

Bertschek, Irene et al.

**Research Report**

## Arbeiten 4.0 - Chancen und Herausforderungen für Luxemburg. Studie im Auftrag von Arbeitsministerium, Handelskammer, Arbeitnehmerkammer Luxemburg

ZEW-Gutachten

**Provided in Cooperation with:**

ZEW - Leibniz Centre for European Economic Research

*Suggested Citation:* Bertschek, Irene et al. (2018) : Arbeiten 4.0 - Chancen und Herausforderungen für Luxemburg. Studie im Auftrag von Arbeitsministerium, Handelskammer, Arbeitnehmerkammer Luxemburg, ZEW-Gutachten, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung (ZEW), Mannheim

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/181909>

**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.*

# Arbeiten 4.0 – Chancen und Herausforderungen für Luxemburg

Studie im Auftrag von

Arbeitsministerium, Handelskammer,  
Arbeitnehmerkammer Luxemburg

Januar 2018

Institut für Sozialforschung  
und Sozialwirtschaft e.V.  
Saarbrücken

The logo for the Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V. (ISO) features the lowercase letters 'iso' in a blue, italicized sans-serif font, positioned to the right of the text 'Institut für Sozialforschung und Sozialwirtschaft e.V. Saarbrücken'.The logo for the Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH (ZEW) features the uppercase letters 'ZEW' in a bold, blue, sans-serif font.

Zentrum für Europäische  
Wirtschaftsforschung GmbH

## **Projektteam**

ZEW:

Prof. Dr. Irene Bertschek

Dr. Daniel Arnold

Dr. Daniel Erdsiek

Prof. Dr. Katharina Nicolay

iso Institut:

Prof. Dr. Daniel Bieber

Dr. Elena Kreuzer

Das Projektteam dankt Georgia Frede und Raphaela Andres für die wissenschaftliche Unterstützung sowie allen Expertinnen und Experten für die Teilnahme an den vertiefenden Interviews.

## Inhalt

Projektteam.....	i
Executive Summary.....	1
Einleitung.....	7
1 Digitalisierung – Tendenzen, Treiber, Artefakte.....	8
1.1 Definition und Zusammenfassung technologischer Trends .....	8
1.1.1 Mobiles Internet und Konnektivität .....	8
1.1.2 Cloud Computing .....	9
1.1.3 Big Data.....	11
1.1.4 FinTech.....	14
1.1.5 Robotik.....	16
1.1.6 Industrie 4.0 (Internet der Dinge).....	19
1.1.7 Augmented und Virtual Reality.....	21
1.1.8 Künstliche Intelligenz .....	22
1.1.9 Digitale Plattformen.....	23
1.2 Der Stand der Digitalisierung in Luxemburg .....	27
1.2.1 Quality of Work Luxemburg 2017.....	27
1.2.2 Internationaler Vergleich: Der Digital Economy and Society Index.....	30
2 Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsinhalt und -organisation.....	38
2.1 Veränderung der Tätigkeitsstruktur sowie der Qualifikationsanforderung.....	38
2.1.1 Die aktuelle Branchenstruktur und Tätigkeitsverteilung Luxemburgs .....	38
2.1.2 Beobachtbare Trendentwicklungen bezüglich der Arbeitsinhalte und Tätigkeiten im Zuge der Digitalisierung .....	43
2.1.3 Ergebnisse zu Beschäftigungseffekten der zunehmenden Automatisierung .....	47
2.1.4 Veränderung der Kompetenzanforderungen .....	52
2.1.5 Branchenunterschiede der aktuellen IKT-Nutzung und Kompetenzanforderungen auf Basis der PIAAC-Befragung.....	54
2.2 Veränderte Arbeitsorganisation: Digitalisierung als Treiber für eine flexiblere Arbeitsorganisation.....	65
2.2.1 Räumlich und zeitlich flexible Arbeitsformen.....	65

2.2.2	Plattformbasierte Erwerbsarbeit und Soloselbstständigkeit.....	67
3	Soziale Aspekte der Digitalisierung in der luxemburgischen Arbeitswelt .	71
3.1	Chancen der Digitalisierung in Luxemburg für Unternehmen und Mitarbeiter.....	74
3.1.1	Erhöhung der Produktivität und der Wettbewerbsfähigkeit.....	75
3.1.2	Nutzung weiterer Potenziale zur Fachkräftesicherung .....	78
3.1.3	Wandel von Qualifikationen und Kompetenzen.....	80
3.2	Risiken der Digitalisierung .....	81
3.2.1	Veränderung der Erwerbsarbeit .....	82
3.2.2	Fehlendes Einsatzpotential bestimmter Erwerbsgruppen .....	86
3.2.3	Erosion des sozialen Zusammenhalts .....	87
3.2.4	Qualifikatorische Herausforderungen .....	88
3.3	Neue Formen der sozialen Interaktion und daraus resultierende Folgen.	89
3.3.1	Neue Formen der kollaborativen Arbeit.....	90
3.3.2	Qualifizierung und Weiterbildung: Best-Practice-Beispiele aus Luxemburg .....	90
3.3.3	Neue Anforderungen an interessenpolitisches Handeln.....	91
3.4	Handlungsoptionen auf Basis der Experteninterviews.....	95
3.4.1	Politische Handlungsoptionen .....	95
3.4.2	Betriebliche Handlungsoptionen .....	97
3.5	Zwischenfazit .....	98
4	Arbeitsqualität und Gesundheit .....	100
4.1	Entwicklungen in der Belastungsdiskussion der Arbeitswelt 4.0 .....	100
4.2	Folgen auf die Arbeitsqualität, Gesundheit und die Work-Life-Balance durch neue Formen digitalisierten Arbeitens .....	101
4.2.1	Körperliche und psychische Auswirkungen .....	102
4.2.2	Die neue Rolle des subjektiven Faktors im Kontext ambivalenter (Aus- )Wirkungen von Arbeitsbedingungen und -anforderungen .....	103
4.2.3	Die neue Rolle des subjektiven Faktors: der Arbeitnehmer als (aktiver) Akteur in der Auseinandersetzung mit der Bewältigung von Belastungen .....	104
4.3	Herausforderungen für die Arbeitsmedizin .....	106
4.3.1	Bestehende Systeme bei der Arbeitsmedizin in Luxemburg .....	106

4.3.2	Herausforderungen für den Gesundheitsschutz und die Gesundheitsförderung.....	108
4.3.3	Herausforderungen und Chancen bezüglich Unfall- und Verletzungsrisiken.....	108
4.4	Handlungsempfehlungen.....	109
4.5	Zwischenfazit .....	111
5	Herausforderungen für die Soziale Sicherung durch die Digitalisierung ..	112
6	Diskutierte Steuerreformen im Kontext der Digitalisierung.....	114
6.1	Einleitung .....	114
6.2	OECD BEPS Aktionspunkte mit Bezug zur Gewinnbesteuerung der digitalen Wirtschaft .....	115
6.2.1	Verhinderung der Umgehung von Betriebsstättenverhalten .....	115
6.2.2	Überarbeitung der Verrechnungspreisvorschriften .....	116
6.2.3	Ausgleichsabgabe .....	116
6.3	Internetsteuern.....	117
6.3.1	Quellensteuer auf digitale Transaktionen .....	117
6.3.2	Bit-Steuern (Besteuerung der Bandbreite).....	118
6.3.3	Internetzugangssteuer.....	118
6.3.4	Datensammelsteuer .....	119
6.4	Fazit.....	119
7	Literaturverzeichnis .....	120

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1.1: Anteil der Unternehmen in Luxemburg, die kostenpflichtig IT-Dienste über Cloud Computing nutzen .....	11
Abbildung 1.2: Cloud Computing in Luxemburg, nach Wirtschaftszweigen in Prozent.....	11
Abbildung 1.3: Anteil der Unternehmen, die Big Data Analytics nutzen, EU-28 und Luxemburg .....	13
Abbildung 1.4: Big Data Analytics in Luxemburg, nach Wirtschaftszweigen in Prozent.....	14
Abbildung 1.5: Geschätzte weltweite Verkaufszahlen von Industrierobotern ..	18
Abbildung 1.6: Anforderungen an die Robotertechnik:.....	18
Abbildung 1.7: Wachstum Digitaler Plattformen und deutscher Industrieunternehmen, 2012-2016 in Prozent.....	26
Abbildung 1.8: Plattformunternehmen* nach Regionen.....	26
Abbildung 1.9: Direkte Betroffenheit der Arbeit von Digitalisierung, nach Bildung und Berufsgruppen .....	28
Abbildung 1.10: Veränderung der Arbeit durch Digitalisierung, Luxemburg.....	29
Abbildung 1.11: Wichtigkeit der Regulierung von Arbeit bei fortschreitender Digitalisierung, Luxemburg .....	30
Abbildung 1.12: Internationale Rangliste DESI 2017 .....	34
Abbildung 1.13: Teilindikator: Digitale Kenntnisse im internationalen Vergleich .....	35
Abbildung 1.14: Teilindikator: Digitale Kenntnisse in Luxemburg .....	36
Abbildung 1.15: Benötigte Computerkenntnisse, EU-28 Länder .....	36
Abbildung 2.1: Herkunft der Beschäftigten in Luxemburg nach Wirtschaftsbereich, 2017.....	39
Abbildung 2.2: Anzahl der Beschäftigten in Luxemburg nach Wirtschaftsbereich, 2017.....	41
Abbildung 2.3: Beschäftigte in Luxemburg nach aggregierten Wirtschaftsbereichen, 1995 - 2017 .....	42
Abbildung 2.4: Bruttowertschöpfung nach Branchen in Luxemburg, 1995 – 2013, in Prozent.....	42
Abbildung 2.5: Qualifikationsstruktur in Luxemburg, Anteil der Erwerbspersonen in Prozent .....	43
Abbildung 2.6: Veränderung der Erwerbstätigenanteile nach Einkommensklassen, 1993-2006 .....	46

Abbildung 2.7: Veränderung der Erwerbstätigengruppen nach Einkommensklassen 2011-2014, in Tausend.....	46
Abbildung 2.8: Unterschiede in den Tätigkeitsinhalten im Ländervergleich, 2014 .....	50
Abbildung 2.9: Technologische Obsoleszenz in EU-28 Ländern.....	51
Abbildung 2.10: Erwartung eines Arbeitsplatzverlustes in zehn Jahren wegen technologischem Fortschritt, Luxemburg.....	51
Abbildung 2.11: Level der Problemlösungsfähigkeit der Beschäftigten .....	56
Abbildung 2.12: Level der Numeracy der Beschäftigten.....	57
Abbildung 2.13: Level der Literacy der Beschäftigten.....	58
Abbildung 2.14: Anteil der Beschäftigten mit Computernutzung.....	59
Abbildung 2.15: Computernutzung: E-Mails verwenden.....	60
Abbildung 2.16: Computernutzung: Internet als Informationsquelle.....	60
Abbildung 2.17: Computernutzung: Transaktionen übers Internet.....	61
Abbildung 2.18: Computernutzung: Tabellenkalkulationsprogramme.....	61
Abbildung 2.19: Computernutzung: Textbearbeitungsprogramme .....	62
Abbildung 2.20: Computernutzung: Programmiersprachen.....	62
Abbildung 2.21: Erforderliches Level an Computerwissen .....	63
Abbildung 2.22: Häufigkeit einfacher Probleme, über die bis zu fünf Minuten nachgedacht werden muss.....	64
Abbildung 2.23: Häufigkeit komplexer Probleme, über die bis zu 30 Minuten nachgedacht werden muss.....	64
Abbildung 2.24: Erwartete Erreichbarkeit außerhalb der Arbeitszeiten .....	67
Abbildung 3.1: TIR-Studie.....	71
Abbildung 3.2: Rifkin-Studie und Digital Lëtzeburg .....	76
Abbildung 3.3: Bedeutung des Finanzsektors in Luxemburg .....	83

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.1: Top 15 Internetunternehmen nach Marktkapitalisierung, 1995 und 2015 .....	25
Tabelle 1.2: Die fünf Dimensionen des DESI 2017, Ergebnisse für Luxemburg und die EU-28 .....	30
Tabelle 1.3: Teilindikatoren des DESI 2017, Ergebnisse für Luxemburg und EU-28 .....	37
Tabelle 2.1: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Luxemburg nach Wirtschaftsbereich und Herkunftsland, Stichtag 31. März 2017 ..	40
Tabelle 2.2: Taxonomie beruflicher Tätigkeiten und erwartete Effekte der Computerisierung nach Autor et al. (2003) .....	45
Tabelle 2.3: Indikatoren für Tätigkeitsinhalte von Arbeitsplätzen nach Eurofound (2016).....	48
Tabelle 3.1: Arbeitsnachfrage verschiedener Branchen .....	82

## Executive Summary

Die Digitalisierung gilt als Treiber von Innovationen und Produktivität. Zugleich verändert sie die Arbeitswelt auf vielfältige Weise. Mobiles Internet, zunehmende Rechen- und Speicherkapazität, die Verfügbarkeit und Analysierbarkeit großer Datenmengen, künstliche Intelligenz - diese und andere Entwicklungen in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) führen dazu, dass Produktions- und Arbeitsprozesse nicht nur digitalisiert, sondern auch immer mehr miteinander vernetzt sind. Dies hat zahlreiche Implikationen für die Arbeitsweise und Tätigkeitsstruktur der Menschen und damit für die Anforderungen an deren Qualifikation.

Ziel der Studie „Arbeiten 4.0 – Chancen und Herausforderungen für Luxemburg“ ist es, die Entwicklung der Digitalisierung und ihre möglichen Auswirkungen auf die Arbeitswelt aufzuzeigen und die damit verbundenen Chancen und Herausforderungen vor dem Hintergrund der luxemburgischen Wirtschafts- und Arbeitsmarktstruktur zu diskutieren. Die Studie nimmt dabei insbesondere die Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsinhalte und Arbeitsorganisation sowie die sozialen Aspekte des Arbeitens 4.0 und die Implikationen für Arbeitsqualität und Gesundheit in den Blick. Die Darstellung von aktuellen technologischen Entwicklungen als Treiber der Digitalisierung sowie die Implikationen der digitalen Arbeitswelt hinsichtlich der sozialen Sicherungssysteme und der steuerpolitischen Rahmenbedingungen werden flankierend diskutiert. Damit soll die Studie der Politik, der Wirtschaft und den Sozialpartnern in Luxemburg mögliche Handlungsfelder aufzeigen und ferner dem nationalen Sozialdialog dienlich sein.

Die methodische Herangehensweise der Studie basiert zum einen auf Desk Research und quantitativen Auswertungen bestehenden Datenmaterials (durchgeführt vom ZEW). Zum anderen kommen Methoden der qualitativen Sozialforschung in Form von leitfadengestützten Interviews zum Einsatz (durchgeführt vom iso-Institut), die den Fokus auf die Themen Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung mit Blick auf Anforderungen an die Interessenpolitik und den Datenschutz sowie den Gesundheitsschutz und die Gesundheitsförderung richten. Dabei wurden auf Basis einer vorbereiteten Liste offener Fragen (Leitfaden) insgesamt 18 Experteninterviews à 1,5 bis 2 Stunden durchgeführt, wobei Experten aus 17 luxemburgischen Institutionen und Organisationen befragt wurden. Als Experten wurden Personen ausgewählt, die aufgrund langjähriger Erfahrung über bereichsspezifisches Wissen und fachliche Kompetenz verfügen. Um die genannten Themenbereiche ganzheitlich zu untersuchen, wurden luxemburgische Interviewpartner aus allen gesellschaftspolitischen Bereichen gleichermaßen berücksichtigt: Vertreter der Unternehmen und der Arbeitnehmer, Gewerkschaften, Bildungseinrichtungen, Ministerien sowie Kammern.

### **Starke Dienstleistungsorientierung und hohe Bedeutung von Grenzpendlern**

Die luxemburgische Wirtschaft zeichnet sich durch einen ausgeprägten Dienstleistungssektor aus. Mit ihrem Beitrag zur Bruttowertschöpfung liegt die Branche für Finanz- und Versicherungsdienstleistungen seit Jahren an vorderster Stelle, gefolgt vom Handel und von der öffentlichen Verwaltung. Ein weiteres Merkmal ist der hohe Beschäftigungsanteil von Grenzpendlern, der im Jahr 2016 insgesamt 42 Prozent der Beschäftigten ausmachte. Mit seinem Pro-Kopf-Einkommen liegt Luxemburg, auch bei Berücksichtigung der Grenzpendler, vor allen anderen OECD-Ländern und die Langzeitarbeitslosigkeit liegt deutlich unterhalb des OECD-Durchschnitts.

### **Gute internationale Ausgangslage hinsichtlich der Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft**

Mit einem Wert von 0,61 im Digital Economy and Society Index (DESI) der EU-Kommission schneidet Luxemburg sehr gut ab und erreicht den fünften Rang unter den 28 EU-Mitgliedsstaaten (EU-Durchschnitt 0,52). Damit gehört es zum Cluster der „High-Performing Countries“, zu dem auch die Länder Dänemark, Finnland, Schweden, Niederlande, Belgien, Vereinigtes Königreich, Irland und Estland gehören. Luxemburg belegt die Plätze zwei bei den Säulen „Konnektivität“ und „Humankapital“ und den

Rang drei bei der Internetnutzung durch Privatpersonen. Die Nutzung digitaler Technologien in Unternehmen, vor allem kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), und die Digitalisierung öffentlicher Dienste sind hingegen unterdurchschnittlich ausgeprägt. Überdurchschnittlich viele luxemburgische Beschäftigte verfügen über grundlegende (32 Prozent) und über fortgeschrittene (54 Prozent) digitale Kenntnisse. Etwa 90 Prozent der Beschäftigten in Luxemburg geben an, grundlegende (71 Prozent) oder fortgeschrittene (20 Prozent) Computerkenntnisse für ihre Tätigkeiten zu benötigen, damit liegt Luxemburg im EU-28 Vergleich im oberen Mittelfeld. 55 Prozent der Beschäftigten in Luxemburg geben an, dass ihre Arbeit in (sehr) hohem Maße direkt von der Digitalisierung betroffen ist.

### **Automatisierung versus Flexibilisierung der Arbeit**

Bei den Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt lassen sich grundsätzlich zwei Entwicklungsstränge unterscheiden: die Automatisierung und die Flexibilisierung. Bei der Automatisierung der Arbeit übernehmen Roboter, Computer und Software Tätigkeiten, die bisher von Menschen ausgeübt wurden. Die Digitalisierung ermöglicht aber auch, dass Erwerbstätige flexibel, d.h. technisch mobil und unabhängig von Ort und Zeit arbeiten können. Während die Automatisierung derzeit in erster Linie Routinetätigkeiten im Verarbeitenden Gewerbe betrifft, scheint die Flexibilisierung eher für Dienstleistungstätigkeiten relevant.

Vergangene Phasen der Digitalisierung haben dazu geführt, dass gut codierbare Routinetätigkeiten durch Computer ersetzt wurden, während analytische und kognitive Nicht-Routinetätigkeiten durch Computer ergänzt wurden. Dies hatte seit den Neunzigerjahren in vielen Ländern eine Polarisierung der Beschäftigung zur Folge. Die Beschäftigungsanteile Geringqualifizierter mit manuellen, Nicht-Routinetätigkeiten und die Beschäftigungsanteile Hochqualifizierter mit eher analytischen, interaktiven, Nicht-Routinetätigkeiten haben im Vergleich zu Beschäftigten mittlerer Qualifikation an Bedeutung gewonnen. In den vergangenen Jahren ist in einigen Ländern, darunter Luxemburg, hingegen eher ein Skill Upgrading zu beobachten, d.h. eine zunehmende Bedeutung hochqualifizierter Beschäftigung gegenüber der Beschäftigung im Bereich der niedrigen oder mittleren Qualifikation.

### **Tätigkeitsstrukturen begünstigen eine komplementäre Nutzung digitaler Technologien**

Aufgrund der Branchenstruktur der luxemburgischen Wirtschaft zeichnet sich die Tätigkeitsstruktur der Beschäftigten im internationalen Vergleich durch einen hohen Anteil intellektueller Tätigkeiten, wie das Lösen von Problemen, und sozialer Tätigkeiten, wie Lehren oder Verhandeln, aus. Ebenso ist die Nutzung von digitalen Technologien am Arbeitsplatz stark verbreitet. Hingegen spielen physische Aufgaben und Routinetätigkeiten sowie der Einsatz von Maschinen eine vergleichsweise geringe Rolle im Gesamtmix. Damit besteht für die Beschäftigten in Luxemburg ein relativ geringes Risiko dafür, dass ihre Fähigkeiten durch die fortschreitende Digitalisierung veralten und durch digitale Technologien ersetzt werden könnten. Für den Backoffice-Bereich des Finanzsektors in Luxemburg werden allerdings Herausforderungen wegen sich verändernden und möglicherweise wegfallenden Tätigkeitsfeldern wahrgenommen. Zudem müssen (traditionelle) Bankinstitutionen vermehrt mit dem integrierten Leistungsangebot sogenannter FinTechs konkurrieren.

Dennoch erwarten 77 Prozent der Beschäftigten in Luxemburg nur in (sehr) geringem Maße, dass sie ihre Arbeit in den nächsten zehn Jahren durch den technologischen Fortschritt verlieren. Am niedrigsten fällt dieser Anteil aber in den Bereichen Anlagenbedienung und Montage (53 Prozent) und bei Bürokräften (71) aus.

### **Kompetenzanforderungen verändern sich**

Um die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Chancen zu nutzen, die sich aus der Digitalisierung ergeben, müssen sowohl Individuen als auch Unternehmen und Regierungen in der Lage sein, digitale Technologien effizient zu nutzen. Dabei lässt sich ein hoher und anhaltender Anpassungsdruck für die Fähigkeiten der wirtschaftlichen Akteure in drei Bereichen ausmachen: Erstens werden spezielle IKT-Fähigkeiten immer wichtiger, die die Produktion und Weiterentwicklung digitaler Technologien und

Dienste ermöglichen. Hier sind insbesondere Absolventen der MINT-Fächergruppen gefragt (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik). Zweitens sollten die Beschäftigten über grundlegende digitale Kompetenzen verfügen wie den Umgang mit digitalen Endgeräten, die Informationsrecherche im Internet oder das Schreiben von E-Mails. Drittens führt die zunehmende Nutzung digitaler Technologien zu Veränderungen der Arbeitsprozesse und der Tätigkeitsinhalte von Berufen. Dadurch steigt der Bedarf an komplementären Fähigkeiten, die zum Bewältigen der veränderten Anforderungen erforderlich sind. So entstehen durch die Digitalisierung in Unternehmen beispielsweise zunehmend viele Daten über Prozesse, Produkte, Kunden oder Zulieferer. Kompetenzen, solche Daten aufzubereiten, zu analysieren und zu interpretieren, gewinnen an Bedeutung. Die Automatisierung von Routinetätigkeiten impliziert, dass viele Berufe in Zukunft weniger körperlich anstrengend sein werden, dafür aber geistig anspruchsvoller, vielfältiger und komplexer werden. Dementsprechend gewinnen für die Beschäftigten vor allem auch kreativ-intelligente und sozial-interaktive Tätigkeiten an Bedeutung. Eine geeignete Kompetenzentwicklung der Bevölkerung ist dabei notwendig um einen möglichen Anstieg wirtschaftlicher und sozialer Ungleichheit zu vermeiden, der aus einem bevorzugten Einsatz von Arbeitnehmern mit einem bestimmten Qualifikations- und Kompetenzprofil resultieren könnte.

### **Räumlich und zeitlich flexible Arbeitsformen gewinnen an Bedeutung**

Die Digitalisierung ermöglicht räumlich und zeitlich flexible Arbeitsformen wie Homeoffice oder Vertrauensarbeitszeit, bei der die Erledigung vereinbarter Aufgaben im Vordergrund steht und nicht die zeitliche Präsenz des Arbeitnehmers. Der Anteil der luxemburgischen Beschäftigten, die mindestens teilweise außerhalb der regulären Arbeitsstätte arbeiten, liegt im Jahr 2017 mit 25 Prozent deutlich über dem EU-Durchschnitt von 17 Prozent, was zweifelsohne nicht zuletzt den hohen Dienstleistungsanteil in der luxemburgischen Wirtschaft reflektiert. Etwas niedriger (gut 20 Prozent) ist dieser Anteil bei Berücksichtigung der Grenzgänger, da diese ab einem gewissen Stichtag, den sie außerhalb Luxemburgs arbeiten, in ihrem Wohnsitzland anteilig steuerpflichtig werden.

Ein weiterer Indikator von Flexibilität ist die Erreichbarkeit für Arbeitsbelange außerhalb der Arbeitszeit. Fast ein Drittel der befragten Beschäftigten in Luxemburg geben an, dass sie „oft“ oder „(fast) immer“ erreichbar sind, wobei sich hier deutliche Unterschiede nach Berufsgruppen und Branchen zeigen. Flexibilitätsgewinne bspw. durch Homeoffice einerseits und belastende Vermischung von Beruf und Privatleben andererseits können in einem Spannungsverhältnis stehen. Dieses aufzulösen kann am besten im offenen Diskurs zwischen Arbeitgebern und -nehmern, bzw. deren Vertretern, über Arbeitszeit- und Erreichbarkeitsnormen gelingen.

### **Plattformbasierte Erwerbsarbeit – ein (noch) nicht stark ausgeprägtes Phänomen**

Internetplattformen ermöglichen es einzelne Aufgaben an nicht-abhängig Beschäftigte auszulagern. Als „mobile Arbeitsmärkte“ werden Plattformen bezeichnet, auf denen lokale, ortsgebundene Dienstleistungen vermittelt werden wie etwa Personenbeförderung, Logistik- und Haushaltsdienste. Auf sogenannten „Online-Arbeitsmärkten“ hingegen werden die Leistungen direkt über die Plattformen ausgetauscht und somit ortsungebunden erbracht, wie etwa Design- und Kreativaufgaben, Programmier-tätigkeiten, oder Kleinstaufgaben, beispielsweise im Bereich der Datenrecherche oder Textproduktion. Die vermittelten Tätigkeiten lassen sich zudem nach dem Grad der Komplexität differenzieren und reichen von simplen Kleinstaufgaben, sogenannten Microtasks, bis zu komplexen Projekten, die hochqualifiziertes Fachwissen erfordern.

Das Phänomen der plattformbasierten Erwerbsarbeit ist weltweit noch nicht stark ausgeprägt. Gemäß einer Haushaltsbefragung liegt Luxemburg bei kollaborativen Internetplattformen, die über Erwerbsarbeit im engen Sinn hinaus reicht und auch Dienstleistungen wie die Nutzung von Immobilien (AirBnB) oder Autos (Carsharing) umfasst, mit 13 Prozent Nutzeranteil und einem Anbieteranteil von 3,6 Prozent unter den Befragten unter dem europäischen Durchschnitt von 17 bzw. 5,4 Prozent. Allerdings gibt es in Luxemburg überdurchschnittlich viele regelmäßige Anbieter, die häufiger als monatlich eine

Dienstleistung anbieten (1,43 % gegenüber 0,85 % im EU-Durchschnitt). Plattformbasierte Arbeit im engeren Sinne war in 2015 in Luxemburg noch nicht im Entstehen begriffen.

Um Wettbewerbsverzerrungen sowie das mögliche Umgehen von Mindestlöhnen durch plattformvermittelte Erwerbsarbeit zu verhindern, sollte im Einzelfall überprüft werden, ob es sich um reguläre abhängige Beschäftigung handelt. Dies könnte insbesondere dort der Fall sein, wo beispielsweise die Plattform mehr als nur eine vermittelnde Rolle einnimmt und Lohn und Arbeitsbedingungen bis ins Detail festlegt. Dies scheint eher bei mobilen Arbeitsmärkten der Fall zu sein. Um Planungssicherheit – für Unternehmen wie auch Beschäftigte gleichermaßen – zu gewährleisten, sollte die Abgrenzung zwischen abhängiger Beschäftigung und Selbständigkeit möglichst klar und einfach verständlich ausfallen. Der Sozialdialog spielt hierbei eine wichtige Rolle. Darüber hinaus sollten für die verschiedenen Beschäftigungsformen möglichst ähnliche Spielregeln gelten, so dass es wenige rechtliche Wettbewerbsverzerrungen zwischen online vermittelten selbständigen und regulären nicht-selbständigen Anbietern gibt.

### **Soziale Aspekte der Digitalisierung der Arbeitswelt**

Im Zuge der fortschreitenden Technisierung können Fachkräftengpässe, insbesondere im IT-Bereich, entstehen. Die luxemburgische Wirtschaft greift zur Fachkräfterekrutierung verstärkt auf ausländische Arbeitskräfte in Form von Grenzgängern und Zuwanderern zurück. Dies führt insbesondere verkehrs- und wohnungsmarkttechnisch zu „Erstickungsphänomenen“ im Großherzogtum. Dabei ließe verstärktes mobiles Arbeiten in Form von Telearbeit Pendelzeiten bei Grenzgängern z.T. wegfallen, was zu einer Entlastung der Verkehrsproblematik in Luxemburg beitragen könnte. Flexible Arbeitsformen erlauben es zudem bisher wenig berücksichtigte inländische Fachkräfte (z. B. leistungseingeschränkte Personen oder Personen mit Migrationshintergrund) im Rahmen der Fachkräftesicherung stärker in den Fokus zu nehmen. Gleichwohl gilt es den Betrieb als sozialen Ort trotz der Vorteile von Telearbeit durch vorgegebene Präsenzzeiten zu erhalten. Der Sozialdialog auf Ebene der Branchen und der Unternehmen kann sich diesen Fragestellungen verstärkt widmen.

Der Betrieb als sozialer Ort spielt darüber hinaus auch für die interessenpolitische Mitbestimmung eine tragende Rolle. Wie die leitfadengestützten Interviews zeigen, ergeben sich im Zuge der zunehmenden Technisierung auch neue interessenpolitische Anforderungen an Betriebs- und Personalräte in Luxemburg. Neben externer Expertise wird zunehmend auch ein „Kompetenzaufbau in eigener Sache“ gefordert, indem Personalräte hinsichtlich der neuen digitalen Technologien konsequent geschult werden.

### **Qualifizierte Beschäftigte durch Reskilling und Lifelong Learning**

Mit zunehmender Technisierung gehen auch ein verändertes Aufgabenspektrum der Arbeitnehmer sowie der Ausbau neuer Tätigkeits- und Berufsfelder einher. Die Ausübung dieser neuen Tätigkeits- und Berufsfelder erfordert ein entsprechendes Angebot an Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen für Unternehmen, Unternehmer und Angestellte. Reskilling, Upskilling und Lifelong Learning spielen aber auch eine Rolle, um dem im Zuge neuer Formen von sozialen Interaktionen zwischen Mensch und Maschine ggf. eintretenden Risiko einer „Entmündigung“ von Beschäftigten entgegenzuwirken.

### **Daten, Datenschutz und Datensicherheit**

Neben Anforderungen an neue Kompetenz- und Qualifikationsprofile bei Arbeitnehmern zeigt sich eine weitere (u.a. soziale) Anforderung im Beschäftigtendatenschutz und in der Datensicherheit. Einerseits sind mit der Entstehung und dem Austausch großer Datenmengen Vorteile verbunden (z. B. in der elektronischen Verwaltung oder in Bereichen der Natur- und Sozialwissenschaften), andererseits befürchten unterschiedliche soziale Akteure durch Big Data stärkere Einblicke in Arbeitsweisen und soziale Interaktionen der Arbeitnehmer, die bis zu einer vollständigen „Durchleuchtung“ des Arbeitnehmers und seines Verhaltens durch einen überwachenden Arbeitgeber führen könnten. Da es für die Personaldelegation und den Unternehmensausschuss schwieriger wird, technisch und juristisch

nachzuvollziehen, welche Daten von welchen Geräten gesendet und empfangen werden, wird Personaldelegierten nunmehr das Recht eingeräumt, zu Informations- und Beratungszwecken Experten einzusetzen. Damit zeigt sich erneut die weittragende Rolle des Betriebs als sozialen Ort für die interessenpolitische Mitbestimmung.

Es gilt insgesamt beim Thema Daten, Datenschutz und Datensicherheit eine Balance zu finden zwischen den Chancen und Möglichkeiten von „Big Data“ (neue Produkte und Dienstleistungen, neue Geschäftsmodelle, höhere Kundenzufriedenheit durch maßgeschneiderte Angebote von öffentlichen und privaten Trägern und Unternehmen, etc.) und dem Datenschutz und der Wahrung der Privatsphäre.

### **Veränderte Belastungsprofile mit fortschreitender Technologisierung**

Die neuen Technologien selbst wie auch die damit einhergehenden organisatorischen Veränderungen können zu veränderten Belastungsprofilen führen, womit sich auch Auswirkungen auf die Gesundheit ergeben. Einerseits können die neuen Technologien körperliche Belastungen durch Automatisierung weiter reduzieren, andererseits durch Arbeitsverdichtung und eine zunehmende Informationsintensität die psychischen und kognitiven Belastungen verändern. Auch durch flexible Arbeitsformen sind gegensätzliche Entwicklungen in der Belastung und Beanspruchung durch Arbeit zu erwarten. Flexible Arbeitsformen schaffen zwar neue Freiräume bei der besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf, was sich insbesondere für die Grenzgänger und Berufspendler in Luxemburg positiv auf ihre Work-Life-Balance auswirken könnte; gleichzeitig werden jedoch mittels möglicher auflösender Trennung zwischen Beruf und Privatleben wichtige Erholungsphasen mitunter unterbrochen oder verkürzt. Auch führen die durch neue Technologien ausgelösten bzw. ggf. (noch) auszulösenden veränderten Belastungsprofile zu Herausforderungen für die Arbeitsmedizin. Die in der gesellschaftspolitischen und wissenschaftlichen Diskussion oftmals angeführte Entkörperlichung von Arbeit und Vereinseitigung sinnlicher Wahrnehmung im Zuge der fortschreitenden Technisierung erfordern eine Einhaltung ergonomischer Standards. Hier sind insbesondere die Erkenntnisse aus der Arbeitsmedizin und -physiologie von großer Bedeutung. Daneben ist aber auch der Arbeitgeber für die Schaffung eines gesundheitsgerechten Arbeitsumfeldes verantwortlich: Ein Ansatz zur Vermeidung und Akzeptanz psychosozialer Belastungen könnte demnach zunächst in einer Sensibilisierung des Arbeitgebers bestehen, um ein Bewusstsein für Belastungen zu schaffen und gleichzeitig die positiven Auswirkungen von Einschränkungen aufzuzeigen.

### **Herausforderungen für die Soziale Sicherung**

Die Veränderungen des Arbeitsmarktes durch Digitalisierung können Auswirkungen auf die sozialen Sicherungssysteme haben. Hierbei lassen sich Finanzierungsprobleme und Versorgungsprobleme unterscheiden. Technologiebedingte Arbeitslosigkeit kann durch Automatisierung von Routinetätigkeiten entstehen, aber auch durch Auslagerung von Tätigkeiten ins Ausland sowie, bislang von geringer Relevanz, durch Auslagerung von Tätigkeiten in die sogenannte „Crowd“. Entsteht durch Online-Arbeitsmärkte mehr selbständige Beschäftigung mit ggfs. geringerem Einkommen, könnte dies ebenfalls einen Einnahmenrückgang für die sozialen Sicherungssysteme bedeuten, vor allem wenn die Einnahmen unterhalb der Geringfügigkeitsgrenze bleiben. Ob der guten wirtschaftlichen Lage und der hohen Beschäftigung in Luxemburg sowie der bislang vergleichsweise geringen Relevanz von selbständiger Arbeit besteht derzeit eine geringe Gefahr für die soziale Sicherung. Gleichwohl sollten die mittel- und langfristigen Entwicklungen beobachtet werden. Geeignete vorbeugende Maßnahmen in der Aus- und Weiterbildung sind ebenso in Betracht zu ziehen wie Überlegungen, Selbständige noch stärker in die sozialen Sicherungssysteme einzubinden.

### **Diskutierte Steuerreformen durch Digitalisierung**

Die Steuerpolitik ist von der Digitalisierung in mehrfacher Hinsicht fundamental betroffen. Zum einen bestimmt sie die Rahmenbedingungen für weiteren Fortschritt in einer digitalen Wissensgesellschaft mit. So stellt sich die Aufgabe, dass die Steuerpolitik wachstums- und innovationsfreundlich zu gestalten

ten ist, um zur Entfaltung des Potenzials der Digitalisierung beizutragen. Zum anderen stellen der Bedeutungsgewinn des Wissenskapitals sowie die zunehmende Relevanz digitaler Märkte und Prozesse bestehende Besteuerungsgrundsätze in Frage und erschweren die Sicherung von Steueraufkommen.

Diskutierte Steuerreformen im Kontext der Besteuerung der digitalen Wirtschaft umfassen sowohl Änderungen des herrschenden Systems als auch die Einführung grundlegend neuer Steuern. Die OECD spricht sich dagegen aus, isolierte Vorschriften für die digitale Wirtschaft zu schaffen, vielmehr sollen bestehende Standards insbesondere zur Besteuerung von Betriebsstätten und zu Verrechnungspreisen überarbeitet werden, sodass sie den Besonderheiten digitaler Geschäftsmodelle und der grundsätzlich gestiegenen Relevanz immaterieller Wirtschaftsgüter und digitaler Absatzmärkte gerecht werden. Die diskutierten neuartigen Formen der Internetbesteuerung sind insbesondere bei unilateraler Einführung problematisch, da sie neue Handelsbarrieren einführen und digitalen Fortschritt hemmen könnten.

### **Vielfältige Initiativen und Programme insbesondere mit Fokus auf digitale Kompetenzen**

Luxemburg hat die Zeichen der Digitalisierung erkannt und bereits zahlreiche Initiativen gestartet, die insbesondere auf die digitalen Kompetenzen der Menschen abzielen. Zu nennen sind hierbei Initiativen wie Digital Lëtzebuerg, Programme wie Digital(4)Education und Fit(4)Finance sowie das Eröffnen von Einrichtungen wie das Luxembourg Institute for Digital Training oder das House of Training und das Ausweiten der Angebote bestehender Einrichtungen wie das Luxembourg Lifelong Learning Center. Mit der Luxembourg Digital Skills Bridge soll im Frühjahr 2018 zudem ein weiteres Angebot gestartet werden, das Unternehmen dabei unterstützen soll Beschäftigtengruppen mit einem erhöhten Risiko des Arbeitsplatzverlustes zu identifizieren und entsprechend weiterzubilden. Kammern und öffentliche Stellen bauen ferner ihr Angebot in Sachen „Digitalisierung der KMUs“ stetig aus.

Ein Fokus auf die digitalen Kompetenzen spricht Menschen aus verschiedenen Berufen, Tätigkeitsprofilen und qualifikatorischem Hintergrund an. Digitale Kompetenzen sind neben spezifischem IKT-Fachwissen wesentlich um den Einsatz digitaler Technologien produktiv nutzen zu können. Ein Defizit digitaler Kompetenzen wird als eine der Ursachen für das zurückgehende Produktivitätswachstum in industrialisierten Volkswirtschaften diskutiert.

Wichtig wäre es jedoch, die tatsächliche Nutzung dieser Angebote und den Erfolg der Maßnahmen regelmäßig zu überprüfen und zu evaluieren. Dies ermöglicht es Maßnahmen dynamisch an veränderte Arbeitsmarktbedingungen anzupassen oder bei Bedarf gänzlich neue Maßnahmen aufzusetzen. Gleichzeitig sind arbeitsmarktökonomische Entwicklungen wie zum Beispiel die plattformbasierte Erwerbstätigkeit, die Entwicklung der Selbständigkeit und des Unternehmergeists oder die Ausbildung in MINT-Fächern sowie die Fachkräftesicherung im Blick zu behalten. Für Maßnahmen, die beispielsweise den Datenschutz betreffen (wie die EU-Datenschutz-Grundverordnung) oder die Regulierung von online vermittelter Arbeit, ist fallweise zu überlegen, ob ein konzertiertes Vorgehen auf EU-Ebene zielführender ist als ein nationaler Alleingang. Um die Chancen einer digitalen Arbeitswelt zu nutzen und die damit verbundenen Herausforderungen zu bewältigen sind alle beteiligten Akteure gefragt: Arbeitgeber, Arbeitnehmer, Politik und Sozialpartner. Ein offener Diskurs trägt dazu bei Lösungen zu finden, die zum einen ausreichend flexibel sind und Möglichkeiten eröffnen neue Konzepte zum Beispiel für flexible Arbeitsformen oder Weiterbildungsformate auszuprobieren, zum anderen aber auch ausreichend Schutz bieten um Menschen nicht vom Arbeitsmarkt abzuhängen und Arbeit gesund zu gestalten.

## Einleitung

Die Digitalisierung gilt als Treiber von Innovationen und Produktivität. Zugleich verändert sie die Arbeitswelt auf vielfältige Weise. Mobiles Internet, zunehmende Rechen- und Speicherkapazität, die Verfügbarkeit und Analysierbarkeit großer Datenmengen, künstliche Intelligenz - diese Fortschritte in der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) führen dazu, dass Produktions- und Arbeitsprozesse nicht nur digitalisiert, sondern auch immer mehr miteinander vernetzt sind. Dies hat wiederum zahlreiche Implikationen für die Arbeitsweise und Tätigkeitsstruktur der Menschen und damit für die Anforderungen an deren Qualifikation.

Ziel der vorliegenden Studie ist es, die Entwicklung der Digitalisierung und ihre möglichen Auswirkungen auf die Arbeitswelt aufzuzeigen und die damit verbundenen Chancen und Herausforderungen vor dem Hintergrund der luxemburgischen Wirtschafts- und Arbeitsmarktstruktur zu diskutieren. Diese zeichnet sich beispielsweise durch einen starken Dienstleistungssektor und einen hohen Beschäftigungsanteil von Grenzpendlern aus. Die Studie soll der Politik, der Wirtschaft und den Sozialpartnern in Luxemburg mögliche Handlungsfelder aufzeigen und ferner dem nationalen Sozialdialog dienlich sein.

Zum Aufbau der Studie: Nach einer Übersicht über aktuelle technologische Entwicklungen in Kapitel 1, geht Kapitel 2 auf die Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsinhalte und Arbeitsorganisation ein. Kapitel 3 fokussiert auf die sozialen Aspekte, die mit der Digitalisierung der Arbeitswelt verbunden sind und vertieft diese mit Ergebnissen aus leitfadengestützten Interviews. Mögliche Auswirkungen der digitalen Arbeitswelt auf die Arbeitsqualität und die Gesundheit Beschäftigter stehen im Zentrum der Analysen von Kapitel 4. Die Herausforderungen digitaler Arbeitsformen im Hinblick auf die soziale Sicherung werden in Kapitel 5 behandelt. Schließlich zeigt Kapitel 6 die Herausforderungen der digitalen Transformation für die bestehenden Steuersysteme auf und diskutiert mögliche Lösungsansätze.

Die methodische Herangehensweise basiert zum einen auf Desk Research und quantitativen Auswertungen bestehenden Datenmaterials (siehe die Kapitel 1, 2, 5 und 6, die vom ZEW erstellt wurden). Zum anderen kommen Methoden der qualitativen Sozialforschung, in Form von leitfadengestützten Interviews, zum Einsatz (siehe die Kapitel 3 und 4, die vom iso-Institut erstellt wurden). Quantitative und qualitative Analysen ergänzen sich, die unterschiedlichen methodischen Herangehensweisen greifen jedoch zum Teil auf dieselbe Erkenntnisbasis zurück, wodurch es zu Doppelungen in der Motivation oder Argumentation kommen kann. Diese Vorgehensweise ermöglicht es, in einzelne Kapitel unabhängig voneinander hineinzulesen und diese nachzuvollziehen.

