



# Bundesministerium für Bildung und Forschung

## Positionspapier der Bundesregierung

### zur zukünftigen Entwicklung der Mikroelektronik in Deutschland

---

#### Zusammenfassung

Die Mikroelektronik ist eine der **zentralen Schlüsseltechnologien** der modernen Industriegesellschaft – sie zeichnet sich durch ein hohes Entwicklungstempo und maßgeblichen Einfluss auf das Innovationsgeschehen in einer großen und stetig wachsenden Zahl von Anwenderbranchen aus. **Deutschland** hat aufgrund der Verknüpfung der Systemkompetenz starker Anwenderbranchen mit der technologischen Kompetenz der Elektronikindustrie eine **herausragende Stellung** in Europa. Nachhaltige Mobilität, Energieversorgung, Gesundheit und Demografischer Wandel sowie die Digitalisierung der Industrie (Industrie 4.0) in Verbindung mit IT-Sicherheit sind Beispiele, wo mit der Technologieverfügbarkeit und der Hochtechnologiekompetenz für Elektroniksysteme intelligente Lösungen geschaffen und Innovationsfelder führend gestaltet werden können. Diese Kompetenz gilt es, mit der Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation weiter zu stärken.

**International** steht Deutschland gemeinsam mit anderen Mitgliedstaaten in Europa jedoch vor großen Herausforderungen. Es gilt, Forschung und Innovation voranzutreiben, um den Zugang zu allen relevanten Basistechnologien zu gewährleisten, die **Stellung** auf dem Weltmarkt **auszubauen**, den Anteil an der Weltmarktproduktion deutlich zu erhöhen und die Wertschöpfung in den Anwenderbranchen zu steigern.

Mit der „European Strategy for Micro- and Nanoelectronic Components and Systems“ vom Mai 2013 hat die **Europäische Kommission** einen Vorschlag und einen **Rahmen zur zukünftigen Gestaltung** der Förderung von Forschung und Innovation auf europäischer Ebene vorgelegt.

Die **Bundesregierung** wird eine aktive Rolle bei der Ausgestaltung und Umsetzung der europäischen Förderstrategie übernehmen. Sie **unterstützt** den Vorschlag der Europäischen Kommission und setzt sich für höhere und besser koordinierte Investitionen in Forschung, Entwicklung und Innovation ein, um die Wirkung der FuE-Förderung der EU-Mitgliedstaaten durch verstärkte europäische Zusammenarbeit zu verbessern.

Mit dem vorliegenden **Positionspapier** zur zukünftigen Entwicklung der Mikroelektronik leistet die Bundesregierung ihren Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung der europäischen Strategie. Das Papier unterstreicht zugleich die eigenen Schwerpunktsetzungen und gibt damit die Leitlinie für die **Gestaltung auch der künftigen nationalen Forschungsförderung** vor. Ziel ist, eine kohärente Förderung der Mikroelektronik auf nationaler und europäischer Ebene zu gewährleisten.

Dazu werden wir

- uns an den **europäischen Initiativen** im Rahmen von Horizont 2020 und insbesondere im Rahmen der Förderprogramme des europäischen öffentlich-privaten Unternehmens ECSEL und weiterer europäischer Initiativen beteiligen,
- unsere Förderung schwerpunktmäßig darauf ausrichten, die Entwicklung **intelligenter und zuverlässigerer (Mikro-)Elektroniksysteme** und **innovativer Leistungselektronik** zu beschleunigen, den Entwurf komplexer **Chips und Chipsysteme** mit deutlichem Fokus auf Erhöhung der Chip-Funktionalität (More-than-Moore-Entwicklungen) zu stärken sowie den Vorsprung in **chipbasierten Sicherheitstechnologien** auszubauen. Dabei soll die Förderung verstärkt auf den Innovationsbedarf der Systemanwender ausgerichtet werden,
- die technologische Entwicklung von **Spitzentechnologien** zur Herstellung modernster Bausteine mitgestalten und unterstützen,
- **neu entstehende Technologieansätze** auf ihr Umsetzungspotenzial prüfen und ggf. in der Förderung aufgreifen,
- vornehmlich im Rahmen europäischer Verbundprojekte die Fortentwicklung der **Produktionstechnologien** für elektronische Komponenten und Systeme einschließlich der Geräte- und Materialseite und die **Halbleiter-Herstellung** durch die Förderung europäischer Pilotproduktions-Projekte voranbringen,
- regionale Stärken stärken und **nationale Kompetenznetzwerke** unterstützen,
- **kleine und mittelständische Unternehmen** fördern, auch um ihnen eine adäquate Teilhabe in europäischen Programmen zu ermöglichen,
- für ein ausreichendes **Fachkräfteangebot** und die Verbesserung der **Standort- und Rahmenbedingungen** für unternehmerische Investitionsentscheidungen im Mikroelektronik-Bereich einsetzen und
- Europäische Forschungsallianzen und ausgewählte internationale Forschungskooperationen unterstützen.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung strebt an, die nationalen Fördermittel zur Mikroelektronik zu verstärken und den deutschen Beitrag zu ECSEL zu verdoppeln.

