

20.09.2023

RESILIENTE LIEFERKETTEN, EUROPÄISCHE PRODUKTIONSKAPAZITÄTEN & KOMPETENZAUFBAU

Empfehlungen zur Halbleiterkomponenten-Versorgung der deutschen Automobilwirtschaft

Executive Summary

Halbleiterkomponenten werden immer wichtiger für die zuverlässige Produktion von Fahrzeugen und machen einen wachsenden Teil der Wertschöpfung im Fahrzeug aus. Die Wertschöpfungskette bis zum fertigen Chip gestaltet sich dabei als komplexes globales Geflecht. Einzelne Glieder dieser Wertschöpfungskette werden von einigen wenigen Unternehmen dominiert. Keinem Land wird es je möglich sein, die gesamte Wertschöpfungskette durch eigene Unternehmen abzubilden und dadurch eigene Abhängigkeiten von anderen Ländern vollständig zu vermeiden. Gegenwärtig gefährden geopolitische Spannungen den reibungslosen Ablauf der Produktion.

Der Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft (ETA) stellt vor diesem Hintergrund ein realistisches Zielbild für Deutschland und Europa auf: Das Ziel sind robuste Lieferketten mit vertretbaren Risiken. Um dies zu erreichen, empfiehlt der Expertenkreis insbesondere:

- Die Automobilwirtschaft sollte langfristige Lieferverträge aufsetzen und die Kooperation und Planung entlang der gesamten Wertschöpfungskette verbessern.
- Die Politik sollte mit einer stärkeren Ausbildung in Universitäten und Lehrberufen, günstigem Strom, ausreichender Wasserversorgung und (Ansiedlungs-)Subventionen ein positives Klima für private Investitionen und Clusterbildung in Deutschland schaffen.
- Produktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette und bei allen Halbleitertypen (mature, state-of-the-art und leading Nodes) ist in Deutschland und Europa willkommen. Besonderes Augenmerk sollte jedoch in der Förderung liegen auf:
 - a) Chipproduktion, die stark von der Automobilwirtschaft nachgefragt wird, momentan besonders in der Volksrepublik China konzentriert ist und auch realistisch in Deutschland angesiedelt werden kann → Frontend-Fabs und Backend-Fabs für mature Nodes und state-of-the-art Nodes
 - b) Teilen der Wertschöpfungskette, die eine strategische Bedeutung im Hinblick auf die Automobilwirtschaft haben und bei denen gleichzeitig eine gute Ausgangsposition im internationalen Wettbewerb besteht → Chipdesign, Mikrocontroller/Open-Source-Architektur RISC-V, Sensoren, Leistungshalbleiter und EUV-Lithografie

1 Ausgangslage

1.1 Die Bedeutung von Halbleiterkomponenten nimmt rasant zu

Halbleiterkomponenten können ganz unterschiedliche Funktionen erfüllen. Die Dimensionen der elementaren Grundfunktionen (z. B. Kanallänge der Transistoren; Breite und Abstand von Verbindungsleitungen auf dem Chip; auch „Knotengröße“ bzw. „node size“ genannt) werden dabei in Nanometern (nm) angegeben. Je kleiner die Knotengrößen sind, desto mehr Transistoren und somit Funktionen passen auf einen Chip. In der Folge nehmen die Rechenleistung des Chips und die Energieeffizienz zu. Knotengrößen von 90 nm und größer werden als mature Nodes bezeichnet, während leading Nodes die Technologieknoten von 10 nm und kleiner bezeichnen. Die Knoten dazwischen werden als state-of-the-art Nodes bezeichnet. Leistungssteigerungen werden bei state-of-the-art Nodes und leading Nodes im Wesentlichen durch die Verkleinerung der Transistorgröße erzielt. Bei mature Nodes spielen sowohl die Architektur des Leistungstransistors als auch das verwendete Halbleitergrundmaterial die entscheidende Rolle. Die verschiedenen Knotengrößen werden für unterschiedliche Verwendungszwecke eingesetzt: Unter mature Nodes fallen u. a. Leistungshalbleiter zur Steuerung elektrischer Energie, state-of-the-art Nodes können Mikrocontroller zur Bereitstellung von Rechenleistung oder Sensorik sein, leading Nodes werden u. a. für automatisiertes und vernetztes Fahren, Künstliche Intelligenz und Infotainment-Anwendungen eingesetzt.

