



ECO

AUSTRIA

INSTITUT FÜR
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

Wien, im Juni 2023

STUDIENBERICHT

Ökonomische Effekte der Digitalisierung

Studie im Auftrag
von Microsoft Österreich GmbH, Accenture GmbH und Avanade Österreich GmbH

www.ecoaustria.ac.at

STUDIENBERICHT

Ökonomische Effekte der Digitalisierung

Nikolaus Graf, Wolfgang Briglauer

Studie im Auftrag Microsoft Österreich GmbH, Accenture GmbH und Avanade Österreich GmbH

Juni 2023

Executive Summary

Die effiziente Nutzung digitaler Technologien befördert die digitale Wettbewerbsfähigkeit und damit die wirtschaftliche Entwicklung (Kapitel 2). **Produktionsseitig sind dabei direkte und indirekte Wirkungskanäle** maßgeblich, etwa die Innovation, Entwicklung, Produktion und marktmäßige Bereitstellung digitaler Anwendungen, von Software und IT sowie damit verbundene indirekte und induzierte Wertschöpfung. Maßgeblich sind aber auch **direkte und indirekte Effekte der Nutzung**. Diese Nutzung erfolgt in Unternehmen, Haushalten und im öffentlichen Sektor. Die Nutzung befördert u.a. operative Effizienz der Unternehmen, senkt Transaktions- und Informationskosten, befördert den ortsungebundenen Marktzugang sowohl zu Endkundenmärkten als auch zu Vorleistungsmärkten, hebelt Innovation und führt dabei zur Entwicklung neuer Produkte und Vertriebskanäle. In einer zweiten Runde befördert die erfolgreiche Digitalisierung von bestehenden Unternehmen sowie der Marktzugang innovativer neuer Unternehmen den Wettbewerb. Dies erhöht die Markteffizienz und senkt Produzenten- und Konsumentenpreise. Die produktions- und nutzungsseitigen Wirkungskanäle, Synergie- und Komplementäreffekte, aber auch Substitutionseffekte **bilden in ihrem Zusammenwirken die Grundlage für die makroökonomischen Wirkungen der Digitalisierung** (Abbildung 1). Diese makroökonomischen Wirkungen werden im Kapitel 4 der Studie quantifiziert. Darauf aufbauend erfolgt eine Abschätzung der makroökonomischen Effekte, die sich aus einem Aufholprozess Österreichs zu den Spitzenländern der Digitalisierung ergeben würden.

Österreich ist in vielen internationalen Betrachtungen der Digitalisierung gut positioniert, jedoch nicht im Spitzenfeld (Kapitel 3). Aus einer Position im guten Mittelfeld ergeben sich in den gängigen Indexbetrachtungen **Aufholpotenziale von etwa einem Fünftel bis einem Viertel** zu den Spitzenländern der Digitalisierung, allen voran die USA, Dänemark, Schweden, Finnland oder die Niederlande. Für die Aufholpotenziale in Österreich maßgeblich sind insbesondere die Verfügbarkeit von hochspezialisierten IT-Fachqualifikationen und digitalen Basiskompetenzen in der Bevölkerung, die Nutzung von digitalen Technologien in Unternehmen, insbesondere in KMU und in traditionell weniger stark technisierten Dienstleistungsbranchen wie dem Tourismus, sowie weiters Breitbandinfrastrukturen und digitale Innovationsfähigkeit.

Die Nutzung digitaler Technologien befördert die volkswirtschaftliche Entwicklung und erhöht das Bruttoinlandsprodukt (BIP) (Kapitel 4). In der Panel-Analyse zeigt sich, dass eine stärkere **digitale Wettbewerbsfähigkeit mit einem höheren BIP pro Kopf** einhergeht (Abbildung 15). Dabei zeigen die Ergebnisse, dass eine Verbesserung der digitalen Wettbewerbsfähigkeit um 1% das BIP pro Kopf um 0,16% erhöht. Gegeben das Aufholpotenzial, das sich für Österreich zu den Ländern mit der höchsten digitalen Wettbewerbsfähigkeit ergibt, wird ein Aufholscenario ab 2023 modelliert. Im Hinblick auf digitale Wettbewerbsfähigkeit ergibt sich für Österreich ein Aufholpotenzial von etwa 22% zu den führenden Ländern. Es wird unterstellt, dass Österreich ab 2023 aufholt und 2027 die volle Wettbewerbsfähigkeit der Spitzenländer erreicht. Auf Basis von Ergebnissen der Regressionsanalyse sowie der identifizierten Aufholpotenziale von etwa einem Fünftel ergibt sich nach voller Realisierung des Catching Up Szenarios ab 2027 eine Erhöhung des BIP pro Kopf von etwa 3,5%. Zu Preisen des Jahres 2022 ergibt sich dann pro Jahr ein **zusätzliches BIP von bis zu 17,4 Mrd. Euro** bzw. von mehr als **1.800 Euro an zusätzlicher Wertschöpfung pro Einwohner und Einwohnerin**. Über den gesamten Zeitraum des Szenarios kumuliert ergibt sich eine **zusätzliche Wirtschaftsleistung von etwa 100 Mrd. Euro** (Abbildung 15).

Für digitale Wettbewerbsfähigkeit ist nicht so sehr die Verfügbarkeit von Technologien, sondern insbesondere die effiziente und effektive Nutzung entscheidend. Aktuell sind Cloud-Dienste von besonderer Bedeutung. Die Analyse von Technologiekomponenten – neben Cloud u.a. Big Data, künstliche Intelligenz, ERP-Systeme – zeigt, dass Unterschiede der **Nutzung von Cloud-Diensten** und damit einhergehende Wirkungskanäle allein **zwei Drittel der Varianz der digitalen Wettbewerbsfähigkeit statistisch erklären** können (Abbildung 12). Aus der Nutzung von Cloud-Diensten ergeben sich gerade für KMU Effizienz- und Produktivitätspotenziale. Grundlage dieser Vorteile sind Flexibilität, Skalierbarkeit, die Abrechenbarkeit von Leistungen „on-demand“ und „as-you-use“, die örtlich ungebundene Verfügbarkeit, Skalen- und Effizienzvorteile hoch spezialisierter Anbieter gegenüber eigenen Kapazitäten und Infrastrukturen „in-house“ sowie die Teilbarkeit von Ressourcen im „Multi-Tenancy Prinzip“ (Mehrmandantenfähigkeit).

Inhalt

1.	Hintergrund und Motivation	1
2.	Ökonomische Wirkungskanäle der Digitalisierung	2
2.1.	Produktionsseitige Wirkungskanäle.....	4
2.2.	Nutzungsseitige Wirkungskanäle.....	8
2.2.1.	<i>Nutzungsseitige Wirkungskanäle in Unternehmen</i>	9
2.2.2.	<i>Nutzung von digitalen Technologien durch private Haushalte</i>	21
2.2.3.	<i>Nutzung von digitalen Technologien im öffentlichen Sektor</i>	25
3.	Bestandsaufnahme und Aufholpotenziale der Digitalisierung in Österreich	36
4.	Volkswirtschaftliche Effekte der Digitalisierung	42
4.1.	Makroökonomische Effekte von digitaler Wettbewerbsfähigkeit.....	42
4.2.	Modellierung eines Catching Up Szenario für Österreich.....	50
5.	Literaturverzeichnis	54

Abbildungen

Abbildung 1: Wirkungsmodell von Digitalisierung und digitaler Wettbewerbsfähigkeit	3
Abbildung 2: Wertschöpfungsbeiträge der IT-Industrie in Österreich.....	6
Abbildung 3: Beschäftigungsbeiträge der IT-Industrie in Österreich	6
Abbildung 4: Die Effekte der Nutzung auf die Unternehmen und das Umfeld	11
Abbildung 5: Anwendungsfelder und Potenziale von Digitalisierung bei internen Prozessen und Verfahrensabläufen	27
Abbildung 6: Anwendungsfelder und Potenziale von Digitalisierung bei externen Prozessen	30
Abbildung 7: Anwendungsfelder und Potenziale von Digitalisierung bei Partizipation und Bürgerbeteiligung	31
Abbildung 8: Ergebnisse des Digital Economy and Society Index 2022 für Österreich und EU-27	36
Abbildung 9: Österreich relativ zur Spitzengruppe im Zeitverlauf	37
Abbildung 10: Ergebnisse des IMD Digital Competitiveness Index 2022 für Österreich und Top-40	38
Abbildung 11: Österreich relativ zur Spitzengruppe im Zeitverlauf	39
Abbildung 12: Bedeutung von Cloud-Diensten für digitale Wettbewerbsfähigkeit	40
Abbildung 13: Bestandsaufnahme der Digitalisierung und Aufholpotenziale für Österreich	43
Abbildung 14: Funktionaler Zusammenhang zwischen Indexrängen und Indexwerten am Beispiel des Jahres 2019.....	45
Abbildung 15: Ergebnisse des BIP Effekts im Catching Up Szenario 2023 bis 2030	51

Tabellen

Tabelle 1: Variablen, Definitionen und Quellen	47
Tabelle 2: Deskriptive Statistiken	48
Tabelle 3: Regressionsergebnisse von digitaler Wettbewerbsfähigkeit auf das BIP pro Kopf mit Periodeneffekten und länderspezifisch festen Effekten	49

1. Hintergrund und Motivation

Digitale Technologien stellen eine Grundlagen- und Mehrzwecktechnologie für die Ökonomie, für die Gesellschaft sowie für die Verwaltung und Organisation des öffentlichen Gemeinwesens dar. Die vorliegende wirtschaftswissenschaftliche Betrachtung stellt die volkswirtschaftliche Bedeutung von Digitalisierung in den Vordergrund. Der Fokus liegt auf der Nutzung von digitalen Technologien sowie ihren Wirkungskanälen und Effekten. Digitalisierung stellt in diesem Verständnis keinen reinen „Selbstzweck“ dar. Effizient und wirkungsvoll eingesetzt, können digitale Technologien Grundlage bieten, um Tätigkeiten, die Fertigung von Produkten, die Bereitstellung und Verarbeitung von Informationen, die Organisation und Durchführung von Prozessen, die Entwicklung und den Betrieb von Geschäftsmodellen, Freizeitaktivitäten und Erlebnisse, Verwaltungsprozesse und vieles mehr zunächst „anders“ und in weiterer Folge effizienter, besser, verlässlicher, transparenter, zugänglicher, interaktiver oder einfach nur schneller zu machen. Digitalisierung hat damit Einfluss auf die Art, wie Unternehmen, Organisationen, Vereine, Haushalte, Behörden organisiert sind und wie sie funktionieren. Neue Prozess- und Interaktionsformen entstehen, bestehende verlieren an Bedeutung oder unterliegen einer digitalen Transformation. Die veränderten organisatorischen und funktionalen Muster schlagen sich auch auf der Strukturebene nieder, prägen Branchen, Wertschöpfungsketten, Verhaltens- und Interaktionsstrukturen. Sie beeinflussen und verändern damit die Gesellschaft, das Gemeinwesen und die Ökonomie.

Textbox 1: Begriffsdefinition „Digitalisation“ versus „Digitization“

Digitalisierung umfasst die Implementierung und Nutzung digitaler und datengetriebener Technologien, etwa in Form von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT). Die IKT-Branche beinhaltet dabei insbesondere die relevanten Telekommunikationsinfrastrukturen sowie IKT-Hardware und IKT Dienstleistungen und bildet somit die infrastrukturelle Grundlage der Digitalisierung. Letztere umfasst auch internetbasierte Dienste und digitalisierte Prozesse in traditionellen Branchen. Die Überführung von analogen in digitale Prozesse und Funktionen wird als digitale Transformation verstanden. Sie erfolgt auf Basis von digitalen Technologien und ihrer Innovation. Im Vordergrund der Studie steht nicht die technische Digitalisierung von Prozessen, sondern die Implementation und Nutzung digitaler Technologien und daraus resultierenden Anwendungen in alltäglichen wirtschaftlichen, sozialen, administrativen etc. Prozessen. Für die technologische Überführung und Umwandlung analoger in digitale Information wird im englischen Sprachraum der Begriff „Digitization“ verwendet. Digitization stellt die technologische Basis für die alltägliche und allgegenwärtige Nutzung digitaler Technologien im Sinne von „Digitalisation“ und für die digitale Transformation dar. Für die gegenständliche Betrachtung sind die wirtschaftlichen Folgen, Wirkungen und Wirkungskanäle dieses digitalen Wandels relevant. Im Unterschied zur technologischen Digitalisierung zielt der hier maßgebliche Begriff von Digitalisierung auf die strukturelle Einführung digitaler Technologien in bislang „analoge“ Prozesse ab.

Quellen: Stockinger 2017, S. 6; Gbadegeshin 2019, S. 50; siehe auch Accenture (unter dem [Weblink](#)): „Digital transformation is the process by which companies embed technologies across their businesses to drive fundamental change.“

Im ersten Abschnitt der Studie (Kapitel 2) werden Wirkungszusammenhänge und Kanäle anhand eines systematischen Wirkungsmodells beschrieben. Dargestellt werden die Wirkungszusammenhänge und -kanäle, wie sie aus der Entwicklung, Produktion und Nutzung

digitaler Anwendungen entstehen und die dabei letztlich den gesamtwirtschaftlichen Output erhöhen. Im zweiten Abschnitt der Studie (Kapitel 3) erfolgt eine Bestandaufnahme der Digitalisierung in Österreich. Dabei werden der Umfang und Fortschritt der Nutzung digitaler Technologien durch Unternehmen, Gesellschaft, Verwaltung in Österreich und insbesondere die digitale Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Vergleich dargestellt. Im dritten Abschnitt (Kapitel 4) werden die gesamtwirtschaftlichen Effekte der Digitalisierung dargestellt und im Rahmen von multivariaten Panel-Regressionsverfahren quantifiziert. Ausgehend von den Aufholpotenzialen, die sich aus der Positionierung Österreichs in internationalen Bestandsaufnahmen (Kapitel 3) ergeben, wird ein Aufholsszenario modelliert, und es werden die volkswirtschaftlichen Effekte, die sich aus einem Catching Up Österreichs zur internationalen Spitze ergeben, bemessen.

Die Studie unterstreicht die positiven Effekte und Wirkungen, die sich aus einem Aufholen Österreichs zu den internationalen Spitzenländern bei der Digitalisierung ergeben würden. Digitale Wettbewerbsfähigkeit befördert nicht nur die Innovation, Produktion und Verbreitung von IT- und Softwareprodukten. Darüber hinaus entstehen positive direkte und indirekte effizienz- und produktivitätssteigernde Effekte der Nutzung für Unternehmen, Haushalte und für die Verwaltung.

2. Ökonomische Wirkungskanäle der Digitalisierung

„You can see the computer age everywhere but in the productivity statistics.“ Das noch aus den 1980er Jahren stammende Zitat des späteren Nobelpreisträgers für Wirtschaftswissenschaften Robert M. Solow hat als „Solow-Paradoxon“ große Bekanntheit über die Ökonomie und Wirtschaftsforschung hinaus erlangt. Auch im Jahr 2023 stellt die Identifikation makroökonomischer Effekte die empirische Forschung vor Herausforderungen.

Es erfolgt in Kapitel 2 eine Darstellung von Wirkungskanälen und Wirkungszusammenhängen der Digitalisierung, wie diese in Abbildung 1 zusammenfassend dargestellt sind. Diese Wirkungszusammenhänge bilden die Grundlage für die im Kapitel 4 identifizierten makroökonomischen Effekte. Zur Darstellung und Identifikation von Wirkungszusammenhängen wurde aus der theoretischen und empirischen Literatur ein Wirkungsmodell abgeleitet. Hier können die vielschichtigen und mehrdimensionalen Wirkungskanäle und Effekte berücksichtigt werden. Diese vielfältigen Wirkungskanäle ebenso wie die resultierenden gesamtwirtschaftlichen Wachstumspotenziale begründen sich in der Eigenschaft von digitalen Technologien und IKT als sogenannter Schlüssel- und Mehrzwecktechnologie bzw. „General Purpose Technologies“ (Bresnahan & Trajtenberg 1995). Demnach sind digitale Technologien und IKT durch drei wesentliche Merkmale zu charakterisieren: sie weisen erstens eine hohe Innovationsdynamik auf, sie sind zweitens in allen Bereichen der Wirtschaft anwendbar, und sie liefern drittens branchenübergreifend und ständig Impulse für neue Produkte, Dienste, Prozesse und Geschäftsmodelle. Wie die nachfolgenden Ausführungen zeigen werden, lassen sich diese drei wesentlichen Charakteristika generell gut belegen.

Im Wirkungsmodell wird, in der Abbildung 1 links dargestellt, digitale Wettbewerbsfähigkeit als Ausgangspunkt makroökonomischer Effekte betrachtet. Die makroökonomische Wirtschaftsleistung, in der Darstellung rechts unten abgebildet, wird im Wirkungsmodell in

2.1. Produktionsseitige Wirkungskanäle

Im Wirkungszusammenhang von Digitalisierung sind zunächst, produktionsseitig, die IT- und Software produzierenden Unternehmen relevant. Sie stellen IT-Systeme, Software und digitale Produkte kommerziell und in skalierbarer Menge bzw. Größe her. Sie innovieren Produkte und Software, entwickeln, produzieren und vertreiben diese marktmäßig. Die damit verbundene Wirtschaftsleistung oder Wertschöpfung stellt einen direkten produktionsseitigen Wirkungskanal für ökonomische Effekte von Digitalisierung dar. Dieser ist im Wirkungsmodell (Abbildung 1) im unteren Teil der Abbildung in Form des blau dargestellten Kanals abgebildet. Diese direkten Beiträge gehen unmittelbar in die volkswirtschaftliche Wertschöpfung ein. Auf dieser Wertschöpfung basieren wieder Löhne und Konsum, Unternehmensgewinne und Renditen, Investitionen, Steueraufkommen und vieles mehr. Teil des produktionsseitigen Wirkungskanals sind aber indirekte und induzierte Effekte, die aus der IT- und Softwareproduktion und der Produktion der damit verbundenen Vorleistungen ausgelöst werden.

AutorInnen des IDC¹ (Yashkova & O'Boyle Kelly 2022) betrachten Wertschöpfungseffekte am Beispiel von Cloud-Technologien. Digitale Technologien umfassen freilich mehr als Cloud-Services, die hier aufzuzeigende Systematik produktionsseitiger Wirkungskanäle lässt sich anhand der Darstellung aber beispielhaft erläutern: Auch im Falle von Cloud-Diensten erschließt sich der direkte produktionsseitige Wertschöpfungsbeitrag keinesfalls in Wertschöpfungsbeiträgen, die ein Hersteller und Anbieter, bei Yashkova und O'Boyle Kelly ist es Microsoft, selbst erwirtschaftet. Das Ökosystem umfasst hier etwa IT Dienste, Einzelverkauf und Vertrieb von Software und Cloud-Service-Angeboten, unternehmensbezogene Dienstleistungen, Netzwerkdienstleistungen und die Produktion und den Vertrieb von erforderlicher Hard- und Software. Das „Ökosystem“ der Herstellung von Cloud-Systemen geht über die Produktion von IT und Software hinaus. An der Produktions- oder Wertschöpfungskette sind zahlreiche weitere Produzenten und Dienstleister beteiligt, die ihrerseits Wertschöpfung generieren². Ein dritter, jedoch nicht mehr produktionsseitiger, sondern nutzungsseitiger Kanal betrifft bei Yashkova und O'Boyle Kelly die nutzenden und nachfragenden Unternehmen. Sie erzielen ebenfalls Wertschöpfungseffekte, dies aus der Nutzung von Cloud-Diensten und der daraus resultierenden Steigerung von Effizienz und Rentabilität (siehe unten).

¹ Das IDC oder International Data Corporation ist ein international agierendes Marktforschungs- und Beratungsunternehmen aus den USA. Die von Microsoft finanzierte Studie ist abrufbar über die Website von IDC unter dem [Weblink](#).

² Hierzu heißt es bei Yashkova und O'Boyle Kelly (2022, S. 1): „Because organizations that spend on cloud computing also spend on ancillary products and services, the ecosystem in support of Microsoft cloud implementations is bigger than Microsoft's cloud business, [...]“ Weiterführend heißt es im Zusammenhang mit den im Rahmen der Wertschöpfungskette ausgelösten Effekten: „But Microsoft doesn't supply everything customers need in their cloud implementations. They typically also need a surrounding constellation of products and services that add additional software, services, consulting, hardware, networking, training, support, integration, management services, and distribution on top of what they get from Microsoft. Call this an economic dividend for the Microsoft ecosystem“ (Yashkova & O'Boyle Kelly 2022, S. 3).

Textbox 2: Direkter Wertschöpfungsbeitrag als ökonomischer Wirkungskanal am Beispiel der Microsoft Cloud-Dienste

Der unmittelbare oder direkte Wertschöpfungsbeitrag der Anbieter von digitalen Technologien stellt keineswegs den einzigen Wertschöpfungskanal und Wertschöpfungsbeitrag dar. In einem Wirkungsmodell der Digitalisierung müssen sie aber jedenfalls berücksichtigt werden, da auf diese Weise unmittelbare Wohlfahrtseffekte und BIP Beiträge in Form von Produktivität, Unternehmenserlösen, Löhnen, Steuern, Investitionen etc. entstehen. Microsoft stellt einen von vielen, aber eben auch einen der größten Anbieter von digitalen Technologien und Diensten dar. Dabei beziffern die AutorInnen des IDC (Yashkova und O'Boyle Kelly 2022, S. 2) weltweite Umsatzerlöse („Revenue“) von Microsoft auf 168 Milliarden US-Dollar im Geschäftsjahr 2021. Die Umsatzerlöse aus Cloud-Diensten und damit zusammenhängenden Leistungen und Produkten belaufen sich für das Unternehmen auf 30%. Umsatzerlöse aus Cloud-Technologien wachsen drei mal schneller als der Gesamtumsatz des Unternehmens und übertreffen bereits Erlöse aus den Produkten „Office“ und „Windows“.

Quelle: Yashkova, O. & O'Boyle Kelly, D. (2022). Microsoft Cloud Dividend: Assumptions and Methodology. IDC White Paper sponsored bei Microsoft. International Data Corporation. ([Weblink](#)).

Dem hier entwickelten Wirkungsmodell in Abbildung 1 anschlussfähig, werden bei Yashkova und O'Boyle Kelly drei Wirkungskanäle erfasst: ein erster unmittelbar produktionsseitiger Kanal, der am Beispiel von Microsoft dargestellt wird („Call this an economic dividend for Microsoft“), ein zweiter indirekt produktionsseitiger Wirkungskanal von vorleistenden Unternehmen und Produzenten komplementärer Produkte und Dienste sowie hier entstehender Wertschöpfung etc. („Call this an economic dividend for the Microsoft ecosystem“) und ein dritter nutzungsseitiger Kanal der nachfragenden Unternehmen, die auf Grundlage der Cloud-Dienste ihre Produktivität und Rentabilität verbessern und daraus wieder Gewinne, Löhne, Investitionen, Steuern generieren („Call this an economic dividend for customers using cloud computing“; Yashkova & O'Boyle Kelly 2022, S. 3). Die ersten beiden Kanäle sind produktionsseitige Kanäle. Der dritte nutzungsseitige Kanal entspricht im hier entwickelten Wirkungsmodell am ehesten den internen Effekten der nutzenden Unternehmen (siehe unten). Auf Basis ihrer empirischen Schätzung kommen die AutorInnen des IDC zu dem Ergebnis, dass auf jeden Dollar, den Microsoft aus Cloud-Diensten umsetzt, 7 bis 7,5 Dollar für das Microsoft Cloud-Service Ökosystem entfällt. Letzteres setzt sich aus Unternehmens- und Businesspartnern in der von Microsoft Cloud-Diensten ausgelösten Wertschöpfungskette zusammen (Yashkova und O'Boyle Kelly 2022, S. 4).³

Für Österreich betrachten AutorInnen des IWI das ökonomische Volumen der IT-Industrie (zitiert nach Scharf 2023), d.h. produktionsseitige Kanäle von Digitalisierung. Der Fokus liegt hier auf Software- und IT-Dienstleistungen, der produzierende Sektor ist in der Betrachtung exkludiert. Den Ergebnissen entfällt auf die IT-Industrie in Österreich ein Wertschöpfungsbeitrag von etwa 13,6 Mrd. Euro sowie ein Beschäftigungsvolumen im Umfang von über 180.000 Beschäftigten (Abbildung 2 und Abbildung 3). Dabei wird von den Produzenten digitaler Produkte und Dienste unmittelbare Wertschöpfung, Beschäftigung und daraus resultierender Konsum ausgelöst. Die aus der IT-Produktion in der Wertschöpfungskette ausgelöste Nachfrage generiert ihrerseits

³ Hier heißt es bei Yashkova und O'Boyle Kelly (2022, S. 4): „In terms of magnitude, the ecosystem earns from \$7.01 to \$7.41 for every \$1.00 of Microsoft cloud revenue.“

Wertschöpfungsbeiträge, Beschäftigung und Konsum. Beide Kanäle gehen produktionsseitig in das BIP ein und entsprechen im Wesentlichen dem im Wirkungsmodell dargestellten produktionsseitigen Wirkungskanälen (Textbox 3).

