



Der Beitrag der Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien zum Produktivitätswachstum in Deutschland

Kurzbericht auf Basis des EUKLEMS & INTANProd - Release 2021

Mai 2022

Zusammenfassung

Trotz der allgegenwärtigen Digitalisierung ist auf aggregierter Ebene in vielen westlichen Industrienationen eine deutliche Verlangsamung des Produktivitätswachstums zu verzeichnen. Basierend auf dem neuesten EU KLEMS Release mit Daten für Deutschland bis zum Jahr 2018 wird dieser scheinbare Widerspruch in kompakter Form dargestellt und diskutiert. Dabei bestätigt sich auf Branchen- und gesamtwirtschaftlicher Ebene auch für den aktuelleren Zeitraum die Verlangsamung des Produktivitätswachstums sowie der im Vergleich zu den 1990er Jahren geringere Beitrag der Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) zum Produktivitätswachstum.

Ergebnispapier im Projekt „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort

Kontakt

ZEW - Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung

Dr. Thomas Niebel

Forschungsbereich Digitale Ökonomie

L 7, 1 · 68161 Mannheim · Germany

Tel. +49 621 1235-228

thomas.niebel@zew.de · www.zew.de

1. Einleitung

Die fortschreitende Digitalisierung betrifft annähernd alle Arbeits- und Lebensbereiche. Gleichzeitig ist jedoch in vielen westlichen Industrienationen eine Verlangsamung des Produktivitätswachstums zu verzeichnen (siehe z. B. Crafts 2018). Eine ähnliche Situation gab es bereits Ende der 1980er Jahre, als die Computerisierung sich nicht in den Produktivitätszahlen widerspiegelte. Dies gipfelte in dem berühmten Zitat von Robert Solow: „man kann das Computerzeitalter überall, nur nicht in den Produktivitätsstatistiken finden“ (Solow 1987). Jahre später zeigten sich schließlich doch positive Produktivitätsbeiträge der Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) auf Unternehmens- (z. B. Brynjolfsson und Hitt 1995), Branchen- und gesamtwirtschaftlicher Ebene (Oliner und Sichel 2000; Inklaar et al. 2005).¹ Basierend auf dem neuesten EU KLEMS Release mit Daten für Deutschland bis zum Jahr 2018 werden in dem vorliegenden Kurzbericht die Verlangsamung des Produktivitätswachstums sowie der geringere Beitrag der Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien dargestellt. Trotz des auf Branchen- und gesamtwirtschaftlicher Ebene geringen gemessenen Produktivitätsbeitrags der IKT Investitionen ist der Produktivitätsbeitrag der Digitalisierung keineswegs unbedeutend. Es besteht vielmehr eine erhebliche Heterogenität bei der Nutzung digitaler Technologien und deren Produktivitätswirkung innerhalb von Branchen, welche auf Unternehmensebene in den letzten Jahren ausführlich dokumentiert wurde (Andrews et al. 2015, 2016; Andrews et al. 2019; Cette et al. 2018).

2. Daten

Für die Messung des Beitrags der Investitionen in digitale Technologien zum Produktivitätswachstum werden detaillierte Daten bezüglich der Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) benötigt. Die IKT unterteilen sich wiederum in Hardware (IT), Telekommunikation (CT) und Software und Datenbanken (SoftDB). Die in der Wissenschaft am häufigsten verwendete Datenquelle für die Untersuchung des Beitrags der Digitalisierung zum Produktivitätswachstum auf Ebene der Wirtschaftszweige ist die EU KLEMS Datenbank (O'Mahony und Timmer 2009). Die EU KLEMS Datenbank wurde dabei über die Jahre immer wieder aktualisiert und den

¹ Siehe z. B. die Übersicht von Cardona et al. 2013.

aktuellen Gegebenheiten angepasst. Einen Überblick über die Historie der EU KLEMS Datenbank findet sich in Inklaar et al. (2020). Deutschland ist weiterhin eines der wenigen Länder in der EU, welches auf Ebene der Wirtschaftszweige keine separaten Informationen zu Investitionen in „Ausrüstungen der Informations- und Kommunikationstechnik“ veröffentlicht. Daher wurden in den bisherigen EU KLEMS Releases (2007, 2009, 2012, 2016, 2017, 2019, 2021) für Deutschland zusätzliche Berechnungen bzw. Annahmen vorgenommen (siehe Jäger 2017). Der neuste Release mit dem Namen EUKLEMS – INTANProd Datenbank beinhaltet neben materiellem Kapital auch Daten zu immateriellem Kapital wie Forschung und Entwicklung (FuE) für die Jahre 1995-2018 (Bontadini et al. 2021). Die im vorliegenden Kurzbericht dargestellten Auswertungen für Deutschland basieren auf dem EUKLEMS – INTANProd Release 2021, Update February 2022, welches unter <https://euklems-intanprod-lee.luiss.it/> bereitgestellt wird.

3. Methodik

Growth-Accounting-Analysen sind trotz ihres rein deskriptiven Charakters (siehe z. B. O'Mahony und Timmer 2009, Seite F390) weiterhin die bevorzugte Methode, um den Produktivitätsbeitrag der Digitalisierung auf der Ebene einzelner Wirtschaftszweige zu messen. Ökonometrische Verfahren, welche zumindest in Ansätzen kausale Analysen ermöglichen würden, können bei einer Analyse auf Branchenebene aufgrund der geringen Anzahl an Beobachtungen keine Anwendung finden. Growth-Accounting-Analysen ermöglichen einen aggregierten Blick auf den Beitrag der Investitionen in digitale Technologien zum Produktivitätswachstum. Eine differenzierte Betrachtung der Heterogenität bei der Nutzung digitaler Technologien innerhalb von Branchen und deren Implikationen auf die Produktivität einzelner Unternehmen, wie sie z. B. in Andrews et al. (2015) untersucht wird, ist mit diesem Ansatz nicht möglich. Eine ausführliche Beschreibung der Methodik mit dem Fokus auf der Unterscheidung zwischen IKT- und Nicht-IKT-Kapital findet sich z. B. in Inklaar et al. (2005). Formell lässt sich der Ansatz folgendermaßen darstellen:

$$\Delta \ln y = \underbrace{v^{LAB} \Delta \ln lab}_{LAB} + \underbrace{v^{ICT} \Delta \ln k^{ICT}}_{ICT^*} + \underbrace{v^{NICT} \Delta \ln k^{NICT}}_{NICT} + \underbrace{v^{INT} \Delta \ln k^{INT}}_{INT^*} + \Delta \ln TFP$$

