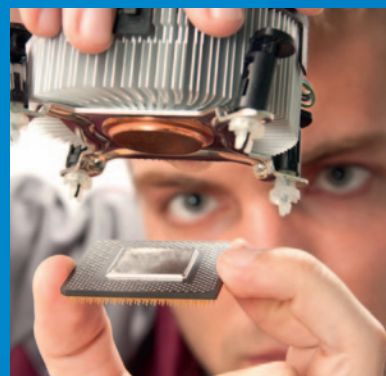
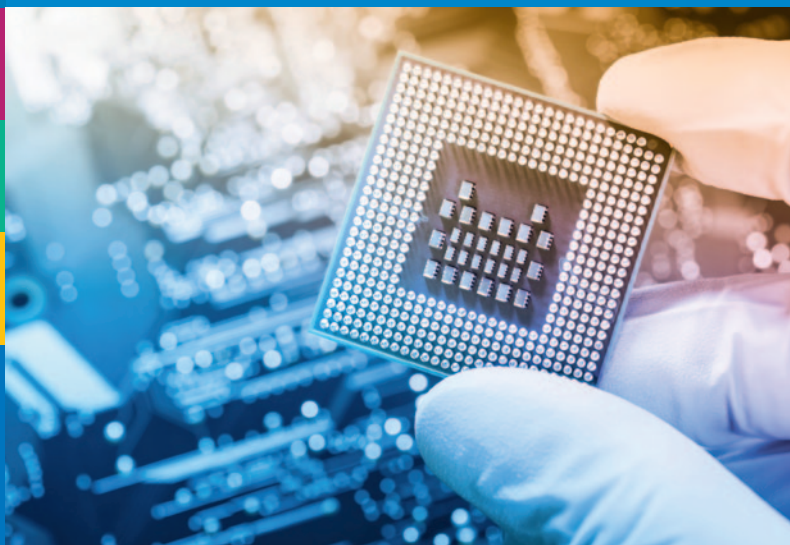


VDE-POSITIONSPAPIER



HIDDEN ELECTRONICS

GMM

ITG

VDE

Autoren

Damian Dudek, DFG, Bonn

Gerhard P. Fettweis, TU Dresden

Lothar Frey, Fraunhofer IISB, Erlangen

Dietmar Kissinger, Universität Erlangen-Nürnberg

Christoph Kutter, Fraunhofer EMFT, München

Wolfgang Mathis, Universität Hannover

Paolo Lugli, TU München

Peter Russer, TU München

Robert Weigel, Universität Erlangen-Nürnberg

Ingo Wolff, IMST GmbH, Kamp-Lintfort

Impressum

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.

Stresemannallee 15 · 60596 Frankfurt am Main

VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM)

Telefon 069 6308-227 · E-Mail gmm@vde.com · <https://www.vde.com/gmm>

Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG)

Telefon 069 6308-362 · E-Mail itg@vde.com · <https://www.vde.com/itg>

Bildnachweise ©: iStock

Design: www.schaper-kommunikation.de

April 2014

Hidden Electronics

Ein Positionspapier zur Situation der Elektronik- Wirtschaft in Deutschland und Europa

Die VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM)

Die GMM fördert die wissenschaftliche und technische Entwicklung der Mikroelektronik und der Mikrosystem- und Feinwerktechnik sowie deren Anwendungen. Sie initiiert in Fachtagungen, Workshops und Konferenzen den dazu erforderlichen Dialog zwischen Herstellern, Anwendern, Wissenschaft und Politik. Mit ihren Studien und Strategiepapieren bringt die GMM ihre Expertise in Politik und Gesellschaft ein. Ein Schwerpunkt der GMM-Aktivitäten liegt in der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Die GMM mit ihren 9.500 Mitgliedern und 600 aktiven ehrenamtlichen Mitarbeitern wird von den beiden Ingenieurverbänden VDE und VDI getragen. Die fachliche Arbeit vollzieht sich in 7 Fachbereichen mit ca. 45 Fachausschüssen.

Die Informationstechnische Gesellschaft im VDE (ITG)

Die ITG fördert Forschung und Anwendung der Informationstechnik (ITK) sowie deren effizienten Einsatz in den Bereichen Daten- und Kommunikationstechnik und -systeme, Umweltschutz, Medizin und Verkehr. Mit ihrem weitgespannten internationalen Netzwerk versteht sie sich als Plattform für Innovationen und Wissenstransfer für die erfolgreiche Kooperation von Industriepartnern und Forschungseinrichtungen. In Fachtagungen, Diskussionsveranstaltungen und Workshops, mit Studien und Empfehlungen bringt die ITG ihre Expertise in Politik und Gesellschaft ein. Ein weiterer Schwerpunkt ist die intensive Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Die ITG mit ihren 10.000 Mitgliedern und 1.300 ehrenamtlichen Mitarbeitern arbeitet in 10 Fachbereichen mit 36 Fachausschüssen und 39 Fachgruppen sowie 4 Fokusprojekten.

Der VDE

Der VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik ist mit 36.000 Mitgliedern, davon 1.300 Unternehmen, einer der großen technisch-wissenschaftlichen Verbände Europas.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	5
2. Elektronik und das Moore'sche Gesetz	7
3. Warum ist Elektronik so wichtig? Warum sieht man sie nicht?	9
4. Neun Missverständnisse und ihre Bedeutung für die Industrie Deutschlands und Europas	11
5. Für die breite Sicherung der Industrieproduktion in Europa sind die folgenden Halbleitertechnologien besonders wichtig	17
6. Empfehlungen an die Politik	21

1. Einleitung

Deutschland hält aufgrund seiner innovativen, am Export orientierten, Systemexpertise mit Technologie- und Komponentenkompetenz verbindenden Industrie die Spitzenposition in der europäischen Industrielandschaft inne. Hierfür spielen insbesondere hochinnovative Elektroniktechnologien der **Mikro- und Nanoelektronik**, der Leistungselektronik und der Photonik eine zentrale Rolle. Nachdem mehr als 50 Prozent aller Industriearbeitsplätze von der Verfügbarkeit modernster mikro- und nanoelektronischer Komponenten abhängig sind, ist diese Abhängigkeit faktisch noch viel größer.

Die Mikro- und Nanoelektronik ist in Europa direkt für 200.000 und indirekt für 1.000.000 Arbeitsplätze verantwortlich und die Nachfrage nach Fachkräften besteht ungebrochen.

