

Haberfellner, Regina

Research Report

Perspektiven der Digitalisierung und Ökologisierung im Bereich der MINT-Berufe

AMS report, No. 181

Provided in Cooperation with:

Public Employment Service Austria (AMS), Vienna

Suggested Citation: Haberfellner, Regina (2024) : Perspektiven der Digitalisierung und Ökologisierung im Bereich der MINT-Berufe, AMS report, No. 181, ISBN 978-3-85495-798-X, Arbeitsmarktservice Österreich (AMS), Wien

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/333450>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



MATHEMATIK
INFORMATIK
NATURWISSENSCHAFTEN
TECHNIK

181

AMS report

Regina Haberfellner

Perspektiven der Digitali- sierung und Ökologisierung im Bereich der MINT-Berufe

Herausgegeben vom
Arbeitsmarktservice Österreich

Regina Haberfellner

Perspektiven der Digitalisierung und Ökologisierung im Bereich der MINT-Berufe

Herausgegeben vom
Arbeitsmarktservice Österreich

Medieninhaber, Herausgeber und Verleger: Arbeitsmarktservice Österreich, Abt. Arbeitsmarktforschung und Berufsinformation, Sabine Putz, René Sturm, 1200 Wien, Treustraße 35–43 • Oktober 2024 • Umschlagbild: Lanz, Wien • Grafik: Lanz, Wien • Druck: Ferdinand Berger & Söhne Ges.m.b.H., 3580 Horn

© Arbeitsmarktservice Österreich 2024

ISBN 978-3-85495-798-X

Inhalt

1 Zusammenfassung	5
2 Einleitung	8
3 Megatrend »Ökologisierung«	10
3.1 Green Jobs – Green Skills: Konzepte und Versuche der Abgrenzung	11
3.1.1 Greenness-of-Jobs-Index (GOJI)	15
3.1.2 Abgrenzung nach Nachfrage- und Qualitätsmerkmalen	17
3.2 Umweltbeschäftigung in der EGSS	19
3.3 Beschäftigung in der Umwelttechnik	24
3.4 Forschung in der Umwelttechnik	28
3.5 Nachfrage nach Green Jobs und Beschäftigungsperspektiven	30
3.5.1 Beschäftigung aktuell und Prognose (fünf Jahre)	32
3.5.2 Green Jobs als attraktive Jobs?	36
4 Megatrend »Digitalisierung«	41
4.1 Effekte der Digitalisierung: Skill Biased Technological Change (SBTC) und Polarisierung	41
4.2 Von der Automatisierung zur Generativen Künstlichen Intelligenz	42
4.3 Digitale Skills	46
4.4 Beschäftigung in IKT-Berufen	48
4.4.1 Anhaltender Trend zur Höherqualifizierung	49
4.4.2 Erwerbstätige in IKT-Berufen nach Geschlecht	52
4.4.3 Erwerbstätige in IKT-Berufen nach Altersgruppen	54
4.4.4 Beschäftigungsperspektiven für IKT-Berufe	55
4.5 Fazit	58
5 Studierende und AbsolventInnen im MINT-Fokusbereich	59
5.1 Frauen in MINT-Studien und MINT-Berufen	63
5.2 MINT-Berufe und der Fachkräftemangel	69

6 Digitalisierung meets Ökologisierung	74
6.1 Perspektiven der Digitalisierung in Österreichs Umwelttechnik	77
6.2 Beispiele neuer Berufsbilder vor dem Hintergrund der Verschärfung des Fachkräftemangels infolge der Twin Transition	79
6.2.1 Berufsbild »Bioinformatik/Bioinformatics«	81
6.2.2 Berufsbild »Geoinformatik/Geoinformatics«	81
6.2.3 Berufsbild »Umweltinformatik«	82
7 Parallelen und Unterschiede	83
7.1 Parallelen	83
7.1.1 Regionaler Divide	83
7.1.2 Gender Divide	86
7.2 Unterschiede	88
7.2.1 Unterschiedliche Datenqualität	88
7.2.2 Beschäftigungseffekte auf Ebene der Qualifikationsniveaus	89
7.2.3 Gelenkter Wandel versus marktgetriebene Entwicklung	90
8 Literatur	92
Anhang	99

1 Zusammenfassung

Die Ökologisierung wird durch zahlreiche Faktoren angetrieben, so etwa durch den Klimawandel, die Ressourcenknappheit, die forcierte Dekarbonisierung oder auch die global fortschreitende Urbanisierung. Der Klimawandel erfordert eine Umstrukturierung der Volkswirtschaft hin zu ökologisch nachhaltigeren Technologien mit einem weitgehenden Verzicht auf fossile Energieträger. Als Reaktion darauf hat die Europäische Kommission am 11. Dezember 2019 den Europäischen Green Deal vorgestellt. Dieser setzt das Ziel, Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen. Das Europäische Klimagesetz verankert in verbindlichen Rechtsvorschriften die Verpflichtung der EU zur Klimaneutralität und das Zwischenziel, die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 zu senken.

EU-weit wird durch die (vollständige) Umsetzung des European Green Deals ein zusätzliches Beschäftigungsplus von 1,2 Prozentpunkten bis 2030 erwartet. Dies entspricht etwa 2,5 Millionen zusätzlichen Arbeitsplätzen in der EU. Positive Beschäftigungseffekte werden für den überwiegenden Anteil der Branchen prognostiziert, negative Effekte werden für Branchen in der Rohstoffgewinnung und -verarbeitung erwartet (Kohle, Mineralöl etc.). Die Umsetzung des European Green Deals eröffnet laut einer Cedefop-Prognose zusätzliche Beschäftigungschancen für alle Qualifikationsniveaus.¹

Beim Übergang zu einer dekarbonisierten Wirtschaft wird die Wettbewerbsfähigkeit Europas stark von seiner Fähigkeit abhängen, die sauberen Technologien zu entwickeln und herzustellen, die für die Erreichung dieser Ziele nötig sind. Die Dekarbonisierung der Wirtschaft bzw. eine grüne Transformation können nur mit entsprechen ausgebildeten Beschäftigten erfolgreich bewältigt werden, und dabei kommt Beschäftigten in MINT-Arbeitsbereichen eine besonders große Bedeutung zu. Einen großen Bedarf an spezialisierten Arbeitskräften induziert ein weiterer Megatrend, nämlich die Digitalisierung. Diese beiden parallelaufenden Megatrends werden auch unter dem Titel der so genannten »Twin Transition« diskutiert.

Sowohl die digitale als auch die ökologische Transformation beinhalten Entwicklungen in vielen unterschiedlichen Bereichen. Dazu gehören beispielsweise Robotik, Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen ebenso wie der Ausbau erneuerbarer Energien, Kohleausstieg, CO₂-Bepreisung und Verkehrswende. Diese Entwicklungen sind zudem vielfach nicht trenn-

¹ Vgl. Cedefop 2021.

scharf voneinander abzugrenzen.² Sie greifen häufig ineinander, und vor allem zeigt sich, dass die Digitalisierung ein wichtiger Enabler für die Ökologisierung ist.

Bei einem näheren Blick auf Parallelen und Unterschiede, die die zwei Megatrends auszeichnen, fällt auf, dass die Datenlage zur Digitalisierung deutlich besser ist als jene zur Ökologisierung. Tatsächlich gibt es bisher sowohl für Green Jobs beziehungsweise grüne Berufe und für grüne Kompetenzen, also Green Skills, keine einheitlichen Definitionen. Das Fehlen einer allgemeingültigen Definition von grünen Arbeitsplätzen und damit auch die unbefriedigende statistische Erfassung erschweren die Evaluierung von Maßnahmen und die Messung von Fortschritten. So gibt es nur wenige Erkenntnisse über die Auswirkungen des grünen Wandels auf die Arbeitsmärkte und auf die sozioökonomischen Lebenswelten für die Beschäftigten.³ Die EGSS, in der die Umweltwirtschaft statistisch erfasst wird, bietet hinsichtlich der Beschäftigung nur wenig Informationstiefe und hinsichtlich grüner Skills keinerlei Informationen. Die Digitalisierung hingegen ist gut dokumentiert, digitale Berufe und digitale Skills werden regelmäßig erhoben, und ebenso stehen diesbezügliche Daten zu sozioökonomischen Parametern zu den Beschäftigten zur Verfügung.

Ein weiterer Unterschied zwischen den beiden Megatrends liegt darin, dass es sich bei der Ökologisierung bzw. Dekarbonisierung um einen so genannten »Gelenkten Wandel« handelt, während die Digitalisierung marktgetrieben voranschreitet. Während also nationalstaatliche und europäische Behörden im Falle der Digitalisierung damit beschäftigt sind, hochdynamische marktwirtschaftliche Prozesse zu regulieren und auch einzudämmen,⁴ müssen sie im Fall der Ökologisierung im Gegenteil Entwicklungen und Innovationen initiieren und in Gang bringen.

Die Digitalisierung hat bislang überwiegend Höherqualifizierte und HochschulabsolventInnen begünstigt.⁵ Im Gegensatz dazu werden Höherqualifizierte voraussichtlich von dem Trend zur Ökologisierung bzw. Dekarbonisierung nicht stärker profitieren als Beschäftigte mit mittleren oder niedrigeren Qualifikationen. Das liegt auch daran, dass ein großes Gewicht der Kreislaufwirtschaft beigemessen wird und hier der Abfallbewirtschaftung und dem Recycling eine zentrale Rolle zukommt und es demzufolge in diesen Bereichen auch für geringerqualifizierte Personen gute Beschäftigungschancen gibt. Allerdings konzentrieren sich (komplett) neu entstehende grüne Berufe vor allem auf den hochqualifizierten MINT-Bereich.

Sowohl im Vergleich zu anderen Studienfeldern als auch im direkten Vergleich zu ihren männlichen Kollegen geht ein MINT-Studium für Frauen mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit eines erfolgreichen Studienabschlusses und mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit

² Vgl. Lehmer / Janser / Schludi 2020.

³ Vgl. OECD 2023; Urban / Rizos et al. 2023.

⁴ Jüngstes Beispiel ist die Regulierung der Künstlichen Intelligenz durch den »AI Act« der EU (<https://artificialintelligenceact.eu>).

⁵ Die so genannte »Generative Künstliche Intelligenz« könnte jedoch künftig verstärkt in Arbeitsfelder und Tätigkeitsbereiche von Hochqualifizierten vordringen.

der Erwerbstätigkeit einher. Frauen partizipieren an den großen Job-Wachstumsfeldern »Digitalisierung« und »Green Economy« in deutlich geringerem Ausmaß und dies bei durchaus hoher Nachfrage am Arbeitsmarkt.

Neben dem Gender Divide ist auch ein regionaler Divide als Parallele der beiden Megatrends zu beobachten. Der Digital Divide weist eine ausgeprägte regionale Komponente auf, und zwar sowohl auf der Ebene der EU-Nationalstaaten als auch im Vergleich von städtischen zu ländlichen Regionen. So sind die nordeuropäischen Staaten in allen Aspekten der Digitalisierung insbesondere gegenüber osteuropäischen Staaten deutlich weiter fortgeschritten, und dieses Muster wiederholt sich auch im Verhältnis städtischer zu ländlicher Regionen innerhalb von Nationalstaaten. Ein ähnliches Muster zeichnet sich bei der Ökologisierung ab.

Eine intensiv diskutierte Frage der Twin Transition ist, ob die beiden Megatrends des digitalen und des ökologischen Wandels in Konkurrenz zueinanderstehen, sich gegenseitig behindern oder aber befördern.⁶ Zwar verbraucht die Digitalwirtschaft auch Energie und produziert Abfall, die Potenziale und der mögliche Beitrag der Digitalisierung zur grünen Transformation werden jedoch allgemein als höher eingeschätzt. Digitale Technologien können als Katalysator für die grüne Transformation wirken. Daten und Datenanalyse gelten als das Rückgrat des grünen und digitalen Wandels, und die Einsatzmöglichkeiten digitaler Technologien für verbesserte Ressourceneffizienz, eine funktionierende Kreislaufwirtschaft, intelligente Netze (Smart Grid), neue Mobilitätsmodelle etc. sind zahllos. So erscheint eher die Schlussfolgerung naheliegend, dass es sich um quasi symbiotische Trends handelt, die füreinander als Enabler wirken.

⁶ Vgl. Muench et al. 2022, Frischenschlager / Moser 2021.

2 Einleitung

Die Ökologisierung wird durch zahlreiche Megatrends angetrieben, so etwa den Klimawandel, die Ressourcenknappheit oder die global fortschreitende Urbanisierung. Der Klimawandel erfordert eine Umstrukturierung der Volkswirtschaft hin zu ökologisch nachhaltigeren Technologien mit weitgehendem Verzicht auf fossile Energien. Als Reaktion darauf hat die Europäische Kommission am 11. Dezember 2019 den Europäischen Green Deal vorgestellt. Dieser setzt das Ziel, Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen. Das Europäische Klimagesetz verankert in verbindlichen Rechtsvorschriften die Verpflichtung der EU zur Klimaneutralität und das Zwischenziel, die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber 1990 zu senken.

Beim Übergang zu einer dekarbonisierten Wirtschaft wird die Wettbewerbsfähigkeit Europas stark von seiner Fähigkeit abhängen, die sauberen Technologien zu entwickeln und herzustellen, die für die Erreichung dieser Ziele nötig sind. Die Dekarbonisierung der Wirtschaft bzw. eine grüne Transformation können nur mit entsprechend ausgebildeten Beschäftigten erfolgreich bewältigt werden. Daher ist mit einem erhöhten Fachkräftebedarf in umwelt- und klimafreundlichen Berufen zu rechnen. Dieser Fachkräftebedarf ist vor allem dem MINT-Bereich zuzuordnen. Zu den MINT-Berufen zählen auch die Informatik-Berufe, Teil eines weiteren Megatrends, nämlich jenem der Digitalisierung. Diese beiden parallelaufenden Megatrends werden auch unter dem Titel der »Twin Transition« diskutiert. Dazu zählen Aspekte, wie z. B. die Frage, ob diese beiden Megatrends in Konkurrenz zueinanderstehen, sich gegenseitig behindern oder aber einander befördern.

Dieser mit Jahresbeginn 2024 von der Soll & Haberfellner Unternehmens- und Projektberatung im Auftrag der Abteilung Arbeitsmarktforschung und Berufsinformation des AMS Österreich abgeschlossene Bericht befasst sich daher mit folgenden Aspekten der Twin Transition:

- rezente Entwicklungen hinsichtlich des Megatrends »Ökologisierung/ Dekarbonisierung«, so insbesondere zur Frage der Nachfrage bzw. des Bedarfes an Green Jobs und Green Skills (Kapitel 3);
- rezente Entwicklungen hinsichtlich des Megatrends der Digitalisierung mit Schwerpunkten auf der Entwicklung in der Beschäftigung in IKT-Branchen sowie bezüglich neuer Trends in der Digitalisierung (Kapitel 4);
- rezente Entwicklungen hinsichtlich der Studierenden und AbsolventInnen von MINT-Studiengängen sowie der Nachfrage nach MINT-Arbeitskräften (Kapitel 5);

- Diskussion der Frage, inwieweit die beiden Megatrends der Digitalisierung und der Ökologisierung miteinander interagieren (Kapitel 6);
- Diskussion der Frage, welche Parallelen und Unterschiede in den Charakteristika der beiden Megatrends bezogen auf Arbeitsmarkt, Bildung und Beschäftigung zu sehen sind (Kapitel 7).

Die Bearbeitung und Analyse der Fragestellungen im Rahmen dieser Studie erfolgte durch:

- statistische Sekundärdaten (u. a. Eurostat; Statistik Austria: Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung, Bildungsbezogenes Erwerbskarrierenmonitoring / BibEr, IKT-Nutzung von Haushalten und Unternehmen);
- Literaturrecherche rezenter wissenschaftlicher Forschungsberichte (national und international);
- Recherche von Positionspapieren von Interessenvertretungen und verschiedenen NGOs;
- Recherche von Trendreports von Think Tanks und Beratungsunternehmen;
- Online-Recherche: Medienberichte, einschlägige Online-Journale und Blogs.

3 Megatrend »Ökologisierung«

Die grüne Transformation bedeutet den Übergang von der konventionellen Wirtschaft hin zu effizienten, CO₂-armen Produkten, Technologien und Dienstleistungen mit Hilfe technischer und sozialer Innovationen und Investitionen. Zahlreiche Vorgaben seitens der Europäischen Kommission (European Green Deal, kurz: EGD) zielen auf klimaneutrales Wirtschaften ab. Der von der Kommission am 11. Dezember 2019 vorgestellte Europäische Green Deal⁷ setzt das Ziel, Europa bis 2050 zum ersten klimaneutralen Kontinent zu machen. Das Europäische Klimagesetz verankert in verbindlichen Rechtsvorschriften die Verpflichtung der EU zur Klimaneutralität und das Zwischenziel, die Netto-Treibhausgasemissionen bis 2030 um mindestens 55 Prozent gegenüber dem Vergleichsjahr 1990 zu senken. Beim Übergang zu einer dekarbonisierten Wirtschaft wird die Wettbewerbsfähigkeit Europas stark von seiner Fähigkeit abhängen, die sauberen Technologien zu entwickeln und herzustellen, die für die Erreichung dieser Ziele nötig sind.

Ökologisierung der Wirtschaft, die Digitalisierung und der demographische Wandel gelten als die zentralen Herausforderungen für Wirtschaft und Gesellschaft in den kommenden Jahren. Die Ökologisierung nimmt hier insbesondere eine Sonderstellung ein, als es sowohl für Green Jobs beziehungsweise grüne Berufe und für grüne Kompetenzen keine einheitlichen Definitionen gibt. Das Fehlen einer allgemeingültigen Definition von grünen Arbeitsplätzen und damit auch die unbefriedigende statistische Erfassung erschweren die Evaluierung von Maßnahmen und die Messung von Fortschritten. So gibt es bislang nur wenige Erkenntnisse über die Auswirkungen des grünen Wandels auf die Arbeitsmärkte und auf die sozioökonomischen Lebenswelten auf die Beschäftigten.⁸ Insbesondere fehlt ein harmonisiertes Konzept und/oder Instrument, bislang haben insbesondere supranationale Organisationen wie die International Labour Organization (ILO), Teilorganisationen der UNO, die OECD und Institutionen der Europäischen Union an Konzepten gearbeitet und dabei teilweise unterschiedliche Schwerpunkte gesetzt (siehe Kapitel 3.1). Die EGSS, die Statistik zu »Environmental Goods and Services«, ist zwar eine auf europäischer Ebene harmonisierte Statistik, die allerdings einen eher engen Begriff von Umweltwirtschaft und Umweltbeschäftigung repräsentiert und hinsichtlich

⁷ Vgl. Europäische Kommission 2019.

⁸ Vgl. OECD 2023; Urban / Rizos et al. 2023.

der Umweltbeschäftigung keine Aussagen nach Berufen ermöglicht und auch keine sozioökonomischen Daten zu den Beschäftigten zur Verfügung stellt (siehe Kapitel 3.2). Schließlich werden noch Daten zur Beschäftigung und Forschung in der Umwelttechnik präsentiert (siehe Kapitel 3.3 und 3.4). Die Umwelttechnik ist von zentraler Bedeutung, sie entwickelt die technischen und technologischen Verfahren zum Schutz der Umwelt, zur Wiederherstellung bereits geschädigter Ökosysteme und zur Minimierung des Ressourcenverbrauchs. Abschließend werden einschlägige rezente Studienergebnisse zu den Beschäftigungsperspektiven in der Umweltwirtschaft präsentiert (siehe Kapitel 3.5).

3.1 Green Jobs – Green Skills: Konzepte und Versuche der Abgrenzung

Vor 35 Jahren, im Jahr 1989, tauchte der Begriff »Green Economy« erstmals auf, und zwar in einem ExpertInnengutachten für die britische Regierung.⁹ Vor etwas mehr als 15 Jahren, im Jahr 2008, wurden die ersten Anläufe unternommen, Green Jobs zu definieren und ihnen einen konzeptionellen Rahmen zu geben. Wichtigste Akteure in der Debatte waren internationale Organisationen, allen voraus das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP), die International Labour Organization (ILO) und die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD). Große Aufmerksamkeit erhielt das Konzept des grünen Wachstums während und im Gefolge der Wirtschafts- und Finanzkrise im Jahr 2008: Investitionsprogramme in umweltfreundliche Infrastrukturmaßnahmen sollten die Konjunktur wiederbeleben. Die Ökologisierung der Wirtschaft bzw. eine Green Economy waren bis dahin vor allem als Kostenfaktor wahrgenommen worden, als eine Behinderung bzw. Verhinderung zukünftigen Wirtschaftswachstums und darüber hinaus verbunden mit Wohlstandsverlust. Nun wurde Umweltschutz als ökonomische Chance wahrgenommen, und Nachhaltigkeit und wirtschaftlicher Fortschritt waren keine Gegensätze mehr. Bereits damals wurde festgehalten:¹⁰

1. Es werden neue und zusätzliche Jobs geschaffen.
2. Arbeitsplätze werden durch andere substituiert, so z.B. Arbeitsplätze in energieintensiven und auf fossilen Rohstoffen beruhenden Sektoren durch Arbeitsplätze in ressourcenschonenden und energieeffizienten Sektoren.
3. Der Großteil der Arbeitsplätze wird erhalten bleiben, jedoch an die neuen Rahmenbedingungen und Bedarfe angepasst.
4. Ein Teil der Arbeitsplätze wird ersatzlos verlorengehen.

⁹ Vgl. GIZ 2013.

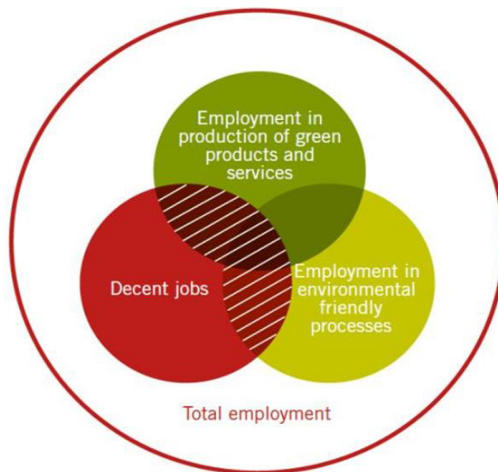
¹⁰ Vgl. ILO/UNEP 2008.

Die ILO legte ihren Schwerpunkt auf die Arbeitsbedingungen von grünen Jobs. Sie hat daher definiert, dass grüne Arbeitsplätze menschenwürdige Arbeitsplätze sind, die zur Erhaltung oder Wiederherstellung der Umwelt beitragen, sei es in traditionellen Sektoren wie dem verarbeitenden Gewerbe und dem Baugewerbe oder in neuen, aufstrebenden grünen Sektoren wie den erneuerbaren Energien und der Energieeffizienz.¹¹ Grüne Arbeitsplätze helfen bei ...

1. der Verbesserung der Energie- und Rohstoffeffizienz;
2. der Begrenzung der Treibhausgasemissionen;
3. der Minimierung von Abfall und Verschmutzung;
4. dem Schutz und der Wiederherstellung von Ökosystemen;
5. der Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels.

Wie Abbildung 1 veranschaulicht, unterscheidet die ILO zwischen grünen Wirtschaftssektoren und umweltfreundlichen Prozessen, die grundsätzlich in allen Sektoren stattfinden können. Für die ILO sind grüne Arbeitsplätze in grünen Wirtschaftssektoren angesiedelt und / oder in umweltfreundlichen Prozessen eingebunden. Darüber hinaus muss es sich um menschenwürdige Jobs handeln. In Abbildung 1 erfüllen die schraffierten Überlappungen diese Kriterien.

Abbildung 1: Green Jobs laut Definition und Abgrenzung der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO)



Quelle: Katajamäki 2018

In ihrer Abgrenzung machte die ILO bereits deutlich, dass Waren produziert oder Dienstleistungen erbracht werden können, die der Umwelt zugute kommen, ohne dass die angewendeten

¹¹ Vgl. ILO 2016.

Verfahren und / oder eingesetzten Technologien ihrer Herstellung bzw. Erbringung den Kriterien der Umweltfreundlichkeit entsprechen. Desgleichen bedeutet der Einsatz umweltfreundlicher Prozesse nicht zwingend, dass dadurch Umweltgüter oder Umweltdienstleistungen erstellt werden. Weiters können sowohl bei der Herstellung grüner Produkte oder Erbringung grüner Dienstleistungen als auch in Arbeitsumgebungen, in denen umweltfreundliche Prozesse realisiert werden, die Arbeitsbedingungen menschenunwürdig sein.

Die Abbildung deutet bereits die Abgrenzungsproblematiken an, und diese zieht sich durch alle Ebenen: die Green Economy, die Green Jobs und die Green Skills. Dazu kommt, dass Definitionen einerseits der statistischen Erfassung dienen und andererseits als politischer Rahmen für Strategien und Aktionspläne.¹² Letzteres gilt insbesondere für Definitionen und Konzepte der international agierenden Organisationen, wie z. B. ILO oder UN-Organisationen, die einerseits global ausgerichtet sind und gleichzeitig Impulse für konkrete Maßnahmen auf nationaler Ebene anbieten wollen. Das Konzept der ILO bzw. des UNEP zeichnet sich auch dadurch aus, dass es von Beginn an nicht nur die ökonomischen und ökologischen Krisen in ihre Analysen einbezog, sondern auch deren soziale Ursachen und Auswirkungen. Die Analyse der OECD stand demgegenüber von Anfang an in einer Tradition der Förderung effizienter und marktfreundlicher Wirtschaftspolitiken im Sinne eines Green Growth. Ziel war es weiterhin, das globale Wirtschaftswachstum dauerhaft fortzusetzen, allerdings unter den Rahmenbedingungen begrenzter Rohstoffe und unter Druck stehender Ökosysteme.¹³

Cedefop unterscheidet fünf Kategorien von Green Jobs (Abbildung 2): So genannte »Frontline Green Jobs« betreffen Fachkräfte, die täglich mit Technologien oder in Prozessen arbeiten, die für den Übergang zu einer dekarbonisierten und nachhaltigen Wirtschaft unerlässlich sind. Sie sind in den unterschiedlichsten Branchen tätig und können auch unterschiedliche Qualifikationsniveaus aufweisen. Die Bandbreite umfasst Fachkräfte in der Bauwirtschaft, Fachkräfte für Reparatur und / oder Recycling, Fachkräfte im Transportwesen oder Fachkräfte im Umweltschutz usw. Die so genannten »Greentech-SpezialistInnen« entwickeln Technologien und Prozesse, die für den Übergang zu einer ökologisierten Wirtschaft nötig sind. Sie sind überwiegend hochqualifizierte MINT-Fachkräfte. Insbesondere der Übergang zur Kreislaufwirtschaft erhöht noch einmal die Bedeutung von »Green Management«, denn ohne systemisches Denken und bewusstes systemisches Organisieren von Prozessen kann Kreislaufwirtschaft in Unternehmen nicht realisiert werden. Die Umsetzung von Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz in Unternehmen bzw. die Schaffung der dafür nötigen Rahmenbedingungen sind also primär Führungsaufgaben. So genannte »Digitale SpezialistInnen« können auf vielfältige Art und Weise den Ökologisierungsprozess unterstützen (siehe dazu ausführlich Kapitel 5). Die fünfte Kategorie sind die so genannten »Green Hearts and Minds«, sie transportieren den »Spirit« der grünen Transformation, sie kommunizieren, informieren, bringen Menschen zusammen und sorgen für Vernetzung.

¹² Vgl. ILO 2023.

¹³ Vgl. GIZ 2013; ILO 2023.

Abbildung 2: Fünf Gruppen von Green Jobs (Cedefop)



Quelle: Cedefop 2023

Ein weitreichenderes Konzept ist jenes, das nicht auf Green Jobs und Green Skills im engeren Sinn fokussiert, sondern auf so genannte »Fertigkeiten für den grünen Übergang«. Dazu gehören Fertigkeiten und Kompetenzen, aber auch Wissen, Fähigkeiten, Werte und Einstellungen, die erforderlich sind, um in ressourceneffizienten und nachhaltigen Volkswirtschaften und Gesellschaften zu leben, zu arbeiten und zu handeln. Zwei Gruppen von Kompetenzen werden unterschieden, nämlich technische und transversale Kompetenzen:¹⁴

- **Technische Kompetenzen:** Diese sind erforderlich für die Anpassung oder Umsetzung von Normen, Verfahren sowie Dienstleistungen und umfassen von den Anwendungsgebieten her u.a. Produkte und Technologien zum Schutz der Ökosysteme und der biologischen Vielfalt sowie zum ressourcenschonenden Energie-, Material- und Wasserverbrauch. Technische Fähigkeiten können berufsspezifisch oder sektorübergreifend sein.
- **Transversale Kompetenzen:** Diese sind verbunden mit nachhaltigem Denken und Handeln und daher relevant für die Arbeit (in allen Wirtschaftssektoren und Berufen) und das Leben (»Soziales Miteinander«). Alternativ werden sie auch als »Nachhaltigkeitskompetenzen«, »Lebenskompetenzen«, »Soft Skills« oder »Kernkompetenzen« bezeichnet.

Da die statistische Erfassung der Green Jobs bislang sehr unbefriedigend ist, hat die ILO erste Feldversuche mit Haushaltsbefragungen durchgeführt, in denen die Beschäftigung in Green Jobs abgefragt wird.¹⁵ Da in der ILO-Definition Green Jobs grundsätzlich auch so genannte »Decent Jobs« sein müssen, wird auch diese Dimension mitabgefragt. Das System soll wei-

¹⁴ Vgl. WBL 2022.

¹⁵ Vgl. ILO 2023.

terentwickelt werden. Auch das Centre for European Policy Studies (CEPS) versucht, einen quantifizierbaren Ansatz aus einer Kombination verschiedener Elemente und Ansätze zu entwickeln. Das Ergebnis ist eine integrierte Taxonomie, die auf vier Säulen beruht: Inputs, Outputs, Prozesse und Qualität. Die Verwendung verschiedener Indikatoren zur Operationalisierung dieser Säulen soll eine genauere Bewertung und Vergleiche von Fallstudien ermöglichen, um die Politikgestaltung in diesem Bereich zu unterstützen.¹⁶

Als Reaktion auf die unbefriedigende Datenlage bzw. Abgrenzung der Green Jobs experimentiert Cedefop mit der Auswertung von Online-Jobinseraten. Da es schwierig sei, grüne Berufe anhand veralteter Klassifikationen zu ermitteln, hat Cedefop einen datengestützten Ansatz entwickelt: Dabei werden Informationen aus Online-Stellenanzeigen extrahiert, die sich auf die von Arbeitgebern geforderten Qualifikationen im Zusammenhang mit dem grünen Wandel beziehen.¹⁷ Die »Umweltfreundlichkeit« wird anhand der in den Inseraten benannten Fähigkeiten und Aufgaben bezüglich der Stelle bewertet und damit nicht nur anhand der bloßen Bezeichnung der Stelle.

3.1.1 Greenness-of-Jobs-Index (GOJI)

Auch Janser (2018) arbeitet im Zuge einschlägiger Aktivitäten des Institutes für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) der deutschen Bundesagentur für Arbeit mit Text Mining für die Entwicklung des task-basierten »Greenness-of-Jobs-Index« (GOJI). Das Maß für den Greenness-of-Jobs-Index wird durch eine systematische Kategorisierung (via Text Mining) von Kompetenzangaben im Berufenet¹⁸ gewonnen. Der Greenness-of-Jobs-Index berechnet den Grad der Umwelt- und Klimafreundlichkeit eines Berufes für die Jahre 2013 bis 2022 als Anteil umwelt- oder klimafreundlicher sowie umwelt- oder klimaschädlicher Tätigkeiten. Maßgeblich hierfür ist der jeweilige Anteil von Green Skills und Brown Skills an der Gesamtzahl der Tätigkeiten innerhalb eines Berufes. Dabei kann es vorkommen, dass Berufe sowohl Green Skills als auch Brown Skills aufweisen. Für die Berechnung des Index werden die positiven und negativen Anteile aufgerechnet. Dadurch ergibt sich ein Netto-Wert, auf dem die Einteilung in die drei Gruppen »Berufe mit Green Skills«, »Neutrale Berufe« und »Berufe mit Brown Skills« basiert.

Durch Änderungen in der Zusammensetzung der Kompetenzanforderungen der Berufe können sich die Anteile des Greenness-of-Jobs-Index jährlich verändern. So können in jedem Beruf über die Zeit umwelt- oder klimafreundliche Tätigkeiten, also neue Green Skills hinzukommen beziehungsweise Brown Skills wegfallen. Der Greenness-of-Jobs-Index des Berufes DachdeckerIn ist beispielsweise ausgehend von 0,144 auf 0,189 gestiegen, da zwei neue Green

¹⁶ Vgl. Urban / Rizos et al. 2023.

¹⁷ Vgl. Cedefop 2023.

¹⁸ Berufenet, eine expertenbasierte Datenbank mit detaillierten Beschreibungen aller Einzelberufe in Deutschland, ist das umfassende Online-Berufslexikon der deutschen Bundesagentur für Arbeit (<https://web.arbeitsagentur.de/berufenet>).

Skills hinzugekommen sind, nämlich »Energieberatung« und »Solarthermie«. Die im Berufenet formulierten Kompetenzanforderungen sind dabei als »Potenziale« zu verstehen, die auch in der Aus- und Weiterbildung entsprechend vermittelt werden. Ob und in welchem Ausmaß die konkrete Tätigkeit (z.B. die Installation von Wärmepumpen) tatsächlich vorkommt, hängt dann vom Anforderungsprofil im jeweiligen Job ab.

Auf Basis des Greenness-of-Jobs-Index wurden drei Berufskategorien ausgearbeitet:

- **Berufe mit Brown Skills:** In Berufen mit Brown Skills werden umweltschädliche Tätigkeiten ausgeübt, die z.B. mit hohen Abgasemissionen oder einem sehr hohen Einsatz von Energie verbunden sind.
- **Neutrale Berufe:** Neutrale Berufe beinhalten keine Anteile an umweltschädlichen oder umweltfreundlichen Tätigkeiten.
- **Berufe mit Green Skills:** Berufe dieser Kategorie umfassen umweltfreundliche Tätigkeiten, so z.B. mit Bezug zu erneuerbaren Energien oder energieeffizienten Verfahren.

Für die Zuordnung ist der Greenness-of-Jobs-Index des jeweiligen Jahres ausschlaggebend. Tabelle 1 zeigt Beispiele für konkrete Zuordnungen zu diesen Berufsgruppen und konkrete Indexwerte für das Jahr 2013.

Tabelle 1: Greenness-of-Jobs-Index – Beispiele anhand konkreter Fachberufe

Beispielberufe (Fachkraft-Niveau, KldB 2010, 5-Steller)	Greenness-of-Jobs-Index 2013
Berufe mit Green Skills	
Schornsteinfeger*innen	0,333
Berufe in der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik	0,197
Berufe in der Dachdeckerei	0,144
Neutrale Berufe	
Berufe in der kaufmännischen und technischen Betriebswirtschaft	0
Berufe in der Gesundheits- und Krankenpflege	0
Berufe in der Kinderbetreuung und -erziehung	0
Berufe mit Brown Skills	
Berufe in der Nutztierhaltung	-0,140
Berufe in der Kunststoffherstellung	-0,233
Berufe in der Baustoffherstellung	-0,274

Quelle: Brixy / Janser / Mense 2023, Seite 2

Hintergrund für die Entwicklung des GOJI war die Überlegung, dass der Übergang zu einer grünen, weniger kohlenstoffintensiven Wirtschaft theoretisch zu einem Greening of Jobs führt, also zu einem steigenden Anteil an umweltfreundlichen Tätigkeitsanforderungen innerhalb von Berufen (Greening of Occupations) und zu einer steigenden Nachfrage nach Beschäftigten, die diese Berufe ausüben (Greening of Employment). Mit dem GOJI steht für Deutschland ein Indikator zur Verfügung, der diese Veränderung messbar macht. Es wurden die Entwicklung der Jahre von 2011 bis 2016 analysiert und das (moderate) Greening der Berufe in Deutschland gezeigt: 2016 hatten 19,9 Prozent aller Einzelberufe mindestens eine grüne Aufgabe in ihrem Anforderungsprofil, 2012 lag dieser Wert bei 18,4 Prozent. Die ökonometrische Analyse kam zu dem Ergebnis, dass der Anteil umweltschutzrelevanter Tätigkeitsinhalte (Greenness) von Berufen positiv mit deren Beschäftigungswachstum korreliert ist. Darüber hinaus ist das Wachstum dieses Anteiles mit einem leichten Anstieg des Lohnwachstums verbunden.¹⁹

3.1.2 Abgrenzung nach Nachfrage- und Qualifikationsmerkmalen

Rezente Studien²⁰ haben grüne Beschäftigung entlang eines Konzeptes untersucht, das einerseits die (u. U. sich verändernde) Nachfrage nach Berufen berücksichtigt und andererseits (u. U. sich verändernde) Qualifikationsanforderungen und/ oder Aufgabenbereiche (Tasks):

- **Berufe, die neu entstehen (Green New and Emerging Occupations):** Die Auswirkungen der Ökologisierung der Wirtschaft lassen neue Berufe entstehen, die entweder gänzlich neu sind oder sich aus bestehenden Berufen ableiten.
- **Berufe mit grünem Anpassungsbedarf (Green Enhanced Skills Occupations):** Bestehende Berufe, deren Anforderungsprofil sich signifikant ändert. Die Nachfrage nach dem jeweiligen Beruf kann sich gleichzeitig ändern, dies muss jedoch nicht der Fall sein.
- **Berufe mit zusätzlicher Nachfrage (Green Increased Demand Occupations):** Bestehende Berufe, bei denen sich die Nachfrage signifikant ändert. Damit kann auch eine Änderung des Arbeitskontextes einhergehen, allerdings ändern sich die Anforderungen an die Beschäftigten nicht wesentlich.

