

Projektbericht  
Research Report

Jänner 2024

# Ökonomische Effekte von Digitalisierung

Klaus Weyerstraß  
Liliana Mateeva

**Studie mit finanzieller Unterstützung durch das  
Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft (BMAW)**



INSTITUT FÜR HÖHERE STUDIEN  
INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES  
Vienna



INSTITUT FÜR HÖHERE STUDIEN  
INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES  
Vienna

---

**AutorInnen**

Klaus Weyerstraß, Liliana Mateeva

**Begutachter**

Thomas König

**Titel**

Ökonomische Effekte von Digitalisierung

**Kontakt**

T +43 1 59991-233

weyerstr@ihs.ac.at

**Institut für Höhere Studien – Institute for Advanced Studies (IHS)**

Josefstädter Straße 39, A-1080 Wien

T +43 1 59991-0

F +43 1 59991-555

[www.ihs.ac.at](http://www.ihs.ac.at)

ZVR: 066207973

*Die Publikation wurde sorgfältig erstellt und kontrolliert. Dennoch erfolgen alle Inhalte ohne Gewähr. Jegliche Haftung der Mitwirkenden oder des IHS aus dem Inhalt dieses Werks ist ausgeschlossen.*

## Zusammenfassung

Digitalisierung umfasst immer größere Bereiche der Gesellschaft. Durch die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) verändern sich die industriellen Produktionsprozesse und viele Dienstleistungen. Durch Investitionen in IKT sowie durch Netzwerkeffekte, Wissenstransfer und effizientere Prozesse führt die Verbreitung neuer digitaler Technologien zu einer Steigerung von Produktivität und Wirtschaftswachstum. Mit der Produktivitätssteigerung, sind jedoch in einigen Wirtschaftsbereichen Beschäftigungsverluste verbunden. Gleichzeitig entstehen in anderen Sektoren und Tätigkeitsfeldern neue Arbeitsplätze. Darüber hinaus wird aufgrund der Alterung der Gesellschaft das Arbeitskräftepotenzial in Österreich wie in den meisten anderen Industrieländern mittelfristig sinken, was durch Steigerungen der Arbeitsproduktivität abgefedert werden kann.

Hinsichtlich der Unterstützung des digitalen Wandels ist der Staat insbesondere in den Bereichen Bildung und Weiterbildung, der Gestaltung des Forschungsumfelds, dem Datenschutz sowie der Bereitstellung leistungsfähiger und sicherer Informations- und Kommunikations-Infrastrukturen gefordert.

Zwischen den weltwirtschaftlichen Regionen, aber auch innerhalb der EU variiert der Grad der Digitalisierung stark. Gemäß dem Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI) zeigte Österreich im Jahr 2023 im EU-Vergleich in drei der vier Hauptbereiche dieses Index – Humankapital, digitale Verwaltungsdienstleistungen sowie Einsatz digitaler Technologien durch Unternehmen – überdurchschnittliche Resultate. Im Bereich digitale Infrastrukturen und Vernetzung lag Österreich knapp unter dem EU-Durchschnitt. Im Bereich der Verwaltungsdienstleistungen, die Privatpersonen und Unternehmen zur Verfügung stehen, schneidet Österreich gut ab. Die Nutzung von Digitalisierung, gemessen an der Zahl der Breitbandinternet-Verträge je 100 Einwohner:innen, hat in Österreich in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen, wobei das Wachstum auf mobiles Internet beschränkt war, während die Nutzung der Festnetztechnologie stagnierte. Im Vergleich der OECD-Länder rangiert Österreich bei der Zahl der Festnetzinternetverträge im hinteren Bereich, bei der Nutzung von mobilem Internet im Mittelfeld. Hingegen befindet sich Österreich bei der Nutzung von Breitbandinternet in Unternehmen, gemessen anhand mehrerer Indikatoren, im oberen Mittelfeld.

Eigene panelökonometrische Schätzungen zeigen, dass die Digitalisierung das Wachstum des realen Bruttoinlandsprodukts, das Pro-Kopf-Einkommen und die totale Faktorproduktivität signifikant positiv beeinflusst. Konkret wurde ein positiver Einfluss der Festnetz- oder mobilen Breitbandinternetverträge gefunden, womit Ergebnisse aus der Literatur bestätigt werden. Nach Einbeziehung spezifischer unternehmensbezogener

Indikatoren für die Nutzung digitaler Dienste wird der Einfluss der allgemeineren Variablen geringer. Generell wurde ein positiver Einfluss des Anteils der Unternehmen mit Breitbandinternetanschluss, des Anteils der Beschäftigten, die einen PC mit Internetanschluss nutzen, des Unternehmensanteils mit Website und des Anteils der Unternehmen, die Bestellungen über Computernetze abwickeln, gefunden.

Mit den Modellen wurden Simulationen durchgeführt. So könnte das Pro-Kopf-Einkommen um rund 6,5 Prozent höher sein, wenn Österreich denselben, um etwa 22 Prozentpunkte höheren Anteil der Beschäftigten, die einen PC mit Internetanschluss nutzen, wie Finnland hätte. Die Ausstattung des Arbeitsplatzes allein entfaltet selbstverständlich keine positiven ökonomischen Wirkungen, sondern nur im Zusammenwirken mit einer Anpassung der Prozesse und einer entsprechenden Schulung der Beschäftigten. Wenn 50 Prozent und damit etwa doppelt so viele Unternehmen wie bisher Bestellungen über Computernetzwerke abwickeln würden, könnte die totale Faktorproduktivität in Österreich um rund 4 Prozent höher sein.

**Schlagwörter:** Digitalisierung; Wirtschaftswachstum; Pro-Kopf-Einkommen; totale Faktorproduktivität

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	6
2	Entwicklung der Digitalisierung .....	7
3	Ökonomische Auswirkungen von Digitalisierung .....	11
3.1	Literaturübersicht .....	11
3.2	Eigene ökonometrische Analysen .....	19
3.2.1	Modelle und Daten .....	20
3.2.2	Ergebnisse .....	23
4	Verzeichnisse .....	29
4.1	Abbildungsverzeichnis .....	29
4.2	Tabellenverzeichnis .....	29
4.3	Literaturverzeichnis .....	30

# 1 Einleitung

Die Digitalisierung führt zu weitreichenden Veränderungen in vielen Industrie- und Dienstleistungsbranchen. Die daraus resultierenden Wirkungen auf Produktivität, Wirtschaftswachstum und Beschäftigung erfolgen direkt und indirekt über mehrere Kanäle, wie in weiter unten ausgewerteten wissenschaftlichen Studien festgestellt wurde. Zunächst sind mit den Investitionen in den Aufbau der Infrastruktur positive gesamtwirtschaftliche Effekte verbunden. Mit der Nutzung der Infrastruktur vollzieht sich ein tiefgreifender Wandel in den industriellen Produktionsprozessen und in Geschäftsmodellen im Dienstleistungsbereich. Mit dem Einsatz neuer digitaler Technologien sind Netzwerkeffekte, Wissenstransfer und weitere IKT-Entwicklungen sowie Kostenreduktionen in der wirtschaftlichen Tätigkeit verbunden. Dadurch werden Erhöhungen der Produktivität in diversen Bereichen sowie positive Effekte auf das Wirtschaftswachstum hervorgerufen. Die Produktivitätssteigerungen haben zwar in manchen Produktionsbereichen Beschäftigungsverluste zur Folge. Dafür entstehen aber in anderen Wirtschaftsbereichen neue Arbeitsplätze, sodass der Netto-Beschäftigungseffekt offen ist. Darüber hinaus sinkt aufgrund der Alterung der Gesellschaft in vielen Industrieländern, so auch in Österreich, das Arbeitskräftepotenzial, was das Wachstum der Produktionsmöglichkeiten mittelfristig begrenzt. Insofern ist es also wachstumsfördernd, wenn durch die Digitalisierung die Produktivität erhöht und damit in manchen Bereichen weniger Arbeitskräfte benötigt werden, denn diese stehen dann potenziell in wachsenden Sektoren und Tätigkeitsfeldern, in denen Arbeits- / Fachkräftebedarf herrscht, zur Verfügung. Zusätzlich zu diesen messbaren Wohlfahrtseffekten kann Digitalisierung den gesellschaftlichen Wohlstand durch die infolge von Produktivitätssteigerungen gewonnene Zeit für selbstbestimmte Tätigkeiten beeinflussen.

Der Wirtschaftspolitik kommt die Aufgabe zu, die Rahmenbedingungen für einen möglichst reibungslosen Strukturwandel zu schaffen. Hinsichtlich der Gestaltung des digitalen Wandels ist der Staat insbesondere in den Bereichen Bildung und Weiterbildung (einerseits im Bereich digitaler Kompetenzen, andererseits in Bereichen, die durch den Strukturwandel betroffen sind), in der Gestaltung des Forschungsumfelds, dem Datenschutz sowie der Bereitstellung leistungsfähiger und sicherer Informations- und Kommunikations-Infrastrukturen gefordert. Hinsichtlich letzterer – was etwa den Ausbau von Leitungen oder Mobilfunkmasten umfasst – muss nicht unbedingt der Staat selbst tätig werden; er sollte vor allem die rechtlichen Rahmenbedingungen schaffen. Staatlicher Ausbau kommt dann in Frage, wenn Marktversagen vorliegt, es also – etwa in ländlichen Regionen – betriebswirtschaftlich nicht rentabel ist, Internetverbindungen auszubauen, daraus aber volkswirtschaftlich positive Effekte einer flächendeckenden

Versorgung zu erwarten sind. Zudem sollte darauf geachtet werden, dass Innovationen nicht durch vorschnelle Regulierung behindert werden.

Das Ziel des vorliegenden Projekts ist die Untersuchung der ökonomischen Auswirkungen der Digitalisierung auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität. Die Analyse wurde mittels panelökonometrischer Schätzungen für die OECD-Länder inklusive Österreich durchgeführt (Kapitel 3.2). Davor befinden sich ein Überblick über die Entwicklung der Digitalisierung in Österreich und im OECD-Vergleich (Kapitel 2) sowie eine Literaturübersicht zu den Auswirkungen von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität (Kapitel 3.1). Beschäftigungseffekte in Bezug auf die Schaffung und den Verlust von Arbeitsplätzen aufgrund der Digitalisierung in einzelnen Wirtschaftsbereichen wurden in der vorliegenden eigenen Analyse nicht untersucht.