Durch den Hochlauf der Elektromobilität (sowohl bei Antrieben als auch bei der Ladeinfrastruktur), die Entwicklung des autonomen Fahrens und die wachsende Nachfrage nach Infotainment-Systemen steigt der Bedarf an Halbleiterkomponenten rasant an. Neben der Quantität nehmen auch die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Halbleiter zu. Denn in softwaredefinierten Elektrofahrzeugen werden die Leistungselektronik und Hochleistungsrechner zunehmend zu strategischen Komponenten. So sind leistungsfähige Chips mit Blick auf hochautomatisierte Fahrzeuge eine wichtige Voraussetzung, um große Datenmengen in Echtzeit bearbeiten zu können.

Die Automobilwirtschaft ist aktuell insbesondere auf mature Nodes angewiesen, die voraussichtlich auch im Jahr 2030 mehr als die Hälfte des Gesamtbedarfs ausmachen werden. Mit dem Bedarf nach höherer Rechenleistung wird auch die Bedeutung der leading Nodes und state-of-the-art Nodes zunehmen.

1.2 Die Chip-Krise und die Versorgungsrisiken zeigen akuten Handlungsbedarf auf

Zu Beginn der Corona-Pandemie haben einige Unternehmen der Automobilwirtschaft wegen geringerer Nachfrage nach Fahrzeugen und möglicher Produktionsstopps ihre Bestellungen von Halbleiterkomponenten reduziert. Als die Fahrzeugnachfrage kurz danach wieder anzog, waren die freigewordenen Fertigungskapazitäten jedoch bereits an andere Sektoren (insbesondere an die Unterhaltungselektronik) vergeben.¹ Die notwendigen Qualifizierungsprozesse für Halbleiterkomponenten im Fahrzeug erschwerten die Nutzung alternativer Bezugsquellen. Auch der geringe Marktanteil der Automobilwirtschaft im Bereich der Halbleiterkomponenten mit einem weltweiten Anteil von insgesamt nur etwa 10% der mature und state-of-the-art Nodes und 1 bis 2% der leading Nodes erschwerten den Zugang.

Bei der aktuellen Halbleiterunterversorgung handelt es sich aber nicht um eine kurzfristige Knappheit. Die Bedarfe der Automobilindustrie werden sich bis 2030 insgesamt in etwa verdreifachen. Dabei steigen die zusätzlichen Bedarfe bei mature Nodes, state-of-the-art Nodes und leading Nodes an, wenn auch in

¹ Vgl. <https://www.digital-chiefs.de/chipkrise-gruende-auswege/>

unterschiedlichem Maße. Für die zukünftigen Anforderungen werden die derzeit bestehenden und geplanten globalen Kapazitäten nicht ausreichen.

Ein Risiko für die zukünftige Versorgung ist die große Konzentration auf einige wenige Produzenten von Halbleiterkomponenten. Zudem funktionieren die Marktmechanismen auf dem Weltmarkt für Halbleiterkomponenten aufgrund der geopolitischen und sicherheitspolitischen Strategien verschiedener Regierungen nicht wie gewohnt. Einzelne Länder wirken mit Subventionsprogrammen, Schutzzöllen und Importstopps auf das komplexe Wertschöpfungsnetzwerk ein. Bei den mature Nodes entstehen etwa 80% der weltweiten neuen Kapazitäten in der Volksrepublik China. Der Ausbau der Produktionskapazitäten wird gestützt durch ein umfassendes Investitionsprogramm, das auch in den kommenden Jahren weitergeführt werden wird. Dabei ist zu beachten, dass der dortige Automobilmarkt das sechsfache Volumen gegenüber dem deutschen Markt hat und schneller wächst. Diese Konzentration ist problematisch, da die Volksrepublik China in der Lage ist, Lieferstopps sowie Import- oder Exporteinschränkungen von Halbleiterkomponenten und Halbleitergrundmaterialien als politisches Druckmittel einzusetzen. Dass dies eine reale Gefahr ist, wird im derzeitigen Handelsstreit zwischen der Volksrepublik China und den USA bereits deutlich. Auch bei den leading Nodes wird eine hohe Angebotskonzentration von Halbleiterkomponenten in Taiwan als strategisches Risiko gesehen. Bei den leading Nodes gibt es nur noch TSMC und Samsung als Anbieter. Es ist erklärtes Ziel von Intel, zukünftig als dritter Auftragsfertiger am Markt aufzutreten.

