

Syndex

März 2024



syndex
KNOWLEDGE FOR ACTION

Welt der Halbleiter: zwischen Geopolitik und Technologie-Wettlauf

Die COVID-19-Krise hat das Bewusstsein für mögliche Abhängigkeiten bei Chips geschärft, die heutzutage überall zu finden sind.

Die Europäische Union hat zunächst nur zögerlich reagiert, jetzt aber das Chip-Gesetz vorgelegt. Ist es nicht schon zu spät? Reicht das? Ist das der richtige Lösungsansatz? IndustriAll Europe wollte Hintergrundwissen zu diesem wichtigen Thema und hat bei Syndex eine Studie darüber in Auftrag gegeben.

Eckdaten der Halbleiterindustrie

Der Halbleitermarkt hat in den letzten Jahren ein Volumen von fast 600 Mrd. \$ erreicht. Das Wachstum ist so hoch, dass bis zum Ende des Jahrzehnts die Marke von 1000 Mrd. \$ geknackt werden könnte. Alle Segmente dürften starke Zuwächse verzeichnen (CAGR von 7%), aber der Automobil- (13%) und der Industriegesektor (9%) sollten sogar noch stärker zulegen.

Zahlen und Fakten

Wachstumsstarke Branche

- CAGR von 7,5 % 1990–2010
- CAGR von 7 % 2021–2030

CAPEX-intensive Branche

- Steigende Kosten für Halbleiterwerke (Fabs)
- Immer weniger Akteure mit entsprechender Investitionskraft

Hohe FuE-Investitionen

- Hohe FuE-Ausgaben im Verhältnis zum Umsatz
- US-Unternehmen investieren mehr

Hochgradig zyklische Branche

- Starke BIP-Abhängigkeit
- Überreaktion auf BIP-Entwicklung

Konzentration und

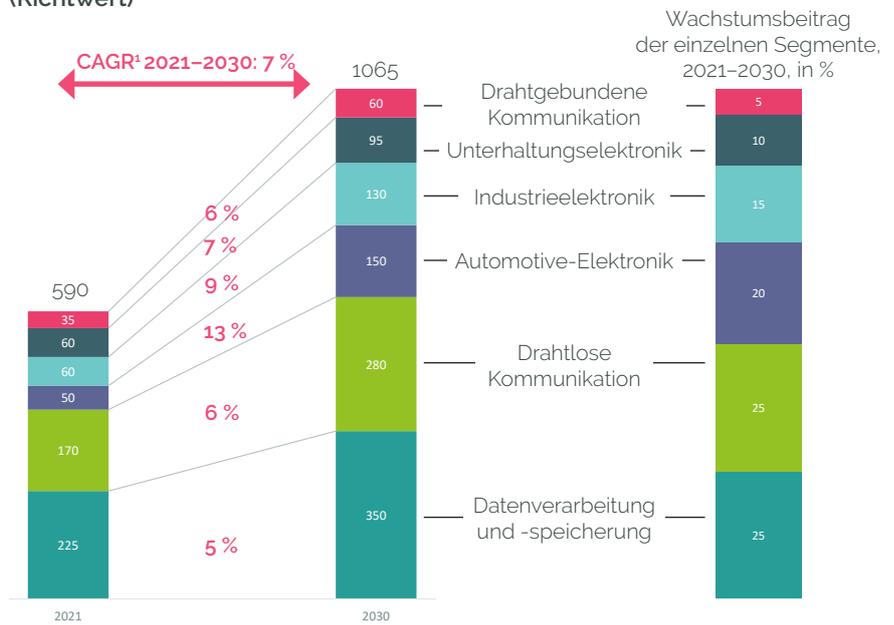
oligopolistische Branche

- Quasi-Monopol von ASML (lithografische Systeme)
- Quasi-Monopol von ARM (Architektur)
- Quasi-Monopol von TSMC (Foundry)
- Oligopol von Samsung/Hynix/Micron (DRAM-Speicher)
- Samsung/Hynix/Kioxia/Western Digital/Micron (NAND-Flash-Speicher)

> DIE HALBLEITERINDUSTRIE KÖNNTE BIS 2030 AUF 1 BILLION \$ WACHSEN

Wachstumstreiber sind die Bereiche Wireless, Automotive, Datenspeicherung und auch die Industrieelektronik. Davon profitieren europäische Akteure.