## 2 Entwicklung der Digitalisierung

Die Digitalisierung – die rasante Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) in nahezu allen Bereichen der Wirtschaft im Speziellen und in der Gesellschaft im Allgemeinen – wird auch als digitale Wende oder dritte industrielle Revolution bezeichnet. In Europa wie auch weltweit gibt es eine Reihe von Indizes, die unterschiedliche Dimensionen der Digitalisierung in einem integralen System erfassen. Der **Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI)** der EU vergleicht die Leistung europäischer Länder im Bereich Digitalisierung (BMF, 2023; Digital Österreich, 2023). Gemäß DESI 2023 zeigt Österreich im EU-Vergleich in drei der vier Hauptbereiche dieses Index – Humankapital, digitale Verwaltungsdienstleistungen für Privatpersonen und Unternehmen sowie Einsatz digitaler Technologien durch Unternehmen – überdurchschnittliche Resultate. Lediglich im Bereich digitale Infrastrukturen und Vernetzung liegt Österreich knapp unter dem EU-Durchschnitt. Speziell gibt es beim festnetzbasieren Breitband noch Aufholbedarf, obwohl die Verbreitung dieser Technologie eine steigende Entwicklung aufweist.

Der **Digitale Ökosystem-Entwicklungsindex**<sup>1</sup> dient für weltweite regionale Vergleiche. Er erfasst folgende Dimensionen (Katz & Callorda, 2018): Entwicklung der digitalen Industrie- und Dienstleistungszweige, Infrastruktur digitaler Dienstleistungen (mobile Telefonie, mobiles und festnetzbasierendes Breitband), Vernetzung der digitalen Geräte, Verbreitung digitaler Technologien in der wirtschaftlichen Produktion und im Bereich von privaten Haushalten. Laut Daten von 2018 ist dieser Index in den Regionen Nordamerika, Westeuropa und Osteuropa am höchsten. Allerdings zeigt die

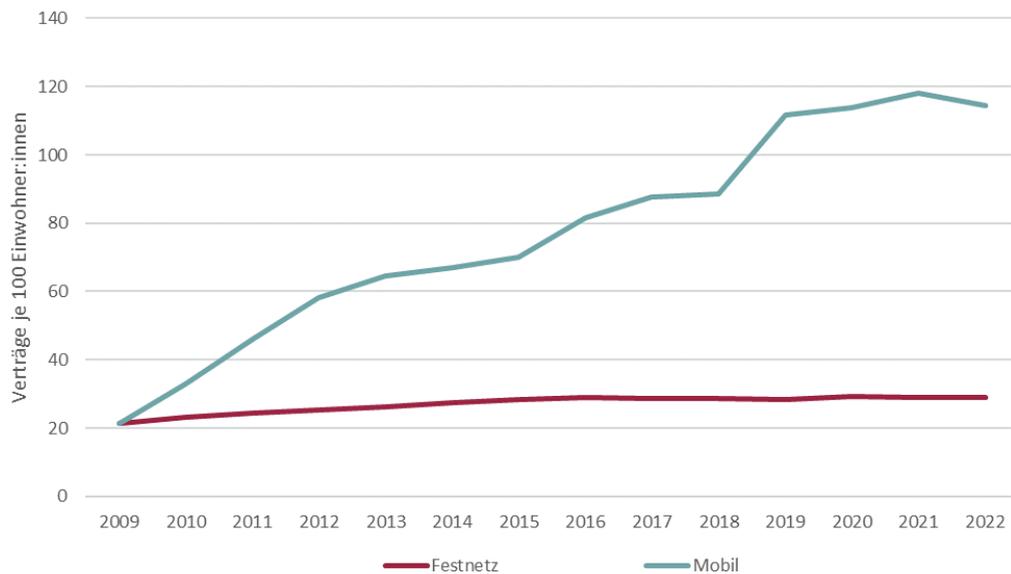
---

<sup>1</sup> Digital ecosystem development Index: Der Index umfasst 64 Indikatoren für 75 entwickelte Länder und Entwicklungsländer, siehe Katz & Callorda (2018).

Wachstumsrate dieses Index im Zeitraum 2007 bis 2018 die höchsten Werte in den Nachholregionen: Asien und pazifische Länder, Afrika sowie Naher Osten und Nordafrika (CAF et al., 2020, zit. Nach OECD, 2020).

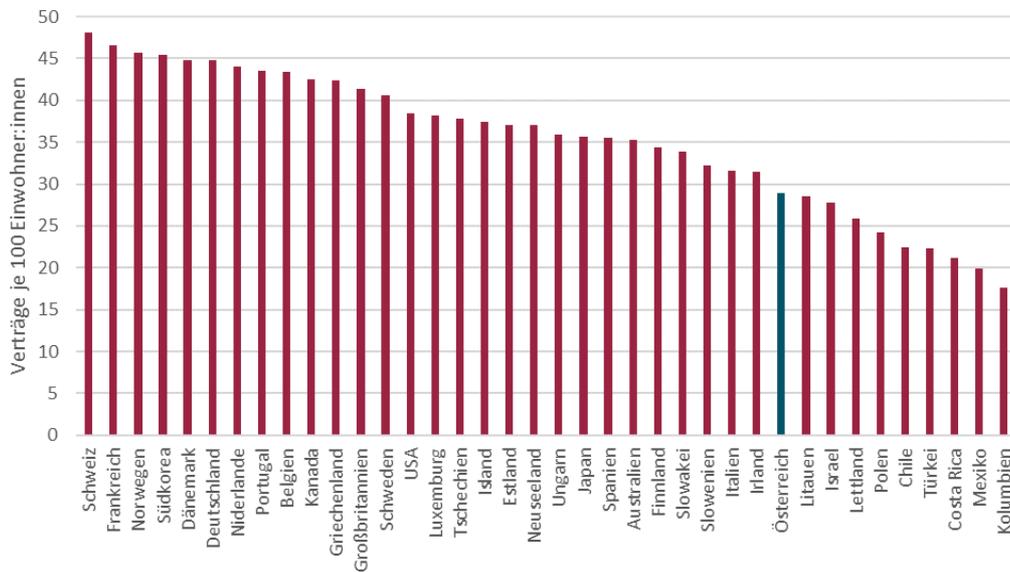
Die Nutzung von Digitalisierung, gemessen anhand der Zahl der Breitbandinternetverträge je 100 Einwohner:innen, hat in Österreich in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen, wobei das Wachstum auf mobiles Internet beschränkt war, während die Nutzung der Festnetztechnologie stagnierte (Abbildung 1). Im OECD-Vergleich rangiert Österreich bei der Zahl der Festnetzinternetverträge im hinteren Bereich (Abbildung 2), bei der Nutzung von mobilem Internet im Mittelfeld (Abbildung 3). Hinsichtlich der Nutzung von digitalen Technologien in Unternehmen befindet sich Österreich bereits weit vorne im Vergleich der OECD-Länder. So verfügten im Jahr 2022 98,5 Prozent der Unternehmen über eine Breitbandinternetanbindung (Abbildung 4) In Belgien, Dänemark und Südkorea besitzen gemäß diesen Daten alle Unternehmen einen Breitbandinternetanschluss, und in Deutschland, Italien und Finnland fast alle. Auch beim Anteil der Beschäftigten, die einen PC mit Internetverbindung nutzen, befindet sich Österreich mit rund zwei Drittel im oberen Mittelfeld (Abbildung 5). Island sticht hier mit einem Anteil von 100 Prozent hervor, gefolgt von Finnland und Norwegen mit 86,5 Prozent bzw. 86 Prozent.

**Abbildung 1: Entwicklung der Breitbandinternetnutzung in Österreich**



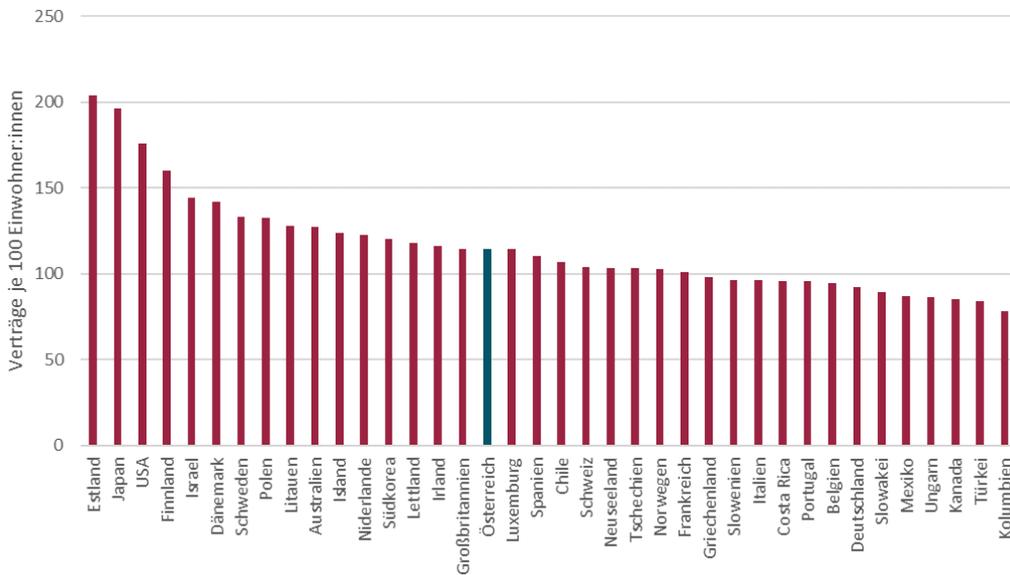
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten der OECD

