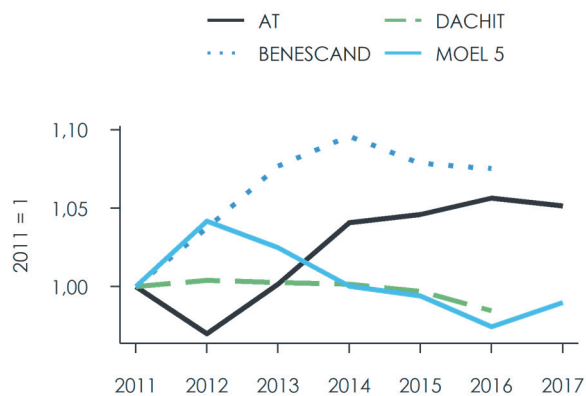


Eine neue Taxonomie zur Gliederung von Branchen nach ihrer IKT-Intensität

Michael Peneder

- Die vom WIFO entwickelte neue Taxonomie der Branchen nach ihrer Digitalisierungsintensität bildet systematische Unterschiede des Einsatzes von IKT-Fachkräften zwischen den Wirtschaftszweigen ab.
- Die verwendeten Daten, Methoden und Ergebnisse werden umfassend dokumentiert, um den Einsatz der Taxonomie in der Ökonomie zu erleichtern.
- Vorteile gegenüber bestehenden Taxonomien sind u. a. die Bestimmung der Grenzen zwischen den Gruppen durch die Daten selbst (statistische Clustermethode) und die für Österreich wichtige Unterscheidung zwischen IKT-Herstellern und IKT-Nutzern.
- Im internationalen Vergleich ist in Österreich der Wertschöpfungsanteil von IKT-intensiven Wirtschaftszweigen gering. Branchen, die selbst IKT produzieren, liegen besonders weit zurück, holten aber in den vergangenen Jahren auf.

Entwicklung der Wertschöpfungsanteile von IKT-produzierenden Wirtschaftszweigen



Nach Zuwächsen in den letzten Jahren betrug der Anteil der IKT-produzierenden Branchen an der gesamten Wertschöpfung 2017 in Österreich 5,7% (Q: Eurostat, SBS; WIFO-Berechnungen. Ungewichtete Durchschnitte der Ländergruppen).

"Die Digitalisierung betrifft alle Wirtschaftszweige, allerdings in unterschiedlichem Ausmaß. Die neue WIFO-Branchen-taxonomie kategorisiert anhand von statistischen Clustermethoden IKT-produzierende sowie IKT-nutzende Branchen nach der Intensität des Einsatzes von IKT-Fachkräften."

Eine neue Taxonomie zur Gliederung von Branchen nach ihrer IKT-Intensität

Michael Peneder

Eine neue Taxonomie zur Gliederung von Branchen nach ihrer IKT-Intensität

Dieser Beitrag stellt eine neue Branchentaxonomie vor, welche die Wirtschaftszweige anhand des Anteils von IKT-Fachkräften klassifiziert. Ziel ist es, durch eine umfassende, aber kompakte Dokumentation der verwendeten Daten, Methoden und Ergebnisse die Anwendung der neuen Taxonomie für einen breiteren Nutzerkreis zu erleichtern. Im Ergebnis werden vier Gruppen klassifiziert und ausgewiesen: IKT-Hersteller sowie IKT-nutzende Branchen mit hohem, mittlerem und geringem Anteil von IKT-Fachkräften. Im internationalen Vergleich bleibt Österreich hinsichtlich des Anteils an der gesamten Wertschöpfung in den ersten zwei Gruppen mit hoher IKT-Intensität unter dem Median der Vergleichsländer. In der Gruppe der IKT-Hersteller ist der Rückstand am größten, wobei aber ein Aufholprozess zu erkennen ist. Der Wertschöpfungsanteil der IKT-intensiv nutzenden Branchen liegt geringfügig unter dem Median, nimmt aber seit 2012 deutlich ab.

A New Taxonomy for Classifying Industries According To Their ICT Intensity

Digital transformation affects all sectors of the economy, but to varying degrees. This paper presents a new industry taxonomy that classifies industries according to the share of ICT professionals. The aim is to facilitate the application of the new taxonomy for a broader circle of users by providing a comprehensive but compact documentation of the data, methods and results used. As a result, four groups are classified and reported: ICT manufacturers as well as ICT-using industries with a high, medium and low percentage of ICT specialists. In an international comparison, Austria remains below the median of the countries in terms of its share of total value added in the first two groups with high ICT intensity. In the group of ICT manufacturers, the gap is largest, although a catching-up process can be observed. The value-added share of industries that use ICT intensively is slightly below the median, but has been declining significantly since 2012.

JEL-Codes: O33, O14, O25 • **Keywords:** Digitalisierung, IKT-Fachkräfte, Branchentaxonomie, Wettbewerbsfähigkeit

Der vorliegende Beitrag beruht auf einer WIFO-Studie im Auftrag der Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien: Michael Peneder, Matthias Firgo, Gerhard Streicher, Stand der Digitalisierung in Österreich (März 2019, 141 Seiten, 50 €, kostenloser Download: <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61654>).

Begutachtung: Matthias Firgo • **Wissenschaftliche Assistenz:** Nicole Schmidt (nicole.schmidt@wifo.ac.at), Anna Strauss-Kollin (anna.strauss-kollin@wifo.ac.at), Stefan Weingärtner (stefan.weingaertner@wifo.ac.at)

Kontakt: Priv.-Doz. Mag. Dr. Michael Peneder (michael.peneder@wifo.ac.at)

Eurostat stellte für die Entwicklung dieser Taxonomie eine Sonderauswertung zum Einsatz von IKT-Fachkräften nach Branchen zur Verfügung.

1. Einleitung

Im Zuge der Digitalisierung dringen vielseitige Mehrzwecktechnologien (general purpose technology) in nahezu alle Wirtschaftsbereiche vor¹⁾. Die einzelnen Branchen sind aber nicht in gleicher Weise davon betroffen. Der vorliegende Beitrag stellt eine neue Taxonomie vor, welche die Wirtschaftszweige anhand von EU-Daten zur Beschäftigung von IKT-Fachkräften in unterschiedliche Gruppen der IKT-Intensität klassifiziert. Anders als andere Taxonomien der Digitalisierungsintensität²⁾ werden dabei mithilfe statistischer Clusterverfahren die Grenzen zwischen den Gruppen durch die Daten selbst bestimmt. Zudem wird systematisch

zwischen IKT-Herstellern und IKT-Nutzern unterschieden. Ziel dieses Beitrages ist es, durch eine kompakte Dokumentation der verwendeten Daten, Methoden und Ergebnisse die weitere Anwendung der neuen Taxonomie durch einen breiteren Nutzerkreis zu erleichtern.

