

Positionspapier

Starke Mikroelektronik in Europa

Zukünftige Versorgungssicherheit bei
Leistungshalbleitern in der Industrie

Oktober 2021

Inhalt

Vorwort	3
Begriffsklärung	3
Halbleitermarkt	4
Relevanz von Leistungshalbleitern in der Industrie	4
• Elektrische Antriebe	4
• Transformation fossiler Energien in erneuerbare elektrische Endenergie	5
• Elektromobilität	5
Herstellung von Leistungshalbleitern und Weiterentwicklung	6
Herausforderungen für die Industrie	7
Politische Maßnahmen	8
• Ziel: Marktanteil mindestens halten	8
• Attraktivität des Standorts Europa fördern	9
• Förderprogramme passgenau aufsetzen	9

Vorwort

Die Mikroelektronik ist eine Schlüsselindustrie, deren Bedeutung stetig wächst. Das haben nicht zuletzt die Versorgungsgpässe in vielen Industriesektoren deutlich gezeigt. Erneuerbare Energien, Elektromobilität oder Computer: Die hochspezialisierten Produkte sind so vielfältig wie ihre Anwendungsbereiche. Ein wettbewerbsfähiges, digitales und nachhaltiges Land ist auf die Verfügbarkeit von Mikroelektronik, wie zum Beispiel Leistungshalbleiter, aber auch Prozessoren und Speichern etc. angewiesen. Der ZVEI betont die Relevanz der Mikroelektronik seit jeher und begrüßt es, dass sich die deutsche und europäische Politik insbesondere im Rahmen von IPCEIs (Important Projects of Common European Interest) verstärkt für die Branche einsetzt. Der ZVEI hat einen umfassenden Blick auf die aktuelle Lage, da sowohl Hersteller als auch Anwender vertreten sind. Neben dem bereits veröffentlichten Strategiepapier Mikroelektronik¹ wurde daher das Ziel gefasst, die Bedarfe der verschiedenen Märkte zu ermitteln und konkrete Handlungsempfehlungen zu formulieren. Vorweggesagt, die zukünftigen Bedarfe sind enorm und es muss dringend gehandelt werden, wenn in Deutschland und Europa der Anschluss nicht verloren werden soll. In diesem Papier wird die Anwenderperspektive von Herstellern und Ausrüstern für die produzierende Industrie und den Energiemarkt betrachtet (Im Folgenden Industrie genannt). Die Bedarfe werden insbesondere durch die Transformation zu einer klimaneutralen und digitalen Gesellschaft im Bereich der Leistungshalbleiter massiv wachsen. Kurzum lässt sich sagen: „Ohne Leistungshalbleiter, kein grüner Strom und keine All-Electric-Society“.

Begriffsklärung

Um den Bedarf der Industrie einordnen zu können, müssen zunächst die Begriffe klar definiert werden. Halbleiter sind dabei der Oberbegriff, unter den viele Halbleitertypen gefasst werden, die sich in ihren Anwendungsbereichen und Strukturgrößen stark unterscheiden. Einen Bereich bilden Prozessoren und Speicher, die beispielsweise bei Handys, Tablets und Computer zur schnellen Datenverarbeitung eingesetzt werden. Leistungshalbleiter hingegen dienen der Umwandlung von elektrischer Energie. Sie kommen sowohl bei Konsumgütern (beispielsweise in Netzteilen von Laptops) als auch in der Industrie zum Einsatz. Dieses Papier fokussiert auf die zukünftige Verfügbarkeit von Leistungshalbleitern für höhere Leistungen in der Industrie. Nur durch Leistungshalbleiter kann beispielsweise Solarenergie, die auf dem Dach erzeugt wird, im Haus genutzt werden. In diesem Papier werden die wichtigsten Anwendungsbereiche und Anforderungen der Industrie näher betrachtet.

¹ Vorbereitender Beitrag zu einer Halbleiterstrategie für Deutschland und Europa – Bestandsaufnahme, Analyse und Ziele. ZVEI 2021

Halbleitermarkt

Von allen Halbleitern werden in der Europäischen Union 7,9 Prozent² des weltweiten Bedarfs gefertigt. Die Unterscheidung der verschiedenen Bereiche wird folgerichtig auch bei der Betrachtung der Märkte getroffen. Der gesamte Halbleitermarkt beträgt 2021 weltweit voraussichtlich ca. 440 Milliarden USD³.