Ähnlich dem Rest der Welt konzentriert sich Europas Mikro- und Nanoelektronikindustrie um große regionale Produktions- und Design-Zentren. Die Regionen um Dresden (Deutschland), Grenoble (Frankreich) und Eindhoven-Leuven (Niederlande-Belgien) beheimaten die drei sichtbarsten Forschungs- und Produktionszentren mit zunehmender Spezialisierung in einer der drei Gebiete „More Moore“, „More than Moore“ (siehe Abschnitt 2) sowie Equipment und Materialien. Weiterhin beheimatet die Region um Dublin (Irland) eine große europäische Produktionsstätte für Mikroprozessoren, und Cambridge (UK) beherbergt das führende Unternehmen auf dem Gebiet des Entwurfs stromsparender Mikroprozessoren, die in einer Vielzahl von mobilen Endgeräten eingesetzt werden. Diese Cluster-Bildung und regionale Spezialisierung ist essentiell für die zukünftige Entwicklung des Sektors. Sie beruht darüber hinaus jedoch auch auf einer breit über Europa gestreuten Zulieferkette. Diese beinhaltet kleinere, jedoch hoch innovative und spezialisierte Cluster wie die Regionen um Regensburg, München, Berlin und Frankfurt (Oder) (Deutschland), Graz und Wien (Österreich), Mailand und Catania (Italien) oder Helsinki (Finnland).

Europa zählt drei große einheimische Mikro- und Nanoelektronik-Unternehmen auf Rang 9 (STMicroelectronics), Rang 12 (Infineon Technologies) und Rang 15 (NXP) der weltweiten Verkaufszahlenliste im Jahr 2013. Weiterhin investieren mehrere große Übersee-Unternehmen in Europa (z.B. Globalfoundries und Intel). Deutlich über 50 Prozent der Mikroelektronikproduktion Europas ist in Deutschland angesiedelt. Deutschland spielt eine herausragende Rolle in der Mikroelektronik für Europa und muss sich dieser Verantwortung bewusst sein. Die europäische Mikro- und Nanoelektronikindustrie wird darüber hinaus durch eine hoch wettbewerbsfähige und ausgedehnte Wertschöpfungskette und ein Ökosystem von Unternehmen getragen. Unter diesen befindet sich eine Vielzahl von KMUs in den genannten regionalen Clustern.

Europa ist relativ unbeteiligt an der Produktion von Computern und elektronischen, verbrauchermarktorientierten Komponenten, die einen Großteil des Gesamtmarktes ausmachen. Es ist jedoch führend auf den Gebieten der Elektronik für den Automobilssektor (ca. 50 Prozent Marktanteil), Energieanwendungen (ca. 40 Prozent Marktanteil) und der Industrieautomatisierung (ca. 35 Prozent Marktanteil). Europa ist darüber hinaus weiterhin stark im Elektronikentwurf für die mobile Telekommunikation. Unternehmen in Europa, darunter eine hohe Anzahl von KMUs, sind Weltmarktführer im Bereich intelligenter Mikrosysteme wie z.B. medizinischer Implantate oder MEMS-Sensorik und Hochfrequenztechnologien. Obwohl diese derzeit teilweise noch einen Nischenmarkt darstellen, verzeichnen sie Wachstumsraten von mehr als 10 Prozent pro Jahr. Eine weitere Schlüsselposition ist Europas Führungsrolle im stark wachsenden Markt der stromsparenden, energieeffizienten Komponenten. Die Konzeption von sicheren integrierten Schaltungen für die Massenanwendung in Chipkarten und elektronischen Ausweisdokumenten ist ebenfalls in Deutschland beheimatet und gewinnt zunehmend an gesellschaftlicher Aktualität. Die Technologie und Herstellung dieser Schaltkreise ist derzeit noch in Europa angesiedelt, obwohl Firmen wie NXP die Verlegung der Produktion nach Asien planen.

Auf dem Gebiet der **Leistungselektronik** hat Deutschland nach wie vor eine weltweit führende Stellung inne. Mit Infineon Technologies (Nr. 1) und STMicroelectronics (Nr. 5) sind führende Hersteller von Bauelementen in Europa vertreten. Der weltweite Umsatz leistungselektronischer Bauelemente beträgt ca. 20 Milliarden Dollar, für Umrichter ca. 40 Milliarden Dollar und für Systeme ca. 130 Milliarden Dollar. Etwa 30 Prozent davon wird in Europa erwirtschaftet. Auch ist die Wertschöpfungskette auf diesem Gebiet vollständig in Deutschland vorhanden, da starke Zulieferer und industrielle Endnutzer der Leistungselektronik im Bereich Energie, Industrie und Anlagenbau und vor allem Automobile erfolgreich tätig sind.

Die **Photonik**, nämlich die Erzeugung, Kontrolle, Messung und Nutzung von Licht in Bereichen wie der Produktionstechnik, der Netzwerktechnologien, der Bildverarbeitung, der Messtechnik, der optischen Komponenten sowie in der Medizintechnik bildet heute einen Weltmarkt mit einem Umsatzvolumen von 250 Milliarden Euro. Deutsche Unternehmen, mit über 120.000 Arbeitsplätzen, zählen zu den Weltmarktführern in dieser Branche. Zwischen 2005 und 2011 wurden rund 30.000 neue Arbeitsplätze geschaffen. Die Inlandsproduktion der deutschen Photonikindustrie stieg im Jahr 2011 auf rund 27 Milliarden Euro gegenüber 17 Milliarden Euro in 2005.

2. Elektronik und das Moore'sche Gesetz

Elektronik ist heute so selbstverständlich, dass wir schon gar nicht mehr darüber staunen, wo sie überall zu finden ist. Das Basismaterial der Elektronik in miniaturisierter Form ist Silizium und es wird in dieser Funktion außer in Spezialanwendungen der Hoch- und Höchstfrequenztechnik wohl auch auf absehbare Zeit nicht abgelöst werden. Wie kaum eine andere Technologie hat die auf Silizium basierende CMOS-Mikroelektronik (CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor) in den zurückliegenden 30 Jahren unseren Alltag verändert. Personal Computer, Internet, Mobilfunktelefone und Digital-Fotografie sind heute selbstverständlich. Alle diese Anwendungen basieren insbesondere auf einer Entwicklung: Der stetigen Verkleinerung der MOSFET (Metal-Oxid-Semiconductor-Field-Effect-Transistor)-Strukturen. Waren diese Strukturen zu Beginn in den integrierten Schaltungen noch $10\ \mu\text{m}$ ($1\ \mu\text{m} = 10^{-6}\ \text{m}$) „groß“, was etwa der Größe eines menschlichen roten Blutkörperchens entspricht, so sind diese heute auf Virus-Größe von etwa $100\ \text{nm}$ ($1\ \text{nm} = 10^{-9}\ \text{m}$) und darunter (z.B. $28\ \text{nm}$) geschrumpft. Praktisch alle Produkte unseres täglichen Lebens bis hin zur Wasch- und Spülmaschine hängen von ihrem Funktionieren ab. Die Bauteile der Mikroelektronik werden immer kleiner, und dennoch erhöht sich ihre Leistung ständig. Der Amerikaner Gordon Moore hatte schon 1965, nur wenige Jahre nach der Erfindung der Integrierten Schaltungen, beobachtet, dass die realisierbare Dichte der Transistoren mit der Zeit exponentiell ansteigt. Das seither als Moore'sches Gesetz bekannte Phänomen gilt auch heute noch weitgehend: Etwa alle 18 Monate wird in schöner Regelmäßigkeit eine Verdoppelung der Transistorzahl auf einem Chip realisiert. Diese fortschreitende Miniaturisierung (Skalierung, genannt „More Moore“) ist allerdings nicht beliebig fortsetzbar und physikalische Grenzen sind bereits heute erkennbar, sie werden unterhalb einer Strukturgröße von $10\ \text{nm}$ deutlich zunehmen. Insofern ist ein Ende der durch das Moore'sche Gesetz formulierten Dynamik in der Entwicklung der Mikroelektronik absehbar. Bereits jetzt laufen weltweit intensive Forschungsverfahren, um alternative Technologien für eine weitere Entwicklung der Mikroelektronik z.B. auf der Basis von neuen Nanostrukturen zu erarbeiten. Diese Bemühungen laufen unter dem Begriff „More than Moore“.