Für eine gesamtheitliche Betrachtung der Halbleiter-Wertschöpfungskette müssen auch die erforderlichen Rohstoffe einbezogen werden. Hier bestehen ebenfalls Abhängigkeiten und globale Ungleichgewichte (vgl. [Kurzpapier des ETA zur Versorgung mit kritischen Rohstoffen](#)).

1.3 European Chips Act zur Stärkung von Souveränität, Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz

Zur Stärkung der europäischen Souveränität, Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz wurde der European Chips Act verabschiedet. Er soll u. a. Forschung, Innovation und Designfähigkeiten im Halbleiterbereich fördern sowie durch einen Regelungsrahmen zur Förderung von Halbleiterproduktionsanlagen zur Versorgungssicherheit beitragen. Ein Koordinierungsmechanismus zur Beobachtung von Marktentwicklungen soll von den Mitgliedstaaten und der Europäischen Kommission eingerichtet werden und so eine Krisenvorbeugung ermöglichen. Ziel des European Chips Act ist es, den Marktanteil Europas an der weltweiten Halbleiter-Produktion bis 2030 auf 20% zu verdoppeln.

2 Zielbild

Ziel dieser Handlungsempfehlungen ist es, die Versorgung mit Halbleiterkomponenten aller drei Node-Kategorien für die Automobilwirtschaft resilienter auszugestalten. D. h. es sollen robuste Lieferketten mit vertretbaren Risiken erwirkt werden. Dies ist vor dem Hintergrund eines in Zukunft wachsenden Bedarfes an Halbleiterkomponenten und bestehender geopolitischer Risiken äußerst wichtig für die Automobilwirtschaft. Resilientere Lieferketten bewirken, dass die europäische Wirtschaft nicht durch politische Akteure im Kontext von geopolitischen Auseinandersetzungen unter Druck gesetzt werden kann.

3 Handlungsempfehlungen

3.1 Planung und Koordination verbessern

3.1.1 Besseres Management durch Kenntnisse der vorgelagerten Wertschöpfungsstufen

Zentrale Aufgabe der Unternehmen in der Automobilwirtschaft ist es, die Komplexität der Halbleiterfertigungskette sowie ihre eigene Rolle gegenüber Lieferanten besser zu verstehen. Im Rahmen der Analyse hilft insbesondere das Wissen, mit welchen Sektoren und Technologien ein Wettbewerb zu den benötigten Halbleiterkomponenten besteht und welche Nachfragezyklen diese haben. Ist dieses Wissen auch zu den Vorprodukten vorhanden, verbessert dies den Informationsstand zusätzlich und kann zu besseren Vereinbarungen mit Lieferanten führen.

3.1.2 Engere Partnerschaften entlang der Lieferkette

Die Unternehmen der Automobilwirtschaft reagieren auf die kritische Abhängigkeit in der Lieferkette derzeit mit dem Abschluss langfristiger Lieferverträge mit hohen Stückzahlen. Für die kurze Frist wird den Unternehmen der Automobilwirtschaft zur Sicherstellung der Produktion von Expertinnen und Experten dazu geraten, die Lagerbestände auf einem hohen Niveau zu halten. Für die Rückkehr zu verlässlichen Lieferketten sollte der Austausch der Automobilwirtschaft mit den Halbleiterherstellern intensiviert werden. Um Angebot und Nachfrage genauer und vorhersehbarer aufeinander abzustimmen, sollten verstärkt auch Capacity Reservation Agreements getroffen werden.