Abbildung 2: Wertschöpfungsbeiträge der IT-Industrie in Österreich

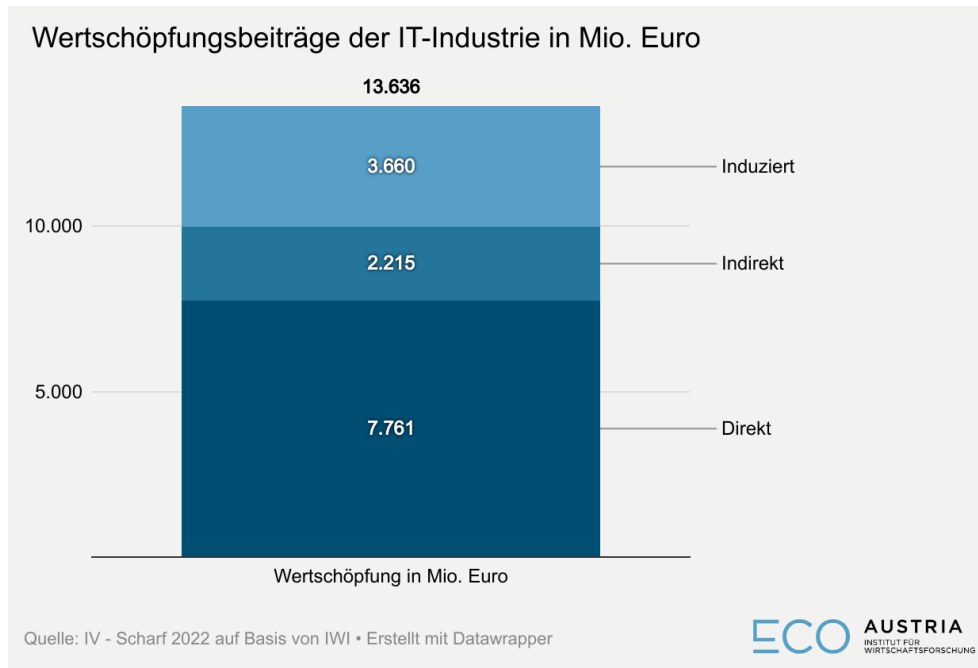
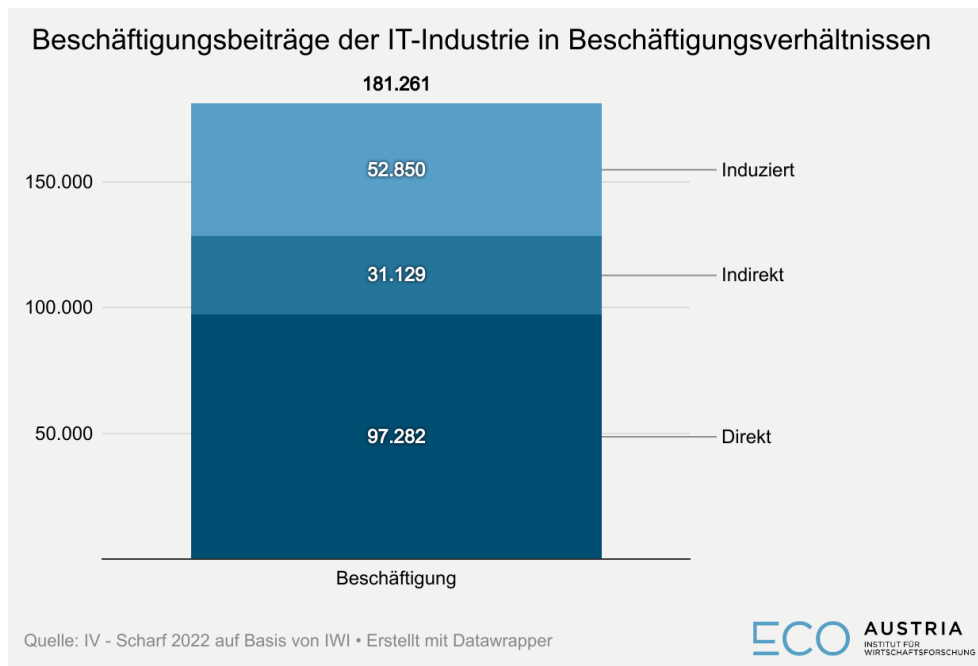


Abbildung 3: Beschäftigungsbeiträge der IT-Industrie in Österreich



Textbox 3: Direkter Wertschöpfungsbeitrag der IT-Industrie in Österreich

AutorInnen des IWI (zitiert nach Scharf 2023) betrachten die Bedeutung der IT-Industrie in Österreich. Dies erfolgt auf Grundlage einer volkswirtschaftlichen Input/Output-Analyse für 2021. Diese Analyse fokussiert auf die produktionsseitigen Beiträge. Der Fokus liegt auf den IT-Dienstleistungen, d.h. exklusive Produktion von Hardware. Berücksichtigt werden die NACE Branchen Verlegen von Software (J 58.2), Erbringung von Dienstleistungen der Informationstechnologie (J 62) und Informationsdienstleistungen (J 63). Darüber hinaus werden anteilmäßig auch der Handel mit Software, der Content Bereich sowie die Forschung und Entwicklung berücksichtigt. Die österreichische IT-Industrie zählt im Jahr 2021 insgesamt rund 17.400 Unternehmen und erreicht bei einem Produktionswert von fast 21 Mrd. Euro einen mittel- und unmittelbaren Umsatz von fast 29 Mrd. Euro. Die Unternehmen selbst generieren Umsatzerlöse von etwa 17,1 Mrd. Euro. Daraus resultiert ein direkter Wertschöpfungsbeitrag zum österreichischen BIP durch die IT-Industrie in Höhe von 7,7 Mrd. Euro. Hinzu kommen ausgelöste Effekte, d.h. indirekte Wertschöpfungsbeiträge entlang der Vorleistungskette, sowie induzierte Effekte. Letztere werden durch ökonomische Aktivitäten, die Beschäftigung und den daraus resultierenden Konsum im Rahmen der direkten und indirekten Beiträge ausgelöst. Insgesamt, d.h. über alle drei Kanäle, löst die IT-Industrie in Österreich einen Wertschöpfungsbeitrag in Höhe von 13,6 Mrd. Euro aus. Beschäftigungsseitig umfasst der Wertschöpfungsbeitrag der IT-Industrie ein Volumen von mehr als 181.000 Arbeitsplätzen, wovon 97.282 Personen direkt in der IT-Industrie tätig sind.

Quelle: Scharf, D. (2023). IT-Industrie. Struktur, Trends und Standort-Anforderungen in Österreich. Papier der österreichischen Industriellenvereinigung (IV). ([Weblink](#)).

Eine Betrachtung des Wertschöpfungsanteils von IKT produzierenden Branchen, IKT intensiv nutzenden Branchen sowie Branchen mit mittlerer und geringer IKT-Intensität liefern AutorInnen des WIFO (Peneder et al. 2019, S. 7). Dabei gilt eine andere und breitere Branchenklassifikation als in der Betrachtung des IWI.⁴ Die Autoren schätzen die IKT-Intensität der nutzenden Wirtschaftszweige nach dem jeweiligen Beschäftigungsanteil von IT-Fachkräften auf Basis des EU Labour Force Survey. Einige der IKT-nutzenden Branchen weisen sehr hohe Anteile von IKT-Fachkräften auf.⁵ Auf IKT-produzierende Unternehmen entfällt ein Wertschöpfungsanteil von 5,8%. Dieser Beitrag wird von den AutorInnen als im europäischen Vergleich unterdurchschnittlich qualifiziert (Peneder 2019, S. 7 sowie S. 60 ff).⁶ Im europäischen Vergleich mit 28 Ländern belegt Österreich den vorletzten Rang. Dabei haben sich, von einem geringen Niveau ausgehend, die Wertschöpfungsanteile in den IKT-produzierenden Branchen in den fünf Jahren vor der Analyse (2011 bis 2015) dynamischer entwickelt als in vielen Vergleichsländern. Die Autoren schließen auf einen Aufholprozess. Etwas höher, im europäischen Vergleich jedoch ebenfalls nur durchschnittlich, ist der Wertschöpfungsbeitrag der IKT intensiv nutzenden Branchen. Er beträgt 13,3%, und damit liegt Österreich im Vergleich mit 28 europäischen Ländern auf Rang 18. In Korrespondenz zum hier präsentierten Wirkungsmodell (Abbildung 1) sind

⁴ Als Branchen werden hier einerseits Dienstleistungen wie Computer Programmierung, Beratung, u.ä. (NACE 62), Telekommunikation (NACE 61) und Informationsdienstleistungen (NACE 63), sowie auch die IKT produzierenden Branchen in der Warenherstellung, das sind Computer, elektronische und optische Geräte (NACE 26) sowie die Reparatur von Computern, Geräten für den persönlichen Bedarf, u.ä. berücksichtigt (siehe Peneder et al. 2019, S. 53).

⁵ Dazu gehören neben der Herstellung von elektrischen Ausrüstungen und Geräten (NACE 27) das Verlagswesen (NACE 58), die Film- und Musikbranche (NACE 59), Rundfunkveranstalter (NACE 60), Werbung und Marktforschung (NACE 73), sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten (NACE 74) sowie die Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen (NACE 33).

⁶ Die Autoren kommen zu dem Befund: „Innerhalb der EU 28 liegt Österreich damit am vorletzten Platz, während z.B. die Schweiz als Nicht-EU-Mitglied mit über 9% den zweiten Platz hinter Luxemburg einnimmt“ (ebd., S. 7).

Wertschöpfungsbeiträge der IKT-nutzenden Branchen wieder den nutzungsseitigen Wirkungskanälen, die hier in oranger Farbe illustriert wurden, zuzuordnen.

Resümee

Die direkten und indirekten Wertschöpfungsbeiträge sind ein wichtiger Bestandteil der gesamtwirtschaftlichen Effekte von digitaler Wettbewerbsfähigkeit. Ein erster Wirkungskanal betrifft damit Produktionsseite digitaler Technologien, die Produktion und die kommerzielle Bereitstellung von Anwendungen und Applikationen sowie die dadurch ausgelöste Wertschöpfung in Form von Vorleistungen. Mit der technologischen Entwicklung sowie mit der Entwicklung der technologischen Möglichkeiten entstanden und entstehen neue und innovative digitale Produkte und Anwendungen. Anbieter von digitalen Anwendungen und Technologien in IT-produzierenden Branchen entwickeln und betreiben ihre Geschäftsmodelle und tragen durch ihre Wirtschaftsleistung und ihre Wertschöpfung direkt zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung bei.

Die verfügbaren Betrachtungen unterstreichen für Österreich ein Aufholpotenzial. Im Prozess der Technologieverbreitung sind auch junge und innovative Unternehmen von grundlegender Bedeutung. Dabei gilt, dass Österreich im Vergleich zu anderen europäischen Ländern eine eher niedrige Unternehmens- und Gründungsdynamik aufweist. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es für die Durchsetzungsfähigkeit innovativer Technologien häufig auch junge und neue Marktteilnehmer braucht, die aufgrund von Produkt- und Prozessinnovationen Wettbewerbsdynamik auslösen können. Diese sind für die Innovationsdynamik einer Volkswirtschaft relevant, da etablierte Unternehmen häufig auf ihre etablierten Strategien und Produkte setzen und solche „Pfadabhängigkeiten“ die Adoption und Innovation disruptiver Technologien zum Teil hemmen können. Unter österreichischen Start-ups weist in hoher Anteil Geschäftsfelder im Digitalisierungsbereich auf. Im Jahr 2020 entfielen auf Geschäftsfelder im Bereich Digitalisierung etwa 55% der Start-ups insgesamt (Köppl-Turyňa et al. 2022). Diese jungen und innovativen Unternehmen sind also selbst auf der Angebotsseite der IT und Software produzierenden Märkte aktiv. Diese Unternehmen tragen mit ihren Geschäftsmodellen produktionsseitig direkt zur gesamtwirtschaftlichen Wertschöpfung bei. Zugleich befördern technologieaffine Jungunternehmen mit ihrer Wachstums- und Innovationsdynamik auch über die IT und Software produzierenden den Wettbewerb. Sie sind mit ihren Aktivitäten eine Quelle auch für die im Abschnitt 2.2.1 beschriebenen externen, im Wettbewerbssystem wirkenden, nutzungsseitigen Kanäle.

2.2. Nutzungsseitige Wirkungskanäle

Die Produktionsseite von digitalen Technologien macht einen wichtigen Teil der ökonomischen Bedeutung von Digitalisierung aus. Darüber hinaus sind im Wirkungsmodell aber auch Wirkungskanäle relevant, die durch die Nutzung digitaler Technologien in den Unternehmen außerhalb der IT- und Softwareindustrie entstehen. Neben den Unternehmen entstehen nutzungsseitige Wirkungszusammenhänge auch auf Seiten der Haushalte und der öffentlichen Verwaltung und, noch viel breiter, bei Akteuren des öffentlichen Gemeinwesens. Auch in diesen nicht privatwirtschaftlich organisierten Bereichen steigt operative Effizienz, Praktikabilität und

sowohl der wirtschaftliche Nutzen, als auch die empfundene Zufriedenheit und Praktikabilität der NutzerInnen, KonsumentInnen, BürgerInnen. Diese nutzungsseitigen Wirkungszusammenhänge sind im Wirkungsmodell (Abbildung 1) im oberen Teil in Form des orange unterlegten Wirkungskanals dargestellt.

2.2.1. Nutzungsseitige Wirkungskanäle in Unternehmen

Nutzende Unternehmen hebeln durch den Einsatz und die Nutzung digitaler Technologien zunächst die interne Effizienz. Über das Wettbewerbssystem entstehen externe Effekte. Technologieaffine Unternehmen steigern durch die Nutzung digitaler Technologien nicht nur ihre interne Effizienz, sondern letztlich ihre Rentabilität und Wettbewerbsfähigkeit. Zudem betreten neue innovative Unternehmen den Markt, mit innovativen Produkten, Prozessen und Geschäftsmodellen. Insgesamt steigt der Wettbewerb. Dabei entsteht disruptiver Wettbewerbsdruck auf weniger technologieaffine Unternehmen, die entweder vom Markt gehen, alternative Wege zur Steigerung ihrer Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit entwickeln oder selbst erfolgreiche Strategien der Digitalisierung entwickeln. Durch interne und externe Effekte steigt die Produktivität des gesamten Wettbewerbssystems.

Interne Effekte in den nutzenden Unternehmen

Die Einbettung digitaler Technologien in Prozesse, Produkte und Geschäftsmodelle verändert die Art und Weise, wie Unternehmen organisiert sind. Dies betrifft die internen Prozesse, genauso wie Interaktionen an Schnittstellen nach außen gegenüber Partnern, KundInnen, Behörden, aber auch die Produktionssysteme sowie die Bereitstellung von Diensten selbst.⁷ Ebenso sind Innovations- und Technologieadoptionfähigkeit, strategische Entscheidungen und die Entscheidungsfindung („Decision Making“), Produktentwicklung, Vertrieb, Logistik, Unternehmensverwaltung und vieles mehr von Digitalisierung betroffen.

⁷ Anwendungsfelder und Anwendungsformen digitaler Mehrzwecktechnologien (Brynjolfsson et al. 2018) in den Unternehmen sind breit gestreut und integrieren häufig unterschiedlichste Technologieformen, etwa AI, Cloud Technologien, Big Data, Predictive Maintenance, Industrie 4.0, Electronic Data Interchange, E-Invoicing und vieles mehr.

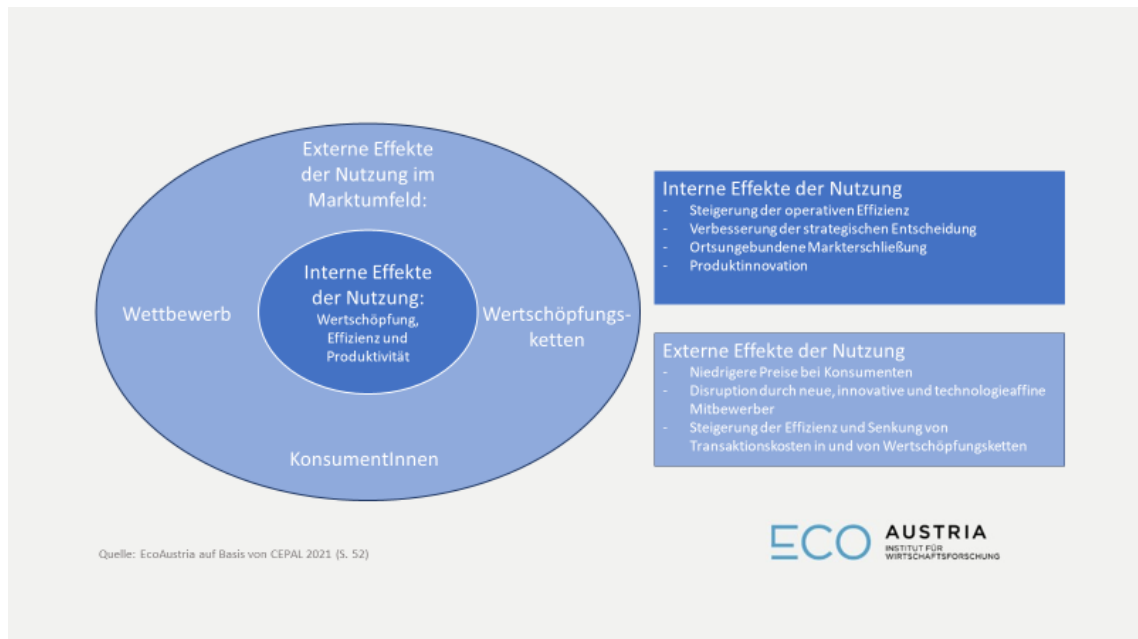
Textbox 4: Effekte der Digitalisierung auf nutzende Unternehmen

Ergebnisse einer Unternehmensumfrage in Österreich zeigen, dass Unternehmen von Digitalisierung profitieren. Einer Befragung unter mehr als 800 Unternehmen zufolge, befördert eine stärkere Digitalisierung das Umsatz- und Produktivitätswachstum der Unternehmen (Accenture 2021, S. 9): Im Rahmen der Analyse werden Unternehmen nach dem Reifegrad ihrer Digitalisierung in vier Stufen geclustert. Je höher der Grad der Digitalisierung, desto höher ist das Umsatzwachstum zwischen 2016 und 2019. Der Umsatz von Unternehmen auf Reifegradstufe 2 ist im Durchschnitt um 16,5% höher als bei Unternehmen der Stufe 0. Pro Stufe ergibt sich eine Umsatzsteigerung von etwa 8,3%. Ähnliches gilt für das Produktivitätswachstum (ebd., S. 29). Die am stärksten digitalisierten Unternehmen der zweiten und dritten Stufe konnten im Zeitraum von 2016 bis 2019 im Durchschnitt ein Produktivitätswachstum von 7,1% realisieren. Bei nicht digitalisierten Unternehmen der Stufe 0 betrug das Wachstum hingegen nur 2,5%. Zudem zeigt sich bei stärker digitalisierten Unternehmen auch höheres Beschäftigungswachstum und eine höhere Fertigungstiefe, d.h. die Wertschöpfung bzw. der Anteil der Eigenfertigung steigen mit dem digitalen Reifegrad, die Vorleistungsabhängigkeit nimmt ab.

Quelle: Economica führte eine Umfrage unter mehr als 800 Unternehmen durch. Die Rücklaufquote der Befragung betrug 13,9% (Accenture 2021, S. 3). Insgesamt konnten in den Auswertungen Antworten von etwa 100 Unternehmen berücksichtigt werden.
Accenture (2021). Die digitale Dividende. Hintergrundinformationen zur Studie. ([Weblink](#))

Insgesamt löst die effiziente Nutzung von Digitalisierung mikroökonomische Effekte aus, die sich als betriebliche Effizienzgewinne darstellen. Die internen Wirkungen von Digitalisierung sind in der betriebswirtschaftlichen Literatur umfassend beschrieben (Textbox 4). Verallgemeinernd lassen sich diese insbesondere in vier Kanäle gliedern (Abbildung 4): (1) Verbesserung der Kostenstruktur von Unternehmen durch Steigerung der operativen Effizienz, (2) Verbesserung von strategischen Entscheidungen durch Erweiterung der Bereitstellung, Verarbeitung und Aufbereitung von Information sowie Verringerung von Informationskosten, (3) Verbesserung der ortsungebundenen Zugänglichkeit von Endkundenmärkten und Vorleistungsmärkten durch Verbesserung der Konnektivität und (4) die Produktinnovation, d.h. die Beförderung neuer Geschäftsmodelle, von neuen oder anderen Produkten und Dienstleistungen sowie der Form der Bereitstellung von Gütern.

Abbildung 4: Die Effekte der Nutzung auf die Unternehmen und das Umfeld⁸



Erhöhung der operativen Effizienz

Ein erster betriebswirtschaftlicher Wirkungskanal betrifft die Erhöhung der operativen Effizienz. Maßgeblich sind hier Effizienzsteigerungen durch Kostensenkung. Beispielsweise kann durch Automatisierung und Robotisierung, auch etwa durch den Einsatz prozessanalytischer Anwendungen die Effizienz des Ressourceneinsatzes verbessert werden. Mit Technologien prädiktiver Wartung (Predictive Maintenance) können die Kosten für Erhaltung und Reparatur von Equipment und Maschinen gesenkt werden, mit dem Einsatz von ERP (Enterprise Resource Planning) könnte die Effizienz des Einkaufs von Vorleistungen, Fertigung, Lieferketten, Services und Beschaffung erhöht werden und die Auslastung der Produktionskapazitäten verbessert werden. Die Transaktionskosten können durch Nutzung von IKT gesenkt werden.

Betriebswirtschaftliche Effekte der Steigerung der operativen Effizienz lassen sich gut am Beispiel der Nutzung von Cloud-Services darstellen (Textbox 5). Hier ist relevant, dass Software, Lizenzen, Speicherkapazitäten etwa in skalierbarer Menge auf den Bedarf zugeschnitten werden können. Dadurch steigt die Effizienz. Gleichzeitig ergeben sich Spezialisierungs- und Größenvorteile für nutzende Unternehmen, die nicht mehr so sehr auf die Bereitstellung eigener Kapazitäten angewiesen sind, um die Verlässlichkeit, Compliance, Daten- und Ausfallsicherheit zu gewährleisten.

⁸ AutorInnen von CEPAL (2021, S. 52) für die Vereinten Nationen unterscheiden, ähnlich dem hier präsentierten Wirkungsmodell, zwischen internen und externen Effekten der Nutzung durch Unternehmen. Sie schreiben nutzungsbezogene interne Effekte in den Unternehmen insbesondere den vier dargestellten Kanälen zu. CEPAL ist die Wirtschaftskommission der Vereinten Nationen für Lateinamerika und die Karibik.

Textbox 5: Interne Effekte der Nutzung in Unternehmen am Beispiel von Cloud-Technologien

Effizienzsteigernde Effekte von Cloud-Technologien sind in Skalen- und Spezialisierungsvorteilen begründet. Accenture definiert typische Elemente von Cloud-Diensten. Dabei erfolgt die Bereitstellung von Speicherkapazität, Servern, Entwicklungswerkzeugen, Anwendungen, Software etc. von spezialisierten Anbietern über das Internet. Mikroökonomisch betrachtet können Cloud Services die Effizienz von Prozessen für die nutzenden Unternehmen verbessern: Anstatt dass Unternehmen Geräte/Server kaufen, Mitarbeiter schulen, die laufende Wartung sicherstellen und Gewährleistungen übernehmen, werden Anforderungen von einem Dienstanbieter übernommen. Beiträge zur Steigerung der operativen Effizienz können sich auf verschiedenen Ebenen einstellen:

- In Cloud-Umgebungen werden Daten, Dokumente, Anwendungen und Software per Internet ortsungebunden abgerufen und geteilt. Dienste sind auf Service- oder Nutzungsgrad zugeschnitten und orientieren sich am Bedarf. Viele der Funktionen stehen „on-demand“ und „as a service“ zur Verfügung.
- Cloud-Dienste werden von spezialisierten Anbietern bereitgestellt. Gegenüber internen IT-Abteilungen und IT-Infrastrukturen können sich Skalenvorteile ergeben. Diese haben zur Folge, dass Dienste und Infrastrukturen effizienter bereitgestellt werden können. Diese Spezialisierung bringt darüber hinaus weitere Vorteile, wie zum Beispiel erhöhte Stabilität und Sicherheit der Services.
- Schließlich verringert der nutzungsbezogene Abrechnungsmodus („pay per use“) eine Verringerung von (versunkenen) Kosten, die mit eigenen Infrastrukturen und Kapazitäten verbunden wären. So wird Innovation etwa für KMU, Unternehmen in ländlichen Regionen und weniger technologieintensiven Unternehmen möglich und Wettbewerbsnachteile können leichter kompensiert werden.
- Durch die gemeinsame Nutzung von Anwendungen und Ressourcen kann im Multi-Tenancy-Modell (Mehrmandantenfähigkeit) ein Pooling von Software-Ressourcen und Lizenzen erreicht werden.
- Effizienzvorteile können sich für nutzende Unternehmen auch im Hinblick auf Gewährleistung von Compliance, Datenschutz, Prävention von Cyber-Kriminalität ergeben. In der Cloud können standardisierte Lösungen und Dienste angeboten werden, die den nutzenden Unternehmen anwendungs- und kontextabhängig beispielsweise Ausfalls-, Rechts- und Datensicherheit gewährleisten, ohne dass hierfür eigene interne Kapazitäten aufgebaut werden müssen.
- Die Gewährleistung von Ausfallsicherheit gerade von kritischen Systemen ist aufwändig und kostenintensiv, wenn beispielsweise gegen Hardwareausfälle, Blackouts, Naturkatastrophen, Terrorismus etc. abgesichert werden muss. Auch im Hinblick auf die Gewährleistung von Ausfallsicherheit können sich Skalenvorteile höherskalierter Cloud-Anbieter einstellen, insbesondere im Hinblick auf kapitalintensive redundante und geographisch verteilte Backup-Systeme, Notstromaggregate, Infrastruktursicherheit und vieles mehr.

Quelle: Accenture „What is cloud computing?“ ([Weblink](#)).

Als Mehrzwecktechnologie (Brynjolfsson et al. 2018) verändert der Einsatz digitaler Technologien nicht nur Prozesse in den Bereichen Kommunikation, Management bzw. Verwaltung oder Dienstleistungen, sondern auch Produktionsprozesse, etwa im Herstellungssektor oder in der Landwirtschaft: In Konzepten von Industrie 4.0 und Smart-Factory werden auf Grundlage etwa von IoT-Sensorik (Internet of Things), Smart- und Collaborative Robotics, AI (Künstliche Intelligenz) und maschinellem Lernen etc. Fertigungsprozesse integriert, flexibilisiert und optimiert. Durch Robotik wurden Fertigungsprozesse automatisiert, durch den Einsatz von Smart und Collaborative Robotics können automatisierte Fertigungsprozesse in integrierten „Machine-to-machine Networks“ skalierbar, kostengünstig und vor allem schnell flexibilisiert werden (Textbox 6). Durch Anwendungen des 3D-Drucks können Prototypen schnell und flexibel entwickelt werden. Augmented Reality unterstützt die Produktentwicklung und das Produktdesign (CEPAL 2021, S. 59). In der Bedarfsplanung werden fortgeschrittene Analysetechniken

eingesetzt. Die Effizienz der Kapazitätsauslastung verbessert sich, Lager- und Lagererhaltungskosten werden reduziert. Durch den Einsatz von RPA (Robotic Process Automation) werden Planungsabläufe und Bestelleingänge automatisch verarbeitet. In Form von automatisierten Bestandsverwaltung kann etwa mit Hilfe von IoT-Sensorik der Lagerbestand erhalten werden und Bestellungen automatisiert abgewickelt werden. Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig: Etwa können MitarbeiterInnen im Rahmen von Virtual Reality Simulatoren geschult werden und damit Fehlerquoten verringert werden. Durch autonomes Fahren und mobile Roboter kann das Lagerbestandsmanagement effizienter erfolgen, durch Logistik und smartes Flottenmanagement können Wege und Fahrzeiten optimiert werden, Unfälle verringert und die Auslieferung optimiert werden.

Textbox 6: Einsatz von KI zur Optimierung der Leiterplattenbestückung bei Fujitsu

Effizienzsteigernder Einsatz von digitalen Technologien findet sich nicht nur im Dienstleistungsbereich, sondern auch und insbesondere im Produktionssektor. Beim japanischen Elektronikhersteller Fujitsu werden Anwendungen der KI und maschinelles Lernen genutzt, um die Entwicklungsgeschwindigkeit in der Produktentwicklung und die Entwicklungskosten zu senken. Bei der Entwicklung elektronischer Produkte bestimmen die Ingenieure der Entwicklungsabteilungen die Funktionen, Komponenten und Verbindungen auf der Leiterplatte. Durch die Komplexität der in der Anwendung notwendigen Funktionen und die daraus resultierende höhere Komplexität von Schaltkreisen sind bei komplexeren Geräten mehrschichtige Leiterplattensysteme erforderlich. Auf mehrschichtigen Leiterplatten können komplexere, vielfältigere und flexiblere Funktionen gesteuert werden. Je komplexer ein Gerät ist, desto mehr Schichten sind tendenziell erforderlich. Mit der Mehrzahl an Schichten steigen jedoch zugleich auch die Kosten für die Fertigung, daher muss im Produktdesign ein Kompromiss zwischen Funktionalität, Benutzerfreundlichkeit, Verlässlichkeit und Produktionskosten gefunden werden. Die Entwicklungsabteilungen von Fujitsu nutzen dabei KI und Machine-Learning-Technologien, um die kleinstmögliche Zahl von Leiterplattenschichten zu identifizieren.

Quelle: Pöchhacker-Tröscher, G.; Scherk, J. & Wagner, K. (2018). Künstliche Intelligenz. Anwendungsfelder und Einsatzpotenziale in der Industrie. IV-Oberösterreich. (S. 54)

In der Landwirtschaft finden sich umfassende und breitflächige Lösungen im Konzept von Smart Agriculture oder Autonomous Farming. Dadurch werden Prozesse kostengünstiger, Ernteverluste werden verringert, durch den optimierten Einsatz von Maschinen etwa auf Basis von Predictive Maintenance fallen weniger Reparaturen an. Automatisierte Roboter und autonom fahrende Maschinen und Traktoren übernehmen klassische und automatisierte Tätigkeiten der Feldarbeit. Dadurch sinken Produzenten- und Konsumentenpreise. Durch die Nutzung von Analysetechniken können Planung und Steuerung verbessert werden, etwa auch ausfallsbedingte Preisschwankungen verringert werden. Auf Basis von IoT-Technologien kann ein smartes Bewässerungsmanagement entwickelt werden. Dadurch steigt nicht nur die Produktivität der landwirtschaftlichen Produktion, darüber hinaus werden natürliche Ressourcen effizienter eingesetzt. Autonome visuelle Roboter können etwa für die Ernteinspektion bzw. für die Inspektion gefertigter Güter eingesetzt werden.

