

Zurecht umstritten

Eine industriepolitische Analyse der Intel-Magdeburg Subvention anhand des BESTInvest-Leitfadens

@ Nils Gerresheim, Max Krahé
nils.gerresheim@dezernatzukunft.org

📅 17.09.2024

Executive Summary

Der US-amerikanische Halbleiterkonzern Intel plant, zwei hochmoderne Chipfabriken in der Nähe von Magdeburg zu bauen. Mit knapp 10 Milliarden Euro wurde diesem Projekt die größte industriepolitische Förderung versprochen, die die Bundesregierung je einem einzelnen Unternehmen zugesagt hat. Ist diese Subvention gut verwendetes Geld? Zur Beantwortung dieser Frage haben wir einen Leitfaden zur **Bewertung von staatlichen Investitionen (BESTInvest)** entwickelt. Dieses Papier umreißt den Leitfaden und wendet ihn auf Intel-Magdeburg an. Unsere Schlussfolgerung ist, dass die Subvention zurecht umstritten ist. Lernkurven-, Cluster und Innovationseffekte schaffen zwar Pfadabhängigkeiten in der Halbleiterproduktion, doch deren Ausmaß ist mit großen Unsicherheiten verbunden und die Effekte einer einzelnen Subvention sind im wahrscheinlichsten Fall moderat. Dementsprechend bleibt es unklar, ob die Unterstützung ausreichen würde, um Intel-Magdeburg langfristig wettbewerbsfähig zu machen. Zudem werden verhältnismäßig wenige Arbeitsplätze in einem Markt geschaffen, in dem aktuell ein Fachkräftemangel herrscht. Dies stellt sowohl die gesamt- als auch die regionalwirtschaftlichen Effekte des Projektes in Frage. Neben den wirtschaftlichen Faktoren sind auch Klima- und Souveränitätseffekte relevant, welche positiv, aber moderat sind. Die Gesamtbewertung hängt an der Gewichtung einzelner Aspekte, sowie an der Bereitschaft, gegebenenfalls mit weiteren Maßnahmen die Clusterbildung und die Wettbewerbsfähigkeit der Halbleiterbranche in Deutschland und Magdeburg zu fördern.

#INTEL-MAGDEBURG

#HALBLEITER

#INDUSTRIEPOLITIK

* Dieser Bericht und die Entwicklung des BESTInvest-Leitfadens haben vom Austausch mit diversen Fachexpert:innen profitiert. Für ihre wertvollen Beiträge danken wir unter anderem: Dr. Marc Bovenschulte (VDI/VDE Innovation + Technik GmbH), Julia Bütow (Staatskanzlei Sachsen-Anhalt), Julia Hess (Interface – Tech analysis and policy ideas for Europe e.V.), Lucas Kitzmüller, Jan-Peter Kleinhans (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) und Dr. Natalia Stolyarchuk (Bitkom e.V.). Außerdem danken wir unserem Kollegen Gerrit Schröter. Alle Inhalte dieses Berichts und die darin geäußerten Ansichten sind die alleinige Meinung der Autoren.

** Die inhaltliche Arbeit an diesem Bericht wurde abgeschlossen, bevor die Verschiebung des Baustarts von Intel-Magdeburg am 16.9. bekannt wurde.

Einleitung.....	3
1. BESTInvest: ein Bewertungsleitfaden für staatliche Investitionen	4
2. Der Kontext: Intel-Magdeburg und die Halbleiter-Lieferkette	6
3. Wirtschaftliche Analyse.....	7
3.1 Vor- und Nachteile des Standorts Deutschland für die Halbleiterproduktion	8
3.2 Lernkurveneffekte.....	9
3.3 Clustereffekte	10
3.4 Innovation	11
3.5 Lieferkettenzieheffekte	12
3.6 Private vs. öffentliche Erträge.....	13
3.7 Arbeitsmarkteffekte	14
4. Klima- und Umwelteffekte.....	16
5. Souveränitätsaspekte.....	18
6. Fazit	21
7. Literaturverzeichnis	23

Einleitung

Mit der Ansiedlung von Intel bei Magdeburg soll eines der größten industriepolitischen Projekte in der deutschen Industriegeschichte umgesetzt werden. In den zwei geplanten Fabriken möchte Intel die weltweit technisch fortschrittlichsten Chips, mit einer Strukturgröße von 1,5 Nanometer, produzieren. Es ist geplant, dass das 33-Milliarden-Euro-Projekt mit 9,9 Milliarden Euro staatlich bezuschusst wird (Die Bundesregierung 2023). Angesichts der Höhe der staatlichen Unterstützung stellt sich die Frage: Wie ist dieses Projekt einzuordnen?

Die Bundesregierung nennt vier Ziele, die sie mit der Unterstützung von Intel-Magdeburg erreichen möchte: die Stärkung der europäischen Souveränität, die Förderung resilienter Lieferketten, mehr Innovationen in der deutschen Industrie und eine Verbesserung des ostdeutschen Arbeitsmarkts. Darüber hinaus soll die deutsche Volkswirtschaft allgemein durch katalytische Effekte der Investition profitieren (Die Bundesregierung 2023). Die Bundesregierung betont außerdem, dass es sich für sie um eine Investition handelt, von der sie – zum Beispiel über mehr Wachstum, höhere Steuereinnahmen und niedrigere Arbeitslosigkeit – einen wirtschaftlichen Gewinn erwartet (Bernardt et al. 2024).

Unter Ökonomen ist die staatliche Unterstützung jedoch umstritten. Während die VDI/VDE Innovation + Technik GmbH (VDI/VDE-IT) Studie „Ökonomische Effekte der Intel-Ansiedlung in Magdeburg“ insgesamt zu einem positiven Fazit hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit des Projekts kommt, kritisieren andere Ökonomen dessen Unvorhersehbarkeit und den einseitigen staatlichen Eingriff in den freien Markt (Tagesschau 2023; Bernardt et al. 2024). Clemens Fuest bemängelt in einem Interview zudem, dass das Intel-Werk durch seinen Fokus auf die

physische Chipproduktion nur in geringem Maße zur Forschungsförderung beitragen werde und die staatliche Absicherung der Lieferketten private Absicherungsbemühungen verdrängen könnte (Tagesschau 2024).

Zusätzlich wirkt die aktuell prekäre wirtschaftliche Lage des Intel-Konzerns – der kürzlich einen Stellenabbau von 15.000 Arbeitsplätzen ankündigte – weitere Fragen auf. Zum einen wird kritisiert, dass mit Intel ein Unternehmen subventioniert wird, das wichtige Innovationsprozesse verschlafen hat. Zum anderen ist unklar, ob weitere staatliche Unterstützung erforderlich sein wird, um das Intel-Werk in Magdeburg langfristig als Leading-Edge-Standort in Deutschland zu halten (Rudzio 2024).¹

Wie ist die industriepolitische Subvention für das Intel-Werk also zu bewerten? Um diese Frage zu beantworten und gleichzeitig unser Verständnis von industriepolitischen Mechanismen und Subventions- und Investitionsentscheidungen zu vertiefen, haben wir einen Leitfaden für die **Bewertung von staatlichen Investitionen** (BESTInvest) entwickelt. In diesem Papier umreißen wir den Leitfaden und wenden ihn auf den Fall der Intel-Investition an.

Abschnitt 1 gibt einen Überblick über den BESTInvest-Leitfaden. Abschnitt 2 beschreibt das Intel-Magdeburg-Projekt, Abschnitte 3 bis 5 wenden den Leitfaden auf Intel-Magdeburg an und durchleuchten die wirtschaftlichen, klimapolitischen und souveränitätsrelevanten Aspekte dieses Projekts. In Abschnitt 6 ziehen wir ein Fazit.

Unsere Schlussfolgerung ist, dass die Subvention über verschiedene Mechanismen zwar die Wettbewerbsfähigkeit von Intel langfristig steigern kann, sie hierdurch wahrscheinlich den Standortnachteil in Deutschland dennoch nicht

¹ Laut Schätzungen von VDI/VDE-IT wären in etwa zehn Jahren erneut erhebliche Investitionen notwendig, um das Werk auf den zukünftigen Leading-Edge-Standard zu bringen. Andern-

falls könnte das Werk in das Common-Edge-Segment abrutschen, in dem deutlich geringere Margen erzielt werden.

vollständig wird ausgleichen können. Klimapolitisch und in Bezug auf Souveränität ist ein positiver, allerdings nur moderater Beitrag zu erwarten.

Damit unterstreicht unsere Analyse, dass die Intel-Subvention zu Recht umstritten ist. Ob das Geld in der Gesamtschau gut angelegt ist,

hängt an politischen Einschätzungen, insbesondere bezüglich der Gewichtung von (regionalen) Wirtschaftseffekten, an Klimaeffekten sowie der wahrgenommenen Eintrittswahrscheinlichkeit unterschiedlicher geopolitischer Szenarien. Diesbezüglich können und wollen wir kein Urteil fällen.

1. BESTInvest: ein Bewertungsleitfaden für staatliche Investitionen

Kluges industriepolitisches Handeln verfolgt bestimmte Ziele. Historisch spielte dabei die Förderung des gesamtwirtschaftlichen und des regionalen Wohlstands stets eine Schlüsselrolle. Neu hinzugekommen, angesichts der aktuellen Herausforderungen des 21. Jahrhunderts, sind die Bekämpfung des Klimawandels und die Stärkung der europäischen Souveränität. Diese vier Ziele nehmen wir mit dem BESTInvest-Leitfaden und diesem Papier zu Intel-Magdeburg in unseren Blick.

Um eine bestimmte Investitions- oder Subventionsentscheidungen bewerten zu können, ist es hilfreich abzuschätzen, inwiefern sie geeignet ist, diese Ziele zu erreichen. Der BESTInvest-

Leitfaden identifiziert acht Mechanismen, über die staatliche Investitionen plausiblerweise die vier genannten Ziele erreichen oder unterstützen können (siehe Box 1 für eine Beschreibung des Mechanismus „Lernkurveneffekte“, Tabelle 1 für einen Überblick über alle acht Mechanismen). Darauf aufbauend beschreibt er verschiedene qualitative Analysen und quantitative Modelle, mit denen untersucht werden kann, inwiefern diese Mechanismen bei einem Projekt greifen. Da es sich bei den Mechanismen um grundlegende volks- und betriebswirtschaftliche Prozesse handelt, ist der BESTInvest-Leitfaden flexibel auf verschiedene Investitionsprojekte anwendbar.

Box 1: Lernkurven als Beispiel für die von uns untersuchten Mechanismen

Ein Beispiel für einen der von uns betrachteten Mechanismen sind Lernkurveneffekte. Bereits etablierte Unternehmen haben durch ihre langjährige Praxiserfahrung in der Produktion einen Kosten- und damit oft einen Wettbewerbsvorteil gegenüber Neueinsteigern. In einer rein privatwirtschaftlichen Umgebung führt dies zu Marktmacht und damit zu der Existenz von multiplen Gleichgewichten und Entwicklungspfaden. Diese wiederum eröffnen die Möglichkeit, mit kluger Politik die Zukunft der Wirtschaftsstruktur zu gestalten: So kann eine industriepolitische Investition durch Lernkurveneffekte dazu beitragen, ein zunächst subventioniertes Unternehmen langfristig wettbewerbsfähig zu machen und so die lokale Wertschöpfung zu erhöhen.

Im BESTInvest-Leitfaden findet sich ein kurzer Literaturüberblick dazu, wie Lernkurveneffekte durch hohe Produktionsvolumina die Produktionskosten senken können. Dieser Prozess kann je nach Datenlage und Branche unterschiedlich modelliert werden. Wir bieten hierfür verschiedene Vorschläge, um eine fallbezogene Analyse zu ermöglichen, sowie ein Excel-Tool, das beispielhaft Lernkurveneffekte in der Halbleiterbranche analysiert.