Die neue Klassifikation knüpft methodisch an eine ältere Taxonomie der IKT-Intensität von Peneder (2003) an. Die verwendeten Daten beruhen auf einer Sonderauswertung des **European Labour Force Survey** (ELFS) von Eurostat und sind nicht nur aktueller, sondern auch umfassender als in der älteren

¹⁾ Aus der Vielzahl von Studien des WIFO zu unterschiedlichen Aspekten der Digitalisierung siehe z. B. Bärenthaler-Sieber et al. (2018), Bock-Schappelwein et al. (2018), Firgo et al. (2018), Hölzl et al. (2019), Kügler – Reinstaller – Dachs (2019) oder Peneder et al. (2019). Einen aktuellen Überblick gibt die WIFO-Themenplattform "Digitalisierung":

<https://www.wifo.ac.at/forschung/themenplattform/digitalisierung>.

²⁾ Z. B. in Calvino et al. (2018).

Taxonomie³). Diese Sonderauswertung ermöglicht es, von 2011 bis 2016 für die Europäische Union (EU 28) insgesamt sowie für einzelne Wirtschaftszweige (NACE-Zweisteller) den anhand einer geschichteten Stichprobe hochgeschätzten Anteil von IKT-Fachkräften an der gesamten

Beschäftigung zu berechnen. Als IKT-Fachkräfte definiert Eurostat (2017) Personen, die sich beruflich mit IKT (Informations- und Kommunikationstechnologien) befassen und über umfassende Kompetenzen im Bereich der Unternehmens-IT verfügen (Übersicht 1).

Übersicht 1: Definition von IKT-Fachkräften nach Berufsgruppen (ISCO-08)

ISCO-08	Bezeichnung
133	Führungskräfte in der Erbringung von Dienstleistungen im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie
2152	Ingenieure im Bereich Elektronik
2153	Ingenieure im Bereich Telekommunikationstechnik
2166	Grafik- und Multimediadesigner
2356	Ausbilder im Bereich Informationstechnologie
2434	Akademische und vergleichbare Fachkräfte im Vertrieb von Informations- und Kommunikationstechnologie
25	Akademische und vergleichbare Fachkräfte in der Informations- und Kommunikationstechnologie
35	Informations- und Kommunikationstechniker
3114	Techniker im Bereich Elektronik
7421	Elektroniker und Elektronik-Servicetechniker
7422	Installateure und Servicetechniker im Bereich Informations- und Kommunikationstechnik

Q: Eurostat. ISCO-08 . . . International Standard Classification of Occupations in der Fassung von 2008; von der internationalen Arbeitsorganisation (ILO) als einheitliches Klassifizierungsschema beruflicher Tätigkeiten (im Sinne von Aufgaben und Pflichten) geschaffen. Die Klassifizierung unterscheidet dabei sowohl nach der Art (Spezialisierung) als auch nach den Anforderungen (Komplexität) der Tätigkeit. Im Jahr 2011 wurde ISCO-08 weltweit eingeführt und löste die Nomenklatur aus dem Jahr 1988 (ISCO-88) ab.

Eurostat selbst weist die IKT-Fachkräfte nicht nach Wirtschaftszweigen aus, hat aber dem WIFO eine Extraktion nach NACE-Zweistellern zur Verfügung gestellt. Während diese aufgrund zahlreicher Leermeldungen nicht für den Vergleich zwischen einzelnen Ländern

verwendet werden kann, steht für die EU 28 insgesamt ein gut besetztes Datenfile zur Verfügung. Für die statistische Clusteranalyse werden die Anteile der IKT-Fachkräfte standardisiert⁴).

2. Statistische Clusteranalyse

Die statistische Clusteranalyse ist eine Methode zur Klassifikation von Beobachtungen mit dem Ziel, Gruppen mit möglichst großer Ähnlichkeit innerhalb und möglichst großen Unterschieden zwischen den einzelnen Kategorien zu bilden. Ausgangspunkt ist eine Datenmenge mit Werten x_{ij} für $i = 1, \dots, n$ Beobachtungen und $j = 1, \dots, p$ Variablen. Im vorliegenden Fall entsprechen die i Beobachtungen den $n = 77$ Wirtschaftszweigen (NACE-Zweisteller) mit validen Werten für den Beschäftigungsanteil von IKT-Fachkräften⁵). Aus diesen Ursprungsdaten der Dimension $n \times p$ wird eine symmetrische Distanzmatrix d_{ih} der Dimension $n \times n$ gebildet, deren Koeffizienten die Ähnlichkeit bzw. Unähnlichkeit zweier Beobachtungen i und h angeben.

Zur Bestimmung der Ähnlichkeit bzw. Entfernung steht eine Vielzahl unterschiedlicher Maße zur Verfügung⁶). Nachfolgend werden vier verbreitete Maße beispielhaft erklärt, welche die unterschiedliche Wirkungsweise verständlich machen. Die **Euklidische Distanz** e_{ih} ist das klassische Maß der Unähnlichkeit, weil es dem Satz des Pythagoras folgend der natürlichen Wahrnehmung räumlicher Entfernung entspricht:

$$(1) \quad euc_{ih} = \sqrt{\sum_{j=1}^p (x_{ij} - x_{hj})^2}, \quad 0 \leq euc_{ih} < \infty.$$

Die Auswahl der Maße führt in der Regel auch zu unterschiedlichen Ergebnissen der Klassifikation. So bewirkt z. B. die Bildung quadratischer Differenzen zur Berechnung der Euklidischen Distanz, dass die Clusteranalyse sensibler auf Extremwerte

Vier Beispiele erklären die Wirkungsweise unterschiedlicher Distanzmaße.

³) Die alte Klassifikation von Peneder (2003) beruhte auf nationalen Daten für nur vier Länder (Deutschland, Frankreich, Großbritannien und Österreich).

⁴) Dabei wird die Differenz zwischen dem Anteil der IKT-Fachkräfte in der Branche und dem Mittelwert über alle Branchen durch die Standardabweichung über alle Branchen dividiert.

⁵) Die ursprüngliche Absicht war es, die IKT-Fachkräfte weiter nach unterschiedlichen Berufsgruppen zu

unterteilen. Leider konnte Eurostat die Daten nicht in der dafür notwendigen Detailliertheit zur Verfügung stellen. Der Anteil der IKT-Fachkräfte insgesamt ist im vorliegenden Fall daher die einzige verfügbare Variable (d. h. $p = 1$).