Verbesserung der Entscheidung

Durch die Senkung von Informationskosten und durch Bereitstellung, Aufbereitung und Auswertung von Information können die Qualität strategischer Entscheidungen verbessert, Fehlentscheidungen vermieden und Entscheidungsrisiken verringert werden. Asymmetrische Information und Informationsdefizite stellen eine Quelle betrieblicher Effizienzverluste dar. Durch Einsatz digitaler Technologien kann die Rentabilität von Geschäftsmodellen und die Produktivität gesteigert werden. Kosten und Verluste aufgrund strategischer Fehlentscheidungen und mit Informationsdefiziten verbundene Risiken können auf diese Weise verringert werden. Zunächst sinken mit der Nutzung moderner IKT Informationskosten. Darüber hinaus steigen die Rechenkapazitäten und Möglichkeiten der Datenaufbereitung und Auswertung: Advanced Analytics und künstliche Intelligenz, Algorithmen und Hochleistungsrechner können genutzt werden, um Muster zu identifizieren und prädiktive Analysen durchzuführen, um automatisiertes Lernen zu erleichtern und die Entscheidungsfindung zu verbessern. Beispiele sind vielfältig: Durch B2B Plattformen erreichen Unternehmen Marktinformation über Vorleistungspreise, etwa Komponenten, Maschinen und Equipment, Rohstoffe etc. Dadurch steigt die Effizienz der Beschaffung. Vorleistungspreise sinken. Auf Grundlage fortgeschrittener Analytik kann die Effizienz von Produktions- und Fertigungsprozessen verbessert werden. Zudem können Präferenzen und Muster im Endkundenmarkt identifiziert werden und auf diese Weise die Effizienz des Marketing gesteigert werden.

Textbox 7: Einsatz von selbstlernenden Algorithmen zur Preisermittlung von Ersatzteilen bei Volkswagen

Im firmeneigenen Data Lab in München werden selbstlernende Systeme entwickelt. Sie zielen darauf ab, Unternehmensprozesse zu analysieren und zu automatisieren und dabei Effizienzpotenziale zu ermitteln. Ein Anwendungsbereich betrifft die Analyse von Vorleistungs- und Ersatzteilmärkten und die Identifikation der aus Sicht des Unternehmens optimalen Preisfindung von Ersatzteilen. Die Volkswagengruppe hält Ersatzteile, die in rund 150 Märkten zu unterschiedlichen Einkaufs- und Verkaufspreisen gehandelt werden. Auch ergeben sich Preisschwankungen, die Einfluss auf die Produktionskosten haben. Es besteht ein Optimierungsproblem. Auf Grundlagen von maschinellem Lernen werden Verfahren entwickelt, die darauf abzielen, Muster der Preisentwicklung zu identifizieren und Erwartungen betreffend die Preisentwicklung zu systematisieren. Auf diese Weise kann die Beschaffung Zusammenhänge der Preisentwicklung berücksichtigen und effizienter ausgerichtet werden.

Quelle: Pöchhacker-Tröscher, G.; Scherk, J. & Wagner, K. (2018). Künstliche Intelligenz. Anwendungsfelder und Einsatzpotenziale in der Industrie. IV-Oberösterreich. (S. 55).

Textbox 8: Einsatz von KI basierten Werkzeugen zur Optimierung von Entscheidungen und Prozessen

ERP Systeme mit KI-Anwendungen hat das deutsche Unternehmen Concepts System GmbH speziell für kleinere und mittlere Unternehmen entwickelt. Gerade in Anbetracht der hohen Entwicklungskosten, hohen Risiken und kleineren Mengen (Skalen) fällt die Entwicklung und Nutzung höherentwickelter Logistik und Analytik für KMU schwerer. StudentInnen der Leibniz Universität Hannover haben die KI-basierte Software „myCorazon“ entwickelt. Sie soll im Speziellen KMU in ihren Unternehmensprozessen, etwa im Einkauf, bei der Beschaffung, bei der Lagerverwaltung, im Verkauf und Kundenmanagement unterstützen. Dabei unterstützt das System die Unternehmen speziell bei der Lieferantenauswahl, indem etwa die Lieferanten mit der schnellsten Lieferzeit oder dem besten Preis identifiziert werden. Das AI System ist in der Lage, Mindestbestände und Bestellmengen zu überwachen, und leitet die Informationen über notwendige Nachbestellungen weiter.

Quelle: Pöchhacker-Tröscher, G.; Scherk, J. & Wagner, K. (2018). Künstliche Intelligenz. Anwendungsfelder und Einsatzpotenziale in der Industrie. IV-Oberösterreich. (S. 55);
Informationen zu „MyCorazon“ finden sich auf der Website des Betreibers unter dem [Weblink](#).

Produktinnovation

Ein wesentlicher nutzungsseitiger Wirkungskanal ist die Produktinnovation, die Erweiterung bestehender Produkte und die Verbindung bzw. Integration von Funktionalitäten. Ein Beispiel ist die Virtualisierung von Gütern und Diensten. Dabei werden Produkte in digitaler Form virtuell angeboten. Ein klassisches Beispiel ist Streaming in der Unterhaltungsindustrie. Mit Streaming-Diensten ist die physische Verfügbarkeit von Ton- und Bildträger in Kombination mit Abspielgeräten um digitale Vertriebskanäle ergänzt worden. Ein anderes Beispiel ist die Bereitstellung von Software im Rahmen von Cloud-Services. Software und Anwendungen werden über Cloud-Services abgerufen und bereitgestellt und sind unmittelbar in der eigenen Arbeitsumgebung nutzbar (Textbox 5).

Die Virtualisierung (CEPAL 2021, S. 52) und virtuelle Bereitstellung von Gütern befördert auch neue innovative Produktkombinationen. Ein Beispiel ist „Embedded Finance“: Dabei geht es um den indirekten Verkauf von Finanzprodukten oder -dienstleistungen in nicht bzw. nicht ausschließlich finanzwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten. Leistungen der eingebetteten Finanzierung eröffnen damit Marktpotenziale in anderen Geschäftsfeldern, etwa für Einzelhändler, Automobilunternehmen, Fluggesellschaften, Produzenten, Telekommunikation, den Kunden auch Finanzprodukte und -dienstleistungen anzubieten. Mit der Entstehung neuer Produkte und Produktkombinationen entstehen neue Märkte, es entsteht neues Produktangebot und auch entsprechende Nachfrage. Die Produktvielfalt nimmt zu und Konsumenten haben mehr Entscheidungsspielraum.

Textbox 9: Embedded Finance als Beispiel für die Neugestaltung von Produkten und Geschäftsmodellen und Produktentwicklung

Ein Beispiel für die Veränderung und Verbreitung von Produkten ist Embedded Finance. Aus Sicht der KundInnen ergeben sich im Kontext von Embedded Finance Vorteile der Praktikabilität und Zeitersparnis. Aus Sicht der Unternehmen ergeben sich Möglichkeiten neuer Vertriebswege, neuer Marktmodelle und neuer KundInnen-Segmente und Zielgruppen. Auf Basis von Software sind Finanzdienste in die Transaktionen und Interaktionsprozesse integriert. Wo KundInnen früher zur Bank oder zur Versicherungsstelle mussten bzw. mit ihrem Versicherungsvertreter in Kontakt treten mussten, um Finanzen zu verwalten, einen Kredit aufzunehmen, eine Zahlung zu leisten oder eine Versicherung abzuschließen, können Prozesse im Rahmen von Embedded Services nun unmittelbar beim Online-Shopping, beim Besuch eines Autohändlers, beim Arztbesuch oder beim Kauf eines neuen Smartphones abgeschlossen werden.

Bei Accenture (2021b) wird ein Restaurantbesitzer als Beispiel präsentiert. Während eines COVID-Lockdowns sucht er nach neuen Vertriebskanälen und meldet sich mit seinem Restaurant bei einem Zustellservice an. Die Abrechnung sowie damit verbundene Dienste erfolgen hier über ein integriertes Online-Konto. Dieses kann online verwaltet werden. Der Vorteil für den Restaurantbesitzer: Die finanzielle Transaktion, d.h. die Abrechnung seine Leistung der Zubereitung von Essen, ist in die Software des Zustellservice integriert und das Geld wird direkt und in Echtzeit überwiesen.

Embedded Finance wird ein hohes Entwicklungspotenzial insbesondere für KMU attestiert. Diese können ihre Geschäftsmodelle verbreitern und dabei ihren Wertschöpfungsanteil erhöhen. Analysen von Accenture erwarten weltweit einen Umsatzanstieg von bis zu 92 Mrd. US-Dollar durch Embedded Finance. Etwa 40% der kleinen und mittleren Unternehmen sind Umfragen von Accenture zufolge an der Integration von digitalen Finanzleistungen in ihre bestehenden digitalen Geschäftsmodelle interessiert. Dabei stellt „Embedded Finance“ eine Option dar, Geschäftsmodelle zu verbreitern und für KundInnen attraktiver und praktischer zu machen.

Quelle: Accenture (2021b). Embedded finance for SMEs: The ultimate collaboration of banks.

Beispiele für neue und veränderte Produkte und Dienstleistungen sowie neue Wege der Bereitstellung und Zustellung sind vielfältig. Dabei finden sich Beispiele in der Fahrzeugindustrie, wobei digitale Technologien, Informationssysteme, Überwachungs- und Verkehrsleit- und Sicherheitssysteme in die Fahrzeuge eingebaut werden und dadurch den Charakter der Fahrzeuge verändern (Textbox 10). Durch Integration digitaler Technologien wurden auch die Formen der Bereitstellung von Produkten in Märkten und Shops innoviert. Dabei wurden, wie das Beispiel von Amazon Go illustriert, auch neue Wege der Integration von Technologien im klassischen physischen Geschäftsbereich entwickelt (Textbox 11)

Textbox 10: Entwicklung neuer Produkte und Prozesse am Beispiel der IVECO Digital Factory

Ein Beispiel für die Weiterentwicklung von Produkten durch Innovation und Implementation von digitalen Technologien findet sich im Bereich der Nutzfahrzeugherstellung: In Partnerschaft mit Accenture hat IVECO eine „Digital Factory“ aufgebaut. Im Rahmen dieser werden digitale Anwendungen bereitgestellt, die die Nutzung von Fahrzeugen unterstützen und effizienter machen sollen. IVECO steht für Industrial Vehicles Corporation und ist ein italienischer Hersteller von Nutzfahrzeugen, 1975 in Turin gegründet. Gerade in den Bereichen Logistik, Verkehr und Transport werden ökonomische und ökologische Effizienz wettbewerbsrelevant. Logistiker und Fahrtenmanager brauchen heute nicht nur verlässliche LKW, sondern sie benötigen verlässliche Informationstechnologien, Modelle und Anwendungen, um etwa den Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen zu minimieren und dadurch Kosten zu sparen. Dabei haben insbesondere Cloud-Technologien und die Einbettung von Anwendungen in Cloud-Technologien die Flexibilität erhöht und Kosten reduziert.

IVECO berücksichtigt die Einbettung digitaler Technologien in seiner Produktentwicklung. Im Rahmen der Digital Factory werden Applikationen und Anwendungen entwickelt und Dienste entwickelt und bereitgestellt, die die FahrerInnen und das Fahrtenmanagement unterstützen sollen. Über einen Zeitraum von 5 Jahren wurden smarte Produkte und Dienste entwickelt. Dabei wurden sehr unterschiedliche Technologien integriert, AI, Cloud Services, IoT-Sensorik und vieles mehr. Beispielsweise wurde ein Analysetool entwickelt, im Rahmen dessen FahrerInnen den Kraftstoffverbrauch optimieren können. Ein anderes Beispiel ist interaktive Spracherkennungstechnologien. Im Rahmen einzelner Anwendungen können FahrerInnen Prozesse aktivieren und steuern, ohne dabei Aufmerksamkeit und Konzentration für die Verkehrssituation zu verlieren.

Quelle: Accenture und IVECO Group (2023). Innovation drives Iveco Group's vehicles. (abrufbar unter dem [Weblink](#)).

Textbox 11: Integration von IoT Technologie im physischen Geschäftskundensegment am Beispiel von Amazon Go

Breite Anwendung findet IoT-Technologie im Geschäftsmodell von Amazon Go. Dabei handelt es sich um eine amerikanische Supermarktkette des US-Konzerns Amazon, die weitgehend ohne Personal auskommt. Die Kunden betreten das Geschäft mithilfe eines QR-Codes. Sie verlassen das Geschäft nach Auswahl der Waren ohne einen Kassiervorgang, die eingekauften Artikel werden durch Sensoren und Kameras erfasst und nach dem Verlassen des Ladens automatisch verrechnet. Zahlreiche Funktionen basieren auf IoT-Technologie. Selbststeuernde Systeme funktionieren auf Basis von Sensoren und Aktuatoren sowie entsprechender operativer Software. Technologien wie Computer Vision, Deep Learning, und Sensornetzwerke ermöglichen es, Verbraucher und die von ihnen gewählten Produkte zu identifizieren und sie am Ende ihres Besuchs automatisch und vollständig digital ohne manuellen Bezahlvorgang abzurechnen. Computer Vision ermöglicht die Identifikation und Interpretation von Information auf Basis digitaler Bilder. Auf Grundlage dieser Informationen werden Funktionen automatisch gesteuert. Sensoren erkennen die Befüllung von Regalen. Entnehmen Kunden Produkte aus den Regalen, so wird dies durch Funktionen der Bilderkennung identifiziert und verarbeitet.

Quelle: Aznag, F. & Tahanout, K. (2022). Internet of Things (IoT) technology and the future of payments (Case of Amazon-Go). Administrative And Financial Sciences Review. Volume: 06/N°: 01 2022. ([Weblink](#)).

Ortsungebundene Markterschließung

Mit der Verbreitung digitaler Technologien haben sich Formate und die Prozesse, im Rahmen derer Waren ausgetauscht und verbreitet werden, verändert. Beispielhaft sind hier E-Commerce Plattformen, B2C- und B2B Marktportale und ähnliches. Gleichzeitig sind auch technologisch integrierte Beschaffungssysteme, etwa ERP-Systeme, in Unternehmen entwickelt und

implementiert worden. Diese Anwendungsformen von digitalen Technologien integrieren dabei bereits oben genannte Aspekte der Prozess- und Produktinnovation, der Verbesserung der internen Effizienz von Unternehmen und der Integration von Produkten. Verkaufsportale sind Beispiele digitalisierter Dienstleistungen und damit virtualisierter Güter: Es liegen internetbasierte intermediäre Dienste zur Unterstützung der Funktion von Märkten zugrunde: Sie bringen Anbieter von Waren und Dienstleistungen und potenzielle Einkäufer, sowohl Endkunden (B2C), als auch Unternehmen (B2B), zusammen (Hölzl et al. 2019; S. 73) und schaffen Markt- und Produktübersicht. Plattformen sind durch niedrige marginale Kosten des Zugangs und hohe Netzwerk- und Skaleneffekte geprägt. Mit E-Commerce hat sich die Bereitstellung von Produkten von der örtlichen Verfügbarkeit physischer Geschäftslokale („Brick and Mortar“) entkoppelt.

Die Palette von E-Commerce umfasst dabei nicht nur physische Güter, etwa Kleidung, Haushaltsgeräte, Möbel etc., sondern auch digitale Dienste wie Streamingdienste, Finanzdienstleistungen, Werbeschaltungen oder Taxibestellungen (Schwarzbauer et al. 2022). E-Commerce umfasst sowohl Kaufgeschäfte zwischen Unternehmen und Konsumenten (B2C) als auch zwischen Unternehmen und anderen Unternehmen (B2B) sowie Ämtern bzw. Behörden. In diesen Geschäftsbeziehungen ermöglichen digitale Technologien den vollständigen Abschluss von Geschäften. Mit E-Commerce und seinen integrierten Anwendungen – etwa im Zusammenhang mit Finanzierung und Rechnungslegung, Compliance, Gewährleistung, Embedded Finance (Textbox 9) – haben sich Handelsströme und Wertschöpfungsketten stark dynamisiert. Ein Beispiel für den Einfluss auf der Produktionsseite ist „Produce-on-Order“.

Durch Gewährleistung von Marktübersicht und Preisvergleichsinformation steigt der Wettbewerb und im Durchschnitt sinken die Preise. Dies hat positive Auswirkung einerseits auf die Beschaffungs- und Vorleistungskosten der Unternehmen und damit auf die Produktionskosten und andererseits auf die Endkundenpreise, wodurch die von den Haushalten konsumierbare Gütermenge und damit der Lebensstandard steigen (Abschnitt 2.2.2).

AutorInnen von EcoAustria (Schwarzbauer et al. 2022) haben für Amazon die volkswirtschaftlichen Effekte des E-Commerce in Österreich untersucht. Demnach hat sich das Marktvolumen von E-Commerce in Österreich in den letzten Jahren sehr dynamisch entwickelt. Noch im Jahr 2016 wurden von den österreichischen Unternehmen 16,8 Mrd. Euro über Websites oder Apps bzw. Online-Marktplätze umgesetzt. Vier Jahre später, 2020, betrug das am Umsatz gemessene Marktvolumen der österreichischen Unternehmen aus E-Commerce-Verkäufen 30,2 Milliarden Euro. In Summe beläuft sich der volkswirtschaftliche Wertschöpfungsbeitrag zum österreichischen Bruttoinlandsprodukt von E-Commerce auf etwa 6,7 Milliarden Euro. Hiervon entfallen etwa 4,3 Milliarden Euro auf direkte Beiträge, also unmittelbar durch den E-Commerce erzeugte Wirtschaftsleistung. Darüber hinaus ergeben sich etwa 2,5 Milliarden Euro zusätzlich, vorwiegend durch Vorleistungen für den E-Commerce in Österreich. Mit E-Commerce geht ein Beschäftigungsvolumen von etwa 122.000 Beschäftigten, dies entspricht 2,7% der Gesamtbeschäftigung in Österreich, einher.

Die Bedeutung digitaler Technologien für die digitale Markterschließung lässt sich nicht nur auf klassische E-Commerce Plattformen im B2B und B2C Bereich reduzieren. Darüber hinaus tragen digitale Technologien, etwa die Einbettung automatisierter Systeme, ERP-Systeme und

fortgeschrittene Logistikwerkzeuge sowie Werkzeuge zur Beförderung von Marktinformation und Marktanalyse, zu einer Digitalisierung von Wertschöpfungs- und Beschaffungsketten bei (Textbox 12). Dies führt zu einer Integration örtlich verteilter Produktionseinheiten in Form von globalen Produktionseinheiten (Hölzl et al. 2019, S. 71). Durch Marktinformation über Beschaffungs- und Vorleistungsmärkte gelingt es Unternehmen, die Effizienz des Einkaufs zu steigern. Preisschwankungen können sich auf die Produktionskosten auswirken. Anwendungen und Tools können einen wesentlichen Beitrag zur Rentabilität und damit wieder zur Effizienz von Unternehmen bewirken.

Textbox 12: „Procure.Ai“ von Bristlecone als Beispiel digitaler Anwendungen bei Einkauf und Beschaffung

Ein Beispiel fortgeschrittener digitaler Anwendungen für Einkauf und Beschaffung liefert das Unternehmen Bristlecone mit seiner Supply-Chain-Anwendung „Procure.Ai“. Das Unternehmen entwickelte eine KI Anwendung, die den Einkauf von Unternehmen unterstützt. Konkret werden Rohstoffpreisrisikoanalysen, Beschaffungsanalysen, virtuelle Assistenten sowie Guided Contracting bereitgestellt. Im Rahmen von Rohstoffpreisrisikoanalyse analysiert das KI-Modell die Informationen relevanter Websites in Echtzeit. Dabei werden potenzielle Auswirkungen der analysierten relevanten Ereignisse auf die Preise und die Verfügbarkeit modelliert. Basierend auf Marktfaktoren und externen Faktoren empfiehlt das Modell den günstigsten Kaufpreis.

Quelle: Pöchlhammer-Tröschler, G.; Scherk, J. & Wagner, K. (2018). Künstliche Intelligenz. Anwendungsfelder und Einsatzpotenziale in der Industrie. IV-Oberösterreich. (S. 56);

Externe Effekte durch nutzende Unternehmen

Sofern die Nutzung von Technologien effizient und produktiv erfolgt, verbessert sich in den nutzenden Unternehmen die Rentabilität der Geschäftsmodelle, die Marktfähigkeit von Produkten und die Qualität und Effizienz von Geschäftsmodellen. Wie oben dargestellt, steigt die interne Effizienz der Unternehmen, ihre Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit. Über das Wettbewerbssystem werden externe Effekte ausgelöst, einerseits durch die bestehenden Unternehmen, die digitale Technologien effizient einsetzen, andererseits durch neue in den Markt eintretende Unternehmen. Dabei entsteht ein disruptiver Anpassungsdruck auf zunächst weniger technologieaffine Unternehmen, die ihrerseits Technologien implementieren, annehmen, Produkt- und Prozessinnovation einführen, komplementäre Investitionen tätigen und dadurch die Totalfaktorproduktivität einer Ökonomie erhöhen. Über diese Wettbewerbsdynamik erlangt die Digitalisierung disruptiven Charakter und befördert die digitale Transformation. Die internen und externen Effekte im Unternehmenssektor wirken im nutzungsseitigen Wirkungskanal gleichermaßen auf die makroökonomische Wertschöpfung ein.

Einzelne Unternehmen können durch die Nutzung von digitalen Technologien ihre Produktivität und Wettbewerbsfähigkeit befördern. Auf der strukturellen oder gesamtwirtschaftlichen Ebene sind Wirkungen aber erst dann wirksam, wenn viele Unternehmen Technologien nutzen. Katz und Koutroumpis betrachten makroökonomische Effekte der Nutzung von Digitalisierung (2012, S. 3). Dabei wird der Nutzungsgrad am „Digitization Index“ bemessen. Ihr Sample umfasst 150 Länder und die Jahre 2004 bis 2010. Ihr wesentlicher Fokus liegt auf sogenannten Spillover-Effekten,

also externen Effekten der Technologienutzung. In der Anfangsphase der Einführung von digitalen Technologien werden diese auf der Ebene des jeweiligen Unternehmens wirksam und tragen zu deren Produktivität und Effizienz bei (siehe oben). Dennoch sind an dieser Stelle keine breitflächigen sozioökonomischen Effekte erwartbar: „[...] the initial stages of the digitization process do not affect socioeconomic activities extensively“ (Katz & Koutroumpis 2012, S. 3). Mit der stärkeren Verbreitung und Nutzung von Technologien kommt es zu Spillover-Effekten und externen Netzwerkeffekten der Nutzung: „However, as the process matures with wider adoption and reaches a critical mass, additional returns might derive from the network externalities and spillover effects“ (ebd. S. 3).

Maßgeblicher Strukturfaktor der disruptiven Verbreitung von innovativen Technologien ist Wettbewerb. Wettbewerb befördert das Lernen und Annehmen von Technologien sowie die Innovation. Maßgeblich sind dabei die Innovationsaktivitäten sowie die Unternehmensdynamik oder Marktzugangsdynamik, die auch von innovativen jungen Unternehmen, etwa Startups, kommt. Durch die effiziente und produktive Nutzung digitaler Technologien erlangen Unternehmen temporär einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Mitbewerbern. Es verändert sich die Wettbewerbsdynamik und andere Unternehmen sind ihrerseits gefordert, digitale Technologien zu implementieren, wenn sie digitale Wettbewerbsnachteile nicht dauerhaft auf andere Weise kompensieren können. Dadurch entsteht Anpassungsdruck im Wettbewerbssystem den AutorInnen von McKinsey als „imperative of digital transformation“ bezeichnen (Bughin & van Zeebroeck 2017)⁹: „Across countries, digitization has a significant negative impact on the profits of incumbents through two loop effects: digital entrants competing with incumbents through disruptive models, and incumbents responding to disruption and creating more intense competition with each other.“

Dabei kann der disruptive Charakter digitaler Technologien über unterschiedliche Ebenen wirken: Digitalisierung manifestiert sich beispielsweise in der Automatisierung von Wertschöpfungsketten (CEPAL 2021, S. 53). Diese werden effizienter und wettbewerbsfähiger. Sie kann sich auch in einer Virtualisierung oder Dematerialisierung von Produkten niederschlagen oder in einer Verschiebung von fertigungsbasierter Warenproduktion hin zu stärker dienstleistungsbasierten Prozessen und Angeboten. Erfolgreiche Bestandsunternehmen und technologieaffine Marktneulinge und Startups (siehe auch oben) forcieren den Wettbewerbsdruck auf unterschiedlichen Ebenen: Sie verändern erstens die Marktbedingungen hin zu stärker digitalisierten Produktionssystemen, Produkten und Prozessen und erreichen dadurch höhere Marktanteile. Dadurch werden weniger digitalisierungsaffine Unternehmen unter den Druck eines Catching Up gesetzt (Bughin & van Zeebroeck 2017).

Eine zweite wettbewerbliche Ebene besteht im sogenannten „Red Queen“ Effekt. Hier agieren und interagieren Unternehmen im Wettbewerbssystem dynamisch. Im ersten Schritt betreten innovative neue Mitbewerber den Markt bzw. bestehende Unternehmen entwickeln erfolgreiche Wege der Digitalisierung. An dieser Stelle steigt die Wettbewerbsdynamik, und bestehende Unternehmen verlieren Marktanteile. Der Red Queen Effekt wird als Metapher für einer Wettbewerbsdynamik verwendet, wenn bestehende Unternehmen bestrebt sind, ihre Leistung zu

⁹ Der Artikel ist abrufbar über die Website von McKinsey unter dem [Weblink](#).

steigern und Marktanteile reaktiv auszuweiten. Dabei orientieren sich Unternehmen an ihren Mitbewerbern und setzen Strategien zur Steigerung ihres Unternehmenserfolgs um. Dies stellt gewöhnlicherweise eine wirksame und praktische Methode dar, um gegenüber Konkurrenten Wettbewerbsvorteile zu erlangen. Bei Einwirken disruptiver Wettbewerbsdynamik erreichen die Unternehmen ihre Ziele jedoch nicht, weil die Konkurrenz Strategien mit ähnlichen Funktionen anwendet. Trotz der Bemühungen eines Unternehmens, die Konkurrenz zu übertreffen, kommt das Unternehmen im Red Queen Wettbewerb nicht voran, weil eben die Mitbewerber im Wettbewerbssystem ihrerseits ihre Leistung steigern und das Wettbewerbssystem insgesamt dynamischer wird. Durch den Red Queen Effekt entsteht zusätzlicher Anpassungsdruck auf die konventionellen Unternehmen, ihre Produktionsprozesse, Produkte, Administration, Geschäftsmodelle etc. zu digitalisieren.

Textbox 13: Der Red Queen Effekt in dynamischen Wettbewerbssystemen

Das Konzept des Red Queen Effekt in dynamischen Wettbewerbssystemen geht auf die Erzählungen von Lewis Carroll und Alice im Wunderland zurück. Das Rennen der Herzkönigin, bzw. „The Red Queen's Race“ ist Teil der Erzählung „Through the Looking Glass“. Bei dem Rennen laufen alle Teilnehmer so schnell sie können, um am Ende doch nur an der Stelle zu verharren und dadurch die Position zu halten. Um tatsächlich Distanz zu überwinden, müssten die Teilnehmer doppelt so schnell laufen als sie können. Die Königin erklärt Alice die Regeln: „... it takes all the running you can do, to keep in the same place. If you want to get somewhere else, you must run at least twice as fast as that!“

Quelle: Lewis Carroll. Through the Looking-Glass.

2.2.2. Nutzung von digitalen Technologien durch private Haushalte

Als Mehrzweck- oder Querschnittstechnologie werden digitale Technologien von allen gesellschaftlichen Akteuren, von den Haushalten, Behörden und Verwaltungen, im Innovationssystem, im Unterrichtswesen, im Gesundheitswesen etc. genutzt. Hier entstehen, neben zahlreichen anderen wirtschaftlichen und nicht-wirtschaftlichen Effekten, auch wieder makroökonomische Effekte, auch wenn diese aufgrund langfristiger und komplexer Wirkungszyklen nicht immer und nicht immer sofort messbar sind.

