensstrategien beschrieben.

Kapitel 3 beleuchtet die Einbindung des deutschen und europäischen Halbleiterökosystems in globale Wertschöpfungs- und Lieferketten. Darauf aufbauend werden geopolitische Abhängigkeiten, Risiken und De-Risking-Strategien europäischer Akteure analysiert.

Kapitel 4 widmet sich den Beschäftigungsstrukturen, Qualifikationsanforderungen und Arbeitsbedingungen in der Halbleiterindustrie. Dabei wird untersucht, welche Auswirkungen technologische Entwicklungen, Mitbestimmung und Tarifbindung auf die Arbeitsbedingungen haben.

Kapitel 5 bündelt zentrale Herausforderungen, Trends und Zukunftsperspektiven der Branche und formuliert darauf aufbauend Handlungsempfehlungen für Politik, Unternehmen, Forschung und Mitbestimmung.

2. Wirtschaftliche Strukturen der Halbleiterindustrie

Die Halbleiterindustrie bildet mittlerweile das technologische Rückgrat moderner Volkswirtschaften. Ohne Mikrochips wären weder die Digitalisierung noch zentrale Zukunftstechnologien wie Künstliche Intelligenz, autonomes Fahren, Elektromobilität oder die Energiewende denkbar. Die wirtschaftliche Bedeutung der Branche zeigt sich besonders in ihrer Hebelwirkung: Der Wert von Halbleitern vervielfacht sich entlang der Wertschöpfungskette in elektronischen Geräten und den damit ermöglichten wirtschaftlichen Aktivitäten. Gleichzeitig ist die Branche durch extreme Kapitalintensität, hochkomplexe globale Wertschöpfungsketten und intensiven technologischen Wettbewerb geprägt.

2.1 Grunddaten und Marktstruktur

2.1.1 Marktgröße

Die globale Halbleiterindustrie ist eine wachsende Branche. Die jährliche Wachstumsrate liegt seit 1987 bei etwa durchschnittlich 8,5 Prozent (vgl. Henß 2021). In den vergangenen zehn Jahren hat die Branche stark zugelegt – von rund 300 bis 400 Milliarden US-Dollar Anfang der 2010er Jahre auf mehr als 550 Milliarden Dollar im Jahr 2022. Für 2024 wird geschätzt, dass das globale Marktvolumen bei fast 600 Milliarden Dollar liegen wird. (vgl. Röhl/Rusche 2024)

Das Branchenwachstum wird nicht nur durch die technologische Nachfrage getrieben, sondern auch durch umfassende staatliche Investitionen. Die USA, China, die EU und mehrere asiatische Länder treiben den Aufbau eigener Fertigungskapazitäten voran. Das unterstreicht die zunehmend geostrategische Relevanz von Halbleitern (vgl. Henß 2021).

In den Jahren 2001, 2009 und 2019 kam es zu erheblichen Umsatzeinbrüchen in der Halbleiterindustrie. Sie sind Ausdruck der typischen zyklischen Schwankungen der Branche. Die Corona-Pandemie stellte jedoch eine besondere Zäsur dar: Massive Störungen in globalen Lieferketten führten zur bislang größten Chip-Krise, weil Nachfrageeinbrüche, Nachfragesprünge und Produktionsengpässe zeitgleich zusammenfielen (vgl. Henß 2021).

Die Nachfrage nach Chips wird voraussichtlich weiter steigen, insbesondere durch die Digitalisierung und den Bedarf an Chips für neue Technologien (vgl. Henß 2021; Probst 2025). Allein der Bedarf an Chips für die

Autoindustrie könnte sich bis 2030 verdreifachen, weil autonomes Fahren, Konnektivität und die Elektrifizierung des Antriebsstrangs zu einer höheren Anzahl von Chips pro Fahrzeug führen (vgl. VDA 2023).

Die Marktanteile unterscheiden sich deutlich zwischen den Kontinenten. Trotz bedeutender europäischer Halbleiterfirmen liegt Europa im internationalen Vergleich deutlich hinter den USA und Ostasien zurück. Europas Anteil am globalen Halbleitermarkt betrug 2022 9 Prozent, während die USA auf 48 Prozent und Ostasien mit Taiwan, Südkorea, Japan und China auf 43 Prozent kommen (vgl. SIA 2023). Der Weltmarktanteil Europas lag vor 25 Jahren noch bei rund 20 Prozent (vgl. WSTS 2025).

Das hängt auch mit dem Aufstieg asiatischer Hersteller und dem Rückgang europäischer Unternehmen zusammen: So hat sich allein die Zahl der Leiterplattenbestücker, als Teil der nachgelagerten Wertschöpfung, in Europa seit 2000 von etwa 500 auf rund 200 verringert (vgl. VDE/VDI-GMM 2024).

Im Jahr 2022 erzielte der europäische Halbleitermarkt 51 Milliarden Euro Umsatz. Die Nachfrage wird besonders durch die Automobil- und Industrieelektronik getrieben – 37 Prozent des EU-Chipmarkts entfallen auf den Kfz-Bereich und 28 Prozent auf die Industrie. (vgl. ESIA o. J.)

Als größte Volkswirtschaft Europas ist Deutschland ein wichtiger Standort der Halbleiterindustrie. Das Cluster „Silicon Saxony“ um Dresden ist das größte Mikroelektronik-Cluster Europas – jeder dritte in Europa produzierte Chip kommt aus diesem Halbleiterökosystem mit mehr als 70.000 Beschäftigten (vgl. Sachsen.de 2023).

2.1.2 Zentrale Akteure und Produktionsstandorte

Die Unternehmenslandschaft der Halbleiterindustrie ist hochgradig ausdifferenziert. Kaum eine andere Branche vereint so viele unterschiedliche Unternehmen, die zwar derselben Industrie angehören, aber in verschiedenen Teilbereichen tätig sind (vgl. Henß 2021). Aufgrund des komplexen Entwicklungs- und Herstellungsprozesses gibt es eine breite Zulieferstruktur und verschiedenste Unternehmen, die die gesamte Wertschöpfung abdecken – von der Forschung und Entwicklung über die Frontend-Fertigung bis hin zum Backend mit der Verpackung von Halbleiterprodukten.

Trotz der ausgeprägten Spezialisierung gibt es weltweit nur wenige Unternehmen, die sowohl Chips designen als auch die integrierten Schaltungen selbst fertigen. Unter dem Design von Chips versteht man die Entwicklung der logischen und physischen Struktur eines Mikrochips, also die Planung seiner Funktion und Architektur vor der Fertigung. Unternehmen,

die beide Schritte vereinen, werden als „Integrated Device Manufacturers“ (IDM) bezeichnet (vgl. Yeung/Huang/Xing 2023). Sie haben also den gesamten Produktionsprozess unter einem Dach – von der Entwicklung des Chip-Designs bis zur Fertigung, Montage und Prüfung. Einige IDMs nutzen interne Fertigungskapazitäten, lagern aber auch einen Teil der Produktion an sogenannte Foundries aus (vgl. Yeung/Huang/Xing 2023). Sie werden mit dem Begriff „Fab-Lite“ bezeichnet.

Zu den bedeutenden Integrated Device Manufacturers gehören unter anderem Intel (USA), Texas Instruments (USA), Samsung (Südkorea), STMicroelectronics (Schweiz) oder NXP Semiconductors (Niederlande). In Deutschland sind Infineon und Bosch Semiconductor Manufacturing zentrale IDMs.

Die Anzahl der IDMs ist deutlich rückläufig (vgl. Henß 2021). Inzwischen erfolgt häufiger eine Trennung von Chipdesign und kapitalintensiver Produktion. Die europäischen IDMs haben ihren Schwerpunkt im Bereich Leistungshalbleiter, Automobil-Mikrocontroller und Sensorsysteme und sind dabei weltweit führend (vgl. VDE/VDI-GMM 2024). Diese Produkte sind für die Autoindustrie, Energie und Industrie allgemein wichtig.

Unternehmen, die sich ausschließlich auf das Chipdesign und die Entwicklung konzentrieren, aber keine eigenen Fertigungsanlagen besitzen und daher die Produktion an Auftragsfertiger auslagern, werden als „Fabless“ bezeichnet (vgl. Yeung/Huang/Xing 2023). „Fabless“ bedeutet fabriklos, also Unternehmen ohne eigene Produktion.

Bekannte Beispiele für Fabless-Unternehmen sind Nvidia, Qualcomm, AMD und Apple – alle mit Konzernsitz in den USA. Das umsatzstärkste Fabless-Unternehmen im asiatischen Raum ist MediaTek in Taiwan, gefolgt von Realtek in China (vgl. Manners 2023). In Europa gibt es nur wenige reine Chip-Designfirmen, etwa Nordic Semiconductor in Norwegen und kleinere Spezialisten und Start-ups.

Teil dieses „Upstreams“, also der vorgelagerten Wertschöpfung, in der Design- und Entwicklungsphase, sind sogenannte IP-Core-Anbieter, etwa ARM mit Sitz in den USA. Diese Unternehmen entwickeln und lizenzieren standardisierte Funktionsbausteine für Chipdesigns – sogenannte Intellectual Property Cores –, etwa Prozessorarchitekturen, Schnittstellen wie USB oder Grafikfunktionen, die von anderen Herstellern in ihre Chips integriert werden (vgl. Yeung/Huang/Xing 2023).

Ebenfalls Teil dieser vorgelagerten Wertschöpfung sind Entwickler von Software-Tools, wie etwa „Electronic Design Automation“ (EDA). Diese dienen dem Design, der Simulation und dem Test von integrierten Schaltungen und Leiterplatten (z. B. Synopsys und Cadence Design Systems in den USA) (vgl. Yeung/Huang/Xing 2023).

Die Auftragsfertiger für Fabless-Unternehmen übernehmen die Produktion, sind jedoch nicht in das Design involviert. Sie werden als „Foundries“ bezeichnet und bilden das Frontend der Wertschöpfung. Dort werden die Mikrochips auf sogenannten Wafers produziert – hauchdünne Scheiben aus hochreinem Silizium, die als Trägermaterial für die Schaltungen dienen. Der Markt ist „aufgrund der extrem hohen Einstiegsbarrieren sehr konzentriert“ (vgl. Henß 2021).

Das mit Abstand führende Unternehmen in diesem Bereich ist TSMC. TSMC dominiert den Weltmarkt für Foundries mit 61 Prozent Marktanteil (vgl. Braun 2024). Das Unternehmen fertigt sowohl einfache als auch komplexe Halbleiter, darunter die modernsten Technologieknoten von drei und zwei Nanometern. Es zählt damit zu den zentralen Akteuren bei der Entwicklung und Herstellung der fortschrittlichsten Halbleitertechnologien.

Teilweise übernehmen auch IDMs Auftragsfertigungen für Fabless-Unternehmen, sofern dabei keine Interessenkonflikte mit eigenen Produktlinien oder Kunden entstehen (vgl. Henß 2021). So ist beispielsweise Samsung zwar als Integrated Device Manufacturer tätig, ist aber zugleich mit einem Marktanteil von elf Prozent die zweitwichtigste Foundry nach TSMC (vgl. Braun 2024).

Eine weitere bedeutende Wafer-Fabrik ist GlobalFoundries (USA), die auch in Europa fertigt und mit einem Marktanteil von fünf Prozent die fünftgrößte Foundry weltweit ist. (vgl. Braun 2024). X-Fab, mit Unternehmenssitz in Belgien und operativer Zentrale in Erfurt (Deutschland), ist eine weitere bedeutende Foundry in Europa, die sich auf Nischentechnologien spezialisiert hat.

In Dresden ist zudem eine Neuansiedlung geplant: TSMC errichtet dort eine sogenannte „Fab“, also eine Halbleiterfertigungsstätte, mit der rund 2.000 Arbeitsplätze entstehen sollen. Der Produktionsstart ist für Ende 2027 vorgesehen (vgl. Sachsen.de 2023). Ein weiteres Megafabrik-Projekt war in Magdeburg geplant: Intel beabsichtigte dort den Bau einer Chipfabrik mit etwa 3.000 Arbeitsplätzen. Im Jahr 2025 zog sich das Unternehmen jedoch aus der 30 Milliarden Euro schweren Investition zurück, nachdem es infolge von Innovationsproblemen massive Umsatzverluste verzeichnet hatte (vgl. Tagesschau 2025).

Im Backend werden die letzten Produktionsschritte der physischen Chipfertigung vollzogen: Montage, Verpackung und Test (vgl. Yeung/Huang/Xing 2023). Das übernehmen Dienstleister, sogenannte „Outsourced Semiconductor and Test“ Firmen, wie zum Beispiel ASE in Taiwan, Amkor Technology in den USA oder JCET in China (vgl. Henß 2021). Dafür braucht es Test-Tools wie die von den Unternehmen

Teradyne (USA) oder Advantest (Japan), mit denen fertige Chips geprüft werden können.

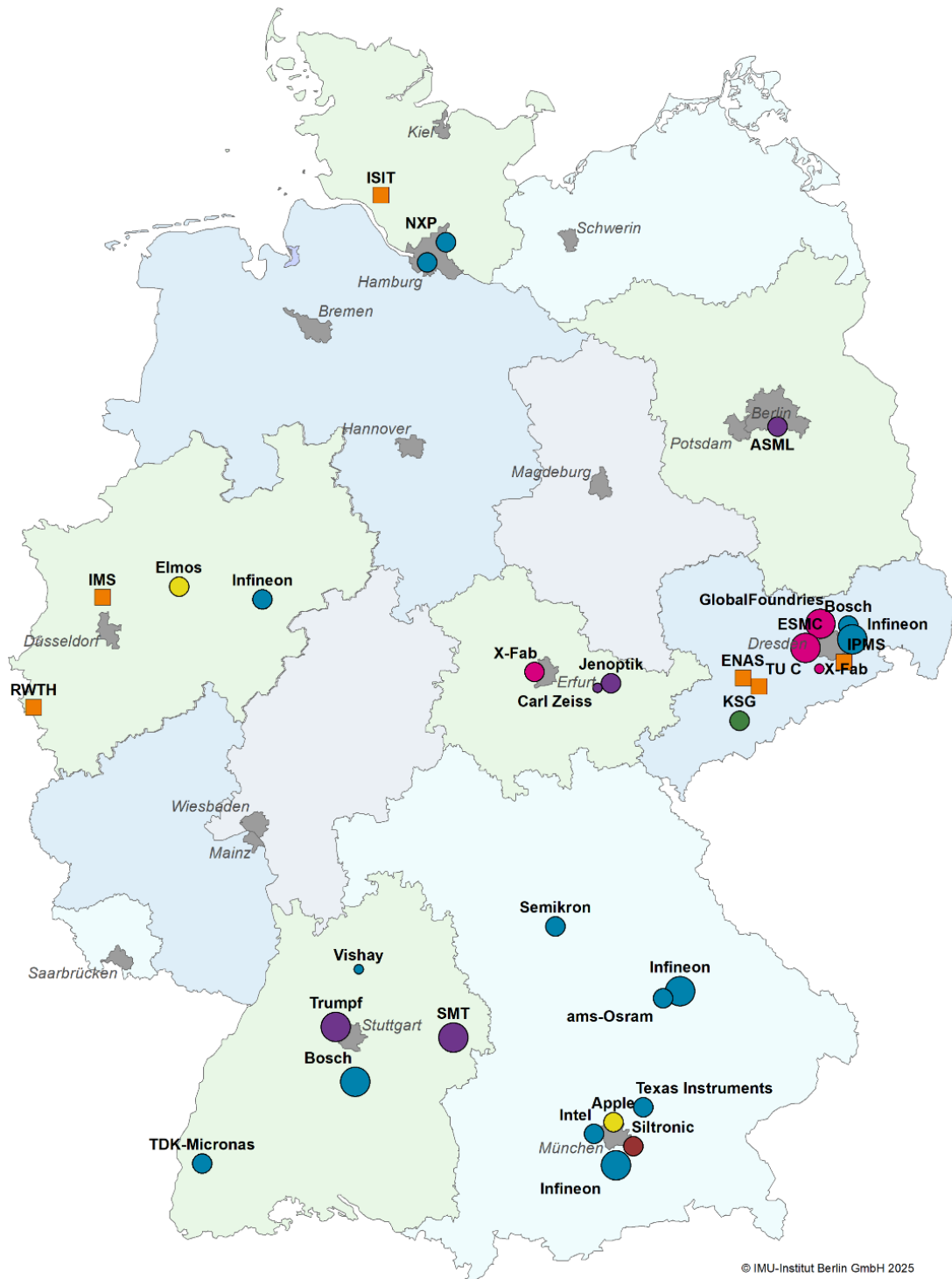
Im Auftrag anderer Firmen fertigen sogenannte EMS-Unternehmen (EMS: Electronic Manufacturing Services) elektronische Baugruppen und Geräte und sind damit Teil der nachgelagerten Wertschöpfung, des „Downstream“ der Halbleiterindustrie. Diese „Electronic Manufacturing Services“ sind also Dienstleister für die Elektronikfertigung. Sie arbeiten häufig für Automobilzulieferer, Medizintechnik-, Industrie- und Konsumgüterunternehmen.

Im Zusammenhang mit der Halbleiterindustrie ist unter anderem die Bestückung von Leiterplatten relevant. EMS-Unternehmen beschaffen außerdem Materialien wie Halbleiter und passive Bauelemente, führen Qualitätskontrollen und Tests durch, montieren Gehäuse für die Teil- oder Endmontage von Geräten und übernehmen After-Sales-Services, Reparatur und Logistik.

Die eigentliche Herstellung unbestückter Leiterplatten muss davon unterschieden werden. Sie stellt eine vorgelagerte Wertschöpfungsstufe dar. In der Praxis bestehen jedoch enge Schnittstellen zwischen Leiterplattenherstellung und EMS, vereinzelt auch hybride Geschäftsmodelle.

Internationale EMS sind zum Beispiel Foxconn in Taiwan, Jabil und Flextronics in den USA, während in Deutschland Zollner Elektronik AG oder KSG als spezialisierte Leiterplattenhersteller in Deutschland eine vorgelagerte Rolle in der Elektronik- und Halbleiterwertschöpfung einnehmen.

Abbildung 2: Ausgewählte Standorte der Halbleiterindustrie in Deutschland



Anmerkung: siehe folgende Seite

Quelle: eigene Darstellung

Anmerkungen zu Abbildung 2: Die Farben kennzeichnen die jeweiligen Akteurstypen: blau = Integrated Device Manufacturer (IDM), pink = Foundries (reine Produktionsstandorte ohne F&E), gelb = Fabless-Unternehmen (ohne eigene Produktionskapazität), rot = Wafer-Fabs (Herstellung von Wafers), grün = Electronic Manufacturing Services (EMS, Dienstleister), lila = Hersteller von Equipment für die Produktion, orange = Forschungseinrichtungen. Die Kreisgrößen stehen für die Beschäftigtenzahl der jeweiligen Standorte (klein: <500 Beschäftigte, mittel: 500–3.000 Beschäftigte, groß: >3.000 Beschäftigte).

Zentral für die Halbleiterindustrie sind die sogenannten „Semiconductor Equipment Supplier“. Sie stellen hochkomplexe Maschinen und Komponenten her, die für die Fertigungsanlagen der IDMs und Foundries benötigt werden. Dazu gehören ASML (Niederlande) als wichtigster Hersteller von Lithographiesystemen, Lam Research (USA), spezialisiert auf Anlagen zum Trockenätzen, und Applied Materials (USA), die vor allem auf Beschichtungsanlagen herstellen (vgl. Henß 2021).

Europa ist im Bereich der Zulieferer und Ausrüster globaler Spitzenreiter (vgl. Kleinhans 2024). ASML hat eine Monopolstellung bei EUV-Lithografieanlagen. EUV steht für extrem ultraviolette Strahlung inne. Dieses Fotolithografie-Verfahren ist unverzichtbar für die Herstellung modernster Chips. Auch im Bereich Spezialchemikalien, Wafern und weiteren Anlagen ist Europa stark. Bedeutende Firmen sind etwa Linde (Irland) und Air Liquide (Frankreich) für Chemikalien, Siltronic (Deutschland) für Siliziumwafer und Carl Zeiss SMT (Deutschland) für Lithografie-Optiken.

Der Bereich Forschung und Entwicklung ist in Deutschland vergleichsweise gut aufgestellt mit spezialisierten Forschungsunternehmen und -einrichtungen. Die RWTH Aachen ist einer der führenden universitären Standorte für Mikro- und Nanoelektronik. Mehrere Fraunhofer-Institute wie das für Photonische Mikrosysteme oder das für Zuverlässigkeit und Mikrointegration sind bedeutende Forschungsakteure. Letztere unterstützen Unternehmen bei der Entwicklung neuer Technologien und Prozesse. In Abbildung 2 findet sich eine Übersicht ausgewählter Standorte der Halbleiterindustrie in Deutschland.

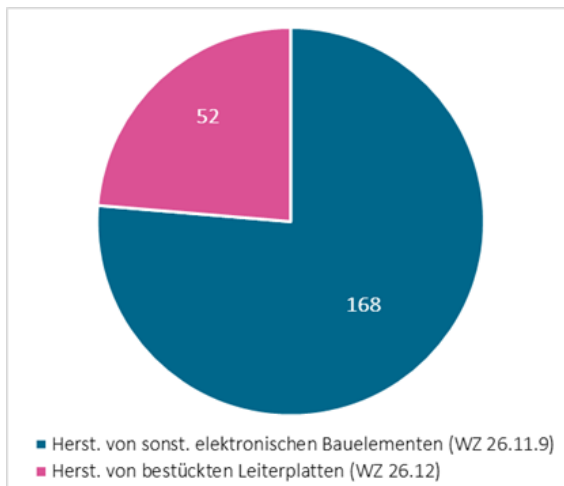
2.1.3 Betriebliche Struktur in Deutschland

Mit Stand 2024 sind in Deutschland 220 Betriebe der Halbleiterindustrie statistisch erfasst. Sie lassen sich nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ) den Teilbranchen „Herstellung sonstiger elektronischer Bau-

elemente“ (WZ 26.11.19) und „Herstellung von bestückten Leiterplatten“ (WZ 26.12) zuordnen (vgl. Abbildung 3). Mit mehr als drei Viertel aller Betriebe ist die „Herstellung sonstiger Bauelemente“ die Kernbranche der Halbleiterindustrie.

In der durchschnittlichen Betriebsgröße zeigen sich erhebliche Unterschiede zwischen den beiden Teilbranchen der Halbleiterindustrie: In der Kernbranche arbeiten knapp 650 Beschäftigte pro Betrieb, während es in der kleineren Teilbranche der „Herstellung von bestückten Leiterplatten“ lediglich 211 Beschäftigte pro Betrieb sind. Zu beachten ist jedoch, dass in beiden Fällen Betriebe unter 50 Mitarbeiter*innen nicht erfasst sind.

Abbildung 3: Anzahl Betriebe in der Halbleiterindustrie im Jahr 2024

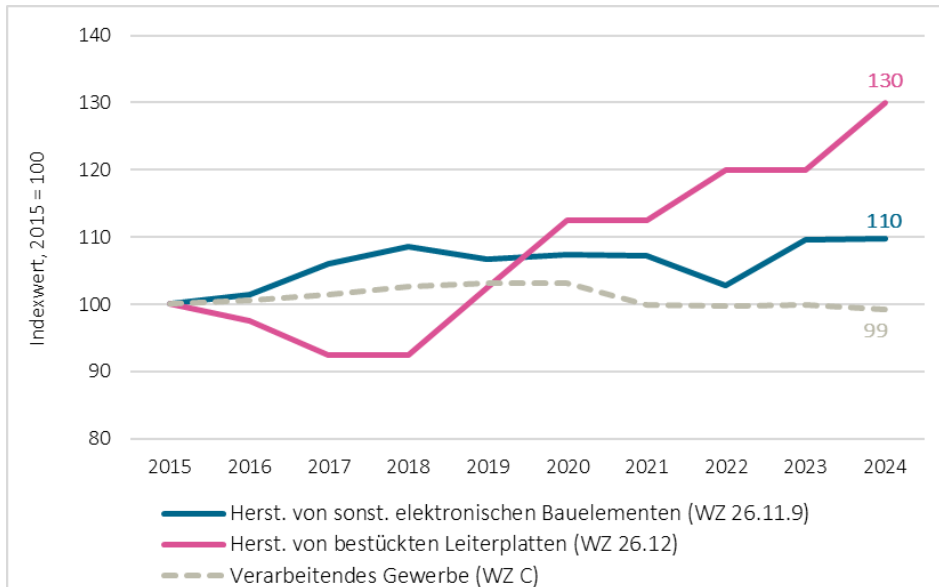


Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

In beiden Teilbranchen stiegen die Betriebszahlen zwischen 2015 und 2024 deutlich an (+10 Prozent und +30 Prozent), während sich die Industrie insgesamt im gleichen Zeitraum leicht rückläufig entwickelte (–1 Prozent) (vgl. Abbildung 4). Die Entwicklungsdynamik ist dabei in der kleineren Teilbranche „Herstellung bestückter Leiterplatten“ stärker ausgeprägt als in der „Herstellung von sonstigen elektronischen Bauelementen“ und im verarbeitenden Gewerbe insgesamt.

Nach einem Rückgang bis 2018 setzte ein deutlicher Aufstieg ein. Bei der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ erfolgte – abgesehen von einer kleineren „Covid-Delle“ über den Gesamtzeitraum der letzten zehn Jahre ein eher stetiges, kontinuierliches Wachstum der Betriebszahlen.

Abbildung 4: Anzahl Betriebe in der Halbleiterindustrie in Deutschland 2015–2024



Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

2.1.4 Halbleiter-Cluster im „Silicon Saxony“

Eines der wichtigsten Halbleitercluster liegt mit dem „Silicon Saxony“ in und um Dresden. Dort haben zahlreiche globale Unternehmen (zum Beispiel GlobalFoundries, Bosch, Infineon) und auch spezialisierte Firmen (unter anderem Siltronic, Jenoptik, Carl Zeiss, X-Fab) und Forschungseinrichtungen, die in der Halbleiterindustrie und der nachgelagerten Wertschöpfung aktiv sind, ihren Standort. Laut Silicon Saxony hat das Cluster die höchste Dichte an Halbleiterproduzenten in Europa (vgl. Silicon Saxony o. J.).

Das Cluster trägt maßgeblich zur Entwicklung und Produktion von Halbleitertechnologien bei. Zahlreiche international tätige Halbleiterunternehmen sind mit Produktions-, Entwicklungs- oder Zulieferstandorten in Sachsen vertreten; Konzernzentralen finden sich jedoch überwiegend außerhalb der Region. Das Cluster wächst kontinuierlich durch Neuansiedlungen und den Ausbau bereits bestehender Standorte. Diese Entwicklung wird zum Teil unterstützt durch öffentliche Fördergelder, unter anderem im Rahmen des EU Chips Act.

Mit TSMC kommt etwa ein zentraler globaler Player in die Region, gefördert durch Milliardensubventionen. In der gemeinsam mit Bosch, Infineon und NXP betriebenen Fabrik sollen unter dem Namen „ESMC“ ab

2027 vor allem 12-Nanometer-Chips für Automotive-Anwendungen produziert werden (vgl. Silicon Saxony 2023c). Dabei handelt es sich nicht um die fortschrittlichsten Technologieknoten, sondern um sogenannte mature nodes, also reife Strukturgrößen, die für die Automobilindustrie wegen ihrer Stabilität und Zuverlässigkeit besonders relevant sind. Die hohen Subventionen, auch für die Erweiterung des Infineon-Werks, sollen sich langfristig durch höhere Steuereinnahmen auszahlen (vgl. Bovenschulte/Parton/Bernardt 2024).

70.000 Menschen arbeiten im „Silicon Saxony“ für die Branche – in Produktion, Forschung und Entwicklung, Start-ups und in zahlreichen Zuliefer- und Dienstleistungsunternehmen. Einer Prognose der Wirtschaftsförderung Sachsen zufolge könnte das Wachstum der Halbleiterindustrie bis 2030 ein zusätzliches Wertschöpfungspotenzial von 13 Milliarden Euro für die sächsische Wirtschaft bedeuten. 24.200 neue Arbeitsplätze könnten entstehen (vgl. Bovenschulte/Parton/Bernardt 2024).

Die Studie hebt hervor, dass umfassende Investitionen in Bildung und Forschung in Sachsen wichtig sind, um die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern. Ein zentrales Problem bleibe der Fachkräftemangel, weshalb der Freistaat verstärkt auf Zuwanderung angewiesen sein wird.

Weitere Herausforderungen betreffen die Flächenverfügbarkeit und den Ausbau der Infrastruktur in der Region.

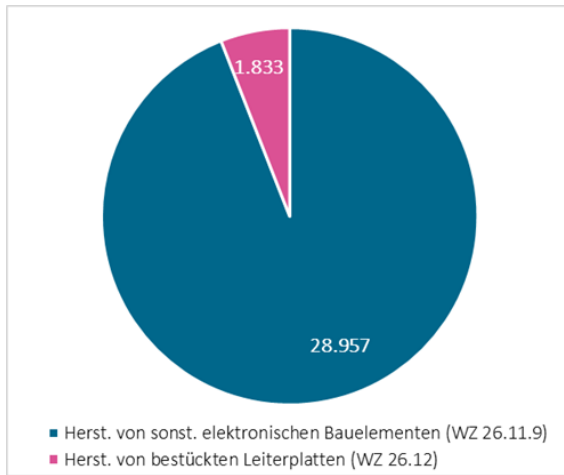
2.2 Umsatzentwicklung und wirtschaftliche Dynamik

2.2.1 Umsatzentwicklung

Die folgenden Auswertungen zur wirtschaftlichen Entwicklung der Halbleiterindustrie basieren auf den in Kapitel 1.3 erläuterten sekundärstatistischen Daten der WZ-Codes 26.11.9 und 26.12. Sie sind geeignet, die Branche näherungsweise abzubilden.

Der Gesamtumsatz der Halbleiterindustrie in Deutschland lag im Jahr 2024 bei knapp 31 Milliarden Euro. Das starke Branchenwachstum der letzten zehn Jahre wird durch einen Umsatzanstieg um knapp 78 Prozent (+13 Milliarden Euro) in diesem Zeitraum belegt. 94 Prozent der Umsätze entfielen dabei auf die „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ (vgl. Abbildung 5). Hier spiegeln sich auch die Skaleneffekte der Betriebsgrößenstrukturen wider, denn als Kernbranche vereint sie „nur“ 76 Prozent aller Betriebe.

Abbildung 5: Umsatz in der Halbleiterindustrie in Deutschland im Jahr 2024 in Millionen Euro

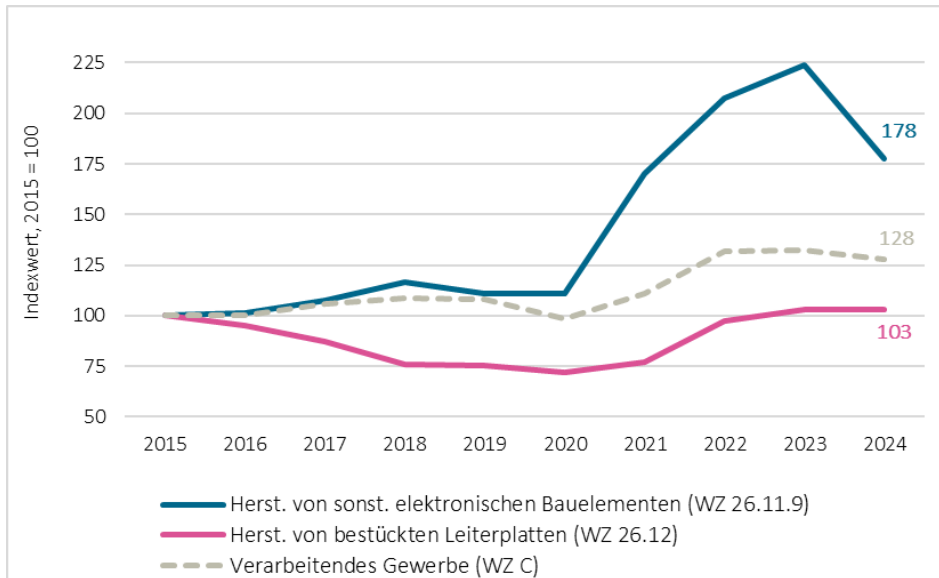


Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

Die Entwicklungsverläufe des Umsatzes beider Teilbranchen der Halbleiterindustrie unterscheiden sich deutlich. Bis zum Jahr 2020 stieg der Umsatz in der Kernbranche um elf Prozent an. Dagegen ging der Umsatz in der Teilbranche „Herstellung bestückter Leiterplatten“ um mehr als ein Viertel zurück. Seit 2020 erhöhten sich die Umsätze in beiden heimischen Teilbranchen signifikant, was auf den Halbleiterboom und Lieferengpässe bei Produkten aus Übersee infolge der Corona-Krise zurückzuführen ist.

In der Kernbranche war die Umsatzentwicklung (vgl. Abbildung 6) von einer sehr hohen Dynamik geprägt: Innerhalb von drei Jahren (2020 bis 2023) explodierten die Umsätze förmlich auf mehr als 200 Prozent des Ausgangsniveaus, um dann im Jahr 2024 wieder auf 178 Prozent abzusinken. Die Umsatzentwicklung der kleineren Teilbranche nahm dagegen einen gänzlich anderen Verlauf: Bis 2020 sanken die Umsätze zunächst auf 72 Prozent des Ausgangsniveaus von 2015 (von 1,8 Milliarden Euro auf 1,3 Milliarden Euro) zurück. Bis 2023 stabilisierten und erholten sich die Umsätze wieder und liegen seitdem minimal (um drei Prozent) über dem Wert von 2015.

Abbildung 6: Umsatzentwicklung in der Halbleiterindustrie in Deutschland



Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

Der starke Anstieg der Branchenumsätze zwischen 2020 und 2023 und der anschließende Rückgang ist typisch für zyklische Branchen. Hier spielen Nachfragesättigung, Konkurrenz durch neue Kapazitäten und geopolitische Faktoren eine große Rolle. Der jüngste Rückgang 2023–2024 spiegelt damit die globale Marktkorrektur wider.

Insgesamt zeichnen beide Teilbranchen im Grundtrend den Verlauf der Umsatzentwicklung im verarbeitenden Gewerbe nach (+28 Prozent). In der Kernbranche fällt der Anstieg jedoch deutlich stärker aus (+78 Prozent). Die kleinere Teilbranche weist dagegen nur ein leichtes Plus auf (+3 Prozent). Insofern hat sich die Umsatzdynamik der Halbleiterindustrie deutlich vom industriellen Durchschnitt abgesetzt, die allerdings fast ausschließlich von der Kernbranche getragen wird. In der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ stagnieren die Umsätze und entwickeln sich unterdurchschnittlich.

2.2.2 Auslandsumsatz

Die Halbleiterindustrie lebt vom Export: Ein Großteil der Umsätze der deutschen Halbleiterindustrie wird nicht in Deutschland erwirtschaftet. Verglichen mit dem verarbeitenden Gewerbe zeigt die Halbleiterindustrie eine überproportionale Exportdynamik. Das unterstreicht ihre ausgeprägte globale Verflechtung. Allerdings wird diese Dynamik fast ausschließlich von der Kernbranche getragen, während die kleinere Teilbranche mit ihrer Binnenmarktorientierung eher strukturell schwach aufgestellt wirkt.

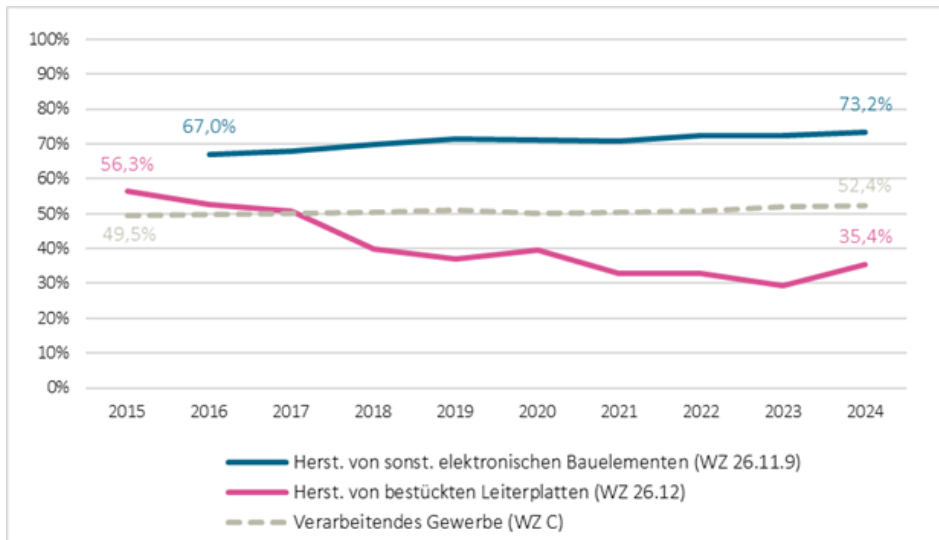
Laut Monatsbericht im Verarbeitenden Gewerbe des Statistischen Bundesamts (2025b) trugen die Auslandsgeschäfte der Halbleiterindustrie im Jahr 2024 71 Prozent zum Gesamtumsatz bei (22 Milliarden Euro Auslandsumsatz von 31 Milliarden Euro Gesamtumsatz). Im gesamten verarbeitenden Gewerbe liegt dieser Wert mit 52 Prozent deutlich darunter.