Der Anteil von Leistungshalbleitern optimiert für niedrige Energieverluste zur Umformung elektrischer Energie beträgt 21 Mrd. USD. Europa hält derzeit, in diesem für die Industrie bedeutsamen Markt, einen Anteil von etwa 30 Prozent am weltweiten Markt. Das Wachstum in diesem Segment Leistungshalbleiter verdreifacht⁴ sich bis 2030 und wächst sechsmal so schnell wie der gesamte Halbleitermarkt.

Relevanz von Leistungshalbleitern in der Industrie

- Elektrische Antriebe

Die Produkte der Antriebstechnik, das sind vor allem Elektromotoren und elektrische Antriebsregelgeräte (sogenannte Frequenzumrichter), sind Schlüsselkomponenten für energieeffizient optimierte Lösungen in der Industrie. In Deutschland entfallen 45 Prozent des gesamten Strombedarfs auf die Industrie. Die ca. 30 Millionen Industriemotoren verbrauchen 70 Prozent⁵ des gesamten industriellen Stroms. Ein Frequenzumrichter mit integrierten Leistungshalbleitern ermöglicht es, die Drehzahl des Elektromotors bedarfsgerecht zu verändern. Dadurch lässt sich z.B. bei Pumpen, Kompressoren und Ventilatoren etwa die Hälfte der Energie einsparen. Die Digitalisierung mit Industrie 4.0 bietet somit neue Möglichkeiten für leistungs- und energieoptimierte Produktionen, in denen immer mehr drehzahlveränderbare Antriebe eingesetzt werden. Dies ist insbesondere bei neuen Anlagen der Fall. Um Industrie 4.0 umzusetzen und die Energieeffizienz weiter zu steigern, wird der Bedarf an Leistungshalbleitern jährlich um mehr als fünf Prozent steigen. Aktuell werden ca. 35 Prozent aller neuverkaufter Elektromotoren mit einem Frequenzumrichter zur bedarfsgerechten Steuerung betrieben. Da der Anteil von Motoren mit einem Frequenzumrichter zur Erreichung der Klimaziele deutlich angehoben werden muss, entsteht ein Mehrbedarf an Leistungshalbleitern von mehr als 60 Prozent bis zum Jahr 2030.

² ZVEI, SEMI

³ ZVEI Mikroelektronik Trendanalyse 2021

⁴ Boston Consulting Group 2021 / ZVEI Berechnungen

⁵ Bauernhansel, Mandel, Wahren, Kasprovicz, Miehe, Energieeffizienz in Deutschland, Mai 2013

- Transformation fossiler Energien in erneuerbare elektrische Endenergie

Um das Ziel einer CO₂-neutralen Gesellschaft erreichen zu können, müssen zwei wesentliche Aspekte betrachtet werden. Zum einen besteht die Herausforderung, viele Bereiche zu elektrifizieren, die heute noch mit fossilen Energien betrieben werden. Bis dato werden nur ca. 20 Prozent der Primärenergie (fossile und erneuerbare Energien) in Deutschland direkt als elektrische Endenergie verwendet. Eine erfolgreiche Transformation in eine CO₂-neutrale Gesellschaft durch Substitution von fossilen Energien erfordert einen massiven Ausbau des Anteils elektrischer Endenergie. Diese gesamte zusätzliche elektrische Endenergie muss mit Hilfe von Leistungshalbleitern elektronisch umgeformt werden. Dies betrifft alle Branchen, beispielsweise auch Gebäude (z.B. Wärmepumpe statt Gasheizung) und Mobilität (E-Autos statt Verbrenner).

Zum anderen soll dieses Plus an Strom im Sinne der Nachhaltigkeit ausschließlich regenerativ erzeugt werden. 2021 liegt der Anteil Erneuerbarer Energien am Strommix bei ungefähr 50 Prozent.⁶ Der primär durch Wind und Sonne erzeugte „Grüne Strom“ muss mithilfe von Umrichtern mit integrierten Leistungshalbleitern an die Netzspannung des öffentlichen Netzes angepasst werden. Die Relevanz der Technologie wird dadurch in mehrerer Hinsicht deutlich. Das globale Wachstum von Wind- und Sonnenenergie zur Umsetzung der Energiewende beträgt mehr als 15 Prozent pro Jahr.⁷ Selbst bei einer Annahme von „nur“ zehn Prozent bis zum Jahr 2030 entsteht ein Mehrbedarf an Leistungshalbleitern für die Segmente Wind- und Sonnenenergie von ca. 240 Prozent.