$\Delta \ln y$ ist die Wachstumsrate der realen Bruttowertschöpfung pro geleisteter Arbeitsstunde („Produktivitätswachstum“). Diese setzt sich aus den gewichteten Wachstumsraten der Inputfaktoren der Arbeitsqualität bzw. der Zusammensetzung des Arbeitsinputs ($\Delta \ln lab$), der IKT Kapitalintensität ($\Delta \ln k^{IKT}$), der Nicht-IKT Kapitalintensität ($\Delta \ln k^{NICT}$), der Intensität des Immateriellen Kapitals ($\Delta \ln k^{INT}$) sowie der Totalen Faktorproduktivität ($\Delta \ln TFP$) zusammen.

(v^{LAB} , v^{IKT} , v^{NICT} und v^{INT}) sind die Zweijahresdurchschnitte der Anteile der jeweiligen Faktorinputs am gesamten Faktoreinkommen (Lohnsumme und Kapitaleinkommen). Der (durchschnittliche) Wachstumsbeitrag der Digitalisierung (ICT^*) ergibt sich schlussendlich aus dem Produkt aus v^{IKT} und $\Delta \ln k^{IKT}$.

In der EU KLEMS Datenbank finden sich neben IKT-Kapitalstöcken auch Daten zu den ICT Capital Services², welche in den Growth-Accounting-Analysen Anwendung finden. Letztere sind, insbesondere in Zeiten der fortschreitenden Digitalisierung, gegenüber der Verwendung von gewöhnlichen Kapitalstöcken das bevorzugte Maß, da für kurzlebige Güter mit höheren Grenzprodukten kontrolliert wird (siehe z. B. Edquist und Henrekson 2017; Inklaar und Timmer 2013; Inklaar et al. 2019). Sie werden aus der mit der Faktorentlohnung gewichteten Summe der Wachstumsraten der einzelnen Kapitalgüter berechnet. Die ICT Capital Services³ bestehen aus Hardware (IT), Telekommunikation (CT) sowie Software und Datenbanken (SoftDB). Die genaue Zusammensetzung von Nicht-IKT Kapital (NICT) sowie Immateriellem Kapital (INT*) findet sich in Tabelle 1 im Anhang.

² Der deutsche Begriff „IKT-Kapitaldienste“ ist wenig gebräuchlich.

³ Im 2021 Release der EU KLEMS Datenbank werden Software und Datenbanken (SoftDB) zum immateriellen Kapital gezählt. Da der vorliegende Kurzbericht den gesamten Beitrag der digitalen Transformation zur Produktivitätssteigerung erfassen soll, wurden auf Basis der in EU KLEMS vorliegenden Rohdaten die ICT Capital Services neu berechnet und beinhalten somit IT, CT sowie SoftDB. Die Methodik zur Berechnung der Capital Services ist unter anderem in O'Mahony und Timmer 2009 detailliert beschrieben. Die Abweichung wird in der Notation durch ein * verdeutlicht.

4. Ergebnisse

Abbildung 1 stellt die durchschnittlichen jährlichen Beiträge der einzelnen Inputfaktoren zum Arbeitsproduktivitätswachstum in der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitverlauf dar. Detaillierte Daten finden sich in Tabelle 2 im Anhang. Aus der Länge der Säulen ergibt sich die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der realen Bruttowertschöpfung pro geleisteter Arbeitsstunde in Prozent. Diese lag im Zeitraum von 1996 bis 2018 durchschnittlich bei 1,2 Prozent. Der Beitrag der Digitalisierung (ICT*) zum Produktivitätswachstum lag in diesem Zeitraum bei durchschnittlich 0,1 Prozentpunkten und war somit geringer als der des Nicht-IKT Kapitals (NICT) mit 0,19 Prozentpunkten, jedoch höher als die Beiträge von Immateriellem Kapital (INT*) sowie der Zusammensetzung des Arbeitsinputs. Der allgemeine technologische Fortschritt in Deutschland, gemessen an der Totalen Faktorproduktivität (TFP), leistet auf gesamtwirtschaftlicher Ebene in allen betrachteten Zeiträumen den größten Beitrag zum Arbeitsproduktivitätswachstum.