Vor allem die Teilbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ ist dabei auf außerhalb Deutschlands erzielte Umsätze ausgerichtet: Sie stellen im Jahr 2024 rund 73 Prozent, also fast drei Viertel, des Gesamtumsatzes (vgl. Abbildung 7). Die Bedeutung des Exports wächst stetig weiter, erkennbar am Anstieg der Auslandsumsätze dieser Teilbranche zwischen 2016 und 2024 von 11 auf 21 Milliarden Euro (+92 Prozent).

In der Teilbranche „Herstellung bestückter Leiterplatten“ ist die Exportorientierung deutlich geringer und stark schwankend: Die Exportquote, also der Anteil des Auslands- am Gesamtumsatz, lag zwischen 52 Prozent (2016) und 29 Prozent (2023) (vgl. Abbildung 7). Hier halbierten sich die Auslandsumsätze zwischen 2016 und 2021 von 900 auf 451 Millionen Euro. Seitdem steigen sie allerdings wieder deutlich an und haben im Jahr 2024 mit rund 650 Millionen Euro circa drei Viertel des Ausgangsniveaus erreicht.

Insgesamt liegt die Exportquote im Jahr 2024 bei dieser Teilbranche mit 35 Prozent jedoch deutlich unter dem Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes (52 Prozent) und sogar erheblich unter dem Gesamtwert der Halbleiterindustrie (71 Prozent). Der Exportrückgang der Teilbranche konnte durch einen steigenden Inlandsumsatz (vgl. Abbildung 6) kompensiert werden, sodass der Gesamtumsatz konstant blieb (Statistisches Bundesamt 2025a). Die Teilbranche ist damit stärker binnenmarktorientiert.

Abbildung 7: Exportquote der Halbleiterindustrie in Deutschland



Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

2.2.3 Umsatz je Beschäftigten und Arbeitsstunden

Die allgemeine Umsatzentwicklung spiegelt den gesamtwirtschaftlichen Verlauf der Branche wider. Kennziffern wie Umsatz je Beschäftigten und Umsatz je Arbeitsstunde erlauben eine differenziertere Betrachtung der Arbeitsproduktivität. Sie zeigen, in welchem Maß die erzielte Wertschöpfung von Beschäftigtenzahl und Arbeitszeit abhängt und ob Effizienzgewinne oder Auslastungseffekte den Aufschwung getragen haben.

Der Umsatz je Beschäftigten misst sehr vereinfacht die Arbeitsproduktivität pro Kopf. Es handelt sich dabei um ein grob aggregiertes Maß, das sich für Strukturvergleiche eignet, aber keine Rückschlüsse über die Arbeitsintensität zulässt. Die Aussagekraft ist in der kleinteiligen Betrachtung begrenzt.

So kann der Wert zwischen zwei Jahren steigen, obwohl die Arbeitsproduktivität gleichgeblieben ist – zum Beispiel dann, wenn die Preise steigen oder die Branche boomt. Ist der Umsatz pro Person hoch, spricht das für eine hohe Kapitalausstattung, hochpreisige Produkte oder Dienstleistungen, hohe Automatisierungsgrade oder eine hohe Spezialisierung der Beschäftigten. Ist die Arbeitsproduktivität dagegen eher niedrig, deutet das oft auf eher preisgünstige Waren oder Arbeiten, arbeitsintensivere Prozesse und / oder geringere Kapital- oder Technologieintensität hin.

Tabelle 1: Umsatz je beschäftigter Person in der Halbleiterindustrie, 2015 bis 2024

	Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente (WZ 26.11.9)	Herstellung bestückter Leiterplatten (WZ 26.12)	Halbleiterindustrie insgesamt	Verarbeitendes Gewerbe (WZ C)
2015	340.000	250.000	328.000	314.000
2016	341.000	263.000	332.000	312.000
2017	354.000	279.000	346.000	325.000
2018	357.000	246.000	347.000	324.000
2019	328.000	230.000	319.000	320.000
2020	311.000	219.000	303.000	299.000
2021	431.000	233.000	415.000	341.000
2022	507.000	274.000	487.000	402.000
2023	522.000	277.000	501.000	400.000
2024	414.000	261.000	400.000	388.000
2015–2024	+22 %	+4 %	+22 %	+24 %
2020–2024	+33 %	+19 %	+32 %	+30 %

Anmerkung: WZ: Klassifikation der Wirtschaftszweige

Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

Der Umsatz je beschäftigte Person stieg in der Kernbranche – der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ – zwischen 2015 und 2023 von 340.000 Euro auf über 520.000 Euro. 2024 kam es zu einem Rückgang auf 414.000 Euro. Über den betrachteten Zehnjahreszeitraum ist das ein Anstieg um 22 Prozent, mit einem enormen Boom zwischen 2021 und 2023 (vgl. Tabelle 1).

In der kleineren Teilbranche – der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ – blieb der Umsatz je Beschäftigten dagegen relativ konstant und bewegte sich zwischen 220.000 und 280.000 Euro pro Person (2024: 261.000 Euro pro Person). Über den Zehnjahreszeitraum ergab sich mit etwas über vier Prozent nur eine geringe reale Steigerung. Somit entfällt der überwiegende Teil des Produktivitätszuwachses der gesamten Halbleiterindustrie auf die Kernbranche, wogegen die „Herstellung bestückter Leiterplatten“ nur geringe Beiträge liefert.

Der Umsatz je geleisteter Arbeitsstunde gibt Aufschluss über die zeitbezogene Arbeitsproduktivität. Die Betrachtung des Werts über einen längeren Zeitverlauf gibt Hinweise auf die Effizienz der Arbeitsleistung einer Branche. Eine Steigerung des Umsatzes je geleisteter Arbeitsstunde kann jedoch auch mit Preisänderungen zusammenhängen und weniger mit einer realen Produktivitätssteigerung. Das ist etwa dann der Fall, wenn sich die erzielten Verkaufspreise durch steigende Energie- oder andere Kosten erhöhen.

Deshalb ist die Betrachtung über größere Zeiträume und im Branchenvergleich wichtig. Zusammen mit dem Umsatz je Beschäftigten ergibt sich ein vollständigeres Bild der Arbeitsproduktivität. Denn beide Kennziffern bilden unterschiedliche Aspekte davon ab – Kopf- und Zeitproduktivität.

Im Jahr 2024 erwirtschaftete die Halbleiterindustrie in Deutschland pro geleisteter Arbeitsstunde im Durchschnitt 259 Euro Umsatz. Das sind 29 Prozent (59 Euro) mehr als noch vor zehn Jahren (vgl. Abbildung 8). Damit liegt die Halbleiterindustrie ungefähr auf dem Niveau des gesamten verarbeitenden Gewerbes (266 Euro).

Die beiden Teilbranchen der Halbleiterindustrie unterscheiden sich jedoch stark voneinander. In der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ entspricht der Umsatz je Arbeitsstunde weitgehend dem Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes (mit Ausnahme der besonders umsatzstarken Jahre 2021 bis 2023).

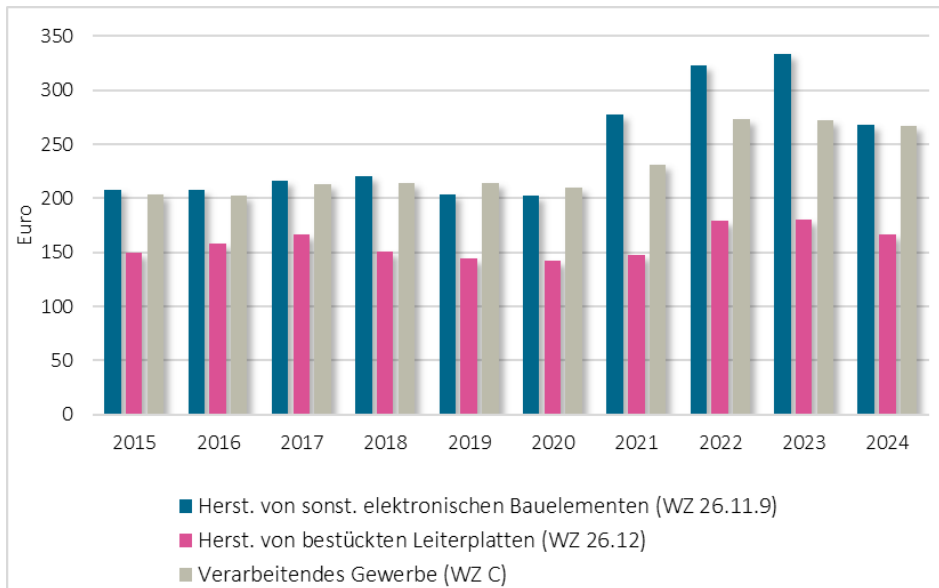
Der Umsatz betrug in der Kernbranche 2015 noch 208 Euro pro Arbeitsstunde, stieg bis 2023 auf 333 Euro an und sank dann im Jahr 2024 auf 268 Euro (Anstieg insgesamt um 29 Prozent). Das Niveau ist in der kleineren Teilbranche „Herstellung bestückter Leiterplatten“ deutlich niedriger und liegt bei weniger als zwei Dritteln des deutschlandweiten industriellen Durchschnitts: 2015 lag hier der Umsatz je Arbeitsstunde bei 150 Euro, gegenüber 167 Euro im Jahr 2024. Der höchste Wert lag bei 180 Euro im Jahr 2023. Der Anstieg liegt mit nur 11 Prozent sowohl deutlich unter dem Schnitt der Kernbranche (29 Prozent) als auch unterhalb des Industriedurchschnitts insgesamt (31 Prozent).

Damit wird deutlich, dass die Teilbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ der zentrale Produktivitätstreiber der gesamten Halbleiterindustrie ist, und zwar bei beiden Kennziffern – Umsatz je Beschäftigten und Umsatz je Arbeitsstunde. In der Teilbranche „Herstellung bestückter Leiterplatten“ stagnieren dagegen beide Kennziffern weitgehend. Hier liegt die Produktivität stabil unter dem Niveau der Kernbranche und unterhalb des Durchschnitts des verarbeitenden Gewerbes.

In der Gesamtschau zeigt sich ein differenziertes Bild: Die Halbleiterindustrie ist eine hochproduktive, aber zyklische Branche, wobei die Bau-

elementefertigung die Dynamik deutlich treibt, während die „Herstellung bestückter Leiterplatten“ strukturell schwächer bleibt.

Abbildung 8: Umsatz je geleisteter Arbeitsstunde in der Halbleiterindustrie



Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

2.3 Wettbewerb und Unternehmensstrategien

2.3.1 Politische Rahmenbedingungen und Fördermaßnahmen

Nach der Chip-Krise 2020 und 2021 haben alle großen Volkswirtschaften massive Förderprogramme ins Rollen gebracht. Die USA haben ihren Chips Act mit einem Fördervolumen von knapp 53 Milliarden US-Dollar aufgelegt und durch Steuergutschriften in Höhe von 24 Milliarden US-Dollar aus dem Chips and Science Act ergänzt; der Chips Act ist dabei ein Teil des Gesamtkonzepts. Weitere staatliche Mittel von rund 200 Milliarden US-Dollar sind für Forschung und Entwicklung vorgesehen; hinzu kommen umfangreiche private Investitionen (vgl. Röhl/Rusche 2024).

Auch China fährt einen subventionsgetriebenen Kurs, um die dortige Halbleiterindustrie zu stärken. Seit 2014 gab es drei Chips-Fonds mit ei-

nem Gesamtvolumen von jeweils etwa 45 Milliarden Euro, von denen der letzte 2024 angekündigt wurde (vgl. Röhl/Rusche 2024). Japan unterstützt den Aufbau neuer Fabriken, etwa von TSMC und Micron, mit acht Milliarden Euro. Südkorea und Taiwan sichern sich ihre Spitzenstellung durch großzügige Steuervergünstigungen und Investitionsanreize.

Europa versucht ebenfalls seine Halbleiterindustrie mit einem eigenen Chips Act zu stärken. Dieser umfasst ein Fördervolumen von 43 Milliarden Euro. Der European Chips Act steht damit im globalen Subventionswettbewerb um Investitionen. Zugleich ist seine Umsetzung mit zentralen strukturellen Herausforderungen verbunden, insbesondere mit der Einhaltung von Klimaverpflichtungen und dem zunehmenden Fachkräftemangel.

Mit dem EU Chips Act, den die Europäische Union im Jahr 2023 verabschiedet hat, verfolgt Europa das Ziel, seinen Anteil an der Chipproduktion bis zum Jahr 2030 auf 20 Prozent zu erhöhen (vgl. Kleinhans 2024; Röhl/Rusche 2024).

Durch öffentliche und private Investitionen sollen Produktionskapazitäten ausgebaut und moderne Fertigungstechnologien gefördert werden. Damit soll die Attraktivität Europas für Investitionen in neue Fabriken und Kompetenzzentren für Forschung und Entwicklung (F&E) erhöht werden. Das schließt auch Maßnahmen zur Qualifizierung von Fachkräften ein, um das notwendige Know-how zu entwickeln und die Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.

Ziel ist es, die europäische Halbleiterbranche so zu stärken, dass Europa seine technologische Souveränität gegenüber Asien und den USA ausbauen und langfristig sichern kann. Vor allem die hohe Abhängigkeit von asiatischen Märkten für bestimmte Halbleiterkomponenten und zunehmende geopolitische Spannungen stellen erhebliche Risiken für die Stabilität der Lieferketten dar.

Mit dem EU Chips Act sollen Mechanismen zur Bewältigung von Halbleiterkrisen geschaffen werden, die Europas Resilienz stärken. Dazu gehört auch die Überwachung von Lieferketten, um in Krisenzeiten schnell auf Marktstörungen reagieren zu können. Es wird nicht nur der Anspruch verfolgt, die eigene Versorgung sicherzustellen, sondern darüber hinaus eine führende Rolle in der globalen Halbleiterindustrie einzunehmen.

Damit einher geht das Ziel, die Innovations- und Wirtschaftskraft der Region zu stärken. Der EU Chips Act kann somit auch als Symbol für die Wiederbelebung europäischer Industrie- und Strukturpolitik verstanden werden, die sich von einem ausschließlichen Vertrauen auf den Markt löst.

Neben den EU-Mitteln stellen auch einzelne Mitgliedstaaten eigene Fördermittel bereit. Deutschland hat hierfür insgesamt 50 Milliarden Euro

vorgesehen (vgl. Röhl/Rusche 2024). Davon waren zehn Milliarden Euro für den Bau der Chipfabrik von Intel eingeplant, der letztlich abgesagt wurde. Weitere fünf Milliarden Euro Förderung fließen an das Joint Venture ESMC in Dresden, getragen von TSMC, Bosch, Infineon und NXP. Die beteiligten Unternehmen investieren Eigenmittel in Höhe von zehn Milliarden Euro (vgl. ESMC o. J.; Silicon Saxony 2023c). Die Subventionen markieren die bislang größten Industriehilfen, die in Deutschland gewährt wurden.

Rahmenbedingungen wie Energiepreise, Entgelte, Baukosten und Umweltauflagen beeinflussen die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie. Einige Untersuchungen argumentieren auf Basis von Modellrechnungen, dass bestimmte Kostenbereiche der Halbleiterfertigung in Europa im Vergleich zu einigen asiatischen Standorten deutlich höher liegen könnten (vgl. McKinsey 2025). Das betrifft etwa Lohn- und Energieanteile oder Bauzeiten. Allerdings hängen solche Differenzen stark vom jeweiligen Kostenblock, Land und Förderszenario ab. Fördermaßnahmen und andere flankierende nationale Initiativen wie Steuererleichterungen zielen darauf ab, strukturelle Wettbewerbsnachteile zu kompensieren.

In der aktuellen Debatte um die Weiterentwicklung des EU Chips Act wird unter anderem betont, dass industriepolitische Förderinstrumente verstärkt mit beschäftigungs-, sozial- und wertschöpfungspolitischen Zielen verschränkt werden sollten. Demnach sollen öffentliche Mittel nicht nur den Aufbau von Produktionskapazitäten unterstützen, sondern auch einen entscheidenden Beitrag zur Sicherung von Beschäftigung, Tarifbindung und guten Arbeitsbedingungen sowie regionaler Wertschöpfung in Europa leisten (IG Metall 2025b; 2025d).

Bereits Ende 2018 wurden auf europäischer Ebene erste gemeinschaftliche Projekte, etwa für Forschung an neuen Chips und Materialien, im Rahmen des ersten IPCEI (Important Project of Common European Interest) Mikroelektronik gefördert (European Commission 2018). Im Juni 2023 wurde ein zweites solches Projekt im Bereich Mikroelektronik und Kommunikationstechnologie aufgelegt. In diesem Rahmen werden 68 Teilprojekte unter Beteiligung von 14 Mitgliedstaaten gefördert, um neue Technologien – von Sensorik über Chips bis hin zu Kommunikationssystemen – zu entwickeln (vgl. European Commission 2023; Aeneas 2023).

Der EU Chips Act und weitere flankierende Maßnahmen der EU werden als entscheidend angesehen, um die Anschlussfähigkeit Europas in der Halbleiterindustrie zu sichern. Gleichzeitig gibt es auch Kritik an den europäischen Bemühungen: So wird bemängelt, dass der Chips Act keine kohärente Langfriststrategie mit klarer Vision und operationalisierbaren Zielen vorlege, die den geopolitischen Realitäten gerecht werde. So würden die USA und Japan ihre Förderung an konkrete sicherheitspolitische

Ziele koppeln, etwa die Produktion führender Militäarchips oder die Reduktion der Abhängigkeit von China (vgl. Kleinhans 2024; Hess 2024).

Die EU hingegen fokussiert sich stark auf das Ziel eines 20-prozentigen Marktanteils, ohne jedoch klar zu definieren, in welchen Bereichen und mit welcher Zielgröße Kapazitäten aufgebaut oder erweitert werden sollen (vgl. Kleinhans 2024). Dieses Ziel der Verdopplung des Marktanteils Europas wird laut einer Studie der US-amerikanischen Semiconductor Industry Association ohnehin als äußerst ambitioniert angesehen. Viel eher werde ein Verharren bei einem Marktanteil von neun Prozent prognostiziert, weil andere Regionen weit mehr in die Industrie investieren (vgl. Varadarajan et al. 2024; VDE/VDI-GMM 2024).

Außerdem würde der Chips Act die zwiespältige Rolle von Halbleitern für Green Transition, Dekarbonisierung und Zirkularität – also die Reduzierung von Abfall und Wiederverwendung von Materialien – nicht ausreichend berücksichtigen. Ursprünglich lag der Fokus bei der Ausgestaltung des Chips Act stärker auf Nachhaltigkeitsaspekten, etwa auf Lieferkettentransparenz und einen Green Deal. Im weiteren Gesetzgebungsprozess wurden diese Aspekte jedoch zunehmend zugunsten der Wettbewerbsfähigkeit zurückgestellt (vgl. Hess 2024).

Die von den Niederlanden gegründete Semicon Coalition, der alle 27 EU-Mitgliedstaaten angehören, forderte 2025 in einer Erklärung, den EU Chips Act vorausschauend zu überarbeiten, um das Halbleiterökosystem besser zu unterstützen. Dabei sollen insbesondere folgende Punkte gestärkt werden:

- Zusammenarbeit zwischen Industrie, Wissenschaft, Startups und KMU
- Investitionen, einschließlich beschleunigter Bewilligung strategisch bedeutsamer Projekte
- Kompetenzen durch den Aufbau einer europäischen „talent pipeline“
- Nachhaltigkeit, für eine energieeffiziente und zirkuläre Halbleiterproduktion
- Erweiterung internationaler Partnerschaften zur Stärkung der strategischen Autonomie Europas

Die Initiative wird von zahlreichen Unternehmen und Einrichtungen des Halbleiterökosystems unterstützt (vgl. Semicon Coalition 2025).

2.3.2 Produktionsschwerpunkte und Unternehmensstrategien

In der deutschen und europäischen Halbleiterindustrie liegen die Innovationsstärken vor allem in Bereichen, die Schnittmengen mit den hiesigen Leitindustrien haben. So entstehen für die Automobilindustrie laufend neue Anwendungen, die spezielle Halbleiter erfordern – vom E-Antrieb bis hin zum autonomen Fahren. Deutsche Firmen sind besonders fortschrittlich bei Chips für die Autoindustrie, etwa bei Mikrocontroller für Steuergeräte, Leistungselektronik für Elektroautos sowie Radar- und Lidar-Sensorik für Fahrerassistenzsysteme.

Nach eigenen Angaben ist das deutsche Unternehmen Infineon mit einem Marktanteil von 32 Prozent führend im Bereich Mikrocontroller in Autos (vgl. Infineon 2025). Auch der niederländische Hersteller NXP zählt in diesem Segment zu den weltweit führenden Anbietern (vgl. Market Growth Reports 2025). Infineon ist zudem mit einem Marktanteil von 13,5 Prozent der weltweit größte Anbieter von Chips für die Autoindustrie, gefolgt von NXP mit 10,5 Prozent und STMicroelectronics mit rund 9 Prozent (vgl. Hofer et al. 2025; Infineon 2025). Bosch und Continental gehören zu den Spitzenreitern bei der Entwicklung von Fahrzeugsensoren (vgl. Synkule 2025; Buchenau/Scheuer 2023).

Halbleiter für Leistungselektronik spielen in Deutschland und Europa ebenfalls eine herausragende Rolle. Der Fokus auf energieeffiziente Elektronik ist ein zentraler Treiber für Innovationen bei Leistungshalbleitern, die in Elektrofahrzeugen, Windkraftanlagen und weiteren industriellen Antrieben zur Steuerung von Strom eingesetzt werden.

Infineon ist weltweit führend im Bereich der Leistungshalbleiter und der Leistungselektronik (vgl. Infineon 2025; Silicon Saxony 2025). STMicroelectronics nimmt im Markt für Leistungshalbleiter auf Basis von Siliziumkarbid eine führende Position ein und erzielte zuletzt einen Marktanteil von über 30 Prozent in diesem Segment (vgl. EE Times Asia 2024).

Viele europäische Halbleiterhersteller verfolgen aktuell Expansionspläne in diesen zukunftsweisenden Feldern. So baut Infineon, wie bereits erwähnt, derzeit eine neue Fabrik in Dresden. Ab 2026 sollen dort Leistungshalbleiter und Smart-Power-Chips produziert werden. Das Projekt wird im Rahmen der Chips-Act-Förderung mit rund einer Milliarde Euro unterstützt (vgl. Wirtschaftsförderung Sachsen 2025). NXP modernisiert seine Fertigung in Österreich und Belgien für 65- und 90-Nanometer-Technologien. Diese Technologieknoten gehören zu den sogenannten „mature nodes“, die, anders als die fortschrittlichsten 2- bis 3-Nanometer-Technologien, weniger auf maximale Rechenleistung und Miniaturisierung ausgelegt sind, jedoch eine zentrale Rolle in der Automobilindustrie

und bei Sicherheitsanwendungen spielen. Sie sind für Anwendungen mit hohen Anforderungen an Langlebigkeit, Kosteneffizienz und Versorgungssicherheit besonders geeignet.

Auch das derzeit in Dresden entstehende Werk von TSMC wird voraussichtlich Halbleiter für besonders nachgefragte Anwendungsfelder produzieren, darunter Automobilindustrie, Industrieautomation und das „Internet of Things“ (IoT). TSMC hat sich in Taiwan auf die Produktion fortschrittlicher Chips mit Strukturgrößen von sieben Nanometer und kleiner spezialisiert. Die Europa-Strategie des Unternehmens orientiert sich hingegen an der hohen Nachfrage aus Branchen, in denen Halbleitertechnologien in den vergangenen Jahren weniger auf Miniaturisierung als auf Robustheit, Langlebigkeit und Energieeffizienz ausgerichtet waren.

Ein weiterer wesentlicher Faktor für die Entscheidung, in Europa bislang keine Produktionsanlagen für sogenannte Cutting-Edge-Halbleiter zu errichten, liegt in den sehr hohen Investitionskosten solcher Fabriken (vgl. Kleinhans 2021). Die weltweit fortschrittlichsten Fertigungskapazitäten konzentrieren sich derzeit vor allem in Asien, zunehmend auch in den USA, und werden von wenigen Unternehmen wie TSMC und Samsung dominiert.

Die Neuansiedlung könnte zur Stärkung der technologischen Souveränität Europas in eben den strategisch bedeutsamen Branchen wie der Automobilindustrie beitragen. Hier hält Europa bereits eine wichtige Marktposition. Insofern zeigt sich hier eine Standortpolitik, die an der realen Nachfrage und bestehenden Wertschöpfungsketten ausgerichtet ist.

Gleichzeitig setzen europäische Hersteller vor allem auf Spezialisierung. Dabei liegt der Fokus auf Halbleiter mit hohen Margen oder klaren Alleinstellungsmerkmalen, etwa Sensorsysteme, die auf tiefer Systemkompetenz (zum Beispiel im Automobil) basieren. Ein Beispiel hierfür ist Bosch: Das Unternehmen hat Milliarden in eine 300-mm-Fabrik für Sensoren und spezialisierte Halbleiter in Dresden und in Reutlingen investiert, um seine Technologieführerschaft im Bereich der Fahrzeugsensorik zu sichern.

Ein weiterer Trend sind Allianzen entlang der Wertschöpfungskette. So beteiligen sich Automobilhersteller wie VW und Stellantis indirekt an Halbleiterprojekten oder schließen Technologiepartnerschaften, um frühzeitig Einfluss auf Chip-Designs für die Elektromobilität zu nehmen. Stellantis investiert zudem seit 2022 in einen 300-Millionen-Euro-Fonds in Start-ups im Mobilitätsbereich (vgl. Stellantis 2024).

Darüber hinaus hatten Automobilzulieferer wie ZF gemeinsam mit Wolfspeed Pläne verfolgt, im Saarland eine Siliziumkarbid-Fabrik anzusiedeln. Dort sollten Halbleiter auf Basis von Siliziumkarbid für Elektromobilität und Leistungselektronik produziert werden. (vgl. ZF 2023). Dass ein

solches Projekt letztlich nicht realisiert wird – auch vor dem Hintergrund der Insolvenzanmeldung von Wolfspeed – verdeutlicht die hohen wirtschaftlichen und strategischen Risiken solcher industrieübergreifenden Allianzen.

Parallel gewinnt der Einsatz neuer Materialien wie Siliziumkarbid und Galliumnitrid in der Halbleiterindustrie zunehmend an Bedeutung. In Europa wird intensiv in diesem Bereich geforscht, z. B. im Rahmen der WBG Pilot Line, an der mehrere EU-Länder beteiligt sind (Budget: 360 Millionen Euro). Diese Materialien ermöglichen eine bessere Effizienz und Temperaturfestigkeit (vgl. Fraunhofer IKTS 2023; WBG o. J.). Infineon betreibt seit 2021 eine Fabrik für Leistungshalbleiter (darunter Siliziumkarbid) in Österreich (vgl. Infineon 2021). STMicroelectronics investiert in die Erweiterung der Siliziumkarbid-Wafer-Produktion in Italien (vgl. STMicroelectronics 2024).

Europäische Unternehmen entwickeln außerdem spezialisierte Mikrocontroller, Sensoren und Aktoren für den Maschinenbau sowie für industrielle IoT-Anwendungen. Diese Bereiche sind besonders auf robuste und vernetzte Mikroelektronik angewiesen. Deutsche Mittelständler sind zum Teil sehr gut bei Nischenchips aufgestellt, etwa für Sensortechnik. So fertigt X-Fab spezialisierte Chips für die Industrie (vgl. X-Fab o. J.), während die First Sensor AG (heute Teil von Texas Instruments) spezielle Sensorchips entwickelt und produziert (vgl. First Sensor o. J.).

Im Bereich Telekommunikation spielt Europa etwa bei Smartphone Chips oder Mobilfunk-Basisbandchips eine untergeordnete Rolle. Allerdings gibt es verschiedene Innovationsaktivitäten in der Netzwerktechnik und IoT-Kommunikation, zum Beispiel bei der früheren Infineon-Tochter Lantiq oder ADVA Optical Networking (vgl. Intel 2015; Fraunhofer HHI 2019; TelecomTV 2023).

Auch bei Computing-Architekturen sind andere Weltregionen führend. Dennoch entstehen in Europa eigene Ansätze im Bereich Künstlicher Intelligenz (KI) und Hochleistungsrechnen. Ein Beispiel hierfür ist Graphcore (Großbritannien) – das Unternehmen entwickelt innovative KI-Prozessoren für sogenannte Exascale-Rechner, also besonders leistungsfähige Supercomputer (vgl. HPC Wire 2021).

Außerdem werden Grundlagen für zukünftige Industrien gelegt: Ein weiterer Entwicklungsbereich ist das Quantencomputing. Entsprechende Quantenchips werden unter anderem von Fraunhofer und dem finnischen Forschungszentrum VTT gemeinsam mit dem deutsch-finnischen Startup IQM entwickelt, während Unternehmen wie Quix Quantum in den Niederlanden auf photonische Quantenchips setzen (vgl. Jahn/Kerkmann 2025).

Eine weitere Besonderheit sind standortpolitische Entscheidungen von Unternehmen. So erfolgt die Ansiedlung neuer Fabriken vor allem dort,

wo schon ein Halbleiterökosystem existiert, wie etwa in Dresden, Grenoble oder Eindhoven-Leuven. Das treibt die Clusterbildung in der Branche weiter voran und stärkt die Verfügbarkeit von Zulieferern, erfahrenen Fachkräften und Infrastruktur.

TSMC entschied sich für den Bau seiner Fabrik in Dresden, da dort mit Infineon, Bosch, GlobalFoundries und zahlreichen Zulieferern im Bereich Material und Equipment gute Voraussetzungen vorhanden sind (vgl. Sachsen.de 2023). Für das inzwischen gescheiterte Intel-Vorhaben in Magdeburg hätte ein vergleichbares Umfeld erst aufgebaut werden müssen. Bund und Land hatten hierfür bereits begleitend in Infrastruktur und den Ausbau der Hochschullandschaft investiert, um die Standortbedingungen zu verbessern (vgl. Bernardt et al. 2024).

Zuletzt spielt auch das Thema Nachhaltigkeit eine strategische Rolle in Europa. Hersteller profilieren sich mit umweltfreundlicher Produktion, die insbesondere bei europäischen Kunden zunehmend an Bedeutung gewinnt. Beispielsweise wirbt STMicroelectronics damit, dass seine Werke überwiegend mit erneuerbarer Energie betrieben werden. Zugleich hat das Unternehmen einen Klimaplan bis 2027 vorgelegt, der sowohl regulatorische Anforderungen erfüllt als auch das Unternehmensimage stärkt (vgl. STMicroelectronics 2020).

2.3.3 F&E-Investitionen, Kooperationen und Technologietransfers

In der Halbleiterindustrie spielt Forschung und Entwicklung (F&E) eine unabdingbare Rolle. Im Schnitt fließen bei US-amerikanischen Unternehmen 10 bis 15 Prozent des Umsatzes in diesen Bereich (vgl. SIA 2023). In Deutschland und Europa dürften die Zahlen ähnlich sein: Infineon gab etwa im Jahr 2022 knapp zwei Milliarden Euro für F&E aus. Das entspricht 13 Prozent des Umsatzes (vgl. Infineon 2022). Das Unternehmen betreibt große Entwicklungszentren in München und Dresden.

Darüber hinaus existiert in Europa eine sehr dichte Forschungslandschaft mit spezialisierten Forschungsinstituten und Hochschulen im Bereich Mikroelektronik. In Deutschland bündelt die Fraunhofer-Gruppe Mikroelektronik elf Institute, darunter das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (IIS), das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration und das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme. International zählen das CEA-Leti in Grenoble (Frankreich) und imec in Leuven (Belgien) zu den weltweit führenden Forschungszentren für Halbleitertechnologien.

Die intensiven Forschungs- und Innovationsaktivitäten spiegeln sich auch in einer Vielzahl von Patentanmeldungen in Europa wider. Allein im Jahr 2022 stiegen die Patentanmeldungen in der Halbleitertechnik beim Europäischen Patentamt um fast 20 Prozent (vgl. Europäisches Patentamt 2023).

Europäische Firmen und Forschende tragen in speziellen Feldern wie Sensorsysteme, Leistungselektronik, Lithografie und neue Materialien entscheidend zum hohen Patentaufkommen bei. Im Bereich Grundlagentechnologien (z. B. Logik, Speicher) dominieren dagegen weiterhin US- und asiatische Konzerne bei den Patentanmeldungen (vgl. IAM Media 2021, Felizco 2024).

In Europa spielen in der Forschung und Entwicklung Kooperationen eine zunehmende Rolle. Es gibt eine Vielzahl länderübergreifender F&E-Allianzen und EU-geförderter Projekte und Verbünde, in denen Unternehmen und Forschung zusammenarbeiten. Diese werden realisiert etwa im Rahmen der Programme Horizon 2020 und Horizon Europe oder der Joint Undertaking Electronic Components and Systems for European Leadership, dessen Nachfolger die Initiative Key Digital Technologies ist (vgl. BMFTR 2023).

Ein weiteres Beispiel ist die Europäische Prozessor-Initiative. Gemeinsam mit Partnern wie Infineon und dem Barcelona Supercomputing Center werden eigene Prozessorentwürfe für Hochleistungsrechner und Fahrzeuge entwickelt. Ziel ist es, langfristig unabhängiger von US-amerikanischen Prozessorentwürfen zu werden und eigenständige europäische Prozessor-Technologien zu entwickeln. (vgl. European Processor Initiative o. J.)

Daneben bündeln große gemeinsame Programme Ressourcen in strategischen Technologiefeldern. Das zweite Important Project of Common European Interest zu Mikroelektronik und Kommunikationstechnologien fördert seit 2023 insgesamt 68 Projekte von 56 Unternehmen in Europa mit einem Fördervolumen von acht Milliarden Euro. Dazu kommen 15 Milliarden Euro an F&E-Investitionen der beteiligten Unternehmen.

Die Projekte umfassen Kooperationen zwischen Infineon, NXP, STMicroelectronics und verschiedenen Forschungspartnern. Schwerpunkte liegen auf der Weiterentwicklung neuer Materialien, energieeffizienter Chiptechnologien und fortschrittlicher Fertigungsprozesse (vgl. European Commission 2023).

Damit wird deutlich, dass Europa versucht, solche Technologiebereiche zu stärken, in denen es konkurrenzfähig sein kann. Die Region kann hier auf bereits vorhandenen Kompetenzen aufbauen.

Die EU fördert zudem über Horizon Europe verschiedene Querschnittsthemen, die für die Zukunftsfähigkeit der Mikroelektronik von ent-

scheidender Bedeutung sind. Dazu zählen Projekte, die sich mit neuro-morpher – also dem menschlichen Gehirn nachempfunder – und energieeffizienter Hardware befassen. Außerdem werden Initiativen im Bereich integrierte Photonik und 3D-Integrationsverfahren gefördert, um neue Packaging-Technologien, also Verfahren zur Gehäuseintegration und Verbindung von Halbleiterchips, zu entwickeln (vgl. Fraunhofer IPMS o. J.).

Ein weiterer Schwerpunkt der F&E-Aktivitäten liegt in der Digitalisierung der Fertigung. Im Kontext von Industrie 4.0 entstanden in Deutschland Leitprojekte zu sogenannten Smart-Factory-Ansätzen, bei denen Produktionsprozesse mithilfe digitaler Zwillinge und Echtzeitdaten simuliert und optimiert werden (vgl. Meitinger 2021). Beispiele hierfür sind Demonstrations- und Forschungsplattformen wie SmartFactory KL, auf denen vernetzte Produktionstechnologien entwickelt werden (vgl. SmartFactory KL o. J.). Für die Halbleiterindustrie sind solche praxisorientierten Ansätze besonders relevant, da die komplexen Fertigungsprozesse hier in hohem Maße von datenbasierter Prozesssteuerung abhängen.

Auch die Fraunhofer-Gruppe Mikroelektronik arbeitet gemeinsam mit Industriepartnern an Standards, um künftig umfassende digitale Abbilder von Halbleiterfabs betreiben zu können. Das soll zu erheblichen Effizienz- und Qualitätsgewinnen führen. (vgl. Fraunhofer IIS o. J.)

Digitalisierung der Halbleiterindustrie

Kaum eine Branche ist so digitalisiert wie die Halbleiterindustrie. Das zeigt sich sowohl in hochautomatisierten Produktionsprozessen als auch in der permanent innovationsgetriebenen Entwicklung neuer Chips und ihrer zentralen Bedeutung für die Digitalisierung in anderen Industrien. Die Digitalisierung ist damit sowohl Treiber als auch Resultat der Innovationen in der Halbleiterindustrie.

Die Produktion von Halbleitern erfordert enorm komplexe Produktionssysteme, in denen Digitalisierung entscheidend ist, um Effizienz, Präzision und Qualität zu gewährleisten. Viele Fertigungsschritte sind inzwischen automatisiert. Maschinelles Lernen und der Einsatz von KI spielen eine größer werdende Rolle, damit Prozessdaten in Echtzeit ausgewertet werden können. Dadurch können frühzeitig Abweichungen erkannt und entsprechend gegengesteuert werden.

So setzt etwa das Bosch-Werk in Dresden selbstlernende Algorithmen zur Prozessüberwachung ein und nutzt einen digitalen Zwilling des gesamten Werks mit 500.000 3D-Objekten, um Änderungen vorab virtuell zu testen (vgl. Bosch 2021; Silicon Saxony 2023b).