- Elektromobilität

Engpässe von Halbleiter-Chips, wie Mikrocontroller und Speicher werden bereits heutzutage in der Öffentlichkeit diskutiert. Die vorhersehbaren zukünftigen Versorgungsengpässe bei Leistungshalbleitern, werden jedoch insbesondere durch schnellere Einführung der Elektroautos verursacht. Dies erfolgt mittlerweile mit einer Dynamik, mit der bisher nicht geplant und vorgesorgt wurde. Für Elektroautos (batterieelektrische Autos (BEV), Plug-in-Hybride (PHEV), Mild-Hybrid (MHEV)) werden Leistungshalbleiter für mehrere Anwendungen benötigt: Für die Drehzahlveränderung der Antriebsmotoren, Hilfsantriebe (DC/DC Wandler zur Veränderung der Batteriespannung im Auto, Kühlung, Heizung.), sowie in Ladegeräten für die Umformung der Netzspannung zum kontrollierten Laden. Der Bedarf von

⁶ Fraunhofer ISE 2021

⁷ Avenston Solar Market Outlook for 2021-2025, August 2021

Leistungshalbleitern (heutiges Marktvolumen ca. 9 Milliarden USD⁸) wird sich bis zum Jahr 2030 auf 400 Prozent erhöhen. Dadurch wächst der Bedarf an Leistungshalbleitern in diesem Sektor um den Faktor 4.

In dieser Hochrechnung nicht berücksichtigt ist der zusätzliche Bedarf für die Produktion mittelschwerer LKW/Busse. Weltweit werden ca. zwölf Millionen (20 Prozent in der EU) Fahrzeuge produziert. Sollte davon künftig die Hälfte elektrisch (Wasserstoff ist mit zu berücksichtigen) betrieben werden, wird der Leistungshalbleiter-Markt um weitere sechs Milliarden USD zusätzlich steigen.

Herstellung von Leistungshalbleitern und Weiterentwicklung

Die Herstellung von Leistungshalbleitern ist hochkomplex und bedarf diverser Produktionsschritte. Eine detaillierte Beschreibung liefert das Analysepapier des Fachverbands Mikroelektronik im ZVEI⁹.

Im ersten Schritt werden Wafer (ca. 1mm dünne Scheibe mit einem Durchmesser von 100mm - 300mm) aus Silizium oder Silizium-Carbid hergestellt. Anschließend wird von diesem Wafer der Leistungshalbleiter-Chip produziert. Ein Chip ist in der Lage, den elektrischen Stromfluss zyklisch zu unterbrechen, was typischerweise ca. 10.000 Mal in einer Sekunde erfolgt. Die elektrische Energie wird somit durch eine sehr schnelle Schaltsequenz umgeformt und dies nahezu verlustfrei. Der Leistungshalbleiter-Chip wird im dritten Produktionsschritt in ein robustes Leistungsmodul integriert. Dieses wird anschließend vom Kunden in beispielsweise Frequenzumrichter für Elektrische Antriebe eingebaut.

Bei der Herstellung von Leistungshalbleitern wird das Material Silizium zunehmend durch Silizium-Carbid (erstmalig von Tesla für das Model 3 verwendet) abgelöst. Die hohe Leistungsfähigkeit führt zu noch geringeren Energieverlusten. So können z.B. bei Solaranlagen der Wirkungsgrad oder die Reichweite von Elektroautos um sieben Prozent erhöht werden.

Siliziumcarbid (SiC) ist ein sehr leichter, und auch der härteste keramischer Werkstoff mit einer sehr guten Wärmeleitfähigkeit, sowie einer sehr guten Beständigkeit.

Marktführend in der Herstellung von SiC Wafern sind momentan amerikanische Unternehmen. Beide Märkte (Silizium-Leistungshalbleiter und Silizium-Carbid-Leistungshalbleiter) wachsen stetig, der Trend geht jedoch in Richtung des aufwändiger zu produzierenden Silizium-Carbid Leistungshalbleiter.