Eine weitere Entwicklung ist die 3D-Integration. Werden heute Schaltkreise durch sukzessives planares Stapeln und die Strukturierung von Schichten auf dem Substrat Silizium hergestellt, ähnlich einem mehrstöckigen Haus, so bereitet sich die Industrie auf die direkte Herstellung von dreidimensionalen Schichten und das Stapeln und Verbinden von Chips zu sogenannten 3D-Stapeln vor. Ähnlich einer komplexen Topographie eines mehrstöckigen Hauses stellen dabei die Verbindungsnetz-

werke zwischen den Ebenen eine große Herausforderung dar. Heute werden bereits Speicherchipstapel mit 16 Chips Höhe im Volumen gefertigt. Es kann daher erwartet werden, dass weit über 100 Chips in absehbarer Zukunft in einem Stapel untergebracht werden, was dem Moore'schen Gesetz weitere 15 Jahre Gültigkeit erlauben dürfte.

3. Warum ist Elektronik so wichtig? Warum sieht man sie nicht?

Elektronik ist in vielen Anwendungen nicht sichtbar und dennoch benutzen wir sie jeden Tag auf vielfältige Weise. Das geht schon ganz am Morgen los, wenn unser Wecker läutet. Ein Quarzkristall in der Uhr schwingt 33 Tausend Mal in der Sekunde und kann damit die aktuelle Uhrzeit extrem präzise bestimmen. Unsere elektrische Zahnbürste wird von einem Mikrocontroller gesteuert, der bei zu hohem Anpressdruck auf die Zähne die Bürste abschaltet. Wenn wir zur Arbeit fahren, begleitet uns die Elektronik lückenlos. Egal ob wir unser Auto nutzen, das durch Elektronik gesteuert wird, oder ob wir öffentliche Verkehrsmittel benutzen, ohne Elektronik geht nichts mehr. Unser beruflicher Alltag wurde durch die moderne Kommunikationselektronik grundlegend verändert. Ebenso unser privates Kommunikationsverhalten. Elektronik ist zum wesentlichen Innovationsmotor in allen Lebensbereichen geworden. Sie ist ubiquitär, aber man sieht sie nicht. Sie bleibt versteckt – Hidden Electronics.

Wenn die Elektronik so wichtig ist, warum sieht man sie dann nicht? Die Antwort darauf ist ganz einfach: Elektronische Systeme sind so gebaut, dass man kein Transistorspezialist sein muss, um sie bedienen zu können. Um das Mobiltelefon zu nutzen, muss man nicht den UMTS-Protokoll-Stack verstehen und man muss auch kein Spezialist für elektromagnetische Felder sein, um beim Einparken den Abstand zum Auto vor und hinter einem zu messen. Elektronik ist für uns nur nutzbar, wenn die Schnittstelle zum Menschen einfach und intuitiv funktioniert.

Die Elektronik wird in den nächsten Jahren einen noch größeren Stellenwert bekommen, weil sie für die Lösung der großen gesellschaftlichen Herausforderungen unabdingbar ist: Es wird kein Smart Grid ohne Elektronik geben, es gibt keine Energiewende ohne Elektronik, und die e-Mobility wird ohne Elektronik auch nicht zurechtkommen, die Medizintechnik und unsere gesamte medizinische Diagnostik ist ohne Elektronik nicht mehr denkbar.

Und warum ist die Elektronik gerade für Deutschland so wichtig? Deutschland konnte im Gegensatz zu vielen anderen europäischen Ländern bisher seine industrielle Basis halten. Der Grund hierfür liegt vor allem im Erfolg vieler kleiner und mittelständisch geprägter Unternehmen, die in ihrem Sektor eine marktführende Stellung einnehmen und dadurch einen hohen Exportanteil aufweisen. Diese Unternehmen sind oft wenig bekannt und werden deshalb als „Hidden Champions“ bezeichnet. Die deutschen Hidden Champions differenzieren sich vom Wettbewerb durch eine herausragende Qualität und durch ein hohes Innovationstempo. Die Elektronik wird in den nächsten Jahren eine Schlüsselrolle für die Innovationsfähigkeit der deutschen Hidden Cham-

pions spielen. Hierbei wird die Elektronik vor allem in Bereiche vordringen, die bisher noch ohne sie auskamen. Ein Beispiel dafür ist der klassische Maschinenbau, der derzeit durch die Verbindung von Mechanik mit Elektronik einen Innovationsschub erfährt. Ein anderes Beispiel kann im Automobilsektor gefunden werden, wo mittlerweile achtzig Prozent der Innovationen auf innovativer Elektronik beruhen. Und auch hier ist es so, dass die Elektronik selbst in der Innovation nicht sichtbar ist. Für die sichere Auslösung des Airbags - ohne Fehlalarm - sind hochpräzise elektronische Messaufnehmer nötig, die zusammen mit den Datenverarbeitungsalgorithmen in Sekundenbruchteilen die richtige Entscheidung für die Auslösung des Airbags treffen. Die Beherrschung der Elektronik ist für die Innovationskraft der deutschen Wirtschaft entscheidend. Der Elektronik im Allgemeinen und der Fähigkeit zur Entwicklung und Herstellung elektronischer Systeme im Besonderen kommt eine Schlüsselrolle für die industrielle Produktion im 21. Jahrhundert und damit für den weiteren wirtschaftlichen Erfolg der deutschen Unternehmen zu. Die Elektronik ist ein grundlegender Bestandteil fast aller technischen Systeme und damit prägender Teil unseres alltäglichen Lebens. Derzeit verfügbare elektronische Realisierungen gehen bereits über Systeme hinaus, welche Messungen, Datenverarbeitung und Speicherfunktionen kombinieren. Die zukünftigen technischen Systeme werden zunehmend vollständig integrierte, intelligente Funktionen beinhalten. Sie werden detektieren, eine Situation diagnostizieren, beschreiben und qualifizieren, sich gegenseitig identifizieren und miteinander kommunizieren, interagieren und elektrische und nichtelektrische Operationen durchführen, entscheiden und Entscheidungshilfen geben. Diese Systeme werden häufig vernetzt, teilweise energetisch unabhängig, miniaturisiert und hoch zuverlässig sein.