**Abbildung 2: Festnetz-Internetnutzung im OECD-Vergleich im Jahr 2022**



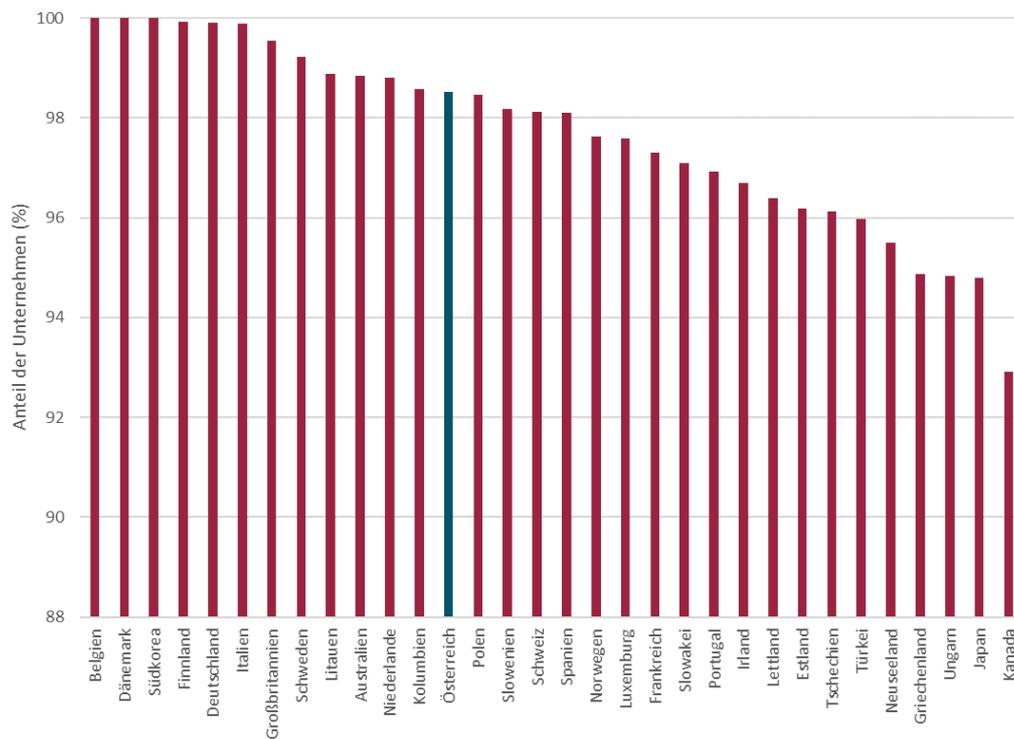
Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten der OECD

**Abbildung 3: Mobile Internetnutzung im OECD-Vergleich im Jahr 2022**



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten der OECD

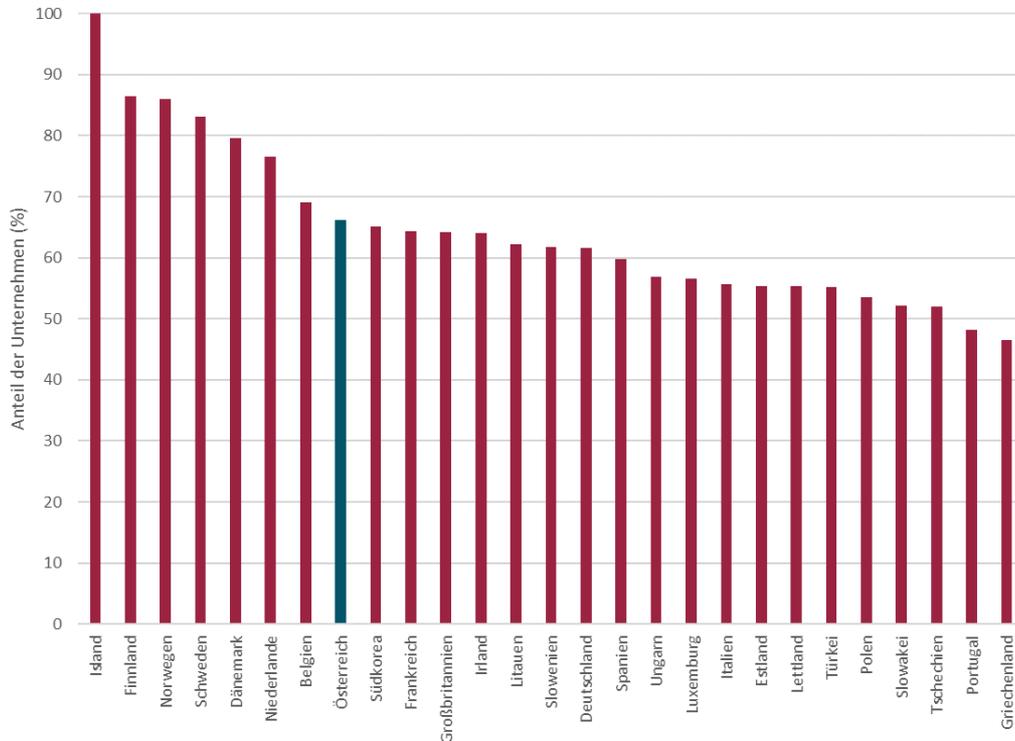
**Abbildung 4: Anteil der Unternehmen mit Breitbandinternetanschluss im Jahr 2022**



Anmerkungen: Für einige OECD-Länder fehlen für diesen Indikator Daten.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten der OECD

**Abbildung 5: Anteil der Beschäftigten, die einen PC mit Internetanschluss nutzen (Daten für 2022)**



Anmerkungen: Für einige OECD-Länder fehlen für diesen Indikator Daten.

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Daten der OECD

Mit der Entwicklung der Digitalisierung haben sich die digitalen Technologien und Dienstleistungen heutzutage als systemrelevante kritische Infrastrukturen der Wirtschaft und des gesellschaftlichen Lebens etabliert (Bundeskanzleramt, 2023). Daher sollten die Auswirkungen des Einsatzes der IKT auf die Wirtschaft und Gesellschaft auch vor dem Hintergrund der „kritischen Funktionen“ der Technologien betrachtet werden.

## 3 Ökonomische Auswirkungen von Digitalisierung

### 3.1 Literaturübersicht

In diesem Abschnitt wird ein Überblick zu Studien mit Fokus auf den Auswirkungen von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität dargestellt. Dabei werden mobile Technologien (Telefonie und Internet) sowie festnetzbasierendes Breitband betrachtet. Informations- und Kommunika-

tionstechnologien und digitale Technologien werden nachfolgend als Synonyme verwendet. Zudem werden die ökonomischen Effekte der Digitalisierung basierend auf dem Digitalen-Ökosystem-Entwicklungsindex<sup>1</sup> zusammengefasst. Als Maße für die Produktivität kommen die Arbeitsproduktivität, also die Produktion je Beschäftigten oder je geleistete Arbeitsstunde, sowie die totale Faktorproduktivität in Frage.

Positive Auswirkungen der digitalen Technologien auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität wurden in empirischen Studien sowohl für einzelne Länder als auch in vergleichenden Länderstudien ermittelt (Appiah-Otoo & Song, 2021; Choi & Yi Hoon, 2009; Mura & Donath, 2023; Katz & Callorda, 2018).

Die IKT beeinflussen das Wirtschaftswachstum über mehrere Kanäle. Es werden erstens direkte Effekte durch die Investitionen in digitale Technologien und ihre unmittelbaren Anwendungen generiert. Zweitens werden durch Netzwerkeffekte und den damit verbundenen Technologie- und Wissenstransfers sowie die Weiterentwicklung der IKT indirekte Effekte in anderen Bereichen der Wirtschaft und über die Grenzen eines Landes hervorgerufen (Fernandez-Portillo et al., 2020; Kim, K. et al. 2021). Drittens werden Höhe und Struktur der Beschäftigung beeinflusst.

- Wirkungskanal 1: Die Verbreitung neuer IKT in der Wirtschaft ist mit Wissenstransfer durch Netzwerkeffekte verbunden. Durch den technischen Fortschritt, die Humankapitalbildung und Wissens-Spillovers wird Wirtschaftswachstum generiert. Dieser Wirkungszusammenhang liegt den Modellen der endogenen Wachstumstheorie zugrunde (Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988; Aghion & Howitt, 1997)). Um den Effekt der IKT auf das Wirtschaftswachstum zu maximieren, ist eine „kritische Masse“ an Übernahme der digitalen Technologien notwendig. Die Verbreitung der IKT ist mit steigenden Skalenerträgen bis zum Erreichen eines „Sättigungspunkts“<sup>2</sup> verbunden (Katz & Callorda, 2018). Dies kann Differenzen zwischen den einzelnen digitalen Technologien sowie zwischen den Ländern in Bezug auf den Einfluss neuer IKT auf das Wirtschaftswachstums erklären.

Die Anwendung von IKT führt zu „komplementären Innovationen“ durch neue Erkenntnisse, Ausbildung von Arbeitskräften, neuen Organisationsprozessen in den Unternehmen sowie Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten und daher zu Produktivitätssteigerungen in weiteren Bereichen der Volkswirtschaft (siehe

---

<sup>1</sup> Digital ecosystem development Index (siehe dazu Katz & Callorda, 2018).

<sup>2</sup> Der Zusammenhang ist nicht linear. Beispielsweise wurde ein umgekehrt U-förmiger Zusammenhang zwischen der Verbreitung des Breitbandes und dem Wirtschaftswachstum gefunden. Auch Unterschiede zwischen den Technologien wurden in Studien beobachtet. Die Diffusion der Technologien selbst im Verlauf der Zeit wird bis zum Sättigungspunkt durch eine S-förmige Funktion dargestellt (Vidal-Aberca & Ruiz, 2015).

dazu Skorupinska & Torrent-Sellens, 2017, Jorgenson et al., 2011; Fernandez-Portillo et al., 2020).

- Wirkungskanal 2: Die Erhöhung der Effizienz von Geschäftstransaktionen durch die elektronischen Handels- und Finanzdienstleistungen sowie die Kommunikation durch elektronische Medien führt zur Steigerung der Produktivität und des Wirtschaftswachstums (Albiman & Sulong, 2017; Fernandez-Portillo et al., 2020). Der Einsatz der IKT trägt außerdem zur Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit, bessere Allokation, Kostenreduktionen und Diversifizierung der Wirtschaftstätigkeit bei, was positive ökonomische Effekte hervorruft (Pradhan et al., 2014; Vu, 2011, Appiah-Otoo & Song, 2021).
- Wirkungskanal 3: Effekte auf Beschäftigung: Durch die Anwendung von IKT werden die Tätigkeitsprofile geändert. Daher führt die Digitalisierung einerseits zu Arbeitsplatzverlusten in manchen Wirtschaftsbereichen, aber andererseits zur Schaffung von Arbeitsplätzen in anderen Gebieten (Arntz et al., 2018). Neue Arbeitsplätze entstehen in Wirtschaftssektoren, welche die digitalen Technologien herstellen. Außerdem werden Arbeitsplätze in „analytischen und interaktiven“ Berufen bzw. Tätigkeitsfeldern auch in anderen Sektoren geschaffen. Im Gegensatz dazu werden Arbeitsplätze in Berufsfeldern mit Routinetätigkeiten ersetzt. Der gesamte Effekt hängt davon ab, ob Fach-/Arbeitskräfte (mit bestimmter Ausbildung und Fähigkeiten) für die wachsenden Sektoren der Wirtschaft gewonnen werden können.