## 1. Einführung

Die Mikroelektronik ist eine der zentralen Schlüsseltechnologien (Key Enabling Technology) ohne die kaum ein industrielles Produkt wettbewerbsfähig wäre – sie zeichnet sich durch ein hohes Entwicklungstempo und maßgeblichen Einfluss auf das Innovationsgeschehen in einer großen und ständig wachsenden Zahl von Anwenderbranchen aus. Die Entwicklungen in der Mikroelektronik sind seit

Jahrzehnten durch eine rasch steigende Leistungsfähigkeit, steigende Kosteneffizienz sowie hohe Investitionskosten für die Chipfertigung charakterisiert, die getrieben werden durch den stetigen technologischen Fortschritt.

Der Einfluss der Mikroelektronik auf die Weltwirtschaft ist erheblich. Weltweit haben die führenden Industrienationen die Bedeutung dieser Schlüsseltechnologie erkannt und der Mikroelektronik einen entsprechenden Stellenwert in ihrer Forschungs- und Industriepolitik eingeräumt. In Europa unterhält die Elektronikindustrie 250.000 direkte und mehr als 2,5 Millionen Arbeitsplätze in der gesamten Wertschöpfungskette und trägt mit mindestens 10 % zum europäischen Bruttoinlandsprodukt bei.<sup>1</sup>

Die deutsche Halbleiterbranche ist in den vergangenen zehn Jahren durch eine Konzentration auf die technologischen Stärken gekennzeichnet, mit hoher Hebelwirkung auf die nutzenden Branchen und Anwendungsfelder wie z. B. Automobiltechnik, Sichere Identifikation und Transaktion, Energieelektronik oder Sensorsysteme. Damit wurden wichtige Branchen volkswirtschaftlich signifikant gestärkt. Der Anteil der FuE-Aufwendungen der Halbleiter-Unternehmen am Gesamtumsatz liegt über 20 % und gehört damit zu den höchsten im Branchenvergleich. Vor dem Hintergrund eines enormen Innovations- und Investitionsdrucks ist eine europäische Strategie zum Erhalt und gezielten Ausbau der technologischen Kompetenzen in der Mikroelektronik sowie der inländischen Wertschöpfung in geeigneten Bereichen von besonderer Bedeutung. Für die Markterfolge der deutschen Industrie, die auch zukünftig mit innovativen Produkten auf den Weltmärkten eine Führungsrolle einnehmen will, ist im globalen Wettbewerb der uneingeschränkte Zugriff auf die fortschrittlichsten Entwicklungen der Elektronik unverzichtbar.

## **2. Elektronikindustrie und -Forschung in Deutschland heute**

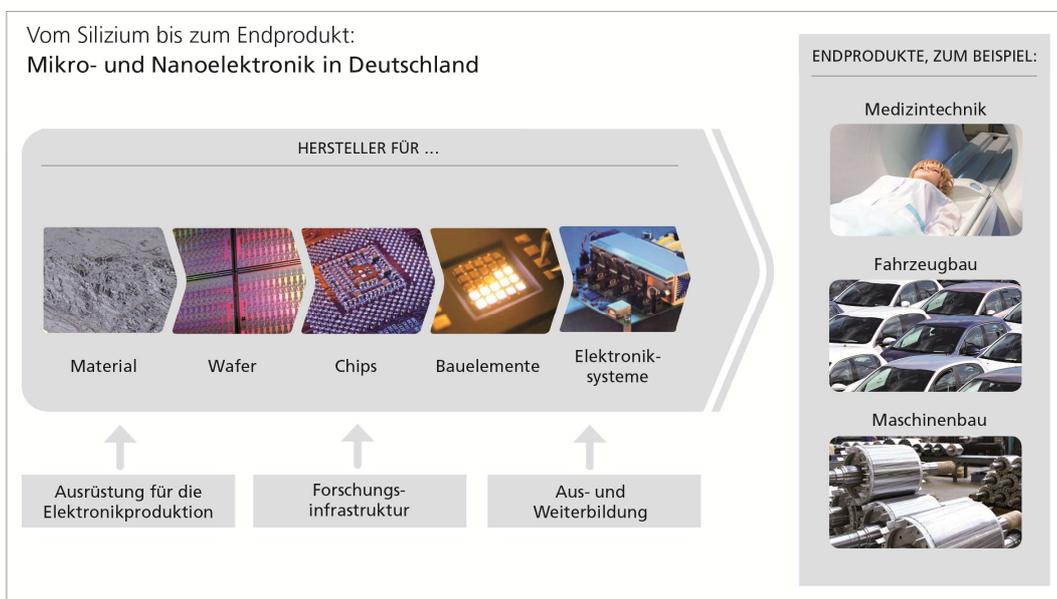
Eine besondere Stärke der deutschen Industrie liegt in der großen Innovationsfähigkeit und in der räumlichen Nähe von Chip und Technologieentwicklung einerseits und in der Anwendung auf der anderen Seite, die eine weltweit einzigartige Anwendungskompetenz von Mikroelektronik für innovative Systemlösungen begründet. Insbesondere kleine und mittelständische Unternehmen der Elektronikindustrie liefern hervorragende anwendungsspezifische Lösungen. Die Entwicklung der vergangenen zwanzig Jahre ist dadurch gekennzeichnet, dass sich Halbleiterfirmen in Deutschland von den klassischen standardisierten Massenprodukten immer mehr zurückgezogen haben. Ein wachsender Trend ist, dass elektronische Chips von Auftragsfertigern (Foundries) flexibel und individuell für eine Vielzahl von Kunden hergestellt werden. Auch in Deutschland gibt es bedeutende Foundries, die nach kundenspezifischen Anforderungen hochmoderne Halbleiterbauelemente herstellen. Darüber hinaus ist Deutschland Standort führender Hersteller von diskreten Halbleitern und für hochspezialisierte Sicherheitschips, hauptsächlich für die Near Field Communication. Weltweit führend sind deutsche Unternehmen im Bereich der Sicherheitslösungen für Identifikation (z. B. hoheitliche Dokumente), sichere Transaktion (z. B. Payment) und Lösungen für das vernetzte Auto. Firmen in Deutschland konzentrieren sich vornehmlich auf die Entwicklung applikationsspezifischer Bauelemente und -systeme. Vor