# 1 Digitalisierung – Tendenzen, Treiber, Artefakte

## 1.1 Definition und Zusammenfassung technologischer Trends

### 1.1.1 Mobiles Internet und Konnektivität

Die zunehmende Verbreitung und Nutzung des mobilen Internets stellt die dritte Stufe der Dezentralisierung durch digitale Technologien dar. Zuvor hatte die Einführung des PCs in einem ersten Schritt die Möglichkeit der digitalen Informationsverarbeitung von großen Mainframe-Computern hin zu den individuellen Arbeitsplätzen verlagert. Im zweiten Schritt führte die Diffusion des Internets zur Konnektivität und Vernetzung der digitalen Technologien. Das mobile Internet ermöglicht nun die Konnektivität um ein Vielfaches zu verbessern und neue Anwendungsbereiche zu erschließen.

Dabei bietet das mobile Internet die Grundlage für die Vernetzung von Menschen, Dingen und Diensten, aus der das sogenannte „Internet der Dinge und Dienste“ entsteht. Diese Form der mobilen Vernetzung ist ein wesentlicher Bestandteil der Entwicklung hin zur Wirtschaft 4.0 bzw. Industrie 4.0. Darüber hinaus ermöglicht das mobile Internet die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle im Bereich der Sharing Economy. Die Bedeutung der Sharing Economy für den Wirtschaftsstandort Luxemburg wurde in der Rifkin-Studie näher herausgearbeitet (Rifkin 2016). Darüber hinaus basieren verschiedene Aspekte der Digitalisierung der Arbeitswelt, wie z.B. die Flexibilisierung von Arbeitszeit und -ort, auf den Fortschritten im Bereich des mobilen Internets.

Das mobile Internet umfasst verschiedene Übertragungstechnologien (2G-, 3G-, 4G-Technologien) sowie mobile Endgeräte wie Smartphones, Notebooks und Tablets. Die Treiber für die Diffusion des mobilen Internets sind dabei vor allem die rapide fallenden Preise für die mobilen Endgeräte und die Übertragung von Daten. Laut Boston Consulting Group (2015a) sind die Kosten für die Übertragung von einem Megabyte von der 2. zur 3. Generation des mobilen Internets um 95 Prozent gesunken. Um weitere 67 Prozent sind die Übertragungskosten beim Übergang von der 3. zur 4. Generation mit Datenübertragungsraten von bis zu ein Gigabit pro Sekunde (LTE-Advanced) gesunken. Der mobile Datenverkehr ist entsprechend stark angestiegen. Laut des Visual Network Index von Cisco (2017) hat sich der mobile Datenverkehr in den vergangenen fünf Jahren um das 18-fache erhöht. Die mobile Datenübertragungsrate beträgt im Jahr 2016 durchschnittlich 6,8 Megabyte pro Sekunde und soll laut Prognose im Jahr 2021 bei 20,4 Megabyte pro Sekunde liegen (Cisco 2017). Die Next Generation Networks (NGN) der 5. Generation sollen eine Übertragungsrate von 1 Gigabit pro Sekunde und mehr garantieren. Dies wird für viele datenintensive Anwendungen wichtig sein wie zum Beispiel Big Data Analytics, E-Commerce und E-Payment, Streaming-Dienste, mobile Apps und Telemedizin. Damit wird die Entstehung neuer Dienste gefördert und gleichzeitig werden alte Dienste zum Teil verdrängt.

In Luxemburg ist der Anteil an Personen, die mittels mobiler Endgeräte außerhalb von Arbeit oder zuhause auf das Internet zugegriffen haben, von 63 Prozent im Jahr 2012 auf 78 Prozent im Jahr 2016 angestiegen.<sup>1</sup> Damit liegt Luxemburg bei der privaten Nutzung des mobilen Internets gleichauf mit den Niederlanden in der Spitzengruppe hinter den Ländern Dänemark, dem Vereinigten Königreich, Schweden und Norwegen. Wichtig ist aber vor allem die Nutzung des mobilen Internets im Arbeitskontext, weil sie die Arbeitsorganisation und die Flexibilität der Arbeit stark beeinflusst. Damit ergibt sich die Frage, inwieweit Unternehmen auf das mobile Internet setzen. Ein wichtiger Indikator dafür ist, ob Unternehmen ihre Beschäftigten mit mobilen Endgeräten ausstatten. Im Durchschnitt der EU-28 Länder statten 69 Prozent der Unternehmen (ohne den Finanzsektor) im Jahr 2016 zumindest einen Teil ihrer Beschäftigten mit mobilen Endgeräten wie Laptops, Tablets oder Smartphones aus.<sup>2</sup> Mit einem

<sup>1</sup> Eurostat, ICT usage in households and by individuals (Variable: isoc\_ci\_im\_i).

<sup>2</sup> Eurostat, ICT usage in enterprises (Variable: isoc\_cimobe\_use).

Anteil von 79 Prozent liegt Luxemburg hierbei deutlich über dem EU-Durchschnitt, obwohl der Finanzsektor nicht mit in die Berechnung eingeht. Am häufigsten statten die Unternehmen in Luxemburg ihre Beschäftigten mit mobilen Endgeräten aus, um ihnen den mobilen Zugang zum geschäftlichen E-Mail-Konto zu ermöglichen (63 Prozent). Den externen Zugriff auf Dateien und Dokumente des Unternehmens sowie die externe Nutzung von Unternehmenssoftware ermöglicht jeweils etwa jedes dritte luxemburgische Unternehmen seinen Beschäftigten.

Werden Beschäftigte mit mobilen Endgeräten und entsprechendem Internetzugang ausgestattet, ermöglicht dies digitales und flexibles Arbeiten, das orts- und zeitunabhängig erfolgen kann. Wie eine Studie für Deutschland empirisch belegt, kann sich die Nutzung von mobilen Endgeräten positiv auf die Produktivität von Unternehmen auswirken (Bertschek und Niebel 2016). Eine passende Arbeitsorganisation, wie z.B. Vertrauensarbeitszeiten, kann zusätzlich zu den Produktivitätseffekten der Nutzung mobiler Endgeräte positiv beitragen (Viète und Erdsiek 2015).

Die Boston Consulting Group (2015a) schätzt den Beitrag des mobilen Internets zum Bruttoinlandsprodukt in verschiedenen Ländern ein und rechnet beispielsweise für Deutschland mit 1,8 Prozent und für Südkorea mit elf Prozent im Jahr 2014. McKinsey (2014) spricht dem mobilen Internet in Deutschland bis 2025 einen Beitrag zum Bruttoinlandsprodukt in Höhe von 91 Milliarden Euro zu. Dies entspricht einem Anteil am BIP in Höhe von 2,1 Prozent. Für Luxemburg sind leider keine vergleichbaren Berechnungen erstellt worden.

### 1.1.2 Cloud Computing

Cloud Computing bezeichnet die bedarfsgerechte und flexible Nutzung von IT-Diensten über ein Netz. Diese IT-Dienste werden in Echtzeit bereitgestellt und in der Regel nach Nutzung abgerechnet. Dabei lassen sich die Cloud Computing-Dienste in die Nutzung von Infrastructure as a Service (IaaS), Platform as a Service (PaaS) und Software as a Service (SaaS) unterscheiden. Bei Infrastructure as a Service (IaaS) ersetzt die Cloud die IT-Basis-Infrastruktur wie Speicher-, Netz- und Rechenkapazität. Bei Platform as a Service (PaaS) kann der Anwender die Cloud als Entwicklungsplattform nutzen und erhält damit die Möglichkeit, individuelle Anwendungen zu entwerfen. Bei Software as a Service (SaaS) wird Software als integrierte Dienstleistung netzbasiert über die Cloud bereitgestellt. Beim Anwender entfallen so die Kosten für Hardware und Software-Lizenzen sowie für Wartung der IT-Infrastruktur (Heng und Neitzel 2012).

Das Angebot und die Nutzung dieser Cloud-Dienste erfolgt dabei ausschließlich über definierte technische Schnittstellen und Protokolle. Mögliche Auswirkungen von Cloud Computing sind der vereinfachte mobile und geografisch verteilte Zugriff auf IT-Ressourcen, höhere Flexibilität, schnellere Implementierung neuer Anwendungen und Lösungen, ein verringerter IT-Administrationsaufwand, allgemeine Kostensenkungen sowie eine Umverteilung von Investitions- zu Betriebsaufwand (siehe u.a. BITKOM, 2013).

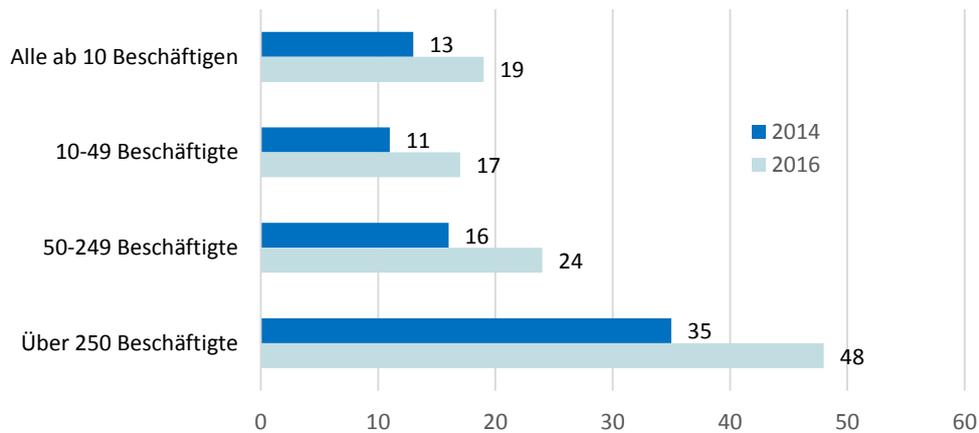
Beim Cloud Computing können grundsätzlich zwei unterschiedliche Bezugsmodelle verwendet werden, die Public Cloud und die Private Cloud (siehe z.B. Heng und Neitzel 2012): Bei der Public Cloud werden von einem externen Anbieter IT-Ressourcen oder Software über das Netz bereitgestellt. Die Daten und Anwendungen der Nutzer liegen auf derselben physischen Infrastruktur, sind dabei aber individuell zugeordnet. Demnach nutzen mehrere Anwender die Infrastruktur der Cloud gemeinsam. Im Gegensatz dazu werden bei der Private Cloud IT-Ressourcen oder Software speziell auf die Anforderungen eines einzelnen Nutzers zugeschnitten und exklusiv von einem externen Anbieter oder sogar innerhalb des anwendenden Unternehmens bereitgestellt. Hier wird die spezielle Infrastruktur der Cloud also exklusiv von einem Anwender alleine genutzt. Zudem besteht für die Unternehmen die Möglichkeit, eine sogenannte Hybrid Cloud zu nutzen, die eine Mischform aus der gleichzeitigen Nutzung von Public und Private Cloud-Angeboten darstellt.

Im Gegensatz zur bislang vorherrschenden stationären Bereitstellung von IT-Ressourcen (On-Premises-Software), liegt der Vorteil von Cloud Computing in der flexiblen und frei skalierbaren Nutzung von IT-Ressourcen. Dies gilt insbesondere für Public Cloud-Anwendungen, weil dadurch hohe Investitions- und fixe Betriebskosten beispielsweise für Software und Datenzentrumsinfrastrukturen entfallen. Unternehmen können durch die Nutzung von Cloud-Lösungen meist schneller auf aktuelle, an den neuesten technologischen Entwicklungen ausgerichtete IT-Infrastrukturen zugreifen. Dies ist besonders für kleinere Unternehmen von Vorteil, für die hohe Investitionskosten häufig eine Hürde bei der Implementierung neuer Technologien darstellen. In der Regel gehen die Unternehmen davon aus, durch die Nutzung von Cloud Computing Kosten einsparen zu können.

Während Cloud Computing zwar weithin als bedeutender Trend und Treiber der Digitalisierung angesehen wird, fehlt es bislang an einer ausführlichen ökonomischen Analyse dieses Phänomens. Insbesondere gibt es kaum kausale Evidenz darüber, inwieweit Unternehmen durch den Einsatz von Cloud Computing ihre Performance steigern können, also z.B. eine höhere Arbeitsproduktivität, Beschäftigung oder Innovationsaktivität aufweisen. Eine höhere Arbeitsproduktivität könnte sich durch Kosteneinsparungen ergeben oder Unternehmen könnten durch Cloud-Lösungen ihre Geschäftsprozesse effizienter gestalten. Darüber hinaus könnten sie auch neue Dienste anbieten, wie beispielsweise die interaktive Einbindung von Kunden in den Innovationsprozess.

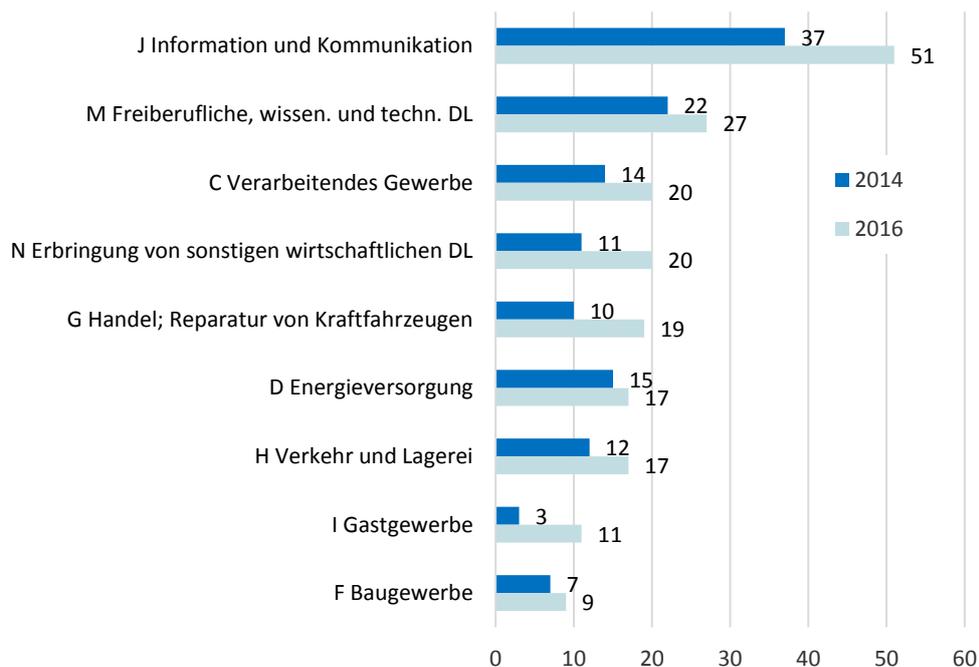
In Luxemburg nutzten im Jahr 2016 19 Prozent der Unternehmen mit mindestens 10 Beschäftigten außerhalb des Finanzsektors Cloud Computing-Anwendungen (Abbildung 1.1). Im Jahr 2014 lag dieser Anteil noch bei 13 Prozent. Damit hat Luxemburg in den vergangenen Jahren beim Cloud Computing aufgeholt und erreicht fast den Durchschnitt für die EU-28 Länder in Höhe von 21 Prozent im Jahr 2016. Wie auch in den anderen EU-Ländern steigt die Wahrscheinlichkeit der Nutzung von Cloud-Anwendungen in Luxemburg mit der Unternehmensgröße an. Während bei den kleinen Unternehmen mit 10 bis 49 Beschäftigten ein Anteil von 17 Prozent Cloud Computing nutzt, sind es bei den Unternehmen mittlerer Größe bereits 24 Prozent. Bei den großen Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten greift hingegen fast jedes zweite Unternehmen auf Cloud-Lösungen zurück. Neben Unterschieden nach der Unternehmensgröße variiert die Nutzung des Cloud Computing auch zwischen den luxemburgischen Wirtschaftszweigen. Mit Abstand am weitesten verbreitet sind Cloud-Anwendungen bei den Unternehmen ab 10 Beschäftigten im Bereich Information und Kommunikation (Abbildung 1.2). Ausgehend von 37 Prozent der Unternehmen dieser Branche, die im Jahr 2014 Cloud Computing nutzten, waren es im Jahr 2016 bereits 51 Prozent. Mit deutlichem Abstand folgt die Branche Erbringung von freiberuflichen, wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen (27 Prozent). Über die beobachteten Branchen hinweg ist die Cloud-Nutzung am niedrigsten ausgeprägt im Gastgewerbe (11 Prozent) und im Baugewerbe (9 Prozent).

**Abbildung 1.1: Anteil der Unternehmen in Luxemburg, die kostenpflichtig IT-Dienste über Cloud Computing nutzen**



Quelle: Eurostat; Cloud computing services, Variable isoc\_cicce\_use.

**Abbildung 1.2: Cloud Computing in Luxemburg, nach Wirtschaftszweigen in Prozent**



Quelle: Eurostat; Cloud computing services, Variable isoc\_cicce\_use.

### 1.1.3 Big Data

Laut einer Studie von IDC (2014) verdoppelt sich das weltweite Datenvolumen alle zwei Jahre, insbesondere durch die zunehmend maschinelle Erzeugung von Daten. Durch die gleichzeitigen Fortschritte in der Rechenleistung von Computern wird es zunehmend möglich, diese oftmals unstrukturierten Daten gezielt zusammenzuführen und zu analysieren. In diesem Zusammenhang wird die Auswertung großer Datenmengen („Volume“) aus verschiedenen Quellen („Variety“), die möglichst in Echtzeit erfolgt („Velocity“), als Big Data Analytics bezeichnet (siehe z.B. Laney, 2001).

Der deutsche Branchenverband BITKOM (2015) definiert Big Data Analytics wie folgt: „Big Data unterstützt die wirtschaftlich sinnvolle Gewinnung und Nutzung entscheidungsrelevanter Erkenntnisse aus qualitativ vielfältigen und unterschiedlich strukturierten Informationen, die einem schnellen Wandel unterliegen und in bisher ungekanntem Umfang zu Verfügung stehen.“ Demnach können durch die Nutzung von Big Data Arbeits- und Geschäftsprozesse zeitnah gesteuert und optimiert werden, wobei die Entscheidungsfindung datenbasiert erfolgt.

Im Detail zeichnet sich Big Data durch drei wesentliche Merkmale aus (siehe z.B. BITKOM 2015):

1) Eine enorme Datenmenge (Volume):

Unternehmen häufen immer größere Datenberge an und sind mit einer immensen Zahl an Datensätzen, Dateien und Messdaten konfrontiert.

2) Unterschiedliche Datenquellen erzeugen eine hohe Datenvielfalt (Variety):

Unternehmen sind einer zunehmenden Vielfalt an Datenquellen und Datenformaten ausgesetzt. Diese Daten lassen sich grob in unstrukturierte (z. B. Präsentationen, Texte, Video, Bilder, Tweets, Blogs), semistrukturierte (z. B. Kommunikation von und zwischen Maschinen) und strukturierte (z. B. von transaktionalen Applikationen) Daten gruppieren. Aufgrund der fehlenden Struktur der Daten wird auch häufig von polystrukturierten Daten gesprochen. Zudem werden die unternehmensinternen Daten immer häufiger durch externe Daten ergänzt, beispielsweise aus sozialen Netzwerken. Bei solchen externen Daten sind z. B. Autoren oder Wahrheitsgehalt nicht immer eindeutig, was ungenaue Ergebnisse der Datenanalyse zur Folge haben kann.

3) Die Geschwindigkeit der Datenverarbeitung (Velocity):

Die Verarbeitungsgeschwindigkeit hat für Big Data Analytics mit dem Datenwachstum Schritt zu halten. Damit sind die Herausforderungen verbunden, die Analysen großer Datenmengen und die Datenverarbeitung zum Teil in Echtzeit durchzuführen sowie die Datengenerierung und Übertragung in hoher Geschwindigkeit zu gewährleisten.

Allgemein ausgedrückt umfasst Big Data Analytics alle Methoden, die eine möglichst automatisierte Erkennung und Nutzung von Mustern oder Zusammenhängen innerhalb großer Datensätze zum Ziel haben. Eingesetzt werden dabei vor allem statistische Verfahren, Vorhersagemodelle, Optimierungsalgorithmen, Data Mining sowie Text- und Bildanalytik. Dadurch werden bisherige Verfahren zur Datenanalyse erheblich erweitert. Neben der hohen Geschwindigkeit der Analyse steht die einfache Anwendbarkeit im Vordergrund, die in vielen Geschäftsbereichen einen wichtigen Faktor für die Anwendung von analytischen Methoden darstellt. Durch die Anwendung von Big Data Analytics finden neuerdings auch solche Daten Verwendung, die vormals als „Abfallprodukt“ bei einer vernetzten Leistungserstellung angefallen sind (siehe z.B. Bharadwaj et al. 2013).

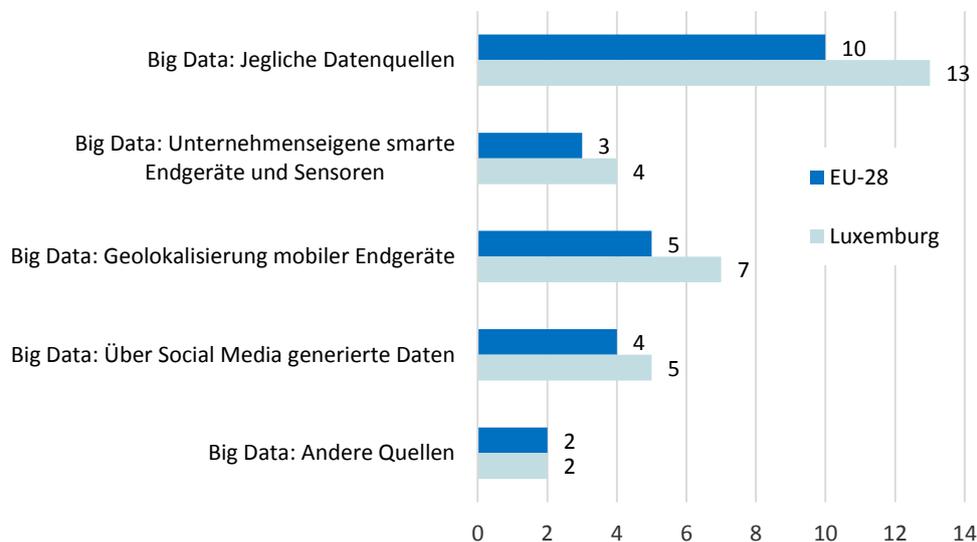
Ein zentraler und oftmals hervorgebrachter Hauptkritikpunkt an Big Data Analytics ist, dass einfache Korrelationen häufig mit kausalen Zusammenhängen verwechselt werden könnten und irreführende Muster in den Daten gefunden und interpretiert werden (siehe z.B. McAfee und Brynjolfsson 2012).

Wie Ergebnisse von Eurostat aus dem Jahre 2016 zeigen, nutzen bereits 10 Prozent der Unternehmen in der EU-28 die Möglichkeit zur systematischen Auswertung großer Datenmengen zur strategischen Unterstützung des Geschäftsbetriebs (Abbildung 1.3). In Luxemburg fällt der Anteil in Höhe von 13 Prozent dabei überdurchschnittlich gut aus. Wie oben beschrieben können die für Big Data Analytics genutzten Daten aus verschiedensten Quellen stammen. Am häufigsten werden von den Unternehmen dabei Daten verwendet, die sich aus der Geolokalisierung mobiler Endgeräte ergeben (7 Prozent der Unternehmen in Luxemburg). Zum Einsatz kommen aber auch große Datenmengen, die über Social Media oder durch unternehmenseigene Sensoren generiert werden (5 bzw. 4 Prozent der Unternehmen in Luxemburg).

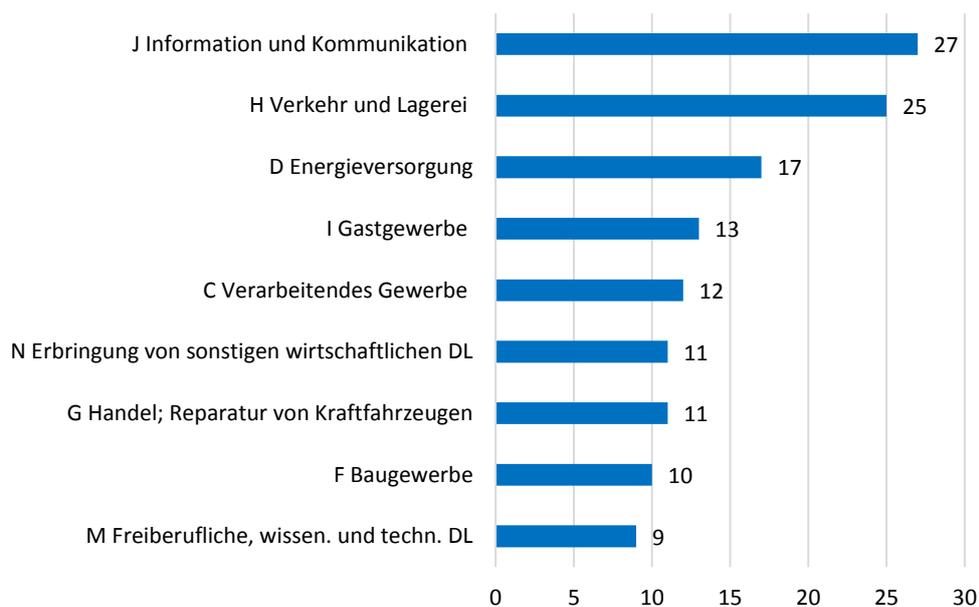
Die Optimierung von Produktionsabläufen ist ein primäres Ziel für die Nutzung von Big Data Analytics. Vor allem in Branchen wie dem Verarbeitenden Gewerbe spielen dafür die Daten der in zunehmender Zahl verbauten Sensoren an den Maschinen, Robotern oder Produktionsketten eine entscheidende Rolle. Die damit gewonnenen Daten werden aufbereitet, zusammengeführt und analysiert. Anhand dieser Analysen lassen sich beispielsweise Leerlaufzyklen minimieren oder die Ursachen für den Ausfall einer Maschine schneller identifizieren. Die so gewonnenen Zeiteinsparungen können zu einer erhöhten Produktivität beitragen. Im Jahr 2016 wurden bereits von zwölf Prozent der luxemburgischen Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe Big Data-Analysen eingesetzt (Abbildung 1.4). Aus den gleichen Gründen kommt Big Data auch im Bereich der Energieversorgung (17 Prozent) und in Verkehr und Lagerei (25 Prozent) vergleichsweise häufig zum Einsatz. Die Spitzenposition im Branchenvergleich belegt die Branche Information und Kommunikation selbst, mit einem Nutzanteil in Höhe von 27 Prozent.

Auf Basis der Eurostat-Daten liegen allerdings keine Ergebnisse zur Big Data-Nutzung im Finanzsektor vor. Dabei fallen aufgrund der elektronischen Abwicklung von Geschäftsprozessen im Finanzsektor schon vergleichsweise lange große Datenmengen an. Daher erscheint es naheliegend, diese Daten strukturiert auszuwerten und die so gewonnenen Erkenntnisse für den Geschäftserfolg einzusetzen. Beispielsweise können durch Big Data-Analysen zielgenaue Produktionsangebote entwickelt werden, die zu einer höheren Kundenbindung oder zu steigenden Umsätzen führen. Ergebnisse für Deutschland aus dem Jahr 2015 zeigen dementsprechend auch, dass der Anteil an Big Data nutzenden Unternehmen in der Finanz- und Versicherungsbranche im nationalen Branchenvergleich am höchsten ausfällt (44 Prozent, ZEW, 2015). Welche Umwälzungen auf die traditionellen Finanzinstitute durch die zunehmende Digitalisierung und die damit verbundene Entwicklung von FinTech-Unternehmen zukommen, wird im Abschnitt 1.1.4 näher beleuchtet.

**Abbildung 1.3: Anteil der Unternehmen, die Big Data Analytics nutzen, EU-28 und Luxemburg**



Quelle: Eurostat; Big data analysis, Variable isoc\_eb\_bd.

**Abbildung 1.4: Big Data Analytics in Luxemburg, nach Wirtschaftszweigen in Prozent**

Quelle: Eurostat; Big data analysis [isoc\_eb\_bd]

#### 1.1.4 FinTech

Aus luxemburgischer Sicht ist es von besonderer Bedeutung, dass der Finanzdienstleistungssektor durch die Digitalisierung vor einem starken Umbruch steht. Gestützt durch neue Technologien drängen Start-ups und andere Wettbewerber auf den Markt, die durch ihre innovativen Angebote und Geschäftsmodelle traditionelle Bankprozesse in vielen Bereichen hinfällig machen könnten. Diese Entwicklung wird unter dem Begriff „FinTech“ zusammengefasst. Wie diese Bezeichnung zum Ausdruck bringt, verschwimmt die Grenze zwischen Finanz-, Technologie- und Telekommunikationsunternehmen zusehends (PWC 2016). Prognosen gehen davon aus, dass in den nächsten drei bis fünf Jahren die Investitionen in FinTech-Unternehmen auf weltweit über 150 Milliarden Euro steigen könnten (PWC 2016). Bereits im Jahr 2014 betrug das Wachstum an entsprechenden Investitionen in die jungen Unternehmen 400 Prozent (McKinsey 2016).

Durch die Nutzung technologischer Innovationen können FinTech-Unternehmen vormals ressourcenintensive Dienste der Banken günstiger anbieten und traditionelle Anbieter damit unter Druck setzen. Dabei agieren viele FinTechs plattformbasiert, aber bieten häufig keine eigenen Produkte an, sondern einen virtuellen Treffpunkt für Kunden und (traditionelle) Anbieter. So stellen FinTechs häufig eine App oder eine andere Schnittstelle zum Kunden zur Verfügung, während das Geschäft selbst noch von einer Bank abgewickelt wird (McKinsey 2016). Hierbei konzentrieren sich die FinTechs häufig auf Einzelfelder der Wertschöpfungskette. Besonders stark sind sie beispielsweise im Bereich des Zahlungsverkehrs aktiv, weil hier die Einstiegshürden vergleichsweise niedrig sind (McKinsey 2016). Aber auch im Bereich persönliches Finanzmanagement, Asset und Wealth Management, Kreditvergabe und Versicherungen sind sie bereits vertreten (PWC 2015). Bislang sprechen die FinTechs vor allem Privatkunden an, im B2B-Bereich wird allerdings ein ebenfalls großes Potenzial gesehen (McKinsey 2016).

FinTech-Unternehmen sind in den meisten Fällen schlank, agil und innovativ. Sie haben häufig nur wenige Beschäftigte, die dafür aber hochqualifiziert sind. Regulatorische Beschränkungen existieren für diese Unternehmen teilweise (noch) nicht, denn in der Regel besitzen die FinTechs selbst keine eigene Banklizenz. Daher sind Kooperationen mit Banken von hoher Bedeutung, etwa in der Form von Joint Ventures, Venture Funds oder bei der Produktbereitstellung. Es kommen also Modelle zum Einsatz, in

denen Banken als Investor oder als strategischer Partner agieren, während in anderen Fällen FinTechs als Serviceprovider fungieren. Kooperationspartner auf beiden Seiten müssen dabei allerdings darauf achten, ihren Wissensvorsprung nicht zu verlieren.

Diverse Beispiele der Angebotspalette von FinTechs, die mit Banken kooperieren, verdeutlichen die Bandbreite der möglichen Einsatzgebiete (PWC 2015). So bietet im Bereich des Zahlungsverkehrs die App eines FinTechs etwa die Möglichkeit, pro Monat bis zu 100 Euro von Handy zu Handy zu überweisen. Im Bereich persönliches Finanzmanagement bietet eine Firma beispielsweise die Möglichkeit, Konten bei verschiedenen Banken über entsprechende Schnittstellen auf einer Plattform zu verwalten. Dieser Service beinhaltet u.a. Überweisungen, Daueraufträge, Kontostände und die grafische Aufbereitung zur Übersicht über Einnahmen und Ausgaben. Im Bereich Asset & Wealth Management ermöglichen FinTechs eine Geldanlage mit nur wenigen Mausklicks, wobei intelligente Kontrollsysteme dabei helfen sollen, die persönlichen Sparziele zu erreichen. Weitere Apps der FinTechs ermöglichen z.B. die private Kreditvergabe oder den einfachen Online-Abschluss von Versicherungen, wobei dafür wiederum Partnerschaften mit Banken bzw. traditionellen Versicherungen eingegangen werden.

Luxemburg ist einer der führenden Finanzplätze weltweit und bietet aufgrund des Innovations- und regulatorischen Umfelds optimale Voraussetzungen für FinTechs. Deshalb wird es entscheidend sein, wie digitalen Umwälzungen im beschäftigungsstarken Finanzsektor begegnet, Herausforderungen gemeistert sowie Chancen genutzt werden. So wurde das Thema FinTechs bereits als eine der sechs Schlüssel domänen in die im Jahr 2014 gestartete Strategie „Digitales Luxemburg“ aufgenommen. Zudem wurde in der TIR-Studie auf die Bedeutung der FinTechs für Luxemburg eingegangen (Rifkin 2016).

Entsprechend fördert Luxemburg die Entwicklung hin zu einem internationalen FinTech-Hub. Im Jahr 2015 waren bereits 150 FinTechs in Luxemburg aktiv (Luxembourg for Finance 2015). Etwa die Hälfte der Unternehmen bietet dabei IT-Infrastruktur und IT-Dienstleistungen an, während von der zweiten Hälfte vor allem Software und technologiebasierte Unternehmensdienstleistungen angeboten werden. Die meisten der FinTechs haben einen ausländischen Ursprung und wurden in Luxemburg aufgebaut um von der Nähe zu den potenziellen Kunden profitieren zu können (Luxembourg for Finance 2015).

Im Jahr 2016 wurde in der PwC Global FinTech Survey erhoben, welche Veränderungen Akteure des Finanzsektors durch FinTechs erwarten. Weltweit wurden dafür 544 CEOs und CIOs befragt. In einer Sonderauswertung wurden dabei auch die Ergebnisse auf Basis von 36 Befragten in Luxemburg veröffentlicht (PWC 2016). Demnach gehen 34 der 36 der luxemburgischen Befragten aus der traditionellen Finanzindustrie davon aus, dass sie einen Teil ihres Geschäftes an FinTechs verlieren könnten. Im Durchschnitt schätzen die Befragten den Anteil des Geschäfts, den sie durch weitere Entwicklungen im FinTech-Bereich an diese neuen Wettbewerber verlieren könnten, auf 26 Prozent. Mit einem potenziellen Verlust ihres Geschäftsanteils in Höhe von 36 Prozent sehen vor allem luxemburgische Unternehmen im Bereich Asset und Wealth Management große Gefahren. Aber auch Unternehmen im Bereich Banken- und Fondstransfer sowie Zahlungsinstitutionen sind sich bei einem geschätzten Geschäftsanteil von 24 Prozent der Risiken bewusst. Interessanterweise schätzen die befragten luxemburgischen FinTechs den Geschäftsanteil, den sie von traditionellen Finanzunternehmen übernehmen könnten, auf lediglich zehn Prozent. Weltweit sehen die FinTechs ihr Potenzial hierfür aber bei 33 Prozent Geschäftsanteil.

Der Druck auf die möglichen Margen sowie die Informationssicherheit und die informationelle Selbstbestimmung werden von jeweils 66 Prozent der luxemburgischen Finanzinstitute als Hauptbedrohung durch die FinTechs wahrgenommen. Aber auch sinkende Marktanteile (46 Prozent der Unternehmen) und eine sinkende Kundenloyalität (40 Prozent) werden von den Finanzunternehmen befürchtet.

Im Gegensatz dazu sehen aber auch viele traditionelle Finanzinstitute in Luxemburg die Chancen, die sich durch das Wachstum an FinTech-Unternehmen ergeben. Da FinTechs nur selten gesamte Finanz-

dienstleistungen der traditionellen Anbieter verdrängen, sondern eher spezielle Bausteine der Wertschöpfungskette effizienter gestalten können, werden Kostenreduktionen als Hauptchance wahrgenommen. In Luxemburg sehen daher 63 Prozent (weltweit 73 Prozent) der traditionellen Unternehmen sinkende Kosten als Chance an. Passend hierzu prognostiziert eine Studie von Santander (2016), dass bis zum Jahre 2022 Banken ihre infrastrukturellen Kosten durch die Nutzung von Blockchain um etwa 20 Milliarden Dollar senken könnten. Zudem sehen 63 Prozent der luxemburgischen Finanzunternehmen die Chance ihren Umsatz zu steigern, beispielsweise durch die gezielte (Big Data) Analyse ihrer Kundendaten und der Entwicklung neuer Angebote. Etwa die Hälfte verspricht sich durch FinTechs in der Lage zu sein, sich besser von Wettbewerbern abzugrenzen oder den Verbleib ihrer Kunden zu erhöhen. Um diese möglichen Chancen zu nutzen, gingen im Jahr 2016 bereits 34 Prozent der befragten luxemburgischen Finanzunternehmen strategische Partnerschaften mit FinTechs ein. Darüber hinaus verkauften oder kauften 31 Prozent der Finanzunternehmen Dienstleistungen an bzw. von FinTechs. Allerdings gibt auch ein Anteil von 21 Prozent der befragten luxemburgischen Unternehmen aus dem traditionellen Finanzsektor an, sich überhaupt nicht mit FinTechs auseinanderzusetzen (PWC 2016).

### 1.1.5 Robotik

Aufgrund des anhaltenden Trends zur Automatisierung und den technischen Fortschritten im Bereich der Robotik ist die Nachfrage nach Industrierobotern in den vergangenen Jahren rasant gestiegen. Zwischen den Jahren 2010 und 2015 ist die Zahl der weltweit verkauften Industrieroboter um durchschnittlich 16 Prozent pro Jahr gewachsen (International Federation of Robotics 2016a). Im Jahr 2015 wurden mit 254 Tausend Einheiten weltweit mehr Industrieroboter verkauft als jemals zuvor, wobei der Wert des weltweiten Marktes für Robotiksysteme im gleichen Zeitraum auf insgesamt 35 Milliarden Dollar geschätzt wird (Abbildung 1.5). Insgesamt 75 Prozent dieser Verkäufe wurden in den fünf größten Märkten für Industrieroboter getätigt: China, Südkorea, Japan, USA und Deutschland. Hauptabnehmer sind dabei mit weitem Abstand die Unternehmen aus der Automobilindustrie, gefolgt von der Elektroindustrie und der Metallerzeugung (International Federation of Robotics 2016a). Beim Automatisierungsgrad, gemessen an der Anzahl der produktiv eingesetzten Industrieroboter pro Erwerbstätigen im Verarbeitenden Gewerbe, lag Südkorea im Jahr 2015 mit 531 pro 10.000 Erwerbstätigen vor Singapur (398 pro 10.000 Erwerbstätigen), Japan (305 pro 10.000 Erwerbstätigen) und Deutschland (301 pro 10.000 Erwerbstätigen). Wie die International Federation of Robotics (2016a) prognostiziert, werden in den Jahren 2016 bis 2019 weltweit 1,4 Millionen neue Industrieroboter installiert.

Neben Industrierobotern wurden im Jahr 2015 weltweit auch 41 Tausend Serviceroboter für den professionellen Gebrauch an Unternehmen innerhalb und außerhalb des Verarbeitenden Gewerbes verkauft (International Federation of Robotics 2016b). Dabei verrichten Serviceroboter (teil-) automatisiert Dienstleistungen zur Unterstützung der Beschäftigten oder zur Instandhaltung, ohne dabei für die Produktion selbst zum Einsatz zu kommen. Der größte Anteil mit 19 Tausend verkauften Einheiten entfällt im Jahr 2015 auf Serviceroboter im Logistikbereich, d.h. selbstgesteuerte autonome Fahrzeuge zur Durchführung von logistischen Tätigkeiten. Aber auch im Bereich Verteidigung (11.000 Einheiten, davon 9.400 unbemannte Luftfahrzeuge), Agrar- und Landwirtschaft (6.400 Einheiten, davon 5.600 Melkmaschinen) oder im medizinischen Bereich (1.300 Einheiten, davon 1.100 für robotergestützte Operationen und Therapien) kommen Serviceroboter häufig zum Einsatz. Für den Zeitraum 2016 bis 2019 wird ein weltweiter Verkauf von 333 Tausend Serviceroboter für den professionellen Gebrauch an Unternehmen prognostiziert (International Federation of Robotics 2016b).

Darüber hinaus gibt es einen noch weitaus größeren Markt für Serviceroboter, die an Privatkunden verkauft werden. Insgesamt wurden im Jahr 2015 weltweit 5,4 Millionen Serviceroboter für Privathaushalte verkauft, wie z.B. Roboter zum Rasenmähen, Staubsaugen oder Fensterputzen (International Federation of Robotics 2016b). Laut Prognosen werden im Zeitraum 2016 bis 2019 weltweit 42

Millionen Serviceroboter an Privatkunden verkauft, dabei soll der Großteil von 30 Millionen Einheiten auf Staubsaug-Roboter entfallen.

Abbildung 1.6 gibt einen Überblick über die Anforderungen an die Traditionelle und Fortgeschrittene Robotertechnik. Momentan dominiert im professionellen Umfeld noch die Traditionelle Robotertechnik, bei der die Umgebung starr ist und keine Logik benötigt wird und somit Künstliche Intelligenz nur bedingt zum Einsatz kommt. Insbesondere Industrieroboter werden bislang vor allem in speziell abgegrenzten Bereichen ohne jegliche Interaktion mit Menschen eingesetzt (Haag 2015). Aufgrund der stetigen Weiterentwicklung von Sensoren, Rechenleistung und Software werden Roboter allerdings zunehmend intelligenter und autonomer in ihren Entscheidungen (World Economic Forum 2015). Dadurch weitet sich das Einsatzgebiet moderner Roboter auf neue Industrien aus, wobei auch die Nutzung in traditionellen Produktionsbereichen weiter zunehmen wird, z.B. in der Automobilindustrie (Boston Consulting Group, 2015b). Durch die Fortschritte in der Künstlichen Intelligenz wird die Kollaboration zwischen Menschen und Robotern ermöglicht, die sowohl die Interaktion als auch gegenseitiges Lernen umfasst (Haag 2015, McKinsey Global Institute 2013).

Die Boston Consulting Group (2015b) prognostiziert, dass bis zum Jahr 2025 der Produktivitätsanstieg durch Fortgeschrittene Robotik in vielen, nicht näher genannten Branchen zwischen 10 bis 30 Prozent betragen wird. Graetz und Michaels (2015) berechnen für 17 Länder, dass durch den Einsatz von Robotern das durchschnittliche jährliche BIP-Wachstum zwischen 1995 und 2007 um 0,37 Prozentpunkte höher lag.<sup>3</sup> Darüber hinaus könnte der Einsatz von Servicerobotern, insbesondere auch im Gesundheitswesen, weitreichende ökonomische Auswirkungen haben (GE Look Ahead 2014). So wird etwa erwartet, dass der weltweite Markt für medizinische Robotersysteme von einem Wert in Höhe von 7,5 Milliarden US-Dollar im Jahr 2014 auf 17,9 Milliarden US-Dollar im Jahr 2022 wachsen wird (Grand View Research 2015). Das gesamte, weltweite Marktvolumen für Roboter (Industrie, Militär sowie professionelle und private Serviceroboter) wird laut Boston Consulting Group (2014), von knapp 27 Milliarden US-Dollar im Jahr 2014 voraussichtlich auf knapp 67 Milliarden US-Dollar im Jahr 2025 ansteigen.