Volumen des globalen Halbleitermarktes nach Segmenten, in Mrd. \$ (Richtwert)

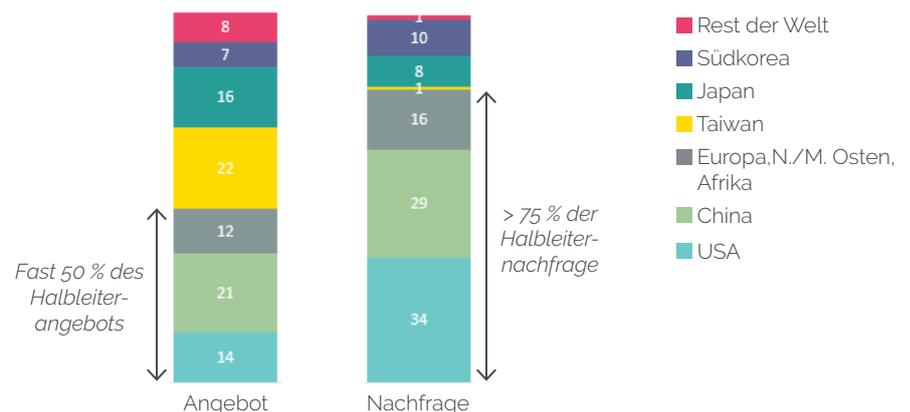


1. CAGR: Compound annual growth rate – durchschnittliche jährliche Wachstumsrate.
Quelle: The semiconductor decade a trillion-dollar industry. McKinsey, April 2022.

> ANGEBOT UND NACHFRAGE BEI HALBLEITERN REGIONAL UNAUSGEWOGEN

Europa und die USA haben in den letzten Jahren in Bezug auf die Produktion stark an Bedeutung verloren. Der Anteil Europas sank von 30 % im Jahr 1990 auf 12 % im Jahr 2019. Die US-Produktion ging im selben Zeitraum von 37 % auf 14 % zurück. China ist zu einem wichtigen Akteur im Bereich der Produktion geworden.

Halbleiterangebot und -nachfrage, nach Regionen, 2021, Anteil in %



Quelle: Semiconductor fabs: Construction challenges in the US. McKinsey & Company, January 2023.

den, muss aber aufgrund der bedeutenden Stellung bei der Montage von elektronischen Geräten immer noch große Mengen an Chips importieren. Große Exportländer sind dagegen Taiwan und Japan.

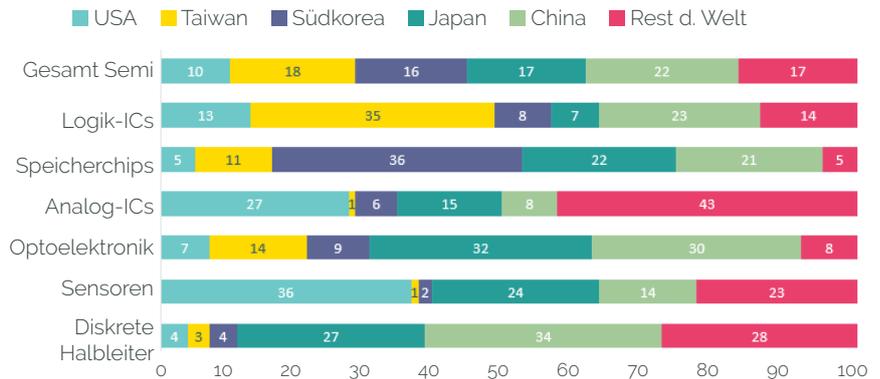
1. DIE PRODUKTION ERFOLGT HAUPTSÄCHLICH IN ASIEN: TAIWAN, SÜDKOREA, JAPAN UND CHINA. Taiwan und Südkorea verfügen über die fortschrittlichste Technologie. Auf sie entfallen 73 % der weltweiten Produktion. In bestimmten volumenstarken Bereichen, wie z. B. bei Speichern, ist der Anteil Asiens sogar noch größer.

