

// Melanie Arntz (ZEW), Michael Böhm (TU Dortmund), Georg Graetz (Universität Uppsala), Terry Gregory (LISER & ZEW), Florian Lehmer (IAB), Cäcilia Lipowski (ZEW), Britta Matthes (IAB)

Digitale Transformation auf Sparflamme: Weniger 4.0-Investitionen in der Pandemie

Während der Covid-19-Pandemie kam es entgegen der öffentlich herrschenden Meinung zu keiner Beschleunigung der digitalen Transformation in Deutschland. Das zeigen Ergebnisse der neuen Betriebsbefragung „Arbeitswelt 4.0“ vom Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), dem Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), dem Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER) sowie dem Institut zur Zukunft der Arbeit (IZA). Zwar führten Betriebe verstärkt Technologien ein, die es den Beschäftigten ermöglichten, ihre Arbeit im Homeoffice zu erledigen, allerdings gingen diese Investitionen in Kommunikations- und Kollaborationstechnologien zu Lasten von Investitionen in andere fortschrittliche digitale Technologien (4.0-Technologien). Somit reagierten Betriebe auf die Pandemie mit einer Umschichtung von Investitionen, nicht aber mit einer Steigerung. Insbesondere größere Investitionsvorhaben wurden verschoben oder ganz aufgegeben. Insgesamt verlangsamte die Pandemie die Einführung dieser Technologien. Für die Betriebe zahlte sich dies kurzfristig aus: Investitionen in Technologien zur Unterstützung von Homeoffice halfen, negative Beschäftigungseffekte der Pandemie abzumildern. Längerfristig kann sich der Aufschub von 4.0-Investitionen jedoch negativ auf die Produktivität auswirken und trägt damit möglicherweise zum aktuell schwachen Produktivitätswachstum in Deutschland bei.



HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

- Förderung von Investitionen in 4.0-Technologien während Krisenzeiten: Staatliche Anreize sollten es Betrieben gerade in Krisenzeiten ermöglichen, an langfristigen Investitionszielen festzuhalten und somit die langfristige Wettbewerbsfähigkeit zu sichern.
- Unterstützung für Kleine und Mittlere Unternehmen (KMU): KMUs benötigen besondere Unterstützung, um ihre Technologieadoption zu beschleunigen und wettbewerbsfähig zu bleiben.
- Weiterentwicklung der digitalen Infrastruktur: Investitionen in die digitale Infrastruktur sollten priorisiert werden, um die Grundlage für den Einsatz fortschrittlicher Technologien zu schaffen.
- Flexible Arbeitsmodelle: Die Förderung flexibler Arbeitsmodelle kann dazu beitragen, die Widerstandsfähigkeit von Betrieben gegenüber zukünftigen Krisen zu stärken und gleichzeitig die Beschäftigung zu sichern.

COVID-19-PANDEMIE STELLTE DIE BETRIEBE VOR GROSSE HERAUSFORDERUNGEN

Die Covid-19-Pandemie hatte weltweit erhebliche wirtschaftliche und soziale Auswirkungen und stellte Betriebe vor enorme Herausforderungen. Inmitten von Lockdowns, unterbrochenen Lieferketten und einem beispiellosen Anstieg der Telearbeit sahen sich Betriebe gezwungen, ihre Geschäftsmodelle rasch anzupassen. Gerade Telearbeit von zu Hause erlebte einen weit sichtbaren Schub, sodass die Pandemie in der Öffentlichkeit als Digitalisierungstreiber wahrgenommen wurde. Dabei wurde jedoch oft ausgeblendet, dass Betriebe gleichzeitig andere geplante Investitionen aufgrund der Pandemie möglicherweise aufgeschoben haben. Dies wirft die Frage auf, ob die Pandemie tatsächlich als Katalysator für die Einführung fortschrittlicher Technologien diente. Die Antwort auf diese Frage ist auch über die Pandemie hinaus interessant, da sich das Investitionsverhalten von Betrieben auf die Dauer der Krise sowie das mittel- und langfristige Produktivitätswachstum auswirkt. Ob Betriebe aufgrund der Pandemie insgesamt verstärkt in neue Technologien investiert haben oder es lediglich zu einer veränderten Ausrichtung der Investitionen kam, um sich veränderten Rahmenbedingungen anzupassen, steht daher im Vordergrund dieses Policy Briefs. Der Policy Brief präsentiert ausgewählte Ergebnisse aus den Analysen von Arntz et al. (2024a) „Technology Adoption in Times of Crises“. Möglich wurden diese Analysen zur Technologieadaption in deutschen Betrieben während der Pandemie auf Basis einer neuen repräsentativen Betriebsbefragung zur „Arbeitswelt 4.0“ (BIZA II). Basierend auf den empirischen Befunden gibt dieser Policy Brief Empfehlungen für politische Entscheidungsträger/innen, um die technologische Wettbewerbsfähigkeit in Krisenzeiten zu stärken.