⁶) Umfassende Ausführungen zur Methode der Clusteranalyse finden sich z. B. bei Gordon (1999).

("Ausreißer") reagiert und diese rascher in eigene Gruppen abtrennt als etwa das "Manhattan"- oder **City-Block-Distanzmaß**, welches anstelle der quadratischen die absoluten Differenzen zwischen zwei Beobachtungen heranzieht:

$$(2) \quad cityb_{ih} = \sum_{j=1}^p |x_{ij} - x_{hj}|, 0 \leq cityb_{ih} < \infty.$$

Intuitiv lässt sich der Unterschied am Beispiel des Grundrisses einer Stadt mit streng vertikalen und horizontalen Straßenzügen verdeutlichen. Während die Euklidische Distanz der direkten Luftlinie zwischen zwei Plätzen

$$(3) \quad ang_{ih} = \frac{\sum_{j=1}^p x_{ij}x_{hj}}{\sqrt{\sum_{j=1}^p x_{ij}^2 \sum_{j=1}^p x_{hj}^2}}, -1,0 \leq ang_{ih} \leq 1,0,$$

und der Korrelationskoeffizient:

$$(4) \quad corr_{ih} = \frac{\sum_{j=1}^p x_{ij}x_{hj} - (1/p)(\sum_{j=1}^p x_{ij})(\sum_{j=1}^p x_{hj})}{\sqrt{\left\{ \left[\sum_{j=1}^p x_{ij}^2 - (1/p)(\sum_{j=1}^p x_{ij})^2 \right] \left[\sum_{j=1}^p x_{hj}^2 - (1/p)(\sum_{j=1}^p x_{hj})^2 \right] \right\}}}, -1,0 \leq corr_{ih} \leq 1,0.$$

Beide Maße beruhen auf dem Cosinus des Winkels zwischen zwei Vektoren, wobei im ersten Fall der Abstand vom Ursprung und im zweiten Fall der Abstand vom Mittelwert der Variablen gemessen wird. Im Gegensatz zum Winkelmaß ist der Korrelationskoeffizient daher gänzlich unabhängig von Unterschieden in der Merkmalsausprägung.

Neben dem Maß für die relative Ähnlichkeit oder Unähnlichkeit von Beobachtungen muss man die Cluster-Algorithmen, d. h. eine Methode zur Gruppierung der Beobachtungen bestimmen. Verbreitet sind teilende (**partitionierende**) oder verbindende (**agglomerative**) Verfahren. Letztere wurden auch in der vorliegenden Untersuchung verwendet. Agglomerative Verfahren beginnen mit allen Einzelbeobachtungen als selbständigen Einheiten und verbinden schrittweise jene Beobachtungen bzw. Gruppen mit der größten Ähnlichkeit bzw. geringsten Entfernung solange bis zuletzt alle Beobachtungen Teil einer gemeinsamen Gruppe werden. Clusterbäume (**Dendrogramme**) stellen

entspricht, der etwa ein Vogel im Flug folgen könnte, entspricht das City-Block-Distanzmaß dem Fußweg entlang der Wege rund um die Gebäude.

Beide genannten Maße reagieren auf Unterschiede in der Merkmalsausprägung. Es kann aber auch Anwendungen geben, in denen das Interesse ausschließlich charakteristischen Ähnlichkeiten der relativen Größe zwischen den Variablen ohne Rücksicht auf Unterschiede in deren absoluter Größe gilt. Zwei verbreitete Beispiele für solche Maße der relativen Ähnlichkeit sind der Winkelabstand (angular separation):

diese Verbindungen graphisch dar und unterstützen die Auswahl einer der zugrundeliegenden Datenstruktur entsprechenden Zahl von Gruppen. Die Zahl der Klassen ist in diesem Sinne endogen, d. h. durch die Daten mitbestimmt.

Die Bestimmung der Ähnlichkeit bzw. Entfernung zwischen Gruppen mit mehr als einer Beobachtung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Idealtypisch sind drei Ansätze: Die Methode der **complete linkages** bestimmt die Ähnlichkeit von zwei Gruppen anhand jener Beobachtungen, die jeweils die größte Entfernung aufweisen. Im Gegensatz dazu bestimmt die Methode der **single linkages** die Entfernung zwischen zwei Gruppen anhand der beiden Beobachtungen mit der jeweils geringsten Entfernung. Im vorliegenden Fall wurde die Methode der **average linkages** gewählt, welche die durchschnittliche Entfernung zwischen allen Beobachtungen zweier Gruppen vergleicht⁷⁾.

3. Die Taxonomie der Wirtschaftszweige nach dem Anteil der IKT-Fachkräfte

Die Bestimmung der unterschiedlichen Gruppierungen anhand der relativen Nähe im Clusterbaum wird durch die Verwendung von **Heatmaps** in Abbildung 1 visuell unterstützt. Die Intensität der Farbe nimmt dabei mit dem Anteil der IKT-Fachkräfte relativ zu den anderen Beobachtungen zu. Der

Clusterbaum (**Dendrogramm**) auf der linken Seite zeigt die relative Ähnlichkeit der auf der rechten Seite mit dem NACE-Branchencode bezeichneten Beobachtungen.

Das erste Panel in Abbildung 1 zeigt die relative Ähnlichkeit des Beschäftigungsanteils

multivariates Analyseverfahren zur Identifikation komplexerer Strukturen in den Daten ein. Eine mehrdimensionale Betrachtung anhand unterschiedlicher Berufsfelder innerhalb der IKT-Fachkräfte würde die Vorzüge der Clustermethode wesentlich stärker zur Wirkung bringen.

IKT-produzierende sowie IKT-nutzende Branchen werden nach der Intensität im Einsatz von IKT-Fachkräften klassifiziert.