4. Neun Missverständnisse und ihre Bedeutung für die Industrie Deutschlands und Europas

Es gibt neun Missverständnisse in der Debatte um die Elektronik als Schlüsseltechnologie und ihre Bedeutung für Deutschland und Europa, diese sind:

1. Wir brauchen keine europäischen Elektronikkomponenten – man kann sie aus anderen Regionen der Welt zukaufen.
2. Mit der Elektronik läuft das wie mit der Photovoltaik, wir werden uns vor der chinesischen Konkurrenz sowieso nicht schützen können.
3. Der freie Markt darf nicht gestört werden.
4. Wenn der Markt gestört wird, kann das mit Strafzöllen behoben werden.
5. Es ist billiger in Asien zu produzieren.
6. Deutschland hat den Anschluss in der Elektronik längst verloren.
7. Die Investitionen in Fabriken für die Fertigung unter 15 nm Strukturbreite sind in Europa nicht darstellbar.
8. Die System- und Software-Ebenen sind treibend für die Innovation – die Hardware spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle.
9. Elektronik ist Hardware und Hardware hat keine sicherheitsrelevante Bedeutung für den Aufbau von komplexen und intelligenten Systemen.

Zum Missverständnis Nummer 1: Wir brauchen keine europäischen Elektronikkomponenten – man kann sie aus anderen Regionen der Welt zukaufen.

Auch wenn die Funktion im System realisiert wird, das aus der Integration mehrerer Komponenten besteht, spielen die Komponenten für die Differenzierung eine wesentliche Rolle. Bei geringen Stückzahlen wird man vornehmlich Standardkomponenten verwenden und dann ist deren Herkunft auch nicht wichtig. Sobald die Stückzahlen aber größer werden, oder spezielle, nicht in Standardkomponenten erhältliche Funktionen benötigt werden, ist es von Vorteil, anwendungsspezifische Bauteile zu entwickeln. Die Systemvorteile sind geringere Kosten, geringerer Energieverbrauch, höhere Zuverlässigkeit und höhere Integrationsdichten und Funktionen, die mit Standardkomponenten nicht zu realisieren sind. Die Systemdefinition und die Definition der Komponenten erfolgt in der Regel in eng abgestimmten symbiotischen Wertschöpfungsketten. Der Zulieferer und das Systemhaus arbeiten vertrauensvoll zusammen und geben sich gegenseitig die funktionalen Geheimnisse ihres Wettbewerbsvorteils preis. Wenn Europa die Elektronikkomponentenherstellung verliert, wird es in Zukunft keine Partner für die vertrauensvolle Zusammenarbeit bei der Entwicklung solcher spezieller Elektronikkomponen-

ten mehr haben und über kurz oder lang auch die nächste Stufe der Wertschöpfung, die Systemintegration, verlieren. Wenn Elektronikzulieferer nur noch außerhalb Europas existieren, gibt es keine Möglichkeit, die Innovationsführerschaft zu sichern.

Zum Missverständnis Nummer 2: Mit der Elektronik läuft das wie mit der Photovoltaik, wir werden uns vor der chinesischen Konkurrenz sowieso nicht schützen können.

In Debatten um die Elektronikförderung wird immer wieder die Photovoltaik als Beispiel für wenig erfolgreiche Förderung herangezogen. Der Vergleich ist aus mehreren Gründen nicht richtig: Die Photovoltaik ist eine Spezialapplikation, um Sonnenstrahlung in elektrische Energie umzuwandeln. Die Physik dahinter ist zwar sehr interessant, die Herstellung der PV-Module bietet allerdings nur Differenzierungsmöglichkeiten bezüglich Preis, Effizienz und Haltbarkeit. Elektronik ist im Gegensatz dazu eine Schlüsseltechnologie, die für die Bestimmung der Funktionalität in der gesamten Breite aller Anwendung eine entscheidende Rolle spielt. In vielen Fällen liefert die Elektronik die entscheidenden Innovationsmerkmale der neuen Produkte. Durch die Vielfalt der Anwendungen ist die Elektronik äußerst komplex. Die aufstrebenden Volkswirtschaften haben die Bedeutung der Elektronik für ihre Wirtschaftskraft erkannt und unternehmen enorme Anstrengungen, um möglichst viele Wertschöpfungsstufen dieser Schlüsseltechnologie bei sich anzusiedeln. Deutschland und Europa hingegen ziehen sich aus den relevanten Teilen dieser Bereiche zurück und verlieren damit ihre Kompetenzen sowie die als vertrauensvoll anzusehenden Industriepartner auf diesem Gebiet.

Zum Missverständnis Nummer 3: Der freie Markt darf nicht gestört werden.

Im Bereich der Herstellung elektronischer Komponenten und speziell integrierter elektronischer Schaltkreise ist der Markt seit vielen Jahren stark verzerrt. Während auf europäischer Ebene und in den Nationalstaaten ordnungspolitische Debatten geführt werden, laufen in Asien und Amerika staatlich unterstützte Masterprogramme ab, um Chipfabriken anzusiedeln. Speziell asiatische Staaten und auch die USA schrecken vor einer massiven Förderpolitik in diesem Bereich nicht zurück. Hierbei werden hauptsächlich die anfänglichen Investitionen einer Ansiedlung gefördert, während die jährlichen Reinvestitionen von ca. 10-20 Prozent der Investitionssumme zum großen Teil vom Unternehmen finanziert werden. Da die Komponentenhersteller weltweit tätig sind, werden zukünftige Chipfabriken fast ausschließlich in Asien und Amerika gebaut. In Europa werden derzeit nur noch 7 Prozent der Investitionen für Halbleitertequipment getätigt. Europa gerät damit in eine gefährliche Abhängigkeit von den beiden anderen großen Wirtschaftsregionen und wird von den Innovationen, die von dieser Seite zugeliefert werden, abhängig. Um

diese Tendenz umzukehren, hat EU-Kommissarin Neelie Kroes im Jahre 2013 eine Verdopplung der Produktionskapazitäten in Europa als ein vornehmliches Ziel der Kommission benannt.

Zum Missverständnis Nummer 4: Wenn der Markt gestört wird, kann das mit Strafzöllen behoben werden.

Strafzölle können nur aus einer Machtposition heraus von einer Region erhoben werden. Wenn Europa sich in außereuropäische Abhängigkeit bei der Zulieferung der Elektronik begibt, kann die gesamte Industrie für Gegenmaßnahmen anfällig werden. Ein ähnliches Gegengewicht in einem Wirtschaftskrieg kann Europa nicht aufweisen. Auch hat die Elektronikbranche extrem schnelle Innovationszyklen. Innerhalb von wenigen Jahren entstehen Weltkonzerne und verschwinden auch wieder. Auf der anderen Seite sind Strafzölle ordnungspolitische Instrumente, die mit einem großen zeitlichen Nachlauf verhängt werden, wenn es genügend Evidenz für Wettbewerbsverzerrungen gibt. Das setzt voraus, dass der Markt über einen längeren Zeitraum beobachtet wird. Wenn die Verletzung dann offensichtlich ist, findet eine politische Debatte statt, bis die Strafzölle letztendlich beschlossen werden. Die ursprüngliche Wettbewerbsverzerrung hat dann im Elektronikbereich bereits dazu geführt, dass Fabriken verlagert wurden oder ganze Firmen aus dem Geschäft ausgestiegen sind. Die Strafzölle sind somit völlig wirkungslos.