Preiseffekte und Lebensstandard der privaten Haushalte

Grundsätzlich ist bei haushaltsbezogenen Effekten zwischen unmittelbaren preislichen Effekten und einem nicht-unmittelbar monetarisierten und empfundenen Konsumentennutzen zu unterscheiden. Effektive Preiseffekte sind über zwei Kanäle wirksam. Erstens gewährleisten IKT aus Sicht der konsumierenden Haushalte Markttransparenz und bewirken eine Verringerung von Suchkosten. Daraus sind die Produzenten und anbietende Unternehmen im digitalen Wettbewerbssystem weniger in der Lage, preisliche Markups auf die Endkundenpreise durchzusetzen. Zweitens wurde dargestellt (Abschnitt 2.2.1), dass die Nutzung digitaler Technologien die operative Effizienz der Unternehmen erhöht und damit die Produktivität steigert. Diese Effizienzsteigerungen der nutzenden Anbieterunternehmen wirken sich dämpfend auf die

Endkundenpreise aus. Im Wettbewerbssystem bewirkt dies einen „Zweitrundeneffekt“, es steigt der Druck auf Unternehmen und Anbieter, sinkende Produktionskosten aus Effizienzsteigerungen an die EndkundInnen weiter zu geben. Erfolgreiche Unternehmen können Produktivitätssteigerungen in niedrigere Endkundenpreise übertragen und erreichen dadurch höhere Marktanteile. Die anderen Unternehmen stehen unter Druck, ihrerseits Effizienzpotenziale zu heben und Produktivitätssteigerungen in Preissenkungen zu übertragen. Dadurch sinken Marktpreise. Es steigt nicht nur der Konsumentennutzen, sondern die konsumierbare Menge an Gütern, d.h. es steigt also der Lebensstandard der Haushalte.

Mit der Digitalisierung von Endkundenmärkten etwa in Form von E-Commerce entstehen Effekte und Spillovers, die gesamtwirtschaftliche Implikationen haben (Abschnitt 2.2.1). Diese beziehen sich sowohl auf die Nachfrage- als auch die Angebotsseite: Durch den E-Commerce steigt das im Markt erreichbare und sichtbare Angebot an Waren, besonders in weniger dicht besiedelten und entlegeneren Regionen, die eine schlechte Versorgung im stationären Handel aufweisen. Dadurch profitieren VerbraucherInnen und Unternehmen von einer größeren Auswahl an Produkten, die sie beziehen oder erreichen können.

Angebotsseitig erhöht sich der Wettbewerbsdruck, wenn Unternehmen sich mit mehr Konkurrenten messen müssen als im analogen Handel. Dies erhöht den Druck auf die Preise, da Unternehmen VerbraucherInnen für sich gewinnen wollen, indem sie entweder zu günstigen Preisen anbieten, ihre Sichtbarkeit durch Marketing steigern oder die Qualität ihrer Produkte erhöhen. Für Unternehmen sinkt dadurch das Markup, das sie auf ihre Endkunden- oder Geschäftskundenpreise aufschlagen können. Dieser Preiseffekt wirkt sich auf die Konsumentenpreise und weiterführend auf die konsumierbare Gütermenge und den Lebensstandard aus.

Mit dem steigenden Wettbewerb wirken Marktmechanismen, dies führt zu effizienteren Marktergebnissen, da Unternehmen, deren Produktionsweise nicht optimal ist, verstärkt danach trachten, ihre Effizienz zu steigern, um so im Markt bestehen zu können. Das Streben der Unternehmen nach höheren Marktanteilen sorgt für ständigen Wandel, der sich auch positiv auf den technologischen Fortschritt auswirkt und positive Implikationen für die Gesamtwirtschaft hat.

Durch E-Commerce gewinnen Unternehmen außerdem angebotsseitig einen guten Überblick über die derzeitige Marktnachfrage und über ihren Wettbewerb, da sie über Suchaktivität und Bestellungen ein direktes Feedback bezüglich der Kaufbereitschaft von KonsumentInnen erhalten. Dadurch steigt die Effizienz des Marketing. Die bessere Skalierbarkeit führt auch zu Effizienzgewinnen, indem sie die Produktion und Bereitstellung effizienter Gütermengen befördert und Überproduktion verhindert. Als Folge der gesteigerten Markttransparenz werden Angebote jener Art, Qualität und Menge geschaffen, der entsprechende Nachfrage gegenübersteht. Dies befördert die gesamtwirtschaftliche Effizienz. Dadurch und durch die Übersicht über Nachfrageveränderungen kann ebenfalls die Produktvielfalt gesteigert werden, da Unternehmen einen genaueren Überblick über ungesättigte Nachfrage und unbesetzte Nischen bekommen.

Die Produktvielfalt kann auch dadurch erhöht werden, dass sich Unternehmen im E-Commerce niedrigeren Markteintrittsbarrieren gegenübersehen als im analogen Handel. Der Wegfall einiger

Fixkosten führt dazu, dass auch neue, innovative Anbieter ihre Produkte auf den Markt bringen können. Handel kann so auch lokal und von konventionellen Geschäften ortsungebunden stattfinden. Darüber hinaus entstehen neue digitale Formen der Bereitstellung von Angeboten (siehe oben).

Eine Untersuchung für 13 EU-Staaten (darunter Österreich) stellte einen Effekt des E-Commerce auf die Arbeitsproduktivität fest. Der Studie zufolge steigt das Wachstum der Arbeitsproduktivität um 0,3 Prozentpunkte über einen Zeitraum von zwei Jahren, wenn der E-Commerce im gleichen Zeitraum einen Prozentpunkt zulegt (Falk 2015). Dieselbe Studie zeigte außerdem, dass das Wachstum der Arbeitsproduktivität im beobachteten Zeitraum zu 18% auf eine Zunahme des E-Commerce zurückzuführen ist. Durch eine Steigerung der Arbeitsproduktivität kann die Gesamtwirtschaft gestärkt und Wachstumspotenziale können ausgeschöpft werden.

Konsumentennutzen

Aus Sicht der Bevölkerung bzw. der Haushalte führen beispielsweise Produkt- und Marktinformation und die Verringerung von Transaktionskosten zu sinkenden Preisen. Dadurch steigt einerseits der Lebensstandard und andererseits der Konsumentennutzen („Consumer Welfare“). Beispiele der Nutzung digitaler Technologien durch die Haushalte sind vielfältig, etwa die Nutzung von Verkauf- und Preisvergleichsportalen, E-Commerce, die Nutzung von IoT zu Hause, die Nutzung kombinierter innovativer Geschäftsmodelle, etwa Embedded Finance, die Nutzung von E-Schooling in Zeiten der pandemiebedingten Schulschließungen oder Telemedizin. Es entstehen neue digitale Formen der Nutzung von Diensten, von Streaming von Unterhaltungsmedien, über die Nutzung von E-Commerce-Plattformen bis hin zur Nutzung von Telebanking oder E-Government Portalen.

Autoren von EcoAustria streichen heraus, dass ein empfundener Gewinn bei der Nutzung von digitalen Diensten entsteht (Briglauer & Schwarzbauer 2022, S. 2). In der Literatur wird der Konsumentennutzen als eine Funktion jenes Werts approximiert, den die Nutzer digitalen Diensten und Anwendungen beimessen. Formal errechnet sich die Konsumentenrente („Consumer Welfare“) aus der Differenz zwischen dem Preis, den der Konsument für ein Gut maximal zu zahlen bereit ist (Reservationspreis), und dem Preis, den der Konsument effektiv zahlen muss (Marktpreis). Zum Beispiel hätte wohl Teil der Verbraucher neben der Nutzungsgebühr für Internetdienste eine zusätzliche Zahlungsbereitschaft für besonders beliebte und verbreitete Dienste und Formate, wie etwa die Google-Suche, Wikipedia, Youtube und vieles mehr. Für eine Vielzahl solcher Dienste musste bislang jedoch kein zusätzliches Entgelt¹⁰, neben dem auf dem Markt für Breitbandmärkte bestimmten Internetzugangsentgelten entrichtet werden, woraus nicht-monetärer Konsumentennutzen, d.h. eine entsprechende Rente aus der Nutzung, resultiert.

Wohlfahrtsgewinne aufgrund der Verwendung von digitalen Diensten in Form von Konsumentennutzen sind in der älteren wissenschaftlichen Literatur zum Teil belegt. Die vorhandenen Studien zur empirischen Relevanz der mit der Verwendung von digitalen Diensten

¹⁰ Die Verbraucher „bezahlen“ allerdings typischerweise in nichtmonetärer Form mit Werbung und der Übermittlung persönlicher Daten.

verbundenen konsumentenseitigen Nutzengewinne lassen in aggregierter Sicht, d.h. alle Nutzer und Dienste umfassend, jedenfalls auf sehr hohe Wohlfahrtsgewinne schließen (Briglauer & Schwarzbauer 2022a, S. 52). Verfügbare ältere Studien untersuchen den Konsumentennutzen auf Grundlage der Verfügbarkeit des Internetzugangs. Diese Betrachtung erscheint an dieser Stelle jedenfalls zulässig, da die Verfügbarkeit einer Internetverbindung und einer Anschlussinfrastruktur die Nutzung von Diensten erst ermöglicht: Greenstein & McDevitt (2011) quantifizieren für die USA für die Jahre 1999 bis 2006 den Konsumentenüberschuss als Schätzung der Zahlungsbereitschaft für Schmalbandnetze bei Einwahlverbindungen. Schätzungen zufolge lag der Konsumentenüberschuss zwischen rund 4,8 und 6,7 Milliarden US Dollar. Dutz et al. (2012) bieten einen Vergleich des zu Hause verfügbaren Basisbreitbandzugangs und des fehlenden Breitbandzugangs. Die Autoren schätzen, dass der zusätzliche Konsumentenüberschuss, der durch eine Breitbandverbindung erzielt wird, im Jahr 2008 bei rund 32 Milliarden US-Dollar lag. Diese beiden Studien zu „alten“ Schmalband- und Basisbreitbandinfrastrukturen deuten bereits auf hohe Konsumentenrenten in der Geschichte der Internetnutzung hin.

Aufgrund der substanziellen technologischen Entwicklungen in den letzten beiden Dekaden dürften die auf Basis von Breitbandanschlüssen mit hohen Kapazitäten realisierten Konsumentenrenten noch deutlich höher gewesen sein. Es wäre zu erwarten, dass sich der Konsumentennutzen mit dem Übergang zu modernen Breitbandnetzen, die entsprechend höhere Datenkapazität haben und entsprechend komplexere und datenintensivere Dienste ermöglichen, noch deutlich erhöht hat. Die Verbraucher haben einen höheren Nutzwert für schnellere Breitbandgeschwindigkeiten und geringere Latenzzeiten und den darauf basierenden komplexeren und aufwändigeren Diensten, etwa Streaming-Diensten. Dies führt wiederum zu einer höheren Zahlungsbereitschaft, da diese Faktoren den Wert der Dienstenutzung für die Verbraucher erhöhen, indem sie Zugang zu einer ganzen Reihe neuer Unterhaltungs- und Informationsanwendungen ermöglichen. Katz und Callorda (2019) identifizieren in ihrer Untersuchung zur gesamtwirtschaftlichen Bedeutung eines vollständigen Umstiegs auf künftige hochleistungsfähige FTTLA-Kabelnetzwerke, dass damit auch ein massiver Zugewinn an Konsumentenrente in Höhe von 71,5 Milliarden US-Dollar im Zeitraum 2021 bis 2027 bzw. in Höhe von 10,2 Milliarden US-Dollar pro Jahr entstehen könnte. Lee (2022) untersucht in einer aktuellen Studie die konsumentenseitigen Nutzengewinne in der Verwendung von Smartphones auf Basis eines Panels von Umfragedaten aus Südkorea. Die Autorin findet, dass die durchschnittliche monatliche Konsumentenrente pro Person 41 US-Dollar beträgt, wobei 23 US-Dollar die Rendite aus der Nutzungserweiterung sind, z.B. das mobile Abrufen von E-Mails oder die Online-Informationssuche am Weg in die Arbeit. Die geschätzte Konsumentenrente ist am höchsten für Personen im Alter von 20 bis 30 Jahren, die auch diejenige Gruppe darstellen, die Smartphones und darauf basierende Dienste am stärksten nutzt. Insgesamt beläuft sich die gesamte Konsumentenrente aufgrund der Verwendung von Smartphones in Korea auf etwa 49 Millionen US-Dollar pro Tag (Briglauer & Schwarzbauer 2022a, S. 39).

2.2.3. Nutzung von digitalen Technologien im öffentlichen Sektor

Ähnlich wie in privaten Unternehmen und Organisationen kann die Nutzung von digitalen Technologien auch in der öffentlichen Verwaltung die interne Effizienz von Prozessen heben und Prozesse unabhängig von Qualität und Leistungsumfang kostengünstiger machen. Nationale und international Effizienzvergleiche von EcoAustria (Berger et al. für BMF 2020, Graf et al. für BMF 2021) zeigen, dass Österreich Effizienzpotenziale in der öffentlichen Verwaltung und im öffentlichen Sektor aufweist.¹¹ Ein Mittel zu Hebung von Effizienzpotenzialen wird in der Nutzung digitaler Technologien gesehen (OECD 2020, S. 11)¹² gesehen. Anwendungsgebiete digitaler Technologien in der öffentlichen Verwaltung und im öffentlichen Sektor sind insbesondere in vier Bereichen zu identifizieren: (1) Interne Effizienz durch Optimierung von Prozessen und Verwaltungsabläufen, (2) Externe Effizienz durch Optimierung der Verfahren mit BürgerInnen und Unternehmen, (3) Partizipation und Organisation von Bürgerbeteiligung sowie (4) Nutzung von Digitalisierung zur Optimierung der Bereitstellung von öffentlichen Diensten.

Interne Effizienz durch Optimierung von Prozessen und Verwaltungsabläufen

Als Wirkungskanal der Nutzung von Digitalisierung im öffentlichen Sektor ist zunächst die interne Effizienz von Abläufen in der Verwaltung selbst zu berücksichtigen. Ähnlich wie auch in privatwirtschaftlichen Unternehmen kann durch die Nutzung digitaler Technologien die Effizienz von Abläufen befördern. Die Hebung von Effizienzpotenzialen in den internen Prozessen kann dann dazu führen, dass entweder die Ausgaben für die öffentliche Verwaltung bei gleichem Niveau und bei gleicher Qualität gesenkt werden können, oder dass mehr Leistungen oder höhere Qualität von Leistungen bei gegebener Finanzierung bereitgestellt werden können. In der ersten Variante steigt die Kaufkraft der Haushalte und die Rentabilität der Unternehmen. Im zweiten Fall, nämlich der Ausweitung von Leistungen und deren Qualität bei gegebenen Budgets, steigen die Leitungsqualität für die Bevölkerung und damit der „Bürger Nutzen“ als Äquivalent zum Konsumentennutzen.

¹¹ Die öffentliche Verwaltung sowie die Bereitstellung von öffentlichen Leistungen und Diensten des Bundes, der Länder und Gemeinden in Österreich weisen hohes Leistungsniveau und hohe Qualität auf. Die Bevölkerung attestiert den Leistungs- und Verwaltungssystemen hohe Qualität und bringt ihnen hohes Vertrauen entgegen. Gemäß der Standard-Befragung des Eurobarometer vom Sommer 2022 (EU 2022, S. 70; Frage QA1.7) bewerten 74% der Befragten in Österreich die Bereitstellung öffentlicher Dienstleistungen in ihrem Land als „gut“. Damit liegt Österreich im EU Vergleich auf Rang 5, nach Luxemburg, den Niederlanden, Malta und Finnland. Auch das Vertrauen, das die Bevölkerung der öffentlichen Verwaltung sowie auch den regionalen und lokalen Behörden entgegenbringt, ist ausgeprägt. Dabei liegt Österreich beim Vertrauen in die öffentliche Verwaltung allgemein mit 66% auf Rang 6 unter 27 Mitgliedstaaten (EU 2022, S. 55; Frage QA6a.6), in Bezug auf Vertrauen in regionale und lokale Behörden der Länder und Gemeinden mit 69% auf Rang 4 (EU 2022, S. 53). Das Vertrauen und die Qualität der öffentlichen Dienstleistungen haben ihren Preis. In vielen öffentlichen Leistungsbereichen aller staatlichen Ebenen sind die Ausgaben pro Kopf im EU-Vergleich überdurchschnittlich. Und: Trotz dem grundsätzlich positiven Sentiment der Bevölkerung in vielen öffentlichen Leistungsbereichen ist man bei Zielen und Ergebnissen der Leistungssysteme, etwa im Unterrichtswesen oder in der Gesundheitsversorgung, häufig nur im internationalen Mittelfeld. Vergleichende europäische Benchmarking Analysen (Graf et al. 2021, S.33 ff. oder Berger et al. 2020, S. 87 ff.) attestieren den öffentlichen Leistungs- und Versorgungssystemen in Österreich Effizienzpotenziale.

¹² AutorInnen der OECD (2020) halten hierzu fest: „The adoption of digital technologies based on a whole-of-government approach has the potential to transform how the public sector manages its core functions and spur collaborations within and across different levels of government. These changes can improve government performance as well as the efficiency of public service delivery [...]“.

Gerade bei mengenintensiven und standardisierbaren Prozessen hat Automatisierung hohes Potenzial. Dabei reichen etwa die Einsatzmöglichkeiten von robotisierter Prozessunterstützung (RPA für Robotic Process Automation) von einfachen Dokumenten-Workflows bis hin zu komplexen Abläufen, von Desktop-Arbeiten bis zu Backoffice-Prozessen und von reiner Automatisierung bis zu entscheidungsunterstützenden Assistenzsystemen¹³. Dies stellt sich gerade vor dem Hintergrund der steigenden Leistungsanforderungen an die öffentliche Verwaltung, wie sie etwa von VertreterInnen der Gemeindeverwaltungen¹⁴ geäußert wird, und der Begrenztheit von öffentlichen Budgets und Arbeitskräfteengpässen, als hilfreich dar. Durch Automatisierung und Technisierung kann es gelingen, Prozesse effizienter zu organisieren und das Leistungsniveau und die Qualität von Leistungen bei bestehenden Kapazitäten sicherzustellen.

Im „Digital Efficiency Report“ der britischen Regierung (Central Digital & Data Office 2019)¹⁵ werden Effekte der Effizienzsteigerung durch Nutzung digitaler Technologien in internen Prozessen und Abläufen betrachtet. Für Effekte der Digitalisierung sind insbesondere Kostenersparnisse relevant. Ähnlich der Nutzung von digitalen Technologien in Unternehmen kommt es also auch in der Verwaltung zu einer Verbesserung der operativen Effizienz. Diese Kostenersparnisse stammen dem Bericht der britischen Regierung zufolge aus vier maßgeblichen Quellen: 1) einer verringerten Bearbeitungszeit für Prozesse, 2) Einsparungen im Bereich der Büroräumlichkeiten und Infrastruktur („estates and accommodation“), 3) Büromaterial und Sachaufwand und 4) Effizienzsteigerungen durch Integration von IT-Abteilungen. Basierend auf historischen Daten werden Kosteneinsparungen auf etwa 1,7 bis 1,8 Mrd. britischen Pfund pro Jahr bzw. etwa 2 Mrd. Euro geschätzt. Dies entspricht etwa 0,1% des BIP des Vereinigten Königreichs pro Jahr.

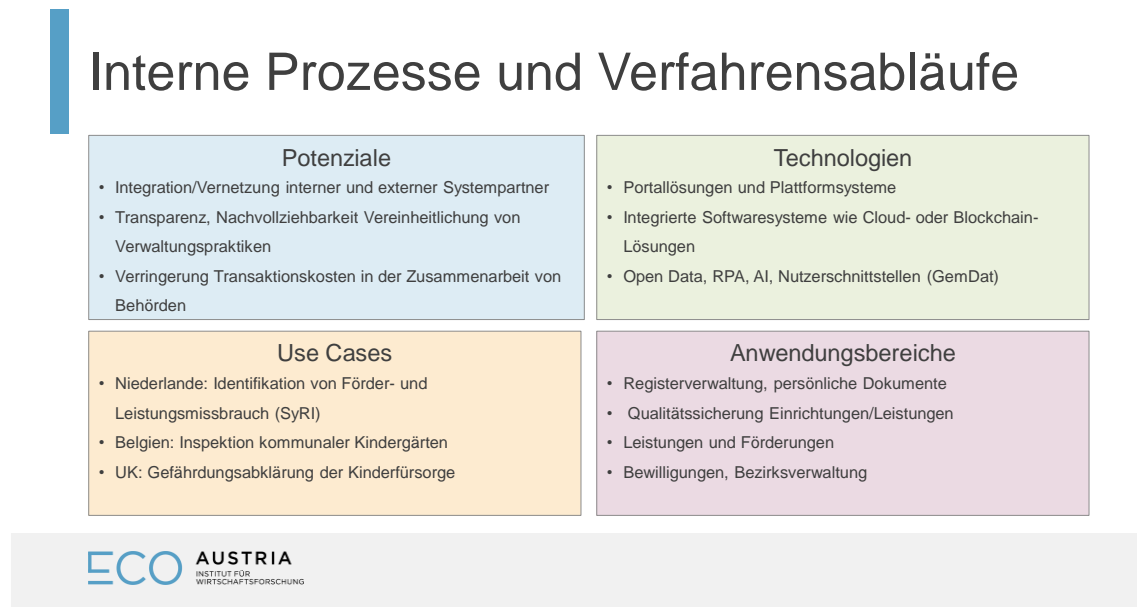
In internen Abläufen können sich Effizienzpotenziale durch Einsatz von Anwendungen der künstlichen Intelligenz (AI) insbesondere im Hinblick auf Kontrollen und Prüfungen der Qualitätssicherung oder der Prüfung von Förderbedingungen und Anspruchsberechtigungen ergeben. Im internationalen Vergleich finden sich Beispiele zum Einsatz von AI zur Identifikation von Förder- und Sozialmissbrauch. In den Niederlanden etwa sind die Gemeinden für die Abwicklung von Leistungen der Sozialhilfe zuständig. Einige Verwaltungen setzen Anwendungen der künstlichen Intelligenz und der prädiktiven Analytik zum Aufdecken von Sozialmissbrauch ein (EU 2020, S. 45). Das KI-System analysiert Daten über Leistungsbezug, Steuerleistung, Gesundheitsversicherung, Wohnort, Bildungsniveau und errechnet einen Risikofaktor, dass bestimmte Leistungen missbräuchlich bezogen werden.

¹³ Siehe hierzu auch die Informationen des österreichischen Bundesrechenzentrums BRZ unter dem [Weblink](#).

¹⁴ In der Zeitschrift des Gemeindebunds „Kommunal“ spricht Alfred Riedl, Präsident des österreichischen Gemeindebunds, steigende Anforderungen und Aufgaben der Gemeinden etwa in den Bereichen der Ausweitung der Kinderbetreuung, Energiewende, Daseinsvorsorge an: „Die Aufgaben werden jedes Jahr mehr und daher brauchen die Gemeinden auch die nötige finanzielle Ausstattung“ (Kommunal 04/2023, S. 32, abrufbar unter dem [Weblink](#)).

¹⁵ Die Ergebnisse des „Digital Efficiency Report“ des „Central Digital & Data Office“ sind im Webportal der britischen Regierung „GOV.UK“ unter dem [Weblink](#) abrufbar.

Abbildung 5: Anwendungsfelder und Potenziale von Digitalisierung bei internen Prozessen und Verfahrensabläufen¹⁶



Ein anderer wesentlicher Aktivitätsbereich der Verwaltung ist nicht nur die Prüfung des Leistungsbezugs, sondern die Kontrolle und Überprüfung von öffentlichen Einrichtungen im Hinblick auf rechtliche Vorgaben, Richtlinien und Leistungsvereinbarungen, etwa Sozialeinrichtungen, Kinderbetreuungseinrichtungen, Pflegeheime, Frauenhäuser, Krankenanstalten und vieles mehr. Die Kontrolle und Prüfung solcher Einrichtungen ist mit erheblichem Aufwand verbunden, der bei gegebenen Kapazitäten nicht immer in einer adäquaten Form bewältigt werden kann¹⁷. Ein Anwendungsbeispiel für die Nutzung digitaler Technologien in Verfahren der Qualitätssicherung findet sich in Belgien: Ähnlich wie in Österreich stellt auch in Belgien der Ausbau von Kinderbetreuungseinrichtungen ein politisches Ziel dar. Die Gewährleistung dieser Ziele bringt eine Ausweitung von Kinderbetreuungseinrichtungen mit sich. Dies ist aus Sicht der Behörden mit zusätzlichem Prüfaufwand verbunden. Die Sicherstellung von qualitativen Vorgaben an die Einrichtungen geht mit einer Arbeitsbelastung und Kapazitätsauslastung der zuständigen Behörden und Jugendämter einher. In Belgien (EU 2020, S. 42 f.) hat die flämische Agentur für Kind und Familie („Kind en Gezin“) eine AI-Anwendung zur Qualitätssicherung von Einrichtungen und zur Entlastung der Inspektoren implementiert. Dabei werden solche Einrichtungen identifiziert, die nach Maßgabe der Analyseergebnisse des AI-

¹⁶ Weiterführende Informationen zu den genannten Fallbeispielen finden sich im Internet: In den Niederlanden erfolgt die Identifikation von Förder- und Leistungsmissbrauch im Bereich der Sozialhilfe AI-unterstützt mit „SyRI“ (Systeem Risico Indicatie). Informationen finden sich im Bericht der EU-Kommission zu AI-unterstützten Anwendungen unter dem [Weblink](#) (EU 2020, S. 45 und 46). Informationen zur Inspektion und Qualitätssicherung von kommunalen Kinderbetreuungseinrichtungen in Belgien mit technologieunterstützten AI Anwendungen finden sich im Bericht der EU-Kommission unter dem [Weblink](#) (EU 2020, S. 42 und 43). Informationen zur Gefährdungsabklärung der Kinder- und Jugendhilfe in UK mit prädiktiver AI Technologie finden sich in der Online-Plattform „Apolitical“ unter dem [Weblink](#).

¹⁷ Im Rahmen der Überprüfung von Maßnahmen der allgemeinen Sozialhilfe prüfte der oberösterreichische Landesrechnungshof die Verfahren der Landesverwaltung zur Qualitätsprüfung von Obdachlosenheimen. Der LRH stellte fest, dass Kontrollen und Prüfungen vor Ort nicht im vorgesehen Umfang stattfanden (LRH OÖ 2019, S. 34-35). Nach Angaben der zuständigen Abteilung der Landesverwaltung fehlten dazu die Personalressourcen. Es würde stattdessen nur im Anlass- bzw. Beschwerdefall geprüft.

Modells einen höheren Inspektionsbedarf haben. Diese Einrichtungen werden dann durch Inspektoren gezielt überprüft.

Externe Effizienz durch Optimierung der Verfahren mit BürgerInnen und Unternehmen

Die Wirksamkeit der Nutzung von digitalen Technologien in der Verwaltung geht über die interne Effizienz von Prozessen hinaus. Dabei sind auch externe Effekte für die Haushalte und die Unternehmen zu erwarten: Diese sind auch in Österreich mit Arbeits- und Zeitaufwänden zur Bewältigung staatlich-administrativer Anforderungen, Nachweis- und Dokumentationspflichten und Verfahrensschritten konfrontiert. Mit der Bereitstellung digitaler Technologien in Verfahren, mit der Verbesserung der Interoperabilität zwischen unterschiedlichen Leistungs- und Verfahrensbereichen, der Implementierung eines Einmalprinzips („Once only“), der Einrichtung von One-Stop-Shops und Beförderung der digitalen Abschlussfähigkeit von Prozessen u.v.m. kann der Arbeits- und Zeitaufwand, die Zufriedenheit und Praktikabilität aus Sicht der BürgerInnen unterstützt werden. Durch die technische Unterstützung von Verwaltungsverfahren kann es gelingen, den Verwaltungsaufwand für Unternehmen und BürgerInnen zu verringern (Textbox 14). Dadurch ersparen sich Unternehmen und BürgerInnen Kosten, zugleich steigt der nicht monetäre Nutzen, durch die erhöhte Praktikabilität.