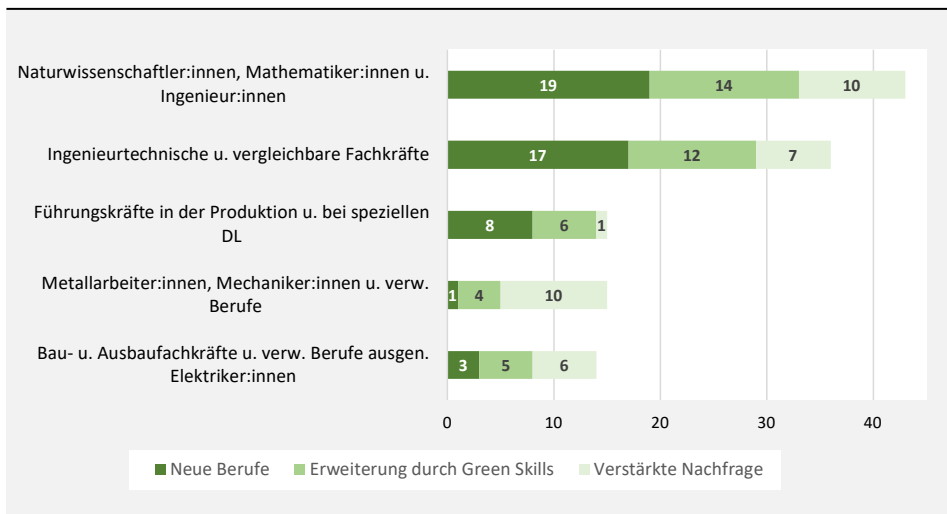
Dabei wurden 80 neu entstehende Berufe identifiziert, 68 Berufe mit sich veränderndem Anforderungsprofil und 64 Berufe mit veränderter Nachfrage. Wie die nachfolgende Abbildung zeigt, sind es technisch orientierte Berufe bzw. Berufe in Berufsgruppen mit einem höheren oder hohen Qualifikationsniveau, die starke Veränderungsdynamiken aufweisen. So entfällt auf die Berufsgruppe »NaturwissenschaftlerInnen / MathematikerInnen / IngenieurInnen« beinahe ein Viertel der neu entstehenden Berufe, insgesamt 43 Berufe entstehen in

¹⁹ Vgl. Janser 2018.

²⁰ Vgl. Bock-Schappelwein / Egger et al. 2023. Vgl. auch Cedefop 2021 und OECD 2023.

dieser Berufsgruppe entweder neu oder verändern sich erheblich in ihrem Anforderungsprofil oder in ihrer Nachfrage. Die ingenieurtechnischen Fachkräfte liegen mit 17 neuen Berufen nur knapp dahinter, 36 Berufe entstehen in dieser Berufsgruppe entweder neu oder erfahren signifikante Änderungen. Auch wenn die Beschäftigungszuwächse eher gleichmäßig auf Qualifikationsgruppen verteilt sind, so ist die Veränderungsdynamik in den höherqualifizierten technischen Berufsgruppen im Vergleich zu anderen Qualifikations- und Berufsgruppen deutlich stärker ausgeprägt.

Abbildung 3: Grüne Veränderungsdynamik nach Berufsgruppen: die fünf Berufsgruppen mit den stärksten Veränderungen



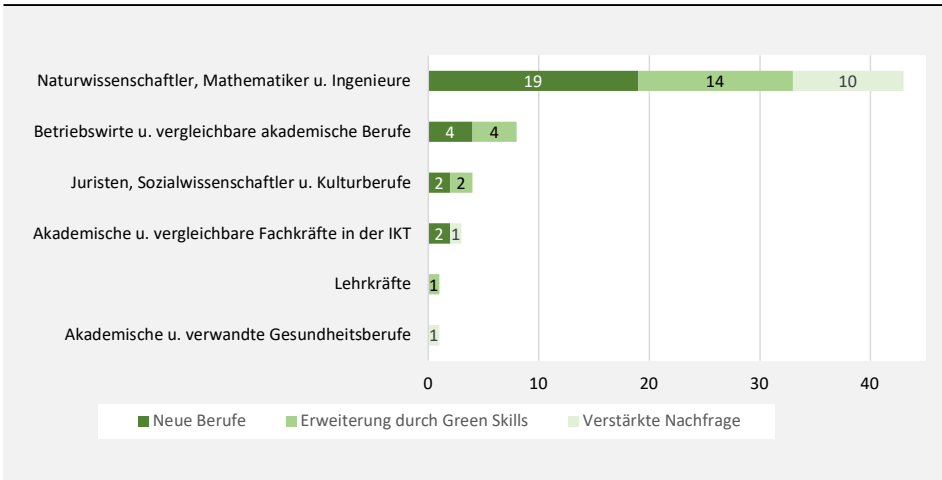
Quelle: Bock-Schappelwein / Egger et al. 2023, Seite 17f; eigene Darstellung

Die Studienergebnisse für Österreich weisen darauf hin, dass Berufe mit einer steigenden Nachfrage infolge der Ökologisierung (Green Increased Demand Occupations) vor allem im naturwissenschaftlichen, ingenieurtechnischen oder auch metalltechnischen Bereich sowie im Bauwesen anzutreffen sind. Steigende Anforderungen im bestehenden Beruf haben naturwissenschaftliche und ingenieurtechnische Berufe, Führungskräfte, MetallarbeiterInnen, Arbeitskräfte im Bau- und Baunebengewerbe sowie kaufmännisches Personal. Neue Berufe (Green New and Emerging Occupations) sind hauptsächlich im naturwissenschaftlichen und ingenieurtechnischen Bereich erwartbar, aber auch bei Führungskräften und im kaufmännischen Bereich.

In der Gruppe der akademischen Berufe wurden insgesamt 27 neu entstehende grüne Berufe identifiziert, 21 Berufe zählen zu den so genannten »Greening Jobs«, und für weitere zwölf Berufe wird die Nachfrage bei gleichbleibendem Aufgaben- und Anforderungsprofil steigen. Auch bei den akademischen Berufen sind es die MINT-Berufe, die mit Abstand die

höchste Relevanz im Übergang zum nachhaltigen Wirtschaften haben (siehe Abbildung 4). Und hier ist es wiederum die Berufsgattung der Ingenieurwissenschaftler (ohne Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikation), auf die alleine 15 neu entstehende grüne Berufe entfallen.

Abbildung 4: Betroffenheit akademischer Berufe durch Ökologisierung / Dekarbonisierung (Anzahl der Berufe je Berufsgruppe, nach ISCO-o8)



Quelle: Bock-Schappelwein, J./Egger, A. et al. 2023; eigene Darstellung

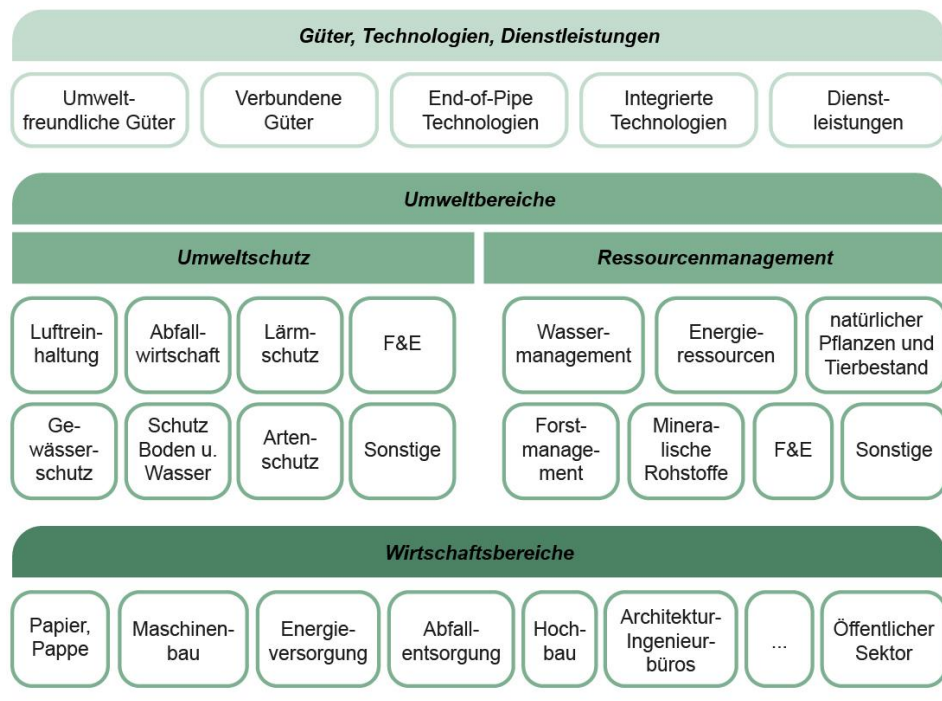
So sind es also vor allem die MINT-Berufe, in denen die stärkste Veränderungsdynamik zu beobachten und auch weiterhin zu erwarten ist.

3.2 Umweltbeschäftigung in der EGSS

Um auf europäischer Ebene die Entwicklung der Umweltwirtschaft harmonisiert zu messen und darzustellen, wurde das statistische Konzept der EGSS (Environmental Goods and Services Sector) implementiert. Sie umfasst den Sektor der Umweltgüter und Umweltdienstleistungen, der in manchen Publikationen auch als so genannte »Ökoindustrie« oder »Umweltindustrie« bezeichnet wird. Die Daten zur EGSS werden an Eurostat gemeldet.

Wie Abbildung 5 zeigt, spiegelt die EGSS die komplexe Struktur der Umweltwirtschaft wider. Der Fokus der »Umweltorientierten Produktion und Dienstleistung« liegt auf den Gütern, Technologien und Dienstleistungen, die dazu dienen:

1. Umweltschäden zu vermeiden oder zumindest zu vermindern sowie zu behandeln, zu messen oder zu untersuchen sowie
2. Ressourcenabbau zu vermeiden oder zumindest zu vermindern, zu messen, zu kontrollieren oder zu untersuchen.

Abbildung 5: Gliederungsmerkmale EGSS

Quelle: Statistik Austria 2023, Seite 20

Die EGSS basiert weitgehend auf amtlichen Statistiken, ergänzt mit zahlreichen weiteren Datenquellen.²¹ Dargestellt werden in der EGSS der Produktionswert, der aus der Produktion dieser Güter, Technologien und Dienstleistungen resultiert, sowie die Brutto-Wertschöpfung und die Exporte, die mit ihnen generiert werden. Gleiches gilt für die Beschäftigung, die sowohl in Personen als auch in Vollzeiteinheiten (VZE) bzw. Vollzeitäquivalenten (VZÄ)²² erfasst wird. Die derzeit aktuell verfügbaren Daten beziehen sich auf das Jahr 2021.

2021 waren demnach 204.477 Personen umweltbeschäftigt, das entsprach 193.352 Vollzeitäquivalenten. Unter Einbeziehung der Beschäftigten im öffentlichen Verkehr waren 2021 rund 234 500 Personen in Österreich Umweltbeschäftigte.²³ Der öffentliche Verkehr umfasst die Personenbeförderung im Eisenbahnfernverkehr, die Güterbeförderung im Eisenbahnver-

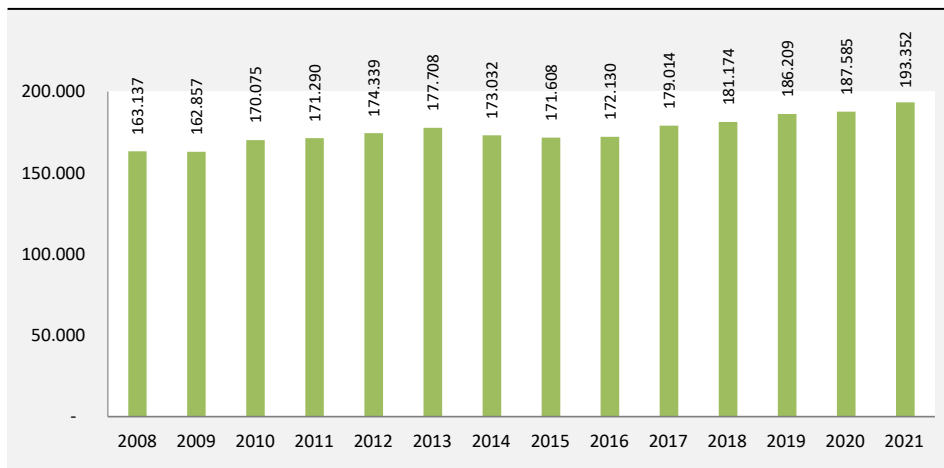
²¹ Vgl. Statistik Austria 2023, Seite 27 ff.

²² Die Begriffe »Vollzeiteinheiten« (VZE) und »Vollzeitäquivalente« (VZÄ) sind synonym zu verstehen, wobei die jeweils konkrete Verwendung dieser beiden Begriffsbezeichnungen sich von Quelle zu Quelle unterscheiden kann.

²³ Daten zur Umweltbeschäftigung inklusive öffentlicher Verkehr stehen nur als Personenzahlen zur Verfügung, es erfolgt keine Umrechnung in Vollzeitäquivalente.

kehr sowie die relevanten Anteile an der sonstigen Personenbeförderung im Landverkehr. Da die Eurostat-Definition den öffentlichen Verkehr ausschließt, werden diese Daten nicht weiter berücksichtigt.

Abbildung 6: Umweltbeschäftigte in Vollzeiteinheiten (Vollzeitäquivalente), 2008–2021

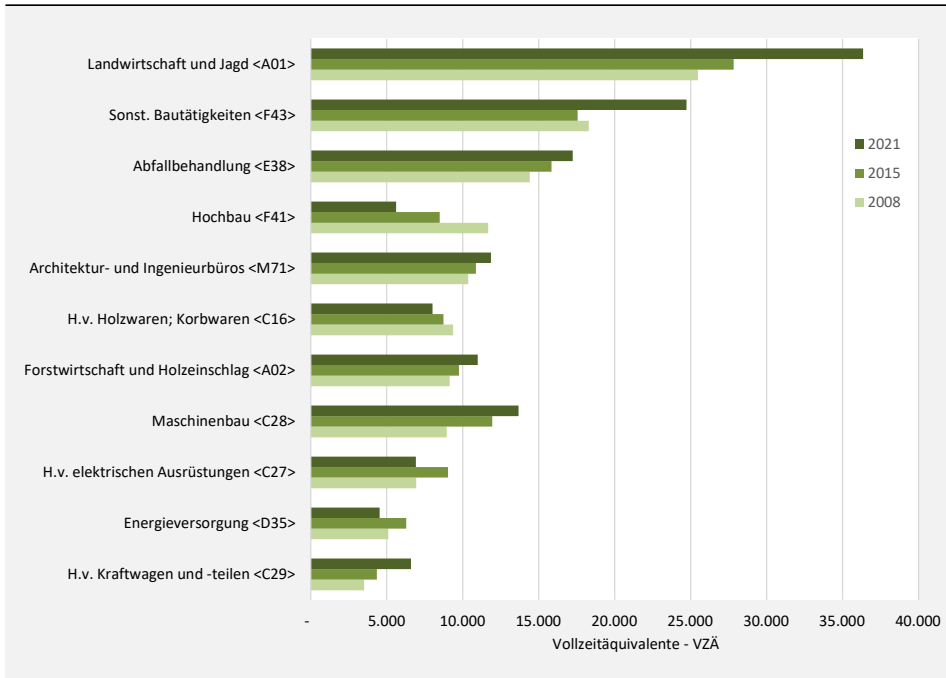


Quelle: Statistik Austria, EGSS; eigene Darstellung

Wie bereits erwähnt wurde, hatte die während der Finanz- und Wirtschaftskrise Ende der 2000er-Jahre gezeigte Krisenfestigkeit der Umweltwirtschaft große Erwartungen für die zukünftigen Beschäftigungseffekte genährt. Wie Abbildung 6 zeigt, wurden diese Erwartungen kaum eingelöst, mit 193.352 Vollzeitäquivalenten im Jahr 2021 waren das nur gut 30.000 Vollzeitäquivalente mehr als 2008, bzw. im Zehnjahres-Abstand (2011) war es ein bescheidenes Plus von ca. 22.000 Vollzeitäquivalenten. In der Periode 2013 bis 2015 war die Umweltbeschäftigung sogar rückläufig, 2015 waren gegenüber 2012 um rund 6.000 Vollzeitäquivalente weniger beschäftigt, und damit war die Beschäftigung wieder auf den Stand zu Beginn des Jahrzehntes zurückgefallen. Erst seit 2016 ist wieder ein kontinuierliches jährliches Plus zu verzeichnen, wenn auch mit zum Teil bescheidenen Wachstumsraten.

Die EGSS ermöglicht eine Betrachtung der Umweltbeschäftigung auf Branchenebene (ÖNACE 2008). Da in der EGSS keine Analysen entlang der Berufssystematik möglich sind und Branchenstrukturen in der Arbeitsmarktstatistik ein relevanter Zugang sind, wird in diesem Kapitel die Umweltbeschäftigung entlang der ÖNACE-Branchen dargestellt. Die wichtigste Branche für Umweltbeschäftigung ist demnach die Branche »Landwirtschaft und Jagd«, gefolgt von der Branche »Sonstige Bautätigkeiten« und der Branche »Abfallbehandlung« (siehe Abbildung 7). In den in Abbildung 7 dargestellten Branchen entsprechen jeweils zumindest 5.000 Vollzeitäquivalente Umweltbeschäftigten, in Summe umfassen sie 78 Prozent aller Umweltbeschäftigten.

Abbildung 7: Umweltbeschäftigte in Vollzeiteinheiten (Vollzeitäquivalente), 2008/2015/2021, in ausgewählten Branchen (ÖNACE 2008)



Quelle: Statistik Austria, EGSS; eigene Darstellung. Abbildung enthält nur Branchen mit zumindest 5.000 VZÄ-Umweltbeschäftigten. Datentabelle im Anhang

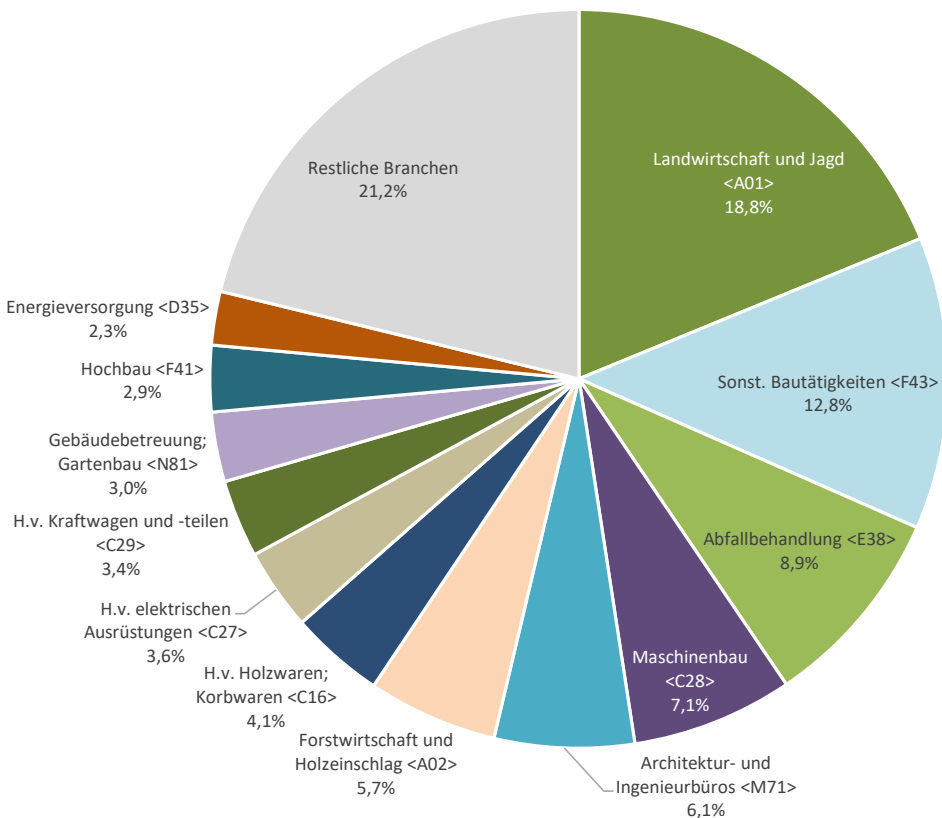
Die Branche »Landwirtschaft und Jagd« gehört zu jenen Branchen, in denen die Umweltbeschäftigung auch über den längerfristigen Beobachtungszeitraum seit 2008 eine durchgehend positive Entwicklung genommen hat. Mit 36.352 Vollzeitäquivalenten und damit einem Anteil von 18,8 Prozent an der gesamten Umweltbeschäftigung zählte im Jahr 2021 beinahe ein Fünftel aller Umweltbeschäftigten (VZÄ) zur Landwirtschaft, im Jahr 2015 waren es erst 16,2 Prozent (2008: 15,6 Prozent).

Mit einem Anteil von 12,8 Prozent bzw. 24.731 Vollzeitäquivalenten (2021) sind die »Sonstigen Bautätigkeiten« die zweitwichtigste Branche für die Umweltbeschäftigung. Zu den »Sonstigen Bautätigkeiten« zählt eine große Bandbreite an vorbereitenden, unterstützenden und nachbereitenden Tätigkeiten auf Baustellen. Aus Sicht der Umweltbeschäftigung kommt wohl insbesondere Tätigkeiten wie Abbrucharbeiten, Bauinstallationen (inklusive Elektroinstallationen) und Installationen von Gas-, Wasser-, Heizungs- Lüftungs- und Klimaanlage eine besondere Bedeutung zu. Die Bauwirtschaft ist stark gekoppelt an Förderregime und ihre zentralen Teilbereiche, also Hochbau und Tiefbau. Die »Sonstigen Bautätigkeiten« weisen daher keine stetige und manchmal sogar gegenläufige Entwicklung auf. Das zeigt sich auch bei der Umweltbeschäftigung, denn im Hochbau ist sie kontinuierlich von 11.676 Vollzeitäquivalenten

im Jahr 2008 auf 5.616 im Jahr 2021 gefallen. Auch die Umweltbeschäftigung in den »Sonstigen Bautätigkeiten« war in der Periode der Jahre von 2008 bis 2015 leicht gesunken, nämlich von 18.292 Vollzeitäquivalenten im Jahr 2008 auf 17.553 im Jahr 2015. Insgesamt bestätigt jedoch die bisherige Entwicklung den allgemeinen Trend steigender Umweltbeschäftigung in der Bauwirtschaft.

Eine wichtige Rolle – auch aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Kreislaufwirtschaft – wird der Abfallbehandlung zugemessen. Für 2021 wurden in der EGSS 17.238 Vollzeitäquivalente in der Abfallbehandlung errechnet, das macht 8,9 Prozent der Umweltbeschäftigten aus. Damit war der Anteil der Abfallbehandlung an den Umweltbeschäftigten seit 2008 stabil. Wie Abbildung 8 zeigt, entfällt auf vier Branchen beinahe die Hälfte (47,6 Prozent) aller Umweltbeschäftigten, nämlich die Branchen »Landwirtschaft und Jagd«, »Sonstige Bautätigkeiten«, »Abfallbehandlung« und »Maschinenbau«.

Abbildung 8: Anteile ausgewählter Branchen (ÖNACE 2008) an der Umweltbeschäftigung (Vollzeitäquivalente), 2021



Quelle: Statistik Austria, EGSS; eigene Berechnungen, eigene Darstellung

Für 2015 wurde im vergangenen Jahrzehnt der niedrigste Stand an Umweltbeschäftigten errechnet, bis 2021 stieg die Umweltbeschäftigung jedoch wieder kontinuierlich an, und zwar in Summe um 21.744 Vollzeitäquivalente. Die große Rolle, die die Landwirtschaftsbranche und die Branche »Sonstige Bautätigkeiten« dabei spielen, wird deutlich, wenn man bedenkt, dass diese beiden Branchen zusammen beinahe ein Plus von 16.000 Vollzeitäquivalenten für diese Periode aufweisen (Landwirtschaft und Jagd: +8.520, Sonstige Bautätigkeiten: +7.178, Details in Tabelle 6 im Anhang).

3.3 Beschäftigung in der Umwelttechnik

Neben den Statistiken im Rahmen der EGSS werden – häufig auf nationaler Ebene – Daten zur Beschäftigung in speziellen Teilen der Umweltwirtschaft erfasst. Von besonderem Interesse sind dabei die Umwelttechnik bzw. Teilbereiche davon. Zur Umwelttechnik zählen die technischen und technologischen Verfahren zum Schutz der Umwelt, zur Wiederherstellung bereits geschädigter Ökosysteme und zur Minimierung des Ressourcenverbrauches. Diese werden unter dem Begriff »Umwelttechnologie« zusammengefasst, es wird auch von »GreenTech« oder »Clean-Tech« gesprochen. Gegenstände der Umwelttechnik sind in erster Linie:

- die Entsorgung (z.B. Abfallbeseitigung, Müllverbrennung, Abwasserreinigung, Recycling, das Anlegen von Deponien);
- technische Maßnahmen zum Gewässer, Boden- und Strahlenschutz;
- Verfahren zur Reduzierung der Luftverschmutzung (z.B. Abgasreinigung, Entstaubungsverfahren, Rauchgasentschwefelung);
- Technologien für die effektive Nutzung erneuerbarer Energien (z.B. Sonnenenergie, Erdwärme, Biokraftstoffe);
- die messtechnische Erfassung und Überwachung von Schadstoffen und Umweltschäden.

Daneben gibt es auch umwelttechnische Konzepte und Maßnahmen zur umweltschonenden Produktion, zum Energiesparen und zur Vermeidung bzw. Verringerung von Emissionen und Abfällen. Wie grundsätzlich die Umweltwirtschaft in ihrer Gesamtheit ist auch die Umwelttechnik eine Querschnittsbranche. Die Umwelttechnik-Industrie steht für ein heterogenes Setting an unternehmerischen Aktivitäten, zu denen u.a. die Errichtung und der Betrieb von Biomasse-, Biogas-, Photovoltaik-, thermischen Solar-, Wasser- und Windkraftanlagen, von Abfallbehandlungsanlagen, die Produktion von Antrieben zur E-Mobilität sowie von PV-Modulen und Solarkollektoren bis hin zur Steuerungstechnik für erneuerbare Energieträger zählen. Umwelttechnik gehört zumindest zum Teil zur Metalltechnischen Industrie, die eine große Palette an umweltrelevanten Produkten und vor allem Anlagen herstellt: von Entsorgungstechnik, Sortieranlagen über zahlreiche Varianten von Filter- und Reinigungsanlagen bis hin zu Produkten und Anlagen im Zusammenhang mit dem sehr wichtigen Sektor der erneuerbaren Energien (Solar, Photovoltaik, Windenergie, Biomasse usw.). Umwelttechnik-Dienstleis-

tungsunternehmen sind beispielsweise in Abfallsammlungs- und Recyclingtätigkeiten aktiv, in der Projektentwicklung, in der technischen Planung und Beratung, in der technischen Prüfung und Begutachtung bis hin zu den Agenden rund um Forschung und Entwicklung im Zusammenhang mit umwelttechnologischen Produkten und Dienstleistungen.²⁴

Wesentliche Charakteristika der Umwelttechnik-Wirtschaft sind eine hohe Internationalisierung sowie eine stark ausgeprägte Exportorientierung. Große globale Trends und Entwicklungen (z.B. Herausforderungen des Klimawandels, weltweites Bevölkerungswachstum) sowie zahlreiche Konjunkturprogramme (international, national und regional) adressieren Investitionen in den Klimaschutz und in die Green Transition. Daraus ergeben sich zwar neue Exportchancen, allerdings war der Anteil am Welthandel – wie auch bei einer Reihe von anderen Industriestaaten (z.B. Deutschland, Schweiz, UK, USA) – leicht rückläufig. Die wichtigsten Exportmärkte der Umwelttechnik-Industrieunternehmen sind die EU-Staaten sowie die restlichen europäischen Staaten, gefolgt vom asiatischen Raum. Danach folgen nahezu gleichauf Nordamerika, der Nahe Osten sowie Latein- und Südamerika.²⁵

Für österreichische Unternehmen liegt die Exportquote im Bereich der Umwelttechnologien mit 89 Prozent deutlich über der gesamtwirtschaftlichen Exportquote (55,6 Prozent im Jahr 2019). Daher wird der Umwelttechnik ein signifikantes Exportwachstumspotenzial zugeschrieben. Dabei weist der Energiesektor den größten Anteil an den Exporten auf (38 Prozent der Umwelttechnologieexporte), während der Anteil der Verkehrstechnologien nur 13 Prozent ausmacht.²⁶

Für den regelmäßig erscheinenden so genannten »GreenTech-Atlas Deutschland«²⁷ wurden sieben globale Leitmärkte definiert. Als Leitmärkte werden dabei wesentliche Teilbereiche der Umwelttechnik und Ressourceneffizienz verstanden. Die Technologien der Leitmärkte bieten einerseits Lösungen zur Erhaltung der Ökosysteme, andererseits tragen sie zur Befriedigung grundlegender menschlicher Bedürfnisse bei. Die sieben Leitmärkte sind (siehe Abbildung 9):

1. umweltfreundliche Energien und Energiespeicherung;
2. Energieeffizienz;
3. Rohstoffeffizienz und Materialeffizienz;
4. nachhaltige Mobilität;
5. Kreislaufwirtschaft;
6. nachhaltige Wasserwirtschaft;
7. nachhaltige Agrar- und Forstwirtschaft (2021 in die Liste der Leitmärkte neu aufgenommen).

Im Jahr 2020 betrug das globale Marktvolumen nach Schätzungen von Roland Berger Consulting 4,6 Billionen Euro, 2016 waren es noch 3,2 Billionen Euro. Mit einem Volumen von

²⁴ Vgl. WKO – Fachverband Metalltechnische Industrie 2021.

²⁵ Vgl. Schneider et al. 2020.

²⁶ Vgl. Fink / Rufera 2021.

²⁷ Vgl. Roland Berger / Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2021. Der GreenTech-Atlas für Deutschland wird seit 2007 regelmäßig in mehrjährigen Abständen publiziert.

1.224 Milliarden Euro (2020) wird Energieeffizienz als der nach wie vor größte grüne Leitmarkt eingeschätzt. Als vergleichsweise kleine Märkte gelten die Kreislaufwirtschaft (148 Milliarden Euro) und die nachhaltige Agrar- und Forstwirtschaft mit einem globalen Marktvolumen von 128 Milliarden Euro. Für die anderen vier Leitmärkte liegt das globale Marktvolumen zwischen 700 und 850 Milliarden Euro.

Abbildung 9: Sieben Umwelttechnik-Leitmärkte



Quelle: BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit 2021, Seite 18

Im jüngsten Bericht zur Umwelttechnik-Wirtschaft in Österreich²⁸ wurden 1.080 Industrieunternehmen und 1.652 Dienstleistungsunternehmen mit jeweils umwelttechnischen Tätigkeiten identifiziert. Im Jahr 2019 generiert die Umwelttechnik-Wirtschaft Österreichs unmittelbar rund 15,24 Milliarden Euro an Umsatzerlösen und beschäftigte rund 51.500 MitarbeiterInnen. Im Vergleich zum vorhergehenden Bericht war auch ein klar positiver Trend zu erkennen: In der Umwelttechnik-Wirtschaft (Industrie und Dienstleistungsunternehmen) nahm von 2015 bis 2019 die Anzahl der Unternehmen durchschnittlich jährlich um 2,4 Prozent zu, der Umsatz ist jährlich um sechs Prozent gestiegen und die Beschäftigung um 5,9 Prozent. Dabei ist die Entwicklung im Bereich der Umwelttechnik-Industrie deutlich dynamischer als jene im Bereich der einschlägigen Dienstleistungen.

Die Corona-Krise dürfte auf die Beschäftigungslage in der Umwelttechnik-Wirtschaft nur geringe negative Effekte gehabt haben. Trotz Umsatzrückgängen blieb die Zahl der Beschäftigten zwischen März und September 2020 stabil, es kam nur vereinzelt zu einem geringfügigen Abbau von Beschäftigten. Vor allem Regierungsmaßnahmen, wie z.B. die Kurzarbeit, dürften dazu beigetragen haben, einen kurzfristigen Stellenabbau zu verhindern. Generell zeigt eine Unternehmensbefragung, dass die Unternehmen der Umwelttechnik-Wirtschaft trotz der Covid-19-Pandemie in den kommenden drei Jahren seltener eine unveränderte Umsatz- bzw. Beschäftigungsentwicklung erwarteten, sondern vermehrt von einer dynamischen Entwicklung ausgingen.²⁹

Abbildung 10: Gewichtete Beschäftigtenentwicklung der Umwelttechnik-Wirtschaft, Umwelttechnik-Industrie und Umwelttechnik-Dienstleistungsunternehmen

Beschäftigtenentwicklung	Umwelttechnik-Wirtschaft	Umwelttechnik-Industrie	Umwelttechnik-Dienstleistungsunternehmen
zwischen März und September 2020 (im Vergleichszeitraum des Jahres 2019)			
Gesamt	0,2%	0,2%	0,3%
bis 2021			
Gesamt	-1,0%	-1,4%	0,2%
in den nächsten drei Jahren			
Gesamt	10,5%	12,5%	4,9%
<i>erwartetes jährliches Wachstum</i>	<i>3,5%</i>	<i>4,2%</i>	<i>1,6%</i>

Quelle: Schneider et al. 2020, Seite 23

²⁸ Vgl. Schneider et al. 2020.

²⁹ Vgl. Schneider et al. 2020, Seite 235 ff. In der zweiten Oktoberhälfte wurde eine ergänzende Unternehmensbefragung speziell zum Thema »Corona-Krise« durchgeführt, an dieser nahmen 319 Umwelttechnik-Unternehmen teil.

Wie Abbildung 10 zeigt, wurde – bezogen auf die gesamte Umwelttechnik-Wirtschaft – für die folgenden drei Jahre ein durchschnittliches jährliches Beschäftigungsplus von 3,5 Prozent erwartet, das prognostizierte Plus lag mit 4,2 Prozent deutlich über dem Schnitt. Für die Umwelttechnik-Dienstleistungen hingegen waren die Erwartungen mit einem jährlichen Plus von 1,6 Prozent deutlich niedriger.

3.4 Forschung in der Umwelttechnik

Die Umwelttechnik-Wirtschaft steht unter hohem Innovationsdruck, Forschung und Entwicklung (F&E) spielen eine große Rolle. In dem jüngsten Bericht des Bundesumweltamtes zu F&E im Bereich der Umwelttechnologien an Österreichs Universitäten und außeruniversitären Forschungseinrichtungen wurde auch eine Abschätzung der entsprechenden Beschäftigtenzahlen vorgenommen.³⁰ Insgesamt wurden 228 umwelttechnologierelevante Forschungseinheiten identifiziert, davon wurden 153 (67 Prozent) dem Hochschulsektor zugeordnet, 51 Einrichtungen (22 Prozent) dem staatlichen Sektor und rund sieben Prozent dem privaten gemeinnützigen Sektor. Bei den Themenbereichen zeigt sich eine konstante Schwerpunktsetzung der F&E-Aktivitäten: 44 Prozent der Forschungseinrichtungen arbeiten zu dem Schwerpunkt »Klima / (erneuerbare) Energien« und 15 Prozent zu dem Schwerpunkt »Abfall / Recycling / Rohstoffe«. Dahinter rangiert mit einem Anteil von zehn Prozent der Themenbereich »Wasser«.

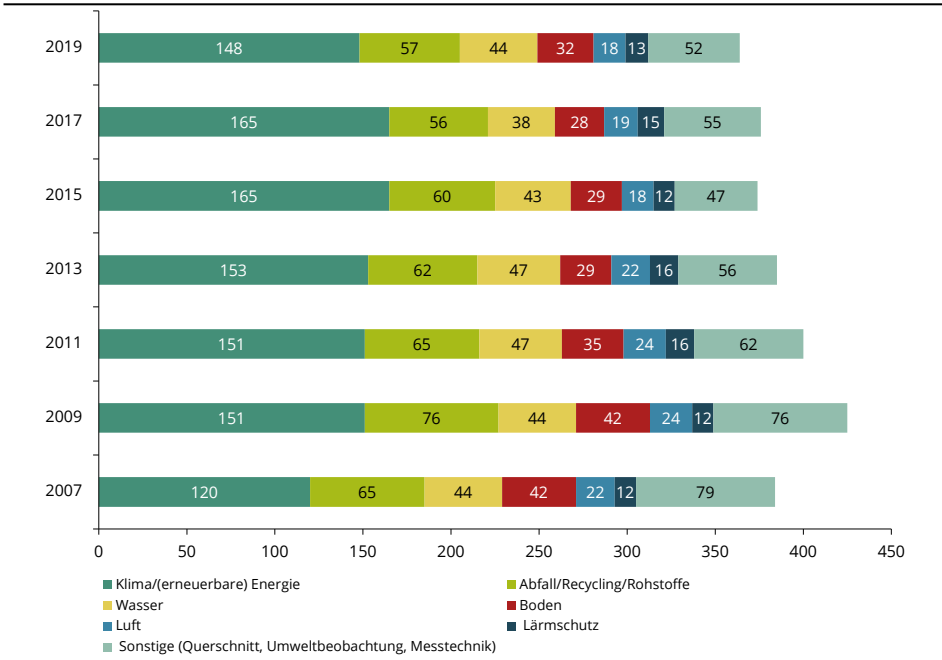
Im Jahr 2019 waren rund 9.469 Personen im F&E-Bereich »Umwelttechnologie« beschäftigt, das sind rund 14 Prozent der in F&E Beschäftigten aller volkswirtschaftlichen Sektoren (gesamt 67.802 in Kopffahlen, ohne firmeneigener Bereich). Rund 73 Prozent der in der Umwelttechnologieforschung Beschäftigten werden dem wissenschaftlichen Personal zugerechnet, 16 Prozent dem höherqualifizierten nicht-wissenschaftlichen Personal. Die restlichen Beschäftigten werden dem Hilfspersonal zugeordnet (elf Prozent). Basis für die Abschätzung der Beschäftigtenzahlen bieten dabei die Daten aus der F&E-Erhebung der Statistik Austria. Der Umstand, dass die Umwelttechnik – so wie insgesamt die Umweltwirtschaft – als Querschnittsmaterie zu charakterisieren ist, bringt auch hinsichtlich der statistischen Darstellung der Umwelttechnikforschung einige Abgrenzungsprobleme mit sich. Die StudienautorInnen gehen davon aus, dass deshalb bei der Interpretation der Beschäftigtenzahlen eine Überschätzung der in der Umwelttechnologieforschung tätigen Personen möglich ist.

Umwelttechnologien sichern nicht nur die Umwelt- und Lebensqualität, sondern sie heben auch das Beschäftigungspotenzial. Große Chancen werden den Innovationen von Umwelt- und Energietechnologien zugeschrieben sowie der nachhaltigen Nutzung von Energie und Ressourcen zur Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft. Öko-Innovationen gelten als Schlüssel zur kurzfristigen Verbesserung der wirtschaftlichen Situation, ergänzt durch eine ökologische

³⁰ Vgl. Frischenschlager 2023.

und sozial gerechte Entwicklung auf lange Sicht. Das ließe erwarten, dass die Forschung in der Umwelttechnik ein dynamisches Wachstum zeigen würde. Ein Blick auf die Zahlen seit 2007 hinterlässt jedoch nicht diesen Eindruck. Abbildung 11 zeigt die Anzahl der Forschungseinrichtungen, die zu den unterschiedlichen Umweltschutzbereichen arbeiten im Zeitverlauf seit 2007.