Aufgrund des Automatisierungspotenzials durch den Einsatz moderner Roboter, können sich Auswirkungen auf die Nachfrage nach Arbeitskräften und auf die Zusammensetzung der Beschäftigung ergeben. Die Boston Consulting Group (2015b) prognostiziert beispielsweise für Deutschland, dass durch den Einsatz Fortgeschrittener Robotik bis zum Jahr 2025 ein Anteil von 21 Prozent der Lohnkosten eingespart werden könnte. Diese Prognose ist jedoch mit sehr großer Unsicherheit behaftet, da in Alternativszenarien dieser Wert bei 6 bzw. 41 Prozent liegt. Empirische Studien aus der ökonomischen Literatur zu den Auswirkungen der Robotik auf die Beschäftigung werden im Abschnitt 2.1.3 zusammengefasst.

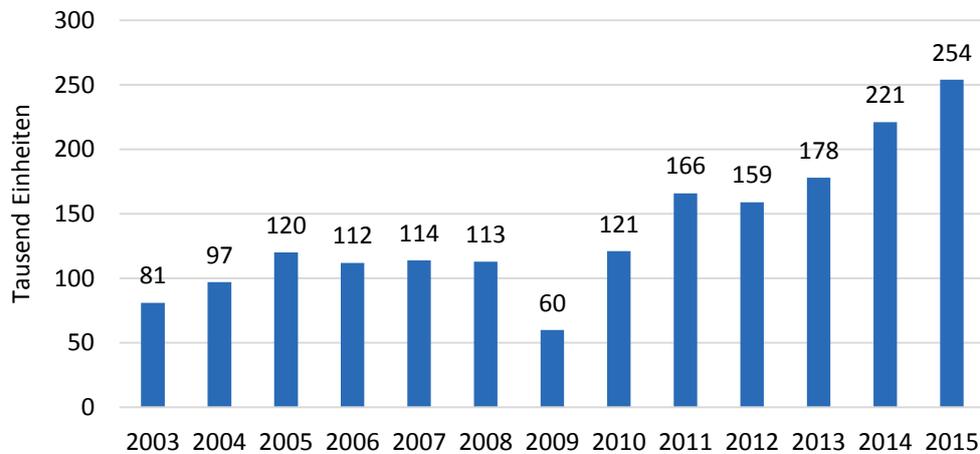
In Luxemburg ist die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Thema Robotik beispielsweise durch die „Automation and Robotics Research Group“ im „Interdisciplinary Centre for Security, Reliability and Trust“ der Universität Luxemburg verankert. Aus einem entsprechenden Projekt an diesem Zentrum heraus wurde das Unternehmen LuxAI S.A. gegründet, welches „soziale Roboter“ herstellt. Der entwickelte Roboter „QT“ (englisch ausgesprochen: Cutie) ist in der Lage mit den Anwendern zu interagieren, deren Gesichtsausdrücke zu interpretieren und damit deren Emotionen zu erkennen (Luxemburger Wort 2017). Eingesetzt wird der Roboter beispielsweise in der Therapie von autistischen Kindern, der kognitiven Verhaltenstherapie von Älteren oder der Schlaganfall-Rehabilitation. Dabei haben die Entwickler darauf geachtet, die Software für den sozialen Roboter so anwenderfreundlich zu gestalten, dass die Programmierung selbst für IT-unerfahrene Nutzer möglich ist (Lëtzebuurger Journal 2017). Der Erfolg des Unternehmens wird durch vielzählige Auszeichnungen bestätigt. So wurde der

---

<sup>3</sup> Luxemburg gehört in der Studie von Graetz und Michaels (2015) allerdings nicht zu den untersuchten Ländern.

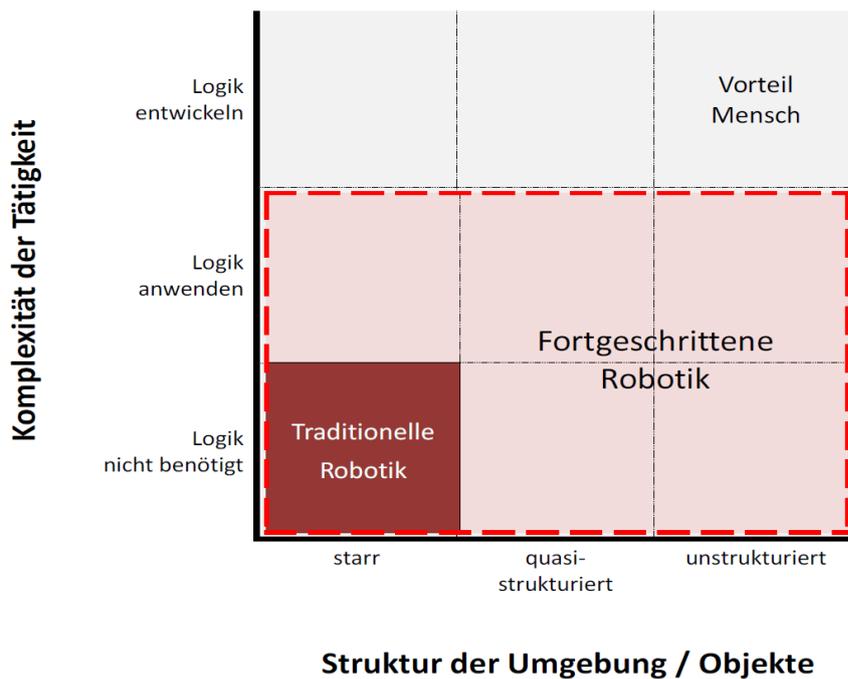
CEO von LuxAI S.A. jüngst mit dem „Outstanding Research-Driven Innovation Award“ des Luxemburgischen National Research Fund (FNR) ausgezeichnet.<sup>4</sup>

**Abbildung 1.5: Geschätzte weltweite Verkaufszahlen von Industrierobotern**



Quelle: International Federation of Robotics, 2016a

**Abbildung 1.6: Anforderungen an die Robotertechnik:**



Quelle: Boston Consulting Group 2015b, ins Deutsche übersetzt nach Düll et al. 2016, S. 26.

<sup>4</sup> Siehe [https://www.fnr.uni.lu/snt/news\\_events/robotics\\_spin\\_off\\_receives\\_fnr\\_s\\_first\\_award\\_for\\_innovation](https://www.fnr.uni.lu/snt/news_events/robotics_spin_off_receives_fnr_s_first_award_for_innovation).

### 1.1.6 Industrie 4.0 (Internet der Dinge)

Als Industrie 4.0 wird die Digitalisierung und Vernetzung von Arbeits- und Produktionsprozessen bezeichnet, welche die nächste „Industrielle Revolution“ darstellt. Zuvor wurde die industrielle Fertigung durch Mechanisierung, Massenfertigung und Automatisierung nachhaltig verändert.

Durch das Verschmelzen von Informations- und Kommunikationstechnologien mit der Produktion entsteht im Zuge der Industrie 4.0 die „Intelligente Fabrik“. Eine solche „Smart Factory“ verbindet informatische und softwaretechnische Komponenten mit mechanischen und elektronischen Teilen, woraus sogenannte Cyberphysische Systeme (CPS) entstehen, die die Grundlage für das Internet der Dinge bilden (Forschungsunion und acatech 2013). Dadurch wird die individuelle, intelligente und selbstgesteuerte Produktion ermöglicht, die zu einer völlig neuen Produktionslogik führt. Denn unter optimalen Bedingungen für die Intelligente Fabrik sind flexible, automatische Reaktionen auf veränderte Umweltbedingungen jederzeit möglich. Beim Ausfall einer Maschine wird beispielsweise automatisch der entsprechende Defekt kommuniziert, eine geeignete Reparaturmaßnahme eingeleitet und die Produktion durch flexibles Umlenken zu anderen Kapazitäten auch ohne die defekte Maschine fortgeführt. Die individuelle Produktion in der Intelligenten Fabrik ermöglicht es, dass spezielle Kundenwünsche flexibel, rentabel und kurzfristig umgesetzt werden, da ein aufwendiges Neuprogrammieren der Maschinen nicht mehr nötig ist. Aus diesen Veränderungen sind Effizienzgewinne und Produktivitätssteigerungen zu erwarten, wobei die empirische Evidenz dafür bislang nur in Form von Fallstudien vorliegt (siehe z.B. BITKOM und Fraunhofer IAO 2014).<sup>5</sup>

Im Detail bezeichnet das Internet der Dinge die Verknüpfung eindeutig identifizierbarer physischer Objekte über Sensoren und Funkchips. Dies umfasst Maschinen und Werkzeuge ebenso wie einzelne Rohprodukte oder Alltagsgegenstände wie Autos oder Waschmaschinen. So entsteht ein universelles Netzwerk, das nicht wie bisher nur aus menschlichen Teilnehmern, sondern auch aus intelligent miteinander kommunizierenden Dingen besteht.<sup>6</sup> Künftig werden immer mehr Maschinen und Produkte mit der Fähigkeit ausgestattet sein, selbstständig miteinander kommunizieren zu können. Laut Prognosen werden bis zum Jahr 2020 weltweit bereits rund 25 Milliarden Maschinen und Geräte miteinander kommunizieren (Gartner 2015). Im Jahr 2014 lag dieser Wert noch bei knapp vier Milliarden kommunizierenden Objekten weltweit (Gartner 2015).

Neue Entwicklungen im Bereich Industrie 4.0 basieren allerdings nicht nur auf der Vernetzung von Objekten und Dingen. Mit dem Konzept des „Internet der Dienste“ wird daher der Tatsache Rechnung getragen, dass Dienstleistungen immer mehr an Bedeutung gewinnen und darüber hinaus viele Dienstleistungsangebote inzwischen mithilfe von moderner IKT erstellt werden. „Mit dem Internet der Dienste entstanden Entwicklungs- und Dienstplattformen, um webfähige Dienste einfacher kreieren und im Internet anbieten zu können. Auf diesen Plattformen können Kunden Dienstangebote suchen, diese vergleichen und je nach Bedarf zusammenstellen. Je nach Anwendungsgebiet werden Plattformen auf den Bedarf bestimmter Branchen (z.B. Automobilindustrie) oder auf bestimmte Anwendungsfälle (z. B. Autokauf) zugeschnitten. Hierbei spielen modulare und kombinierbare Softwareelemente sowie semantische Technologien eine wichtige Rolle“ (BMW 2017a). Für die Realisierung des Internet der Dienste ist hierbei die Nutzung der Technologien Cloud Computing und Big Data unverzichtbar (siehe Abschnitt 1.1.3).

---

<sup>5</sup> Aus der ökonomischen Forschung zur Computerisierung in den 1990er und 2000er Jahren ist allerdings bekannt, dass die Einführung neuer Technologien mit hohen Anpassungskosten verbunden sein kann und dass komplexe Investitionen in die Arbeitsorganisation und in Humankapital erforderlich sind, um die Potenziale der Digitalisierung ausschöpfen zu können (siehe z.B. Bresnahan et al., 2002; Bertschek, 2015).

<sup>6</sup> Erstmals wurde der Begriff „Internet of Things“ von Kevin Ashton, einem Wissenschaftler am Massachusetts Institute of Technology, im Jahr 1999 verwendet.

Durch die Kombination des Internet der Dinge mit dem Internet der Dienste ermöglicht Industrie 4.0 sowohl Anbietern als auch Anwendern die Umsetzung von Innovationen. So können auf Anbieterseite beispielsweise Produktinnovationen realisiert werden, indem Hersteller ihre Maschinen mit digitalen Komponenten ausstatten und damit neue Funktionalitäten ermöglichen. Auf der Anwenderseite können Unternehmen, die solche Maschinen einsetzen, ihre Produktion und ihre Prozesse erneuern.

Allerdings ist Industrie 4.0 auch mit Risiken und Problemen verbunden, vor allem das Thema IT-Sicherheit spielt dabei eine wichtige Rolle (siehe dazu auch Abschnitt 0). Der automatisierte Datenaustausch eines Industrie 4.0-Produktionssystems muss aufgrund der allgegenwärtigen Vernetzung zuverlässig und sicher gestaltet sein. Für die Vernetzung und die Integration der verschiedenen Akteure und Prozesse sind darüber hinaus einheitliche Normen und Standards notwendig, die in entsprechenden Gremien erarbeitet werden.<sup>7</sup> In der Industrial Internet Survey des World Economic Forum (2015, S. 4) werden die fehlenden Standards sowie die IT-Sicherheit als die größten Hindernisse für die Einführung von Industrie 4.0 angesehen.

Für Luxemburg gibt es bislang keine Erhebung zur Verbreitung von Industrie 4.0-Projekten in den Unternehmen. Allerdings zeigt eine repräsentative Erhebung im Rahmen des Monitoring Wirtschaft DIGITAL (Graumann et al. 2017), dass im Jahr 2017 in Deutschland 14 Prozent der Unternehmen im verarbeitenden Gewerbe bereits Industrie 4.0 nutzen, weitere sieben Prozent planen den Einsatz in naher Zukunft. Im Branchenvergleich zeigt sich, dass vor allem Unternehmen im Bereich Maschinenbau konkrete Industrie 4.0-Vorhaben planen (21 Prozent).

Eine zunehmende Verbreitung der Industrie 4.0 könnte zu einer strukturellen Verschiebung der Beschäftigung führen (World Economic Forum 2015, S. 21). Routinetätigkeiten könnten künftig innerhalb smarterer Produktionsprozesse von Maschinen und intelligenten Assistenzen schneller und gleichzeitig günstiger erbracht werden.<sup>8</sup> Beschäftigte mit mittlerer Qualifikation können deshalb eine Dequalifizierung erfahren, wenn sie lediglich bei Problemen eingreifen müssen und sich ihr Handlungsspielraum einschränkt (Hirsch-Kreinsen 2014a, S. 425). Zum anderen sind automatisierte Systeme allerdings sehr komplex und erfordern weitreichende Kenntnisse über zugrundeliegende Zusammenhänge sowie die Fähigkeit, die Systeme zu kontrollieren, die anfallenden Daten auszuwerten und entsprechende Handlungsbedarfe zu identifizieren. Dies wiederum erfordert eine höhere Qualifikation, die komplementär zur Automatisierung ist. Im Hinblick auf die Automatisierungspotenziale durch Industrie 4.0 zieht Hirsch-Kreinsen (2014b) Parallelen zu Computer-Integrated Manufacturing (CIM), das in den 80er und 90er Jahren zur Automatisierung der Produktion entwickelt wurde. Während sich die Diskussion damals überwiegend um die Verdrängung menschlicher Arbeitskraft drehte, geht es bei der derzeitigen Diskussion eher auch darum, wie Mensch und Maschine miteinander arbeiten (Buhr 2015).

Wie Hirsch-Kreinsen (2014b, S. 34) zusammenfasst, wird die breitflächige Anwendung innerhalb eines Unternehmens im Sinne einer vollintegrierten, digitalisierten und vernetzten Wertschöpfungskette, auch künftig eher die Ausnahme sein. Die Anwendungen von Automatisierungstechnologien werden sich demnach auf bestimmte Bereiche konzentrieren, z.B. auf die Bereiche Produktion, Logistik und Transport sowie Prozessplanung und -steuerung. Ebenso ist davon auszugehen, dass der umfassende Einsatz von Automatisierungstechnologien eher auf technologieintensive Unternehmen sowie auf größere Unternehmen beschränkt bleiben wird.

---

<sup>7</sup> In Deutschland beispielsweise die Plattform Industrie 4.0 und in den USA das Industrial Internet Consortium.

<sup>8</sup> Die Veränderung der Tätigkeitsinhalte durch die zunehmende Digitalisierung wird in Abschnitt 2.1 der vorliegenden Studie näher beleuchtet.

### 1.1.7 Augmented und Virtual Reality

Durch die Fortschritte in der computergestützten Informations- und Bildverarbeitung lassen sich mittlerweile in Echtzeit digitale Welten erschaffen, die teilweise mit der physischen Welt kombiniert werden. In diesem Zusammenhang lassen sich zwei Formen digitaler Umgebungen unterscheiden: die Virtuelle Realität (Virtual Reality - VR) und die Erweiterte Realität (Augmented Reality - AR). Virtual Reality beschreibt dabei die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung einer computergenerierten, interaktiven, virtuellen Umgebung. In der Virtual Reality wird dabei die reale Umwelt komplett ausgeblendet und eine gänzlich neue Welt erschaffen. Im Gegensatz dazu versteht man unter Augmented Reality die Anreicherung der bestehenden realen Umgebung mit computergenerierten Inhalten bzw. Zusatzobjekten (Mehler-Bicher und Steiger 2014). Augmented Reality stellt eine neue Form der Mensch-Technik-Interaktion dar, weil virtuelle Objekte in Echtzeit so eingefügt werden, dass sie räumlich korrekt positioniert sind und das reale Bild ergänzen. Die digitale Information verschmilzt somit mit der Umwelt des Benutzers, der die aktuell wichtigen Informationen direkt an dem Ort erhalten und sehen kann, an dem er sie benötigt. Für Augmented Reality-Anwendungen können zum einen Smartphones oder Tablets und zum anderen Datenbrillen genutzt werden. Darüber hinaus sollen künftig auch smarte Kontaktlinsen zum Einsatz kommen.

Augmented und Virtual Reality finden schon heute verbreiteten Einsatz in verschiedenen Anwendungsbereichen. So lassen sich beispielsweise Möbelstücke aus dem IKEA-Katalog mit Hilfe von Smartphone oder Tablet in den eigenen vier Wänden anzeigen (Die Zeit 2014). Im Automobilbau kommen AR- und VR-Anwendungen ebenfalls breitflächig zum Einsatz bei der Entwicklung und Konstruktion neuer Fahrzeuge (Rheinische Post 2015, Opel Post 2015). Und auch im Bereich Architektur werden in der Planungsphase virtuelle Rundgänge eingesetzt, während Ärzte mithilfe der virtuellen Realität Operationen planen (Wirtschaftswoche 2014).

Die größten Produktivitätseffekte von Augmented Reality können im produzierenden Gewerbe und im Bereich Transport und Logistik erwartet werden. In einem Pilotversuch der DHL wurden Kommissionierer in einem Lager mit Augmented Reality-Brillen ausgestattet. Im Anschluss wurde eine Produktivitätssteigerung von 25 Prozent beobachtet (DHL 2015). Vor allem im Verarbeitenden Gewerbe dürften sich für solche Berufe Produktivitätssteigerungen ergeben, bei denen während der Ausübung der Arbeitstätigkeiten „Suchkosten“ anfallen. Dabei kann hierunter sowohl die Suche nach Dingen (z.B. nach einem Bauteil) als auch nach Informationen (z.B. wie das Bauteil montiert werden muss) fallen. In beiden Fällen können Datenbrillen unterstützend wirken und die entsprechenden Informationen passend im Sichtfeld des Beschäftigten darstellen. Aufgrund des schnellen Zugriffs auf kontextbezogene Informationen während der Ausübung der Tätigkeit, sprechen Stocker et al. (2014) auch vom „Assistierte Bediener“ (Personalized Augmented Operator).

Dem Markt für Virtual und Augmented Reality wird ein starkes Wachstum prognostiziert. So schätzt der „Augmented/Virtual Reality Report 2017“ von Digi-Capital (2017) den weltweiten Marktwert im Jahr 2021 auf 108 Milliarden US-Dollar. Der Anteil, der auf den Bereich Augmented Reality entfällt, wird dabei mit einem Wert von 83 Milliarden US-Dollar deutlich höher ausfallen als der Anteil der Virtual Reality (25 Milliarden US-Dollar).

In Luxemburg finden heute bereits verschiedene Formen von Virtueller oder Erweiterter Realität Verwendung, z.B. im Touristikbereich. Diese Anwendungen gehen insbesondere auf die Entwicklungen des Unternehmens ZREALITY der Digital Devotion Group zurück. So wurde beispielsweise eine „Virtual Tourism“ Lösung entwickelt, die es Besuchern ermöglicht, während einer Bustour mittels einer VR-Brille die Stadt Luxemburg im Jahre 1867 zu erleben (Digital Devotion Group 2017). Darüber hinaus wurde die Augmented Reality-App „VdL-AR“ entwickelt. Mit Hilfe dieser App können Touristen an mehreren Hotspots der Stadt ihr Smartphone auf eine Sehenswürdigkeit richten und passgenaue Zusatzinformationen erhalten. So erkennt die App den Hotspot automatisch und zeigt im Display des

Smartphones alte Bilder des entsprechenden Gebäudes positionsgetreu an (ZREALITY 2017a). Im Bereich „Smart City“ kommen in Luxemburg ebenfalls AR-Anwendungen mit Hilfe der App „VdL-AR“ zum Einsatz. Hiermit bieten die Verkehrsbetriebe von Luxemburg die Möglichkeit zum schnellen und unkomplizierten Zugriff auf Businformationen. Informationen über aktuelle Busfahrpläne und Buchungsoptionen werden dabei automatisch auf dem Display des Smartphones angezeigt, sobald ein Nutzer seine Smartphone-Kamera auf eine Bushaltestelle richtet. Die App erkennt die jeweilige Haltestation wiederum automatisch und blendet die passenden Informationen ein (ZREALITY 2017b).

### 1.1.8 Künstliche Intelligenz

Unter dem Begriff „Künstliche Intelligenz“ (KI) werden selbstlernende Computersysteme zusammengefasst, die menschliche Intelligenz und Verhaltensweisen nachbilden, wie beispielsweise automatisierte Diagnose- und Optimierungsverfahren. Computer und Roboter erbringen dadurch Aufgaben, bei denen bis vor kurzem angenommen wurde, dass sie nur mithilfe menschlicher Intelligenz durchgeführt werden können (Brynjolfsson und McAfee 2014, Lämmel und Cleve 2012).

Als KI-Anwendungen gelten derzeit Maschinen, die menschliche Sprache verstehen, in strategischen Spielsystemen konkurrieren, Autos autonom fahren oder komplexe Daten interpretieren (OECD 2017, S. 295). Intelligenz überschneidet sich hierbei mit Autonomie und Anpassungsfähigkeit durch die Fähigkeit der KI, von einem dynamischen Umfeld zu lernen. Dabei ist zu beachten, dass die Grenzen der KI nicht immer klar definiert sind und sich im Laufe der Zeit verschieben. Beispielsweise werden Techniken, die von KI-Forschern zur Analyse großer Datenmengen entwickelt wurden, heutzutage häufig als "Big Data"-Systeme identifiziert (The White House 2016).

In jüngerer Zeit hat die Verfügbarkeit großer Datenmengen in Verbindung mit Anwendungen des Cloud Computing zu Durchbrüchen in der KI-Technologie geführt. Durch das sogenannte "Machine Learning" werden die Leistung, die Verfügbarkeit sowie das Wachstum von KI stark erhöht (Chen et al. 2012). Beim Maschinellen Lernen identifizieren Algorithmen komplexe Muster in großen Datensätzen, wobei hier zwischen „Supervised Learning“ und „Unsupervised Learning“ unterschieden werden kann (UK Government Office for Science 2016). Beispielsweise lernt die KI von Google auf Grundlage von online verfügbaren Dokumenten, wie man Inhalte in verschiedene Sprachen übersetzt. KI-Anwendungen von Facebook lernen hingegen anhand der großen Datenbank an Nutzern, wie man Personen in Bildern identifizieren kann. Darüber hinaus ermöglicht die Technologie des maschinellen Lernens die Suche im Internet, das Filtern von Inhalten in sozialen Netzwerken oder Empfehlungen auf E-Commerce-Websites. Über die rechenintensive Aufgaben hinaus übertrifft die KI den Menschen zunehmend bei bestimmten komplexen kognitiven Funktionen wie der Bilderkennung in der Radiologie (Wang et al. 2016, Lake et al. 2016).

So gewann im Jahr 2016 das KI-Programm AlphaGO der Google-Tochter DeepMind gegen einen der weltbesten Spieler des komplexen Brettspiels GO - eine Leistung, von der Experten glaubten, dass sie noch mindestens zehn Jahre entfernt sei (OECD, 2017). Bereits im Jahr 2017 veröffentlichte DeepMind das Nachfolgeprogramm AlphaGo Zero, welches durch das so genannte "Reinforcement Learning" ("verstärkendes Lernen") trainiert wurde. Der Algorithmus kennt dabei nur die grundlegenden Regeln und beginnt, ausgehend von Zufallszügen, gegen sich selbst zu spielen. Auf Basis der jeweiligen Ergebnisse bewertet das Programm dann seine Züge und lernt so sehr schnell, welche Strategien am besten funktionieren. Nachdem AlphaGo Zero in nur wenigen Tagen knapp fünf Millionen Partien gegen sich selbst absolviert hatte, schlug das Programm den Vorgänger AlphaGo in allen 100 durchgeführten Partien (Silver et al. 2017).

Die KI ist in ihren Erscheinungsformen meist immateriell. Die Robotik, die an der Schnittstelle zwischen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik operiert, ist in ihren Erscheinungsformen hingegen meist physisch. In einer "autonomen Maschine" kann die KI als Intelligenz oder kognitive Funktionen

definiert werden, während sich die Robotik auf die motorischen Funktionen bezieht. Die Unterscheidung zwischen kognitiven und motorischen Funktionen ist allerdings oftmals ungenau und entwickelt sich stetig weiter, da Mobilität auch die Fähigkeit erfordert, die Umwelt zu erfassen und zu analysieren. Heutige Beispiele für die Konvergenz von KI und Robotik sind selbstfahrende Autos und humanoide Roboter.

Von der KI wird erwartet, dass sie die Effizienz der Entscheidungsfindung drastisch verbessert, Kosten spart und eine bessere Ressourcenallokation in praktisch allen Wirtschaftssektoren ermöglicht. Algorithmen, die Daten über den Betrieb komplexer Systeme auswerten, ermöglichen Optimierungen in so unterschiedlichen Bereichen wie Energie, Landwirtschaft, Finanzen, Verkehr, Gesundheitswesen, Bauwesen, Verteidigung oder Einzelhandel (OECD 2017, S. 299). Beispielsweise war Google mit Hilfe von KI-Algorithmen in der Lage, den Energieverbrauch der eigenen Rechenzentren deutlich zu reduzieren (Evans und Gao 2016). In einem zweijährigen Experiment analysierte das künstliche neuronale Netzwerk DeepMind von Google über 120 Parameter in einem Rechenzentrum und identifizierte eine effizientere und anpassungsfähigere Methode zur Kühlung und Stromversorgung, die es dem Unternehmen ermöglichte, den Energieverbrauch bereits energieeffizienter Rechenzentren um weitere 15 Prozent zu senken. Darüber hinaus senkt KI die Kosten für die Erstellung von Prognosen, indem es das Risikoprofil bewertet, die Lagerbestände verwaltet und die Nachfrage prognostiziert. KI-unterstützte Vorhersagen in Banken und Versicherungen, präventiver Patientenversorgung, Wartung, Logistik oder Meteorologie werden deshalb immer zugänglicher und genauer (OECD 2017, S. 299).

Es wird erwartet, dass durch die künstliche Intelligenz in vielen Bereichen Produktivitätsgewinne generiert werden können, aufgrund der Automatisierung von Tätigkeiten und der zunehmenden Autonomie von Maschinen (OECD 2017a). Das bekannteste Beispiel für Maschinenautonomie ist zwar das selbstfahrende Auto, Anwendungsbeispiele sind allerdings heute schon vielfältig und umfassen u.a. den automatisierten Finanzhandel, automatisierte Content Curation Systeme oder Systeme, die Sicherheitslücken identifizieren und beheben können (OECD 2017a, S. 300).

Prognosen bezüglich der Auswirkungen von KI auf das Wirtschaftswachstum und die Produktivität werden von mehreren Marktforschungsunternehmen vorgelegt. Beispielsweise schätzt das McKinsey Global Institute (2017), dass die durch Künstliche Intelligenz und Robotik ermöglichte Automatisierung die globale Produktivität um 0,8 bis 1,4 Prozent jährlich steigern könnte.

### 1.1.9 Digitale Plattformen

Durch das Internet wird es leichter als jemals zuvor, Angebot und Nachfrage in Echtzeit sowohl lokal als auch global in Einklang zu bringen. Das heutige Internet wird von einer Vielzahl von Online-Plattformen genutzt, die als digitale Ökosysteme operieren und Marktplätze bereitstellen für Waren, Dienstleistungen und Informationen, die sowohl physischer als auch digitaler Natur sein können. Viele solcher Plattformen sind in den letzten 20 Jahren entstanden und werden von schnell wachsenden Unternehmen betrieben. Tabelle 1.1 zeigt auf Basis der Marktkapitalisierung die 15 größten Internetunternehmen im Jahre 1995 und 2015 (OECD 2016, S. 7). Der direkte Vergleich zeigt, dass früher Internet Service Provider (ISPs), Medien- und Hard- oder Softwareunternehmen die Hauptakteure waren, während heute die meisten der großen Internetfirmen Plattformbetreiber sind. Sechs der 13 dargestellten Plattformen im Jahr 2015 sind Marktplätze für Waren oder Dienstleistungen (E-Commerce) und fünf ermöglichen einen Match von Nachfrage und Angebot an Informationen (Suche, soziales Netzwerk, Werbung). Insgesamt fünf der Unternehmen ermöglichen Geschäfte bzw. einen Austausch unter Individuen (Peer-to-Peer), anstatt traditionelle Geschäfte zwischen Unternehmen (Business-to-Business) oder Geschäfte von Unternehmen mit Verbrauchern (Business-to-Customer). Mehrere Plattformen vereinen mehr als zwei Märkte und ermöglichen damit unterschiedliche Arten von Transakti-

onen auf derselben Plattform, z.B. P2P und B2C im Falle von Facebook. Apple und Salesforce sind derweil Ausnahmen auf der Liste für 2015, obwohl Apple auch erfolgreiche Plattformen (iTunes und App Store) betreibt, die 1995 noch nicht existierten.

Über die veränderte Zusammensetzung der 15 größten Internetunternehmen hinaus, hat sich deren Wert durch die Marktkapitalisierung in 20 Jahren ungefähr um das 144-fache erhöht. Im Gegensatz zu einem traditionellen Unternehmen spiegelt die Bewertung eines Plattformbetreibers oft nicht in erster Linie dessen Umsätze wider. Wichtiger ist der Wert der etablierten Netzwerke aus Einzelpersonen oder Firmen, deren Transaktionen und die von ihnen generierten Daten. Die Aktivitäten der Internetunternehmen werden immer vielfältiger und Online-Plattformen agieren in vielen verschiedenen Bereichen: Allein die in Tabelle 1.1 genannten Plattformen sind in den Bereichen Wohnen, Werbung, Kommunikation, Content, Einzelhandel, Transport und Reisen tätig. In der Anfangsphase des Internets haben Online-Plattformen in erster Linie Märkte für digitale (oder digitalisierbare) Daten, Informationen, Inhalte und Dienste geschaffen oder teilweise in das Internet verschoben. Daraus sind etablierte digitale Plattformen entstanden, die Waren- (Amazon, E-Bay) und Informationsmärkte (Google, Facebook) verwalten. In den letzten Jahren haben digitale Plattformen hingegen Märkte für physische Dienstleistungen wie beispielsweise Transport (Uber), Unterkunft (Airbnb) und handwerkliche Dienstleistungen (TaskRabbit) geschaffen oder erschlossen, indem sie es erlauben, solche Dienste teilweise über das Internet abzuwickeln. Transaktionen können auch in diesen Märkten entweder nur Peers (P2P), Unternehmen und Verbraucher (B2C) oder nur Unternehmen (B2B) betreffen. Dabei sind viele Verkäufer Einzelpersonen, die ihre Vermögenswerte wie Häuser und Autos oder ihre Arbeitskraft und Fertigkeiten über Dienstleistungen monetarisieren, die digital und größtenteils über das Internet geliefert werden. Somit sind in den vergangenen Jahren ebenfalls sogenannte Online-Arbeitsmärkte entstanden, die den Einzelpersonen eine plattformbasierte Erwerbsarbeit ermöglichen. Dieses auch als „Crowdworking“ bezeichnete Phänomen wird im Abschnitt 2.2.2 der vorliegenden Studie näher besprochen.

Digitale Plattformen können Nachfrage und Angebot mehrerer Märkte auf einmal zusammenführen, die Auswirkungen kombinierter Netze nutzen und auch die entsprechenden Marktbedingungen gestalten (OECD 2016, S. 8). Typische Beispiele für mehrseitige Plattformmärkte sind Google oder Facebook, die einerseits Informationsnachfrage und -angebot und andererseits "Nachfrage" und Angebot an Werbung miteinander in Einklang bringen. Durch die Zentralisierung mehrerer Märkte und Netzwerke auf einer Plattform gewinnt der Plattformbetreiber eine starke, zentrale Position. Er kann Netzwerkeffekte innerhalb und über verschiedene Märkte hinweg nutzen und gleichzeitig die Bedingungen dieser Märkte so gestalten, dass sie wie gewünscht funktionieren. Beispielsweise wird der "kostenlose" Dienst, den Such- und Social Network-Plattformen in einem Markt anbieten, durch Einnahmen aus einem anderen Markt quersubventioniert, insbesondere durch Werbetreibende. Obwohl viele der in jüngster Zeit entstandenen Plattformen wie Airbnb oder Uber sich nur auf zwei Märkte konzentrieren, profitieren sie auch von starken Netzwerkeffekten auf beiden Seiten ihrer Plattform und nutzen ihre Macht, um den Markt zu gestalten, wie z.B. durch die Preissetzung im Falle von Uber.

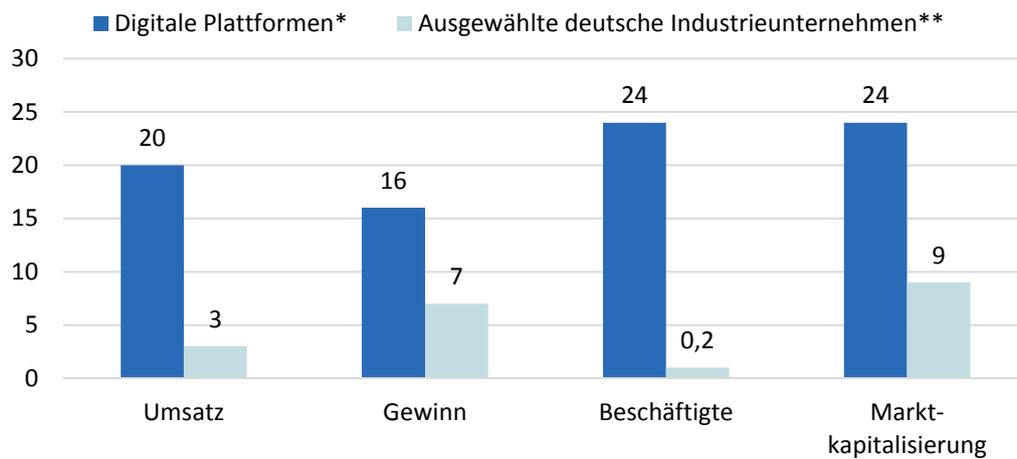
Sobald die Netzwerke einer Plattform eine kritische Größe erreicht haben, schützen Netzwerkeffekte die Position der Plattform, die möglicherweise sogar einer Marktbeherrschung gleicht, indem sie als Zugangsbarrieren für andere Firmen oder Plattformen fungieren (OECD 2016, S. 8). Diese Netzwerkeffekte umfassen hierbei auch Kunden, die bei einem Wechsel zu einer konkurrierenden Plattform mit einem kleineren Netzwerk schlechter gestellt wären, da diese wahrscheinlich nicht mit dem Angebot der größeren Plattform Schritt halten kann, z.B. in Bezug auf Produktauswahl, Preis oder Servicequalität. Einen Überblick über die Ursachen von Netzwerkeffekten und die Marktmacht von Plattformen bietet die Studie des Bundeskartellamtes (2016), während die entsprechenden Herausforderungen für die Wirtschaftspolitik in einem Sondergutachten der Monopolkommission (2015) beleuchtet werden. Abbildung 1.7 verdeutlicht die wirtschaftspolitische Relevanz und das rasante Wachstum etablierter

digitaler Plattformen anhand einer Gegenüberstellung von fünf weltweit führenden Plattformanbietern und fünf global agierenden deutschen Industriekonzernen (BMW 2017b, S. 22). Für den Zeitraum 2012 bis 2016 wird deutlich, dass die Plattformanbieter hinsichtlich der wirtschaftlichen Kennziffern Umsatz, Gewinn, Beschäftigte sowie Marktkapitalisierung deutlich stärker gewachsen sind als die fünf am Aktien-Leitindex DAX gelisteten Industriekonzerne. Mit Alphabet (Google), Amazon, Apple und Facebook stammen vier der hier betrachteten Plattformanbieter aus den USA. Wie Abbildung 1.8 zeigt, haben die aus USA stammenden 64 Plattformunternehmen mit einem Unternehmenswert von über 1 Mrd. US-Dollar im Hinblick auf den aggregierten Unternehmenswert und die Zahl der Beschäftigten weltweit die Nase vorne. Während 84 Plattformanbieter dieser Größenklasse aus Asien stammen, gibt es davon in Europa lediglich 27 (BMW 2017b, S. 23).

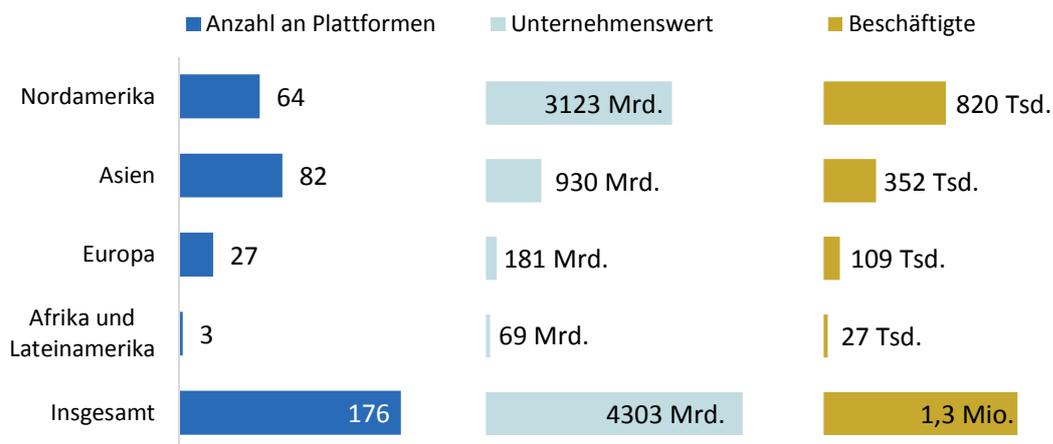
**Tabelle 1.1: Top 15 Internetunternehmen nach Marktkapitalisierung, 1995 und 2015**

Rang	Dezember 1995	Hauptprodukt/ -aktivität	Mrd. USD	Mai 2015	Hauptprodukt/ -aktivität	Mrd. USD
1	Netscape	Software	5.42	Apple	Hardware, services	763.57
2	Apple	Hardware	3.92	Google	Information (search)	373.44
3	Axel Springer	Media, publishing	2.32	Alibaba	Goods (e-com)	232.76
4	RentPath	Media, rental	1.56	Facebook	Information (social, P2P)	226.01
5	Web.com	Web services	0.98	Amazon.com	Goods (e-com)	199.14
6	PSINet	ISP	0.74	Tencent	Information (social, P2P)	190.11
7	Netcom On-Line	ISP	0.40	eBay	Goods (e-com, P2P)	72.55
8	IAC / Interactive	Media	0.33	Baidu China	Information (search)	71.58
9	Copart	Vehicle auctions	0.33	Priceline Group	Services	62.65
10	Wavo Corporation	Media	0.20	Uber	Services (P2P)	51.00
11	iStar Internet	ISP	0.17	Salesforce.com	Services	49.17
12	Firefox Communi- cations	ISP	0.16	JD.com	Goods (e-com)	47.71
13	Storage Computer Corp.	Storage software	0.10	Yahoo!	Information (search)	40.81
14	Live Microsystems	Hard- and Software	0.09	Netflix	Services (media)	37.70
15	iLive	Media	0.06	Airbnb	Services (P2P)	25.00

Quelle: OECD 2016, S. 7.

**Abbildung 1.7: Wachstum Digitaler Plattformen und deutscher Industrieunternehmen, 2012-2016 in Prozent**

Anmerkung: Gemessen wird die durchschnittliche jährliche Veränderung im Zeitraum 2012-2016 in Prozent. \* Alphabet (Google), Amazon, Apple, Facebook, Tencent; \*\* DAX-Konzerne: BASF, Bayer, Daimler, Henkel, Siemens.  
Quelle: BMWi 2017, S. 22.

**Abbildung 1.8: Plattformunternehmen\* nach Regionen**

Anmerkung: \* Plattformen mit einem Unternehmenswert  $\geq 1$  Mrd. US-Dollar.  
Quelle: BMWi 2017, S. 23.

## 1.2 Der Stand der Digitalisierung in Luxemburg

### 1.2.1 Quality of Work Luxembourg 2017

Im Auftrag der Arbeitnehmerkammer Luxemburg wurde im Frühjahr 2017 zum vierten Mal die Studie „Quality of Work Luxembourg“ als telefonische Befragung von abhängig Beschäftigten in Luxemburg durchgeführt (infas 2017). Die Erhebung dieser Befragungswelle stützt sich auf 1.522 Interviews, die auf 913 Beschäftigte mit dem Wohnort Luxemburg sowie 301 Berufspendler aus Frankreich, 149 Pendler aus Deutschland und 159 Pendler aus Belgien entfallen. In der Befragungswelle 2017 wurde erstmals ein Fragenkomplex aufgenommen, der eine erste Bestandsaufnahme zum Umfang und zur Einschätzung der Digitalisierung in der luxemburgischen Arbeitswelt ermöglicht. Dabei wurde Digitalisierung für die Befragung als „zunehmender Einsatz von Technologie und elektronisch gestützten Prozessen mittels Informations- und Kommunikationstechnologie“ definiert.