---

<sup>1</sup> Electronic Leaders Group, A European Industrial Strategic Roadmap for Micro- and Nanoelectronic Components and Systems, 30.01.2014

allem „More than Moore“ (MtM)-Technologien – die durch die Integration analoger Komponenten die Anwendungsvielfalt elektronischer Systeme ermöglichen – haben in Deutschland eine stabile und weltweit wettbewerbsfähige industrielle Basis. Integriert werden dabei unter anderem Sensorik- und Aktorik-Komponenten, Hochfrequenz- und Kommunikationselemente, Spannungsversorgung, Mikroelektromechanische Systeme (MEMS), Optoelektronik und mehr. Eine gerade in Deutschland gut verankerte Technologielinie ist mit dem Begriff „System in Package“ – SiP – verbunden. Dabei werden verschiedene Bauelemente und Komponenten unterschiedlicher Herstellungstechnologien in einem anwendungsbezogenen Gehäuse (Package) durch unterschiedliche Integrationstechniken vereint. Systemintegration und Packaging stellen die zentralen technischen Herausforderungen dar und verkörpern gleichzeitig die enorme Flexibilität und das Innovationspotenzial des MtM-Konzepts.

Deutschland hat traditionell besondere Stärken in der Sensorik bzw. den Sensorsystemen sowie der Systementwicklung in ihrer Gesamtheit. Dies ist auch auf die intensive staatliche Unterstützung in den vergangenen Jahren zurückzuführen, die auf einer starken Industriebasis aufsetzen konnte. Es sind hier führende Industriebranchen und FuE-Kompetenzen entstanden, die mit hochinnovativen Produkten und Dienstleistungen auf Basis innovativer Elektroniksysteme erhebliche Markterfolge erzielen konnten. Das betrifft sowohl den Zuliefererbereich (Material, Komponenten und Anlagen) als auch die klassischen deutschen Anwenderbranchen wie Automotive, Automatisierungstechnik, Industrieelektronik, Produktionstechnik, Messtechnik, Energieversorgung sowie Medizin- und Kommunikationstechnik. Die genannten Anwenderbranchen stellen das Rückgrat der deutschen Wirtschaftskraft dar und gerade von diesen gehen wichtige Technologieimpulse aus. So sind im Bereich der Lieferanten von elektronischen Komponenten und Systemen für den Automobilsektor vier deutsche Firmen unter den weltweit ersten zehn Herstellern. Zwei deutsche Unternehmen sind weltweit führend in der Leistungselektronik; ein deutsches Unternehmen ist führender Hersteller von Optiksensoren zur Chipherstellung. Mittelständische Zulieferer sind in großer Zahl in diese Märkte eingebunden und tragen durch ihre Entwicklungen zum Innovationsgeschehen maßgeblich bei. Unternehmen in Deutschland spielen nach wie vor eine strategisch bedeutende Rolle bei der globalen Weiterentwicklung der Herstellungstechnologien für Elektronik im Bereich der Materialentwicklung, der Anlagentechnologie für die Lithographie und in der Maskentechnik.