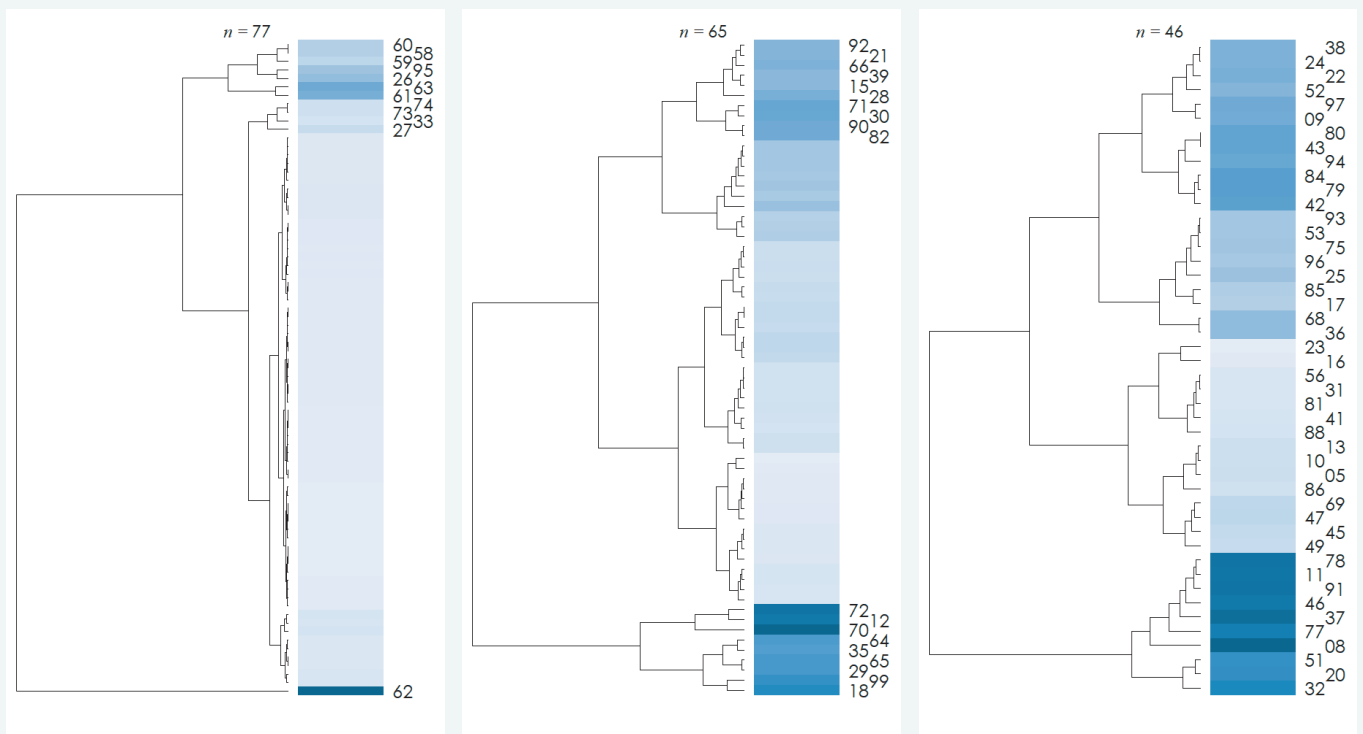
⁷⁾ Dass in der vorliegenden Untersuchung mit dem Anteil der IKT-Fachkräfte insgesamt nur ein Merkmal zur Verfügung steht, macht die Ergebnisse zum einen robuster, da sie weniger sensibel auf die konkrete Auswahl von Distanzmaßen und Agglomerationsregeln reagieren. Zum anderen schränkt diese Tatsache aber den Mehrwert der Clustermethode als ein

der IKT-Fachkräfte in allen erfassten Wirtschaftszweigen. Da der Bedarf an IKT-Fachkräften sehr schief verteilt ist, treten wenige Branchen mit sehr hohen Anteilen besonders deutlich hervor. Zum einen sind das die IKT-produzierenden Dienstleistungen wie Computer-Programmierung, Beratung u. Ä. (NACE 62), Telekommunikation (NACE 61) und Informationsdienstleistungen (NACE 63)

ebenso wie die IKT-produzierenden Branchen in der Herstellung von Waren, d. h. Herstellung von Computern, elektronischen und optischen Geräten (NACE 26) sowie die Reparatur von Computern, Geräten für den persönlichen Bedarf u. Ä. (NACE 95). Diese werden daher in einer eigenen Gruppe der **IKT-produzierenden** Wirtschaftszweige ("**IKT-Hersteller**") zusammengefasst.

Abbildung 1: Cluster-Heatmaps der IKT-Fachkräfte nach Wirtschaftszweigen

NACE-Zweisteller



Q: Eurostat, Labour Force Survey; WIFO-Berechnungen. Average-Linkage-Methode und Euklidisches Distanzmaß. Die Intensität der Farbe steigt mit der Höhe des Anteils von IKT-Fachkräften relativ zu den anderen Beobachtungen. Die Dendrogramme indizieren die relative Ähnlichkeit der mit dem NACE-Zweisteller bezeichneten Beobachtungen. Die Klassifikation erfolgt in drei Schritten: Zunächst werden im ersten Panel die mit NACE-Codes bezeichneten Beobachtungen identifiziert und anschließend aus der Grundgesamtheit für das zweite Panel entfernt. Im zweiten Panel wird dieser Schritt wiederholt. Abschließend werden die verbleibenden Beobachtungen im dritten Panel klassifiziert.

Zum anderen treten auch einige **IKT-nutzende** Branchen mit **sehr hohem Anteil der IKT-Fachkräfte** hervor. 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).

Der Unterschied dieser Bereiche mit sehr hohem Anteil von IKT-Fachkräften gegenüber allen anderen Branchen dominiert die Verteilung. Im ersten Panel von Abbildung 1 sind daher die Unterschiede innerhalb der

anderen Wirtschaftszweige wenig differenziert. In einem zweiten Schritt wurde deshalb die Analyse für die verbleibenden Branchen wiederholt. Auf diese Weise lassen sich zwei weitere Gruppen deutlich abgrenzen: Eine Gruppe von Wirtschaftszweigen mit **hohem** Anteil an IKT-Fachkräften umfasst z. B. die Energieversorgung (NACE 35) oder Forschung und Entwicklung (NACE 72) ebenso wie die Kfz-Erzeugung (NACE 29) oder Versicherungen (NACE 65; Übersicht 2). Eine weitere Gruppe, die im zweiten Panel deutlich hervortritt, umfasst zehn Wirtschaftszweige mit **mittel-hohem** Anteil der IKT-Fachkräfte. Dazu gehören z. B. der Maschinenbau (NACE 28), künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten (NACE 90) oder das Spiel-, Wett- und Lotteriewesen (NACE 92).