Abbildung 11: Umwelttechnologierelevante Forschungseinrichtungen zu Umweltschutzbereichen sowie zum Bereich der sonstigen Arbeitsgebiete (einschließlich Mehrfachzuordnung)



Quelle: Frischenschlager 2023, Seite 6

Eine durchgehend dominierende Stellung in der Umwelttechnik-Forschung hat der Bereich »Klima/(erneuerbare) Energie« inne. Das Arbeitsgebiet »Erneuerbare Energie« war bei der Erhebung 2019 am häufigsten genannt und hat, gemessen an der Anzahl der Nennungen, seit 2007 stark an Bedeutung gewonnen. Ebenso stark positiv hat sich die Anzahl der Nennungen der Arbeitsgebiete »Energieeinsparung« und »Energieforschung« entwickelt, als extrem positiv wird die Entwicklung im Forschungsbereich »Energiespeicherung« eingeschätzt.

Die StudienautorInnen weisen darauf hin, dass die Nennung einer geringeren Zahl an unterschiedlichen Forschungsbereichen auch ein Indiz für eine stärkere Konzentration sei. Aber auch ein Blick auf die Entwicklung der Beschäftigtenzahlen lässt nicht den Eindruck einer positiv-dynamischen Entwicklung entstehen. Hinsichtlich der Beschäftigung lassen sich die Erhebungen nur schwer miteinander vergleichen, doch ein Vergleich der Beschäftigtendaten aus dem Jahr 2017 mit jenen von 2019 wird vorgenommen, und da zeigt sich ein Rückgang.

Im Jahr 2019 waren rund 9.469 Personen im F&E-Bereich Umwelttechnologie beschäftigt (ohne firmeneigenen Bereich), 2017 waren es 10.315 Personen. 2019 arbeiteten damit 14 Prozent aller F&E-Beschäftigten im Bereich der Umwelttechnologien, 2017 waren es 17 Prozent. Dabei handelt es sich um Beschäftigtenzahlen, die auf 228 umwelttechnologierelevante Erhebungseinheiten an Österreichs Universitäten bzw. Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen hochgerechnet wurden.

Tabelle 2: Beschäftigte in F&E im Bereich »Umwelttechnologie«, 2017 und 2019 im Vergleich

	Gesamtanzahl Personal	wissenschaftliches Personal	höher qualifiziertes nicht-wissenschaftli- ches Personal	sonstiges nichtwissen- schaftliches Personal (Hilfspersonal)
Hochschulsektor	6.700 (6.645)	5.124 (4.890)	919 (1.105)	656 (650)
Sektor Staat	2.050 (2.273)	1.375 (1.334)	353 (391)	322 (548)
kooperativer Bereich	341 (612)	266 (458)	55 (99)	20 (55)
privater gemeinnütziger Sektor	378 (785)	147 (507)	159 (155)	72 (123)
Gesamtanzahl Beschäftigte	9.469 (10.315)	6.912 (7.189)	1.486 (1.750)	1.070 (1.376)

Quelle: Frischenschlager 2023, Seite 62. In Klammer die Vergleichszahlen mit Datenbasis 2017

3.5 Nachfrage nach Green Jobs und Beschäftigungsperspektiven

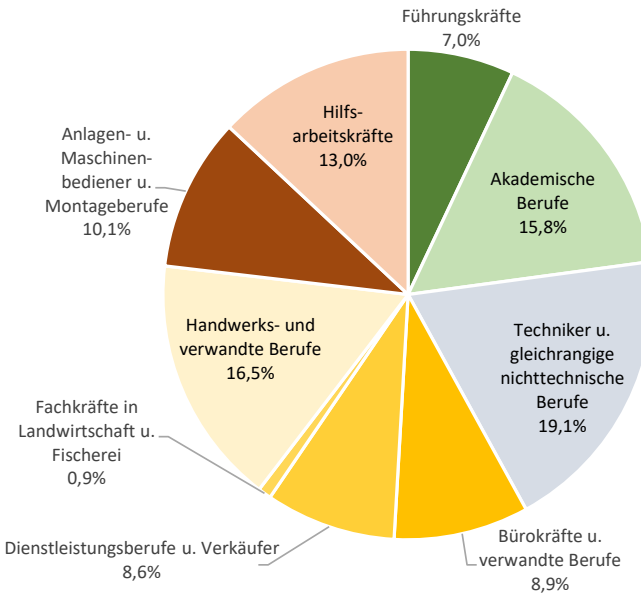
Laut einer rezenten Studie von Deloitte Österreich (2023) halten 88 Prozent der österreichischen Unternehmen Nachhaltigkeit für ihre langfristige Wettbewerbsfähigkeit relevant, und immerhin 45 Prozent der befragten Unternehmen berichten, dass ihr operatives Geschäft bereits heute vom Klimawandel betroffen ist. Der Klimawandel und die dafür nötigen technologischen Erneuerungen müssen Teil der zukünftigen Geschäftsmodelle sein. Der zunehmende Bedarf an Green Jobs und Green Skills lässt sich am Jobmarkt bereits jetzt beobachten: Laut dem »LinkedIn Global Green Skills Report 2023« ist die Anzahl der Jobanzeigen, die mindestens einen Green Skill voraussetzen, allein im vorangegangenen Jahr um 15,2 Prozent gestiegen, und die LinkedIn-Einstellungsrate von Beschäftigten mit mindestens einem Green Skill lag 29 Prozent über dem Durchschnitt aller Beschäftigten.³¹

³¹ Vgl. LinkedIn 2023. Der Beobachtungszeitraum war Februar 2022 bis Februar 2023.

Der Klimawandel erfordert eine Umstrukturierung der Volkswirtschaft hin zu ökologisch nachhaltigeren Technologien mit weitgehendem Verzicht auf fossile Energien. Daher ist mit einem erhöhten Fachkräftebedarf in umwelt- und klimafreundlichen Berufen zu rechnen. Dieser Fachkräftebedarf ist vor allem dem MINT-Bereich zuzuordnen.

Darüber hinaus unterstreicht die große Bedeutung, die der Kreislaufwirtschaft als Voraussetzung für eine erfolgreiche grüne Transformation beigemessen wird, die Bedeutung von natur- und ingenieurwissenschaftlichen Fähigkeiten weiter. Die Europäische Kommission warnt davor, dass der Übergang zur Kreislaufwirtschaft im Laufe der Zeit behindert wird, wenn das Angebot an MINT-bezogenen Qualifikationen weiterhin unzureichend ist. Dies ist eine Herausforderung, die sich durch das gesamte Aus- und Weiterbildungssystem zieht.³²

Abbildung 12: Anteile der Berufshauptgruppen (ISCO 08) am prognostizierten EGD-induzierten Beschäftigungszuwachs (EU-27, 2020–2030)



Quelle: Cedefop 2021; eigene Darstellung

Cedefop hat eine Prognose zu den Beschäftigungseffekten bei einer vollständigen Umsetzung des European Green Deal (EGD) erstellt. Gut 2,5 Millionen zusätzliche Jobs könnten demnach für die laufende Dekade erwartet werden, und laut Prognose würden davon alle Qualifikationsgruppen profitieren (siehe Abbildung 12). Insgesamt rechnet Cedefop im EGD-Szenario

³² Vgl. Europäische Kommission 2018.

mit einem Beschäftigungsplus von 4,9 Prozent in der laufenden Dekade, um 1,2 Prozentpunkte höher als im Basisszenario (3,7 Prozent).

Beschäftigungsverluste werden für einige wenige Branchen erwartet, und wenig überraschend betrifft dies Branchen mit einem starken Bezug zu fossilen Rohstoffen.³³ Auf einer Branchenebene betrachtet ist der große Gewinner die Abwasser- und Abfallentsorgung sowie Beseitigung von Umweltverschmutzungen: Mehr als ein Drittel (38,3 Prozent) des EGD-induzierten Beschäftigungsplus entfällt laut Prognose auf diese Branche.

Im Rahmen einer rezenten Studie zum Fachkräftebedarf in österreichischen Unternehmen im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich wurden 5.124 Unternehmen befragt, ein knappes Drittel davon (32,7 Prozent) gab einen steigenden Bedarf an Green Skills im Unternehmen an.³⁴ Grundsätzlich wird ein steigender Bedarf konstatiert, allerdings zeigen sich deutliche Unterschiede zwischen Branchen: Am stärksten wird der steigende Bedarf in Unternehmen der Industrie wahrgenommen (47,8 Prozent), im Handel und in der Sparte »Information und Consulting« liegen die Anteile mit 26,4 respektive 27,8 Prozent am niedrigsten. Knapp die Hälfte (47,2 Prozent) der Unternehmen, die einen steigenden Bedarf an Green Skills erleben, kann diesen Bedarf nach eigenen Angaben aktuell nicht decken. Dieser Befund wird gestützt durch die Entwicklung der sofort verfügbaren offenen Stellen »klimarelevanter« Berufe beim österreichischen Arbeitsmarktservice: Innerhalb von zehn Jahren (2013–2022) hat sich ihre Zahl von 3.660 auf 14.116 fast vervierfacht.³⁵

Deloitte Österreich und SORA haben im Herbst 2023 insgesamt 413 österreichische Unternehmen mit 25 oder mehr Beschäftigten zu Themen der Ökologisierung und Nachhaltigkeit befragt. Dabei war mit einem Anteil von 27 Prozent die Kreislaufwirtschaft das wichtigste Thema, dicht gefolgt von der Dekarbonisierung (25 Prozent). Das gilt vor allem für Unternehmen des sekundären Sektors, der per Definition Rohstoffe be- und verarbeitet. Unternehmen des primären Sektors, die diese Rohstoffe gewinnen, setzen ihr Hauptaugenmerk in den kommenden Jahren hingegen auf die Lieferketten-Thematik, da diese Branche zahlreichen Anforderungen seitens der KundInnen ausgesetzt ist.

Weitere Fragen dieser Studie bezogen sich auch auf die aktuelle und die zukünftige Beschäftigung von MitarbeiterInnen in Green Jobs.

3.5.1 Beschäftigung aktuell und Prognose (fünf Jahre)

Abbildung 13 zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit, in einem Green Job zu arbeiten, mit der Unternehmensgröße steigt. Laut Erhebung gaben sieben Prozent der Unternehmen mit 250 oder

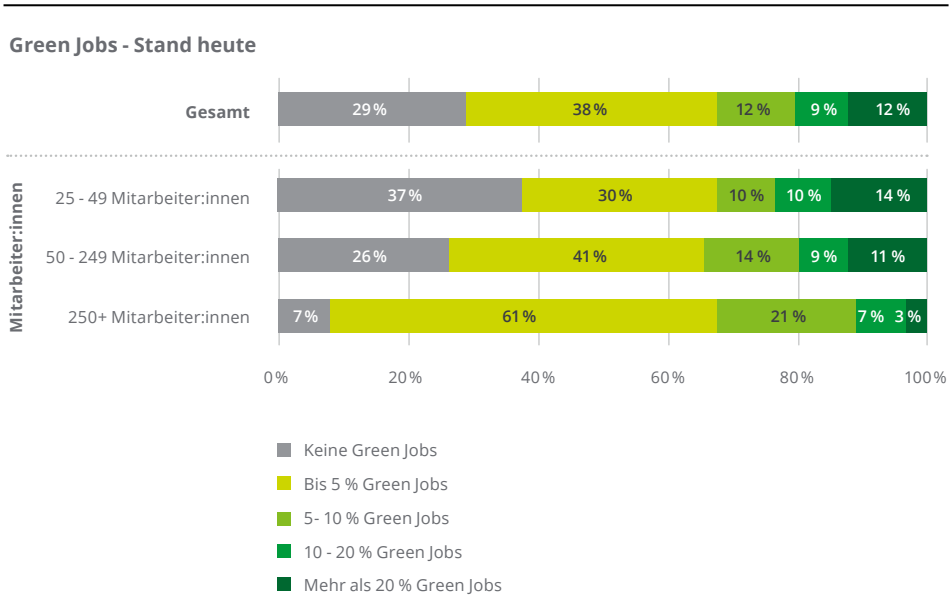
33 Kokerei und Mineralölverarbeitung, Bergbau, Gasversorgung, Herstellung von Gummi- und Kunststoffwaren.

34 Vgl. Dornmayr/Riepl 2023.

35 Vgl. Arbeitsmarktservice Österreich 2023.

mehr MitarbeiterInnen an, keine MitarbeiterInnen in Green Jobs zu beschäftigen, in Unternehmen mit 25 bis 49 Beschäftigten ist es mehr als ein Drittel (37 Prozent). Gleichzeitig gaben bei den kleineren Unternehmen aber auch 14 Prozent an, dass sie mehr als 20 Prozent ihrer MitarbeiterInnen in Green Jobs beschäftigen, bei den Großunternehmen sind es nur drei Prozent. Das spricht für eine stärkere Spezialisierung in kleineren Unternehmen.

Abbildung 13: Beschäftigung von MitarbeiterInnen in Green Jobs 2023 (Deloitte / SORA)



Quelle: Deloitte Österreich / SORA 2023, Seite 13

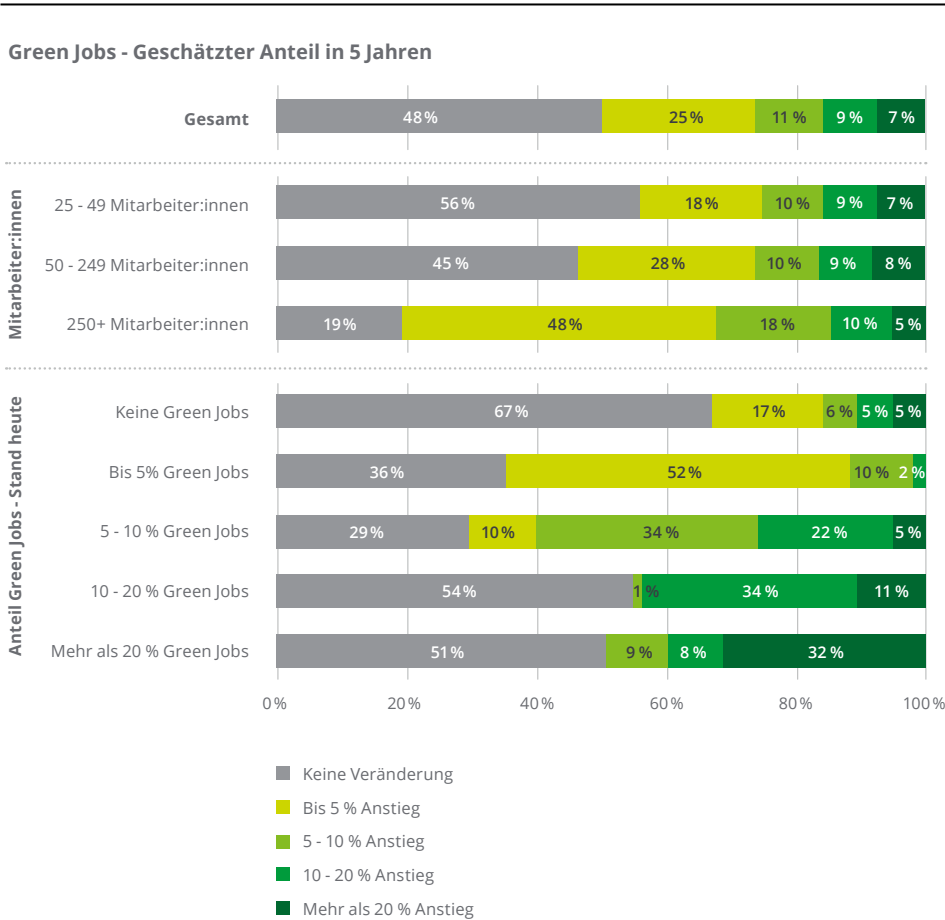
Spannend ist dabei, dass 67 Prozent jener Unternehmen, die aktuell keine Green Jobs vorweisen, auch in den kommenden Jahren nicht damit rechnen. Der Anteil jener Unternehmen, die heute bereits viele Green Jobs haben oder einen wesentlichen Anstieg antizipieren, korreliert jedenfalls mit der Einschätzung der Wettbewerbsfähigkeit: Je höher der Anteil an Green Jobs, desto stärker wird der Wettbewerbsvorteil von Nachhaltigkeit betont.

Im Rahmen einer Studie zum Fachkräftebedarf in österreichischen Unternehmen³⁶ im Auftrag der Wirtschaftskammer Österreich (WKO) wurden insgesamt 5.124 Unternehmen befragt, ein knappes Drittel davon (32,7 Prozent) gab einen steigenden Bedarf an Green Skills im Unternehmen an. Dabei gibt es deutliche Unterschiede zwischen den Branchen: Am stärksten wird der steigende Bedarf in Unternehmen der Industrie wahrgenommen (47,8 Prozent), im Handel

³⁶ Vgl. Dornmayr / Riepl 2023.

und in der Sparte »Information und Consulting« liegen die Anteile mit 26,4 respektive 27,8 Prozent am niedrigsten (siehe Abbildung 15). Knapp die Hälfte (47,2 Prozent) der Unternehmen, die einen steigenden Bedarf an Green Skills erleben, können diesen Bedarf nach eigenen Angaben aktuell nicht decken. Die StudienautorInnen interpretieren dies als einen möglichen ersten Hinweis auf einen weiter steigenden Mangel an Fachkräften mit entsprechenden Fachkompetenzen in den nächsten Jahren.

Abbildung 14: Beschäftigung von MitarbeiterInnen in Green Jobs in fünf Jahren (Deloitte / SORA)

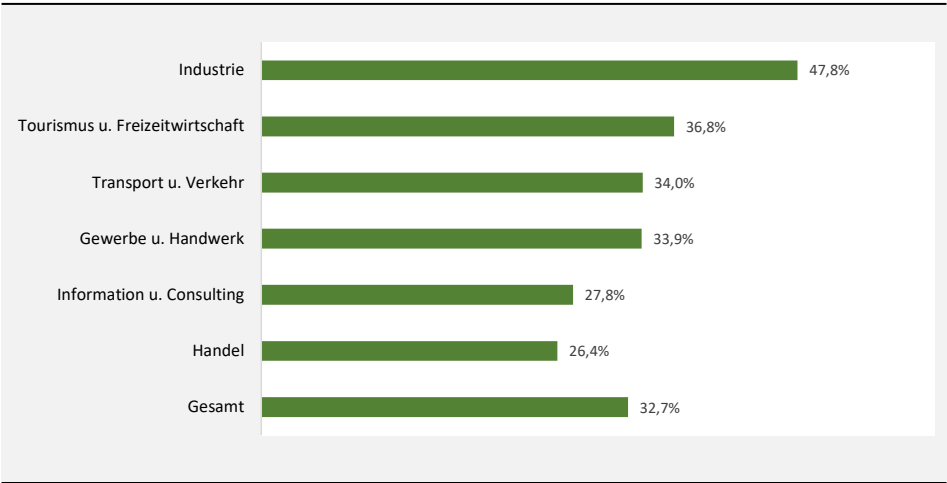


Quelle: Deloitte Österreich / SORA 2023, Seite 13

Unterschiede gibt es auch nach Unternehmensgröße: Mit steigender Unternehmensgröße wird auch ein größerer Bedarf an Green Skills diagnostiziert. Während in der Größenklasse mit mehr als 250 Beschäftigten die Hälfte der Unternehmen (50,6 Prozent) einen steigenden

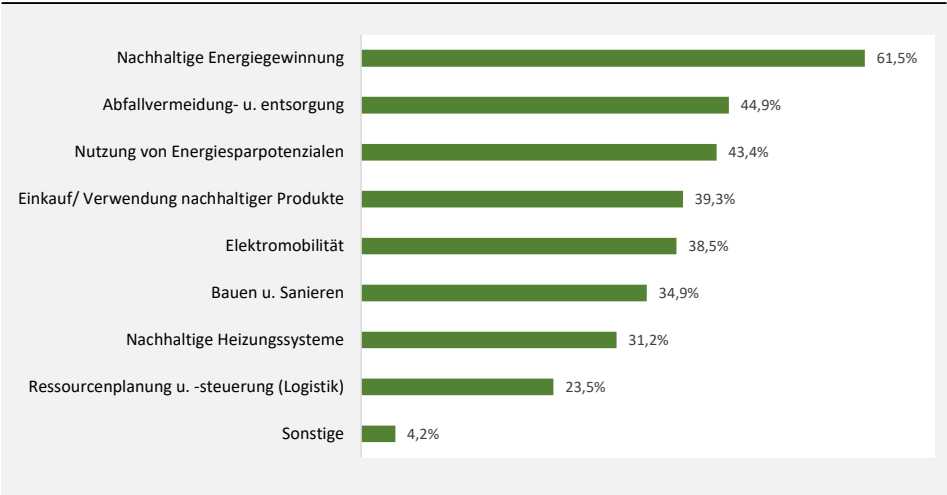
Bedarf an umweltrelevanten Kompetenzen angeben, liegt dieser Anteil bei Kleinstunternehmen mit maximal vier Beschäftigten bei 23,8 Prozent und bei Kleinunternehmen mit fünf bis neun Beschäftigten bei 29,9 Prozent.³⁷

Abbildung 15: Steigender Bedarf an umweltrelevanten Kompetenzen (Green Skills), nach Sparten



Quelle: Dornmayr / Riepl 2023, Seite 26; eigene Darstellung

Abbildung 16: Kompetenzbereiche von Green Skills mit wachsender Bedeutung



Quelle: Dornmayr / Riepl 2023, Seite 27; eigene Darstellung

³⁷ Vgl. Dornmayr / Riepl 2023, Seite 101.

Bei der Frage, welche Themenbereiche und Green Skills für die Unternehmen besonders dringlich sind, steht die nachhaltige Energiegewinnung ganz oben. 61,5 Prozent der Unternehmen, die einen steigenden Bedarf an umweltrelevanten Kompetenzen erleben, nannten nachhaltige Energiegewinnung (z. B. Energiegewinnung mittels Photovoltaik) als Kompetenzbereich mit wachsender Bedeutung. Darauf folgt die Abfallvermeidung und Abfallentsorgung mit 44,9 Prozent, die Nutzung von Energiesparpotenzialen schließt sich mit 43,4 Prozent an. Von wachsender Bedeutung sind demnach ebenfalls der Einkauf bzw. die Verwendung nachhaltiger Produkte (39,3 Prozent), die Elektromobilität (38,5 Prozent) sowie Bauen und Sanieren (34,9 Prozent) als Kompetenzbereiche von Green Skills (siehe Abbildung 16).

Zu den Berufen mit den größten, häufigsten und zugleich wachsenden Besetzungs- und Rekrutierungsschwierigkeiten zählen auch jene aus dem Bereich »Elektronik, Elektrotechnik«, was insofern von besonderer Relevanz und Dramatik ist, als seitens der Betriebe unter allen erforderlichen Green Skills den Kompetenzen aus dem Bereich der nachhaltigen Energiegewinnung (z. B. Energiegewinnung mittels Photovoltaik) der größte Bedeutungszuwachs beigemessen wird. Der Arbeits- und Fachkräftemangel behindert bereits in rund einem Viertel der Unternehmen die ökologische Transformation und die Umstellung auf erneuerbare Energiequellen.³⁸

3.5.2 Green Jobs als attraktive Jobs?

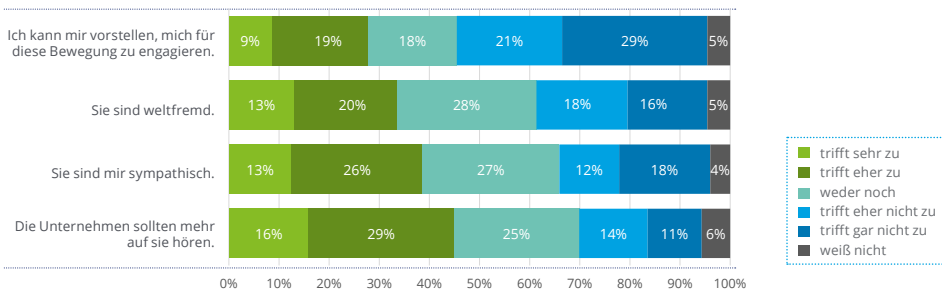
Die Konkurrenz um MINT-AbsolventInnen ist unter Arbeitgebern groß, und umweltorientierte Unternehmen stehen in Wettbewerb mit anderen Branchen. Eine rezente Studie der Unternehmensberatung Deloitte mit Wien Energie widmete sich der Frage, wie attraktiv Green Jobs für MINT-AbsolventInnen sind.³⁹ Befragt wurden AbsolventInnen einer Lehre, Berufsbildenden Mittleren Schule (BMS), Höheren Technischen Lehranstalt (HTL) oder eines Studiums aus den MINT-Bereichen (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik) im Alter zwischen 25 und 40 Jahren. Jede vierte befragte Person (26 Prozent) legt Wert darauf, selbst in einem Green Job tätig zu sein. Aus der quantitativen Erhebung geht hervor, dass die Befragten unter Nachhaltigkeit im Hinblick auf Unternehmen insbesondere ökologische Nachhaltigkeitsfaktoren wie die Vermeidung von Umweltschäden oder die Reduktion von Treibhausgasen verstehen. Green Jobs tragen für umweltbewusste Menschen besonders zur Arbeitgeberattraktivität bei, erhöhen diese aber auch für andere Zielgruppen – häufig in Kombination mit anderen Faktoren wie Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben oder Jobsicherheit.

³⁸ Vgl. Dornmayr / Riepl 2023, Seite 51.

³⁹ Vgl. Deloitte / Wien Energie 2021.

Spannende Erkenntnisse zum Thema »Ökologische Nachhaltigkeit« liefert auch der 2020 veröffentlichte Deloitte Millennial Survey:⁴⁰ Vor der Covid-19-Pandemie war die Hälfte der Befragten der Ansicht, dass es zu spät sei, die durch den Klimawandel verursachten Schäden zu beheben. Das hat sich mit den reduzierten sozialen Aktivitäten während der Pandemie jedoch geändert – es wird wieder Hoffnung geäußert, die Erde langfristig erhalten zu können. Im Hinblick auf die Zukunft bleibt der Klimawandel mit 44 Prozent Zustimmung der besorgniserregendste Faktor. 83 Prozent der Befragten stimmen der Aussage zu, dass dieser bereits stattfindet und hauptsächlich durch den Menschen verursacht wird.

Abbildung 17: Wie denken Sie über Umwelt- und Klimabewegungen wie Fridays for Future?

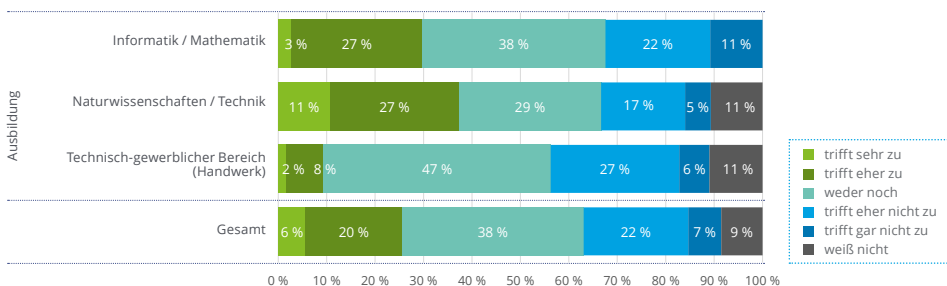


Quelle: Deloitte / Wien Energie 2021, Seite 10

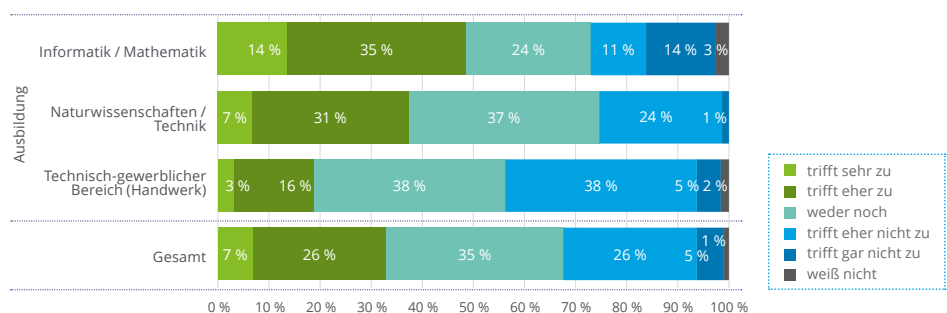
Obwohl sich die Hälfte der Befragten nicht vorstellen kann, selbst in einer Klimaschutzbewegung aktiv zu werden, wünschen sich fast genauso viele (45 Prozent), dass Unternehmen die Forderungen von Klimaschutzbewegungen ernstnehmen. Im Gesamtbild werden diese Bewegungen von der Zielgruppe eher positiv wahrgenommen. Überdurchschnittliche Sympathie hegen folgende Zielgruppen: Frauen, die Altersgruppe der 25- bis 30-Jährigen, Befragte mit Matura und jene mit einer Ausbildung im naturwissenschaftlichen bzw. technischen Bereich.

Allerdings zeigen sich auch Unterschiede innerhalb der Zielgruppe: Green Jobs haben insbesondere bei der jüngeren Altersgruppe (33 Prozent) sowie bei jenen Befragten mit Matura (ebenfalls 33 Prozent) einen überdurchschnittlich hohen Stellenwert. Auch in puncto Ausbildungsrichtung gibt es spürbare Unterschiede. Befragte, die in den naturwissenschaftlichen bzw. technischen Bereichen tätig sind, sprechen sich besonders für Green Jobs aus.

⁴⁰ Vgl. Deloitte 2020.

Abbildung 18: »Mir ist es sehr wichtig, selbst einen Green Job zu haben«

Quelle: Deloitte / Wien Energie 2021, Seite 12

Abbildung 19: »Durch Arbeit etwas Sinnvolles zu tun, ist viel wichtiger als die Bezahlung«

Quelle: Deloitte / Wien Energie 2021, Seite 24

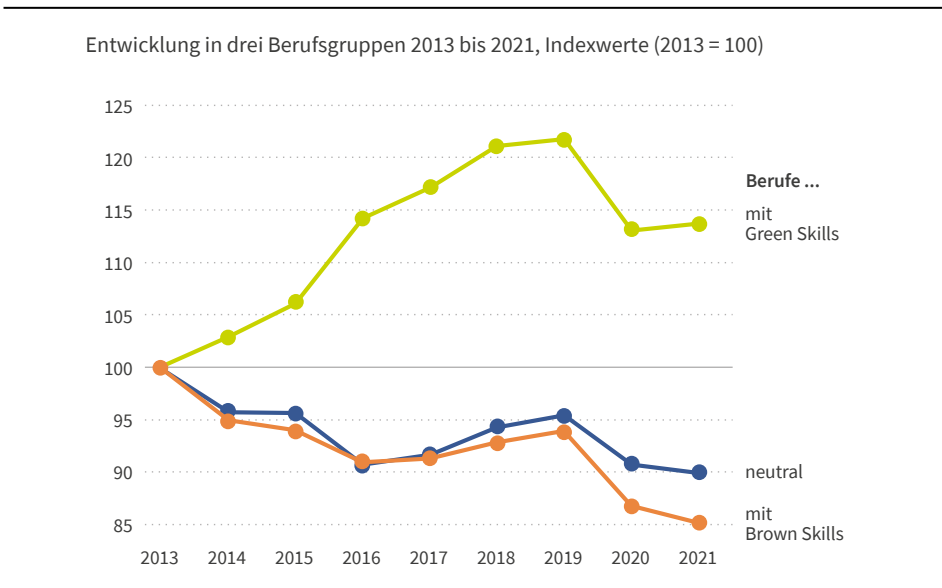
Ein weiterer Aspekt, der in diesem Zusammenhang vor allem für die Generationen Y und Z an Bedeutung gewonnen hat, ist die Sinnhaftigkeit einer Arbeit – der so genannte »Purpose«. So gab im Rahmen der Befragung rund ein Drittel an, dass für sie ein sinnvoller Beitrag durch die eigene Arbeit wichtiger ist als die Bezahlung. Fast genauso viele würden dieser Aussage jedoch nicht zustimmen. Insbesondere für Befragte aus dem Bereich »Informatik und Mathematik« scheint der Sinn bei der Arbeit wichtiger als das Einkommen zu sein. Interessant ist auch, dass sich diese Gruppe in der Befragung überdurchschnittlich oft unzufrieden mit ihrem aktuellen Arbeitgeber zeigt.

Für Deutschland ist das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB)⁴¹ der Bundesagentur für Arbeit jüngst der Frage nachgegangen, wie sich die ökologische Transformation am

41 www.iab.de.

Lehrstellenmarkt niederschlägt.⁴² Dabei wurde die Entwicklung des Ausbildungsmarktes seit dem Jahr 2013 nachgezeichnet, wobei unterschieden wurde zwischen Berufen mit umwelt- und klimafreundlichen Tätigkeiten (Green Skills) sowie Berufen mit umwelt- und klimaschädlichen Tätigkeiten (Brown Skills). Die Zuordnung erfolgte unter Verwendung des so genannten »Greenness-of-Jobs-Index« (GOJI). Dieser Kategorisierung folgend zählen zu den Berufen mit Green Skills neben »klassischen« Umweltschutzberufen in der regenerativen Energie- und Umweltschutztechnik auch Berufe in der Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik sowie Berufe in der Dachdeckerei und SchornsteinfegerInnen. Letztere haben inzwischen zahlreiche umwelt- und klimaschutzrelevante Tätigkeiten in ihrem Berufsbild, etwa Emissionsmessungen und Energieberatung. Zu den Berufen mit Brown Skills werden beispielsweise Berufe in der Kunststoffherstellung, in der Nutztierhaltung oder in der Baustoffherstellung gerechnet. So genannte »Neutrale Berufe« sind die dritte Kategorie, dazu zählen vor allem Gesundheits- und Dienstleistungsberufe.

Abbildung 20: Neue Ausbildungsverhältnisse in Deutschland in Berufen mit Green Skills, Brown Skills und neutralen Berufen



Quelle: Brix / Janser / Mense 2023, Seite 3. Lesebeispiel: Die Zahl der neu besetzten Ausbildungsstellen für Berufe mit Green Skills lag 2021 im Vergleich zu 2013 um etwa 14 Prozent höher. Demgegenüber war die Zahl der neu besetzten Ausbildungsstellen für Berufe mit Brown Skills 2021 im Vergleich zu 2013 um etwa 15 Prozent niedriger

Die Analyse zeigt, dass trotz einer rückläufigen Zahl an BewerberInnen in den letzten zehn Jahren die Zahl der neu besetzten Ausbildungsstellen für Berufe mit umwelt- oder klimafreund-

⁴² Vgl. Brix / Janser / Mense 2023.

lichen Tätigkeiten zugenommen hat. Das Wachstum war dabei überdurchschnittlich hoch in Regionen, in denen auch 2013 bereits relativ wenige Beschäftigte in Berufen mit umwelt- oder klimaschädlichen Tätigkeiten arbeiteten und somit ein geringerer Transformationsdruck herrschte. Demgegenüber machte sich der Mangel an BewerberInnen bei Berufen mit umwelt- und klimaschädlichen Tätigkeiten deutlicher bemerkbar (siehe Abbildung 20). Dabei sank die Zahl der neu besetzten Ausbildungsstellen für Berufe mit umwelt- oder klimaschädlichen Tätigkeiten von 2013 bis 2021 um zwölf Prozent – potenziell bedingt durch eine Neuausrichtung der Betriebe hin zu ökologischeren Prozessen. Allerdings war der Rückgang der neu besetzten Ausbildungsstellen in diesen Berufen im gleichen Zeitraum mit 15 Prozent noch stärker. Dabei war diese Entwicklung besonders gravierend in überalterten Regionen.

4 Megatrend »Digitalisierung«

Während Fragen zu den Arbeitsmarkteffekten der Ökologisierung noch weitgehend offen sind, erscheint das Bild hinsichtlich der durch die Digitalisierung ausgelösten Arbeitsmarkteffekte – zumindest im Vergleich dazu – bereits klarer. Dazu trägt bei, dass die Datenlage zur Digitalisierung im Vergleich zur Ökologisierung besser ist: Das betrifft sowohl die Ebene der Berufe als auch die Ebene der Skills.

In diesem Kapitel werden die rezente Beschäftigungsentwicklung und die aktuelle Beschäftigungs- und Beschäftigtenstruktur anhand der Berufsklassifikation ISCO 08 aufbereitet. Abschließend wird ein Blick über die nationalen Grenzen auf die Beschäftigungsperspektiven von IKT-SpezialistInnen geworfen.⁴³

4.1 Effekte der Digitalisierung: Skill Biased Technological Change (SBTC) und Polarisierung

Die Digitalisierung wirkt über Automatisierung und Vernetzung auf die einzelnen Arbeitsplätze, auf die Wertschöpfungsketten, auf die Arbeitsorganisation und auf die Branchenstrukturen ein. Insbesondere jene Studien, die (teils spektakuläre) Arbeitsplatzverluste prognostizierten und medial starke Verbreitung fanden, fokussierten auf das Automatisierungspotenzial, wobei Routine-Tätigkeiten als besonders automatisierungsgefährdet gelten. Über die neuen Vernetzungsmöglichkeiten hingegen werden Beziehungen zwischen den Akteuren neu organisiert, und es entstehen neue Geschäftsmodelle, die durchgehend dienstleistungsorientiert sind. Die Wirkungsebene der Vernetzung treibt also den Strukturwandel verstärkt an.

Skill Biased Technological Change (SBTC) und Routinisierung sind die führenden Theorien zur Erklärung der Auswirkungen von Technologie auf den Arbeitsmarkt, und sie knüpfen beide an die fortschreitende Automatisierung an. Beide Theorien weisen auf heterogene Auswirkungen der Technologie auf die Qualifikationsverteilung hin, die die Beschäftigung und die Löhne von hochqualifizierten Arbeitskräften fördern. Die Theorie des SBTC steht für ein Upgrading

⁴³ Daten auf Ebene der Berufe sind nur aus der Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung verfügbar. Im Gegensatz zu Registerdaten handelt es sich um eine hochgerechnete Stichprobenerhebung.

des Qualifikationsniveaus, ausgelöst durch eine Verschiebung der Nachfrage hin zu hochqualifizierten Arbeitskräften aufgrund technologischer Entwicklungen. Die Automatisierung war bis in die 1970er-Jahre weitgehend ein Thema der industriellen Produktion, in den 1980er-Jahren griff sie jedoch zunehmend auf den Dienstleistungssektor über. Sichtbares Symbol dafür war der Einzug der PCs in die Büros. Die PCs lösten nicht nur die Schreibmaschine und den Stenoblock ab. Auch die Lochkarten und Großrechner, über die zuvor noch recht aufwändig automatisierte Verwaltungsprozesse gesteuert wurden, entwickelten sich zum Auslaufmodell. Die Automatisierung in der Verwaltung kann nicht mit (so) spektakulären, medientauglichen Bildern aufwarten, wie z.B. Bilder von menschenähnlichen Robotern mit Greifarmen, die Effekte auf die Beschäftigung waren nichtsdestotrotz groß, denn nun waren auch Beschäftigte mit mittleren Qualifikationen von Automatisierung betroffen. Die Automatisierungsprozesse in der Verwaltung und in weiten Teilen des Dienstleistungssektors erfolgten also über Softwareanwendungen (Apps – Applikationen), in der Produktion hingegen überwiegend über Roboter.