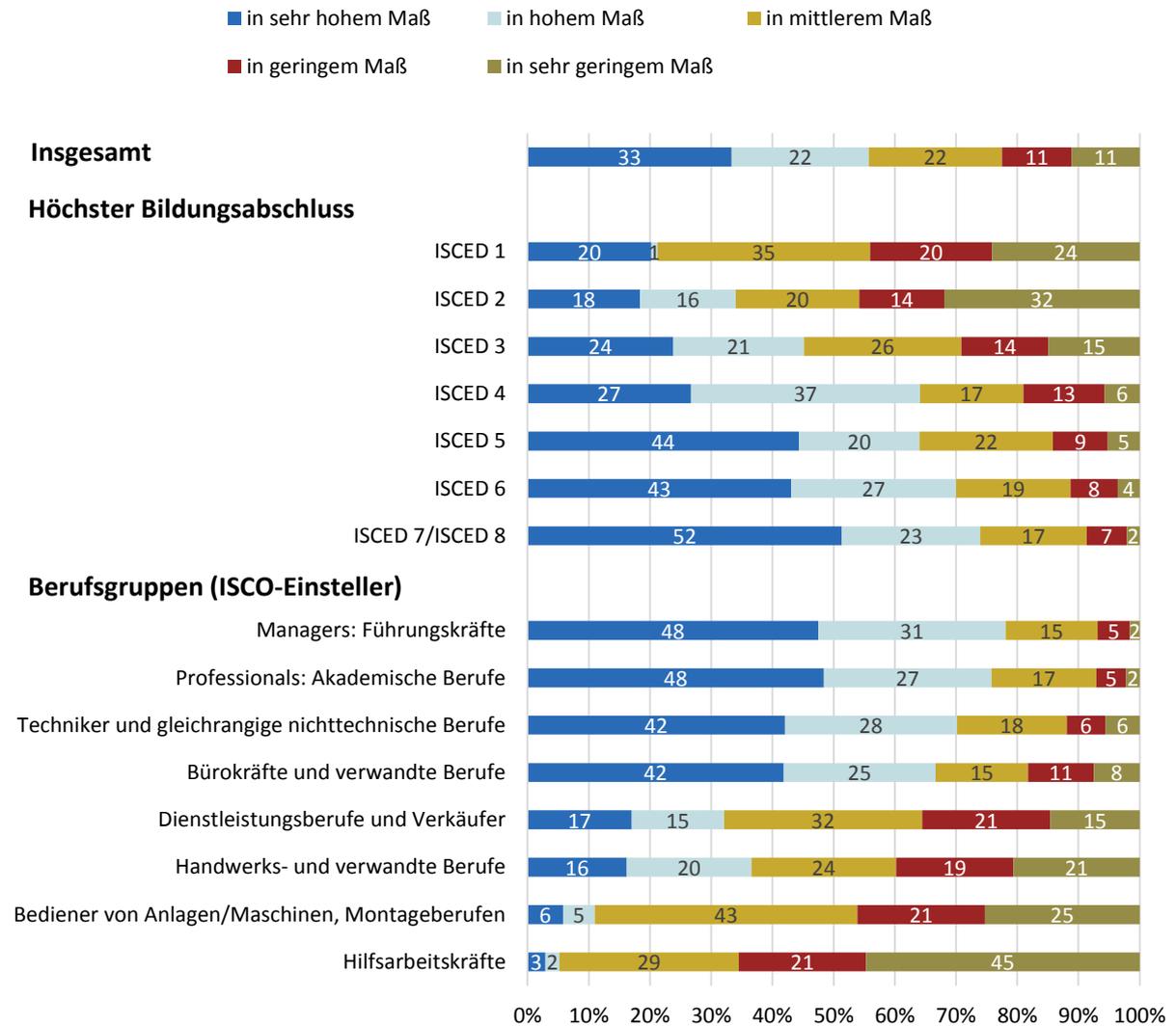
Mit einem Anteil von 56 Prozent der Befragten sehen mehr als die Hälfte der Beschäftigten in Luxemburg ihre Arbeit in hohem Maße direkt von der Digitalisierung betroffen (Abbildung 1.9). Fast ein Viertel (23 Prozent) hingegen sieht keinen großen direkten Einfluss der Digitalisierung auf die eigene Arbeit. Dabei zeigt sich deutlich, dass die Betroffenheit durch Digitalisierung umso stärker ausfällt, je höher der erreichte Bildungsabschluss des Befragten. Dementsprechend sind vor allem Führungskräfte und Beschäftigte in akademischen Berufen mit Anteilen über 75 Prozent besonders häufig von der Digitalisierung betroffen. Aber auch Techniker, Bürokräfte und verwandte Berufe sind häufig betroffen, während die Befragten in Dienstleistungs- und Verkaufsberufen, im Handwerk, in Tätigkeiten der Anlagenbedienung und Montage sowie die Hilfsarbeitskräfte ihre Arbeit deutlich seltener direkt von der Digitalisierung betroffen sehen.

In einer Folgefrage wurden die Teilnehmer der Studie gebeten anzugeben, durch welche digitalen Technologien ihre Arbeit beeinflusst wird. Mit Abstand am häufigsten erhält die Digitalisierung durch die Nutzung unterstützender elektronischer Geräte, z.B. Computer oder Scanner, sowie durch die elektronische Kommunikation, z.B. durch E-Mail, Smartphone oder soziale Netzwerke, Einzug in die Arbeitswelt (infas 2017 S. 86).

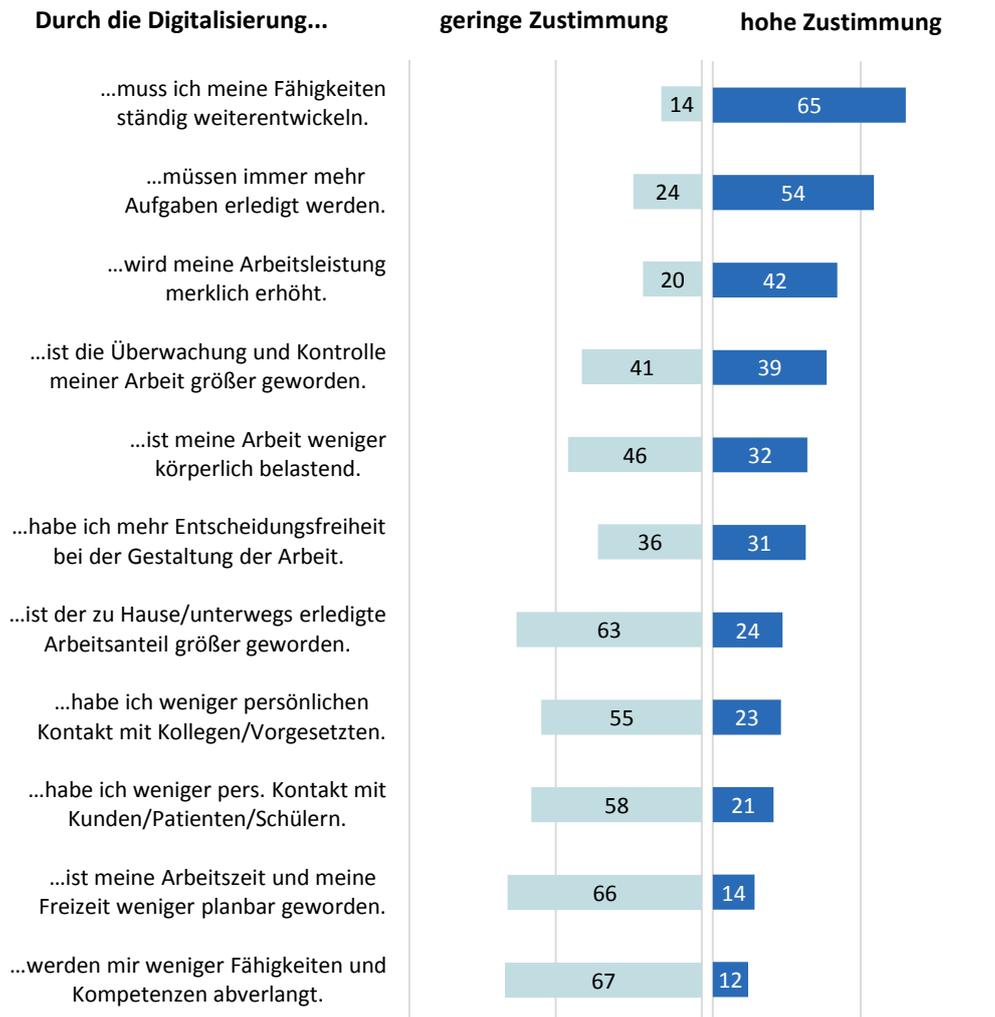
Welche Veränderungen der Arbeit sich durch die Digitalisierung ergeben, wurde in einer weiteren Frage untersucht. Abbildung 1.10 zeigt die entsprechenden Antwortverteilungen für die Gruppe der Befragten, die zuvor angegeben hatten, dass ihre Arbeit in hohem Maße von der Digitalisierung betroffen sei. Am häufigsten stimmt diese Gruppe der Aussage zu, dass die eigenen Fähigkeiten aufgrund der Digitalisierung ständig weiterentwickelt werden müssen (65 Prozent). Etwas mehr als die Hälfte der Befragten in dieser Gruppe gibt zudem an, dass durch die Digitalisierung immer mehr Aufgaben erledigt werden müssen und 42 Prozent erreichen dadurch eine merklich höhere Arbeitsleistung. Für etwa ein Drittel der Befragten mit einer hohen Betroffenheit, ist durch die Digitalisierung die Arbeit weniger körperlich anstrengend geworden und die Entscheidungsfreiheit bei der Gestaltung der Arbeit gestiegen.

Im Kontext der Herausforderungen durch die voranschreitende Digitalisierung wurden die Teilnehmer der Studie abschließend gefragt, mit welchen Maßnahmen die Arbeitswelt in Luxemburg reguliert werden sollte. Knapp zwei Drittel der Befragten erachten hierbei das Recht auf Rückkehr zum alten Arbeitszeitumfang nach einer zeitlich befristeten Teilzeitstelle als (sehr) wichtig (Abbildung 1.11). An zweiter Stelle folgt, mit einer Zustimmungsrate von fast 60 Prozent, das Recht auf Nichterreichbarkeit für dienstliche Dinge außerhalb der offiziellen Arbeitszeit. Lediglich 16 Prozent sehen dieses Recht als unwichtig oder sehr unwichtig an. Demnach sieht eine Mehrheit der befragten Beschäftigten eine Notwendigkeit für das Recht zu einer klaren Abgrenzung zwischen Arbeitswelt und Freizeit. Eine ebenfalls deutliche Mehrheit (56 Prozent) erachtet ein Recht auf begrenzte Telearbeit oder Home Office-Vereinbarungen als (sehr) wichtig an, während rund ein Fünftel dieses nicht für wichtig hält.

**Abbildung 1.9: Direkte Betroffenheit der Arbeit von Digitalisierung, nach Bildung und Berufsgruppen**

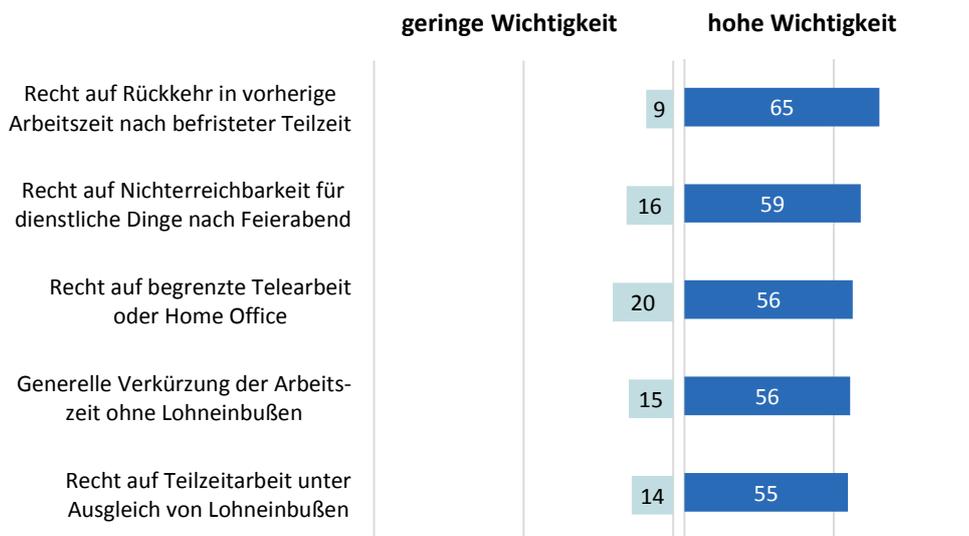


Quelle: Quality of Work Luxemburg, infas (2017); Frage: In welchem Maße ist Ihre Arbeit direkt von der Digitalisierung betroffen?

**Abbildung 1.10: Veränderung der Arbeit durch Digitalisierung, Luxemburg**

Quelle: Quality of Work Luxemburg, infas (2017); Frage: In welchem Maße stimmen Sie den folgenden Aussagen zu?; Angaben in Prozent; Nur Befragte mit hoher Betroffenheit der Arbeit durch Digitalisierung.

**Abbildung 1.11: Wichtigkeit der Regulierung von Arbeit bei fortschreitender Digitalisierung, Luxemburg**



Quelle: Quality of Work Luxembourg, infas (2017); Frage: Wie wichtig ist Ihnen das Recht auf...?.

### 1.2.2 Internationaler Vergleich: Der Digital Economy and Society Index

Der Digital Economy and Society Index (DESI) wurde von der Generaldirektion Kommunikationsnetze, Inhalte und Technologien der Europäischen Kommission (DG Connect) entwickelt, um die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft in den Ländern der EU zu messen und zu verfolgen. Dafür werden 31 relevante Indikatoren zu fünf Dimensionen aggregiert: Konnektivität, Humankapital, Internetnutzung, Integration digitaler Technologien und digitale öffentliche Dienste (Europäische Kommission 2017a).

Im Jahr 2017 schneidet Luxemburg im internationalen Vergleich laut DESI sehr gut ab und erreicht den fünften Rang innerhalb der 28 EU-Mitgliedsländer (Europäische Kommission 2017b). Luxemburg wird deshalb zum Cluster der „High Performing Countries“ gezählt, zu dem auch die Länder Dänemark, Finnland, Schweden, Niederlande, Belgien, Vereinigtes Königreich, Irland und Estland gehören. Der DESI-Wert für Luxemburg liegt mit einem Stand von 0,61 Punkten entsprechend deutlich über dem EU-Durchschnitt von 0,52 Punkten (Tabelle 1.2). Der höchste DESI-Wert wird von Dänemark erreicht (0,71), während Bulgarien (0,37) und Rumänien (0,33) am schlechtesten abschneiden (Abbildung 1.12).

**Tabelle 1.2: Die fünf Dimensionen des DESI 2017, Ergebnisse für Luxemburg und die EU-28**

	Luxemburg	EU-28	Rang Luxemburg
<b>DESI 2017</b>	<b>0.61</b>	<b>0.52</b>	<b>5</b>
1 Konnektivität	0.79	0.63	2
2 Humankapital	0.73	0.55	2
3 Internetnutzung	0.64	0.48	3
4 Integration digitaler Technologien	0.30	0.37	22
5 Digitale öffentliche Dienste	0.49	0.55	19

Quelle: Europäische Kommission 2017b, Country Profile Luxembourg

In der ersten Dimension des DESI, der Konnektivität, ist Luxemburg sehr gut aufgestellt und belegt im internationalen Vergleich den zweiten Rang im Jahr 2017. Im Vorjahr belegte Luxemburg hier noch den dritten Platz. Die Indikatoren dieser Dimension bewerten die Internetinfrastruktur, also die Breitbandverfügbarkeit über das Festnetz sowie den Mobilfunk, die verfügbare Geschwindigkeit des Internets und die Nutzerkosten (siehe Tabelle 1.3). Der Zugang zum Breitband-Internet ist in Luxemburg flächendeckend verfügbar (99,98 Prozent der Haushalte). Zudem nutzen mit einem Anteil von 96 Prozent die Haushalte in Luxemburg deutlich häufiger einen Breitband-Anschluss als im europäischen Durchschnitt (74 Prozent). Besonders schnelles Internet mit Download-Geschwindigkeiten von über 30 Mbit pro Sekunde (Next Generation Access) ist in Luxemburg deutlich häufiger verfügbar als im EU-Durchschnitt (94 bzw. 76 Prozent) und etwa die Hälfte der luxemburgischen Haushalte machen davon Gebrauch. Ebenfalls überdurchschnittlich gut schneidet Luxemburg bei der Verfügbarkeit und Nutzung des mobilen Internets ab. Insgesamt befindet sich Luxemburg auf einem guten Weg um die EU-Ziele der Digitalen Agenda für den Breitbandausbau zu erreichen. Des Weiteren wird das Ziel verfolgt bis zum Ende des Jahres 2020 allen Haushalten in Luxemburg eine Internet-Geschwindigkeit von 1 Gbit pro Sekunde verfügbar zu machen. Dabei setzt die Regierung in erster Linie auf einen marktgetriebenen Ausbau der Breitband-Infrastruktur durch den Wettbewerb zwischen den Anbietern und nicht auf eine öffentliche Finanzierung (Europäische Kommission 2017b, S. 4).

Die zweite Dimension des DESI bewertet das verfügbare Humankapital eines Landes, das für den geeigneten Umgang mit den Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung von hoher Bedeutung ist. Auch hier schneidet Luxemburg mit dem zweiten Rang nach Dänemark sehr gut ab. In Luxemburg nutzen 97 Prozent der Personen das Internet regelmäßig, d.h. mindestens einmal wöchentlich. Das ist der höchste Wert aller 28 beobachteten EU-Länder. Neben der reinen Nutzung des Internets ist allerdings vor allem das Niveau der digitalen Fähigkeiten von hoher Relevanz.

Das Niveau der digitalen Kenntnisse wird von Eurostat basierend auf einem Index über vier Dimensionen bewertet: Informationsbeschaffung übers Internet, Kommunikation übers Internet, Problemlösung und Softwarekenntnisse. Für jede Dimension werden zwischen vier und sieben Aktivitäten aufgelistet und die Befragten geben an, ob sie die jeweiligen Aktivitäten durchführen.<sup>9</sup> Basierend auf der Anzahl an durchgeführten Aktivitäten ergeben sich für jede Dimension die Ausprägungen „keine Fähigkeiten“, „grundlegende Fähigkeiten“ oder „höher als grundlegende Fähigkeiten“. Um daraus einen Gesamtindikator für die digitalen Fähigkeiten zu generieren, werden die Bewertungen über die vier Dimensionen aggregiert. „Höhere als grundlegende digitale Kenntnisse“ besitzen demnach solche Personen, die in allen vier Dimensionen über den Grundkenntnissen liegen und Personen, die in mindestens einer Dimension Grundkenntnisse aufweisen, verfügen über „grundlegende digitale Kenntnisse“. In der Berechnung des DESI findet nur dieser Gesamtindikator Verwendung.

Gemessen am Anteil der Personen, die über zumindest grundlegende digitale Fähigkeiten verfügen, erreicht Luxemburg hier mit einem Anteil von 86 Prozent den ersten Rang. Der EU-Durchschnitt in Höhe von 56 Prozent der Personen, die mindestens über digitale Grundkenntnisse verfügen, wird damit deutlich überschritten (Abbildung 1.13). Eine etwas genauere Betrachtung ergibt, dass in Luxemburg 54 Prozent der Personen sogar über höhere als grundlegende digitale Kenntnisse verfügen, also in allen vier Teildimensionen das höchste Niveau erreicht haben. Auch nach dieser Betrachtung nimmt Luxemburg damit die Spitzenposition vor Dänemark ein, wobei der EU-Durchschnitt bei 29 Prozent liegt.

<sup>9</sup> Für eine Übersicht der abgefragten Aktivitäten siehe [http://ec.europa.eu/eurostat/cache/meta-data/en/tepsr\\_sp410\\_esmsip.htm](http://ec.europa.eu/eurostat/cache/meta-data/en/tepsr_sp410_esmsip.htm).

Noch detaillierter präsentiert Abbildung 1.14 die Ergebnisse der einzelnen Dimensionen der digitalen Kenntnisse für Luxemburg. Am häufigsten verfügen Personen über höhere als grundlegende Kenntnisse bei der Informationsbeschaffung (90 Prozent) und Kommunikation über das Internet (79 Prozent) sowie beim Problemlösen (81 Prozent). Über höhere als grundlegende Softwarekenntnisse verfügen immerhin 67 Prozent der Personen in Luxemburg. Weiterhin zeigt sich für jede Dimension, dass der Anteil an Personen mit hohen Kenntnissen mit dem Grad der formalen Bildung deutlich ansteigt. Beispielsweise verfügt nur etwa jede dritte Person mit niedriger formaler Bildung über höhere Softwarekenntnisse, wohingegen der Anteil bei den Personen mit hoher formaler Bildung bei 83 Prozent liegt.

Ein Ergebnis zur Computernutzung der Beschäftigten in Luxemburg, das nicht in die Berechnung des DESI eingeht, stammt aus der European Skills and Job Survey des Europäischen Zentrums für die Förderung der Berufsbildung (CEDEFOP 2015). Im Zuge dieser Umfrage wurden im Jahr 2014 insgesamt 50.000 Personen aus den EU-28 Ländern zu ihrer beruflichen Tätigkeit befragt. Für Luxemburg beträgt die Fallzahl 500 Personen. Im Detail wurden die Teilnehmer gefragt, welches Level an IKT-Kenntnissen sie zur Durchführung ihres Berufes beherrschen müssen (CEDEFOP 2016). Wählen konnten die Befragten dabei zwischen den drei Kategorien: Basic (d.h. Nutzung von PC, Tablet oder Smartphone für E-Mails oder das Internet), Moderate (d.h. Nutzung von Tabellenkalkulations- oder Textverarbeitungsprogrammen) oder Advanced (d.h. Softwareentwicklung, Programmierung oder Pakete für statistische Analysen nutzen). Insgesamt geben in Luxemburg fast 90 Prozent der Befragten an, für ihren Beruf IKT-Kompetenzen entsprechend dieser drei Kategorien zu benötigen (Abbildung 1.15). Damit liegt Luxemburg im internationalen Vergleich über die EU-28 Länder im Mittelfeld zwischen dem geringsten Anteil von knapp 70 Prozent (Rumänien) und etwa 96 Prozent (Österreich). Zeitgleich geben etwas mehr als 20 Prozent der Befragten in Luxemburg an, ein „Advanced Level“ an IKT-Kompetenzen für ihre berufliche Tätigkeit zu benötigen.

Neben den digitalen Fähigkeiten der Bevölkerung stellt die Anzahl an beschäftigten IKT-Spezialisten einen geeigneten Indikator für die Entwicklung und Nutzung digitaler Technologien in einem Land dar. Mit einem Anteil von 4,6 Prozent an allen Erwerbspersonen belegt Luxemburg einen guten fünften Platz im internationalen Vergleich. Zeitgleich berichten aber 61 Prozent der Unternehmen, die IKT-Spezialisten eingestellt haben oder einstellen wollten, von Problemen und schwer zu besetzenden Stellen für IKT-Spezialisten, das ist der höchste Wert der EU-28 Länder (OECD 2017, S. 179).

Beim vierten Indikator für das relevante Humankapital in der Bevölkerung fokussiert der DESI auf die Zahl der Hochschulabsolventen eines Landes im MINT-Bereich (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik). Dieser Indikator ist für Luxemburg allerdings nur schwerlich zu berechnen, da ca. 70 Prozent der luxemburgischen Studenten nicht in Luxemburg studieren (Europäische Kommission 2017b, S. 5).

Bei der dritten Dimension des DESI steht die Art der privaten Nutzung des Internets im Vordergrund. Dabei wird ausgewertet, welche Online-Aktivitäten durchgeführt wurden von den Personen, die das Internet in den letzten drei Monaten genutzt haben. Bei allen abgefragten Aktivitäten liegen die Anteile für Luxemburg über dem EU-Durchschnitt, folglich schneidet Luxemburg bei der Internetnutzung mit dem dritten Rang wiederum sehr gut ab. Beispielsweise tätigen Personen in Luxemburg sehr häufig Transaktionen über das Internet. Online-Banking wird von 73 Prozent und Online-Shopping von 80 Prozent der Internetnutzer durchgeführt.<sup>10</sup>

Bei der Integration digitaler Technologien durch Unternehmen schneidet Luxemburg deutlich schlechter ab als in den ersten drei Dimensionen des DESI. Insgesamt erreicht Luxemburg bei dieser vierten

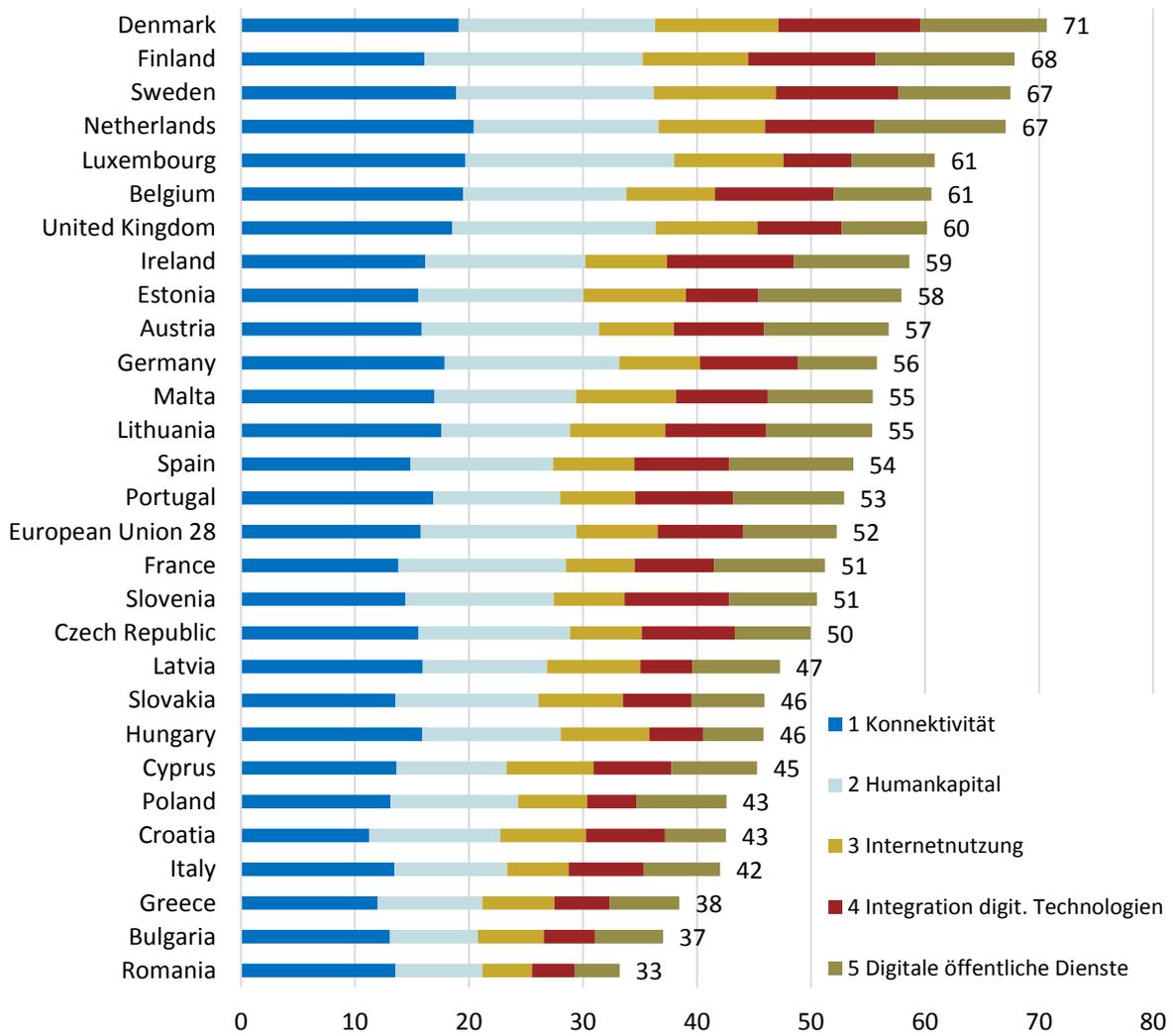
<sup>10</sup> Im Falle des Online-Shoppings bezieht sich der Anteil von 80 Prozent auf Personen, die im letzten Jahr das Internet genutzt haben, aber nicht zwangsläufig in den letzten drei Monaten.

Dimension nur Rang 22 und liegt mit einem DESI-Wert von 0,30 Punkten unterhalb des EU-Durchschnittes von 0,37 Punkten. Immerhin leicht überdurchschnittlich schneidet Luxemburg bei der Nutzung von Softwarelösungen zur Ressourcenplanung (ERP-Software, 39 Prozent) und von RFID-Chips zur automatischen Identifizierung von Gegenständen (4,9 Prozent) ab. Etwa im EU-Durchschnitt liegen die Unternehmen in Luxemburg bei der Nutzung von Social Media (19 Prozent) und von Cloud-Angeboten (12 Prozent). Unterdurchschnittlich hingegen sind das Versenden von elektronischen Rechnungen und die Aktivitäten im Bereich E-Commerce von KMU mit einer Beschäftigtenzahl zwischen 10 und 249.

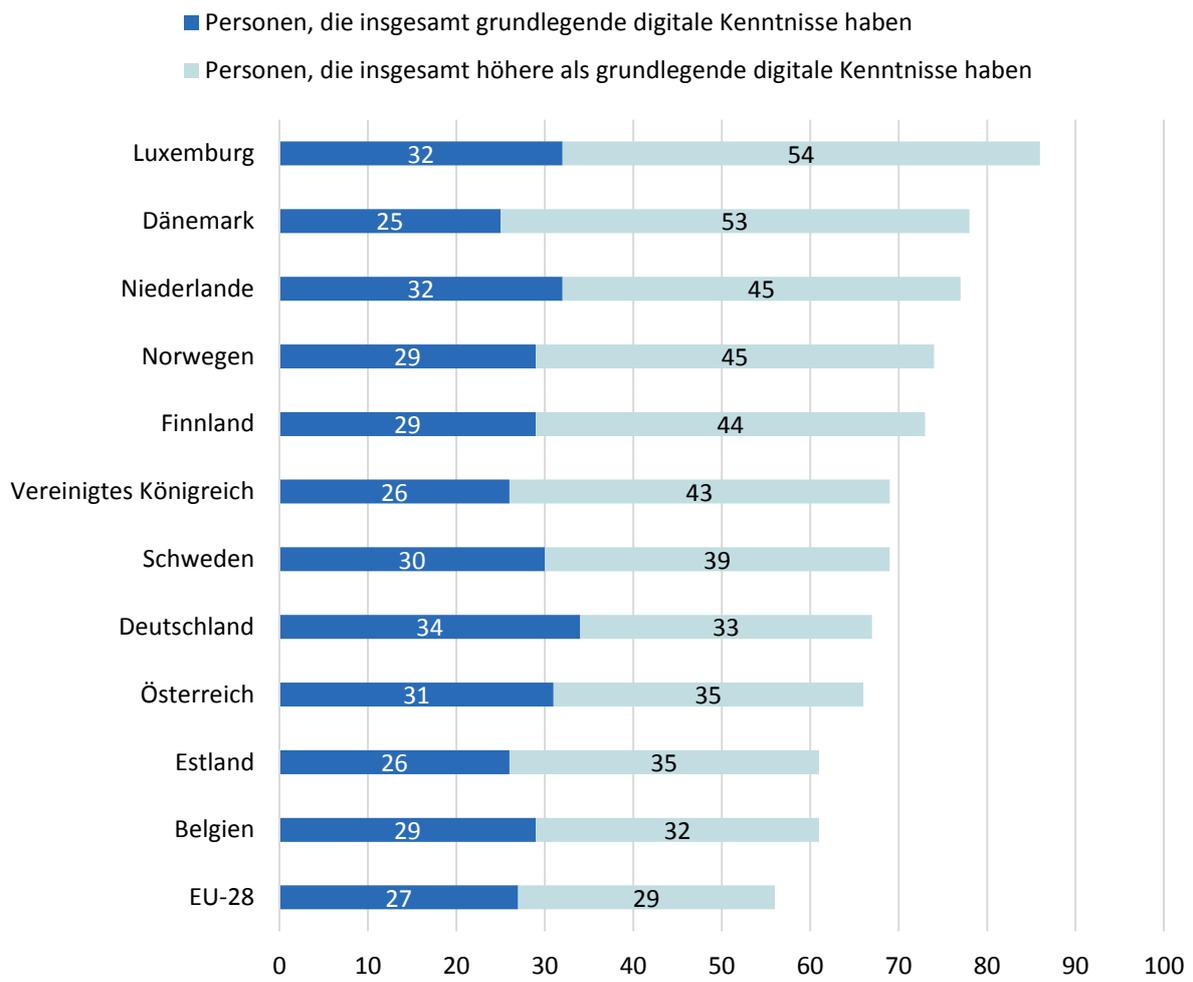
Hier ist es sehr wichtig zu betonen, dass bei allen Indikatoren zur Integration von digitalen Technologien die Unternehmen der Finanz- und Versicherungsbranche nicht berücksichtigt werden. Entsprechende Auswertungen sind aufgrund der Datenverfügbarkeit von Eurostat nicht möglich. Die Ergebnisse für Luxemburg könnten im internationalen Vergleich möglicherweise positiver ausfallen, falls die für das Land bedeutende und vergleichsweise hochdigitalisierte Finanz- und Versicherungsbranche in die Berechnung der Indikatoren einfließen würde.

Beim Angebot digitaler öffentlicher Dienste erreicht Luxemburg mit einem DESI-Wert von 0,49 noch nicht den EU-Durchschnitt in Höhe von 0,55 Punkten und steht damit im internationalen Vergleich auf Rang 19. Dabei werden aber immerhin von 36 Prozent der Internetnutzer in Luxemburg Online-Formulare öffentlicher Institutionen genutzt. Damit liegt zwar die Nutzung von eGovernment-Angeboten im EU-Durchschnitt, aber es besteht Nachholbedarf bei dem Anteil an Daten, die automatisiert in Online-Formularen vorausgefüllt werden. Und auch bei der Anzahl an administrativen Schritten, die bei wichtigen Ereignissen, wie z.B. Geburt eines Kindes oder Umzug, online durchgeführt werden können, muss Luxemburg noch aufschließen. Eine sehr positive Entwicklung ist im Bereich Open Data zu verzeichnen. Während Luxemburg im Jahr 2015 laut European Open Data Portal nur einen Score von 15 Prozent erzielt hat, hat sich dieser Score im Jahr 2016 auf einen Stand von 57 Prozent erhöht. Damit erreicht Luxemburg fast den EU-Durchschnitt in Höhe von 59 Prozent.

Abbildung 1.12: Internationale Rangliste DESI 2017

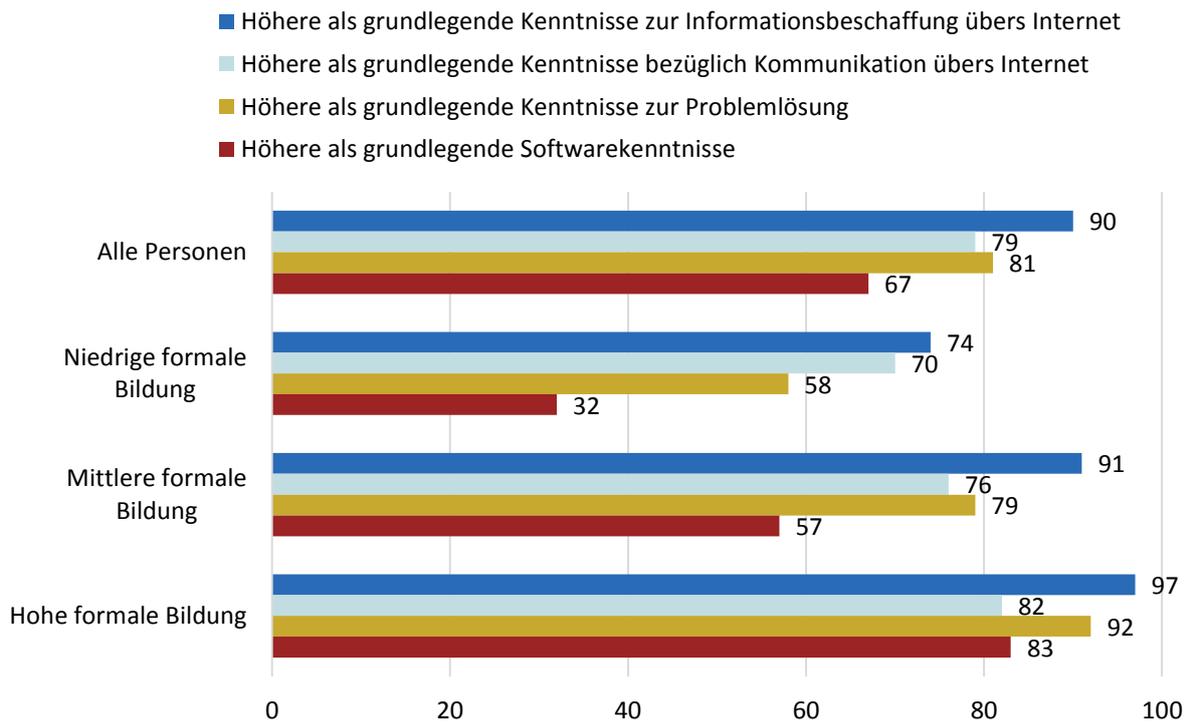


Quelle: Europäische Kommission 2017b, Country Profile Luxembourg

**Abbildung 1.13: Teilindikator: Digitale Kenntnisse im internationalen Vergleich**

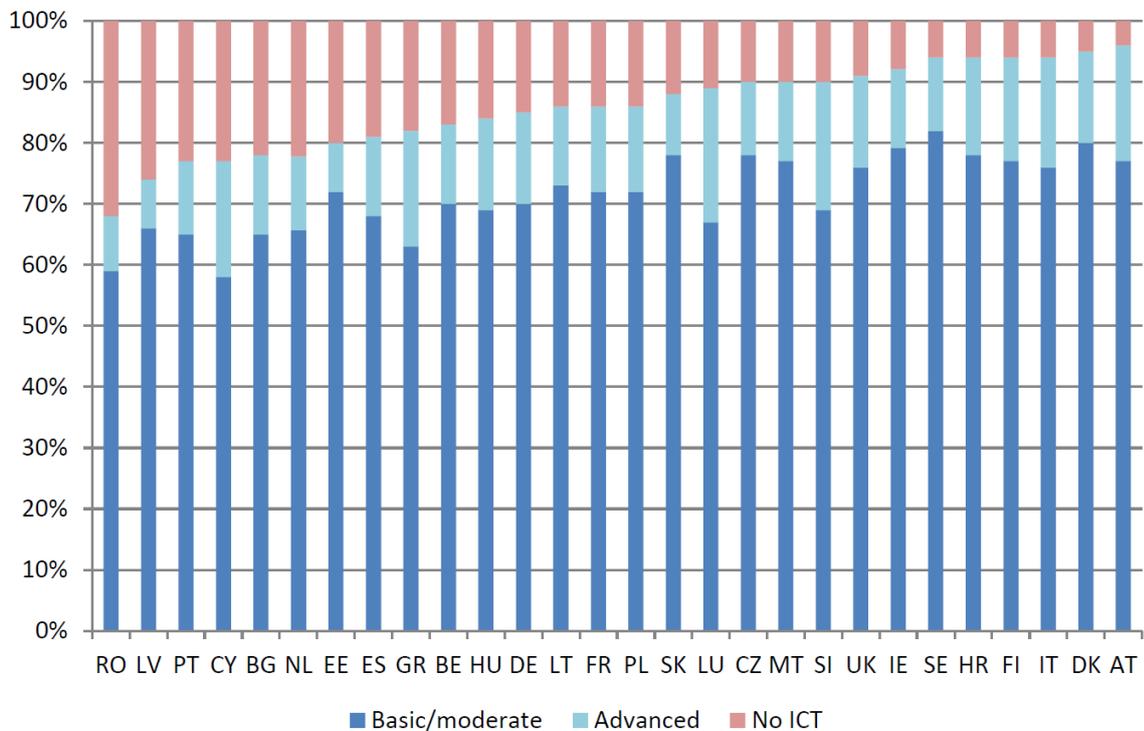
Quelle: Eurostat; Niveau der digitalen Kompetenzen von Einzelpersonen, Variable isoc\_sk\_dskl\_i.

**Abbildung 1.14: Teilindikator: Digitale Kenntnisse in Luxemburg**



Quelle: Eurostat; Niveau der digitalen Kompetenzen von Einzelpersonen, Variable isoc\_sk\_dskl\_i.

**Abbildung 1.15: Benötigte Computerkenntnisse, EU-28 Länder**



Quelle: CEDEFOP 2016, N=500 in Luxemburg

Tabelle 1.3: Teilindikatoren des DESI 2017, Ergebnisse für Luxemburg und EU-28

	Luxemburg	EU Durchschnitt	Rang Luxemburg
<b>1 Connectivity</b>			
1a1 Fixed Broadband Coverage	99.98%	98%	4
1a2 Fixed Broadband Take-up	96%	74%	1
1b1 Mobile Broadband Take-up	116	84	5
1b2 4G coverage	95%	84%	5
1b3 Spectrum	50%	68%	24
1c1 NGA Coverage	94%	76%	6
1c2 Subscriptions to Fast Broadband	49%	37%	12
1d1 Fixed Broadband Price	NA	1.20%	
<b>2 Human Capital</b>			
2a1 Internet Users	97%	79%	1
2a2 At Least Basic Digital Skills	86%	56%	1
2b1 ICT Specialists	4.6%	3.5%	5
2b2 STEM Graduates	NA	19	
<b>3 Use of Internet</b>			
3a1 News	89%	70%	4
3a2 Music, Videos and Games	89%	78%	5
3a3 Video on Demand	29%	21%	6
3b1 Video Calls	54%	39%	6
3b2 Social Networks	69%	63%	15
3c1 Banking	73%	59%	9
3c2 Shopping	80%	66%	4
<b>4 Integration of Digital Technology</b>			
4a1 Electronic Information Sharing	39%	36%	11
4a2 RFID	4.9%	3.9%	10
4a3 Social Media	19%	20%	12
4a4 eInvoices	11%	18%	20
4a5 Cloud	12%	13%	14
4b1 SMEs Selling Online	9%	17%	24
4b2 eCommerce Turnover	NA	9.4%	
4b3 Selling Online Cross-border	6.3%	7.5%	18
<b>5 Digital Public Services</b>			
5a1 eGovernment Users	36%	34%	15
5a2 Pre-filled Forms	30	49	20
5a3 Online Service Completion	77	82	19
5a4 Open Data	57%	59%	14

Quelle: Europe's Digital Progress Report (EDPR) 2017, Country Profile Luxembourg

## 2 Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsinhalt und -organisation

### 2.1 Veränderung der Tätigkeitsstruktur sowie der Qualifikationsanforderung

#### 2.1.1 Die aktuelle Branchenstruktur und Tätigkeitsverteilung Luxemburgs

Insgesamt befindet sich Luxemburg in einer sehr guten volkswirtschaftlichen Lage. Das Pro-Kopf-Einkommen ist höher als in jedem anderen OECD-Land und auch die Arbeitsmarktunsicherheit und Langzeitarbeitslosigkeit liegen deutlich unterhalb des OECD-Durchschnitts (OECD 2017a). Im Ranking der OECD Better Life Initiative 2016 schneidet Luxemburg in allen Dimensionen besser ab als der OECD-Durchschnitt (OECD 2017b). Einzige Ausnahme hierbei ist die Dimension Bildung und Fähigkeiten, in der Luxemburg aufgrund der leicht unterdurchschnittlichen PISA-Ergebnisse nicht ganz den OECD-Durchschnitt erreicht.

Etwa 67 Prozent der 15- bis 64-Jährigen in Luxemburg gehen einer bezahlten Beschäftigung nach, das ist etwas mehr als im OECD-Durchschnitt (66 Prozent). Rund 73 Prozent der Männer sind erwerbstätig, gegenüber 61 Prozent der Frauen. Im Zeitraum 2000 bis 2016 betrug das Beschäftigungswachstum in Luxemburg mehr als 50 Prozent. Dieses Wachstum wird dadurch ermöglicht, dass der Großteil der Beschäftigten in Luxemburg keine Luxemburger sind, sondern Grenzgänger oder Einwanderer. Der Anteil der Grenzgänger unter den Beschäftigten ist entsprechend von drei Prozent im Jahr 1961 auf 42 Prozent in 2016 angewachsen.<sup>11</sup> Etwa die Hälfte der Grenzpendler kommen aus Frankreich und jeweils ein Viertel aus Belgien und Deutschland. Dabei bestehen über die Branchen hinweg deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Beschäftigten. Ein Anteil von 64 Prozent der in Luxemburg beschäftigten Arbeitnehmer innerhalb des Wirtschaftsbereichs des Verarbeitenden Gewerbes sind im Jahr 2017 Grenzpendler (Abbildung 2.1). In keinem anderen Wirtschaftsbereich fällt dieser Anteil höher aus. Ein weiterer Anteil von 21 Prozent der Arbeitnehmer im Verarbeitenden Gewerbe sind gebietsansässige Ausländer, während lediglich 15 Prozent der Arbeitnehmer Luxemburger sind. Die Belegschaft im Wirtschaftsbereich Finanz- und Versicherungsdienstleistungen setzt sich zu 49 Prozent aus Grenzpendlern, zu etwa 32 Prozent aus gebietsansässigen Ausländern und zu 19 Prozent aus Luxemburgern zusammen. Den größten Anteil an der Belegschaft stellen Luxemburger mit 89 Prozent im Bereich Öffentliche Verwaltung, Verteidigung und Sozialversicherung. Aufgrund von Zugangsbeschränkungen fallen die Anteile an Grenzpendlern und gebietsansässigen Ausländern hier entsprechend gering aus.