2. DIE DOMINANZ ASIENS IM INDUSTRIEBEREICH IST BEI HÖHERER TECHNOLOGISCHER KOMPLEXITÄT NOCH AUSGEPRÄGTER. Je fortschrittlicher die Technologie ist, desto stärker ist der Markt in den Händen Asiens, insbesondere Südkoreas und vor allem Taiwans. Die beiden Länder sind die einzigen, die die entsprechenden Verfahren in den modernsten Fabs beherrschen.

Die USA sind bemüht, durch Anreize für Investitionen in die fortschrittlichsten Technologien wieder vorne mitzumischen. In Europa sind hingegen keine Investitionen in die fortschrittlichsten Technologien geplant.

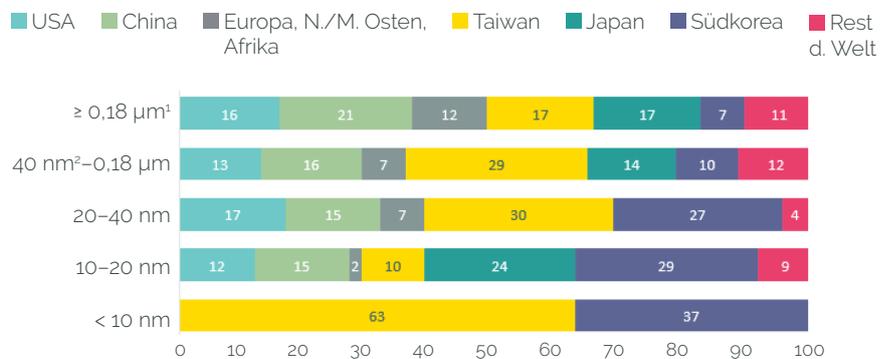
3. USA SICHERT SICH WEITERHIN EIN GROSSES STÜCK VOM WERTSCHÖPFUNGSKUCHEN (DESIGN). Auch unter dem Gesichtspunkt der Wertschöpfung schneidet Europa nicht besser ab. Trotz der Deindustrialisierung kann ein großer Teil der Wertschöpfung in den USA gehalten werden. Wafer-Herstellung und PAT erfolgen überwiegend in Asien. Auch die Verteilung der Wertschöpfung gilt es in den Blick zu nehmen. Für Europa bleibt das Bild jedoch unverändert düster, da es nur etwa 10 % der Wertschöpfung auf sich

1. Wafer-Produktionskapazität nach Fab-Standort und Chip-Typ, 2020



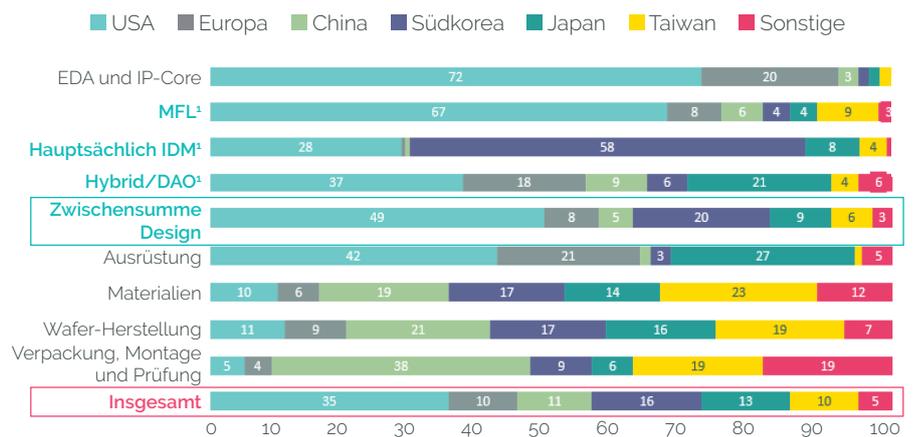
Quelle: CRS, adaptiert von SEMI, World Fab Forecast, November 2020.

2. Die regionale Produktion von Halbleiterchips variiert je nach Nanometerzahl. Weltweit installierte Kapazität, nach Nanometerzahl, Dezember 2020, in %



1. Mikrometer. 2. Nanometer. Quellen: IC Insights; IHS Markt; SEMI World Fab Forecast database. Semiconductor fabs: Construction challenges in the US, McKinsey & Company, Januar 2023.