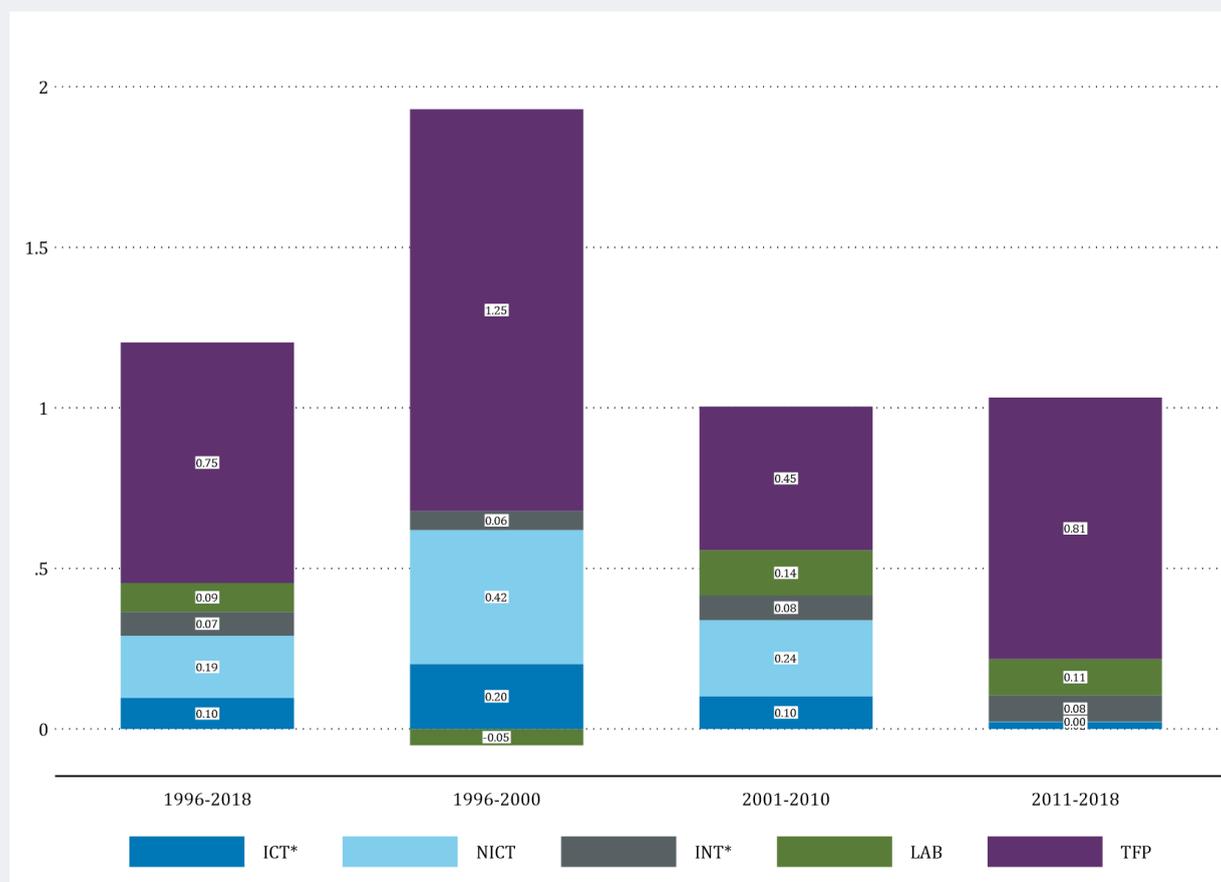
Vergleicht man den Zeitraum 1996 bis 2000 mit dem Zeitraum 2011 bis 2018, zeigt sich insbesondere beim Beitrag der Digitalisierung (ICT*) zum Produktivitätswachstum ein erheblicher Unterschied. Während im ersten Zeitraum die Digitalisierung noch mit 0,2 Prozentpunkten zum Produktivitätswachstum beigetragen hat, ist der gemessene Digitalisierungsbeitrag im späteren Zeitraum mit 0,02 Prozentpunkten quasi nicht existent und die durchschnittliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität mit 1,03 Prozent nur noch etwa halb so hoch.

Für diese durchaus überraschende Erkenntnis werden in der empirischen Literatur unterschiedliche Erklärungsversuche diskutiert. Eine mögliche Erklärung besteht darin, dass Qualitätsverbesserungen bei IKT Investitionen (insbesondere bei Hardware und Software) in den offiziellen Statistiken unzureichend abgebildet sind (siehe z. B. Ahmad und Schreyer 2016). Auffällig sind hier auch insbesondere die großen Unterschiede zwischen den einzelnen Ländern (siehe Abbildung 5 im Anhang). Dies wird auch in Ademmer et al. (2017) thematisiert, wo angemerkt wird, dass die große Diskrepanz insbesondere ob der Tatsache überrascht, dass viele IKT-Güter international handelbar sind. Auch werden durch den zunehmenden Trend der Cloud Computing Nutzung Investitionen in eigene IKT durch den Bezug von Vorleistung (häufig aus dem europäischen Ausland) ersetzt, welche sich dann nicht in den ICT Capital Services und somit nicht im Produktivitätsbeitrag widerspiegeln (siehe z. B. van Ark 2016).

Ferner ist der gemessene positive Einfluss der Investitionen in digitale Technologien auf das Produktivitätswachstum auf gesamtwirtschaftlicher Ebene zwar gering, für einzelne Unternehmen jedoch nicht unerheblich (siehe z. B. Andrews et al. 2015).

So finden Borowiecki et al. (2021) auf Basis niederländischer Daten heraus, dass auf Unternehmensebene die Produktivitätsvorteile durch Investitionen in IKT-Hardware für jene Unternehmen am stärksten sind, die schon zuvor hochproduktiv waren. Bei Investitionen in Software profitieren auch kleinere Unternehmen. Es zeigt sich also, dass der Produktivitätsbeitrag von IKT Investitionen auf Unternehmensebene sehr heterogen ist und die Effekte aggregiert auf Branchen- oder gesamtwirtschaftlicher Ebene dann insgesamt trotzdem eher klein ausfallen können.