Insgesamt gesehen arbeiten 33,7 Prozent der in Luxemburg beschäftigten Luxemburger im Bereich Öffentliche Verwaltung, Verteidigung und Sozialversicherung (Tabelle 2.1). Ebenfalls häufig arbeiten Luxemburger in den Bereichen Gesundheits- und Sozialwesen (14,9 Prozent) und Handel sowie Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (8,8 Prozent). Im Bereich Finanz- und Versicherungsdienstleistungen arbeiten immerhin acht Prozent der inländisch Beschäftigten. Bei den gebietsansässigen Ausländern und den Grenzgängern fällt der Anteil, der auf die Beschäftigung im Finanz- und Versicherungsbereich entfällt, mit ca. 12,5 bzw. 12,7 Prozent allerdings deutlich höher aus.

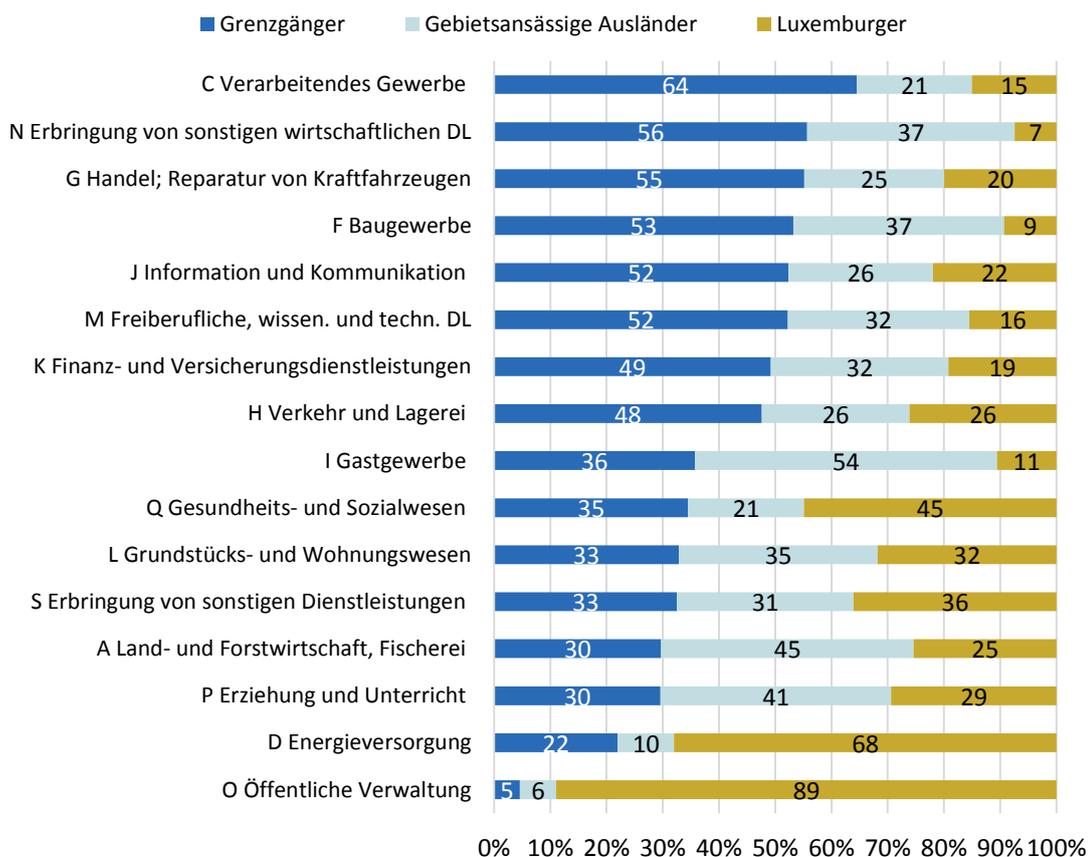
Im Jahr 2017 waren zum Stichtag am 31. März in Luxemburg 407.990 Arbeitnehmer sozialversicherungspflichtig beschäftigt. Die größte Gruppe der Arbeitnehmer entfällt mit knapp 49.000 Beschäftigten auf den Wirtschaftsbereich Handel sowie Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen (Abbildung 2.2). An zweiter Stelle folgt die Finanz- und Versicherungsbranche, in der 46.450 Beschäftigte tätig sind. Damit arbeitet aktuell etwas mehr als jeder zehnte Beschäftigte in Luxemburg in diesem Bereich. Abbildung 2.3 stellt die zeitliche Entwicklung der Beschäftigtenzahlen in den verschiedenen

<sup>11</sup> Siehe Internetauftritt der ADEM unter <http://www.adem.public.lu/de/marche-emploi-luxembourg/panorama-marche-emploi/index.html>.

luxemburgischen Wirtschaftsbereichen über die vergangenen zwei Jahrzehnte dar. Es wird deutlich, dass vor allem auch die Beschäftigung in der Finanzbranche stetig gestiegen ist und sich im Vergleich zum Stand von etwa 23.000 Beschäftigten im Jahr 1995 mittlerweile mehr als verdoppelt hat. Noch deutlicher zeigt sich die Bedeutung der Finanz- und Versicherungsbranche für Luxemburg anhand des Beitrags zur gesamtwirtschaftlichen Bruttowertschöpfung. Aktuell wurden im Jahr 2016 etwa 24,6 Prozent der Bruttowertschöpfung durch Finanz- und Versicherungsdienstleistungen erwirtschaftet (OECD 2017a, S. 10). Wie Abbildung 2.4 zeigt, stellt die Finanz- und Versicherungsbranche seit über 20 Jahren den Wirtschaftsbereich mit dem höchsten Beitrag zur Bruttowertschöpfung dar und erwirtschaftet regelmäßig Beiträge von 20 bis 25 Prozent. Die Bestmarke in Höhe von fast 30 Prozent aus dem Jahre 2006 konnte allerdings nach der Finanzkrise nicht mehr erreicht werden.

Über die letzten Jahre hinweg hat sich die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten in Luxemburg deutlich verändert. Dabei ist der Anteil der Beschäftigten mit einem tertiären Abschluss stark angestiegen, während die Anteile an mittel- und niedrigqualifizierten Beschäftigten im Gegenzug gesunken sind. Ausgehend von 16,4 Prozent im Jahr 2003 ist der Anteil der Beschäftigten mit einem Hochschulabschluss auf 42 Prozent im Jahr 2016 gestiegen (Abbildung 2.5). Somit liegt der Anteil an Hochqualifizierten aktuell deutlich über dem Anteil von 31,7 Prozent der Beschäftigten der mittleren Qualifikationsstufe, die den Sekundarbereich II und den post-sekundären, nicht-tertiären Bereich umfasst. Der Anteil der geringqualifizierten Beschäftigten hat sich im Zeitraum zwischen 2003 und 2016 mehr als halbiert und beträgt aktuell 15,4 Prozent.

**Abbildung 2.1: Herkunft der Beschäftigten in Luxemburg nach Wirtschaftsbereich, 2017**



Quelle: IGSS 2017, Tableau Interactif: Emploi Salarié par Secteur d'Activité et Caractéristiques Individuelles.

**Tabelle 2.1: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte in Luxemburg nach Wirtschaftsbereich und Herkunftsland, Stichtag 31. März 2017**

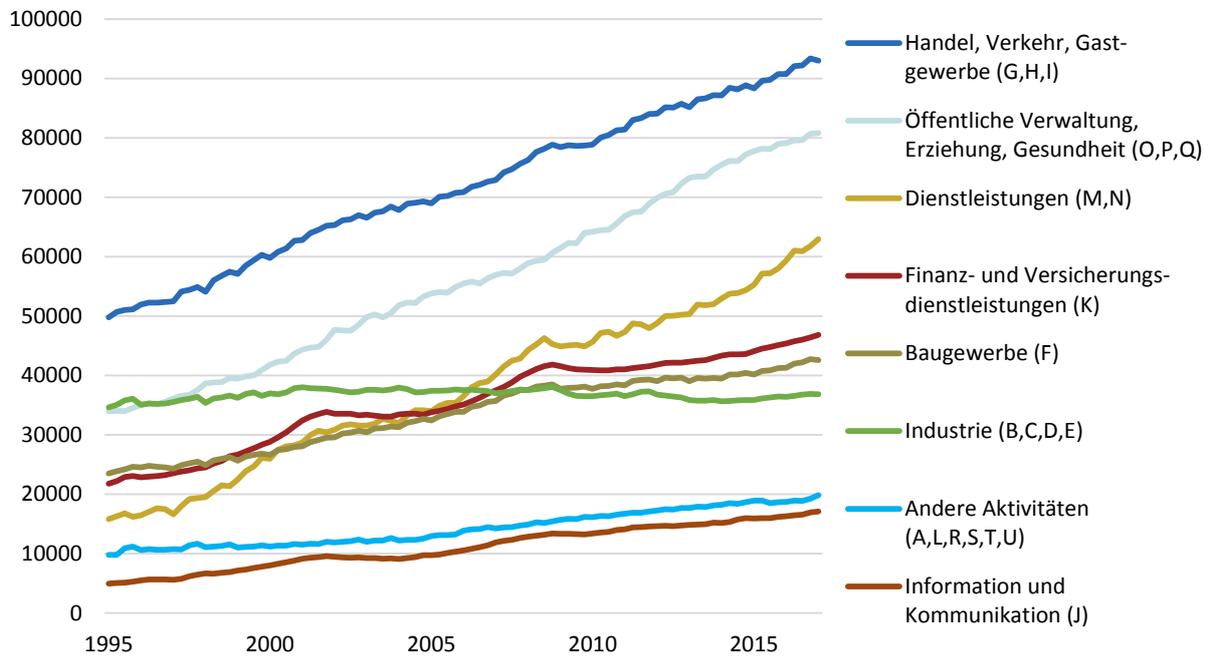
	Luxem- burger	Gebietsan- sässige Aus- länder	Grenzgänger			Gesamt	NACE gesamt
			DE	BE	FR		
A - Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	0,3	0,5	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3
B - Bergbau	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1
C - Verarbeitendes Gewerbe	4,3	5,6	12,2	9,7	11,7	11,3	7,8
D - Energieversorgung	0,9	0,1	0,4	0,1	0,1	0,2	0,4
E - Wasserversorgung; Abwasser-/Abfall	0,6	0,2	0,4	0,2	0,6	0,4	0,4
F - Baugewerbe	3,6	13,7	17,3	11,8	10,8	12,6	10,5
G - Handel; Instandhaltung Kfz	8,8	10,4	12,6	16,1	15,6	15,0	12,0
H - Verkehr und Lagerei	6,5	6,2	9,9	9,6	5,0	7,3	6,8
I - Gastgewerbe	1,8	8,7	1,6	2,6	5,3	3,7	4,6
J - Information und Kommunikation	3,7	4,1	3,0	6,7	6,1	5,5	4,6
K - Finanz- und Versicherungsdl.	8,0	12,5	14,3	13,5	11,5	12,7	11,4
L - Grundstücks- und Wohnungswesen	0,8	0,8	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7
M - Freiberufliche, wissen. und techn. DL	4,9	9,6	8,7	13,7	9,0	10,1	8,5
N - Sonstige wirtschaftliche DL	2,0	9,4	3,0	5,7	13,9	9,2	7,3
O - Öffentliche Verwaltung	33,7	2,3	2,3	0,9	0,6	1,1	10,3
P - Erziehung und Unterricht	1,2	1,6	1,0	0,6	0,7	0,7	1,1
Q - Gesundheits- und Sozialwesen	14,9	6,5	10,1	6,1	6,1	7,0	9,0
R - Kunst, Unterhaltung und Erholung	0,7	0,5	0,6	0,3	0,4	0,4	0,5
S - Sonstige Dienstleistungen	2,0	1,7	1,0	1,0	1,3	1,1	1,5
T - Private Haushalte mit Hauspersonal	0,5	3,9	0,5	0,2	0,4	0,4	1,4
U - Exterritoriale Organisationen	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
Z - Nicht zugeordnet	0,7	1,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0,6
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Quelle: IGSS 2017, Tableau Interactif: Emploi Salarié par Secteur d'Activité et Caractéristiques Individuelles.

**Abbildung 2.2: Anzahl der Beschäftigten in Luxemburg nach Wirtschaftsbereich, 2017**

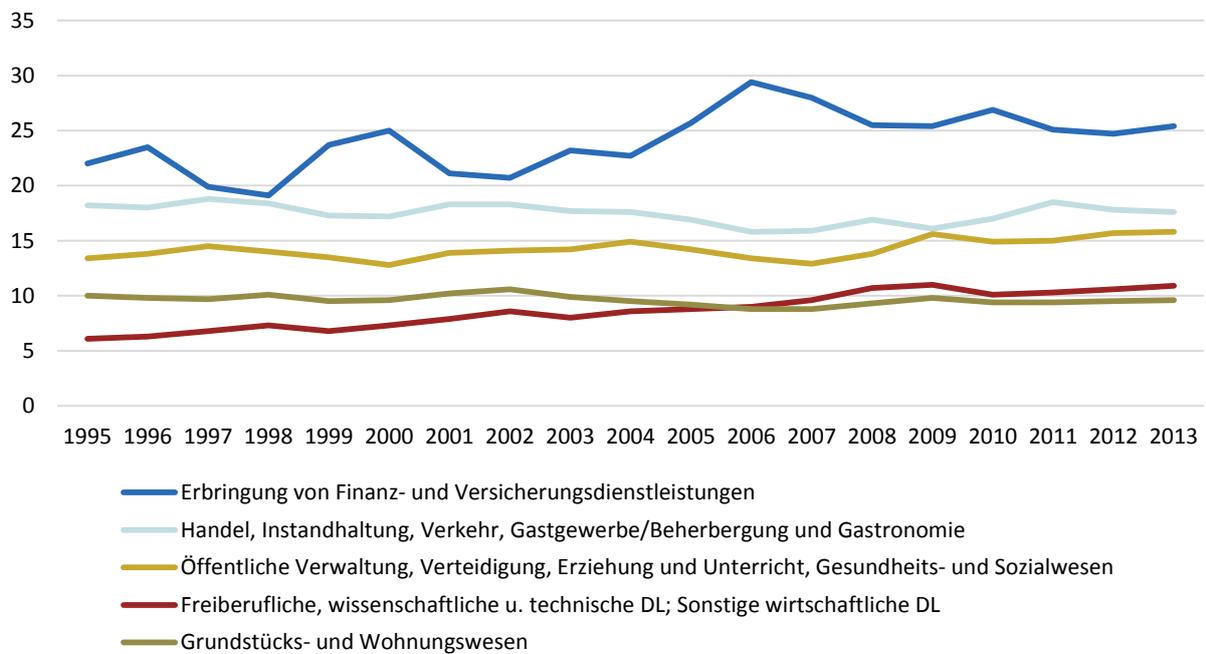
Quelle: IGSS 2017, Tableau Interactif: Emploi Salarié par Secteur d'Activité et Caractéristiques Individuelles.

Abbildung 2.3: Beschäftigte in Luxemburg nach aggregierten Wirtschaftsbereichen, 1995 - 2017

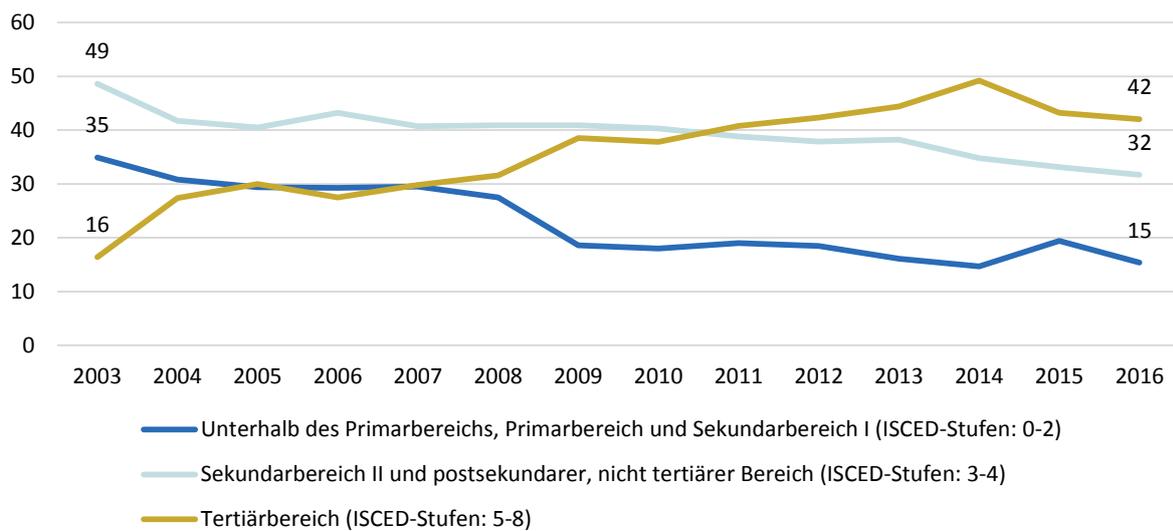


Quelle: STATEC (2017a)

Abbildung 2.4: Bruttowertschöpfung nach Branchen in Luxemburg, 1995 – 2013, in Prozent



Quelle: Eurostat, VGR nach 10 Wirtschaftsbereichen - zu jeweiligen Preisen, Variable nama\_nace10\_c.

**Abbildung 2.5: Qualifikationsstruktur in Luxemburg, Anteil der Erwerbspersonen in Prozent**

Quelle: Eurostat, Erwerbspersonen nach Bildungsabschluss, Variable lfsi\_educ\_a.

### 2.1.2 Beobachtbare Trendentwicklungen bezüglich der Arbeitsinhalte und Tätigkeiten im Zuge der Digitalisierung

Die Geschwindigkeit, mit der sich der technologische Wandel auf die Inhalte und die Organisation von Arbeit auswirkt, wird im Kontext der zunehmenden Digitalisierung als hoch eingestuft. Getrieben wird die Diffusion digitaler Technologien dabei durch die rasant zunehmende Rechenleistung von Computern und die damit verbundenen sinkenden Preise. Durch die weite Verbreitung von Computern, Maschinen und Robotern sowie die zunehmende Vernetzung, die durch die Weiterentwicklung der (mobilen) Internettechnologie ermöglicht wird, durchdringt die Digitalisierung mittlerweile gesamte Wertschöpfungsketten und fördert die Entwicklung neuer Geschäftsmodelle. Mit solch einem technologischen Wandel geht eine Veränderung der Nachfrage nach bestimmten Gruppen von Arbeitskräften einher. So steigt die relative Nachfrage nach Arbeitskräften mit höherer Qualifikation, da diese eher in der Lage sind, neue Technologien effizient zu nutzen und damit ihre Produktivität zu steigern.

Unter dem Schlagwort des „skill-biased technological change“ wurde deshalb in zahlreichen Studien dargelegt, dass gut ausgebildete Arbeitskräfte stärker von technischen Neuerungen profitieren. Ihre Kenntnisse und Fähigkeiten stellen dabei einen komplementären Produktionsfaktor dar, der es ihnen ermöglicht, die Produktivitätspotenziale der neuen digitalen Technologien in höherem Maße auszuschöpfen. Durch die Nutzung von IKT verändern sich die Arbeitsprozesse und damit auch die Anforderungen an die Arbeitskräfte. So wird es leichter und günstiger Informationen innerhalb von Unternehmen oder entlang von Wertschöpfungsketten zu teilen, was zu einer Dezentralisierung von Entscheidungen führt. Arbeitskräfte müssen entsprechend zunehmend in der Lage sein, neue Informationen schnell aufzunehmen und zu verarbeiten. Dazu bedarf es einerseits eines gewissen Maßes an kognitiven Fähigkeiten, wie beispielsweise Rechnen und Schreiben. In diesem Kontext nehmen auch die Anforderungen bezüglich der Problemlösungsfähigkeit und dem schnellen Erlernen neuer Inhalte eine immer wichtigere Rolle ein. Andererseits erfordern digitalisierte Arbeitsprozesse auch zunehmend nicht-kognitive Fähigkeiten. Arbeitskräfte müssen vermehrt über Kommunikationsfähigkeiten verfügen, Aufgaben planen oder kooperativ im Team arbeiten. Wie eine Reihe empirischer Studien belegt, besteht auf Länder-, Industrie- und Unternehmensebene ein positiver Zusammenhang zwischen der Nutzung von IKT und dem Anteil von Hochqualifizierten an der Gesamtbeschäftigung (siehe z.B. Autor et al. 1998, Bresnahan et al. 2002).

Um die Ursachen für die veränderte Arbeitsnachfrage zu identifizieren, fokussieren sich neuere Studien auf die Tätigkeitsinhalte, welche zur Produktion von Waren und Dienstleistungen durchgeführt werden müssen. Auf diese Weise untersucht der sogenannte „task-based approach“, welche spezifischen Tätigkeiten von immer leistungsfähigeren Computern im Arbeitsprozess innerhalb verschiedener Berufe geleistet werden können. Zu diesem Zweck werden die zur Leistungserstellung notwendigen Tätigkeiten bzw. „Tasks“ in verschiedene Kategorien eingeteilt.

Um gänzlich durch Computer oder digital gesteuerte Maschinen durchgeführt werden zu können und damit voll-automatisierbar zu sein, müssen Tätigkeiten gewisse Eigenschaften erfüllen. So muss jeder einzelne Schritt dieser Tätigkeiten hinreichend gut definiert werden können und somit „codierbar“ sein. Nur so kann eine Maschine die durch die Programmierung vorgegebenen Arbeitsschritte erfolgreich durchführen, obwohl sie nicht selbstständig urteilen oder flexibel auf plötzliche Probleme reagieren kann. Solche verfahrensmäßigen Aktivitäten, die sich als Sequenz von detailliert bestimmbar und codierbaren Schritten präzisieren lassen, werden als „Routinetätigkeiten“ bezeichnet (Autor et al. 2003). Bei der Durchführung solcher Routinetätigkeiten sind computergestützte Maschinen hochgradig produktiv und zuverlässig. Routinetätigkeiten treten besonders häufig auf in Berufen mit mittleren Qualifikationsanforderungen, wie beispielsweise der Buchführung, einfachen Bürotätigkeiten oder repetitiver Produktionsarbeit. Da Aufgaben in diesen Berufen häufig präzisen und gut codierbaren Abläufen folgen, ergibt sich hier das größte Automatisierungspotenzial. Eine Übersicht zur Taxonomie der Tätigkeiten nach Autor et al. (2003) ist in Tabelle 2.2 dargestellt.

Die Automatisierung von Routinetätigkeiten führt dadurch zum Anstieg der relativen Nachfrage nach Arbeitskräften, welche die komplementären Nicht-Routinetätigkeiten durchführen können. Nicht-Routinetätigkeiten lassen sich dabei grob in zwei Kategorien unterscheiden: Abstrakte Tätigkeiten und manuelle Tätigkeiten. Abstrakte Tätigkeiten umfassen hierbei alle Aktivitäten, für die Problemlösungsfähigkeit, Intuition, Überzeugungskraft oder Kreativität notwendig sind. Besonders stark vertreten sind diese Tätigkeiten in akademisch anspruchsvollen Berufen, wie beispielsweise in den Bereichen Naturwissenschaft, Medizin, Jura, Ingenieurwesen, Management oder der Kreativbranche. Abstrakte Tätigkeiten in diesen Bereichen greifen in besonderem Maße auf verfügbare Informationen als Input zurück. Da die Verfügbarkeit, Organisation und Verarbeitung von Informationen durch die Automatisierung von Routinetätigkeiten kostengünstiger wird, erhöht sich damit gleichzeitig auch die marginale Produktivität der Arbeitnehmer, die abstrakte Tätigkeiten ausführen. Als Beispiel für diese Komplementarität nennen Autor et al. (2003) Managemententscheidungen, die durch die Verfügbarkeit zeitnaher Marktdaten von höherer Qualität sind.

Nicht-routine manuelle Tätigkeiten umfassen Aktivitäten, die situative Anpassungen, visuelle Wahrnehmung oder persönliche Interaktion erfordern und dadurch (bislang) nicht automatisiert werden können. Abgesehen von physischen Anforderungen oder grundlegender Kommunikationsfähigkeit, sind für diese Tätigkeiten in der Regel aber über die Schulbildung hinaus keine Qualifikationen erforderlich.

Der hier beschriebene technologische Fortschritt kann weitreichenden Einfluss nehmen auf die Ungleichheit im Arbeitsmarkt. So kann die Automatisierung von Routinetätigkeiten zu einer Polarisierung führen, die sich durch die Verdrängung von Arbeitnehmern aus dem mittleren Lohn- und Qualifikationssegment auszeichnet. Unter dem Schlagwort „routine-biased technological change“ wird die Beobachtung diskutiert, dass in vielen Ländern nicht nur mehr Jobs mit hohem Lohn- und Qualifikationsniveau entstanden sind, sondern auch Sektoren mit niedrigen Löhnen und Qualifikationsanforderungen gewachsen sind. Während sich der Anteil der im mittleren Anforderungsbereich beschäftigten Personen verringert hat, polarisierte sich damit die Beschäftigung zunehmend in Richtung niedrig- und hochqualifizierter Arbeit.

Acemoglu und Autor (2011) weisen in ihrer Analyse für die Jahre 1993 bis 2006 eine solche Polarisierung für die USA und eine Reihe europäischer Länder nach. Für diese Länder zeigt Abbildung 2.6 die

zeitliche Veränderung der Beschäftigung über drei Berufssegmente hinweg: Berufe im untersten, mittleren und obersten Drittel der Lohnverteilung. Für alle untersuchten Länder ist ein deutlicher Rückgang des Beschäftigungsanteils im mittleren Lohnsegment beobachtbar. Im Durchschnitt der 16 untersuchten europäischen Länder fiel der Anteil der Beschäftigten im mittleren Lohnsegment um acht Prozentpunkte. In 13 Ländern hat zeitgleich der Beschäftigungsanteil im hochbezahlten Lohnsegment zugenommen, während der Anteil im Niedriglohnsektor in elf Ländern gestiegen ist. In Luxemburg ist der Zuwachs der Beschäftigung im hohen Lohnsegment ausgeprägt und beträgt zehn Prozentpunkte. Währenddessen ist der Beschäftigungsanteil im Niedriglohnsektor um zwei Prozentpunkte und im mittleren Lohnsegment um acht Prozentpunkte gesunken. Diese Ergebnisse deuten für Luxemburg und die weiteren untersuchten Länder auf Polarisierungstendenzen der Arbeitswelt zwischen den Jahren 1999 und 2006 hin.

Aktuelle Ergebnisse über die Veränderung der Beschäftigtenstruktur liefert die Studie von Eurofound (2015a). Für die EU-28 wird darin untersucht, wie sich die Beschäftigungsanteile zwischen den Jahren 2011 und 2014 entwickelt haben. Für Luxemburg und weitere Länder ergibt sich über diesen kurzen Zeitraum ein von der vorherigen Entwicklung abweichendes Bild der Polarisierungstendenzen (Abbildung 2.7). So ist die Beschäftigung in Luxemburg im untersten Lohnquantil gesunken und in den oberen drei Lohnquantilen gestiegen. Für den Zeitraum zwischen 2011 und 2014 ist daher eher von einem „Upgrading“ der Beschäftigtenstruktur auszugehen (Eurofound 2015a, S. 15).<sup>12</sup>

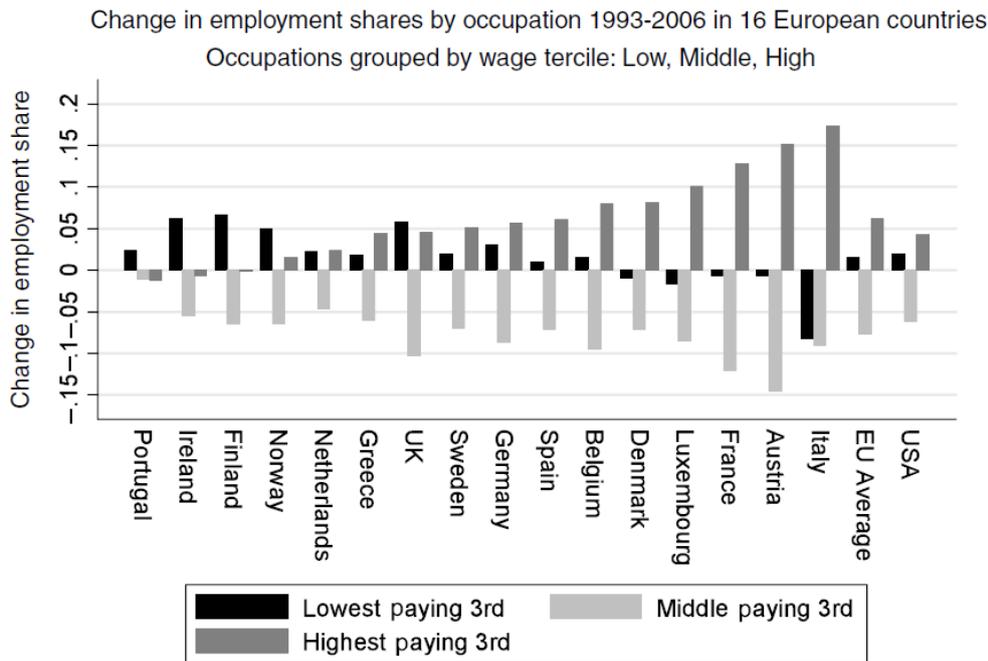
**Tabelle 2.2: Taxonomie beruflicher Tätigkeiten und erwartete Effekte der Computerisierung nach Autor et al. (2003)**

	Routinetätigkeiten	Nicht-Routinetätigkeiten
	<b>Analytische und interaktive Tätigkeiten</b>	
Beispiele	Buchhaltung Berechnungen Repetitive Kundenbetreuung	Hypothesen aufstellen und testen Medizinische Diagnosen erstellen Verhandeln, Führungsaufgaben
Einfluss der Computerisierung	Starke Substitution	Starke Komplementarität
	<b>Manuelle Tätigkeiten</b>	
Beispiele	Pflücken, Sortieren Repetitive Montage	Hausmeistertätigkeiten Lastwagenfahren
Einfluss der Computerisierung	Starke Substitution	Eingeschränkte Möglichkeit zur Substitution oder Komplementarität

Quelle: Autor et al. 2003, S. 1286, ins Deutsche übersetzt.

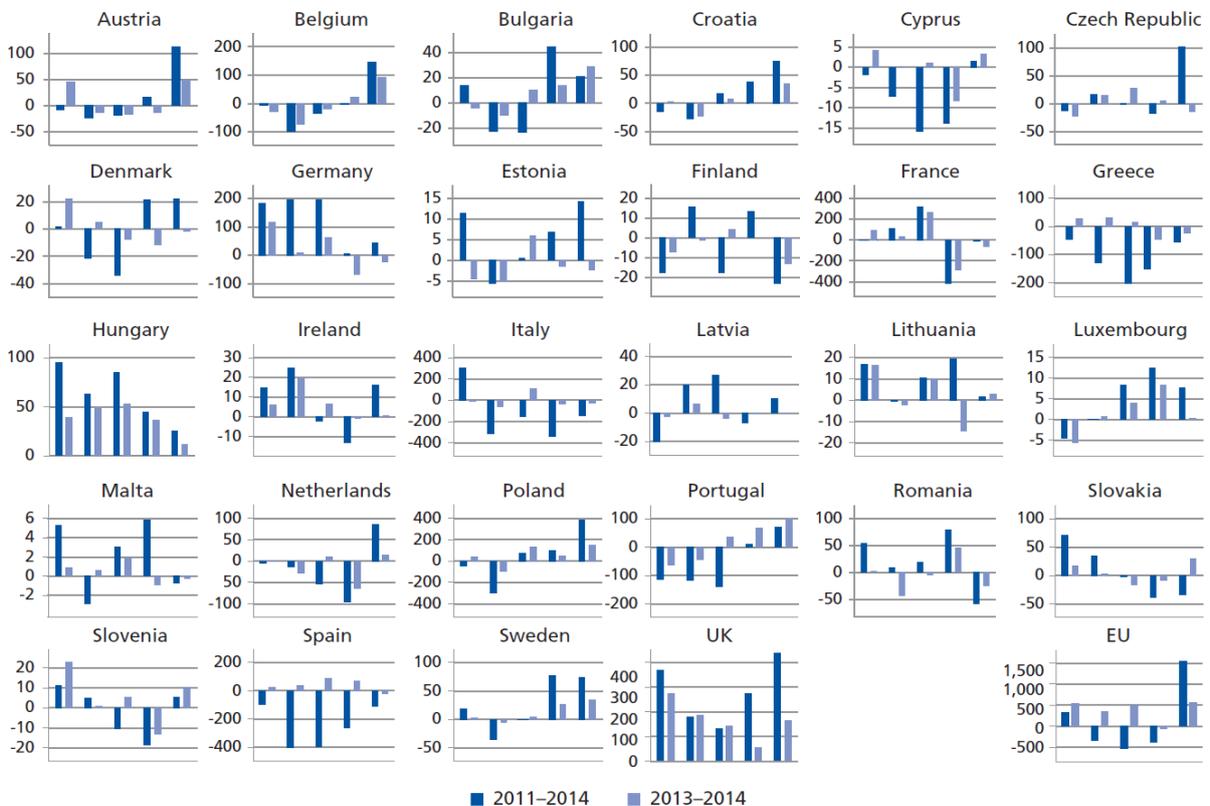
<sup>12</sup> Die Daten basieren auf der European Labour Force Study und beinhalten damit keine Angaben für die Grenzpendler in Luxemburg.

**Abbildung 2.6: Veränderung der Erwerbstätigenanteile nach Einkommensklassen, 1993-2006**



Quelle: Acemoglu und Autor 2011, S. 1072.

**Abbildung 2.7: Veränderung der Erwerbstätigengruppen nach Einkommensklassen 2011-2014, in Tausend**



Quelle: Eurofound 2015a, S. 15

### 2.1.3 Ergebnisse zu Beschäftigungseffekten der zunehmenden Automatisierung

Aufgrund der immer weitreichenderen Funktionalität digitaler Technologien steht die Frage, ob die Automatisierung künftig umfängliche Arbeitsplatzverluste verursachen wird, im Fokus einer wachsenden Forschungsliteratur. Die viel beachtete Studie von Frey und Osborne (2017) untersucht in diesem Zusammenhang die Automatisierbarkeit von Berufen auf Basis von Experteninterviews. Diesen Einschätzungen zufolge arbeiten derzeit 47 Prozent der Beschäftigten in den USA in solchen Berufen, die innerhalb der nächsten 10 bis 20 Jahre mit hoher Wahrscheinlichkeit automatisiert werden könnten. Legt man die gleichen berufsspezifischen Automatisierungswahrscheinlichkeiten für andere Länder zugrunde, ergeben sich ähnlich hohe Werte für potenzielle Jobverluste in Deutschland und Europa (Bonin et al. 2015, Bowles 2014). Dabei gibt es aber zweierlei Einschränkungen für die Aussagekraft dieser Ergebnisse.

Zum ersten berücksichtigt der verwendete Ansatz nicht die Heterogenität von Tätigkeiten innerhalb von Berufen. Da sich Arbeitsplätze auch innerhalb von Berufsgruppen hinsichtlich ihrer Tätigkeitsstruktur unterscheiden und einzelne Tätigkeiten leichter automatisierbar sind als andere, kann einem Beruf daher nicht ein allgemeines Automatisierungspotenzial zugeschrieben werden. Vielmehr sollte die tatsächliche Tätigkeitstruktur der einzelnen Arbeitsplätze bei der Analyse der Automatisierungswahrscheinlichkeit berücksichtigt werden. In solch einer arbeitsplatzbasierten Studie für 21 OECD-Länder schätzen die Autoren den Anteil der Arbeitsplätze mit hohem Automatisierungspotenzial auf Werte zwischen sechs und zwölf Prozent (Arntz et al. 2016).<sup>13</sup> Im OECD-Durchschnitt ergibt die Analyse einen Anteil von neun Prozent der Beschäftigten, deren Arbeitsplätze ein hohes Automatisierungspotenzial aufweisen. Auch für die USA beträgt dieser Wert neun Prozent und fällt damit deutlich niedriger aus als die Einschätzung von Frey und Osborne (2017).

Eine zweite Einschränkung der empirischen Studien zum Thema Automatisierung besteht darin, dass die Ergebnisse nur eine Abschätzung über technisch mögliche Veränderungen darstellen und keine Aussage über tatsächlich bevorstehende Rationalisierungsmaßnahmen erlauben. Dies liegt unter anderem daran, dass die Implementierung neuer Technologien für Unternehmen oftmals einen langwierigen Prozess darstellt und dadurch Substitutionsmöglichkeiten nicht wie erwartet genutzt werden können. In dieser Anpassungsphase haben potenziell betroffene Arbeitskräfte zudem die Möglichkeit, sich an die veränderte Arbeitsumgebung anzupassen und ihre Arbeitsinhalte hin zu Tätigkeiten mit geringeren Automatisierungsrisiken zu verlagern. Des Weiteren generieren neue Technologien auch eine Nachfrage nach neuen, komplementären Berufsfeldern und tragen damit zur Schaffung neuer Arbeitsplätze bei. Zuletzt können auch durch eine höhere Effizienz der Produktion fallende Preise zu einer steigenden Güternachfrage führen, was sich wiederum positiv auf die Arbeitsnachfrage auswirkt. Empirische Evidenz für die Jahre 1999 bis 2010 deutet auf einen positiven Beschäftigungseffekt des technologischen Wandels in Europa hin, da die arbeitsplatzschaffende Wirkung höher ausfällt als der Substitutionseffekt der neuen Technologien (Gregory et al. 2016).

Seit kurzer Zeit fokussieren sich einige Studien explizit auf die ökonomischen Auswirkungen des Einsatzes von Robotern im Leistungserstellungsprozess. Für 16 europäische Länder und die USA zeigt die Studie von Graetz und Michaels (2015), dass der Einsatz von Industrierobotern im Zeitraum von 1993 bis 2007 zu einem Anstieg der Produktivität und Bruttowertschöpfung geführt hat. Ein Effekt auf die Gesamtnachfrage nach Arbeit ist in ihrer Studie derweil nicht nachweisbar, wobei sich allerdings die Nachfrage nach hochqualifizierter Arbeit anteilig erhöht hat. Im Gegensatz dazu finden Acemoglu und Restrepo (2017) Hinweise dafür, dass die Nutzung von Industrierobotern in bestimmten lokalen, US-amerikanischen Arbeitsmärkten zu einer geringeren Arbeitsnachfrage und fallenden Löhnen im Zeitraum zwischen 1993 und 2007 geführt hat.

<sup>13</sup> Da die Untersuchung auf den PIAAC-Daten der OECD basiert, ist Luxemburg nicht in dieser Studie enthalten.

Die Studie von Dauth et al. (2017) untersucht die Auswirkungen des Robotereinsatzes in Deutschland für die Jahre 1994 bis 2014. Auch in dieser empirischen Studie können die Autoren keinen Effekt auf die aggregierte Arbeitsnachfrage nachweisen. Deutlich beeinflusst wird allerdings die Zusammensetzung der Beschäftigung in Deutschland. Über den beobachteten Zeitraum ging die Nutzung eines zusätzlichen Roboters mit einem Verlust von zwei Arbeitsstellen in der Produktion einher. Zeitgleich wurde dieser Rückgang allerdings durch die Schaffung neuer Arbeitsplätze im Dienstleistungssektor vollständig kompensiert. Aus den Ergebnissen der vorgestellten Studien Erwartungen an die künftigen Effekte neuer Robotergenerationen zu generalisieren ist allerdings nur sehr eingeschränkt möglich, denn bislang werden Roboter vor allem im Verarbeitenden Gewerbe eingesetzt. Mit einem zunehmenden Leistungsspektrum, das z.B. den Einsatz in der Pflege, Essenszubereitung oder Instandhaltung ermöglicht, können sich auch die erwarteten ökonomischen Effekte verändern (Autor und Salomons, 2017).

In einer aktuellen Studie wurde für europäische Länder untersucht, inwieweit internationale Unterschiede bei den Tätigkeitsinhalten der Beschäftigten eines Landes bestehen (Eurofound 2016). Dafür wurden drei verschiedene Datenquellen kombiniert: die European Working Conditions Study (EWCS), die OECD Survey of Adult Skills (PIAAC) und die Occupational Information Network Database (O\*NET). Auf Basis dieses aggregierten Datensatzes ist es für die Autoren möglich herauszuarbeiten, inwieweit der Inhalt der Tätigkeiten und die Ausübung der Tätigkeiten Unterschiede im Branchenvergleich oder auch im internationalen Vergleich aufweist. Obwohl Luxemburg nicht an der PIAAC-Erhebung teilgenommen hat, werden in der Studie Ergebnisse auch für Luxemburg präsentiert. Dabei werden auf der Branchenebene Ergebnisse vergleichbarer Länder herangezogen um die fehlenden Indikatoren für Luxemburg zu approximieren.

Im Detail unterscheidet die Studie sechs Indikatoren um die Tätigkeiten der Beschäftigten zu definieren. Tabelle 2.3 präsentiert einen Überblick über die jeweiligen Sub-Indikatoren und eine Beschreibung der sechs Indikatoren.

**Tabelle 2.3: Indikatoren für Tätigkeitsinhalte von Arbeitsplätzen nach Eurofound (2016)**

Indikator	Beschreibung	Sub-Indikatoren
1. Physische Tätigkeiten	Manipulation und Transformation von Gegenständen	Körperliche Anforderung, Geschicklichkeit
2. Intellektuelle Tätigkeiten	Manipulation und Transformation von Ideen	Informationen verarbeiten (Literacy und Numeracy), Problemlösen
3. Soziale Tätigkeiten	Interaktion mit Personen	Lehren, Managen, Verhandeln, Bedienen
4. Routine Methoden	Wiederholungshäufigkeit und Standardisierung der Tätigkeit	Wiederholung von Arbeitsabläufen, Monotonie
5. Nutzung von Maschinen (Nicht-IKT)	Nutzung von Maschinen (Nicht-IKT)	Nutzung von Handwerkzeugen und Maschinen
6. Nutzung von IKT	Nutzung von IKT	Nutzung von Computern und Internet, Programmierung

Quelle: Eurofound 2016, S. 38.