Textbox 14: Zeitaufwand zur Bewältigung der Steueradministration als Beispiel für staatlich-administrativen Arbeits- und Verwaltungsaufwand

Exemplarisch ist der Zeitaufwand zur Abwicklung der Steueradministration und der mit der Erfüllung von Steuerpflichten verbundenen administrative Aufwand. Im Zusammenhang mit dem Zeitaufwand für Verfahren zur Steuerleistung präsentierten PwC und Weltbank mit ihrer Analyse „Paying Taxes“ einen vergleichenden Indikator (PwC 2019). Anzumerken ist, dass sich der Zeitaufwand über die Zeit stark verringert hat. Dabei haben gerade digitale Plattformformate wie „Finanz-online“ und deren Integration in die Bürger-ID und Handy-Signatur einen erheblichen Anteil. Dennoch: Gemäß PwC beträgt der Zeitaufwand zur Erledigung von Steuerangelegenheiten in Österreich durchschnittlich 131 Stunden. Damit liegt Österreich im erweiterten EU-Vergleich unter 33 Ländern nur im Mittelfeld auf Rang 12. Dabei haben gerade Länder wie Luxemburg, Irland oder Finnland, die auch beim Digital Economy and Society Index an der Spitze rangieren, deutlich niedrigere Zeitaufwände als Österreich.

Quellen: PwC (2020). Paying Taxes. Abrufbar im Webtool von PwC unter dem [Weblink](#). Aktuelle Ergebnisse des Digital Economy and Society Index (DESI) sind abrufbar auf der Website der Europäischen Union unter dem [Weblink](#). Dabei belegen Finnland (Rang 1), Niederlande (Rang 3) oder Irland (Rang 5) Top-Positionen. Alle diese Länder rangieren im Paying Taxes Ranking vor Österreich.

Auf Grundlage einer Analyse von Accenture¹⁸ verweist etwa das frühere Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (BMDW) darauf, dass Unternehmen durch digitale Verwaltung mehr als 50% der Kosten für Behördeninteraktion senken können. Daraus entstehen Produktivitätssteigerungen für die Unternehmen. Auf Österreich umgelegt ergibt sich demnach

¹⁸ Abrufbar sind die Ergebnisse der Analyse von Accenture unter dem [Weblink](#) von Digital Austria sowie im Portal „onlinesicherheit.gv.at“ der Bundesverwaltung unter dem [Weblink](#).

ein Produktivitätspotenzial von über 100 Mio. Euro pro Jahr. Ein anderes Beispiel der Senkung von internen und externen Transaktionskosten der öffentlichen Verwaltung durch Digitalisierung findet sich für Australien. Deloitte¹⁹ führte 2015 eine Kosten-Nutzen-Analyse der Digitalisierung der Verwaltung in Australien durch. In einem Szenario, bei dem der Anteil konventioneller Erledigung durch Digitalisierung von aktuell 40% auf 20% reduziert würde, würde über die 10-jährige Laufzeit ein Ertrag von etwa 1,3% des BIP entstehen.

Hohes Potenzial zur Steigerung der externen Effizienz haben integrierte automatisierte Prozesse. Leitprinzipien solcher Verfahren sind etwa „Once Only“, d.h. dass Nachweis- und Dokumentationspflichten nur einmal und nicht wiederholt erbracht werden, „No Stop Government“-Verfahren, die ohne physisches Erscheinen auskommen, und digitale Abschlussfähigkeit („Online Completion“). Anwendungsbeispiele finden sich etwa in der Verwaltung und Abwicklung von Förderungen oder Sozialleistungen, in der Gesundheitsverwaltung auf Grundlage persönlicher elektronischer Gesundheitskonten, bei behördlichen Bewilligungsverfahren in der Sozialverwaltung oder im Bereich der Arbeitsmarktverwaltung. Dabei haben Verwaltungssysteme auch Prozesse automatisierter Entscheidung ADM implementiert („Automated Decision Making“). Effizienzgewinne können sich im Hinblick auf Verlässlichkeit und Qualität, Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen ergeben. Zwischen BürgerInnen und den VertreterInnen der öffentlichen Verwaltung bestehen zudem häufig Informationsasymmetrien, die durch Nutzung digitaler Technologien wie Chatbot- oder Assistenzsystem abgebaut werden können (Abbildung 6).

Ein Beispiel für Österreich ist etwa Finanz-Online und die Integration in andere Leistungs- und Verwaltungsbereiche über die elektronische ID der Handy-Signatur bzw. Bürgerkarte (Textbox 14). Ein internationales Beispiel betrifft etwa die Immobilieneigentumsverwaltung und der Übertragung von Immobilieneigentum in Schweden, eine auch in Österreich verfahrensintensive und mehrstufige Materie. In Schweden wurde eine Anwendung entwickelt, über die die Eintragung und Übertragung von Immobilieneigentum per Blockchain-Technologie abgewickelt werden kann. Der Prozess involviert Käufer, Verkäufer, Makler, die Bank und die Registrierungsbehörde. Die Prozessabfolge wird stufenweise vollzogen. Jeder Schritt ist in der Blockchain dokumentiert und für die Beteiligten historisch nachvollziehbar. Automatisierte Sicherheitsregime gewährleisten Datensicherheit, Verlässlichkeit, Legitimation, Authentizität.

Im Vereinigten Königreich ist die HPMO („HM Passport Office“) für die Passverwaltung zuständig.²⁰ Seit 2008 ist die HPMO auch für zentrale Bürgerregister in England und Wales zuständig. Das Aufgabenspektrum ist durch ein hohes Maß Skalierbarkeit und Standardisierung geprägt. Die HPMO übernimmt eine Schlüsselrolle bei der Digitalisierung und Automatisierung der Verwaltung in UK. Das Passservice wird gegenwärtig automatisiert. Im neuen Prozess stellen BürgerInnen Anträge online und laden Dokumente (Geburts- oder Heiratsurkunden) und Fotos elektronisch hoch. Weitere Schritte erfolgen automatisiert, d.h. ohne Fallbearbeitung durch MitarbeiterInnen. Ziel ist es, 90% der Anträge zu automatisieren. Schritte und Checks werden

¹⁹ Die Studie ist abrufbar auf der Website von Deloitte unter dem [Weblink](#).

²⁰ Informationen zur Passverwaltung in UK im Webportal der britischen Regierung „GOV.UK“ unter dem [Weblink](#) (Case Study 4).

durch Authentifizierung und Abgleich mit den Melde- und Personenregistern, durch Gesichtserkennung automatisiert durchgeführt. Nur solche Anträge, die automatisiert nicht abschließbar sind, sollen durch Fallbearbeitung unterstützt und bearbeitet werden.

Abbildung 6: Anwendungsfelder und Potenziale von Digitalisierung bei externen Prozessen²¹

Externe Prozesse und Verfahren

<p style="text-align: center;">Potenziale</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verringerung Verfahrensdauern und Verfahrenskosten, Qualität und Verlässlichkeit • Abbau Informationsasymmetrien zum Bürger • Transparenz und Nachvollziehbarkeit • Integrations-, Abschlussfähigkeit, Einmalprinzip (Once Only). 	<p style="text-align: center;">Technologien</p> <ul style="list-style-type: none"> • RPA, ADM (Automated Decision) und Smart Contracts • Chatbotssysteme Informationsquelle/Assistenz • Integration Portallösung in interne Systeme • Integrierte Technologien zur Gewährleistung von Interoperabilität(Blockchain, Cloud etc.)
<p style="text-align: center;">Use Cases</p> <ul style="list-style-type: none"> • UK: Passverwaltung der HM Passport zu 90 % automatisiert oder HM Revenue and Customs. • Schweden: Kommunalverwaltung Sozialleistungen mit RPA und ADM • Schweden: Immobilienverwaltung per Blockchain 	<p style="text-align: center;">Anwendungsbereiche</p> <ul style="list-style-type: none"> • mengenintensive und/oder mehrstufige Verfahren mit geringem Dispositionsrahmen • Förderung, Leistungen, Bezirksverwaltung • Sozial- und Familienleistungen, Arbeitslosengeld, Finanzverwaltung.

Automatisierte Prozesse finden sich in schwedischen Kommunalverwaltungen (EU 2020, S. 43 und 44). Technologische Anwendungen ergeben sich etwa im Zusammenhang mit robotisierter Prozessautomatisierung (RPA für „Robotic Process Automation“) und automatisierter Entscheidung (ADM für „Automated Decision Making“). Die Gemeinde Trelleborg setzt Technologien u.a. bei Leistungen der Langzeitpflege, Krankengeld, Arbeitslosengeld ein. Die Bearbeitungszeit von Anträgen konnte so von durchschnittlich acht Tagen auf 24 Stunden verringert werden.

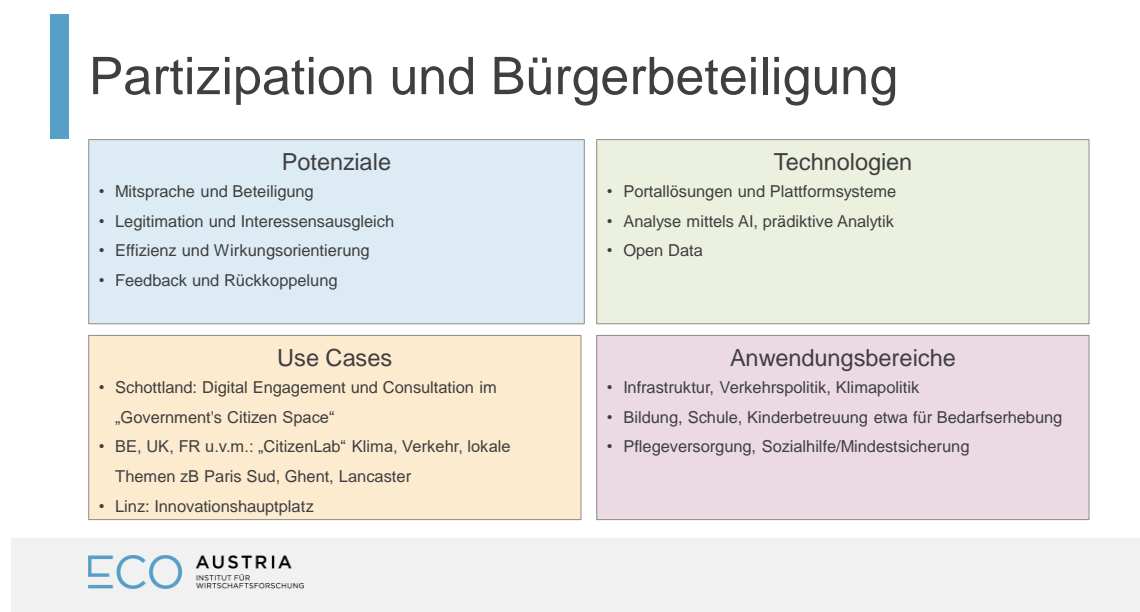
Partizipation und Organisation von Bürgerbeteiligung

Auf Grundlage digitaler Technologien lassen sich partizipative Prozesse der Bürgerbeteiligung niederschwellig und kostengünstig organisieren. Dies befördert Legitimation von Politik und Verwaltung („BürgerInnen“). Etwa können Präferenzen der BürgerInnen in

²¹ Weiterführende Informationen zu den genannten Fallbeispielen finden sich im Internet: Zum UK Passport Service durch die HMPO (Her Majesty's Passport Office) finden sich Informationen zum automatisierten Passservice im Regierungsportal „GOV.UK“ ([Weblink](#)); Beispiele aus UK finden sich auch in der Gebühren- und Steuerverwaltung durch die HMRC („Her Majesties Revenue & Customs“). Informationen hierzu sind im Verwaltungsportal Public Technology zugänglich ([Weblink](#)). Hier kommt es auch zum Einsatz von AI etwa zur Bewertung von Rückzahlansprüchen. Beispiele für ADM und RPA finden sich in der kommunalen Sozialleistungsverwaltung in Schweden in der Gemeinde Trelleborg. Sozialleistungsanträge werden hier automatisiert bearbeitet und in ADM-Verfahren so weit wie möglich abgeschlossen. Informationen sind auf der Website des Technologieanbieters „UiPath“ zugänglich ([Weblink](#)). In Schweden erfolgt die Immobilienverwaltung per Blockchain: Die Technologie kann bei mehrstufigen Verfahren mit Schnittstellen zu externen Akteuren hilfreich sein. Informationen zur Immobilienverwaltung in Schweden finden sich im Beitrag von Allesie et al. (2019) für die Europäische Kommission.

Konsultationsverfahren gesammelt und ausgewertet werden. Einsatzgebiet finden digitale Technologien etwa in Schottland. Hier hat die schottische Regierung ein digitales Format der Bürgerbeteiligung für „Digital Engagement“ etabliert. „Scottish Government's Citizen Space“ ist eine Plattform, im Rahmen derer BürgerInnen zu Themen Stellung beziehen können.²² In einer Woche werden bis zu 4.000 Ideen und 18.000 Kommentare zu öffentlichen und politischen Themen platziert. Eine andere Interaktionsform findet im Rahmen von „Consultations“ statt. Sie werden von der schottischen Regierung veranlasst und richten konkrete Fragen an die Bevölkerung. Abrufbar sind solche öffentlichen Konsultationen auf der Website des schottischen Parlaments²³. Diese Konsultationen werden in Zeitfenstern offengeschaltet. BürgerInnen können frei und offen ihre Meinung platzieren und begründen. Abgeschlossene Konsultation werden in einer Liste „We asked, you said, we did“ publiziert. Hier wird auch dargestellt, in welcher Form die Politik auf konkrete Inputs reagiert hat. Die Antworten der Konsultationen werden in Berichten ausgewertet und analysiert.

Abbildung 7: Anwendungsfelder und Potenziale von Digitalisierung bei Partizipation und Bürgerbeteiligung²⁴



„CitizenLab“ ist eine Anwendung des gleichnamigen Technologieunternehmens. Ziel ist die Verarbeitung von Bürger-Partizipation (Berryhill et al. für OECD 2019, S. 141). Die Anwendung²⁵

²² Abrufbar ist der Citizen Space unter dem [Weblink](#) der schottischen Regierung.

²³ Siehe hierzu eine Auflistung der aktuellen und abgeschlossenen Konsultationen unter dem [Weblink](#). Aktuell abgeschlossene Konsultationen betreffen etwa die Verwaltungsreform der schottischen Regierung oder ein landesweites Verbot von Windhund-Rennen.

²⁴ Informationen zum „Citizen Space“ in Schottland mit Engagement und Consultation-Verfahren, einer Partizipationsplattform zur Interaktion zwischen Bürgern und Regierung finden sich im [Weblink](#) zur Plattform der schottischen Regierung. „Consultations“ werden in einer Liste publiziert. Informationen finden sich etwa über Infoseite Participedia ([Weblink](#)). Citizen Lab ist eine digitale Partizipationsplattform der Bürgerbeteiligung. Anwendungsbeispiele finden sich etwa für London, Philadelphia, Lancaster. Informationen sind auf der Website des Unternehmens unter dem [Weblink](#) publiziert. Die Anwendung ermöglicht auch die strukturierte Auswertung von Inputs mittels KI ([Weblink](#) zu OECD Bericht von Berryhill et al. 2019, S. 141 ff). Ein Anwendungsbeispiel findet sich auf für Linz mit seinem Innovationshauptplatz. Informationen finden sich auf der Citizen Lab Website unter dem [Weblink](#).

²⁵ Informationen finden sich auch auf der Website des Unternehmens unter dem [Weblink](#).

stellt eine Plattform für die Bürgerbeteiligung bereit. Sie strukturiert und sortiert Inputs nach Inhalt, Relevanz bzw. Dringlichkeit, Eigenschaften des Bürgers bzw. der Bürgerin, etwa Alter, Geschlecht, Wohnort. Dabei können Trends und Häufungen identifiziert werden. Dieser Prozess erfolgt mittels Auswertungsalgorithmen in automatisierter Form. Die Behördenvertreter können strukturierte Auswertungen der Eingaben in Form von Dashboards abrufen. Themencluster können nach demographischen Merkmalen bzw. Ort ausgewertet werden. Anwendung fand CitizenLab etwa im Zusammenhang mit den Umweltprotesten in Belgien.

Optimierung der Bereitstellung und Produktion von öffentlichen Diensten

Digitalisierung ist nicht nur für die interne und externe Organisation der öffentlichen Verwaltung relevant. Der öffentliche Sektor stellt selbst Leistungen bereit, organisiert und verwaltet diese Leistungsbereiche. Technologische Anwendungen der Digitalisierung werden im Rahmen der Bereitstellung von Leistungen eingesetzt und können die Effizienz der Bereitstellung erhöhen bzw. die Qualität und Verlässlichkeit verbessern, etwa in der Gesundheits- und Pflegeversorgung, im Schulwesen oder der Kinderbetreuung oder in der Daseinsvorsorge und öffentlichen Sicherheit.

Im Pflege- und Gesundheitsbereich können technische Anwendungen das Personal entlasten und damit die Effizienz und Qualität der Leistungserbringung befördern. Dabei ist zwischen der Erbringung von Pflege- und Gesundheitsdiensten, etwa durch technische Geräte oder „Pflegeroboter“, und administrativen Tätigkeiten zu unterscheiden. Mit Hilfe von Anwendungen der elektronischen Pflegedokumentation ist es möglich, den zeitlichen Aufwand für Dokumentationspflichten und Administration zu verringern. Im Projekt „SeRoDi“ (für Servicerobotik bei personenbezogenen Dienstleistungen) arbeitete das Fraunhofer IPA²⁶ mit Forschungs- und Anwendungspartnern daran, neue Serviceroboter-Lösungen für die stationäre Pflege zu entwickeln (Schiller et al. 2019). Im Rahmen des Projektes wurde u.a. der „intelligente Pflegewagen“ entwickelt.²⁷ Er erfüllt die Funktionalität eines herkömmlichen Pflegewagens, er ist mit medizinischen und pflegerischen Materialien befüllt und dient dem Pflegepersonal als mobiles „Magazin“. Die Besonderheit ist, dass der intelligente Pflegewagen autonom zum Einsatzort navigiert und dabei auch Fahrstühle benutzen kann. Das Pflegepersonal kann ihn über das Smartphone rufen. SARA Robotics wiederum hat spezielle Roboter zur Anwendung in Pflegeheimen entwickelt. Die Pflegeroboter von SARA („Social & Autonomous Robotic Health Assistant“) zielen darauf ab, die Lebensqualität der Heimbewohner zu erhöhen, den Wunsch nach sozialer Interaktion zu bedienen und das Personal zu entlasten. Gegenwärtig wird an Erweiterungen zum selbständigen bzw. programmierten Navigieren gearbeitet.²⁸ SARA Roboter „interagieren“ mit den HeimbewohnerInnen. Sie dienen der Unterhaltung und zum kognitiven oder physischen Training.

Im Gesundheitsbereich können IoT-Systeme die Fernüberwachung und „Care at Home“-Systeme unterstützen. Ein Anwendungsbeispiel im Gesundheitsbereich findet sich mit „Terveyskylä“, übersetzt etwa „Gesundheitsdorf“, in Finnland. Bei der Entwicklung war die Siedlungsstruktur des

²⁶ Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung.

²⁷ Siehe hierzu Informationen des Fraunhofer Instituts unter dem [Weblink](#).

²⁸ Zur Navigationsfähigkeit von SARA Robotern siehe Informationen von „Nobleo Technology“ unter dem [Weblink](#).

Landes, mit seiner hohen Bevölkerungskonzentration im Süden und weitflächig dünn-besiedelten Regionen im Norden, von Bedeutung. Hinter dem Konzept stehen fünf finnische Universitätskliniken unter der Koordination der Universitätsklinik von Helsinki (Arvonen 2020). Ziel ist die Bereitstellung der von spezialisierten klinischen Leistungen auch in den entlegenen und weniger dicht besiedelten Regionen.²⁹ Eine technische Grundlage zur Entlastung von Kapazitäten und Ressourcen im stationären Spitalssektor bieten technische Umgebungen im Rahmen der Hauskrankenpflege. Ein Beispiel kommt aus Norwegen: „Dignio“ ist eine IKT-Plattform zur medizinischen Fernüberwachung. Sie wird in vielen norwegischen Regionen und auch in Dänemark eingesetzt. Die Plattform umfasst Kontroll- und Überwachungsfunktionen, die sonst nur in Spitälern verfügbar sind. Auch die Integration von automatisierter Medikamentenausgabe ist gewährleistet. Die Ergebnisse sind weitreichend (Deloitte 2020, Case Study 13, S. 46): 66% der PatientInnen geben an, dass sie eine höhere Selbstständigkeit erreichen. Die Hospitalisierungszeit sank um fast 40%. Mobile Betreuungsdienste verzeichnen einen Rückgang der Besuche um 34%. Die Kosten pro Patienten sind um 47% gesunken und die stationären Aufnahmen um 32%.

Im Schul- und Bildungsbereich kamen Anwendungen bei COVID-bedingten Schließungen zum Einsatz. Mit Distanzlernen konnte der Schulunterricht aufrechterhalten werden. Portalanwendungen wie „SchoolFox“ in Österreich oder „Schul-Cloud“ in Deutschland bestätigten ihre grundsätzliche Funktionalität im Schulbetrieb. Lern- und Nachhilfeplattformen wie „Third Space Learning“ in Großbritannien, die digitale Lernarena in Norwegen (NDLA für „Nasjonal digital læringsarena“) oder die Lern-App „Anton“ unterstützen SchülerInnen auch außerhalb des schulischen Unterrichts. Einen Beitrag zur Förderung des schulischen Lernens ist „School of One“, ein technologieunterstütztes Lernkonzept, das individuelle Lernpläne speziell für SchülerInnen mit Lerndefiziten vorsieht. Es wurde auf Initiative des „New York City Department of Education“ für Schulen in Manhattan, Bronx und Brooklyn entwickelt. Die Entwickler haben den Lehrstoff in Felder unterteilt. Jedes Feld wird in Kursen aufbereitet. Das Programm stellt individuelle Programme nach Fähigkeiten und Schwächen der SchülerInnen zusammen. Maßgeblich sind Ergebnisse von Abschlusstests am Ende des Unterrichts, die auf Grundlage von Algorithmen systematisch ausgewertet werden.

In der Daseinsvorsorge können Anwendungen zur effizienten und ökologischen Versorgung beitragen. „Smart City“-Konzepte bauen auf IoT-Sensorik und -Steuerung auf. Zahlreiche Anwendungsbeispiele finden sich etwa für Barcelona, wo „smarte“ Technologien eingesetzt werden, etwa vakuumbasierte Mistkübel, die Geruchsbelästigung verringern und mittels Sensoren den Grad der Befüllung anzeigen.³⁰ Beleuchtungssysteme basieren auf einem selbstregulierenden System aus LED-Lampen. Sensoren erfassen u.a. Bewegungen und

²⁹ Siehe hierzu die Informationen auf der Projekt-Website unter dem [Weblink](#).

³⁰ Informationen zu Smart-City Konzepten für Barcelona finden sich im Informationsportal der Startup- und Innovationsszene der Stadt unter dem [Weblink](#).

dimmen gegebenenfalls das Licht. Die Lichtsysteme versorgen die Stadt mit WLAN und messen Luft- und Lärmbelastung.

Mit IoT-Technik werden Warndienste implementiert, etwa „Shake Alert“.³¹ Kalifornien liegt an der Naht tektonischer Platten und ist häufig von Erdbeben betroffen. Die technische Hochschule „CalTech“ hat das System entwickelt. NutzerInnen können den Dienst auf ihr Smartphone laden. Daten von etwa 400 seismografischen Sensoren werden dafür ausgewertet. Ein anderes Beispiel findet sich in Spitzbergen. Im Hauptort Longyearbyen leben etwa 2.000 EinwohnerInnen am Fuße des Berges „Sukkertoppen“ (übersetzt Zuckerspitze). Eine Lawine verschüttete 2015 mehrere Häuser und forderte zwei Todesopfer. Daraufhin entwickelte das Universitätszentrum von Longyearbyen mit dem Telekom-Unternehmen „Telenor“ ein auf IoT-Sensorik basierendes Lawinenwarnsystem³². Sensoren sammeln Informationen zu Schneelage, Oberflächenstruktur etc. Pittsburgh in den USA hat mit SURTRAC ein intelligentes Verkehrsleitsystem³³ entwickelt. Ziel war es, Fahrzeiten zu reduzieren und verkehrsbedingte Emissionen zu senken. Das System implementiert eine selbstorganisierende und lernfähige Phasensteuerung. In Verkehrssektionen wird Verkehr anhand von Kamera- und Radardaten analysiert und das Phasenmanagement laufend automatisch aktualisiert. Ein Anwendungsbeispiel im Bereich der öffentlichen Sicherheit haben ForscherInnen der eidgenössischen technischen Hochschule (ETH-Zürich) in Form eines Analysemodells zur Identifikation von kriminalistischen „Hotspots“ entwickelt.³⁴ Das System basiert auf Methoden des maschinellen Lernens und zielt darauf ab, Einbrüche in wenig besiedelten Gebieten vorherzusagen. Dabei werden Indikatoren verarbeitet, die in einer statistischen Beziehung mit Einbrüchen stehen, etwa Uhrzeit, Bevölkerungsdichte, Ort.

Resümee

Für die volkswirtschaftlichen Effekte der Digitalisierung sind Wertschöpfungsbeiträge der IT- und Software produzierenden Unternehmen sowie ihrer Vorleistungen relevant. Dennoch gilt zu berücksichtigen, dass volkswirtschaftliche Effekte insbesondere auf der Nutzungsseite entstehen. Dabei erfolgt die Nutzung in Unternehmen, in der öffentlichen Verwaltung und in Organisationen des öffentlichen Sektors sowie in den privaten Haushalten. Bei der Nutzung digitaler Technologien sind zunächst interne Effekte relevant. Die Nutzung in den Unternehmen befördert u.a. Produktivität und Effizienz, senkt Transaktions- und Informationskosten, hebt Innovation und führt dabei zur Entwicklung neuer Produkte und Vertriebskanäle. In einer zweiten Runde befördert Digitalisierung aber auch die Wettbewerbsdynamik. Innovative Unternehmen treten neu in den Markt ein und digitalisierungsaffine Marktteilnehmer steigern ihre Wettbewerbsfähigkeit. Dadurch entsteht ein disruptiver Wettbewerbsdruck auf weniger digitalisierungsaffine Marktteilnehmer.

Mit der Nutzung der digitalen Dienste in den Haushalten entstehen wieder monetäre und nicht-monetäre Effekte. Die Digitalisierung von Märkten erhöht die Markttransparenz, es steigt das Bündel konsumierbarer Güter. Mit der Markttransparenz und Information entsteht Preisdruck auf

³¹ Informationen zum Erdbebenwarnsystem in Kalifornien finden sich in Medienbeiträgen etwa von „Pasadenanow“ unter [Weblink](#) oder „abc7news“ unter dem [Weblink](#). Die technische Hochschule von Kalifornien (California Institute of Technology, „Caltech“) publiziert Informationen unter dem [Weblink](#).

³² Informationen zum Lawinenwarnsystem in Longyearbyen finden sich unter dem [Weblink](#) von Telenor.

³³ Informationen zum Verkehrsleitsystemen SURTRAC in Pittsburgh finden sich unter dem [Weblink](#) des Informationsportals „apolitical“.

³⁴ Informationen finden sich im Informationsportal der ETH-Zürich unter dem [Weblink](#).

die Anbieter, die ihrerseits bestrebt sind, Produktivitätssteigerungen an die KonsumentInnen weiter zu geben. Es steigt die Menge der konsumierbaren Güter und damit der Lebensstandard. Gleichzeitig entsteht mit der Nutzung beliebter Dienste der gefühlte Konsumentennutzen. Es entstehen neue digitale Formen des Konsums, etwa Streaming-Dienste, die Nutzung von digitalen Diensten, Telebanking und E-Government-Angeboten. Dadurch steigt der empfundene Konsumentennutzen. Auch wenn dieser empfundene Nutzen sich schwer monetarisieren lässt, indizieren empirische Analysen zur Verfügbarkeit von Internetverbindungen in den Haushalten und der darauf basierenden Nutzung von Internetdiensten erhebliche Nutzensteigerungen für die Haushalte.