In Bezug auf **gesamtwirtschaftlichen Wohlstand** kann industriepolitisches Handeln insbesondere durch das Bestehen von Pfadabhängigkeiten ein effektives Instrument sein. Pfadabhängigkeitseffekte ermöglichen es einem bereits etablierten Unternehmen oder Unternehmenscluster, sich gegen Neueinsteiger zu behaupten. Sie beschreiben sich selbst verstärkende Prozesse, die beispielsweise durch Clustereffekte oder Lernkurven (siehe Box 1) entstehen können. In solchen Fällen kann staatliche Unterstützung dazu beitragen, Einstiegsbarrieren zu überwinden und die wirtschaftliche Entwicklung dauerhaft von einem weniger attraktiven Pfad auf einen besseren zu verschieben.

Auch für die Effekte von industriepolitischen Maßnahmen auf **regionalwirtschaftlichen Wohlstand** spielen Pfadabhängigkeiten eine große Rolle. Sie schaffen das Potenzial, mit einmaligen Subventionen oder anderen Politikmaßnahmen bestimmte Regionen gezielt und dauerhaft zu fördern. Dadurch lässt sich sowohl die Abwanderung der Bevölkerung als auch der wirtschaftliche Verfall solcher Gebiete verhindern, was zu einer nachhaltigeren regionalen Entwicklung beiträgt und die politische Stabilität vor Ort erhöhen kann.

Der Kontext für die Betrachtung von **Klimaeffekten** im BESTInvest-Leitfaden ist die Existenz von Externalitäten. Externalitäten sind Effekte in der Produktion oder dem Konsum von Gütern oder Dienstleistungen, deren positive oder negative Auswirkungen nicht nur die relevanten Produzenten, Besitzer oder Konsumenten betreffen, sondern auch weitere Akteure. Private Märkte führen hier zu suboptimalen Ergebnissen, die durch staatliches Eingreifen verbessert werden können. Der Klimawandel ist die Externalität, deren Bekämpfung heute allgemein die höchste Priorität zugeschrieben wird.

In Bezug auf **Souveränität** ist der ökonomische Mechanismus, der industriepolitische Politikmaßnahmen zu einem potenziell effektiven Instrument macht, das Bestehen von unvollständigen Versicherungsmärkten. Es gibt Szenarien, die entweder mit großer Unsicherheit verbunden sind, weil die Wahrscheinlichkeit ihres Eintretens und die daraus folgenden Konsequenzen schwer abzuschätzen sind, oder bei denen die Konsequenzen so gravierend sind, dass kein privater Akteur die entsprechenden realwirtschaftlichen und/oder finanziellen Vorkehrungen zur Risikominimierung durchführen kann. Solche Szenarien lassen sich typischerweise nicht privat versichern und ihr Eintreten wird häufig von den verschiedenen Akteuren kollektiv unterschätzt. Entscheidet sich eine Gesellschaft, dass sie die relevanten Negativrisiken nicht in unversicherter Form tragen möchte, muss daher der Staat als Versicherer auftreten. Eine Form der realwirtschaftlichen Absicherung können industriepolitische Subventionen sein.

Tabelle 1 beschreibt die acht Mechanismen, entlang derer der Leitfaden und seine Analyse strukturiert ist. Für jeden Mechanismus bietet der BESTInvest-Leitfaden eine Beschreibung seiner Funktionsweise und eine Erläuterung, inwiefern dieser ein staatliches Eingreifen rechtfertigen kann. Anschließend werden Analysemöglichkeiten basierend auf dem aktuellen Forschungsstand diskutiert.

Um die Analyseprozesse zu beschleunigen und vergleichbar zu gestalten, haben wir für die jeweiligen Mechanismen verschiedene quantitative Tools entwickelt. Diese Struktur ermöglicht es, industriepolitische Projekte schnell und standardisiert zu untersuchen.

Da sich der Leitfaden stets auf das Verständnis des zugrunde liegenden Mechanismus konzentriert, bietet er die Flexibilität, die Analysen an individuelle Bedürfnisse anzupassen und deren Ergebnisse in den investitionsspezifischen Kontext einzuordnen. Dabei können

auch zusätzliche qualitative Untersuchungen, wie etwa Literaturrecherchen und Experteninterviews, ergänzt werden. Der Leitfaden bietet

somit ausreichend Flexibilität, um auch komplexe Subventionsprojekte wie Intel-Magdeburg zu erfassen

Dimension	Mechanismus	Inhalt	Potenzielles Marktversagen
Gesamtwirtschaft	Lernkurveneffekte	- Günstigere Produktion etablierter Unternehmen durch Lernkurveneffekte - Bei Datenverfügbarkeit quantitative Analyse der branchenspezifischen Effekte - Ergänzung durch qualitative Analyse	Pfadabhängigkeiten, Externalitäten, Marktmacht
	Clustereffekte	- Dauerhafte Kosten- und Wettbewerbsvorteile durch Clusterbildung und enge Verschränkung mit Zulieferern und Abnehmern - Qualitative Analyse branchenspezifischer, wettbewerbsbezogener Clusterpotenziale	Pfadabhängigkeiten, Externalitäten, Marktmacht
	Innovations-effekte	- Pfadabhängigkeiten und positive Externalitäten in der Innovationsentwicklung, inklusive Innovationsvorteile durch Clusterung - Quantitative Analyse der FuE-Aufwendungen - Qualitative Analyse der branchenspezifischen Innovationsumgebung	Externalitäten, Unsicherheit und Risikoaversion
Gesamt- und Regionalwirtschaft	Lieferketten-zieheffekte	- Förderung der weiteren Wirtschaft, insbesondere entlang der Lieferkette, durch Investition - Quantitative Analyse mithilfe eines Input-Output-Modells, das die Verflechtung abbildet - Qualitative Analyse, um Besonderheiten in der Lieferkette zu berücksichtigen	Pfadabhängigkeiten, keynesianische Unterauslastung, Externalitäten
	Private vs. öffentliche Erträge	- Gegenüber dem privaten Sektor hat der Staat günstigere Kapitalkosten; Kapitalerträge fallen jedoch häufig niedriger aus - Analyse der spezifischen Kapitalkosten und potenziellen Erträge des Investitionsprojekts	Informationsasymmetrien, Unsicherheit und Risikoaversion
	Arbeitsmarkteffekte	- Ein liquider Arbeitsmarkt als Anziehungsfaktor für Fachkräfte und private Investitionen sowie als Unterstützung der politischen Stabilität - Effizienzanalyse der Arbeitsplatzschaffung der Investition - Analyse eines potenziellen Fachkräftemangels mithilfe unseres Arbeitsmarktmodells	Externalitäten, politische Stabilität, Koordinierungseffekte
Klimawandel	Externalitätenbekämpfung	- Effektivitätsanalyse basierend auf Netto-Klimaeffekten der Investition - Effizienzanalyse, die Netto-Klimaeffekte ins Verhältnis zur Investitionssumme setzt	Externalitäten
Souveränität	Unvollständige Versicherungsmärkte	- Szenarioanalyse zur Untersuchung möglicher Nutzenfälle - Macht potenzielle Entwicklungen und deren Konsequenzen greifbar	Unsicherheit und Risikoaversion, politische Souveränitätsaspekte

Tabelle 1: BESTInvest Mechanismenübersicht; **Quelle:** eigene Analyse

2. Der Kontext: Intel-Magdeburg und die Halbleiter-Lieferkette

Die Intel-Ansiedlung bei Magdeburg soll eines der größten industriepolitischen Projekte in der deutschen Industriegeschichte werden. Es ist vorgesehen, dass die geplante Gesamtinvestition von 33 Milliarden Euro mit einem Zuschuss

von 9,9 Milliarden Euro durch die deutsche Bundesregierung unterstützt wird (Die Bundesregierung 2023). Damit stellt das Projekt die größte Investition eines ausländischen Unternehmens in Deutschland dar und ist zugleich

die größte industriepolitische Förderung eines einzelnen Unternehmens durch die Bundesregierung (Bernardt et al. 2024).

Das Werk soll Halbleiter mit einer Strukturgröße von 1,5 Nanometer produzieren. Dies würde Intel-Magdeburg bei Fertigstellung zur vermutlich ersten globalen Produktionsstätte für Sub-2-Nanometer-Halbleiter und damit das sogenannte Leading-Edge-Segment machen (Die Zeit 2024). Die Ansiedlung umfasst zwei Halbleiterfabriken auf einer Fläche von 450 Hektar und soll allein bei Intel selbst 3000 Arbeitsplätze schaffen (Intel 2022).

Das Werk ist einzuordnen in die Mitte der dreigliedrigen Halbleiterlieferkette. Als sogenannte Front-End-Produktionsstätte ist es für den physischen Herstellungsprozess der elektronischen Schaltkreise verantwortlich. Voraus geht das Chipdesign, nachgelagert ist die Back-End-Produktion (Hess 2024).

Die Front-End-Produktion ist derzeit ein geografischer Engpass in der globalen Lieferkette. Das taiwanische Unternehmen Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) hält heute einen Marktanteil von 62 Prozent in der Halbleiter-Front-End-Produktion, wobei der Großteil der Produktion in Taiwan durchgeführt wird (Zandt 2024). Im Bereich der Halbleiter mit geringer Strukturgröße ist der Marktanteil von TSMC noch größer.

Angetrieben durch Lieferengpässe während der Coronapandemie sowie durch zunehmende geopolitische Spannungen gibt es vielfältige Ansätze, diese Front-End-Produktion zu diversifizieren. Ein Beispiel dafür sind die aktuellen Investitionsbemühungen von Intel, das in das Foundry-Business, also der Auftragsfertigung von Chips, einsteigt.

Auch die Europäische Union (EU) hat mit dem EU Chips Act einen Plan entwickelt, um sich vor potenziellen zukünftigen Lieferengpässen zu schützen. Der EU Chips Act zielt darauf ab, in Europa einen 20-prozentigen Front-End-Produktionsanteil am Weltmarkt zu erreichen. Dafür erlaubt er unter anderem Ausnahmen vom europäischen Beihilferecht, das ansonsten staatliche Einzelsubventionen grundsätzlich verbietet.² Im Rahmen des EU Chips Act unterstützt zum Beispiel die Bundesregierung das 10 Milliarden Euro teure Werk der European Semiconductor Manufacturing Company (ESMC) bei Dresden mit 5 Milliarden Euro.³ Auch die staatliche Unterstützung des Intel-Werks kann als Teil der Umsetzung des Chips Act angesehen werden (Tagesschau 2023).

Wie in der Einleitung beschrieben, ist die knapp 10 Milliarden Euro umfassende Subvention für Intel-Magdeburg umstritten. Daher wenden wir BESTInvest auf diese industriepolitische Investition an, um eine strukturierte Analyse und Bewertungsgrundlage zu schaffen.

3. Wirtschaftliche Analyse

Ein erster wichtiger Aspekt bei der Beurteilung der staatlichen Investition in Intel-Magdeburg ist die Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaft-

lichkeit des Werkes, die seine langfristigen Effekte auf den **gesamtwirtschaftlichen** und **regionalen** Wohlstand bestimmen. Von ihnen

² Siehe Artikel 107 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union.

³ ESMC ist ein Joint Venture von TSMC, Bosch, Infineon und NXP Semiconductors. In dem Dresdner Werk, dessen Baubeginn am

20. August 2024 erfolgte, sollen Halbleiter mittleren Technologiestandards produziert werden, die beispielsweise in der Automobilindustrie stark nachgefragt werden (sachsen.de 2024).

hängt ab, ob das Werk mithilfe der Anschubinvestition langfristig produzieren kann, ohne auf weitere staatliche Hilfe angewiesen zu sein. Ist dies der Fall, kann die anfängliche staatliche Unterstützung zu einer nachhaltigen Förderung der Wirtschaft in Deutschland und in der Region Magdeburg führen, als Anziehungsfaktor für weitere Unternehmen in der Halbleiterbranche dienen, erhöhte Steuereinnahmen und mehr Arbeitsplätze generieren und sich somit langfristig selbst refinanzieren.