Abbildung 2.8 präsentiert die berechneten Durchschnittswerte für die Tätigkeitsindikatoren in den untersuchten Ländern. Bei der Berechnung wird hierbei der Annahme gefolgt, dass der Tätigkeitsinhalt eines Berufes in allen untersuchten Ländern gleich ist, d.h. für alle Länder wird der gleiche Indikatorwert eines Berufes genutzt. Somit ergeben sich die Unterschiede zwischen den Ländern in Abbildung 2.8 aus der industriellen Struktur und den internationalen Unterschieden in der Verteilung der Be-

schäftigung auf die wirtschaftlichen Branchen. Basierend auf diesen Ergebnissen sind also keine Aussagen darüber abzuleiten, ob sich die Tätigkeitsinhalte eines spezifischen Berufes zwischen den Ländern unterscheiden.<sup>14</sup>

Aufgrund der stark dienstleistungsgeprägten Wirtschaftsstruktur Luxemburgs fallen die Ergebnisse im internationalen Vergleich sehr gut aus. So fällt der Wert für den Indikator Physische Tätigkeiten in keinem der untersuchten Länder geringer aus als in Luxemburg. Der entsprechende Indikatorwert in Höhe von 0,23 liegt zudem deutlich unterhalb des Wertes für Rumänien, dem Land mit der höchsten Intensität der Physischen Tätigkeiten (0,35). Und auch bei der Monotonie und Wiederholung der Arbeitsabläufe (Routine Methoden; 0,47) sowie der Nutzung von Nicht-IKT-Maschinen (0,15) sind die im internationalen Vergleich niedrigsten Indikatorwerte für Luxemburg zu beobachten.<sup>15</sup>

Im Umkehrschluss steht Luxemburg bei den zukunftssträchtigeren Tätigkeiten an vorderer Stelle. So nimmt Luxemburg die Spitzenposition ein bei den Intellektuellen Tätigkeiten, welche die Verarbeitung von Informationen durch Lesen und Rechnen aber auch das Problemlösen beinhalten. Und auch bei den Sozialen Tätigkeiten, also der Interaktion mit anderen Personen, wird ein hoher Wert erreicht. Insgesamt fallen bei diesen Indikatoren die internationalen Unterschiede allerdings auch eher gering aus. Mit einem deutlichen Abstand führt Luxemburg zu guter Letzt den internationalen Vergleich hinsichtlich der Nutzung von IKT an.

Aus einer weiteren Auswertung der Eurofound Studie (2016, S. 68) schließen die Autoren, dass sich in den vergangenen Jahren die Physischen Tätigkeiten, die Routine-Methoden und die Nutzung von Nicht-IKT-Maschinen in den beobachteten Ländern verringert hat. Im gleichen Zeitraum haben Intellektuelle und Soziale Tätigkeiten sowie die Nutzung von IKT aber an Bedeutung hinzugewonnen. Dies ist ein weiterer Hinweis dafür, dass sich zukunftsichere Beschäftigungsfelder insbesondere durch hohe Anforderungen in den Bereichen Kreativität, unternehmerisches Denken, soziale Intelligenz und digitale Kompetenzen auszeichnen.

Zusätzliche Ergebnisse im Hinblick potenzieller, künftiger Beschäftigungseffekte in Luxemburg und den restlichen EU-28 Ländern liefert die European Skills and Jobs Survey (Cedefop 2016a). Dafür wurden die Teilnehmer der Studie einerseits gefragt, inwieweit sich in den vergangenen fünf Jahren technische Veränderungen an ihrem Arbeitsplatz ergeben haben. Andererseits wurden die Teilnehmer gefragt, wie hoch sie die Wahrscheinlichkeit einschätzen, dass ihre Fähigkeiten für ihren Job in den nächsten fünf Jahren veraltet sein werden. Aus der Kombination dieser Angaben, leiten die Autoren eine Einschätzung der „technologischen Obsoleszenz der Fähigkeiten“ (‘technological skills obsolescence’) ab, d.h. eine Einschätzung darüber, ob die Fähigkeitsprofile der Berufe in den EU-28 Ländern relativ stabil oder eher anfällig für Veränderungen sind. Im Durchschnitt wird demnach für zehn Prozent der Jobs eine hohe Wahrscheinlichkeit für „technologische Obsoleszenz der Fähigkeiten“ festgestellt, d.h. dass laut den Befragten in diesen Jobs technologischer Wandel stattfand und ein Veralten der heutigen Fähigkeiten zu erwarten ist. Auf Basis der 500 Teilnehmer aus Luxemburg, ergibt sich im internationalen Vergleich mit einem Anteil von unter fünf Prozent eine sehr geringe „technologische Obsoleszenz der Fähigkeiten“ in Luxemburg (Abbildung 2.9). Derweil berichten in Luxemburg etwa 30 Prozent der Befragten lediglich von technologischen Veränderungen am Arbeitsplatz und etwa zehn Prozent geben

---

<sup>14</sup> In einer weiteren Auswertung der gleichen Studie wird allerdings gezeigt, dass Unterschiede in den Tätigkeitsinhalten deutlich höher ausfallen, wenn verschiedene Berufe miteinander verglichen werden, als wenn gleiche Berufe über die Länder hinweg verglichen werden (Eurofound, 2016, S. 62). Deshalb erscheint die Annahme konstanter Tätigkeitsinhalte von Berufen für den hier dargestellten Ländervergleich als angebracht.

<sup>15</sup> Basierend auf einer anderen Abgrenzung von Routinetätigkeiten zeigt auch eine weitere Studie, dass in Luxemburg ein Anteil von 55 Prozent der Beschäftigten in Berufen mit niedriger Routineintensität arbeitet, was dem höchsten Wert unter den untersuchten Ländern dieser Studie entspricht (Macrolin, 2016).

an, einzig eine hohe Wahrscheinlichkeit für das Veralten der eigenen Fähigkeiten zu sehen. Dementsprechend wird von 60 Prozent der luxemburgischen Befragten keinerlei „technologische Obsoleszenz der Fähigkeiten“ erwartet, das ist der Spitzenwert im EU-28 Vergleich.

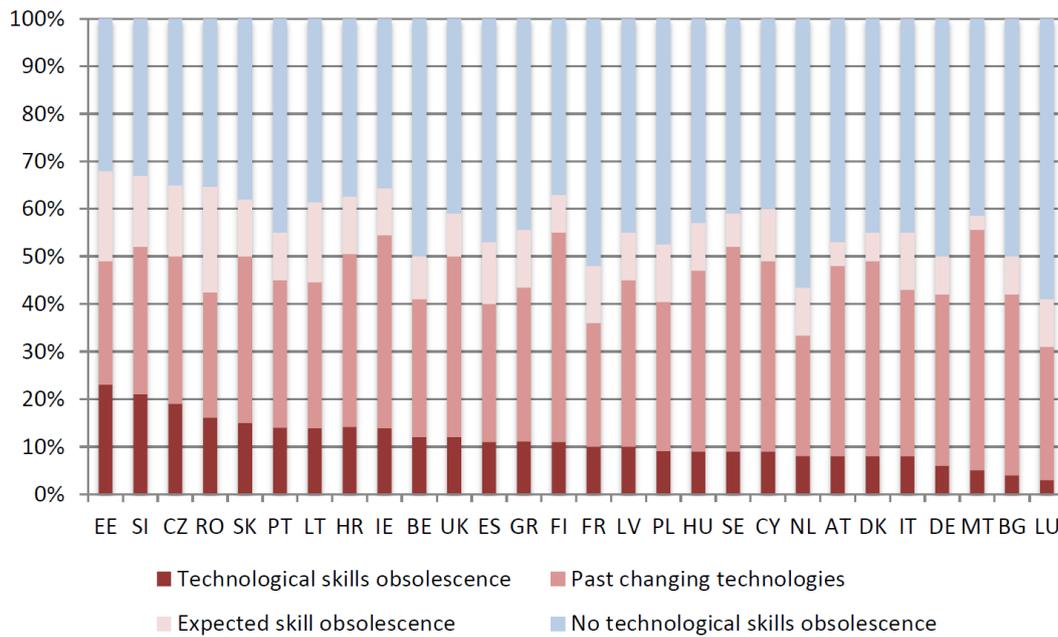
Inwieweit die Beschäftigten in Luxemburg Angst vor einem Verlust des Arbeitsplatzes durch den technologischen Fortschritt haben, wurde im Zuge der „Quality of Work“-Umfrage im Auftrag der Arbeitnehmerkammer Luxemburg erhoben (infas 2017). Dafür wurden im Jahr 2017 im Kontext des Schwerpunktthemas „Digitalisierung“ insgesamt 1.522 in Luxemburg beschäftigte Personen befragt, darunter ca. 600 Berufspendler aus Frankreich, Belgien und Deutschland. Auf Basis dieser Umfrage, äußert mit einem Anteil von 77 Prozent die deutliche Mehrheit der Beschäftigten in Luxemburg keine oder nur geringe Ängste hinsichtlich eines Arbeitsplatzverlustes aufgrund des technologischen Fortschritts in den nächsten zehn Jahren (Abbildung 2.10). Lediglich ein Anteil von sieben Prozent der Beschäftigten fürchtet hingegen den Arbeitsplatz wegen des technischen Wandels zu verlieren. Geschlechterunterschiede fallen hierbei nur gering aus, während über Berufsgruppen hinweg deutlichere Unterschiede erkennbar sind. Am häufigsten äußern die Beschäftigten in Tätigkeiten der Anlagenbedienung und Montage (35 Prozent) sowie Bürokräfte (28 Prozent) eine hohe bis mittlere Angst vor Arbeitsplatzverlusten.

**Abbildung 2.8: Unterschiede in den Tätigkeitsinhalten im Ländervergleich, 2014**

	Physical tasks	Intellectual tasks	Social tasks	Routine methods	Machine tools	ICT tools
RO	0.35	LU 0.52	UK 0.42	CZ 0.52	RO 0.28	LU 0.48
SK	0.31	SE 0.50	NL 0.41	RO 0.52	SK 0.24	UK 0.42
BG	0.30	UK 0.50	SE 0.41	SK 0.52	CZ 0.23	NL 0.42
GR	0.30	NL 0.50	MT 0.41	HU 0.51	PL 0.23	SE 0.42
HU	0.30	FI 0.49	LU 0.41	PL 0.51	HU 0.23	BE 0.41
PL	0.30	BE 0.49	IE 0.41	EE 0.51	BG 0.23	DE 0.41
HR	0.30	IE 0.49	BE 0.41	SI 0.51	SI 0.22	IE 0.40
CZ	0.30	DE 0.49	DK 0.40	HR 0.51	EE 0.22	MT 0.40
PT	0.30	DK 0.49	EE 0.40	BG 0.51	HR 0.22	FI 0.40
ES	0.30	MT 0.49	LT 0.40	LT 0.50	LT 0.22	DK 0.39
IT	0.29	SI 0.49	FR 0.40	IT 0.50	LV 0.21	FR 0.39
EE	0.29	EE 0.49	DE 0.40	DE 0.50	PT 0.21	AT 0.39
SI	0.29	LT 0.49	FI 0.40	PT 0.50	IT 0.20	SI 0.39
LT	0.29	AT 0.48	ES 0.40	ES 0.50	GR 0.20	EE 0.38
LV	0.29	FR 0.48	LV 0.40	AT 0.50	DE 0.20	CZ 0.38
AT	0.29	CZ 0.48	SI 0.40	MT 0.50	AT 0.20	LT 0.37
FI	0.29	PL 0.48	CY 0.40	GR 0.49	FI 0.19	CY 0.37
IE	0.28	LV 0.48	AT 0.40	LV 0.49	ES 0.19	LV 0.37
DE	0.28	HR 0.47	GR 0.39	IE 0.49	FR 0.19	IT 0.37
FR	0.28	HU 0.47	BG 0.39	FR 0.49	IE 0.18	HR 0.36
CY	0.28	IT 0.47	IT 0.39	BE 0.49	MT 0.18	HU 0.36
MT	0.28	GR 0.47	HR 0.39	FI 0.49	BE 0.18	PL 0.36
DK	0.28	BG 0.47	CZ 0.39	UK 0.49	CY 0.18	ES 0.36
SE	0.27	CY 0.47	PL 0.39	CY 0.49	SE 0.18	GR 0.35
BE	0.27	ES 0.47	HU 0.38	SE 0.48	DK 0.18	BG 0.35
UK	0.27	SK 0.46	PT 0.38	DK 0.48	UK 0.17	SK 0.35
NL	0.27	PT 0.46	SK 0.38	NL 0.48	NL 0.17	PT 0.34
LU	0.23	RO 0.45	RO 0.35	LU 0.47	LU 0.15	RO 0.29

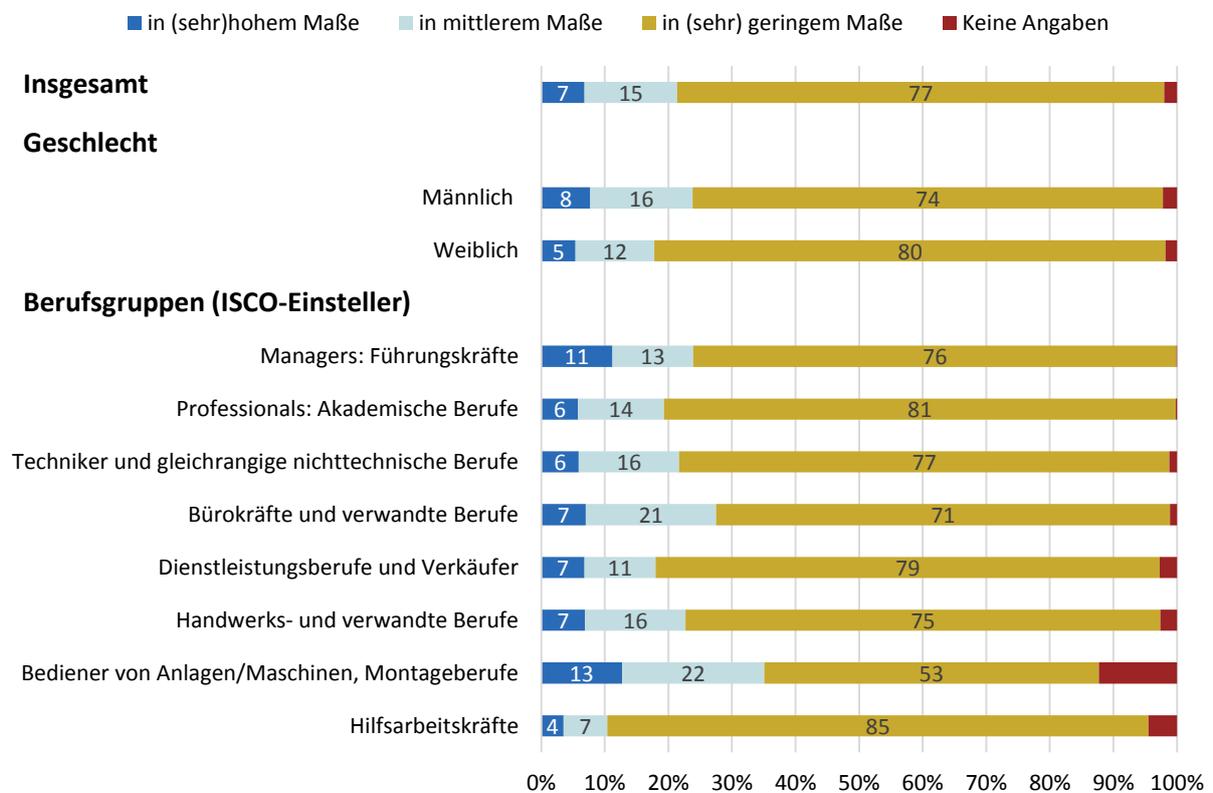
Quelle: Eurofound 2016, S. 72.

**Abbildung 2.9: Technologische Obsoleszenz in EU-28 Ländern**



Quelle: Cedefop 2016a, S. 6, N=500 in Luxemburg

**Abbildung 2.10: Erwartung eines Arbeitsplatzverlustes in zehn Jahren wegen technologischem Fortschritt, Luxemburg**



Quelle: ifas 2017, S. 69, Frage: In welchem Maße denken Sie, dass Sie Ihre Arbeit in den nächsten zehn Jahren durch den technologischen Fortschritt verlieren?

#### 2.1.4 Veränderung der Kompetenzanforderungen

Um die wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Chancen zu nutzen, die sich aus der Digitalisierung ergeben, müssen sowohl Individuen als auch Unternehmen und Regierungen in der Lage sein, digitale Technologien effizient zu nutzen. Nur so lassen sich die produktivitätssteigernden Effekte der neuen Hardware, Software und digitalen Infrastrukturen tatsächlich verwirklichen. In diesem Zuge bedarf es deshalb geeigneter Fähigkeiten und Kompetenzen, die für die Nutzung der neuen Technologien mit hoher Wahrscheinlichkeit notwendig sein werden. In drei Bereichen lässt sich hierbei ein hoher und anhaltender Anpassungsdruck für die Fähigkeiten der wirtschaftlichen Akteure ausmachen (OECD 2016a, S. 6).

Zum ersten werden spezielle IKT-Fähigkeiten benötigt um die Produktion und Entwicklung der neuen digitalen Technologien und der darauf aufbauenden digitalen Dienstleistungen voranzutreiben. Dies betrifft in erster Linie die Ausbildung von IKT-Spezialisten, die z.B. die Programmierung und Entwicklung neuer Anwendungen beherrschen müssen. Im Zentrum der Diskussion um geeignete Fachkräfte stehen hierbei die Absolventen im Bereich der MINT-Fächergruppe, also Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik. Fachkompetenzen in diesem Bereich gelten als wichtige Voraussetzung und notwendiger Impulsgeber für die Entwicklung neuer, innovativer Technologien (OECD 2016b, S. 22).

Zum zweiten müssen Arbeitnehmer in immer mehr Wirtschaftsbereichen über zumindest grundlegende digitale Kompetenzen verfügen, da die neuen Technologien Einzug in ihre Arbeitswelt erhalten und entsprechend bedient werden müssen. Neben der Suche nach Informationen über das Internet oder das Versenden von E-Mails schließt dies beispielsweise auch die softwaregestützte Bedienung von Maschinen ein. Entsprechend wird im Weißbuch Arbeiten 4.0 festgehalten: „Digital Literacy, der selbstverständliche Umgang mit Internetquellen wie insgesamt mit neuen, mobilen Computer- und Internetmedien (Endgeräte, Web-2.0-Anwendungen), wird zu einer Grundvoraussetzung“ (BMAS, 2016, S. 105). Wie die Ergebnisse der European Skills and Jobs Survey zeigen, benötigten im Jahr 2014 bereits 71 Prozent der Beschäftigten in der EU-28 zumindest grundlegende digitale Kompetenzen um ihre Berufstätigkeit ausführen zu können (Cedefop 2016b, S. 2). Der Anteil für Luxemburg beläuft sich in der gleichen Umfrage auf fast 90 Prozent der in Luxemburg wohnhaften Beschäftigten. Zudem gaben in einer zukunftsorientierten Befragung von 500 deutschen Unternehmen mit mehr als zehn Beschäftigten 87 Prozent der befragten Geschäftsführer und Personalverantwortlichen an, dass die Digitalkompetenzen der Beschäftigten künftig genauso wichtig sein werden wie fachliche oder soziale Kompetenzen (Bitkom 2016, S. 8).

Zum dritten führt diese zunehmende Nutzung digitaler Technologien zu Veränderungen der Arbeitsprozesse und der Tätigkeitsinhalte von Berufen. Dadurch steigt gleichzeitig auch der Bedarf an komplementären Fähigkeiten, die zum Bewältigen der veränderten Anforderungen erforderlich sind. So entstehen durch die Digitalisierung in Unternehmen beispielsweise zunehmend viele Daten über Prozesse, Produkte, Kunden oder Zulieferer. Deshalb müssen Arbeitnehmer zunehmend in der Lage sein, solche Daten aufbereiten, auswerten und interpretieren zu können. Diese Fähigkeiten im Umgang mit Daten und mit statistischen Methoden werden daher in Zukunft stärker gefragt werden. Darüber hinaus führt der anhaltende Strukturwandel durch die Automatisierung der Routinetätigkeiten dazu, dass Berufe in der Zukunft weniger körperlich anstrengend sein werden, dafür aber geistig anspruchsvoller, vielfältiger und komplexer werden (Arntz et al. 2016). Dementsprechend gewinnen für die Beschäftigten vor allem auch kreativ-intelligente und sozial-interaktive Tätigkeiten an Bedeutung (Arnold et al. 2016, S. 8, BMAS 2017, S. 105).

Insgesamt müssen die Beschäftigten deshalb mit solchen Fähigkeiten ausgestattet sein, die komplementär zur Robotik, Künstlichen Intelligenz und den anderen digitalen Technologien einsetzbar sind und künftig schwer von neuartigen Maschinen substituiert werden können (TNIT 2017). So fallen in

der digitalen Arbeitswelt immer häufiger und immer vielfältigere Informationen an, die von den Beschäftigten erfasst, gefiltert, verwertet und interpretiert werden müssen. Um diese Informationen somit auch zur Planung oder Problemlösung einsetzen zu können, müssen die Beschäftigten zunehmend über ausgeprägte Grundkenntnisse, wie z.B. Lesefähigkeit (Literacy) und Rechenfähigkeit (Numeracy), verfügen (Cedefop 2017, S. 3).

Darüber hinaus führt der technologische Fortschritt zur Veränderung in der Arbeitsorganisation hin zu weniger Hierarchieebenen und einer stärkeren Dezentralisierung, sodass Beschäftigte ein zunehmend breiteres Spektrum an Tätigkeiten erbringen und mehr Eigenverantwortung übernehmen müssen (Caroli und van Reenen 2001). In diesem Zuge steigen auch die Anforderungen an die Soft Skills der Beschäftigten. Sie müssen daher zunehmend über Kommunikations-, Führungs- und Projektmanagementkompetenzen verfügen und in der Lage sein im Team arbeiten und kooperieren zu können (OECD 2016c, S. 25). Gleichzeitig steigt mit der Dezentralisierung und der resultierenden höheren Autonomie der Beschäftigten auch die Anforderung an deren methodische Kompetenzen, also die Fähigkeit sich Fachwissen anzueignen um beispielsweise auf Veränderungen technologischer oder fachlicher Anforderungen reagieren, Probleme lösen und Entscheidungen treffen zu können.

Wie der Münchner Kreis (2016, S. 7) beschreibt, erfordert eine zukünftige Arbeitswelt Metakompetenzen, die es auf allen Ebenen von Bildung und Weiterbildung stärker als bisher zu entwickeln gilt. Diese Metakompetenzen, die über Fach- und methodische Kompetenzen hinausgehen, werden wie folgt zusammengefasst:

- Kreativität, im Sinne von Experimentierfreudigkeit – aber auch Pragmatismus und Umsetzungsfähigkeit
- Transdisziplinarität, um aus völlig neuartigen Impulsen kreative Ideen entwickeln zu können
- Mathematisches und ökonomisches Grundverständnis
- Unternehmerisches Denken
- Veränderungsfähigkeit und Resilienz
- Selbstverantwortung
- Kritisches Denken
- Agilität, im Sinne des Aneignens neu erforderlicher Kompetenzen
- Selbstwirksamkeit, im Sinne der Zuversicht, die eigenen Fähigkeiten zielgerecht und erfolgreich einsetzen zu können
- Selbstverantwortung, im Sinne der Fähigkeit, das eigene (Arbeits-)Leben individuell zu gestalten, die persönlichen Ressourcen zu managen und mit ihnen zu haushalten
- Soziale Kompetenzen, wie insbesondere Kommunikation, Kooperation und Konfliktfähigkeit
- Orientierungsfähigkeit und -bereitschaft, um sich in unterschiedlichen Kontexten und mit verschiedenen Inhalten sowie Aufgaben flexibel bewegen zu können
- Akzeptanz von Akteuren mit anderen Fähigkeitsprofilen bzw. zeitlichen / sonstigen Kapazitäten als gleichwertige Partner, insbesondere bei der Aufgabenabwicklung
- Transferleistungsfähigkeit die Lösungsansätze aus bekannten Situation in ein neues Umfeld zu übertragen

Mit diesen steigenden Anforderungen an die Kompetenzen geht ebenfalls eine Verschiebung der Qualifikationsanforderungen zugunsten höherqualifizierten Beschäftigten einher, da diese mit höherer Wahrscheinlichkeit über die gewünschten Kompetenzen verfügen. So wird im Zuge des Cedefop Skills Forecast (2016c, S. 18) etwa prognostiziert, dass der durchschnittliche Anteil der Hochqualifizierten an

allen Beschäftigten in der EU-28 von 32 Prozent im Jahr 2015 auf 38 Prozent im Jahr 2025 steigen wird. Wie Hirsch-Kreinsen (2016, S. 11) allerdings beschreibt, können in einem Alternativszenario zu diesem „Upgrading“ der Beschäftigung auch Polarisierungstendenzen auftreten. In diesem „Polarisierungsszenario“ entstehen nicht nur anspruchsvolle und komplexe Tätigkeiten, sondern auch zunehmend neue, einfache Tätigkeiten mit niedrigen Qualifikationsanforderungen. Zu diesen einfachen Tätigkeiten zählen beispielsweise standardisierte Kontroll- und Überwachungsfunktionen (Hirsch-Kreinsen, 2014). Da diese Veränderungen zu Lasten der Tätigkeitsbereiche mit mittleren Qualifikationsanforderungen gehen, erfolgt in diesem Szenario eine Polarisierung zwischen hohen und niedrigen Qualifikationsanforderungen und es kann in der Folge zur Dequalifizierung ursprünglich qualifizierter Facharbeiter kommen (siehe hierzu auch Abschnitt 2.1.2 der vorliegenden Studie). Mit der Digitalisierung der Arbeitswelt steigt auch die Bedeutung von Weiterbildung und des lebenslangen Lernens. Kontinuierliches Lernen ist hierbei erforderlich um sich an die schnell verändernden Kompetenzanforderungen flexibel anpassen zu können. Wie der Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL (Graumann et al. 2016, S. 91) zeigt, halten zwei Drittel der Unternehmen in Deutschland Weiterbildung zu Digitalthemen für wichtig oder sehr wichtig. An vorderster Stelle sehen sie dabei den Weiterbildungsbedarf bei Datensicherheit.

Gleichzeitig eröffnen digitale Technologien auch neue Chancen für die Durchführung von Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen. Wie der Bericht „Skills For a Digital World“ der OECD (2016a, S. 30) ausführlich beschreibt, ermöglichen digitale Anwendungen beispielsweise Verbesserungen beim personalisierten Lernen wie auch beim kollaborativen Lernen, während gleichzeitig räumliche und zeitliche Hemmnisfaktoren durch digitales Lernen abgebaut werden können. Dabei bieten E-Learning-Konzepte oder Massive Open Online Courses (MOOCs) Möglichkeiten insbesondere für das lebenslange Lernen und die kontinuierliche Weiterbildung während der Berufstätigkeit.

### **2.1.5 Branchenunterschiede der aktuellen IKT-Nutzung und Kompetenzanforderungen auf Basis der PIAAC-Befragung**

Im folgenden Abschnitt werden deskriptive Ergebnisse zur aktuellen IKT-Nutzung und den entsprechenden Kompetenzanforderungen der heutigen Arbeitswelt vorgestellt. Die Auswertungen basieren hierbei auf Daten des „Programme for the International Assessment of Adult Competencies“ (PIAAC).<sup>16</sup> Als Studie der OECD hat die PIAAC-Umfrage zum Ziel, Kompetenzen Erwachsener im internationalen Vergleich zu erheben und zu untersuchen. Im Gegensatz zur bekannten PISA-Studie stehen hier aber nicht die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Fokus, sondern die Kompetenzen der erwachsenen Bevölkerung. Insbesondere werden anhand geeigneter Testinstrumente individuelle Fähigkeiten in solchen Kompetenzbereichen gemessen, die häufig notwendig sind um den beruflichen Anforderungen erfolgreich zu begegnen. Die folgenden Kompetenzbereiche wurden in der Befragung erhoben: Lesekompetenz, (alltags-)mathematische Kompetenz und technologiebasiertes Problemlösen. Neben den Kompetenzen der Beschäftigten werden ebenfalls deren Einschätzungen über die Anforderungen und die Tätigkeitsinhalte in der (digitalen) Arbeitswelt erhoben.

Aufgrund der Tatsache, dass Luxemburg bislang leider nicht an der PIAAC-Umfrage teilgenommen hat, können hier keine Ergebnisse vorgestellt werden, die sich explizit aus einer Befragung der Beschäftigten in Luxemburg ergeben. Vielmehr werden Umfrageergebnisse vergleichbarer Länder zusammengetragen und auf Branchenebene aufbereitet. Somit ermöglichen die präsentierten Ergebnisse eine Einschätzung der IKT-Nutzung und der Bedeutung digitaler Kompetenzen durch einen Abgleich mit der luxemburgischen Branchenstruktur. Ein besonderes Augenmerk liegt damit auf den Kompetenzen in

<sup>16</sup> In PIAAC wurden bereits zwei Runden mit unterschiedlichen Ländern abgeschlossen. In der ersten Runde (2011/2012) nahmen 24 Länder teil, in Runde II (2014/2015) sind neun weitere Länder hinzukommen. An Runde III nehmen derzeit weitere fünf Länder (Ecuador, Ungarn, Kasachstan, Mexiko und Peru) teil.

solchen Branchen, die für Luxemburg aufgrund des Anteils an der Bruttowertschöpfung oder des Beschäftigtenanteils relevant sind. Zudem liegt der Fokus auf den Anforderungen in der IKT-Branche selbst. Hierbei wird implizit der Annahme gefolgt, dass sich die Verteilung der Tätigkeiten innerhalb der beobachteten Branchenabgrenzung zwischen den befragten Ländern nicht stark unterscheidet von den jeweiligen Anforderungen in Luxemburg.

Eine zentrale Neuerung der PIAAC-Befragung ist die Messung der Kompetenzen im Bereich des technologiebasierten Problemlösens. Daraus resultieren erstmals international vergleichbare Ergebnisse für diese Kompetenzdomäne, die sowohl wichtig dafür ist, dass Personen den Herausforderungen der Digitalisierung begegnen können als auch deren Chancen wahrnehmen und gestalten können. In der hier verwendeten Operationalisierung bezeichnet technologiebasiertes Problemlösen die Verwendung digitaler Technologien und Netzwerke zur erfolgreichen Suche, Vermittlung und Interpretation von Informationen. Getestet wurde demnach, wie Personen sich in einer computergestützten Umgebung erfolgreich Informationen beschaffen und verwerten. Im Detail mussten die Befragten in entsprechenden Aufgaben beispielsweise E-Mails sortieren und versenden, virtuelle Formulare bearbeiten oder den Informationsgehalt und die Vertrauenswürdigkeit von Internetseiten beurteilen.

Neben dem technologiebasierten Problemlösen wurden die Kompetenzen der Befragten in den Bereichen Lesen und Mathematik gemessen. Diese Kompetenzdomänen wurden bereits in früheren internationalen Studien der OECD erhoben.<sup>17</sup> Im Zuge der Digitalisierung und der zunehmenden Bedeutung der Fähigkeit Informationen zu verwerten und zu interpretieren, werden auch diese Kompetenzdomänen als wichtige Voraussetzung angesehen um in der Arbeitswelt von morgen zu bestehen. Im Detail fokussiert sich die Definition der gemessenen Lesekompetenz (Literacy) auf das Verstehen, Nutzen und Interpretieren von geschriebenen Texten. Lesekompetenz stellt damit eine fundamentale Voraussetzung für Lernprozesse und die Erweiterung des eigenen Wissens dar. Die Rechenfertigkeiten der Befragten wurden anhand „Alltagsmathematischer Kompetenzen“ (Numeracy) gemessen. Mathematische Kenntnisse sind nicht nur relevant im Bereich der MINT-Berufe (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft, Technik), denen als Treiber für Innovationen im Bereich der Digitalisierung eine wichtige Rolle zukommt. Auch für Anwender solcher neuen innovativen Technologien in anderen Berufszweigen, wird eine zunehmende Bedeutung mathematischer Kompetenzen erwartet.

Auf Basis der Testergebnisse in den verschiedenen Kompetenzmessungen wurde für jeden der drei Kompetenzbereiche eine kontinuierliche Skala definiert. Zur besseren Interpretation und Veranschaulichung der Ergebnisse wurden diese Skalenwerte zudem in Kompetenzstufen unterteilt, die von den Autoren der PIAAC-Studie mit spezifischen Aufgabenmerkmalen und Anforderungen beschrieben werden. Die Lese- und alltagsmathematischen Kompetenzen wurden dabei in je fünf Stufen und die Skala des technologiebasierten Problemlösens in drei Stufen unterteilt.

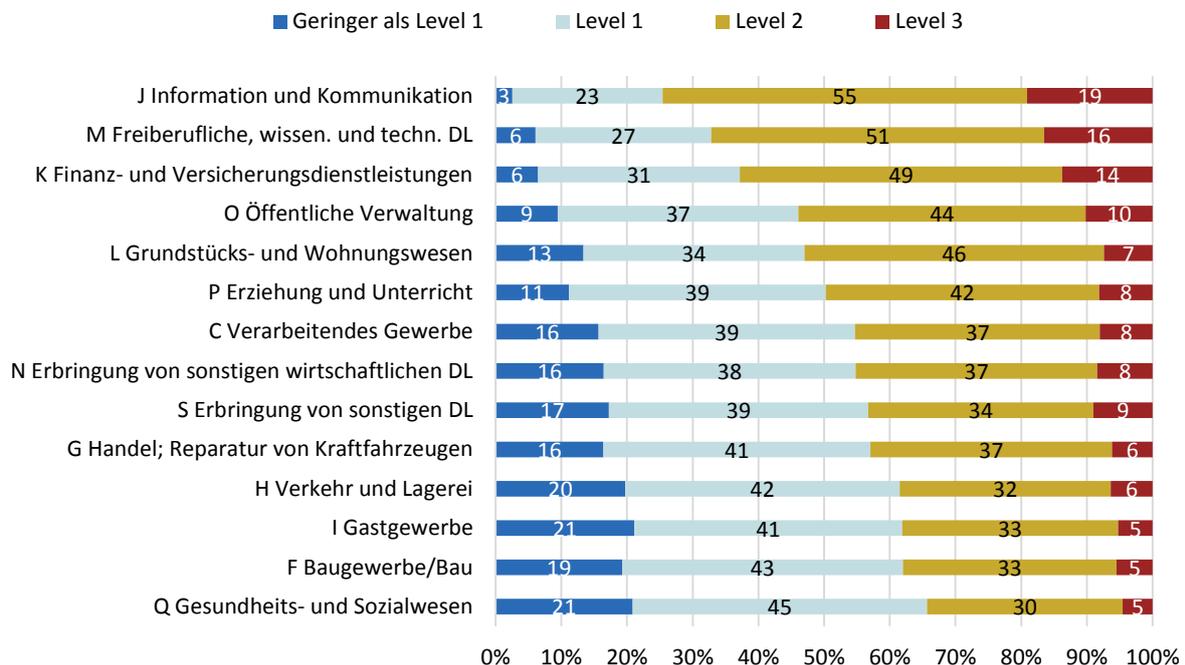
Im Folgenden wird dargestellt, über welches Niveau an Kompetenzen Beschäftigte in verschiedenen Branchen verfügen. Im Detail werden die Unterschiede in den 14 Branchen untersucht, die für Luxemburg die höchsten Anteile an der Beschäftigung und der Wertschöpfung erzielen und damit von besonderer Bedeutung für den luxemburgischen Arbeitsmarkt sind. Die Einteilung der Branchen erfolgt dabei anhand der Statistischen Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Gemeinschaft (NACE Rev. 2). Für die vorgestellten Ergebnisse werden die PIAAC-Daten der folgenden zehn Länder aggregiert: Belgien, Deutschland, Frankreich, Niederlande, Dänemark, Norwegen, Schweden, Finnland, Irland und das Vereinigte Königreich. Dabei werden alle Befragten dieser Länder berücksichtigt, die zum Zeitpunkt der Erhebung einer abhängigen Erwerbstätigkeit nachgingen.

---

<sup>17</sup> Die Lesekompetenz wurde beispielsweise in der International Adult Literacy Survey (IALS) und der Adult Literacy and Lifeskills Survey (ALL) gemessen.

Wie Abbildung 2.11 zeigt, bestehen zwischen den für Luxemburg relevanten Branchen deutliche Unterschiede in der Fähigkeit der Beschäftigten zum technologiebasierten Problemlösen. Mit einem Anteil von 19 Prozent erreichen die Beschäftigten in der Branche „Information und Kommunikation“ am häufigsten die Stufe 3 im technologiebasierten Problemlösen. Um auf dieses höchste Kompetenzniveau zu kommen, müssen die Befragten Aufgaben meistern, die grundlegende und spezifischere technologische Anwendungen erfordern. Das Lösen von Aufgaben dieses Schwierigkeitsgrades erfordert zudem das Durchführen mehrerer Lösungsschritte, das Navigieren zwischen Internetseiten oder Anwendungen, das Definieren von Zwischenzielen und die Fähigkeit aus den Ergebnissen Schlussfolgerungen abzuleiten. Nach der Branche Information und Kommunikation folgen die wissenschaftlichen und technischen Dienstleister mit einem Anteil von 16 Prozent der Beschäftigten mit einem Kompetenzniveau der Stufe 3. Nur knapp geringer ist der entsprechende Anteil in Höhe von 14 Prozent der Beschäftigten in der Finanz- und Versicherungsbranche. Zudem verfügt in der Finanz- und Versicherungsbranche fast die Hälfte der Beschäftigten über ein Kompetenzniveau des technologiebasierten Problemlösens der Stufe 2. Damit rangiert diese für Luxemburg sehr bedeutsame Branche bei den Computerkenntnissen der Beschäftigten auf dem dritten Platz der untersuchten Branchen. Insgesamt fast zwei Drittel der Beschäftigten im Finanzbereich verfügen demnach über Fähigkeiten, die oberhalb der Kompetenzstufe 1 liegen und damit über die einfache Bedienung von E-Mail-Programmen oder Internetbrowsern hinausgehen. Im Vergleich dazu liegt der entsprechende Anteil in den Branchen Verkehr und Lagerei, Gastgewerbe, Baugewerbe sowie Gesundheits- und Sozialwesen teilweise deutlich unter 40 Prozent. Wie erwartet sind die digitalen Kompetenzen bei den Beschäftigten im Bereich Information und Kommunikation am besten entwickelt, hier liegen drei Viertel der Beschäftigten über dem Kompetenzniveau 1.

**Abbildung 2.11: Level der Problemlösungsfähigkeit der Beschäftigten**

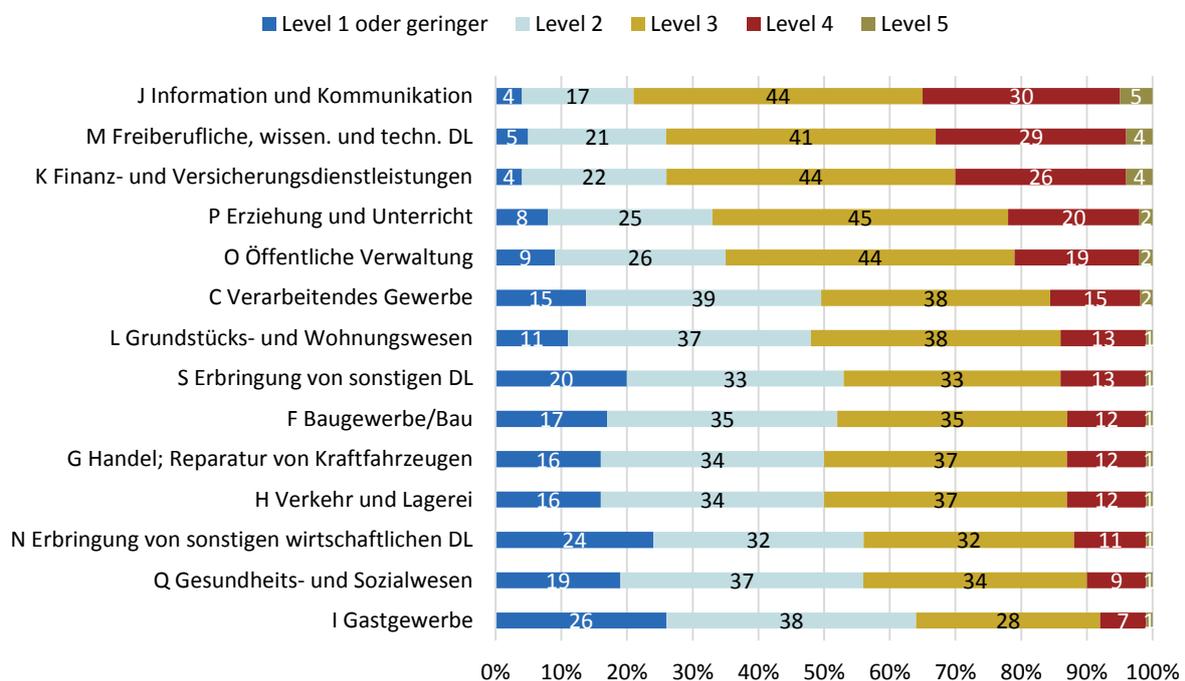


Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

Bei den alltagsmathematischen Kompetenzen der Beschäftigten bestehen ebenfalls deutliche Unterschiede zwischen den relevanten Branchen. Wie Abbildung 2.12 zeigt, schneiden auch hier die Branchen Information und Kommunikation, Erbringung wissenschaftlicher und technischer Dienstleistungen sowie die Finanz- und Versicherungsbranche am besten ab. Da die mathematischen Kompetenzen in 5 Stufen unterteilt werden und die höchste Stufe ein sehr hohes Anforderungsprofil der Aufgaben widerspiegelt, fallen hier allgemein deutlich weniger Beschäftigte in die Niveaustufe 5 als in die

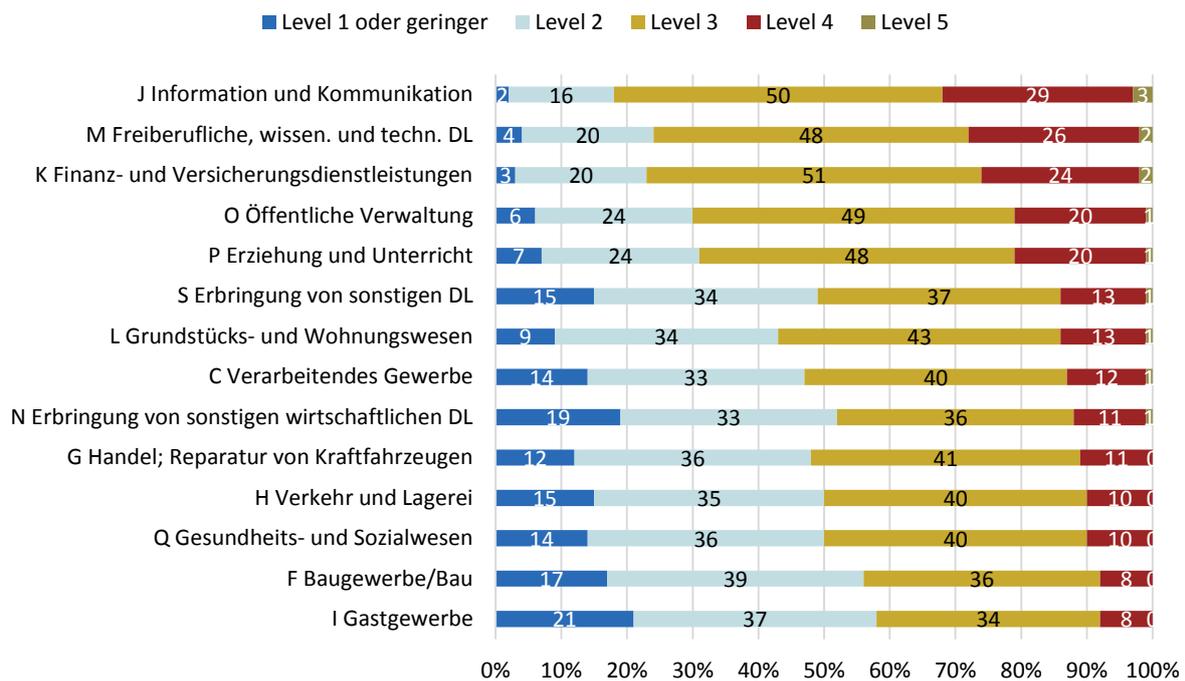
höchste Kategorie des technologiebasierten Problemlösens. Selbst beim Spitzenreiter Information und Kommunikation verfügen lediglich 5 Prozent der Beschäftigten über mathematische Kompetenzen der Stufe 5. Aufgaben der Stufe 4 erfordern ebenfalls ein hohes Maß analytischer Fähigkeiten und komplexes Denken in Bezug auf Mengen, Daten, Statistik oder Wahrscheinlichkeiten. Im Bereich Information und Kommunikation verfügen 30 Prozent der Beschäftigten über mathematische Kompetenzen der Stufe 4. In der Finanz- und Versicherungsbranche ist dieser Anteil mit 26 Prozent ebenfalls überdurchschnittlich. Um den Tätigkeitsanforderungen insbesondere dieser Branchen gerecht zu werden, scheint es daher schon heute häufig notwendig zu sein, die Fähigkeit für die Durchführung komplexer Rechentätigkeiten zu besitzen. Bei den drei Topbranchen in Bezug auf mathematische Kompetenzen liegt der Anteil an Beschäftigten, die unterhalb der Kompetenzstufe 3 anzusiedeln sind, entsprechend bei lediglich 25 Prozent. Deutlich höher fällt dieser Wert beispielsweise im Gastgewerbe oder im Gesundheits- und Sozialwesen sowie bei sonstigen Dienstleistungen aus.