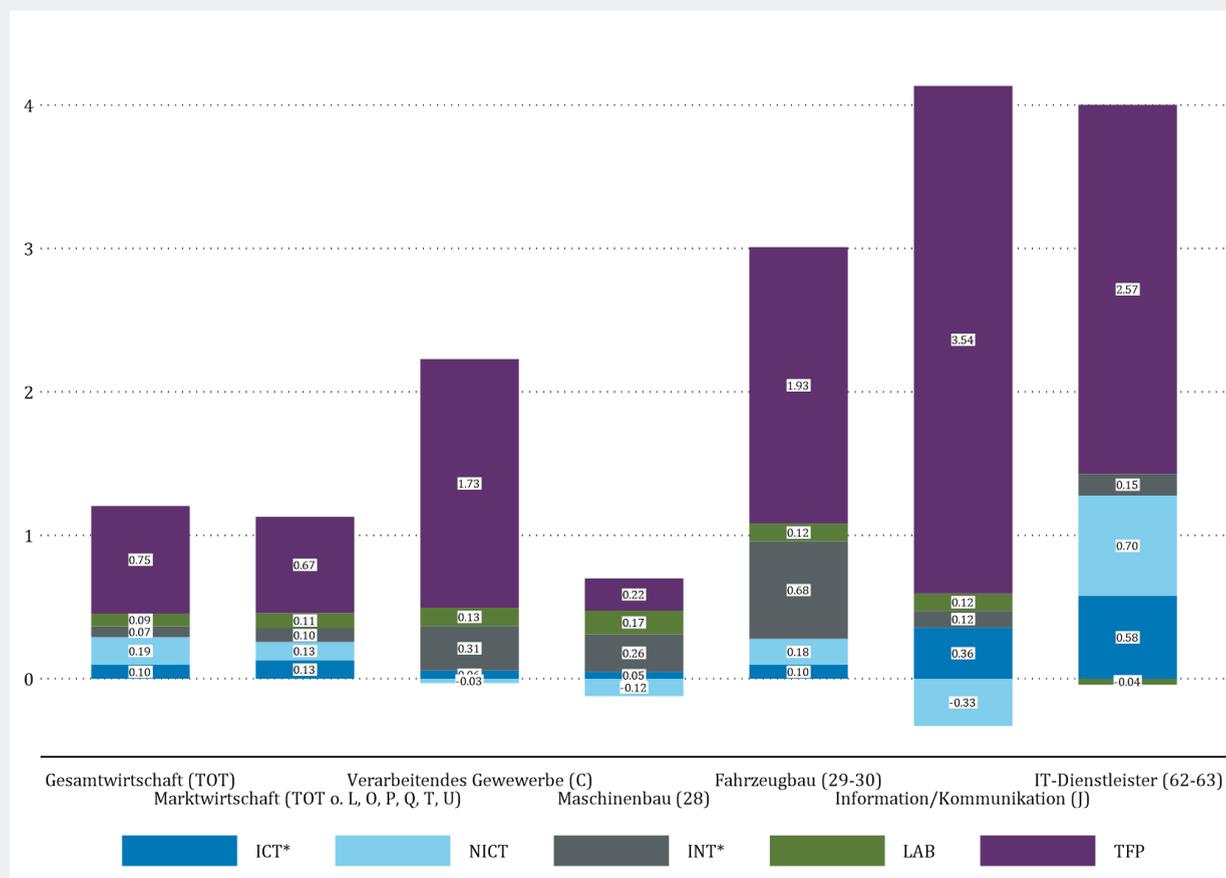
Abbildung 1: Durchschnittliche jährliche Beiträge der einzelnen Inputfaktoren zum Produktivitätswachstum der Gesamtwirtschaft in Deutschland im Zeitverlauf (in Prozentpunkten)



Quelle: EUKLEMS – INTANProd Release 2021, Update February 2022. Die Segmente der Säulen stellen die einzelnen Beiträge zum Produktivitätswachstum dar: IKT Kapitalintensität (ICT*), Nicht-IKT Kapitalintensität (NICT), Immaterielle Kapitalintensität (INT*), Arbeitsqualität bzw. Zusammensetzung des Arbeitsinputs (LAB) und Totale Faktorproduktivität (TFP). Eigene Berechnung auf Basis der Rohdaten der EUKLEMS – INTANProd Capital Accounts (<https://euklems-intanprod-lee.luiss.it>).

Die Branchenheterogenität hinsichtlich des Produktivitätswachstums sowie der Wachstumsbeiträge der einzelnen Inputfaktoren ist für den Zeitraum 1996 bis 2018 in Abbildung 2 veranschaulicht. Hier zeigt sich, dass insbesondere der Wirtschaftsabschnitt J (Information und Kommunikation) sowie dessen Teilbereich der IT-Dienstleister, sowohl eine hohe durchschnittliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität von circa 4 Prozent pro Jahr, als auch hohe Produktivitätsbeiträge von IKT-Kapital (0,36 bzw. 0,58 Prozentpunkte) und Totaler Faktorproduktivität (3,54 bzw. 2,57 Prozentpunkte) zu verzeichnen haben. Auch im Fahrzeugbau zeigt sich in diesem Zeitraum starkes Produktivitätswachstum mit jedoch moderatem Beitrag der Investitionen in Digitalisierung (0,1 Prozentpunkte). Es gibt somit einzelne Branchen, die über den gesamten Zeitraum von 1996 bis 2018 in erheblichem Umfang von den Investitionen in digitale Technologien profitiert haben.

Abbildung 2: Durchschnittlichen jährliche Beiträge der einzelnen Inputfaktoren zum Produktivitätswachstum ausgewählter Branchen in Deutschland im Zeitraum 1996-2018 (in Prozentpunkten)



Quelle: EUKLEMS – INTANProd Release 2021, Update February 2022. Die Segmente der Säulen stellen die einzelnen Beiträge zum Produktivitätswachstum dar: IKT Kapitalintensität (ICT*), Nicht-IKT Kapitalintensität (NICT), Immaterielle Kapitalintensität (INT*), Arbeitsqualität bzw. Zusammensetzung des Arbeitsinputs (LAB) und Totale Faktorproduktivität (TFP). Eigene Berechnung auf Basis der Rohdaten der EUKLEMS – INTANProd Capital Accounts (<https://euklems-intanprod-lee.luiss.it>).

Beim Vergleich des Zeitraums 1996 bis 2000 mit dem Zeitraum 2011 bis 2018, welche in Abbildung 3 sowie Abbildung 4 im Anhang dargestellt sind, zeigt sich bei den IT Dienstleistern nichtsdestotrotz ein starker Rückgang der Produktivitätsbeiträge von IKT-Kapital von 1,1 Prozentpunkten auf 0,28 Prozentpunkte.