Digitale Zwillinge ermöglichen Abbilder kompletter Produktionsanlagen für Simulationen und Prozessoptimierungen. Technologien wie das Internet of Things, Cloud Computing, 5G-Campusnetze und Big-Data-Analytics machen Halbleiterfabriken zu „Smart Factories“. Das kann trotz hoher Investitionskosten langfristig Kosten, Energieverbrauch und Durchlaufzeiten senken (vgl. SEMI 2023).

Die Entwicklung von Halbleitern selbst ist ebenfalls durchdigitalisiert. Der gesamte Chipdesign-Prozess erfolgt mit EDA-Tools, von der Schaltkreisplanung bis zur Simulation und Überprüfung. Um Entwicklungszyklen und Kosten zu reduzieren, kommen statt teurer physischer Prototypen digitale Modelle zum Einsatz. Die europäische Forschung investiert zudem in Zukunftstechnologien wie die KI-gestützte Layoutoptimierung oder Quantensensoren für die Prozesskontrolle.

Die Halbleiterindustrie bildet die Grundlage für die Digitalisierung sämtlicher anderer Industrien. Zum Beispiel sind innovative Prozessoren, Speicher und Kommunikationschips unverzichtbar, um den Bereich IT und Kommunikation voranzutreiben. Auch in Fertigungsprozessen der Industrie sind Halbleiter zentral, um durch Sensorik, Steuerungen und Robotik die Vernetzung und Automatisierung von Produktionsanlagen zu ermöglichen und weiterzuentwickeln.

Gerade europäische Standorte profitieren von der heimischen Automatisierungstechnik. Unternehmen wie Siemens, Zeiss oder SAP spielen hier eine bedeutende Rolle. Das eröffnet Chancen für die Steigerung von Qualität, Produktivität und Energieeffizienz (vgl. Fraunhofer IPK 2020). Allerdings bringen die steigende Systemkomplexität und die zunehmende Vernetzung Risiken mit sich, insbesondere im Bereich der Datensicherheit. Die Industrie wird dadurch anfälliger für Cyberangriffe. Die Digitalisierung erfordert kontinuierliche Investitionen in Technologie, Sicherheit und Fachkräfte, um wettbewerbsfähig zu bleiben (vgl. Fraunhofer IPK 2020).

2.3.4 Umstrukturierungen

Zu gängigen Unternehmensstrategien gehört außerdem die Auslagerung bestimmter Fertigungsschritte im Rahmen von Umstrukturierungen. Vor allem das arbeitsintensive, aber weniger kapitalintensive Backend und standardisierte Entwicklungsaufgaben werden verlagert. So nutzen viele Firmen wie Infineon, Bosch oder STMicroelectronics südostasiatische Firmen, etwa in Malaysia, für Montage, Verpackung und Test (vgl. Dahlgren 2023; Reuters 2025; Vifflin 2025b).

Auch F&E-Bereiche werden zum Teil in Länder mit großen Ingenieur*innen-Pools verlagert, etwa softwarebezogene Tätigkeiten nach Indien oder Design- und Entwicklungsarbeiten nach Osteuropa. Ziel der Auslagerung in solche „best-cost countries“ ist in erster Linie die Senkung von Kosten, insbesondere Arbeitskosten.

„Wir haben praktisch den Arbeitgeber unter Druck gesetzt und haben uns eine Standortgarantie über mehrere Jahre erkämpft.“ (Betriebsrat 9)

In der Folge kommt es in Deutschland und Europa zu einem selektiven Arbeitsplatzabbau beziehungsweise einer Rollenverlagerung, wie Beispiele bei Infineon (vgl. Zeit Online 2024), Bosch (vgl. Reuters 2025) und STMicroelectronics (vgl. Vifflin 2025a) zeigen.

„Wir haben gefühlt immer Restrukturierung. Wo du als Betriebsrat kaum gestalten kannst. Wo du einfach nur darum kämpfen musst, dass die Mitarbeiter am besten ihren Job nicht verlieren.“ (Betriebsrat 19)

2.4 Ökologische Herausforderungen

Die Halbleiterindustrie ist unverzichtbar für die technologische und ökologische Transformation, für Digitalisierung und Dekarbonisierung, den Übergang von fossilen zu erneuerbaren Energien. Das Paradox: Die Branche selbst ist enorm ressourcen- und emissionsintensiv (vgl. Hess 2024). Die Auswirkungen der Halbleiterindustrie auf Umwelt und Klima, insbesondere durch Treibhausgasemissionen und Ressourcennutzung, spielen eine zentrale Rolle für nachhaltige Transformationsprozesse.

„Die Halbleiterindustrie ist eine der wenigen Branchen, die gerade noch wächst. Aber gleichzeitig hat sie so einen hohen Ressourcenverbrauch. Wir können nicht ständig wachsen. Die Erde und die Ressourcen auf der Erde sind endlich. Vielleicht muss man grundsätzlich mal Systemfragen stellen.“ (Betriebsrat 8)

Bisher werden diese ökologischen Folgen nach kritischen Einschätzungen jedoch unterschätzt. Aspekte wie der enorme Wasser- und Energieverbrauch und die Verwendung problematischer „Ewigkeitschemikalien“ wie PFAS würden in Europa von politischer Seite weitgehend ignoriert (vgl. Hess 2024). PFAS sind Fluorpolymere und Fluorsurfaktanten, die in der Halbleiterfertigung unter anderem in Fotolacken, Entwicklern, Ätz- und Reinigungschemikalien und in Dichtungen, Schläuchen und Beschichtungen eingesetzt werden (vgl. ESIA 2023).

So würde der EU Chips Act stark auf das Ziel fokussieren, den Marktanteil der Industrie bis 2030 zu verdoppeln. Dabei würde allerdings zu

wenig berücksichtigt, welche ökologischen Folgen eine Erreichung dieses Ziels hätte. Im Extremfall könnte der ökologische Fußabdruck der europäischen Chip-Industrie auf das Achtfache anwachsen und damit die Werte der Stahl- und Chemieindustrie übertreffen (vgl. Hess 2024).

Der EU Chips Act integriert zwar ansatzweise ökologische Kriterien, etwa Innovationselemente mit Umweltbezug. Im Kern bleibt er jedoch vage in seinen Formulierungen und verzichtet vollständig auf konkrete Emissions- oder Wasserverbrauchsziele.

Der Faktor Energie stellt die größte einzelne Emissionsquelle der Halbleiterindustrie dar. Moderne Chipfabriken fertigen 24 Stunden am Tag, sieben Tage die Woche, sie benötigen extreme Mengen an Strom und Wasser. So verbrauchte TSMC als weltgrößter Chiphersteller im Jahr 2025 acht Prozent der taiwanischen Stromproduktion – dieser Anteil könnte bis 2030 sogar auf 24 Prozent steigen (vgl. Trueman 2024). Der hohe Stromverbrauch ist auch deshalb problematisch, weil viele der Länder, die in Bezug auf die Produktionskapazität führend sind, wie zum Beispiel Taiwan und Südkorea, aktuell kaum Zugang zu erneuerbarer Energie haben (vgl. Hess 2024).

In Europa ist der Zugang zu erneuerbarer Energie zwar deutlich besser, insbesondere in Deutschland, Skandinavien und Spanien. Gleichzeitig ist sie aber auch wesentlich teurer, vor allem durch Netzentgelte und Abgaben bei einem insgesamt höheren Strompreisniveau. Für ausländische Investitionen ist der europäische Standort daher ohne staatliche Förderungen oder andere flankierende Maßnahmen im laufenden Betrieb weniger attraktiv.

Eine große Rolle spielt auch der Verbrauch von Reinwasser. Eine einzelne moderne Halbleiterfabrik verbraucht je nach Größe und Technologie zwischen acht und 38 Millionen Liter Wasser pro Tag. Der gesamte Tagesverbrauch von TSMC lag im Jahr 2023 bei rund 100 Millionen Litern (vgl. Yin/Yang 2025).

Der Recyclinggrad variiert stark je nach Land und Standort. In Taiwan ist die Wiederaufbereitung aufgrund von Wasserknappheit stärker ausgeprägt. In Europa besteht dagegen oftmals Nachholbedarf, wobei sich Unterschiede zwischen einzelnen Standorten zeigen. So werden etwa in Dresden, wo die Halbleiterindustrie eine besonders große Rolle spielt, industrielle Abwässer in großem Umfang aufbereitet und wiederverwertet. Moderne Anlagen erreichen dort Rückführungsquoten von bis zu 80 bis 90 Prozent (Dresden.de 2023).

Gerade vor dem Hintergrund wachsender Produktionskapazitäten, die eine Steigerung des Wasserverbrauchs nach sich ziehen, gewinnt das Thema Wassereffizienz und Zirkularität in der Chip-Industrie an Bedeutung.

Der Einsatz gefährlicher Stoffe und Chemikalien wie PFAS und Fluorkohlenstoffen ist in der Halbleiterindustrie ebenfalls problematisch. Diese Stoffe weisen ein hohes Treibhauspotenzial und eine hohe Persistenz in der Atmosphäre auf. Aufgrund ihrer Eigenschaften – darunter chemische Stabilität, hohe Reinheit sowie Temperatur- und Medienbeständigkeit – gelten sie derzeit jedoch als unverzichtbar. (vgl. ESIA 2023)

Der Einsatz solcher Stoffe macht auch die Abfallentsorgung, etwa von Fluorabwässern, enorm aufwendig. Es fallen getrennte Abwasserströme an, etwa für Metalle, Fluoride, Säuren, Basen und für weitere Schadstoffgruppen. Diese werden innerhalb der Fabriken vorbehandelt und neutralisiert. Im Anschluss werden die zu einem Gesamtabwasserstrom zusammengeführt.

Um persistente Stoffe wie PFAS vollständig zu entfernen, reichen konventionelle Abwasserbehandlungen häufig nicht aus, weshalb erweiterte Behandlungsverfahren und ein verstärktes Monitoring erforderlich sein können. Insgesamt plant die EU weitreichende PFAS-Beschränkungen. Allerdings werden aktuell mangels vollwertiger Alternativen in Bereichen wie der Mikroelektronik Ausnahmen gemacht. Die Umstellung auf Alternativen zu diesen Stoffen ist komplex und kann sich über ein bis zwei Jahrzehnte erstrecken (vgl. Hess 2024).

Der ökologische Fußabdruck durch Produktion versus Nutzung hängt stark von der jeweiligen Anwendung im Endprodukt ab, etwa bei Smartphones, Autos oder Datenzentren (vgl. Hess 2024). Ein großer Teil der Emissionen resultiert jedoch bereits aus der Chipfertigung selbst. Schätzungen zufolge entfallen drei Viertel der CO₂-Emissionen eines Endgeräts auf die Herstellung von Halbleitern. Das übersteigt den Stromverbrauch des Geräts während seiner gesamten Nutzungsdauer (vgl. (Gupta et al. 2022)).

Die Emissionen nehmen mit kleineren Strukturgrößen zu. Die Umweltbilanz verschlechtert sich zusätzlich, wenn neue Materialien eingesetzt werden, darunter bestimmte fluorierte Gase für lithografische Prozesse, die ein hohes Treibhauspotenzial besitzen.

Einige große Halbleiterunternehmen verfolgen Klimaneutralitätsziele. So plant Infineon bis 2030 klimaneutral zu produzieren. Das Unternehmen verwendet bereits einen hohen Anteil erneuerbarer Energien, und reduziert den Einsatz von PFAS (vgl. Infineon o. J., Windeck 2024). GlobalFoundries produziert laut eigenen Angaben mit 100 Prozent zertifiziertem Ökostrom (vgl. GlobalFoundries 2025).

Dass europäische Standorte bereits stärker auf erneuerbare Energien umgestellt haben als viele asiatische Fabriken, liegt nicht nur an der besseren Verfügbarkeit von Ökostrom und Infrastruktur, sondern auch an höheren politischen und gesellschaftlichen Erwartungen an die Industrie. Al-

lerdings erfolgt die Nutzung erneuerbarer Energien jedoch lediglich bilanziell, etwa über Herkunftsnachweise oder Stromlieferverträge, und ist damit nicht unmittelbar mit der physischen Stromversorgung der Produktionsstandorte verknüpft.

Indirekt trägt auch die Automatisierung von Produktionsprozessen zur Ressourceneffizienz bei, da durch präzisere Steuerung Ausschuss verringert werden kann (vgl. Bosch 2021). Insgesamt sind jedoch zirkuläre Ansätze in der Industrie, die auf Wasserrecycling, Abwärmenutzung und erneuerbare Energien setzen, noch nicht breit implementiert. Langfristig werden sie jedoch zwingend. Um Umweltbelastungen zu reduzieren und Klimaziele zu erreichen, sind europäische Hersteller stärker gefordert, entsprechende Anstrengungen zu unternehmen.

Neben der Herausforderung, Regularien durchzusetzen, kommt die Schwierigkeit, dass oftmals keine Standardisierung von Daten und Kennzahlen existiert. Dies erschwert sowohl die Vergleichbarkeit als auch die Transparenz und hat Auswirkungen auf Wettbewerbsvorteile und -nachteile. Auch die starke Fragmentierung von Wertschöpfungsketten erschwert Monitoring, die Einführung von Standards und klare politische und unternehmerische Verantwortlichkeiten.

Vor wenigen Jahren wurde das Semiconductor Climate Consortium gegründet, das als Brücke zwischen Politik, Industrie und Wissenschaft fungieren soll, um die Dekarbonisierung der Branche voranzutreiben, aber bisher wenig als proaktiver Forschungstreiber auftritt.

Auch die Rolle und Haltung der Gewerkschaften in ökologischen Fragen innerhalb der Halbleiterindustrie ist bislang wenig ausgeprägt. Zwar adressiert die IG Metall ökologische Nachhaltigkeit als wichtiges Ziel, zum Beispiel in Stellungnahmen gegenüber der Europäischen Kommission.

Doch wird eine starke Stimme hierzu durch aufgeteilte Zuständigkeiten in der Branche erschwert. In Teilen der Halbleiterindustrie ist jeweils die IG Metall beziehungsweise die IGBCE die zuständige Gewerkschaft. Außerdem priorisieren beide Gewerkschaften naturgemäß häufig andere Themen, etwa die Verlagerung von Arbeitsplätzen oder die Anpassung internationaler Arbeitskulturen an die in Deutschland etablierten Standards, wie sie sich beispielsweise im Kontext der Ansiedlung von TSMC in Dresden zeigen.

3. Globale Wertschöpfungsketten, Lieferkettenrisiken und Geopolitik

Eine Besonderheit der Halbleiterindustrie ist die starke Abhängigkeit von einzelnen Unternehmen auf nahezu jeder Stufe der Wertschöpfungskette. Diese liefern essenzielle Produkte, Maschinen oder Materialien, ohne die die Chipherstellung sofort ins Stocken geraten würde. Aufgrund der ausgeprägten Globalisierung können viele dieser Vorleistungen zudem nur von wenigen Produzenten in einzelnen Ländern bezogen werden. Beides zusammen erhöht die Anfälligkeit für Lieferengpässe und geopolitische Konflikte.

Besonders deutlich wurde das während der Corona-Krise. Einzelne Unternehmen waren aufgrund gestörter Lieferketten nicht in der Lage, Produkte herzustellen oder zu liefern (vgl. Henß 2021).

Daher spielen De-Risking-Strategien für die europäische Halbleiterindustrie eine größer werdende Rolle, um Hebel zur Stärkung von Widerstandsfähigkeit und technologischer Souveränität zu erschließen. Der Begriff „De-Risking“ wird in dieser Studie als Risikodiversifizierung und Reduzierung kritischer Abhängigkeiten in globalen Wertschöpfungsketten verstanden. Er beschreibt Strategien zur Stärkung von Resilienz und Robustheit zum Schutz vor möglichen Störungen durch politische Spannungen, Naturkatastrophen oder Handelsbarrieren und wird hier analytisch verwendet.

3.1 Außenhandelsstruktur und internationale Verflechtungen

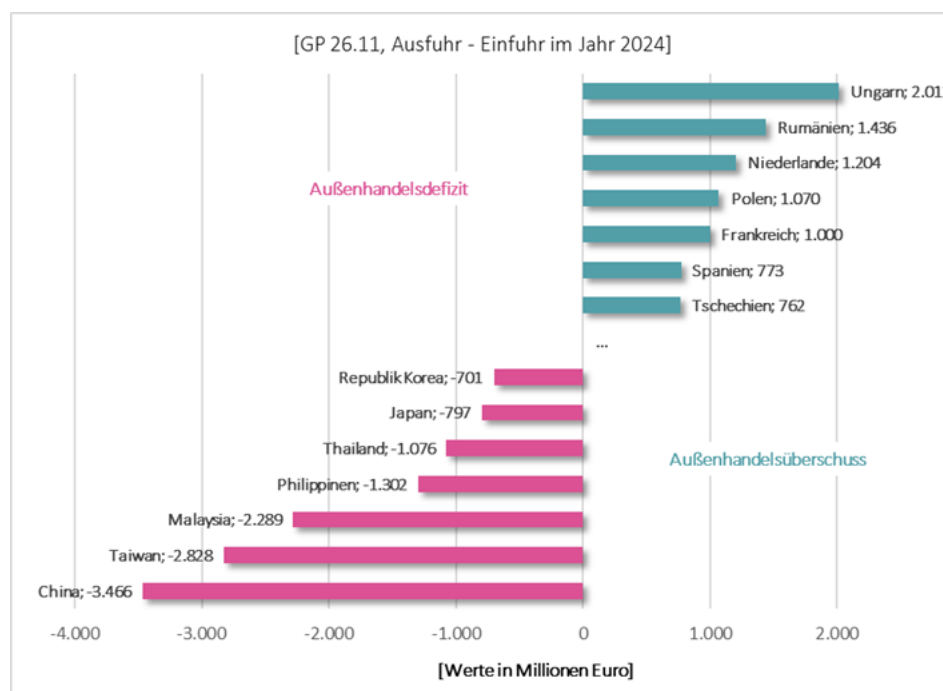
Außenhandelsdaten bilden grenzüberschreitende Handelsströme, also den internationalen Ein- und Verkauf, ab. Für die Kernbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ betrug der Gesamtwert aller Exporte aus Deutschland im Jahr 2024 laut Außenhandelsstatistik des Statistischen Bundesamts (2025a) 26 Milliarden Euro. Das sind 55 Prozent mehr als noch 2015. Demgegenüber betrug der Gesamtwert aller Importe ebenfalls 26 Milliarden Euro. Das entspricht einem Anstieg von 51 Prozent innerhalb der letzten zehn Jahre.²

² Bei den Importen spielen allerdings auch die Solarzellen und -module, insbesondere auf dieser Auswertungsstufe statistischer Daten, eine Rolle, vor allem aus Asien. Das kann die Importwerte leicht verzerren.

In der Summe ist die Gesamtbilanz nahezu ausgeglichen, obwohl sich auf der Ebene der Staaten eine hohe Dynamik zeigt. Es gibt also Verschiebungen zwischen einzelnen Handelspartnern, aber insgesamt keine einseitige Abhängigkeit.

Auffällig sind die großen Außenhandelsüberschüsse, also wenn mehr ins Ausland verkauft als von dort eingekauft wird, mit europäischen Ländern wie Ungarn, Rumänien und Polen. Demgegenüber bestehen deutliche Außenhandelsdefizite mit asiatischen Lieferländern wie Taiwan, Malaysia und insbesondere China (vgl. Abbildung 8). Von ihnen wird mehr bezogen, als an sie verkauft wird. Das deutet darauf hin, dass Deutschland stark in die EU-Nachbarschaft exportiert, aber die Importabhängigkeit von Asien dominiert.

Abbildung 9: Top-Länder der Handelsbilanz „Herstellung von sonstigen elektronischen Bauelementen“



Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025a und Statistisches Bundesamt 2025c

Japan und Rumänien sind die Top-Exportländer mit dem stärksten Wachstum. Die Ausfuhren stiegen für beide Länder zwischen 2015 und 2025 um 248 Prozent (Japan) beziehungsweise 236 Prozent (Rumänien).

Auch nach Ungarn sind die Exporte aus Deutschland seit 2015 (+129 Prozent) deutlich gewachsen, ebenso wie die Importe (+107 Prozent).

Besonders positiv fällt der Überschuss in der Handelsbilanz mit Ungarn (+2,0 Milliarden Euro), Rumänien (+1,4 Milliarden Euro), Niederlande (+1,2 Milliarden Euro), Polen (+1,1 Milliarden Euro) und Frankreich (+1,0 Milliarden Euro) auf. Das deutet auf eine enge Integration in europäische Wertschöpfungsketten hin: Deutschland liefert hochwertige elektronische Bauelemente in die Nachbarländer und importiert vergleichsweise wenig zurück.

Das große Plus mit Ungarn lässt sich beispielsweise durch massive Investitionen deutscher Unternehmen im Bereich Automobilzulieferung und Elektronik erklären. Besonders auffällig sind die sehr niedrigen Importwerte aus Rumänien und Polen. Diese weisen auf die Endmontage oder Weiterverarbeitung deutscher Produkte vor Ort hin.

Auf der anderen Seite sind die Importe aus China (+172 %), Thailand (+166 %), Taiwan (+123 %) und Philippinen (+102 %) nach Deutschland seit 2015 stark gestiegen. Die Importe aus Vietnam zeigen ebenfalls ein hohes Wachstum mit +529 Prozent, sind aber quantitativ noch gering (216 Millionen Euro). Dies deutet an, dass sich die Lieferketten teilweise verschieben und neue Standorte wie Vietnam als Zulieferer zunehmend an Gewicht gewinnen.

Das größte Handelsbilanz-Minus besteht mit China (–3,5 Milliarden Euro), gefolgt von Taiwan (–2,8 Milliarden Euro), Malaysia (–2,3 Milliarden Euro), Philippinen (–1,3 Milliarden Euro) und Thailand –1,1 Milliarden Euro). Das unterstreicht die starke Abhängigkeit Deutschlands von asiatischen Produktionsstandorten in den Kernsegmenten der Halbleiterwertschöpfung, insbesondere in der Auftragsfertigung, bei Leiterplatten und in der Montage und Verpackung. Deutschland importiert in diesen Bereichen in großem Umfang Vorprodukte, Chips und Wafer, exportiert jedoch vergleichsweise wenig nach Asien.

Mit den USA ist die Bilanz fast ausgeglichen (Exporte 0,8 Milliarden Euro, Importe 0,9 Milliarden Euro), trotz enger technologischer Verflechtung. Ähnlich ist es bei Japan: Hier zeigt sich zwar ein leichtes Defizit (Exporte 0,5 Milliarden Euro, Importe 1,3 Milliarden Euro), allerdings nicht so stark wie mit China oder Taiwan.

Die USA und Japan können somit als technologische Partnerländer bezeichnet werden – der Handel erfolgt hier weitgehend auf Augenhöhe, auch wenn Asien, und hier vor allem Taiwan, in absoluten Zahlen dominanter ist. Das große Außenhandelsdefizit mit China verweist auf die starke Abhängigkeit und die Bedeutung von De-Risking im Halbleiterbereich.

Insgesamt lässt sich festhalten, dass Deutschland stark nach Osteuropa exportiert, und stark aus Asien importiert. Das illustriert die klassische Arbeitsteilung entlang der Wertschöpfungskette, bei der Europa als wichtiger Absatzmarkt und für die Weiterverarbeitung eine zentrale Rolle spielt, während Asien als Bezugsquelle für kritische Vorprodukte und als Backend fungiert. Die USA und Japan können als Technologiepartner mit einer vergleichsweise ausgeglichene Handels- und Technologiebeziehungen betrachtet werden. Insgesamt ist das Verhältnis von Export und Import zwar ausgeglichen, aber die Abhängigkeiten sind deutlich asymmetrisch verteilt.

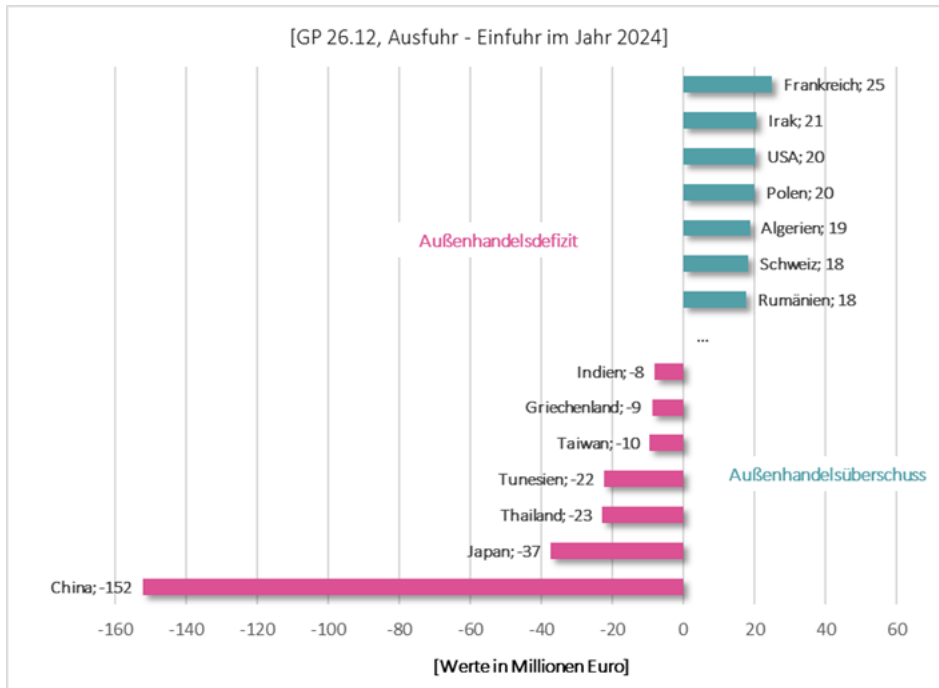
Für die Teilbranche „Herstellung bestückter Leiterplatten“ zeigt sich ein anderes Bild (vgl. Abbildung 10). Der Gesamtwert aller Exporte betrug im Jahr 587 Millionen Euro (–51 Prozent gegenüber 2015). Der Gesamtwert aller Importe betrug im selben Jahr 593 Millionen Euro (–70 Prozent gegenüber 2015). In Summe zeigt sich also auch hier eine nahezu ausgeglichene Bilanz, wobei sowohl Exporte als auch Importe innerhalb der letzten Dekade an Bedeutung verloren haben.

Bei den Importen lassen sich dabei differenzierte Entwicklungen beobachten: So sind die Importe aus Frankreich (+19 %), Japan (+53 %), Tunesien (+167 %) und Spanien (+209 %) gestiegen. Gleichzeitig verzeichnen mehrere Länder teils deutliche Rückgänge bei den Importen. Dazu gehören Tschechien (–32 %), USA (–52 %), Thailand (–68 %), China (–78 %) und Österreich (–87 %). Bei den Exporten zeigt sich dagegen ein starkes Wachstum bei Algerien (+3.536 %), was in Summe 19 Millionen Euro ausmacht.

Davon abgesehen sind jedoch die Ausfuhren in alle großen Exportländer rückläufig. Die Importe aus den USA gingen um 16 Prozent, aus Frankreich um 32 Prozent, aus China um 41 Prozent, aus Österreich um 50 Prozent und aus Tschechien um 54 Prozent zurück. Der größte Außenhandelsüberschuss besteht mit Frankreich (+25 Millionen Euro), dem Irak (+21 Millionen Euro), den USA und Polen (je +20 Millionen Euro). Mit großem Abstand besteht das größte Außenhandelsdefizit mit China (–152 Millionen Euro), gefolgt von Japan (–37 Millionen Euro), Thailand (–23 Millionen Euro) und Tunesien (–22 Millionen Euro).

Bei dieser Teilbranche fällt die Handelsbilanz insgesamt deutlich schwächer und überwiegend negativ aus. Das deutet darauf hin, dass die Bestückung von Leiterplatten – als nachgelagerte Stufe der halbleiternahen Wertschöpfung – hauptsächlich im Ausland erfolgt, während Deutschland in diesem Segment weniger als Produktionsstandort, sondern stärker als Nachfragemarkt auftritt.

Abbildung 10: Top-Länder der Handelsbilanz „Herstellung von bestückten Leiterplatten“



Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025a und Statistisches Bundesamt 2025c

Die Daten für beide Teilbranchen geben einen Einblick in die unterschiedliche Stellung und Arbeitsteilung innerhalb der Wertschöpfungskette. Für die Kernbranche ist Deutschland exportorientiert, insbesondere gegenüber europäischen Nachbarländern. Deutsche Firmen und solche mit einem Standort in Deutschland liefern elektronische Bauelemente, die in anderen Ländern weiterverarbeitet oder verbaut werden. Mit Ungarn, Rumänien, Polen und Tschechien handelt es sich dabei um Länder, die wichtige Produktionsstandorte in der Automobil- und Elektronikindustrie sind, die elektronische Bauelemente aus Deutschland beziehen und dann in ihre Produkte integrieren.

Bei der kleineren Teilbranche dominiert dagegen ein Importüberschuss bestückter Leiterplatten, insbesondere aus Asien. Deutschland importiert mehr, als es exportiert. Die Bestückung von Leiterplatten als arbeits- und kostenintensiver Fertigungsschritt erfolgt zunehmend im Ausland.

Die starken Defizite sowohl in der Kernbranche mit China, Taiwan und Malaysia als auch in der kleineren Teilbranche (mit China, Japan, Thailand und Taiwan) verdeutlichen die Abhängigkeit von Asien nicht nur bei

High-End-Chips, sondern auch bei bestückten Leiterplatten. Deutschland exportiert vor allem Grund- und Zwischenprodukte (elektronische Bauelemente) an EU-Länder und importiert stärker die weiterverarbeiteten Komponenten (Leiterplatten), wobei hier asiatische Standorte dominieren.

Deutschland ist demnach stark in der frühen Phase der Wertschöpfungskette, aber schwach im nachgelagerten Fertigungsschritt. Die Importdominanz und der Negativsaldo in der Handelsbilanz bei der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ verweisen auf die typische Struktur nachgelagerter Wertschöpfung und des Backend.

Die „Herstellung von bestückten Leiterplatten“ ist allerdings streng genommen nicht Teil des Backend der Halbleiterproduktion, sondern gehört zur nachgelagerten Elektronikfertigung. Gleichwohl spiegeln ihre Außenhandelsmuster – mit dem Importüberschuss aus Asien – die gleiche Logik wider: Arbeitsintensive Fertigungsschritte sind weitgehend ausgelagert. Dieses Muster verdeutlicht, dass Deutschland in Europa als Zulieferer, in Asien aber als Abnehmer agiert. Es zeigt sich eine asymmetrische Einbettung in globale Wertschöpfungsketten.

Die Außenhandelsstrukturen Deutschlands mit Halbleitern verdeutlichen, dass unterschiedliche Länder je nach Wertschöpfungsstufe (Frontend vs. Backend) besonders relevant sind. Diese Unterscheidung ist wichtig, weil das Frontend die eigentliche Chipproduktion auf dem Wafer umfasst, welche hochtechnologische und kapitalintensive Prozesse erfordert. Das Backend mit Montage, Verpackung und Testprozessen ist arbeitsintensiver und wird oft ausgelagert.

Deutschland exportiert vor allem Ausrüstungen für das Frontend der Halbleiterfertigung, darunter Spezialmaschinen, Optiken und Messtechnik, etwa von Unternehmen wie Carl Zeiss oder Trumpf. Beim Import führt Deutschland vor allem aus asiatischen Ländern Halbleiterprodukte ein, darunter Chips auf Trägern, Modulen und Sensoren. Im Gegenzug umfassen Ausfuhren in diese Länder häufig Maschinen oder Materialien. Deutschland ist in der Frontend-Stufe stark mit den USA, Taiwan, den Niederlanden, Südkorea und Japan verflochten.

Im Backend dominiert Südostasien, insbesondere Malaysia, Philippinen, Vietnam und China, wo einige deutsche Halbleiterfirmen Standorte für Montage und Test aufgebaut haben.

3.2 Globale Wertschöpfungsketten und Verwundbarkeiten

In der Halbleiterindustrie ist die Wertschöpfung äußerst komplex und umfasst mehrere Stufen, die von der Gewinnung und Aufbereitung hochreiner Materialien über die Chipfertigung und Endmontage bis hin zum Vertrieb von Halbleiterprodukten reichen. Die globalen Wertschöpfungsketten sind dabei stark arbeitsteilig organisiert. Nachfolgend sind die wichtigsten Stufen überblicksartig dargestellt:

3.2.1 Materialien und Rohstoffe

Für die meisten Halbleiterchips ist Silizium das Hauptmaterial. Es wird aus Quarzsand gewonnen und anschließend in hochreiner Form als Siliziumwafer für die Produktion von Chips verwendet. Die USA, China und Japan sind wichtige Lieferanten von Silizium. In der Herstellung von Polysilizium, das als Vorprodukt für die Wafer-Herstellung dient, sind Unternehmen wie Wacker Chemie in Deutschland und Shin-Etsu Chemical in Japan führend.

Zur Fertigung von Halbleitern in den Fabriken werden außerdem eine Vielzahl hochreiner Chemikalien und Gase benötigt, die bei verschiedenen Produktionsschritten wie Lithografie und Ätzen zum Einsatz kommen. Unternehmen wie Linde (Deutschland/USA) und Air Liquide (Frankreich) gehören zu den größten Anbietern weltweit (vgl. Yeung/Huang/Xing 2023).

3.2.2 Wafer-Produktion

Bei der Wafer-Herstellung werden hochreine Siliziumbarren in dünne Scheiben geschnitten. Die daraus hergestellten Wafer bilden das Ausgangsmaterial für die Chipfertigung. Ihre Oberfläche wird anschließend weiterbearbeitet, indem sie poliert und mit verschiedenen Schichten versehen wird, um die elektrischen Eigenschaften zu kontrollieren, die für die Funktion der späteren Chips erforderlich sind.

Zu den weltweit führenden Unternehmen in der Wafer-Produktion zählen Shin-Etsu Handotai und SUMCO (beide Japan), die einen Großteil der globalen Nachfrage abdecken. Daneben spielt auch GlobalWafers (Taiwan) eine bedeutende Rolle. Zusammen mit Südkorea konzentriert sich die Wafer-Produktion stark auf Ostasien (vgl. Kleinhans et al. 2025; Yeung/Huang/Xing 2023).

3.2.3 Chipdesign

In dieser Phase entwickeln Fabless-Unternehmen oder Integrated Device Manufacturers (IDMs) die Architektur und das Layout von Chips. Hierfür wird spezielle Software, sogenannte EDA-Tools (Electronic Design Automation), eingesetzt, um den Designprozess zu optimieren. Bevor das Design in die Fertigung übergeht, werden Simulationen durchgeführt, um sicherzustellen, dass der Chip alle erforderlichen Spezifikationen erfüllt und korrekt funktioniert.

Besonders die USA sind Heimat vieler Fabless-Unternehmen und ausgesprochen stark in der Forschung, Entwicklung und dem Design von Chips (vgl. Cerutti/Nardo 2023; Kleinhans et al. 2025).

3.2.4 Halbleiterfertigung (Frontend)

Der eigentliche Herstellungsprozess findet in den Foundries und IDMs statt, wo die Chips auf Siliziumwafer aufgebracht werden. Hier kommen die produzierten Wafer und die Chipdesigns zusammen, um in weiteren Produktionsschritten zu integrierten Schaltkreisen verarbeitet zu werden.

Dabei wird das Chipdesign mittels Lithografie als zentralem Prozess mithilfe von Lichtstrahlen zunächst als Strukturmuster auf den Wafer übertragen. In nachgelagerten Prozessschritten werden diese Muster durch Ätzen physisch in die Materialschichten übertragen und durch Ionenimplantation gezielt dotiert, um die gewünschten elektrischen Eigenschaften der Transistoren zu erzeugen. In Depositionsprozessen werden Materialien in dünnen Schichten auf den Wafer aufgetragen, um isolierende und leitende Bahnen zu bilden.

Die Foundries befinden sich schwerpunktmäßig in Ostasien (zum Beispiel TSMC in Taiwan, Samsung in Südkorea) und zunehmend in den USA. In Europa befinden sich überwiegend IDMs, wobei ihre Zahl rückläufig ist. Fast alle Hersteller sind für die Chip-Produktion auf spezialisierte Lithografiemaschinen angewiesen. In diesem Bereich hat der niederländische Konzern ASML eine Monopolstellung für neueste Fertigungsverfahren. ASML ist wiederum stark auf Produkte und technologische Innovationen von Carl Zeiss und Trumpf (jeweils Deutschland) angewiesen (vgl. Kleinhans et al. 2025; Yeung/Huang/Xing 2023).

3.2.5 Montage, Verpackung und Testprozesse (Backend)

Die produzierten Halbleiterchips werden mit spezialisierten Anlagen aus den Wafers geschnitten, getestet und auf Trägermaterialien montiert. Anschließend werden sie in spezielle, schützende Gehäuse verpackt, die auch die Schnittstellen für die Integration in elektronische Geräte bereitstellen. Diese Wertschöpfungsstufe konzentriert sich geografisch vor allem auf Südostasien (vgl. Kleinhans et al. 2025; Yeung/Huang/Xing 2023).