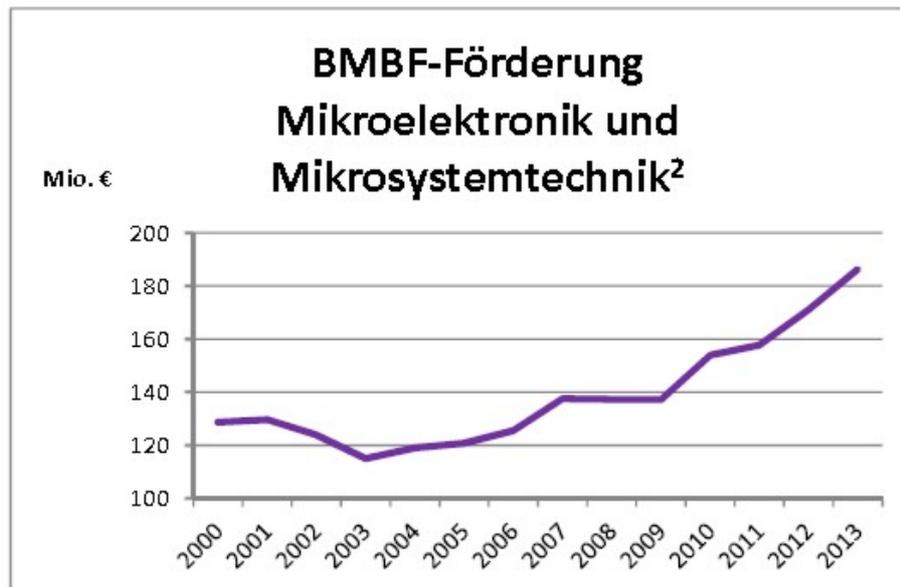
Die Elektronikindustrie in Deutschland setzt weniger auf standardisierte Massenprodukte, sondern auf Exzellenz sowohl in hochvolumigen (z.B. MEMS für den Automobil- und Unterhaltungsbereich) als auch in mittleren und Nischenmärkten. Die vollständig verfügbare Wertschöpfungskette in der Elektronik vereint mit der Systemkompetenz in den Anwenderbranchen verschafft Deutschland eine einzigartige Ausgangsposition für Innovationen in fast allen Bereichen. Eine wettbewerbsfähige Halbleiter- und Elektronik-Industrie im Bereich More-than-Moore unter Berücksichtigung modernster Komponenten aus dem Bereich „More Moore“ – wie Mikroprozessoren und ASICs – ist somit auch in Zukunft essentiell und existenziell für den Industriestandort Deutschland.

Eine besondere Stärke der Forschung in Deutschland liegt in dem umfassenden Angebot sowohl grundlagenorientierter als auch anwendungsorientierter Kapazitäten und Infrastrukturen. Die großen Forschungseinrichtungen in Deutschland – Fraunhofer-Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft und Leibniz-Gemeinschaft – haben die Mikro- und Nanoelektronik in ihren Forschungsprogrammen verankert. Die Fraunhofer-Gesellschaft hat bereits 1996 den Verbund Mikroelektronik gebildet, mit 12 Fraunhofer-Einrichtungen und ca. 3.000 Mitarbeitern. An Universitäten, Hochschulen und Fachhochschulen bestehen vielfältige Aktivitäten in Grundlagen- und angewandter Forschung. In nahezu allen Bundesländern sind Elektronikkompetenzen verfügbar. Regionale Cluster bündeln das Innovationsgeschehen entlang der Wertschöpfungskette. Deutsche Forschungseinrichtungen sind darüber hinaus in relevante internationale Forschungsallianzen eingebunden. Ausbildung und Weiterbildung in der Mikroelektronik sind ebenfalls fest etabliert.

**Mit der Vollständigkeit und Qualität all dieser Innovationsfaktoren hat Deutschland im globalen Maßstab eine sehr gute Wettbewerbsposition, die gestärkt werden muss, um Deutschlands technologische Gestaltungskraft zur wirtschaftlichen Entwicklung und zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen der Zukunft zu erhalten.**

### 3. Förderung des BMBF

Seit etwa Mitte der 1990er Jahre wurden Forschung und Entwicklung (FuE) in den Bereichen Mikro- und Nanoelektronik, Mikroperipherik, Mikrosystemtechnik und ihre Anwendungen kontinuierlich gefördert – im Zeitraum 2000 bis 2013 hat das BMBF mit steigender Tendenz etwa 140 Mio. Euro p.a., insgesamt also fast 2 Mrd. Euro zur Verfügung gestellt.



Im Rahmen der Hightech-Strategie der Bundesregierung und des BMBF-Forschungsprogramms IKT 2020 wurde die Förderung der Technologieentwicklung auf Lösungen und Anwendungen zu den gesellschaftlichen Fragestellungen Energie, Gesundheit, Mobilität, Sicherheit und Kommunikation ausgerichtet. Der Anstieg der Fördermittel ab 2009 geht dementsprechend auf den Bereich Elektromobilität sowie die Förderung der Spitzencluster zurück. Dabei kommt dem Systemgedanken eine wichtige Rolle zu. Die Förderprioritäten liegen auf der Erweiterung der Funktionalität von Elektroniksystemen bzw. der Systemintegration. Darüber hinaus werden auch alternative Basistechnologien für die künftige Mikro- und Nanoelektronik, z.B. die eindimensionale Elektronik und die organische Elektronik, gefördert.

Durch die BMBF-Förderung von Spitzenclustern wie "Cool Silicon" in Sachsen und "MicroTec Südwest" in Baden Württemberg wird die regionale Vernetzung von Forschung und Industrie gestärkt. Halbleiterhersteller, Material- und Technologiezulieferer, Forschungs- und Serviceeinrichtungen sowie Systemhersteller haben über die Zusammenarbeit in Projekten exzellente FuE-Infrastrukturen gebildet.