Im Hinblick auf nutzungsseitige Kanäle der Digitalisierung sind auch Anwendungen der öffentlichen Verwaltung sowie von Organisationen des öffentlichen Sektors relevant. Auch im öffentlichen Sektor können Effizienzpotenziale genutzt werden und die Qualität bzw. Verlässlichkeit von Leistungen verbessert werden. Dabei entstehen positive Effekte aus der Nutzung digitaler Technologien im öffentlichen Sektor insbesondere auf vier Ebenen. Durch die Optimierung interner Prozesse und Abläufe kann die Effizienz von Verfahren verbessert werden. Damit einher geht eine Verringerung von Kosten der öffentlichen Verwaltung. Dieser Effekt kann entweder zur Senkung der öffentlichen Ausgaben und damit zur Abgabenbelastung der Haushalte und Unternehmen oder zur Qualitätsverbesserung bzw. Ausweitung von öffentlichen Leistungen verwendet werden. Zweitens können durch digitale Anwendungen des E-Government die Interaktionen an den Schnittstellen nach außen, d.h. zu den BürgerInnen, zu den Unternehmen, zu anderen Abteilungen der öffentlichen Verwaltung bzw. zu im Verwaltungsprozess beteiligten Akteuren verbessert werden. Dadurch steigt die externe Effizienz und über diesen Kanal auch die Verwaltungskosten der beteiligten Akteure. Der Arbeits- und Zeitaufwand der BürgerInnen und Unternehmen sinkt, zudem steigt die Zufriedenheit und Praktikabilität aus Sicht der BürgerInnen, also der empfundene „BürgerInnennutzen“ als Äquivalent zum Konsumentennutzen. Drittens lassen sich auf Grundlage digitaler Technologien partizipative Prozesse der Bürgerbeteiligung niederschwellig und kostengünstig organisieren. Dies befördert Legitimation von Politik und Verwaltung und wieder den „BürgerInnennutzen“. Schließlich ergibt sich ein vierter Wirkungskanal auf Ebene der Leistungsbereitstellung. Der öffentliche Sektor stellt selbst Leistungen bereit, organisiert und verwaltet diese Leistungsbereiche. Zahlreiche Beispiele der Anwendung digitaler Technologien finden sich in Leistungsbereichen wie etwa dem Gesundheits- und Pflegewesen, dem Bildungswesen, der Daseinsversorgung oder im Bereich der öffentlichen Sicherheit.

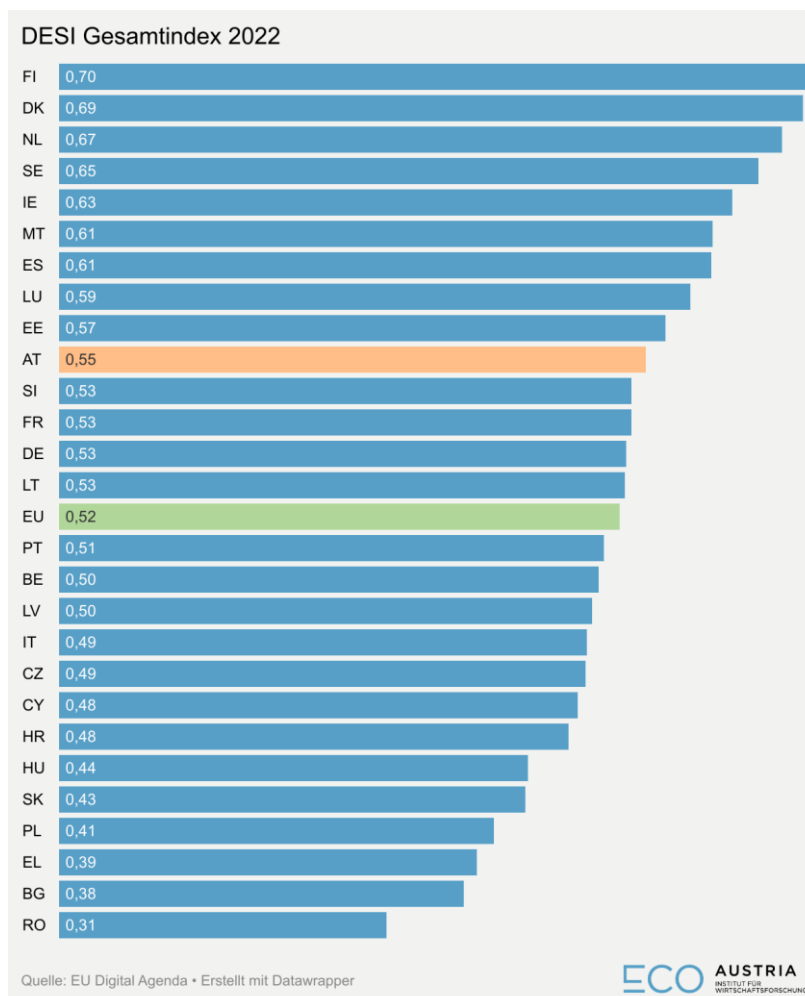
3. Bestandsaufnahme und Aufholpotenziale der Digitalisierung in Österreich

Gängige international vergleichende Indexbetrachtungen zum Fortschritt bei der Digitalisierung und bei der digitalen Wettbewerbsfähigkeit liefern konsistente Ergebnisse: Dabei ist Österreich gut, aber nicht im Spitzenfeld platziert. Führende Länder sind außerhalb der Europäischen Union etwa die USA und in Europa etwa Dänemark, Schweden, Finnland oder die Niederlande.

Digital Economy and Society Index (DESI)

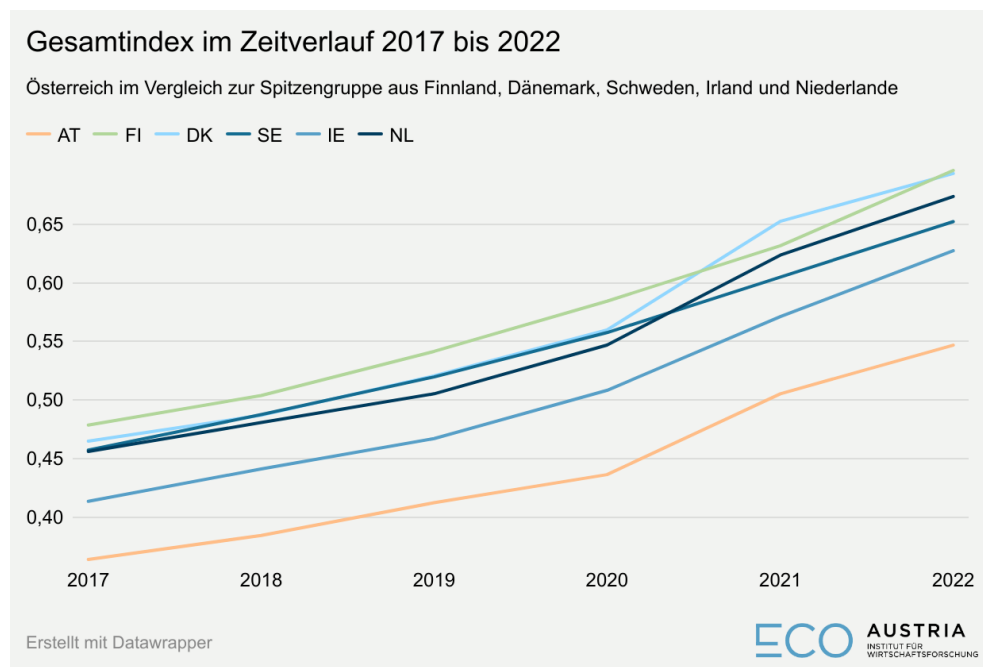
Eine Annäherung zur Bestimmung des Status quo Österreichs bei der Digitalisierung erfolgt am Digital Economy and Society Index der Europäischen Union (DESI). Der DESI wurde als Monitoring-Indikator entwickelt, um den Fortschritt der Staaten in Bezug auf Digitalisierung und die Digitale Agenda der EU zu messen (EU 2022). Dabei belegt Österreich in der Betrachtung für 2022 unter EU-27 Staaten Rang 10 (Abbildung 8). Österreich liegt an guter Position, mit einem Wert von 0,55 knapp über einem Vergleichswert der EU-27 von 0,52. Gegenüber Finnland als dem führenden Land ergibt sich ein Aufholpotenzial von etwa 14,9 Indexpunkten bzw. relativ zum Indexwert für Österreich von knapp mehr als einem Viertel (27,3%).

Abbildung 8: Ergebnisse des Digital Economy and Society Index 2022 für Österreich und EU-27



Die Betrachtung für das Jahr 2022 ist konsistent mit den Jahren davor. Österreich ist gut positioniert, jedoch bleibt der Abstand zu den führenden Ländern konstant bzw. er schließt sich nur langsam (Abbildung 9). Die Darstellung der Entwicklung im Zeitverlauf relativ zu den führenden Ländern Dänemark, Finnland, Schweden, Irland oder den Niederlanden entspricht einer Illustration des „Red Queen“ Effekts (Abschnitt 2.2.1). Zwar kann Österreich seinen Indexwert verbessern, erzielt also bei der Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft Fortschritt, jedoch bleibt der Abstand und faktisch auch die Position im Ländervergleich unverändert. Dabei variiert Österreichs Position im EU-Ländervergleich im betrachteten Zeitraum zwischen Rang 13 und Rang 10. Der relative Abstand zum Spitzenwert verringert sich im Zeitverlauf marginal, von 31,5% im Jahr 2017 auf, wie genannt, 27,3% im Jahr 2022. Faktisch bleibt der Abstand zur Spitze und auch die Position Österreichs gleich.

Abbildung 9: Österreich relativ zur Spitzengruppe im Zeitverlauf

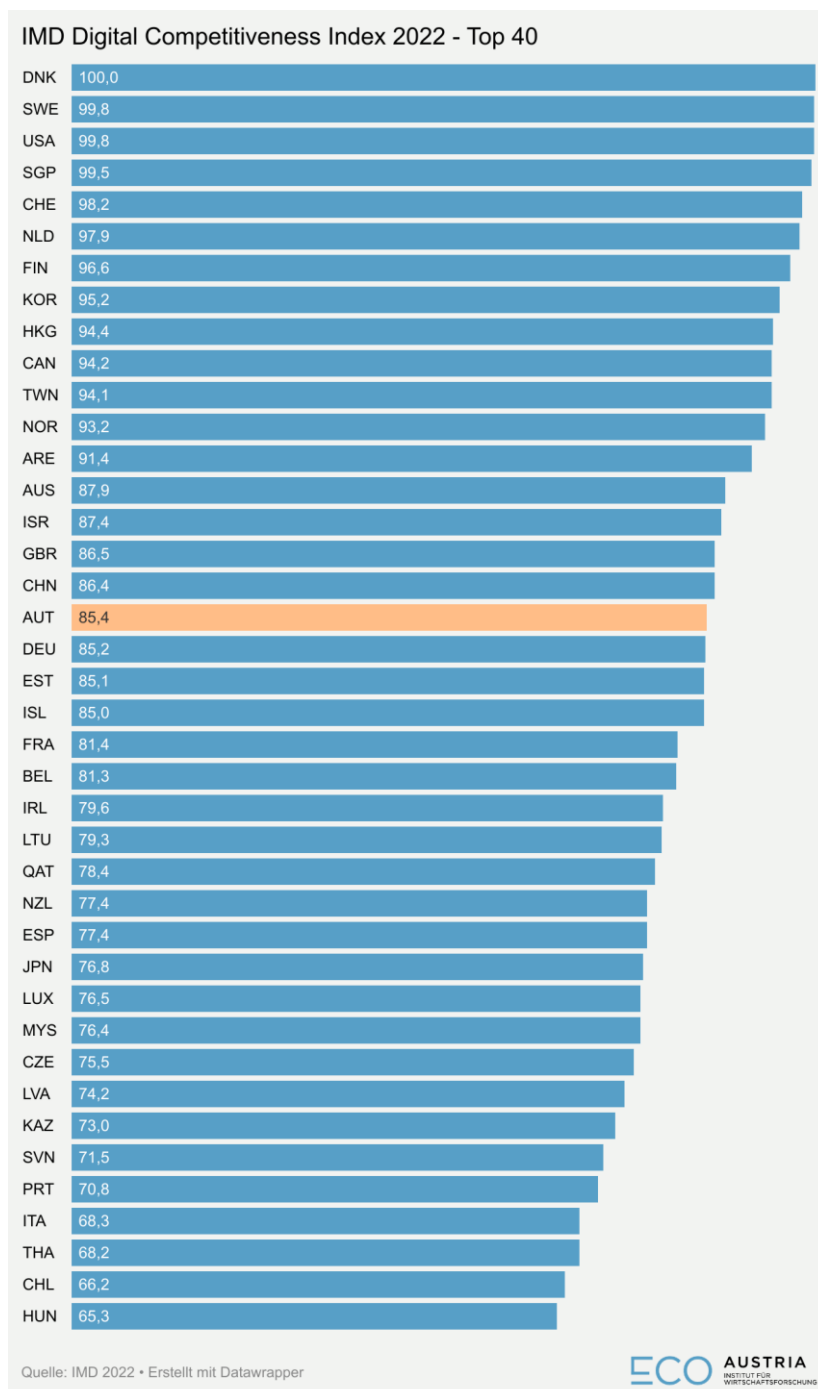


Digital Competitiveness Index des IMD

Eine international vergleichende Indexbetrachtung liefert das IMD mit dem Digital Competitiveness Index, der jährlich im sogenannten Digital Competitiveness Report publiziert wird (IMD 2022). Der Index ist eine Entwicklung des International Institute for Management Development (IMD), einer privaten Wirtschaftsuniversität mit Sitz in Lausanne. Gemeinsam mit über 50 Partnerinstituten wird der Digital Competitiveness Index erarbeitet. Dieser Index zielt darauf ab, das Ausmaß, im Rahmen dessen Ökonomien digitale Technologien annehmen und entwickeln und dadurch eine Transformation von Geschäftsmodellen, Verwaltungspraktiken und gesellschaftlichen Interaktionen bewirken, zu bestimmen. Im Rahmen des Digital Competitiveness Ranking des IMD werden mehr als 60 Ökonomien im Hinblick auf ihren digitalen Fortschrittsgrad gereiht. In den gebündelten „composite“ Index gehen Indikatoren über drei Säulen oder Dimensionen ein. Dies sind Wissen („Knowledge“), Technologie („Technology“) und Zukunftsorientierung („Future Readiness“). In jede Säule fließen wieder jeweils 3

Unterdimensionen und hier die jeweiligen Einzelindikatoren ein. Insgesamt werden im Index für das Jahr 2022 54 Indikatoren für 63 Länder zur Berechnung des Index verdichtet (IMD 2022, S. 14).

Abbildung 10: Ergebnisse des IMD Digital Competitiveness Index 2022 für Österreich und Top-40

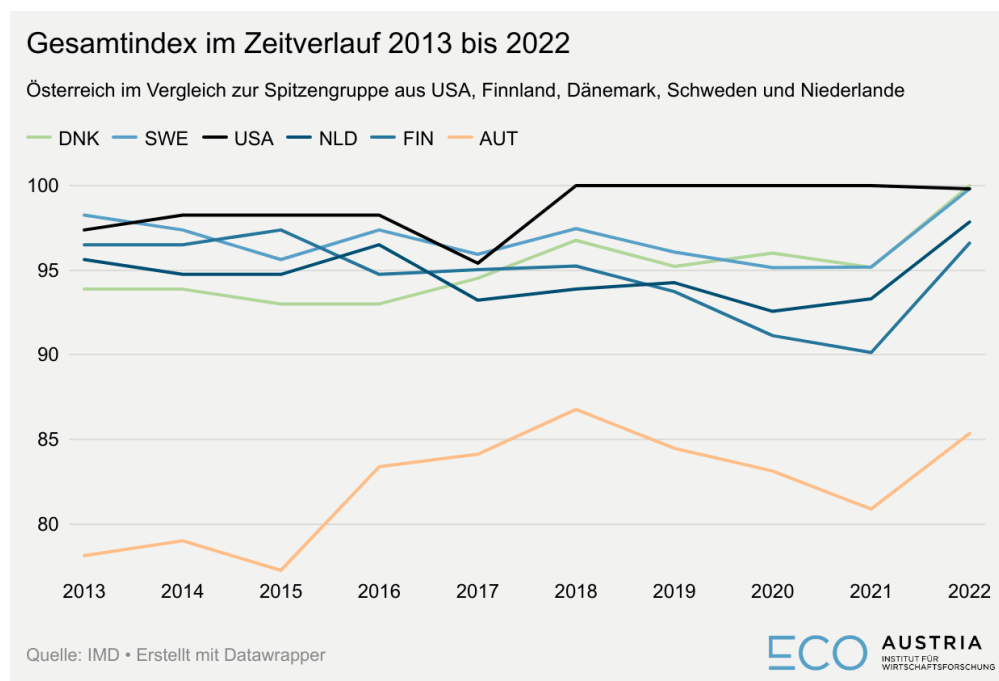


Für das jeweils betrachtete Jahr wird jenes Land, das zu diesem Zeitpunkt den höchsten digitalen Fortschrittsgrad ausweist, mit 100 normiert. Dieses Land bestimmt den Benchmark der höchsten digitalen Wettbewerbsfähigkeit zum betrachteten Zeitpunkt. Die nachfolgenden Länder ordnen

sich im Digital Competitiveness Ranking, das auf dem aggregierten Gesamtindex basiert, relativ zum jeweiligen Spitzenwert ein. Die Indexwerte dieser Länder sind damit kleiner als 100, aber größer als 0. Im aktuellen Ranking (IMD 2022, S. 28) erzielt Dänemark den Spitzenwert. Dabei stellt das aktuelle Ergebnis eine Ausnahme dar. In den Jahren 2018 bis 2021 erreichten jeweils die USA den Höchstwert. In den Jahren vor 2018 war jeweils Singapur das führende Land. Es wird in der Regressionsanalyse in Kapitel 4 aber nicht berücksichtigt. Österreich erreicht in der Betrachtung von 2022 einen Indexwert von 85,4. Daraus ergibt sich ein Aufholpotenzial von etwa 14,6 Indexpunkten oder knapp einem Fünftel (17,2%) gegenüber dem Spitzenreiter Dänemark. Österreich liegt im Ranking von 2022 auf Rang 18 von 57 Vergleichsländern.

Im Zeitverlauf seit 2013 zeigt sich, dass die Betrachtung des aktuellsten Ranking für 2022 die Position Österreichs noch etwas positiver darstellt. Dabei schwankt Österreichs Indexwert zwischen 77,3 im Jahr 2015 und 86,8 im Jahr 2018. Zur Bestimmung des Aufholpotenzials in Abschnitt 4 ist der Durchschnittswert maßgeblich. Dieser beträgt für Österreich 82,2. Es ergibt sich ein Aufholpotenzial zum Spitzenwert 100 von 17,8 Indexpunkten bzw. 21,6% relativ zum durchschnittlichem Indexwert Österreichs. Auch in der Betrachtung des IMD Digital Competitiveness Index lässt sich das Aufholpotenzial für Österreich damit mit etwa einem Fünftel des österreichischen Indexwerts quantifizieren.

Abbildung 11: Österreich relativ zur Spitzengruppe im Zeitverlauf



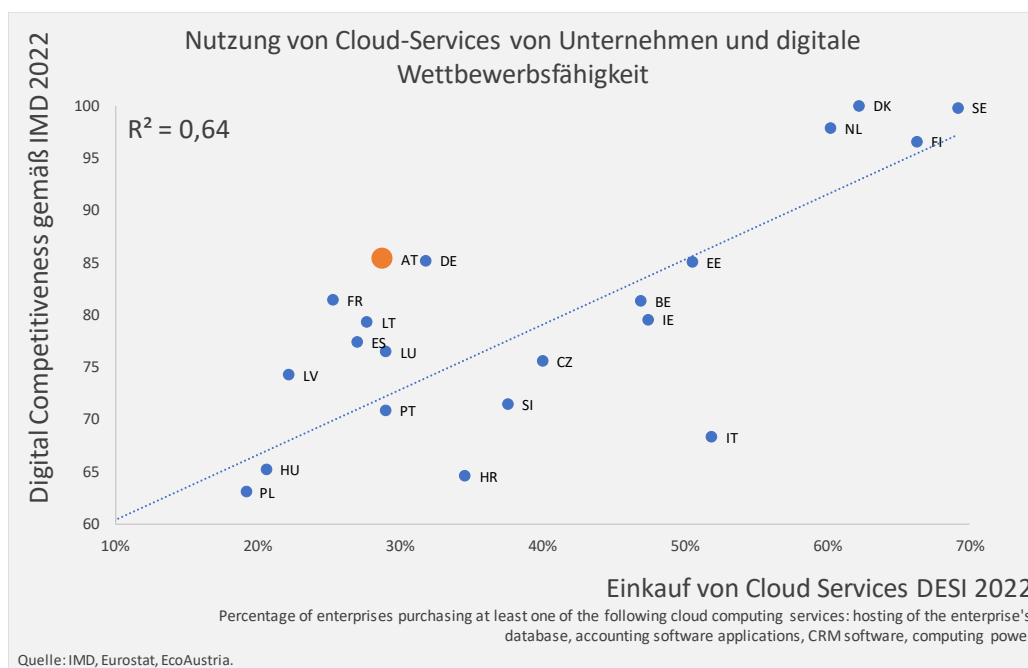
Wie im folgenden Abschnitt 4 dargestellt wird, weisen die beiden Indexbetrachtungen des DESI und des IMD Digital Competitiveness Index eine hohe statistische Übereinstimmung auf (Abbildung 13). Dabei beträgt, bezogen auf die in beiden Betrachtungen darstellbaren EU-27 Mitgliedstaaten, das R^2 der beiden Indizes am Beispiel des Jahres 2022 mehr als 0,8. Dies unterstreicht, dass die beiden Betrachtungen ähnliche konzeptuelle Sachverhalte im Kontext des digitalen Fortschrittsgrades messen. Dabei sind die beiden Indexbetrachtungen auch in Bezug

auf die Aufholpotenziale für Österreich einigermaßen konsistent und zeigen Aufholpotenziale in etwa zwischen einem Fünftel und einem Viertel an (Abbildung 13).

Technologiekomponentenbetrachtung

Ein Teil der Aufholpotenziale ist auch auf strukturelle Gegebenheiten zurückzuführen. Etwa weist Österreich einen hohen KMU-Anteil sowie einen hohen Wertschöpfungsanteil in personalintensiven Dienstleistungssegmenten wie dem Tourismus auf. Die Unternehmens- und Gründungsdynamik sind im internationalen Vergleich unterdurchschnittlich ausgeprägt. Dabei zeigen Expertisen (Accenture 2020 und 2022), dass auch in KMU sowie in traditionellen Wertschöpfungs- und Dienstleistungsbereichen wie dem Tourismus hohe Effizienz- und Produktivitätspotenziale bestehen. Im Durchschnitt weisen größere im internationalen Wettbewerb stehende Unternehmen, junge Unternehmen und technologieintensivere Branchen eine ausgeprägtere technologische Adoptions- und Innovationsfähigkeit auf. Umgekehrt zeigen Ergebnisse der Forschung, dass gerade für KMU sowie in traditionell wenig technisierten Dienstleistungssegmenten Potenziale der Digitalisierung bestehen.

Abbildung 12: Bedeutung von Cloud-Diensten für digitale Wettbewerbsfähigkeit



Dabei ergeben sich produktivitätsfördernde Effekte für KMU insbesondere aus der Nutzung von Cloud-Technologien und Cloud-Diensten. Grundlage dieser Vorteile (Textbox 5) sind Flexibilität, Skalierbarkeit, die Abrechenbarkeit von Leistungen „on-demand“ und „as-you-use“, die örtlich ungebundene Verfügbarkeit, Skalen- und Effizienzvorteile hoch spezialisierter Anbieter gegenüber eigenen Kapazitäten und Infrastrukturen „in-house“ sowie die Teilbarkeit von Ressourcen im „Multi-Tenancy Prinzip“ (Mehrmandantenfähigkeit). Wie in Abbildung 12 ersichtlich ist, sind aktuell insbesondere Cloud-Services wettbewerbsrelevant. Dabei wird die kommerzielle Nutzung von Cloud-Diensten anhand der Nachfrage beim An- oder Einkauf („Purchase“) von Cloud-Diensten in den Unternehmen gemäß DESI abgebildet. Im Jahr 2022

erklären Unterschiede der kommerziellen Nutzung von Cloud-Services allein etwa zwei Drittel der Varianz bei der digitalen Wettbewerbsfähigkeit. Dabei ergeben sich hohe Aufholpotenziale für Österreich zu führenden Ländern wie Schweden, Finnland, Dänemark oder den Niederlanden.

4. Volkswirtschaftliche Effekte der Digitalisierung

Im Rahmen der makroökonomischen Analyse wird ein Aufholsszenario für Österreich modelliert, und es werden die daraus resultierenden Effekte auf das BIP bzw. das BIP pro Kopf geschätzt. Das Catching up Szenario unterstellt, dass Österreich den Abstand zu den Spitzenländern der Digitalisierung verringert und die bestehenden Aufholpotenziale (Kapitel 3) realisiert. Für ein solches Szenario müssen im ersten Schritt die volkswirtschaftlichen Effekte der digitalen Wettbewerbsfähigkeit, die es im Szenario ja zu erhöhen gilt, berechnet werden. Dabei wird abgeschätzt, in welchem Ausmaß sich das BIP pro Kopf in Folge einer Verbesserung der digitalen Wettbewerbsfähigkeit und eines Aufschließens zu den dabei identifizierbaren Spitzenländern erhöht (Kapitel 4.2). Die Modellierung dieses Szenarios erfolgt auf Basis von Panelanalyse mit OECD Ländern über den Zeitraum 2013 bis 2020. Die Ergebnisse dieser Analyse (Kapitel 4.1) stellen die Grundlage für die Modellierung des Catching Up Szenario in Bezug auf das BIP pro Kopf (Kapitel 4.2) dar.

4.1. Makroökonomische Effekte von digitaler Wettbewerbsfähigkeit

Die Abschätzung eines Catching Up Szenario für Österreich basiert auf der Regressionsanalyse der makroökonomischen Effekte von Digitalisierung. Einbezogen in diese Panel-Analyse sind 32 OECD Mitgliedsstaaten, deren digitale Wettbewerbsfähigkeit über den Zeitraum 2013 bis 2020 betrachtet wird. Es wird der Fortschrittsgrad von Digitalisierung im Konzept der digitalen Wettbewerbsfähigkeit als unabhängige Variable gemessen und auf das BIP pro Kopf als abhängige Variable regressiert. Als maßgebliche erklärende Variable wird der Digital Competitiveness Index des IMD herangezogen. Dieser steht in modifizierter Form für die Jahre 2013 bis 2022 zur Verfügung.

Textbox 15: Empirische Untersuchungsstrategie

Im Rahmen der statistischen Analyse wird der Fortschrittsgrad der Digitalisierung in Volkswirtschaften als erklärende Variable der wirtschaftlichen Entwicklung betrachtet. Vereinfacht formuliert: Es wird berechnet, in welchem Ausmaß digitale Wettbewerbsfähigkeit in einer Volkswirtschaft deren Dynamik und Entwicklung beeinflusst. Dies erfolgt durch Implementation des Digital Competitiveness Index des IMD als erklärender Variable für das BIP pro Kopf in einer erweiterten Cobb-Douglas Funktion, unter Berücksichtigung von weiteren für die wirtschaftliche Entwicklung relevanten Faktoren. Anhand der statistischen Ergebnisse kann abgeschätzt werden, in welchem Ausmaß im Durchschnitt der Länder digitale Wettbewerbsfähigkeit das BIP pro Kopf erhöht.