3. Wertschöpfung in der Halbleiterindustrie nach Tätigkeitsbereichen und Regionen 2021 (in %)



1. Design: Hauptsächlich Fabless/Logik-ICs (MFL), hauptsächlich IDM/Speicherchips. Hybrid (Fab-Lite)/DAO. Quelle: 2022 State of the U.S. semiconductor industry, SIA.

vereint, was dem entsprechenden Anteil an der Produktion entspricht. Ganz anders sieht es hingegen in den USA aus, wo rund 35 % der Wertschöpfung erwirtschaftet werden. Dies ist auf die wichtige Rolle

der USA in der FuE zurückzuführen, aber auch darauf, dass mehrere große US-Akteure Fabless-Unternehmen (ohne eigene Fertigungsstätten) sind, auf die rund 35 % der Wertschöpfung entfallen.

> **DIE GLOBALEN BIG PLAYER KOMMEN AUS ASIEN UND AMERIKA.** Die Schwäche der europäischen Industrie wird durch eine Untersuchung der führenden Unternehmen des Sektors bestätigt. Nur sehr wenige Unternehmen sind unter den Top 10 (nur eines, und das ist ein Anbieter von Halbleiterausrüstungen und kein Halbleiterakteur im eigentlichen Sinne) oder auch nur unter den Top 100.

Das erste chinesische Unternehmen liegt auf Platz 29. Nur 14 europäische Unternehmen schaffen es unter die Top 100. Die Rangliste wird von US-Unternehmen dominiert.

Top 10 der börsennotierten Halbleiterunternehmen nach Umsatz

Platz	Unternehmen	Land	Umsatz (Mio. \$)
1	Samsung	Südkorea	218 047
2	TSMC	Taiwan	72 005
3	Intel	USA	54 044
4	Qualcomm	USA	38 584
5	Broadcom	USA	35 042
6	SK Hynix	Südkorea	28 298
7	ASML	Niederlande	27 424
8	Applied Materials	USA	26 638
9	NVIDIA	USA	25 878
10	AMD	USA	21 876

Quelle: companiesmarketcap.com.

Staatliche Maßnahmen in der ganzen Welt

Nicht nur die Europäische Union, sondern auch andere Länder und Regionen der Welt haben Maßnahmen zur Verringerung ihrer starken Abhängigkeit von einer Handvoll Länder ergriffen. In allen Erdteilen wurden Pläne zur Ansiedlung oder Rückverlagerung der Produktion und/oder FuE angekündigt. Die Anziehung von Investitionen wird überall massiv subventioniert. Dies kann höchst bedenklich sein, wenn keine Auflagen daran geknüpft sind.

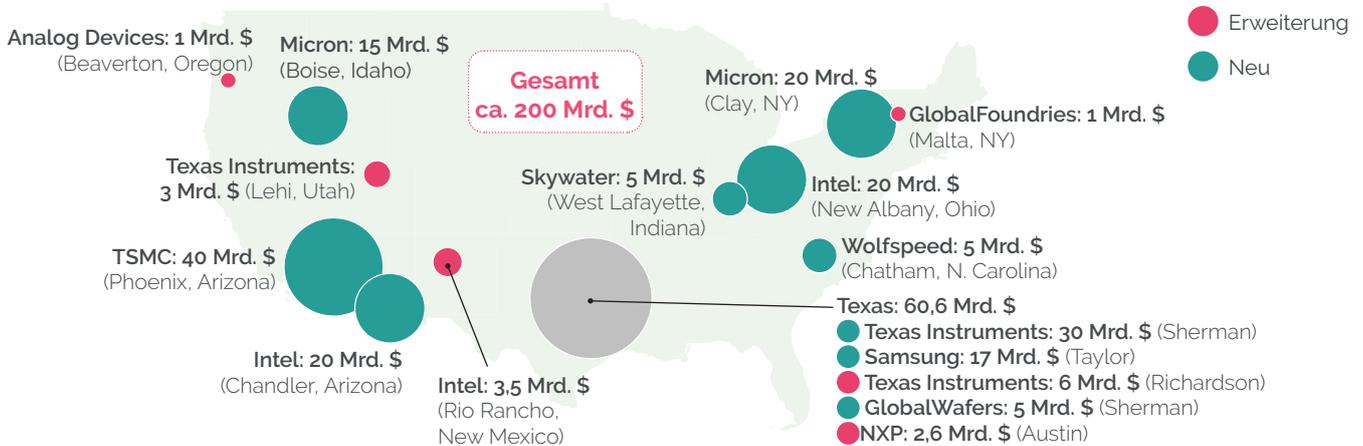
> **WELTWEIT WERDEN SUBVENTIONSPLÄNE AUS DEM BODEN GESTAMPFT**