**Abbildung 2.12: Level der Numeracy der Beschäftigten**



Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

Die höchsten Anteile an Beschäftigten, deren Lesekompetenzen mindestens der Kompetenzstufe 4 entsprechen, sind wiederum in den Branchen Information und Kommunikation, wissenschaftliche und technische Dienstleistungen sowie der Finanz- und Versicherungsdienstleistungen zu beobachten (Abbildung 2.13). Aufgaben dieses Kompetenzniveaus erfordern mehrstufige Lösungsschritte um Informationen aus komplexen Texten zusammenzufassen und zu interpretieren um daraus geeignete Schlussfolgerungen zu ziehen. Über ein Viertel der Beschäftigten in den Branchen, die die vorderen drei Plätze belegen, verfügen über diese hohe Lesekompetenz. Jeweils etwa die Hälfte der Beschäftigten erreicht zudem die Stufe 3, welche das Verstehen von langen Texten und rhetorischen Strukturen voraussetzt.

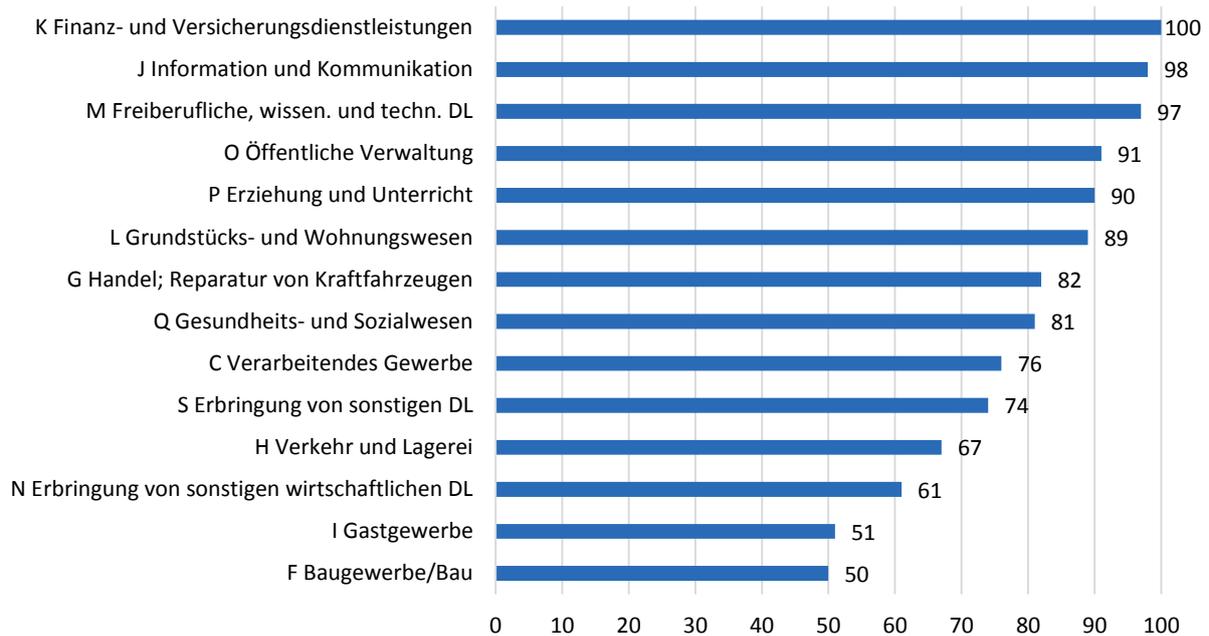
**Abbildung 2.13: Level der Literacy der Beschäftigten**

Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

Die Kompetenzen der Beschäftigten ermöglichen Rückschlüsse auf die Fähigkeiten, die in verschiedenen Branchen notwendig sind, um den dortigen Tätigkeitsanforderungen gerecht zu werden. Dabei zeigt sich eine starke Selektion von Arbeitnehmern in verschiedene Bereiche der Wirtschaft. Dennoch ist es möglich, dass Beschäftigte zwar über ausgeprägte Kompetenzen verfügen, diese allerdings nicht zur Ausübung ihrer beruflichen Tätigkeit benötigen. Um genauere Erkenntnisse über die beruflichen Anforderungen zu ermöglichen, wurden die Beschäftigten im Zuge der PIAAC-Studie zusätzlich um die Einschätzung verschiedener Berufscharakteristika gebeten. Aus diesen Angaben lassen sich Unterschiede in den Anforderungsprofilen von Berufen in den für Luxemburg relevanten Branchen aufzeigen.

Zuallererst zeigt Abbildung 2.14, dass die Nutzung von Computern in allen Branchen weit verbreitet ist. Im Durchschnitt für die beobachteten Länder nutzen über 97 Prozent der Beschäftigten in den Branchen Finanzen und Versicherungen, Information und Kommunikation sowie bei der Erbringung wissenschaftlicher und technischer Dienstleistungen während ihrer Arbeit einen Computer bzw. tragbare elektronische Geräte, die zur Internetnutzung geeignet sind. Selbst in den Branchen mit der geringsten Verbreitung werden Computer von etwa der Hälfte der Beschäftigten genutzt.

Ausgehend von diesen Zahlen stellt sich allerdings die Frage, für welche spezifischen Tätigkeiten die Beschäftigten auf Computer oder das Internet zurückgreifen. In einer Folgefrage wurden Beschäftigte, die nach eigener Angabe mit Computern arbeiten, deshalb gefragt, wie häufig sie während ihrer Arbeitszeit folgende Tätigkeiten durchführen: E-Mails verwenden, das Internet zur Informationsgewinnung nutzen, Transaktionen über das Internet durchführen, Tabellenkalkulations- oder Textverarbeitungsprogramme nutzen oder Programmiersprachen verwenden. Der Anteil der Beschäftigten, der innerhalb einer Branche die jeweiligen Tätigkeiten täglich oder zumindest einmal wöchentlich durchführt, ist in den Abbildung 2.15 bis Abbildung 2.20 abgebildet.

**Abbildung 2.14: Anteil der Beschäftigten mit Computernutzung**

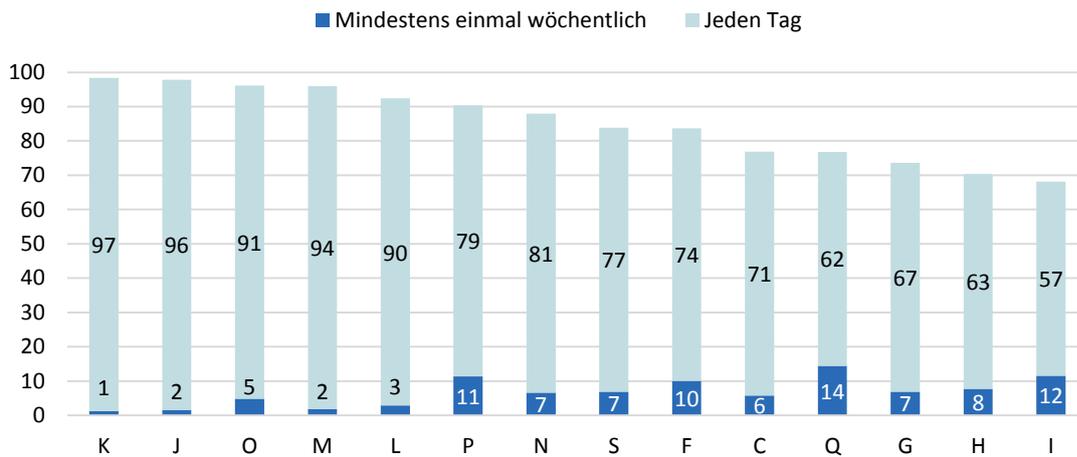
Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

Die größte Verbreitung zeigt sich für das Verwenden von E-Mails mit Anteilen zwischen 98 Prozent (Finanz- und Versicherungsdienstleistungen) und 69 Prozent (Gastgewerbe). Die Nutzung des Internets als Informationsquelle ist ähnlich weit verbreitet und wird in allen beobachteten Branchen von mehr als der Hälfte der Beschäftigten verwendet um arbeitsbezogene Sachverhalte oder Themen besser zu verstehen. Deutlichere Unterschiede zeigen sich bei der Verwendung von Tabellenkalkulations- und Textverarbeitungsprogrammen. Jeweils am meisten verbreitet ist deren Nutzung bei den Beschäftigten der Branchen Finanz- und Versicherungsdienstleistungen und Erbringung von wissenschaftlichen und technischen Dienstleistungen. Es zeigt sich aber auch, dass selbst in Branchen wie dem Verarbeitenden Gewerbe entsprechende digitale Kenntnisse gefragt sind, fast 60 Prozent der Beschäftigten nutzen hier diese Programme mindestens einmal wöchentlich.

Der Bedarf an Programmierfähigkeiten fällt in der Branche Information und Kommunikation am höchsten aus. Hier verwenden 22 Prozent der Beschäftigten jeden Tag und weitere 7 Prozent mindestens einmal wöchentlich eine Programmiersprache. Mit einem deutlichen Abstand folgt der Finanz- und Versicherungssektor, in dem insgesamt fast jeder zehnte Beschäftigte mindestens einmal wöchentlich Programmiersprachen verwendet. Ähnlich häufig fällt das Erstellen von Computercode im Verarbeitenden Gewerbe und bei der Erbringung wissenschaftlicher und technischer Dienstleistungen an. In den restlichen Branchen werden Programmiersprachen deutlich seltener genutzt.

Eine weitere recht spezifische Tätigkeit ist das Durchführen von Transaktionen über das Internet, also der Kauf oder Verkauf von Produkten oder Dienstleistungen sowie das Online-Banking. Mit einem Anteil von 41 Prozent wird diese Tätigkeit am häufigsten von Beschäftigten im Finanz- und Versicherungssektor mindestens einmal wöchentlich durchgeführt.

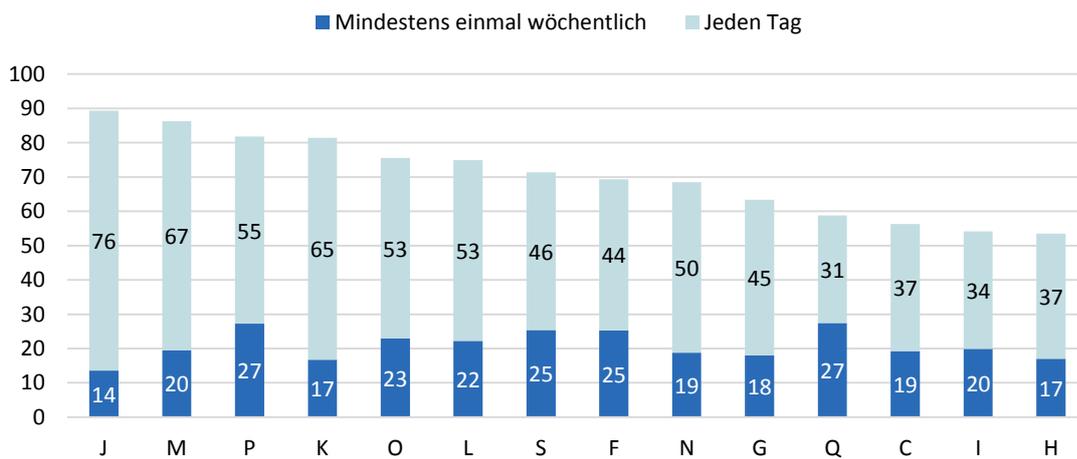
**Abbildung 2.15: Computernutzung: E-Mails verwenden**



Anmerkung: Die Buchstaben geben den NACE-Code der untersuchten Branchen an, die entsprechenden Branchennamen sind bspw. in Abbildung 2.14 angegeben.

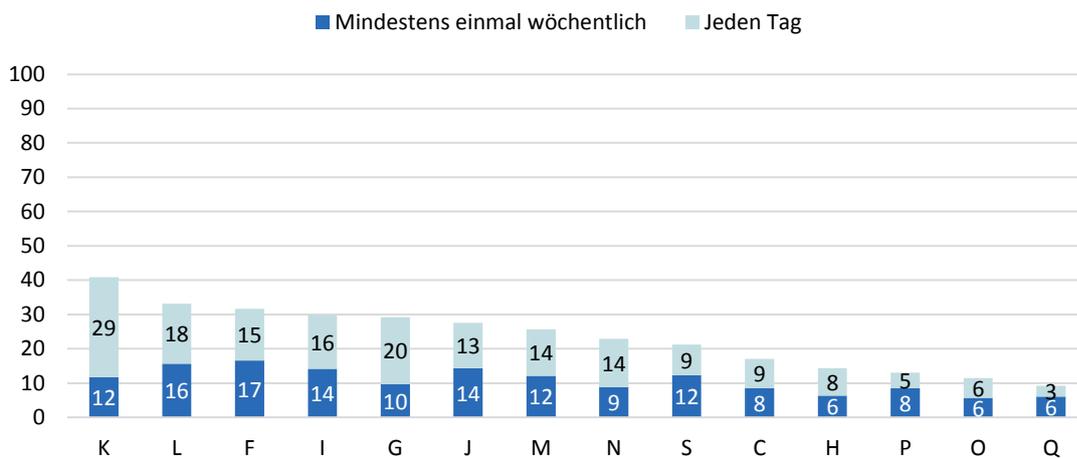
Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

**Abbildung 2.16: Computernutzung: Internet als Informationsquelle**



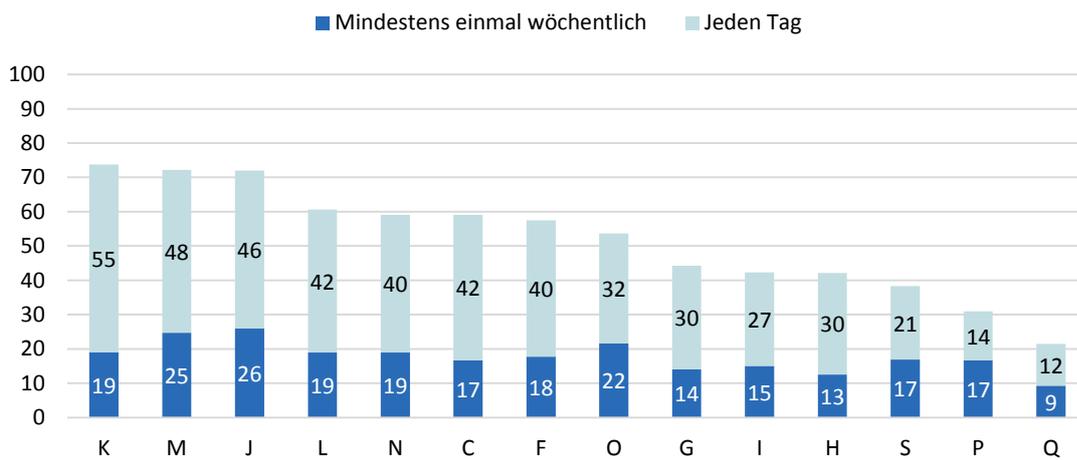
Anmerkung: Die Buchstaben geben den NACE-Code der untersuchten Branchen an, die entsprechenden Branchennamen sind bspw. in Abbildung 2.14 angegeben.

Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

**Abbildung 2.17: Computernutzung: Transaktionen übers Internet**

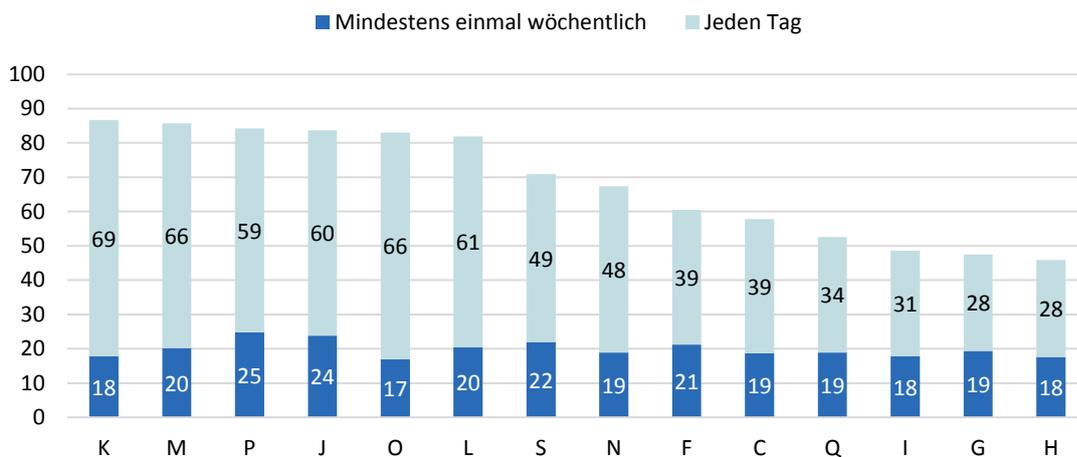
Anmerkung: Die Buchstaben geben den NACE-Code der untersuchten Branchen an, die entsprechenden Branchennamen sind bspw. in Abbildung 2.14 angegeben.

Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

**Abbildung 2.18: Computernutzung: Tabellenkalkulationsprogramme**

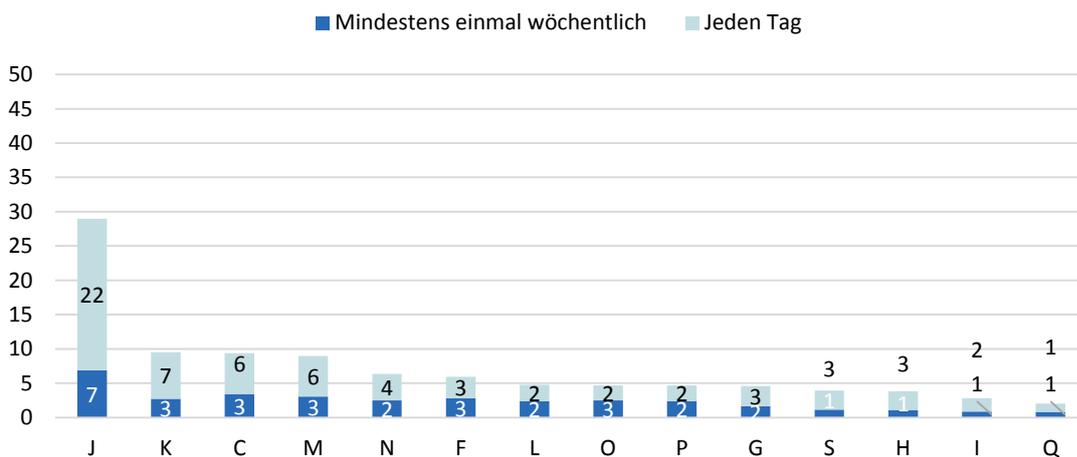
Anmerkung: Die Buchstaben geben den NACE-Code der untersuchten Branchen an, die entsprechenden Branchennamen sind bspw. in Abbildung 2.14 angegeben.

Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

**Abbildung 2.19: Computernutzung: Textbearbeitungsprogramme**

Anmerkung: Die Buchstaben geben den NACE-Code der untersuchten Branchen an, die entsprechenden Branchennamen sind bspw. in Abbildung 2.14 angegeben.

Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

**Abbildung 2.20: Computernutzung: Programmiersprachen**

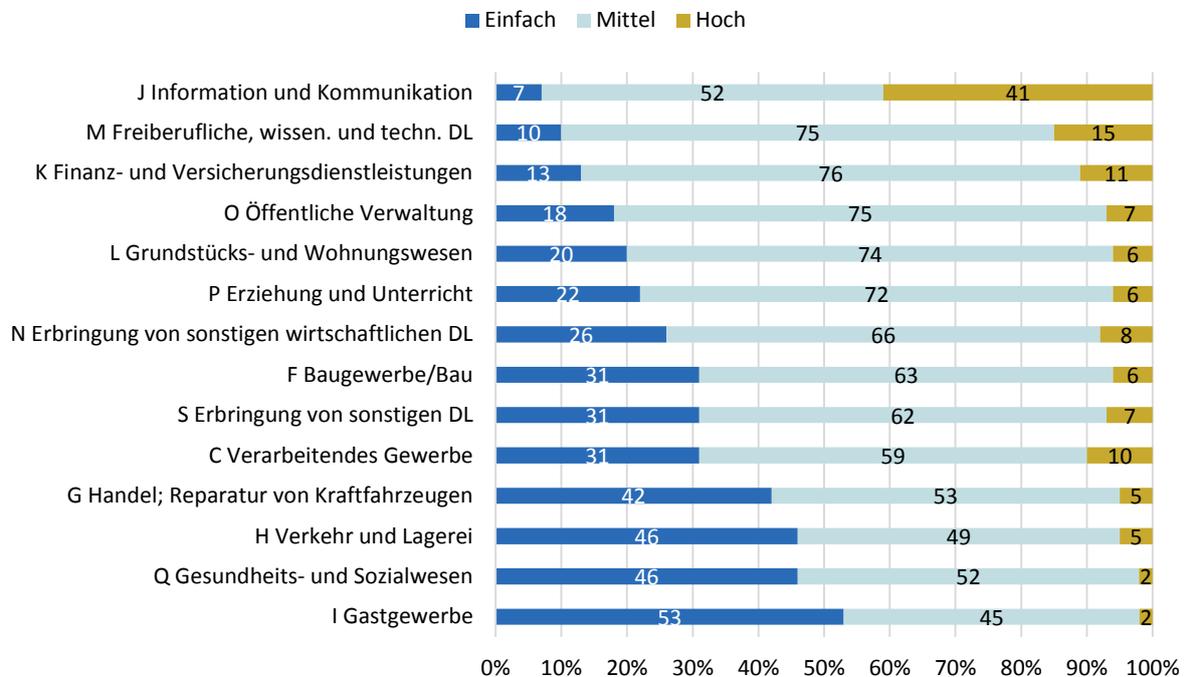
Anmerkung: Die Buchstaben geben den NACE-Code der untersuchten Branchen an, die entsprechenden Branchennamen sind bspw. in Abbildung 2.14 angegeben.

Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

Personen, die bei Ihrer Arbeit Computer verwenden, wurden in einer weiteren Frage darum gebeten, das Niveau der Computernutzung anzugeben, das für ihre Arbeit erforderlich ist. Hierbei entfällt der Fokus auf die Häufigkeit der jeweiligen Tätigkeiten und es wurden drei Antwortkategorien zur Auswahl vorgegeben: 1) „Einfach“ beschreibt z.B. die Computernutzung für Routineaufgaben wie Dateneingaben oder das Versenden und Empfangen von E-Mails, 2) „Mittel“ beinhaltet z.B. Textverarbeitung, Tabellenkalkulation oder Datenbankverwaltung und 3) „Hoch“ umfasst z.B. Softwareentwicklung, Programmierung oder Pflege von Computernetzwerken. Wie zu erwarten, stufen die Beschäftigten in der Branche Information und Kommunikation das notwendige Niveau der Computernutzung in ihrem Job mit einem Anteil von 41 Prozent am häufigsten als hoch ein (Abbildung 2.21). Mit Anteilen von 15 Prozent bzw. elf Prozent folgen die Branchen wissenschaftliche und technische Dienstleistungen sowie die Finanz- und Versicherungsbranche. Ein mittleres Niveau der Computeranforderungen herrscht für jeweils etwa drei Viertel der Beschäftigten in diesen beiden Branchen. Ähnlich häufig ist ein mittleres

Niveau der Computernutzung in der öffentlichen Verwaltung und im Grundstücks- und Wohnungswesen erforderlich. Im Gegensatz dazu ist eine einfache Computernutzung für etwa die Hälfte der computernutzenden Beschäftigten in den Branchen Verkehr und Lagerei, Gesundheits- und Sozialwesen sowie im Gastgewerbe ausreichend.

**Abbildung 2.21: Erforderliches Level an Computerwissen**

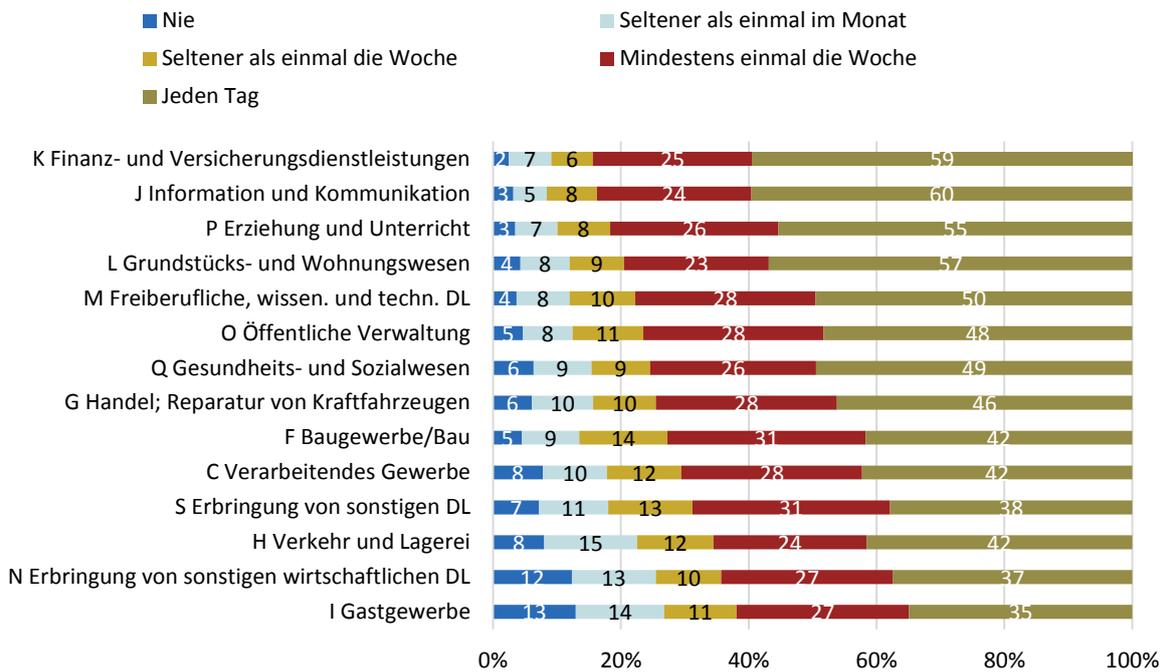


Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

Allgemein wird erwartet, dass das Lösen neu auftretender Probleme in der zukünftigen Arbeitswelt als erforderliche Kompetenz an Bedeutung gewinnen wird. Die PIAAC-Studie ermöglicht einen Blick auf die Häufigkeit, mit der Beschäftigte unterschiedlicher Branchen schon heute auf Probleme reagieren müssen. Unter Problemen werden hierbei neue oder schwierige Situationen verstanden, bei denen die Beschäftigten eine Zeit lang überlegen müssen um zu entscheiden, was als nächstes zu tun ist. Des Weiteren wird in der Befragung unterschieden zwischen einfachen Problemen, bei denen Beschäftigte innerhalb von fünf Minuten eine Lösung finden können, und komplizierteren Problemen, bei denen das Nachdenken für eine Lösung mindestens 30 Minuten beansprucht.

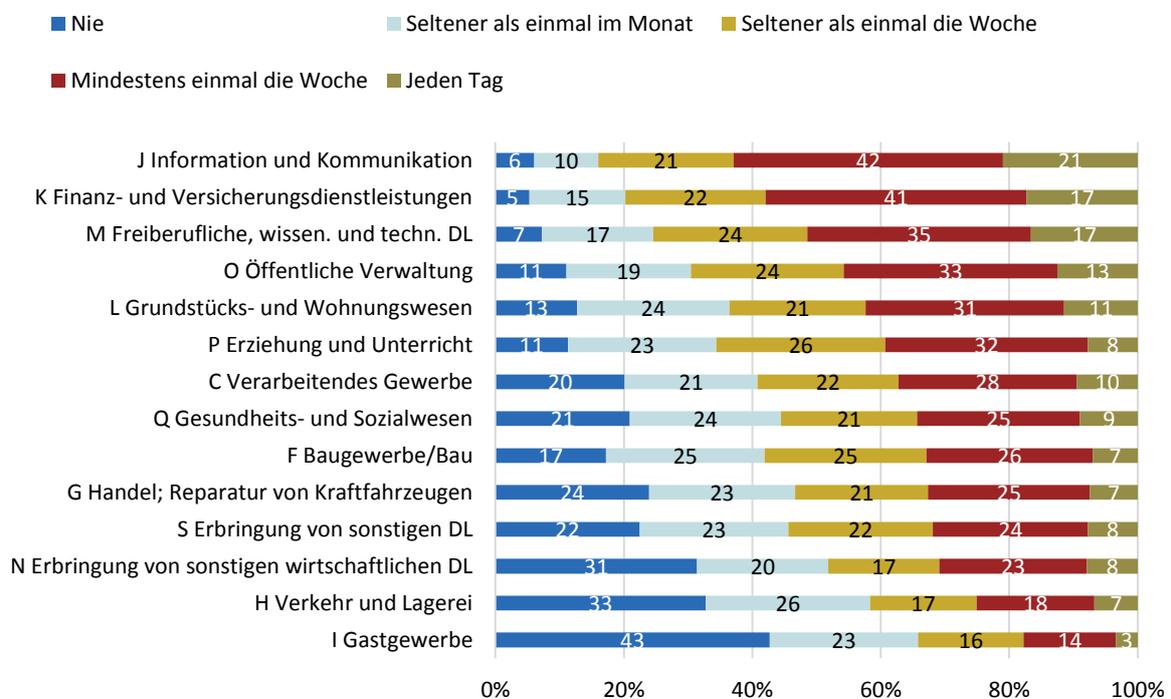
Das Lösen von einfachen Problemen ist schon heute eine Grundvoraussetzung in allen beobachteten Branchen. In all diesen Branchen liegt der Anteil an Beschäftigten, die mindestens einmal wöchentlich über ein Problem bis zu fünf Minuten nachdenken müssen um eine Lösung zu finden, über 60 Prozent (Abbildung 2.22). In der Finanz- und Versicherungsbranche liegt der Anteil sogar bei 84 Prozent der Beschäftigten. Komplizierte Probleme müssen in allen Branchen weit seltener gelöst werden. Lediglich im Bereich Information und Kommunikation müssen über 60 Prozent der Beschäftigten mindestens einmal wöchentlich länger als 30 Minuten über ein solches Problem nachdenken (Abbildung 2.23). In der Finanz- und Versicherungsbranche und bei der Erbringung wissenschaftlicher und technischer Dienstleistungen liegt dieser Wert bei 58 Prozent bzw. 52 Prozent. In allen übrigen Branchen müssen deutlich weniger als die Hälfte der Beschäftigten regelmäßig solche neuen und schwierigen Situationen meistern.

**Abbildung 2.22: Häufigkeit einfacher Probleme, über die bis zu fünf Minuten nachgedacht werden muss**



Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

**Abbildung 2.23: Häufigkeit komplexer Probleme, über die bis zu 30 Minuten nachgedacht werden muss**



Quelle: PIAAC, eigene Berechnungen des ZEW.

## 2.2 Veränderte Arbeitsorganisation: Digitalisierung als Treiber für eine flexiblere Arbeitsorganisation

### 2.2.1 Räumlich und zeitlich flexible Arbeitsformen

Technologische Entwicklungen wie mobile Endgeräte (Smartphones, Laptops) und die Ausweitung von mobilem Internet haben es in den letzten Jahren den Beschäftigten immer leichter gemacht von fast überall und zu jeder Zeit arbeitsbezogene Tätigkeiten zu erledigen. Zwar ist dies auf Tätigkeiten beschränkt, die nicht auf immobile Maschinen oder die Anwesenheit von Kunden oder Kollegen zwingend angewiesen sind. Doch aufgrund des hohen Dienstleistungsanteils in Luxemburg (vgl. Statec 2016a) liegt der Anteil der luxemburgischen Beschäftigten, die mindestens teilweise außerhalb der regulären Arbeitsstätte arbeiten, mit 25 Prozent deutlich über dem EU-Durchschnitt von 17 Prozent (vgl. Eurofound und ILO 2017). In diesen Zahlen sind jedoch die Grenzgänger unberücksichtigt, die aus steuerrechtlichen Gründen deutlich weniger mobil arbeiten. Diese Gruppe, die immerhin 45 Prozent der Beschäftigten in Luxemburg ausmacht (vgl. Statec 2016a), wird ab dem 20. Tag, den sie außerhalb Luxemburgs arbeitet, in ihrem Wohnsitzland anteilig steuerpflichtig. Dies bringt nicht nur einen zusätzlichen administrativen Aufwand mit sich, sondern zieht in vielen Fällen auch eine höhere effektive Steuerbelastung nach sich. Entsprechend liegt, unter Berücksichtigung der Grenzgänger, der Anteil derjenigen, die häufiger im Monat zu Hause arbeiten, mit gut 20 Prozent in 2017 etwas niedriger (vgl. eigene Berechnung auf Basis der Präsentation des Quality of Work Index Luxembourg 2017).<sup>18</sup> Ein weiterer Indikator von Flexibilität ist die Erreichbarkeit für Arbeitsbelange außerhalb der Arbeitszeit. Fast ein Drittel der Befragten gibt an, dass sie „oft“ oder „(fast) immer“ erreichbar sind (Abbildung 2.24). Wie die Abbildung verdeutlicht, unterscheidet sich die erwartete Erreichbarkeit der Beschäftigten deutlich nach Berufsgruppe und Branche. Arbeitgeber erwarten allerdings nicht nur von Führungskräften, sondern auch von anderen Berufsgruppen, außerhalb der Arbeitszeit für Arbeitsbelange erreichbar zu sein.

Räumlich und zeitlich flexibles Arbeiten eröffnet für Beschäftigte und Unternehmen einerseits neue Chancen, hält aber andererseits auch neue Herausforderungen bereit. Die Möglichkeit von zu Hause zu arbeiten kann es den Beschäftigten erleichtern berufliche und private Anforderungen besser zu bewältigen und somit zu einer größeren Arbeitszufriedenheit und einer besseren Mitarbeiterbindung beitragen (vgl. Gajendra und Harrison 2007). Doch sind die gefundenen positiven Effekte räumlicher Flexibilität klein im Vergleich zu zeitlicher Flexibilität (vgl. Allen et al. 2013). Dies liegt daran, dass räumliche Flexibilität stärker die Grenzen zwischen Arbeit und Privatleben verwischt, was belastend wirken kann. Hinzu kommt, dass viele Beschäftigte gar nicht daran interessiert sind von zu Hause zu arbeiten, was mehrere Gründe haben kann: Einige Beschäftigte haben gar keinen Wunsch nach zusätzlicher Flexibilität, wünschen sich sogar vor allem Planbarkeit der Arbeitszeit (vgl. Mas und Pallais 2016) oder wollen Privatleben und Berufliches trennen (vgl. Arnold et al. 2015).

Flexible Arbeitsformen gehen häufig mit beruflicher Erreichbarkeit außerhalb des Arbeitskontexts einher. Diese steht im Verdacht wichtige Erholungsphasen zu unterbrechen oder zu verkürzen und darum negative Folgen für die mentale Gesundheit zu haben (vgl. Arlinghaus und Nachreiner 2013, Derks und Bakker 2014). Aus der psychologischen Forschung ist bekannt, dass es nicht ausreicht sich außerhalb eines Arbeitskontexts zu befinden um sich von Arbeitsbelastungen zu erholen. Entscheidend ist es vielmehr, nicht mehr an die Arbeit zu denken und sich mental von ihr zu lösen (vgl. Etzion et al. 1998). Dies fällt schwerer, wenn Beschäftigte auch außerhalb der regulären Arbeitszeit beruflich kommunizieren (vgl. Sonnentag und Bayer 2005). Darum gilt es, das Spannungsverhältnis zwischen Flexibilitätsgewinn-

<sup>18</sup> Vgl. Présentation des résultats de la 5e enquête - Français: Les lieux de travail (S. 21) <https://www.csl.lu/fr/telechargements/publications/669ece4716>

nen bspw. durch Homeoffice einerseits und belastender Vermischung von Beruf und Privatleben andererseits aufzulösen. Dies kann am besten im offenen Diskurs zwischen Arbeitgebern und -nehmern, bzw. deren Vertretern, über Arbeitszeit- und Erreichbarkeitsnormen gelingen. Wichtig ist anzuerkennen, dass selbstbestimmte Arbeitszeitflexibilität von manchen gewünscht wird, von vielen aber Planbarkeit sowie Trennung von Beruf und Privatleben im Vordergrund steht. Dies drückt sich auch in den Ergebnissen des Quality of Work Index aus, in der sich einerseits knapp 60 Prozent der Befragten für ein Recht auf Nichterreichbarkeit für Dienstliches nach Feierabend aussprechen, aber auch gut 56 Prozent ein Recht auf begrenzte Telearbeit oder Homeoffice befürworten (vgl. infas 2017, S. 98).

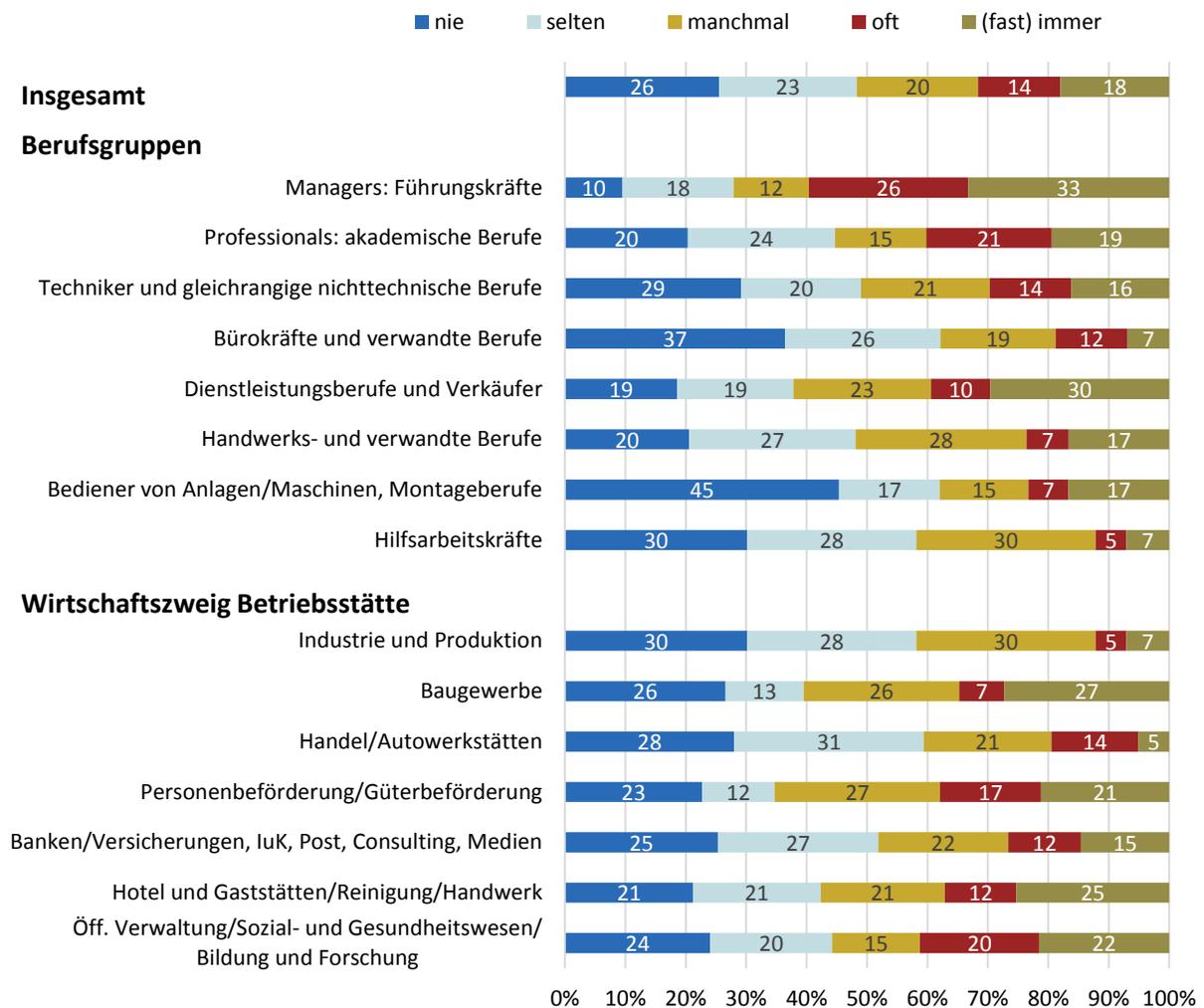
Eindeutig entlastend ist hingegen, dass Beschäftigte sich im Homeoffice den zeit- und kostenintensiven Weg zur Arbeit sparen können. Besonders profitieren könnten hiervon die Grenzgänger, die deutlich längere Arbeitswege zurücklegen als die Inländer (im Durchschnitt über 45 min. gegenüber 30 min, vgl. Schütz et al. 2015). Doch gerade diese werden durch das Steuersystem vom regelmäßigen Homeoffice abgeschreckt (s.o.). Dabei können flexible Arbeitsformen einen Beitrag dazu leisten Pendlerströme zu reduzieren. Vor dem Hintergrund besonders ausgeprägter Staus in Luxemburg (vgl. EU-Kommission 2016a) könnte dieser positive Effekt ein Argument liefern, bei der Besteuerung Kompromisse mit den Nachbarstaaten zu suchen.

Schließlich kann für Menschen mit Bewegungseinschränkungen der Zugang zum Arbeitsmarkt dadurch erleichtert werden, dass der Arbeitsweg entfällt (vgl. Engels 2016).

Neben den Beschäftigten können auch die Betriebe von flexiblen Arbeitsformen profitieren, indem sie weniger Büroflächen bereithalten müssen. Darüber hinaus gibt es Hinweise darauf, dass Beschäftigte von zu Hause sogar produktiver arbeiten als im Büro, was vor allem auf eine längere effektive Arbeitszeit zurückzuführen ist (vgl. Bloom et al. 2014). Doch sind diese Ergebnisse aus einem chinesischen Call-Center nur bedingt auf die Luxemburger Verhältnisse übertragbar, deuten aber an, welches Potenzial in Homeoffice-Lösungen liegt. Weiterhin können bestimmte Tätigkeiten von den Beschäftigten möglicherweise besser zu Hause erledigt werden, was auch viele Beschäftigte so berichten (vgl. Arnold et al. 2015). Beispielsweise finden manche Beschäftigte dort mehr Ruhe für konzeptionelle Tätigkeiten, da sie dort ungestörter sind als am Arbeitsplatz.