Übersicht 2: Taxonomie der Wirtschaftszweige nach dem Anteil von IKT-Fachkräften

NACE-Zweisteller

IKT-Hersteller	
Anteil von IKT-Fachkräften hoch ($n = 5$)	
26 Computer, elektronische und optische Geräte	63 Informationsdienstleistungen
61 Telekommunikation	95 Reparatur von Computer, Geräte für den persönlichen Bedarf u. Ä.
62 Computer-Programmierung, Beratung u. Ä.	
IKT-Nutzer	
Anteil von IKT-Fachkräften hoch ($n = 16$)	
Sehr hoch ($n = 7$)	
27 Herstellung von elektrischen Ausrüstungen und Geräten	60 Rundfunkveranstalter
33 Reparatur und Installation von Maschinen und Ausrüstungen	73 Werbung und Marktforschung
58 Verlagswesen	74 Sonstige freiberufliche, wissenschaftliche und technische Tätigkeiten
59 Herstellung, Verleih und Vertrieb: Filme u. Ä.; Kinos; Tonstudios, Musik	
Hoch ($n = 9$)	
12 Tabakverarbeitung	64 Erbringung von Finanzdienstleistungen
18 Druckerzeugnisse; Vervielfältigung (Ton-, Bild- und Datenträger)	65 Versicherungen, Rückversicherungen und Pensionskassen (ohne Sozialversicherung)
19 Kokerei und Mineralölverarbeitung	70 Management und Unternehmensberatung
29 Herstellung von Kraftwagen und Kraftwagenteilen	72 Forschung und Entwicklung
35 Energieversorgung	99 Exterritoriale Organisationen und Körperschaften
Anteil von IKT-Fachkräften mittel	
Mittel-hoch ($n = 10$)	
15 Leder-, -waren und Schuhe	66 Mit Finanz- und Versicherungsdienstleistungen verbundene Tätigkeiten
21 Herstellung von pharmazeutischen Erzeugnissen	71 Architektur- und Ingenieurbüros; technische, physikalische, chemische Untersuchung
28 Maschinenbau	82 Sonstige wirtschaftliche Dienstleistungen
30 Sonstiger Fahrzeugbau	90 Kreative, künstlerische und unterhaltende Tätigkeiten
39 Beseitigung von Umweltverschmutzungen, sonstige Entsorgung	92 Spiel-, Wett- und Lotteriewesen
Mittel ($n = 10$)	
06 Gewinnung von Erdöl und Erdgas	37 Abwasserentsorgung
07 Erzbergbau	46 Großhandel (ohne Kfz)
08 Gewinnung von Steinen und Erden, sonstiger Bergbau	51 Luftfahrt
11 Getränkeherstellung	77 Vermietung von beweglichen Sachen
14 Herstellung von Bekleidung	78 Vermittlung und Überlassung von Arbeitskräften
20 Chemische Erzeugnisse	87 Heime (ohne Erholungs- und Ferienheime)
32 Herstellung sonstiger Waren	91 Bibliotheken, Archive, Museen u. Ä.
Mittel-gering ($n = 12$)	
09 Dienstleistungen für den Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden	52 Lagerung, sonstige Dienstleistungen für den Verkehr
22 Gummi- und Kunststoffwaren	79 Reisebüros, Reiseveranstalter u. Ä.
24 Metallerzeugung	80 Wach- und Sicherheitsdienste, Detekteien
38 Sammlung, Behandlung und Beseitigung von Abfällen; Rückgewinnung	84 Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung
42 Tiefbau	94 Interessenvertretungen, religiöse Vereinigungen
43 Vorbereitende Baustellenarbeiten, Bauinstallation und sonstiges Ausbaugewerbe	97 Private Haushalte mit Hauspersonal
Anteil von IKT-Fachkräften gering	
Gering ($n = 9$)	
17 Papier, Pappe und Waren daraus	75 Veterinärwesen
25 Herstellung von Metallerzeugnissen	85 Erziehung und Unterricht
36 Wasserversorgung	93 Dienstleistungen des Sports, Unterhaltung und Erholung
53 Post-, Kurier- und Expressdienste	96 Sonstige persönliche Dienstleistungen
68 Grundstücks- und Wohnungswesen	
Sehr gering ($n = 15$)	
01 Landwirtschaft	45 Handel mit Kraftfahrzeugen; Instandhaltung und Reparatur
02 Forstwirtschaft	47 Einzelhandel (ohne Kfz)
03 Fischerei	49 Landverkehr, Transport in Rohrfernleitungen
05 Kohlenbergbau	50 Schifffahrt
10 Nahrungs- und Futtermittel	55 Beherbergung
13 Textilerzeugung	56 Gastronomie
16 Holz-, Flecht-, Korb- und Korkwaren (ohne Möbel)	69 Rechts- und Steuerberatung, Wirtschaftsprüfung
23 Glas und Glaswaren, Keramik, Verarbeitung von Steinen und Erden	81 Garten- und Landschaftsbau
31 Möbelerzeugung	86 Gesundheitswesen
41 Hochbau	88 Sozialwesen (ohne Heime)

Q: WIFO.

Abgrenzung zur OECD-Taxonomie der IKT-Intensität

Die OECD veröffentlichte vor wenigen Jahren eine Taxonomie der Digitalisierungsintensität nach Wirtschaftszweigen (Calvino et al., 2018). Die OECD-Taxonomie ist umfassender als die vorliegende, weil sie neben dem Anteil der IKT-Fachkräfte auch Indikatoren zu den IKT-Investitionen und den IKT-Vorleistungen von Sachgütererzeugung und Dienstleistungen umfasst. Zusätzlich steht für eine beschränkte Auswahl an Branchen auch eine Einteilung nach der Intensität des Einsatzes von Robotern sowie des Anteils des Online-Handels am gesamten Umsatz zur Verfügung. Die zugrundeliegenden Daten beziehen sich auf Mittelwerte der Jahre 2013 bis 2015 für eine Auswahl von 12 Ländern, die auch Österreich umfasst¹⁾.

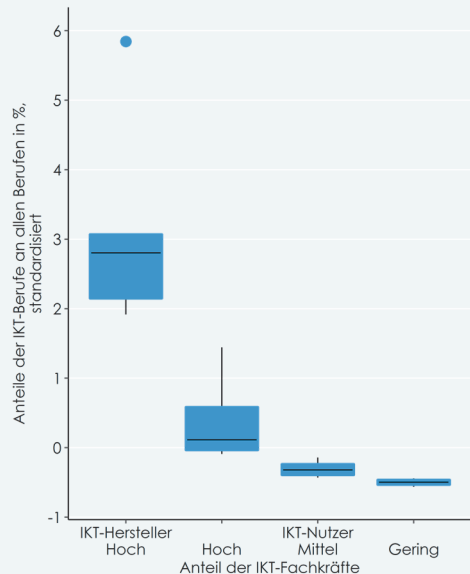
Während die zuvor ausgeführte Taxonomie der IKT-Fachkräfte ausschließlich auf Daten beruht, die innerhalb der EU nach einheitlicher Regulierung erhoben wurden, muss sich die OECD durch die größere geographische Streuung der Länder auf jene Kategorien beschränken, die in allen Regionen vergleichbar zur Verfügung stehen. Bei der Gliederung nach IKT-Fachkräften konnte daher nur eine Teilmenge der von der WIFO-Taxonomie berücksichtigten Berufe einbezogen werden.