Gab es durch die Pandemie einen allgemeinen Technologieschub oder wurden Investitionen umgeschichtet?

EINE NEUE BETRIEBSBEFRAGUNG GIBT AUSKUNFT ÜBER CORONABEDINGTE INVESTITIONEN

BIZA II ist eine durch das Bundesministerium für Arbeit und Soziales geförderte, repräsentative Betriebsbefragung von ca. 3.000 deutschen Betrieben, an dem das IAB, ZEW und IZA beteiligt sind. Die Befragung ist die zweite Welle einer 2016 erstmals als IAB-ZEW-Arbeitswelt-4.0-Befragung durchgeführten Betriebsbefragung (Arntz et al., 2024b; Genz et al, 2023). Die zweite Welle wurde zwischen Oktober 2021 und Juli 2022 durch die Gesellschaft für empirische Sozialforschung und Evaluation (uzbonn) als computergestützte Telefoninterviews (CATI) erhoben. Ergänzt werden die Befragungsdaten durch administrative Beschäftigungsdaten, die detaillierte Informationen über die Mitarbeiter/innen in den befragten Betrieben liefern.

Neuer Arbeitnehmer-Arbeitgeber-Datensatz

Auf Basis dieses neuen Arbeitnehmer-Arbeitgeberdatensatzes kann der Stand der Technologie-nutzung in Betrieben für die Jahre 2016 und 2021 verglichen werden. Unter anderem werden die Betriebe um eine Einschätzung gebeten, welcher Anteil der Produktionsmittel sowie der Büro- und Kommunikationsmittel auf computergestützten, intelligenten Technologien aufbaut, die der 4. Industriellen Revolution zuzurechnen sind – also auf sogenannte 4.0-Technologien. Dabei werden unter 4.0-Produktionsmitteln zum Beispiel sich selbst steuernde Maschinen und Anlagen bis hin zu intelligent vernetzten Produktionssystemen verstanden. Als 4.0-Büro- und Kommunikationsmittel werden beispielweise Analysetools mit Big Data, Cloud-Computing-Systeme, Online-Plattformen, aber auch Kollaborations- und Kommunikationstools bezeichnet. Etwa ein Viertel der 4.0-Büromittel stützt sich unseren Analysen nach dabei auch auf Künstliche Intelligenz.

Informationen zu Umfang, Zeitpunkt und Art der Investitionen vor und während Corona.

Die Betriebe wurden außerdem gefragt, in welche 4.0-Technologien sie seit 2016 investiert haben, ob die Investitionen jeweils vor oder nach Beginn der Pandemie getätigt wurden und ob die Investitionen während der Pandemie aufgrund der Pandemie getätigt wurden. Darüber hinaus

wurde nicht nur nach den Hauptinvestitionen gefragt, sondern auch nach weniger bedeutsamen sogenannten sekundären Investitionen. Damit lassen sich pandemiebedingte Investitionen in Umfang und Art von solchen unterscheiden, die auch ohne Pandemie getätigt worden wären. Durch die Vorgängerbefragung im Jahr 2016 stehen für einige Betriebe zudem Informationen zu den damals für denselben Zeitraum gemachten Investitionsplänen zur Verfügung, die mit den tatsächlichen Investitionen verglichen werden können.