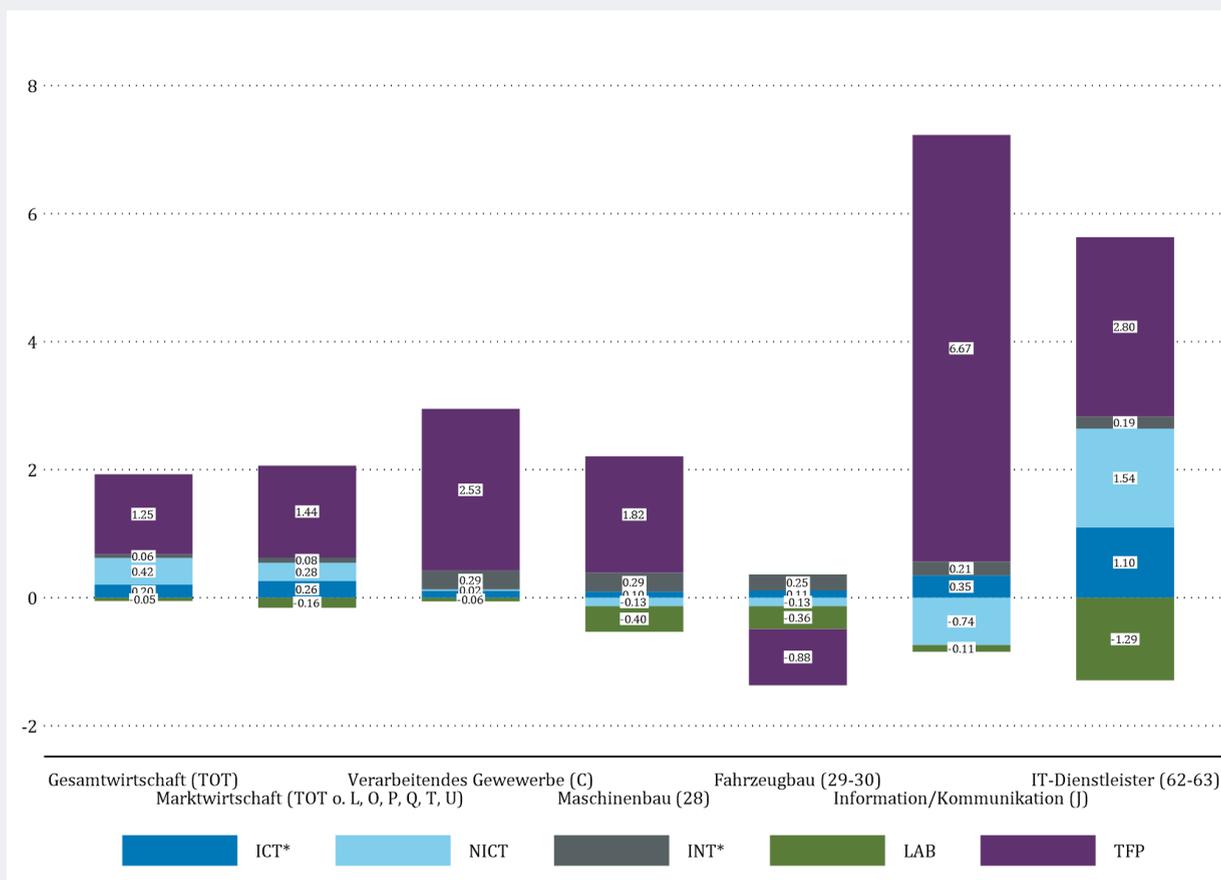
5. Fazit

Auch mit dem neusten Release der EU KLEMS Datenbank, welche nun Daten bis zum Jahr 2018 bereitstellt, bestätigt sich auf aggregierter Ebene die Verlangsamung des Produktivitätswachstums sowie ein geringer Beitrag der Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien zum Produktivitätswachstum im Vergleich zu den 1990er Jahren in Deutschland. Dies scheint auf den ersten Blick durchaus verwunderlich, da die fortschreitende Digitalisierung in den letzten Jahren beinahe sämtliche Arbeits- und Lebensbereiche erfasst hat und man daher einen messbaren Produktivitätsbeitrag bzw. Produktivitätsschub durch die zunehmende Digitalisierung erwarten würde. Mögliche Erklärungen bestehen darin, dass Qualitätsverbesserungen bei IKT Investitionen in den offiziellen Statistiken (insbesondere bei Software) unzureichend abgebildet sind (siehe z. B. Ahmad und Schreyer 2016), oder auch, dass der Trend der Cloud Computing Nutzung Investitionen in eigene IKT durch den Bezug von Vorleistung ersetzt.

Appendix

Abbildungen

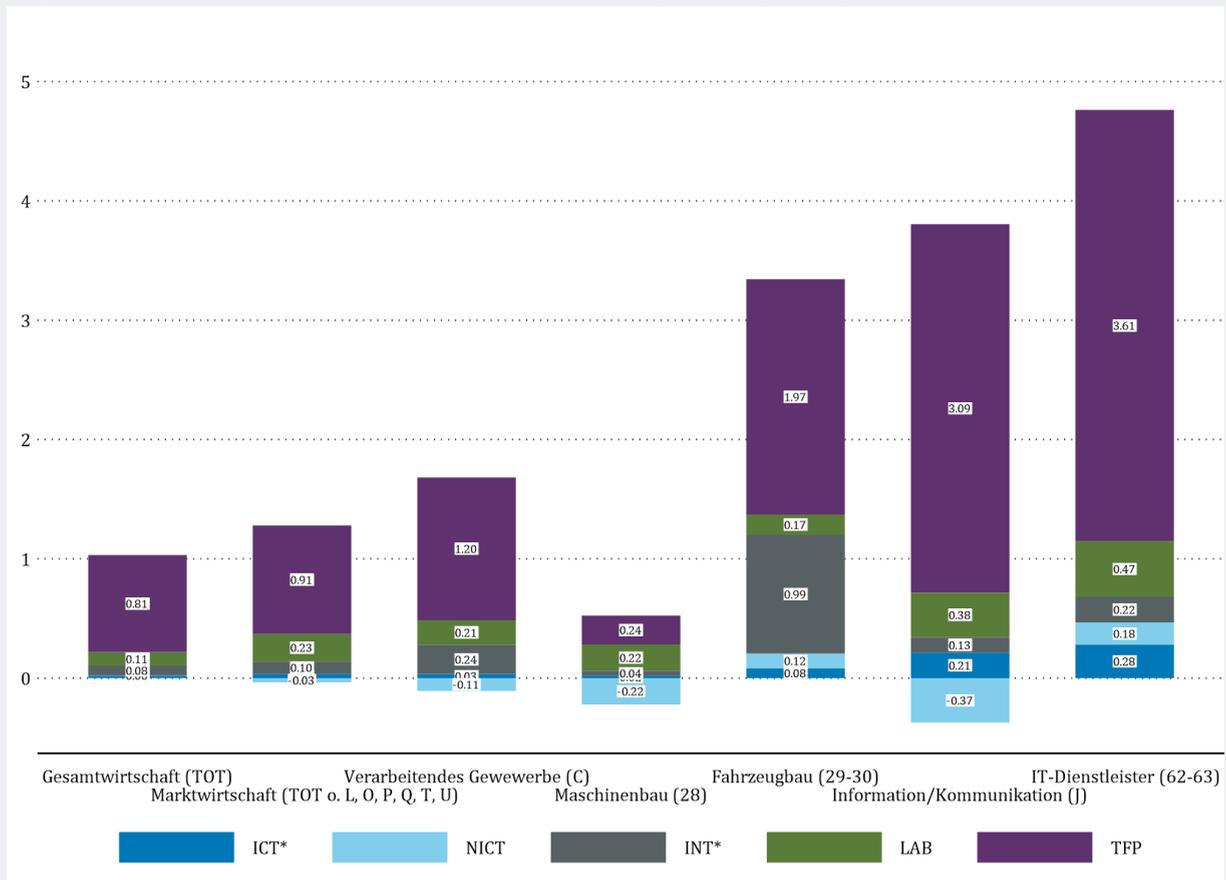
Abbildung 3: Durchschnittliche jährliche Beiträge der einzelnen Inputfaktoren zum Produktivitätswachstum ausgewählter Branchen in Deutschland im Zeitraum 1996-2000 (in Prozentpunkten)