Chip-Gesetz der EU – 43 Mrd. €	Südkoreanische „K-Semiconductor Belt“-Strategie	CHIPS and Science Act der USA: 52,7 Mrd. \$	Japanische Finanzierung 2021 in Höhe von 6,8 Mrd. \$
Zusätzliche Steueranreize in Taiwan	Steuervergünstigungen in Thailand für Halbleiterinvestitionen	Vietnamesische Steueranreizpolitik für Chip-Firmen	Anreizpaket für Halbleiterinvestitionen in Indien im Wert von 10 Mrd. \$
Anreizpaket für Halbleiterinvestitionen in Mexiko	Anreize für Halbleiterinvestitionen in Kanada		

> HÖHE DER IN EUROPA GEPLANTEN INVESTITIONEN IM VERGLEICH ZU DEN USA UND ASIEN BESCHRÄNKT

Das europäische 20%-Ziel bis 2030 könnte sich angesichts der Größenordnung der in **Südkorea** und **Taiwan**, aber auch in den **Vereinigten Staaten** geplanten Investitionen als schwer erreichbar erweisen.

In den USA geplante Großinvestitionen

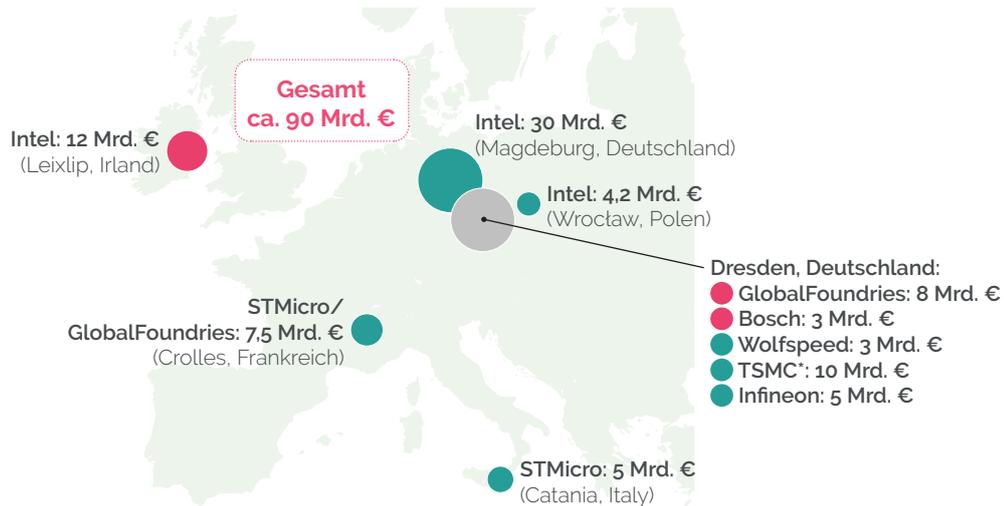


In Asien geplante Großinvestitionen



1. 5 neue Werke bis 2042. 2. 4 neue Werke. 3. Über einen Zeitraum von 5 Jahren.