Mit der zunehmenden Automatisierung der Aufgaben von Arbeitskräften mit mittlerem Qualifikationsniveau machte sich – zuerst auf den US-amerikanischen und daran anschließend auch auf europäischen Arbeitsmärkten – eine zunehmende Polarisierung bemerkbar: Während die Beschäftigungsmöglichkeiten für mittlere Qualifikationen zurückgingen, stiegen die Beschäftigungsmöglichkeiten sowohl auf dem oberen als auch auf dem unteren Ende der Qualifikations- und Einkommensskala. Als wesentliche Quelle für die Polarisierung am Arbeitsmarkt gilt der so genannte »Routine-biased Technological Change« (RBTC), also die Automatisierung von Routine-Tätigkeiten, die zuvor insbesondere von den mittleren Qualifikations- und Einkommensgruppen durchgeführt wurden. Bei der Polarisierungsthese wird von einer voranschreitenden Erosion der mittleren Qualifikationsebene ausgegangen, gleichzeitig nehmen nicht-routinisierbare Aufgaben sowohl im hochqualifizierten als auch im einfachen Tätigkeitssegment zu.⁴⁴

4.2 Von der Automatisierung zur Generativen Künstlichen Intelligenz

Bereits in den letzten Jahrzehnten ist der Anteil der Beschäftigten, die analytischen und interaktiven Nicht-Routine-Tätigkeiten nachgehen, deutlich gestiegen. Dabei sind Routine- und Nicht-Routine-Tätigkeiten nicht gleichmäßig auf Berufe und Qualifikationsstufen verteilt. Die so genannte »Wissensarbeit« zeichnet sich dadurch aus, dass sie in komplexen Systemen eine Vielzahl von Informationen zusammenführt und Entscheidungen trifft. Dementsprechend galt Wissensarbeit als weitgehend gefeit vor Automatisierung, wie insgesamt die Tätigkeitsbereiche Hochqualifizierter. Diese Einschätzung musste allerdings bereits im Laufe der 2010er-Jahre

⁴⁴ Vgl. dazu Albanesi et al. 2023; Hirsch-Kreinsen 2015; Autor 2015; Autor/Dorn 2013. Vgl. auch Haberfellner/Sturm 2020.

revidiert bzw. differenzierter betrachtet werden, denn auch die Tätigkeitsfelder von Hochqualifizierten waren zunehmend nicht mehr vor Automatisierung gefeit. So wurde bereits vor beinahe zehn Jahre prognostiziert, dass zwischen 20 und 30 Prozent der Tätigkeiten, die AkademikerInnen regelmäßig ausüben, mit hoher Wahrscheinlichkeit automatisiert werden können.⁴⁵ So stehen beispielsweise JournalistInnen, RichterInnen und AnwaltInnen, PersonalerInnen und LehrerInnen bereits seit Jahren zahlreiche digitale Tools zur Unterstützung ihrer Tätigkeit zur Verfügung bzw. sind solche am Markt verfügbar. Dabei handelt es sich um Softwarelösungen, in denen in den Algorithmen die Vorgehensweise und das Ergebnis definiert sind. Es werden also vorprogrammierte Prozesse abgearbeitet.

Künstliche Intelligenz (KI) bedeutet einen deutlich höheren Komplexitätsgrad. Sie imitiert menschliche kognitive Fähigkeiten, indem sie Informationen aus Eingabedaten erkennt und sortiert. Diese Intelligenz kann auf programmierten Abläufen basieren oder durch Maschinelles Lernen erzeugt werden. In den vergangenen Jahren wurden vor allem im Bereich des Maschinellen Lernens große Fortschritte gemacht. Das liegt vor allem an der zunehmenden Verfügbarkeit von großen Datenmengen (Stichwort: Big Data) und hoher Rechenleistung, die eine Grundvoraussetzung für die komplexen Berechnungen von Machine Learning (ML) sind. Bei Maschinellen Lernverfahren erlernt ein Algorithmus durch Wiederholung, selbständig eine Aufgabe zu erfüllen. Die Maschine orientiert sich dabei an einem vorgegebenen Gütekriterium und dem Informationsgehalt der Daten. Anders als bei herkömmlichen Algorithmen wird kein Lösungsweg vorgegeben. Der Computer lernt selbständig die Struktur der Daten zu erkennen. So kann beispielsweise ein Roboter selbst erlernen, wie er ein bestimmtes Objekt greifen muß, um es unbeschadet von einem Ort zu einem anderen zu transportieren. Der Roboter bekommt nur die Information, von welchem Ausgangsort zu welchem Zielort das Objekt transportiert werden soll. Wie genau der Roboter greift, erlernt er durch das wiederholte Ausprobieren und durch Feedback aus erfolgreichen Versuchen.⁴⁶

Exkurs: Schwache KI – Starke KI

Ein starke KI kann selbständig Aufgabenstellungen erkennen und definieren und sich dafür selbständig Wissen erarbeiten und aufbauen. Sie untersucht und analysiert Probleme, um zu einer adäquaten Lösung zu finden, die auch neu bzw. kreativ sein kann. Aktuell gibt es eine solche Technik nicht, sie ist eher Teil von Science-Fiction-Ideen. Doch knüpfen sich daran vielerlei – auch ethisch-philosophische – Fragen, wie z.B. die Frage, was Bewusstsein überhaupt ist und ob es Bewusstsein in einer Maschine überhaupt geben kann.

⁴⁵ Vgl. Bonin / Gregory / Zierahn 2015.

⁴⁶ Vgl. Fraunhofer Institut für Kognitive Systeme: »Was ist Künstliche Intelligenz? Was ist maschinelles Lernen?«, www.iks.fraunhofer.de/de/themen/kuenstliche-intelligenz.html.

Schwache KI konzentriert sich auf die Ausführung einer bestimmten Aufgabe, wie z.B. das Beantworten von Fragen auf der Grundlage von Benutzereingaben oder das Schachspielen. Schwache KI ist auf menschliche Eingriffe angewiesen, um die Parameter ihrer Lernalgorithmen festzulegen und die relevanten Trainingsdaten bereitzustellen, die für die Genauigkeit sorgen. Bei einer starken KI hingegen wären menschliche Eingaben zwar möglich und könnten beispielsweise die Entwicklungsgeschwindigkeit der KI erhöhen, sie wären aber nicht zwingend erforderlich. Die KI könnte sich selbständig hin zu einem menschlichen Bewusstsein (weiter-)entwickeln. Die starke KI würde also über menschliches Bewusstsein verfügen, die schwache KI hingegen simuliert menschliches Bewusstsein. Derzeit verfügbare KI basiert nach wie vor auf von Menschen durchgeführten Eingaben und Trainings. Auch bei der schwachen KI handelt es sich jedoch zum Teil bereits um mächtige Werkzeuge, die aktuell einem sehr schnellen Weiterentwicklungsprozess unterworfen sind.

Künstliche Intelligenz wird in einer Vielzahl von Anwendungsfeldern eingesetzt, darunter im Gesundheitswesen, im Finanzwesen, zur Verbesserung der Cybersicherheit, in der Automobilindustrie, in der Kundenbetreuung oder im Umweltschutz. Aufgaben, für die typischerweise KI zum Einsatz kommt, lassen sich in drei Gruppen zusammenfassen:⁴⁷

- **Matchingaufgaben:** Die wichtigste Gruppe von Aufgaben betrifft Matchingaufgaben, also Tätigkeiten, die darin bestehen, Angebot und Nachfrage – insbesondere auf Märkten mit einer heterogenen Produkt- und Dienstleistungsstruktur – aufeinander abzustimmen. Solche Matchingaufgaben finden sich typischerweise bei so genannten »Ride-Hailing-Diensten« (z.B. Uber), bei Hotel- und Unterkunftsdiensten (AirBnB, Booking.com), im Einzelhandel (Amazon) oder in der Personalverwaltung (LinkedIn).
- **Klassifizierungsaufgaben:** Die ersten Anwendungen der KI konzentrierten sich auf Bild- und Texterkennungstechniken, insbesondere auf die Gesichtserkennung, was teilweise mit der Zunahme von Überwachungskameras und Überwachungstechniken zusammenhing. In der Zwischenzeit hat jedoch eine explosionsartige Zunahme von Anwendungen in diesem Bereich stattgefunden, so u.a. in der Medizin (Röntgenbilddiagnose), im Rechtswesen (Lesen und Klassifizieren von Rechtsdokumenten), in der Buchhaltung und Wirtschaftsprüfung (Analyse von Bilanzen, Aufdeckung von Betrug) oder auch im HR-Management (Screening von BewerberInnen). Bei den Klassifizierungsaufgaben assistiert oder übernimmt KI zumindest teilweise bereits Aufgaben von Hochqualifizierten.
- **Prozessmanagement:** Eine dritte Gruppe von Anwendungen ist das Prozessmanagement. Es betrifft eine Kombination der beiden vorhergehenden Gruppen von Aufgaben, die Identifizierung von Mustern und die Zusammenführung (z.B. verschiedene Liefere-

⁴⁷ Vgl. Ekkehardt / Merola / Samaan 2018.

ranten und Kunden entlang einer Lieferkette). Diese Art von komplexem Netzwerkmanagement tritt auch bei der Verwaltung von Stromnetzen und komplexen Infrastruktur- und Bauprojekten auf oder bei multimodalen Transportlösungen zur Eindämmung des innerstädtischen Verkehrs.

Mit der Veröffentlichung von ChatGPT und verwandten Tools wurde Generative KI für eine breite Öffentlichkeit leicht zugänglich gemacht. Generative KI nutzt ein Modell des Maschinellen Lernens, um Muster und Beziehungen in einem Datenset zu erstellen, das von Menschen erstellt wurde. Generative KI wird also von Menschen trainiert und kann anhand der erlernten Muster neue Inhalte generieren, so z.B. in Form von Text, Audio, Bildern, Video, Code, 3D-Modellen und Simulationen. Generative KI ist ein mächtiges Werkzeug, das in repetitiven und in kreativen Prozessen unterstützen kann.

Bislang galt die Faustregel, dass hochqualifizierte Nicht-Routine-Tätigkeiten zumindest weitgehend vor Automatisierung gefeit sind. Mit Generativer KI kann diese Faustregel nicht mehr aufrechterhalten werden. Im Gegenteil wird sie sich wahrscheinlich am stärksten auf die Wissensarbeit auswirken, so insbesondere auf Tätigkeiten, die mit Entscheidungsfindung und Zusammenarbeit zu tun haben und bei denen das Automatisierungspotenzial bisher am geringsten war. GPTs verfügen über eine verfeinerte Fähigkeit, kognitive Aufgaben, wie z.B. die Analyse von Texten, das Verfassen von Dokumenten und Nachrichten oder die Suche nach zusätzlichen Informationen in privaten und öffentlichen Archiven, durchzuführen. Eine rezente Studie deutet darauf hin, dass die entwickelten Länder verstärkt von dieser Automatisierungswelle betroffen sein werden und dass insbesondere auch Berufe mit typischerweise hohem Frauenanteil überproportional betroffen sind.⁴⁸ Laut einer Studie des Beratungsunternehmens McKinsey (2023) entfallen etwa 75 Prozent des Wertes, den generative KI-Anwendungsfälle liefern könnten, auf vier Bereiche, nämlich den Kundenbetrieb, das Marketing und den Vertrieb, die Softwareentwicklung sowie die Forschung und Entwicklung.

Die langfristigen Auswirkungen sind derzeit nicht absehbar, denn derzeit sind auch die Generativen KI-Systeme noch sehr fehleranfällig. Damit wird letztlich wieder das Eingreifen von Menschen notwendig, daraus leitet sich das Phänomen der »Ironie der Automation« ab. Demnach entstehen durch den hohen Automatisierungsgrad Arbeitssituationen, die Qualifikationen erforderlich machen, die die Beschäftigten jedoch im automatisierten Routinebetrieb nicht in Form von Erfahrungswissen aufbauen können. Der menschliche »Überwacher« ist gerade wegen der Automatisierung zunehmend weniger bzw. nur durch hohen Trainingsaufwand in der Lage, seiner Überwachungstätigkeit gegenüber dem automatisierten System nachzugehen. Das menschliche Intervenieren wird im Störfall umso herausfordernder, je komplexer die Prozesse und je stärker die Aufgaben automatisiert sind.⁴⁹

⁴⁸ Vgl. Berg / Gmyrek 2023.

⁴⁹ Vgl. Fraunhofer IAO 2023.

Die Frage, ob die Digitalisierung einen evolutionäre oder revolutionäre Entwicklungspfad einnimmt, wurde in der Vergangenheit bereits kontrovers diskutiert. So wurde hinsichtlich der Industrie 4.0 häufig argumentiert, dass es sich dabei um keine revolutionäre Entwicklung handle, sondern um eine sukzessive Implementierung technologischen Fortschritts. Allerdings ist die industrielle Produktion durch hohe Investitionskosten und eine lange Amortisationsdauer von Investitionen gekennzeichnet. Gleichzeitig konnten in den 2000er- und 2010er-Jahren bereits sprunghafte Entwicklungen beobachtet werden, wie z. B. die Entwicklung des iPod, der Smartphones und die Verbreitung der Sozialen Medien. Dabei handelt es sich um disruptive Innovationen, die innerhalb weniger Jahre neue wirtschaftliche Ökosysteme entstehen ließen und zuvor bestehende in arge Bedrängnis brachten.

So scheint die realitätsnähere Betrachtungsweise zu sein, dass es in der Digitalisierung nicht diese eine Veränderungsgeschwindigkeit gibt, sondern höchst unterschiedliche Geschwindigkeiten. Dieses Muster scheint sich auch im Bereich der KI zu zeigen. Einerseits gibt es plausible Hinweise darauf, dass die Weiterentwicklung der für das autonome Fahren nötigen KI seit Jahren mit denselben Problemen kämpft, andererseits eröffnen sich im Bereich der Generativen KI (Stichworte: ChatGPT, DALL-E) mit enormen Entwicklungssprüngen völlig neue und rasch wachsende Entwicklungsmöglichkeiten. Wie fundamental diese Entwicklung ist, zeigt sich daran, dass die Europäische Kommission zur Eingrenzung des mit KI verbundenen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Risikos 2021 ihre Arbeit am »AI Act« aufnahm und als Grundlage dafür ein Risikoklassensystem für die Einstufung unterschiedlicher KI bzw. KI-Systeme festgelegt wurde. Keine zwei Jahr später kam mit der Veröffentlichung des ChatGPT eine KI auf den Markt, die diese Struktur der Risikoklassen sprengt, und damit wird fraglich, ob die geplante Grundstruktur der europäischen KI-Regelung in der geplanten Form aufrechterhalten werden kann.⁵⁰

4.3 Digitale Skills

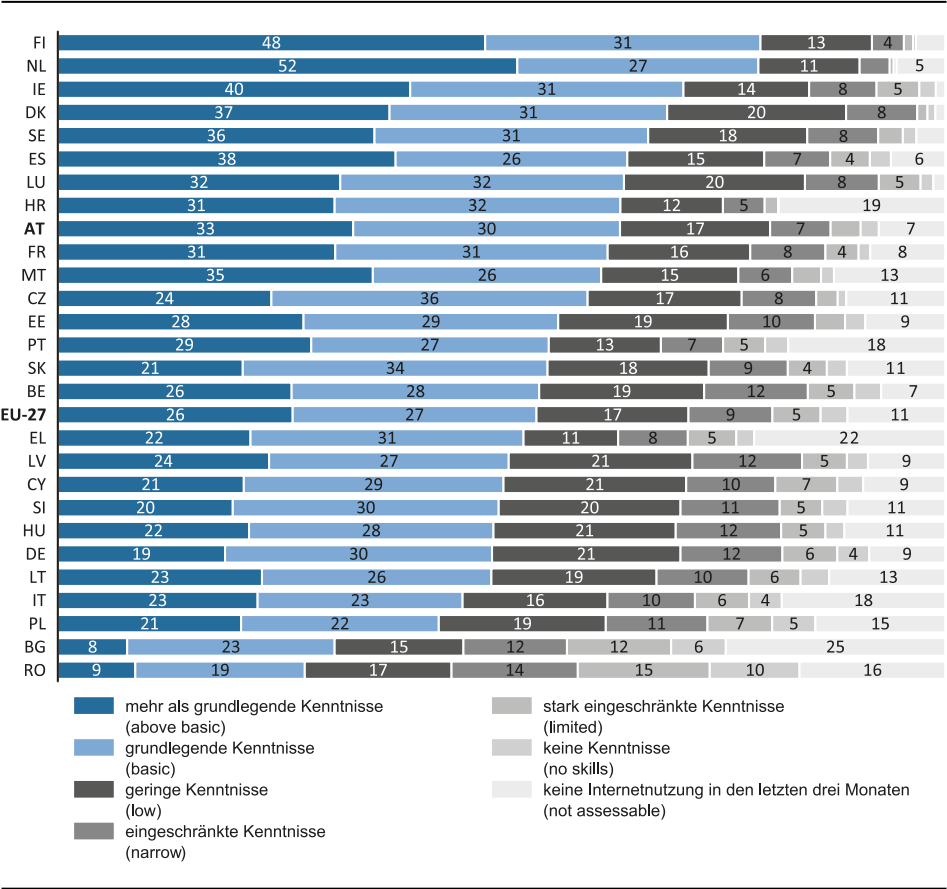
Unter dem Titel »Digitaler Kompass 2030 – Der europäische Weg für die digitale Dekade« konkretisiert die Europäische Kommission ihre Strategien und Zielvorstellungen zum digitalen Wandel. Ziel ist es, die Digitalisierung von Unternehmen und öffentlichen Diensten zu unterstützen, eine sichere und nachhaltige Infrastruktur zu gewährleisten sowie die digitalen Kenntnisse von Menschen zu fördern. Eine der Zielvorgaben der Europäischen Kommission lautet, dass mindestens 80 Prozent der 16- bis 74-jährigen Bevölkerung der EU-Mitgliedstaaten bis 2030 über zumindest grundlegende digitale Kenntnisse verfügen sollen.⁵¹

⁵⁰ Vgl. Marcus 2023 und Wolfangel 2023.

⁵¹ Vgl. Europäische Kommission 2023.

Das wichtigste Instrument zur Messung der Fortschritte der EU-Mitgliedstaaten im digitalen Bereich stellt der so genannte »Digital Economy and Society Index« (DESI) dar. Der DESI umfasst vier Dimensionen, nämlich »Humankapital«, »Konnektivität«, »Integration der digitalen Technologie« und »Digitale öffentliche Dienste«. Die Dimension »Humankapital« unterteilt sich wiederum in die Subdimensionen »Kompetenzen der Internet-NutzerInnen« und »Fortgeschrittene Fertigkeiten«. Die erste Subdimension bezieht sich auf digitale Grundfertigkeiten, während die zweite Subdimension auf höhere digitale Kompetenzen fokussiert.⁵²

Abbildung 21: Digitale Kenntnisse nach Kompetenzstufen im EU-Vergleich, 2021



Quelle: Statistik Austria 2023a, Seite 16

52 Vgl. Europäische Kommission 2023a; Statistik Austria 2023a.

Digitale Skills werden mittels fünf Indikatoren gemessen:⁵³

- Kenntnisse zur Informationsbeschaffung über das Internet und zur Datenkompetenz;
- Kenntnisse bezüglich Kommunikation und Zusammenarbeit über das Internet;
- Kenntnisse zur Erstellung von digitalen Inhalten;
- Kenntnisse zur Sicherheit im Internet;
- Kenntnisse zur Problemlösung.

In Österreich verfügen etwas mehr als sechs von zehn Personen über zumindest grundlegende digitale Kenntnisse (63 Prozent). Damit liegt Österreich im EU-Vergleich auf Rang neun und deutlich über dem EU-Durchschnitt von 54 Prozent. Das EU-Ziel, wonach acht von zehn Personen zumindest grundlegende digitale Kenntnisse aufweisen sollen, erreicht derzeit kein Mitgliedsland, Finnland und die Niederlande stehen jedoch mit einem Anteil von 79 Prozent knapp davor, dieses Ziel zu erreichen. Die Resultate der beiden Mitgliedstaaten liegen circa 16 Prozentpunkte vor Österreich. Daneben erzielten nur noch Irland (70 Prozent), Dänemark (69 Prozent) und Schweden (67 Prozent) Anteilswerte, die auf einen bedeutsam höheren Anteil an Personen mit digitalen Grundkenntnissen als in Österreich schließen lassen. Spanien (64 Prozent), Luxemburg (64 Prozent) liegen knapp vor Österreich, in Kroatien ist der Anteil mit 63 Prozent gleich hoch wie in Österreich.

4.4 Beschäftigung in IKT-Berufen

Im Zuge der Neustrukturierung der ISCO-Berufssystematik wurde auch dem technologischen Wandel und der damit steigenden Bedeutung von IKT-Berufen Rechnung getragen. Die seit 2011 im Einsatz befindliche ISCO-o8 erlaubt gegenüber der Vorgängerversion eine stärker ausdifferenzierte Erfassung der IKT-Berufe. Wie schon zuvor wird grundsätzlich zwischen IKT-Fachkräften auf akademischem Niveau und nicht-akademischem Niveau unterschieden. Die Berufsgruppe 25 »Akademische und vergleichbare Fachkräfte in der Informations- und Kommunikationstechnologie« umfasst die Berufsuntergruppen »EntwicklerInnen und AnalytikerInnen von Software und Anwendungen« sowie »Akademische und vergleichbare Fachkräfte für Datenbanken und Netzwerke«, denen ihrerseits wiederum fünf bzw. vier Berufsgattungen zugeordnet wurden. Damit wurde die – im Rahmen der bis 2010 eingesetzten Berufssystematik ISCO-88 – Berufsuntergruppe »InformatikerInnen«, die die akademischen IT-Berufe beschrieb, erheblich ausdifferenziert und auch aufgewertet.⁵⁴ Den akademischen Berufen ist das Anforderungsniveau 4 zugeordnet. Der Berufshauptgruppe 3, in der auch die Informations- und KommunikationstechnikerInnen eingeordnet sind, wird generell das Anforderungs-

⁵³ Vgl. BMDW 2021 und Vuorikari / Kluzer / Punie 2022.

⁵⁴ Die Berufsuntergruppe »InformatikerInnen« (ISCO-88) umfasste ihrerseits drei Berufsgattungen.

niveau 3 zugeordnet. Weiters werden in diesem Kapitel »Führungskräfte in der Erbringung von Dienstleistungen im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie <133>« berücksichtigt, die ebenfalls den Skills Levels 3 und 4 zugeordnet sind. Der Kernbereich der Erwerbstätigen in IKT-Berufen bewegt sich damit auf den Skill Levels 3 und 4.

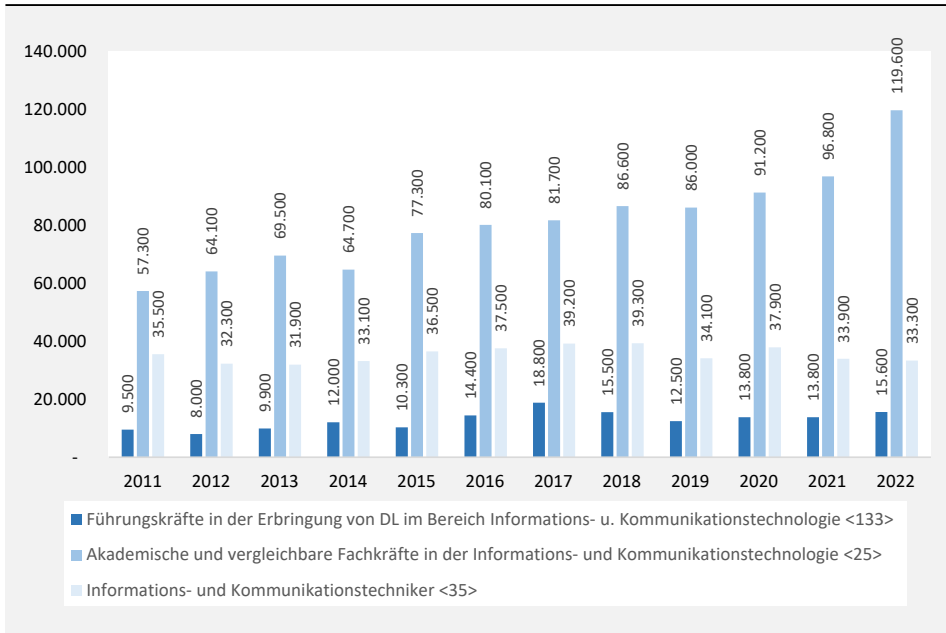
Die Daten dieses Kapitels stammen aus der Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung (AKE) und sind Jahresdurchschnittsdaten. Grundsätzlich steht eine durchgehende Zeitreihe seit der Implementierung der ISCO-08 – also seit 2011 – zur Verfügung. Allerdings kam es 2021 durch die Implementierung neuer EU-Vorgaben zu Änderungen in der Ermittlung von Erwerbstätigen und Arbeitslosen in der Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung. Die Folge sind etwas niedrigere Erwerbstätigenzahlen und höhere Arbeitslosenzahlen.⁵⁵ Damit ist ein Vergleich zu den Jahren davor nur bedingt möglich, allerdings würde es im konkreten Fall im Vergleich zu den Vorjahren eher eine Unterschätzung des Beschäftigtenplus bedeuten. Mikrozensusdaten werden auch regelmäßig im Nachhinein (zumeist im Folgejahr) revidiert, da sie schrittweise mit anderen Datenquellen abgeglichen werden. Für dieses Kapitel stehen die Daten bis 2022 mit Stand April 2023 zur Verfügung.

4.4.1 Anhaltender Trend zur Höherqualifizierung

Wie Abbildung 22 eindrücklich zeigt, hat sich in der zweiten Dekade der 2000er-Jahre der bereits zuvor beobachtbare Trend in Richtung einer Höherqualifizierung in den IKT-Berufen weiter fortgesetzt und in den Jahren der Pandemie noch einmal deutlich an Fahrt aufgenommen. So waren in den akademischen IKT-Berufen (Skill Level 4) 2021 mit 96.800 Erwerbstätigen im Vergleich zu 2011 bereits um 39.500 Personen mehr in diesen Berufen erwerbstätig (+68,9 Prozent). Mit 119.600 Erwerbstätigen waren 2022 gegenüber 2011 bereits mehr als doppelt so viele Personen in akademischen IKT-Berufen erwerbstätig (+108,7 Prozent). Gegenüber dem Vorjahr (2021) lag das Beschäftigungsplus 2022 bei 22.800 Erwerbstätigen (+23,6 Prozent) – ein bemerkenswerter Wachstumsschub in der Beschäftigung von akademischen IKT-Berufen.

Die Zahl der Erwerbstätigen auf dem Anforderungsniveau 3 (Informations- und KommunikationstechnikerInnen) zeigte in der Vergangenheit eine stagnierende, zum Teil sogar rückläufige, Entwicklung. Die Talsohle wurde 2013 mit 31.900 erwerbstätigen Informations- und KommunikationstechnikerInnen erreicht, in den Jahren von 2014 bis 2018 zeigte der Trend eher wieder in eine positive Richtung (2018: 39.300 Erwerbstätige). Für 2022 weist der Mikrozensus für diese Berufsgruppe 33.300 Erwerbstätige aus. Das bedeutet nicht nur gegenüber 2018 einen deutlichen Rückgang, sondern auch bezogen auf 2011 ein Minus von 6,2 Prozent. Die Schere zwischen akademischen und nicht-akademischen Fachkräften ist damit in den letzten beiden Jahren noch einmal weiter aufgegangen.

⁵⁵ Vgl. Statistik Austria 2022.

Abbildung 22: Erwerbstätige in IKT-Berufen, 2011–2022 (ISCO-o8)

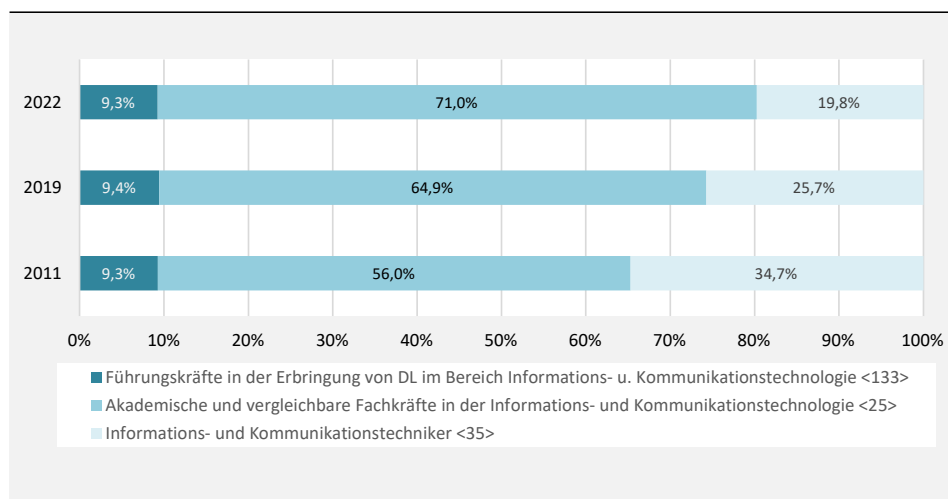
Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, Jahresdurchschnittswerte; eigene Darstellung.
 Datenabfrage: statcube April 2023

Neben den akademischen IKT-Berufen (Berufsgruppe 25) und den Informations- und KommunikationstechnikerInnen (Berufsgruppe 35) gibt es eine Reihe von Berufen, die nicht direkt mit der Herstellung von IKT-Gütern oder IKT-Dienstleistungen beschäftigt sind, die jedoch spezielle Kenntnisse in der Anwendung der Informations- und Kommunikationstechnologie als Arbeitswerkzeug erfordern, oder das Benützen dieser Technologien stellt einen wichtigen Teil der Arbeit dar.⁵⁶ Dazu gehört in der Berufshauptgruppe 1 (Führungskräfte) die Berufsuntergruppe der »Führungskräfte in der Erbringung von Dienstleistungen im Bereich Informations- und Kommunikationstechnologie <133>«, für die in der Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung 2022 rund 15.600 Erwerbstätige ausgewiesen werden. Auch für diese Berufsuntergruppe zeigt sich bei einer Betrachtung über die letzte Dekade eine tendenziell stagnative Entwicklung mit geringfügigen Auf- und Abbewegungen (Abbildung 22).

⁵⁶ Statistik Austria 2011, Seite 21. Einige Berufe, die auch als relevant eingestuft werden könnten, fanden keine Berücksichtigung da keine adäquate Datenbasis vorhanden ist. Ein solches Beispiel ist im Bereich der akademischen Berufe die Berufsgattung »Akademische und vergleichbare Fachkräfte im Vertrieb von Informations- und Kommunikationstechnologie <2434>«, für die allerdings, so wie generell für die Ebene der 4-Steller, keine Daten vorliegen.

In Summe kann damit festgehalten werden, dass im Jahresdurchschnitt 2022 rund 168.500 Erwerbstätige im Kernsegment der IKT-Berufe beschäftigt waren, wenn wir dieses Kernsegment als die Summe der Berufsgruppen <25> und <35> sowie der Berufsuntergruppe <133> verstehen. Gegenüber 2011 ergibt das ein Plus von 66.200 Erwerbstätigen (+64,5 Prozent), gegenüber dem letzten vorpandemischen Jahr 2019 liegt das Plus bei 35.900 Personen bzw. 27,1 Prozent. Wie Abbildung 22 bereits andeutet, hat die Erwerbstätigkeit in akademischen IKT-Berufen in den Jahren von 2020 bis 2022 in einem bemerkenswerten Ausmaß zugenommen: Mit einem Plus von 33.600 Erwerbstätigen (+39,1 Prozent) gegenüber 2019 hat de facto die Berufsgruppe der akademischen IKT-Fachkräfte (<25>) das gesamte Wachstum getragen.

Abbildung 23: Erwerbstätige in IKT-Berufen: Anteile der Berufsgruppen <133>, <25> und <35> in den Jahren 2011, 2019 und 2022 im Vergleich



Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, Jahresdurchschnittswerte; eigene Berechnungen, eigene Darstellung.
Datenabfrage: statcube April 2023

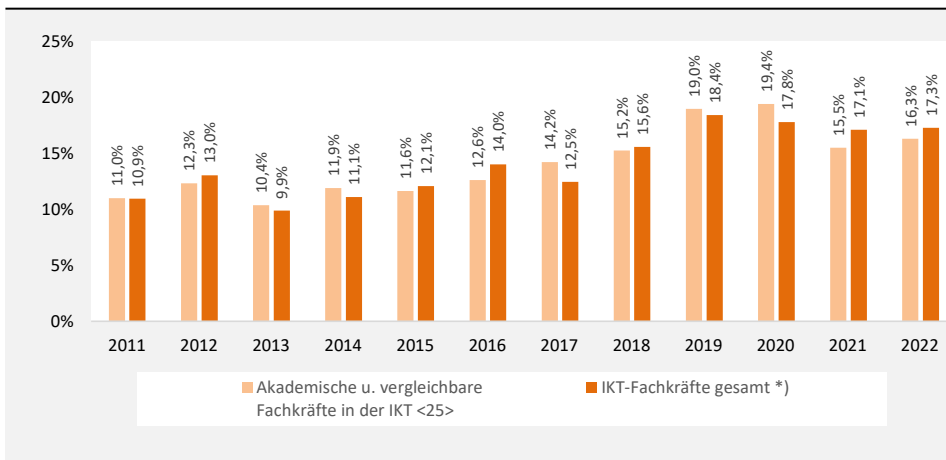
Die Akademisierung der IKT-Fachkräfte zeigt sich am deutlich steigenden Anteil der akademischen IKT-Fachkräfte (<25>): 2011 machte ihr Anteil im Kernsegment der IKT-Fachkräfte 56,0 Prozent aus, 2019 waren es bereits 64,9 Prozent und drei Jahre später 71,0 Prozent (siehe Abbildung 23).

Parallel dazu ging – bei annähernd gleichbleibender Absolutzahl – der Anteil der Informations- und KommunikationstechnikerInnen (Skill Level 3) zurück: 2011 zählte noch gut jeder/jede dritte im Kernsegment der IKT-Berufe Beschäftigte zu dieser Berufsgruppe (34,7 Prozent), 2022 war es nur mehr jeder/jede Fünfte (19,8 Prozent). Der Anteil der Führungskräfte in der Erbringung von Dienstleistungen im Bereich der IKT liegt recht konstant bei gut neun Prozent (2011 und 2022: 9,3 Prozent).

4.4.2 Erwerbstätige in IKT-Berufen nach Geschlecht

Der Anteil der Frauen an den IKT-Fachkräften war in der zweiten Hälfte der 2010er-Jahre merklich gestiegen, nämlich von 10,9 Prozent 2011 auf 18,4 Prozent 2019, unter den akademischen IKT-Fachkräften sogar auf 19,0 Prozent. 2021 sank der Anteil der Frauen wieder merklich, im gesamten IKT-Kernsegment auf 17,1 Prozent und unter den akademischen IKT-Fachkräften gegenüber 2020 sogar um 3,9 Prozentpunkte auf 15,5 Prozent (siehe Abbildung 24).

Abbildung 24: Anteil der weiblichen Erwerbstätigen in IKT-Berufen, 2011–2022 (ISCO-08)



Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, Jahresdurchschnittswerte; eigene Darstellung, eigene Berechnungen.
Datenabfrage: statcube April 2023. *) Berufsgruppen <25> und <35> sowie Berufsuntergruppe <133>

Tatsächlich entfiel der Beschäftigungszuwachs in den Pandemie Jahren 2020 bis 2022 beinahe zur Gänze auf Männer. So waren – bezogen auf den IKT-Kernbereich – im Vergleich zu 2019 im Jahr 2022 um 35.900 IKT-Fachkräfte mehr beschäftigt, davon waren 31.200 Männer. Somit entfielen 86,9 Prozent des Erwerbstätigenplus auf Männer. Hervorzuheben ist, dass es offenbar im Jahr 2021 bei den Frauen sogar zu einem Beschäftigungsrückgang kam (–2,8 Prozent gegenüber dem Vorjahr), während die Statistik (vermutlich bedingt durch die Umstellung in der Erhebung) bei den Männern ein leichtes Plus ausweist (+2,0 Prozent, siehe Tabelle 3).

Noch ausgeprägter war diese ungleiche Entwicklung bei den akademischen IKT-Fachkräften: Während 2021 gegenüber dem Vorjahr bei den Frauen die Zahl der Erwerbstätigen um rund 1.000 zurückging, stieg sie bei den Männern um 12.400. In Summe deuten die Daten darauf hin, dass sich für Männer mit einem akademischen Abschluss der IKT-Arbeitsmarkt in den Krisen Jahren 2020/2021 sehr positiv entwickelt hat – trotz einer potenziellen Untererfassung der Erwerbstätigen im Vergleich zu den Vorjahren ab 2021. Das sehr kräftige Beschäftigungsplus von 18.300 (22,4 Prozent) von 2021 auf 2022 bei den Männern deutet jedenfalls darauf hin, dass die Dynamik noch stärker ausgefallen sein dürfte, als dies von den Zahlen offengelegt wird.

Tabelle 3: Veränderung der Erwerbstätigkeit in IKT-Berufen, 2019–2022, nach Geschlecht
(IKT-Kernberufsgruppen ISCO Berufsgruppen <25> + <35> + <133>)

	Männer			Frauen		
	Erwerbstätig	Differenz zum Vorjahr	Veränderung zum Vorjahr	Erwerbstätig	Differenz zum Vorjahr	Veränderung zum Vorjahr
2019	108.200			24.400		
2020	117.500	9.300	8,6 %	25.400	1.000	4,1 %
2021	119.800	2.300	2,0 %	24.700	–700	–2,8 %
2022	139.400	19.600	16,4 %	29.100	4.400	17,8 %

Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, Jahresdurchschnittswerte; eigene Berechnungen.
Datenabfrage: statcube April 2023

Tabelle 4: Veränderung der Erwerbstätigkeit in akademischen IKT-Berufen <25>, 2019–2022, nach Geschlecht

	Männer			Frauen		
	Erwerbstätig	Differenz zum Vorjahr	Veränderung zum Vorjahr	Erwerbstätig	Differenz zum Vorjahr	Veränderung zum Vorjahr
2019	69.700			16.300		
2020	73.500	3.800	5,5 %	17.700	1.400	8,6 %
2021	81.800	8.300	11,3 %	15.000	–2.700	–15,3 %
2022	100.100	18.300	22,4 %	19.500	4.500	30,0 %

Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, Jahresdurchschnittswerte; eigene Berechnungen.
Datenabfrage: statcube April 2023

Grundsätzlich zeigen Arbeitsmarktdaten, dass die Betroffenheit durch Arbeitslosigkeit und Kurzarbeit während der Corona-Krise stark nach Geschlecht und Branche variierte.⁵⁷ Zudem wurden die (zusätzlichen) Aufgaben der Kinderbetreuung, insbesondere des Distance Learnings, unverhältnismäßig stark von den Frauen getragen.⁵⁸ Auf Basis der Mikrozensus-Daten können an dieser Stelle keine vertiefenden Analysen durchgeführt werden, da aufgrund der kleinen Gruppengrößen die Stichprobenfehler zu groß werden, die Daten also nicht mehr

⁵⁷ Vgl. Arbeitsmarktservice Österreich 2020.