Konkret enthält die OECD-Taxonomie folgende Berufsgruppen nach ISCO 2008: 133, 251, 252, und 353. Die von Eurostat (in Zusammenarbeit mit der OECD) entwickelte Definition der IKT-Fachkräfte ist viel umfangreicher (Übersicht 1). So fehlen z. B. in der OECD-Taxonomie die Fachkräfte im Bereich der Elektrotechnik (ISCO 2152) und der Telekommunikationstechnik (ISCO 2153), von Grafik und Multimediadesign (ISCO 2166), Ausbilder und Ausbilderinnen im Bereich Informationstechnologie (ISCO 2356), Fachkräfte im Vertrieb von Informations- und Kommunikationstechnologie (ISCO 2434), Techniker und Technikerinnen im Bereich Elektronik (ISCO 3114) sowie Elektroniker und Elektronikerinnen bzw. Elektronik-Service-Techniker und -Service-Technikerinnen.

Methodisch besteht der größte Unterschied zur WIFO-Taxonomie darin, dass die Gruppen nicht anhand von statistischen Clustermethoden identifiziert, sondern lediglich nach dem Ausprägungsmerkmal gereiht und danach in vier gleich große Gruppen unterteilt wurden. Bei dieser Vierteilung wurden die Grenzen zwischen den einzelnen Kategorien daher nicht mit dem Ziel größtmöglicher Unterschiede zwischen bzw. größtmöglicher Ähnlichkeit innerhalb der Gruppen – und in diesem Sinne endogen aufgrund der in den Daten enthaltenen Information – gezogen, sondern von außen durch die Vierteilung vorgegeben. Die vier Gruppen werden nach ihrer Reihung in der Merkmalsausprägung jeweils als hoch, mittel-hoch, mittel-gering oder gering bezeichnet. Inhaltlich besteht eine wesentliche Einschränkung darin, dass im Gegensatz zur WIFO-Taxonomie nicht zwischen IKT-produzierenden und IKT-nutzenden Wirtschaftszweigen unterschieden wird.

¹⁾ Die OECD-Taxonomie beruht auf Daten für folgende Länder: Australien, Dänemark, Finnland, Frankreich, Italien, Japan, Niederlande, Norwegen, Österreich, Schweden, Vereinigtes Königreich, USA.

Abbildung 2: Cluster-Boxplots der IKT-Fachkräfte für die IKT-Taxonomie des WIFO



Q: Eurostat, Labour Force Survey; WIFO-Berechnungen.

In den verbleibenden Branchen sind die Anteile der IKT-Fachkräfte generell geringer und daher auch die absoluten Unterschiede kleiner. Daraus folgt aber nicht, dass diese Unterschiede auch ökonomisch weniger

relevant sein müssten. Wie das dritte Panel bestätigt, bilden für die verbleibenden Wirtschaftszweige auf niedrigerem Niveau auch geringere Unterschiede charakteristische Gruppen. Anhand der Zuordnung im Dendrogramm lassen sich recht deutlich Gruppen mit **mittlerem, mittel-geringem, geringem** und **sehr geringem** Anteil der IKT-Fachkräfte unterscheiden. Aufgrund der schiefen Verteilung ist die Gruppe von Branchen mit sehr geringem Anteil der IKT-Fachkräfte am größten.

Im Ergebnis werden alle Wirtschaftszweige in acht kleinere Gruppen zusammengefasst und diese wiederum modular in vier größere Gruppen aggregiert. **Boxplots** zeigen, wie sich der Anteil von IKT-Fachkräften an der gesamten Beschäftigung über die unterschiedlichen Gruppen verteilt (Abbildung 2). Deutlich zu erkennen ist dabei der große Unterschied zwischen IKT-produzierenden und IKT-nutzenden Branchen. Zudem zeigen die Boxplots die ausgeprägt schiefe Verteilung der IKT-Anteile in der zweiten Gruppe der IKT-nutzenden Branchen: Während sich die Gruppen mit hoher IKT-Intensität deutlich von allen anderen unterscheiden, werden bei mittlerem bis geringerem Anteil der IKT-Fachkräfte auch die Unterschiede zwischen den Gruppen immer kleiner. Im Gegensatz zur einfachen Vierteilung der Beobachtungen, wie sie in einer aktuellen Taxonomie der OECD vorgenommen wurde (siehe Kasten "Abgrenzung zur OECD-Taxonomie der IKT-

Intensität"), kann die statistische Clusteranalyse dieser Tatsache mit unterschiedlich großen Klassen Rechnung tragen, sodass die Taxonomie recht kompakte Gruppen von relativ ähnlichen Beobachtungen aufweist.

Die Aufteilung in vier Gruppen ist für die meisten Anwendungen hinreichend detailliert und in der Darstellung der Ergebnisse besser nachvollziehbar. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich daher auf diese vierteilige Taxonomie.