Die Marktstruktur der Halbleiterbranche sorgt dafür, dass signifikante Pfadabhängigkeitseffekte möglich sind. Intel plant, in Magdeburg Leading-Edge-Chips mit einer Strukturgröße von 1,5 Nanometer zu produzieren und somit global als erstes Unternehmen in das Sub-2-Nanometer-Segment vorzustoßen. Damit nimmt Intel anfangs eine Monopolstellung ein, die es erlaubt, Preise freier zu setzen. Samsung und TSMC planen ebenfalls, noch vor 2030 Leading-Edge-Halbleiter zu produzieren, was den Markt in ein Oligopol weiterentwickeln würde (Böckmann 2024; Yu 2024). In diesem Oligopol sollte Intel weiterhin ausreichend Marktmacht haben, um gewisse Standortnachteile ausgleichen zu können.

Dennoch wird das Magdeburger Werk mit den anderen Produzenten konkurrieren müssen. Deshalb beginnen wir unsere wirtschaftliche Analyse mit einem Überblick über Standortnachteile und -vorteile in Deutschland und Magdeburg, bevor wir anschließend die sechs Mechanismen untersuchen, mit denen der BESTInvest-Leitfaden die Effekte einer Investition auf gesamt- und regionalwirtschaftlichen Wohlstand einordnet.

3.1 Vor- und Nachteile des Standorts Deutschland für die Halbleiterproduktion

Zum aktuellen Zeitpunkt gibt es einige relevante Standortnachteile Deutschlands in Bezug auf die Halbleiter-Front-End-Produktion. Dazu

gehören zum Beispiel die im Vergleich zu anderen potenziellen Standorten hohen Energie- und Arbeitskosten. Laut einer BCG-Studie (2020) liegen die Halbleiter-Produktionskosten in den USA etwa 50 Prozent über denen Chinas und 30 Prozent über denen Taiwans. Hauptursachen hierfür sind hohe Arbeits- und Energiekosten sowie geringere staatliche Subventionen. Durch noch höhere Energiekosten sollte der Standortnachteil in Deutschland sogar noch größer ausfallen (ZfK 2023).

Zudem verschiebt sich aktuell die Relevanz der Standortaspekte. Durch zunehmende Automatisierung der Produktionsprozesse verlieren Arbeitskosten in der Tendenz an Bedeutung (Tembey et al. 2023). Energiekosten werden hingegen mit fortschreitender technischer Entwicklung der Chips relevanter, da mit abnehmender Strukturgröße die Energiekosten weiter ansteigen (imec 2023). Da in Deutschland sowohl die Arbeitskosten als auch die Energiekosten vergleichsweise hoch sind, ist davon auszugehen, dass der grundsätzliche Standortnachteil bestehen bleiben wird.

Allerdings gibt es auch einige Potenziale des deutschen Standorts, die langfristig relevanter werden und die deutsche Wettbewerbsposition stärken könnten. So gilt Deutschland als sicherer Produktionsstandort, was sowohl die Versorgungsabsicherung als auch die Verhinderung einer Manipulation der Chips, etwa zum Abhören der Endnutzertätigkeit, angeht. Zudem ist der deutsche Energiemix bedeutend nachhaltiger als der in Taiwan oder China (Arnhold 2024; Fabian 2024; siehe auch Abschnitt 4 unten). In einer Bitkom-Studie gaben 83 Prozent der 358 befragten deutschen Unternehmen an, dass ihnen das Halbleiter-Herstellungsland wichtig sei (Bitkom 2023). Allerdings spielen die Faktoren der Wirtschaftlichkeit noch eine viel wichtigere Rolle: 93 Prozent bezeichnen das Preis-Leistungsverhältnis als „äußerst wichtig“. 80 Prozent sagen dies über kurze Lieferzeiten und 69 Prozent über die Einhaltung der Liefermengen. Dies könnte sich allerdings

bei zuspitzenden geopolitischen Spannungen und zunehmender wirtschaftlicher Internalisierung der Klimaaspekte ändern und bietet somit Potenzial für die Zukunft.

Es stellt sich also die Frage, ob die Intel-Ansiedlung langfristig wirtschaftlich ist und sich die staatliche Investition refinanziert. Die VDI/VDE-IT-Studie „Ökonomische Effekte der Intel-Ansiedlung in Magdeburg“ schätzt, dass Intel während der ersten zehn Jahre einen jährlichen Umsatz von 2,6 bis 10 Milliarden Euro und somit bis zu mehr als ein Sechstel des Intel-Gesamtumsatzes von aktuell 53,4 Milliarden Euro in Magdeburg generieren wird (Bernardt et al. 2024; Statista 2024a). Auf dieser Basis sollte sich die staatliche Investition nach circa 30 Jahren refinanziert haben.

Eine akkurate Schätzung über diesen Zeithorizont ist jedoch kaum möglich. In der Kalkulation werden viele Zweitrundeneffekte, etwa durch Zieheffekte auf Unternehmen im Cluster, nicht berücksichtigt. Zudem müsste Intel nach etwa zehn Jahren wieder signifikant investieren, um den Leading-Edge-Status, der dem Unternehmen hohe Margen ermöglicht, zu halten. Ob solche Investitionen angedacht sind und ob der Staat diese ebenfalls fördern wird, ist unklar. Eine Refinanzierung scheint also grundsätzlich langfristig möglich, ist aber mit großen Unsicherheiten verbunden.

Im Folgenden analysieren wir verschiedene wirtschaftliche Effekte näher, die diese Unsicherheit beeinflussen. Zudem untersuchen wir auch abseits einer möglichen Refinanzierung weitere positive Effekten der Intel-Subvention. Hierbei richten wir uns nach den beschriebenen gesamt- und regionalwirtschaftlichen Mechanismen. Wir untersuchen Pfadabhängigkeiten durch eine Analyse der Lernkurven- und Clustereffekte. Zudem gehen wir genauer auf Innovationseffekte ein, analysieren katalytische Effekte durch Lieferkettenzieheffekte und untersuchen die Unterschiede in den Kapitalkosten und -erträgen zwischen privaten und staatlichen Investitionen. Zuletzt betrachten wir die

Auswirkungen des Intel-Werks auf den Arbeitsmarkt.

Da sie eng miteinander verschränkt sind, behandeln wir gesamt- und regionalwirtschaftliche Aspekte überwiegend zusammen in der Analyse der relevanten Mechanismen. Zum Schluss des Kapitels bieten wir eine gesamtwirtschaftliche und eine regionalwirtschaftliche Zusammenfassung, um eine Einschätzung aus beiden Perspektiven zu ermöglichen.

3.2 Lernkurveneffekte

Lernkurveneffekte beschreiben den Kostenrückgang bei wachsendem aggregiertem Produktionsvolumen, zum Beispiel angetrieben dadurch, dass Produktionsprozesse optimiert werden (Cunningham 1980). Durch Lernkurveneffekte können Pfadabhängigkeiten entstehen. Projekte, die anfangs nicht wirtschaftlich waren, können bei entsprechendem Kostenrückgang wettbewerbsfähig werden. Dementsprechend kann eine staatliche Investition Sinn ergeben, wenn potenzielle Standortnachteile, wie höhere Energie- oder Gehaltskosten, durch Lernkurveneffekte bei entsprechendem Produktionsvolumen langfristig ausgeglichen werden können.

Die spezifischen Lernkurveneffekte des Intel-Werks in Magdeburg sind schwierig zu prognostizieren, da es sich weltweit um die erste 1,5-Nanometer-Halbleiter-Produktionsstätte handelt. Dementsprechend haben wir uns in unserer Analyse auf die Kostenentwicklung von 5-Nanometer-Chips fokussiert, bei denen es sich ebenfalls um High-End-Chips mit ähnlichen Produktionsbedingungen handelt. Basierend auf einem Austausch mit Experten und Expertinnen schätzen wir, dass bei 5-Nanometer-Chips sowie bei ähnlichen Chiptypen ein Lernkurveneffekt von 20 Prozent besteht. Dies bedeutet eine Kostenreduktion von 20 Prozent bei einer Verdopplung des aggregierten Produktionsvolumens.

Nach unserer Einschätzung sollten Intels Lernkurveneffekte ungefähr denen des Marktdurchschnitts entsprechen. Zwar weist Intel Erfahrung beim Ramp-up von Produktionsprozessen auf und verfügt als globaler Konzern über die entsprechenden Ressourcen hierfür, allerdings gilt dies auch für andere Halbleiterproduzenten, insbesondere TSMC, das als besonders effizient beim Ramp-up der Produktionsprozesse gilt. Zudem wird im Intel-Magdeburg-Werk ein Produktionsvolumen erwartet, das dem anderer High-End-Halbleiter-Produktionsstätten entspricht. Die Frage ist also, ob Intel es schafft, durch den zeitlichen Vorsprung des für 2027 angedachten Ramp-ups der 1,5-Nanometer-Produktion den Standortnachteil Deutschlands auszugleichen (Astheimer et al. 2023). TSMC wird vermutlich ab 2028 ebenfalls Sub-2-Nanometer-Chips kommerziell produzieren. Anschließend erwarten wir, dass die Lernkurveneffekte des Intel-Werks parallel zum Markt beziehungsweise leicht langsamer als bei TSMC verlaufen.

3.3 Clustereffekte

Andere Pfadabhängigkeiten können durch Clustereffekte entstehen, die positive Synergien von etablierten Produktionsnetzwerken entlang der Lieferkette darstellen. So sinken beispielsweise Lieferkosten und -zeiten, wenn sich Zulieferer und Abnehmer nahe des Halbleiterwerks platzieren und gut eingespielte Abstimmungsprozesse etablieren.

Clustereffekte wurden wiederholt als Rechtfertigung für die staatliche Investition in das Intel-Werk angeführt. So wird das Werk in Magdeburg etwa als „Silicon Junction“ bezeichnet (Intel 2024). Auch der VDI/VDE-IT-Report „Ökonomische Effekte der Intel-Ansiedlung in

Magdeburg“ hebt die Potenziale einer Clusterstruktur unterstützt durch das Intel-Werk hervor (Bernardt et al. 2024).

Allerdings fallen einige Clustereffekte in der Halbleiterbranche geringer aus als in anderen Industrien. Durch die hohe Wertdichte der Halbleiter, also durch einen im Verhältnis zu Gewicht und Volumen hohen Preis, fallen Lieferkosten weniger ins Gewicht. Zudem ist die Halbleiterlieferkette äußerst komplex. Laut Marc Bovenschulte von der VDI/VDE-IT ist ein ganzheitlich autarkes Produktionscluster nicht denkbar. Zudem sind Bedarfe häufig sehr spezifisch, sodass selbst bei Vorhandensein eines ähnlichen Unternehmens im Cluster dennoch häufig auf das für die spezifischen Bedarfe passendere Unternehmen außerhalb des Clusters gesetzt wird. So gibt es in Deutschland verschiedene Beispiele, in denen man lieber auf globale Beschaffung statt auf das lokale Cluster gesetzt hat. Beispielsweise hat man sich bei VW kürzlich dazu entschieden, seine Automotive-Halbleiter von dem in Tschechien ansässigen US-Unternehmen Onsemi statt von dem deutschen Infineon zu beziehen (Hofer 2024). Schließlich existiert auch um das Intel-Werk in Magdeburg bisher keine etablierte Halbleiterbranche. Bestehende deutsche, zur Halbleiterbranche verwandte Cluster befinden sich stattdessen bei Dresden und München.