Quelle: EUKLEMS – INTANProd Release 2021, Update February 2022. Die Segmente der Säulen stellen die einzelnen Beiträge zum Produktivitätswachstum dar: IKT Kapitalintensität (ICT*), Nicht-IKT Kapitalintensität (NICT), Immaterielle Kapitalintensität (INT*), Arbeitsqualität bzw. Zusammensetzung des Arbeitsinputs (LAB) und Totale Faktorproduktivität (TFP).

Eigene Berechnung auf Basis der Rohdaten der EUKLEMS – INTANProd Capital Accounts (<https://euklems-intanprod-lee.luiss.it>).

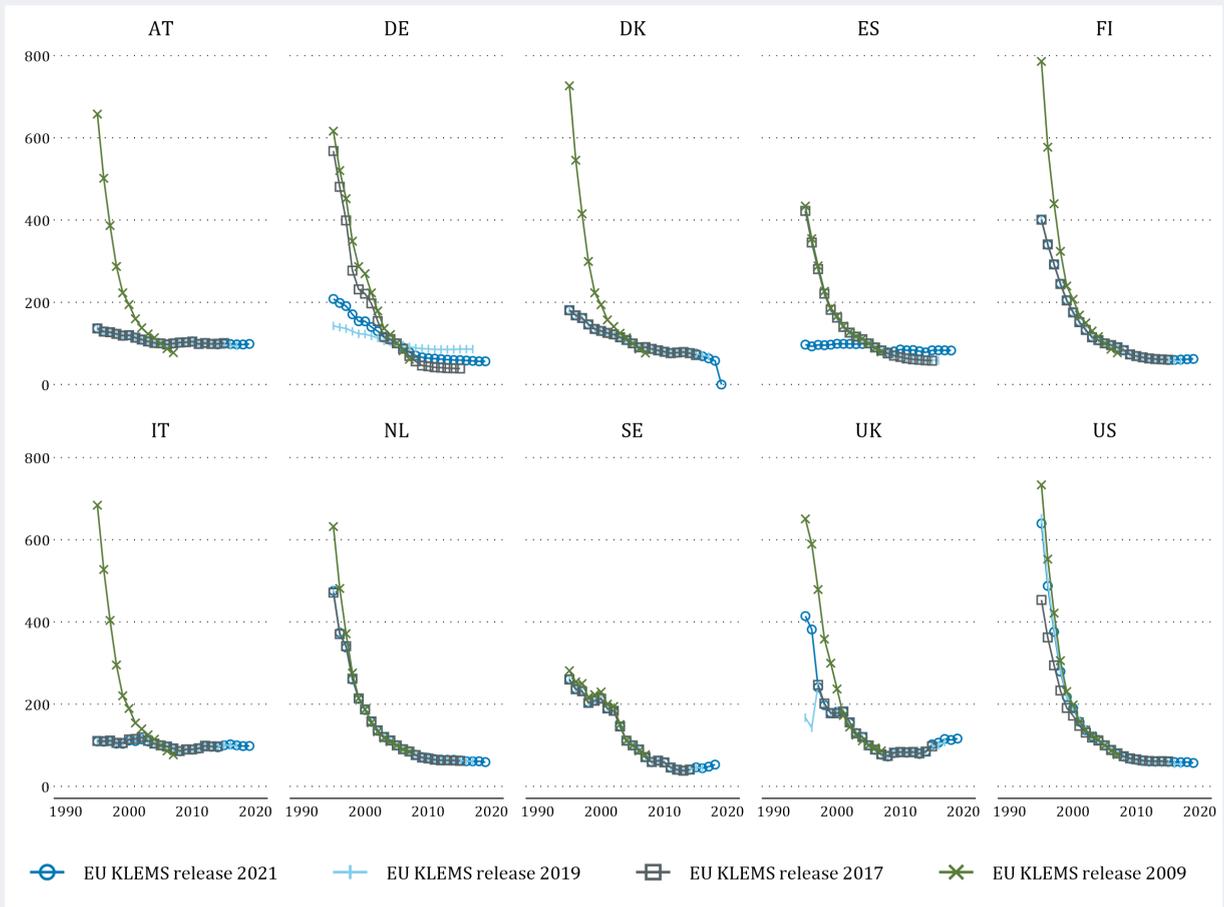
Abbildung 4: Durchschnittliche jährliche Beiträge der einzelnen Inputfaktoren zum Produktivitätswachstum ausgewählter Branchen in Deutschland im Zeitraum 2011-2018 (in Prozentpunkten)



Quelle: EUKLEMS – INTANProd Release 2021, Update February 2022. Die Segmente der Säulen stellen die einzelnen Beiträge zum Produktivitätswachstum dar: IKT Kapitalintensität (ICT*), Nicht-IKT Kapitalintensität (NICT), Immaterielle Kapitalintensität (INT*), Arbeitsqualität bzw. Zusammensetzung des Arbeitsinputs (LAB) und Totale Faktorproduktivität (TFP).