Durch gezielte Maßnahmen werden Impulse in der Nachwuchsförderung gesetzt. Es gilt, junge Menschen für Elektronik zu interessieren und Studierende für die Forschung zu gewinnen. Hierzu unterstützt das BMBF die Schülerwettbewerbe „Invent a Chip“, „Drive-E“ und "SolarMobil Deutschland" sowie den Studentenwettbewerb COSIMA zur Mikrosystemtechnik.

<sup>2</sup> inkl. Mikroelektronik aus dem Energie- und Klimafonds

## 4. Nationale Schwerpunkte im Rahmen einer europäischen Strategie zur Mikroelektronik

Deutschland hat aufgrund der Verknüpfung der Systemkompetenz starker Anwenderbranchen mit der technologischen Kompetenz der Elektronikindustrie sowie der Einbettung in eine breit aufgestellte leistungsfähige Forschungslandschaft eine herausragende Stellung in Europa. International steht Deutschland gemeinsam mit anderen Mitgliedstaaten in Europa aber vor großen Herausforderungen. Es gilt, die Stellung auf dem Weltmarkt auszubauen, den Anteil an der Weltmarktproduktion deutlich zu erhöhen und die Wertschöpfung in den Anwenderbranchen zu steigern. Hierzu kann mit Forschung für neue Technologien und Produkte ein wichtiger Beitrag geleistet werden.

In Europa ist 2014 das Forschungs- und Innovationsförderprogramm „Horizont 2020“ gestartet, das im Zeitraum bis 2020 die globale Positionierung der europäischen Volkswirtschaften unter anderem durch die Stärkung der Schlüsseltechnologien unterstützen wird. Die drei Schwerpunkte dieses Programms sind Wissenschaftsexzellenz, die führende Rolle der Industrie und die Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen. Die Europäische Kommission hat darüber hinaus im Mai 2013 die „European Strategy for Micro- and Nanoelectronic Components and Systems“<sup>3</sup> veröffentlicht. Kernziele der Strategie sind die Verdopplung des europäischen Anteils am Halbleiterweltmarkt, die Fokussierung auf europäische Stärken und Europas führende Kompetenzcluster, das Aufgreifen von Chancen aus nicht-konventionellen Feldern sowie die Unterstützung des Wachstums von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU). Die drei wichtigsten technologischen Entwicklungsrichtungen in dieser Strategie sind mit Blick auf die Mikroelektronik: intelligenter Chips („More than Moore“-Technologien, d. h. höhere Funktionsdichte und größere Funktionsvielfalt mit Fokus auf Systeme und Applikationen), schnellere und energieeffizientere Chips („More Moore“-Technologien, d. h. noch größere Integrationsdichte bzw. kleinere Chipstrukturen) und kosteneffiziente Technologien zur Chipherstellung (durch Übergang auf Wafer mit 450 mm Durchmesser).

Die europäische Halbleiterindustrie hat ihrerseits Ende 2012 in einem Strategiepapier „Innovation for the Future of Europe: Nanoelectronics beyond 2020“<sup>4</sup> Position bezogen. Darin wird u. a. eine ganzheitliche Strategie für die Weiterentwicklung des Nanoelektronik-Netzwerkes vorgeschlagen. Als prioritär angesehen werden eine verstärkte Kooperation zwischen Industrie und Forschungseinrichtungen, die Errichtung von Pilotlinien, der Ausbau der Mikrochip-Fertigung in Europa auf Wafern mit bis zu 300 mm Durchmesser, beschleunigte Material- und Infrastrukturentwicklung für die 450 mm-Waferfertigung sowie eine Forcierung von Chip-, System- und Applikationsentwicklungen. Zur Umsetzung wird eine anteilige öffentliche und privatwirtschaftliche Finanzierung angeregt, auch um der umfangreichen Unterstützung von FuE-Arbeiten durch die öffentliche Hand in den außereuropäischen Wirtschaftsräumen entgegenzutreten zu können.

Die Bundesregierung wird eine aktive Rolle bei der Ausgestaltung und Umsetzung der europäischen Förderstrategien übernehmen. Sie unterstützt den Vorschlag der Europäischen Kommission und setzt sich für höhere und besser koordinierte Investitionen in Forschung, Entwicklung und Innovation ein.

---

<sup>3</sup> COM(2013) 298 final

<sup>4</sup> AENEAS/CATRENE Office, 2012

Zugleich verstärkt die Bundesregierung die nationalen Anstrengungen in Forschung und Innovation und strebt dabei an, die Wirkung der FuE-Förderung der EU-Mitgliedstaaten durch verstärkte europäische Zusammenarbeit zu verbessern.