VERLANGSAMUNG DES TECHNOLOGIEWACHSTUMS IN DEN LETZTEN JAHREN

Unsere Analysen zeigen, dass der Anteil von 4.0-Technologien an Büro- und Kommunikationsmitteln zwischen 2016 und 2021 gestiegen ist, jedoch nicht so stark, wie vor der Pandemie geplant war. Der durchschnittliche Anteil von 4.0-Technologien in diesem Bereich stieg von 5,7% im Jahr 2016 auf 8,7% im Jahr 2021, während er gemäß den 2016 geäußerten Investitionsplänen um mehr als fünf Prozentpunkte hätte steigen sollen. Der Anteil an 4.0-Technologien in der Produktion stieg hingegen nur um 0,6 Prozentpunkte von 3,6% auf 4,2%, im Vergleich zu einem geplanten Anstieg von mehr als 2,5 Prozentpunkten.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die tatsächlichen Investitionen hinter den Planungen zurückblieben, die vor der Pandemie gesetzt wurden. Besonders auffällig ist, dass in der Produktionstechnologie kaum Fortschritte erzielt wurden, was darauf hinweist, dass die Betriebe möglicherweise aufgrund der Unsicherheiten und wirtschaftlichen Herausforderungen der Pandemie zurückhaltender bei Investitionen in diesem Bereich waren.

Insgesamt lässt sich also gegenüber den Plänen der Betriebe eine Verlangsamung bei der Einführung von 4.0-Technologien in unserem Zeitraum feststellen. Ob diese tatsächlich auf die Pandemie zurückzuführen ist, lässt sich jedoch besser anhand eines Vergleiches der Investitionen vor und während der Pandemie innerhalb dieses Zeitraums klären.

Investitionen während der letzten Jahre bleiben hinter den Plänen zurück

4.0-INVESTITIONEN VOR, WÄHREND UND AUFGRUND DER PANDEMIE

Abbildung 1 zeigt den Anteil der Firmen, die Primär- und Sekundärinvestitionen vor, während und aufgrund der Pandemie im Zeitraum von 2016 bis 2021 getätigt haben. Wenn Firmen pandemiebedingt nur zurückhaltend investiert haben, sollten wir beobachten können, dass nur wenige Betriebe aufgrund der Pandemie investiert haben. Dies ist tatsächlich der Fall: Im Bereich der Produktionstechnologien lag der Anteil der durch die Pandemie bedingten Investitionen nahezu bei null. D. h. wie oben schon angedeutet, verfestigt sich das Bild, dass 4.0-Investitionen aufgeschoben oder annulliert wurden.

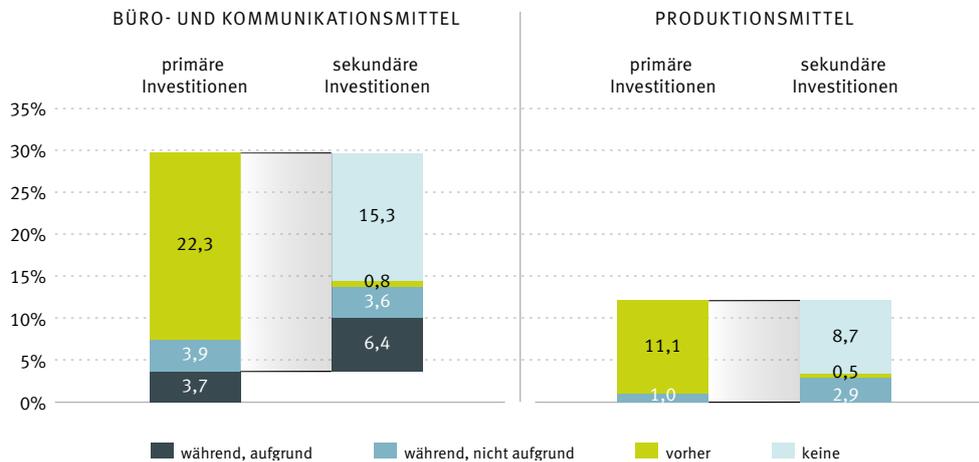
Auch im Bereich der Büro- und Kommunikationsmittel wurde ein erheblicher Teil der Technologieinvestitionen zwischen 2016 und 2022 bereits vor der Pandemie getätigt. Während 22,3% der Betriebe eine Hauptinvestition in Büromittel vor der Pandemie angaben, tätigten nur 7,6% während der Pandemie eine solche Investition und nur die Hälfte dieser Betriebe (3,7%) berichtete, tatsächlich wegen der Pandemie investiert zu haben. Das Gros der Betriebe (100% – 22,3% – 7,6% = 70,1%), gab an, gar keine Hauptinvestition in Büromittel seit 2016 getätigt zu haben. Gefragt nach den Sekundärinvestitionen geben weitere 6,4% der Betriebe an, pandemiebedingt in 4.0-Büromittel investiert zu haben. Insgesamt haben damit lediglich gut 10% der Betriebe auf die Pandemie mit Investitionen in 4.0-Büromittel reagiert, zumeist jedoch in Form sekundärer, vermutlich kleinerer Investitionen.