Geplante Großinvestitionen in Europa

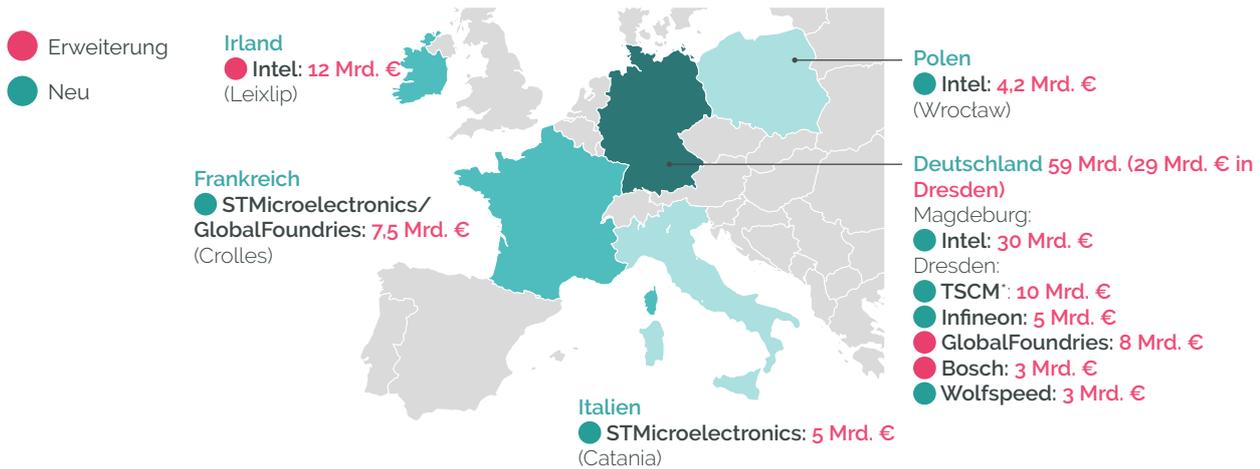


* Gemeinsames Projekt von TSMC, Bosch, NXP und Infineon.

> **ERHEBLICHES REGIONALES UNGLEICHGEWICHT BEI DER AUFTEILUNG DER INVESTITIONEN IN EUROPA**

Der Vergleich zwischen der EU, den Vereinigten Staaten und China ist erschreckend. Den USA ist es gelungen, Investitionen in Höhe von 200 bis 300 Mrd. \$ an Land zu ziehen. Asien dürfte in Anbetracht der Ankündigungen Südkoreas (wenn auch über einen längeren Zeitraum) Investitionen in noch viel größerem Umfang mobilisieren. In Europa hingegen wird mit Investitionen von nur knapp 100 Mrd. \$ gerechnet.

Der Großteil der geplanten Investitionen in Europa konzentriert sich bisher auf eine Handvoll Märkte, allen voran **Deutschland**. Die übrigen Großprojekte betreffen **Irland, Frankreich, Polen** und **Italien**.



* Gemeinsames Projekt von TSMC, Bosch, NXP und Infineon. Quelle: Syndex.

> **WELCHES POTENZIAL STEHT WELCHEN RISIKEN GEGENÜBER?**

Die Auflagen für öffentliche Beihilfen scheinen in der EU im Allgemeinen und für Halbleiterprogramme im Besonderen begrenzt zu sein. In den meisten Fällen sind diese Zuschüsse an keine finanziellen, steuerlichen oder beschäftigungspolitischen Bedingungen geknüpft. Im Zusammenhang mit den erwarteten massiven Beihilfen auf EU-Ebene, stellt sich die Frage der Einführung **quantifizierter Bedingungen** für die Gewährung solcher Beihilfen.

In dieser Hinsicht sollte sich Europa am US-amerikanischen CHIPS and Science Act orientieren, das von den Begünstigten die Aufnahme von Bestimmungen über die Rückzahlung im Falle von steuerbefreiten Erträgen, Zahlungen an Aktionäre oder die Krankenversicherung der Beschäftigten verlangt.

Interessante Ansätze für mögliche Auflagen in Bezug auf die Beihilfen ...

... die letztlich die Interessen aller Akteure in Einklang bringen könnten. Für den Fall, dass die ursprünglich festgelegten Bedingungen nicht erfüllt werden, ist eine vollständige oder teilweise Rückzahlung der öffentlichen Beihilfen vorzusehen.



Beschäftigungsbedingungen

- Bedingung in Bezug auf Stabilität oder Wachstum der Belegschaft für einen Zeitraum entsprechend der Laufzeit der Investition.
- Verpflichtung, einen Teil der Beihilfe (5 %?) in Weiterbildungsprogramme für Beschäftigte in der EU zu investieren (der Arbeitsplatz von Beschäftigten, in die ein Unternehmen in die Weiterbildung investiert hat, ist potenziell weniger gefährdet).