Dennoch gibt es auch in der Halbleiterbranche einige relevante Clustereffekte, vor allem im Dienstleistungssektor. Diese erlauben dem Intel-Werk, auch von dem Halbleitercluster bei Dresden zu profitieren. So sind etwa spezialisierte Reinigungs- und Wartungsunternehmen für den Betrieb eines Halbleiterwerks notwendig.⁴ Diese profitieren davon, mehrere Halbleiterproduzenten gleichzeitig bedienen zu können. Zudem ist ein 24-Stunden-Service zur Behebung technischer Probleme erforderlich,

⁴ Die Reinräume eines Halbleiterwerks müssen weitaus sauberer sein als zum Beispiel ein medizinischer Operationssaal. Dieses Niveau wird nur von spezialisierten Reinigungsunternehmen

erreicht (VDI/VDE, 2024b).

da es für die Funktionalität und Profitabilität der Produktionsmaschinen entscheidend ist, dass diese ununterbrochen in Betrieb sind. Darüber hinaus ist die zeitgenaue Zulieferung von Zwischengütern entscheidend, um Produktionspläne einzuhalten. Die geografische Nähe innerhalb eines Clusters minimiert hier potenzielle Lieferrisiken.

3.4 Innovation

Wegen positiver Externalitäten ist die Förderung von Innovationen, wie im Fall der Intel-Ansiedlung in Magdeburg, ein wichtiges Ziel staatlicher Investitionen. Durch kumulative Effekte in der Innovationsentwicklung wird diese häufig pfadabhängig (Janeway 2018; Mazzucato 2018). Ein anfänglich unwirtschaftlicher Pfad kann sich langfristig durch Innovation zu einem profitablen entwickeln, wenn der Staat eine Anschubfinanzierung leistet, zu der private Akteure allein nicht bereit gewesen wären.

Ein gängiger Ansatz zur Bewertung der Innovationsfähigkeit eines Projekts ist die Analyse der Ausgaben für Forschung und Entwicklung (FuE) (Peters et al. 2012). Diese erlaubt eine quantitative Untersuchung und damit den Vergleich mit anderen Projekten. Eine qualitative Analyse ist jedoch oft besser geeignet, um branchenspezifische Faktoren einzubeziehen und mögliche Quantensprünge in der Entwicklung zu identifizieren. Daher führen wir im Folgenden beide Analysen durch.

Intel stellt keine konkreten Planzahlen zu den FuE-Ausgaben oder zum Umsatz der Magdeburger Ansiedlung zur Verfügung. Konzernweit betragen die FuE-Ausgaben 30 Prozent des Umsatzes (macrotrends 2024). Laut dem Think-tank Interface ist der FuE-Anteil in einem Front-End-Produktionswerk jedoch deutlich kleiner als etwa im Chipdesign.⁵ Es ist wahrscheinlich, dass der FuE-Anteil im Magdeburger Intel-Werk noch etwas geringer ausfällt, da der Fokus dort

auf der Massenproduktion von Chips liegt, während die FuE-Aktivitäten hauptsächlich in den USA vorangetrieben werden.

Basierend auf diesen Annahmen gehen wir für die Magdeburger Ansiedlung von einem FuE-Anteil von 7 Prozent aus. Auf Grundlage der Umsatzschätzungen der VDI/VDE-IT, die zwischen 2,6 und 10 Milliarden Euro liegen, ergeben sich jährliche FuE-Ausgaben von 182 bis 700 Millionen Euro (Bernardt et al. 2024).

Diese Schätzung inkludiert bereits einen positiven Crowding-in-Effekt der staatlichen Förderung, da die FuE-Ausgaben basierend auf dem gesamten Umsatz geschätzt wurden, obwohl nur ein Drittel des Projekts durch den Staat finanziert werden soll. Dennoch ist dies eine konservative Schätzung, da weitere Crowding-in-Effekte, etwa durch Synergien durch die staatliche Förderung oder eine günstige Forschungsumgebung in Deutschland, auftreten können (Fier et al. 2005).

Zusätzlich zu den direkten FuE-Investitionen können weitere Innovationseffekte im Rahmen einer industriespezifischen Clusterbildung stattfinden. In der Halbleiterbranche sind solche Effekte unter Wettbewerbern jedoch geringer ausgeprägt als in anderen Industrien, da technische Innovationen in der Regel geheim gehalten werden und schwer zu kopieren sind. Dennoch gibt es auch in der Halbleiterindustrie innovationsspezifische Clustereffekte. So bieten zum Beispiel Absprachen mit den Abnehmern der Chips gewisse Vorteile: Halbleiter, die individuell für ihre spezifische Endnutzung entwickelt wurden, sind effizienter.

Grundsätzlich muss ein Teil dieser Entwicklung in enger Absprache mit Abnehmern und vor Ort geschehen, da zum Beispiel auch die Produktion auf die speziellen Bedürfnisse ausgerichtet werden muss. Gerade FuE mit operationellem Fokus geschieht daher typischerweise

⁵ TSMC, ein Unternehmen, das sich auf die Front-End-Produktion konzentriert, weist einen FuE-Anteil von weniger als 10 Prozent

auf (Statista, 2024c).

auch bei Produktionswerken. Allerdings ist offen, wie stark solche Absprachen von der geografischen Nähe eines Clusters profitieren, da sie stark von den spezifischen Anforderungen der aktuellen Technologie der Abnehmer abhängen. So wurde beispielsweise erwartet, dass Infineon aus dem ostdeutschen Halbleitercluster VW beliefern würde. Stattdessen entschied sich VW jedoch, seine Halbleiter von der tschechischen Niederlassung des US-Unternehmens Onsemi zu beziehen (Hofer 2024). Auch spezifische technische Innovationen bei den Abnehmern sind schwer vorherzusehen. Derzeit nutzt die Automobilbranche hauptsächlich Halbleiter mittleren Technologiestandards. Die deutsche Regierung hofft, dass in Zukunft auch Intels Leading-Edge-Chips für die deutsche Automobilindustrie relevant werden und Innovationen vorantreiben können, doch konkrete Pläne der Industrie hierzu gibt es bisher nicht.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die im Verhältnis zur Investitionssumme geringen FuE-Ausgaben allein die Investition kaum rechtfertigen. Dies betont auch Clemens Fuest, Präsident des ifo Instituts (Tagesschau 2024). Stattdessen sprechen eher die kosten- und produktionsbezogenen Cluster-Synergien sowie potenzielle produktionsbezogene Innovationsprozesse für die Intel-Investition. Diese sind jedoch mit erheblichen Unsicherheiten verbunden.

3.5 Lieferkettenzieffekte

Ein weiterer zentraler Aspekt in der wirtschaftlichen Analyse des Intel-Werks sind die sogenannten Lieferkettenzieffekte, also inwiefern andere Unternehmen entlang der Lieferkette von der Investition profitieren. Durch eine Investition steigt nicht nur die Produktion in dem spezifischen Werk, sondern auch die Nachfrage nach vorgelagerten Zwischengütern. Diese Zwischengüter müssen wiederum produziert werden, was auch die Nachfrage nach deren Vorprodukten erhöht. So entstehen

Lieferkettenzieffekte, die sich in die gesamte Wirtschaft verzweigen. Wird beispielsweise in ein Halbleiterwerk investiert, benötigt man verarbeitetes Silizium, für dessen Produktion wiederum Maschinen und Energie erforderlich sind und so weiter. Dies führt nicht nur zu einem Anstieg des Bruttoinlandsprodukts, sondern auch zu neuen Arbeitsplätzen und höheren Steuereinnahmen. Somit stellen Lieferkettenzieffekte einen essenziellen Faktor in der Wirtschaftlichkeitsanalyse der Investition dar.

Um diese Effekte zu analysieren, haben wir das Input-Output-Modell von DESTATIS verwendet, das die Volkswirtschaft in 72 Sektoren unterteilt und deren Verflechtungen abbildet. Dieses Modell wird vom Statistischen Bundesamt als Teil der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung eingesetzt, unter anderem zur Analyse von Nachfrageveränderungen (Destatis 2024). Zur Untersuchung des Effekts der Intel-Investition haben wir den Umsatz im Sektor „DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse“, der auch Halbleiter umfasst, gesteigert (Destatis 2019). Dadurch stieg der Umsatz in anderen Sektoren um 58 Prozent des Anstiegs im Sektor „DV-Geräte, elektronische und optische Erzeugnisse“. Dies kann als untere Grenze der Lieferkettenzieffekte der Intel-Investition betrachtet werden, da das Input-Output-Modell keine innersektoralen Effekte abbildet. Zudem wurden die Effekte unter der Annahme konstanter „letzter Verwendung“ berechnet. Das heißt, die Endnachfrage verändert sich nur im untersuchten Sektor, während die anderen Sektoren ihre Produktion lediglich an den Bedarf im untersuchten Sektor anpassen. Dynamische Effekte wie Preisänderungen oder Nachfrageverschiebungen, die über die reine Erfüllung des gesteigerten Bedarfs hinausgehen, können daher nicht berücksichtigt werden. Dennoch liefert das Modell eine fundierte Untergrenze der Lieferkettenzieffekte und ermöglicht den Vergleich mit anderen Industrien. Beispielsweise fallen die Effekte in den Sektoren „Kraftwagen

und Kraftwagenteile“ (55 %) und „Elektrischer Strom, Dienstleistungen der Elektrizitäts-, Wärme- und Kälteversorgung“ (52 %) leicht geringer aus. Viele Verflechtungen in der Wirtschaft verlaufen jedoch über ähnliche Hauptäste, weshalb die Effekte in den verschiedenen Industrien relativ nah beieinanderliegen.

Zur Berechnung der gesamtwirtschaftlichen Effekte der Intel-Ansiedlung hat die VDI/VDE-IT in Kooperation mit ihrem Projektpartner der Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung das komplexere INFORGE-Modell verwendet, das einige der Einschränkungen unseres Modells überwindet (Bernardt et al. 2024). Dieses Modell ermöglicht eine dynamische Simulation, die Preis- und Nachfrageverschiebungen abbilden kann. Dadurch lassen sich die Bau- und Produktionsphasen des Intel-Werkes getrennt analysieren. Basierend auf diesem Modell wird das Bruttoinlandsprodukt sowohl in der Bau- als auch in der Produktionsphase um jeweils 2,6 Milliarden Euro steigen. In der Produktionsphase wird in Sachsen-Anhalt mit einer Bruttowertschöpfung von 1,5 Milliarden Euro gerechnet, wovon knapp eine Milliarde Euro auf den Sektor „Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen“ entfällt. In der restlichen Bundesrepublik wird eine Nettosteigerung der Bruttowertschöpfung von 2,8 Milliarden Euro erwartet, die sich auf ein breites Feld an Sektoren verteilt. Hierbei enthalten ist ein Kannibalisierungseffekt und somit ein Rückgang von etwa 0,3 Milliarden Euro im Sektor „Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen“.

Dementsprechend steigen die Lieferkettenzieheffekte durch die Modellierung volkswirtschaftlicher Dynamiken erheblich. Allerdings basiert auch das INFORGE-Modell auf einer ähnlichen Einteilung der Wirtschaft in 62 Sektoren, was die Simulation innersektoraler Effekte erschwert. Zudem beruht das Modell auf einer

Vielzahl von Annahmen, die signifikante Auswirkungen auf die Ergebnisse haben können. So hängt die Verflechtung der Halbleiter-Lieferkette oft von individuellen Entscheidungen darüber ab, woher die Zwischenprodukte bezogen werden, was sich stark von den Standardkoeffizienten des Sektors „Herstellung von Datenverarbeitungsgeräten, elektronischen und optischen Erzeugnissen“ unterscheiden kann. Das Modell konzentriert sich zudem auf nachfrage-seitige Entwicklungen und bildet angebots-seitige Veränderungen, wie Innovationen, nur auf Basis von Annahmen ab.

Auf Grundlage der diskutierten Ergebnisse ist davon auszugehen, dass die Gesamtwirtschaft deutlich über die reine Produktion der Intel-Ansiedlung hinaus von der Investition profitieren wird. Wie stark das Bruttoinlandsprodukt jedoch tatsächlich gefördert wird, hängt stark von der konjunkturellen Lage und, in der längeren Frist, von der Innovationsentwicklung und Clusterbildung ab.