Die europäischen Programme und Strategien bilden einen Rahmen, der durch die Maßnahmen der Mitgliedstaaten ausgestaltet werden muss. Ziel der Bundesregierung ist die Stärkung der einheimischen Mikroelektronikbranche, um mit innovativen und nachhaltigen Produkten neue Märkte zu erschließen und die Wertschöpfung in Deutschland und Europa bis 2020 deutlich zu erhöhen. Mit diesem Positionspapier zur zukünftigen Entwicklung der Mikroelektronik leistet die Bundesregierung ihren Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung der europäischen Strategie. Das BMBF wird bei seiner Forschungsförderung im Bereich Mikroelektronik besonders die nachfolgenden Schwerpunkte adressieren und dazu an den europäischen Initiativen im Rahmen von Horizont 2020 und insbesondere an den Förderprogrammen des Gemeinsamen Unternehmens ECSEL und weiteren europäischen Initiativen teilnehmen.

#### **4.1 Stärken ausbauen**

Die Entwicklung intelligenter und sicherer Elektronik- und Mikrosysteme, die Weiterentwicklung innovativer Leistungselektronik sowie der Chip- und Systementwurf komplexer Systeme gehören zu den Schwerpunkten der Förderung. Dabei wird die Förderung gezielt die Technologieentwicklung mit dem Innovationsbedarf der Systemanwender verknüpfen.

##### **Intelligente, zuverlässige (Mikro-)Elektroniksysteme fördern**

Die deutschen Halbleiter- und Systemhersteller haben im Bereich More-than-Moore sowohl bei Forschung und Entwicklung als auch bei der Herstellung elektronischer Komponenten und Systeme international eine führende Position erreicht. Zur Stärke der „More than Moore“-Entwicklung und -Fertigung in Deutschland gehört deren enge Verflechtung mit der Wertschöpfungskette der darauf aufbauenden Branchen. Wichtiges Element ist die Differenzierung dieser Produkte im internationalen Wettbewerb bei gleichzeitiger Unabhängigkeit von Risiken außereuropäischer Halbleiterlieferanten. Ein besonderer Aspekt ist dabei, die Funktionsvielfalt und Zuverlässigkeit der Elektroniksysteme durch spezialisierte Hardware-Technologien fortzuentwickeln.

In Europa und insbesondere in Deutschland hat sich – ausgehend vom Bedarf der klassischen Mikroelektronik nach peripheren Komponenten wie Sensoren und Aktoren – das Feld der Mikrosystemtechnik etabliert und sich zur "Smart System Integration" weiterentwickelt. Gefördert werden neue Entwicklungen zu intelligenteren und höher integrierten, kompakten und zuverlässigen (Mikro-)Elektroniksystemen, die neben der Sensorik und der Signalverarbeitung auch kommunizieren können und untereinander vernetzbar sind. Neben der Software spielen dabei neue Sensoren, Integrations-techniken und neue Materialien eine bedeutende Rolle.

##### **Innovative Leistungselektronik voranbringen**

Die Leistungselektronik ist unabdingbar, wenn es darum geht, elektrische Energie möglichst effizient in die von der jeweiligen Anwendung benötigte Form umzuwandeln und den Leistungsfluss energieeffizient zu steuern. Als Querschnittstechnologie hat sie eine Schlüsselrolle in vielfältigen Anwendungen

wie beispielsweise in der Elektromobilität, bei der industriellen Produktion, der Haushalts- und Gebäudetechnik sowie dem Anlagen- und Maschinenbau und der Automatisierung. Deutschland gehört bereits zu den führenden Herstellern leistungselektronische Komponenten und Systeme. Unterstützt werden die weitere Erhöhung der „Intelligenz“ und der Energieeffizienz der Systeme zu wettbewerbsfähigen Kosten sowie neue technologischen Entwicklungen, z. B. auf Basis von Siliziumkarbid oder Galliumnitrid. Die dadurch erreichbaren hohen Spannungsfestigkeiten und Stromdichten ermöglichen weltweit führende Smart-Power-Lösungen für strategische Anwendungsfelder wie Industrieautomation, erneuerbare Energien oder Elektromobilität.

### **Chip- und Systemdesign komplexer Systeme stärken**

Zwischen dem Technologieangebot und der Umsetzung im Produkt liegt der Design-Prozess. Die Potenziale der fortschreitenden Miniaturisierung der Halbleitertechnologien und die Möglichkeiten komplexer Systeme hoher Funktionsvielfalt und -dichte können nur erschlossen werden, wenn auch die „Designfähigkeit“ Schritt halten kann und neue Chips und Systeme rechtzeitig zu wettbewerbsfähigen Kosten fehlerfrei in die Produktion gebracht werden können. Komplexe Chips werden heute mit Hilfe von rechnergestützten Werkzeugen entwickelt – damit ist das Design neben der Fertigung zu einer weiteren Schlüsselkompetenz geworden. Dies gilt sowohl für „More Moore“- als auch „More than Moore“-Technologien. Design wird künftig vermehrt auch auf der Systemebene erfolgen. Eine besondere Bedeutung hat hierbei die Vernetzung von funktionalem Design mit den entsprechenden Technologien zur Herstellung des Gesamtsystems unter Berücksichtigung der Zuverlässigkeitsanforderungen (Chip/Package/System-Codesign). Gefördert wird daher die Entwicklung neuer Designmethoden und -werkzeuge für die Aufrechterhaltung einer konkurrenzfähigen Wertschöpfungskette, auch im Hinblick auf die Fertigung solcher Chips in einer deutschen oder europäischen Foundry. Eine drängende Herausforderung ist, die Zusammenarbeit innerhalb der Wertschöpfungskette – vom Hersteller miniaturisierter Komponenten bis zum Anwender – in einer durchgängigen Systementwicklung zu ermöglichen, um damit bei höchster Zuverlässigkeit und Fehlerfreiheit eine Erhöhung der Innovationsgeschwindigkeit zu erreichen, die für den Markterfolg elektronischer Systeme immer wichtiger wird.