Nur ein kleiner Teil der Betriebe investiert aufgrund der Pandemie in 4.0-Technologien

Interessant ist auch, welche Betriebe überhaupt auf diese Weise auf die Pandemie reagieren konnten. Arntz et al. (2023) dokumentieren, dass vor allem Betriebe, die schon Erfahrung mit 4.0-Technologien hatten, coronabedingte Investitionen tätigten. Dies waren zumeist große Betriebe, ein Aufholleffekt bei kleineren und mittleren Unternehmen war hingegen nicht zu beobachten. Der Stand der Technik in kleinen und mittleren Unternehmen hat sich dadurch relativ zu den großen Unternehmen durch die Pandemie weiter verschlechtert.

Pandemiebedingte Investitionen wurden somit in nur 10% der Betriebe getätigt, von denen die meisten schon Erfahrung mit 4.0 Technologien hatten. Zudem waren diese Investitionen weniger umfänglich als die Investitionen, die vor der Pandemie getätigt wurden. Dies deutet darauf hin, dass Betriebe während der Pandemie eher auf kurzfristige Anpassungen setzten, um den unmittelbaren Herausforderungen der Pandemie zu begegnen. Es stellt sich daher die Frage, welche konkreten Investitionen die Betriebe zur Abfederung der Pandemiefolgen vornahmen.

ABBILDUNG 1: ANTEIL DER BETRIEBE MIT PRIMÄREN UND SEKUNDÄREN INVESTITIONEN IN 4.0-TECHNOLOGIEN ZWISCHEN 2016 UND 2021 NACH ZEITPUNKT UND GRUND DER INVESTITION



Lesehilfe: Die Abbildung zeigt den Anteil der Betriebe mit Primär- und Sekundärinvestitionen in 4.0 Technologien zwischen 2016 und 2021, aufgeteilt nach Zeitpunkt und Grund der Investition. In 4.0-Büromittel haben 3,7% der Betriebe eine Primärinvestition aufgrund der Pandemie getätigt, weitere 3,9% während, aber nicht aufgrund der Pandemie und 22,3% vor der Pandemie. Insgesamt geben 10,1% der Betriebe an, aufgrund der Pandemie in 4.0-Büromittel investiert zu haben, 6,4% davon jedoch lediglich in Form einer Sekundärinvestition.

INVESTITIONSSCHWERPUNKT VERSCHIEBT SICH MIT DER PANDEMIE

Um die Struktur coronabedingter Investitionen näher analysieren zu können, verwenden wir Informationen über die spezifischen Technologien, in die im Zeitraum von 2016 bis 2021 investiert wurde. Dies wurde in einer offenen Abfrage für alle Primär- und Sekundärinvestitionen in 4.0-Technologien erhoben. Die genannten Technologien wurden anschließend mittels manueller Kategorisierung und mithilfe maschinellen Lernens in verschiedene Anwendungskategorien eingeteilt. Dabei wurden u. a. Kategorien wie Kommunikations- und Kollaborationstools, Cloud-Computing und grundlegende IT-Infrastruktur unterschieden. Da Investitionen weiterhin nach Zeitpunkt und Grund unterschieden werden können, erlaubt diese Kategorisierung die Struktur der Investitionen vor der Pandemie mit der Struktur der Investitionen aufgrund der Pandemie zu vergleichen.