⁵⁸ Vgl. Mader et al. 2020; Derndorfer et al. 2021. Exemplarisch (qualitative Erhebungen) zu den veränderten Arbeitsbedingungen von MINT-Beschäftigten während der Corona-Krise und den damit verbunden Problemen bei der Vereinbarkeit von Familie und Beruf vgl. Holzinger et al. 2022.

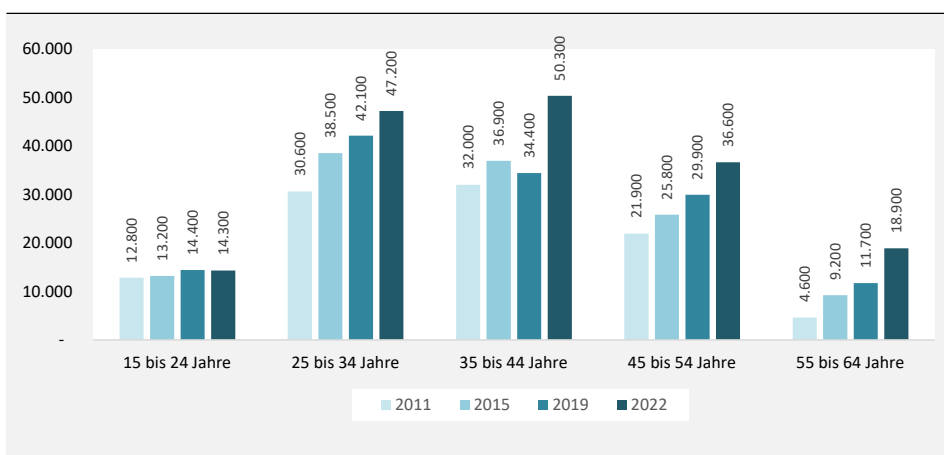
seriös interpretierbar sind. Es erscheint jedoch insgesamt bemerkenswert, dass nach derzeit vorliegenden Daten in einer Berufsgruppe, in der die Nachfrage nach Fachkräften während der Corona-Krise noch weiter gestiegen ist, am Höhepunkt der Krise die Beschäftigung von Frauen rückläufig war.

4.4.3 Erwerbstätige in IKT-Berufen nach Altersgruppen

IKT-Fachkräfte sind nicht nur typischerweise männlich, sondern – zumindest im Vergleich zur Gesamtbeschäftigung – auch jung. Wie Abbildung 25 zeigt, dominierte in den 2010er-Jahren die Altersgruppe der 25- bis 34-Jährigen die Branche und mit den folgenden Altersgruppen nahm die Zahl der Erwerbstätigen stufenförmig ab. Inzwischen hat sich die Altersspitze allerdings verbreitert bzw. abgeflacht: 2021 hatte die Altersgruppe der 35- bis 44-Jährigen mit der jüngeren Altersgruppe gleichgezogen, für 2022 weist der Mikrozensus bereits um 3.100 Erwerbstätige mehr in der Altersgruppe »35–44 Jahre« gegenüber den 25- bis 34-Jährigen aus.

Der demographische Wandel ist auch in den IKT-Berufen angekommen, das zeigt wohl am besten das Plus in der Altersgruppe »55–64 Jahre«. Sie ist zwar nach wie vor zahlenmäßig eine vergleichsweise kleine Gruppe, gleichzeitig weist sie mit dem Plus von 14.300 Erwerbstätigen im Vergleich zu 2011 die mit Abstand größte Wachstumsrate (+310,9 Prozent) unter allen Altersgruppen auf. Insgesamt ist die Alterskurve damit in der letzten Dekade merklich abgeflacht – auch die grundsätzlich recht jung strukturierten IKT-Berufe kommen also langsam in die Jahre.

Abbildung 25: Erwerbstätige in IKT-Berufen (ISCO-o8 <133>, <25> und <35>), nach Altersgruppen in den Jahren 2011, 2015, 2019 und 2022 im Vergleich

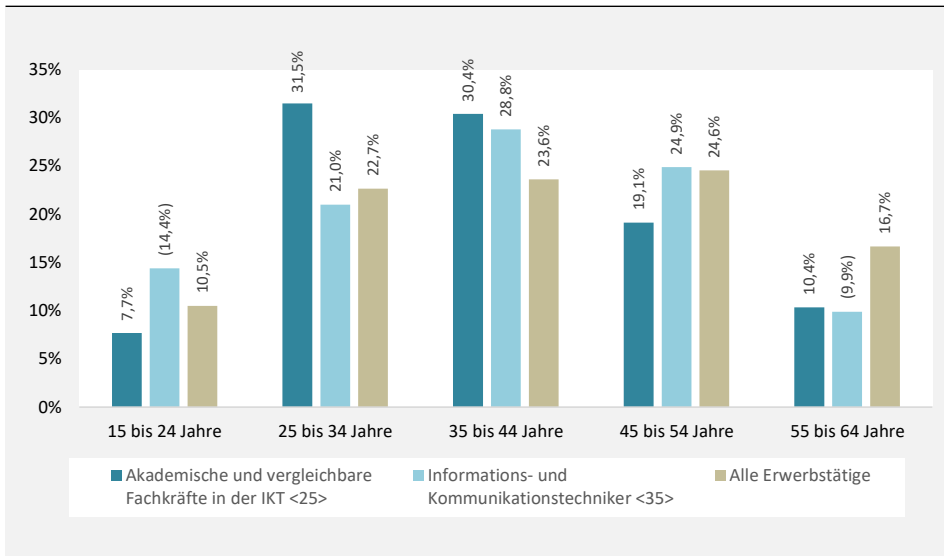


Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, ISCO o8, Jahresdurchschnittswerte; eigene Darstellung.
Datenabfrage: statcube April 2023

Im Vergleich zur Gesamtbeschäftigung spiegelt sich der demographische Wandel in den IKT-Berufsgruppen jedoch mit merklicher Verzögerung wider. So waren über die Gesamtbeschäftigung betrachtet im Jahr 2022 vier von zehn Erwerbstätigen (41,3 Prozent) zwischen 45 und 64 Jahre alt (siehe Abbildung 26). Bei den akademischen IKT-Fachkräften war es nur jeder / jede dritte Erwerbstätige (29,5 Prozent) und bei den Informations- und KommunikationstechnikerInnen 34,8 Prozent.

Während über alle Erwerbstätige betrachtet die Altersgruppe der 45- bis 54-Jährigen mit einem Anteil an der Gesamtbeschäftigung von 24,6 Prozent die größte Altersgruppe darstellt, ist das bei den akademischen IKT-Berufen die Altersgruppe der 25- bis 34-Jährigen (31,5 Prozent) und bei den Informations- und KommunikationstechnikerInnen jene der 35- bis 44-Jährigen mit einem Beschäftigungsanteil von 28,8 Prozent.

Abbildung 26: Anteile der Altersgruppen an Erwerbstätigen in IKT-Berufen im Vergleich zur Gesamtbeschäftigung, 2022



Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, ISCO o8, Jahresdurchschnittswerte. Datenabfrage: statcube April 2023; eigene Berechnungen, eigene Darstellung. Anteile beziehen sich jeweils auf die Gesamtzahl der Erwerbstätigen, die Altersgruppe »65 Jahre oder älter« wird hier nicht dargestellt. Werte in Klammer sind mit einem hohen Stichprobenfehler belastet und daher nur eingeschränkt interpretierbar

4.4.4 Beschäftigungsperspektiven für IKT-Berufe

Grundsätzlich ist die Nachfrage nach IKT-Fachleuten sehr groß, allseits wird ein Mangel beklagt. Der Fachverband für Unternehmensberatung, Buchhaltung und Informationstechnologie (UBIT) schätzt, dass der österreichischen Wirtschaft 24.000 Fachkräfte für wichtige

einschlägige Jobs fehlen.⁵⁹ Die in diesem Kapitel aufgezeigten und durchaus erheblichen Beschäftigungszuwächse, so insbesondere bei den akademischen IKT-Fachkräften, dürften ihre Begrenzung weniger in der Nachfrage als im zu geringen Arbeitskräfteangebot haben.

Im Gegensatz zu den meisten anderen Studienrichtungen ist für IKT-StudienabsolventInnen ein unbefristetes Beschäftigungsverhältnis beim Berufseinstieg die Regel. Während der Corona-Krise sank auch die Nachfrage nach MINT-HochschulabsolventInnen, es kam zu Entlassungen und weniger Neuanstellungen. Das galt jedoch nicht für die Informations- und Kommunikationstechnologien: Diese Branche und die darin tätigen ExpertInnen zählen aufgrund des durch Home Office und Online-Konferenzen induzierten Digitalisierungsschubes zu den GewinnerInnen der Krise.⁶⁰ Die Beschäftigungsaussichten insbesondere für akademische IKT-Fachkräfte können als sehr gut beschrieben werden.

Ein Blick auf Eurostat-Daten zeigt, dass in Österreich die Unternehmen tatsächlich zunehmend Probleme bei der Anwerbung von IKT-Fachkräften haben dürften. 2012 berichteten demnach bereits 52 Prozent der anwerbungswilligen Unternehmen, dass sie Probleme beim Besetzen offener Stellen für IKT-Fachkräfte hätten. Bereits damals lag Österreich EU-weit diesbezüglich im Spitzenfeld. Auch aus Irland und Schweden (jeweils 52 Prozent) sowie aus Luxemburg (53 Prozent) berichteten damals Unternehmen von ähnlich großen Problemen bei der Rekrutierung von IKT-Fachkräften. Im EU-Durchschnitt lag der Wert damals (2012) bei 40 Prozent.⁶¹

Im Jahr 2018 berichteten bereits deutlich mehr der anwerbungswilligen österreichischen Unternehmen, nämlich 78 Prozent, von Problemen bei der Rekrutierung von IKT-SpezialistInnen.⁶² Damit lag Österreich wiederum im Spitzenfeld, nur Unternehmen in Tschechien dürften noch größere Rekrutierungsprobleme haben (siehe Abbildung 27). Dabei liegt Österreich hinsichtlich des Anteiles der Unternehmen, die überhaupt IKT-SpezialistInnen beschäftigen, mit 20 Prozent im europäischen Durchschnitt.⁶³ In den Jahren von 2012 bis 2018 nahmen jährlich zwischen acht und zehn Prozent der österreichischen Unternehmen IKT-SpezialistInnen auf oder versuchten zumindest, welche zu rekrutieren.⁶⁴ Auch damit liegen die österreichischen Unternehmen nahe am europäischen Durchschnitt, EU-weit schwankte der Wert in diesen Jahren zwischen acht und neun Prozent.

⁵⁹ Vgl. Tikvic / Wohlgemuth 2022.

⁶⁰ Vgl. Binder / Dibiasi et al. 2021.

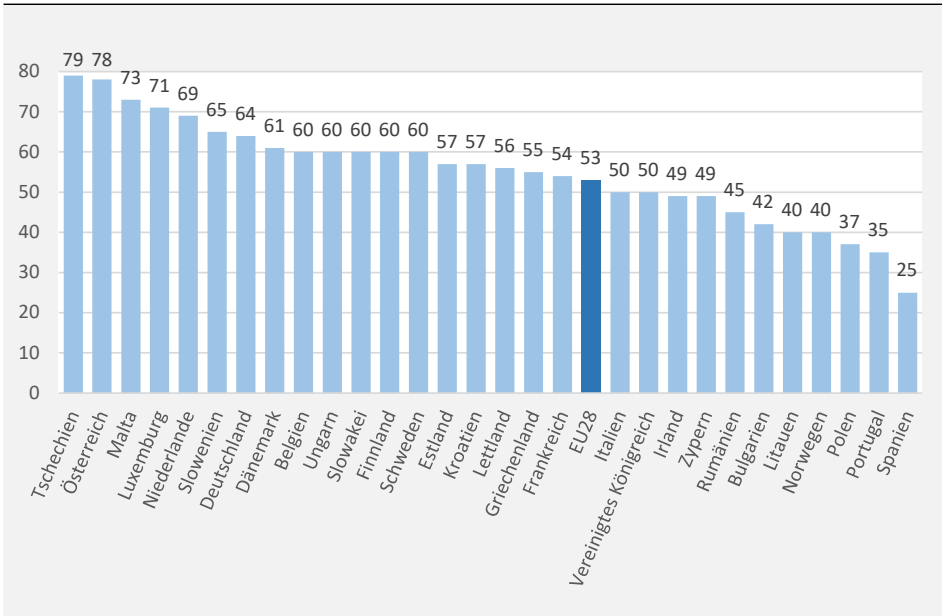
⁶¹ Daten bezogen auf die seinerzeitigen EU-28.

⁶² BranchenvertreterInnen (VÖSI – Verband österreichischer Softwareindustrie) sagen dazu, dass der Engpass bei den IT-SpezialistInnen dazu führt, dass insbesondere kleine und mittlere Unternehmen Rekrutierungsprobleme haben. Vgl. »Fachkräftemangel: IT-Spezialisten für KMU kaum noch leistbar«, <https://kurier.at/wirtschaft/fachkraeftemangel-it-spezialisten-fuer-kmu-kaum-noch-leistbar/400357549>.

⁶³ Vgl. Eurostat 2019.

⁶⁴ Vgl. Eurostat Datenbank, `isoc_ske_itcrn2`. Basis sind Unternehmen aller Branchen außer dem Finanzsektor mit zumindest zehn Beschäftigten.

Abbildung 27: Anteil der Unternehmen in EU-28, die 2018 Schwierigkeiten hatten, IKT-Stellen mit SpezialistInnen zu besetzen (als Anteil an allen Unternehmen, die versucht haben, IKT-SpezialistInnen zu rekrutieren bzw. rekrutiert haben)



Quelle: Eurostat Datenbank, isoc_ske_itcrn2. Datenbasis: Unternehmen aller Branchen außer dem Finanzsektor mit zumindest zehn Beschäftigten

Die Digitalisierung führt gerade im Bereich der Informatik und angrenzender Felder zu einer sehr dynamischen Entwicklung, und zwar sowohl die Ausbildungsangebote betreffend als auch die Veränderung innerhalb von Berufen sowie die Entstehung neuer Berufe und Tätigkeiten. Da die Digitalisierung als Allzwecktechnologie, als eine so genannte »General Purpose Technology«, verstanden wird, die in weiten Teilen der Wirtschaft Auswirkungen auf Produkte, Prozesse, Organisation und ganze Businessmodelle hat, finden Fachleute nicht nur in den IKT-Kernsektoren Beschäftigung, sondern auch in Anwendungsbranchen, wie z. B. in den diversen Dienstleistungen, bei Banken und Versicherungen, in der Industrie oder im Gesundheitswesen.

Diese intensive Verflechtung mit (und Durchdringung von) praktisch allen Bereichen des Lebens spiegelt sich inzwischen in einer diversifizierten Angebotslandschaft an einschlägigen Studiengängen sowohl an den Fachhochschulen als auch an den Universitäten wider. Von Medieninformatik über Bioinformatik, Medizininformatik, Gesundheitsinformatik, Industrieinformatik bis hin zu Umweltinformatik, Studiengängen mit Schwerpunkt IT- und Datensicherheit (IT-Security-Engineering, IT-Forensik etc.) oder Studiengängen, die ihren Schwerpunkt auf Informations- und Datenmanagement legen (Informationsdesign, Data Science etc.) reicht die Palette der Studienangebote – und diese Aufzählung ist nur beispielhaft und keineswegs abschließend.

4.5 Fazit

In Summe waren im Jahresdurchschnitt 2022 rund 168.500 Erwerbstätige im Kernsegment der IKT-Berufe beschäftigt waren, wobei dieses Kernsegment als die Summe der Berufsgruppen <25> und <35> sowie der Berufsuntergruppe <133> verstehen.⁶⁵ Gegenüber 2011 ergibt das ein Plus von 66.200 Erwerbstätigen (+64,5 Prozent), gegenüber dem letzten vorpandemischen Jahr 2019 liegt das Plus bei 35.900 Personen bzw. +27,1 Prozent. Damit hat sich in der zweiten Dekade der 2000er-Jahre der bereits zuvor beobachtbare Trend in Richtung Höherqualifizierung in den IKT-Berufen weiter fortgesetzt und in den Jahren der Pandemie noch einmal deutlich an Fahrt aufgenommen und die Schere zwischen akademischen und nicht-akademischen Fachkräften ist in den letzten beiden Jahren noch einmal weiter aufgegangen. Mit einem Plus von 33.600 Erwerbstätigen (+39,1 Prozent) gegenüber 2019 hat de facto die Berufsgruppe der akademischen IKT-Fachkräfte (<25>) das gesamte Wachstum getragen.

Der Anteil der Frauen an den IKT-Fachkräften war in der zweiten Hälfte der 2010er-Jahre deutlich gestiegen: von 10,9 Prozent im Jahr 2011 auf 18,4 Prozent 2019, unter den akademischen IKT-Fachkräften sogar auf 19,0 Prozent. 2021 sank der Anteil der Frauen wieder merklich, im gesamten IKT-Kernsegment auf 17,1 Prozent und unter den akademischen IKT-Fachkräften gegenüber 2020 sogar um 3,9 Prozentpunkte auf 15,5 Prozent. IKT-Fachkräfte sind nicht nur typischerweise männlich, sondern – zumindest im Vergleich zur Gesamtbeschäftigung – auch jung. Während über alle Erwerbstätige betrachtet die Altersgruppe der 45- bis 54-Jährigen mit einem Anteil an der Gesamtbeschäftigung von 24,6 Prozent die größte Altersgruppe darstellt, ist das bei den akademischen IKT-Berufen die Altersgruppe der 25- bis 34-Jährigen (31,5 Prozent) und bei den Informations- und KommunikationstechnikerInnen jene der 35- bis 44-Jährigen mit einem Beschäftigungsanteil von 28,8 Prozent.

Die stärksten Beschäftigungszuwächse verzeichnete einerseits der Wirtschaftsabschnitt <Information und Kommunikation – J> und – ausgehend von einem erheblich niedrigeren Niveau – die <Herstellung von Waren – C>. Im letzten Jahr vor der Pandemie (2019) waren 46 Prozent aller akademischen IKT-Fachkräfte in <Information und Kommunikation – J> beschäftigt (39.600 Personen), 2022 waren es 51 Prozent (60.600 Personen). In der Produktion <C> waren es 2019 14 Prozent aller akademischen IKT-Fachkräfte beschäftigt (12.100 Personen), drei Jahre später waren es 17 Prozent (20.400 Personen). In Summe können die Beschäftigungsperspektiven insbesondere für akademische IKT-Fachkräfte als sehr gut beschrieben werden.

65 <25 – Akademische und vergleichbare IKT-Berufe>, <35 – Informations- und KommunikationstechnikerInnen>, <133 – Führungskräfte in IKT-Dienstleistungen>.

5 Studierende und AbsolventInnen im MINT-Fokusbereich

Der anhaltend hohen Nachfrage im MINT-Fokusbereich (Ingenieurwissenschaften plus Informatik) stehen stagnierende Studierenden- und AbsolventInnenzahlen gegenüber. Insgesamt wurden im Studienjahr 2018/2019 etwa 21.400 MINT-Bachelor- und Diplomstudien aufgenommen, das waren, ähnlich wie auch in den anderen Ausbildungsfeldern, zehn Prozent weniger als 2014/2015. Der AnfängerInnenrückgang in MINT-Studien an öffentlichen Universitäten (–15 Prozent von 2014/2015 auf 2018/2019) konnte von den Zuwächsen im kleineren Fachhochschul-Sektor (+zwölf Prozent) nicht wettgemacht werden. Abgeschlossen wurden 2018/2019 insgesamt 8.500 MINT-Bachelorstudien (4.400 davon im MINT-Fokusbereich) und 6.500 MINT-Masterstudien (davon 3.600 im MINT-Fokusbereich). Die Anzahl belegter, prüfungsaktiver (an öffentlichen Universitäten) und abgeschlossener MINT-Studien blieb seit 2014/2015 relativ konstant. Aufgrund der gesunkenen Zahl begonnener Studien besteht jedoch die Gefahr, dass in Zukunft auch die Zahl der Studienabschlüsse sinken könnte. Zudem sind die Studien im MINT-Fokusbereich (Ingenieurwissenschaften plus Informatik) stark auf Wien, die Steiermark und mit Abstrichen Oberösterreich konzentriert, insgesamt 83 Prozent der Studien werden in diesen drei Bundesländern belegt. In Salzburg und Tirol ist der Technik- und Informatikfokus deutlich geringer.⁶⁶

Der starke Rückgang begonnener Bachelor- und Diplomstudien betrifft insbesondere die Studiengruppe »Ingenieurwesen und verarbeitendes Gewerbe« an öffentlichen Universitäten (etwa Wirtschaftsingenieurwesen – Maschinenbau, Petroleum Engineering, Maschinenbau). Die selektiven Aufnahmeverfahren in Informatik an öffentlichen Universitäten haben die davor steigenden AnfängerInnenzahlen bei ihrer erstmaligen Durchführung im Studienjahr 2016/2017 deutlich reduziert. Nach einem leichten Anstieg liegen sie noch leicht unter dem Niveau des Studienjahres 2015/2016. Währenddessen gab es in diesem Bereich starke Zuwächse an den Fachhochschulen. Informatik und Kommunikationstechnologie ist auch das einzige der in dieser Studie behandelten MINT-Ausbildungsfelder, in dem die Zahl der prüfungsaktiven Studien an öffentlichen Universitäten in den letzten Jahren gesteigert werden konnte. In

⁶⁶ Vgl. Binder et al. 2021.

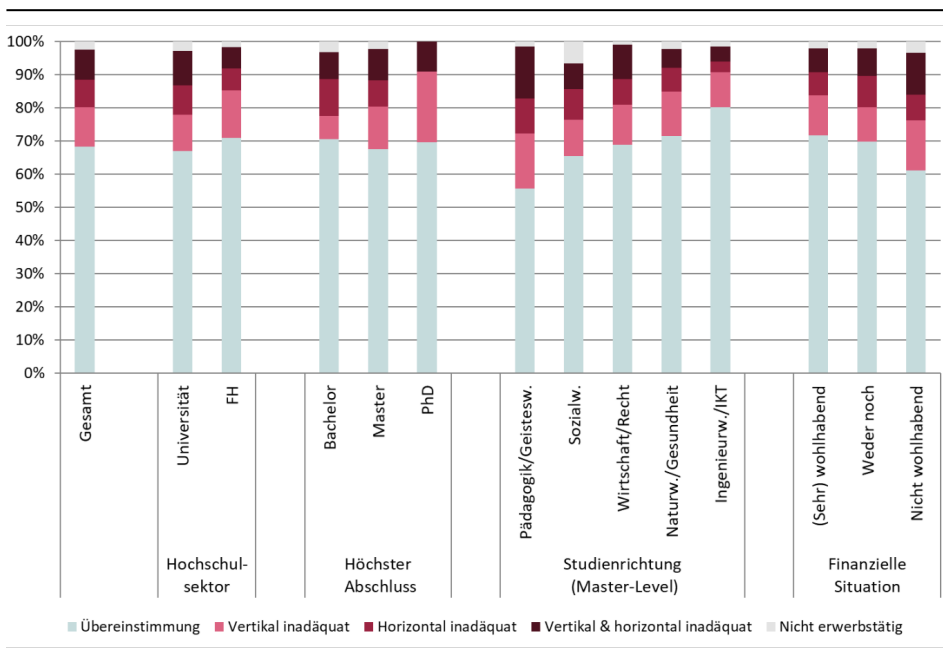
Ingenieurwesen ist die Zahl abgeschlossener Masterstudien sowohl an öffentlichen Universitäten als auch an Fachhochschulen deutlich stärker gestiegen als die Anzahl abgeschlossener Bachelorstudien.

Die Piloterhebung »Eurograduate« kam auch zu dem Ergebnis, dass AbsolventInnen von »Technik und Ingenieurwesen« sowie »Naturwissenschaften und Gesundheit« am zufriedensten mit der Vorbereitung durch ihren Studiengang auf die Arbeitswelt sind.⁶⁷ Der Eurograduate-Pilotsurvey kam auch zu dem Ergebnis, dass vier Faktoren einen wesentlichen Einfluss darauf haben, dass AbsolventInnen mit hoher Wahrscheinlichkeit einen Arbeitsplatz haben, der dem Ausbildungsniveau entspricht und zum Fachgebiet passt. Diese Faktoren sind:⁶⁸

- die Situation auf dem nationalen Arbeitsmarkt;
- Berufs- bzw. Praxiserfahrung während des Studiums;
- die sozioökonomische Positionierung der Eltern;
- Abschluss in einem MINT-Studienfeld.

Die folgende Abbildung zeigt, dass diese Faktoren auch für Österreich wirksam sind.

Abbildung 28: Mismatch fünf Jahre nach Studienabschluss (2012/2013-Kohorte, Österreich)



Quelle: Unger/Jühlke 2020, Seite 25. Nur AbsolventInnen, die zur Erwerbsbevölkerung zählen

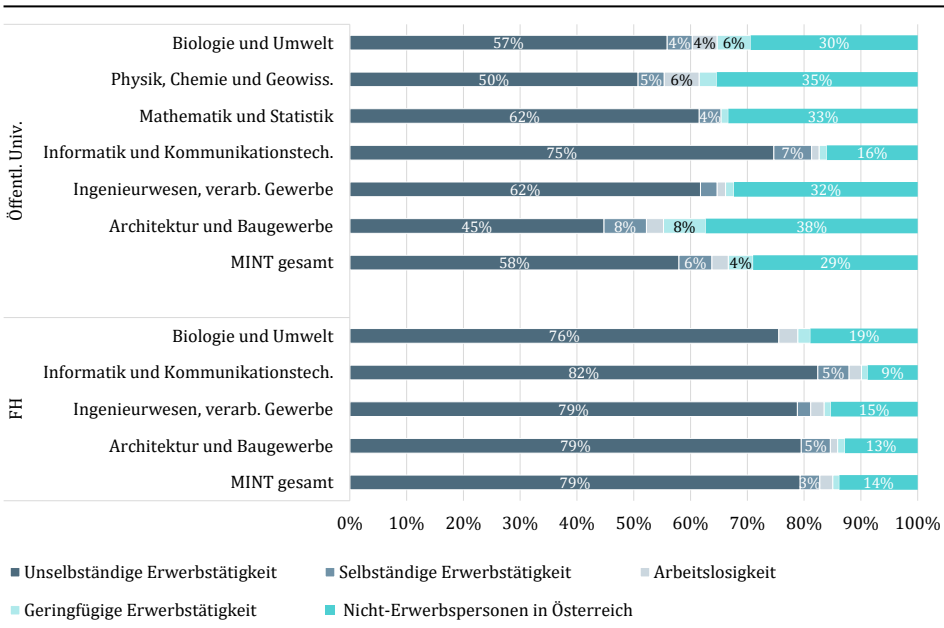
⁶⁷ Vgl. Eurograduate 2020, Seite 7.

⁶⁸ Vgl. Eurograduate 2020, Seite 9.

Für Österreich zeigte die Piloterhebung,⁶⁹ dass fünf Jahre nach dem Studienabschluss 76 Prozent aller erwerbstätigen AbsolventInnen im Rahmen einer Vollzeitstelle beschäftigt sind, und zwar 88 Prozent der männlichen und 67 Prozent der weiblichen Absolventen. Unter den AbsolventInnen von Fachhochschulen ist der Anteil an Vollbeschäftigungen noch höher –, was zum Teil auf das unterschiedliche Fächerspektrum in den Sektoren zurückzuführen ist. Dabei ist der Anteil der Vollzeitbeschäftigten unter den AbsolventInnen aus dem Bereich »Ingenieurwissenschaften / IKT« mit 93 Prozent auf Vollzeitbasis Beschäftigter am höchsten. IngenieurInnen bzw. IKT-Fachkräfte verfügen zudem wenig überraschend fünf Jahre nach Studienabschluss im Vergleich zu AbsolventInnen anderer Studienrichtungen ein deutlich höheres Einkommen.

Auch hinsichtlich eines möglichen Mismatch sind IngenieurInnen und IKT-AbsolventInnen gegenüber AbsolventInnen anderer Studienfelder günstiger positioniert: Insgesamt berichten 20 Prozent von ihnen über einen Mismatch, 15 Prozent geben an, für ihre Arbeitsstelle überqualifiziert zu sein. Am höchsten ist der Mismatch unter AbsolventInnen in Pädagogik und Geisteswissenschaften (43 Prozent), wobei über 30 Prozent der Ansicht sind, für ihre derzeitige Tätigkeit überqualifiziert zu sein. Die anderen Studienfelder liegen zwischen diesen beiden Extremen.

Abbildung 29: Bachelorstudien: Arbeitsmarktstatus 36 Monate nach dem Abschluss, nach Studiengruppe



Quelle: Binder et al. 2021, Seite 162. Uni- und FH-AbsolventInnen ordentlicher Studien der Studienjahre 2008/2009 bis 2014/2015, die zum Abschlusszeitpunkt unter 35 Jahre alt waren und ihren ordentlichen Wohnsitz in Österreich haben

⁶⁹ Vgl. Unger / Jühlke 2020.

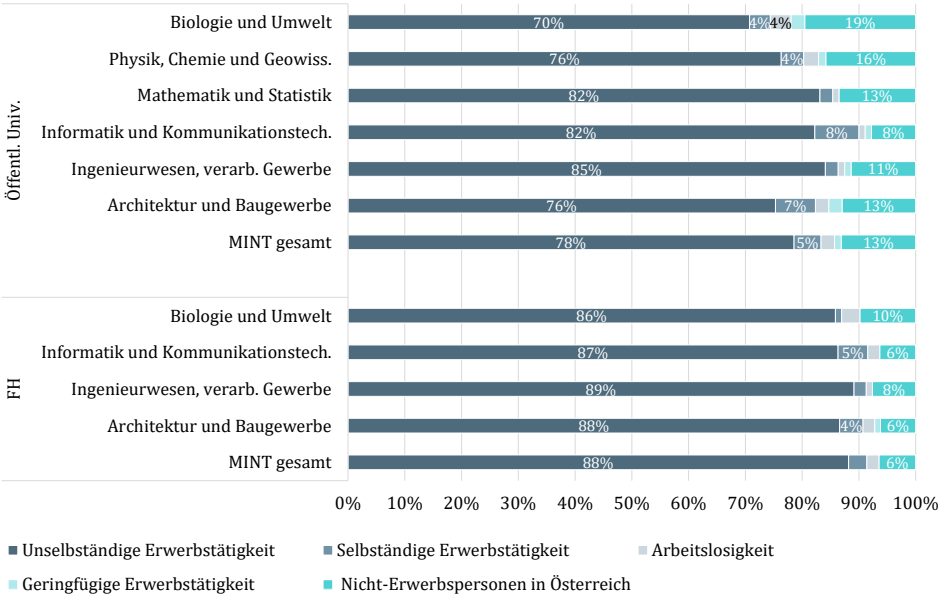
Da die Mehrheit der MINT-BachelorabsolventInnen danach in ein Masterstudium übertritt, liegt den Analysen zu ihrem Arbeitsmarkteinstieg nur ein Bruchteil der AbsolventInnen zugrunde. Drei Jahre nach Abschluss sind 58 Prozent der MINT-BachelorabsolventInnen an österreichischen Universitäten unselbständig und sechs Prozent selbständig beschäftigt.⁷⁰ An Fachhochschulen ist der Anteil unselbständig erwerbstätiger MINT-BachelorabsolventInnen mit 79 Prozent höher, der Anteil selbständig Beschäftigter mit drei Prozent niedriger als an Universitäten. Auch die Anteile Arbeitsloser und geringfügig Beschäftigter sowie der Nicht-Erwerbspersonen sind an Fachhochschulen niedriger als an Universitäten. In beiden Hochschulsektoren sind Personen mit einem Informatik-Bachelorabschluss häufiger erwerbstätig als AbsolventInnen anderer Studiengruppen (siehe Abbildung 29).

Die verfügbaren Daten zu den Master- und DiplomabsolventInnen sind aussagekräftiger. Die Mehrheit der Master- und DiplomabsolventInnen ist unselbständig erwerbstätig: An öffentlichen Universitäten sind es 78 Prozent der AbsolventInnen in MINT-Fächern und sogar 84 Prozent der Graduierten im MINT-Fokusbereich. Weitere fünf Prozent der MINT-AbsolventInnen sind selbständig, zwei Prozent arbeitslos, und 13 Prozent sind Nicht-Erwerbspersonen. In allen übrigen Ausbildungsfeldern sind etwas weniger AbsolventInnen unselbständig erwerbstätig (74 Prozent) und mehr AbsolventInnen selbständig (sechs Prozent), arbeitslos (vier Prozent) oder Nicht-Erwerbspersonen (15 Prozent). An Fachhochschulen sind 88 Prozent der MINT-AbsolventInnen unselbständig und drei Prozent selbständig erwerbstätig. Auch hier ist der Anteil an Erwerbstätigkeiten in den übrigen Ausbildungsfeldern deutlich geringer (82 Prozent unselbständig, vier Prozent selbständig).

An Fachhochschulen zeigen sich kaum, an öffentlichen Universitäten jedoch große Unterschiede zwischen den MINT-Ausbildungsfeldern (siehe Abbildung 30): Der Anteil unselbständig Beschäftigter ist unter den AbsolventInnen in Ingenieurwesen (85 Prozent), Informatik (82 Prozent) sowie Mathematik und Statistik (82 Prozent) deutlich höher als in Architektur und Baugewerbe (76 Prozent), Physik, Chemie und Geowissenschaften (76 Prozent) sowie Biologie und Umweltkunde (70 Prozent). Im Gegenzug sind die Anteile an Arbeitslosen, geringfügig Beschäftigten und Nicht-Erwerbspersonen in den erstgenannten Fächern niedriger als in den zweitgenannten. Die höchsten Selbständigenraten haben die UniversitätsabsolventInnen in Informatik (acht Prozent) sowie in Architektur und Baugewerbe (sieben Prozent). Diese Unterschiede sind teilweise auf unterschiedliche Geschlechteranteile bei den AbsolventInnen zurückzuführen. Männer haben unabhängig vom Studienfach höhere Erwerbstätigenquoten und sind insbesondere im MINT-Fokusbereich überproportional vertreten.

⁷⁰ Vgl. Binder et al. 2021, Seite 162.

Abbildung 30: Master- und Diplomstudien: Arbeitsmarktstatus 36 Monate (drei Jahre) nach dem Abschluss, nach Ausbildungsfeldern



Quelle: Binder et al. 2021, Seite 38. Universitäts- und FH-AbsolventInnen ordentlicher Studien der Studienjahre 2008/2009 bis 2014/2015, die zum Abschlusszeitpunkt unter 35 Jahre alt waren und ihren ordentlichen Wohnsitz in Österreich haben

5.1 Frauen in MINT-Studien und MINT-Berufen

Unternehmensbefragungen weisen immer wieder den hohen Fachkräftebedarf im MINT-Bereich aus. Aktuell zeigen etwa Dornmayr und Riepl (2022) für das Jahr 2022 auf, dass insbesondere der Fachkräftebedarf im Bereich der Metallproduktion, der Herstellung von elektrischen und elektronischen Geräten inklusive Medizintechnik und bei den EDV- und IT-DienstleisterInnen zunehmen wird. Maßnahmen wie die Schaffung von Angeboten zur Erhöhung der Erwerbsbeteiligung von Frauen (z. B. flexible Kinderbetreuung) werden als zentral für die kurz- bis mittelfristige Deckung des Fachkräftebedarfes gesehen.

Frauen haben in den letzten Jahrzehnten sehr aktiv an der Höherqualifizierung partizipiert, 2022 waren rund 54 Prozent der Erwerbstätigen in akademischen Berufen weiblich (2011: 51 Prozent). Diese Beteiligung gilt jedoch nicht für die technisch orientierten Studienrichtungen. Nach Daten der Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung (AKE) lag 2022 der Anteil der Frauen in der akademischen Berufsgruppe der Naturwissenschaftler, Mathematiker und Ingenieure <21> bei 29,0 Prozent (2011: 26,3 Prozent). Das bedeutet gleichzeitig, dass beinahe ein Vier-

tel (22,8 Prozent) der Männer in akademischen Berufen einem MINT-Beruf nachgehen, aber nur acht Prozent der Frauen (siehe Tabelle 5). Noch deutlicher ist der Abstand bei den IKT-Berufen: 23,1 Prozent der Männer und 3,9 Prozent der Frauen in akademischen Berufen sind in IKT-Berufen erwerbstätig. In Summe bedeutet das auf der Ebene der akademischen Berufe, dass beinahe jeder zweite Mann in einem naturwissenschaftlich-technisch orientierten Beruf erwerbstätig ist, aber nur knapp jede neunte Frau. Ähnlich verhält sich die Situation bei den nicht-akademischen ingenieurtechnischen und vergleichbaren Fachkräften <31>: Hier lag der Frauenanteil 2022 bei 8,5 Prozent (2011: 8,8 Prozent).