3.2.6 Vertrieb und Logistik

Nach Abschluss der halbleiterspezifischen Wertschöpfung im Backend werden die fertigen Halbleiterprodukte über spezialisierte Vertriebs- und Logistikstrukturen an nachgelagerte Industrien geliefert. Zu den Abnehmern zählen unter anderem Hersteller von Elektronikgeräten, Automobilunternehmen und IT-Konzerne. Aufgrund der hohen Sensibilität der Produkte ist die Branche auf spezialisierte Logistiklösungen angewiesen, die einen sicheren und zeitgerechten Transport gewährleisten. (vgl. Yeung/Huang/Xing 2023)

Besonders die starke Konzentration in der Produktion von Rohstoffen und Wafers führt ebenso zu Abhängigkeiten wie die Bündelung von Montage und Verpackungskapazitäten in wenigen Ländern, insbesondere in Asien. So erfolgt über 80 Prozent der weltweiten Chipfertigung in Asien, besonders in Taiwan und Südkorea (vgl. Cerutti/Nardo 2023; Röhl/Rusche 2024).

TSMC in Taiwan dominiert den Foundry-Markt und liefert 50 bis 60 Prozent aller Auftragschips, einschließlich der fortschrittlichsten Logikchips im 2- und 3-Nanometer-Bereich. Südkorea beherrscht mit Samsung und SK Hynix den Speicherchip-Sektor und fertigt ebenfalls High-End-Logik (vgl. Cerutti/Nardo 2023).

China fertigt zwar noch überwiegend ältere Chips (28 Nanometer und größer), hat aber mit enormen Investitionsprogrammen – wie dem sogenannten „Big Fund“ mit 20 Milliarden Dollar zwischen 2014 und 2019 und mit 30 Milliarden Dollar seit 2019 – begonnen, eigene Kapazitäten aufzubauen (vgl. van Wieringen 2022). Trotz der US-Sanktionen gelang China bereits 2022 ein erheblicher Fortschritt bei der Produktion eines kleinen Volumens von 7-Nanometer-Chips (vgl. ebd.).

Die USA bleiben führend im Chipdesign und in Spezialbereichen. Firmen wie Intel, Qualcomm, Nvidia und Broadcom generieren 50 Prozent

des weltweiten Chip-Umsatzes (nach Herkunft) und dominieren zentrale Hochleistungs- und Schlüsselbereiche der Halbleiterindustrie. Aufgrund des Fabless-Konstrukts vieler dieser Unternehmen fertigen diese nach wie vor größtenteils in Asien und sind also – wie der Rest der Welt – von den großen Foundries dort abhängig.

Europas Spezialisierung auf Leistungshalbleiter und Chips für den Automobilsektor macht die Region zu einem zuverlässigen Handelspartner in der Branche. Aber Europas größter Trumpf liegt im Bereich Equipment und Chemie für die Halbleiterindustrie. Ohne die EUV-Lithografiemaschinen des niederländischen Herstellers ASML könnten die meisten fortschrittlichen Chips nicht hergestellt werden:

„Diese komplette Unabhängigkeit wird es einfach nicht geben. Europa sollte eher versuchen, unersetzbar zu werden.“ (Vertreter eines Branchenverbands 2)

Diese transnationale Arbeitsteilung führt zu komplexen globalen Lieferketten, die für die Stabilität der gesamten Halbleiterindustrie entscheidend sind. Die gegenseitigen Abhängigkeiten werden vor allem bei geopolitischen Konflikten deutlich, wenn Lieferketten abrupt gestört werden könnten (vgl. Müller 2023).

Ein militärischer Konflikt um Taiwan gilt als eines der größten Risiken für die Halbleiterversorgung, da es keinen kurzfristigen Ersatz für die Produktionskapazitäten von TSMC gäbe (vgl. van Wieringen 2022). Für Europa würde das bedeuten, dass industrielle Fertigungen etwa in der Autoindustrie, dem Maschinenbau und der Medizintechnik stillstehen würden.

Ein weiteres zentrales Risiko wird in der technologischen Rivalität zwischen den USA und China gesehen (vgl. Müller 2023). Seit 2020 und verschärft seit 2022 gelten strenge Exportkontrollen und -beschränkungen für Hightech-Chips und Fertigungs-ausrüstung von den USA nach China. Auch ASML in Europa darf seine modernsten Maschinen nicht mehr nach China liefern. Darauf reagiert China seinerseits mit eigenen Beschränkungen, unter anderem Exportstopps für kritische Materialien wie Gallium.

Die Wertschöpfungskette der Halbleiterindustrie verdeutlicht, dass Abhängigkeiten nicht nur geografischer Natur sind, sondern sich auch auf einzelne Unternehmen konzentrieren. Die hohe Konzentration einzelner Wertschöpfungsstufen auf nur wenige Anbieter verleiht diesen Unternehmen erhebliche Marktmacht. Besonders deutlich wird das bei technologisch führenden Fertigungsunternehmen wie Samsung und ganz besonders TSMC.

Eine Schlüsselrolle unter den Ausrüstern nimmt ASML ein. Ohne die Maschinen des niederländischen Konzerns könnten selbst diese

Foundries nicht operieren. Aufgrund ihrer monopolartigen Stellung verfügen diese Unternehmen über enorme Preis- und Liefermacht, da sie Kapazitäten steuern können, was etwa während der Chip-Krise besonders deutlich wurde.

3.3 Marktmacht und Krisen

Halbleiter sind entscheidend für fast alle modernen Technologien – vom Smartphone über den Computer bis hin zu KI und 5G, autonomen Fahrzeugen und zahlreichen industriellen Anwendungen. Diese Geräte, Maschinen und Funktionen werden zu einem großen Teil technologisch fortschrittlicher durch neue Chipgenerationen.

Daher herrscht in der Halbleiterindustrie ein enorm hoher Innovationsdruck, der ständige Investitionen in Forschung und Entwicklung (F&E) erfordert. Die Innovationszyklen sind dadurch deutlich kürzer als in anderen Zulieferindustrien, was der Halbleiterindustrie eine exponierte Stellung unter Zulieferern zuweist. Marktführer wie TSMC, Samsung, Nvidia oder Qualcomm bestimmen auf diese Weise technologische Trends und Standards. Sie wirken direkt auf die Ausrichtung ganzer Industrien ein.

Die hohen und kontinuierlichen Investitionen sind äußerst kapitalintensiv und können nur von wenigen Unternehmen getragen werden. Dadurch bestehen hohe Hürden für den Markteintritt, vor allem im Foundry-Bereich. Der Bau und Betrieb von Fabriken sind mit Investitionen in Milliardenhöhe und kontinuierlichen Modernisierungen verbunden, die notwendig sind, um technologische Fortschritte umzusetzen.

Dies geht mit komplexen Fertigungsprozessen einher, insbesondere der EUV-Lithografie, die extrem strenge Reinraumbedingungen sowie hoch spezialisierte und kostenintensive Maschinen erfordert, etwa von ASML. Daneben gehören etablierte, aber ebenfalls technisch anspruchsvolle Verfahren wie die Ionenimplantation zu den Standardprozessen der Halbleiterproduktion. Auch diese Technologien sind enorm kostenintensiv und werden nur von wenigen Equipment-Herstellern angeboten.

Die Halbleiterindustrie zählt damit zu den am stärksten globalisierten Branchen, da Rohstoffe, Equipment und Absatzmärkte weltweit verteilt sind. Die Abhängigkeit von Schlüsselakteuren kann zu kritischen Engpasssituationen führen, die ganze Industrien und damit die Versorgung mit zum Teil versorgungsrelevanten Produkten gefährden können.

Selbst große Unternehmen wie Apple oder Tesla, die eigene Chips entwerfen, sind in der Fertigung auf große Produzenten wie TSMC angewiesen. Dies hängt mit der Schwierigkeit, die Chipproduktion vertikal zu integrieren und dadurch zu kontrollieren, zusammen.

Die wirtschaftliche Bedeutung zeigt sich in den hohen Umsätzen – der globale Markt erzielte 2022 mehr als 600 Milliarden US-Dollar Umsatz. Ein Großteil dieser Umsätze wird von wenigen Unternehmen generiert, was die Marktkonzentration der Industrie unterstreicht. Allein das Unternehmen TSMC kontrolliert über die Hälfte des Foundry-Markts. Mit der ausgeprägten Unternehmenszentrierung in der Branche geht eine hohe Preismacht einher.

Anders als in vielen anderen Zulieferindustrien verfügen Hersteller aufgrund ihrer hohen Spezialisierung und knappen Kapazitäten über erhebliche Verhandlungsmacht gegenüber Abnehmern. Diese Faktoren und die geografischen Konzentrationen machen die Branche zum Ziel geopolitischer Auseinandersetzungen. Exportkontrollen, Handelskriege und politische Instabilität in Schlüsselregionen haben weitreichende Folgen für die stark globalisierten Lieferketten und die Versorgungssicherheit.

Ihre strategische Relevanz schlägt sich daher auch in einer intensiven politischen Förderung in Europa, den USA und Asien nieder. Durch umfassende Förderprogramme sollen technologische Souveränität gesichert und Abhängigkeiten reduziert werden.

Die hohe Marktmacht der Industrie gründet auf ihrer technologischen Schlüsselstellung, der Kontrolle zentraler Produktionskapazitäten und Lieferketten sowie der starken Konzentration auf wenige Unternehmen und den asiatischen Raum. Dadurch ist sie zugleich systemrelevant für die globale Wirtschaft und zentrales Konfliktfeld internationaler geopolitischer Auseinandersetzungen.

Die hohe Marktmacht schützt die Branche nicht vor Krisen. Im Gegenteil können Krisen schwere Auswirkungen auf die gesamte Wirtschaft haben, gerade weil Halbleiter eine Schlüsselrolle in vielen Branchen einnehmen. Die starke Abhängigkeit der Branche von globalen Lieferketten ist eines der zentralen strukturellen Risiken für Krisen.

Die starke Globalisierung verschiedener Produktionsschritte macht die Industrie anfällig für Störungen – von Naturkatastrophen über politische Instabilität bis hin zu logistischen Engpässen. In Bezug auf Letzteres sind Engpässe bei bestimmten Rohmaterialien wie Seltenen Erden und speziellen Chemikalien, die entscheidend für die Chipproduktion sind, besonders herausfordernd. Knappheiten oder Exportbeschränkungen dieser Materialien können die Produktion stark beeinträchtigen.

Eng damit verwoben sind geopolitische Spannungen, die neben der Marktmacht der Branche einen weiteren wesentlichen Faktor ihrer Krisenanfälligkeit darstellen. Wie bereits in Abschnitt 3.2 beschrieben, können Handelskonflikte zwischen großen Wirtschaftsnationen wie den USA und China zu Exportverboten und Handelsbeschränkungen führen. Dadurch wird der Zugang zu wichtigen Märkten, etwa für Rohstoffe, und zu Schlüs-

selbstechnologien eingeschränkt, was sowohl die Produktion als auch die Weiterentwicklung der Industrie behindert.

Vor allem harte politische Maßnahmen wie Sanktionen gegen bestimmte Länder oder Unternehmen, wie etwa gegenüber SMIC in China, können die Industrie und Märkte destabilisieren.

Ein weiteres Risiko für Krisenanfälligkeit stellen technologische Herausforderungen dar. Einerseits trägt gerade die Weiterentwicklung der Chips zu immer kleineren Strukturgrößen zur hohen Marktmacht einzelner Unternehmen bei. Andererseits riskieren Unternehmen in dieser dynamischen Industrie Wettbewerbsnachteile, wenn technologische Durchbrüche nicht schnell genug erzielt werden.

Das ist besonders kritisch, weil die Entwicklung und Produktion solcher hochentwickelten Chips extrem kostenintensiv sind. Investitionen in neue Fertigungstechnologien und Anlagen kosten Milliarden. Fehleinschätzungen der Marktbedingungen oder Rückstände in den Innovationsleistungen können daher zu erheblichen finanziellen Verlusten führen. Der intensive Wettbewerb in der Branche zwingt Unternehmen also zu massiven Investitionen in neue Technologien und birgt zugleich enorme Risiken durch verschärften Preisdruck.

Auch Nachfrageschwankungen tragen zur Krisenanfälligkeit der Branche bei. Dies zeigt sich etwa dann, wenn sich die Nachfrage in der Automobil-, Konsumelektronik- oder IT-Industrie infolge von Konjunkturschwankungen, verändertem Verbraucherverhalten oder Extremereignissen wie Pandemien abrupt ändert.

So hat die Corona-Krise deutlich gezeigt, wie empfindlich die Halbleiterindustrie auf globale Krisen reagiert. Die gesamte Elektronikindustrie wurde durch erhebliche Produktionsverzögerungen und Engpässe infolge von Shutdowns und unterbrochenen Lieferketten stark beeinträchtigt. Durch solche Nachfrageeinbrüche kann es zu Überproduktion und anwachsenden Lagerbeständen kommen, die wiederum Preisverfall und Einnahmeverluste nach sich ziehen.

Trotz ihrer exponierten Stellung in der modernen Weltwirtschaft ist die Halbleiterindustrie insgesamt sehr krisenanfällig. Störungen in dieser Branche können weitreichende Folgen haben und sich rasch auf andere Industrien und die globale Wirtschaft insgesamt auswirken.

3.4 Geopolitik und De-Risking-Strategien

Durch geopolitische und unternehmenszentrierte Risiken drohen „single points of failure“, denen Europa versucht entgegenzuwirken, indem es

Lieferabhängigkeiten von einzelnen Ländern und Unternehmen in kritischen Bereichen verringert.

Die Stärke des europäischen Halbleiterökosystems liegt in den Zuliefermärkten, darunter Chemikalien, Wafer, Komponenten und Equipment, und in den spezifischen Endanwendungen, etwa für die Automobilindustrie und Leistungselektronik (Hess 2024). Die Verwundbarkeit Europas resultiert vor allem aus der starken Importabhängigkeit von fertigen Halbleitern, insbesondere von Prozessoren, Speicherchips und standardisierten integrierten Schaltkreisen aus Asien.

Krisen wie die Corona-Pandemie haben überdeutlich gezeigt, wie komplex und verwundbar die Chip-Lieferketten sind. Der daraus resultierende Mangel an Chips für die Autoindustrie in den Jahren 2021 und 2022 legte ganze Fertigungslinien still, weil die Industrie (und weitere) auf Just-in-time-Zulieferungen angewiesen war und kaum Pufferbestände aufbauen konnte. Auch Hersteller wie Infineon waren von Engpässen bei Vorprodukten betroffen.

In Deutschland waren die Auswirkungen besonders spürbar, mit Millionen weniger produzierten Autos und massenhaften Kurzarbeit-Maßnahmen in vielen Werken. Eine Studie des ZVEI bezifferte den gesamtwirtschaftlichen Schaden für Deutschland auf mehr als 100 Milliarden Euro (vgl. ZVEI 2024). Was zuvor als abstraktes Risiko galt, wurde durch die nun erlebte Verwundbarkeit zur konkreten Erfahrung. Das wiederum lenkte den Fokus auf Resilienz.

Aktuell bestehen weiterhin erhebliche Risiken durch geopolitische Ereignisse, etwa den Handelskonflikt zwischen den USA und China oder den Krieg in der Ukraine, die wie ein Damoklesschwert über Europa hängen (Müller 2023). So wird zum Beispiel aus der Ukraine Neon-Gas bezogen, welches wichtig für die Laser-Lithografie ist, ebenso wie bestimmte Chemikalien aus Asien.

Entwicklungen wie die Technologierivalität zwischen China und den USA und die damit verbundenen Sanktionen und Gegenmaßnahmen prägen zunehmend das internationale Umfeld. Die EU schließt sich diesen Maßnahmen teilweise an und versucht zugleich, eine Balance zwischen der transatlantischen Allianz und eigenen wirtschaftlichen Interessen zu finden.

Diese Gemengelage beeinflusst europäische Firmen doppelt: Einerseits als Lieferanten, etwa wenn ASML sein China-Geschäft verliert, und andererseits als Kunden, die Komponenten aus China nur noch schwer beziehen können.

Nexperia-Krise im Herbst 2025

Zuletzt zeigte sich am Beispiel des Halbleiterherstellers Nexperia, dass diese Risiken auch nach der Corona-Pandemie keine abstrakten Zukunftsszenarien mehr sind. Infolge geopolitischer Spannungen und staatlicher Eingriffe in die Unternehmensstruktur zwischen den Niederlanden und China kam es im Herbst 2025 zu erheblichen Störungen in der Lieferkette (Hajdari 2025a; Hofer et al. 2025).

Das betraf vor allem sogenannte „Mature-node-Halbleiter“, also ausgereifte Strukturen, die in der Automobilindustrie breit zum Einsatz kommen. Bereits der Ausfall einzelner Produktions- und Backend-Standorte kann dazu führen, dass Produktionsengpässe ausgelöst werden. Lagerbestände bei den Automobilherstellern sind meist begrenzt und Ersatzlieferanten kurzfristig nur schwer verfügbar (Hajdari 2025b). Der Fall Nexperia verdeutlicht einmal mehr die Realität der Verwundbarkeit der Lieferketten in der Halbleiterindustrie und wie diese sich im Kontext geopolitischer Konflikte zuspitzen können.

Die geopolitische Lage ist heute deutlich angespannter, und die Abhängigkeit von chinesischen Herstellern ist gestiegen, die insbesondere bei stark nachgefragten Legacy-Nodes dominieren (vgl. VDA 2023). Handelsbeschränkungen könnten die Lieferengpässe zusätzlich noch verschärfen (vgl. Hofer 2025). Weitere Krisen könnten die Branche noch stärker treffen als während der Corona-Pandemie.

Resilienz im Umgang mit den skizzierten Risiken entsteht jedoch nicht durch Autarkie, sondern durch Diversifizierung. Vollständige Unabhängigkeit ist illusorisch, weil ein entkoppeltes Halbleiterökosystem in jeder Weltregion mehr als eine Milliarde Dollar allein für Anfangsinvestitionen nötig machen und Chips drastisch verteuern würde (vgl. Cerutti/Nardo 2023):

„Kein Kontinent auf der Welt kann alleine einen kompletten Chip produzieren. Man kann gar nicht unabhängig werden von anderen.“ (Hauptamtlichkeit Gewerkschaft 2)

Über Jahrzehnte wurden und werden insbesondere Backend-Kapazitäten (Assembly, Packaging und Testing) in Niedriglohnländern wie China oder Malaysia aufgebaut. Westliche Staaten fuhren dagegen entsprechende Wertschöpfungsstufen zurück. Auch eine Rückverlagerung dieser Teile der Chipproduktion gestaltet sich schwierig, da sie trotz hoher Komplexität der Produktionsprozesse margenschwach sind und auf spezialisierte Fachkräfte angewiesen sind (vgl. Hulverscheidt/Martin-Jung 2021).

Selbst wenn Abhängigkeiten reduziert werden, wird die globale Vernetzung bestehen bleiben. Die internationalen Milliardensubventionen zur

Diversifizierung sind daher ein zentraler Hebel zur Stärkung der Resilienz. Auch in Europa spielt die Förderung der lokalen Produktion von Halbleitermaterialien und Wafers eine große Rolle. Hier greift der EU Chips Act, um europäische Souveränität zu sichern (s. Kapitel 2.3).

3.4.1 Institutionelles Monitoring und Notfallmechanismus

Der EU Chips Act ist ein Gesetzespaket der Europäischen Union für die Stärkung der Halbleiterproduktion und -forschung in Europa. Er kann als De-Risking-Instrument verstanden werden. Denn er zielt darauf ab, die Abhängigkeiten von außereuropäischen Lieferanten zu verringern und die Resilienz der europäischen Wertschöpfungsketten zu erhöhen. Er sieht ein genaues Monitoring-System der Lieferketten vor. Mit diesem sollen Angebot und Nachfrage überwacht werden, um Transparenz innerhalb der Wertschöpfungskette zu schaffen und Asymmetrien in der Informationsvermittlung zwischen Zulieferern und Endabnehmern zu reduzieren.

Ein solches „European Semiconductor Board“ soll regelmäßig Risikoanalysen und Frühwarnungen entlang der Wertschöpfungskette erstellen. Hierfür müssen die Mitgliedsstaaten Daten melden, die sie selbst erheben, etwa zu Kapazitäten, Engpässen und Nachfrageprognosen. In Krisensituationen soll die EU-Kommission außerdem Priorisierungsanordnungen erlassen können, um Kapazitäten auf kritische Sektoren wie Gesundheit, Verteidigung oder Energie verteilen zu können (vgl. Cerruti/Nardo 2023; Kleinhans/Hess/Denkena 2022).

3.4.2 Kooperative Industriepolitik

Die öffentliche Förderung der Halbleiterindustrie durch die EU und deren Mitgliedsstaaten, unter anderem im Rahmen des EU Chips Act, ist nur ein Baustein, um die Versorgungssicherheit zu stärken und Abhängigkeiten zu reduzieren. Flankiert wird diese Förderung durch eine kooperativere Industriepolitik. Diese zielt darauf ab, enger mit gleichgesinnten Partnern zusammenzuarbeiten – vor allem USA, Japan, Taiwan, Südkorea – und den gegenseitigen Marktzugang zu sichern.

Ein Beispiel hierfür ist der „Transatlantic Trade and Technology Council“ (TTC) von EU und USA – eine Arbeitsgruppe, die Investitionspläne abstimmt und gemeinsam Maßnahmen gegen Lieferengpässe ergreift (vgl. Kleinhans/Hess/Denkena 2022). Der TTC wurde als gemeinsame Reaktion auf den Chipmangel in den Krisenjahren 2021 und 2022 gegrün-

det. Seither befasst sich eine Halbleiter-Taskforce im Rahmen des TTC mit dem Aufbau gemeinsamer Frühwarnmechanismen und mit der Koordinierung von Förderprogrammen (vgl. EU-Kommission 2024).

Ein weiteres Beispiel: Die EU und Japan haben 2023 das „Memorandum of Cooperation on Semiconductors“ unterzeichnet, in dem sie sich zu einer Zusammenarbeit in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Materialien und Humanressourcen verpflichten (vgl. EU-Kommission 2023a). Mit Südkorea hat die EU 2022 ein „Digital Partnership Agreement“ abgeschlossen, das auf die Kooperation bei Halbleitern, High Performance Computing (Hochleistungsrechnern) und Lieferkettenresilienz abzielt (vgl. EU-Kommission 2023b).

3.4.3 Multisourcing, Long-Term Agreements, strategische Vorräte

Viele Ansätze zur Verringerung von Lieferabhängigkeiten gegenüber einzelnen Ländern und Unternehmen setzen auf Multisourcing. Dies bezeichnet den Versuch, Risiken zu streuen, indem auf verschiedene Bezugsquellen zurückgegriffen wird oder eigene Kapazitäten aufgebaut werden. Ein Beispiel hierfür ist die Streuung der Chip-Fertigung durch Fabless-Unternehmen und Integrated Device Manufacturers auf mehrere Foundries (z. B. TSMC und GlobalFoundries). Aber auch im Bereich EDA und Materialien gewinnen Second-Source-Strategien an Bedeutung, um die Abhängigkeiten von nur einem Lieferanten zu reduzieren.

Selbst Unternehmen, die stark von Halbleitern abhängig sind, diversifizieren zunehmend ihre Lieferketten. So schlossen Automobilhersteller und weitere Industrien nach der Chip-Krise vermehrt direkte Verträge mit Halbleiterfirmen ab, um vorausschauend Liefermengen zu sichern (vgl. Bitkom 2022a). Aus Kostengründen hält sich das etablierte Just-in-time-Prinzip selbst in einer so volatilen Branche wie der Halbleiterindustrie weiterhin hartnäckig. Die bereits erlebten Verwundbarkeiten der Lieferketten, wie sie jüngst im Fall Nexperia sichtbar wurden, haben daran bislang wenig geändert (vgl. Hofer 2025; IG Metall 2025c).

Auch das Thema Lagerhaltung und die Sicherung strategischer Vorräte gewinnt in der Halbleiter-Lieferkettenpolitik und im strategischen Supply-Chain-Management an Bedeutung, da strategische Bestände helfen können, Produktionsunterbrechungen und Versorgungsengpässe zu reduzieren (vgl. Zhang/Zhang/Li 2024).

Darüber hinaus setzen Unternehmen inzwischen vermehrt auf Partnerschaften und Kooperationen, um Abhängigkeiten zu reduzieren und Wettbewerbsvorteile zu sichern. So nutzt zum Beispiel Infineon die Fertigungs-

kapazitäten von TSMC für modernste 5-Nanometer-Technologien, anstatt selbst in solche extrem kostspieligen Fabriken zu investieren. Investitionen können stattdessen in eigene Produktinnovationen fließen, etwa in das Design komplexer Chips für die Autoindustrie.

Daneben kooperieren Unternehmen wie Infineon, NXP und STMicroelectronics: Sie bündeln ihre Anforderungen, um ihre Verhandlungsmacht gegenüber Foundries zu stärken und dadurch bessere Konditionen und Liefersicherheit zu erzielen. Mitunter beteiligen sich Unternehmen auch direkt an neuen Kapazitäten, um im Gegenzug zugesicherte Lieferkontingente zu erhalten, wie etwa beim TSMC-Joint-Venture in Dresden.

Auch gezielte Übernahmen stellen ein strategisches Instrument dar, um Produktportfolios zu erweitern und global wettbewerbsfähig zu bleiben. Im Jahr 2015 fusionierte NXP Semiconductors mit dem US-amerikanischen Halbleiterhersteller Freescale Semiconductor (NXP 2015). Infineon übernahm 2020 Cypress (USA) (Infineon 2020), während STMicroelectronics mehrere kleine Firmen integrierte, die auf Analog-/Mixed-Signal-Technologien spezialisiert sind (Tracxn 2025).

Der Schwerpunkt der Backend-Fertigung und der nachgelagerten Wertschöpfung, wie der Bestückung von Leiterplatten, liegt bislang stark auf asiatischen Standorten, insbesondere Malaysia. Unternehmen wie Infineon erweitern zwar in Europa ihre Frontend-Kapazitäten, aber lagern die Weiterverarbeitung aus Kostengründen vor allem nach Südostasien aus.

Um Kapazitätslücken zu schließen und Backend-Bereiche zu diversifizieren, werden inzwischen auch in Europa Verpackungskapazitäten aufgebaut, etwa in Italien (Silicon Box) und Portugal (Amkor Technology). Hier gewinnt der Bereich „Advanced Packaging“ an Bedeutung, weil moderne Chipsysteme eine immer komplexere Verarbeitung erfordern. Da hier die technologischen Anforderungen steigen und dieser Bereich weniger durch niedrige Lohnkosten bestimmt wird, besteht für Europa in einer stärkeren Positionierung im Backend eine Chance zur Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit und Wertschöpfung entlang der gesamten Halbleiterkette (vgl. Hofer 2024; IG Metall 2025c).

Daneben wird auch eine bessere Diversifikation bei Rohstoffen angestrebt, wie mit dem Aufbau neuer Neon-Produktionsanlagen in der EU oder dem Recycling seltener Chemikalien.

Europa tut also gut daran, seine Führungsposition in den Spezialsegmenten wie Auto, Leistungselektronik, Nischenchips und beim Equipment zu verteidigen. Versuche, in Bereichen aufzuholen, in denen Europa zurückgefallen ist – das betrifft etwa Speicherchips und Standardprozessoren – oder bisher nicht an neue Innovationen anschließen konnte – wie

bei High-End-Chips – wären dagegen extrem kapitalintensiv und riskant (vgl. Müller 2023).

Trotz nationaler und regionaler Initiativen bleibt die Halbleiterbranche mit ihren hoch spezialisierten und komplexen Produkten eine der Industrien, die am stärksten international verflochten ist. Kein Land ist in der Lage, autonom Halbleiter herzustellen.

De-Risking bedeutet also nicht, möglichst Autarkie zu einem enorm hohen Preis zu erreichen, sondern die Widerstandsfähigkeit zu stärken: Kapazitäten werden selektiv aufgebaut und erweitert, Partnerschaften gezielt gestärkt und Risiken dadurch gestreut. Für Europa heißt das, die hier wieder aufgezeigte asymmetrische Verwundbarkeit auszugleichen.

4. Beschäftigung, Qualifikation und Arbeitsbedingungen

Die Halbleiterindustrie steht vor einem strukturellen Dilemma: Als eine der kapitalintensivsten Branchen der Welt ist sie zugleich in hohem Maße auf hochqualifizierte Arbeitskräfte angewiesen. Beschäftigungsstruktur, Qualifikationsprofile und Arbeitsbedingungen entscheiden daher maßgeblich über die Wettbewerbsfähigkeit und Innovationskraft der Unternehmen.

Gleichzeitig verschärfen demografischer Wandel, internationale Konkurrenz um Talente und die rasante technologische Entwicklung den Fachkräftemangel. Wie die Branche mit diesen Herausforderungen umgeht – von Vergütung und Tarifbindung über Automatisierung bis hin zu gezielten Strategien der Fachkräftesicherung – wird entscheidend dafür sein, wie Deutschland seine Position in der globalen Halbleiterindustrie behaupten oder ausbauen kann.

4.1 Beschäftigungsstruktur

In der Halbleiterindustrie dominiert das Normalarbeitsverhältnis. Das bedeutet, dass unbefristete, sozialversicherungspflichtige Vollzeitstellen die vorherrschende Beschäftigungsform darstellen. Befristete Arbeitsverhältnisse spielen laut qualitativen Daten, die im Rahmen dieser Studie erhoben wurden, eine untergeordnete Rolle und werden vor allem als „verlängerte Probezeiten“ genutzt. Zumeist werden sie anschließend in ein unbefristetes Arbeitsverhältnis überführt, insbesondere im hochqualifizierten Angestelltenbereich. Im Engineering-Bereich werden Spitzen vereinzelt auch mit Freelancern aufgefangen:

„Befristete Arbeitsverträge gibt es im Ingenieurbereich, um ein wenig gegen zyklische Schwankungen agieren zu können.“ (Betriebsrat 20)

Befristungen werden zwar auch im Bereich der Fertigung (Operator-Bereich) punktuell als Flexibilisierungsinstrument genutzt, um zyklische Schwankungen abzufedern. In diesem Bereich kommt jedoch häufiger Leiharbeit zum Einsatz, die zugleich als Rekrutierungsinstrument dient. Insgesamt spielt Leiharbeit als atypische Beschäftigungsform in der Halbleiterindustrie jedoch eine geringere Rolle als in anderen Industriebranchen:

„Wir verzichten komplett auf Leiharbeit und bauen stattdessen Know-how intern auf.“ (Betriebsrat 18)

„Leiharbeit ist bei uns kein Niedriglohnthema. Wir haben Equal Pay und sie wird im Unternehmen eher als Flexibilisierungsinstrument genutzt.“
(Betriebsrat 10)

Die folgenden Ausführungen beziehen sich ausschließlich auf statistische Sekundärdaten zu sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Industrie. Die amtliche Beschäftigtenstatistik der Bundesagentur für Arbeit erfasst jedoch weder Befristungen noch andere atypische Beschäftigungsformen; eine Ausnahme bildet die Teilzeitbeschäftigung.

Leiharbeit selbst gilt zwar als sozialversicherungspflichtige Beschäftigung, wird allerdings in einer eigenen Branche statistisch erfasst. In welchem Umfang der Einsatz von Leiharbeitnehmenden in der Halbleiterindustrie erfolgt, lässt sich daher aus den statistischen Daten nicht ableiten.

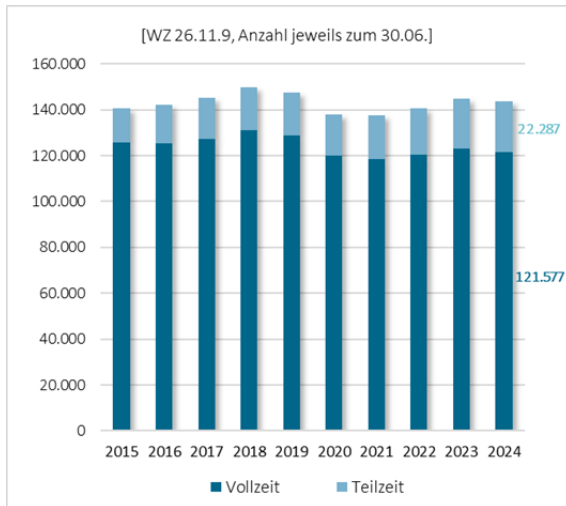
4.1.1 Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte

In der Halbleiterindustrie waren der Bundesagentur für Arbeit zufolge im Jahr 2024 rund 154.000 Menschen sozialversicherungspflichtig beschäftigt, davon mit etwa 144.000 der überwiegende Teil im Bereich „Herstellung von sonstigen elektronischen Bauelementen“ (vgl. Abbildung 11). Rund 10.000 Menschen sind in der Teilbranche „Herstellung von bestückten Leiterplatten“ tätig, also in einem Bereich der nachgelagerten Wertschöpfungskette (vgl. Abbildung 12). Seit 2015 ist die Beschäftigtenanzahl beider Teilbranchen zusammen um fünf Prozent gestiegen und damit stärker gewachsen als im verarbeitenden Gewerbe insgesamt (Zunahme um ein Prozent).

Wird die Zahl der Beschäftigten getrennt für die herangezogenen WZ-Codes beider Teilbranchen betrachtet, so zeigt sich eine hohe Diskrepanz zwischen beiden Branchen der Halbleiterindustrie: In der Kernbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ ist die Zunahme (plus zwei Prozent) eher konstant verlaufen, wenngleich es in den Jahren 2020 und 2021 aufgrund der Corona-Krise einen deutlichen Rückgang gab. Die Anzahl der Beschäftigten war in den Jahren 2018 mit 150.000 am höchsten (2014: 144.000).

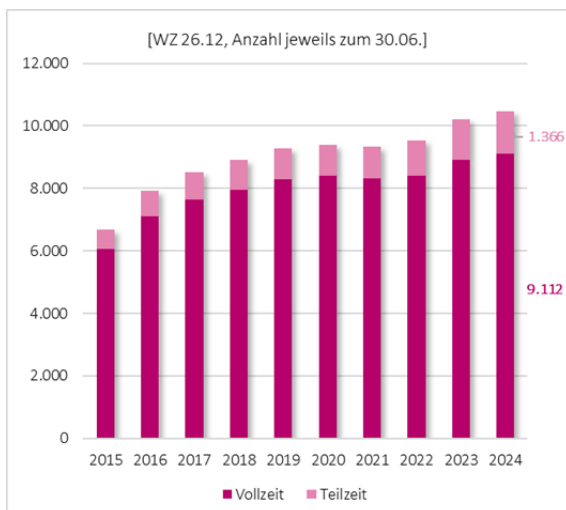
In der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ lässt sich über die letzten zehn Jahre hinweg weniger eine Nettozunahme an Beschäftigten beobachten, sondern eher eine qualitative Verschiebung der Beschäftigungsstruktur hin zu einer höheren Anzahl an Expert*innen, im Sinne höherer Tätigkeitsniveaus (vgl. Erläuterung auf S. 75).

Abbildung 11: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland in der „Herstellung von sonstigen elektronischen Bauelementen“



Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2025)

Abbildung 12: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Deutschland in der „Herstellung von bestückten Leiterplatten“



Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2025)

In der Teilbranche „Herstellung von bestückten Leiterplatten“ ist dagegen in den letzten zehn Jahren ein erheblicher Aufbau der Beschäftigten von 6.700 auf 10.500 zu beobachten (+57 Prozent). Das Wachstum war zwischen 2015 und 2020 am stärksten; seitdem ist eine konstante Entwicklung zu beobachten.

Auch während der Corona-Pandemie kam es in der Herstellung bestückter Leiterplatten nicht zu einem Rückgang der Beschäftigtenanzahl. Das Wachstum der Beschäftigung zieht sich hier durch alle Anforderungsniveaus – Hilfstätigkeiten (+88 Prozent), Fachkräfte (+38 Prozent), Spezialist*innen und Expert*innen (+70 bis 76 Prozent). Dass die Teilbranche im unteren Anforderungsniveau so stark gewachsen ist, kann einerseits auf arbeitsintensive Produktionsprozesse hindeuten und möglicherweise auch auf eine zeitweise, pandemiebedingte Konzentration bestimmter Fertigungsschritte in Deutschland.

Diese Teilbranche zeigt trotz der kleineren Basis ein dynamischeres Wachstum. Demnach verändert sich der relative Stellenwert der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ in der Halbleiterindustrie – sie bleibt weiterhin ein kleiner Bereich, gewinnt aber überproportional an Bedeutung.

Betrachtet man beide Teilbranchen zusammen, folgt die Halbleiterindustrie dem allgemeinen Muster des verarbeitenden Gewerbes: Ein Wachstum der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung bis 2018, ein Rückgang ab 2020 durch die Corona-bedingte Delle und eine anschließende Erholung ab 2022. Die statistischen Daten zeigen, dass die Halbleiterindustrie robuster wirkt als das verarbeitende Gewerbe insgesamt: Der Rückgang der sozialversicherungspflichtigen Beschäftigung war geringer, und die Erholung setzte schneller ein.

In beiden Teilbranchen wird der Anstieg sozialversicherungspflichtiger Beschäftigung stark von der Zunahme von Teilzeitarbeitsverhältnissen getragen. So stieg die Anzahl der in Teilzeit tätigen Personen zwischen 2015 und 2024 in der Teilbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ um 48 Prozent (Rückgang der Vollzeitbeschäftigten um drei Prozent), in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ sogar um 118 Prozent (Vollzeit: +51 Prozent).