Eigene Berechnung auf Basis der Rohdaten der EUKLEMS – INTANProd Capital Accounts (<https://euklems-intanprod-ilee.juiss.it>).

Abbildung 5: Deflatoren für IKT-Hardware im Ländervergleich (2005 = 100)



Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der Rohdaten der einzelnen EUKLEMS Releases (Bontadini et al. 2021; O'Mahony und Timmer 2009; Jäger 2017; Stehrer et al. 2019). Dargestellt sind die Deflatoren für IKT Hardware, die die Annahmen bezüglich der Qualitätsverbesserungen über die Jahre enthalten.

Tabellen

Tabelle 1: Abgrenzung der einzelnen Gütergruppen

ICT*	IKT Güter
IT	Computer-Hardware
CT	Telekommunikationsausrüstungen
Soft_DB	Software und Datenbanken
NICT	Nicht-IKT Güter
TraEq	Fahrzeuge
OMach	Sonstige Maschinen und Geräte
OCon	Nichtwohnbauten
Rstruc	Wohnbauten
INT*	Immaterielle Güter
Cult	Nutztiere und Nutzpflanzungen
RD	Forschung und Entwicklung
OIPP	Sonstiges Geistiges Eigentum

Anmerkung: Um den vollständigen Beitrag der Digitalisierung zum Produktivitätswachstum abzubilden sind abweichend zum EUKLEMS – INTANProd Release 2021, Update February 2022 Software und Datenbanken Teil der IKT Güter und nicht den Immateriellen Gütern zugeordnet. Die Abweichung wird in der Notation durch ein * verdeutlicht.

Tabelle 2: Durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität sowie die Beiträge der einzelnen Inputfaktoren zum Produktivitätswachstum nach Branchen und Zeiträumen in Deutschland

Branche (WZ 2008)	Zeitraum	LP	ICT*	NICT	INT*	LAB	TFP
Gesamtwirtschaft (TOT)	1996-2018	1,20	0,10	0,19	0,07	0,09	0,75
Gesamtwirtschaft (TOT)	1996-2000	1,88	0,20	0,42	0,06	-0,05	1,25
Gesamtwirtschaft (TOT)	2001-2010	1,00	0,10	0,24	0,08	0,14	0,45
Gesamtwirtschaft (TOT)	2011-2018	1,03	0,02	0,00	0,08	0,11	0,81
Marktwirtschaft (TOT o. L, O, P, Q, T, U)	1996-2018	1,13	0,13	0,13	0,10	0,11	0,67
Marktwirtschaft (TOT o. L, O, P, Q, T, U)	1996-2000	1,91	0,26	0,28	0,08	-0,16	1,44
Marktwirtschaft (TOT o. L, O, P, Q, T, U)	2001-2010	0,65	0,13	0,18	0,10	0,14	0,10
Marktwirtschaft (TOT o. L, O, P, Q, T, U)	2011-2018	1,24	0,04	-0,03	0,10	0,23	0,91
Verarbeitendes Gewerbe (C)	1996-2018	2,20	0,06	-0,03	0,31	0,13	1,73
Verarbeitendes Gewerbe (C)	1996-2000	2,89	0,11	0,02	0,29	-0,06	2,53
Verarbeitendes Gewerbe (C)	2001-2010	2,35	0,05	0,01	0,37	0,16	1,77
Verarbeitendes Gewerbe (C)	2011-2018	1,57	0,03	-0,11	0,24	0,21	1,20
Maschinenbau (28)	1996-2018	0,58	0,05	-0,12	0,26	0,17	0,22
Maschinenbau (28)	1996-2000	1,68	0,10	-0,13	0,29	-0,40	1,82
Maschinenbau (28)	2001-2010	0,25	0,05	-0,04	0,42	0,41	-0,59
Maschinenbau (28)	2011-2018	0,30	0,02	-0,22	0,04	0,22	0,24
Fahrzeugbau (29-30)	1996-2018	3,01	0,10	0,18	0,68	0,12	1,93
Fahrzeugbau (29-30)	1996-2000	-1,00	0,11	-0,13	0,25	-0,36	-0,88
Fahrzeugbau (29-30)	2001-2010	4,75	0,10	0,39	0,64	0,33	3,30
Fahrzeugbau (29-30)	2011-2018	3,34	0,08	0,12	0,99	0,17	1,97
Information/Kommunikation (J)	1996-2018	3,80	0,36	-0,33	0,12	0,12	3,54
Information/Kommunikation (J)	1996-2000	6,39	0,35	-0,74	0,21	-0,11	6,67
Information/Kommunikation (J)	2001-2010	2,81	0,47	-0,09	0,06	0,03	2,34
Information/Kommunikation (J)	2011-2018	3,43	0,21	-0,37	0,13	0,38	3,09
IT-Dienstleister (62-63)	1996-2018	3,96	0,58	0,70	0,15	-0,04	2,57
IT-Dienstleister (62-63)	1996-2000	4,34	1,10	1,54	0,19	-1,29	2,80
IT-Dienstleister (62-63)	2001-2010	3,13	0,56	0,69	0,08	0,18	1,62
IT-Dienstleister (62-63)	2011-2018	4,76	0,28	0,18	0,22	0,47	3,61

Quelle: EUKLEMS – INTANProd Release 2021, Update February 2022. Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität (LP) in Prozent sowie Beiträge zum Produktivitätswachstum dar: IKT Kapitalintensität (IT), Nicht-IKT Kapitalintensität (NIT), Immaterielle Kapitalintensität (INT*), Arbeitsqualität bzw. Zusammensetzung des Arbeitsinputs (LAB) und Totale Faktorproduktivität (TFP) in Prozentpunkten. Eigene Berechnung auf Basis der Rohdaten der EUKLEMS – INTANProd Capital Accounts (<https://euklems-intanprod-lee.luiss.it>).