3.6 Private vs. öffentliche Erträge

Bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse der Investition muss auch berücksichtigt werden, dass sich bei einer staatlich unterstützten Investition sowohl die Kapitalkosten als auch die Kapitalerträge von denen einer rein privat finanzierten Investition unterscheiden können. So weisen staatlich unterstützte Investitionsprojekte typischerweise geringere Kapitalkosten, aber häufig auch niedrigere Ertragsraten auf (Chen et al. 2011; Deng et al. 2020).

Bei der Analyse dieses Mechanismus ist eine Unterscheidung zwischen volkswirtschaftlicher und betriebswirtschaftlicher Betrachtung wichtig. Zwar sind aus staatlicher Perspektive die volkswirtschaftlichen Ergebnisse die letztendlich ausschlaggebenden, doch beeinflussen die betriebswirtschaftlichen Aspekte die Wettbewerbsfähigkeit Intels und sind somit ebenfalls relevant.

Geht man für die volkswirtschaftliche Untersuchung bei der Intel-Investitionen für den staatlichen Anteil von 10 Milliarden Euro von Kapitalkosten von 2,2 Prozent aus,⁶ gegenüber 9,9 Prozent für den privaten Investitionsanteil, so fallen jährlich 770 Millionen Euro niedrigere Kapitalkosten an (Bloomberg Finance L.P. 2024; Deutsche Finanzagentur 2024). Aus volkswirtschaftlicher Perspektive könnte dementsprechend die Ertragsrate bei staatlicher Unterstützung 2,6 Prozentpunkte geringer ausfallen, bevor die niedrigeren Kapitalkosten egalisiert wären. Bei einer Ertragsrate von 20 Prozent der Investitionssumme bei rein privater Finanzierung könnte bei staatlicher Unterstützung die Ertragsrate auf 17,4 Prozent sinken, also um 13 Prozent geringer ausfallen, bevor sie volkswirtschaftlich schlechter dastünde als eine rein private Finanzierung. Allerdings waren im September 2023 deutsche Elektrizitätspreise um 78 Prozent höher als taiwanische (GlobalPetrolPrices.com 2024). Bei 25 Prozent Energiekosten eines Halbleiterwerks wären dementsprechend die Betriebskosten eines deutschen Werkes um etwa 20 Prozent höher, was wiederum die Kapitalerträge deutlich senken würde.

Aus betriebswirtschaftlicher Perspektive, also zur Analyse der Wettbewerbsfähigkeit, können die Kapitalkosten des staatlichen Finanzierungsanteils vollständig ignoriert werden, so dass die Ertragsrate gegenüber einer rein privaten Finanzierung sogar 3,3 Prozentpunkte niedriger ausfallen dürfte. Dies ermöglicht Intel mehr Spielraum im Halbleiterwettbewerb. Allerdings muss bedacht werden, dass auch Intels Konkurrenz für gewöhnlich staatliche Unterstützung erhält. Daten zu den Renditen einzelner Werke sind nicht verfügbar, sodass kein direkter Renditevergleich vorgenommen werden kann.

3.7 Arbeitsmarkteffekte

Die Auswirkungen auf den Arbeitsmarkt spielen bei der Bewertung staatlicher Investitionen eine wesentliche Rolle, da sie regionale und überregionale Effekte auf Wirtschaft und Gesellschaft haben können. Dabei muss auch das Arbeitskräfteangebot, insbesondere angesichts eines potenziellen Fachkräftemangels, berücksichtigt werden.

Im Intel-Werk in Magdeburg sollen etwa 3000 Arbeitsplätze geschaffen werden, davon rund 70 Prozent im technischen Bereich. Für etwa 900 dieser Stellen wird ein abgeschlossenes Studium benötigt (mdr 2023). Die Bundesregierung geht davon aus, dass zusätzlich etwa 15.000 Arbeitsplätze in der gesamten Volkswirtschaft durch die Intel-Ansiedlung entstehen werden (Die Bundesregierung 2023). Böttcher et al. (2024) prognostizieren in einer Studie, die die Arbeitsmarkteffekte der Intel-Ansiedlung untersucht, sogar 19.000 neu geschaffene Stellen. Eine Studie der Semiconductor Industry Association (SIA) schätzt für den US-Halbleitermarkt einen Beschäftigungsmultiplikator von 6,7, was auf einen ähnlichen Effekt von etwa 20.100 zusätzlichen Arbeitsplätzen hindeuten würde. Die VDI/VDE-IT prognostiziert, dass innerhalb der Halbleiterlieferkette, zusätzlich zu Intel, 4500 Arbeitsplätze entstehen werden. Während der Bauphase des Werkes sollen außerdem 7000 Stellen im Bauwesen geschaffen werden (Intel 2022). In der Produktionsphase werden durch die staatliche Subvention von 10 Milliarden Euro insgesamt zwischen 15.000 und 20.100 Arbeitsplätze entstehen, was einer Rate von etwa 0,5 bis 0,7 Millionen Euro je geschaffenem Arbeitsplatz entspricht.

Trotz der hohen Kosten je geschaffenem Arbeitsplatz stellt die Besetzung dieser Stellen durch den regionalen Arbeitsmarkt eine erhebliche Herausforderung dar. Laut Daten der

⁶ Basierend auf dem Zins von 10-jährigen Bundesanleihen.

Bundesagentur für Arbeit sind in Sachsen-Anhalt derzeit rund 3260 Vollzeitbeschäftigte in der Berufsgruppe Mechatronik und Automatisierungstechnik angestellt, 7360 in der Elektrotechnik und 1930 in der Technischen Produktionsplanung. In diesen Branchen herrscht jedoch deutschlandweit, und insbesondere in Sachsen-Anhalt, ein akuter Fachkräftemangel. So liegt das Verhältnis von gemeldeten offenen Stellen zu Arbeitslosen in der Berufsgruppe Mechatronik und Automatisierungstechnik deutschlandweit bei 2,8 und in Sachsen-Anhalt sogar bei 3,8. Laut der Skala der Bundesagentur für Arbeit deutet bereits ein Wert von 1 auf einen erheblichen Fachkräftemangel hin. Böttcher et al. (2024) gehen daher davon aus, dass etwa 60 Prozent der benötigten Fachkräfte von außerhalb der Region angeworben werden müssen. Dies wird jedoch nicht einfach sein, da weltweit ein Mangel an Fachkräften in der Chipindustrie herrscht. Ondrej Burkacky von McKinsey schätzte in einem Handelsblatt-Interview, dass in den USA derzeit etwa 300.000 Stellen in der Chipindustrie unbesetzt sind. Der Fachkräftemangel dürfte sich durch die zahlreichen Investitionen der verschiedenen Halbleiterhersteller noch weiter verschärfen. So planen unter anderem ESMC, Infineon und Wolfspeed neue Halbleiterwerke in Deutschland, und auch global weiten Halbleiterproduzenten ihre Kapazitäten aus (Hofer 2023).

Allerdings sieht Julia Bütow von der Staatskanzlei Sachsen-Anhalt in diesem globalen Fachkräftemangel auch eine Chance für Deutschland. In einem Interview mit Dezernat Zukunft betonte sie die gut ausgebaute Infrastruktur und deutsche Ausbildungssystem sowie die Rechtssicherheit in Deutschland im Vergleich zu anderen Standorten der Halbleiterproduktion. Dies biete das Potenzial, ein Arbeitskräftecluster zu entwickeln, wobei der Name Intel als Anker fungieren soll. Zusätzlich wurden 40 Studienplätze in einem neuen Studiengang „Fortgeschrittene

Halbleiter- und Nanotechnologie“ an der Universität Magdeburg eingerichtet (Frankfurter Rundschau 2023). Darüber hinaus planen fünf Universitäten in Kooperation die Schaffung von 100 Bachelor-Studienplätzen für KI-Ingenieure (Hofer 2023). Intel will die Hochschulen in Sachsen-Anhalt dabei mit etwa 1,2 Millionen Euro unterstützen (Böttcher et al. 2024). Intel plant zudem, selbst Fachkräfte auszubilden, wobei in den ersten zwei Jahren ein Schulungspartner zur Unterstützung beitragen soll. Langfristig könnten Fachkräfte in der deutschen Chipindustrie von einer fundierten Ausbildung profitieren und hätten eine größere Auswahl an Arbeitgebern in der Branche. Dies könnte auch Innovationsprozesse in der Region fördern und einen entscheidenden Standortvorteil schaffen.

Insgesamt kann die Investition zu einer Belebung des regionalen Arbeitsmarkts führen und als Aufbruchsignal verstanden werden. Die Arbeitslosenquote in Sachsen-Anhalt liegt mit 7,7 Prozent im August 2024 deutlich über den 6,1 Prozent des deutschen Durchschnitts und entspricht etwa dem Durchschnitt Ostdeutschlands mit 7,6 Prozent (Statista 2024b). Allerdings ist die Maßnahme nicht nur kostenintensiv, sondern es wird auch herausfordernd, alle Arbeitsplätze zu besetzen, insbesondere mit Menschen, die bereits in der Region ansässig sind. Der plötzliche Anstieg der Nachfrage nach Fachkräften könnte zudem auch die Arbeitsmarktsituation bei den Wettbewerbern verschärfen, was weitere regionale Schwierigkeiten implizieren würde.

Fazit Gesamtwirtschaft

Aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive bietet das Intel-Projekt zwar viele Potenziale, ist jedoch auch mit großer Unsicherheit verbunden. Lernkurven- und Clustereffekte können Intels Wettbewerbsfähigkeit langfristig stärken, sind aber selbst bei positiver Entwicklung wahrscheinlich nicht ausreichend, um die Standort-

nachteile ausreichend auszugleichen. Innovationen, die einen signifikanten Einfluss auf die deutsche Volkswirtschaft haben, hängen stark von spezifischen Entwicklungen ab. Die allgemeinen Forschungsausgaben, die durch dieses Projekt in der deutschen Wirtschafts- und Forschungslandschaft ausgelöst werden, würden gering ausfallen. Verglichen zum Beispiel mit Automobil- oder Energieversorgungsinvestitionen sind die erwarteten Lieferkettenzieheffekte des Werks größer; die genauen Effekte auf die restliche Volkswirtschaft sind jedoch nur grobkörnig abschätzbar auf Grundlage der vorhandenen Input-Output-Tabellen.

Fazit Regionalwirtschaft

Das ungewisse Ausmaß der Clusterbildung erschwert auch die regionalwirtschaftliche Be-

wertung. Der „Zukunftsatlas 2023“ sieht die Region um Magdeburg bezüglich ihrer Innovationskraft nur auf Platz 69 von 85 Regionen in Deutschland (Haag et al. 2023). So sieht auch die VDI/VDE-IT Studie (2024) es als herausfordernd an in der Region Magdeburg ein Hightech-Cluster zu entwickeln. Doch schon die Etablierung eines vergleichsweise kleinen Halbleiter-Clusters in Sachsen-Anhalt könnte die wirtschaftliche Aktivität der ansonsten eher strukturschwachen Region stärken, wie unter anderem die auf die Region bezogenen signifikanten Lieferkettenzieheffekte verdeutlichen. Ebenso würde die Intel-Ansiedlung auch den regionalen Arbeitsmarkt beleben, wobei sie gleichzeitig den erheblichen Fachkräftemangel in den entsprechenden Berufsgruppen vor Ort verstärken würde.

4. Klima- und Umwelteffekte

Halbleiter haben vielfältige Auswirkungen auf das Klima, und die Bewertung der Klimaeffekte eines spezifischen Halbleiterwerks ist komplex. Die Chipproduktion und die Nutzung vieler Endprodukte sind emissionsintensiv, jedoch sind Halbleiter auch wesentliche Bestandteile von zukunftsweisender Technologien wie Systemen zum autonomen Fahren und Künstlicher Intelligenz (KI). Laut Julia Bütow von der Staatskanzlei Sachsen-Anhalt erwartet man, dass solche Technologien langfristig durch gesteigerte Effizienz und Innovation zur Emissionsreduktion beitragen können. In unserer Analyse unterscheiden wir daher zwischen den Klimaeffekten während des Produktionsprozesses und denen der Endnutzung.