Tabelle 5: Erwerbstätige Männer und Frauen in MINT-Berufs(-unter-)gruppen (ISCO-08), 2022

ISCO-08 Berufsgruppen / Berufsuntergruppen	Erwerbstätige			Anteil Frauen
	Männer	Frauen	Gesamt	
Naturwissenschaftler, Mathematiker und Ingenieure <21>	97.900	39.900	137.700	29,0 %
Physiker, Chemiker, Geologen und verwandte Berufe <211>	5.900	3.400	9.400	36,2 %
Mathematiker, Versicherungsmathematiker und Statistiker <212>	1.200	1.500	2.700	**
Biowissenschaftler <213>	4.900	3.000	7.900	38,0 %
Ingenieurwissenschaftler (ohne Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikation) <214>	44.400	10.000	54.400	18,4 %
Ingenieure in den Bereichen Elektrotechnik, Elektronik und Telekommunikationstechnik <215>	18.900	1.800	20.600	8,7 %
Architekten, Raum-, Stadt- und Verkehrsplaner, Vermessungsingenieure und Designer <216>	22.600	20.100	42.700	47,1 %
Ingenieurtechnische und vergleichbare Fachkräfte <31>	198.900	18.400	217.300	8,5 %
Material- und ingenieurtechnische Fachkräfte <311>	145.000	15.000	160.100	9,4 %
Produktionsleiter im Bergbau, bei der Herstellung von Waren und im Bau <312>	40.000	1.900	41.900	4,5 %
Techniker in der Prozesssteuerung <313>	4.300	400	4.700	**
Biotechniker und verwandte technische Berufe <314>	4.400	900	5.400	**
Schiffsführer, Flugzeugführer und verwandte Berufe <315>	5.100	100	5.200	**

Quelle: Statistik Austria, Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung. Eigene Darstellung, eigene Berechnungen. Werte unter 3.000 nicht interpretierbar, Werte unter 6.000 mit hoher Unsicherheit. ** Aufgrund geringer Zahlen keine sinnvolle Aussage möglich

Trotz zahlreicher Versuche, die geschlechtsspezifischen Muster im (Aus-)Bildungssystem zu reduzieren, sind diese offenkundig in hohem Ausmaß veränderungsresistent. Dabei zeigt sich

bereits im Bildungssystem, dass sich geschlechtsspezifische Disparitäten nicht nur entlang der MINT-Fächer ausgebildet haben, sondern auch innerhalb des technisch-naturwissenschaftlichen Bereiches noch einmal eine Segmentierung stattfindet. Das lässt sich – analog zu den Trends in der Beschäftigung – auch auf der Ebene der Berufsbildenden Höheren Schulen (BHS) und der Hochschulstudien zeigen. So betrug der Frauenanteil an allen Technischen und Gewerblichen Höheren Schulen im Schuljahr 2020/2021 in Österreich 40 Prozent, dieser reduziert sich bei Betrachtung ausschließlich der Höheren Technischen und Gewerblichen Lehranstalten (HTL) im engeren Sinne, also jener mit ausschließlich technischen Ausbildungen, auf 17 Prozent. Bei einer detaillierteren Betrachtung der Geschlechterverteilung nach HTL-Fachbereichen ergibt sich so also ein differenziertes Bild, das sich auch am Beispiel einzelner Schulen aufzeigen lässt. Exemplarisch führen Bergmann / Meyer et al. (2023) die HTL Dornbirn an: In der HTL Dornbirn wurde im Schuljahr 2020/2021 die HTL für Wirtschaftsingenieurwesen – Betriebsinformatik mehrheitlich von Burschen besucht (93 Prozent), während im Fachbereich »HTL Chemieingenieurwesen« der Mädchenanteil bei vergleichsweise hohen 41 Prozent lag.⁷¹

Ein ähnliches Bild zeigt sich im Segment der MINT-orientierten tertiären Studien. In einer studienübergreifenden Berechnung beziffern Binder et al. (2021) den Frauenanteil im MINT-Fokusbereich mit 20 Prozent (öffentliche Universitäten, Studienjahr 2018/2019) bzw. 23 Prozent (Fachhochschulen, Studienjahr 2017/2018). Dabei sind die Frauenanteile wiederum sehr unterschiedlich: Hohe Frauenanteile weisen etwa die Studienrichtungen »Ernährungswissenschaften« (80 Prozent) und »Molekulare Biologie« (69 Prozent) an öffentlichen Universitäten auf, während die Frauenanteile insbesondere in den Studienrichtungen »Telematik« (zehn Prozent) sowie »Maschinenbau« und »Mechatronik« (jeweils neun Prozent) besonders niedrig sind. Im dem rund um das Thema »Digitalisierung« zentralen Studium der Informatik und Kommunikationstechnologie beträgt der Anteil weiblicher Studierender 19 Prozent. Ähnlich wie an öffentlichen Universitäten liegt auch an Fachhochschulen der Frauenanteil im Bereich »Biologie und Umwelt« deutlich über der Hälfte (56 Prozent), während in den FH-Studienrichtungen mit Fokus auf »Kraftfahrzeuge, Schiffe und Flugzeuge« (sieben Prozent), »Maschinenbau und Metallverarbeitung« (Vollzeit) (zehn Prozent) sowie »Elektronik und Automation« (berufsbegleitend) (elf Prozent) besonders niedrige Frauenanteile registriert werden. Ähnlich stellt sich auch der Frauenanteil im Studienbereich »Informatik und Kommunikationstechnologie« mit 21 Prozent dar.

Selbst innerhalb einer Disziplin gibt es nach spezifischen Fachunterteilungen große Differenzen, etwa im Bereich »Architektur und Baugewerbe«: Während die Studiengänge »Landschaftsplanung und Landschaftspflege« sowie »Architektur« mit Anteilen von 62 bzw. 52 Prozent frauendominiert sind, sind die Frauenanteile in den Studiengängen »Kulturtechnik und Wasserwissenschaft« (24 Prozent) sowie »Bauingenieurwesen« (25 Prozent) vergleichsweise niedrig.⁷²

⁷¹ Vgl. Bergmann / Meyer et al. 2023, Seite 16 f.

⁷² Vgl. Binder et al. 2021, Seite 176.

Darüber hinaus zeigen die Daten der Studierenden-Sozialerhebung, dass Frauen nicht nur deutlich seltener ein MINT-Fokusbereich-Studium aufnehmen als ihre männlichen Kollegen, sondern dieses auch seltener abschließen. Damit liegen die Erfolgsquoten der Frauen in MINT-Fokusbereich-Studien unter jenen der Männer. Dieser Geschlechterunterschied zeigt sich insbesondere in Informatik an öffentlichen Universitäten, wo die Erfolgsquote der Männer (28 Prozent) nach 13 Semestern 1,7-mal so hoch ist wie jene der Frauen (17 Prozent). Außerdem brechen Frauen auch häufiger und früher ihr Studium ab als Männer, daher ist auch deren Verweildauer im begonnenen Studium kürzer. Auch an Fachhochschulen ist eine Geschlechterdifferenz in den Erfolgsquoten vor allem in Informatik zu beobachten, allerdings ist der Unterschied weniger stark ausgeprägt: Männer beenden an Fachhochschulen ihr Studium »nur« 1,2-mal so häufig wie Frauen (Vollzeit: 66 Prozent vs. 55 Prozent, berufsbegleitend: 57 Prozent vs. 47 Prozent).⁷³

Im ingenieurwissenschaftlichen Bereich hängen die Unterschiede der Erfolgsquoten stark mit der betrachteten Studienrichtung zusammen, wobei sich grundsätzlich sagen lässt, dass Frauen vor allem in Fächern mit besonders niedrigen Frauenanteilen deutlich schlechter abschneiden als Männer: In Studienrichtungen wie »Mechatronik«, »Elektrotechnik« und »(Wirtschafts)ingenieurwesen – Maschinenbau« schließen Männer an öffentlichen Universitäten sogar bis zu doppelt so häufig ihr Studium ab wie Frauen. An Fachhochschulen ist der Unterschied in »Elektronik und Automation«, wo die Erfolgsquote der Männer 1,3-mal so hoch ist wie jene der Frauen, am stärksten ausgeprägt. In diesem Zusammenhang zeigt sich auch, dass Frauen nach Abbruch eines MINT-Fokusbereich-Studiums deutlich häufiger ein anderes Studium aufnehmen als Männer (27 Prozent vs. 13 Prozent in der Informatik, 23 Prozent vs. 15 Prozent im Ingenieurwesen). Es handelt sich daher tatsächlich häufiger um Studienwechsel und nicht um Studienabbrüche, die etwa durch Pull-Faktoren des Arbeitsmarktes verursacht werden. Bemerkenswert erscheint, dass die Geschlechterunterschiede im MINT-Fokusbereich unter BildungsinländerInnen viel stärker ausgeprägt sind als unter BildungsausländerInnen bzw. unter BildungsausländerInnen nahezu gänzlich verschwinden.

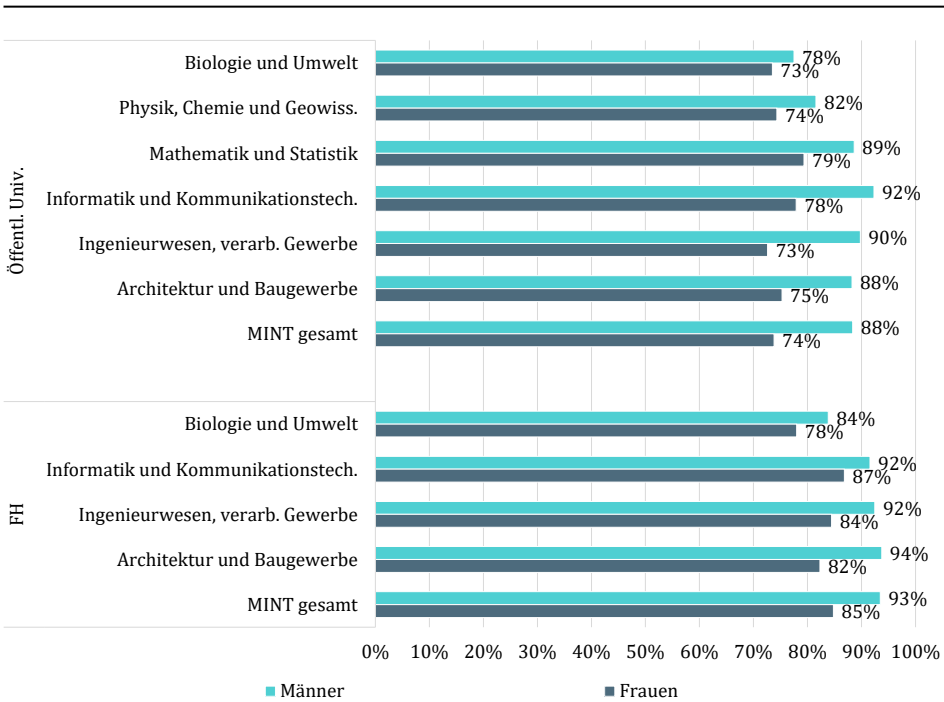
Als ein Erklärungsfaktor für die Geschlechterunterschiede an den Hochschulen bietet sich die unterschiedliche schulische Vorbildung von Frauen und Männern im MINT-Fokusbereich an. Die Erfolgsquoten von HTL-MaturantInnen im MINT-Fokusbereich sind deutlich höher als jene von AHS-MaturantInnen.⁷⁴ Insgesamt haben Frauen in den MINT-Fokusbereich-Studien jedoch häufiger eine AHS-Matura (52 Prozent vs. Männer 30 Prozent) und seltener eine HTL-Matura (acht Prozent vs. Männer 37 Prozent). Doch selbst wenn Frauen und Männer mit der gleichen schulischen Vorbildung verglichen werden, bleiben diese Unterschiede bestehen.

⁷³ Vgl. Dibiasi et al. 2021.

⁷⁴ Vgl. Dibiasi et al. 2021, Seite 55 ff.

Dieses Bild wiederholt sich bei der Beschäftigung. Ein Blick auf die Frauenanteile in den einzelnen (den Berufen übergeordneten Kategorien) zeigt nach wie vor ein deutliches Bild. Während auf der Ebene der Hilfskräfte noch knapp ein Drittel der Beschäftigten weiblich ist, stellt sich die Situation in den Fachbereichen segregierter dar: Teilweise liegt der Frauenanteil hier im einstelligen Bereich. Nicht zuletzt aufgrund stark weiblich konnotierter Fächer, wie z. B. Biologie, sind in Berufen rund um Naturwissenschaft, Mathematik und Ingenieurwesen über ein Viertel der Beschäftigten weiblich. Wird auf ingenieurtechnische und vergleichbare Fachkräfte fokussiert, fällt der Anteil auf rund zehn Prozent; ähnlich stellt es sich bei Handwerks- und verwandten Berufen (8,5 Prozent), bei BedienerInnen von Anlagen und Maschinen sowie bei Montageberufen (12,1 Prozent) dar. Bei MetallarbeiterInnen, MechanikerInnen und verwandten Berufen liegt der Frauenanteil unter fünf Prozent.⁷⁵

Abbildung 31: Master- und Diplomstudien: Erwerbstätigenquote 36 Monate (drei Jahre) nach dem Abschluss, nach Ausbildungsfeldern und Geschlecht



Quelle: Binder et al. 2021, Seite 40. Universitäts- und FH-AbsolventInnen ordentlicher Studien der Studienjahre 2008/2009 bis 2014/2015, die zum Abschlusszeitpunkt unter 35 Jahre alt waren und ihren ordentlichen Wohnsitz in Österreich haben

⁷⁵ Vgl. Bergmann et al. 2021.

Dabei zeigt sich, dass Frauen, wie auf allen Bildungsstufen,⁷⁶ auch bei den HochschulabsolventInnen niedrigere Erwerbstätigenquoten haben als Männer. Auffällig ist hierbei, dass die Geschlechterunterschiede im MINT-Bereich an öffentlichen Universitäten (Master / Diplom: weiblich 74 Prozent vs. männlich 88 Prozent; Doktorat: weiblich 67 Prozent vs. männlich 84 Prozent) deutlich größer sind als in anderen Ausbildungsbereichen an öffentlichen Universitäten und an Fachhochschulen. Besonders prononciert sind die Geschlechterunterschiede bei den Erwerbstätigenquoten der Master- und DiplomabsolventInnen an öffentlichen Universitäten in Ingenieurwesen (17 Prozentpunkte), Informatik (14 Prozentpunkte) und Architektur (13 Prozentpunkte), am geringsten sind sie im Bereich »Biologie und Umwelt« an öffentlichen Universitäten (vier Prozentpunkte) sowie in Informatik an Fachhochschulen (fünf Prozentpunkte; siehe Abbildung 31). Außerdem zeigt sich, dass die hohe Erwerbstätigenquote im Ingenieurwesen nur bei den Absolventen besteht – Absolventinnen dieses Ausbildungsfeldes sind im MINT-Vergleich sogar unterdurchschnittlich erwerbstätig.

Studien zeigen, dass der relativ geringe Frauenanteil in technischen Berufsfeldern nicht nur mit der vorangegangenen Ausbildungssituation in Zusammenhang steht, sondern teilweise Frauen nach einigen Berufsjahren wieder aus diesen Feldern »aussteigen«, da die als »oft sehr rau« wahrgenommene Betriebskultur bzw. die schwierige Vereinbarkeit mit Betreuungspflichten vor allem (aber längst nicht nur) Frauen in andere Berufsfelder wechseln lässt.⁷⁷ Relativ aktuelle Auswertungen zeigen auch, dass die Möglichkeit, in männerdominierten Berufsfeldern einer Teilzeitbeschäftigung nachzugehen, im Verhältnis zu frauendominierten Berufsfeldern sinkt⁷⁸ – ein Umstand, der diese Berufsfelder für viele Personen mit Betreuungspflichten unattraktiver macht.

Fakt ist, dass sich das stark segregierte Ausbildungs- und Berufssystem in Österreich auf allen Ausbildungsebenen (wenn auch mit Abstufungen) abbildet und sich auf den Arbeitsmarkt besonders eklatant niederschlägt. Frauen sind in vielen technischen Berufsfeldern und damit auch in vielen, der im Kontext von Ökologisierung und Digitalisierung als Zukunftsberufe gesehenen Bereichen aktuell immer noch eine Minderheit. Ihlen et al. (2017) weisen darauf hin, dass das männliche Image von Technik und stark männlich geprägte Fachkulturen den Blick für die sozialen und kreativen Bezüge von MINT-Berufen verstellen und selbst technikinteressierte Mädchen davon abhalten, diesbezügliche Berufswünsche zu entwickeln. Sie zeigen anhand verschiedener Beispiele, wie stark Berufsbezeichnungen das Image von Berufen beeinflussen bzw. umgekehrt ihren geschlechtsspezifischen Selektionsprozessen entgegenwirken können(t)en.

Der Frauenanteil im MINT-Fokusbereich ist zwar in den letzten Jahren geringfügig angestiegen, ist aber weiterhin sehr niedrig bei 20 Prozent (öffentliche Universitäten) bzw. 23 Pro-

⁷⁶ Vgl. OECD 2020, Seite 98.

⁷⁷ Vgl. Schneeweiß 2016.

⁷⁸ Vgl. Frisch 2018.

zent (Fachhochschulen), in einigen Studienrichtungen liegt er gar unter zehn Prozent (z. B. Maschinenbau, Mechatronik, Montanmaschinenbau). Sowohl an öffentlichen Universitäten als auch an Fachhochschulen ist der Anteil der StudienanfängerInnen mit HTL-Matura in den MINT-Fokusfächern Ingenieurwesen und verarbeitendes Gewerbe sowie in Informatik und Kommunikationstechnologie, aber auch in der Architektur und im Baugewerbe überdurchschnittlich hoch. AnfängerInnen mit Berufsreife- oder Studienberechtigungsprüfung sind in MINT-Studien an öffentlichen Universitäten im Vergleich zu den anderen Ausbildungsfeldern unter-, an Fachhochschulen wegen des großen berufsbegleitenden Angebotes hingegen überrepräsentiert. Seit Einführung der selektiven Aufnahmeverfahren in Informatik an öffentlichen Universitäten 2015/2016 ist der Frauenanteil sowie der Anteil an StudienanfängerInnen aus nicht-akademischen Elternhaus und mit nicht-traditionellem Hochschulzugang deutlich gesunken.⁷⁹

Im Gegensatz zu allen anderen Ausbildungsfeldern haben Frauen im MINT-Fokusbereich deutlich niedrigere Erfolgsquoten als Männer. Diese Unterschiede sind in Fächern mit niedrigen Frauenanteilen an öffentlichen Universitäten (z. B. Mechatronik, Wirtschaftsingenieurwesen, Maschinenbau, Elektrotechnik) besonders prononciert. Studierende mit HTL-Matura haben im MINT-Fokusbereich deutlich höhere Erfolgsquoten, so insbesondere im Hinblick auf akademische Ausbildungen in der Informatik und in den Kommunikationstechnologien.

5.2 MINT-Berufe und der Fachkräftemangel

Die European Labour Authority (ELA) widmet sich in einer jüngsten Studie der Frage des Fachkräftemangels und hier insbesondere auch des Mangels an MINT-Fachkräften. Die wichtigsten Ergebnisse sind:⁸⁰

- Insgesamt 28 Berufe, die 14 Prozent der Arbeitskräfte in der EU im Jahr 2020 (27 Millionen) beschäftigen, wurden als Mangelberufe eingestuft, für 19 Berufe wurde ein Mangel von hohem Ausmaß eingestuft.
- Dabei handelt es sich überwiegend um Berufe des Gesundheitswesens und um MINT-Berufe.
- Mangelberufe zeichnen sich durch einen Anteil an weiblicher Beschäftigung aus, der deutlich unter dem Gesamtanteil der Frauenbeschäftigung liegt.
- Die meisten Beschäftigten in Mangelberufen hatten ein mittleres Bildungsniveau; der Anteil derjenigen mit höherem Bildungsniveau lag etwas unter dem Durchschnitt aller Berufe, ebenso wie der Anteil der Beschäftigten mit einem niedrigeren Bildungsniveau.

⁷⁹ Vgl. Binder et al. 2021.

⁸⁰ Vgl. ELA 2021.

- Viele dieser Engpässe waren allgegenwärtig; folglich war das Potenzial für den Ausgleich von Engpässen mit Überschüssen über die Grenzen hinweg begrenzt. Dennoch deuten die Daten darauf hin, dass ein Potenzial für einen Ausgleich in bestimmten lokalen Nischenmärkten besteht.
- Die Ergebnisse liefern einige Hinweise darauf, dass Arbeitsmigration zur Linderung von Engpässen beitragen kann, doch sind weitere Forschung zu diesem Thema erforderlich.
- Die Ergebnisse belegen, dass die Pandemie den Mangel an Fachkräften im Gesundheitswesen und bei einigen anderen Qualifikationen, so insbesondere bei Werkzeugmachern und softwarebezogenen Qualifikationen, weiter verschärft hat.

Zu den Mangelberufen zählen Systemanalytiker, Softwareentwickler, App-Programmierer, Web- und Multimedia-Entwickler. Grundsätzlich ist der Mangel am drängendsten und in der EU am verbreitetsten in der Berufsgruppe der akademischen Berufe, also Berufe, die in den akademischen Berufen angesiedelt sind. Frauen sind in den meisten der Mangelberufe außerhalb des Gesundheitswesens sehr schwach vertreten, das gilt auch für die IT-bezogenen Berufe.

Die Zusammenhänge zwischen Arbeitskräftemangel und Arbeitskräfteüberschuss und wichtigen sozialen und wirtschaftlichen Trends, wie z.B. Digitalisierung und Klimawandel, erscheinen durchaus komplex. Die Ergebnisse der ELA (2021) ergänzen die Belege aus anderen Berichten, dass Qualifikationsdefizite in mehreren Berufen weit verbreitet ist, insbesondere im Bereich der MINT-Qualifikationen und im Gesundheitswesen. Diese Engpässe spiegeln zwar die Fortsetzung eines Trends wider, der bereits seit mehreren Jahren zu beobachten ist, doch deuten die Ergebnisse darauf hin, dass der Mangel in einigen Berufen wie dem Gesundheitswesen und der IT-Branche durch die Pandemie möglicherweise noch verschärft wurde.

Zweifellos spiegeln die in diesem Bericht ermittelten Arbeitskräftemängel und Arbeitskräfteüberschüsse wichtige strukturelle Entwicklungen in der europäischen Wirtschaft und Gesellschaft wider. Der Mangel an softwarebezogenen Qualifikationen spiegelt die rasche Verbreitung der Informationstechnologie in vielen verschiedenen Sektoren wider, während der Mangel an Fachkräften im Gesundheitswesen angesichts der Alterung der europäischen Bevölkerung und der erheblichen Fortschritte bei der Wirksamkeit medizinischer Verfahren zu erwarten ist.

Die grüne Agenda hat Auswirkungen auf die Nachfrage nach Qualifikationen und wird dies auch weiterhin tun. In diesem Zusammenhang ist es interessant, dass die Ergebnisse eine starke Nachfrage nach beruflichen Qualifikationen auf mittlerem Niveau zeigen, insbesondere in den Bereichen »Bauwesen« und ingenieurwissenschaftlichen Qualifikationen. Die Nachfrage nach einem nachhaltigeren Lebensstil hat Auswirkungen auf das Bauen, und viele der Fertigkeiten (Qualifikationen), die für die Errichtung von »traditionellen« Häusern oder Fabriken geeignet waren, eignen sich nicht für die Gebäude mit niedrigem oder gar keinem Kohlenstoffausstoß. Der Bericht zeigt, dass ein mittlerer Abschluss, so insbesondere, wenn es sich um eine berufliche Qualifikation im Bauwesen oder Ingenieurwesen handelt, mit besseren Beschäftigungsaussichten verbunden sein kann als einige geisteswissenschaftliche Studienabschlüsse.

Ein Blick in eine Cedefop-Studie aus dem Jahr 2016 zeigt, dass sich die Struktur des Fachkräftemangels in den letzten Jahren nicht wesentlich verändert hat. In dieser Studie wurden die fünf wichtigsten Mangelberufe genannt: IKT, Ärzte / Ärztinnen, MINT-Berufe sowohl auf der Sekundarstufe II als auch auf Hochschulniveau, KrankenpflegerInnen und Hebammen sowie LehrerInnen. Die vier wichtigsten Berufe stehen auch auf der Liste der am häufigsten gemeldeten Engpässe in dem ELA-Bericht.⁸¹

Als Hauptgrund für den Mangel an IKT- und MINT-Fachkräften in der EU identifizierte Cedefop bereits damals die im Vergleich zur Nachfrage zu niedrige Zahl an AbsolventInnen, und zwar sowohl auf Ebene des Sekundarbereiches II als auch auf Ebene der HochschulabsolventInnen. Zu wenige junge Menschen entscheiden sich für ein Hochschulstudium in den einschlägigen Fächern: Die Zulassungsvoraussetzungen und Abbruchquoten sind hoch, der Frauenanteil niedrig. In einigen EU-Ländern sinkt das Arbeitskräfteangebot in diesem Bereich durch einen »Braindrain«, da hochqualifizierte MINT-Fachkräfte wegen besserer Beschäftigungsaussichten in andere Staaten abwandern. Verschärft wird der Fachkräftemangel in diesem Bereich noch dadurch, dass bei unzureichendem Arbeitskräfteangebot gleichzeitig die Nachfrage nach MINT-Fachkräften steigt, weil diese in einer Vielzahl von Tätigkeitsfeldern einsetzbar sind. Diese Lücke werde immer größer, dazu tragen auch neue grüne Branchen bei. So benötigen beispielsweise ökologisches Bauen und die Produktion von Elektroautos ebenfalls MINT-Fachkräfte. Zudem werden laut Cedefop (2016) Berufe zunehmend anspruchsvoller. Neben ihrem fachtheoretischen und fachpraktischen Wissen müssen MINT-Fachkräfte immer häufiger auch über hochentwickelte Soft Skills verfügen, so etwa über vertiefte Fremdsprachenkenntnisse und Führungs-, Kommunikations-, Problemlösungs- sowie Projektmanagementkompetenzen.⁸²

Österreich liegt in Bezug auf den Fortschritt im digitalen Wandel insgesamt weiterhin im Mittelfeld der EU-Länder. Der Rückstand gegenüber den europäischen Spitzenreitern, den innovationsführenden Ländern Schweden, Finnland, Dänemark und Belgien, ist zum Teil beträchtlich, und zwar sowohl, was den Bereich der Infrastruktur und die Nachfrage nach ultraschnellem Breitband-Internet betrifft als auch hinsichtlich des Angebotes an IKT-Fachkräften, das in Österreich nach wie vor ausbaufähig ist.⁸³

2020 hatten in Österreich 31 Prozent aller AbsolventInnen im Tertiärbereich einen Abschluss in MINT-Fächern (Mathematik und Statistik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik / Ingenieurwissenschaften) vorzuweisen. Damit verfügt Österreich grundsätzlich über genügend Humankapital, das die für die digitale Transformation notwendigen Schlüsselfähigkeiten mitbringt. Innerhalb der EU wies 2020 nur Deutschland (36 Prozent) einen noch höheren Anteil auf. Im Vergleich dazu lag der EU-Durchschnitt bei 25 Prozent. Auch in

81 Vgl. ELA 2022; Cedefop 2016.

82 Vgl. Cedefop 2016.

83 Vgl. Bärenthaler-Sieber et al. 2022.

den Innovation-Leader-Ländern war der Anteil der MINT-Abschlüsse mit 26 Prozent deutlich geringer, auch wenn er im Vergleich zu 2019 um drei Prozentpunkte gesteigert werden konnte. Was den Anteil der Erwerbspersonen mit tertiärem Bildungsabschluss betrifft, schneidet Österreich im EU-Vergleich hingegen nur mittelmäßig ab (Rang 19). Nach 41 Prozent im Jahr 2016 verfügten 2021 knapp 44 Prozent der Erwerbspersonen im Alter von 25 bis 34 Jahren über einen tertiären Abschluss. Dieser Anteil entspricht dem EU-Durchschnitt (44 Prozent) und liegt deutlich unter dem Durchschnitt der innovationsführenden Länder (51 Prozent). Der Anteil der IKT-SpezialistInnen an der Gesamtbeschäftigung entsprach in Österreich 2021 ebenfalls dem EU-Durchschnitt (4,5 Prozent), war aber erheblich niedriger als in den Innovation-Leader-Ländern (6,7 Prozent). In Österreich legte der entsprechende Anteil seit 2016 nur um 0,3 Prozentpunkte zu, im Durchschnitt der innovationsführenden Länder dagegen um einen Prozentpunkt. Innerhalb der EU führten 2021 Schweden (acht Prozent) und Finnland (7,4 Prozent) das Länderranking an.

Der Arbeitsmarktbedarf an MINT-ExpertInnen ist für den MINT-Fokusbereich, also Technik und Informatik, deutlich höher als für die anderen Bereiche »Naturwissenschaften« und »Mathematik«. In vielen Unternehmensbefragungen wird vor allem eine Fachkräftelücke bei InformatikerInnen und TechnikerInnen gesehen, wobei hier auch HTL-AbsolventInnen oder nicht weiter spezifizierte Fachkräfte gesucht werden. Ob es eine solche Lücke tatsächlich gibt und wie groß sie tatsächlich wäre, lässt sich schwer quantifizieren. Jedenfalls ist ersichtlich, dass HochschulabsolventInnen des MINT-Fokusbereiches vergleichsweise gute Arbeitsmarktperspektiven haben: Dies zeigt sich an einer überdurchschnittlich häufigen Erwerbstätigkeit, einem überdurchschnittlichen Einkommen, einer kurzen Stellensuchdauer, häufigerer Erwerbstätigkeit in den Qualifikationen entsprechenden Beschäftigungsverhältnissen, seltenerer Mehrfachbeschäftigung und geringerer Arbeitslosigkeit. In den anderen MINT-Ausbildungsfeldern kommt es stark auf die Spezialisierungen an: In den Naturwissenschaften sind insbesondere technische und biotechnologische Kompetenzen vielversprechend. AbsolventInnen in Biologie und Umwelt sowie in Architektur haben häufig Probleme beim Jobeinstieg. Sonstige NaturwissenschaftlerInnen und MathematikerInnen haben sehr vielfältige berufliche Einsatzgebiete, ihre berufliche Situation stellt sich im Durchschnitt etwas besser dar als jene der BiologInnen, wobei AbsolventInnen der Physik, Chemie und Geowissenschaften nach ihrem Abschluss besonders häufig ins Ausland verziehen.⁸⁴

Während der Corona-Krise sank die Nachfrage nach Arbeitskräften 2020 stark. Dabei stieg die Arbeitslosigkeit von MINT-HochschulabsolventInnen in ähnlichem Ausmaß wie bei HochschulabsolventInnen anderer Fächer. Auch in vielen innovativen produzierenden Betrieben, in denen viele TechnikerInnen tätig sind, kam es zu Entlassungen und weniger Neuanstellungen. Eine Ausnahme davon ist Informatik und Kommunikationstechnologie: Diese Branche und die darin tätigen ExpertInnen zählen aufgrund des durch Home Office und Online-Konferen-

84 Vgl. Binder et al. 2021.

zen induzierten Digitalisierungsschubes zu den GewinnerInnen der Krise. Unabhängig von Covid-19 wird für die Zukunft davon ausgegangen, dass in allen Bereichen die Anforderungen des Arbeitsmarktes weiter steigen werden. Die fortschreitende Digitalisierung wird voraussichtlich weiterhin vor allem einfachere Arbeiten ersetzen. Zwar werden auch Tätigkeitsbereiche von MINT-ExpertInnen substituiert, dies könnte jedoch durch neu entstehende Arbeiten wettgemacht werden, sodass es sogar zu positiven Beschäftigungseffekten kommen könnte. Auch bei der wahrscheinlich größten Zukunftsherausforderung, der Eindämmung der Klimakrise, können technologische Innovationen hilfreich sein. Für MINT-ExpertInnen gibt es daher eine wachsende Anzahl von Green Jobs.⁸⁵

⁸⁵ Vgl. Binder et al. 2021.

6 Digitalisierung meets Ökologisierung

Sowohl die digitale als auch die ökologische Transformation beinhalten Entwicklungen in vielen unterschiedlichen Bereichen. Dazu gehören beispielsweise Robotik, Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen ebenso wie der Ausbau erneuerbarer Energien, Kohleausstieg, CO₂-Bepreisung und Verkehrswende. Diese Entwicklungen sind zudem vielfach nicht trennscharf voneinander abzugrenzen.⁸⁶

Digitale Technologien können als Katalysator für die grüne Transformation wirken. Daten und Datenanalyse gelten als das Rückgrat des grünen und digitalen Wandels.⁸⁷ Überwachung und Nachverfolgung können Informationen in Echtzeit liefern und als ein Katalysator für die Kreislaufwirtschaft dienen. Simulation und Vorhersagen können die Effizienz verbessern, so z.B. in Form von so genannten »Digitalen Zwillingen«, die den gesamten Lebenszyklus eines Produkts oder Prozesses simulieren können. Die Virtualisierung von Produktion und Verbrauch verändert Sektoren und reduziert die Umweltauswirkungen durch die Verlagerung von Wirtschaftstätigkeiten in das Internet, so insbesondere dann, wenn die digitalen Technologien energieeffizient und zirkulär sind. Durch den Einsatz digitaler Technologien kann das Systemmanagement die zunehmende Komplexität bewältigen und gleichzeitig den Betrieb optimieren, so z.B. in »intelligenten« Städten. Die Digitalisierung erweist sich auch als zusätzlicher Beschleunigungsfaktor, da dadurch neue Geschäftsmodelle und Plattformlösungen ermöglicht werden.

In den Städten können digitale Wassereffizienztechnologien mithilfe von Smart-City-Applikationen sowohl die Abläufe in der Wasserversorgung und -aufbereitung als auch in der Abwasserbehandlung optimieren. Sensoren können z. B. Lecks erkennen, durch die Wasser verloren geht, sie können Wasserverbrauch und Wasserdruck überwachen und Wartungsbedarf monitoren. Durch die Einbindung in ein intelligentes Netzwerk (Smart Grid) werden herkömmliche Wasserzähler überflüssig und Fernwartung möglich. Die Anwendungsmöglichkeiten reichen vom Grundwassermanagement über Wartung und Betrieb von Abwasserkanälen, Abwasserbehandlung und -wiederverwendung bis hin zur Bewirtschaftung von Badegewässern. Im ländlichen Raum, in der Agrar- und Forstwirtschaft, hat inzwischen ein breites Spektrum an digitali-

⁸⁶ Vgl. Lehmer / Janser / Schludi 2020.

⁸⁷ Vgl. Muench et al. 2022.

sierten Prozessen Einzug gehalten: von automatisierten Feld- und Forstbearbeitungssystemen mit Robotern, Drohnen oder selbstfahrenden Fahrzeugen über innovative Stalltechnik bis hin zur datenbasierten Präzisionslandwirtschaft. Dabei geht es beispielsweise um den sparsamen Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, um Verbesserungen in der Anbautechnik, um die Erzeugung öffentlicher Güter (Biodiversität, Integration von vielfältigen Landschaftselementen und deren Vernetzung) und um die Früherkennung von Umweltproblemen wie beispielsweise Bodenverdichtungen oder die Ausbreitung von Schädlingen.⁸⁸

Digitalisierung und Ressourceneffizienz gehen Hand in Hand. Digitalisierung macht Ressourceneffizienz messbar und Einsparpotenziale nutzbar. Durch einen höheren Digitalisierungsgrad bei Effizienzmaßnahmen lässt sich in Unternehmen ein höheres Maß an Ressourceneffizienz erreichen. Eine deutsche Studie zeigt, dass nur wenige Unternehmen bei den verschiedenen Ressourceneffizienzmaßnahmen bislang stark digitalisiert sind.⁸⁹ Fast jedes zweite Unternehmen glaubt, dass es bei optimaler Nutzung der technischen Möglichkeiten weitere Potenziale freisetzen könnte. Digitalisierung könnte hier ein wesentlicher Hebel sein. Häufig genutzte Maßnahmen zur Optimierung von Prozessen und Energieverbräuchen sowie bei der Verwendung neuer Techniken weisen auch am ehesten einen hohen Digitalisierungsgrad auf.

Eine Komponente der Ressourceneffizienz ist die Kreislaufwirtschaft. Um die Kreislaufwirtschaft einfacher und effektiver zu machen, will die EU im Zuge ihres Green Deals einen Digitalen Produktpass (DPP) einführen. Dazu sollen alle relevanten Informationen eines Produktes wie Hersteller, Material, Reparatur- und Entsorgungsmöglichkeiten digital erfasst und über das DPP-System transparent für alle am Produktlebenszyklus beteiligten Akteure zugänglich sein. Dieses Vorhaben stellt auch die digitale Reife der Unternehmen auf die Probe.⁹⁰

Die analytische Verarbeitung großer Datenmengen (Big Data) ist ein zentraler Bestandteil der Digitalisierung industrieller Geschäftstätigkeit. Es geht dabei nicht nur um die Verarbeitung gewaltiger, in hoher Geschwindigkeit generierter Datenmengen aus unterschiedlichsten Quellen. Big Data ist mit einem Paradigmenwechsel hin zu einem datengetriebenen Vorgehen verbunden. Dadurch werden Prozess-, Produkt- und Service-Optimierungen, sowie intelligente Steuerungen möglich, die erhebliche Wettbewerbsvorteile bringen. Da es sich dabei um sehr spezifisches Know-how handelt, wurde an der FH Joanneum von 2018 bis 2021 der Innovationslehrgang »Green Big Data« durchgeführt. Ziel war es, so genannte »Green Big Data Evangelisten« auszubilden, die in der Lage sind, Innovationen, Optimierungen, Services und Produkte mit, durch und für Big Data Analyse im Gebiet der Green Technologies erfolgreich voranzutreiben, entsprechende Projekte zu definieren und zu begleiten. Big Data ist auch die Basis für Entwicklung von KI-Anwendungen für das Umweltmanagement.

⁸⁸ Vgl. BMU 2021, Seite 56 f.

⁸⁹ Vgl. Negligan et al. 2021.

⁹⁰ Vgl. BMK 2023.

Die Möglichkeiten nützlicher Anwendungen sind also zahlreich, die Digitalisierung selbst kann jedoch auch Umweltbelastungen erhöhen. Sie verbraucht Strom und viele digitale Technologien sind ressourcenintensiv und erzeugen Abfall.⁹¹ Zudem können unerwünschte Nebeneffekte auftreten. So ist z. B. die verstärkte Nutzung neuer Mobilitätskonzepte, so insbesondere im urbanen Umfeld, erst durch Mobiles Internet und Big Data möglich geworden. Die einfache Buchung per Smartphone verhilft dem Carsharing und anderen alternativen Verkehrskonzepten zum Durchbruch.⁹² Die fortschreitende Digitalisierung steigert Verfügbarkeit, Qualität und Nutzungskomfort der Angebote, etwa durch die Bündelung von Angeboten auf einer Plattform. Zudem entstehen neue Geschäftsmodelle auf dem Gebiet »Smarte Mobilität«, wie z. B. das Car-Sharing. Dabei sind die Herausforderungen durchaus sehr komplex, denn die Umwelteffekte der Digitalisierung im Mobilitätssektor können zweischneidig sein: Zwar könnte zum einen die erhöhte Flexibilität durch ein so genanntes »Free-floating-Carsharing« – gerade in Verbindung mit autonomem Fahren – dazu führen, dass sich mehr Menschen gegen einen eigenen Pkw entscheiden. Andererseits treten diese Modelle in Konkurrenz zu energiesparenderen Fortbewegungsmitteln wie dem öffentlichen Nahverkehr oder dem Fahrrad. Darüber hinaus benötigt autonomes Fahren enorme Datenmengen, die den Energieverbrauch der Rechenzentren stark ansteigen lassen. Allein der weltweite Markt für Shared Mobility wächst mit 21 Prozent pro Jahr. Damit eine digitalisierte Mobilität auch die Nachhaltigkeit steigert, müssen die Weichen klug gestellt werden.⁹³ Desgleichen kann Telearbeit zwar Büroflächen einsparen, könnte aber dazu führen, dass Beschäftigte zu Hause separate Arbeitsräume einrichten und mehr Räume heizen oder kühlen müssen als im Büro.