Zum Missverständnis Nummer 5: Es ist billiger in Asien zu produzieren.

Moderne Halbleiterfabriken sind heute zu über 90 Prozent automatisiert. Die Anlagen sind untereinander vernetzt und die Chargen werden mit automatisierten Transportbändern von einer Anlage zur nächsten gebracht. In den Chipfabriken ist die Vision „Industrie 4.0“ bereits heute Realität. Die Haupttätigkeiten in diesen Fabriken werden von Ingenieuren im Bereich Wartung/Maintenance und Entwicklung ausgeführt. Durch die hohen Lohnsteigerungen der letzten Jahre auch in Asien sind die Kosten für Maintenance- und Entwicklungsingenieure hier auf einem ähnlichen Niveau wie in Europa. Auch die Kapitalkosten sind davon unabhängig, in welcher Region die Investition getätigt wird. Die entscheidenden Faktoren für die Investitionsentscheidungen sind vor allem Themen wie Energiekosten, Steuern und lokale Förderinstrumente.

Zum Missverständnis Nummer 6: Deutschland hat den Anschluss in der Elektronik längst verloren.

Deutschland hat hervorragende Kompetenzen in breiten Feldern der Elektronik. Als wichtigste Bereiche sind die Systemkompetenz herauszuheben, das Beherrschen komplexer Elektroniksysteme, die aus Hardware und eingebetteter Software bestehen. Durch die hohe Komplexität und die starke anwendungsspezifische Differenzierung können diese Kompetenzen nicht leicht kopiert werden. Es braucht viele

Jahre um sie aufzubauen. Im Bereich der Komponenten hat Deutschland eine starke Stellung in den sogenannten „More than Moore“-Technologien, den Technologien, die „im Kielwasser“ der immer weiteren Verkleinerung von Strukturgrößen durch eine Diversifizierung gewonnen werden. Hierbei werden Innovationen, die in der Strukturverkleinerung gewonnen werden, zeitlich versetzt auch für komplexe Technologien umgesetzt. Ein Beispiel ist die More-than-Moore-Technologie für Automotive, Leistungselektronik und Sensorik. Hier wird Wissen über die feinstrukturierten Prozessschritte von More-Moore auf More-than-Moore transferiert. Deutschland hat Stärken im Bereich der Leistungshalbleiter, der Hochfrequenz-Schaltungen, bei Analog- und Mixed-Signal-Schaltungen, bei mikroelektromechanischen Systemen (MEMS), in der Photonik und hat das führende Werk der More-Moore-Fertigung Europas. Deutschland und Europa haben leider die Speicherherstellung an Asien und Amerika verloren. Dieser Wettbewerb ist hoch kompetitiv und wird in anderen Regionen der Welt sehr oft durch staatliche Unterstützungen verzerrt. Im Bereich der „More Moore“-Technologien, der Technologien, bei denen die Strukturgröße der Transistoren und Bauelemente massiv verkleinert wird, ist Europa weltführend in der Forschung, angesiedelt beim IMEC in Belgien. Alle großen Halbleiterhersteller der Welt bündeln dort ihre Forschung. In der Fertigung bis 28 nm ist Deutschland auch mit führend auf der Welt. Bei der nun anstehenden Fertigung unter 28 nm spielen Deutschland und Europa bisher leider keine Rolle. Auch bei diesen Technologien gibt es einen sehr harten Wettbewerb, der zu einer starken Konsolidierung der Global Player geführt hat. Für Strukturgrößen kleiner 15 nm denkt man, dass es zukünftig weltweit nur noch vier Firmen im Bereich der Logikbausteine und drei Firmen im Bereich der Speicherbausteine geben wird, die in diesem Wettbewerb werden standhalten können.

Zum Missverständnis Nummer 7: Die Investitionen in Fabriken für die Fertigung unter 15 nm Strukturbreite sind in Europa nicht darstellbar.

Zukünftige Halbleiterfabriken für die Fertigung von Chips mit 10 nm Strukturgröße und kleiner benötigen Investitionsmittel in der Größenordnung von 10 Milliarden US\$; solche Größenordnungen sind in Europa angeblich nicht möglich. Dies ist nicht der Fall, wie das Beispiel der von Globalfoundries in Dresden getätigten Investitionen demonstriert. Hier hat Globalfoundries alleine in den letzten vier Jahren in dieser Größenordnung investiert, um drei große Fertigungslinien für 300 mm-Durchmesser Wafer und Strukturen von 28 nm Größe in Deutschland aufzubauen. Firmen sind also durchaus bereit und in der Lage Investitionen in dieser Größenordnung zu tätigen, wenn die Rahmenbedingungen stimmen.

Zum Missverständnis Nummer 8: Die System- und Software-Ebenen sind treibend für die Innovation – die Hardware spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle.

In komplexen Systemen gibt es mehrere Ebenen, auf denen Elektronik eine entscheidende Rolle spielt: Zuunterst ist die Hardware-Ebene, die durch die spezifischen Materialien sowie die Bauteile und deren Integration charakterisiert ist. Die Hardware kann aus mehreren mechanischen, elektronischen und photonischen Komponenten sowie deren Verbindung bestehen. Die zweite Ebene besteht aus der hardware-nahen Software, die die Grundfunktionen der Hardware realisiert und die Anbindung zu den Softwareebenen sicherstellt. In der Softwareebene wird die eigentliche Funktion realisiert. Danach kann es je nach System noch Ebenen für die Einbindung in ein übergeordnetes Netzwerk und weitere Applikationsebenen geben. Gerade in der Abstimmung der Hardware mit der Software und der Systemebene liegen sehr viele Optimierungspotenziale. Beispielsweise können Funktionen entweder in Hardware oder Software implementiert werden, was auf die Funktion und die Herstellungskosten einen großen Einfluss hat. Für ein gutes Ergebnis ist eine Abstimmung der einzelnen Ebenen aufeinander unentbehrlich. Eine reine Betrachtung der oberen Softwareebenen ist nicht ausreichend. Beispiele hierfür sind Höchstfrequenzschaltungen, photonische Bauelemente, MEMS-Sensoren, bei denen die Abstimmung der Hardware auf die Ausleseschaltungen und die nachfolgende Software entscheidend für die Funktion sind.

Zum Missverständnis Nummer 9: Elektronik ist Hardware und Hardware hat keine sicherheitsrelevante Bedeutung für den Aufbau von komplexen und intelligenten Systemen.