Die Chipproduktion hat grundsätzlich erhebliche Klimaauswirkungen. Durch den Chips Act möchte die EU ihren Weltmarktanteil auf 20 Prozent der Front-End-Produktion erhöhen, was die Emissionen mindestens vervierfachen, gegebenenfalls sogar verachtfachen könnte. Dies würde das zukünftige Emissionsvolumen

der Halbleiterindustrie vergleichbar mit dem heutigen Emissionsvolumen der Chemie- oder Stahl- und Eisenindustrie machen.

Weitere Umweltaspekte sind nicht nur die CO₂-Emissionen, sondern auch der enorme Wasserbedarf, die Gefahr chemischer Kontamination und potenzielle Umweltschäden beim Abbau der Rohstoffe. Entlang der Lieferkette übernimmt das Intel-Werk mit seinem Fokus auf Front-End-Prozesse den emissionsintensivsten Schritt (Hess 2024). Zudem steigen der Energie-, Wasser- und Chemikalienbedarf bei abnehmender Strukturgröße, weshalb die Leading-Edge-Ansiedlung von Intel besonders energieintensiv sein wird (imec 2023).

Angesichts der potenziellen Umwelt- und Klimaschäden bei wachsender Chipnachfrage betonen Experten die Bedeutung einer möglichst emissionsarmen Produktion (Favino 2024). Intel hat hierzu die RISE 2030-Strategie entwickelt, die vorsieht, den gesamten Strombedarf bis 2030 aus erneuerbaren Energien zu decken.

Julia Hess von Interface hebt allerdings hervor, dass es für die Umwelt wünschenswert wäre, wenn die erneuerbaren Energien aus lokalen Quellen bezogen werden würden, während dies häufig aus kostengünstigeren Ländern wie Norwegen geschieht. Zusätzlich plant Intel, etwa über angelegte Zuflüsse, ein Absinken des Grundwasserspiegels in den Produktionsregionen zu verhindern (Intel 2024). Weitere Maßnahmen, wie die Teilnahme an Aufforstungsprojekten in Sachsen-Anhalt, sind ebenfalls vorgesehen. Genauere Informationen zu den umweltschonenden Maßnahmen der Magdeburger Ansiedlung wurden von Intel noch nicht veröffentlicht, werden jedoch in naher Zukunft erwartet.

Da Halbleiter für eine Vielzahl von Technologien unverzichtbar sind, stellt sich oft nicht die Frage, ob sie produziert werden, sondern wo und wie. Dabei sind vor allem die Scope-1- und Scope-2-Emissionen von Bedeutung, die etwa 80 Prozent der Gesamtemissionen in der Front-End-Produktion ausmachen (Burkacky et al. 2022). Basierend auf imec-Daten, die Scope 1 und 2 berücksichtigen, werden in Deutschland bei der Produktion eines 3-Nanometer-Chips etwa 39 Prozent weniger Kilogramm CO₂-Äquivalente pro Wafer ausgestoßen als im globalen Durchschnitt (imec 2024). Im Vergleich zu Taiwan wären es sogar etwa 53 Prozent weniger. Dies liegt vor allem am höheren Anteil erneuerbarer Energien am deutschen Strommix, der im März 2024 54 Prozent erreichte, während Taiwan für 2025 einen Anteil von 20 Prozent anstrebt (Arnhold 2024; Fabian 2024). Allerdings ist das Lieferantennetzwerk in Taiwan optimierter, weshalb entlang der gesamten Lieferkette der Unterschied geringer ausfallen dürfte. Im Vergleich zu alternativen westlichen Produktionsstandorten weist Deutschland laut

imec-Tool hingegen teilweise höhere Emissionen auf. In Irland würden etwa 7 Prozent weniger Emissionen anfallen als in Deutschland, in Oregon (USA) sogar 11 Prozent weniger. Zudem basieren die imec-Daten auf Modellrechnungen. Die tatsächlichen Emissionswerte können je nach Chiptyp variieren. Genaue Daten zu den Produktionsemissionen des Intel-Werkes liegen derzeit nicht vor.

Neben den Produktionsbedingungen spielen auch die Klimaeffekte der Endnutzung eine wichtige Rolle. Grundsätzlich korrelieren die Emissionen in der Produktion nicht zwangsläufig mit denen der Endnutzung. Hyperscale-Datencenter etwa verursachen deutlich höhere Betriebsemissionen als Smartphones, obwohl beide Cutting-Edge-Halbleiter verwenden. Laut Julia Hess von Interface werden Halbleiter mit abnehmender Strukturgröße grundsätzlich energieeffizienter. Dennoch sollten bei der Bewertung der Klimaeffekte auch Reboundeffekte berücksichtigt werden. Durch die gesteigerte Effizienz und die damit verbundenen Kostenvorteile steigt häufig der Verbrauch, was einen Teil der Emissionseinsparungen wieder zunichtemachen kann. Reboundeffekte sind aufgrund der Komplexität und Vielfalt der Feedbackmechanismen schwer zu schätzen und es gibt nur wenige verlässliche Daten. Laut einer Literaturstudie von Sorrell (2007) liegt der durchschnittliche Reboundeffekt bei etwa 30 Prozent der ursprünglichen Emissionsreduktion.

Insgesamt ist zu erwarten, dass die Intel-Ansiedlung in Magdeburg klimaschonender produzieren würde als andere globale Standorte, insbesondere Taiwan. Dennoch wird es zu einer erheblichen Klima- und Umweltbelastung kommen, die außerdem höher ausfällt als an bestimmten Alternativstandorten wie Irland oder Teilen der USA.

5. Souveränitätsaspekte

Um zu untersuchen, inwiefern das Intel-Werk einen Einfluss auf die Souveränität Deutschlands hat, haben wir eine Szenarioanalyse erstellt. Wie von Amer et al. (2013) hervorgehoben, können durch die narrative Entwicklung der Szenarien neue analytische Erkenntnisse gewonnen werden, insbesondere wenn es schwierig ist, eine belastbare quantitative Analyse durchzuführen. Für unsere Analyse haben wir in Kooperation mit Interface, einem Think-tank mit Fokus auf Technologie- und Gesellschaftsthemen, drei potenzielle Szenarien für das Jahr 2035 untersucht: ein Baseline-Szenario, ein europäisches Halbleiter-Aufschwung-Szenario und ein Taiwan-Lieferkettenabbruch-Szenario. Bis 2035 erwarten wir, dass sich das Intel-Werk etabliert hat, was eine fundierte Analyse seiner Auswirkungen ermöglicht. Im Baseline-Szenario entwickelt sich die Halbleiterindustrie so, wie von uns prognostiziert. Im Halbleiter-Aufschwung-Szenario entwickelt sich der Halbleitermarkt den aktuellen Gegebenheiten entsprechend optimal. Beispielsweise passen Innovationen und Trends der Branche zur europäischen Produktionslandschaft. Im Taiwan-Lieferkettenabbruch-Szenario kommt es zu einem weitgehenden Abbruch der Versorgung mit Halbleitern aus China und Taiwan, beispielsweise ausgelöst durch einen Konflikt zwischen den beiden Ländern. Diese drei Szenarien haben wir jeweils anhand der drei Dimensionen industrielle Versorgungsabsicherung, militärische Souveränität und Wettbewerbsfähigkeit untersucht.

Für die folgende Analyse sind einige einführende Informationen relevant. Bezüglich der industriellen Versorgungsabsicherung gibt es in Europa vor allem vier Abnehmerbranchen: Automotive, Industrie (vor allem Robotik und Industrie 4.0), Telekommunikation und Medizingeräte. Für diese Branchen werden aktuell typischerweise keine Leading-Edge-Halbleiter

benötigt, stattdessen werden diese in rechenintensiven Endgeräten verwendet, vor allem bei KI-Anwendungen. Neben dem Intel-Werk plant auch die European Semiconductor Manufacturing Company (ESMC), ein Joint Venture aus TSMC, Bosch, Infineon und NXP, ein neues Werk bei Dresden mit einem Investitionswert von mehr als 10 Milliarden Euro. Dieses Werk soll sich hauptsächlich auf Logikchips mittleren Technologiestandards mit einer Strukturgröße von etwa 28 Nanometer, fokussieren. Diese Chiptypen werden in den oben genannten europäischen Abnehmerbranchen primär benötigt. Weitere signifikante in Europa ansässige Halbleiterunternehmen sind GlobalFoundries und Wolfspeed. Dennoch deckt die europäische Versorgung, selbst mit den neuen Werken, nur einen geringen Anteil von etwa 5 bis 10 Prozent des europäischen Bedarfs ab.

Für die militärische Versorgung werden vor allem Halbleiter für Waffensysteme und für KI-Beschleuniger benötigt. Halbleiter für KI-Beschleuniger im Militär werden aktuell größtenteils von dem amerikanischen Unternehmen NVIDIA designt und in Taiwan von TSMC gefertigt. Weitere relevante Designer sind AMD und Intel. In der Halbleiterfertigung ist einzig Intel auf einem ähnlichen technischen Stand wie TSMC, wobei das Unternehmen aktuell keine für das Militär designten KI-Beschleuniger produziert. Gelänge es Intel-Magdeburg, in diese Produktion einzusteigen, so wäre dies ein Souveränitätsgewinn in Bezug auf KI-Beschleuniger für militärische Nutzung. Es ist jedoch unklar, wie gewichtig dieser wäre: Denn entgegen der Industrie, die bei einem Versorgungsabbruch schnell zum Erliegen kommt, schränken Versorgungsabbrüche bei KI-Beschleunigern im Militär nicht die unmittelbare Handlungsfähigkeit, sondern nur den Zubau von relevanten Militärgütern ein.

Halbleiter für Waffensysteme, wie zum Beispiel Flugabwehrraketen, die im Verteidigungsfall hochvolumig produziert werden müssen, haben hingegen einen mittleren Technologiestandard. Da Intel-Magdeburg nicht in diesem Segment produzieren wird, wird das Werk keine direkte Stärkung der Souveränität in Bezug auf Halbleiter für Waffensysteme bieten. Es gibt jedoch bereits einige in Europa und vor allem in Deutschland ansässige Unternehmen, wie beispielsweise United Monolithic Semiconductors (UMS), die diese produzieren. Insgesamt ist der militärische Bedarf an Halbleitern mit einem Anteil von etwa einem bis zwei Prozent des Gesamtbedarfs gegenüber der Industrie gering, sodass hier weniger Handlungsbedarf besteht.

Bezüglich der Wettbewerbsfähigkeit der europäischen Halbleiterindustrie im globalen Vergleich ist Europa auf dem mittleren Technologiestandard qualitativ konkurrenzfähig aufgestellt. Beispielsweise ist Infineon einer der führenden Halbleiterproduzenten in der Automobilbranche (Infineon 2024). In der Produktion von Leading-Edge-Halbleitern nimmt das Intel-Werk vermutlich kurzfristig eine Monopolstellung ein, bevor mit Samsung und TSMC zwei Wettbewerber noch vor dem Jahr 2030 ebenfalls in das Segment einsteigen werden (Böckmann 2024; Yu 2024).

Neben dem Baseline-Szenario haben wir versucht, extreme, aber denkbare Szenarien darzustellen, sodass die Bandbreite des möglichen Einflusses des Intel-Werks auf den europäischen Markt deutlich wird. Das vollständige Eintreten dieser beiden Szenarien ist allerdings unwahrscheinlich.