4. Ausgewählte Strukturfunde für Österreich

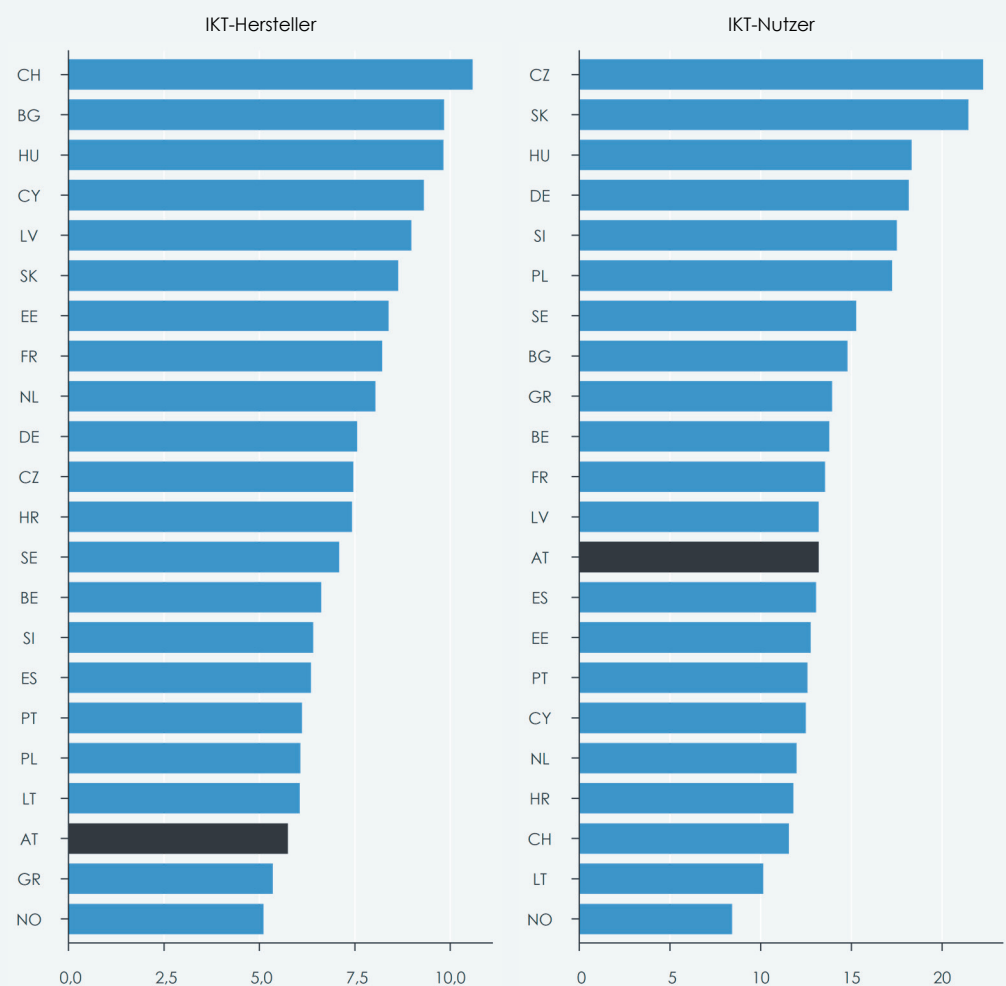
Die neue WIFO-Taxonomie zeigt Unterschiede in der Wettbewerbsfähigkeit der Branchen nach ihrer IKT-Intensität.

Abschließend sollen zwei Beispiele kurz die Anwendung der neuen WIFO-Taxonomie für ausgewählte Befunde zur Struktur der Produktion sowie der Exporte in Österreich illustrieren. Das Augenmerk liegt dabei auf den beiden Branchentypen mit besonders hoher IKT-Intensität. Dabei zeigt sich auch, wie wichtig gerade für Österreich die Unterscheidung zwischen IKT-Herstellern und IKT-Nutzern anhand der WIFO-Taxonomie ist.

Der internationale Vergleich bezieht sich auf ungewichtete Mittelwerte von drei für Österreich besonders relevante Ländergruppen:

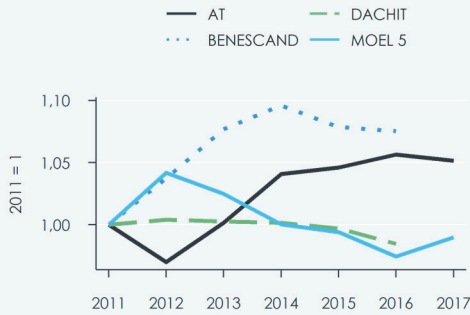
- DACHIT steht für die Region Deutschland, Österreich, Schweiz und Italien als Gruppe hochentwickelter Länder in Österreichs Nachbarschaft.
- BENESCAND schließt neben Belgien und den Niederlanden auch die skandinavischen Länder Dänemark, Schweden und Finnland ein. Ähnlich wie Österreich sind dies kleine offene Volkswirtschaften in der EU mit hohem Entwicklungsniveau. Gerade in Bezug auf die Digitalisierung gehören sie häufig zu den Besten.
- Schließlich umfasst MOEL 5 neben Polen die Nachbarländer Tschechien, Slowakei, Ungarn und Slowenien.

Abbildung 3: Anteile IKT-intensiver Wirtschaftszweige an der gesamten Wertschöpfung in % 2017



Q: Eurostat (SBS), WIFO-Berechnungen.

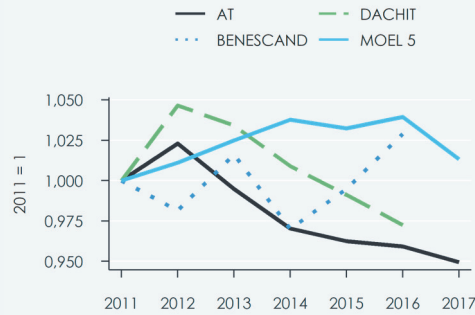
Abbildung 4: Entwicklung der Wertschöpfungsanteile von IKT-produzierenden Wirtschaftszweigen



Q: Eurostat (SBS), WIFO-Berechnungen. Ungewichtete Durchschnitte der Ländergruppen.

Abbildung 5: Entwicklung der Wertschöpfungsanteile von Branchen mit hohem Anteil an IKT-Fachkräften

Ohne IKT-Hersteller



Q: Eurostat (SBS), WIFO-Berechnungen. Ungewichtete Durchschnitte der Ländergruppen.

Abbildung 6: Anteile von IKT-produzierenden Wirtschaftszweigen an den gesamten Warenexporten in %



Q: BACI, WIFO-Berechnungen.

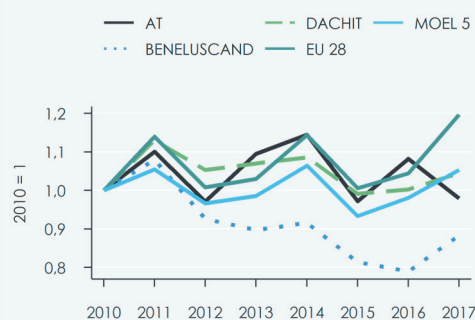
Die **Wertschöpfung** ist als Summe aller Faktoreinkommen das umfassendste Maß der

wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit und kann für alle Wirtschaftszweige, also auch für die

Dienstleistungen angegeben werden. In Österreich entfiel im Jahr 2017 auf die IKT-produzierenden Branchen lediglich ein Anteil von 5,7% der gesamten Wertschöpfung. Unter den in Abbildung 3 erfassten 22 Vergleichsländern⁸⁾ lag Österreich damit an drittletzter Stelle. Die Schweiz nahm mit einem Anteil von mehr als 10% den ersten Platz ein. Von diesem geringen Niveau ausgehend stieg der Anteil für Österreich seit

2011 etwas dynamischer als in den Vergleichsgruppen DACHIT und MOEL 5, aber schwächer als in der Gruppe BENESCAND (Abbildung 4). Mit 13,2% und dem 13. Rang war der Anteil der IKT-intensiv nutzenden Branchen ebenfalls gering (Abbildung 3) und sank überdies seit 2012 ständig. Über die Zeit entwickelte sich der Anteil der IKT-Fachkräfte in Österreich ungünstiger als in allen drei Vergleichsgruppen (Abbildung 5).