Die endogene Wachstumstheorie liefert die theoretische Grundlage zur Erklärung der Wirkung von IKT auf das Wirtschaftswachstum (Appiah-Otoo & Song, 2021). In dieser Theorierichtung (Romer, 1986; Lucas, 1988; Aghion & Howitt, 1997) wird im Gegensatz zum neoklassischen Wachstumsmodell (Solow, 1956) das langfristige Wirtschaftswachstum durch den technischen Fortschritt und das eingesetzte Humankapital erklärt. Basierend auf dieser Theorie sind Investitionen in neue digitale Technologien (wie neue Produkte oder Prozesse) mit Marktvorteilen, Netzwerkeffekten, Spillover-Effekten durch den Technologie- und Wissenstransfer sowie Produktivitätssteigerung verbunden (Stanley, 2018; Appiah-Otoo & Song, 2021; Choi & Yi Hoon, 2009; Katz & Callorda, 2018).

In ökonometrischen Modellen basierend auf Paneldaten werden IKT-bezogene Variablen zur IKT-Verwendung als erklärende Variable des Wirtschaftswachstums, gemessen anhand des BIP pro Kopf, eingesetzt. Weitere Variablen, die ebenfalls das Wachstum beeinflussen, werden als Kontrollvariablen einbezogen (Tabelle 1). Zudem

wurden in der Literatur Effekte einer „umgekehrten Kausalität“, d.h. des Einflusses des Wirtschaftswachstums auf die IKT untersucht.

**Tabelle 1: Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen der IKT: Literaturübersicht über die verwendeten Variablen**

Abhängige Variable	Erklärende Variablen		Quelle
	IKT-bezogen	Weitere erklärende Variablen (Kontrollvariablen)	
Wachstumsrate des realen BIPs pro Kopf	<ul style="list-style-type: none"> <li>Internet (Anteil der Internetnutzer:innen an der Bevölkerung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>heimische Bruttoinvestitionen (Bruttoanlageinvestitionen und Vorratsveränderungen (in Relation zu BIP))</li> <li>staatliche Ausgaben (in Relation zu BIP)</li> <li>Inflationsrate</li> <li>Länder- und Zeitvariablen (feste und zufallsbedingte Effekte)</li> </ul>	Choi & Yi Hoon (2009)
natürlicher Logarithmus des realen BIPs pro Kopf bzw. Arbeitsproduktivität	natürlicher Logarithmus der Variablen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Festnetz-Breitbandverträge/100 Einwohner:innen</li> <li>Anteil der Internet-Nutzer:innen an der Bevölkerung</li> <li>mobile Telefone (Verträge/100 Einwohner:innen)</li> <li>IKT-Index (der obigen Variablen)</li> </ul>	natürlicher Logarithmus der Variablen: <ul style="list-style-type: none"> <li>Bruttoanlageinvestitionen (Anteil am BIP)</li> <li>Gesamte Beschäftigung</li> </ul>	Appiah-Otoo & Song (2021)
BIP pro Kopf, in Kaufkraftparitäten	In zwei Modellen: <ul style="list-style-type: none"> <li>festnetzbasierendes Breitband</li> <li>mobiles Breitband</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kapitalstock</li> <li>Ausbildung der Beschäftigten</li> </ul>	Katz & Callorda, 2018

Abhängige Variable	Erklärende Variablen		Quelle
	IKT-bezogen	Weitere erklärende Variablen (Kontrollvariablen)	
Logarithmus des BIP (bzw. des BIP des Vorjahres)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logarithmus des Digitalen Ökosystem-Entwicklungsindex</li> </ul>	Logarithmus der Variablen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kapitalstock</li> <li>• Arbeitskräfte</li> <li>• Feste Zeiteffekte</li> </ul>	Katz & Callorda, 2018
Logarithmus der totalen Faktorproduktivität (bzw. der Arbeitsproduktivität)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logarithmus des Wachstums des Digitalen Ökosystem-Entwicklungsindex</li> <li>• Logarithmus des Digitalen Ökosystem-Entwicklungsindex</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feste Zeit- und Ländereffekte</li> </ul>	Katz & Callorda, 2018
BIP pro Kopf, Kaufkraftparitäten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Telefone (Verträge)</li> <li>• Internetnutzung (mobil)</li> <li>• Festnetzbasierende Internetverträge</li> <li>• Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausländische Direktinvestitionen, % des BIP</li> <li>• Handelsoffenheit (Summe der Exporte und Importe, % des BIPs)</li> <li>• Staatsausgaben, % des BIPs</li> <li>• Bruttoanlageinvestitionen, % des BIPs</li> <li>• Bevölkerungswachstum</li> <li>• Staatsschulden, % des BIPs</li> <li>• Recycling von Siedlungsabfällen</li> <li>• Länder- und Zeiteffekte</li> </ul>	Mura & Donath, 2023

Quelle: Eigene Darstellung.

Choi & Yi Hoon (2009) erklären den Einfluss von IKT auf das Wirtschaftswachstum durch folgenden Wirkungsmechanismus: Die Nutzung von Internet führt zu Wissenstransfer und hat daher einen positiven Einfluss auf das Wirtschaftswachstum. Die endogene Wachstumstheorie Romers (1986, 1990) besagt, dass das Wirtschaftswachstum durch Wissens-Spillovers positiv beeinflusst wird. Zusätzlich zur Internetnutzung werden im Modell von Choi & Yi Hoon (2009) weitere erklärende Variablen, die in endogenen Wachstumsmodellen (siehe Barro, 1997) identifiziert werden, einbezogen. Die Resultate der Analyse (Choi & Yi Hoon, 2009) bestätigen die erwarteten Effekte dieser Variablen: Die privaten Bruttoinvestitionen haben positive Effekte, da sie das Wirtschaftswachstum ankurbeln. Staatsausgaben haben negative Effekte auf das Wirtschaftswachstum, da sie

die Entscheidungen der privaten Wirtschaftsakteure verzerren können. Die Inflation ist mit negativen Effekten auf das Wirtschaftswachstum verbunden.

Appiah-Otoo & Song (2021) erweitern die neoklassische Produktionsfunktion von Solow (1956), indem sie einige IKT-bezogenen Variablen (IKT-Index bzw. Variablen zu einzelnen digitalen Technologien) implementieren. Dabei substituieren die IKT-Variablen die Variable „totale Faktorproduktivität“, die sonst den endogenen technischen Fortschritt abbildet. Für die Schätzungen wird hier ein Modell mit Instrumentalvariablen<sup>1</sup> angewandt, um die umgekehrte Kausalität des Wirtschaftswachstums auf die IKT zu berücksichtigen.

Im Modell von Katz & Callorda (2018) wird die Verbreitungsrate des festnetzbasiereten bzw. des mobilen Breitbands als erklärende Variable verwendet. Mit dem Erreichen einer kritischen Masse der Verbreitung maximieren die IKT durch Netzwerkeffekte und Wissenstransfer ihre positive Wirkung auf das BIP pro Kopf. Ab einem Sättigungspunkt werden allerdings diese Effekte geringer. Weitere erklärende Variablen in diesem Modell sind der Kapitalstock und das Bildungsniveau der Beschäftigten. Zusätzlich zur gesamtwirtschaftlichen Produktionsfunktion umfasst das Modell auch weitere Funktionen, um eine „umgekehrte“ Kausalität zu untersuchen sowie den IKT-Markt zu modellieren.

In einigen der oben genannten Studien wurden Unterschiede in der Wirkung der IKT auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität zwischen Niedrig-, Mittel- und Hochlohnländern<sup>2</sup> (Appiah-Otoo & Song, 2021; Katz & Callorda, 2018) ermittelt. Dabei wurden Bedingungen in einzelnen Ländern aufgezeigt, die die Aufnahmefähigkeit der IKT beeinflussen.

In der Studie von Appiah-Otoo & Song (2021) wurden mit einem Paneldatenmodell mit 123 Ländern positive Effekte eines IKT-Index<sup>3</sup> auf das Wirtschaftswachstum nach Ländergruppen<sup>4</sup> ermittelt: In „armen“ Ländern (Mittel- und Niedriglohnländern) fielen im Vergleich zu „reichen“ Ländern (Hochlohnländern) die Effekte höher aus. Ähnliche Effekte wurden durch den IKT-Index auf die Arbeitsproduktivität ermittelt. Laut dieser Studie unterscheiden sich die ökonomischen Effekte durch die einzelnen digitalen Technologien im Ländervergleich: mobiles Internet und festnetzbasieretes Breitband haben höhere Effekte auf das Wirtschaftswachstum in Hochlohnländern, was mit größeren Investitionen in diese Technologien verbunden ist. In Mittellohnländern hat

---

<sup>1</sup> IV-GMM (Instrumental Variables Generalized Method of Moments). Als Instrumentalvariable wurden verzögerte IKT-Variablen und Bruttoanlageinvestitionen verwendet.

<sup>2</sup> Gegliedert nach Bruttonationaleinkommen/Kopf (Appiah-Otoo & Song, 2021) bzw. BIP/Kopf (Katz & Callorda, 2018).

<sup>3</sup> IKT-Infrastruktur-Index (mobile Telefonie, Internet, festnetzbasieretes Breitband).

<sup>4</sup> Bruttonationaleinkommen pro Kopf gleich oder höher als 12.376 US-Dollar (Hochlohnländer), zwischen 1.026 und 12.375 US-Dollar (Mittellohnländer) und gleich oder weniger als 1.025 US-Dollar (Niedriglohnländer).

die Verbreitung mobiler Telefonie die höchsten ökonomischen Effekte. In Niedriglohnländern haben Faktoren wie geringe Investitionen, höhere Kosten der IKT, höhere Steuern und nicht genügend entwickelte Institutionen (darunter Finanzsysteme) eine dämpfende Wirkung auf die ökonomischen Effekte digitaler Technologien.