3.1.3 Kooperation mit anderen Branchen zur Vermeidung von Marktrisiken

In einer Halbleiterfabrik (sowohl Frontend wie auch Backend) werden nicht nur Produkte für die Automobilwirtschaft hergestellt. Während die Anbieter einen breiten Absatzmarkt nutzen, werden die Potentiale gebündelter Mengennachfrage von den Nachfragenden zur Erhöhung der Nachfragegenauigkeit und um Verstärkungen von Schwankungen (Bullwhip) zu reduzieren bislang nur wenig genutzt. Dafür sollten übergreifende Kooperationen, Prozesse und Plattformen von den Unternehmen geschaffen werden. Bereits bestehende Beispiele hierfür sind der KDT Antrag SC4EU (Nachfolger von SC³²) oder auch die Unterstützung des IAC (Industry Advisory Council)³. Grundsätzlich müssen dabei die geltenden kartellrechtlichen Gesetze beachtet werden, da auch der Nachfragewettbewerb schützenswert ist.

3.1.4 Resilienz durch strategische Allianzen erhöhen

Im Kontext des Handelsstreits zwischen den USA und der Volksrepublik China versuchen die USA, mit der „Chip 4“-Allianz enger mit Taiwan, Japan und Südkorea zu kooperieren. Europa wird bisher nur aufgrund des Herstellers von Lithographiesystemen ASML als relevanter Akteur wahrgenommen. Durch eine Stärkung der bisherigen europäischen Stärken bei Leistungshalbleitern, Halbleitersensoren und Mikrocontrollern sowie einer entsprechenden Kommunikation sollte ein Austausch mit in der Halbleiterherstellung führenden Nationen auf Augenhöhe mit dem Ziel einer strategischen Allianz angestrebt werden.

² Vgl. <https://sc3-project.automotive.oth-aw.de/>

³ Vgl. <https://www.semi.org/en/news-media-press-releases/semi-press-releases/new-semi-industry-advisory-council-to-advance-an-agile-resilient-global-electronics-supply-chain>

3.2 Positives Klima für Investitionen und Clusterbildung schaffen

3.2.1 Schaffung eines positiven Investitionsklimas

Der Aufbau einer weitergehenden europäischen Produktion von Halbleiterkomponenten ist grundsätzlich aufwändig und kostenintensiv. Für den Aufbau eines solchen Ökosystems bedürfte es eines umfassenden Ansatzes unter Einbindung der relevanten Wirtschaftsbranchen und der Politik. Generell müssten auch attraktive Rahmenbedingungen (z. B. zuverlässig günstige Energiekosten, Verfügbarkeit von Wasser) sichergestellt werden.

3.2.2 Aus-/Weiterbildung und Forschung stärken

Deutschland braucht ein attraktives Mikroelektronik-Ökosystem, das Forschung und Fachkräfte umfasst sowie Anwender und Hersteller von Halbleiterkomponenten verknüpft. Gemeinsame F&E-Projekte von Akteuren aus verschiedenen Teilen der Halbleiter-Wertschöpfungskette sowie Universitäten und Hochschulen bieten das Potential, die technologische Souveränität zu stärken.

Aus- und Weiterbildung von Fachkräften für den Halbleiterkomponenten-Arbeitsmarkt sind angesichts der steigenden Bedarfe des Schlüsselements Halbleiter in Fahrzeugen unverzichtbar. Dazu gehören entsprechend ausgerichtete Universitäten und Hochschulen, attraktive Studiengänge und Ausbildungsberufe, aber vor allem auch ein zielgerichtetes Angebot an Weiterbildungen, Schulungen und Trainings. Ohne die notwendigen Fachkräfte wird sich das erhoffte Wachstum für Halbleiterkomponenten nur schwer erreichen lassen.