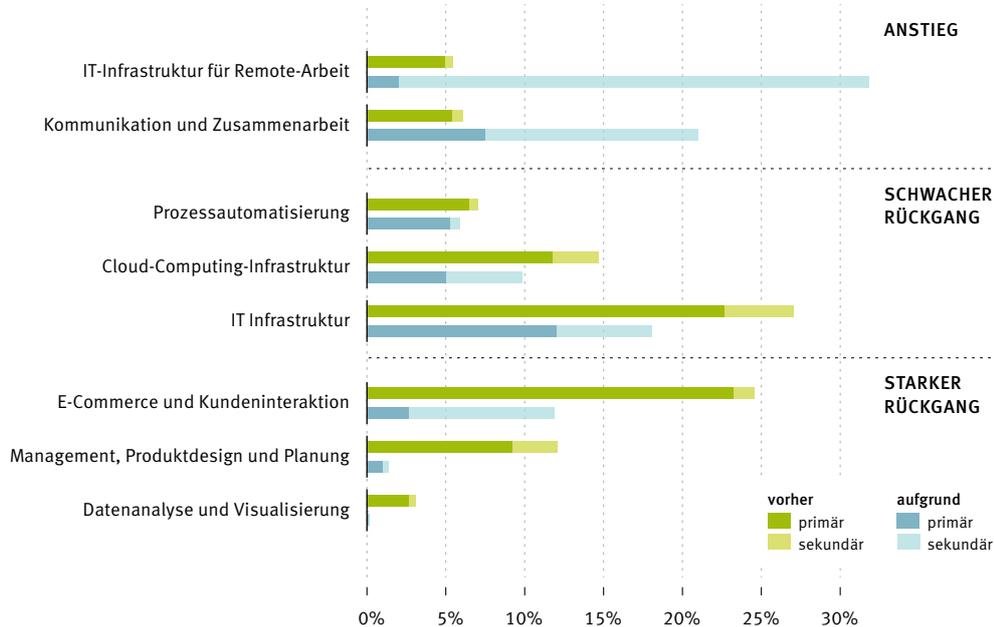
Klassifizierung der Investitionen

Dabei zeigt sich ein eindeutiges Bild: Die Pandemie führte zu einer Verschiebung der Investitionsschwerpunkte. Während vor der Pandemie Investitionen hauptsächlich in grundlegende IT-Infrastrukturen (27%) und E-Commerce-Technologien (25%) flossen, konzentrierten sich die Investitionen aufgrund der Pandemie verstärkt auf Technologien, die das Arbeiten aus der Ferne ermöglichen. Über die Hälfte der pandemiebedingten Investitionen entfiel auf IT-Infrastruktur für Remote-Arbeit und KI-gestützte Kommunikations- und Kollaborationstools. Im Vergleich dazu machten diese Technologien vor der Pandemie nur etwa 10% der Investitionen aus.

Mehr Investitionen für kollaboratives Arbeiten aufgrund der Pandemie

ABBILDUNG 2: PRIMÄRE UND SEKUNDÄRE INVESTITIONEN IN 4.0-BÜRO- UND KOMMUNIKATIONSMITTEL AUFGRUND DER PANDEMIE IM VERGLEICH ZU VOR DER PANDEMIE

Primäre und sekundäre Technologieinvestitionen aufgrund der Pandemie im Vergleich zu vor der Pandemie



Lesehilfe: Die Abbildung zeigt die konkrete Technologieklasse, in die aufgrund der Pandemie im Vergleich zu vor der Pandemie investiert wurde. Dabei addieren sich alle Balken vor der Pandemie zu 100% ebenso wie alle Investitionen aufgrund der Pandemie. Während somit mehr als 30% aller aufgrund der Pandemie getätigten Investitionen in den Bereich der IT-Infrastruktur für Remote-Arbeit fallen, waren dies vor der Pandemie lediglich etwas mehr als 5%.

Diese Verschiebung zeigt, dass Betriebe schnell auf die neuen Anforderungen der Pandemie reagierten, insbesondere auf die Notwendigkeit, Arbeiten aus der Ferne zu ermöglichen. Dies führte zu einer raschen Implementierung von Technologien wie Videokonferenz-Software, Cloud-Diensten und digitalen Kollaborationstools, um die Geschäftskontinuität aufrechtzuerhalten und die Effizienz der Mitarbeiter/innen im Homeoffice zu gewährleisten.