Die ermittelten Länderunterschiede stehen im Einklang mit den theoretischen Konzepten und weiteren empirischen Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Wirtschaftswachstum und Verbreitung von IKT (Katz & Callorda, 2018). Entwickelte bzw. Hochlohnländer<sup>1</sup> weisen bei stärkerer Verbreitung von festnetzbasierendem Breitband höhere Effekte auf das Wirtschaftswachstum aufgrund zunehmender Skalenerträge auf. Diese Effekte sind in Hochlohnländern größer als in Mittel- und Niedriglohnländern. Andere digitale Technologien (z.B. mobiles Breitband) zeigen Sättigungseffekte mit fortgeschrittener Verbreitung<sup>2</sup>, was die ökonomischen Auswirkungen entsprechend begrenzt. Im Gegensatz dazu befinden sich Mittel- bzw. Niedriglohnländer in früheren Phasen der Einführung von festnetzbasierendem Internet. In diesen Ländern wird derzeit anstatt mit festnetzbasierendem Breitband die Digitalisierung mit mobilem Breitband vorangetrieben. Das stellt einen Substitutionseffekt zwischen den beiden Technologien dar. Daher haben die mobilen digitalen Technologien in diesen Ländern höhere Effekte auf das Wirtschaftswachstum. Zusätzlich spielen technische Voraussetzungen in den Ländern eine Rolle für die Technologieübernahme. In Entwicklungs- bzw. Niedriglohnländern sind die technischen Möglichkeiten unzureichend für die Einführung festnetzbasierendem Breitbandes (Kim, J. et al., 2021). Daher setzen dieser Länder hauptsächlich auf mobile Lösungen.

Die Studie von Katz & Callorda (2018) zeigt auch die Effekte des Digitalen-Ökosystem-Entwicklungsindex auf das BIP pro Kopf. Der Index umfasst unterschiedliche Bereiche der Digitalisierung in einem integralen System. Dadurch kann der kumulative Effekt mehrerer digitaler Technologien ermittelt werden. Laut der Untersuchung wurde ein positiver Effekt für alle 74 in dieser Analyse einbezogenen Länder im Zeitraum 2004 bis 2015 festgestellt. Der Effekt des Digitalen-Ökosystem-Entwicklungsindex auf das BIP pro Kopf ist höher als jener des festnetzbasierendem Breitbands und knapp unter jenem des mobilen Breitbands. Außerdem wurden höhere Effekte in den OECD-Ländern im Vergleich zu Nicht-OECD-Ländern ermittelt. Im Weiteren zeigt die Analyse, dass der Digitale-Ökosystem-Entwicklungsindex in allen beobachteten Ländern positive Effekte auf die totale Faktorproduktivität und die Arbeitsproduktivität ausübt. Zusätzlich wurde

<sup>1</sup> Ländergruppen nach BIP pro Kopf: höher als 22.000 US-Dollar (Hochlohnländer), zwischen 12.000 und 22.000 US-Dollar (Mittellohnländer) und niedriger als 12.000 US-Dollar (Niedriglohnländer). Es wurden 75 Länder einbezogen.

<sup>2</sup> Die Penetrationsraten des mobilen Breitbands gemessen an der Bevölkerung (2014) überschreiten in manchen OECD-Ländern – Finnland, Japan, Schweden, Korea, Vereinigte Staaten – sogar 100 %. Das mobile Breitband ist eine neuere Technologie im Vergleich zum festnetzbasierendem Breitband. Allerdings ist die Technologieadoption bei mobilem Breitband viel schneller und tiefer (Vidal-Aberca & Ruiz, 2015).

gezeigt, dass Politiken und Regulierungen bei der Entwicklung der Digitalisierung eine begünstigende Rolle spielen.

In einer EU-weiten Studie (Mura & Donath, 2023) wurden, basierend auf einer ökonometrischen Paneldatenanalyse im Zeithorizont von 22 Jahren, die positiven Auswirkungen der Digitalisierung auf das Wirtschaftswachstum in den EU27-Ländern und Großbritannien ermittelt. Es wurden sowohl mobile als auch festnetzbasierende digitale Technologien sowie der EU-Index-DESI (Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft) einbezogen. Die Modelle von Mura & Donath (2023) basieren auf der Erwartung, dass die IKT-bezogenen Variablen positive Effekte auf das BIP pro Kopf haben werden. Positive Effekte werden auch für die privaten Bruttoanlageinvestitionen, die ausländischen Direktinvestitionen, die Handelsoffenheit (Exporte und Importe) und das Recycling von Siedlungsabfällen erwartet. Die Staatsschulden sowie das Bevölkerungswachstum werden mit negativen Effekten auf das BIP pro Kopf assoziiert. Die Staatsausgaben können sowohl positive als auch negative Effekte haben. Die Ergebnisse der Analyse zeigen einige Differenzen<sup>1</sup> zwischen den „alten“ EU15 (inklusive Großbritannien) und den „neuen“ EU13-Mitgliedstaaten. In den EU15-Ländern ist das Fortschreiten der Digitalisierung in Unternehmen und anderen Institutionen durch mobiles Internet und festnetzbasierendes Breitband gewährleistet. In den EU13-Ländern werden derzeit meistens mobile digitale Technologien verwendet. In diesen Ländern wird festnetzbasierendes Internet weniger benützt, da schwach besiedelte und ländliche Regionen nicht genügend vernetzt sind. Ebenso wirken sich die relativ hohen Anschlusskosten aus. Da die Verbreitung digitaler Technologien in urbanen Regionen konzentriert ist, werden die Auswirkungen der Digitalisierung auf das Wirtschaftswachstum eingeschränkt. Länderunterschiede in digitalen Kompetenzen beeinflussen die Einführung von IKT und daher die Wirkung der IKT auf die Produktivität.

Zusätzlich zu den Analysen auf Makroebene zeigt eine Studie für 19 EU-Länder und die Türkei<sup>2</sup>, basierend auf Paneldaten auf Unternehmensebene im Zeitraum 2010 bis 2015, dass die sektorale Verbreitung digitaler Technologien<sup>3</sup> mit wesentlichen Auswirkungen auf die totale Faktorproduktivität der Unternehmen verbunden ist (Gal et al., 2023). Die Technologieeinführung in der Wirtschaft erfolgt sowohl unternehmensintern als auch durch Spillover-Effekte von Unternehmen, die im Digitalisierungsprozess fortgeschritten sind. Interaktionen mit solchen Unternehmen können digitale Lösungen mit Kunden und zuliefernden Unternehmen fördern. Allerdings sind die Produktivitätssteigerungen bei Unternehmen mit hoher Produktivität am stärksten. Daher kann die Einführung digitaler

---

<sup>1</sup> Für die Interpretation der Länderunterschiede werden auch Erkenntnisse aus deskriptiven Analysen einbezogen.

<sup>2</sup> Österreich, Belgien, Dänemark, Estland, Finnland, Frankreich, Deutschland, Griechenland, Ungarn, Irland, Italien, Lettland, Niederlande, Polen, Portugal, Slowenien, Spanien, Schweden, Türkei and Großbritannien.

<sup>3</sup> Hochgeschwindigkeitsbreitband, „Cloud Computing“, Software für Planung der Unternehmensressourcen.

Technologien Produktivitätsunterschiede innerhalb einer Branche nach sich ziehen. Darüber hinaus schränkt Fachkräftemangel die Produktivitätsgewinne ein, da es einen Zusammenhang zwischen Kompetenzniveau der Mitarbeiter:innen und der Übernahme digitaler Technologien gibt. Zudem ist die Digitalisierung im verarbeitenden Gewerbe und in Branchen mit hohem Anteil an Routineaufgaben im Durchschnitt vorteilhafter.

Basierend auf der Literaturübersicht lässt sich zusammenfassend Folgendes feststellen: Die Verbreitung digitaler Technologien hat positive Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität, wobei man Länderunterschiede beobachten kann.

In den Modellen der betrachteten empirischen Studien zum Zusammenhang von Digitalisierung und Wirtschaftswachstum bzw. Produktivität wurden folgende Variablen verwendet:

- IKT-bezogene Variablen: a) Nutzung von festnetzbasierendem und mobilem Breitband sowie von Mobiltelefonen, b) Indizes, die mehrere Digitalisierungsindikatoren umfassen (DESI und der Digitale-Ökosystem-Entwicklungsindex). Spezielle Indikatoren zur Nutzung von IKT von Unternehmen sind zwar in den Indizes inkludiert, werden aber nicht gesondert analysiert.
- Weitere erklärende Variablen, die in gängigen Wachstumsmodellen verwendet werden, dienen als Kontrollvariablen: Investitionen, Kapitalstock, Inflationsrate, Staatsausgaben, Bildungsstand der Erwerbstätigen.

In Bezug auf Maßnahmen zur Förderung der Digitalisierung kommt die Literatur zu den folgenden Schlussfolgerungen: Um die Verbreitung digitaler Technologien (speziell festnetzbasierendem Breitband) in Mittel- und Niedriglohnländern voranzutreiben, sind weitere Investitionen, Unterstützungen digitaler Kompetenzen sowie Regulierungen und Rahmenbedingungen seitens der Politik zielführend. In entwickelten Ländern sind sowohl die Unterstützung der Einführung mehrerer digitaler Technologien als auch entsprechende Regulierungen förderlich, um die Weiterentwicklung der Digitalisierung voranzutreiben.

## 3.2 Eigene ökonometrische Analysen

In den eigenen ökonometrischen Analysen werden drei Modelle für Panels mit – je nach Datenverfügbarkeit – eine unterschiedliche Zahl von OECD-Ländern geschätzt. Bei einem Panel-Modell werden die Querschnitts- und die Längsschnittdimension verknüpft. Es werden im konkreten Fall also die Variablen für mehrere Länder über einen längeren Zeitraum betrachtet. Die geschätzten Koeffizienten geben dann die durchschnittlichen Einflüsse der erklärenden Variablen auf die abhängige Variable im betrachteten Länderkreis während des Schätzzeitraums wieder. Länderspezifische Unterschiede

werden durch feste Effekte berücksichtigt. Bei einem solchen Modell wird die über die Zeit konstante länderspezifische Heterogenität dadurch eliminiert, dass von jeder Beobachtung der länderspezifische Durchschnitt über die Zeitperioden subtrahiert wird.