Im Baseline-Szenario erwarten wir, dass Europa in der industriellen Versorgung trotz der geplanten Werke aufgrund des stärkeren Zubaus an Halbleiterkapazitäten in anderen Regionen leicht an Marktanteilen verlieren wird. Bezüglich Chips mittleren Technologiestandards ist Europa noch am besten aufgestellt. Diese

Chips werden in den vier Hauptabnehmerbranchen nachgefragt. Dennoch übersteigt selbst in diesem Bereich die Nachfrage die europäische Produktion deutlich. Die Leading-Edge-Chips des Intel-Werks werden nahezu vollständig von Intel selbst oder anderen amerikanischen Unternehmen beansprucht. In Europa gibt es wenige potenzielle Abnehmer, die zudem keine signifikanten Mengen nachfragen werden. Bezüglich der militärischen Souveränität wird die Versorgung für Waffensysteme größtenteils durch innereuropäische Produktion abgedeckt, etwa durch ESMC und UMS. Bei KI-Beschleunigern erfolgt das Design größtenteils weiterhin durch NVIDIA und die Fertigung durch TSMC in Taiwan. Intel kann sich allerdings bereits einen kleinen Marktanteil sichern, da das Militär langfristig seine Zulieferer diversifizieren möchte. Durch die hauptsächliche Versorgung durch NVIDIA und TSMC sollte die Versorgung ohne weitere Intensivierung der geopolitischen Spannungen gesichert sein, da das Design in den USA und somit durch einen NATO-Partner erfolgt und die Produktion in Taiwan durch einen dem Westen zugewandten Staat geschieht. In einem Krisenfall könnte Intel in der Fertigung einspringen, wobei es selbst in einem solchen Szenario Monate bis Jahre dauern würde, um auf die neue Programmierumgebung von Intel umzusteigen. Die Wettbewerbsfähigkeit Europas in der Halbleiterbranche wird vermutlich 2035 leicht geringer sein als aktuell, da die Innovationen in den Hauptabnehmerbranchen sich so entwickeln, dass die Chips mittlerer Strukturgrößen leicht an Relevanz verlieren. Durch die neuen Werke von Intel und ESMC entstehen neue Synergien im Leading-Edge- und Logik-Halbleiterbereich, die Ostdeutschland als relevanten Halbleiter-Technologiehub weiter etablieren. Da sich das Intel-Werk allerdings auf Massenproduktion und nicht auf das Design von Chips fokussiert und Wissenstransfers in der Halbleiterbranche schwieriger sind als in vielen ande-

ren Branchen, ist die Stärkung der europäischen Wettbewerbsfähigkeit durch das Intel-Werk jedoch begrenzt. Insgesamt trägt das Intel-Werk im Baseline-Szenario also zu einer zusätzlichen Absicherung der militärischen Versorgung und einer Stärkung der europäischen Wettbewerbsfähigkeit bei. Dennoch ist der Souveränitätszuwachs begrenzt durch den geringen Bedarf an Leading-Edge-Chips in der europäischen Industrie.

Das europäische Halbleiter-Aufschwung-Szenario zeichnet sich dadurch aus, dass Europa seine Marktanteile in der Produktion halten kann. Die Innovationen in den vier Hauptabnehmerindustrien entwickeln sich so, dass weiterhin die in Europa hergestellten Chips mit einer Strukturgröße von etwa 28 Nanometer nachgefragt werden. Zudem entwickeln einige europäische Abnehmer, wie Sony Ericsson und Nokia, einen relevanten Bedarf an Leading-Edge-Chips und beziehen diese von Intel-Magdeburg. Auch in der Automobilindustrie gewinnen Leading-Edge-Chips, etwa für das autonome Fahren, an Relevanz, und einige europäische Automobilunternehmen beziehen ihre Chips von Intel. Im Verteidigungssektor werden Waffensysteme vollständig durch europäische Halbleiterproduzenten versorgt. Zudem versorgt Intel-Magdeburg bereits einen signifikanten Anteil der militärischen KI-Beschleuniger. Die europäische Wettbewerbsfähigkeit wird durch Innovationen gestärkt, angetrieben durch Synergieeffekte im ostdeutschen Halbleitercluster, wie etwa Kooperationen zwischen Abnehmern und Produzenten. Dies gilt auch im Leading-Edge-Bereich, in dem technische Fortschritte im autonomen Fahren und bei Nokia und Sony Ericsson mithilfe des Magdeburger Intel-Werks entstehen können. In diesem Szenario versorgt Intel zwar weiterhin nur einen begrenzten Anteil der europäischen Abnehmer, spielt jedoch eine relevante Rolle und trägt signifikant zur Entwicklung neuer Innovationen in Europa bei,

die die gesamte europäische Wirtschaft stärken.

Das Taiwan-Ausfall-Szenario stellt hingegen einen Worst Case für die europäische Wirtschaft dar. Mit stark eingeschränkter Halbleiterversorgung aus Taiwan und China wird es zu immensen Beeinträchtigungen der europäischen Industrie kommen. Ein geringer Anteil von 5 bis 10 Prozent der Bedarfe der vier Hauptabnehmerindustrien kann weiterhin durch europäische Produktion gedeckt werden. Zudem können die Leading-Edge-Chips von Intel-Magdeburg als Verhandlungsmasse, beispielsweise mit Amerika, dienen, um eine begrenzte zusätzliche Menge an Chips des mittleren Technologiestandards zu erhalten, die vor allem von der europäischen Industrie benötigt würden. Dennoch würde es zu einem Einbruch der Industrie kommen. Der militärische Bestand wäre nicht eingeschränkt, der Zubau an Waffensystemen könnte mit einigen Einschränkungen durch europäische Produzenten fortgesetzt werden. Bei militärischen KI-Beschleunigern wäre der Zubau kurzfristig erheblich eingeschränkt, könnte aber wegen der im Vergleich zur Industrie niedrigeren Bedarfvolumen relativ schnell, etwa durch europäische Poolingstrategien, abgesichert werden. Langfristig kann Intel-Magdeburg nach Umstellung auf das Intel-Programmiersystem die Versorgung übernehmen. Sollten die Leading-Edge-Halbleiterwerke in Taiwan zerstört werden, würde der globale Technologiestandard beträchtlich sinken. China könnte durch seine Produktionskapazitäten im niedrigeren Technologiestandard seine Marktführerschaft in diesem Bereich weiter ausbauen. Langfristig könnte das Intel-Werk beim Aufbau einer europäischen Halbleiterbranche helfen. Somit nimmt das Intel-Werk auch in diesem Extremfall gegenüber dem Baseline-Szenario eine wichtigere Rolle ein, kann allerdings nur begrenzt dazu beitragen, die katastrophalen Auswirkungen eines Taiwan-Ausfall-Szenarios abzufedern.

6. Fazit

Die Auswirkungen der Investition in das Intel-Werk in Magdeburg sind vielfältig und können nicht auf ein einfaches Fazit heruntergebrochen werden. Einen Überblick anhand der acht Mechanismen des BESTInvest-Leitfadens gibt Tabelle 2.

Wir glauben, dass Lernkurven- und Clustereffekte, die Oligopolstellung in der Leading-Edge-Chipproduktion und die niedrigeren Kapitalkosten durch die staatliche Förderung die Wettbewerbsfähigkeit von Intel steigern, sie den Standortnachteil in Deutschland allerdings nicht vollständig aufheben können. Ob sich das Projekt letztendlich als wirtschaftliche Investition herausstellt, hängt maßgeblich von den Lieferkettenzieheffekten und weiteren katalytischen volkswirtschaftlichen Faktoren ab. Diese

werden zwar signifikant sein, ihre genaue Höhe lässt sich allerdings nur schwer vorhersehen, weshalb unsere Einschätzung einen erheblichen Unsicherheitsfaktor enthält. Innovations- und Clustereffekte der Investition würden Deutschland zwar als innovatives Industrieland stärken. Dennoch könnten diese Aspekte durch alternative Investitionen vermutlich effizienter gefördert werden als durch ein Halbleiter-Massenproduktionswerk. Da im Verhältnis zur Investitionssumme wenige Arbeitsplätze geschaffen werden, die zudem primär Berufsgruppen betreffen, in denen ein Fachkräftemangel herrscht, glauben wir, dass auch hier andere Investments kosteneffizienter wären, um den Arbeitsmarkt zu fördern.

Dimension	Mechanismus	Effekt
Gesamtwirtschaft	Lernkurveneffekte	🕒
	Clustereffekte	🕒
	Innovationseffekte	🕒
Gesamt- und Regionalwirtschaft	Lieferkettenzieheffekte	🕒
	Private vs. öffentliche Erträge	🕒
	Arbeitsmarkteffekte	🕒
Klimawandel	Externalitätenbekämpfung	🕒
Souveränität	Unvollständige Versicherungsmärkte	🕒

Tabelle 2: Auswertung der Mechanismen nach BESTInvest-Leitfaden; **Quelle:** eigene Berechnungen und Analysen

Klimaeffekte sind mit der aktuellen Datenglage schwer auszuwerten. Insgesamt rechnen wir allerdings mit einem positiven, wenn auch moderaten Beitrag zur globalen Klimatransformation. Ebenso schätzen wir den Beitrag des Intel-Werks zur europäischen Souveränität als verhältnismäßig gering ein.

Letztendlich ist eine politische Entscheidung notwendig, welche die verschiedenen Aspekte der Investition gegeneinander abwägt.

Durch unsere Analyse haben wir verschiedene Effekte der Investition ausgewertet, um somit die Auswirkungen der Investition transparent darzulegen und eine fundierte Meinungsbildung zu ermöglichen.

Um diese Einordnung zu unterstützen, ist abschließend ein vergleichender Blick auf die staatliche Investitionssumme hilfreich. Mit 9,9 Milliarden Euro ist die Unterstützung der Intel-Ansiedlung nicht nur die historisch größte industriepolitische Förderung eines

einzelnen Unternehmens, sondern vergleichbar mit den Finanzbedarfen, die für gewisse gesamtgesellschaftliche Ziele vonnöten wären. So schätzen etwa Heilmann et al. (2024) die Zusatzbedarfe, die erforderlich sind, um den Forschungsanteil am deutschen Bruttoinlandsprodukt für die Jahre 2025 bis 2030 auf den Zielwert von 3,5 Prozent zu heben, ebenfalls auf 9,9 Milliarden Euro.