Pandemiebedingte Investitionen machen Betriebe resilienter

Tatsächlich zeigen diese Investitionen Wirkung: Betriebe, die solche Investitionen tätigten, konnten die Anteile der Beschäftigten im Homeoffice deutlich erhöhen (um 21 Prozentpunkte) und die Inanspruchnahme von Kurzarbeit reduzieren. Diese Betriebe verzeichneten zudem eine geringere Schrumpfung der Gesamtbeschäftigung während der Pandemie. Diese Ergebnisse zeigen, dass die Umschichtung von Investitionen zugunsten von Technologien für kollaboratives Arbeiten und Homeoffice eine wichtige Rolle bei der kurzfristigen Abmilderung der negativen Beschäftigungseffekte der Pandemie spielte.

TECHNOLOGIEZUWACHS MIT UND OHNE PANDEMIE

Doch wie lässt sich nun abschließend der Technologiezuwachs während der Pandemie bewerten? Ist die gegenüber den Plänen beobachtbare Verlangsamung des Technologiezuwachses zwischen 2016 und 2021 tatsächlich auf die pandemiebedingte Zurückhaltung zurückzuführen? Anders formuliert, setzte die Verlangsamung erst mit der Pandemie ein oder gab es bereits vorher Anzeichen für eine Verlangsamung?

Um dies zu klären, schätzen wir zunächst den Zusammenhang zwischen dem betrieblichen Technologiezuwachs zwischen 2016 und 2021 und den Angaben der Betriebe zu Zeitpunkt und Ursache der in diesem Zeitraum getätigten Investitionen unter Berücksichtigung weiterer Unterschiede zwischen den Betrieben wie bspw. Betriebsgröße, Branche und Beschäftigungsstruktur vor der Pandemie.

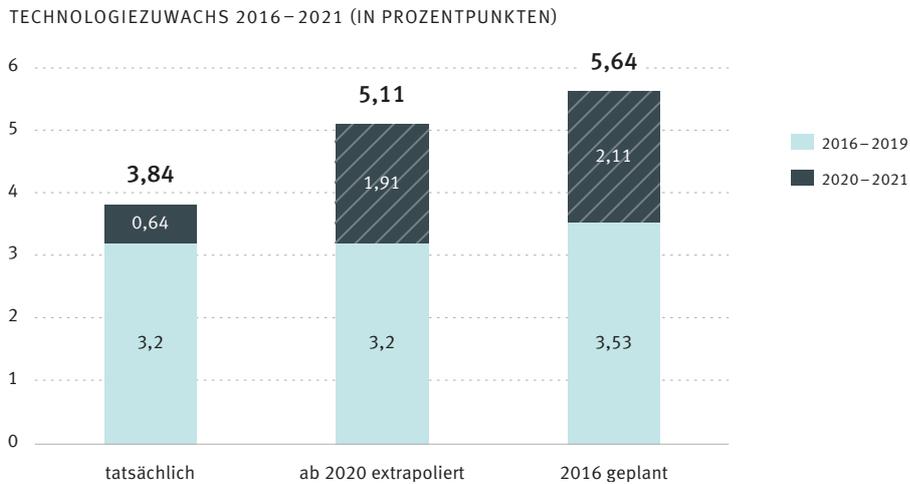
Dabei zeigt sich, dass ein Gros des Zuwachses im 4.0-Technologieanteil im Büro- und Kommunikationsbereich auf die Investitionen vor der Pandemie zurückzuführen sind, was in der ersten Säule von Abbildung 3 dargestellt ist. Betriebe mit Investitionen während der Pandemie trugen lediglich 0,64% zum Technologiewachstum in diesem Zeitraum bei, Betriebe mit Investitionen vor der Pandemie 3,2%.¹ Hätte sich dieser Technologiezuwachs auch während der Pandemie in gleicher Weise fortgesetzt, hätten Investitionen seit der Pandemie zum Technologiewachstum um 1,91 Prozentpunkte beitragen müssen (Säule 2). Somit ergibt sich eine geschätzte Investitionslücke von etwa 1,3 Prozentpunkten. Zu ganz ähnlichen Einschätzungen kommt man, wenn man dies mit den geplanten Investitionen für diesen Zeitraum vergleicht. Verteilt man den geplanten Technologiezuwachs entsprechend des zeitlichen Anteils auf die Zeit vor und während der Pandemie (Säule 3), zeigt sich, dass die tatsächlichen Investitionen vor der Pandemie weitgehend den Plänen entsprachen, die Pläne für die Zeit während der Pandemie jedoch nicht eingehalten werden konnten. Ganz ähnliche Ergebnisse zeigen sich zudem für den Bereich der Produktionsmittel (ohne Abbildung).