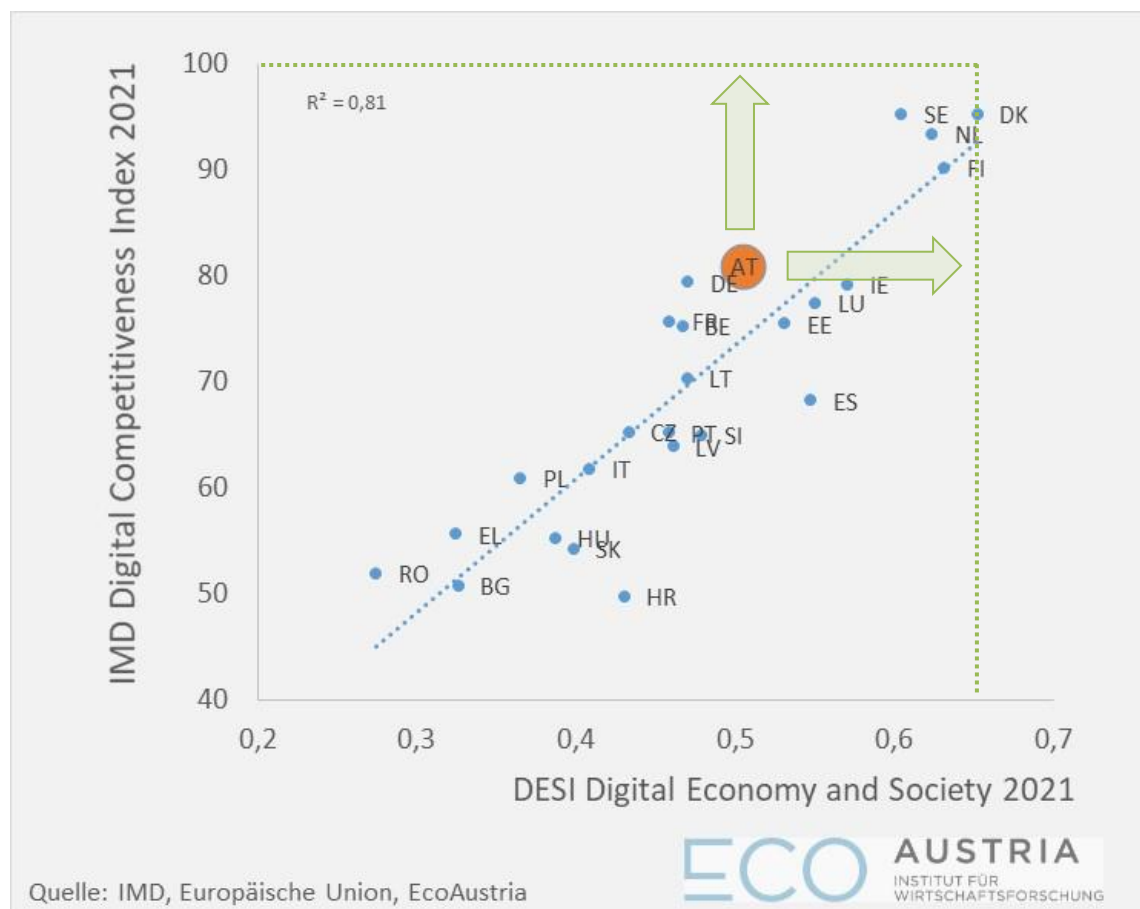
Quellen: Briglauer, W.; Cambini, C.; Gugler, K. (2023). Economic Benefits of High-Speed Broadband Network Coverage and Service Adoption: Evidence from OECD countries. EcoAustria research paper, Wien (im Erscheinen).

Die Modellierung des Fortschrittsgrades der Digitalisierung muss aus methodischen Gründen anhand des Digital Competitiveness Index des IMD erfolgen. Im ersten Schritt wurde versucht, die Ergebnisse des Digital Economy and Society Index (DESI) der Europäischen Union als erklärende Variable zur Bestimmung des Fortschrittsgrades der Digitalisierung zu implementieren. Dabei stellt sich der DESI als das prominentere und bekanntere Maß dar. Dieser

Index wird seit 2015 mit Werten ab 2014 publiziert, ist rechnerisch konsistent aber erst am 2017 verfügbar. Der Beobachtungszeitraum stellt sich im Kontext der statistischen Panel-Analysen als zu kurz heraus. Aus diesem Grund musste ein ähnliches und längerfristig verfügbares Maß identifiziert werden. Dies erfolgt anhand des Digital Competitiveness Index des IMD.

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse des DESI und des Digital Competitiveness Index für das Jahr 2021 zeigt bei einem R^2 von 0,81 ein hohes Maß an statistischer Übereinstimmung (Kapitel 3). Beide Indexbetrachtungen, jene des IMD Digital Competitiveness Index und jene des DESI, messen damit in ähnlicher Weise den Fortschrittsgrad von Digitalisierung. Die Implementation des IMD Digital Competitiveness Index als Maßstab für den digitalen Fortschrittsgrad von Volkswirtschaften erscheint vor diesem Hintergrund gerechtfertigt (Abbildung 13). Zugleich zeigt sich für Österreich in beiden Betrachtungen ein ähnliches Aufholpotenzial von etwa einem Fünftel bis einem Viertel. Letzteres variiert auch abhängig vom betrachteten Jahr. Über alle verfügbaren Jahre sowohl des DESI als auch des IMD Digital Competitiveness Index schwankt das Aufholpotenzial für Österreich zwischen 20 und 30%.

Abbildung 13: Bestandsaufnahme der Digitalisierung und Aufholpotenziale für Österreich



Bestimmung des digitalen Fortschrittsgrades anhand des IMD Digital Competitiveness Index

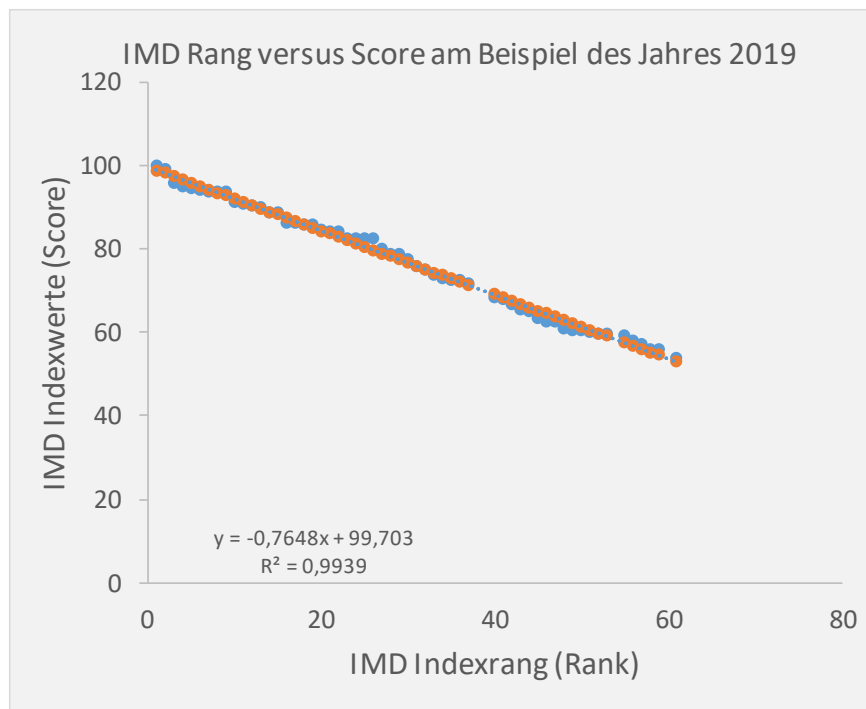
Um die Regressionsanalyse technisch zu ermöglichen, ist es erforderlich eine ausreichende Zeitreihe zur konzeptionell konsistenten Beobachtung des digitalen Fortschrittsgrades für eine ausreichenden Anzahl von Ländern zur Verfügung zu haben. Wie gezeigt, konnte der DESI der

Europäischen Union diese technische Bedingung nicht erfüllen, da zum Zeitpunkt sowohl die Zeitreihe noch zu kurz ist und auch das betrachtete Ländersample zu klein ist. Anhand des DESI können konsistent 27 Länder, d.h. die aktuellen Mitgliedsstaaten der Europäischen Union, über die Jahre 2017 bis 2022 beobachtet werden. Daraus ergeben sich 27 mal 6, d.h. 162 Beobachtungspunkte, zu wenige um zu statistisch verlässlichen Ergebnissen zu führen. Der Digital Competitiveness Index steht für den Zeitraum 2013 bis 2022 und für 57 Länder zur Verfügung. Daraus ergeben sich 10 mal 57, also 570 Beobachtungspunkte, ein Vielfaches der Beobachtungen des DESI. Für die Regressionsanalyse werden aus Datengründen nur die 32 OECD Mitgliedsstaaten und die Jahre 2013 bis 2020 berücksichtigt. Dies entspricht aber immer noch 256 Beobachtungen.

Technisch betrachtet modelliert der Digital Competitiveness Index das Ausmaß digitaler Wettbewerbsfähigkeit anhand einer „fluiden“ Technologieschwelle. Im IMD Modell wird Wettbewerbsfähigkeit modelliert wie etwa der 100 Meter Sprintwettbewerb bei olympischen Spielen. Über die Jahre haben sich die Spitzenzeiten verändert, tendenziell sind die Spitzenzeiten dabei kürzer geworden. Dennoch, obwohl jeder Wettbewerb ein System für sich ist, es gibt jeweils einen schnellsten Teilnehmer. Dieser erhält den Wert 100. Das nachfolgende Feld wird aber, anders als beim 100 Meter Sprint, nicht anhand seines Rangs erfasst, sondern anhand des Abstands zum Spitzenwert. Der Indexwert eines Landes ist damit nicht nur ordinalskaliert, sondern intervallskaliert. Der Indexwert enthält die Information, wie groß der Abstand und das Aufholpotenzial zum jeweiligen Spitzenwert ist. Diese Eigenschaft wird für die Analyse des Aufholpotenzials von Österreich zu den wettbewerbsfähigsten Ländern genutzt.

Um anhand des IMD Digital Competitiveness Index eine konsistente Zeitreihe modellieren zu können, mussten die Indexwerte für die Jahre 2013 bis 2016 extrapoliert werden. Wie ausgeführt, stellt die Zahl der beobachtbaren Datenpunkten eine kritische Bedingung für die Analyse dar. Für den IMD Index sind Werte für die Jahre 2017 bis 2022 publiziert. Für die frühen Jahre 2013 bis 2016 sind nur Rangskalen publiziert. Die Extrapolation von Indexwerten für die früheren Jahre 2013 bis 2016 erfolgt durch eine statistische Extrapolation. Dabei wurden die beobachtbaren Verteilungen zwischen Rängen und Werten für die Jahre 2017 bis 2022 auf die Rangordnungen der Jahre 2013 bis 2016 übertragen. Technisch wurden für die beobachtbaren Jahre 2017 bis 2022 die funktionalen Zusammenhänge zwischen den Indexwerten als y-Variable und den Rangskalen als x-Variable bestimmt. In diese Funktionen wurden die für die Jahre 2013 bis 2016 verfügbaren Ränge eingesetzt. Vereinfacht gesprochen: Für die Jahre 2013 bis 2016 wurden Indexwerte geschätzt, indem die Regressionsgeraden der Werte und Ränge für die beobachtbaren Jahre auf die Ränge der nicht beobachtbaren Jahre übertragen wurden. Es zeigt sich am Beispiel des beobachtbaren Jahres 2019 (Abbildung 14), dass die Indexwerte fast linear entlang der Rangordnung verteilt sind. Die tatsächlichen Indexwerte weichen nur minimal von der Rangordnung ab. Auf diese Weise war es möglich, die beobachtbare Zeitreihe verlängern und Datenbeobachtungen maximieren zu können.

Abbildung 14: Funktionaler Zusammenhang zwischen Indexrängen und Indexwerten am Beispiel des Jahres 2019



Methodischer Ansatz der Panelanalyse

Die Untersuchungsstrategie basiert auf Arbeiten von Briglauer et al. 2023. Hier wurde die gesamtwirtschaftliche Wirtschaftsleistung auf die Abdeckung mit Hochgeschwindigkeits-Breitbandnetzen zu einem bestimmten Zeitpunkt regressiert. Breitbandinfrastruktur betrachtet eine technische Vorbedingung für die Digitalisierung. Die gegenständliche Betrachtung berücksichtigt jedoch nicht nur Breitbandinfrastruktur, sondern ein sehr viel breiteres Konzept der digitalen Wettbewerbsfähigkeit (*IMD_DIGI*). Der Ansatz ist damit umfassender als die methodisch zugrunde liegende Betrachtung von Briglauer et al. (2023). Für die gegenständliche Untersuchungsstrategie werden die in Briglauer et al. (2023) implementierten erklärenden Variablen der Breitbandinfrastruktur durch den IMD Digital Competitiveness Index „ausgetauscht“. Im Rahmen einer erweiterten Cobb-Douglas Produktionsfunktion (Cardona et al. 2013) wird das Bruttoinlandsprodukt pro Kopf (*GDP_pc*) zunächst in Zusammenhang mit den beiden Inputfaktoren Arbeit (*LABOUR*) und Kapital (*CAPITAL*) gesetzt. Erläuterungen und Spezifikationen zu den verwendeten Variablen finden sich in der Tabelle 1. Weiters wird für den Faktor Humankapital (*EDUC*) kontrolliert. Hier gilt die theoretische Annahme, dass das Bildungsniveau eine relevante Größe sein könnte, die die Fähigkeiten, digitale Technologien produktiv zu nutzen, mitbestimmen könnte, da es sich bei digitalen Technologien um qualifikations- und wissensintensive Technologien handelt (Akerman et al. 2015).

Im Panelmodell wird eine Variable implementiert, die einen zeitlichen Verzögerungseffekt von Digitalisierung messen soll. Hier ist die Überlegung, dass die produktive Nutzung digitaler Technologien mit Lern- und Netzwerkeffekten verbunden ist. Mit der Nutzung digitaler Technologien materialisieren sich über die Zeit etwa Lern- und Netzwerkeffekte. Dabei sammeln

beispielsweise NutzerInnen über die Zeit Erfahrungen oder es bildet sich mit der Zeit eine kritische Menge an NutzerInnen heraus, die den Mehrwert von digitalen Technologien kollaborativ erhöht. Unternehmen tätigen komplementäre Investitionen in Technologien, Software oder in das Humankapital der MitarbeiterInnen. Dadurch könnten positive Effekte digitaler Technologien im Laufe der Zeit kumulieren und die Produktivität somit über den kontemporären Effekt hinaus, zeitlich verzögert zusätzlich erhöhen. Es ist zu erwarten, dass Länder, die bereits früher technologische Grundlagen in Form von Breitbandinfrastruktur geschaffen haben, sich also in einer späteren und gereiften Technologiephase befinden, mehr Produktinnovationen, höhere Produktivitätsgewinne und letztlich eine weiter verbreitete Nutzung innovativer Technologien erfahren sollten. Aufgrund von Erfahrungs- und Lernkurveneffekten im Umgang mit digitalen Technologien gilt dies tendenziell auch für die private Nutzung von Haushalten. In Anlehnung an Czernich et al. (2011), Edquist (2018) und Briglauer et al. (2021) wird im Analyseansatz eine zeitverzögerte Variable (*years_since*) der Einführung digitaler Technologien hinzugefügt. Operationalisiert wird diese Variable anhand der Anzahl der Jahre, seit denen neue Festnetz- und/oder Mobilfunk-Breitbandtechnologien über einen bestimmten Schwellenwert hinaus eingeführt wurden.³⁵ In unserer empirischen Schätzgleichung wird auf ein lineares Panelmodell mit länderspezifischen festen Effekten zur Kontrolle sämtlicher zeitinvarianter Faktoren auf Länderebene sowie mit Periodeneffekten zur Kontrolle sämtlicher Einflussfaktoren, die alle Untersuchungseinheiten (OECD Länder) zu einem bestimmten Zeitpunkt zugleich und in ähnlicher Form beeinflussen, verwendet. Dieser Ansatz wird in der panelökonometrischen Literatur auch als „two-way Fixed Effects-Modell“ bezeichnet (Cameron & Trivedi, 2009). Die länderspezifischen fixen Effekte, α_i , erfassen jegliche zeitinvariante Heterogenität auf Länderebene, die jährliche Periodeneffekte, α_t , erfassen etwa allgemeine makroökonomische Schocks, wie z. B. Konjunkturzyklen, aber auch die Jahre 2020 und 2021, deren makroökonomische Kennzahlen unter dem Einfluss der Covid-19 Krise und die damit einhergehenden Politikmaßnahmen stehen, insbesondere Lockdowns und deren gesamtwirtschaftliche Folgen. Die Analyse basiert somit auf folgender empirische Schätzgleichung:

$$\begin{aligned} \log GDP_pc_{it} = & \beta_0 + \beta_1 \log CAPITAL_{it} + \beta_2 \log LABOUR_{it} + \beta_3 IMD_Digi_{it} \\ & + \beta_h \log EDUC_{it}^h + \beta_4 years_since_{it} + \alpha_i + \alpha_t + \epsilon_{it} \end{aligned}$$

Mit Ausnahme von den Variablen „*years_since*“ und „*IMD_Digi*“ sind in der Basisspezifikation in Gleichung (1) alle Variablen in logarithmierter Form angegeben. Durch das Logarithmieren sind zum einen die interessierenden Steigungsschätzkoeffizienten einfach als prozentuelle Änderungen in Hinblick auf die jeweiligen marginalen Effekte auf die abhängige Variable zu interpretieren. Zum anderen sind die Ergebnisse in der logarithmierten Form weniger sensibel in

³⁵ Es stehen unterschiedliche Spezifikationen der Variable „*years_since*“ zu Verfügung. Sie sind methodisch konsistent als zeitlich verzögerter Lern- oder Netzwerkeffekt zu interpretieren. Die unterschiedlichen Spezifikationen sind in der Tabelle 1 ablesbar.

Bezug auf statistisch ausreißende Werte. Der hochgestellte Index h unterscheidet zwischen verschiedenen Bildungsniveaus ($h = \text{secondary}; \text{higher}$), was es ermöglicht zu prüfen, ob die Fähigkeiten zur Nutzung digitaler Technologien im Zusammenhang mit der Bildung steigende oder sinkende Erträge aufweisen.

Daten

In der Regressionsanalyse werden Paneldaten aus 32 OECD-Mitgliedstaaten für den Zeitraum 2013 bis 2020 für abhängige und unabhängige Variablen mit einer maximalen Anzahl von 256 Beobachtungen verwendet.

Tabelle 1: Variablen, Definitionen und Quellen

Variable	Beschreibung	Quelle ^(a)
Abhängige Variable		
<i>GDP_pc</i>	BIP in konstanten 2015 USD pro Kopf.	World Bank ^(a)
Unabhängige Variablen		
<i>LABOR</i>	Definiert als Erwerbsquote („ <i>Labour Force Participation Rate</i> “) kalkuliert als erwerbsaktive Personen bzw. Erwerbspersonen (d.h. Beschäftigte plus Arbeitslose) im Alter von 15 bis 64 Jahren dividiert durch die Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter (15 bis 64 Jahre).	Euromonitor ^(b)
<i>CAPITAL</i>	Bruttoinvestitionen in Prozent des BIP, bestehend aus den Ausgaben für Investitionen in das Anlagevermögen der Volkswirtschaft zuzüglich der Nettoveränderungen des Lagerbestands und abzüglich der Investitionen in die Telekommunikation.	World Bank
<i>EDUC^{secondary}</i>	Anteil der Bevölkerung über 15 Jahren mit Sekundarschulabschluss.	Euromonitor
<i>EDUC^{higher}</i>	Anteil der Bevölkerung über 15 Jahren mit Tertiärabschluss.	Euromonitor
<i>IMD_Digi</i>	IMD Digital Competitiveness Index gemäß IMD Digital Competitiveness Ranking.	IMD World Competitiveness Center ^(c)
<i>years_since_adop^{fiber}(10%)/</i> <i>years_since_adop^{fiber}(15%)</i>	Anzahl der Jahre, seit Anschluss von glasfaserbasierten (FTTx) Breitbandanschlüssen für 10% bzw. 15% der Haushalte adoptiert wurde.	FTTH Council Europe / own calculation
<i>years_since_cov^{fiber}(10%)/</i> <i>years_since_cov^{fiber}(15%)</i>	Anzahl der Jahre, seit Verfügbarkeit von glasfaserbasierten (FTTx) Breitbandanschlüssen für 10% bzw. 15% der Haushalte gewährleistet ist.	FTTH Council Europe / own calculation
<i>years_since_cov^{mobile}(20%)/</i> <i>years_since_cov^{mobile}(30%)</i>	Anzahl der Jahre, seit Verfügbarkeit von 3G+ mobilen Breitbandanschlüssen für 20% bzw. 30% der Haushalte gewährleistet ist.	Euromonitor / own calculation

Anmerkungen: ^(a) Daten öffentlich verfügbar: <https://data.worldbank.org/indicator/>; ^(b) Daten kommerziell verfügbar: <https://www.euromonitor.com/our-expertise/passport>; ^(c) Daten öffentlich verfügbar unter dem [Weblink](#) des IMD.

Bei der Erstellung des Datensatzes wurden folgende Quellen verwendet: Als abhängige Variable wird das reale BIP pro Kopf betrachtet. Hierfür werden Daten der Weltbank verwendet. Als interessierende unabhängige Variable wird, wie oben beschrieben, der IMD Digital Competitiveness Index herangezogen. Schließlich werden die OECD-Datenbanken Digital Economy Outlook und Economic Outlook sowie verschiedene andere Datensätze herangezogen,

um die Kontrollvariablen zu konstruieren. Alle Variablendefinitionen und -quellen sowie deskriptive Statistiken sind nachstehend in Tabelle 1 und Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Deskriptive Statistiken

Variable	N	Mean	Std. Dev.	Min	Max
<i>GDP_{pc}</i>	646	36834,434	21165,648	6373,132	105454,73
<i>CAPITAL</i>	646	22,114	4,133	9,698	53,418
<i>LABOR</i>	646	0,662	0,078	0,415	0,86
<i>EDUC^{secondary}</i>	608	58,129	11,921	28,1	87,3
<i>EDUC^{higher}</i>	608	22,814	7,563	8,2	45,3
<i>IMD_Digi</i>	272	79,743	12,591	51,509	100
<i>years_since_cov^{mobile}(30%)</i>	646	8,441	5,637	0	19
<i>years_since_cov^{mobile}(20%)</i>	646	9,036	5,65	0	19
<i>years_since_adop^{mobile}(10%)</i>	646	6	5,241	0	19
<i>years_since_cov^{fiber}(15%)</i>	646	4,283	4,426	0	16
<i>years_since_adop^{fiber}(15%)</i>	646	2,161	3,269	0	16
<i>years_since_adop^{fiber}(10%)</i>	646	2,703	3,66	0	17
<i>years_since_cov^{fiber}(10%)</i>	646	4,503	4,546	0	17

Anmerkungen: Daten für die Variablen *EDUC^{secondary}* and *EDUC^{higher}* fehlen für Luxemburg und Island für den gesamten Beobachtungszeitraum. Beobachtungen zu der Variablen *IMD_Digi* liegen für die Jahre 2013-2020 vor.

Ergebnisse der Panelanalyse

Die Ergebnisse der Schätzgleichung sind in der Tabelle 3 dargestellt. Die geschätzten Koeffizienten für die Produktionsfunktions-Inputfaktoren Arbeit und Kapital, $\log(LABOR)$ und $\log(CAPITAL)$, sind in allen Regressionen signifikant und addieren sich annähernd auf eins. Letzteres deutet auf konstante Skalenerträge hin. Die Humankapitalvariablen $\log(EDUC^{secondary})$ und $\log(EDUC^{higher})$ zeigen ebenfalls eine starke Auswirkung auf das BIP pro Kopf, aber es scheint, dass die Sekundärschulbildung für den Erwerb der erforderlichen digitalen Fähigkeiten weitaus wichtiger ist als die tertiäre Hochschulbildung. Unter Berücksichtigung aller Kontrollvariablen sowie der festen Länder- und Jahreseffekte erklären unsere Regressionen in Tabelle 3 etwa 70% der gesamten relevanten Variation ("R2 within").

Die hier relevanten Ergebnisse für den IMD Index zur digitalen Wettbewerbsfähigkeit sind blau umrandet. Während in den Regressionen (1) bis (3) der Basisspezifikation ein absolutes Indexmaß verwendet wurde, wurde in Regression (4) das Digitalisierungsmaß in logarithmierter Form verwendet. Diese Formen ermöglichen eine unmittelbare Interpretation auf die marginalen Effekte der digitalen Wettbewerbsfähigkeit. Insgesamt sind die Ergebnisse konsistent größer als jene zu Effekten der Breitbandinfrastruktur in Briglauer et al. (2023). Etwa impliziert die Adoption von drahtlosen und leitungsgebundenen Breitbandanschlüssen einen kumulierten Elastizitätswert von rund 0,11 bis 0,12, während der Elastizitätswert für den umfassender

konzipierten Digitalisierungsindex gemäß Regression (4) in der gegenständlichen Schätzung auch eine erwartungsgemäß etwas größere Elastizität in Höhe von 0,16 ausweist. Digitale Wettbewerbsfähigkeit hat demnach einen umfänglicheren Effekt auf das BIP pro Kopf, als nur die Breitbandinfrastruktur, die als Grundvoraussetzung von digitaler Wettbewerbsfähigkeit zu betrachten ist, aber eben nur einen Teilaspekt von Digitalisierung betrachtet. Den Ergebnissen der Schätzgleichung (4) zufolge, würde eine Erhöhung des Digitalisierungsindex um 1% zu einem Anstieg des BIP pro Kopf in Höhe von 0,16% führen. In den log-linearen Regressionen (1) bis (3) führt eine Erhöhung um einen Prozentpunkt ($\Delta x = 1$), zu einem Anstieg des BIP pro Kopf um rund 0,2% ($100 \cdot \beta_3 \cdot \Delta x$). Evaluiert am Mittelwert des Digitalisierungsindex von rund 80 Punkten (Tabelle 2), errechnet sich hieraus wiederum ein Elastizitätswert von 0,16.

Tabelle 3: Regressionsergebnisse von digitaler Wettbewerbsfähigkeit auf das BIP pro Kopf mit Periodeneffekten und länderspezifisch festen Effekten

Abhängige Variable:	<i>log(GDP_pc)</i>			
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>log(CAPITAL)</i>	0,209***	0,192***	0,209***	0,209**
	(4,22)	(3,66)	(4,22)	(4,25)
<i>log(LABOUR)</i>	0,504***	0,504***	0,504***	0,510**
	(4,25)	(4,56)	(4,25)	(4,28)
<i>log(EDUC^{secondary})</i>	0,244***	0,387***	0,244***	0,240**
	(4,25)	(6,01)	(4,25)	(4,38)
<i>log(EDUC^{higher})</i>	-0,034	-0,029	-0,034	-0,040
	(-0,71)	(-0,61)	(-0,71)	(-0,84)
<i>IMD_Digi</i>	0,002*	0,002	0,002*	
	(1,94)	(1,67)	(1,94)	
<i>log(IMD_Digi)</i>				0,160*
				(2,09)
<i>years_since</i>	✓	✓	×	✓
<i>Periodeneffekte</i>	✓	✓	✓	✓
<i>Länderspez. Effekte</i>	✓	✓	✓	✓
Konstante	0,000 (,)	0,000 (,)	8,885*** (17,46)	0,000 (,)
R ² within	0,709	0,714	0,709	0,709
F-Test	61328,061	61901,180	238,957	21670,636
#Länder	32	32	32	32
#Beobachtungen	256	256	256	256

Anmerkungen: Alle Regressionen kontrollieren für feste Effekte der OECD-Mitgliedstaaten und jährliche Periodeneffekte. Die Standardfehler sind robust gegenüber Heteroskedastizität und Autokorrelation sowie gegenüber sehr allgemeinen Formen einer länderübergreifenden räumlichen Abhängigkeit (Driscoll und Kraay 1998).