3.3 Gezielt in strategische Bereiche investieren

3.3.1 Mit Investitionen gezielt strategische Bereiche stärken

Produktion entlang der gesamten Wertschöpfungskette und bei allen Halbleitertypen (mature, state-of-the-art und leading Nodes) ist in Deutschland und Europa willkommen und wünschenswert: Vom Knowhow-Aufbau und geistigem Eigentum bei Chipdesign, EDA-Software, über Vorprodukte (Rohwafern, Verbrauchsmaterialien und -chemikalien), Epitaxie (Aufwachsen von monokristallinem Material), Wafer-Frontend-Prozessierung, Backend-Prozessierung, Testen, Reinraummaschinen für Frontend und Backend bis hin zur Reinraumtechnik.

Es ist jedoch nicht realistisch, dass das gesamte Ökosystem der Halbleiterproduktion in Europa abgebildet werden kann. Beispielsweise bei leading Nodes Frontend, leading Packaging oder DRAM-Speicher sind Ansiedlungen der führenden Unternehmen oder eine eigene Kompetenzbildung höchst unwahrscheinlich.

Besonderes Augenmerk sollte deshalb auf der Förderung der folgenden zwei Bereiche liegen:

Erstens sollte Chipproduktion gefördert werden, die stark von der Automobilwirtschaft und anderen Branchen nachgefragt wird, bei der starke Abhängigkeiten zur Volksrepublik China bestehen und bei denen gleichzeitig eine Ansiedlung in Deutschland und Europa auch realistisch ist. Dies umfasst vor allem Frontend-Fabs und Backend-Fabs für mature Nodes und state-of-the-art Nodes.

Im Fall einer Durchsetzung der Ein-China-Politik hätte die EU jedoch eine deutlich schlechtere Position gegenüber der Volksrepublik China und würde sich in Bezug auf die Versorgung mit Halbleiterkomponenten im Krisenmodus befinden.

Zweitens sollten Teile der Wertschöpfungskette gefördert werden, die eine strategische Bedeutung haben und bei denen gleichzeitig eine gute Ausgangsposition im internationalen Wettbewerb besteht. Hier sind zu nennen: Chipdesign, Open-Source-Architektur RISC-V, Sensorik, Leistungshalbleiter (zum Beispiel verbesserte Eigenschaften von Siliziumkarbid-Halbleitern) und EUV-Lithografie. Andere Länder sind bei EUV-Lithografie, Halbleitersensoren und Mikrocontrollern von Europa abhängig. Fördermittel sollten daher dahingehend investiert werden, die derzeit bestehenden Stärken in Europa auszubauen, um auch weiterhin eine Abhängigkeit anderer Staaten von der EU sicherzustellen – so bleiben die Abhängigkeiten im Gleichgewicht.

Der European Chips Act stellt eine erste Maßnahme zur Stärkung der europäischen Halbleiterindustrie dar. Die zur Verfügung stehenden Mittel für Ansiedlungssubventionen sollten gezielt dort eingesetzt werden, wo der größte Effekt für eine höhere Resilienz und Stärkung der europäischen Wertschöpfung erzielt werden kann. Dafür sollte die Halbleiterkomponenten-Wertschöpfungskette regelmäßig umfassend analysiert werden, um im Bedarfsfall Anpassungen bei den Subventionen vornehmen zu können. Durch Investitionen in Frontend-Fabs ist eine signifikante Reduktion der Lieferrisiken für europäische und deutsche Unternehmen erreichbar. Staatliche Subventionen sollten vor allem private Investitionen durch Kooperationen zwischen Unternehmen der Automobilwirtschaft mit Herstellern von Halbleiterkomponenten incentivieren. Dieser Aufbau benötigt erheblichen Vorlauf und hohe Investitionen, die zeitnah zu entscheiden sind.