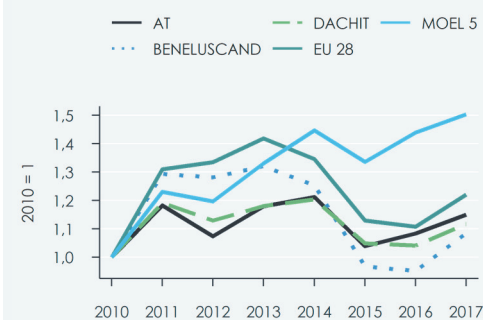
Abbildung 7: Entwicklung der Erlöse für Warenexporte in IKT-produzierenden Wirtschaftszweigen



Q: BACI, WIFO-Berechnungen. Ungewichtete Durchschnitts-
schnitte der Ländergruppen.

Abbildung 8: Entwicklung der Erlöse für Warenexporte in Wirtschaftszweigen mit hohem Anteil an IKT-Fachkräften

Ohne IKT-Hersteller



Q: BACI, WIFO-Berechnungen. Ungewichtete
Durchschnitts-
schnitte der Ländergruppen.

Die Exportentwicklung erlaubt unmittelbar Rückschlüsse auf den Erfolg und damit die Leistungsfähigkeit der IKT-produzierenden Wirtschaftszweige auf den internationalen Märkten. Detaillierte Daten nach Branchen liegen aber nur für die Herstellung von Waren vor⁹⁾. Auf die IKT-produzierenden Branchen entfielen 2017 in Österreich 5,5% der Exporte. Unter 35 Vergleichsländern nahm Österreich damit den 17. Rang ein (Abbildung 6). Der Exportanteil erhöhte sich seit 2010 etwas dynamischer als in den Vergleichsländern, insbesondere fiel die Gruppe BENELUSCAND deutlich zurück (Abbildung 7). Auf jene Branchen, die IKT intensiv nutzen, entfielen 2017 in Österreich 18,3% der Exporte (24. Rang). Der Anteil erhöhte sich seit 2010 ähnlich wie im Bereich der IKT-

Hersteller. In dieser Gruppe fällt vor allem der große Zuwachs in den MOEL 5 auf.

Die dargestellten Befunde sind nur zwei sehr einfache Beispiele dafür, wie die neue WIFO-Taxonomie der IKT-Intensität hilft, charakteristische Unterschiede von Struktur und Entwicklung zwischen den Wirtschaftszweigen systematisch zu erkennen und abzubilden. Umfassendere Auswertungen und Befunde zu weiteren Kennzahlen, wie z. B. der regionalen Verteilung der Beschäftigung oder den komparativen Wettbewerbsvorteilen im Rahmen internationaler Wertschöpfungsketten finden sich z. B. in den Berichten von *Firgo et al.* (2018) und *Peneder et al.* (2019).

5. Literaturhinweise

Bärenthal-Sieber, S., Böheim, M., Piribauer, Ph., Reschenhofer, P., Österreichs Breitbandnachfragedefizit, WIFO, Wien, 2018, <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61509>.

Back-Schappelwein, J., Böheim, M., Christen, E., Ederer, St., Firgo, M., Friesenbichler, K. S., Hölzl, W., Kirchner, M., Köppl, A., Kügler, A., Mayrhuber, Ch., Piribauer, Ph., Schratzenstaller, M., Politischer Handlungsspielraum zur optimalen Nutzung der Vorteile der Digitalisierung für Wirtschaftswachstum, Beschäftigung und Wohlstand, WIFO, Wien, 2018, <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61256>.

⁸⁾ Die Auswahl der 22 Länder ergibt sich aus der Verfügbarkeit der nach Branchen gegliederten Wertschöpfungsdaten für 2017 zum Zeitpunkt der Fertigstellung dieses Beitrages.

⁹⁾ Die Auswertungen beruhen auf BACI, einer hoch disaggregierten Welthandelsdatenbank, die auf den COMTRADE-Welthandelsdaten der UNO aufbaut und

vom Centre d'Etudes Prospectives et d'Informations Internationales (CEPII) herausgegeben wird. BACI liefert bilaterale Außenhandelsdaten für mehr als 200 Länder, wobei für ein konsistentes Gesamtbild Unterschiede zwischen den Erklärungen zu den Exporten bzw. den Importen abgeglichen werden.

- Calvino, F., Criscuolo, C., Marcolin, L., Squicciarini, M., "A Taxonomy of Digital Intensive Sectors", OECD Science, Technology and Industry Working Paper, 2018, (2018/14).
- Eurostat, Statistiken zur digitalen Wirtschaft und Gesellschaft – Unternehmen, Luxemburg, 2017, <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/digital-economy-and-society/overview>.
- Firgo, M., Mayerhofer, P., Peneder, M., Piribauer, Ph., Reschenhofer, P., Beschäftigungseffekte der Digitalisierung in den Bundesländern sowie in Stadt und Land, WIFO, Wien, 2018, <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61633>.
- Gordon, A. D., Classification, 2nd edition, Chapman & Hall, New York, 1999.
- Hözl, W., Bärenthaler-Sieber, S., Bock-Schappelwein, J., Friesenbichler, K. S., Kügler, A., Reinstaller, A., Reschenhofer, P., Dachs, B., Risak, M., Digitalisation in Austria. State of Play and Reform Needs, WIFO und AIT, Wien, 2019, <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61892>.
- Kügler, A., Reinstaller, A., Dachs, B., "Digitalisierung der österreichischen Wirtschaft im internationalen Vergleich", WIFO-Monatsberichte, 2019, 92(9), S. 663-673, <https://monatsberichte.wifo.ac.at/61966>.
- Peneder, M., "The employment of IT personnel", National Institute Economic Review, 2003, (184), S. 70-81.
- Peneder, M., Bock-Schappelwein, J., Firgo, M., Fritz, O., Streicher, G., "Ökonomische Effekte der Digitalisierung in Österreich", WIFO-Monatsberichte, 2017, 90(3), S. 177-192, <https://monatsberichte.wifo.ac.at/59372>.
- Peneder, M., Firgo, M., Streicher, G., Stand der Digitalisierung in Österreich, WIFO, Wien, 2019, <https://www.wifo.ac.at/www/pubid/61654>.