### **Vorsprung in chipbasierten Sicherheitstechnologien ausbauen**

Die Vernetzung wird bis zum Jahr 2020 auf mehr als geschätzte 50 Mrd. Knoten anwachsen und eine der größten Herausforderungen dabei wird die Wahrung von Integrität und Sicherheit der Daten sein. Dazu gehören nicht nur die Daten, welche sich heute über Medien wie Mobilfunk und Internet austauschen lassen, sondern auch Daten, die in Echtzeit erzeugt, übertragen und verarbeitet werden müssen. Für die in Deutschland führenden Anbieter in Bereichen wie Mobilität, Industrieautomatisierung, Produktionstechnologie und Medizintechnik ist die Verfügbarkeit einer sicheren Vernetzung zwischen Maschinen, Werkstücken, Logistiksystemen sowie von sicheren digitalen Identitäten von Personen, Maschinen und Servern ein zentraler Innovationsfaktor. Unterstützt werden Forschung und Entwicklung, um den Vorsprung in chipbasierten Sicherheitstechnologien auszubauen.

## **4.2 Kompetenzen erhalten und gezielt entwickeln**

Darüber hinaus gilt es, den Zugang zu neuen und anderen wichtigen Technologieentwicklungen sicherzustellen sowie vorhandene Kompetenzen – etwa im Bereich der Produktionstechnologien – auszubauen.

### **Hochintegration und neue Technologien in der Elektronik mitgestalten**

Mittel- bis langfristig ist von großer Bedeutung, neue Entwicklungen aus dem „More Moore“-Bereich mitzugestalten und Synergien mit den „More-than-Moore“-Entwicklungen zu erschließen. Zur Mitgestaltung der Weiterentwicklung solcher Technologien werden FuE-Maßnahmen gefördert, insbesondere zu neuen Aufbau- und Verbindungstechniken, zur Fortentwicklung von Technologien für niedrigen Energieverbrauch (Ultra-Low-Power-Technologien) sowie zur Entwicklung neuer Technologien mit Zukunftspotenzial für neue Produktfamilien (z. B. 1D-Elektronik, organische und gedruckte Elektronik, Graphen, Nanoelektronik, Konvergenz von „More Moore“ und „More than Moore“).

### **Produktionstechnologien und Produktion voranbringen**

In Europa und Deutschland haben sich Material- und Gerätehersteller zur Chipproduktion etabliert, die auf dem Weltmarkt eine führende Stellung einnehmen. Die Herstellungstechnologien für die Halbleiterproduktion sind daher für den Standort Deutschland und Europa von hoher Relevanz, besonders dann, wenn es gelingt, europäischen Herstellern auf diese Weise Zugang zu modernsten Fertigungstechnologien zu verschaffen. Im Hinblick auf die Herausforderungen der kommenden Jahre werden nicht nur die Fortentwicklung einzelner Technologien wie der EUV-Lithografie und der Produktions- und Gerätetechnik auf 450 mm-Wafern gefördert, sondern auch die Weiterentwicklung der bestehenden Fertigungstechnologien und deren Optimierung auf Wafern bis zu 300 mm Durchmesser unterstützt, beispielsweise für die Anwendung auf dem Gebiet der Wafer-Level-3D-Integration. Hierzu gehören auch Weiterentwicklungen auf den Gebieten innovative Materialien und Anlagentechnik. Die Entwicklung neuer moderner Technologien erfordert eine Gesamtbetrachtung von Prozess, Materialien und Anlagen/Ausrüstung. Die Durchführung solcher Vorhaben soll vornehmlich im europäischen Verbund erfolgen.

Um die Wertschöpfungskette vom Halbleiter bis zum Endprodukt zu schließen, ist es erforderlich die Produktionstechnik für die Aufbau- und Verbindungstechnik weiter zu stärken. Hierzu zählen beispielsweise neue Anlagen und Prozesse für die hochpräzise, zuverlässige und kostengünstige Verarbeitung kleinster und unterschiedlicher Bauteile zu komplexen elektronischen und multifunktionalen Baugruppen und Systemen.

Die deutliche Steigerung der Wertschöpfung in Deutschland und Europa ist ein wichtiges Ziel der Förderprogramme zur Mikroelektronik. Hier ist es wichtig, die vollständige Wertschöpfungskette bis zum Elektroniksystem zu erhalten und weiterzuentwickeln. Die Erhöhung der Chipproduktion soll dabei einhergehen mit einem Wachstum des Marktanteils bei innovativen Produkten. Der Aufbau von Pilotproduktionslinien – auch für elektronische Bauelemente auf 450 mm-Wafern – wird im Rahmen europäischer Verbünde unterstützt, sofern die beteiligten Unternehmen sich verpflichten, in den Ausbau und Aufbau von Produktionslinien in Europa zu investieren.