### 3.2.1 Modelle und Daten

Die folgenden Modelle wurden geschätzt, wobei die Auswahl der Variablen im Wesentlichen der internationalen Literatur zu den ökonomischen Wirkungen von Digitalisierung folgt:

**Modell 1:** Abhängige Variable: Wachstumsrate (definiert als logarithmierte Veränderung) des realen Bruttoinlandsprodukts

$$\Delta \log(BIPR_{i,t}) = C_i + \beta_1 \text{Digitalisierungsindikatoren} + \beta_2 \text{Kontrollvariablen} + u_{i,t}$$

**Modell 2:** Abhängige Variable: Logarithmus des Bruttoinlandsprodukts pro Kopf (in US-Dollar zu Kaufkraftparitäten)

$$\log(BIPpc_{i,t}) = C_i + \beta_3 \text{Digitalisierungsvariablen} + \beta_4 \text{Kontrollvariablen} + u_{i,t}$$

**Modell 3:** Abhängige Variable: Logarithmus der totalen Faktorproduktivität (TFP)

$$\log(TFP_{i,t}) = C_i + \beta_5 \log(\text{Digitalisierungsindikatoren}) + \beta_6 \text{Kontrollvariablen} + u_{i,t}$$

Die Variablen haben die folgenden Bedeutungen:

- BIPR                    Reales Bruttoinlandsprodukt (BIP) in Landeswährung
- BIP                     Nominelles BIP in Landeswährung
- BIPpc                  Nominelles BIP pro Kopf in Landeswährung (Kaufkraftparitäten)
- log                     Natürlicher Logarithmus
- $\Delta$                     Veränderung gegenüber dem Vorjahr
- C                        Konstante
- $\beta_1$                     Zu schätzende Koeffizienten
- $u_{i,t}$                    Restgröße, die alle anderen Einflussfaktoren beinhaltet
- i                         Länderindex
- t                         Zeitindex (Jahre)

Sowohl die Digitalisierungsindikatoren als auch die Kontrollvariablen sind Vektoren mit mehreren aus der Literatur unter Berücksichtigung der Datenverfügbarkeit abgeleiteten Variablen. Entsprechend handelt es sich auch bei den zu schätzenden Koeffizienten  $\beta_1$  um Vektoren. Auf Basis der Literaturrecherche (siehe Tabelle 1) wurden die folgenden Kontrollvariablen getestet: Inflationsrate, Investitionsquote (Anteil der Bruttoanlageinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt), Exportquote (Anteil der Exporte am BIP) bzw. Offenheitsgrad (Mittelwert aus Exportquote und Importquote) sowie die

Relation aus Staatsschulden und Bruttoinlandsprodukt. Letztlich haben sich in manchen Modellen die Investitionsquote, die Exportquote (jeweils mit dem erwarteten positiven Vorzeichen) sowie die Inflationsrate (mit dem erwarteten negativen Vorzeichen) als signifikant erwiesen, nicht jedoch die Relation aus Staatsschulden und Bruttoinlandsprodukt. Bei den Staatsschulden ist auch in der Literatur der Einfluss auf die ökonomische Aktivität nicht eindeutig, und wenn überhaupt, ist erst bei einer hohen Staatsschuldenquote ein dämpfender Einfluss auf das Wirtschaftswachstum zu erwarten, etwa über den Kanal der Erwartung in Zukunft höherer Steuern zum Schuldenabbau. Die Einbeziehung von Kontrollvariablen ist wichtig, weil ein großer Teil der Erklärung der endogenen Variable den Digitalisierungsindikatoren zugeschrieben wird, wenn andere Einflussfaktoren nicht berücksichtigt werden. Sowohl die Investitionen als auch die Exporte entfalten positive angebotsseitige Wirkungen auf das Wirtschaftswachstum. Investitionen erhöhen und erneuern den Kapitalstock und wirken somit unmittelbar auf das Produktionspotenzial. Exporte steigern, wie in theoretischen und empirischen Studien belegt wurde (siehe z.B. (Wagner, 2007)) die Produktivität und somit ebenfalls das Produktionspotenzial. Inflation auf der anderen Seite ist schädlich für das Wirtschaftswachstum, weil hohe Preisniveausteigerungen neben negativen Verteilungswirkungen auch die effiziente Allokation der Ressourcen beeinträchtigen, etwa indem Forschung und Entwicklung gehemmt wird (siehe z.B. (Chu, Cozzi, Fan, & Furukawa, 2021)).

Für jedes der Modelle 1 bis 3 wurden mehrere Varianten mit unterschiedlicher Auswahl an erklärenden Variablen, sowohl hinsichtlich der Digitalisierungsindikatoren als auch bezüglich der Kontrollvariablen, geschätzt. In die Schätzungen wurden, abhängig von der Datenverfügbarkeit, 22 bis 35 OECD-Mitgliedstaaten einbezogen. Der maximale Zeitraum, für den für die verwendeten Variablen Daten vorhanden sind, umfasst die Periode 2009 bis 2022.

Hinsichtlich der Digitalisierung wurden insgesamt sieben Indikatoren getestet. Sämtliche dieser Variablen stammen aus der OECD-Datenbank „Broadband database“. Darin sind 177 Indikatoren enthalten, unterteilt in die Kategorien „Allgemein“ (12 Variablen), „Unternehmen“ (59 Variablen), „Haushalte“ (5 Variablen) und „Individuen“ (101 Variablen). Die Auswahl der Variablen für die ökonometrischen Schätzungen erfolgte anhand der folgenden Kriterien (i) Relevanz für das Wirtschaftswachstum und (ii) Datenverfügbarkeit. Tabelle 2 zeigt die ausgewählten Indikatoren zusammen mit den Kontrollvariablen und den endogenen Variablen sowie die Zahl der Länder, für die in der OECD-Datenbank jeweils Daten vorhanden sind, und den maximalen Zeitraum.

**Tabelle 2: Endogene Variablen, Digitalisierungs- und Kontrollvariablen**

Variablenname	Bezeichnung	Anzahl Länder	Maximaler Zeitraum
<b>Endogene Variablen</b>			
BIPR	Bruttoinlandsprodukt, verkettete Volumen, Index, 2015=100	38	2004 – 2022
BIPpk	Nominales BIP pro Kopf in Landeswährung (Kaufkraftparitäten)	38	2004 – 2022
TFP	Totale Faktorproduktivität	30	2004 – 2022
<b>Digitalisierungsindikatoren</b>			
FIXEDBB	Festnetz-Breitband; Verträge pro 100 Einwohner	38	2009 – 2022
MOBILE	Mobiles Breitband, Verträge pro 100 Einwohner	38	2009 – 2022
BUSBB	Unternehmen mit Breitbandanschluss - einschließlich Festnetz und Mobilfunk (%)	35	2005 – 2022
PERSINT	Beschäftigte, die einen PC mit Internetanschluss verwenden (%)	28	2005 – 2022
WEBSITE	Unternehmen mit einer Website oder Homepage (%)	35	2005 – 2021
BUSPLACEORD	Unternehmen, die Bestellungen über Computernetze tätigen (%)	33	2005 – 2021
BUSRECORD	Unternehmen, die Bestellungen über Computernetze erhalten (%)	33	2005 – 2021
BUSICT	Unternehmen mit Informations- und Kommunikationsspezialisten (%)	31	2012 – 2022
<b>Kontrollvariablen</b>			
INVEST	Bruttoanlageinvestitionen in Relation zum Bruttoinlandsprodukt (%)	38	2004 – 2022
EXPORTE	Exporte von Waren und Dienstleistungen in Relation zum Bruttoinlandsprodukt (%)	38	2004 – 2022
INFLATION	Veränderung der Verbraucherpreisindex gegenüber dem Vorjahr (%)	38	2004 – 2022

Quellen: OECD-Datenbank, AMECO-Datenbank

Hinsichtlich der Datenverfügbarkeit ist anzumerken, dass für die spezielleren unternehmensbezogenen Indikatoren häufig Datenlücken bestehen, d.h. dass oft nur für Teile des genannten Zeitraums Daten vorhanden sind. Zudem ist es die Regel, dass der Zeitraum, für den für einen bestimmten Indikator Daten verfügbar sind, zwischen den Ländern variiert. Dabei sind teilweise für manche Länder im in der Tabelle angegeben Zeitraum nur für ein oder wenige Jahre Daten vorhanden. In der Tabelle sind nur jene Länder aufgeführt, für die für zumindest zwei Jahre Daten vorhanden sind. Ein Gegenbeispiel ist Israel, für das bei einigen Indikatoren nur ein Datenpunkt verfügbar ist. Hinsichtlich der Variablen BUSPLACEORD und BUSRECORD ist anzumerken, dass n den Schätzungen jeweils nur eine der beiden, aber nicht beide Variablen gleichzeitig aufgenommen wurde, da sie hoch korreliert sind.

Sämtliche Daten für die endogenen Variablen, mit Ausnahme der TFP, und für die Kontrollvariablen stammen aus der Online-Datenbank der OECD, und zwar aus den folgenden Datensätzen: BIP (real und nominell), BIP pro Kopf, Investitionen, Exporte: „Main Economic Indicators“; Inflationsrate: „Consumer prices database“; öffentlicher Schuldenstand in Relation zum BIP: „National Accounts at a Glance“; Digitalisierungsindikatoren: „Broadband database“. Die Daten zur totalen Faktorproduktivität stammen aus der „AMECO“-Datenbank der Europäischen Kommission.

### 3.2.2 Ergebnisse

Die Ergebnisse der ökonometrischen Schätzungen sind in Tabelle 3 (Wachstum des realen Bruttoinlandsprodukts), Tabelle 4 (BIP pro Kopf) und Tabelle 5 (totale Faktorproduktivität) dargestellt. Die erste Spalte enthält die Variablennamen, die folgenden Spalten zeigen die Koeffizienten für die Varianten der oben genannten Modelle 1 bis 3. Das Wachstum des realen BIP sowie das Pro-Kopf-Einkommen bieten sich als die gängigen Maße für den Wohlstand von Volkswirtschaften als endogene Variablen an. Die totale Faktorproduktivität wurde als weitere zu erklärende Variable ausgewählt, weil zum einen diese einen wichtigen Treiber des Wirtschaftswachstums darstellt und zum anderen in empirischen Studien gezeigt wurde, dass technologische ebenso wie wissenschaftliche und forschungsbezogene Variablen die TFP wesentlich beeinflussen (Weyerstrass, 2018a; 2018b; 2019). Die TFP wurde hier als Solow-Residuum in einer Cobb-Douglas-Produktionsfunktion mit konstanten Skalenerträgen und den Einsatzfaktoren Arbeit, Kapital und totale Faktorproduktivität definiert. Die Veränderung der TFP misst somit jenen Teil der Veränderung des realen Bruttoinlandsprodukts, der nicht auf mengenmäßige Änderungen von Arbeit und Kapital zurückzuführen ist. Eine Steigerung der TFP um 1 Prozent resultiert unmittelbar in einer Erhöhung des realen BIP um ebenfalls 1 Prozent.