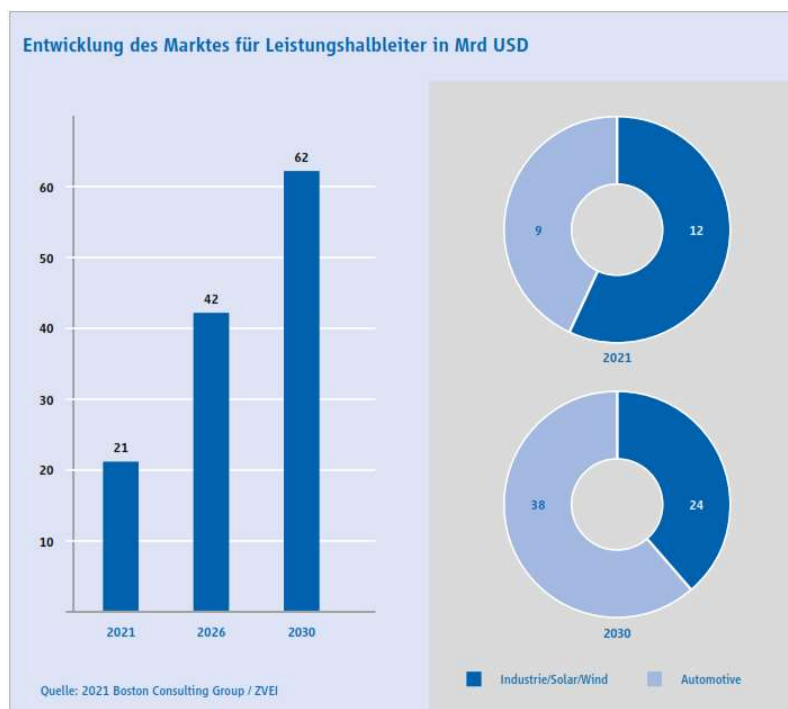
⁸ Boston Consulting Group 2021

⁹ ZVEI Analysepapier Mikroelektronik 2021

Herausforderungen für die Industrie

Die dargelegten Entwicklungen stellen die Industrie vor enorme Herausforderungen.

Marktwachstum: Der Bedarf an Leistungshalbleitern verdreifacht sich bis 2030 von heute ca. 21 Milliarden USD, für die untersuchten Anwendungsbereiche (Industrie/Erneuerbare Energien und Automotive) auf ca. 60 Milliarden USD im Jahr 2030. In der Wertschöpfung ist die Herstellung der Leistungshalbleiter-Wafer und -Chips sowie die Herstellung des anschlussfertigen Leistungshalbleiter-Moduls berücksichtigt. Um das Wachstum zu ermöglichen sind weit mehr als 20 zusätzliche Fabriken weltweit notwendig. Pro Fabrik ist eine Investition von ungefähr zwei Milliarden USD notwendig¹⁰. Um die heutige Marktposition der EU halten zu können, braucht es mehr als sechs zusätzlich Fabriken in Europa.



Versorgungsengpässe bekommen als erstes kleine (spezialisierte) Abnehmer zu spüren, die nicht die Einkaufskraft von z.B. Auto OEMs haben. Der **Mittelstand** als Leistungsträger und auch Besonderheit der deutschen Industrie wäre stark getroffen. Das sind insbesondere Hersteller von Umrichtern für Photovoltaik, Windkraft und für die elektronische Drehzahlveränderung von Elektromotoren. In diesem Bereich ist Europa heute weltweiter Marktführer.

¹⁰ ZVEI Ampere „Zukunft braucht Mikroelektronik“, März 2020

Politische Maßnahmen

Die Bedeutung von Leistungshalbleitern für die Transformation hin zu einer klimaneutralen Gesellschaft liegen auf der Hand. Daher bewertet der ZVEI die bisherigen Programme zur Förderung der Mikroelektronik grundsätzlich positiv. Um den spezifischen Bedarfen der Industrie Rechnung zu tragen und relevante Marktanteile in Europa zu halten und auszubauen, sind aber zusätzliche Maßnahmen nötig:

- Ziel: Marktanteil mindestens halten

Entwicklung des Marktes für Leistungshalbleiter				Notwendige Fabriken	
	2021	2026	2030	2026	2030
Industrie und Erneuerbare Energien	12 Mrd USD	18 Mrd USD	24 Mrd USD	3 Fabriken	6 Fabriken
Automotive	9 Mrd USD	24 Mrd USD	38 Mrd USD	8 Fabriken	17 Fabriken
Gesamtbedarf	21 Mrd USD	42 Mrd USD	62 Mrd USD	11 Fabriken	23 Fabriken
Bedarf Europa bei weiterhin 25 % Marktanteil				3 Fabriken	6 Fabriken