Zudem wird davon ausgegangen, dass die umfassende Vernetzung von Geräten (Stichwort: Internet der Dinge) zu einem erheblichen Mehrverbrauch an Energie führt. Wissenschaftliche Studien gehen europaweit von bis zu 70 Terrawattstunden im Jahr aus. Wäre das weltweite Internet ein Land, hätte es nach China und den USA den dritthöchsten Stromverbrauch der Erde. Der Ausbau des 5G-Netzes wird ebenfalls zu einem höheren Energieverbrauch führen. Ziel muss es daher sein, die negativen Auswirkungen der Digitalisierung so gering wie möglich zu halten, so z. B. durch den konsequenten Umstieg auf erneuerbare Energien, und die Chancen der Digitalisierung zugunsten des Klimaschutzes bestmöglich zu nutzen.⁹⁴ Bemerkenswerterweise erhielt bei einer Befragung österreichischer innovativer Umweltunternehmen die Aussage »Die Digitalisierung führt zu einem höheren Energieverbrauch und höheren Energiekosten im Unternehmen« nur eine geringe Zustimmung.⁹⁵

⁹¹ Vgl. Muench et al. 2022; Lehmer / Janser / Schludi 2020.

⁹² Vgl. Lehmer / Janser / Schludi 2020.

⁹³ Vgl. BMU 2021, Seite 9 und Seite 14.

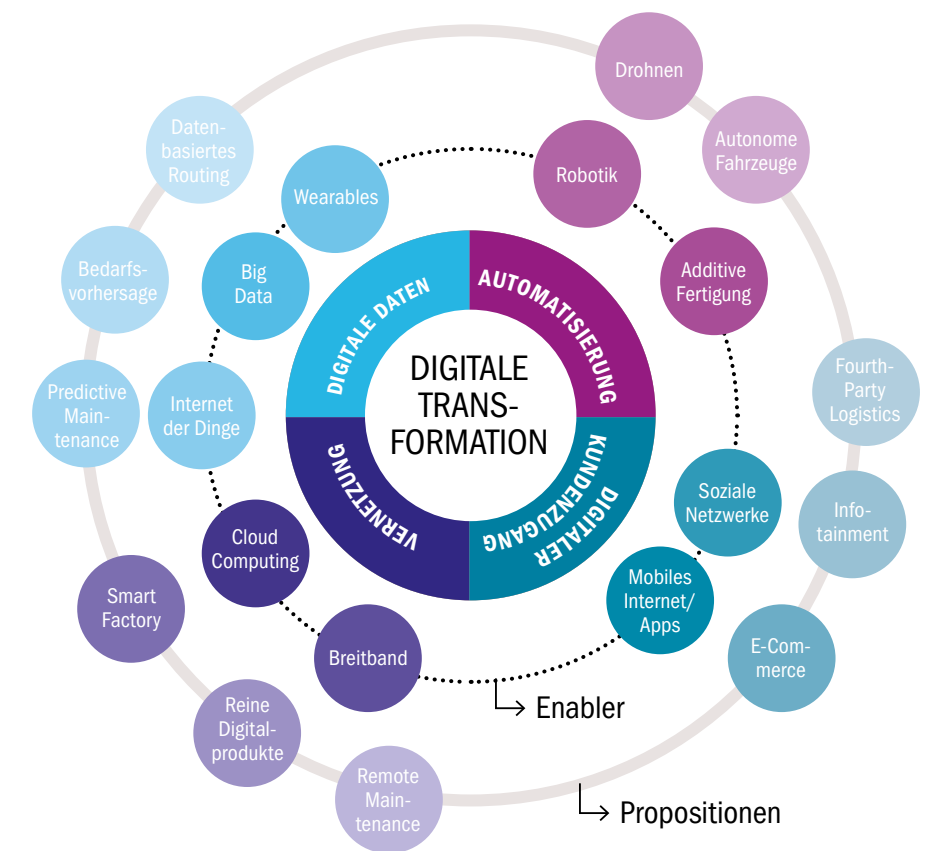
⁹⁴ Vgl. Lehmer / Janser / Schludi 2020.

⁹⁵ Vgl. Frischenschlager / Moser 2021.

6.1 Perspektiven der Digitalisierung in Österreichs Umwelttechnik

Im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) wurde 2021 bei innovativen österreichischen Umwelttechnikunternehmen die Bedeutung, der Grad der Entwicklung sowie mögliche Chancen und Risiken der Digitalisierung mittels Fragebogen-Erhebung abgefragt.⁹⁶ Die Befragung basiert auf den so genannten »Vier Hebeln der digitalen Transformation«, die auf jeweils unterschiedlichen Enabler-Technologien basieren.⁹⁷ Der Darstellung in Abbildung 32 wäre aus heutiger Sicht bei dem Hebel »Automatisierung« noch Künstliche Intelligenz zu ergänzen.

Abbildung 32: Die »Vier Hebel der digitalen Transformation«



Quelle: Roland Berger Strategy Consultants 2015, Seite 20

⁹⁶ Vgl. Frischenschlager / Moser 2021.

⁹⁷ Vgl. BMU 2018; Roland Berger Strategy Consultants 2015.

Diese Hebel, also digitale Daten, Automatisierung, Vernetzung und digitale Nutzerschnittstellen, werden als wesentliche Innovationstreiber gesehen und das gilt auch in der Umwelttechnologie. Die Durchdringung und Anwendung verschiedener digitaler Technologien beschreiben dabei den Grad der Entwicklung. Digitale Geschäftsmodelle, auch in der Umwelttechnik, verbinden diese Hebel, und gleichzeitig wirkt auch die Umwelttechnik als Enabler für die Digitalisierung.

- **Sensorik:** Die befragten Umwelttechnik-Unternehmen messen der Sensorik größte Bedeutung insgesamt zu, und diese war auch bereits umfangreich im Einsatz. Diese digitale Technologie ist Basis für die digitale Transformation in vielen Unternehmensbereichen (z.B. Überwachung von Anlagenzuständen, automatisierte Regelung, Steuerung und Optimierung von Prozessen in der Produktion und beim Kunden, vorausschauende Wartung etc.).
- **Robotik:** Im Zusammenhang mit der Automatisierung wird von den RespondentInnen der Fragebogen-Erhebung vor allem der Robotik und der additiven Fertigung ein hoher Stellenwert zuerkannt. Während Roboter heute bereits in Produktion und Fertigung eingesetzt werden, kommt die additive Fertigung bisher primär im Forschungsbereich zur Entwicklung neuer innovativer Produkte und Fertigung von Prototypen zur Anwendung.
- **Drohnen** werden im Bereich der Instandhaltung und vorausschauenden Wartung eingesetzt, beispielsweise bei umwelttechnischen Anlagen zur Luftreinhaltung.
- **Cloud-Technologien** sind laut Rückmeldungen der Erhebung und im Zusammenhang mit Mobilem Internet und Apps die bedeutendsten digitalen Technologien zur Vernetzung und werden bereits weit verbreitet in der Umwelttechnologie eingesetzt (Datenspeicherung, technische Dokumentation, Inbetriebnahme, Fernüberwachung, Diagnose und Steuerung von Umwelanlagen weltweit, Erfassung von Maschinendaten und -zuständen etc.).

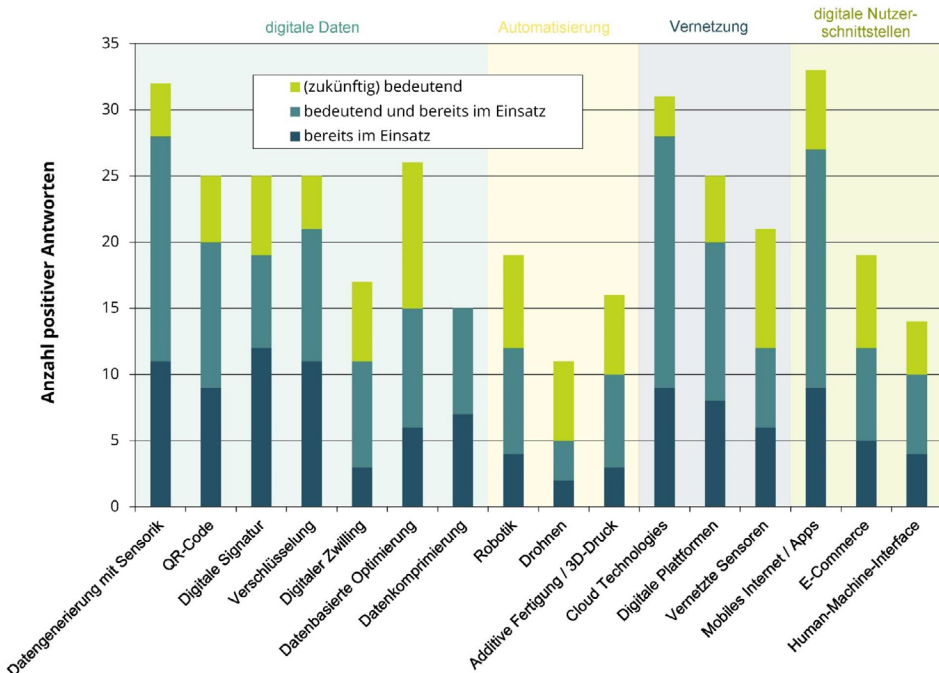
Aus Sicht der befragten Unternehmen begünstigt die Digitalisierung die Veränderung des Umwelttechnikmarktes und der Geschäftsmodelle, und zwar weg von Produktverkäufen hin zu Dienstleistung und Service. Beispielsweise mache es die Digitalisierung leichter auf individuelle Kundenbedürfnisse und anwendungstechnische Fragestellungen einzugehen und kundenspezifische, individuelle Lösungen beispielsweise über digitale Plattformen anzubieten.

Zudem ermöglicht die Digitalisierung eine Steigerung der Effizienz und Anlagenauslastung. Digitale Daten werden bei einem Unternehmen genutzt, um Prozesse, Anlagen und Maschinen in der Produktion zu optimieren. Potenzielle Störfälle können frühzeitig erkannt werden, womit sich die Anlagensicherheit erhöht. Konkret werden als ökologische und ökonomische Effekte auch Betriebsmittel- und Kosteneinsparung genannt, die durch digitale Messung und Regelung von umwelttechnischen Anlagen bewirkt werden.

Durch die Digitalisierung werden auch Qualitätssteigerungen bei Rohstoffen der Kreislaufwirtschaft möglich. In der Recyclingwirtschaft könne nicht nur der Material-Output an sich erhöht, sondern auch die Qualität des Materials zur stofflichen Verwertung gesteigert werden. Durch die zeitnahe Datengenerierung mittels geeigneter Sensorik und automatisierter Daten-

auswertung können Sortiermaschinen besser an das Aufgabegut angepasst werden, um die erforderliche Qualität und Quantität sicherzustellen. Zusätzlich können Probleme in der Produktion und etwaige Fehlchargen schneller erkannt und damit Stillstands- bzw. Ausfallzeiten auf ein Minimum reduziert werden.

Abbildung 33: Die »Vier Hebel der digitalen Transformation« und bedeutendste digitale Technologien in der Umwelttechnik



Quelle: Frischenschlager / Moser 2021, Seite 5

Die stärkste Zustimmung erhielten im Rahmen dieser Befragung die Aussagen »Die Digitalisierung führt zu neuen Innovationen (Produkte / Dienstleistungen / Geschäftsmodelle)« und »Die Digitalisierung führt zu neuen Jobprofilen bzw. Qualifikationsanforderungen im Personal.«

6.2 Beispiele neuer Berufsbilder vor dem Hintergrund der Verschärfung des Fachkräftemangels infolge der Twin Transition

Das gleichzeitige Auftreten der beiden Megatrends »Digitalisierung« und »Ökologisierung« führt zu einer Verschärfung des Fachkräftemangels. Denn in bestimmten Bereichen, wie z.B.

der zunehmend dekarbonisierten Energiewirtschaft, den erneuerbaren Energien, gewinnen spezifische Kompetenzen (angewandte Naturwissenschaften, Technik und Informatik) an Bedeutung, die bekanntermaßen auch für zahlreiche Aufgaben im Zuge der Digitalisierung und des forcierten KI-Einsatzes erforderlich sind.⁹⁸ Die gegenwärtigen ökologischen Krisen – allen voran der Klimawandel – erfordern also eine Umstrukturierung der Volkswirtschaft und der technisch-industriellen Grundlagen selbiger. Ziel dieser ökologischen Transformation ist es, umwelt- und klimaschädliche Verfahren durch ökologisch nachhaltige Prozesse und Technologien zu ersetzen, um die Emission von Treibhausgasen und Schadstoffen weitestgehend zu reduzieren. Viele dieser grünen Technologien erfordern jedoch speziell ausgebildetes Personal, sodass mit einem erhöhten Fachkräftebedarf in umwelt- und klimafreundlichen Berufen zu rechnen ist.⁹⁹

Die Digitalisierungsprozesse in der Umweltwirtschaft können dazu führen, dass auch bei geringqualifizierten Berufen die Anforderungen im Hinblick auf die digitalen Skills steigen. So wird beispielsweise Künstliche Intelligenz zunehmend eingesetzt, um die Ressourceneffizienz zu steigern und Produktionsprozesse zu überwachen. Die bevorstehende stärkere Harmonisierung der Systeme für die Abfallsammlung und Abfallbewirtschaftung wird voraussichtlich digital überwacht werden. Dies wird nicht nur zentral geschehen, sondern auch vor Ort durch das Wartungspersonal, das dafür einschlägige digitale Skills benötigt. Ähnliche Trends in anderen Sektoren machen eine Verbesserung der digitalen Fähigkeiten auch in geringqualifizierten Berufen zu einer Notwendigkeit.¹⁰⁰

Als neue Themenfelder für den vorliegenden Bericht wurden Biodiversität, Kreislaufwirtschaft und Agrartechnologie in den zu analysierenden Ausbildungskatalog aufgenommen. Die Transdisziplinarität ist der »Green Economy« zu eigen, und diese Transdisziplinarität spiegelt sich in den zusätzlich entstandenen Masterstudiengängen an den Universitäten zunehmend wider. Die Vielfalt der Angebote hat damit insgesamt erkennbar zugenommen. Bei diesen neuen Angeboten erscheint der Spezialisierungsgrad eher gering, und die Vielfalt ergibt sich aus den Verknüpfungen unterschiedlicher Disziplinen wie Naturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Wirtschaftswissenschaften und Rechtswissenschaften. Klar erkennbar ist auch die zunehmende internationale Ausrichtung. In zahlreichen angebotenen Masterstudien ist die Unterrichtssprache Englisch, und oft gibt es eine Kooperation mit ausländischen Universitäten als Basis des Studienprogrammes.¹⁰¹

An den Fachhochschulen und Universitäten gibt es also inzwischen zahlreiche Studienangebote an der Schnittstelle Technik und Umwelt, die Entwicklung der Studierendenzahlen lässt jedoch nicht auf Entspannung hinsichtlich des Mangels an hochqualifizierten

98 Vgl. Lehmer / Janser / Schludi 2020.

99 Vgl. Zika et al. 2022.

100 Vgl. Cedefop 2021.

101 Vgl. Ziegler / Eder 2023, Haberfellner / Sturm 2021.

MINT-Arbeitskräften am Arbeitsmarkt hoffen.¹⁰² Im Folgenden werden exemplarisch einige im akademischen Bereich vergleichsweise neu entstandene Ausbildungen bzw. Berufsbilder an der Schnittstelle »Informationstechnologie / Ökologie« skizziert:

6.2.1 Berufsbild »Bioinformatik / Bioinformatics«

Die Bioinformatik ist als interdisziplinäres Fachgebiet sowohl für die Grundlagenforschung als auch für die angewandte Forschung von Bedeutung.¹⁰³ BioinformatikerInnen arbeiten an der Schnittstelle zwischen den Life Sciences (Lebenswissenschaften) und den Computational Sciences (Computerorientierte Wissenschaften). Zu den Life Sciences werden u. a. die Biologie, die Medizin und der Pharmabereich gezählt – während Informatik, Hochleistungsrechnen, Statistik und Simulationstechnik zu den Computational Sciences gehören.

Im Vordergrund stehen die computerbasierte Forschung sowie wissenschaftliches Rechnen, Computersimulationen, Statistik und Datenanalysen in Zusammenhang mit Bio-Daten. BioinformatikerInnen fassen z. B. Ergebnisse der Life Sciences derart in Modelle, dass ein Computer diese erfassen und verarbeiten kann. Mit Methoden und Verfahren der Informatik (Programmieren, Datenbanksysteme, Biostatistik) behandeln InformatikerInnen z. B. Fragestellungen aus der Molekularbiologie und der Genetik. Sie visualisieren, analysieren und interpretieren verschiedene Daten, so etwa aus der molekularen Medizin, Biotechnologie, Landwirtschaft und Pharmakologie. Dazu gehören Daten für die computerunterstützte Diagnose von Krankheiten, die computergestützte Herstellung von Substanzen, Biochip-Analysen, die Analyse von Daten zum Entziffern des menschlichen oder tierischen Erbgutes (DNA-Sequenzierung) sowie pflanzengenomischer Daten.

6.2.2 Berufsbild »Geoinformatik / Geoinformatics«

Geoinformatik (auch: Geomatik) ist ein interdisziplinäres Gebiet zwischen Informatik und Geowissenschaft. Speziell miteinbezogen sind die Fachbereiche Geografie und Geodäsie (Vermessung, Satellitenbilder, Navigation).

InformatikerInnen beschäftigen sich hier mit der digitalen Erfassung, Analyse, Interpretation, Verarbeitung und Visualisierung von geografischen Informationen (Vektordaten, Rasterdaten). Dies umfasst auch die Darstellung und Vermittlung in Form von Karten und interaktiven kartographischen Informationssystemen. Sie programmieren Tools für die Datenaufbereitung und Datenhaltung.

¹⁰² Zu den Studienangeboten vgl. ausführlich Haberfellner / Sturm 2021 und Ziegler et al. 2023.

¹⁰³ Vgl. Österreichische Bioinformatik-Plattform 2016.

Im Bereich der Geoinformatik wirken InformatikerInnen auch bei der Entwicklung von Software für boden-, flugzeug- oder satellitengestützte Mess- und Aufnahmeverfahren mit. Sie verwenden Geografische Informationssysteme (GIS) und passen diese für unterschiedliche Nutzungszwecke an. Eine Form von GIS sind z.B. kommunale Informationssysteme (KIS) zur Planung und Verwaltung von Grünflächen und zur Erstellung von Baumkatastern. GeoinformatikerInnen wirken z.B. auch bei der Entwicklung und dem anschließenden Betrieb von Verkehrsmodellen mit.

6.2.3 Berufsbild »Umweltinformatik«

Als Teildisziplin der Angewandten Informatik beschäftigt sich die Umweltinformatik interdisziplinär mit der Analyse und Bewertung von Umweltsachverhalten und der Gestaltung umweltrelevanter Verfahren zur Informationsverarbeitung. Im Fokus stehen Simulationsprogramme, Geographische Informationssysteme (GIS) und Datenbanksysteme.

Zu diesem Zweck gestalten InformatikerInnen spezifische Umweltinformationssysteme (UIS). Ein UIS umfasst zahlreiche Umweltdatenbanken über Radioaktivität, Luft, Wasser und Biotopkartierungen usw. Sie entwickeln, nutzen und optimieren Simulationsprogramme etwa zur Messung und Simulation der Ausbreitung von Schadstoffen. Sie werten die Ergebnisse aus und interpretieren die Daten zur Gewinnung von wichtigen Informationen und Erkenntnissen. Zudem nutzen sie diese Daten auch für die ökonomische und ökologische Optimierung von Anlagen.

BiologInnen am Umweltbundesamt beispielsweise benötigen Umweltinformationssysteme. Sie nutzen diese z.B. zur Erforschung der Einschleppungswege gebietsfremder Tierarten, die sich negativ auswirken (invasive Neozoen).¹⁰⁴

UmweltinformatikerInnen können z.B. betriebliche Umweltmanagement-Systeme entwickeln; durch diese können alle Material- und Energieströme, welche für die betrieblichen Aktivitäten nötig sind, gemanagt werden (so genanntes »Stoffstrommanagement«). InformatikerInnen wirken auch beratend bei der Planung und Durchführung IT-bezogener Konzepte mit und sind für die Speicherung der Daten in speziellen Datenbanken verantwortlich. Sie gestalten Software für die umweltbezogene Simulation von Verkehrs- und Logistiksystemen. Simulationsprogramme dienen auch zur Identifizierung von Schwachstellen in Betriebsabläufen und für Hochwassersimulationen.

¹⁰⁴ Vgl. Neozoen in Österreich – Neubürger aus dem Tierreich, www.zobodat.at/pdf/OEKO_2006_2_0023-0027.pdf.

7 Parallelen und Unterschiede

Die Digitalisierung und die Ökologisierung laufen zum Teil parallel ab, zum Teil greifen sie ineinander über und verändern dabei auch Dynamiken. Beide Megatrends haben bestimmte Charakteristika, in einigen unterscheiden sie sich, andere sind in beiden Entwicklungen zu beobachten.

7.1 Parallelen

7.1.1 Regionaler Divide

Der Digitale Divide hat eine ausgeprägte regionale Komponente, und dies ist Gegenstand der Forschung wie auch von Maßnahmenpaketen in Bildung und Infrastruktur auf nationaler wie europäischer Ebene. Rezente Studien weisen nun darauf hin, dass es auch bei der Ökologisierung nicht nur unterschiedliche Entwicklungsgeschwindigkeiten auf regionaler Ebene gibt, sondern sich diese auch tendenziell verfestigen.

Eine rezente Studie der OECD (2023) beschäftigt sich eingehender mit dem Umstand, dass die Effekte der Ökologisierung auf regionale Arbeitsmärkte höchst unterschiedlich sein können. So haben in den OECD-Ländern rund 18 Prozent der Beschäftigten einen Arbeitsplatz mit einem erheblichen Anteil an grünen Aufgaben, der Anteil dieser Arbeitsplätze ist jedoch von Region zu Region unterschiedlich und reicht von sieben Prozent bis zu mehr als 35 Prozent.

Insbesondere Hauptstadtregionen, stehen an der Spitze des grünen Überganges – sie haben bereits einen hohen und steigenden Anteil an Arbeitsplätzen mit grünen Aufgaben und einen geringen Anteil an »umweltschädlichen« Arbeitsplätzen, die zu verschwinden drohen. In anderen Regionen treffen ein hoher Anteil an umweltverschmutzenden und umweltfreundlichen Arbeitsplätzen zusammen, was Raum für Arbeitsplatzverlagerungen schafft. Es gibt jedoch auch Regionen mit einem überdurchschnittlichen Risiko der Arbeitsplatzverlagerung, die die Vorteile des grünen Überganges bislang nicht oder kaum nutzen konnten. Ein Ergebnis der Studie ist, dass trotz der zunehmenden Aufmerksamkeit für den Klimawandel im öffentlichen Diskurs die lokalen Arbeitsmärkte in den letzten zehn Jahren nur geringfügig grüner geworden sind. Insgesamt gibt es nur in wenigen Regionen mit einem geringen Anteil an grünen

Arbeitsplätzen Anzeichen für einen Aufholprozess. Der grüne Wandel kann also die Kluft auf den lokalen Arbeitsmärkten vertiefen.

Eine rezente Studie des Institutes für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) der Bundesagentur für Arbeit ging für Deutschland der Frage nach, wie sich die ökologische Transformation am Lehrstellenmarkt niederschlägt und analysierte dies auch auf regionaler Ebene.¹⁰⁵ Dabei wurden nach ihrer Altersstruktur und nach ihrem Transformationsdruck unterschieden. Als Indikator für den Transformationsdruck in einer Region wurde der Anteil der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Berufen mit Brown Skills im Jahr 2013 herangezogen. Es zeigte sich, dass in Regionen mit hohem Transformationsdruck die Zahl der Auszubildenden in Berufen mit Green Skills nur langsam steigt, sich also die ökologische Transformation des Ausbildungsmarkts in Regionen mit hohem Transformationsdruck langsamer vollzieht. Dagegen sank in überalterten Regionen die Zahl der Auszubildenden in Berufen mit Brown Skills besonders stark. Auch die Ergebnisse dieser Studie unterstützen den Befund eines regionalen Divide der OECD-Studie.¹⁰⁶

Digitale Ungleichheit spaltet sich auf in den »First Digital Divide« mit fehlendem Zugang zu Infrastruktur und den »Second Digital Divide« mit Bezug zu Nutzungs- und Anwendungskompetenzen. Digitale Kompetenzen und eine entsprechende Geräteausstattung gelten mittlerweile als Grundvoraussetzung zur Teilhabe am sozialen, politischen und beruflichen Leben. In einer immer stärker digitalisierten Gesellschaft bedeutet der Ausschluss vom Digitalen weniger Möglichkeiten zur politischen und demokratischen Teilhabe, schwierigere oder in manchen Fällen unmögliche bürokratische Wege und schlechtere Chancen am Arbeitsmarkt. Da sich ein binäres Verständnis von Zugang zum Internet als online oder offline über die Jahre nicht mehr als produktiv erwiesen hat, wird inzwischen von digitaler Ungleichheit gesprochen und damit auch die Vielschichtigkeit der Barrieren hervorgehoben.¹⁰⁷

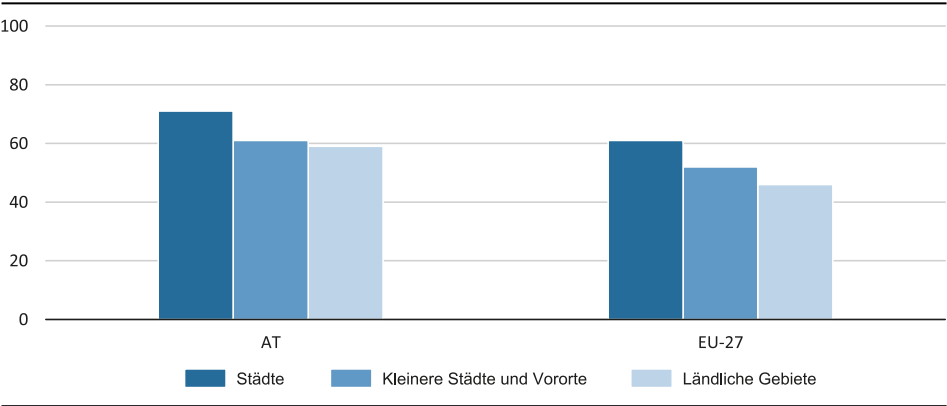
Abbildung 34 zeigt, dass mit zunehmender Urbanisierung auch der Anteil an Personen mit zumindest grundlegenden digitalen Kenntnissen steigt. Am häufigsten verfügen Personen, die in Städten wohnen, über grundlegende digitale Kenntnisse (Österreich: 71 Prozent / EU-27: 61 Prozent). In kleineren Städten und Vororten sinken die Anteilswerte sowohl in Österreich als auch auf EU-Ebene auf 61 Prozent bzw. 52 Prozent. Zwischen ländlichen Gebieten (59 Prozent) und kleineren Städten und Vororten (61 Prozent) besteht in Österreich kaum ein Unterschied. Auf EU-Ebene ist der Vorsprung kleinerer Städte und Vororte (52 Prozent) gegenüber ländlichen Gebieten (46 Prozent) hingegen etwas deutlicher ausgeprägt.

¹⁰⁵ Vgl. Brixey / Janser / Mense 2023.

¹⁰⁶ Vgl. OECD 2023.

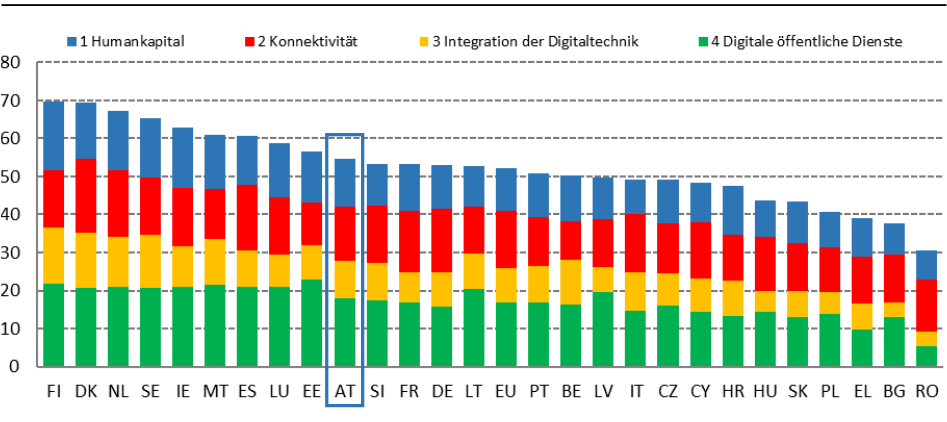
¹⁰⁷ Vgl. Berger et al. 2021. Vgl. dazu auch Lynn et al. 2022, Seite 6 ff.

Abbildung 34: Grundlegende und mehr als grundlegende digitale Kenntnisse, nach Urbanisierungsgrad in Österreich, 2021 (in Prozent)



Quelle: Statistik Austria 2023a, Seite 61

Abbildung 35: Rangfolge nach dem Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI), 2022



Quelle: Europäische Kommission 2022, Seite 3

Der europäische Vergleich zeigt, dass es auf regionaler Ebene in der EU noch immer eine erhebliche digitale Ungleichheit gibt, die räumlich recht gut abgrenzbar ist: Führend sind die nordischen Länder, Schlusslicht sind osteuropäische Länder (siehe Abbildung 35). So nutzten 2020 mindestens 95 Prozent der Erwachsenen in den nordischen Hauptstadtregionen Hovedstaden, Helsinki-Uusimaa und Stockholm täglich das Internet, in der Region Severozapaden in Bulgarien waren es nur 53 Prozent.¹⁰⁸ Dieses Muster ist in vielen EU-Mitgliedstaaten zu

¹⁰⁸ In den drei Monaten vor der Erhebung (vgl. Eurostat 2021).

beobachten: In Hauptstadtreionen und anderen vorwiegend städtischen Regionen sind die Anteile an den erwachsenen Internet-NutzerInnen deutlich höher als in den ländlichen oder peripheren Regionen. Dieses Muster ist besonders deutlich ausgeprägt in den östlichen Mitgliedsstaaten, aber auch in anderen EU-Staaten, wie z.B. in Irland, Spanien, Litauen und Österreich.¹⁰⁹

Die in ländlichen Regionen vergleichsweise geringe Ausstattung hinsichtlich digitaler Infrastruktur und Verkehrsinfrastruktur in Kombination mit einer niedrigeren digitalen Literacy macht diese Regionen auch für neue, technologisch anspruchsvolle, Investitionen weniger attraktiv. Die Europäische Kommission nimmt in der langfristigen Vision für die ländlichen Gebiete der EU mehrfach Bezug auf die notwendige digitale Teilhabe des ländlichen Raumes bzw. auf Nutzungsmöglichkeiten digitaler Technologien für die Weiterentwicklung des ländlichen Raumes.¹¹⁰

7.1.2 Gender Divide

Wie bereits in Kapitel 5.1 zu den MINT-Berufen insgesamt und Kapitel 4.4.2 zu den IKT-Berufen im Besonderen ausgeführt wurde, ist der unterdurchschnittliche Anteil der Frauen an Studierenden und Beschäftigten in diesen Bereichen evident und Veränderungen gehen nur sehr langsam voran. Da die Ökologisierung stark durch den technischen Fortschritt und durch technische Berufe getragen ist, bedeutet der geringe Frauenanteil insbesondere in den ingenieurtechnischen Berufen auch, dass die Transformation hin zu einer grünen Wirtschaft überwiegend von Männern getragen wird, so wie es bereits bei der Digitalisierung der Fall war.

Das Cedefop hat in seiner Prognose zu den Beschäftigungseffekten der Umsetzung des European Green Deals eine genderspezifische Vorschau durchgeführt.¹¹¹ Grundsätzlich wird davon ausgegangen, dass die Implementierung des European Green Deal (EGD) zu einer steigenden Erwerbsbeteiligung führt. Demnach unterscheiden sich die erwarteten Beschäftigungseffekte für Männer und Frauen:

- Es wird erwartet, dass sowohl die Erwerbsbeteiligung von Männern als auch die von Frauen zunimmt, wobei ein größerer Anstieg bei der männlichen Erwerbsbeteiligung im Zeitraum 2021–2026 erwartet wird (siehe Abbildung 36). Dies liegt daran, dass in diesem Zeitraum der erwartete Rückgang der Konsumtätigkeit hauptsächlich die Dienstleistungssektoren betrifft, die einen höheren Anteil an weiblicher Beschäftigung aufweisen.

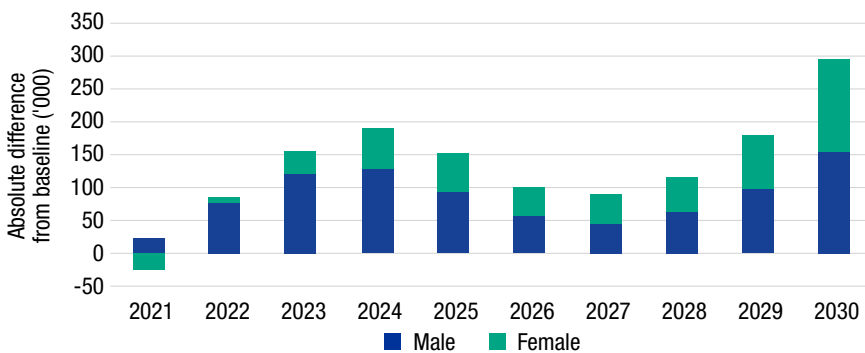
¹⁰⁹ Vgl. Eurostat 2021, Seite 98.

¹¹⁰ Vgl. Europäische Kommission 2021.

¹¹¹ Vgl. Cedefop 2021.

- Sektoren, die direkt von den zur Erreichung des EGD-Zieles durchgeführten Maßnahmen profitieren, wie Maschinenbau, Bauwesen, Stromversorgung und Recycling, sind eher von Männern dominiert. Das Gleiche gilt für Sektoren und Berufe, die voraussichtlich am stärksten negativ betroffen sein werden (z.B. Bergbau).
- Dies deutet darauf hin, dass die meisten Fortbildungs- und Umschulungsmaßnahmen für die Schaffung neuer Arbeitsplätze und die Umverteilung in anderen Sektoren vor allem männliche Arbeitnehmer betreffen werden.¹¹²
- Da die Tätigkeit in den Dienstleistungssektoren bis zum Ende des Prognosehorizontes wieder zunimmt, wird sich der Anstieg der Erwerbsbeteiligung der Frauen voraussichtlich dem der Männer annähern.
- Diese Trends unterstreichen, wie wichtig es ist, mehr weibliche Lernende für die traditionell männerdominierten Bildungs- und Ausbildungsgänge, wie z.B. Ingenieurwesen, zu gewinnen. Die daraus resultierende gleichmäßigere Vertretung von Frauen auf dem Arbeitsmarkt und die damit verbundenen sozialen Vorteile würden einen transversalen Beitrag zu den EGD-Zielen leisten.

Abbildung 36: Prognose der Beschäftigungswirkung des European Green Deal, nach Geschlecht (Unterschied in 1.000 zur Basisprognose)



Quelle: Cedefop 2021, Seite 24

Dabei könnten durch die reduzierte Rolle von Frauen in der ökologischen Transformation durchaus Potenziale verlorengehen, denn eine rezente Studie zeigt, dass ein höherer Frauenanteil im Management von Unternehmen zu geringerer CO₂-Belastung beiträgt.¹¹³ In dieser Studie wurde der Effekt von Frauen in Führungsrollen in Unternehmen auf den CO₂-Ausstoß

¹¹² Vgl. auch ILO 2019.

¹¹³ Vgl. Altunbas et al. 2022.

untersucht, basierend auf Daten von 2.000 Unternehmen in industrialisierten Staaten über den Beobachtungszeitraum 2009–2019. Es wurden die Merkmale der Unternehmensführung mit den Kohlendioxidemissionen (CO₂) auf Unternehmensebene abgeglichen, um den Zusammenhang zwischen der Geschlechtervielfalt am Arbeitsplatz und den Kohlendioxidemissionen der Unternehmen zu untersuchen. Dabei zeigte sich, dass ein Anstieg des Anteiles weiblicher Führungskräfte in einem Unternehmen um einen Prozentpunkt zu einem Rückgang der CO₂-Emissionen um 0,5 Prozent führt. Dieser Effekt ist statistisch signifikant, auch wenn institutionelle Unterschiede berücksichtigt werden, die durch eher patriarchalische und hierarchische Kulturen und Religionen verursacht werden. Des weiteren zeigte die Studie, dass die geschlechtsspezifische Vielfalt auf der Führungsebene stärkere Auswirkungen auf den Klimawandel hat, wenn Frauen auch außerhalb des Unternehmens gut vertreten sind, so z. B. in politischen Institutionen und zivilgesellschaftlichen Organisationen. Zudem zeigte sich, dass nach dem Pariser Abkommen Unternehmen mit einer größeren Geschlechtervielfalt ihre CO₂-Emissionen um etwa fünf Prozent stärker reduziert haben als Unternehmen mit mehr männlichen Managern.

7.2 Unterschiede

7.2.1 Unterschiedliche Datenqualität

Die Datenlage zu Arbeitsmarkteffekten, Berufen und Skills ist bei der Digitalisierung inzwischen durchaus befriedigend. Im Zuge der Neustrukturierung der ISCO-Berufssystematik und Umstellung auf die ISCO-o8-Systematik wurde auch dem technologischen Wandel und der damit steigenden Bedeutung von IKT-Berufen Rechnung getragen. Die seit 2011 im Einsatz befindliche ISCO-o8 erlaubt gegenüber der Vorgängerversion eine stärker ausdifferenzierte Erfassung der IKT-Berufe unter Berücksichtigung verschiedener Qualifikationsstufen. Es stehen harmonisierte Daten auf europäischer Ebene zur Verfügung, nicht nur hinsichtlich Berufe und Skills, sondern auch zur IKT-Nutzung in Haushalten und Unternehmen. Mit dem Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI)¹¹⁴ wird die allgemeine digitale Leistung Europas überwacht und werden die Fortschritte der EU-Länder bei ihrer digitalen Wettbewerbsfähigkeit verfolgt. Der DESI vereint vier Dimensionen: Humankapital, Digitale Infrastruktur, Integration der digitalen Technologie und Nutzung digitaler öffentlicher Dienste. Ein eigenes Scoreboard (WiD) bewertet die Eingliederung von Frauen in digitale Arbeitsplätze, Karrieren und Unternehmertum.¹¹⁵

¹¹⁴ Vgl. Europäische Kommission 2022. DESI – Digital Economy and Society Index.

¹¹⁵ Vgl. Europäische Kommission 2022a.