## **Kompetenznetzwerke und KMU stärken**

Die Komplexität der Mikroelektronik in Forschung, Entwicklung und Fertigung erfordert die Zusammenführung unterschiedlicher Kompetenzen aus vielen Wissenschafts- und Ingenieursdisziplinen in Kompetenznetzwerke und regionale Cluster. Ziel der BMBF-Förderung ist es, regionale Stärken zu stärken und dazu die nationalen Kompetenznetzwerke und -zentren in Dresden/Chemnitz, in der Metropolregion Nürnberg/Erlangen sowie auch in Dortmund, Erfurt, Freiburg, Hannover, München und Stuttgart zu unterstützen. In diesem Zusammenhang wird die Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft zur Einrichtung von nationalen Leistungszentren in den Bereichen Mikroelektronik und Elektroniksystemen und die beabsichtigte Intensivierung der Zusammenarbeit mit europäischen Forschungseinrichtungen wie CEA-Leti in Frankreich, IMEC in Belgien und TNO in den Niederlanden begrüßt.

Design und Herstellung intelligenter Elektroniksysteme sind stark durch kleine und mittelständische Unternehmen geprägt. KMU sind durch ihre besondere Systemkompetenz ein wichtiger Innovationsmotor und eine wichtige Schnittstelle für den Transfer von Forschungsergebnissen aus der Wissenschaft in die Wirtschaft. Kleine und mittelständische Unternehmen werden gefördert, um ihnen eine adäquate Teilhabe in nationalen und europäischen Programmen zu ermöglichen (KMU-innovativ IKT, KMU-innovativ Produktionsforschung, Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM), Competitiveness of Enterprises and Small and Medium-sized Enterprises (COSME)).

### **4.3 Standort- und Rahmenbedingungen verbessern**

Die Hightech-Branche Mikroelektronik ist für ihren Erfolg auf kreative, engagierte und gut ausgebildeten Menschen angewiesen. Die Bundesregierung fördert Maßnahmen zur Nachwuchsgewinnung und zur qualifizierten Ausbildung, um für ein ausreichendes Fachkräfteangebot zu sorgen und dadurch dem drohenden Fachkräftemangel entgegenzuwirken.

Deutschland soll attraktiver Industriestandort für Elektroniksysteme und Chipherstellungstechnologien sein. Insbesondere sollen die Rahmenbedingungen dafür gestärkt werden, dass standortrelevante Elektronikkompetenzen in Wirtschaft und Wissenschaft gestärkt werden, um Deutschland als führenden Mitgestalter der kommenden Innovationen der digitalen Wirtschaft und Gesellschaft zu etablieren. Eine wichtige Randbedingung hierfür sind gleiche Wettbewerbsbedingungen (Level Playing Field) für alle Marktteilnehmer. Die staatlichen Beihilfen für Industrieansiedlungen im Bereich der Mikroelektronik unterscheiden sich in Asien, USA und Europa jedoch erheblich, wodurch die internationalen Standortbedingungen verzerrt werden. Die Bundesregierung unterstützt daher die Bemühungen der EU, die auf einen Stopp bzw. auf eine Begrenzung des bestehenden Subventionswettlaufes zwischen den europäischen, nordamerikanischen und asiatischen Wirtschaftsräumen abzielen. Zudem wird sich die Bundesregierung für eine Verbesserung auch der unternehmerischen Investitionsbereitschaft im Mikroelektronik-Bereich einsetzen. Hierbei werden auch die Möglichkeiten, die sich aus dem neuen EU-Beihilferecht ergeben, geprüft.

## **5. Umsetzung**

Das Positionspapier dient als Grundlage für die deutsche Position in den europäischen Initiativen und Programmen Horizont 2020, ECSEL und weiteren europäischen Initiativen. Es dient zugleich auch als Leitlinie für die Gestaltung der künftigen nationalen Forschungsagenda, um eine kohärente Förderung der Mikroelektronik auf nationaler und europäischer Ebene zu gewährleisten. Das BMBF strebt an, die nationalen Fördermittel zur Mikroelektronik zu verstärken und den deutschen Beitrag zu ECSEL zu verdoppeln.

Zur Konkretisierung der notwendigen Maßnahmen und Schritte im Hinblick auf die Verbesserung der Innovations- und Rahmenbedingungen für die Mikroelektronik werden BMBF, das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie und das Bundesministerium des Innern – ggf. unter Beteiligung weiterer Ressorts – einen Aktionsplan ausarbeiten.

Das BMBF wird in Abstimmung mit dem BMWi und BMI die Beteiligten in Wirtschaft, Wissenschaft und Politik zu Expertengesprächen einladen. Hierbei sollen die bereits existierenden Initiativen auf Bundes- und Landesebene einbezogen werden. Ziel ist es, die deutsche Position unter Einbeziehung des Aktionsplans zu einer Forschungs- und Innovationsagenda weiterzuentwickeln.