Die Pandemie brachte somit entgegen der öffentlichen Wahrnehmung keinen Digitalisierungsschub, sondern ging stattdessen sogar mit einem Rückschlag für die Technologieentwicklung in Deutschland einher. Kurzfristige, weniger bedeutsame Anpassungsinvestitionen gingen zu Lasten längerfristig geplanter und umfänglicherer Investitionen. Unter dem Strich wurde weniger in neue digitale Technologien investiert als ohne die Pandemie. Bei einer Investitionslücke von etwa 1,5 Prozentpunkten blieb gut ein Viertel der für 2016 bis 2021 geplanten Investitionen pandemiebedingt aus.

**Rückschlag für
4.0-Technologien
durch die Pandemie**

¹ Der tatsächliche Technologiezuwachs in diesem regressionsbasierten Ansatz zwischen 2016 bis 2021 addiert sich hier auf 3,84%. Er ist damit höher als der auf Seite 3 beschriebene Zuwachs von 3%. Der Unterschied ist darauf zurückzuführen, dass das Regressionsmodell auch den Beitrag der Betriebe abschätzt, die im Gesamtzeitraum überhaupt nicht in 4.0-Technologien investieren. Dieser Beitrag beträgt -0,84%. D. h., in diesen Betrieben verringert sich der Anteil an 4.0-Technologien.

ABBILDUNG 3: TECHNOLOGIEZUWACHS 2016 BIS 2021 (IN PROZENTPUNKTEN)
AUFGETEILT NACH DEM ZEITPUNKT DER INVESTITION



Lesehilfe: Die Abbildung zeigt den Technologiezuwachs zwischen 2016 bis 2021, aufgeteilt in den Zeitraum vor und während der Pandemie (seit März 2020). Die erste Säule zeigt die geschätzte Aufteilung des tatsächlichen Technologiezuwachses in diese beiden Zeiträume anhand eines Regressionsmodells. Dieses schätzt den Zusammenhang zwischen Technologiezuwachs und Zeitpunkt der Investition unter Berücksichtigung weiterer betrieblicher Merkmale. Die zweite Säule extrapoliert den auf diese Weise geschätzten Technologiezuwachs vor der Pandemie auf die Zeit während der Pandemie. Dabei wird berücksichtigt, dass der beobachtete Zeitraum vor der Pandemie 3,54 Jahre und der Zeitraum seit der Pandemie bis zum Erhebungszeitpunkt 2,11 Jahre entsprechen. Die dritte Säule zeigt die in der Befragung von 2016 geäußerten Pläne hinsichtlich des Technologiezuwachses bis 2021 und teilt diese anteilig auf die Zeit vor und während der Pandemie auf.

DISKUSSION

In diesem Policy Brief zeigen wir, dass sich die betriebliche Einführung neuer Technologien während der Covid-19-Krise spürbar verlangsamt hat. Tatsächlich lässt sich ein Schub für kollaborative Technologien feststellen, von denen die Betriebe in Form einer stabileren Beschäftigung profitierten. Diese Anpassungsstrategie war kurzfristig erfolgreich, ging jedoch zu Lasten von geplanten, größeren Investitionen in anderen Technologiebereichen, die längerfristig wahrscheinlich größere Produktivitätseffekte entfaltet hätten.