Bedingungen für die Gewinnbeteiligung

- Bessere Aufteilung der Wertschöpfung: Verpflichtung zur Einführung oder Verbesserung von Gewinnbeteiligungsmechanismen.
- Klausel, wonach Gewinne in FuE innerhalb Europas zu reinvestieren sind.



Umweltbedingungen

- Emissionsminderungsklausel
- Verpflichtungen zum Wasserverbrauch
- ...

Eine europäische Strategie nimmt allmählich Gestalt an, aber es bedarf noch weiterer Anstrengungen in Bezug auf Kompetenzen, Arbeitsbedingungen und Umweltfragen

Investitionen in die Halbleiterbranche werden einen starken Anstieg der Beschäftigung in diesem Sektor nach sich ziehen, die laut Deloitte von derzeit 2 auf 3 Mio. Beschäftigte im Jahr 2030 steigen wird. Dies wird die Spannungen bei der Personalbeschaffung verstärken, da bei vielen Kompetenzen ein direkter Wettbewerb mit GAFAM und dem Automobilsektor, aber vor allem zwischen den Regionen besteht. Wie alle Weltregionen ist auch Europa bereits jetzt mit einem Fachkräftemangel im Bereich der Mikroelektronik konfrontiert, der sich in den kommenden Jahren noch verschärfen sollte.

Die erforderliche Konzentration auf die Weiterbildung und die Gewinnung von Talenten ist zwar auf europäischer Ebene bereits Konsens, eine Quantifizierung ist zum jetzigen Zeitpunkt jedoch noch nicht erfolgt.

Die Strategie der Europäischen Union im Rahmen des **Chip-Gesetzes** setzt eine enge Verzahnung von Kompetenzzentren, Hochschulen und privaten Akteuren voraus.

Dies erfordert ein hohes Maß an Koordinierung bei der Verteilung der Ressourcen und Spezialisierungen. Mit der Einrichtung der European Chips Skills 2030 Academy soll dieses Ziel durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

- Aufbau eines Hochschulnetzes und von Ressourcen zur Unterstützung von Weiterbildung und Umschulungen in der Industrie,
- Koordinierung mit Kompetenzzentren,
- Initiativen zur Stärkung des Branchenprofils.

Die Einrichtung von Kompetenzzentren und die Verteilung der Aufgaben werden also von entscheidender Bedeutung sein.

In diesem Stadium besteht die Gefahr, dass die Ressourcen zu spärlich auf eine Reihe von Mikrokompetenzen-

tren verteilt werden sowie einer langwierigen Koordinierungsphase, die den Erfolg der neuen Investitionen in Europa beeinträchtigen könnte.

Auch die Unternehmen scheinen stark in die Verantwortung genommen zu werden. Wie bereits ausgeführt, ist die Attraktivität von Halbleiterunternehmen ein zentrales Thema, das kurz- und mittelfristig große Anstrengungen erfordert, insbesondere in drei Bereichen (siehe Grafik auf der nächsten Seite).

REIHE VON MASSNAHMEN KÖNNTE DAZU BEITRAGEN, die Risiken in diesem für Europa so wichtigen Bereich zu begrenzen:

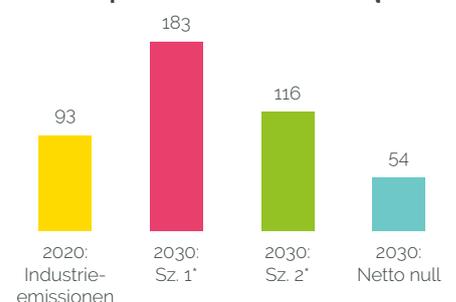
- **auf Unternehmensseite:** Anstrengungen zur Verbesserung der Entgelt- und Arbeitsbedingungen, einschließlich des Arbeitsschutzes, Aufbau gemeinsamer Werte auf der Grundlage eines gemeinsamen Unternehmensprojekts, umfangreiche Investitionen in die Weiterbildung der Beschäftigten,
- **auf staatlicher Seite:** Einrichtung von Weiterbildungskursen und Kommunikation zu diesem Thema, Klärung der Frage der Verteilung der Kompetenzzentren (Kernstück der EU-Strategie), Unterstützung fairer Mobilität,

- **gemeinsame Maßnahmen:** Einrichtung von öffentlichen/privaten Finanzierungsprogrammen für Studien und rasche Festlegung eines klaren öffentlich/privaten Organisationsplans (EU, Länder, Regionen, Hochschulen).