7. Literaturverzeichnis

- Amer, M. / Daim, T. U. / Jetter, A. (2013): "A review of scenario planning", *Futures*, 46, S. 23–40.
- Arnhold, M. (2024): "Energiewende in Taiwan: Eine klimatisch fatale Insellage", *Frankfurter Rundschau*, online verfügbar unter: <https://www.fr.de/politik/eine-klimatisch-fatale-insellage-92772360.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Astheimer, S. / Finsterbusch, S. / Frühauf, M. (2023): "Intel treibt trotz Haushaltssperre Chipfabrik in Magdeburg voran", *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, online verfügbar unter: <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/intel-treibt-trotz-haushaltssperre-chipfabrik-in-magdeburg-voran-19359652.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Bernardt, F. / Wolter, M. I. / Parton, F. / Bovenschulte, M. (2024): "Ökonomische Effekte der Intel-Ansiedlung in Magdeburg (Studie)", *VDI/VDE Innovation + Technik GmbH*, online verfügbar unter: <https://vdi-vde-it.de/de/publikation/oekonomische-effekte-der-intel-ansiedlung-magdeburg-studie>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Bitkom (2023): "Unternehmen rechnen mit zunehmenden Lieferengpässen bei Chips", *bitkom*, online verfügbar unter: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Halbleiter-Unternehmen-Lieferengpaesse-Chips>, [Zuletzt aufgerufen: 13.9.2024].
- Bloomberg Finance L.P. (2024): "Kapitalkosten Intel".
- Böckmann, M. (2024): "1,5-nm aus Magdeburg: Die fortschrittlichste Chipfabrik der Welt - Golem.de", *golem.de*, online verfügbar unter: <https://www.golem.de/news/1-5-nm-aus-magdeburg-die-fortschrittlichste-chipfabrik-der-welt-2401-181359.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Böttcher, F. / Schlesiger, M. / Lenk, K. / Lenz, R. / Vandrey, S. (2024): "Auswirkungen von Industrieansiedlungen für die Bevölkerungs- und Landesentwicklung im ländlichen Raum Sachsen-Anhalts", S. 173, online verfügbar unter: https://demografie.sachsen-anhalt.de/fileadmin/Bibliothek/Politik_und_Verwaltung/MLV/Demografieportal/Bilder/Aktuelles/News/daten-und-konzepte/CIMA-Demografiestudie.pdf, [Zuletzt aufgerufen: 11.9.2024].
- Burkacky, O. / Nikolka, M. / Göke, S. / Patel, M. / Spiller, P. (2022): "Sustainability at semiconductor fabs | McKinsey", *McKinsey*, online verfügbar unter: <https://www.mckinsey.com/industries/semiconductors/our-insights/sustainability-in-semiconductor-operations-toward-net-zero-production>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Chen, S. / Sun, Z. / Tang, S. / Wu, D. (2011): "Government intervention and investment efficiency: Evidence from China", *Journal of Corporate Finance, Corporate Finance and Governance in Emerging Markets*, 17 (2), S. 259–271.
- Cunningham, J. A. (1980): "Management: Using the learning curve as a management tool: The learning curve can help in preparing cost reduction programs, pricing forecasts, and product development goals", *IEEE Spectrum*, 17 (6), S. 45–48.
- Deng, L. / Jiang, P. / Li, S. / Liao, M. (2020): "Government intervention and firm investment", *Journal of Corporate Finance, Capital markets, financial institutions, and corporate finance in China*, 63, S. 101231.
- Destatis (2019): "Güterverzeichnis für Produktionsstatistiken, Ausgabe 2019 (GP 2019)", *Destatis*, online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Methoden/Klassifikationen/Gueter-Wirtschaftsklassifikationen/klassifikation-gp-19.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Destatis (2024): "Input-Output-Rechnung", *Destatis*, online verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Wirtschaft/Volkswirtschaftliche-Gesamtrechnungen-Inlandsprodukt/Methoden/input-output-rechnung.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Deutsche Finanzagentur (2024): "Bundesanleihen", *Deutsche Finanzagentur*, online verfügbar unter: <https://www.deutsche-finanzagentur.de/bundeswertpapiere/bundeswertpapierarten/bundesanleihen>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Die Bundesregierung (2023): "Halbleiterfabrik für Magdeburg", *Die Bundesregierung*, online verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/investitionsentscheidung-intel-2198332>, [Zuletzt aufgerufen: 11.9.2024].

- Die Zeit (2024): "Technologiekonzern: Intel verspricht Magdeburg modernste Chipfertigung der Welt", Die Zeit, online verfügbar unter: <https://www.zeit.de/news/2024-01/19/intel-will-in-magdeburg-chips-mit-groesse-von-1-5-nm-bauen>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Fabian, H. (2024): "Agorameter Review: Der deutsche Strommix im März 2024", online verfügbar unter: <https://www.agora-energiewende.de/daten-tools/agorameter-review-der-deutsche-strommix-im-maerz-2024>, [Zuletzt aufgerufen: 11.9.2024].
- Favino, C. (2024): "The Role of Semiconductors in the Green Transition", Earth.Org, online verfügbar unter: <https://earth.org/semiconductors/>, [Zuletzt aufgerufen: 11.9.2024].
- Fier, A. / Heger, D. / Hussinger, K. (2005): "Die Wirkungsanalyse staatlicher Förderprogramme durch den Einsatz von Matching- und Selektionsmodellen am Beispiel der Fertigungstechnik", 05–09, Working Paper, online verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/handle/10419/24102>, [Zuletzt aufgerufen: 11.9.2024].
- Frankfurter Rundschau (2023): "Intel in Magdeburg: Universität beginnt neuen Studiengang", Frankfurter Rundschau, online verfügbar unter: <https://www.fr.de/ratgeber/karriere/intel-in-magdeburg-universitaet-beginnt-neuen-studiengang-zr-92293288.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- GlobalPetrolPrices.com (2024): "Electricity prices around the world", GlobalPetrolPrices.com, online verfügbar unter: https://www.globalpetrolprices.com/electricity_prices/, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Haag, M. / Kempermann, H. / Kohlisch, E. / Koppel, O. (2023): "Die Innovationskraft der deutschen Regionen", IW-Analyse, (153).
- Heilmann, F. / Gerresheim, N. / Henze, L. / Huwe, V. / Kölschbach, A. / Krahé, M. / Mölling, C. / Schulte, S. / Schulz, S. / Schuster, F. / Sigl-Glöckner, P. / Steinwart, J. / Streitz, J. (2024): "Was kostet eine sichere, lebenswerte und nachhaltige Zukunft?", Dezernat Zukunft, online verfügbar unter: <https://dezernatzukunft.org/was-kostet-eine-sichere-lebenswerte-und-nachhaltige-zukunft/>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Hess, J. C. (2024): "Chip Production's Ecological Footprint: Mapping Climate and Environmental Impact", Interface, online verfügbar unter: <https://www.interface-eu.org/publications/chip-productions-ecological-footprint>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Hofer, J. (2023): "So will der Chiphersteller 3000 Stellen in Magdeburg besetzen", Handelsblatt, online verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/arbeiten-bei-intel-so-will-der-chiphersteller-3000-stellen-in-magdeburg-besetzen/29362636.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Hofer, J. (2024): "Onsemi: US-Konzern schnappt Infineon Großauftrag für VW weg", Handelsblatt, online verfügbar unter: <https://www.handelsblatt.com/technik/it-internet/onsemi-us-konzern-schnappt-infineon-grossauftrag-fuer-vw-weg-01/100053762.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- imec (2023): "Green IC industry transition", imec, online verfügbar unter: <https://www.imec-int.com/en/expertise/cmos-advanced/sustainable-semiconductor-technologies-and-systems-ssts/stss-white-paper>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- imec (2024): "imec.netzero", imec, online verfügbar unter: <https://netzero.imec-int.com/>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Infineon (2024): "Infineon baut führende Position im Automotive-Halbleitermarkt weiter aus und ist erstmals Weltmarktführer bei Mikrocontrollern im Automobilbereich - Infineon Technologies", Infineon, online verfügbar unter: <https://www.infineon.com/cms/de/about-infineon/press/press-releases/2024/INFATV202404-091.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Intel (2022): "Intel Announces Initial Investment of Over €33 Billion for R&D and...", Intel, online verfügbar unter: <https://www.intel.com/content/www/us/en/newsroom/news/eu-news-2022-release.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Intel (2024): "Intel in Deutschland", Intel, online verfügbar unter: <https://www.intel.com/content/www/de/de/corporate-responsibility/intel-in-germany.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Janeway, W. H. (2018): *Doing capitalism in the innovation economy: markets, speculation and the state*, Cambridge University Press, Cambridge.

- macro trends (2024): "Intel Research and Development Expenses 2010-2024", macro trends, online verfügbar unter: <https://www.macro trends.net/stocks/charts/INTC/intel/research-development-expenses>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Mazzucato, M. (2018): *The entrepreneurial state: debunking public vs. private sector myths*, Revised edition, PublicAffairs, New York, NY.
- mdr (2023): "Jobs bei Intel in Magdeburg: Diese Berufe sind ab 2025 gefragt | MDR.DE", mdr, online verfügbar unter: <https://www.mdr.de/nachrichten/sachsen-anhalt/magdeburg/magdeburg/intel-chipfabrik-magdeburg-neu-einstellungen-ausweiten-100.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Peters, B. / Hud, M. / Köhler, C. / Licht, G. (2012): "Ökonomische Bewertung von staatlichen Investitionen in Forschung und Innovation", 15-2012, Research Report, online verfügbar unter: <https://www.econ-s-tor.eu/handle/10419/156578>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Rudzio, D. K. (2024): "Chipfabrik in Dresden: Olaf Scholz vergräbt Milliarden", Die Zeit, online verfügbar unter: <https://www.zeit.de/2024/36/chipfabrik-dresden-tsmc-subventionen-bundesregierung>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- sachsen.de (2024): "Symbolischer Spatenstich für neue ESMC-Chipfabrik", sachsen.de, online verfügbar unter: <https://www.ministerpraesident.sachsen.de/symbolischer-spatenstich-fuer-neue-esmc-chipfabrik-17523.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Sorrell, S. (2007): "The rebound effect: an assessment of the evidence for economy-wide energy savings from improved energy efficiency", report, online verfügbar unter: https://sussex.figshare.com/articles/report/The_rebound_effect_an_assessment_of_the_evidence_for_economy-wide_energy_savings_from_improved_energy_efficiency/23342564/1, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Statista (2024a): "Umsatz von Intel weltweit bis 2023", Statista, online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/13519/umfrage/nettoumsatz-von-intel-weltweit/>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Statista (2024b): "Arbeitslosenquote nach Bundesländern 2024", Statista, online verfügbar unter: <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36651/umfrage/arbeitslosenquote-in-deutschland-nach-bundeslaendern/>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Tagesschau (2023): "Top-Ökonomen kritisieren Intel-Subvention scharf", Tagesschau, online verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/intel-foederung-subvention-kritik-oekonomen-100.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Tagesschau (2024): "Interview mit Clemens Fuest: "Deutschland hat von all dem wenig"", tagesschau.de, online verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/unternehmen/intel-chipfabrik-magdeburg-100.html>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Tembey, G. / Dahik, A. / Richard, C. / Rastogi, V. (2023): "Navigating the Costly Economics of Chip Making", Boston Consulting Group, online verfügbar unter: <https://www.bcg.com/publications/2023/navigating-the-semiconductor-manufacturing-costs>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Varas, A. / Varadarajan, R. / Goodrich, J. / Yinug (2020): "Government Incentives and US Competitiveness in Semiconductor Manufacturing", Boston Consulting Group, online verfügbar unter: <https://www.bcg.com/publications/2020/incentives-and-competitiveness-in-semiconductor-manufacturing>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Yu, Y. (2024): "Intel joins 1.4-nanometer chip race against TSMC and Samsung", Nikkei Asia, online verfügbar unter: <https://asia.nikkei.com/Business/Tech/Semiconductors/Intel-joins-1.4-nanometer-chip-race-against-TSMC-and-Samsung>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- Zandt, F. (2024): "Who Leads the Semiconductor Foundry Market?", Statista, online verfügbar unter: <https://www.statista.com/chart/32653/market-share-of-semiconductor-foundries-by-revenue>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].
- ZfK (2023): "Strompreis: Deutschland doppelt so teuer wie größte Volkswirtschaft der Welt", ZfK, online verfügbar unter: <https://www.zfk.de/politik/deutschland/strompreis-grafik-deutschland-usa-china-frankreich>, [Zuletzt aufgerufen: 12.9.2024].

Dezernat Zukunft ist eine überparteiliche Vereinigung, die Geld-, Finanz- und Wirtschaftspolitik verständlich, kohärent und relevant erklären und neu denken will. Dabei leiten uns unsere Kernwerte:

Demokratie, Menschenwürde und breit verteilter Wohlstand.



www.dezernatzukunft.org



@DezernatZ

Diese Arbeit wurde unterstützt von der Allianz Foundation, der William- and Flora Hewlett Foundation und Open Philanthropy.

Impressum

Veröffentlicht durch:

Dezernat Zukunft e.V.,
Chausseestraße 111, 10115 Berlin
www.dezernatzukunft.org

Vertretungsberechtigter Vorstand:

Dr. Maximilian Krahé

Vorstand:

Dr. Maximilian Krahé, Dr. Maximilian Paleschke, Nicolas Gassen

Vereinsregister des Amtsgerichts Charlottenburg

Vereinsregisternummer 36980 B

Inhaltlich Verantwortlicher nach §18 MstV: Dr. Maximilian Krahé

Herausgeber:

Dr. Maximilian Krahé, Berlin
E-Mail: max.krahe@dezernatzukunft.org

Design:

Burak Korkmaz

Diese Arbeit von Dezernat Zukunft ist lizenziert unter der CC BY-NC 4.0

Die Inhalte können mit klarer Kennzeichnung der Quelle und, sofern angegeben, unter Angabe des Autors bzw. der Autorin verwendet werden.