Die aktuelle Produktivitätsschwäche in Deutschland ist damit möglicherweise zum Teil krisengemacht. Im Zeitraum 2019 bis 2023 stieg die Arbeitsproduktivität pro Arbeitsstunde in Deutschland nur um 0,47 Prozent jährlich, verglichen zum Beispiel in den Vereinigten Staaten um 1,77 Prozent (OECD, 2024). Die Ergebnisse dieses Policy Briefs sprechen dafür, dass dies teilweise durch das Aufschieben von geplanten 4.0-Investitionen während der Pandemie und der sich anschließenden Ukraine-Krise erklärt werden kann. Denn vor dem Hintergrund der Ergebnisse ist davon auszugehen, dass auch andere Krisen den Technologiezuwachs eher verlangsamen. Vor allem der unmittelbar nach der Pandemie auftretende Energiepreis- und Unsicherheitschock aufgrund des Krieges in der Ukraine hat vermutlich in Deutschland dazu beigetragen, größere Investitionen auch nach Abklingen der Pandemie weiterhin aufzuschieben. Für das Produktivitätswachstum in Deutschland und die Erholung der Wirtschaft lässt dies nichts Gutes erahnen. Der Fokus der politischen Entscheidungsträger/innen sollte daher stärker darauf liegen, Betriebe auch in Zeiten multipler und sich anschließender Krisen darin zu unterstützen, an größeren technologieintensiven Investitionen festzuhalten. Förderinstrumente könnte bspw. gezielt antizyklisch ausgerichtet werden, so dass große Investitionen in Zukunftstechnologien in Krisenzeiten attraktiver werden. Zudem bedarf es einer speziellen Förderung von KMUs, die in solchen Zeiten Gefahr laufen, von der Technologieentwicklung zunehmend abgehängt zu werden. Gelingt es nicht, die Investitionsaktivitäten wieder verstärkt auf Wachstumsimpulse auszurichten, droht eine längerfristige Stagnationsphase.

**Nachholeffekt
hinsichtlich 4.0-In-
vestitionen ist noch
nicht zu beobachten**

LITERATUR

Arntz, M., Böhm, M., Graetz, G., Gregory, T., Johannig, J.M., Lehmer, F., Lipowski, C., Matthes, B. und Niers, N. (2023) Digitalisierung in der Covid-19-Pandemie: Corona hat den digitalen Graben zwischen den Betrieben vertieft. (IAB-Kurzbericht 4/2023), Nürnberg, 8 S. DOI:10.48720/IAB.KB.2304

Arntz, M., Böhm, M., Graetz, G., Gregory, T., Lehmer, F. und Lipowski, C. (2024a) Firm-Level Technology Adoption in Times of Crisis, ZEW Centre for European Economic Research Discussion Paper, 24-057.

Arntz, M., Genz, S., Gregory, T., Lehmer, F. and Zierahn-Weilage, U. (2024b) De-routinization in the Fourth Industrial Revolution-Firm-Level Evidence, ZEW Centre for European Economic Research Discussion Paper, 24-005.

Genz, S., Gregory, T., Janser, M., Lehmer, F. and Matthes, B. (2021) How do workers adjust when firms adopt new technologies?, ZEW-Centre for European Economic Research Discussion Paper. OECD (2024) Productivity growth rates, Organisation for Economic Co-operation and Development, <https://data-explorer.oecd.org/>, retrieved July 15, 2024.



Impressum

Autoren: Melanie Arntz (ZEW, melanie.arntz@zew.de), Michael Böhm (TU Dortmund), Georg Graetz (Universität Uppsala), Terry Gregory (LISER & ZEW), Florian Lehmer (IAB), Cäcilia Lipowski (ZEW), Britta Matthes (IAB)

Herausgeber: ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung
L 7, 1 · 68161 Mannheim · Deutschland · info@zew.de · www.zew.de · x.com/zew

Präsident: Prof. Achim Wambach, PhD · Kaufmännische Geschäftsführerin: Claudia von Schuttenbach

Redaktionelle Verantwortung: Bastian Thüne · bastian.thuene@zew.de

Anmerkung zum Zitieren aus dem Text: Es ist gestattet, Auszüge aus dem Text in der Originalsprache zu zitieren, insofern diese durch eine Quellenangabe kenntlich gemacht werden.

© ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim

ZEW

Leibniz
Leibniz
Gemeinschaft