Quelle: 2021 Boston Consulting Group / ZVEI

Deutschland und Europa sind bei der Herstellung von Leistungshalbleitern heute weltmarktführend. Um diese Position zu halten, müssten die heutigen Marktführer ihren Umsatz in weniger als zehn Jahren mindestens verdreifachen. Die Investitionen hierzu sind immens und für börsennotierte Unternehmen aus Investorensicht kaum darstellbar. Nach einer Investitionsentscheidung werden zudem etwa drei Jahre benötigt, bis eine neue Fabrik produzieren kann. Entscheidet man erst wenn der Marktbedarf vorhanden ist, dann ist ein Engpass nicht mehr vermeidbar. Aus diesem Grund obliegt es der Politik, strategisch sinnvolle Standortpolitik zu betreiben. Da Leistungshalbleiter in allen Industriebereichen benötigt werden, würde die Industrie flächendeckend von einem Engpass betroffen sein.

Auch der Technologiewechsel **zu Silizium Carbid (SiC)** Leistungshalbleiter muss in den Blick genommen werden. Aufgrund der Reichweitenverlängerung drängen

insbesondere Autohersteller auf den Einsatz des neuartigen Leistungshalbleiters. Grundsätzlich präferiert aber auch die Energiewirtschaft und Industrie zunehmend SiC um bei der Energieeffizienz den neusten Stand der Technik in den Anlagen zu implementieren.

Um die heutige Marktposition der EU halten zu können, braucht es mehr als sechs zusätzlich Fabriken in Europa. Förderprogramme erleichtern Investitionen: Gezielt sollten sowohl die Herstellung der Si Wafer/SiC Wafer und Chips als auch die Herstellung der Leistungshalbleiter Module gefördert werden. Damit entstehen weit über 10.000 hochqualifizierte Arbeitsplätze, die eine Verfügbarkeit der Leistungselektronik für die Energiewende ermöglichen.

- **Attraktivität des Standorts Europa fördern**

Zur Sicherstellung der technologischen Souveränität der Europäischen Union und für eine starke und resiliente Industrie muss in Europa und Deutschland das Mikroelektronik-Ökosystem strategisch gefördert werden. Deutschland hat heute einen bedeutenden Halbleiter-Cluster in Sachsen/Dresden, der weiter gestärkt und ausgebaut werden sollte. Sowohl Produktion als auch Hochschulen sollten weiter vernetzt werden.

- **Förderprogramme passgenau aufsetzen**

Die Bedarfe verschiedener Anwenderindustrien an unterschiedlichen Produkten der Mikroelektronik unterscheiden sich stark. Deswegen greift eine Diskussion allein über Strukturgrößen zu kurz. Die Lieferkette ist vom Wafer bis hin zum Leistungsmodul zu berücksichtigen. In diesem Papier wurden Anwendungsbereiche und wachsende Bedarfe der Industrie dargelegt, bei denen der Schwerpunkt auf Leistungshalbleitern liegt. Um mit entsprechenden Förderprogrammen gezielt unterstützen zu können, müssen die unterschiedlichen Anforderungen bekannt sein und berücksichtigt werden. Ambitionierte europäische Förderprogramme und die aktuell geplanten IPCEIs sollten hierfür offen sein, da sie andernfalls für diverse Anwendungsbereiche am Bedarf vorbeigehen und ihr Ziel verfehlen, wachsenden Versorgungseingängen entgegenzuwirken.



**Starke Mikroelektronik in Europa
Zukünftige Versorgungssicherheit bei
Leistungshalbleitern in der Industrie**

Herausgeber:
ZVEI e. V.
Fachverband Automation
Lyoner Str. 9
60528 Frankfurt am Main
Verantwortlich:
Gunther Koschnick
Telefon: +49 60 6302-318
E-Mail: gunther.koschnick@zvei.org

Isabelle Kuhn
Telefon: +49 69 6302-429
E-Mail: isabelle.kuhn@zvei.org

www.zvei.org

Oktober 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Herausgebers unzulässig.

Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzung, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.