Zum Vergleich: Im Durchschnitt der gesamten Industrie in Deutschland stieg die Anzahl der Teilzeitbeschäftigten im selben Zeitraum um rund 25 Prozent. 2024 betrug der Anteil der Teilzeit an der Gesamtbeschäftigung in der Teilbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ 16 Prozent und in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ 13 Prozent (verarbeitendes Gewerbe 11 Prozent).

Besonders in der größeren der beiden Teilbranchen, der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“, zeigt sich, dass es keine starke Expansion der Arbeitsplätze gibt, sondern eine Umschichtung hin zu mehr

Teilzeit. Das deutet auf eine zunehmende Flexibilisierung der Arbeit oder einen verstärkten Einsatz bestimmter Beschäftigtengruppen (zum Beispiel Frauen, ältere Beschäftigte) hin.

4.1.2 Frauenanteil

Wie in allen Bereichen der Industrie arbeiten auch in der Halbleiterindustrie weniger Frauen als Männer. Der Frauenanteil an allen Beschäftigten liegt allerdings im Jahr 2024 mit 32 Prozent in der Kernbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ und sogar 42 Prozent in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ im Durchschnitt deutlich höher als im verarbeitenden Gewerbe (26 Prozent).

Die Anzahl der in der Halbleiterindustrie tätigen Frauen wuchs seit 2015 in etwa im gleichen Maß wie die Gesamtbeschäftigung im verarbeitenden Gewerbe. In beiden Teilbranchen bleibt der Anteil im Zeitverlauf von 2015 bis 2024 – analog zum verarbeitenden Gewerbe insgesamt – folglich konstant.

Der Anstieg der beschäftigten Frauen ist in beiden Teilbranchen, insbesondere in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“, auf das Wachstum der Teilzeitbeschäftigung zurückzuführen. In beiden Teilbranchen der Halbleiterindustrie ist hingegen der Anteil von Frauen an den Vollzeitbeschäftigten leicht rückläufig. Bei der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ geht sogar die absolute Zahl der sozialversicherungspflichtig beschäftigten Frauen zurück (minus sieben Prozent). In der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ fällt das Beschäftigungswachstum bei den Männern stärker aus als bei den Frauen.

Umgekehrt gilt für die gesamte Branche: Die Zahl der Frauen in Teilzeit ist sehr hoch. Knapp 70 Prozent aller Teilzeitkräfte sind Frauen. In der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ sind es sogar 80 Prozent. Zwar ist auch im verarbeitenden Gewerbe insgesamt die Teilzeit hauptsächlich weiblich besetzt, aber nicht in dem starken Ausmaß wie in der Halbleiterindustrie.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Halbleiterindustrie insgesamt „weiblicher“ als das klassische verarbeitende Gewerbe ist, insbesondere in der „Herstellung von bestückten Leiterplatten“. Der hohe Anteil von Frauen in Teilzeit weist jedoch auf eine starke Geschlechtersegregation der Arbeitszeitmodelle hin, da Vollzeitstellen nach wie vor überwiegend von Männern besetzt sind.

4.1.3 Anteil ausländischer Beschäftigte

Für beide Teilbranchen liegen keine differenzierten Angaben zu ausländischen Beschäftigten vor, sondern sind lediglich für eine übergeordnete Ebene (WZ-Code 26.1) verfügbar. Das heißt, darin sind zwar die WZ-Codes 26.11 (Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente) und 26.12 (Herstellung bestückter Leiterplatten) enthalten, zusätzlich aber auch Solarzellen und -module (WZ-Code 26.11.1), auf die im Jahr 2024 etwa 4.000 Beschäftigte entfallen.

Für die letzten zehn Jahre lässt sich eine starke Zunahme ausländischer sozialversicherungspflichtig Beschäftigter im verarbeitenden Gewerbe beobachten. Ihre Zahl ist um zwei Drittel (+370.000 Personen) gestiegen. Im Jahr 2024 hat mehr als jede*r siebte Industriebeschäftigte keinen deutschen Pass.

In der Halbleiterindustrie ist der Ausländeranteil unter den sozialversicherungspflichtig Beschäftigten sogar noch stärker gewachsen (+80 Prozent) – von acht auf 14 Prozent zwischen 2015 und 2024.

Die Werte verdeutlichen, dass der Anstieg ausländischer Beschäftigter zu einem erheblichen Teil dazu beiträgt, die Beschäftigung in der Industrie stabil zu halten und sogar das Beschäftigungswachstum zu fördern. Das hilft, demografische Effekte – insbesondere den altersbedingten Rückgang der verfügbaren Arbeitskräfte – abzufedern. In der Halbleiterindustrie liegt der Ausländeranteil trotz stärkerem Wachstum im Zehnjahreszeitraum im Jahr 2024 gleichauf mit dem verarbeitenden Gewerbe (14 Prozent).

Besonders auffällig ist die Altersstruktur sozialversicherungspflichtig Beschäftigter mit ausländischer Staatsangehörigkeit: Während der Anteil ausländischer Beschäftigter der jüngeren Kohorten leicht rückläufig ist (zwischen zwei und sechs Prozent), ist bei den über 55-Jährigen ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen (+52 Prozent im Zehnjahreszeitraum). In der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ explodierte der Anteil älterer ausländischer Beschäftigter geradezu mit einem Zuwachs von 128 Prozent zwischen 2015 und 2024.

Im verarbeitenden Gewerbe insgesamt stieg der Ausländeranteil ebenfalls und hier auch nochmal besonders deutlich in der Gruppe der über 55-Jährigen (+45 Prozent). Das spricht für eine gestiegene Bedeutung von Zuwanderung von Fachkräften mit Berufserfahrung oder verlängerter Erwerbstätigkeit bereits ansässiger ausländischer Beschäftigter.

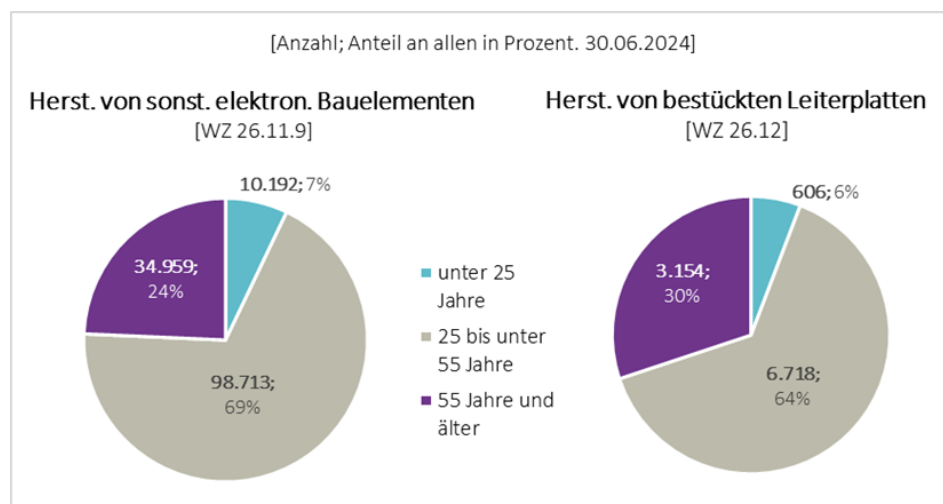
Demgegenüber ist kein signifikanter Effekt bei der Zuwanderung junger Menschen mit ausländischer Staatsbürgerschaft zu beobachten. Die Entwicklung deutet damit weniger auf „Nachwuchsimport“, sondern eher auf eine Nachbesetzung bestehender Stellen hin – ein Trend, der in der

„Herstellung bestückter Leiterplatten“ noch stärker ausgeprägt ist als im Segment der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“. Die Halbleiterindustrie wird internationaler, ähnlich wie das verarbeitende Gewerbe insgesamt.

4.1.4 Altersstruktur

Die Zahl der unter 25-jährigen sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Halbleiterindustrie ist zwischen 2015 und 2024 stabil geblieben und lag bei rund 10.800. Es fand kein signifikanter Nachwuchsaufbau statt (vgl. Abbildung 13). Der Anteil der Jüngeren an allen Beschäftigten liegt konstant bei 7 Prozent. Die mittlere Alterskohorte, die der 25- bis 55-Jährigen, schrumpfte dagegen zwischen 2015 und 2024 – von 112.000 auf unter 106.000. Ihr Anteil ging von 76 auf 68 Prozent zurück. Die Zahl der über 55-Jährigen stieg dagegen von 25.000 auf 38.000 – ein Plus von fast 50 Prozent. Ihr Anteil nahm zwischen 2015 und 2024 von 17 auf 25 Prozent zu (vgl. Abbildung 14).

Abbildung 13: Altersstruktur der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten



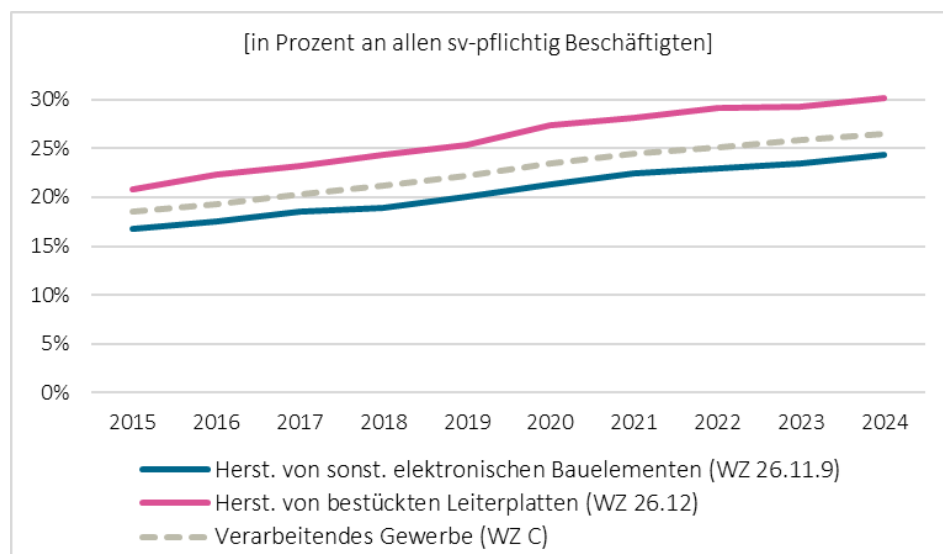
Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2025)

Die Auswirkungen des demografischen Wandels sind also in der Halbleiterindustrie bereits messbar. Die Belegschaften altern spürbar. Junge Be-

schäftigung wird kaum aufgebaut, während die Zahl der Älteren bei gleichzeitigem Rückgang der mittleren Kohorte stark zunimmt. Dabei ist der Effekt in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ noch stärker als in der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ ausgeprägt.

Bereits bestehende Fachkräfteprobleme und das Risiko von Wissensverlust verschärfen sich mittelfristig in der gesamten Branche, weil nicht ausreichend Nachwuchs folgt. Diese Herausforderung wird in den kommenden Jahren zunehmen.

Abbildung 14: Anteil der Anteil der 55-Jährigen und älter



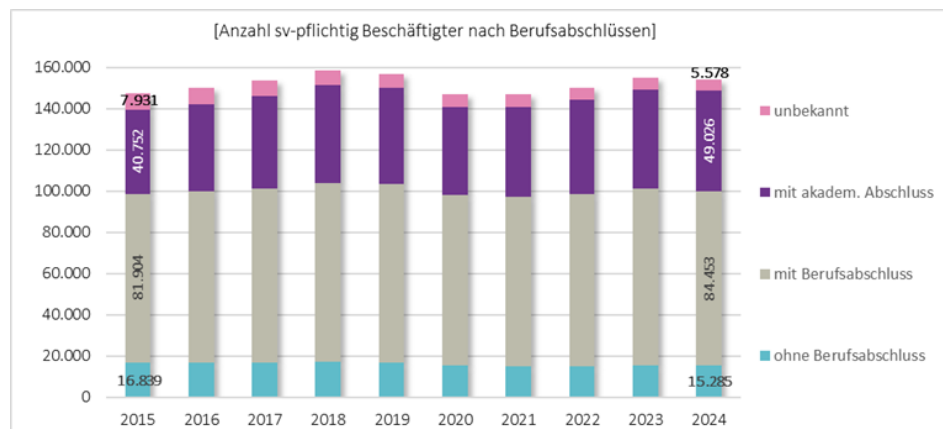
Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2025)

Jede*r vierte in der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ tätige Beschäftigte wird in den kommenden zehn Jahren altersbedingt aus dem Erwerbsleben ausscheiden. In der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ sind es sogar 30 Prozent der Beschäftigten. Dies lässt massive Ersatzbedarfe für Fach- und Arbeitskräfte erwarten. Im Vergleich zum gesamten verarbeitenden Gewerbe ist dieser Effekt in der Halbleiterindustrie stärker ausgeprägt.

4.1.5 Qualifikationsstruktur

Die Entwicklung der Qualifikationsstruktur in der Halbleiterindustrie zeigt einen klaren Trend hin zu höher qualifizierten Arbeitskräften, was sich in den Zahlen der verschiedenen Beschäftigtengruppen widerspiegelt (vgl. Abbildung 15). Die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in der Halbleiterindustrie ohne Berufsabschluss ist rückläufig. Sie sank von 16.800 im Jahr 2015 auf 15.300 im Jahr 2024. Das entspricht heute einem Anteil von unter zehn Prozent an allen Beschäftigten.

Abbildung 15: Entwicklungstrends Qualifikation in der Halbleiterindustrie in Deutschland



Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2025)

Die Zahl der Beschäftigten mit Berufsabschluss bleibt relativ stabil zwischen 82.000 und 84.500. Ihr Anteil liegt konstant bei 55 Prozent. Bei den Beschäftigten mit akademischem Abschluss kam es hingegen im selben Zeitraum zu einem deutlichen Anstieg – von 40.700 auf 49.000. Ihr Anteil stieg von 28 auf 32 Prozent. Zu 100 Prozent fehlt in der Darstellung ein kleiner Restanteil, der die Beschäftigten mit unbekanntem Berufsabschluss umfasst (2024: unter vier Prozent) und der in Summe rückläufig ist.

Diese Entwicklung deutet darauf hin, dass die Tätigkeiten in der Branche qualifikationsintensiver geworden sind: Der Anteil der Akademiker*innen wächst stark, während die Zahl der Un- beziehungsweise Angelegerten zurückgeht.

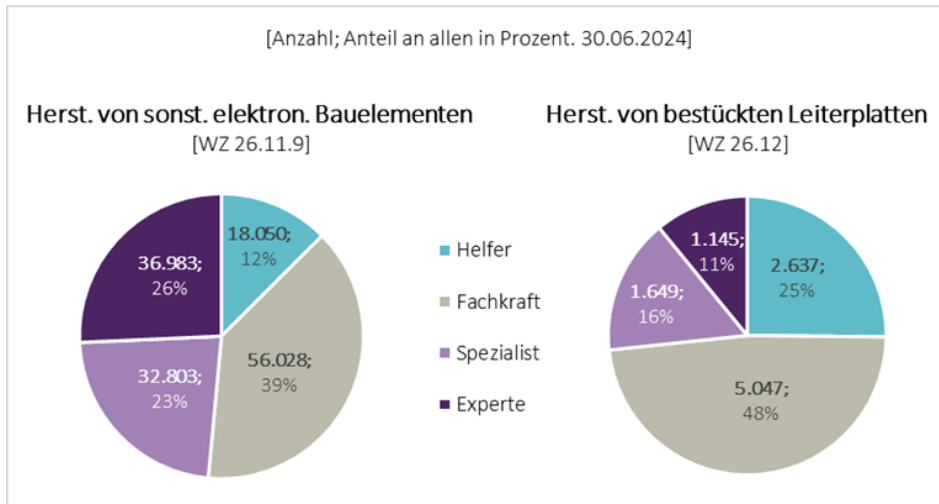
Verglichen mit dem verarbeitenden Gewerbe lässt sich auch dort ein Anstieg beim Anteil der Beschäftigten mit akademischem Abschluss beobachten (von acht auf zwölf Prozent); allerdings ist dieser Anstieg in der Halbleiterindustrie deutlich ausgeprägter. Hier bilden die Akademiker*innen schon fast ein Drittel der Belegschaften, während im verarbeitenden Gewerbe insgesamt weiterhin der Berufsabschluss mit 70 Prozent deutlich dominiert. Die Qualifikationsstruktur in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ ähnelt jedoch eher der des verarbeitenden Gewerbes.

Die Halbleiterindustrie ist ganz klar eine Wissens- und Fachkräftebranche. Der wachsende Anteil akademisch qualifizierter Beschäftigter unterstreicht den Hightech-Charakter der Branche. Gleichzeitig bleibt die Basis der Facharbeiter*innen stabil. Beide Gruppen – spezialisierte Facharbeit und akademisch ausgebildete Entwicklung und Steuerung – sind für die Branche unverzichtbar. Geringqualifizierte Beschäftigung verliert hingegen an Bedeutung.

4.1.6 Anforderungsniveaus der Tätigkeiten

Das Anforderungsniveau beschreibt die Komplexität einer beruflich ausgeübten Tätigkeit unabhängig von der formalen Qualifikation einer Person. Es wird von der Bundesagentur für Arbeit in vier Stufen unterteilt (vgl. Bundesagentur für Arbeit 2021): „Helfer“ verrichten einfache Hilfs- und Anlern Tätigkeiten. „Fachkräfte“ üben Tätigkeiten aus, die fundierte Fachkenntnisse und Fertigkeiten verlangen, meist auf Basis einer Berufsausbildung. „Spezialisten“ sind mit komplexeren Aufgaben befasst, die Zusatzqualifikationen wie Meister-, Techniker- oder (Fach-)Hochschulabschlüsse voraussetzen. „Experten“ üben hochkomplexe Tätigkeiten aus, etwa in Forschung und Entwicklung oder Leitung und Führung, die häufig eine akademische Ausbildung voraussetzen.

Abbildung 16: Tätigkeitsniveaus der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten



Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2025)

Die Analyse der Tätigkeitsniveaus zeigt deutliche Verschiebungen in den verschiedenen Gruppen (vgl. Abbildung 16). Die Helfenden bilden mit 20.700 im Jahr 2024 die kleinste Gruppe in der Halbleiterindustrie. Im Zeitraum von 2015 bis 2024 ist der Anteil der Helfer*innen in der gesamten Branche leicht gestiegen (drei Prozent), wobei der Trend seit 2020 wieder rückläufig ist. Mit 61.000 Personen stellen die Fachkräfte die größte Gruppe im Jahr 2024. Sie ist um fünf Prozent innerhalb von zehn Jahren gewachsen.

Weiterhin arbeiten in der Branche 34.500 Menschen als Spezialist*innen, dem zweithöchsten Tätigkeitsniveau. Ihre Anzahl ist über die Zeitspanne 2015 bis 2024 leicht gestiegen (um drei Prozent), wobei der Zuwachs vor allem ab 2020 erfolgte.

Die auf dem Anforderungsniveau Expert*in tätigen Personen bilden nach den Fachkräften die zweitgrößte Gruppe in der Halbleiterindustrie mit 38.000 Beschäftigten im Jahr 2024. Im Zehnjahreszeitraum und zwischen 2020 und 2024 ist ihre Anzahl am deutlichsten gewachsen (um sieben beziehungsweise elf Prozent).

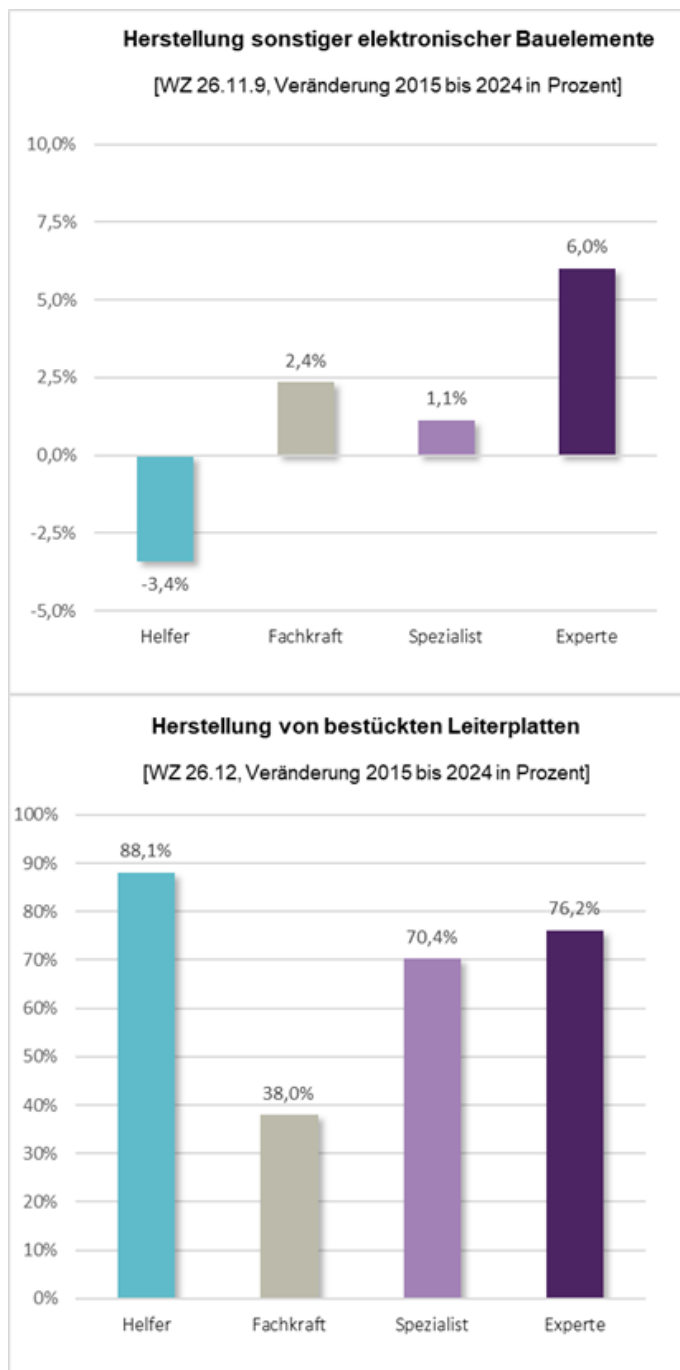
Während also die Bedeutung von Hilfstätigkeiten stagniert beziehungsweise leicht zurückgeht und die Fachkräftebasis stabil bleibt, wächst die Relevanz spezialisierter und expertiseorientierter Tätigkeiten deutlich. Diese Entwicklung spiegelt sich auch in den bereits beschriebenen Trends bei den Ausbildungsniveaus der Beschäftigten wider.

In der Teilbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ zeigt sich über den Zehnjahreszeitraum ein deutlicher Rückgang helfender Tätigkeiten, während sich die übrigen Tätigkeitsniveaus analog zur Entwicklung der Gesamtbranche entwickeln. Die Teilbranche lässt sich als technologisch fordernder, wissens- und expertisegetriebener High-tech-Bereich mit stabiler Fachkräftebasis charakterisieren (vgl. Abbildung 17).

Besonders auffällig sind die Verteilungen und dynamischen Entwicklungen hinsichtlich aller Tätigkeitsniveaus in der deutlich kleineren Halbleiter-Teilbranche „Herstellung von bestückten Leiterplatten“: Die Fachkräfte bilden auch hier die größte Gruppe, allerdings mit höherer Relevanz als in der anderen Teilbranche (48 versus 39 Prozent). Ihre Zahl ist innerhalb von zehn Jahren um 38 Prozent gestiegen; allerdings ab 2020 nur noch um fünf Prozent (vgl. Abbildung 17).

Die zweitgrößte Gruppe bilden die Helfer*innen mit einem Anteil von 25 Prozent – deutlich mehr als im verarbeitenden Gewerbe insgesamt, wo ihr Anteil bei 13 Prozent liegt. Ihre Zahl ist seit 2015 um 88 Prozent gestiegen und hat sich damit fast verdoppelt (vgl. Abbildung 17). Der stärkste Zuwachs erfolgte bis 2020 (seitdem 18 Prozent).

Abbildung 17: Entwicklungstrends der Tätigkeitsniveaus sozialversicherungspflichtig Beschäftigter



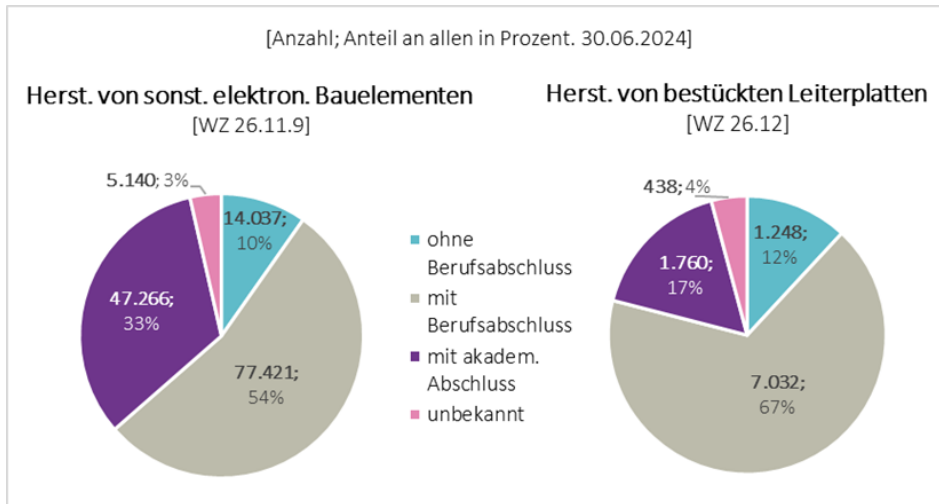
Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit 2025

Die Gruppe der Spezialist*innen und Expert*innen sind in dieser Teilbranche die kleineren Tätigkeitsgruppen (16 und 11 Prozent), allerdings ist auch hier ein enormer Beschäftigungsanstieg seit 2015 (70 und 76 Prozent) zu verzeichnen (vgl. Abbildung 17). Die „Herstellung bestückter Leiterplatten“ zeigt sich somit als arbeitsintensiverer Bereich, der stärker auf Fachkräfte und einfache Hilfstätigkeiten setzt. Gleichzeitig gewinnen Spezialist*innen und Expert*innen an Bedeutung, was auf eine zunehmende Komplexität in der Produktion hinweist.

Im verarbeitenden Gewerbe stellen Fachkräfte im Jahr 2025 mit 56 Prozent einen größeren Anteil als in der Halbleiterindustrie (40 Prozent). Dafür ist der Anteil hochqualifizierter Spezialist*innen und Expert*innen in der Halbleiterindustrie deutlich höher und erreicht fast 50 Prozent, während er im verarbeitenden Gewerbe bei 30 Prozent liegt. Der Anteil der Helfer*innen ist im verarbeitenden Gewerbe mit 15 Prozent etwas größer als in der Halbleiterindustrie (13 Prozent).

Aufschlussreich ist auch die Gegenüberstellung der Berufsabschlüsse (vgl. Abbildung 18) und Tätigkeitsniveaus (vgl. Abbildung 16). Hier zeigt sich in der größeren Teilbranche, der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“, dass, obwohl die Gruppen der Spezialist*innen und Expert*innen fast 50 Prozent ausmachen (vgl. Abbildung 16), der Anteil der Akademiker*innen mit 33 Prozent deutlich darunter liegt. Das deutet darauf hin, dass vor allem die Beschäftigten auf Spezialist*innen-Niveau häufiger „nur“ einen Berufsabschluss vorweisen und sich für die anspruchsvolleren Tätigkeiten weiterqualifiziert haben.

Abbildung 18: Berufsabschlüsse der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten



Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit 2025

Der Anteil der Personen ohne Berufsabschluss (10 Prozent) geht dagegen nicht vollständig im Anteil der Helfer*innen (13 Prozent) auf. Daraus lässt sich schließen, dass ein Teil der Hilfstätigkeiten auch von Beschäftigten mit Berufsabschluss oder höherem Qualifikationsniveau ausgeübt wird.

Bei der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ zeigt sich ein ähnliches Bild: Auch hier ist der Anteil der Spezialist*innen und Expert*innen höher (27 Prozent) (vgl. Abbildung 16) als der der Akademiker*innen (17 Prozent) (vgl. Abbildung 18). Das legt nahe, dass auch hier Spezialist*innen ohne akademischen Abschluss vertreten sind. Gleichzeitig übersteigt der Anteil der Helfer*innen (vgl. Abbildung 16) (25 Prozent) den Anteil der Personen ohne Berufsabschluss (12 Prozent) (vgl. Abbildung 18). Damit sind mehr Helfer*innen in der Teilbranche beschäftigt, die formal überqualifiziert für ihre Tätigkeiten sind.

4.1.7 Ausbildung

Die Zahl der Auszubildenden in der Halbleiterindustrie insgesamt ist im Zehnjahreszeitraum 2015 bis 2024 stabil geblieben (vgl. Abbildung 19). Sie liegt relativ unverändert zwischen rund 4.200 und 4.500. Blickt man auf die Teilbranchen zeigen sich jedoch Diskrepanzen. Während bei der

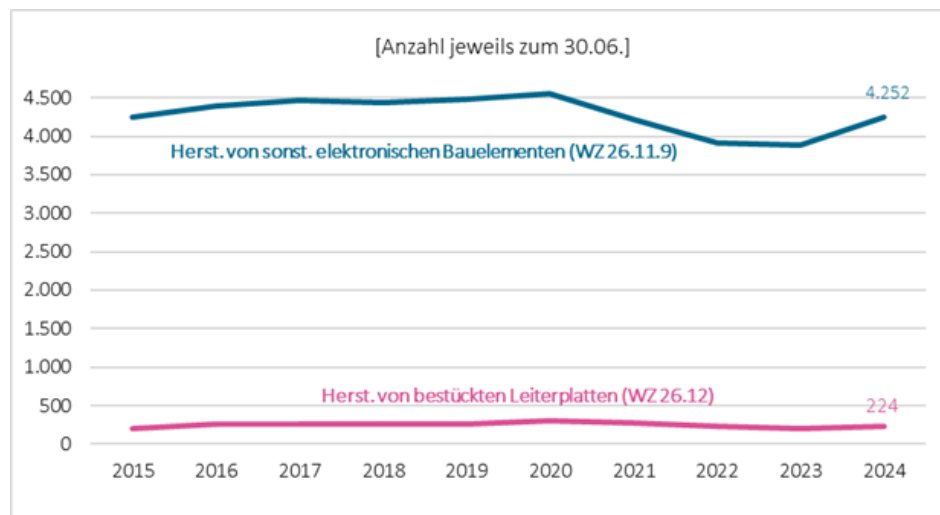
„Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ zwar die Zahl der Auszubildenden zwischen 2015 und 2024 insgesamt stabil blieb, war bis 2020 ein Anstieg um sieben Prozent zu verzeichnen, der anschließend jedoch wieder auf das Ausgangsniveau zurückfiel.

Bei der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ zeigt sich im Zehnjahreszeitraum eine Zunahme um 15 Prozent. Bis 2020 stieg die Zahl der Auszubildenden sogar deutlich an, brach danach aber wieder ein.

Die Ausbildungsquote, also der Anteil von Auszubildenden an allen Beschäftigten, ist in beiden Teilbranchen seit 2015 rückläufig. In der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ fällt der Rückgang mit 27 Prozent deutlich stärker aus als in der dominierenden Teilbranche der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“, wo er bei zwei Prozent liegt.

Im verarbeitenden Gewerbe ist sowohl die Zahl der Auszubildenden (–9 %) als auch die Ausbildungsquote (–20 %) deutlich stärker rückläufig als in der Halbleiterindustrie insgesamt (+1 % bzw. –4 %). Obwohl die Ausbildungsquote in der Halbleiterindustrie mit 2,9 % unter dem Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes (3,4 %) liegt, zeigt die Branche eine überdurchschnittlich konstante Ausbildungstätigkeit.

Abbildung 19: Auszubildende in der Halbleiterindustrie



Quelle: eigene Darstellung nach Angaben der Bundesagentur für Arbeit (2025)

Im Bereich der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ sind die Werte dagegen deutlich niedriger: Sowohl die Zahl der Auszubildenden als auch die Ausbildungsquote. Hier zeichnet sich ein Nachwuchsproblem ab. Eine

höhere Ausbildungsquote wäre erforderlich und bedeutsam, um die Fachkräftebedarfe der Zukunft zu sichern.

Der größere Teilbereich der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ stabilisiert den Gesamteindruck, weil hier die Ausbildungsquote auf stabilem, wenn auch insgesamt niedrigem Niveau im Vergleich zur Gesamtbeschäftigtenzahl in der Teilbranche gehalten wird.

In der Halbleiterbranche ist innerhalb von zehn Jahren sowohl die Zahl der weiblichen Auszubildenden als auch ihr Anteil an allen Auszubildenden zurückgegangen. Zwischen 2015 und 2024 sank die Zahl der weiblichen Auszubildenden von 1.070 auf 880, während ihr Anteil an den Auszubildenden von 25 auf 20 Prozent zurückging. Der Rückgang der weiblichen Auszubildenden ist mit 26 Prozent im gesamten verarbeitenden Gewerbe noch stärker ausgeprägt als in der Halbleiterindustrie mit 17 Prozent. Der Anteil weiblicher Auszubildender entwickelt sich hingegen in beiden Bereichen ähnlich.

4.2 Arbeitsbedingungen

4.2.1 Löhne und Gehälter

In der amtlichen Statistik werden die Kategorien „Löhne und Gehälter“ verwendet. In der folgenden Analyse werden diese Begriffe dort übernommen, wo auf sekundärstatistische Daten Bezug genommen wird. In den arbeits- und tarifpolitischen Ausführungen wird hingegen von „Entgelten“ als übergreifende Kategorie gesprochen.

Die Halbleiterindustrie ist durch eine hohe Wertschöpfung gekennzeichnet und weist dementsprechend überdurchschnittlich hohe Löhne und Gehälter auf (vgl. Abbildung 20). Allerdings zeigen sich gravierende Unterschiede zwischen den beiden betrachteten Teilbranchen. Bei der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ kam es zwischen 2015 und 2024 zu einem deutlichen Anstieg der Bruttojahreslohn- und -gehaltssumme je tätiger Person – von 56.500 auf 70.600 Euro (+25 Prozent).³ Bei der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ gab es dagegen im selben Zeitraum einen Rückgang um mehr als fünf Prozent – von 50.200 auf nur noch 47.600 Euro.

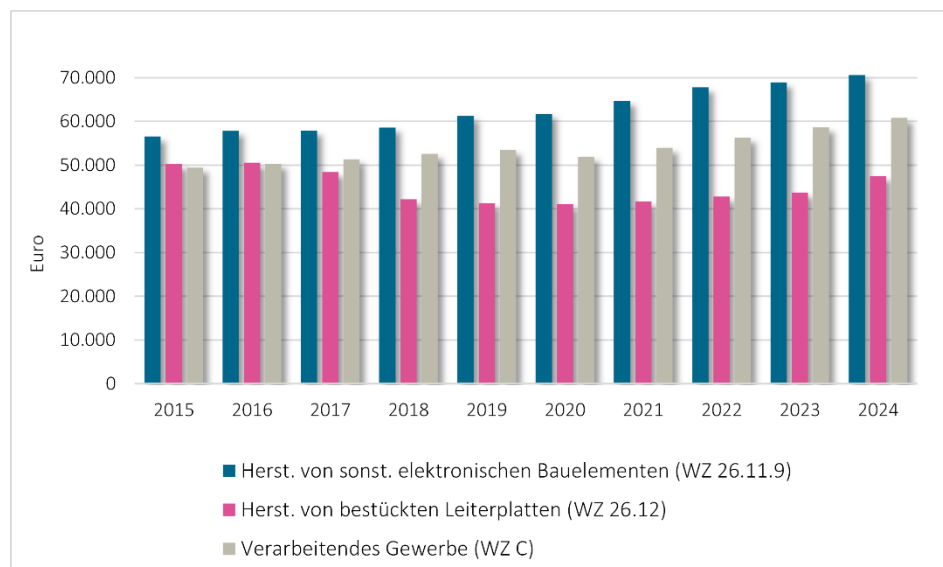
Im verarbeitenden Gewerbe stieg die Bruttojahreslohn- und -gehaltssumme je tätiger Person im selben Zeitraum um 23 Prozent von 49.400 auf 60.800 Euro. Die Teilbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bau-

3 Erfasst sind in dieser Industriestatistik des Statistischen Bundesamts nur Betriebe mit mindestens 50 Beschäftigten.

elemente“ liegt damit durchgehend über dem Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes und hat ihren Vorsprung sogar leicht ausgebaut.

Die Pro-Kopf-Lohn- und Gehaltssumme in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ liegt seit 2017 deutlich unter dem Durchschnitt des verarbeitenden Gewerbes und erreicht dieses Niveau seither nicht mehr. Insgesamt zeigt sich damit eine stark segmentierte Branche: Während die große Teilbranche der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ durch steigende Lohnsummen und Beschäftigung geprägt ist, bleibt die „Herstellung bestückter Leiterplatten“ vergleichsweise niedrig entlohnt. Sie weist eher stagnierende Entwicklungen auf, was die gesamtwirtschaftliche Dynamik der Branche dämpft.