**Tabelle 3: Schätzergebnisse für das BIP-Wachstum**

Variable	Modell 1a	Modell 1b	Modell 1c
Konstante	-0,635 (0,541)	-1,507 (0,51)***	-0,524 (0,135)***
log (FIXEDBB)	0,136 (0,059)**		
log (MOBILE)	0,041 (0,022)*		0,008 (0,003)***
log (BUSBB)	0,142 (0,106)	0,218 (0,112)*	
log (PERSINT)	-0,028 (0,05)	0,075 (0,049)	
log (WEBSITE)	-0,115 (0,078)	0,082 (0,071)	0,085 (0,031)***
log (BUSPLACEORD)	-0,024 (0,012)*	-0,015 (0,013)	
log (BUSICT)	0,023 (0,022)	-0,019 (0,021)	
log (INVEST)			0,025 (0,014)*
log (EXPORTE)			0,017 (0,008)*
Bereinigtes R <sup>2</sup>	0,440	0,337	0,200
Anzahl Länder	25	25	34
Zeitraum	2012-2017	2012-2017	2009-2021

Anmerkungen: In Klammern ist jeweils der Standardfehler angegeben. \*, \*\*, \*\*\* bedeutet Signifikanz auf dem 10%-, 5%- bzw. 1%-Niveau. Feste Effekte („fixed effects“) für die Länder wurden einbezogen.

Quelle: Eigene Schätzungen auf Basis von OECD-Daten.

**Tabelle 4: Schätzergebnisse für das BIP pro Kopf**

Variable	Modell 2a	Modell 2b	Modell 2c
Konstante	8,745 (1,357)***	8,355 (1,311)***	3,053 (0,351)***
log (FIXEDBB)	-0,031 (0,143)		
log (MOBILE)	0,108 (0,056)*		
log (BUSBB)	0,436 (0,249)*	0,468 (0,248)*	0,478 (0,088)***
log (PERSINT)	-0,175 (0,118)	-0,143 (0,116)	0,142 (0,059)**
log (WEBSITE)	-0,029 (0,179)	0,066 (0,167)	0,747 (0,091)***
log (BUSPLACEORD)	-0,013 (0,029)	-0,004 (0,028)	0,054 (0,018)***
log (BUSICT)	0,112 (0,052)**	0,118 (0,051)**	
log (INVEST)			0,451 (0,045)***
INFLATION			-0,008 (0,002)***
Bereinigtes R <sup>2</sup>	0,984	0,983	0,983
Anzahl Länder	25	25	26
Zeitraum	2012-2017	2012-2017	2005-2021

Anmerkungen: In Klammern ist jeweils der Standardfehler angegeben. \*, \*\*, \*\*\* bedeutet Signifikanz auf dem 10%-, 5%- bzw. 1%-Niveau. Feste Effekte („fixed effects“) für die Länder wurden einbezogen.

Quelle: Eigene Schätzungen auf Basis von OECD-Daten.

**Tabelle 5: Schätzergebnisse für die totale Faktorproduktivität**

Variable	Modell 3a	Modell 3b	Modell 3c	Modell 3d
Konstante	3,476 (0,305)***	2,381 (0,589)***	2,928 (0,261)***	3,007 (0,255)***
log (FIXEDBB)	0,015 (0,036)			
log (MOBILE)	0,034 (0,013)***			
log (BUSBB)	0,106 (0,064)	0,095 (0,126)	0,069 (0,054)	0,102 (0,053)**
log (PERSINT)	0,062 (0,022)***	0,025 (0,043)		
log (WEBSITE)	0,070 (0,039)*	0,353 (0,091)***	0,218 (0,058)***	0,162 (0,054)***
log (BUSRECORD)	-0,007 (0,006)	0,054 (0,021)***	0,060 (0,014)***	0,058 (0,013)***
log (BUSICT)	-0,008 (0,011)	0,015 (0,021)		
log (INVEST)			0,095 (0,021)***	0,100 (0,02)***
Bereinigtes R <sup>2</sup>	0,981	0,874	0,853	0,285
Anzahl Länder	22	22	27	27
Zeitraum	2012-2017	2012-2021	2005-2021	2005-2021

Anmerkungen: In Klammern ist jeweils der Standardfehler angegeben. \*, \*\*, \*\*\* bedeutet Signifikanz auf dem 10%-, 5%- bzw. 1%-Niveau. Feste Effekte ("fixed effects") für die Länder wurden einbezogen. Ausnahme: Modell 3d enthält zufallsbedingte Effekte („random effects“)

Quelle: Eigene Schätzungen auf Basis von OECD- und AMECO-Daten.

In den Tabellen enthält Modell „a“ jeweils alle sieben oben genannten Digitalisierungsindikatoren, aber keine Kontrollvariablen. Weil dabei einige Koeffizienten ein negatives Vorzeichen aufweisen bzw. nicht signifikant sind, erfolgt in den folgenden Modellen „b“ und „c“ eine Auswahl, indem die nicht signifikanten Variablen eliminiert und aus der Literaturrecherche abgeleitete Kontrollvariablen hinzugefügt werden. Modell „c“ enthält schließlich die auf Basis der statistischen Kriterien besten Modelle. Bei der totalen Faktorproduktivität (Modell 3) kommt eine vierte Modellvariante hinzu. Während sämtliche anderen Modelle zusätzlich zu den angegebenen erklärenden Variablen feste Effekte für die Länder enthalten, es sich also um sogenannte „Fixed-effects-Modelle“ handelt, wurde die Spezifikation der Ländereffekte in Modell 3d durch zufallsbedingte Effekte („random effects“) ersetzt. Der Grund hierfür ist, dass in dem entsprechenden Modell mit festen Effekten die Variable „Anteil der Unternehmen mit Breitbandanschluss“ knapp nicht signifikant ist. Im

„Random-effects-Modell“ ist diese Variable signifikant, aber der Erklärungsgehalt der Gleichung geht stark zurück, was sich in einem im Vergleich zu den anderen TFP-Modellen deutlich geringeren Bestimmtheitsmaß  $R^2$  zeigt.

Da sämtliche Variablen mit Ausnahme der Inflationsrate in Logarithmen in die Modelle einfließen, handelt es sich bei den geschätzten Koeffizienten um Elastizitäten. Ein Koeffizient von 0,05 bedeutet daher beispielsweise, dass eine Steigerung der entsprechenden erklärenden Variablen um 1 Prozent in einer Erhöhung der abhängigen Variablen um 0,05 Prozent resultiert. Da Modell 1 als abhängige Variable die Wachstumsrate (des realen BIP) enthält, während in den Modellen 2 und 3 die abhängigen Variablen in Niveaus spezifiziert sind, zeigt Modell 1 kurzfristige Wirkungen, während die beiden anderen Modelle die langfristigen Gleichgewichtseffekte von Digitalisierung zeigen.

Gemäß **Modell 1** (Tabelle 3) beeinflussen mobile Internetanschlüsse, das Vorhandensein von Websites in Unternehmen sowie als Kontrollvariablen die Investitionsquote und die Exportquote positiv und signifikant das Wirtschaftswachstum. Hingegen wird der Anteil der Unternehmen mit Breitbandinternetanbindung insignifikant, wenn Kontrollvariablen einbezogen werden. Eine Erhöhung der Zahl der mobilen Internetanschlüsse je 100 Einwohner:innen um 1 Prozent steigert nach Modell 1c die Wachstumsrate des realen BIP um 0,008 Prozentpunkte. Zu beachten ist bei der Interpretation der Größenordnung der Koeffizienten, dass es sich bei der abhängigen Variable in Modell 1 um die Wachstumsrate des realen BIP handelt. Eine jährliche Wachstumsrate von 1 Prozent führt beispielsweise in 70 Jahren zu einer Verdopplung der zugrundeliegenden Variable. Auch wenn die geschätzten Koeffizienten somit relativ klein sind, kumuliert sich eine Steigerung der jährlichen Wachstumsrate über die Zeit beträchtlich.

Gemäß **Modell 2** (Tabelle 4) steigert eine Ausweitung des Anteils der Unternehmen mit Breitbandinternetanschluss um 1 Prozent (nicht 1 Prozentpunkt) langfristig das Pro-Kopf-BIP um 0,48 Prozent. Im Fall der Zahl des Anteils der Beschäftigten, die an einem PC mit Internetanschluss arbeiten, führt den Schätzergebnissen zufolge eine Steigerung um 1 Prozent zu einem um 0,14 Prozent höheren Pro-Kopf-Einkommen. Anders als im Modell für das reale BIP-Wachstum, sind in diesem Modell noch mehr Digitalisierungsindikatoren signifikant, und zwar die Anteile der Unternehmen mit einer Website und der Unternehmen, die Bestellungen über Computernetze tätigen. Als Kontrollvariablen haben sich in Modell 2c die Investitionsquote als positiv und die Inflationsrate als negativ signifikant erwiesen.

Die Größenordnung der Effekte entspricht der internationalen Literatur. So finden Appiah-Otoo & Song (2021), dass ein Anstieg in den Bereichen Mobilfunk, Internet,

Festnetz-Breitband und IKT insgesamt um 1 Prozent das BIP in Hoheinkommensländern um 0,26 Prozent, 0,75 Prozent, 0,32 Prozent bzw. 0,09 Prozent steigert. Katz & Callorda (2018) finden, dass in den europäischen Ländern der International Telecommunication Union (ITU) im Zeitraum 2007 bis 2018 ein Anstieg der Festnetz-Breitbandverbreitung um 10 Prozent zu einem Anstieg des Pro-Kopf-BIP um 0,46 Prozent geführt hat.