Literaturverzeichnis

Ademmer, Martin; Bickenbach, Frank; Bode, Eckhardt; Boysen-Hogrefe, Jens; Fiedler, Salomon; Gern, Klaus-Jürgen et al. (2017): Produktivität in Deutschland: Messbarkeit und Entwicklung. Kieler Beiträge zur Wirtschaftspolitik.

Ahmad, Nadim; Schreyer, Paul (2016): Are GDP and Productivity Measures up to the Challenges of the Digital Economy? In: *International Productivity Monitor* (30), S. 4.

Andrews, Dan; Criscuolo, Chiara; Gal, Peter N. (2015): Frontier Firms, Technology Diffusion and Public Policy. In: *OECD Productivity Working Papers* (No. 2). DOI: 10.1787/5jrql2q2jj7b-en.

Andrews, Dan; Criscuolo, Chiara; Gal, Peter N. (2016): The Best versus the Rest. The Global Productivity Slowdown, Divergence across Firms and the Role of Public Policy. In: *OECD Productivity Working Papers* (No. 5). DOI: 10.1787/63629cc9-en.

Andrews, Dan; Criscuolo, Chiara; Gal, Peter N.; others (2019): The Best versus the Rest: Divergence across Firms during the Global Productivity Slowdown. Centre for Economic Performance, LSE (CEP Discussion Papers, No 1645).

Bontadini, Filippo; Corrado, Carol; Haskel, Jonathan; Iommi, Massimiliano; Jona-Lasinio, Cecilia (2021): The EUKLEMS & INTANProd Productivity Database: Methods and Data Description. Online verfügbar unter https://euklems-intanprod-llee.luiss.it/wp-content/uploads/2022/02/EUKLEMSINTANProd_2021_Methods-and-data-description-Rev1.pdf.

Borowiecki, Martin; Parelissen, Jon; Glocker, Daniela; Kim, Eun Jung; Polder, Michael; Rud, Iryna (2021): The Impact of Digitalisation on Productivity: Firm-level Evidence from the Netherlands. OECD Economics Department Working Papers. OECD Publishing (1680). Online verfügbar unter <https://ideas.repec.org/p/oec/ecoaaa/1680-en.html>.

Brynjolfsson, Erik; Hitt, Lorin (1995): Information Technology As A Factor Of Production: The Role Of Differences Among Firms. In: *Economics of Innovation and New Technology* 3 (3-4), S. 183–200. DOI: 10.1080/10438599500000002.

Cardona, Melisande; Kretschmer, Tobias; Strobel, Thomas (2013): ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature. In: *Information Economics and Policy* 25 (3), S. 109–125.

Cette, Gilbert; Corde, Simon; Lecat, Rémy (2018): Firm-level Productivity Dispersion and Convergence. In: *Economics Letters* 166, S. 76–78.

Crafts, Nicholas (2018): The Productivity Slowdown: is it the ‘New Normal’? In: *Oxford Review of Economic Policy* 34 (3), S. 443–460. DOI: 10.1093/oxrep/gry001.

Edquist, Harald; Henrekson, Magnus (2017): Swedish Lessons: How Important are ICT and R&D to Economic Growth? In: *Structural Change and Economic Dynamics* 42, S. 1–12.

Inklaar, Robert; Jäger, Kirsten; O’Mahony, Mary; van Ark, Bart (2020): European Productivity in the Digital Age: Evidence From EU KLEMS. In: *Measuring Economic Growth and Productivity*: Elsevier, S. 75–94.

Inklaar, Robert; O’Mahony, Mary; Timmer, Marcel (2005): ICT and Europe’s Productivity Performance: Industry-Level Growth Account Comparisons with the United States. In: *Review of Income and Wealth* 51 (4), S. 505–536.

Inklaar, Robert; Timmer, Marcel (2013): Capital, Labor and TFP in PWT 8.0. In: *Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen*. Online verfügbar unter http://www.rug.nl/ggdc/docs/capital_labor_and_tfp_in_pwt80.pdf.

Inklaar, Robert; Woltjer, Pieter; Albarrán, Daniel Gallardo; others (2019): Composition of Capital and Cross-Country Productivity Comparisons. In: *International Productivity Monitor* 36 (Spring), S. 34–52.

Jäger, Kirsten (2017): EU KLEMS Growth and Productivity Accounts 2017 Release, Statistical Module. Country notes for Germany. Online verfügbar unter http://www.euklems.net/TCB/2018/DE_documentation_2017.pdf.

O’Mahony, Mary.; Timmer, Marcel (2009): Output, Input and Productivity Measures at the Industry Level: The EU KLEMS Database. In: *Economic Journal* 119 (538), F374-F403.

Oliner, Stephen D.; Sichel, Daniel E. (2000): The Resurgence of Growth in the Late 1990s: Is Information Technology the Story? In: *Journal of Economic Perspectives* 14 (4), S. 3–22. DOI: 10.1257/jep.14.4.3.

Solow, R. M. (1987): We’d Better Watch Out. In: *New York Times Book Review*, S. 36.

Stehrer, R.; Bykova, A.; Jäger, K.; Reiter, O.; Schwarzhappel, M. (2019): Industry Level Growth and Productivity Data with Special Focus on Intangible Assets. Report on Methodologies and Data Construction for the EU KLEMS Release 2019. In: *The Vienna*

Institute for International Economic Studies (wiiw). Online verfügbar unter <https://euklems.eu/wp-content/uploads/2019/10/Methodology.pdf>.

van Ark, Bart (2016): The Productivity Paradox of the New Digital Economy. In: *International Productivity Monitor* (31), S. 3.