Nach Bekanntwerden der Überwachungsaktivitäten der amerikanischen NSA und anderer Einrichtungen ist die Diskussion um die Datensicherheit in den Netzen und Datensystemen, die durch Software gesteuert sind, intensiv geworden. Noch nicht so intensiv in die Diskussion einbezogen ist die Fragestellung, inwieweit bei einer Abhängigkeit von der Elektronikproduktion in anderen Ländern auch die Gefahr einer Ausspähung von Daten, Prozessen und Systemkenntnissen über in die produzierte Hardware implementierte eingebettete Spionageelemente gegeben ist. Ein erster Ansatz zu dieser Diskussion ging soeben durch die Presse, als in Bügeleisen und Kaffeekochern integrierte Mikrofone, Kameras und WLAN-Verbindungselemente gefunden wurden. Wenn Deutschland und Europa seine noch führende Rolle im Systementwurf und der Systemherstellung auf Dauer halten wollen, benötigt sie sicherheitszertifizierte Elektronikproduzenten, ähnlich wie im Bereich der Banknotendruckereien, um sich vor einer hardwarebasierten Ausspähung durch andere Länder abzusichern. Auch eine Sicherstellung einer breiten Fertigung in Europa, besonders auch für höchstintegrierte Schal-

tungen mit kleiner Strukturbreite, ist zur Sicherung der Integrität wichtig. Heute sprechen wir nur über in Software realisierte Viren und Trojaner, allerdings sind diese gerade in komplexen elektronischen Schaltungen mit mehreren Milliarden Bauelementen genauso in Hardware möglich. Wenn eine Firma einen Halbleiterhersteller beauftragt, seinen Chip herzustellen, können in der Fertigung in Zukunft leicht Trojaner mit eingeschleust werden.

5. Für die breite Sicherung der Industrieproduktion in Europa sind die folgenden Halbleitertechnologien besonders wichtig

Low Power- und echtzeitfähige Technologien: Halbleiter-Schaltkreise mit niedrigem Leistungsverbrauch sind besonders wichtige Schlüsselelemente der Elektronik. Durch die nach dem Moore'schen Gesetz fortgeschrittene Herunterskalierung der CMOS-Technologie in den Nanometerbereich war es in den letzten Jahren möglich, bei gleichzeitiger Leistungssteigerung den Energieverbrauch drastisch zu senken. Mehrkernprozessoren hoher Rechenleistung auf einem einzigen Chip wurden dadurch möglich. Die Realisierung einer kompletten Geräteelektronik auf einem einzigen Chip (Systems on Chip, SoC) erhöht die Zuverlässigkeit bei gleichzeitiger erheblicher Verringerung der Gerätekosten. Geringerer Stromverbrauch ermöglicht bei mobilen Geräten kleinere Baugrößen von Batterien, verringert dadurch Gewicht, Größe und Preis der Geräte und ermöglicht längere Batterielaufzeiten. Low Power-Technologien führen zu einem erheblichen Wettbewerbsvorteil in weiten Bereichen der Geräteproduktion. Neben der weiteren Herunterskalierung der Silizium-basierten Technologien können völlig neuartige Bauelemente wie z.B. spintronische Bauelemente zu einer weiteren Reduktion des Energiebedarfs um Größenordnungen führen; der Bereich der Spintronik befindet sich allerdings noch im Forschungsstatus. Neben der Eigenschaft, wenig Energie zu verbrauchen, wird zunehmend auch die Frage der Echtzeitfähigkeit der Systeme von großer Bedeutung, die mit den oben beschriebenen Technologieschritten deutlich optimiert werden kann.

Systems on Chips (SoC) vereinen mehrere elektronische Systeme integriert auf einem Chip; sie sind die Grundlage der modernen Informationsgesellschaft, beinahe jedes elektronische Gerät enthält sie; in der Automobiltechnik führen sie zu zentralen Innovationen. Der Jahresumsatz wird 2015 etwa 40 Milliarden US\$ betragen. Nur wer in der Lage ist, diese in den fortschrittlichsten Halbleitertechnologien zu entwickeln, kann von der reduzierten Leistungsaufnahme und der höheren Performance in Bezug auf Geschwindigkeit und Echtzeitfähigkeit profitieren und am globalen Markt erfolgreich sein. Um auch in Zukunft immer höher integrierte und schnellere Systeme entwickeln zu können, sind neben dem Zugriff auf eine entsprechende Produktentwicklung und Produktion in den Firmen vor allem umfangreiche Forschungstätigkeiten durch Forschungseinrichtungen erforderlich.

Leistungselektronik: Ein lange Zeit weniger beachteter Teil der Elektronik, die Leistungselektronik, ist inzwischen zu der Schlüsseltechnologie im Bereich Energie und Mobilitätstechnik geworden. Ähnlich wie in den Netzen der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) spielen sie im heutigen und zukünftigen Netz der Energiesysteme (Smart Grid) in einer „all electric society“-Elektronik eine Schlüsselrolle. Alle Schnittstellen von Erzeugern, zwischen Netzebenen und -knoten, Speichern hin bis zu den Verbrauchern, werden durch leistungselektronische Wandler realisiert. Zwei miteinander verwobene Netze, das Energienetz und das Datennetz, werden von Elektronik dominiert. Ein weiterer Aspekt der Leistungselektronik ist die Ansteuerung der Stromversorgung. Hier gehören Firmen mit ihren deutschen Entwicklungszentren wie Infineon Technologies, Dialog Semiconductors und ZMDI mit zur Weltspitze. Hoch komplexe digitale Mikroprozessorsysteme, gekoppelt mit Mixed-Signal-Schaltungen auf einem Chip, helfen den Energieverbrauch zu optimieren, so z.B. von Mobiltelefonen, PCs, Großrechnern, Fernsehern, Elektroautos und anderen elektrischen Energieverbrauchern. Leider ist es auch hier so, dass Leistungselektronik ebenfalls ein Hidden Champion ist. Es wird kaum wahrgenommen, dass in den Kanzeln von Windkraftanlagen elektronische Wandler arbeiten und diese Umrichter auch in Solaranlagen verbaut das wertvollste Diebesgut sind. Nahezu alle Motoren werden durch Elektronik gesteuert, vom Schiffs- und Zugantrieb bis hin zu den industriellen Antrieben und kleinsten Stellgliedern, und mit der aufkommenden Elektromobilität wird auch der Verbrennungsmotor durch elektronisch gesteuerte Elektromotoren ergänzt bzw. ersetzt werden.