Abbildung 20: Bruttojahreslohn- und Gehaltssumme je tätiger Person in der Halbleiterindustrie in Deutschland



Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

Exkurs: Tarifbindung als Standortfaktor im Osten

In Ostdeutschland, wo ein großer Teil der Halbleiterindustrie angesiedelt ist, besteht weiterhin ein großer Abstand der Entgelte zum Westen:

„Gefühlt hängen wir immer noch 20 Jahre im Vergleich zum Westen hinterher.“ (Betriebsrat 14)

Diese Schere stellt nach wie vor ein strukturelles Problem dar. Das zeigt sich auch in der Halbleiterindustrie im Hightech-Cluster Silicon Saxony in Sachsen, wo nur wenige Betriebe Entgelte zahlen, die mit dem Entgeltniveau im Westen mithalten können. Innerhalb der ostdeutschen Regionen ist das Niveau der Halbleiterindustrie jedoch häufig höher als in angrenzenden Branchen, wodurch Entgelte zum entscheidenden Faktor in der Konkurrenz zwischen Betrieben werden. So werben zum Beispiel die großen Fabriken der Halbleiterbranche Fachkräfte aus mittelständischen Betrieben mit höheren Entgelten ab:

„Der Fachkräftemangel wird uns weiter begleiten. Wir streiten uns ringsum um die Fachkräfte.“ (Betriebsrat 17)

Das führt wiederum in den KMU der Branche und teils auch in anderen Industriezweigen zu Engpässen. Gute Entgelte, selbst ohne Tarifbindung, werden somit zum bedeutenden Standortfaktor:

„Wichtig ist, dass die Mitstreiter im Prinzip auch faire Löhne bezahlen und tariflich gebunden sind.“ (Hauptamtlichkeit Gewerkschaft 1)

Sie sichern Fachkräfte und steigern die Attraktivität von Arbeitgebern und Regionen. Eine stärkere tarifliche Durchdringung könnte zusätzlich das Entgeltniveau insgesamt anheben und die Konkurrenz um Fachkräfte innerhalb der Branche abmildern (vgl. IG Metall BBS 2024):

„Wenn wir hier Arbeitskräfte gewinnen wollen, dann müssen wir auch dafür sorgen, dass Tarifbindung zum Aushängeschild wird.“ (Hauptamtlichkeit Gewerkschaft 1)

4.2.2 Arbeitszeit

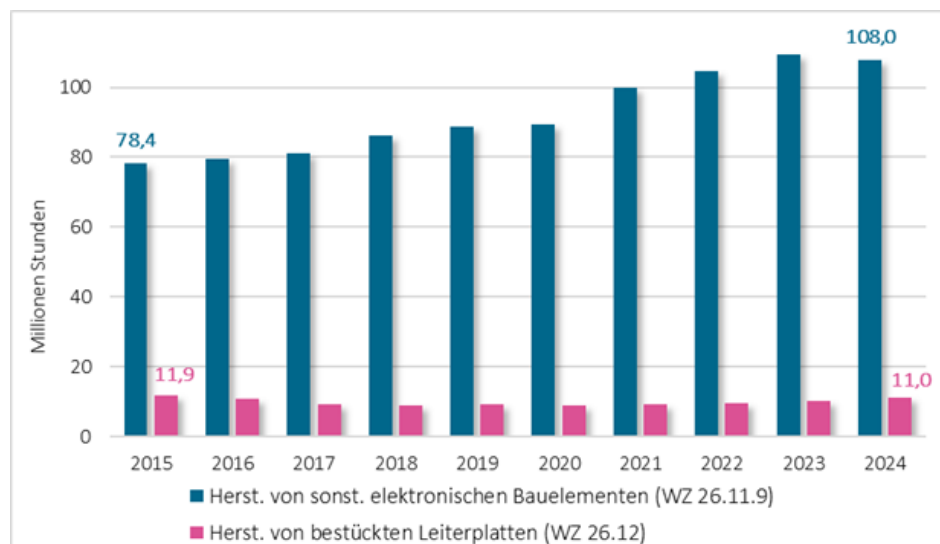
Arbeitsvolumen

Das Arbeitsvolumen in der Halbleiterindustrie stieg zwischen 2015 und 2023 relativ gleichmäßig von 90 auf 119 Millionen geleistete Arbeitsstunden (vgl. Abbildung 21). Im Jahr 2024 ging der Wert leicht um 1,5 Millio-

nen Stunden zurück. Die Daten beziehen sich auf Betriebe mit mindestens 50 Beschäftigten (vgl. Industriestatistik des Statistischen Bundesamts).

Beide Teilbranchen entwickelten sich hinsichtlich der geleisteten Arbeitsstunden sehr unterschiedlich. In der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ erhöhte sich das Arbeitsvolumen zwischen 2015 und 2024 relativ gleichmäßig um insgesamt knapp 38 Prozent. Dieses Wachstum lag deutlich über dem Vergleichswert des verarbeitenden Gewerbes (–2 Prozent). Besonders stark war der Anstieg in der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ seit 2020 – in nur vier Jahren erhöhte sich das Arbeitsvolumen um 20 Millionen Stunden.

Abbildung 21: Geleistete Arbeitsstunden in der Halbleiterindustrie in Deutschland



Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

In der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ ging die Zahl der geleisteten Arbeitsstunden von 2015 bis 2020 zunächst von knapp zwölf auf neun Millionen zurück. Bis 2024 stieg sie wieder deutlich an und liegt mit elf Millionen Stunden nur noch etwa sieben Prozent unter dem Ausgangswert.

Bei der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ steigen Beschäftigung und Arbeitsstunden parallel, was auf eine reale Ausweitung der Kapazitäten hindeutet. Bei der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ stagnieren dagegen sowohl die Beschäftigtenzahlen als auch die Ar-

beitsstunden. Allerdings bezieht sich dieser Befund auf die Industriestatistik des Statistischen Bundesamts, die nur Betriebe ab 50 Beschäftigten erfasst. Nach einer Phase des Rückgangs kam es wieder zu einer leichten Erholung. Das deutet jedoch weniger auf einen Produktivitätsaufbau, sondern eher auf eine Konsolidierung der Teilbranche hin.

Insgesamt bestätigt die Entwicklung der geleisteten Arbeitsstunden die Beschäftigungsdynamik: Das Wachstum konzentriert sich vor allem im Kernbereich der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ und weniger in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“.

Arbeitsstunden je tätiger Person

Die durchschnittliche Arbeitszeit je tätiger Person zeigt, wie intensiv pro Kopf gearbeitet wird, und ist damit ein aussagekräftiger Indikator für die Arbeitsintensität. In der Halbleiterindustrie liegen die jährlich geleisteten Arbeitsstunden pro Person in beiden Teilbranchen deutlich über dem Durchschnittswert der Industrie (vgl. Tabelle 2). Im Jahr 2024 waren es jeweils 1.550 Arbeitsstunden, während der Durchschnittswert im verarbeitenden Gewerbe insgesamt bei 1.460 Stunden lag.

Sowohl in der Halbleiter- als auch in der Gesamtindustrie ist die Zahl geleisteter Arbeitsstunden pro Kopf zwischen 2015 und 2024 um rund 5,5 bis 6 Prozent zurückgegangen.

Im Kernbereich der „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ lässt sich ein Rückgang von 2015 (1.630 Stunden) bis 2020 (1.540 Stunden) beobachten. Es handelt sich dabei um Durchschnittswerte über alle Beschäftigten, sodass auch eine Ausweitung von Teilzeitbeschäftigung zu dieser Entwicklung beigetragen haben kann. Seither haben sich die Arbeitsstunden pro Kopf wieder etwas stabilisiert.

Die Entwicklung in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“ verlief ähnlich. Das Beschäftigungswachstum ist demnach eher quantitativ, und nicht durch intensivere Arbeitszeit je Person getragen. Allerdings ist die Arbeitsintensität pro Kopf in beiden Teilbranchen mit 80 bis 90 Stunden pro Jahr höher als im verarbeitenden Gewerbe insgesamt.

Aussagen zur konkreten Arbeitsorganisation – etwa zu Schichtsystemen, Flexibilitätsregelungen oder Aspekten der Vereinbarkeit – lassen sich daraus jedoch nicht ableiten und erfordern qualitative Ergänzungen.

Bezogen auf die gesamte Branche der Halbleiterindustrie zeigen sich kaum strukturelle Veränderungen: trotz starkem Beschäftigungsaufbau bleibt das Verhältnis von geleisteten Arbeitsstunden zu Beschäftigten praktisch gleich. In der Kernbranche „Herstellung sonstiger elektronischer Bauelemente“ hat sich der Beschäftigungsaufbau weitgehend proportio-

nal erhöht. Das deutet darauf hin, dass die Arbeitsintensität sich nicht erhöht hat. Ähnlich ist das Bild in der „Herstellung bestückter Leiterplatten“: Dort ging die Zahl der Beschäftigten zurück, während die geleisteten Arbeitsstunden weitgehend stabil blieben – die Arbeitsintensität blieb somit nahezu gleich.

Tabelle 2: Geleistete Arbeitsstunden je tätiger Person

	Herstellung sonstiger elektron. Bauelemente (WZ 26.11.9)	Herstellung bestückter Leiterplatten (WZ 26.12)	Verarbeiten- des Gewerbe (WZ C)
2015	1.632	1.666	1.540
2016	1.641	1.663	1.538
2017	1.635	1.675	1.526
2018	1.623	1.637	1.515
2019	1.608	1.594	1.494
2020	1.540	1.535	1.421
2021	1.555	1.582	1.475
2022	1.570	1.535	1.468
2023	1.566	1.536	1.467
2024	1.543	1.565	1.457
2015–2024	–6 %	–6 %	–5 %

WZ: Klassifikation der Wirtschaftszweige

Quelle: eigene Darstellung nach Statistisches Bundesamt 2025b

Arbeitszeitmodelle

Da die Branche sowohl von Fachkräften als auch in hohem Maße von Expert*innen und Spezialist*innen geprägt ist, bestehen in vielen Unternehmen sehr unterschiedliche Arbeitszeitmodelle. Produktionsbeschäftigte arbeiten in der Regel im Schichtbetrieb.

Fabriken werden häufig im 24/7-Betrieb gefahren, teils auch im 24/6-Modus und seltener im 24/5-Modus, also an fünf Tagen rund um die Uhr. Das erfordert meist nicht nur Drei-Schicht-, sondern vollkontinuierliche Systeme mit vier oder mehr Schichten.

Zwischen den Betrieben, aber auch innerhalb einzelner Betriebe, gibt es eine große Bandbreite von Schichtsystemen. Besonders die Wochenendarbeit wird von den Beschäftigten häufig als stärkste Belastung empfunden. In einzelnen Betrieben existieren jedoch auch speziell ausgestaltete Wochenendschichtmodelle mit tariflichen Ergänzungsregelungen, die von Teilen der Belegschaft bewusst gewählt werden.

In einigen Betrieben ohne Tarifvertrag sind sogar 12-Stunden-Schichten der normale Arbeitsrhythmus, vorgeblich mit zwei Stunden Pause je Schicht. Beschäftigte werten dieses Modell mitunter positiv, insbesondere bei langen Pendelzeiten, da sich dadurch die Zahl der Arbeitstage pro Woche verringern und die Work-Life-Balance verbessern lässt:

„Im Osten gar kein Problem. 12-Stunden-Schichten und Nachtschichten nehmen die Beschäftigten super gerne. Die sagen natürlich, dass die Work-Life-Balance super ist, weil sie eine 36-Stunden-Woche haben, 12 Stunden arbeiten und dann nur drei Tage arbeiten gehen.“ (Betriebsrat 18)

Gleichzeitig bleibt offen, ob lange Schichten nicht auch ein Hindernis bei der Rekrutierung darstellen. Zudem zeigen arbeitswissenschaftliche Untersuchungen, dass überlange Arbeitszeiten gesundheitlich belastend sind und die Unfallwahrscheinlichkeit nach acht Arbeitsstunden deutlich ansteigt (vgl. Dembe et al. 2005; Folkard/Lombardi 2006).

Nachtschichten sind in der Branche üblich. Ein kleiner Teil der Beschäftigten arbeitet in dauerhafter Nachtschicht, was unter Mitbestimmungsakteuren kontrovers diskutiert wird. Befürworter*innen verweisen auf höhere Zuschläge und auf veränderte Arbeitsbedingungen in der Nacht, etwa eine geringere Taktung von Abläufen oder weniger organisatorische Unterbrechungen. Kritiker*innen weisen auf die gesundheitlichen Risiken hin, die mit Dauer-Nachtschichten verbunden sind.

In Dresden wirbt ein Unternehmen der Halbleiterindustrie gezielt damit, ausschließlich im Zwei-Schicht-Betrieb zu arbeiten. Der Betriebsrat setzt sich nach eigenen Angaben dafür ein, die Einführung einer Nachtschicht zu verhindern, was aus seiner Sicht zur Attraktivität des Arbeitgebers beiträgt:

„Ich finde, da muss viel mehr getan werden, um die Schichtarbeiter zu entlasten. Ich finde, das muss man honorieren. Sie kriegen zwar eine Schichtzulage, aber ich finde, das reicht eigentlich nicht aus.“ (Betriebsrat 17)

Insgesamt wird Schichtarbeit von den Mitbestimmungsakteuren vor allem als Belastung für ältere Beschäftigte betrachtet:

„Schichtarbeit ist wirklich ungesund auf Jahre hinaus. Je älter die werden – wenn man mal überlegt – wenn die Leute 20 Jahre in der Schicht sind, die sind so kaputt.“ (Betriebsrat 8)

Ein weiteres klassisches arbeitszeitliches Problem betrifft häufig die Bemessung der Vor- und Nachbereitungszeiten und die der Pausen. In der Halbleiterfertigung wird in Reinräumen unter strengen Sicherheits- und Sauberkeitsvorgaben gearbeitet, was zusätzliche Zeit für Umkleiden und Pausen erfordert.

Bei den Spezialist*innen und Expert*innen greifen in der Regel flexible Arbeitszeitmodelle. Die wöchentliche Arbeitszeit beträgt meist 40 Stunden in Gleitzeit. Projektarbeit und internationale Teams ermöglichen zudem oft mobiles Arbeiten, wobei es in vielen Unternehmen derzeit die Tendenz gibt, die Beschäftigten wieder stärker an das Büro zu binden. Bestimmte Schlüsselpositionen in der Fertigung erfordern zudem Bereitschaftsdienste, etwa in der Instandhaltung, um teure Maschinenstillstände zu verhindern:

„Die Maschinen sind so teuer, die müssen rund um die Uhr laufen.“ (Betriebsrat 16)

In einigen Unternehmen gilt die sogenannte Vertrauensarbeitszeit, bei der Arbeitszeiten gar nicht oder ausschließlich von den Beschäftigten selbst erfasst werden:

„Ein Riesenthema ist Arbeitszeit und Arbeitsbelastung. Und da kommt jetzt natürlich noch mal hinzu dieses Urteil, dass Arbeitszeiten erfasst werden müssen.“ (Betriebsrat 14)

Überstunden sind in der Branche verbreitet, wobei sich der Umgang mit ihrem Abbau – etwa durch Freizeitausgleich, Vergütung oder gar Kappung – deutlich unterscheidet.

In Betrieben mit ausgeprägter betrieblicher Mitbestimmung sind Überstunden und ihr Ausgleich häufig in Betriebsvereinbarungen verbindlich festgelegt. Selbst dort ist die praktische Umsetzung jedoch nicht immer reibungslos, insbesondere wenn Management oder einzelne Beschäftigte nicht konsequent mittragen.

Das betrifft vor allem Unternehmen mit US-amerikanischer Eigentümerstruktur, deren betriebliche Kultur stark von hohen Leistungserwartungen und Kontrolle gekennzeichnet ist (vgl. Malmi et al. 2022). So ist eine enge Leistungskontrolle über bestimmte Systeme, unter anderem für Projekttracking, möglich:

„Das ist eindeutig. Durch diese Systeme ist die Möglichkeit gegeben, sozusagen den Mitarbeiter zu beurteilen. Das widerspricht natürlich den Zusa-

gen des Managements, dass es keine Leistungskontrolle gibt, aber über diese Systeme ist das rückverfolgbar.“ (Betriebsrat 13)

„Eine Auswertung durch die KI auf die Personen bezogen, wer wieviel schafft, sowas wird in Betriebsvereinbarungen ausgeschlossen. Leistungsverhaltenskontrollen werden auch untersagt.“ (Betriebsrat 9)

Diese Kultur zeigt sich auch in der Selbstverständlichkeit einer 40plus-Stunden-Woche, sowohl beim Management als auch bei den Beschäftigten. Teilzeitarbeit ist hier eher die Ausnahme und wird oft nur in akuten Fällen, etwa zur Pflege von Angehörigen, gewährt. Denn, so zitiert ein Betriebsrat die Haltung des Managements:

„Halbe Köpfe gibt es nicht.“ (Betriebsrat 14 über die Haltung des Managements zu Teilzeit)

Das erschwert insbesondere die Lage für Eltern, die nach Elternzeiten in Teilzeit zurückkehren wollen. Nach wie vor sind davon in erster Linie Mütter betroffen, die mehrheitlich mit strukturellen Barrieren wie eingeschränkten Kita-Zeiten und der Überlast von Care-Arbeit konfrontiert sind. Auch Väter, die aus familiären Gründen ihre Arbeitszeit reduzieren möchten, stoßen auf Herausforderungen. Die gesellschaftliche Akzeptanz geteilter Elternschaft etabliert sich nur langsam, was in einer männlich dominierten Branche wie der Halbleiterindustrie besonders spürbar ist.

4.2.3 Automatisierung und Digitalisierung

Die Produktionsbereiche in der Halbleiterindustrie sind in der Regel hochautomatisiert – eine Entwicklung, die weiter voranschreitet. Das bedeutet in der Regel eine Verringerung körperlich schwerer oder monotoner Tätigkeiten – etwa durch den automatisierten Transport von Wafer-Kassetten mittels Roboter anstelle manueller Arbeit. Gleichzeitig geht dies oft mit einem Rückgang der Beschäftigung in der Produktion einher:

„Wir sind hochautomatisiert. Es gibt gar nicht mehr so viele Beschäftigte in der Produktion. Früher waren zwei Drittel der Beschäftigten in der Produktion. Heute liegt das Verhältnis zwischen Produktionsbeschäftigten und Angestellten im Entwicklungsbereich bei 50 zu 50.“ (Betriebsrat 10)

Dadurch steigen die Qualifizierungsanforderungen an die verbleibenden Beschäftigten, die zunehmend komplexe Arbeitsprozesse steuern müssen. Konkret betrifft dies vor allem steigende Anforderungen an IT-Kenntnisse, etwa in der Programmierung und in der Bedienung und Fehlerbehebung von Steuerungssoftware. Während immer mehr Routineaufgaben entfallen, wächst der Bedarf an höherqualifizierten Fachkräften.

ten für Betrieb, Softwareentwicklung und Wartung. Dies zeigen auch die Daten zu den Ausbildungs- und Tätigkeitsniveaus der Beschäftigten.

Der zunehmende Einsatz von Künstlicher Intelligenz (z. B. zur Fehlererkennung) führt dabei nicht nur zu einer Entlastung, sondern birgt auch Risiken, insbesondere im Hinblick auf verdeckte Formen der Kontrolle und Überwachung.

In der Halbleiterindustrie gibt es allerdings auch Unternehmen, vor allem im spezialisierten Optik-Bereich, in denen der Automatisierungsgrad gering ist. Hier spielt Handarbeit, etwa zur Prozessierung einzelner Substrate, eine zentrale Rolle. Digitale Inspektionstools unterstützen beziehungsweise entlasten die Beschäftigten hier zwar, ersetzen sie aber nicht.

In den Bereichen Design und Entwicklung von Chips sind Digitalisierung und der Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) ebenfalls zentral und bilden eine wesentliche Grundlage für die Arbeit selbst. Betriebsräte versuchen, mit Betriebsvereinbarungen auf die Nutzung von KI Einfluss zu nehmen:

„Der Arbeitgeber führt KI ein, um seine Kosten zu reduzieren. Das ist das Ziel.“ (Betriebsrat 13)

In global gesteuerten Konzernen mit ausländischem Konzernsitz sind ihre Gestaltungsmöglichkeiten häufig begrenzt und beschränken sich meist auf übergeordnete Regelungsbereiche wie Datenschutz oder Abschaltmöglichkeiten.

4.2.4 Tarifbindung

Als Vorbemerkung dieses Abschnitts sei angemerkt, dass die gewerkschaftliche Zuständigkeit für die Halbleiterindustrie derzeit nicht eindeutig geklärt ist. Sowohl die IGBCE als auch die IG Metall verfügen über organisierte Betriebe in diesem Industriezweig.

In den alten Bundesländern verfügen viele Betriebe der Halbleiterindustrie über einen Haustarifvertrag oder wenden den Flächentarifvertrag der Metall- und Elektroindustrie (M+E-Tarif) beziehungsweise daran angelehnte Haustarifverträge an. Im Raum Dresden hingegen ist ein erheblicher Teil der Beschäftigten nicht durch Tarifverträge abgesichert. Einige Betriebe orientieren sich am M+E-Tarif, während wenige andere – wie GlobalFoundries und X-Fab – einen Haustarif mit der IGBCE ausgehandelt beziehungsweise erkämpft haben. In Westdeutschland erfolgt die Vergütung hingegen, vor allem in Unternehmen mit Spezialisierung auf Design und Forschung & Entwicklung, oftmals sogar übertariflich.

Tarifverträge sichern in der Regel unter anderem höhere (Einstiegs-) Gehälter, verbesserte Arbeitszeitmodelle und weitere Zusatzleistungen. Tarifgebundene Betriebe gelten in der öffentlichen Wahrnehmung häufig als attraktive Arbeitgeber und stellen damit einen wichtigen Standortfaktor dar, insbesondere für die Fachkräftesicherung.

Insbesondere tariflich vereinbarte Schichtzuschläge – teils über 30 Prozent – tragen wesentlich zur Verbesserung der Einkommenssituation bei. So verdient ein*e Facharbeiter*in im kontinuierlichen Schichtbetrieb durch Zulagen annähernd so viel wie ein*e Techniker*in in Gleitzeit. Dadurch betrachten in Schichtmodellen Beschäftigte ihre Arbeitszeiten kaum als nachteilig gegenüber Kolleg*innen mit flexibleren Arbeitszeiten. Dabei helfen auch tariflich gesicherte Zeitkonten und Verschiebefenster als Flexibilisierungsinstrumente in starren Schichten.

Auch das tarifliche Zusatzgeld (T-ZUG) der IG Metall ist insbesondere für jüngere Beschäftigte in tarifgebundenen Betrieben ein attraktives Instrument. Beschäftigte in Schichtsystemen haben beispielsweise die Möglichkeit, Schichtzulagen in zusätzliche Freizeit umzuwandeln (tarifliche Freistellungszeit) und so bis zu acht zusätzliche freie Tage pro Jahr zu erhalten. Dass dieser Tarifbestandteil in der Branche eine relevante Rolle spielt, verweist zugleich auf die hohe Bedeutung von Tarifverträgen nach dem Flächentarif der IG Metall in weiten Teilen der Halbleiterindustrie.

Allerdings wird sich gerade in Ostdeutschland noch zeigen müssen, ob die Gewerkschaften in der Lage sind, eine höhere Tarifbindung in der Branche zu erzielen. Seit dem Jahr 2024 gibt es Sondierungen zwischen IG Metall und dem sächsischen Arbeitgeberverband (VSME) um einen Branchentarifvertrag für die Halbleiterindustrie in Sachsen zu verhandeln. Zum Abschluss dieser Branchenanalyse ist deren Ergebnis allerdings noch offen.

Auch Betriebsräte an westdeutschen Standorten, die meist dem IG-Metall-Flächentarif angehören, haben ein besonderes Augenmerk auf einen solchen Branchentarifvertrag. Sollte er nicht das Niveau der Metall- und Elektroindustrie in westdeutschen Regionen erreichen, könnte dies ihre bislang erzielten Erfolge in künftigen Verhandlungen mit der Arbeitgeberseite gefährden:

„Die Verhandlungen dürfen nicht dazu führen, dass das Tarifiergebnis am Ende unter der deutschen Fläche liegt, sonst entsteht Druck nach unten.“
(Betriebsrat 21)

Stimmen auf Arbeitgeberseite warnen hingegen davor, dass Betriebe mit bislang niedrigen Entgelten durch Tarifabschlüsse unter Druck geraten könnten. Einige Vertreter*innen gehen sogar so weit, steigende Entgelte

mit makroökonomischen Risiken – wie Stagflation, Zinsanstieg und Wettbewerbsverlust – in Verbindung zu bringen und damit eine Lohn-Preis-Spirale als mögliches Schreckensszenario zu skizzieren.

Die vergleichsweise hohen Entgelte in Deutschland werden mitunter auch als Kostenrisiko bewertet, weil die Branche nicht nur besonders energie-, sondern auch arbeitsintensiv ist. Dies könnte Abwanderungstendenzen befördern, insbesondere weil hohe Entgelte als Wettbewerbsnachteil wahrgenommen werden. Europäische Standorte – neben Deutschland etwa Spanien oder Polen – konkurrieren um globale Investitionen, die bei einer Orientierung an reinen Kostenkriterien tendenziell an Niedriglohnstandorte fließen würden.

Insbesondere im Zusammenhang mit Subventionen, Beihilfen und Zuschüssen mehren sich industriepolitische Forderungen, diese an Tarifstandards und Standortgarantien zu koppeln (vgl. IG Metall 2025b). Mit den neuen Ansiedlungen in Sachsen – zuvor auch geplant in Sachsen-Anhalt mit Intel – steigen die gesellschaftlichen und beschäftigungspolitischen Erwartungen an höhere Entgelte und die Sicherung langfristig guter Arbeitsbedingungen.

Aus Sicht von Politik, Gewerkschaften und regionalen Akteuren sollen diese Entwicklungen zu einer strukturellen Aufwertung Ostdeutschlands beitragen. Dadurch wird der Wohlstand erhöht, öffentliche Infrastrukturen werden gestärkt und damit auch Anreize für notwendige Zu- und Rückwanderung aus dem In- und Ausland geschaffen.

Tarifliche Bezahlung wird in diesem Zusammenhang als eine Voraussetzung für nachhaltige Industrieansiedlung gesehen (vgl. Deutscher Bundestag 2025). Beispiele wie Tesla in Brandenburg, das für seine untertarifliche Bezahlung – bis zu 30 Prozent niedriger als regional übliche Tarifentgelte – kritisiert wird, verdeutlichen die Spannungen zwischen kurzfristiger Standortattraktivität, staatlicher Förderpolitik und einer langfristigen Fachkräftebindung (vgl. Sauerbier 2025; Richter 2021).

Die Entgeltentwicklung wird zunehmend auch in ESG-Debatten integriert, also in Diskussionen zu Umwelt-, Sozial- und Unternehmensführungsstandards, da faire Bezahlung einen zentralen Beitrag zu gesellschaftlicher Stabilität leistet. Vor dem Hintergrund umfassender wirtschaftlicher Transformationen – etwa Energiewende, Mobilitätswende oder Digitalisierung – werden Forderungen nach sozialer Kompensation, insbesondere Sicherheit durch Tarifverträge, lauter (vgl. Groß 2025).

4.3 Fachkräftesituation

4.3.1 Fachkräfteengpässe

Die Halbleiterindustrie ist eine besonders wissensintensive Branche und ringt zunehmend um qualifizierte Beschäftigte. Aktuell fehlen tausende Fachkräfte über alle einschlägigen Berufsgruppen hinweg.

Einer Studie des Instituts der deutschen Wirtschaft zufolge lag die Fachkräftelücke in Berufen der Halbleiterindustrie in den Jahren 2021 und 2022 bei über 82.000 offenen Stellen. Das entspricht einem 30-prozentigen Anstieg gegenüber dem Vorjahr (vgl. Köhne-Finster 2023). Die Zahlen beschreiben technische Berufe auf Facharbeiter- und Expertenniveau, die für die Branche besonders relevant sind. Das sind insbesondere Elektroniker*innen, Mechatroniker*innen, Ingenieur*innen für Elektronik und Softwareentwickler*innen.

Besonders gesucht waren Facharbeiter*innen mit beruflicher Ausbildung – mit über 40.000 unbesetzten Stellen, ein Anstieg von 49 Prozent innerhalb eines Jahres – und Expert*innen mit Hochschulabschluss (30.000 unbesetzte Stellen). Betroffen waren vor allem die Bereiche der Elektrotechnik, Automation, Halbleiterprozess-Technik und Informatik (vgl. Köhne-Finster 2023). Die Analyse basiert auf Daten für Berufsgruppen, die auch in anderen Branchen nachgefragt werden, sodass eine exakte, branchenscharfe Abgrenzung nicht möglich ist (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Regional wurden die meisten Fachkräfte in Westdeutschland gesucht, aber auch in Ostdeutschland ist der Bedarf nach Fachkräften in Berufen der Halbleiterindustrie deutlich gestiegen. Bundesweit ließ sich rechnerisch etwa jede zweite offene Stelle in einem Beruf der Halbleiterindustrie nicht durch Arbeitslose mit passender Qualifikation besetzen (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Obwohl die Engpässe ganz Deutschland betreffen, sind sie in Regionen mit stark ausgeprägter Chipindustrie besonders spürbar. So konkurrieren in Sachsen und Oberbayern viele Unternehmen um dieselben Spezialist*innen. Allerdings gibt es ebenso regionale Unterschiede hinsichtlich der verfügbaren Qualifikation: Ostdeutschland verfügt unter anderem mit der Technischen Universität Dresden oder der Hochschule für Technik und Wirtschaft in Berlin über eine gute, solide Ausbildungslandschaft für Mikroelektronik. Dennoch wandern viele Absolvent*innen in andere Regionen oder ins Ausland ab.

Mit dem neuerlichen Aufschwung des Clusters „Silicon Saxony“ sind daher auch vermehrte Anstrengungen verbunden, Fachkräfte vor Ort zu binden. In eher ländlichen Regionen fehlen häufig spezialisierte Beschäf-

tigungsangebote für hochqualifizierte Fachkräfte, was ihre Abwanderung in Ballungszentren verstärkt (vgl. Miethke 2024).

Angesichts des weiter steigenden Fachkräftebedarfs im Halbleiter-Cluster um Dresden, bedingt durch die Neuansiedlung von TSMC/ESMC und den Ausbau bestehender Chip-Fabriken wie Infineon, haben Kammern und Unternehmen eine gemeinsame Absichtserklärung vereinbart. Diese sieht vor, die betriebliche Ausbildung zu stärken und regelmäßige Partnerschaften zwischen Chipherstellern, Kammern, Mittelstand und Start-ups zu pflegen. Damit soll vor allem die Suche nach Fachkräften gebündelt und die Nachteile, insbesondere kleinerer Unternehmen, bei der Rekrutierung ausgeglichen werden.

4.3.2 Maßnahmen zur Deckung des Fachkräftebedarfs

Die Engpass- und Mangelsituationen in der Branche, vor allem in den technischen Berufen, sind eng mit den demografischen Veränderungen verknüpft. Schon 2022 waren 23 Prozent der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen der Halbleiterindustrie im Alter von 55 und älter (vgl. Köhne-Finster 2023). Das deckt sich auch mit den aktuellen Daten der Beschäftigungsstatistik der Bundesagentur für Arbeit, wonach in der Halbleiterindustrie (WZ-Code 26.11.9 und 26.12 zusammengefasst) 25 Prozent der Beschäftigten 55 Jahre und älter sind.

Bezogen auf die Untersuchung von Köhne-Finster/Seyda/Werner (2022) stieg ihr Anteil an den Beschäftigten seit einigen Jahren in allen von ihnen untersuchten Berufen und war am höchsten in solchen Berufen, in denen schon heute eine große Zahl an Fachkräften fehlt, wie in Berufen der Elektrotechnik. Das bedeutet, dass in den nächsten zehn bis zwölf Jahren viele erfahrene Fachkräfte in Rente gehen werden – allein in der Elektrotechnik werden das 28 Prozent der Expert*innen sein. Gelingt es nicht, den Ersatzbedarf zu decken, wird sich der bereits spürbare Fachkräftemangel weiter verschärfen (vgl. Köhne-Finster 2023). Dafür sei „ein ganzes Bündel von Maßnahmen“ erforderlich (vgl. Köhne-Finster 2023).

Eine zentrale Maßnahme besteht darin, ältere Beschäftigte möglichst lange beschäftigungsfähig und produktiv im Unternehmen zu halten. Maßnahmen, die auf den Erhalt der Erwerbsfähigkeit älterer Personen zielen – etwa die Einführung eines betrieblichen Gesundheitsmanagements oder kontinuierlicher Weiterbildung – können zudem allen Beschäftigten zugutekommen (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Das kann außerdem dazu beitragen, Fachkräfte anderer Altersgruppen an das Unternehmen zu binden und somit die Attraktivität des Unter-

nehmens als Arbeitgeber zu steigern (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Um altersbedingt kein Know-how zu verlieren, setzen einige Firmen darüber hinaus auf Instrumente des Wissensmanagements. Dazu gehören die systematische Weitergabe von Erfahrungswissen und Mentoring-Programme. Unternehmen versuchen außerdem, ältere Beschäftigte durch flexiblere Arbeitsmodelle oder Teilrenten länger zu halten. Eine andere Möglichkeit ist die Gewinnung von Fachkräften aus anderen Branchen, wie Elektrotechniker*innen aus der Energiewirtschaft, die für Aufgaben in der Halbleiterindustrie umgeschult werden.

Für die Sicherung des Fachkräftebedarfs ist zudem eine Ausweitung der Ausbildungstätigkeiten zentral. Damit sollen sowohl zusätzliche Bedarfe infolge der positiven Branchenentwicklung als auch Ersatzbedarfe durch den demografischen Wandel gedeckt werden. Quantitativ besonders bedeutend sind dabei vor allem Berufe der Mechatronik und der elektrischen Betriebstechnik, in denen die Ausbildungszahlen anhaltend hoch sind (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

In anderen Engpassberufen, wie der Informations- und Telekommunikationstechnik, ist die Zahl der Ausbildungsverträge dagegen deutlich gesunken; etwa jede zehnte Ausbildungsstelle konnte vor einigen Jahren nicht besetzt werden (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Damit junge Menschen eine für sich informierte Berufsentscheidung treffen können, ist eine gute und praxisnahe Berufsorientierung erforderlich (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023). Daher sollten Unternehmen der Halbleiterindustrie auch die Berufsorientierung gezielt im Rahmen von Schulkooperationen unterstützen. Dabei ist es insbesondere förderlich, an Themen anzuknüpfen, die bei jungen Menschen auf großes Interesse stoßen – etwa Klimaschutz oder Digitalisierung. In Verbindung mit Imagekampagnen und gezieltem „Job Branding“ kann dies dazu beitragen, Auszubildende zu gewinnen und damit künftige Fachkräfte zu binden (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

In Dresden bietet die „Dresden Chip Academy“ eine vom Freistaat Sachsen geförderte Verbundausbildung als Ergänzung zur dualen Berufsausbildung an. Vor allem kleinere Unternehmen können dadurch zusätzliche Ausbildungsmodule integrieren und auf Werkstätten, Labore und einen Ausbildungsreinraum zugreifen.

Daneben gibt es seit Ende 2024 die Microtec Academy. Sie ist Teil des Leitprojekts „skills4chips“, das vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) mit zwölf Millionen Euro über vier Jahre gefördert wird. „skills4chips“ verfolgt das Ziel, Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten für die Mikroelektronik- und Mikrosystemtechnik-

branche anzubieten und zur Deckung des Fachkräftebedarfs in der Chip-industrie beizutragen.

Auch die Universitäten und Fachhochschulen richten vermehrt neue Studiengänge mit Bezug zur Halbleiterindustrie ein, etwa „Microelectronics and Chip Design“ an der TU München oder „Nanoelectronic Systems“ an der TU Dresden. Große Unternehmen arbeiten zudem stärker mit Hochschulen im Bereich dualer Studiengänge zusammen, beispielsweise in Mikrosystemtechnik, Data Science oder dem Embedded beziehungsweise Intelligent Systems Engineering.

Außerdem existiert seit 2023 die EU-weite Initiative „Chips Skills Academy“, gefördert zunächst bis 2027 durch den Pact for Skills als Teil des EU Chips Act und koordiniert von SEMI Europe, dem europäischen Branchenverband der Halbleiterindustrie. Mit ihr soll ein industrielles Hochschulnetz aufgebaut werden, das sowohl Ausbildungsplätze als auch berufliche Schulungen und Online-Kurse anbietet. Ziel ist es, „Innovation und Widerstandsfähigkeit in der Mikroelektronikbranche zu stärken“ (vgl. Silicon Saxony 2023a).

In den unteren Qualifikationsniveaus können auch Quereinsteigende zur Fachkräftesicherung in der Halbleiterindustrie beitragen. Dies betrifft vor allem einfache Operator-Tätigkeiten in der Fertigung. Ein Teil von ihnen verfügt bereits über das formal erforderliche Qualifikationsniveau, war bislang jedoch in einem anderen Beruf tätig – entweder innerhalb derselben Berufsgruppe oder in anderen Tätigkeiten. Andere kommen aus branchenfremden Bereichen und werden zunächst für Hilfstätigkeiten eingesetzt.