3.3.2 Stärkung der eigenen Halbleiterkompetenz in der Entwicklung

Großes Potenzial zur Einnahme von Schlüsselpositionen durch europäische Anbieter und Technologielieferanten in der Entwicklungs- und Produktionskette von Halbleiterkomponenten wird im Bereich Design gesehen. Im Bereich der unterstützenden Software-Werkzeuge (EDA) besteht eine Abhängigkeit von den USA. Statt Produktionskapazitäten stehen dabei der Aufbau von Kompetenzen und geistigem Eigentum, sowie die Entwicklung entsprechender Entwicklungswerkzeuge durch Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und die industrielle Forschung im Vordergrund.

3.3.3 Kompetenz bei Open-Source-Architektur RISC-V ausbauen

Die Open-Source-Architektur RISC-V ist im Begriff, ein Quasistandard zu werden. Diese flexibel einsetzbare Befehlssatzarchitektur kann in Mikrocontrollern, Zentralrechnern, Zonen-Controllern sowie in Sensoren mit Messwertauswertung (Smart Sensors) eingesetzt werden. Ein Ziel sollte der Aufbau eines Ökosystems auf Basis dieses lizenzfreien geistigen Eigentums sein.

Des Weiteren könnte durch eine industrieweite Standardsetzung, etwa bei Chiplets, die Austauschbarkeit und die Kompatibilität von Chips unterschiedlicher Hersteller erhöht und durch die so verbesserten Ausweichmöglichkeiten direkte Abhängigkeiten von einzelnen Herstellern reduziert werden. Bei Chiplets werden anstelle eines monolithischen Chips in einem modularen Ansatz mehrere leichter zu produzierende Teile eines Halbleiterbausteins miteinander verbunden. Beim Einsatz von Chiplet-Technologien könnten auch Synergien zwischen verschiedenen Anwenderbranchen wie Computing, Telekommunikation etc. geschaffen werden. Darüber hinaus könnte auch Software unabhängiger von Hardware gestaltet und damit die Abhängigkeit von spezifischen Chips reduziert werden.

3.3.4 Kompetenzen in der Fertigungstechnik stärken

Deutschland und Europa hat mit dem Verbund aus ASML, Trumpf und Zeiss eine führende Stellung in der EUV-Lithographie, die ein entscheidender Teil der Produktionstechnologie von Halbleiterkomponenten ist. Diese europäische Kompetenz ist einzigartig und wird auf absehbare Zeit nicht zu ersetzen oder zu kopieren sein. Dies schafft eine strategisch wichtige Abhängigkeit anderer Wirtschaftsräume von Europa. Deshalb gilt es, sie zu schützen und durch kontinuierliche Forschung und Entwicklungsaktivitäten sowie darauf aufbauenden Zukunftsinvestitionen auszubauen.

Über den Expertenkreis

Der Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft (ETA) ist ein Beratungsgremium des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Der Expertenkreis entwickelt ziel- und adressatenorientierte Handlungsempfehlungen an die Politik, die Wirtschaft und die Gesellschaft, mit deren Hilfe der langfristige Strukturwandel der Branche erfolgreich gestaltet werden kann. Übergeordnetes Ziel ist es, Klimaneutralität zu erreichen sowie Wertschöpfung, Arbeits- und Ausbildungsplätze am Automobilstandort Deutschland zu sichern.

Der Expertenkreis besteht aus 13 Mitgliedern, die von Bundesminister Dr. Robert Habeck für die 20. Legislaturperiode berufen wurden. Über flexible und agil operierende Arbeitsformate sind neben Mitgliedern des Expertenkreises weitere Sachverständige sowie relevante Institutionen und Stakeholder eingebunden. Der Expertenkreis Transformation der Automobilwirtschaft hat mit dem Expertenbeirat Klimaschutz in der Mobilität (EKM) ein Schwestergremium beim Bundesministerium für Digitales und Verkehr. Beide Gremien sind in die Strategieplattform Transformation der Automobil- und Mobilitätswirtschaft der Bundesregierung eingebunden.

Mehr Informationen finden Sie unter: <https://expertenkreis-automobilwirtschaft.de/>