Hochfrequenz-Halbleiter: Mit der Herunterskalierung der Abmessungen der Bauelemente geht physikalisch bedingt eine Erhöhung ihrer Grenzfrequenz einher. Siliziumbasierte Bauelemente (z.B. auf der Basis von SiGe-Technologie) sind bereits heute für Betriebsfrequenzen bis 200 GHz einsetzbar; diese Frequenzen werden sich weiter erhöhen, wenn in der Zukunft z.B. eine 10 nm-Technologie eingesetzt wird. Darüber hinaus spielen für Spezialanwendungen mit geringer Rauscheigenschaft GaAs und InP als Halbleitermaterial immer noch eine bedeutende Rolle. Für hochlineare Leistungsverstärker mit mittleren Leistungen (bis 100 W) hat sich GaN in der Zwischenzeit einen festen Platz z.B. in den Basisstationen der Mobilfunktechnik gesichert. Leider ist der Zugriff auf die GaN-Technologie insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen in Deutschland immer noch begrenzt. Wichtig für den Hochfrequenzbereich sind die sogenannten „Mixed Signal-Schaltungen“, die gleichzeitig in der Lage sind, analoge Signale bei hohen Frequenzen und digitale Signale im Basisband zu verarbeiten. SiGe-basierte Schaltungen leisten bereits gute Dienste in diesem Bereich; darüber hinaus wird in Europa aber auch schon mit Mixed Signal Schaltung auf reinen GaAs-Substraten experimentiert. Kohlenstoffbasierte Bauelemente (auf Basis von Car-

bon Nanotubes und Graphen) für den zukünftigen Einsatz im Terahertzbereich sind in Diskussion. Der Millimeter- und Submillimeterwellenbereich ist für die drahtlose Sensorik und die ultra-breitbandige Nahbereichskommunikation im Internet der Dinge von Bedeutung. Chips werden in Zukunft über integrierte Antennen miteinander drahtlos kommunizieren können. Breitbandige Systeme können in mikrozellularen Netzen über breitbandige Wireless Hubs an breitbandige Glasfasernetze angeschlossen werden.

Terahertz-Technologien: Neuartige Bauelemente wie z.B. Quantenkaskaden-Laser und -Detektoren, Tunnelbauelemente, kohlenstoffbasierte sowie plasmonische Bauelemente (für optische Anwendungen) ermöglichen ein Vordringen bis zu Frequenzen im Bereich von 30 THz, entsprechend einer Wellenlänge von einem hundertstel Millimeter. Anwendungen bestehen hier in hochauflösenden bildgebenden Systemen in der Tomographie und künftig auch in ultrabreitbandigen mikrozellularen Kommunikationsnetzen.

Photonische Technologien spielen schon heute eine große Rolle für die Produktivität und Nachhaltigkeit von Produktionsprozessen entlang der Wertschöpfungsketten und diese Rolle wird sich in Zukunft noch verstärken. Die Wechselwirkung mit der Mikro-/Nanoelektronik ist sehr stark: der wichtigste Absatzmarkt für Produkte der Photonik ist die Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (160 Milliarden Euro). Die Zukunft zeigt eine zunehmende Verschmelzung der Photonik mit der Halbleitertechnik in Richtung einer intelligenten Vernetzung und Systemintegration, insbesondere für ultraschnelles Internet (Fiber to the Home) und ultraschnelle Kurzstrecken-Datenübertragungen in Computern und großen Datenspeichern. Von großer Bedeutung für die deutsche Photonikbranche ist die Beleuchtungstechnik. Die Beleuchtung von morgen benötigt intelligente Lichtmanagementsysteme, die eine hohe Funktionalität bieten und die Energieeffizienz optimieren. Halbleiterlichtquellen wie LEDs und organische Leuchtdioden (OLEDs) leiten diesen neuen Weg der modernen Lichttechnik ein. Deutsche Unternehmen wie Osram zählen hier weltweit zu den Technologieführern.

Kryptographie in elektronischen Schaltungen: Die sichere Implementierung kryptographischer Verfahren fängt nicht bei der laufenden elektronischen digitalen Datenverarbeitung an, sondern beginnt bei dem Ausgangsmaterial Silizium. Dieses ist die Grundlage für Bauelemente und einfache Funktionseinheiten, die maßgeblich die Funktion einer Schaltung bestimmen. Bisherige kryptographische Verfahren setzen die Funktionalität der Schaltungen voraus, ohne auf Parameterstreuungen, die durch den Herstellungsprozess bedingt sind, einzugehen. Die Abs-

traktion von der physikalischen Sicht auf eine „softwarebasierte“ Ebene birgt Gefahren für die Sicherheit von Systemen und letztendlich von Daten. Doch diese Parameterstreuungen können hinreichend gut durch die verwendete Technologie beeinflusst werden und bieten die Möglichkeit eines innovativen Ansatzes zur hardwarebasierten Sicherheit. Einige Forschungseinrichtungen fokussieren ihre Themen auf diese physikalischen Ansätze zur Kryptographie in elektronischen Schaltungen, um eine genaue Angabe der Verlässlichkeit des Schutzes der Daten exakt vorzunehmen. Unter der Verwendung heutiger IT-Systeme auf der Grundlage der aktuellen Kryptographie ist eine genaue Angabe zur Sicherheit kaum zu gewährleisten. Umso gravierender ist der Bericht des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie, Jahr 2013, aus dem hervorgeht, dass die anteilige Bedeutung des Hardwaresegments für die IT-Sicherheitswirtschaft stetig abgenommen hat. Der Hardwareanteil betrug am gesamten Produktionswert im Jahr 2005 noch 16 Prozent und reduzierte sich im Jahr 2012 auf nur noch 7 Prozent. Dieser Trend führt zu einer größeren Ungewissheit über die Datensicherheit und den Verlust an Kontrolle über das Fundament, die elektronische Schaltung.

6. Empfehlungen an die Politik

Deutschland hat große Kompetenzen in den Bereichen der Leistungselektronik, der Photonik, der „More than Moore“-Technologien und im Entwurf von Schaltkreisen für die mobile Telekommunikation. Hier gilt es, diese Kompetenzen zu erhalten und weiter zu entwickeln und sie dann in erfolgreiche Produkte mit hoher Marktdurchdringung zu transferieren. Im Bereich der „More Moore“-Technologien ist Deutschland heute gerade noch wettbewerbsfähig, bzgl. Investitionen in Technologien von 20 nm und darunter ist allerdings eine Aufholjagd angesagt.

1. Steuerliche Forschungsförderung

Die Elektronikindustrie hat gemessen am Umsatz mit die höchsten F&E-Anteile. In vielen europäischen Nachbarländern werden F&E-Aufwände steuerlich gefördert. Um F&E langfristig in Deutschland zu halten und auszubauen ist eine steuerliche F&E-Förderung notwendig.

2. Förderung von Forschung und Entwicklung bis hin zur Innovation

Schlüsseltechnologien brauchen Vorlaufforschung. Disruptive Innovationen können nur entstehen, wenn in den entscheidenden Bereichen auch der lange Atem vorhanden ist, um Forschungsideen zu fördern und sie dann nach einer Produktentwicklung als erfolgreiche Innovation im Markt zu etablieren. Hierfür ist die Förderung einer Innovationslandschaft notwendig, die alle Bereiche der Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationswertschöpfungskette berücksichtigt. Dazu gehören auch der Ausbau von Prototyping- und Kleinserien-Fertigungskapazitäten von hochspezialisierten ICs zur Beschleunigung der Markteinführung von Forschungsergebnissen in die Anwenderindustrie.