Quereinsteiger haben ebenfalls die Möglichkeit, sich weiter zu qualifizieren und dadurch perspektivisch höherwertige Aufgaben bis hin zu Fachkrafttätigkeiten zu übernehmen. Auf diese Weise könne die Fachkräftelücke ebenfalls reduziert werden. Dabei sei es hilfreich, wenn Unternehmen bereits bei Rekrutierung und Stellenausschreibung entsprechende Qualifizierungsmöglichkeiten aufzeigen (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Technische Berufe sind – nicht nur in der Halbleiterindustrie – nach wie vor männlich dominiert. Der Frauenanteil in den Kernbereichen der Branche liegt oft unter zehn Prozent. So sind nur etwa neun Prozent der Mechatronik-Fachkräfte weiblich; in einigen Spezialbereichen wie der Werkzeug- und Verbindungstechnik liegen die Anteile mitunter sogar bei weniger als fünf Prozent (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Um dieser Schieflage beim unausgeschöpften Potenzial zu begegnen, werden Mädchen und Frauen mit Programmen gezielt angesprochen. Dies erfolgt beispielsweise durch Formate wie den „Girls' Day“ in Tech-Unternehmen, spezielle Stipendien für Frauen in Mint-Fächern und durch

die Sichtbarmachung erfolgreicher Ingenieurinnen, um Interesse an der Mikroelektronik zu wecken (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Ergänzend dazu existiert das Programm „Mint to be“, in dem sogenannte Mintorinnen aus technischen Berufen als Vorbilder fungieren. In Kooperation mit Schulen bietet der Verein Silicon Saxony Vorträge und Workshops zu verschiedenen Berufsbildern für Schülerinnen und Schüler an (Mint to be o. J.).

Dennoch bleibt es schwierig, Frauen für die Branche zu gewinnen. Die höhere Diversität wird nicht nur aus Gleichstellungsgründen angestrebt, sondern auch, um die Beschäftigungspotenziale von weiblichen Fachkräften umfassend auszuschöpfen.

Internationale Fachkräfte spielen in der Halbleiterindustrie eine große Rolle (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023). Viele in Deutschland ansässige Firmen rekrutieren verstärkt Expert*innen und Spezialist*innen im Ausland, etwa in Indien und Südostasien, aber auch über Austauschprogramme mit ausländischen Universitäten. In vielen größeren Unternehmen ist das Arbeitsumfeld daher mehrsprachig; in einigen Betrieben wird überwiegend oder vollständig auf Englisch gearbeitet. Das senkt die Hürden für die Rekrutierung und Integration:

„Ich würde sagen, vier von fünf Einstellungen sind ausländische Beschäftigte. Betriebsversammlungen machen wir eigentlich nur noch auf Englisch.“ (Betriebsrat 13)

Um die Attraktivität für internationale Fachkräfte zu steigern, bieten Personalabteilungen umfassende Onboarding-Maßnahmen an, unterstützen bei der Wohnungs- und Kitaplatzsuche und helfen bei Behördengängen. Auf rechtlicher Ebene erleichtert die Blue Card EU hochqualifizierten Nicht-EU-Bürger*innen den Aufenthalt und die Aufnahme einer Erwerbstätigkeit in Deutschland.

Dennoch bleiben die Sprach- und Standortattraktivität eine Herausforderung im globalen Wettbewerb um IT-Spezialisten, Ingenieure und andere Expert*innen. So weitet der Infineon-Standort Dresden die internationale Suche auch auf den Bereich Ausbildung aus und plant, junge Menschen aus Vietnam für Ausbildungsprogramme zu gewinnen (vgl. Sächsische 2024).

5. Trends, Herausforderungen und Handlungsempfehlungen

Die Halbleiterindustrie durchläuft eine tiefgreifende Transformation. Technologische Umbrüche, geopolitische Spannungen und der verschärfte globale Wettbewerb erfordern strategische Weichenstellungen auf allen Ebenen – von der Politik über Unternehmen und Forschungseinrichtungen bis hin zu den Mitbestimmungsakteuren. Ob Deutschland und Europa ihre Position in dieser Schlüsselindustrie behaupten oder ausbauen können, hängt davon ab, wie konsequent die zentralen Herausforderungen adressiert werden.

5.1 Zentrale Herausforderungen und Trends der Branche

Die deutsche und europäische Halbleiterindustrie zeichnet sich durch ihre hohe Innovationskraft, ihre internationale Vernetzung und staatliche Unterstützung aus. Sie steht dennoch vor Herausforderungen wie dem Fachkräftemangel und geopolitischen Verwundbarkeiten im Zusammenhang mit Lieferkettenrisiken, die sich aus den starken Abhängigkeiten von der Dominanz zentraler Produktionsschritte im asiatischen Raum ergeben.

5.1.1 Technologischer Wettbewerb und Innovationsdynamik

Global werden die Miniaturisierung, also die Tendenz zu immer kleineren Chip-Strukturgrößen unter sieben Nanometer, der Übergang zu neuen Technologien wie 3D-Chips und Chiplet-Architekturen, bei denen mehrere spezialisierte Teilchips zu einem System kombiniert werden, sowie die Integration neuer Materialien eine wesentliche Rolle spielen. Die Innovationsdynamik wird zudem durch die wachsende Rolle von Quanten- und neuromorphen Technologien in der Industrie weiter vorangetrieben.

Diese Entwicklungen sind vor allem auf die steigende Nachfrage nach elektronischen Produkten zurückzuführen. Weitere Treiber sind technologische Fortschritte – etwa bei 5G, KI und Elektromobilität – und der Ausbau der digitalen Infrastruktur und steigende Anforderungen an Rechenleistung und Kommunikation in verschiedenen Industriezweigen (vgl. Bitkom 2022a).

Deutschland und Europa stehen vor der Herausforderung, in einem von Supermächten dominierten Sektor eigenständige Positionen zu behaupten. Hierbei nehmen sie eine spezialisierte Rolle ein, insbesondere in Bereichen wie der Leistungselektronik und Halbleitern für die Automobilindustrie. Unternehmen wie Infineon haben hier eine führende Stellung inne. Europas Stärke liegt daneben vor allem im Bereich Equipment für die Halbleiterindustrie. Unternehmen wie ASML und Carl Zeiss sichern der Region eine wichtige Position in der Wertschöpfungskette der Branche.

5.1.2 Globale Wertschöpfungsketten und geopolitische Spannungen

Die verfestigte Abhängigkeit von wenigen großen Foundries, insbesondere in Taiwan, bleibt ein anhaltendes Risiko mit Blick auf geopolitische Instabilitäten. Dazu kommt die ebenfalls gestiegene Abhängigkeit von China als wichtigem Lieferanten für Chips mit etablierten Technologien. Der Konflikt um Taiwan und die Spannungen zwischen den USA und China stellen in diesem Zusammenhang massive Unsicherheitsfaktoren dar.

Eine Verschiebung der geopolitischen Stabilität hätte weitreichende Auswirkungen auf die Halbleiterindustrie und Abnehmerindustrien. Für Europa ist daher zentral, die eigene Widerstandsfähigkeit und technologische Souveränität in der Branche zu stärken.

Angesichts der weiterhin starken Abhängigkeit von Südostasien als zentraler Backend-Region ist Europa gefordert, seine Strukturen breiter aufzustellen. Es gilt, die Risiken abzumildern, die sich aus den eng verflochtenen Wertschöpfungsketten ergeben. Europas Stärken im Bereich Equipment und Technologie weiter auszubauen – etwa durch Unternehmen wie ASML in der Lithografie und Carl Zeiss in optischen Systemen – wird dabei ebenso wichtig sein wie die Bildung und Vertiefung von strategischen Allianzen.

Deutschland und Europa versuchen, ihre Position in der Halbleiterfertigung durch staatliche Förderprogramme und den EU Chips Act zu stärken. Mit dem Ausbau des Clusters Silicon Saxony und der Ansiedlung von TSMC in Dresden verfolgen solche Initiativen das Ziel, die Abhängigkeit von asiatischen Lieferketten zu reduzieren und die Fertigungskapazitäten in Europa weiter auszubauen.

5.1.3 Fachkräftesicherung und Arbeitsbedingungen

Der steigende Bedarf an hochqualifizierten Fachkräften in der Forschung und Entwicklung, aber auch im mittleren Qualifikationsbereich, stellt eine der größten Herausforderungen für die Branche dar. Eine wichtige Rolle werden dabei sowohl die Zuwanderung als auch der Ausbau passender Mint-Ausbildungswege und Studiengänge spielen.

Für Frauen scheinen diese Berufsfelder weiterhin weniger attraktiv. Hier liegt deshalb ein großes ungenutztes Fachkräftepotenzial, das bisher nicht systematisch erschlossen wurde. Auch gilt es, die Beschäftigten auf die weiter steigenden Anforderungen im Zuge der Automatisierung und Digitalisierung der Produktionsprozesse vorzubereiten und entsprechend zu qualifizieren.

Gerade mit dem zunehmenden Einsatz von KI und „Smart Manufacturing“-Technologien entstehen neue Herausforderungen für die Beschäftigten und ihre Arbeitsbedingungen. In diesem Kontext wird die tarifliche Absicherung eine zentrale Rolle spielen. Insbesondere im Umfeld des Dresdner Clusters, einem der größten Europas, haben sich Tarifverträge bislang nicht flächendeckend durchgesetzt. Stattdessen bestehen hier große Lücken, selbst wenn die Entlohnung für die Region – nicht aber für die Branche insgesamt – vergleichsweise gut ist.

5.1.4 Ressourcenintensität und ökologische Belastung

Die Branche steht zunehmend unter Druck, ihre Produktionsprozesse nachhaltiger zu gestalten. Wächst die Branche weiter in Europa, werden der hohe Energie- und Wasserverbrauch zunehmend eine Herausforderung. Die PFAS-Problematik (vgl. Kapitel 2.4) und der Einsatz weiterer für Mensch und Umwelt schädlicher Materialien setzen die Branche zusätzlich unter Druck.

Umweltauflagen und hohe Energie- und Materialkosten machen technologische Anpassungen erforderlich, um die Ressourceneffizienz zu steigern. Zugleich stehen Unternehmen unter dem Druck politischer Vorgaben und gesellschaftlicher Erwartungen an eine ökologische Ausrichtung der Branche, deren Durchsetzung jedoch zunehmend umstritten ist.

5.2 Handlungsempfehlungen

Aus den dargestellten Trends und Herausforderungen können konkrete Handlungsbedarfe abgeleitet werden. Politik, Unternehmen, Gewerk-

schaften, Betriebsräte und Forschung sind gefordert, die Zukunft der deutschen und europäischen Halbleiterindustrie aktiv mitzugestalten.

Die Handlungsempfehlungen bewegen sich im Spannungsfeld zwischen Wettbewerbsfähigkeit, technologischer und strategischer Souveränität sowie ökologischer und sozialer Nachhaltigkeit. Sie müssen praxisnah, differenziert und umsetzbar sein, um sowohl kurzfristig als auch langfristig wirksam zu werden.

5.2.1 Technologische Innovation und Wettbewerbsfähigkeit

Politik

Die EU und ihre Mitgliedsstaaten sollten eine klare und langfristig ausgerichtete Halbleiterstrategie mit priorisierten Zielen entwickeln. Im Mittelpunkt sollte die Frage stehen, in welchen Schlüsselbereichen und mit welchen Instrumenten Europa bis 2030, 2035 und darüber hinaus seine Abhängigkeiten verringern will, statt sich an allgemeinen Marktanteilszielen in Prozent zu orientieren. Um technologische Innovationen voranzutreiben und Wettbewerbsfähigkeit zu sichern, sind europäische und nationale politische Akteure gefordert, gezielt Schlüsseltechnologien zu fördern.

Statt in allen Segmenten mithalten zu wollen und insbesondere in den Bereich der fortschreitenden Miniaturisierung vorzudringen, sollte Europa seine Strategie auf bereits bestehende Stärken konzentrieren. Diese liegen – wie in dieser Branchenanalyse aufgezeigt – in der Leistungselektronik, bei Automotive-Chips, in der Photonik und der Lithografie-Ausrüstung.

Mit einer gezielten Förderung kann Europa in diesen Nischenfeldern eine realistische Führungsrolle übernehmen – etwa bei der Entwicklung und Fertigung hochzuverlässiger Chips für Industrie und Automotive, bei energieeffizienter Elektronik („grüne Chips“) und in Spezialtechnologien wie Sensorik, Leistung und Photonik.

Um den technologischen Vorsprung im Bereich Lithografie und Prozessausrüstung zu sichern, sollte die EU gezielt die Forschung an der nächsten Generation EUV-Technologie fördern. Gleichzeitig gilt es, neuere Ansätze zu unterstützen, etwa mögliche EUV-Nachfolger oder alternative Nanofabrikationsmethoden. Auf diese Weise kann die technologische Schlüsselrolle europäischer Ausrüster langfristig gesichert werden.

Europa muss insgesamt bei Forschung und Entwicklung in der Halbleiterindustrie aktiv bleiben und dieses Engagement weiter verstärken. So wäre die Fortsetzung des Chips Joint Undertaking über 2027 hinaus sinn-

voll. Diese öffentlich-private Partnerschaften auf EU-Ebene bündelt Mittel von EU, Mitgliedstaaten und Industrie, um gemeinsam Forschungsprogramme zu finanzieren und Universitäten, Forschungsinstitute und Unternehmen stärker zu vernetzen. das .

Auch in der Förderung von Start-ups liegt noch Potenzial. Gründerfonds für technologie- und forschungsintensive Gründungen mit langen Entwicklungszyklen (DeepTech) könnten mehr europäische Fabless-Startups hervorbringen – etwa im Bereich KI-Chips oder IoT-Sicherheit.

Darüber hinaus sollten Investitionen und Subventionen nicht nur in einzelne Technologie-Segmente, sondern in das gesamte Halbleiterökosystem fließen. Auf diese Weise lassen sich künftige Anwenderbedarfe abdecken und eigenständige Fähigkeiten über alle relevanten Komponenten hinweg sicherstellen.

Dabei ist auch die gezielte Einbindung der Anwenderindustrien von Bedeutung – von Automobil über Maschinenbau bis hin zur Digitalwirtschaft. Fördermaßnahmen sollten daher im Dialog mit den Abnehmerbranchen und mit kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) entwickelt werden. So können Bedarfe frühzeitig identifiziert und der Ausbau europäischer Halbleiterkompetenzen gezielt darauf ausgerichtet werden (vgl. Bitkom 2022a).

Bestehende Cluster wie Dresden, Eindhoven/Leuven, Grenoble und Mailand sollten verstärkt Unterstützung erfahren. Dabei gilt es auch, nachgelagerte Aspekte zu berücksichtigen – etwa eine leistungsfähige Infrastruktur (z. B. Verkehr und Energie), ausreichend Wohnraum für Zuziehende und den Ausbau von Fachhochschulen und Ausbildungszentren vor Ort. Diese Maßnahmen steigern zugleich die Attraktivität für (internationale) Fachkräfte und wirken sich positiv auf technologische Innovationsfähigkeit und Wettbewerbsstärke aus.

Für eine langfristige Stärkung der Widerstandsfähigkeit und technologischen Souveränität ist es unabdingbar, öffentliche Förderprogramme wie den EU Chips Act oder das Important Project of Common European Interest (IPCEI) Mikroelektronik fortzuführen, gezielt weiterzuentwickeln und ihre Finanzierung über 2030 hinaus zu verstetigen. Halbleiterinnovationen müssen kontinuierlich gefördert werden – nicht zuletzt, weil die Branche so schnelllebig und anderen Sektoren als Schlüsselindustrie vorgelagert ist. Eine enge und effiziente Kooperation der EU-Mitgliedsstaaten ist dabei entscheidend, um Fördergelder zu bündeln und gemeinsam Leuchtturmprojekte zu realisieren, wie dies bereits im Rahmen des IPCEI Mikroelektronik gelungen ist.

Unternehmen

Um mit der hohen Innovationsdynamik der Branche Schritt zu halten, müssen Unternehmen ihre Investitionen in Forschung und Entwicklung erhöhen. In diesem Zusammenhang gewinnt auch die Kooperation mit Start-ups, Universitäten, Hochschulen und Instituten – etwa der Fraunhofer-Gruppe Mikroelektronik – immer mehr an Bedeutung. Vor allem in den bestehenden Clustern kann eine verstärkte Kooperation Synergien schaffen und die Nutzung gemeinsamer regionaler Infrastruktur fördern.

Halbleiterunternehmen sollten sich außerdem aktiv in internationalen Standardisierungsinitiativen wie RISC-V International oder Universal Chiplet Interconnect Express einbringen, um offene Standards für Prozessorarchitekturen und Chiplet-Verbindungen mitzugestalten und um technologische Wettbewerbsvorteile zu sichern. Durch die Mitwirkung an Architektur- und Schnittstellenstandards lassen sich Kosten und Risiken senken und die strategische Positionierung auf globalen Märkten stärken. Aus solchen Aktivitäten können auch neue Kooperationen und Partnerschaften mit Forschung und anderen Industriepartnern entstehen.

Betriebsräte und Gewerkschaften

Betriebsräte sollten aktiv in betriebliche Transformationsprozesse eingebunden werden – etwa bei Digitalisierung, Smart Manufacturing und Qualifizierung. Eine frühzeitige Beteiligung ermöglicht es, Aus- und Weiterbildungskonzepte mitzugestalten und Beschäftigte aktiv in die Einführung neuer Technologien einzubinden.

Gleichzeitig sind Betriebsräte gefordert, bei Veränderungen in Entwicklungs- und Fertigungsprozessen Sorge zu tragen, dass dies nicht zu Lasten der Beschäftigten geschieht. Wenn technologische Innovationen zu Rationalisierung von Arbeitsplätzen führen, gilt es, gezielt das Upskilling der Belegschaft durch Weiterbildung und Qualifizierung in den betroffenen Bereichen zu unterstützen.

Darüber hinaus ist der Einsatz neuer Technologien auch in Bezug auf Kontroll- und Überwachungsinstrumente durch den Betriebsrat kritisch zu begleiten und so zu gestalten, dass die Interessen und Belange der Beschäftigten gewahrt bleiben.

Gewerkschaften kommt in diesem Handlungsfeld eine ergänzende Rolle zu. Auf überbetrieblicher Ebene können sie auf tarifliche Regelungen zu Qualifizierung, Weiterbildung und Beschäftigungssicherung einwirken. Gerade im Zuge der technologischen Transformation können da-

mit verbindliche Rahmenbedingungen für den Einsatz neuer Technologien geschaffen werden.

Forschungsinstitutionen und Verbände

Akteure im Bereich Forschung sollten stärker auf den Auf- und Ausbau von Exzellenzzentren für neue Entwicklungsfelder dringen – etwa bei Quantumchips, 6G-Funkchips, KI-Beschleunigern oder im Edge-Computing für das IoT.

Die Einrichtung von Prototyping- und Pilotlinien ist dabei besonders wichtig, um Forschungsergebnisse zügig in die Fertigung von Produkten überführen zu können. Ein Vorbild bietet etwa das Fraunhofer-Leistungszentrum „Funktionsintegration für Mikro-/Nanoelektronik“ in Dresden, das erfolgreich die Entwicklung und Erprobung von Prototypen ermöglicht.

5.2.2 Resiliente Wertschöpfungsketten und geopolitische Stabilität

Politik

In Anbetracht der unsicheren Weltlage sollte Europa robustere Strategien entwickeln, um Versorgungsrisiken zu reduzieren. Um die Risiken innerhalb der Wertschöpfungsketten abzumildern, sind Instrumente wie der EU Chips Act ein wichtiger Schritt. Flankierend dazu sollten internationale Partnerschaften mit alternativen Lieferländern vertieft werden, um die Diversifizierung von Produktionsstandorten voranzutreiben. Sinnvoll erscheint dabei insbesondere eine engere Zusammenarbeit mit den USA, etwa in der gemeinsamen Forschung zu fortschrittlichen Technologien, bei abgestimmten Exportkontrollen und bei gegenseitigen Investitionszulassungen.

Kooperationen mit Japan könnten sich auf Materialien und Chiplet-Standards konzentrieren. Mit Südkorea und Taiwan ließen sich Technologieaustausch und wechselseitige Investments ausbauen und Supply-Chain-Allianzen aufbauen. Indien könnte als zukünftiger Fertigungsstandort an Bedeutung gewinnen, da Unternehmen wie TSMC und Samsung dort den Bau von Fabriken erwägen. Mit Taiwan könnte auch auf diplomatischer Ebene zusammengearbeitet werden, um im Krisenfall prioritären Zugang zu Halbleiterprodukten sicherzustellen.

Europa sollte zudem seine eigenen Interessen selbstbewusst vertreten und sich im Ernstfall durch Handelsinstrumente absichern, etwa wenn

Drittstaaten Chip-Lieferungen künstlich verknappten. Langfristig ist vor allem die Reduzierung von Single-Source-Abhängigkeiten – zum Beispiel bei 5-Nanometer-Chips aus Taiwan – entscheidend für die Widerstandsfähigkeit der Lieferketten.

Ein weiterer kritischer Punkt liegt im Bereich der nachgelagerten Wertschöpfung, wie bei der „Herstellung von bestückten Leiterplatten“. Da der asiatische Raum zentraler Knotenpunkt für die Leiterplattenbestückung ist, verstärkt dies die Abhängigkeit in den Lieferketten. Vor diesem Hintergrund stellt der gezielte Wiederaufbau entsprechender Kapazitäten ein strategisches Handlungsfeld der Industriepolitik dar. Investitionen in diesen Bereich können dazu beitragen, Lieferkettenrisiken zu verringern und die Widerstandsfähigkeit des europäischen Halbleiterökosystems zu stärken.

Insgesamt sollten Investitionen zur Stärkung der eigenen Position innerhalb des Wertschöpfungsnetzwerks nicht allein durch die Schaffung attraktiver Rahmenbedingungen für Unternehmen erfolgen. Vielmehr sollte dies mit verbindlichen industrie- und arbeitsmarktpolitischen Leitplanken verknüpft werden. Hierfür ist ein gezielter Ausbau von Kompetenzen in mehreren Schlüsselsegmenten der Wertschöpfungskette von zentraler Bedeutung (vgl. Bitkom 2022b).

Aus arbeits- und industriepolitischer Perspektive ist es außerdem zentral, Wertschöpfung, Beschäftigung und Qualifizierung am Standort zu sichern. In diesem Zusammenhang gewinnen auch Konzepte wie Local Content an Bedeutung (vgl. IG Metall 2025a; 2025d): Diese formulieren Anforderungen an regionale Wertschöpfungsanteile, Produktionsschritte und Beschäftigung. Öffentliche Investitionen und Fördermittel sollten somit stärker an die Entwicklung und den Erhalt von Wertschöpfung in Deutschland und Europa gekoppelt werden.

Gerade auch mit Blick auf den Taiwan-Konflikt und die zunehmende Abhängigkeit von fortgeschrittenen Halbleitern aus China sollte eine transatlantische Abstimmung für Krisen- und Notfallpläne eine wesentliche Rolle spielen. Die EU und die USA könnten gemeinsam etwa die gegenseitige Zuteilung knapper Chips an kritische Sektoren koordinieren, um die Folgen einer Halbleiterkrise abzuschwächen.

Auch der Aufbau eines strategischen Halbleiter-Reserven-Systems – vergleichbar mit Ölreserven – wird zwar diskutiert, ist aufgrund der hohen Diversität von Halbleitern und der komplexen und kostenintensiven Lagerhaltung jedoch problematisch. Alternativ könnte die EU einen Notfallfonds für Halbleiter einrichten, um in Krisensituationen gezielt Produktionskapazitäten zu aktivieren oder kurzfristig auf alternative Bezugsquellen zurückzugreifen.

Darüber hinaus sollten Exportkontrollen und -anforderungen regelmäßig überprüft werden. Europa sollte dabei zwei Aspekte berücksichtigen: Einerseits gilt es, eigene sensible Technologien zu schützen und den Abfluss von Know-how an potenzielle Gegner zu verhindern. Andererseits darf es sich nicht in Großmacht-Spiele hineinziehen lassen, die sich zum eigenen Nachteil wenden könnten. So muss etwa die Beschränkung des China-Geschäfts für Unternehmen wie ASML gegen mögliche Einnahmeverluste abgewogen werden, die dann an US-Konkurrenten gehen könnten.

Die EU sollte trotz des Prinzips offener Märkte gegen unfaire Praktiken vorgehen. Wenn etwa asiatische Länder durch hohe Subventionen europäische Firmen bedrängen – wie das etwa in der Solarindustrie geschehen ist – sollten notfalls auch Schutzinstrumente wie Anti-Dumping-Zölle auf bestimmte subventionierte Halbleiterprodukte eingesetzt werden.

Zugleich sollten europäische Unternehmen der Halbleiterbranche so unterstützt werden, dass sie durch ihre Exzellenz wettbewerbsfähig bleiben. Neben Forschungs- und Innovationsförderung können auch industriepolitische Instrumente wie Local-Content-Ansätze eine Rolle spielen – etwa über eine gezielte Vergabe- und Beschaffungspolitik (IG Metall 2025a).

Dazu können Kooperationen hilfreich sein, um gegen deutlich größere ausländische Konzerne bestehen zu können. Innerhalb Europas sollte die Politik den Aufbau neuer Fabriken in Deutschland, Frankreich und Italien eng begleiten und unterstützen, um Zeitpläne einhalten zu können. Jede lokale Fertigungskapazität erhöht die Versorgungssicherheit und stärkt die europäische Industrie.

Mit Monitoring-Instrumenten kann die EU frühzeitig und vorausschauend auf Veränderungen reagieren und Verwundbarkeiten in den Lieferketten identifizieren und bearbeiten. Ein jährlicher Halbleiter-Lagebericht der EU würde beispielsweise die Fortschritte des European Chips Act und der Industrieentwicklung transparent überwachen, indem zentrale Kennzahlen wie Anteil am Weltmarkt, Zahl der neuen Fabriken, Fachkräftestand und F&E-Ausgaben dokumentiert und bewertet werden.

Unternehmen

Analog zur Politik sollten sowohl Halbleiterfirmen als auch von der Halbleiterindustrie abhängige Unternehmen auf Multi-Sourcing-Strategien setzen, um ihre Lieferketten für Materialien beziehungsweise fertige Halbleiterprodukte zu diversifizieren. Auch eine strategische Lagerhaltung kann helfen, um kurzfristigen Lieferengpässen zu begegnen.

Zudem ist das Engagement der Unternehmen in der Standardisierung – wie im Handlungsfeld „Technologische Innovationen und Wettbewerbsfähigkeit“ beschrieben – entscheidend für die Interoperabilität und Resilienz globaler Lieferketten.

Gewerkschaften und Betriebsräte

Betriebliche und vor allem überbetriebliche Mitbestimmungsakteure wie Gewerkschaften sollten sich verstärkt für Local-Content-Regeln einsetzen, um Wertschöpfung, kritische Technologien und Arbeitsplätze in Europa zu sichern. So fordert die IG Metall bereits Maßnahmen gegen unfaire Wettbewerbspraktiken, etwa aus den USA und China (IG Metall 2025a; 2025d).

Local-Content-Regelungen verknüpfen staatliche Förderung, öffentliche Auftragsvergaben und den Marktzugang mit der Bedingung, dass ein Teil der Wertschöpfung in Deutschland beziehungsweise Europa erfolgt. Dadurch würde nicht nur das heimische Halbleiterökosystem gestärkt. Lokale Zulieferer könnten zudem schneller, flexibler und mit verlässlicher Qualität auf Kundenanforderungen reagieren und gleichzeitig Verwundbarkeiten infolge geoökonomischer Risiken verringern (vgl. IG Metall 2025d).

Forschungsinstitutionen und Verbände

Mit der Bereitstellung von Markt- und Risikoanalysen zu globalen Wertschöpfungsketten, geopolitischen Instabilitäten und ökologischen Kennzahlen können Forschungsinstitutionen und Verbände dazu beitragen, dass Lieferketten transparenter werden und Möglichkeiten zur Standardisierung eruiert werden. Sie können darüber hinaus ihre Expertise im Rahmen von Politikberatung (z. B. Interface) einbringen. Damit kann zu einer soliden Ausgestaltung industriepolitischer Strategien auf nationaler und europäischer Ebene beigetragen werden.

5.2.3 Fachkräftesicherung und attraktive Arbeitsbedingungen

Politik

In Fragen der Fachkräftesicherung ist die Politik besonders gefragt, ihre Bildungsoffensive zum Mint-Ausbau von Schule bis Hochschule weiter voranzutreiben. Dazu gehören die Einrichtung von Professuren für Halbleiterphysik und -design, der Ausbau von Elektro- und Informationstechnik, der Aufbau von modernen Chip-Laboren und mehr Studienplätze in diesen Fachrichtungen. Das Interesse und die Kompetenzen in Mint-Feldern sollten bereits in Schulen verstärkt gefördert werden. Das gilt besonders für Schülerinnen, die aufgrund stereotyper Zuschreibungen und bestimmter Formen der Unterrichtsgestaltung häufig bereits in jungen Jahren das Interesse an diesen Bereichen verlieren.

Zur Verringerung des Ungleichgewichts von Mädchen und Frauen in technischen Berufen können gezielte Förderinstrumente eingesetzt werden. Dazu zählen etwa spezielle Programme wie Mädchen-Technik-Camps und verpflichtende Zielquoten für die Beteiligung von Frauen in öffentlich geförderten Projekten (vgl. Köhne-Finster/Seyda/Werner 2023).

Zur Steigerung der Attraktivität der Zuwanderung für Fachkräfte ist zudem ein weiterer Abbau bürokratischer Hürden erforderlich, etwa durch schnellere Visaverfahren, eine vereinfachte Anerkennung ausländischer Abschlüsse und verbesserte Integrationsangebote. Auf EU-Ebene könnten ergänzend Stipendienprogramme speziell für die Mikroelektronik aufgelegt beziehungsweise verstetigt werden. Darüber hinaus ließe sich die Gewährung von Subventionen an die Einhaltung der Tarifbindung koppeln (IG Metall 2025c):

„Wir betonen ja auch ständig, dass wir die Investitionen unterstützen. Dass es aber nur lohnenswerte Investitionen sind, wenn sie auch mit guter Arbeit einhergehen.“ (Hauptamtlichkeit Gewerkschaft 2)

Unternehmen

Betriebe können ihre Arbeitgeberattraktivität auf vielfältige Weise erhöhen. Dazu zählen flexible Arbeitszeitmodelle wie Gleitzeit oder Homeoffice und ergänzende Instrumente zur besseren Vereinbarkeit von Familie, Freizeit und Schichtarbeit:

„Arbeitszeit ist so ein Thema, das uns immer als Betriebsrat umtreibt. Dass es auch eine Work-Life-Balance bei den Fertigungsmitarbeitern gibt.“ (Betriebsrat)

Auch die Förderung von Diversität und Internationalität spielt dabei eine wichtige Rolle. Dazu zählen beispielsweise gezielte Programme für Frauen in technischen Berufen, englischsprachige Arbeitsstrukturen für internationale Teams und eine stärkere Interdisziplinarität, die zugleich die Innovationskraft steigert.

Tariffindung ist ein weiteres wichtiges Instrument, mit dem Unternehmen ihre Attraktivität steigern können. Unternehmen sollten Karrierepfade aufzeigen, Weiterbildungen anbieten und aktiv unterstützen. Um systematisch Wissen zu erhalten und zu transferieren, könnten ältere Fachkräfte als Trainings- und Beratungspartner*innen eingebunden werden.

Gewerkschaften und Betriebsräte

Gewerkschaften sind insbesondere gefordert, die Tariffindung in der Branche voranzutreiben. Das gilt vor allem für den bisher nur unzureichend erschlossenen Dresdner Halbleitercluster. Dafür ist eine strategische Organisation durch Mitgliederwerbung nötig, um Verhandlungsmacht in Tarifauseinandersetzungen aufzubauen.

Betriebsräte sollten sich verstärkt in der Mitbestimmung zu Arbeitsbedingungen einbringen, von Weiterbildung über innovative und faire Arbeitszeit- und Schichtmodelle bis hin zu Maßnahmen zur besseren Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben.

Betriebsräte sollten die Einführung und Weiterentwicklung von Automatisierungs- und KI-Systemen aktiv mitgestalten, um Nachteile für Beschäftigte zu vermeiden, etwa durch Arbeitsplatzverluste oder Formen von Kontrolle und Überwachung. Da die Halbleiterindustrie so stark durch konjunkturelle Schwankungen geprägt ist und die Verlagerung von Unternehmensteilen in „best-cost countries“ eine zunehmende Rolle spielt, sind Gewerkschaften und Betriebsräte besonders gefragt: Sie müssen Arbeitsplätze sichern und, falls Arbeitsplatzabbau nicht zu verhindern ist, ihn sozialverträglich begleiten.

Forschung und Verbände

Auch die Forschung und vor allem Verbände können durch Mentoring-Programme und spezielle Mint-Nachwuchsförderung dazu beitragen, dass Fachkräfte entwickelt werden, etwa durch Initiativen in der Förderung von Mädchen und Frauen.

5.2.4 Nachhaltigkeit und ökologische Transformation

Politik

Das EU-weite Ziel der Klimaneutralität bis 2050 sollte auch die Halbleiterbranche einbeziehen. Europa kann hierbei eine Vorreiterrolle einnehmen, indem Fördermittel künftig an ökologische Standards und verbindliche Vorgaben geknüpft werden, etwa zum CO₂-Fußabdruck, zur Energieeffizienz pro Wafer oder zu Wasserrecyclingquoten.

Darüber hinaus könnte ein EU-weites „Green Fab“-Label oder -Zertifikat eingeführt werden, das besonders klimafreundliche Halbleiterproduktionen auszeichnet, ähnlich dem EnergyStar-Label für Geräte. Ein solches Instrument könnte einerseits Marketingvorteile schaffen und andererseits Anreize für ausländische Unternehmen setzen, bei Aktivitäten in Europa höhere Umweltstandards einzuhalten.

Neben der Beschränkung des Einsatzes von PFAS, für die es wahrscheinlich Ausnahmen für die Halbleiterindustrie geben wird, könnten nationale und EU-weite Förderprogramme gezielt die Forschung an alternativen Materialien zu PFAS, fluorierten Treibhausgasen (F-Gasen) und kritischen Rohstoffen unterstützen. Auch die Kreislaufwirtschaft im Elektroniksektor sollte gestärkt werden, etwa durch die Rückgewinnung seltener Materialien aus Elektronikschrott und deren Wiedereinsatz in der Produktion. So ließen sich Rohstoffabhängigkeiten, vor allem von Seltenen Erden aus China, reduzieren.

Unternehmen

Verstärkte Investitionen in Wasser- und Energiekreisläufe – etwa durch gezielte Abwärmenutzung, Wasserrecycling und Ökostrom – sind nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern können insbesondere bei politischer Flankierung durch ein „Green Fab“-Label zum Wettbewerbsvorteil für Unternehmen werden.

Unternehmen sollten sich stärker ihrer gesellschaftlichen Verantwortung bewusst werden und vermehrt in die Pflicht genommen werden, nachhaltiger zu produzieren. Ein wirksamer Hebel besteht darin, öffentliche Subventionen an ökologische und soziale Bedingungen zu knüpfen und Verstöße gegen Umwelt- und Sozialstandards konsequent zu sanktionieren.

Gewerkschaften und Betriebsräte

Auch Mitbestimmungsakteure sind entscheidend, wenn es darum geht, Unternehmen zu umweltfreundlicherem Handeln zu bewegen. Auf der betrieblichen Ebene kann das konkret gelingen, indem hohe Umwelt- und Arbeitsschutzstandards eingefordert und nachhaltige Transformationsstrategien aktiv durch Betriebsräte mitgestaltet werden.

Gewerkschaften können darüber hinaus durch gezielte politische Lobbyarbeit zum Schutz der Beschäftigten beitragen und Unternehmen dazu bewegen, vermehrt auf Ersatzmaterialien zu setzen. Zugleich können sie politischen Druck ausüben, die Forschung an alternativen Materialien voranzubringen und Unternehmen etwa über bedingungsgebundene Subventionen stärker in die Verantwortung zu nehmen.

Forschung

Die Wissenschaft ist gefordert, die Entwicklung von Ersatzstoffen für PFAS und F-Gase voranzutreiben und Kreislaufansätze für den Umgang mit kritischen Rohstoffen weiterzuentwickeln. Darüber hinaus sollte sie gemeinsam mit politischen Akteuren Standards für Transparenz und Umweltberichterstattung erarbeiten, um Umweltbelastungen systematisch zu erfassen und daraus wirksame Maßnahmen abzuleiten.

5.2.5 Fazit: Perspektiven für den Standort Deutschland und Europa

Trotz aller Herausforderungen bietet die nächste Dekade erhebliche Chancen für die Halbleiterindustrie in Deutschland und Europa. Durch Nischenführerschaften im Bereich Automotive, Leistungselektronik und Photonik kann Europa sich global positionieren. Die Nachfrage wächst weiter – angetrieben durch Megatrends wie Elektromobilität, Energiewende, Industrie 4.0, KI und 5G/6G.

Deutschland kann als Technologiestandort von dieser Entwicklung profitieren, sofern der Fokus auf Kernkompetenzen, eine qualitativ hochwertige Fachkräfteausbildung, internationale Kooperationen und gezielte Innovationsstrategien gelegt wird. Die Errichtung des neuen Werkes von TSMC und der Ausbau von Infineon in Dresden stellen eine Chance für die Clusterbildung im Silicon Saxony dar – auch mit möglichen Spillover-Effekten für die Ansiedlung von Zulieferern, Dienstleistern und Start-ups (vgl. Sachsen.de 2023).