Im Vergleich der Regressionen (1) bis (4) zeigt sich, dass auch die übrigen Schätzkoeffizienten von der Messung der Digitalisierungsvariablen in absoluten Prozentpunkten oder in logarithmischer Form weitestgehend unberührt sind. Ebenso führen unterschiedliche Spezifikationen der *years_since* Variable zu keinen wesentlichen Änderungen. Diese zeigen in

allen Regressionen (nicht ausgewiesen) wiederum einen positiv signifikanten Effekt, d.h. auch Digitalisierungsprozesse entfalten ihre volle gesamtwirtschaftliche Wirkung erst im Zeitverlauf.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die produktive und effiziente Nutzung digitaler Technologien im Konzept der digitalen Wettbewerbsfähigkeit einen positiven Effekt auf das BIP pro Kopf und damit auf die Wertschöpfung und auf den gesamtwirtschaftlichen Wohlstand bewirkt. Für die Analyse des Digitalisierungseffektes resultierten noch höhere Schätzkoeffizienten als für die Breitbandinfrastruktur allein. Dies ist insofern konsistent mit den Annahmen, als Breitbandinfrastruktur zwar eine Voraussetzung für Digitalisierung und digitale Wettbewerbsfähigkeit darstellt, aber eben auch nur eine Teilkomponente in einem vielfältigen Modell von Wirkungskanälen und Wirkungshebeln (Kapitel 2) abbildet. Dabei führt eine Verbesserung der digitalen Wettbewerbsfähigkeit um 1% zu Anstieg des BIP pro Kopf in Höhe von 0,16%, was dahingehend plausibel erklärbar ist, als der zugrunde gelegte Digitalisierungsindex neben Breitbandkonnektivität und deren Nutzung noch zusätzliche gesamtwirtschaftlich relevante Wirkungseffekte abbildet. Sowohl für die Variablen zur Breitbandnutzung als auch bei Verwendung des Digitalisierungsindex, zeigen sich zudem positive dynamische Effekte, die die kontemporären Effekte im Zeitverlauf noch entsprechend verstärken.

4.2. Modellierung eines Catching Up Szenario für Österreich

Österreich weist in gängigen Betrachtungen zum Fortschrittsgrad der Digitalisierung Aufholpotenziale zu den Spitzenländern mit der höchsten digitalen Wettbewerbsfähigkeit auf. Der hier herangezogene Digital Competitiveness Index indiziert Aufholpotenziale von einem Fünftel bis zu einem Viertel. Wenn nun, wie in Kapitel 4.1 dargestellt, höhere digitale Wettbewerbsfähigkeit im Sinne einer effizienteren und produktiveren Nutzung von digitalen Technologien die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung positiv determiniert, so lässt sich in Folge eines Aufholens Österreichs zu den Spitzenländern auch ein entsprechender positiver Effekte auf die gesamtwirtschaftliche Wertschöpfung erwarten. Mit anderen Worten: Gegeben die Aufholpotenziale, die Österreich im Hinblick auf digitale Wettbewerbsfähigkeit zu den Spitzenländern aufweist, erwirtschaftet die Gesamtwirtschaft ihre Wirtschaftsleistung eigentlich unterhalb eines Produktivitätspotenzials, das bei voller Entfaltung digitaler Wettbewerbsfähigkeit realisierbar wäre.

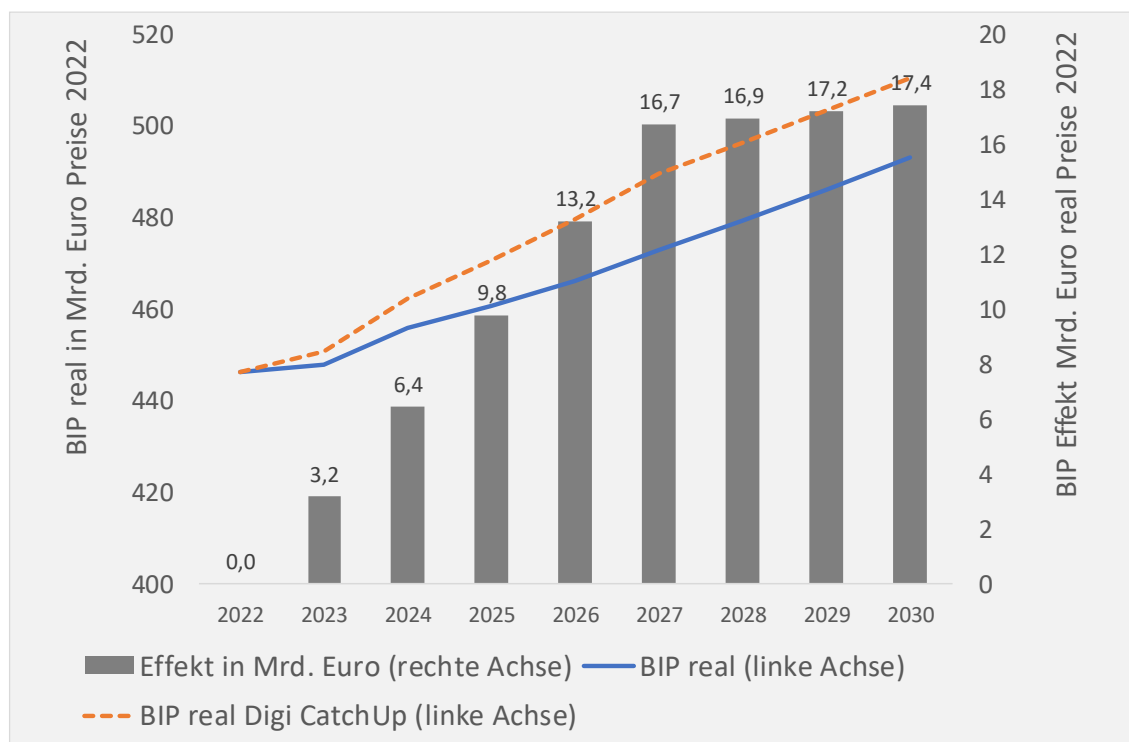
Im folgenden Abschnitt werden die mit einem solchen Catching Up Prozess verbundenen makroökonomischen Effekte für Österreich abgeschätzt. Zunächst wird das Ausmaß des Aufholpotenzials für Österreich bestimmt. Hierzu wird konsistent mit dem Abschnitt 4.1 der für die Panel-Analyse und für die Bestimmung der positiven Effekte von Digitalisierung auf das BIP pro Kopf maßgebliche Digital Competitiveness Index des IMD herangezogen.

Im Zeitraum 2013 bis 2021 erzielt Österreich vergleichsweise ähnliche Indexwerte mit nur marginalen Schwankungen. Dabei liegt das absolute Minimum bei 77,3 im Jahr 2015. Das absolute Maximum liegt bei 86,8 im Jahr 2018. In den verfügbaren Betrachtungen seit 2013 und bis 2021 weist Österreich einen durchschnittlichen Indexwert von 81,9 auf. Der Index ist auf 100 normiert. Den Bestwert erreichen in den Jahren 2018 bis 2020 die USA. Im Jahr 2021 liegt Dänemark auf der Top-Position. Für Österreich ergibt sich nach Maßgabe des Digital

Competitiveness Index ein Aufholpotenzial von etwa 18,1 Indexpunkten. Dies entspricht einem Aufholpotenzial von etwa 22%.

Hier ist zu betonen, dass aus methodischen Gründen das Aufholpotenzial am IMD Digital Competitiveness Index bestimmt wird, da dieser auch für die Berechnung der makroökonomischen Schätzung maßgeblich ist. Zugleich ist zu betonen, dass das Aufholpotenzial für Österreich in alternativen Indexmaßen ähnlich, wenn nicht sogar höher ist. Vergleicht man den durchschnittlichen Indexwert Österreichs beim Digital Economy and Society Index über die verfügbaren Jahre 2017 bis 2022 mit den in diesem Zeitraum erzielten Bestwerten für Finnland und Dänemark so würde sich für Österreich ein noch höheres Aufholpotenzial vom 30,5% ergeben. Das unterstellte Aufholzenario anhand des Digital Competitiveness Index ist damit Ergebnis einer „konservativeren“ Schätzung und damit auch weniger umfangreich als alternative Indexbetrachtungen dies nahelegen würden.

Abbildung 15: Ergebnisse des BIP Effekts im Catching Up Szenario 2023 bis 2030



Für die Modellierung des Catching up Szenario sind die Ergebnisse der Panelschätzung – hier gilt, dass eine Verbesserung der digitalen Wettbewerbsfähigkeit um 1% das reale BIP pro Kopf um 0,16% erhöht – sowie der prognostizierte gesamtwirtschaftliche Wachstumspfad gemäß kurz- und mittelfristiger Prognose des WIFO relevant (WIFO 2022a und WIFO 2022b). Die Betrachtung basiert auf realen Preisen des Jahres 2022. Die Abschätzung geht zunächst vom nominellen BIP 2022 von 446,3 Mrd. Euro aus. Auf dieses nominelle BIP werden die Wachstumsraten des realen BIP gemäß kurzfristiger Prognose des WIFO (2022a) für die Jahre 2023 und 2024 und der mittelfristigen Prognose (WIFO 2022b) für die Jahre 2025 bis 2027 übertragen. Für die Jahre 2028 bis 2030 wird die Wachstumsrate des realen BIP zum Ende des Prognosezeitraums der mittelfristigen Prognose forstgeschrieben. Zur Berechnung des BIP pro Kopf wird die

Bevölkerungsprognose von Statistik Austria herangezogen. Auf diese Weise wird ein reales BIP pro Kopf in Preisen von 2022 als Basisszenario ausgewiesen.

Zur Bestimmung und Quantifizierung der Effekte des Aufhol Szenario wird der marginale Effekt von 0,16% je Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit um ein Prozent auf das Aufholpotenzial übertragen. Das Aufholpotenzial gemäß IMD Digital Competitiveness Index beträgt 22,1%. Multipliziert mit dem marginalen Effekt ergibt sich ein kumulierter Effekt. Das BIP pro Kopf erhöht sich damit bei voller Entfaltung des Catching up um 3,5%, d.h. 0,16 mal 22,1. Um ein realistisches Szenario zu konstruieren, wird ein schrittweiser Aufholprozess beginnend mit dem Jahr 2023 unterstellt. Dabei wird angenommen, dass sich die digitale Wettbewerbsfähigkeit ab 2023 jährlich um ein Fünftel verbessert, bis im fünften Jahr nach Einsetzen des Szenario, also 2027, der Aufholprozess abgeschlossen ist. Ab da wird für jedes weitere Jahr bis 2030 das Niveau gehalten. Volle Wirksamkeit entfaltet das Aufhol Szenario damit erstmals im Jahr 2027. Das BIP pro Kopf erhöht sich in diesem Jahr um die vollen 3,5%. Daraus ergibt sich ein zusätzliches Wachstum des BIP über das Basisszenario hinaus von etwa 16,7 Mrd. Euro im Jahr 2027. Nach der vollen Entfaltung des Catching Up stellt sich ein zusätzliches BIP von bis zu 17,4 Mrd. Euro pro Jahr in Preisen von 2022 ein. Dies entspricht einem Plus von etwa 1.860 Euro pro Jahr und Einwohner bzw. Einwohnerin.

In der Visualisierung von Abbildung 15 lässt sich der kumulierte BIP Effekt des Szenario als Fläche zwischen den beiden Liniendiagrammen, nämlich dem in blau eingezeichneten Basisszenario und dem orange strichlierten Catching Up Szenario, darstellen. Der kumulierte Effekt über den Zeitraum 2023 bis 2030 stellt sich als Summe der jährlichen Effekte des Aufhol Szenarios dar. Über den Zeitraum von 2023 bis 2030 ergibt sich kumuliert eine zusätzliche Wirtschaftsleistung von etwa 100 Mrd. Euro, gemessen in Preisen von 2022.

Resümee

Digitalisierung stellt eine Grundlagen- und Mehrzwecktechnologie dar. Die produktive, d.h. effiziente und effektive, Nutzung ist für die Wettbewerbsfähigkeit des Standorts von Bedeutung. Den empirischen Ergebnissen der Studie zufolge bewirkt eine Verbesserung der digitalen Wettbewerbsfähigkeit um 1%, gemessen am Digital Competitiveness Index, eine Erhöhung des BIP pro Kopf um 0,16%. Gängige international vergleichende Indexbetrachtungen zeigen: Österreich ist gut, aber nicht top positioniert. Es ergeben sich Aufholpotenziale von einem Fünftel bis zu einem Viertel zu den am stärksten digitalisierten Ländern, USA, Dänemark, Schweden, Finnland oder den Niederlanden. Ein Catching Up Österreichs zu diesen wettbewerbsfähigsten Ländern würde nach Maßgabe der empirisch identifizierten Makroeffekte das BIP pro Kopf um etwa 3,5% erhöhen. Pro Jahr und in Preisen von 2022 entspricht dies bis zu 17,4 Mrd. Euro. Aktuell sind dabei insbesondere Cloud-Services wettbewerbsrelevant. Im Jahr 2022 erklären Unterschiede der Nutzung von Cloud-Services allein etwa zwei Drittel der Varianz bei der digitalen Wettbewerbsfähigkeit.

Die produktive Nutzung digitaler Technologien stellt damit eine Grundlage für die Wettbewerbsfähigkeit und für die Sicherung des Wohlstands dar. Aufholpotenziale ergeben sich etwa im Hinblick auf hochspezialisierte IT-Fachqualifikationen, Basisqualifikationen in der

Bevölkerung, die Nutzung von digitalen Technologien in den Unternehmen, insbesondere in KMU sowie in traditionell weniger stark technisierten Dienstleistungsbranchen wie dem Tourismus, weiters im Hinblick auf Breitbandinfrastrukturen sowie digitale Innovationsfähigkeit. Wenn Österreich ab 2023 bis 2027 zu den bei der Digitalisierung wettbewerbsfähigsten Ländern aufschließen kann, so könnte dies, kumuliert über die Jahre bis 2030, ein zusätzliches BIP von etwa 100 Mrd. Euro bewirken.

5. Literaturverzeichnis

- Abrardi, L. & Cambini, C. (2019). Ultra-fast broadband investment and adoption: A survey. *Telecommunications Policy* 43(3), 183–198.
- Accenture (2020). Digitalisierung Konjunkturmotor. Studie des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort und Digital Austria. ([Weblink](#))
- Accenture (2021). Die digitale Dividende. Hintergrundinformationen zur Studie. ([Weblink](#))
- Accenture (2021a). Collaborating to win in Canada's Fintech ecosystem Accenture 2021. Canadian Fintech report. ([Weblink](#))
- Accenture (2021b). Embedded finance for SMEs: The ultimate collaboration of banks and digital platforms. ([Weblink](#))
- Accenture (2022). Die Digitale Dividende 2022. Hintergrundinformation zur Studie. Erfolgsfaktoren der digitalen Champions. ([Weblink](#))
- Ahmad, N. & Schreyer, P. (2016). Are GDP and Productivity Measures Up to the Challenges of the Digital Economy? ([Weblink](#))
- Akerman, A., Gaarder, I., & Mogstad, M. (2015). The skill complementarity of broadband Internet. *Quarterly Journal of Economics* 30, 1781–1824.
- Allesie, D.; Sobolewski, M. & Vaccari, L. (2019). Blockchain for digital government. An assessment of pioneering implementations in public services. European Commission (EC) JRC Science for Policy Report. ([Weblink](#))
- Alpers, S.; Hellfeld, S.; Oberweis, A. & Trunko, R. (2012). Ein Ansatz zur Entwicklung von mobilen Augmented Reality Anwendungen. In: Back, A., Bick, M., Breunig, M., Pousttchi, K. & Thiesse, F. (Hrsg.), *MMS 2012: Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.. (S. 27-41). ([Weblink](#))
- Antikainen, M.; Uusitalo, T.; Päivi Kivikytö-Reponen, P. (2018). Digitalisation as an Enabler of Circular Economy. In: 10th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems, IPS2 2018, 29-31 May 2018, Linköping, Sweden. ([Weblink](#))
- Arvonen, S. (2020). Finland's Digital Care Network: Why is it Working So Well? In: *Health Management*, Volume 20 - Issue 1, 2020. ([Weblink](#))
- Aznag, F. & Tahanout, K. (2022). Internet of Things (IoT) technology and the future of payments (Case of Amazon-Go). *Administrative And Financial Sciences Review*. Volume: 06/N°: 01 2022. ([Weblink](#))
- Berger, J.; Graf, N.; Pitlik, H.; Strohner, L. & Weyerstraß, K. (2020). Wachstum, Wohlstand, solide Finanzen und die Corona-Krise. Gemeinsame Studie von EcoAustria, WIFO und IHS im Auftrag des Bundesministeriums für Finanzen (BMF). ([Weblink](#))
- Berryhill, J.; Heang, K. K.; Clogher, R. & McBride, K. (2019). Hello, World: Artificial intelligence and its use in the public sector. *OECD Working Papers on Public Governance* No. 36. ([Weblink](#)).
- Bertschek, I., Briglauer, W., Hüschelrath, K., Kauf, B., & Niebel, T. (2016). The economic impacts of telecommunications networks and broadband Internet: A survey. *Review of Network Economics* 14, 201–227.
- Bresnahan, T. & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies 'engines of growth'? *Journal of Econometrics* 65, 83–108.
- Briglauer, W. & Gugler, K. (2019). Go for gigabit? First evidence on economic benefits of high-speed broadband technologies in Europe. *Journal of Common Market Studies* 57(5), 1071–1090.
- Briglauer, W. & Schwarzbauer, W. (2022a). Volkswirtschaftliche Bedeutung des Internets in Österreich. EcoAustria Studie im Auftrag von ISPA – Internet Service Providers Austria. ([Weblink](#))
- Briglauer, W., Dürr, N., & Gugler, K. (2021). A retrospective study on the regional benefits and spillover effects of high-speed broadband networks: Evidence from German counties. *International Journal of Industrial Organization* 74, 102677.

- Briglauer, W.; Cambini, C.; Gugler, K.; Stocker, V. (2022). Net neutrality and high-speed broadband networks: evidence from OECD countries, *European Journal of Law and Economics*. ([Weblink](#))
- Briglauer, W.; Cambini, C.; Gugler, K. (2023). Economic Benefits of High-Speed Broadband Network Coverage and Service Adoption: Evidence from OECD countries. *EcoAustria research paper*, Wien (im Erscheinen).
- Brynjolfsson, E. & Hitt, L. M. (2003). Computing productivity: Firm-level evidence. *The Review of Economics and Statistics* 85, 793–808.
- Brynjolfsson, E., Rock, D. & Syverson, C. (2018). The productivity J-curve: How intangibles complement general purpose technologies. *National Bureau of Economic Research Working Paper No. w25148*. Revised 2020. ([Weblink](#))
- Brynjolfsson, E.; Wang, C.; Zhang, X. (2021). The Economics of IT and Digitization: Eight Questions for Research. *MIS Quarterly* Vol. 45 No. 1 pp. 473-477/March 2021. ([Weblink](#))
- Brynjolfsson, E.; Li, D.; Raymond, L. R. (2023). Generative AI at Work. *National Bureau of Economic Research NBER-Working Paper*. Cambridge.
- Bughin, J. & van Zeebroeck, N. (2017). The best response to digital disruption. In: *MIT Sloan Management Review*. May 9, 2017. ([Weblink](#))
- Cameron, A. C. & Trivedi, P. (2009). *Microeconometrics: Methods & applications*. Cambridge: Cambridge University Press, Cambridge.
- Cardona, M., Kretschmer, T., & Strobel, T. (2013). ICT and productivity: Conclusions from the empirical literature. *Information Economics and Policy* 25(3), 109–125.
- Central Digital & Data Office (2012). *Digital Efficiency Report. Research and analysis*. ([Weblink](#))
- CEPAL – Economic Commission for Latin America and the Caribbean (2021). *Digital technologies for a new future*. UN – United Nations 2021.
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2011). Broadband infrastructure and economic growth. *The Economic Journal* 121(552), 505–532.
- Deloitte (2015). *Digital government transformation* Commissioned by Adobe. Commissioned by Adobe. ([Weblink](#))
- Deloitte (2020). *Digital transformation. Shaping the future of European healthcare*. Deloitte Centre for Health Solutions. ([Weblink](#))
- Driscoll, J. C. & Kraay, A. C. (1998). Consistent covariance matrix estimation with spatially dependent panel data. *Review of Economics and Statistics* 80, 549–560.
- Dutz, M. A., Orszag, J. M., & Willig, R. D. (2012). The liftoff of consumer benefits from the broadband revolution. *Review of Network Economics*, 11(4).
- Edquist, H., Goodridge, P., Haskel, J., Li, X., & Lindquist, E. (2018). How important are mobile broadband networks for the global economic development? *Information Economics and Policy* 45, 16–29.
- EU – Europäische Union (2022). *Standard-Eurobarometer 97. Sommer 2022. Die öffentliche Meinung in der Europäischen Union*. ([Weblink](#))
- EU – Europäische Union, Europäische Kommission (2020). *AI Watch Artificial Intelligence in public services, Overview of the use and impact of AI in public services in the EU*. In: *Science for Policy Report*, Joint Research Centre. ([Weblink](#))
- EU – Europäische Union, Europäische Kommission (2022a). *Digital Economy and Society Index 2022. Methodological Note*. ([Weblink](#))
- Falk, M. (2015). E-commerce trends and impacts across Europe. *International Journal of Production Economics*.
- Friedewald, A; Halata, P. S.; Meluzov N. & Lödding, H. (2016). Die Produktivitätswirkung von Augmented Reality in der Unikatfertigung. *Institut für Produktionsmanagement und -technik*, Technische Universität Hamburg ([Weblink](#))
- Gbadegesin, S. A. (2019). The Effects of Digitalization on the Commercialisation Process of High-Technology Companies in the Life Sciences Industry. In: *Technology Innovation Management Review* 9(1):49-63. ([Weblink](#))

- Glodfarb, A. & Tucker, C. (2019). Digital Economics. In: Journal of Economic Literature 2019, 57(1), 3–43. ([Weblink](#)).
- Graf, N.; Strohner, L. & Berger, J. (2021). Konsolidierung der öffentlichen Finanzen nach der Corona-Krise (Berechnungsupdate). EcoAustria Studie im Auftrag des Bundesministerium für Finanzen (BMF). ([Weblink](#))
- Greenstein, S. & McDevitt, R. (2011). The Broadband Bonus: Estimating Broadband Internet's Economic Value. Telecommunications Policy, 35, 617–632.
- Hölzl, W.; Bärenthaler-Sieber, S.; Bock-Schappelwein, J.; Friesenbichler, K.; Kügler, A.; Reinstaller, A.; Reschenhofer, P. & Dachs, B. (2019). Digitalisation in Austria: State of play and reform needs. Final Report. March 4th, 2019. Joint WIFO and AIT Study for the EU Commission carried out within the Framework Service Contract „Studies in the Area of European Competitiveness“. ([Weblink](#))
- IBM Corporation (2022). Cost of Data Breach 2022. ([Weblink](#))
- IDC – International Data Corporation (2020). The Microsoft Cloud Dividend. Snapshot: Austria.
- IMD (2022). IMD World Digital Competitiveness Ranking 2022.
- Katz, R. & Callorda, F. (2019). Assessing the economic potential of 10G networks. New York: Telecom Advisory Services. ([Weblink](#)).
- Katz, R. & Koutroumpis, P. (2012). Measuring socio-economic digitization: A paradigm shift. Paper presented and published in the World Economic Forum 2012 Global Information Technology Report. ([Weblink](#))
- Köppl-Turyna, M.; Strohner, L. & Graf, N. (2022). Wertschöpfung von Start-ups in Österreich. EcoAustria Studie im Auftrag von AustrianStartups, Junge Wirtschaft, Wirtschaftskammer Österreich, Austrian Private Equity and Venture Capital Organisation und Austrian Angel Investors Association.
- Lee, S. (2022). Quantifying the Consumer Surplus from Smartphones. SSRN Working paper. ([Weblink](#)).
- LRH OÖ – Oberösterreichischer Landesrechnungshof (2019). Maßnahmen der allgemeinen Sozialhilfe. ([Weblink](#))
- Microsoft (2022). Microsoft Digital Defense Report 2022. Illuminating the threat landscape and empowering a digital defense. ([Weblink](#))
- OECD (2014). The digital economy, new business models and key features. In: Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy. ([Weblink](#))
- OECD (2020). Digital Government Index: 2019 results. OECD Public Governance Policy Papers No. 03.
- Peneder, M.; Firgo, M.; Streicher, G. (2019). Stand der Digitalisierung in Österreich. Studie des WIFO im Auftrag der AK. ([Weblink](#))
- Pöchlacher-Tröschler, G.; Scherk, J. & Wagner, K. (2018). Künstliche Intelligenz. Anwendungsfelder und Einsatzpotenziale in der Industrie. Publikation der Industriellenvereinigung IV Oberösterreich.
- Projektgruppe Wirtschaftsinformatik des Fraunhofer-Instituts für Angewandte Informationstechnik FITSchneider, H.; Brunner, P.; Koller, W.; Luptacik, P. (2020). Die digitale Transformation in österreichischen Wertschöpfungsnetzwerken. Studie des IWI – Industriewissenschaftliches Institut im Auftrag des Rates für Forschung und Technologieentwicklung (RFTE). ([Weblink](#))
- Stockinger, M. (2017). The Impact of Digitization on Future Business Models. Master's Thesis JKU. ([Weblink](#))
- PwC (2019). Paying Taxes. Time to Comply. 2018. ([Weblink](#))
- Rong, K. (2022). Research agenda for the digital economy. Journal of Digital Economy. Volume 1, Issue 1, June 2022, Pages 20-31. ([Weblink](#))
- Scharf, D. (2023). IT-Industrie. Struktur, Trends und Standort-Anforderungen in Österreich. Papier der österreichischen Industriellenvereinigung (IV). ([Weblink](#))
- Schiller C., B. Graf, J. Fischbach, S. Baumgarten, D. Bläsing, S. Strunck, R. Fredl-Maurer, G. Filitz (2019). SeRoDi, Servicerobotik bei personenbezogenen Dienstleistungen.

- Abschlussbroschüre. Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung. ([Weblink](#))
- Schlatt, V.; Schweizer, A.; Urbach, N. & Fridgen, G. (2016). Blockchain: Grundlagen, Anwendungen und Potenziale. Fraunhofer Institute for Applied Information Technology (FIT). White Paper. ([Weblink](#))
- Schwarzbauer, W.; Graf, N.; Köppl, M.; Höslinger, E. und Redl, S. (2022). Die volkswirtschaftliche Bedeutung des E-Commerce in Österreich. EcoAustria Studie im Auftrag von AMAZON; ([Weblink](#)).
- Spezia, V. (2012). ICT investments and productivity. Measuring the contribution of ICTS to growth. OECD Journal: Economic Studies Vol. 2012/1. ([Weblink](#))
- Strauss, H., Samkharadze, B. (2011). ICT capital and productivity growth, EIB Papers, ISSN 0257-7755, European Investment Bank (EIB), Luxembourg, Vol. 16, Iss. 2, pp. 8-28.
- Täuscher, K. (2016). Business Models in the Digital Economy: An Empirical Study of Digital Marketplaces. Fraunhofer Working Paper – Fraunhofer Center for International Management and Knowledge Economy. ([Weblink](#))
- Vogelsang, M. (2010). Digitalization in Open Economies. Theory and Policy Implications. Physica-Verlag-Wuppertal. ([Weblink](#))
- WIFO (2022a). WIFO-Konjunkturprognose Dezember 2022. Hauptergebnisse.
- WIFO (2022b). Update der mittelfristigen Prognose der österreichischen Wirtschaft 2023 bis 2027 (Oktober 2022). Hauptergebnisse.
- Yahskova, O. & O’Boyle Kelly, D. (2022). Microsoft Cloud Dividend: Assumptions and Methodology. IDC White Paper sponsored bei Microsoft. International Data Corporation. ([Weblink](#))