3. Planbarkeit und Sicherheit für Produktionsstandorte

Elektronikfertigungen gehören zu den energieintensiven Industrien mit hohen Stromverbräuchen. In der Umsetzung der Energiewende müssen auch die relativ energieintensiven Produktionen berücksichtigt werden. Hierfür könnte unter anderem die Einführung einer graduellen Befreiung von EEG-Umlagen zielführend sein. Ferner ist für Investitionsentscheidungen eine Planungssicherheit von zukünftigen Produktionskosten unabdingbar.

4. Förderung von Produktionsansiedlung und Sicherstellung des Zugriffs auf neueste Technologien für kleine und mittlere deutsche Unternehmen

Zugriff auf „State of the Art“-Technologien: Die asiatischen „Tigerstaaten“ haben die Bedeutung der Elektronik für ihre wirtschaftliche Entwicklung erkannt und haben Masterprogramme, um Elektronikfirmen und Halbleiterfertigungen in ihrem Bereich anzusiedeln. Wir brauchen für

Deutschland und Europa eine abgestimmte Industriepolitik, mit dem Ziel der Re-Industrialisierung und der Wiederansiedelung von Produktion im Bereich der Elektronik, die insbesondere auch den innovativen kleinen und mittleren Unternehmen einen Zugriff auf ihre Technik gestatten. In den letzten Jahren ist es besonders für KMUs und Forschungseinrichtungen immer schwieriger geworden, mit den neuesten Halbleitertechnologien zu arbeiten, weil die großen Halbleiterfirmen ihnen den Zugriff auf die Technologien nicht gestatten. Ohne neue Kooperationsmodelle werden in naher Zukunft nur noch wenige dieser KMUs und Einrichtungen in der Lage sein, ihre Entwicklung auf Basis von aktuellen Spitzentechnologien durchzuführen.

Die weltweit führenden Auftragsfertiger gewähren kleinen Kunden in der Regel hauptsächlich aus Kosten-/Nutzen Gründen keinen direkten Zugang zu ihren Fertigungskapazitäten. Für die meisten KMUs, Universitäten und Forschungseinrichtungen ist dieser nur indirekt über einen Serviceprovider möglich. Dafür haben sich in Europa zwei Organisationen etabliert: Der vom IMEC (Belgien) angebotene Europractice IC-Service ermöglicht unter anderem den Zugang zu den beiden großen asiatischen Auftragsfertigern TSMC und UMC. Über CMP (Frankreich) werden z.B. die aktuellen 28 nm CMOS-Technologien des großen Halbleiterkonzerns ST Microelectronics angeboten.

Im Bereich der GaAs-Technologien hat Europa mit den beiden Foundries UMTS und OMMIC in Frankreich eine ganz gute Basis. Beide Foundries sind auch für die Zusammenarbeit mit kleinen und mittleren Unternehmen offen. Defizite gibt es noch immer im Bereich des Zugriffs kleiner und mittlerer Unternehmen auf die GaN-Technologie, die für die Weiterentwicklung der Mobilfunktechnik von außerordentlich großer Bedeutung ist. Da Deutschland in diesem Bereich über Technologieinstitute verfügt, sollte sich diese Situation verbessern lassen. Im Bereich SiGe-Technologien kann in Deutschland auf IHP in Frankfurt (Oder) zurückgegriffen werden.

Nutzung von Software-as-a-Service-Lösungen für den IC-Entwurf: Um der steigenden Komplexität des Entwurfsablaufs insbesondere von SoCs zu begegnen, haben Anbieter von Entwurfsautomatisierungssoftware (z.B. Cadence) begonnen, ihren Kunden auf das IC-Design zugeschnittene Software-as-a-Service-Plattformen anzubieten. Diese ermöglichen den Schaltungsentwurf per Fernzugriff in einer skalierbaren, professionell verwalteten IT-Infrastruktur auf Basis eines erprobten Entwurfsablaufs und mit direktem Support. Besonderes für kleine Kunden hat das den Vorteil, dass diese keine eigene IT-Infrastruktur anschaffen müssen und dass kompetente Design Enablements als Serviceleistungen bereitgestellt werden können. Der Aufbau eines Service Providers für den Zugang zum Auftragsfertiger mit Software-as-a-Service-Ansatzes für IC-Design, wie er im Projekt FAST des BMBF vorgeschlagen wird, würde sehr hilfreich sein, indem er die bereits in Europa existieren-

den Strukturen (z.B. Europractice) ergänzt und dort ansetzt, wo die Nutzungsmodelle anderer Anbieter an Limits stoßen. KMUs, Universitäten und Forschungseinrichtungen würde es damit ermöglichen, komplexe SoC in Spitzentechnologien (28 nm, 14 nm, etc.) zu realisieren. Diese Technologien sind sehr hilfreich, um echtzeitfähige und Low-Power-Systeme zu realisieren, da durch die kurzen Kanallängen der CMOS-Transistoren 1) die Schaltgeschwindigkeit drastisch ansteigt, und 2) die Flächen der Schaltungen reduziert werden. Der Aufbau der Einrichtung sollte so schnell wie möglich vorangetrieben werden.

5. Stärkung der Ausbildung und Entfaltungsmöglichkeiten von Ingenieuren und Technikern

Die Verfügbarkeit gut ausgebildeter Ingenieure und Techniker im Bereich Elektronik (Hardware und Software; Design und Test) ist unabdingbar für den Erfolg der Elektronik-Wirtschaft und damit der gesamten nationalen und europäischen Produktionstechnik. Dementsprechend müssen sowohl die Ausbildung als auch die Nachwuchsgewinnung in diesem technischen Bereich gezielt weiter ausgebaut werden. Die Verfügbarkeit von Spitzenkräften muss aber einhergehen mit einem entsprechenden Bedarf in der Industrie und in Forschungseinrichtungen. Denn wenn der Bedarf nicht gegeben ist, wird dieses Potenzial unwiederbringlich vernichtet und kann nur schwer wieder aufgebaut werden. Ein warnendes Beispiel stellt die Vernachlässigung der elektronischen Analogtechnik in den 1970er und 1980er Jahren zu Gunsten der elektronischen Digitaltechnik dar. Als dann Anfang der 1990er Jahre ein hoher Bedarf an gut ausgebildeten Analogdesignern bestand, waren kaum noch welche verfügbar. Mit den Folgen dieser Entwicklung kämpft die deutsche Elektronikindustrie noch heute.



VDE

VDE VERBAND DER ELEKTROTECHNIK
ELEKTRONIK INFORMATIONSTECHNIK e.V.

Stresemannallee 15
60596 Frankfurt am Main
Telefon: 069 6308-0
E-Mail: service@vde.com
Internet: <http://www.vde.com>