Insgesamt stehen zur Digitalisierung nicht nur Daten zu Berufen und Skills zur Verfügung, sondern diese sind auch mit sozioökonomischen Variablen verbunden. Zudem stehen Daten zur Verfügung, die eine Evaluierung und Bewertung von Maßnahmen und Fortschritten auf verschiedenen Ebenen ermöglichen.

Ganz anders die Situation zu Green Jobs und Green Skills. Bei der Ökologisierung wird noch an Konzepten gearbeitet, die eine Erfassung und Kategorisierung von Green Jobs und Green Skills ermöglichen. Die Datenlage wird bislang als sehr unbefriedigend beurteilt. In neueren Ansätzen wird zunehmend ein task-orientierter Ansatz verwendet. Eine harmonisierte Lösung, die länderübergreifend vergleichbare Daten auf Ebene von grünen Berufen und grünen Kompetenz im Zeitverlauf anbietet, scheint dringend geboten, um die zahlreichen Maßnahmen (z.B. im Rahmen des European Green Deal) evaluieren und bewerten zu können.¹¹⁶

7.2.2 Beschäftigungseffekte auf Ebene der Qualifikationsniveaus

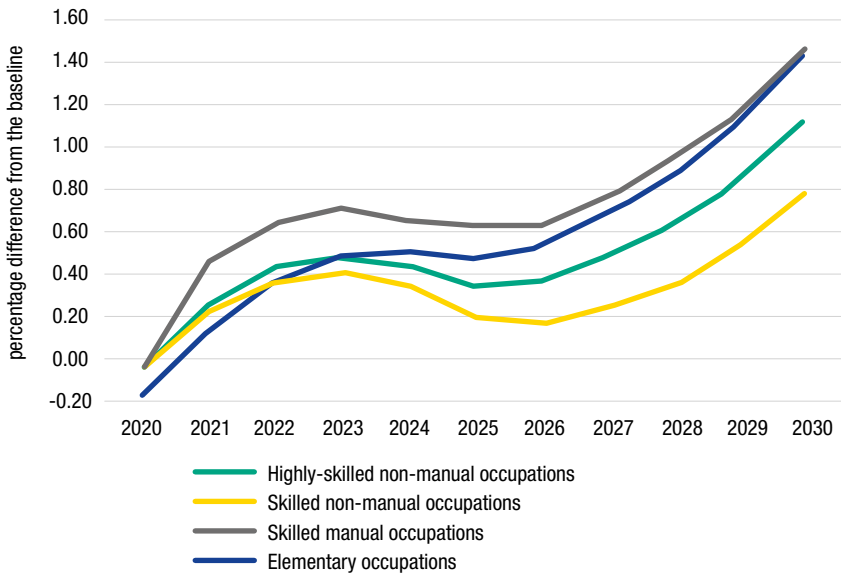
Von der Digitalisierung profitierten bislang überwiegend Hochqualifizierte und Beschäftigte, die keine Routinetätigkeiten ausführen und deren Tätigkeiten daher nicht automatisierbar sind. Cedefop hat eine Beschäftigungsprognose bis 2030 erstellt, in der ein Basisszenario einem Szenario mit Umsetzung des European Green Deal (EGD) gegenübergestellt wird (siehe Abbildung 37). Der Fokus wird also explizit auf mögliche Beschäftigungseffekte gelegt, die durch den EGD induziert werden.¹¹⁷

Grundsätzlich profitieren laut Cedefop-Prognose alle Qualifikationsniveaus von der Umsetzung des EGD auf recht ähnlichem Niveau. Die Prognose geht außerdem davon aus, dass die Umsetzung des European Green Deal Polarisierungstendenzen in der Beschäftigungsentwicklung abschwächen wird. Die Kreativität und Innovation höherqualifizierter ArbeitnehmerInnen sei für den Durchbruch in der Klimatechnologie zwar unerlässlich, allerdings wird die Beschäftigung in den qualifizierten manuellen Tätigkeitsbereichen und bei den Hilfstätigkeiten stärker wachsen. Wie die folgende Abbildung aus dem Prognosebericht zeigt, werden demnach Jobs im mittleren Qualifikationsbereich über die gesamte Dekade gegenüber anderen Qualifikationsgruppen einen EGD-induzierten Wachstumsvorsprung haben (graue Linie). Grundsätzlich folgt das EGD-Szenario dem Basisszenario: Die prognostizierte Beschäftigung nimmt zunächst schnell zu, in der Periode 2023 bis 2026 verlangsamt sich das Wachstum, und anschließend nimmt es an Fahrt auf. Die Basis für das prognostizierte stärkere Wachstum in der zweiten Hälfte der 2025er-Jahre liegt in der Annahme, dass dann viele grüne Investitionen eine marktfähige Betriebsphase erreicht haben werden und deshalb zusätzliches Personal benötigt wird (siehe Abbildung 37).

¹¹⁶ Vgl. OECD 2023, ILO 2023, Urban / Rizos et al. 2023 und Janser 2018.

¹¹⁷ Vgl. Cedefop 2021.

Abbildung 37: EGD-induzierter Beschäftigungsgewinn gegenüber Basisszenario, in Prozentpunkten, nach Qualifikationsgruppen, im Zeitverlauf 2020–2030 (EU-27)



Quelle: Cedefop 2021, Seite 34

Im Gegensatz zur Digitalisierung werden also Höherqualifizierte voraussichtlich von dem Trend zur Ökologisierung bzw. Dekarbonisierung nicht stärker profitieren als Beschäftigte mit mittleren oder niedrigeren Qualifikationen. Das liegt auch daran, dass großes Gewicht der Kreislaufwirtschaft beigemessen wird und hier der Abfallbewirtschaftung und dem Recycling eine zentrale Rolle zukommt, zumal es in diesen Bereichen auch für Geringerqualifizierte gute Beschäftigungschancen gibt.

7.2.3 Gelenkter Wandel versus marktgetriebene Entwicklung

Unter den ersten zehn Plätzen der diversen Listen und Rankings zu weltweiten Top-Unternehmen sind regelmäßig Unternehmen wie Apple, Microsoft, Alphabet (Mutterkonzern von Google), Meta (Mutterkonzern von Facebook) und Amazon ganz vorne dabei.¹¹⁸ Unternehmen der Digitalwirtschaft können Gewinne aus Forschung und Innovation sehr rasch abschöpfen,

¹¹⁸ Vgl. »Apple und Microsoft wertvollste Unternehmen, zwei deutsche in den Top 100«, www.heise.de/news/Apple-und-Microsoft-wertvollste-Unternehmen-zwei-deutsche-in-den-Top-100-9210235.html.

es gibt daher auch ein großes Engagement an Venture Capital in der Digitalwirtschaft. Die Digitalisierung ist eine marktgetriebene Entwicklung und sie zählt zu den disruptiven Innovationen. Unter disruptiven Innovationen werden Innovationen oder Technologien verstanden, die das Potenzial haben, Marktstrukturen nachhaltig zu verändern, ein bestehendes Produkt oder eine bestehende Dienstleistung vollständig vom Markt zu verdrängen oder neue Märkte zu schaffen.¹¹⁹ Im Falle der Digitalisierung sind Politik und Verwaltung damit beschäftigt, die mächtigen Dynamiken zu drosseln und negative Entwicklungen hintanzuhalten. Aktuelles Beispiel dafür ist der so genannte »AI Act« der Europäischen Union zur Regulierung des Einsatzes Künstlicher Intelligenz.¹²⁰

Dagegen ist die Forschung und Entwicklung im Bereich umweltfreundlicher Technologien durch ein doppeltes Marktversagen gekennzeichnet, welches durch ein Zusammenspiel von positiven und negativen Externalitäten zustande kommt. Als Externalitäten werden in der Ökonomie die Auswirkungen von Handlungen beispielsweise eines Unternehmens auf andere Unternehmen oder die gesamte Gesellschaft bezeichnet. Diese Auswirkungen entstehen dabei als Nebenprodukt der Handlung des Unternehmens und sind somit nicht in seinen Kosten oder seinem Profit berücksichtigt. Der Einsatz günstigerer, aber umweltschädlicher Produktionsmethoden stellt eine negative Externalität dar, da die Umweltfolgekosten nicht vom Unternehmen, sondern von der Allgemeinheit getragen werden. In einem unregulierten Markt besteht daher für ein Unternehmen kein ökonomischer Anreiz, die Investitionskosten für neue umweltfreundliche Produktionsmethoden auf sich zu nehmen (bzw. diese nachzufragen). Investitionen in Forschung und Entwicklung führen hingegen zu positiven Externalitäten, da neues Wissen auch außerhalb des Unternehmens genutzt werden kann und weitere Forschung darauf aufbauen kann.¹²¹ Daraus resultieren Marktverwerfungen bzw. würden ohne staatliche Interventionen Entwicklungen gar nicht stattfinden, die für eine nachhaltige ökologische Wirtschaft nötig sind.

Dekarbonisierung und Digitalisierung unterscheiden sich hinsichtlich der Technologiereife. Die Digitalisierung wird durch am Markt verfügbare Technologien getrieben, während die Dekarbonisierung durch die klimapolitischen Rahmenbedingungen und die festgelegte CO₂-Reduktion missionsorientiert ist und durch die Wirtschaftspolitik forciert wird (»Directed Technological Change«).¹²²

¹¹⁹ Vgl. dazu ausführlich Haberfellner / Sturm 2016.

¹²⁰ Vgl. »Commission welcomes political agreement on Artificial Intelligence Act«, 9.12.2023, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6473.

¹²¹ Vgl. Bittschi / Sellner 2020.

¹²² Vgl. Friesenbichler et al. 2021, Seite 61. Vgl. auch ILO 2023a.

8 Literatur

- Albanesi, S. / da Silva, A. D. / Jimeno, J. F. / Lamo, A. / Wabitsch, A. (2023): New technologies and jobs in Europe. European Central Bank – ECB Working Paper Series No 2831. Internet: www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2831~fabeeb6849.en.pdf.
- Altunbas, Y. / Gambacorta, L. / Reghezza, A. / Velliscig, G. (2022): Does gender diversity in the workplace mitigate climate change? European Central Bank – ECB Working Paper Series No 2650. Internet: www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecb.wp2650~3b693e6009.en.pdf.
- Arbeitsmarktservice Österreich (2020): Aspekte der Arbeitsmarktentwicklung in der Covid-19-Krise unter Berücksichtigung geschlechtsspezifischer Unterschiede. Spezialthema zum Arbeitsmarkt November 2020. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Arbeitsmarktservice Österreich (2023): Aktive Arbeitsmarktpolitik für die »grüne Transformation«. Spezialthema zum Arbeitsmarkt Juli 2023. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Autor, D. H. (2015): Why are There Still so Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. In: The Journal of Economic Perspectives. Volume 29. No. 3. pp. 3–30.
- Autor, D. H. / Dorn, D. (2013): The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market. In: American Economic Review 103(5). pp. 1553–1597.
- Bärenthaler-Sieber, S. / Bock-Schappelwein, J. / Böheim, M. / Kügler, A. / Schmidt-Padickakudy, N. (2022): Digitalisierung in Österreich: Fortschritt, Breitbandinfrastruktur und die Rolle der Open-Access-Netze. In: WIFO-Monatsberichte 6/2022, Seite 379–390.
- Berg, J. / Gmyrek, P. (2023): Automation Hits the Knowledge Worker: ChatGPT and the Future of Work. UN Multi-Stakeholder Forum on Science, Technology and Innovation for the SDGs (STI Forum) 2023. Internet: <https://ssrn.com/abstract=4458221>.
- Berger, Ch. / Lechner, E. / Moder, C. (2021): Digitale Inklusion. AK Policy Paper. Internet: https://wien.arbeiterkammer.at/interessenvertretung/arbeitsdigital/policypapers/Policy_Paper_Digitale_Inklusion.pdf
- Bergmann, N. / Lachmayr, N. / Mayerl, M. / Pretterhofer, N. (2021): Frauen in technischen Ausbildungen und Berufen. Fokus auf förderliche Ansätze. AMS report 157/158. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Bergmann, N. / Meyer, L. / Nikolatti, R. / Wetzel, P. (2023): Bildungs- und Berufswahlprozesse junger Frauen: MINT the Gap! Internet: www.lrsocialresearch.at/files/MINT_the_GAP_Endbericht_Maerz2023.pdf.

- Binder, D. / Dibiasi, A. / Schubert, N. / Zaussinger, S. (2021): Entwicklungen im MINT-Bereich an Hochschulen und am Arbeitsmarkt. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung, Wien. Internet: www.bmbwf.gv.at/dam/jcr:158c1c57-2e65-4842-9746-c727903e21bb/IHS_Entwicklungen_im_MINT-Bereich.pdf
- Bittschi, B. / Sellner, R. (2020): Gelenkter technologischer Wandel: FTI-Politik im Kontext des Klimawandels. IHS Policy Brief, 17/2020. Internet: <https://irihs.ihs.ac.at/id/eprint/5321/1/ihs-policy-brief-2020-bittschi-sellner-fti-politik-klimawandel.pdf>
- BMDW – Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort (2021): Digitales Kompetenzmodell für Österreich. DigComp 2.2 AT. Wien.
- BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2023): DPP4ALL – A Digital Product Passport for All.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hg.) (2021): GreenTech Made in Germany 2021 Umwelttechnik-Atlas für Deutschland. Berlin.
- BMU – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit Deutschland (2018): GreenTech Made in Germany 2018. Internet: www.bmu.de/publikation/greentech-made-in-germany-2018-umwelttechnik-atlasfuer-deutschland
- Bock-Schappelwein, J. / Egger, A. / Liebeswar, C. / Marx, C. (2023): Arbeitsmarktpolitische Maßnahmen im Hinblick auf die Ökologisierung der Wirtschaft. Ökojobs gegen Arbeitslosigkeit? Im Auftrag des AMS Österreich. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Bonin, H. / Gregory, T. / Zierahn, U. (2015): Übertragung der Studie von Frey / Osborne (2013) auf Deutschland. ZEW Kurzexpertise Nr. 57.
- Breitenfellner, A. / Hasenhüttl, S. / Lehmann, G. / Tschulik, A. (2020): Green finance – opportunities for the Austrian financial sector. In: Oesterreichische Nationalbank: Financial Stability Report 40, Seite 45–63. Internet: www.oenb.at/dam/jcr:314567c2-c4c9-4521-8153-bbb55150d159/05_FSR_40_Green_finance.pdf
- Brixy, U. / Janser, M. / Mense, A. (2023): Ausbildungsmarkt und ökologische Transformation: Auszubildende entscheiden sich zunehmend für Berufe mit umweltfreundlichen Tätigkeiten. IAB-Kurzbericht 19/2023, DOI:10.48720 / IAB.KB.2319.
- Cedefop (2023): From »Greenovators« to »Green Minds«: Key Occupations for the Green Transition. The Nuances of Defining »Green« Occupations. Briefing Note November 2023. Internet: <https://data.europa.eu/doi/10.2801/87959>.
- Cedefop (2021). The Green Employment and Skills Transformation: Insights from a European Green Deal Skills Forecast Scenario. Luxembourg: Publications Office. Internet: <http://data.europa.eu/doi/10.2801/112540>.
- Deloitte (2020): Resilient Generations Hold the Key to Creating a »Better Normal«. The Deloitte Global 2020 Millennial Survey.
- Deloitte Österreich / SORA (2023): Sustainability Check 2023. Wirtschaft im Spannungsfeld zwischen Verantwortung, Pflicht und Notwendigkeit. Internet: www2.deloitte.com/at/de/seiten/wirtschaftspruefung/artikel/sustainability-check.html.

- Deloitte / Wien Energie (2021): Green Jobs und Nachhaltigkeit. Was einen attraktiven Arbeitgeber im MINT-Bereich ausmacht.
- Dibiasi, A. / Schubert, N. / Zaussinger, S. (2021): Geschlechtersituation am Beispiel von MINT-Fokus- & Pädagogikstudien Zusatzbericht der Studierenden-Sozialerhebung 2019.
- Dierdorff, E. / Norton, J. / Drewes, D. / Kroustalis, C. / Rivkin, D. / Lewis, P. (2015): Greening of the World of Work: Implications for O*NET®-SOC and New and Emerging Occupations. National Center for O*NET Development.
- Dornmayr, H. / Riepl, M. (2023): Unternehmensbefragung zum Arbeits- und Fachkräftebedarf/-mangel, Arbeitskräfte radar 2023. ibw-Forschungsbericht Nr. 215. Wien.
- Ekkehardt, E. / Merola, R. / Samaan, D. (2018): Economics of Artificial Intelligence: Implications for the Future of Work. ILO future of work research paper series No. 5. Internet: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---dgreports/---cabinet/documents/publication/wcms_647306.pdf.
- ELA – European Labour Authority (2021): Report on Labour Shortages and Surpluses. November 2021. Internet: www.ela.europa.eu/sites/default/files/2021-12/2021%20Labour%20shortages%20%20surpluses%20report.pdf.
- Eurograduate (2020): Eurograduate Pilot Survey. Design and Implementation of a Pilot European Graduate Survey. Comparative Report. Luxembourg.
- Europäische Kommission (2023): Europas digitale Dekade: digitale Ziele für 2030. Internet: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digitaldecade-digital-targets-2030_de.
- Europäische Kommission (2023a): Digital Economy and Society Index (DESI) 2022. Thematic chapters. Brüssel: Europäische Kommission.
- Europäische Kommission (2022a): Women in Digital Scoreboard 2022 Country Profiles 2022. Country profiles.
- Europäische Kommission (2022): Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI) 2022. Österreich.
- Europäische Kommission (2021): Eine langfristige Vision für die ländlichen Gebiete der EU – Für stärkere, vernetzte, resiliente und florierende ländliche Gebiete bis 2040. COM(2021) 345 final.
- Europäische Kommission (2019): Der europäische Grüne Deal. COM(2019) 640 final.
- Europäische Kommission (2018): Impacts of Circular Economy Policies on the Labour Market – Final Report and Annexes. Publications Office. Internet: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/574719>.
- Eurostat (2021): Regional Yearbook.
- Fink, S. / Rufera, S. (2021): Klima- und Umwelttechnologien als Motor für die österreichische (Export-)Wirtschaft. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).
- Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO (2023): Einfluss der Künstlichen Intelligenz auf Arbeitstätigkeiten und Berufsbilder. Kurzstudie für das Handelsblatt.

- Friesenbichler, K. / Hölzl, W. / Köppl, A. / Meyer, B. (2021): Investitionen in die Digitalisierung und Dekarbonisierung in Österreich. Treiber, Hemmnisse und wirtschaftspolitische Hebel. Internet: www.wifo.ac.at/wwa/pubid/67181.
- Frisch, N.-S. (2018): Arbeitsmarkt, Berufe und Geschlecht in Österreich. SWS Rundschau 58(4). Seite 307–327.
- Frischenschlager, H. / Moser, G. (2021): Digitalisierung in der Umwelttechnik. Erhebung zu Stand der Entwicklung, Wirkung und Effekten digitaler Technologien und deren Anwendungen in Österreich. Kurzfassung. Internet: www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/dp159.pdf.
- GIZ – Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH (Hg.) (2013): Berufsbildung für die grüne Wirtschaft. Internet: www.bibb.de/dokumente/pdf/Berufsbildung_gruene_Wirtschaft_GlobalesPartnertreffen_Leipzig.pdf.
- Haberfellner, R. (2024): Perspektiven der Digitalisierung und Ökologisierung im Bereich der MINT-Berufe. AMS report 181. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Haberfellner, R. / Sturm, R. (2021): Beschäftigungs- und Ausbildungstrends in der österreichischen Umweltwirtschaft. AMS report 156. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Haberfellner, R. / Sturm, R. (2020): Dienstleistung 4.0 – Trends und Konsequenzen der Digitalisierung am Beispiel ausgewählter Dienstleistungsbranchen. AMS report 145. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Haberfellner, R. / Sturm, R. (2016): Die Transformation der Arbeits- und Berufswelt. Nationale und internationale Perspektiven auf (Mega-)Trends am Beginn des 21. Jahrhunderts. AMS report 120/121. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Haberfellner, R. / Sturm, R. (2013): Green Economy? Eine Analyse der Beschäftigungssituation in der österreichischen Umweltwirtschaft unter besonderer Berücksichtigung der Perspektiven für hochqualifizierte Arbeitskräfte. AMS report 96. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2015): Einleitung: Digitalisierung industrieller Arbeit. In: Hirsch-Kreinsen et al. Seite 9–30.
- Hirsch-Kreinsen, H. / Ittermann, P. / Niehaus, J. (Hg.) (2015): Digitalisierung der industriellen Arbeit. Die Vision Industrie 4.0 und ihre sozialen Herausforderungen. Nomos Verlag.
- Holzinger, F. / Greithanner, J. / Schön, L. / Sokol, J. (2022): Covid-19 und die veränderten Arbeitsbedingungen von Wissenschaftler:innen in der außeruniversitären naturwissenschaftlich-technischen Forschung. Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH Institut für Wirtschafts-, Sozial- und Innovationsforschung im Auftrag des Klimaministeriums. Wien / Graz.
- Ihsen, S. / Mellies, S. / Jeanrenaud, Y. / Wentzel, W. / Kubes, T. / Reutter, M. / Diegmann, L. (2017): Weiblichen Nachwuchs für MINT-Berufsfelder gewinnen: Bestandsaufnahme und Optimierungspotenziale. Lit Verlag.

- ILO – International Labour Organization (2023): Green Jobs, Green Economy, Just Transition and Related Concepts: A Review of Definitions Developed through Intergovernmental Processes and International Organizations. Internet: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_883704.pdf.
- ILO – International Labour Organization (2023a): Verwirklichung eines gerechten Übergangs zu ökologisch nachhaltigen Volkswirtschaften und Gesellschaften für alle. Internationale Arbeitskonferenz 111. Tagung, 2023. Internet: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_876662.pdf.
- ILO – International Labour Organization (2019): Skills for a Greener Future: A Global View Based on 32 Country Studies. Internet: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/documents/publication/wcms_732214.pdf.
- ILO – International Labour Organization (2016): What is a Green Job? Internet: www.ilo.org/global/topics/green-jobs/news/WCMS_220248/lang--en/index.htm.
- ILO/UNEP (2008): Green Jobs: Towards decent work in a sustainable, low-carbon world. Internet: www.ilo.org/global/topics/green-jobs/publications/WCMS_158727/lang--en/index.htm.
- Janser, M. (2018): The Greening of Jobs in Germany. First Evidence from a Text Mining Based Index and Employment Register Data. IAB-Discussion Paper 14/2018. Internet: <https://doku.iab.de/discussionpapers/2018/dp1418.pdf>.
- Katajamäki, W. (2018): Green Jobs – International Labour Organization Perspective. UNECE/FAO. The Expert Workshop on »Green Forest Jobs: Exploring Opportunities and Increasing the Capacity of UNECE Member States«, 17–18 September 2018. Internet: <https://unece.org/fileadmin/DAM/timber/meetings/2018/20180917/01-katajamaki-green-jobs-ilo.pdf>.
- Lehmer, F. / Janser, M. / Schludi, M. (2020): Viele Berufe werden sowohl digitaler als auch grüner. In: IAB-Forum – Das Magazin des Instituts für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, 9. April 2020. Internet: www.iab-forum.de/viele-berufe-werden-sowohl-digitaler-als-auch-gruener.
- LinkedIn (2023): Global Green Skills Report 2023. Internet: <https://economicgraph.linkedin.com/content/dam/me/economicgraph/en-us/global-green-skills-report/green-skills-report-2023.pdf>.
- Lynn, T. / Rosati, P. / Conway, E. / Curran, D. / Fox, G. / O’Gorman, C. (2022): Digital Towns: Accelerating and Measuring the Digital Transformation of Rural Societies and Economies. Palgrave Macmillan.
- Marcus, J.S. (2023): Adapting the European Union AI Act to Deal with Generative Artificial Intelligence. Bruegel. Internet: www.bruegel.org/analysis/adapting-european-union-ai-act-deal-generative-artificial-intelligence.
- McKinsey & Company (2023): The Economic Potential of Generative AI: The Next Productivity Frontier. Internet: www.mckinsey.com/capabilities/mckinsey-digital/our-insights/the-economic-potential-of-generative-ai-the-next-productivity-frontier#.
- Muench, S. / Stoermer, E. / Jensen, K. / Asikainen, T. / Salvi, M. / Scapolo, F. (2022): Towards a Green and Digital Future. Publications Office of the European Union, Luxembourg, doi:10.2760/54, JRC129319.

- Neligan, A./Engels, A./Schaefer, T./Schleicher, C./Fritsch, M./Schmitz, E./Wiegand, R. (2021): Digitalisierung als Enabler für Ressourceneffizienz in Unternehmen, Gutachten des Deutschen Institutes für Wirtschaft im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie. Internet: www.iwkoeln.de/studien/adriana-neligan-digitalisierung-als-enabler-fuer-ressourceneffizienz-in-unternehmen.html.
- OECD (2023): Job Creation and Local Economic Development 2023: Bridging the Great Green Divide, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/21db61c1-en>.
- Roland Berger Strategy Consultants (2015): Die digitale Transformation der Industrie. Was sie bedeutet. Wer gewinnt. Was jetzt zu tun ist. Internet: https://bdi.eu/media/presse/publikationen/information-und-telekommunikation/Digitale_Transformation.pdf.
- Schneeweiß, S. (2016): Wenn die Norm ein Geschlecht hat. Zur Arbeitssituation von Frauen in technischen Berufen in Österreich. AMS report 116. Arbeitsmarktservice Österreich. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Statistik Austria (2023): Umweltgesamtrechnungen, Modul Umweltorientierte Produktion und Dienstleistung (EGSS) 2021. Projektbericht.
- Statistik Austria (2023a): Digitale Kenntnisse in Österreich und der Europäischen Union Ergebnisse des Digital Skills Indicator (DSI 2.0) 2021.
- Statistik Austria (2022): Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zum Mikrozensus ab 2004.
- Statistik Austria (2011): Systematik der Berufe ÖISCO-o8. Band 1: Einführung, Grundstruktur, Erläuterungen.
- Tikvic, M./Wohlgemuth, N. (2022): IKT-Statusreport, Endbericht 2022. Internet: https://kihs.at/IKT_ENDBERICHT_2022.pdf.
- Unger, M./Jühlke, R. (2020): Eurograduate Pilotbefragung. Länderbericht Österreich. European Commission. Luxembourg.
- Urban, P./Rizos, V./Ounnas, A./Kassab, A./Kalantaryan, H. (2023): Jobs for the Green Transition. Definitions, Classifications and Emerging Trends. CEPS In-depth Analysis. Internet: www.ceps.eu/ceps-publications/jobs-for-the-green-transition.
- Vuorikari, R./Kluzer, S./Punie, Y. (2022): DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens – With New Examples of Knowledge, Skills and Attitudes, EUR 31006 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-48882-8, doi:10.2760/115376, JRC128415.
- WBL – Inter-Agency Working Group on Work-based Learning (2022): Work-based learning and the green transition. Luxembourg: Publications Office. Internet: <http://data.europa.eu/doi/10.2801/69991>.
- WKO – Fachverband Metalltechnische Industrie (2021): Umwelttechnik Produktliste 2021. Internet: www.metalltechnischeindustrie.at/fileadmin/content/Dokumente/Rahmenbedingungen/Umwelt_Energie/Brosch%C3%BCre_Umwelttechnik_2021_deutsch_HP.PDF.

- Wolfangel, E. (2023): Was sollen künstliche Intelligenzen dürfen? In: Spektrum der Wissenschaft – die Woche, Nr. 31/2023, Seite 28–37. Internet: www.spektrum.de/news/ki-regulierung-was-soll-kuenstliche-intelligenz-duerfen/2165157.
- Ziegler, P. / Eder, A. / Wöhl, W. (2023): Berufskundliche Studie zu grünen Qualifikationen und grünen Kompetenzen. Green Skills im Aufwind? Zur Bedeutung von grünen Kompetenzen und Qualifikationen für die Ausbildung an Berufsbildenden höheren Schulen, Universitäten und Fachhochschulen. Im Auftrag des AMS Österreich. Download in der E-Library des AMS-Forschungsnetzwerkes unter <https://forschungsnetzwerk.ams.at>.
- Zika, G. / Maier, T. / Mönnig, A. / Schneemann, Ch. / Steeg, S. / Weber, E. / Wolter, M.I. / Krinitz, J. (2022): Die Folgen der neuen Klima- und Wohnungsbaupolitik des Koalitionsvertrages für Wirtschaft und Arbeitsmarkt. IAB-Forschungsbericht 3/2022. DOI:10.48720/IAB.FB.2203.

Anhang

Tabelle 6: Umweltbeschäftigte (VZÄ) in ausgewählten Branchen (ÖNACE 2008), 2008/2015/2021 im Vergleich

ÖNACE 2008 Wirtschaftsabteilung	Umweltbeschäftigte VZÄ			Differenz	
	2008	2015	2021	2008–2015	2015–2021
Herstellung von Kraftwagen und -teilen <C29>	3.507	4.354	6.591	847	2.237
Gebäudebetreuung; Gartenbau <N81>	4.723	5.148	5.887	425	739
Energieversorgung <D35>	5.105	6.285	4.541	1.180	–1.744
Herstellung von elektrischen Ausrüstungen <C27>	6.941	9.032	6.911	2.091	–2.121
Maschinenbau <C28>	8.940	11.944	13.669	3.004	1.725
Forstwirtschaft und Holzeinschlag <A02>	9.146	9.756	10.985	610	1.229
Herstellung von Holzwaren; Korbwaren <C16>	9.363	8.730	8.012	–633	–718
Architektur- und Ingenieurbüros <M71>	10.363	10.878	11.852	515	974
Hochbau <F41>	11.676	8.479	5.616	–3.197	–2.863
Abfallbehandlung <E38>	14.423	15.845	17.238	1.422	1.393
Sonstige Bautätigkeiten <F43>	18.292	17.553	24.731	–739	7.178
Landwirtschaft und Jagd <A01>	25.471	27.832	36.352	2.361	8.520
Andere Branchen	35.187	35.772	40.967	585	5.195
Umweltbeschäftigung VZÄ – Gesamt	163.137	171.608	193.352	8.471	21.744

Quelle: Statistik Austria, EGSS; eigene Darstellung, eigene Berechnungen

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Green Jobs laut Definition und Abgrenzung der Internationalen Arbeitsorganisation (ILO)	12
Abbildung 2:	Fünf Gruppen von Green Jobs (Cedefop)	14
Abbildung 3:	Grüne Veränderungsdynamik nach Berufsgruppen: die fünf Berufsgruppen mit den stärksten Veränderungen	18
Abbildung 4:	Betroffenheit akademischer Berufe durch Ökologisierung / Dekarbonisierung (Anzahl der Berufe je Berufsgruppe, nach ISCO-o8)	19
Abbildung 5:	Gliederungsmerkmale EGSS	20
Abbildung 6:	Umweltbeschäftigte in Vollzeiteinheiten (Vollzeitäquivalente), 2008–2021	21
Abbildung 7:	Umweltbeschäftigte in Vollzeiteinheiten (Vollzeitäquivalente), 2008 / 2015 / 2021, in ausgewählten Branchen (ÖNACE 2008)	22
Abbildung 8:	Anteile ausgewählter Branchen (ÖNACE 2008) an der Umweltbeschäftigung (Vollzeitäquivalente), 2021	23
Abbildung 9:	Sieben Umwelttechnik-Leitmärkte	26
Abbildung 10:	Gewichtete Beschäftigtenentwicklung der Umwelttechnik-Wirtschaft, Umwelttechnik-Industrie und Umwelttechnik-Dienstleistungsunternehmen	27
Abbildung 11:	Umwelttechnologierelevante Forschungseinrichtungen zu Umweltschutzbereichen sowie zum Bereich der sonstigen Arbeitsgebiete (einschließlich Mehrfachzuordnung)	29
Abbildung 12:	Anteile der Berufshauptgruppen (ISCO o8) am prognostizierten EGD-induzierten Beschäftigungszuwachs (EU-27, 2020–2030)	31
Abbildung 13:	Beschäftigung von MitarbeiterInnen in Green Jobs 2023 (Deloitte / SORA)	33
Abbildung 14:	Beschäftigung von MitarbeiterInnen in Green Jobs in fünf Jahren (Deloitte / SORA)	34
Abbildung 15:	Steigender Bedarf an umweltrelevanten Kompetenzen (Green Skills), nach Sparten	35

Abbildung 16: Kompetenzbereiche von Green Skills mit wachsender Bedeutung	35
Abbildung 17: Wie denken Sie über Umwelt- und Klimabewegungen wie Fridays for Future?	37
Abbildung 18: »Mir ist es sehr wichtig, selbst einen Green Job zu haben«	38
Abbildung 19: »Durch Arbeit etwas Sinnvolles zu tun, ist viel wichtiger als die Bezahlung«	38
Abbildung 20: Neue Ausbildungsverhältnisse in Deutschland in Berufen mit Green Skills, Brown Skills und neutralen Berufen	39
Abbildung 21: Digitale Kenntnisse nach Kompetenzstufen im EU-Vergleich, 2021	47
Abbildung 22: Erwerbstätige in IKT-Berufen, 2011–2022 (ISCO-o8)	50
Abbildung 23: Erwerbstätige in IKT-Berufen: Anteile der Berufsgruppen <133>, <25> und <35> in den Jahren 2011, 2019 und 2022 im Vergleich	51
Abbildung 24: Anteil der weiblichen Erwerbstätigen in IKT-Berufen, 2011–2022 (ISCO-o8)	52
Abbildung 25: Erwerbstätige in IKT-Berufen (ISCO-o8 <133>, <25> und <35>), nach Altersgruppen in den Jahren 2011, 2015, 2019 und 2022 im Vergleich	54
Abbildung 26: Anteile der Altersgruppen an Erwerbstätigen in IKT-Berufen im Vergleich zur Gesamtbeschäftigung, 2022	55
Abbildung 27: Anteil der Unternehmen in EU-28, die 2018 Schwierigkeiten hatten, IKT-Stellen mit SpezialistInnen zu besetzen (als Anteil an allen Unternehmen, die versucht haben, IKT-SpezialistInnen zu rekrutieren bzw. rekrutiert haben)	57
Abbildung 28: Mismatch fünf Jahre nach Studienabschluss (2012/2013-Kohorte, Österreich)	60
Abbildung 29: Bachelorstudien: Arbeitsmarktstatus 36 Monate nach dem Abschluss, nach Studiengruppe	61
Abbildung 30: Master- und Diplomstudien: Arbeitsmarktstatus 36 Monate (drei Jahre) nach dem Abschluss, nach Ausbildungsfeldern	63
Abbildung 31: Master- und Diplomstudien: Erwerbstätigenquote 36 Monate (drei Jahre) nach dem Abschluss, nach Ausbildungsfeldern und Geschlecht	67
Abbildung 32: Die »Vier Hebel der digitalen Transformation«	77
Abbildung 33: Die »Vier Hebel der digitalen Transformation« und bedeutendste digitale Technologien in der Umwelttechnik	79
Abbildung 34: Grundlegende und mehr als grundlegende digitale Kenntnisse, nach Urbanisierungsgrad in Österreich, 2021 (in Prozent)	85
Abbildung 35: Rangfolge nach dem Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft (DESI), 2022	85
Abbildung 36: Prognose der Beschäftigungswirkung des European Green Deal, nach Geschlecht (Unterschied in 1.000 zur Basisprognose)	87

Abbildung 37: EGD-induzierter Beschäftigungsgewinn gegenüber Basisszenario, in Prozentpunkten, nach Qualifikationsgruppen, im Zeitverlauf 2020–2030 (EU-27)	90
---	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Greenness-of-Jobs-Index – Beispiele anhand konkreter Fachberufe	16
Tabelle 2: Beschäftigte in F&E im Bereich »Umwelttechnologie«, 2017 und 2019 im Vergleich	30
Tabelle 3: Veränderung der Erwerbstätigkeit in IKT-Berufen, 2019–2022, nach Geschlecht (IKT-Kernberufsgruppen ISCO Berufsgruppen <25> + <35> + <133>)	53
Tabelle 4: Veränderung der Erwerbstätigkeit in akademischen IKT-Berufen <25>, 2019–2022, nach Geschlecht	53
Tabelle 5: Erwerbstätige Männer und Frauen in MINT-Berufs(-unter-)gruppen (ISCO-08), 2022	64
Tabelle 6: Umweltbeschäftigte (VZÄ) in ausgewählten Branchen (ÖNACE 2008), 2008/2015/2021 im Vergleich	99

Beim Übergang zu einer dekarbonisierten Wirtschaft wird die Wettbewerbsfähigkeit Europas stark von seiner Fähigkeit abhängen, die sauberen Technologien zu entwickeln und herzustellen, die für die Erreichung dieser Ziele nötig sind. Die Dekarbonisierung der Wirtschaft bzw. eine grüne Transformation können nur mit entsprechend ausgebildeten Beschäftigten erfolgreich bewältigt werden. Daher ist mit einem erhöhten Fachkräftebedarf in umwelt- und klimafreundlichen Berufen zu rechnen. Dieser Fachkräftebedarf ist vor allem dem MINT-Bereich zuzuordnen. Zu den MINT-Berufen zählen auch die Informatik-Berufe, Teil eines weiteren Megatrends, nämlich jenem der Digitalisierung. Diese beiden parallellaufenden Megatrends werden auch unter dem Titel der so genannten »Twin Transition« diskutiert. Dazu zählen Aspekte, wie z. B. die Frage, ob diese beiden Megatrends in Konkurrenz zueinanderstehen, sich gegenseitig behindern oder aber einander befördern. Dieser mit Jahresbeginn 2024 von der Soll & Habermann Unternehmense- und Projektberatung im Auftrag der Abteilung Arbeitsmarktforschung und Berufsinformation des AMS Österreich abgeschlossene Bericht befasst sich mit folgenden Aspekten der Twin Transition:

- rezente Entwicklungen hinsichtlich des Megatrends »Ökologisierung/Dekarbonisierung«, so insbesondere zur Frage der Nachfrage bzw. des Bedarfes an Green Jobs und Green Skills;
- rezente Entwicklungen hinsichtlich des Megatrends der Digitalisierung mit Schwerpunkten auf der Entwicklung in der Beschäftigung in IKT-Branchen sowie bezüglich neuer Trends in der Digitalisierung;
- rezente Entwicklungen hinsichtlich der Studierenden und AbsolventInnen von MINT-Studiengängen sowie der Nachfrage nach MINT-Arbeitskräften;
- Diskussion der Frage, inwieweit die beiden Megatrends der Digitalisierung und der Ökologisierung miteinander interagieren;
- Diskussion der Frage, welche Parallelen und Unterschiede in den Charakteristika der beiden Megatrends bezogen auf Arbeitsmarkt, Bildung und Beschäftigung zu sehen sind.

<https://forschungsnetzwerk.ams.at>

... ist die Internet-Adresse des AMS Österreich
für die Arbeitsmarkt-, Berufs- und Qualifikationsforschung



P.b.b.
Verlagspostamt 1200

ISBN 978-3-85495-798-X