Seit der Chip-Krise 2020/2021 steht die Halbleiterindustrie dauerhaft im Fokus von Politik und Öffentlichkeit, was ihre Planungssicherheit verbessert. Über Regierungswechsel hinaus besteht ein breiter Konsens: Halbleiter sind systemrelevant für Wohlstand und Sicherheit. Deutschland und Europa können im globalen Wettbewerb und angesichts der geopolitischen Gemengelage nur bestehen, wenn sie ihre Kernkompetenzen gezielt stärken, Fachkräfte qualifizieren und halten und eine nachhaltige Produktion konsequent umsetzen.

Die Halbleiterindustrie muss dabei als strategische Schlüsselbranche verstanden und entsprechend unterstützt werden. Dies gilt nicht nur mit Blick auf die industrielle Transformation, sondern auch im Hinblick auf die sozialen und ökologischen Herausforderungen, die mit ihrer Weiterentwicklung verbunden sind. Gelingt es, diese Dimensionen miteinander zu verbinden, stärkt dies sowohl die wirtschaftliche Souveränität Europas als auch die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie und den Schutz von Umwelt und Klima.

Literatur

Alle im Folgenden genannten Internetseiten wurden zuletzt am 2.4.2026 abgerufen.

- Aeneas (2023): IPCEI in microelectronics and communication technologies has been approved by the Commission with up to €8.1 billion in public funding. 8.6.2023, Paris.
<https://aeneas-office.org/2023/06/08/ipcei-in-microelectronics-and-communication-technologies-has-been-approved-by-the-commission/>
- Bernardt, Florian / Wolter, Marc Ingo / Parton, Frederik / Bovenschulte, Marc (2024): Ökonomische Effekte der Intel-Ansiedlung in Magdeburg. Studie der Gesellschaft für Wirtschaftliche Strukturforschung mbH und der VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin: VDI/VDE Innovation + Technik.
www.vdivde-it.de/sites/default/files/document/Oekonomische_Effekte_der_Intel-Ansiedlung_in_Magdeburg.pdf
- Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und Neue Medien (2022a): Eckpunktepapier. Eckpunkte für mittel- und langfristige Entwicklungen des Halbleiterökosystems in Deutschland und Europa. 10.1.2022, Berlin.
www.bitkom.org/sites/main/files/2022-01/20220120-halbleiter-eckpunkte-de.pdf
- Bitkom – Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und Neue Medien (2022b): Halbleiter: Einsatz und Bedarf in der deutschen Wirtschaft, Berlin.
www.bitkom.org/sites/main/files/2022-10/Bitkom-Charts%20Halbleiter-v4_final.pdf
- BMFTR – Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (2023): Bekanntmachungen: Key Digital Technologies (KDT), Bonn.
www.elektronikforschung.de/foerderung/bekanntmachungen/kdt
- BMWE – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (o. J.): Schlüsseltechnologien. Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie in Europa stärken, Berlin.
www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Artikel/Industrie/mikroelektronik.html
- Bosch (2021): Bosch opens chip factory of the future in Dresden. 4.6.2021.
www.bosch.com/stories/bosch-chip-factory-dresden

- Bovenschulte, Marc / Parton, Frederik / Bernardt, Florian (2024): Analyse und Prognose volkswirtschaftlicher und regionalökonomischer Wachstumseffekte des Halbleiterökosystems in Sachsen. Studie im Auftrag der Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, Berlin: Institut für Innovation und Technik in der VDI/VDE Innovation + Technik.
www.iit-berlin.de/wp-content/uploads/2024/11/iit-Studie-Effekte-Halbleiteroekosystem_Sachsen_2024_final.pdf
- Braun, Susanne (2024): Chip-Auftragsfertiger. Top 10 der Auftragsfertiger: GlobalFoundries steigt ab, SMIC steigt auf. In: elektronikpraxis.de, 24.6.2024.
www.elektronikpraxis.de/top-10-der-auftragsfertiger-globalfoundries-steigt-ab-smic-steigt-auf-a-e10569947bef9ca1247a7f2e87644b8a
- Buchenau, Martin-W. / Scheuer, Stephan (2023): Halbleiter. Bosch kündigt auf CES Investition von drei Milliarden Euro an. In: Handelsblatt, 11.1.2023.
www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/halbleiter-bosch-kuendigt-auf-ces-investition-von-drei-milliarden-euro-an/28905442.html
- Bundesagentur für Arbeit (2025): Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (SvB) am Arbeitsort nach der Klassifikation der Wirtschaftszweige (WZ 2008), Geschlecht und verschiedenen Merkmalen. Stichtag 30.6.2024, Nürnberg.
www.boeckler.de/pdf/svb_am_arbeitsort_nach_wirtschaftszweige_geschlecht_verschiedenen_merkmalen.xlsx
- Bundesagentur für Arbeit (2021): Klassifikation der Berufe 2010 – überarbeitete Fassung 2020. Band 1: Systematischer und alphabetischer Teil mit Erläuterungen, Nürnberg.
<https://statistik.arbeitsagentur.de/DE/Statischer-Content/Grundlagen/Klassifikationen/Klassifikation-der-Berufe/KldB2010-Fassung2020/Printausgabe-KldB-2010-Fassung2020/Generische-Publikationen/KldB2010-PDF-Version-Band1-Fassung2020.pdf?blob=publicationFile&v=25>
- Cerutti, Isabella / Nardo, Michela (2023): Semiconductors in the EU. State of play future trends and vulnerabilities of the semiconductor supply chain, Luxemburg: Publications Office of the European Union.
<https://data.europa.eu/doi/10.2760/038299>
- Dahlgren, Dennis (2023): Infineon opens the doors to Malaysia expansion. In: Evertiq, 5.12.2023.
<https://evertiq.com/design/54835>

- Dembe, Allard / Erickson, J. Bianca / Delbos, Rachel G. / Banks, Steven M. (2005): The impact of overtime and long work hours on occupational injuries and illnesses: new evidence from the United States. In: Occupational & Environmental Medicine, 62 (9), S. 588–597.
<https://doi.org/10.1136/oem.2004.016667>
- Deutscher Bundestag (2025): Arbeit. Antrag fordert Aktionsplan zur Stärkung der Tarifbindung, 26.6.2025.
www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2025/kw26-de-aktionsplan-tarifbindung-1094056
- Dresden.de (2023): Zukunftssichere Wasserversorgung für Dresden. SachsenEnergie plant ein neues Flusswasserwerk an der Elbe und entkoppelt die Wasserversorgung für Industrie und Bevölkerung. Pressemitteilung, 14.9.2023.
www.dresden.de/de/rathaus/aktuelles/pressemitteilungen/2023/09/pm_065.php
- EE Times Asia (2024): TrendForce: STMicroelectronics Leads Global SiC Power Device Market, 4.7.2024.
www.eetasia.com/trendforce-stmicroelectronics-leads-global-sic-power-device-market/
- ESIA – European Semiconductor Association (o. J.): Welcome to ESIA.
www.eusemiconductors.eu/esia
- ESIA – European Semiconductor Association (2023): Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS). ESIA comments on the Annex XV restriction report, Brüssel, 21.9.2023.
- ESMC – European Semiconductor Manufacturing Company (o. J.): Wer wir sind.
www.esmc.eu/de/who_we_are.html
- European Commission (2023): State aid. Commission approves up to €8.1 billion of public support by fourteen Member States for an Important Project of Common European Interest in microelectronics and communication technologies. Pressemitteilung, 8.6.2023.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/document/print/en/ip_23_3087/IP_23_3087_EN.pdf
- European Commission (2018): State aid: Commission approves plan by France, Germany, Italy and the UK to give €1.75 billion public support to joint research and innovation project in microelectronics. Pressemitteilung, 18.12.2018.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_18_6862

- Europäisches Patentamt (2023): Innovationskraft ungebremst: Patentanmeldungen in Europa nehmen 2022 weiter zu. Pressemitteilung, 28.3.2023.
www.epo.org/de/news-events/press-centre/press-release/2023/403558
- European Processor Initiative (o. J.): EPI.
www.european-processor-initiative.eu/project/epi/
- European Union (2024): Stärkung des europäischen Halbleiter-Ökosystems – Chip-Gesetz. 27.5.2024.
<https://eur-lex.europa.eu/DE/legal-content/summary/strengthening-the-eu-s-semiconductor-ecosystem-chips-act.html>
- EU-Kommission (2024): EU-US Trade and Technology Council.
https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/stronger-europe-world/eu-us-trade-and-technology-council_en
- EU-Kommission (2023a): EU and Japan boost strategic cooperation on digital and critical raw materials supply chains. Pressemitteilung, 13.7.2023.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3831
- EU-Kommission (2023b): Press Release. EU and Republic of Korea Digital Partnership: strengthening our economic resilience. Pressemitteilung, 30.6.2023.
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3607
- Felizco, Jenichi Clairvaux (2024): Semiconductors. Chipping in: The US and EU Semiconductor Patent Landscape Post-Chips Act. In: Parola Analytics, 1.8.2024.
<https://parolaanalytics.com/blog/chips-act-semiconductor-patents/>
- First Sensor (o. J.): At home in the world.
www.first-sensor.com/en/company/about-us/our-locations
- Folkard, Simon / Lombardi, David A. (2006): Modeling the impact of the components of long work hours on injuries and “accidents”. In: American Journal of Industrial Medicine 49(11), S. 953–963.
<https://doi.org/10.1002/ajim.20307>
- Fraunhofer HHI – Fraunhofer Heinrich-Hertz-Institut (2019): ADVA leads project to boost optical network capacity. OptiCON will leverage innovations in fiber transmission to build next generation of transport networks. 6.12.2019, Berlin.
www.hhi.fraunhofer.de/en/news/nachrichten/https-testhhifraunhoferde-presse-medien-nachrichten-archiv-2019html/adva-leads-project-to-boost-optical-network-capacity.html

- Fraunhofer IIS – Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (o. J.): Semiconductor-X: Datenräume und KI für resiliente Halbleiter-Lieferketten, Nürnberg.
www.scs.fraunhofer.de/de/referenzen/semiconductor-x.html
- Fraunhofer IKTS – Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme (2023): Strengthening the European semiconductor industry. Pressemitteilung, 24.1.2023.
www.ikts.fraunhofer.de/en/press_media/press_releases/2023_1_24_n_strengthening_europaen_semiconductor_industry.html
- Fraunhofer IPK – Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (2020): Digital Twin Readiness Assessment. Studie zum digitalen Zwilling in der fertigen Industrie, Berlin.
www.ipk.fraunhofer.de/de/medien/markt-trendstudien/digital-twin-readiness-assessment.html
- Fraunhofer IPMS – Fraunhofer Institut für Photonische Mikrosysteme (o. J.): APECS Pilot Line – Advanced Packaging and Heterogeneous Integration for Electronic Components and Systems.
www.ipms.fraunhofer.de/en/EU-Pilotlines/APECS-Pilot-Line.html
- GlobalFoundries (2025): 2025 Sustainability Report, Malta / New York.
<https://gf.com/wp-content/uploads/2025/06/GF-CRR-25.pdf>
- Groß, Bernhard (2025). Das „S“ in ESG – Umsetzung sozialer Nachhaltigkeitsanforderungen. In: Handelsblatt Live, 5.6.2025.
<https://live.handelsblatt.com/das-s-in-esg-%E2%88%92-umsetzung-sozialer-nachhaltigkeitsanforderungen/>
- Gupta, Udit / Kim, Young Geun / Lee, Sylvia / Tse, Jordan / Lee, Hsien-Hsin S. / Wei, Gu-Yeon / Brooks, David / Wu, Carole-Jean (2022): Chasing Carbon: The Elusive Environmental Footprint of Computing. In: IEEE Micro 42 (4), S. 37–47.
<https://doi.org/10.1109/MM.2022.3163226>
- Hajdari, Una (2025a): Netherlands invokes rare emergency law to take charge of Chinese chipmaker. In: Euronews, 14.10.2025.
www.euronews.com/business/2025/10/13/netherlands-invoke-rare-emergency-law-to-take-charge-of-chinese-chipmaker
- Hajdari, Una (2025b): Nexperia cleared to resume civilian chip shipments, vital to European car production. In: Euronews, 10.11.2025.
www.euronews.com/business/2025/11/10/nexperia-cleared-to-resume-civilian-chip-shipments-vital-to-european-car-production

- Henß, Max (2021): Die Halbleiterindustrie in der Branchenanalyse – ein Markt mit vielfältigen Investmentchancen!
In: aktien magazin, 21.9.2021.
<https://aktienmagazin.de/blog/kommentare/die-halbleiterindustrie-in-der-branchenanalyse-ein-markt-mit-vielfaltigen-investmentchancen-65768.html>
- Hess, Julia (2024): Chip Production's Ecological Footprint: Mapping Climate and Environmental Impact, Berlin: Interface – Tech analysis and policy ideas for Europe. In: Interface, 20.6.2024.
www.interface-eu.org/publications/chip-productions-ecological-footprint
- Hofer, Joachim (2025): Halbleiter. Experten warnen vor neuer Chipkrise.
In: Handelsblatt, 2.4.2025.
www.handelsblatt.com/technik/it-internet/halbleiter-experten-warnen-vor-neuer-chipkrise-01/100116066.html
- Hofer, Joachim / Jahn, Thomas / Seckel, Timm / Benninghoff, Martin (2025): Halbleiter. Niederlande übernehmen Kontrolle von Nexperia. In: Handelsblatt, 15.10.2025.
www.handelsblatt.com/technik/chiphersteller-niederlande-uebernehmen-kontrolle-von-nexperia/100162737.html
- Hofer, Joachim (2024): Chipindustrie. Warum Halbleiter um die Welt reisen. In: Handelsblatt, 12.1.2024.
www.handelsblatt.com/technik/it-internet/luecke-in-der-lieferkette-halbleiter-reisen-um-die-welt/100005012.html
- HPC Wire (2021): Graphcore and SiPearl Form Strategic Partnership to Combine AI and HPC, 15.6.2021.
www.hpcwire.com/off-the-wire/graphcore-and-sipearl-form-strategic-partnership-to-combine-ai-and-hpc
- Hulverscheidt, Claus / Martin-Jung, Helmut (2021): Computerchips. Warum es so schwierig ist, wichtige Industrien „nach Hause“ zu holen. In: Süddeutsche Zeitung, 31.12.2021.
www.sueddeutsche.de/wirtschaft/industrie-halbleiter-chips-1.5498940
- IAM Media (2021): Data reveals patenting in semiconductors is on the rise, with Asia accelerating its output, 18.5.2021.
www.iam-media.com/article/data-reveals-patenting-in-semiconductors-tear-asia-accelerating-its-output
- IG Metall (2025a): Positionspapier der IG Metall zu Local Content. Industriearbeit stärken – Arbeitsplätze sichern – Local Content durchsetzen. 17.11.2025, Frankfurt am Main.

- IG Metall (2025b): IG Metall: EU-Kommission mit richtigen Vorschlägen, Industrie jetzt in der Pflicht. Pressemitteilung, 17.12.2025.
www.igmetall.de/presse/pressemitteilungen/ig-metall-eu-kommission-mit-richtigen-vorschlaegen-industr
- IG Metall (2025c): Stellungnahme. EU consultation Chips Act 2.0, Frankfurt am Main.
- IG Metall (2025d): Wertschöpfung erhalten. Darum brauchen wir Local-Content-Regeln, 1.10.2025. Aktualisierte Fassung vom 5.3.2026:
www.igmetall.de/politik-und-gesellschaft/darum-brauchen-wir-local-content-regeln
- IG Metall BBS – IG Metall Bezirk Berlin-Brandenburg-Sachsen (2024): In Zukunft mit Tarif. IG Metall und sächsische Arbeitgeber starten Sondierung über Tarifvertrag für Halbleiterindustrie. Pressemitteilung 27/2024, 12.7.2024.
- Infineon (o. J.): CO₂-Neutralität durch Klimaschutzmaßnahmen.
www.infineon.com/de/about/company/sustainability/environmental-sustainability-and-climate-protection/carbon-neutrality
- Infineon (2025): Infineon stärkt globale Marktführerschaft bei Automotive-Halbleitern, beflügelt von Platz 1 bei Mikrocontrollern. 7.4.2025.
www.infineon.com/de/press-release/2025/infatv202504-085
- Infineon (2022): Annual Report 2022, Neubiberg.
www.infineon.com/assets/row/public/documents/corporate/investors/annual-reports/2022/infineon-annual-report-report-v12-00-en.pdf
- Infineon (2021): Infineon opens high-tech chip factory for power electronics on 300-millimeter thin wafers. 17.9.2021.
www.infineon.com/regional/austria/press-release/2021/mission-future
- Infineon (2020): Infineon Technologies AG completes acquisition of Cypress Semiconductor Corporation. Pressemitteilung, 16.4.2020.
www.infineon.com/assets/row/public/documents/corporate/investors/infineon-cypress-acquisition-complete-news-v01-00-en.pdf
- Intel (2015): Intel to Acquire Lantiq; Advancing the Connected Home. Pressemitteilung, 2.2.2015.
www.intc.com/news-events/press-releases/detail/364/intel-to-acquire-lantiq-advancing-the-connected-home
- Jahn, Thomas / Kerkmann, Christof (2025): IQM wird zum Einhorn und treibt den Quantenboom voran. In: Handelsblatt, 5.9.2025.
www.handelsblatt.com/unternehmen/start-ups/deutschland-iqm-wird-zum-einhorn-und-treibt-den-quantenboom-voran/100150506.html

- Kleinhans, Jan-Peter (2024): The Missing Strategy in Europe's Chip Ambitions. Member States Must Drive the Next Steps, Berlin: Interface – Tech analysis and policy ideas for Europe.
www.interface-eu.org/publications/download/europe-semiconductor-strategy
- Kleinhans, Jan-Peter (2021): The lack of semiconductor manufacturing in Europe. Why the 2nm fab is a bad investment. Policy Brief. Berlin: Stiftung Neue Verantwortung.
www.interface-eu.org/storage/archive/files/eu-semiconductor-manufacturing.april_2021.pdf
- Kleinhans, Jan-Peter / Hess, Julia / Denkena, Wiebke (2022): Governments' role in the global semiconductor value chain #1. Analysis of the EU Chips Act: Challenges of government monitoring of the supply chain. Policy Brief. Berlin: Stiftung Neue Verantwortung.
www.interface-eu.org/storage/archive/files/governments_role_in_the_global_semiconductor_value_chain_1_0.pdf
- Kleinhans, Jan-Peter / Nieves, Mario Alejandro / Sancho, Sara Romaniega / van de Put, Charles-Édouard (2025): Mapping the semiconductor value chain. Working towards identifying dependencies and vulnerabilities. OECD Science, Technology and Industry Policy Papers 182. Paris: OECD Publishing.
www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2025/06/mapping-the-semiconductor-value-chain_5ba52971/4154cdbf-en.pdf
- Köhne-Finster, Sabine (2023): Berufe in der Chip-Industrie: Immer mehr Stellen können nicht besetzt werden. IW-Kurzbericht 90/2023. Köln: Institut der deutschen Wirtschaft.
www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Kurzberichte/PDF/2023/IW-Kurzbericht_2023-Fachkr%C3%A4fte%3%BCcke-Halbleiterindustrie.pdf
- Köhne-Finster, Sabine / Seyda, Susanne / Werner, Dirk (2023): Fachkräftemangel in Berufen der Halbleiterindustrie. Die aktuelle Fachkräftesituation und zukünftige Ersatzbedarfe in den wichtigsten Berufen der Chip-Produktion, Köln: Institut der Deutschen Wirtschaft.
www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Gutachten/PDF/2023/IW-Gutachten-Halbleiter-Fachkraefte.pdf

- Malmi, Teemu / Bedford, David S. / Brühl, Rolf / Dergård, Johan / Hoozée, Sophie / Janschek, Otto / Willert, Jeanette (2022): The use of management controls in different cultural regions: an empirical study of Anglo-Saxon, Germanic and Nordic practices. In: Journal of Management Control 33, S. 273–334.
<https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s00187-022-00342-x.pdf>
- Manners, David (2023): Top Ten Asia/Pac Fabless Companies. In: Electronics Weekly, 19.7.2023.
www.electronicsworld.com/blogs/mannerisms/ten-best/top-ten-asia-pac-fabless-companies-2023-07/
- Market Growth Reports (2025): Marktgröße, Aktien, Wachstum und Branchenanalyse von Automotive Microcontrollern (8-Bit-Mikrocontrollern, 16-Bit-Mikrocontroller, 32-Bit-Mikrocontroller), nach Anwendung (Körperelektronik, Chassis und Antriebsstrang, Infotainment und Telematik), regionale Einblicke und Vorhersagen bis 2033, 20.10.2025.
 Aktualisierte Fassung vom 5.1.2026 mit Zahlen bis 2035:
www.marketgrowthreports.com/de/market-reports/automotive-microcontrollers-mcu-market-107563
- McKinsey (2025): Semiconductors have a big opportunity – but barriers to scale remain. 21.4.2025. New York City: McKinsey & Company.
www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/semiconductors-have-a-big-opportunity-but-barriers-to-scale-remain
- Meiners, Kay (2021): Autoindustrie. Der blinde Fleck. In: Magazin Mitbestimmung 6/2021.
www.boeckler.de/de/magazin-mitbestimmung-2744-der-blinde-fleck-37588.htm
- Meitinger, Therese (2021): Halbleiter: Bosch setzt in neuer Chip-Fabrik auf KI. In: Logistik Heute, 8.6.2021.
<https://logistik-heute.de/news/halbleiter-bosch-setzt-neuer-chip-fabrik-auf-ki-33895.html>
- Miethke, Nora (2024): IG Metall will Tarifverträge für neue Chipfabriken in Dresden. In: Saechsische.de, 10.4.2024.
www.saechsische.de/wirtschaft/regional/mikroelektronik-ig-metall-gruendet-in-dresden-netzwerk-fuer-die-chipindustrie-3352JKDODXIOMC3QBXJO6GLX5I.html
- Mint to be (o. J.): Mint to be. Entdecke mit uns Deinen Platz in der Hightech-Welt.
<https://silicon-saxony.de/leistungen/projekte/mint-to-be/>

- Müller, Wolfgang (2023): Europa muss in der Chipindustrie aufholen – aber wie? Die globale Halbleiterindustrie, der Chipkrieg der USA gegen China und eine abgehängte EU, Berlin: Rosa-Luxemburg-Stiftung.
www.rosalux.de/fileadmin/rls_uploads/pdfs/Artikel/1-23_Onl-Publ_Europa_Chipindustrie.pdf
- NXP (2015): NXP and Freescale announce \$40 billion merger. Pressemitteilung, 1.3.2025.
www.nxp.com/company/about-nxp/newsroom/NW-FREESCALE-40BILLION-MERGE-2
- Probst, Martin (2025): Top 10: Das sind die größten Halbleiterhersteller 2024. In: All-Electronics, 21.10.2025.
www.all-electronics.de/elektronik-entwicklung/top10-der-groessten-halbleiterhersteller-weltweit-338.html
- Reuters (2025): Bosch to cut 13,000 jobs to bring down costs in tough autos market. In: Reuters, 25.9.2025.
www.reuters.com/business/retail-consumer/bosch-cut-five-digit-number-additional-jobs-says-handelsblatt-2025-09-25
- Richter, Christoph D. (2021): Autobauer Tesla sucht Fachkräfte. Opfer bringen für die Arbeit in der Gigafactory. In: Deutschlandfunk Kultur, 6.7.2021.
www.deutschlandfunkkultur.de/autobauer-tesla-sucht-fachkraefte-opfer-bringen-fuer-die-100.html
- Röhl, Klaus-Heiner / Rusche, Christian (2024): Wo steht die EU im globalen Chip-Wettrennen? IW-Kurzbericht 45/2024, 18.7.2024. Köln: Institut der Deutschen Wirtschaft.
www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/Kurzberichte/PDF/2024/IW-Kurzbericht_2024-Chip-Wettrennen-EU.pdf
- Sachsen.de (2023): TSMC kündigt Milliarden-Investition in Sachsen an. 8.8.2023.
www.ministerpraesident.sachsen.de/tsmc-kuendigt-milliarden-investition-in-sachsen-an-15823.html
- Sächsische (2024): Infineon will in Vietnam um Azubis werben. In: Sächsische Zeitung, 9.8.2024.
- Sauerbier, Michael (2025): Ansage vor Betriebsratswahl. Tesla-Ausbau nur ohne IG Metall-Gewerkschaft? In: BZ Berlin, 18.12.2025.
www.bz-berlin.de/brandenburg/tesla-ausbau-nur-ohne-ig-metall
- SEMI – Smart Manufacturing Initiative (2023): Digital Twins in Semiconductor Manufacturing, Milpitas.

- Semicon Coalition (2025): Declaration of the Semicon Coalition calling for a revised EU Chips Act in order to strengthen and revitalize Europe's position in the global semiconductor industry. Brüssel, 29.9.2025.
<https://ec.europa.eu/newsroom/dae/redirection/document/119761>
- SIA – Semiconductor Industry Association (2023): 2023 Factbook, Washington D. C.: Semiconductor Industry Association.
www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2023/05/SIA-2023-Factbook_1.pdf
- Silicon Saxony (o. J.): Microelectronics. Growth with no end in sight – Saxony's High Technology is soaring.
<https://silicon-saxony.de/en/growth-with-no-end-in-sight-saxonys-high-technology-is-soaring/>
- Silicon Saxony (2025): Microelectronics. Infineon. Position as leading Integrated Device Manufacturer (IDM) in the GaN Market strengthened with 300-millimeter production according to plan, 2.7.2025.
<https://silicon-saxony.de/en/infineon-position-as-leading-integrated-device-manufacturer-idm-in-the-gan-market-strengthened-with-300-millimeter-production-according-to-plan/>
- Silicon Saxony (2023a): European Chips Skills Academy. Fachkräfte für die Mikroelektronik.
<https://silicon-saxony.de/leistungen/projekte/european-chips-skills-academy>
- Silicon Saxony (2023b): Robert Bosch Semiconductor Manufacturing Dresden GmbH.
<https://silicon-saxony.de/mitglieder/robert-bosch-semiconductor-manufacturing-dresden-gmbh>
- Silicon Saxony (2023c): Microelectronics. TSMC, Bosch, Infineon and NXP: Planned Joint Venture brings advanced semiconductor manufacturing to Europe. 8.8.2023.
<https://silicon-saxony.de/en/tsmc-bosch-infineon-and-nxp-planned-joint-venture-brings-advanced-semiconductor-manufacturing-to-europe>
- SmartFactory KL (o. J.): Die SmartFactory-KL Modellfabrik.
<https://smartfactory.de/smartfactory-modellfabrik/>
- Statistisches Bundesamt (2025a): Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Länder, Warensystematik. Code:51000-0003. Wiesbaden.
<https://genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/51000/table/51000-0003>

- Statistisches Bundesamt (2025b): Beschäftigte und Umsatz der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Wirtschaftszweige (WZ2008 2-/3-/4-Steller). Code: 42111-0003. Wiesbaden.
<https://genesis.destatis.de/datenbank/online/statistic/42111/table/42111-0003>
- Statistisches Bundesamt (2025c): Betriebe, Beschäftigte, Geleistete Arbeitsstunden sowie Entgelte, Umsatz und Exportquote sowie Auslandsumsatz mit der Eurozone und dem sonstigen Ausland [Sonderauswertung zu WZ 26.11.9]: im Anhang.
- Statistisches Bundesamt (2008): Klassifikation der Wirtschaftszweige 2008. Mit Erläuterungen, Wiesbaden.
www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/Downloads/klassifikation-wz-2008-3100100089004-aktuell.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- Stellantis (2024): Stellantis Ventures Invests in Breakthrough, Cost-effective LiDAR Technology for Advanced Driver Assistance Systems. 20.3.2024.
www.stellantis.com/en/news/press-releases/2024/march/stellantis-ventures-invests-in-breakthrough-cost-effective-lidar-technology-for-advanced-driver-assistance-systems
- STMicroelectronics (2024): Corporate. STMicroelectronics to build the world's first fully integrated silicon carbide facility in Italy. Pressemitteilung, 31.5.2024.
<https://newsroom.st.com/media-center/press-item.html/c3262.html>
- STMicroelectronics (2020): STMicroelectronics to be Carbon Neutral by 2027. Pressemitteilung, 9.12.2020.
<https://newsroom.st.com/media-center/press-item.html/c2974.html>
- Synkule, Sabine (2025): Sicherheit und Komfort im Fokus. Überblick über den Automobil-Radar-Markt. In: All-Electronics, 23.4.2025.
www.all-electronics.de/automotive/ueberblick-ueber-den-automobilradarmarkt/759505
- Tagesschau (2025): Konzern macht Milliardenverlust. Intel gibt Pläne für Chipfabrik in Magdeburg auf. In: Tagesschau, 25.7.2025.
www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/intel-chipfabrik-100.html
- TelecomTV (2023): Access Evolution. ADVA announces multi-million Euro investment to develop next-gen optical network technologies. In: TelecomTV, 8.6.2023.
www.telecomtv.com/content/access-evolution/adva-announces-multi-million-euro-investment-to-develop-next-gen-optical-network-technologies-47696/

- Tracxn (2026): Acquisitions by STMicroelectronics. Stand: 2.4.2026.
https://tracxn.com/d/acquisitions/acquisitions-by-stmicroelectronics/_ZZfJVnJWaH4-bh_wXg93nE9D1BoTyBedACOurdgOQQ
- Trueman, Charlotte (2024): TSMC could account for 24% of Taiwan's electricity consumption by 2030.
 In: Data Center Dynamics, 7.10.2024.
www.datacenterdynamics.com/en/news/tsmc-could-account-for-24-of-taiwans-electricity-consumption-by-2030/
- van Wieringen, Kjeld (2022): Global Semiconductor Trends and the Future for EU Chip Capabilities, Brüssel: European Strategy and Policy Analysis System (ESPAS).
www.espas.eu/files/Global-Semiconductor-Trends-and-the-Future-of-EU-Chip-Capabilities-2022.pdf
- Varadarajan, Raj / Koch-Weser, Jacob / Richard, Chris / Fitzgerald, Joseph / Singh, Jaskaran / Thornton, Mary / Casanova, Robert / Isaacs, David (2024): Emerging Resilience in the Semiconductor Supply Chain, Boston / Washington, D. C.: Boston Consulting Group / Semiconductor Industry Association.
www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2024/05/Report_Emerging-Resilience-in-the-Semiconductor-Supply-Chain.pdf
- VDA – Verband der Automobilindustrie (2023): Position – Halbleiterkrise. Voraussetzungen für künftige Relevanz, Kompetenz und Resilienz für Europa, Berlin: VDA – Verband der Automobilindustrie.
- VDE/VDI GMM – VDE/VDI Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (2024): Microelectronics for Future 2024. Tagung zur Zukunft der europäischen Halbleiterindustrie, 12.12.2024.
www.vde.com/de/gmm/veranstaltungen/microelectronics-for-future-2024
- Vifflin, Nathan (2025a): STMicro to cut 5,000 jobs in next 3 years, says CEO. In: Reuters, 4.6.2025.
www.reuters.com/world/china/stmicroelectronics-ceo-says-5000-jobs-be-cut-next-3-years-2025-06-04
- Vifflin, Nathan (2025b): STMicro to invest \$60 million in French plant facing restructuring. In: Reuters, 17.9.2025.
www.reuters.com/business/stmicro-invest-60-million-french-plant-facing-restructuring-2025-09-17
- WBG – Wide Band Gap (o. J.): Next-generation semiconductors. Research Into Innovative Materials.
www.wbg-pilot-line.eu/progetto/

- Windeck, Christof (2024): Infineon macht Umweltlasten der eigenen Chips transparent. In: Heise online, 10.6.2024.
www.heise.de/news/Infineon-macht-Umweltlasten-der-eigenen-Chips-transparent-9752667.html
- Wirtschaftsförderung Sachsen (2025): Dresden: Bau der Smart Power Fab von Infineon schreitet voran, 8.5.2025.
<https://standort-sachsen.de/de/aktuelles/news/detail/n1651-dresden-bau-der-smart-power-fab-von-infineon-schreitet-voran>
- WSTS – World Semiconductor Trade Statistics (2025) Blue Book Data. Historical Billings Report.
www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report
- X-Fab (o. J.): About us.
www.xfab.com/about-us
- Yeung, Henry Wai-chung / Huang, Shaopeng / Xing, Yuqing (2023): From Fabless to Fabs Everywhere? Semiconductor Global Value Chains in Transition. In: Global Value Chain Development Report 2023. Resilient and Sustainable GVCS in Turbulent Times, Genf: World Trade Organization, S. 132–187.
www.wto.org/english/res_e/booksp_e/07_gvc23_ch4_dev_report_e.pdf
- Yin, Yilong / Yang, Yi (2025): Sustainable Transition of the Global Semiconductor Industry: Challenges, Strategies, and Future Directions. In: Sustainability 17(7), 3160.
<https://doi.org/10.3390/su17073160>
- Zeit Online (2024): Chipindustrie. Infineon will fast 3.000 Jobs abbauen oder ins Ausland verlagern, 5.8.2024.
www.zeit.de/wirtschaft/2024-08/infineon-chipindustrie-deutschland-jobs-abbauen-verlagern
- ZF (2023): Wolfspeed und ZF verkünden Partnerschaft zur Zukunft der Siliziumkarbid-Halbleiter-Technologie. Pressemitteilung, 1.2.2023.
https://press.zf.com/press/de/releases/release_50944.html
- Zhang, Xuefeng / Zhang, Yutan / Li, Guo (2024): Strategic inventory in semi-conductor supply chains under industrial disruption. In: International Journal of Production Economics 272 (10), 109254.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2024.109254>

ZVEI – Verband der Elektro- und Digitalindustrie (2024): Von Chips zu Chancen. Die Bedeutung und Wirtschaftlichkeit der Mikroelektronikförderung, Frankfurt am Main: ZVEI – Verband der Elektro- und Digitalindustrie.

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

Ziegler, Alexander / Heidling, Eckhard (2023): Die Automobilindustrie in der Chip-Krise. Herausforderungen – Maßnahmen – Gestaltungsfelder, München: ISF München.

www.isf-muenchen.de/wp-content/uploads/2023/11/Die-Autoindustrie-in-der-Chip-Krise_HyValue_Expertise_2023_DE.pdf

Anhang

Tabelle 3: Sonderauswertung für Wirtschaftszweig 26.11.9

Betriebe, Beschäftigte, Geleistete Arbeitsstunden sowie Entgelte, Umsatz und Exportquote sowie Auslandsumsatz mit der Eurozone und dem sonstigen Ausland, Deutschland, 2015–2024										
Jahr	Betriebe	Tätige Personen	Geleistete Arbeitsstunden	Entgelte	Umsatz					
					Insgesamt	Inland	Ausland	Exportquote	Ausland Eurozone	Ausland mit sonst. Ausland
	Anzahl		in 1.000	in 1.000 Euro						
2015	153	48.006	78.361	2.714.090	16.310.856	*	*	*	*	*
2016	155	48.435	79.472	2.802.020	16.512.541	5.451.634	11.060.908	67,0 %	3.276.323	7.784.585
2017	162	49.661	81.191	2.875.477	17.555.812	5.621.772	11.934.039	68,0 %	*	*
2018	166	53.146	86.263	3.113.738	18.978.293	5.759.273	13.219.020	69,7 %	3.435.143	9.783.879
2019	163	55.161	88.687	3.377.289	18.091.055	5.163.849	12.927.206	71,5 %	3.491.730	9.435.476
2020	164	58.095	89.449	3.587.040	18.092.696	5.206.674	12.886.022	71,2 %	3.113.235	9.772.784
2021	164	64.305	99.964	4.160.969	27.746.721	8.104.673	19.642.046	70,8 %	4.254.402	15.387.648
2022	157	66.636	104.648	4.517.932	33.814.184	9.389.749	24.424.434	72,2 %	4.973.314	19.451.121
2023	168	69.906	109.450	4.816.643	36.471.170	10.122.902	26.348.266	72,2 %	4.936.836	21.411.428
2024	168	69.969	107.954	4.938.591	28.956.842	7.746.981	21.209.862	73,2 %	7.305.419	13.904.443

Anmerkung: Die Fünfsteller-Ergebnisse sind aktuell nur für den Monatsbericht, Berichtskreis ab 50 und mehr tätigen Personen, verfügbar und werden nicht nach Größenklassen unterteilt. * Werte unterliegen der statistischen Geheimhaltung.

Autorinnen und Autoren

Sarah Hinz ist wissenschaftliche Mitarbeiterin des IMU-Instituts Berlin. Ihre Arbeitsschwerpunkte liegen im Bereich wissenschaftlicher Studien und Handlungshilfen und arbeits- und regionalpolitischer Analysen.

E-Mail: sarah.hinz@imu-berlin.de

Orcid-ID: <https://orcid.org/0009-0001-0348-4069>

Franziska Scheier ist Geschäftsführerin des IMU-Instituts Berlin. Ihre Forschungsschwerpunkte liegen in den Feldern Arbeit, Bildung und Beschäftigung und den Industriellen Beziehungen.

E-Mail: franziska.scheier@imu-berlin.de

Gregor Holst ist Geschäftsführer des IMU-Instituts Berlin. Sein Arbeitsschwerpunkt liegt im Bereich der regional-, branchen- und strukturpolitischen Analyse und Strategieentwicklung.

E-Mail: gregor.holst@imu-berlin.de