Nach **Modell 3** (Tabelle 5) steigert eine Erhöhung des Anteils der Unternehmen mit Breitbandinternetanschluss um 1 Prozent die totale Faktorproduktivität um 0,1 Prozent (signifikant im Modell mit zufallsabhängigen Effekten) bzw. 0,6 Prozent (nicht signifikant im Modell mit festen Effekten). In beiden Modellen sind außerdem der Anteil der Unternehmen, die eine Website haben, und der Anteil der Unternehmen, die Bestellungen über Computernetze erhalten, positiv signifikant. Als signifikante Kontrollvariable konnte in diesem Modell nur die Investitionsquote gefunden werden.

In allen Modellen mit Ausnahme des besten Modells für das Wachstum des realen Bruttoinlandsprodukts (Modell 1c) fallen die allgemeinen Digitalisierungsindikatoren „Zahl der Festnetzbreitbandinternetverträge“ bzw. „Zahl der mobilen Breitbandinternetverträge“ aus den Modellen heraus, sobald die spezifischeren unternehmensbezogenen Indikatoren einbezogen werden.

**Die empirischen Schätzungen lassen sich dahingehend zusammenfassen**, dass ein positiver Einfluss der Festnetz- oder mobilen Breitbandinternetverträge gefunden werden kann, womit Ergebnisse aus der Literatur bestätigt werden. Nach Einbeziehung spezifischer unternehmensbezogener Indikatoren für die Nutzung digitaler Dienste wird der Einfluss der allgemeineren Variablen geringer. Generell wurde ein positiver Einfluss des Anteils der Unternehmen mit Breitbandinternetanschluss, des Anteils der Beschäftigten, die einen PC mit Internetanschluss nutzen, des Unternehmensanteils mit Website und des Anteils der Unternehmen, die Bestellungen über Computernetze abwickeln, gefunden.

Mit den angeführten Modellen können Simulationen durchgeführt werden. So könnte das Pro-Kopf-Einkommen um rund 6,5 Prozent höher sein, wenn Österreich denselben, um etwa 22 Prozentpunkte höheren Anteil der Beschäftigten, die einen PC mit Internetanschluss nutzen, wie Finnland hätte. Die Ausstattung des Arbeitsplatzes allein entfaltet selbstverständlich keine positiven ökonomischen Wirkungen, sondern nur im Zusammenwirken mit einer Anpassung der Prozesse und einer entsprechenden Schulung der Beschäftigten. Wenn 50 Prozent und damit etwa doppelt so viele Unternehmen wie bisher Bestellungen über Computernetzwerke abwickeln würden, könnte die totale Faktorproduktivität in Österreich um rund 4 Prozent höher sein.

## 4 Verzeichnisse

### 4.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Entwicklung der Breitbandinternetnutzung in Österreich .....	8
Abbildung 2: Festnetz-Internetnutzung im OECD-Vergleich im Jahr 2022 .....	9
Abbildung 3: Mobile Internetnutzung im OECD-Vergleich im Jahr 2022.....	9
Abbildung 4: Anteil der Unternehmen mit Breitbandinternetanschluss im Jahr 2022 .....	10
Abbildung 5: Anteil der Beschäftigten, die einen PC mit Internetanschluss nutzen (Daten für 2022) .....	11

### 4.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Gesamtwirtschaftliche Auswirkungen der IKT: Literaturübersicht über die verwendeten Variablen .....	14
Tabelle 2: Endogene Variablen, Digitalisierungs- und Kontrollvariablen.....	22
Tabelle 3: Schätzergebnisse für das BIP-Wachstum .....	24
Tabelle 4: Schätzergebnisse für das BIP pro Kopf.....	25
Tabelle 5: Schätzergebnisse für die totale Faktorproduktivität.....	26

### 4.3 Literaturverzeichnis

- Aghion, P. & Howitt, P. (1997). *Endogenous Growth Theory*. MIT Press.
- Albiman, M. & Sulong, Z. (2017). The linear and non-linear impacts of ICT on economic growth, of disaggregate income groups within SSA region. *Telecommunication Policy*, 41, 555-572. Abgerufen am 24. 01 2024 von <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308596117302689?via%3Dihub>
- Appiah-Otoo, I. & Song, N. (2021). The impact of ICT on economic growth-Comparing rich and poor countries. *Telecommunications Policy*, 45. Abgerufen am 7. 12 2023 von <https://http://www.elsevier.com/locate/telpol>
- Arntz, M., Gregory, T., Zierahn, U., Lehmer, F. (2018). *Digitalisierung und die Zukunft der Arbeit: Makroökonomische Auswirkungen auf Beschäftigung, Arbeitslosigkeit und Löhne von morgen, ZEW-Gutachten und Forschungsberichte*. Mannheim: Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW). Von <http://hdl.handle.net/10419/179119> abgerufen
- Barro, R. J. (1997). *Determinants of Economic Growth*. . The MIT Press.
- BMF. (2023). *Digitalisierung*. Abgerufen am 7. 12 2023 von <https://www.bmf.gv.at/themen/digitalisierung.html>
- Bundeskanzleramt. (2023). *Österreichisches Programm zum Schutz kritischer Infrastrukturen (APCIP)*. Abgerufen am 7. 12 2023 von <https://www.bundeskanzleramt.gv.at/themen/sicherheitspolitik/schutz-kritischer-infrastrukturen.html>
- CAF et al. (2020). *Las oportunidades de la digitalización en América Latina frente al Covid-19*. UN ECLAC. Abgerufen am 20. 12 2023 von [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45360/4/OportDigitalizaCovid-19\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45360/4/OportDigitalizaCovid-19_es.pdf)
- Choi, C. & Yi Hoon, M. (2009). The effect of the Internet on economic growth: Evidence from cross-country. *Economics Letters*, 105, 39–41.
- Chu, A. C., Cozzi, G., Fan, H., & Furukawa, Y. (2021). Inflation, Unemployment, and Economic Growth in a Schumpeterian Economy. *The Scandinavian Journal of Economics*, 874-909.
- Digital Österreich. (2023). *Digitales Österreich im europäischen Vergleich*. Abgerufen am 12. 12 2023 von <https://www.digitalaustria.gv.at/Themen/DESI.html#desi>
- Fernandez-Portillo, A., Almodovar-Gonzales, M., Hernandez-Mogollon, R. (2020). Impact of ICT development on economic growth. A study of OECD. *Technology in Society*, 63. Abgerufen am 24. 01 2024 von <http://www.elsevier.com/locate/techsoc>

- Gal, P., Nicoletti, G., Renault, T., Sorbe, S., Timiliotis, C. (2023). *Digitalisation and productivity: In search of the holy grail – Firm-level empirical evidence from EU countries*. OECD Economics Department Working Papers No. 1533. Abgerufen am 12. 12 2023 von [https://www.oecd-ilibrary.org/economics/digitalisation-and-productivity-in-search-of-the-holy-grail-firm-level-empirical-evidence-from-eu-countries\\_5080f4b6-en](https://www.oecd-ilibrary.org/economics/digitalisation-and-productivity-in-search-of-the-holy-grail-firm-level-empirical-evidence-from-eu-countries_5080f4b6-en)
- Jorgenson, D. W., Ho, M. S., Samuels, J. D. (2011). Information technology and US productivity growth: evidence from a prototype industry production account. *Journal of Productivity Analysis*, 36(2), 159-175. Abgerufen am 24. 01 2024 von <https://www.jstor.org/stable/23883834>
- Katz, R. & Callorda, F. (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation*. International Telecommunications Union.
- Kim, J., Park, J. C., Komare, T. (2021). The impact of Mobile ICT on national productivity in developed and developing countries. *Information & Management*, 58(3). Abgerufen am 21. 12 2023 von <https://doi.org/10.1016/j.im.2021.103442>
- Kim, K., Bounfour, A., Nonnis, A., Ozaygen, A. (2021). Measuring ICT externalities and their contribution to productivity: A bilateral trade based approach. *Telecommunications Policy*, 45. Abgerufen am 24. 01 2024 von <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102085>
- Lucas, R. E. (1988). On the Mechanics of Economic Development. *Journal of Monetary Economics*, 22.
- Mura, P. O. & Donath, L. E. (2023). Digitalisation and Economic Growth in the European Union. *Electronics*, 12, 1718(1718). Abgerufen am 6. 12 2023 von <https://doi.org/10.3390/electronics12071718>
- OECD. (2020). *Latin American Economic Outlook 2020*.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Norman, N. R., et al. (2014). Economic growth and the development of telecommunications infrastructure in the G-20 countries: A panel-VAR approach. *Telecommunication Policy*, 38(7, 634-649). Abgerufen am 18. 12 2023 von <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2014.03.001>
- Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long Run Growth. *Journal of Political Economy*, 94.
- Romer, P. M. (1990). Endogenous technical change. *Journal of Political Economy*, 98(5).
- Skorupinska, A. & Torrent-Sellens, J. (2017). ICT, Innovation and Productivity: Evidence Based. *Journal of Knowledge Economy*, 8, 768-788. Abgerufen am 24. 01 2024 von [10.1007/s13132-016-0441-1](https://doi.org/10.1007/s13132-016-0441-1)

- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1). Abgerufen am 5. 12 2023 von <https://pages.nyu.edu/debraj/Courses/Readings/Solow.pdf>
- Stanley, T. D., Doucouliagos, H., Steel, P. (2018). Does ICT generate economic growth? A meta-regression analysis. *Journal of Economic Surveys*, 32(3, 705–726). Abgerufen am 6. 12 2023 von <https://doi.org/10.1111/joes.12211>
- Vidal-Aberca, A., O. & Ruiz, A., U. (2015). Fixed and Mibile broadband adoption rates across the world: present and Future. (B. Research, Hrsg.) *EAGLEs Economic Watch*.
- Vu, K. M. (2011). ICT as a source of economic growth in the information age: Empirical evidence from the 1996-2005 period. *Telecommunication Policy*, 35(4). Abgerufen am 6. 12 2023 von <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2011.02.008>
- Wagner, J. (2007). Exports and Productivity: A Survey of the Evidence from Firm-level Data. *The World Economy*, 60-82.
- Weyerstrass, K. (2018a). *Entwicklung, Determinanten und Bedeutung der totalen Faktorproduktivität*. Wien: FIW - Kompetenzzentrum internationale Wirtschaft.
- Weyerstrass, K. (2018b). *How to boost productivity in the EU*. Brussels: European Network for Economic and Fiscal Policy Research.
- Weyerstrass, K. (2019). *Ansatzpunkte zur Wiederbelebung des Produktivitätswachstums*. Wien: IHS.