Die erfolgreiche Umsetzung des europäischen Plans erfordert gemeinsame Anstrengungen und ehrgeizige Forderungen der Öffentlichkeit.

Im Sinne der Nachhaltigkeit müssen die Fabs den Ausstoß von Treibhausgasen sowie den Abfall- und Wasserverbrauch minimieren.

Scope 1 und 2 (Mio. CO₂-Äq)



* Szenario 1: Fortführung der derzeitigen Dekarbonisierungsmaßnahmen. ** Szenario 2: Erfüllung der angekündigten Verpflichtungen. Quelle: „Keeping the semiconductor industry on the path to net zero“, McKinsey, November 2022.

Es ist unwahrscheinlich, dass die Halbleiterindustrie den 1,5-Grad-Zielpfad einhalten kann.

In einem konservativen Szenario würden sich die CO₂-Äq-Emissionen zwischen 2020 und 2030 fast verdoppeln. Dies ist vor allem auf den prognostizierten dynamischen Pro-

duktionsanstieg gemäß den jüngsten Ankündigungen der Halbleiterhersteller zurückzuführen. In einem ehrgeizigeren Szenario mit einer Begrenzung der CO₂-Äq-Emissionen

müssten einige Akteure ihren Plan nachschärfen. Das Netto-Null-Ziel ist jedoch nur mit drastischen Änderungen zu erreichen.

> IN DREI BEREICHEN MUSS DIE VERANTWORTUNG DER UNTERNEHMEN WAHrgENOMMEN WERDEN

<p>>> Arbeitsbedingungen</p> <p>Die Branchenunternehmen müssen sich unbedingt aktiv mit dem Thema Arbeitsbedingungen auseinandersetzen und darüber kommunizieren, um das unattraktive Image in diesem Bereich zu korrigieren (z. B. Arbeitszeiten, Home-Office, bezahlter Urlaub aus familiären Gründen usw.).</p>	<p>>> Wettbewerbsfähige Entgeltbedingungen</p> <p>Die Halbleiterunternehmen stehen zunehmend im Wettbewerb mit Branchen, die bei gleicher Qualifikation deutlich höhere Entgelte zahlen. In diesem Zusammenhang müssen die Unternehmen Überlegungen anstellen, damit das Gesamtpaket für die Beschäftigten stimmt. Die Einführung oder Verbesserung von Mechanismen für die Wertschöpfungsbeteiligung der Beschäftigten ist ein Faktor für die Gewinnung und Bindung von Mitarbeiter*innen und verleiht dem von der Unternehmensleitung häufig im Munde geführten „gemeinsamen Projekt“ Glaubwürdigkeit.</p>	<p>>> Wertefragen (Vielfalt/ESG)</p> <p>In Anbetracht der stark veränderten Erwartungen der Beschäftigten müssen die Unternehmen des Sektors einer Reihe von Aspekten verstärkte Aufmerksamkeit widmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Frage der gemeinsamen Werte ist für die Sinnstiftung der Arbeit und der gemeinsamen Anstrengungen von wesentlicher Bedeutung. • Auch beim Thema der Vielfalt besteht Nachholbedarf in der Branche laut GSA (<i>Women in the semiconductor industry, 2020</i>) war im Jahr 2020 nur 1 % der Führungspositionen mit Frauen besetzt. • Umweltbelange, insbesondere der Wasserverbrauch, müssen in Anbetracht der Auswirkungen der Tätigkeit des Sektors stärker berücksichtigt werden.
--	--	---

> ZU WENIG, ZU SPÄT?



>> Positiv zu vermerken ist, dass sich die EU der Deindustrialisierung und des Rückstands bewusst geworden ist. Die EU hat zudem zur Kenntnis genommen, dass zahlreiche Länder auf der ganzen Welt industriepolitische Maßnahmen ergriffen haben. Auch in der EU hat der Wandel bereits begonnen. Die Zukunft muss noch geschrieben werden.