Generell ist es für Unternehmen eine Herausforderung virtuelle Teams zu leiten, da klassische Führungsstrategien auf Sichtbarkeit zur (Leistungs-)Kontrolle und persönlicher Interaktion basieren, die bei Homeoffice-Lösungen nicht oder nur eingeschränkt möglich sind. Da die Mehrzahl der Beschäftigten lediglich einzelne Tage pro Woche von zu Hause arbeitet (vgl. Arnold et al. 2015), dürfte die Mitarbeiterführung von abwesenden Beschäftigten wenig problematisch sein. Von Praktikern wird die Bedeutung von Vertrauen zwischen Management und Beschäftigten als zentraler Erfolgsfaktor für Homeoffice-Modelle benannt, was sich beispielsweise in einer zeitgleichen Einführung von Vertrauensarbeitszeit und Homeoffice widerspiegelt (vgl. Hoff und Schwab 2013). Alternative Strategien, die entweder auf rigorose elektronische Kontrolle oder die Belohnung von Zielerreichung setzen, bringen zusätzliche neue Probleme mit sich und sind nicht in jedem Kontext anwendbar (vgl. Felstead et al. 2003).

Abbildung 2.24: Erwartete Erreichbarkeit außerhalb der Arbeitszeiten



Quelle: Quality of Work Luxemburg, infas (2017)

## 2.2.2 Plattformbasierte Erwerbsarbeit und Soloselbstständigkeit

Flexibles Arbeiten wird durch digitale Technologien nicht nur für abhängig Beschäftigte erleichtert. Internetplattformen ermöglichen es einzelne Aufgaben, so genannte „Gigs“, an nicht-abhängig Beschäftigte auszulagern. Dies erlaubt es die Produktionsketten zu flexibilisieren, so dass sich im Extremfall die feste Belegschaft eines Unternehmens auflöst und sämtliche Arbeitsschritte an wechselnde Arbeitskräfte, die sogenannte „Crowd“ vergeben werden. Entsprechend werden diese neuen Formen der Erwerbsarbeit als „Crowdwork“ oder „Gig Economy“ bezeichnet. Überwiegend handelt es sich bei den online-vermittelten Tätigkeiten um Dienstleistungen, die nicht nur von Unternehmen sondern auch von Privatpersonen in Auftrag gegeben werden können. Plattformbasierte Erwerbsarbeit kann in Bezug auf ihre Ortsgebundenheit unterschieden werden. Als mobile Arbeitsmärkte werden Plattformen bezeichnet, auf denen lokale Dienstleistungen vermittelt werden wie etwa Personenbeförderung, Logistik- und Haushaltsdienste. Auf Online-Arbeitsmärkten hingegen werden die Leistungen direkt über die Plattformen ausgetauscht und somit ortsungebunden erbracht, wie etwa Design- und Kreativaufgaben, Programmierertätigkeiten, oder Kleinstaufgaben, beispielsweise im Bereich der Datenrecherche

oder Textproduktion. Eine weitere Dimension anhand der die Tätigkeiten unterschieden werden können ist der Grad der Komplexität, die von simplen Kleinstaufgaben, sogenannten Microtasks, die durch wenige Klicks erledigt werden, bis zu komplexen Projekten reichen, die hochqualifiziertes Fachwissen erfordern.

Diese neuen Formen der Erwerbsarbeit sind bislang nicht weit verbreitet, wobei der Nutzeranteil an der Erwerbsbevölkerung mit unter einem Prozent in den USA (vgl. Katz und Krueger 2016, Farrell und Greig 2016) und unter zehn Prozent in europäischen Ländern beziffert wird. Die Nutzerzahlen sind jedoch in den letzten Jahren stark gestiegen (vgl. Kässi und Lehdonvirta 2016, OECD 2016d) und auch für die kommenden Jahre wird ein starkes Wachstum erwartet. Insgesamt ist der Markt plattformbasierter Erwerbsarbeit durch eine hohe Fluktuation gekennzeichnet. Jeden Monat treten in den USA ein Sechstel der Arbeitskräfte neu in den Markt ein, während innerhalb eines Jahres die Hälfte austritt (vgl. Farrell und Greig 2016). Auf Seiten der Unternehmen werden Plattformen bislang ebenfalls noch recht selten genutzt, doch steigt deren Bekanntheit stark an (vgl. für Deutschland: Ohnemus et al. 2016). Eine aktuelle Übersicht zum Stand der empirischen Forschung plattformbasierter Erwerbsarbeit findet sich bei Maier et al. (2017).

Für Luxemburg liegen bislang keine Zahlen zur plattformbasierten Erwerbsarbeit vor. Aber eine repräsentative Haushaltbefragung (Eurobarometer 438) zu kollaborativen Internetplattformen aus dem Jahre 2016, die über Erwerbsarbeit im engen Sinn hinaus reicht und auch Dienstleistungen wie die Nutzung von Immobilien (AirBnB) oder Autos (Carsharing) umfasst, lässt gewisse Rückschlüsse für Luxemburg zu. Mit 13 Prozent Nutzeranteil und einem Anbieteranteil von 3,6 Prozent unter den Befragten liegt Luxemburg unter dem europäischen Durchschnitt von 17 bzw. 5,4 Prozent (vgl. Europäische Kommission 2016b sowie eigene Berechnungen). Allerdings gibt es in Luxemburg überdurchschnittlich viele regelmäßige Anbieter, die häufiger als monatlich eine Dienstleistung anbieten (1,43 Prozent gegenüber 0,85 Prozent im EU-Durchschnitt).

Laut der Studie von Eurofound war Crowdfunding im Jahr 2015 als neue Arbeitsform in Luxemburg noch nicht im Entstehen begriffen (vgl. Eurofound 2015b, Grafik auf S. 108). Weitere Hinweise deuten ebenfalls darauf hin, dass plattformbasierte Erwerbsarbeit bislang in Luxemburg eine eher geringe Rolle spielt. Uber, eine der wichtigsten Plattformen für Fahrdienstleistungen, ist beispielsweise in Luxemburg aufgrund regulatorischer Hindernisse nicht zugelassen (Luxemburger Wort 2016). Auch der Anteil von Selbständigen ist in Luxemburg mit sechs Prozent an der Erwerbsbevölkerung vergleichsweise niedrig und seit 2000 leicht rückläufig (vgl. eigene Berechnungen Statec 2017b).

Wird Erwerbsarbeit auf Onlineplattformen vermittelt, verändert dies die Art und Weise wie Arbeit organisiert wird. Im Gegensatz zum klassischen Arbeitsmarkt tritt neben Arbeitsangebot und -nachfrage die Internetplattform als dritter Akteur auf, der die Vermittlung und Erbringung von Tätigkeiten aktiv mitgestalten und steuern kann. Die Internetplattformen sind in diesem Markt zentrale Adressaten politischer Steuerungs- und Gestaltungsversuche. Doch auch für die beiden anderen Akteure, Auftraggeber und Arbeitskräfte verändern sich die Arbeitsbeziehungen grundlegend.

Internetplattformen erleichtern die Vermittlung und die Abwicklung von Dienstleistungstätigkeiten sowie die Kommunikation zwischen den Vertragspartnern (vgl. Agrawal et al. 2013). Dadurch wird es einerseits leichter als Soloselbständige/r erfolgreich ihre/seine Arbeitskraft anzubieten, aber auch für Unternehmen wird es einfacher Tätigkeiten auszulagern. Auch die zeitliche und räumliche Koordination der Produktion wird durch Plattformen einfacher, was flexiblere Produktionsketten bestehend aus immer kleinteiligeren Arbeitsschritten erlaubt. All dies kann die Produktivität erhöhen. Generell entstehen durch Plattformen größere, bei Online-Arbeitsmärkten sogar globale Arbeitsmärkte. Größere Arbeitsmärkte sind aus theoretischer Perspektive effizienter darin eine gute Passung zwischen Arbeitskraft und Job zu erreichen (vgl. Petrongolo und Pissarides 2001). Allerdings nimmt auch die Heterogenität von Angebot und Nachfrage zu, was deren Zusammenkommen erschweren dürfte.

Doch bieten die Plattformen Hilfsmittel wie etwa Bewertungssysteme an, um dieser Herausforderung zu begegnen.

Generell stellt die virtuelle Arbeitsorganisation, die vor allem bei Online-Arbeitsmärkten vorherrscht, das Management vor neue Herausforderungen. Durch die Beschränkung auf digitale Kommunikation gehen wichtige Informationen verloren, die beispielsweise bei der Personalauswahl hilfreich sind (vgl. Autor 2001). Gerade im Hinblick auf die Bereitstellung von Informationen, beispielsweise über ein transparentes Bewertungssystem, spielen die Plattformbetreiber eine entscheidende Rolle. Da die meisten Bewertungssysteme plattformgebunden sind und somit Referenzen nicht übertragen werden können, wirken diese wie eine Zutrittsbarriere für neue Arbeitskräfte. Aber auch die Leistungskontrolle von ortsungebundenen Arbeitskräften wirft neue Fragen für die Arbeitsorganisation auf. Elektronische Überwachungssysteme in Kombination mit einer Qualitätsbewertung nach abgeschlossener Arbeit bieten aber beispielsweise bei Aufträgen, die nach Arbeitszeit entlohnt werden, ein effektives Mittel zur Leistungskontrolle (vgl. Liang et al. 2017).

Durch internationale Plattformen wird es vor allem leichter, Tätigkeiten in Länder mit niedrigem Lohnniveau und Arbeitsstandard zu verlagern. Entsprechend weisen Aufträge aus Industrieländern an Arbeitskräfte in Niedriglohnländern die höchsten Wachstumsraten auf (vgl. Ross et al. 2010). Diese Entwicklung birgt vor allem für Luxemburg die Gefahr, dass die ortsungebundenen Dienstleistungen, die bislang in Luxemburg erbracht werden, in der Zukunft außerhalb klassischer Betriebsstätten kostengünstiger von einer globalen Crowd erledigt werden könnten. Doch dürften auch in Zukunft in vielen Fällen die gemeinsame Produktion innerhalb eines Unternehmens oder zumindest an einem gemeinsamen Ort gewisse Vorteile gegenüber einer Abwicklung über Onlineplattformen haben (vgl. Coase 1937). Dies dürfte insbesondere dort der Fall sein, wo virtuelle Kommunikation mit erheblichen Produktivitätsverlusten einhergeht oder ein lokaler Produktionsfaktor von besonderer Bedeutung ist. Für Luxemburg könnten beispielsweise bestimmte rechtliche Regelungen als ein solcher lokaler Produktionsfaktor angesehen werden, der dazu führt, dass bestimmte Tätigkeit vor Ort erbracht werden, obwohl sie aus technischer Sicht ohne Probleme verlagert werden könnten.

Die Möglichkeit plattformbasiert zu arbeiten eröffnet Erwerbstätigen neue Chancen, schafft aber auch neue Herausforderungen für sie. So können diese häufig ihre Arbeit zeitlich flexibel gestalten, doch geht diese Flexibilität mit dem unternehmerischen Risiko der Selbständigkeit einher. Einkommen und Beschäftigungsumfang sind weniger planbar als in einem abhängigen Beschäftigungsverhältnis (vgl. Bertschek et al. 2015). Dies geht so weit, dass die überwältigende Mehrheit von 90 Prozent der auf Online-Arbeitsmärkten Beschäftigten nachfragebedingt unterbeschäftigt ist (vgl. Berg 2016). Interessanterweise spielt für die Beschäftigten in den lokalen mobilen Arbeitsmärkten die räumliche und zeitliche Flexibilität eine größere Rolle als in den Online-Arbeitsmärkten, für die materielle Motive wichtiger sind (vgl. Kaufmann et al. 2011).

Darüber hinaus bieten diese neuen Arbeitsformen neue Beschäftigungsmöglichkeiten. Aufgrund des geringen Arbeitsvolumens und niedriger Stück- oder Stundenlöhne auf Online-Arbeitsmärkten dienen diese jedoch nur selten als primäre Einkommensquelle (vgl. Ross et al. 2010 für MTurk und Bertschek et al. 2015 für Deutschland). Beispielsweise verdienen in Deutschland mehr als zwei Drittel der auf Online-Arbeitsmärkten Beschäftigten weniger als fünf Euro pro Woche und nur drei Prozent mehr als 20 Euro pro Woche (vgl. Bertschek et al. 2015). Anders sieht dies in Niedriglohnländern wie Indien aus, wo die online generierten Einkommen häufiger die wichtigste Einkommensquelle darstellen (vgl. Ipeirotis 2010b). Anbieter plattformbasierter Erwerbsarbeit in den USA weisen insgesamt ein vergleichsweise geringes Haushaltseinkommen auf (vgl. Ipeirotis 2010b) und der Anteil der Befragten auf Plattformen für einfache Tätigkeiten, die angeben, arbeitslos zu sein, beziffert sich auf bis zu einem Drittel (vgl. Ross et al. 2010). Somit eröffnen Online-Arbeitsmärkte insbesondere Chancen für Menschen mit schwacher Arbeitsmarktintegration bzw. niedrigen Einkommen. Bislang ersetzen sie kaum reguläre Arbeitsverträge außerhalb von Entwicklungsländern.

Die Situation auf lokaleren mobilen Arbeitsmärkten und für komplexe Tätigkeiten ist hingegen eine Andere. Die dort beschäftigten Arbeitskräfte arbeiten im Durchschnitt länger und verdienen deutlich höhere Löhne als auf Online-Arbeitsmärkten, wobei die Heterogenität auch stärker ausgeprägt ist (vgl. Leimeister et al. 2016). Bei Uber arbeiten beispielsweise fast 20 Prozent der Arbeitskräfte mehr als 30 Stunden pro Woche (vgl. Chen et al. 2017) und erzielen ihr Einkommen primär auf diese Weise (vgl. Hall und Krueger 2016). Doch zeigt das Beispiel von Uber, dass selbst bei mobilen Arbeitsmärkten für (komplexe) Fahrdienstleistungen die Wochenarbeitszeit selten an die von abhängig Vollzeitbeschäftigten heranreicht. Häufig ist dies jedoch gerade auf kürzere gewünschte Arbeitszeiten zurückzuführen, die einen erheblichen Flexibilitätsgewinn erlauben.

Der Selbständigenstatus hat neben den unternehmerischen Freiheiten und Risiken auch arbeitsrechtlich Konsequenzen. Zwar sind in Luxemburg auch Selbständige prinzipiell wie abhängig Beschäftigte sozialversichert, doch greift die Versicherungspflicht erst ab einem Schwellenwert (ein Drittel des garantierten Mindesteinkommens, also 666,20 € pro Monat). Dies bedeutet, dass das Gros der auf Online-Plattformen vermittelten Tätigkeiten aufgrund der dort geringen Löhne in Luxemburg nicht sozialversicherungspflichtig ist. Da es sich bei diesen geringen Beträgen weitgehend um Nebeneinkünfte handeln dürfte, ist dies aus Sicht der Beschäftigten vermutlich unproblematisch zumal in Luxemburg die Gesundheitsversorgung und das garantierte Mindesteinkommen (RMG) unabhängig von vorherigen Beitragszahlungen gewährt werden. Die besser dotierten online vermittelten Tätigkeiten dürften zumindest teilweise den Schwellenwert überschreiten und somit unter die Versicherungspflicht fallen. Doch dürfte aufgrund des recht hohen Grenzwertes nur ein geringer Teil der online vermittelten Tätigkeiten sozialversicherungspflichtig sein. Bleibt der oder die Selbständige unter dieser Einkommenschwelle, gibt es in Luxemburg Anreize Tätigkeiten an Selbständige beispielsweise über Online-Plattformen auszulagern, um Sozialabgaben zu umgehen. Bei transnationalen Transaktionen kommt hinzu, dass Einkommen nicht immer deklariert werden. Eine Herausforderung ist es darum, rechtliche und technische Systeme zu entwickeln, die eine legale Abwicklung der Plattformtransaktionen erleichtern, um den informellen Sektor möglichst klein zu halten.

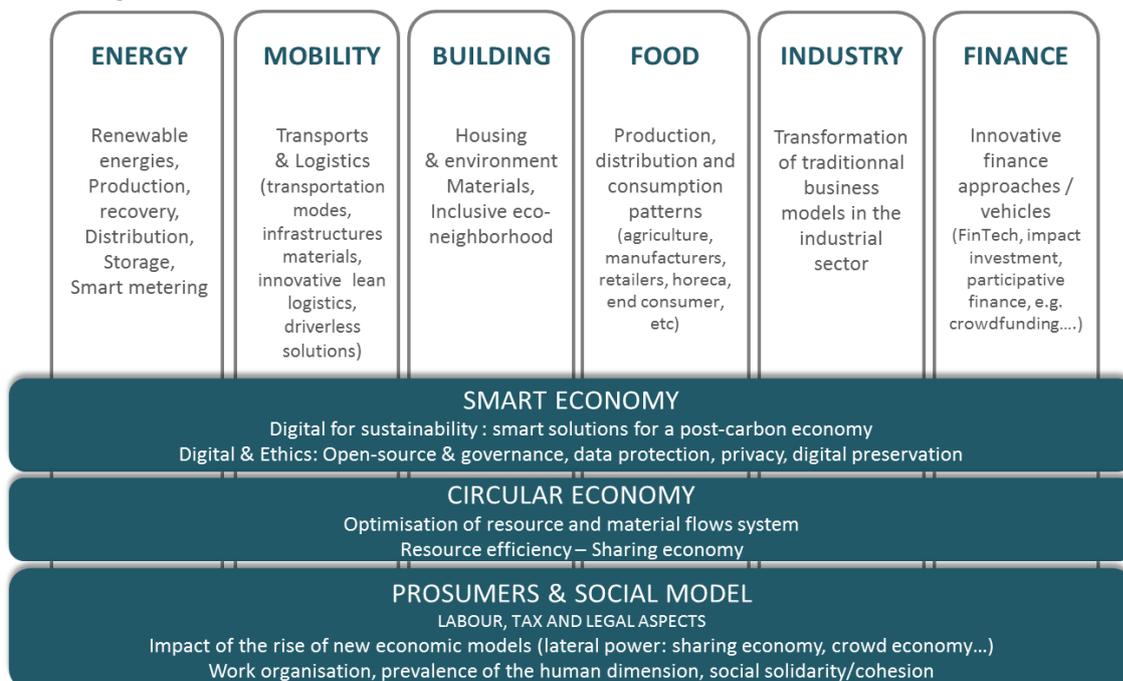
Der im internationalen Vergleich hohe Luxemburger Mindestlohn von 11,525 € pro Stunde für Nicht-Qualifizierte über 18 Jahren könnte durch die Verlagerung von Tätigkeiten auf Online-Plattformen umgangen werden. Darum sollten gerade für plattformvermittelte Erwerbsarbeit im Einzelfall überprüft werden, ob es sich nicht doch um reguläre abhängige Beschäftigung handelt. Dies könnte insbesondere dort der Fall sein, wo beispielsweise die Plattform mehr als nur eine vermittelnde Rolle einnimmt und Lohn und Arbeitsbedingungen bis ins Detail festlegt. In Großbritannien hat beispielsweise ein Gericht einem Uber-Fahrer den Status eines Angestellten zugesprochen (vgl. Taylor et al. 2017). Um Planungssicherheit – für Unternehmen wie auch Beschäftigte gleichermaßen – zu gewährleisten, sollte die Abgrenzung zwischen abhängiger Beschäftigung und Selbständigkeit möglichst klar und einfach verständlich ausfallen (vgl. Taylor et al. 2017). Darüber hinaus sollten für die verschiedenen Beschäftigungsformen möglichst ähnliche Spielregeln gelten, so dass es wenige rechtliche Wettbewerbsverzerrungen zwischen online vermittelten selbständigen und regulären nicht-selbständigen Anbietern gibt.

### 3 Soziale Aspekte der Digitalisierung in der luxemburgischen Arbeitswelt

Luxemburg ist eines der Länder in Europa, die verstärkt über Chancen und Herausforderungen von Arbeiten 4.0 diskutieren. Dabei lässt sich der gegenwärtige (arbeitsmarkt-)politische, mediale und arbeitssoziologische Diskussionsstand um die Auswirkungen der Digitalisierung wie folgt zusammenfassen: Wie auch schon bei vorangegangenen industriellen Revolutionen und früheren technischen Erungenschaften sind Kontroversen im Hinblick auf Chancen bzw. Potenziale und Herausforderungen der Digitalisierung festzustellen. Skeptiker befürchten eine verstärkte Substitution menschlicher Arbeit durch Maschinen und einen damit einhergehenden Anstieg der Arbeitslosigkeit. Zudem werden Plattformanbieter als Gefahr betrachtet, wenn sie sich mit ihren neuen Geschäftsmodellen zwischen die traditionellen Anbieter und ihre Kunden drängen und sich relevante Anteile ihrer derzeitigen Wertschöpfung aneignen. Befürworter heben hingegen die Potenziale der Digitalisierung hervor, welche sich in neuen Produkten, Geschäftsmodellen und Produktionsverfahren, aber auch in einer Humanisierung der Arbeit manifestieren (vgl. Handelsblatt Research Institute 2016, S. 9).

Fest steht, dass die digitale Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft in den kommenden Jahren voranschreiten wird. Das Großherzogtum Luxemburg nimmt sich im Rahmen des so genannten Rifkin-Prozesses der damit einhergehenden Chancen und Herausforderungen an. Dabei wurde die Debatte im Zuge dieses Prozesses zunächst verstärkt auf technische und wirtschaftliche Aspekte fokussiert und mündete in dem 2016 veröffentlichten Gutachten „The Third Industrial Revolution“ (TIR). Dieser technikzentrierte Fokus ist wenig überraschend, da der aktuelle Diskurs um die Digitalisierung der Arbeitswelt weitgehend auf hypothesengestützten Annahmen aus Befunden zur Technik- und Rationalisierungsforschung beruht. Demgegenüber bleibt die Debatte um Arbeiten 4.0 hinter den Anforderungen einer ganzheitlichen Strategie zurück, die den Fokus auch auf die sozialen Auswirkungen von digitalen Transformationsprozessen legt (vgl. Kopp und Schwarz 2017, S. 89). Mit Blick auf die sozialen Auswirkungen der Digitalisierung im Großherzogtum gilt die vorliegende Studie als ergänzender Forschungsbeitrag im Rifkin-Prozess und hier insbesondere zur horizontalen Achse „Prosumers and social modal“ aus dem TIR-Gutachten des US-Ökonomen Jeremy Rifkin:

Abbildung 3.1: TIR-Studie



Quelle: Gouvernance de l'étude stratégique "Rifkin" combiné avec la stratégie "Digital Lëtzebuerg", S. 13.

Rifkin sieht in der digitalen Vernetzung sämtlicher Lebensbereiche eine „dritte industrielle Revolution“, die es ermöglicht, sich von fossilen Energieträgern zu lösen und Wirtschaften effizienter zu machen. Seine Vision ist eine vernetzte „Smart City“. Da Luxemburg wegen seiner wirtschaftlichen Struktur über gute Voraussetzungen zur Umsetzung dieser Vision verfügt, fungierte Rifkin als Berater der luxemburgischen Regierung bei der Entwicklung eines neuen Wirtschaftsmodells und verfasste in diesem Zusammenhang das sogenannte TIR-Gutachten. Dabei diskutierten in neun Arbeitsgruppen 250 Teilnehmer, wie aus Rifkins Vision eine Luxemburger Strategie entstehen könne. Die Arbeitsgruppen waren – wie im Schaubild 1 ersichtlich – nach folgenden Themen aufgeteilt: Energie, Mobilität, Bauen, Ernährung, Industrie, Finanzbranche, „smart economy“, Zirkularwirtschaft und Sozialmodell. An den Treffen nahmen Vertreter der Wirtschaft, des Staates und der Zivilgesellschaft teil. Sowohl das TIR-Gutachten als auch die Digitalisierungsforschung insgesamt richten den Fokus dabei vor allem auf ökonomische, technologische und rechtliche Fragestellungen, die im Zusammenhang mit der Digitalisierung stehen. Dahinter treten soziale Herausforderungen im gegenwärtigen Diskurs oftmals zurück. Demnach existiert ein Forschungsdesiderat zu Einflüssen und sozialen Auswirkungen der Digitalisierung in der Gesellschaft, wobei insbesondere auch der Bedarf an empirischer Evidenz und an anwendungsorientierten, insbesondere länderspezifischen Ansätzen zur Digitalisierung steigend ist. Das Zusammenspiel zwischen betrieblichen Rahmenbedingungen und sozialen Prozessen in der Arbeitswelt bildet jedoch die Grundlage, wie die zukünftige Rolle des Menschen im Arbeitsprozess aussehen dürfte. Entscheidend sind dabei die Art der Technikeinführung und die Techniknutzung.

Diese sozialen Aspekte der Digitalisierung der luxemburgischen Arbeitswelt, die eine partizipative Technikgestaltung ermöglichen oder behindern, sollen im folgenden Kapitel unter Zuhilfenahme sozialwissenschaftlicher Methoden genauer in den Fokus genommen und analysiert werden. Kontroverse Szenarien werden dabei mit Blick auf die Wechselwirkungen von betrieblichen Rahmenbedingungen und sozialen Prozessen im Digitalisierungsprozess in der Arbeits- und Industriesoziologie diskutiert, welche zwar den intelligenten Systemen (1) eine effektive Unterstützung des digitalen Nutzers bei seinen Tätigkeiten mittels intelligenter (Teil-) Automatisierung im Sinne einer Humanisierung der Arbeit zuschreiben. Gleichzeitig könnte der technologische Wandel zu einer (2) Obsoleszenz menschlicher Arbeitskraft bzw. Substitution der Arbeit (vgl. Dengler und Matthes 2015) führen, der sich jedoch durch den Einsatz neuer Technologien u.a. auch auf die (3) Qualifikationsanforderungen und die Mensch-Technik-Interaktion der Arbeitnehmer auswirken könnte (vgl. Bonin et al. 2015). Vor dem Hintergrund des Rifkin-Prozesses richtet sich das Erkenntnisinteresse der vorliegenden Studie auf arbeits- und beschäftigungspolitische Auswirkungen der Digitalisierung und damit auf folgende Fragestellungen:

- Welche Chancen und Herausforderungen ergeben sich für Unternehmen und Mitarbeiter im Zuge der Digitalisierung der Arbeitswelt?
- Welche betrieblichen Akteurskonstellationen begünstigen/ hemmen eine partizipative und soziale Technikgestaltung in Unternehmen?
- Welche neuen Formen der sozialen Interaktionen im Kontext Arbeiten 4.0 lassen sich ermitteln, die eine sehr viel stärkere strukturelle Einbindung der Beschäftigten in Innovationsprozesse sicherstellen können. Welche neuen Anforderungen an interessenpolitisches Handeln ergeben sich aus der Digitalisierung?

In der aktuell verfügbaren Forschungsliteratur ist dabei das Fehlen empirischer Evidenz zu konstatieren, gerade auch in der zentralen Frage der Interaktion zwischen betrieblichen Rahmenbedingungen und sozialen Prozessen in der Arbeitswelt, die auch interessenwirksames Handeln im Sinne partizipativer Technikgestaltung ermöglichen. Dieses Forschungsdefizit ist Anlass für die im Rahmen dieser Studie durchgeführte empirische Bestandsaufnahme zu Kapitel 3 „Soziale Aspekte der Digitalisierung in der luxemburgischen Arbeitswelt“ und zu Kapitel 4 „Arbeitsqualität und Gesundheit“. Die weiteren in der Studie bereits vorgestellten Themen „Digitalisierung - Tendenzen, Treiber, Artefakte“ (Kapitel 1)

und „Auswirkungen der Digitalisierung auf Arbeitsinhalt und -organisation“ (Kapitel 2) sowie das in dieser Studie noch folgende Thema „Herausforderung für die Soziale Sicherung durch die Digitalisierung“ (Kapitel 5) wurden über einzelne Fragestellungen ebenfalls in die Empirie einbezogen.

In diesem Zusammenhang wurden Experteninterviews durchgeführt, um eine weitergehende Untersuchung der sozialen Folgen der Digitalisierung für die luxemburgische Arbeitswelt jenseits des existierenden Quellen- und Datenmaterials zu gewährleisten, welches sich insbesondere aus ökonomischen Meta-Analysen, Befragungen zur Entwicklung der Arbeitsqualität bzw. -bedingungen sowie aus Umfragen zu Nutzungsgewohnheiten etwa der Mitglieder des luxemburgischen Handwerksverbandes (Fédération des Artisans) zusammensetzt<sup>19</sup>. Im Rahmen der Gesamtstudie, welche die Entwicklung der Digitalisierung und ihre möglichen Auswirkungen auf die Arbeitswelt aufzeigen und die damit verbundenen Chancen und Herausforderungen vor dem Hintergrund der luxemburgischen Wirtschafts- und Arbeitsmarktstruktur diskutieren soll, ergänzen die Ergebnisse aus den Experteninterviews als komplementäre Sichtweise die (volks-)wirtschaftlichen Erkenntnisse.

Der explorative Ansatz diene u.a. dazu, eine Rekonstruktion der sozialen Sachverhalte mittels Befragung von Experten wiederzugeben: „Um soziale Sachverhalte rekonstruieren zu können, befragt man Menschen, die aufgrund ihrer Beteiligung Expertenwissen über diese Sachverhalte erworben haben“ (Gläser und Laudel 2010, S. 111, 13). Das empirische Vorhaben aus der vorliegenden Arbeit schließt daher mit der Durchführung von leitfadengestützten Interviews zu Fragen der sozialen Folgen der Digitalisierung eine anwendungsorientierte Forschungslücke.

Dabei wurden auf Basis einer vorbereiteten Liste offener Fragen (Leitfaden) insgesamt 18 Experteninterviews à 1,5 bis 2 Stunden durchgeführt, wobei Experten aus 17 luxemburgischen Institutionen und Organisationen befragt wurden. Als Experten wurden Personen ausgewählt, die aufgrund langjähriger Erfahrung über bereichsspezifisches Wissen und fachliche Kompetenz verfügen (vgl. Miege und Näf 2005, S. 7). Um die sozialen Folgen der Digitalisierung ganzheitlich zu untersuchen, wurden luxemburgische Interviewpartner aus allen gesellschaftspolitischen Bereichen gleichermaßen berücksichtigt: Vertreter der Unternehmen und der Arbeitnehmer, Gewerkschaften, Bildungseinrichtungen, Ministerien sowie Kammern.

Der in dieser Studie den Expertengesprächen zu Grunde gelegte Interviewleitfaden umfasste 4 Themenbereiche (s. Anhang):

#### (1) Allgemeine Fragen

Dieser Themenbereich umfasste vor allem Fragen zu den Aufgaben der jeweiligen Institutionen und inwiefern diese im Digitalisierungsprozess involviert sind.

#### (2) Perzeption von Arbeiten 4.0 in Luxemburg

In diesem Themenbereich zielten die Fragen darauf ab, Chancen für die luxemburgische Wirtschaft und Herausforderungen der Digitalisierung herauszuarbeiten. Es galt hier vor allem auch branchen- und nationalspezifische Zusammenhänge zum Stand der Digitalisierung zu erarbeiten.

#### (3) Auswirkungen auf die Arbeit und Beschäftigung unter Arbeiten 4.0

Um die Auswirkungen auf die Arbeit und die Beschäftigung unter Arbeiten 4.0 zu untersuchen, wurden die Arbeitnehmer- sowie Arbeitgeberperspektive gleichermaßen in den Befragungen berücksichtigt. Dabei ging es insbesondere darum, Prognosen zu liefern, in welchen Branchen und Berufsfeldern voraussichtlich neue Tätigkeiten und Arbeitsplätze infolge der Digitalisierung entstehen und in welchen Bereichen und Branchen Arbeitsplätze zukünftig zunehmend ersetzt werden.

#### (4) Arbeitsqualität und Gesundheit – Herausforderungen für den Arbeits- und Datenschutz

<sup>19</sup> Exemplarisch genannt seien: National Reform Programme, La numérisation dans l'artisanat luxembourgeois: Un état des lieux (2016), Quality of work-Index (2016); Innovative work practices, ICT use and employees' motivations (n°2015-05), Quality of work index. Gesundheitsverhalten von Arbeitnehmern in Luxemburg (n°2/2017).

Der vierte Themenbereich legte den Fokus auf die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Arbeitsqualität im Allgemeinen und die Gesundheit im Besonderen. In diesem Themenbereich wurden im Hinblick auf die IT-Sicherheit der Unternehmen (Security) und auf den Schutz der Mitarbeiter (Safety) die Herausforderungen für den Arbeits- und Datenschutz mit den befragten Experten diskutiert.

Der Leitfaden wurde aufgrund der Vielzahl von befragten Experten und spezifischen Positionen sowie Aufgabengebieten jeweils angepasst. So spielten etwa Fragen zum gegenwärtigen Umsetzungsstand bezüglich digitaler Technologien (CPS-Systeme, Assistenzsysteme, RFID-Chips, „Augmented-Reality“-Technologien) in den unterschiedlichen luxemburgischen Branchen und Sektoren eine eher untergeordnete Rolle bei der Befragung von Experten aus dem Arbeits- oder Datenschutz. Umgekehrt wurde der Leitfaden bei den Vertretern des Arbeits- und Datenschutzes um zusätzliche Fragen zum national-spezifischen arbeitsschutz- und datenschutzrechtlichen Kontext (z. B. Umsetzung der Datenschutz-Grundverordnung der Europäischen Union in Luxemburg) ergänzt. Da beispielsweise die europäische Datenschutz-Grundverordnung (EU-DSGVO) im Bereich des Beschäftigtendatenschutzes über eine sogenannte Öffnungsklausel (EU-DSGVO, Art. 6 Abs. 2, 3 und 4) nationalen Gesetzgebern die Möglichkeit bietet, eigene nationale Regelungen zu erlassen, wurde bezüglich einer Inanspruchnahme dieser Klausel von Seiten des luxemburgischen Gesetzgebers nachgefragt. Hierfür wurde der Leitfaden um passende Fragen erweitert und den entsprechenden Experten vorgelegt.

Hinsichtlich der verwendeten Fragetypen wurden überwiegend realitätsbezogene, vereinzelt auch hypothetische Fragen gestellt. Die hypothetischen Fragen bezogen sich auf einen angenommenen Sachverhalt und dienten im Rahmen einer subjektiven Stellungnahme der Wiedergabe von Meinungen und/ oder Prognosen des Experten (vgl. Haller 2001, S. 255). So wurden die Experten etwa gebeten, eine Prognose über das erwartbare Mensch-Maschinen-Verhältnis abzugeben („Der Mensch steuert und überwacht die neuen Technologien“ versus „Die Maschinen beherrschen oder ersetzen die Menschen“). Auch wenn die Leistung hypothetischer Fragen begrenzt ist, ermöglichten sie im entsprechenden Fall eine Trendschau zur (Weiter-)Entwicklung der Mensch-Maschine-Interaktion zum Zeitpunkt des Gesprächs.

Die vorgenommenen Arbeitsschritte der Auswertung der Experteninterviews folgten den wesentlichen Grundzügen einer inhaltlich-strukturierenden Inhaltsanalyse: der Zusammenfassung, der Explikation und der Strukturierung. Den erstellten Interviewtranskripten folgte nach Erstellung des zentralen Instruments der Inhaltsanalyse, dem Codebuch, zunächst eine erste Kodierung des Materials mit dem Ziel der Reduktion der Textmenge auf die analytisch relevanten Inhalte.

Die Ergebnisse aus der empirischen Bestandsaufnahme wurden mittels luxemburgspezifischer Literatur- und Datenrecherche durch weitergehende Fakten (z. B. aus Studien und Publikationen der luxemburgischen Kammern, der Arbeitsagentur, der Datenschutzkommission, dem Nationalen Institut für Statistik und Wirtschaftsstudien des Großherzogtums Luxemburg sowie Zeitungsartikel der luxemburgischen Tageszeitungen) ergänzt. Die Erweiterung der Datenbasis diente dem vornehmlichen Ziel, einen maximalen Ertrag aus einem methodenpluralistischen Forschungsdesign zu ziehen.

Die intersubjektive Nachvollziehbarkeit, ein Gütekriterium für die Messgenauigkeit (Reliabilität) des inhaltsanalytischen Messinstruments, wurde im Rahmen der sogenannten Intercoder-Reliabilität, einem wichtigen Gütekriterium der qualitativen Forschung, sichergestellt, indem die Codierungen für die Erstellung der inhaltlichen Kategorien von jeweils zwei Codierern paarweise und zufriedenstellend miteinander verglichen wurden (vgl. Haller 2001, S. 185).

### **3.1 Chancen der Digitalisierung in Luxemburg für Unternehmen und Mitarbeiter**

Die von einigen Experten zu erwartenden Auswirkungen auf die Arbeitswelt schwankten zwischen einerseits düsteren Automatisierungsszenarien, die sich durch die verstärkte Nutzung intelligenter Systeme und damit einhergehenden Obsoleszenz menschlicher Arbeitskraft bzw. Substitution der Arbeit

auszeichnen und andererseits einer effektiven Unterstützung des digitalen Nutzers bei seinen Tätigkeiten mittels intelligenter (Teil-)Automatisierung im Sinne einer Humanisierung der Arbeit. Andere Experten nahmen eine moderate und nicht polarisierende Sicht ein: Nicht immer seien die Kausalitäten so eindeutig, und es stelle sich die Frage, ob eine bestimmte Entwicklung ursächlich auf der Digitalisierung beruhe und eindeutig zu Chancen oder Herausforderungen auf dem Arbeitsmarkt führe. Im Folgenden werden die aus den Experteninterviews generierten Einschätzungen zu Chancen und Herausforderungen der Digitalisierung für die luxemburgische Arbeitswelt vorgestellt, die – wie oben beschrieben – nicht immer zweifelsfrei in diese Kategorien eingeordnet werden können.

### 3.1.1 Erhöhung der Produktivität und der Wettbewerbsfähigkeit

Für Europa und den Industriestandort Luxemburg geht – so die übereinstimmende Ansicht der befragten Experten – mit der Arbeit 4.0 vor allem die Chance einher, die Produktivität zu erhöhen und so wettbewerbsfähig gegenüber Niedriglohnkostländern zu bleiben. Schließlich können Arbeitskosten einen hohen Druck auf die Wettbewerbsfähigkeit ausüben. Gleichzeitig stellten die arbeitnehmernahen Organisationen fest, dass Luxemburg bereits eine hohe Produktivität aufweise, womit es stark wettbewerbsfähig sei. Einige befragte Vertreter der Arbeitgeberverbände stellten indes die Bedeutung der Rifkin-Strategie für die Erhöhung der luxemburgischen Produktivität heraus:

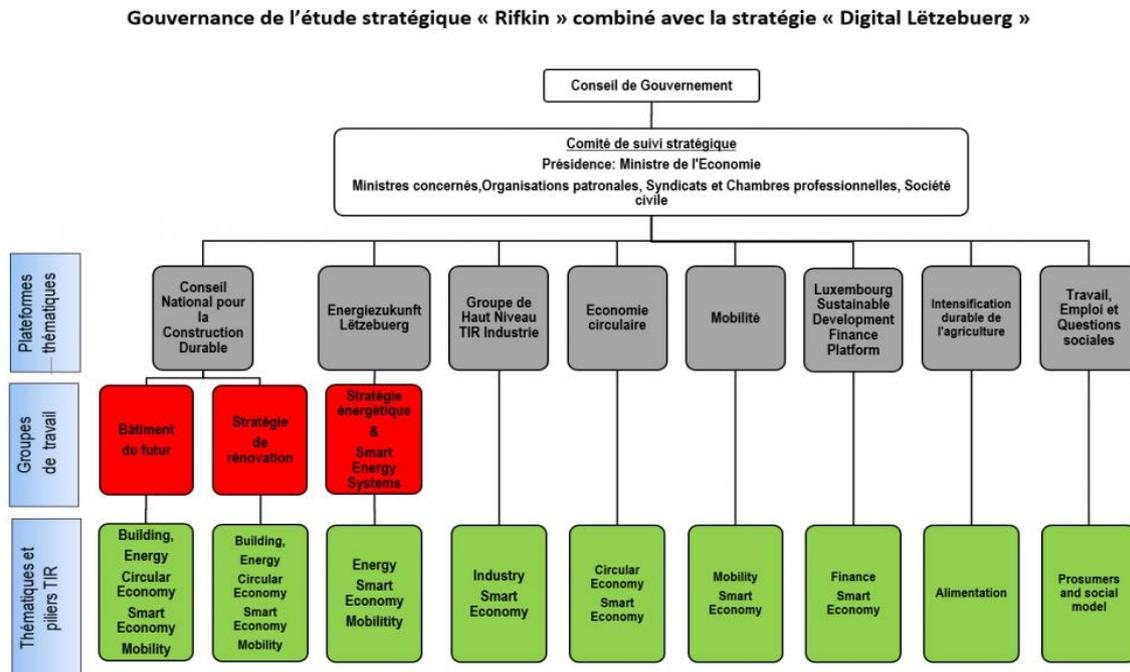
„Seine Strategie hat uns aber gefallen, indem man Mobilität, Energie und IKT miteinander verbindet und dadurch effizienter wird und dadurch Produktivitätsgewinne macht“ (GP2).

Bezüglich der im Zitat angesprochenen langfristigen Bedeutung des TIR-Gutachtens waren sich die Experten einig: Die Rifkin-Studie gilt als Denkanstoß und habe Partner unterschiedlicher politisch-ideologischer Ausrichtungen sowie Branchen in einen konstruktiven Dialog miteinander treten lassen. So hat sich im Rahmen des Rifkin-Prozesses etwa die Automobilbranche als konstanter Kommunikations- und Ansprechpartner in einzelne Sektionen eingebracht. Zudem sei als weiterer bisher wenig berücksichtigter Meilenstein im Rifkin-Prozess die Untersuchung der sozialen Auswirkungen der Digitalisierung auf die luxemburgische Gesellschaft verstärkt miteinbezogen worden.

Die auf Rifkin basierende Strategie der Verbindung von Mobilität, Energie und IKT zur Produktivitätssteigerung wird durch die 2014 gestartete Initiative „Digital Lëtzebuerg“ ergänzt. „Digital Lëtzebuerg“ ist eine Initiative, die daran arbeitet, die Digitalisierung und den IT-Sektor in Bereichen wie Infrastruktur, Telekommunikation und öffentlicher Verwaltung weiterzutragen und weiterzuentwickeln:

„The current government of Luxembourg sought to provide a common umbrella for the numerous public and private initiatives that make up the country’s digital economy and society. Thus, in autumn 2014, the Digital Lëtzebuerg initiative was launched. Digital Lëtzebuerg acts as a coordinator and synergy seeker for all existing initiatives as well as an initiator in areas where action is still necessary“ (Chambre de Commerce Luxembourg, S. 173).

Abbildung 3.2: Rifkin-Studie und Digital Lëtzebuerg



Quelle: Gouvernance de l'étude stratégique "Rifkin" combiné avec la stratégie "Digital Lëtzebuerg", <http://www.troisiemerevolutionindustrielle.lu/2017/02/01/gouvernance-de-letude-strategique-rifkin-combine-avec-la-strategie-digital-letzebuerg/>

Für den Bereich der Smart Technologies wie Smart Building, Smart Energy, Smart Factory, Smart Healthcare, Smart Transportation und Smart Security werden Marktvolumina von über 1000 Milliarden Euro pro Jahr erwartet (vgl. Eberl 2016, S. 234).

Aber auch andere, viel Umsatz und Gewinn versprechende Märkte, profitieren erwartungsgemäß von dieser wirtschaftlichen Entwicklung: das Transportwesen, die Logistik, die industrielle Fertigung und die Analyse großer, unstrukturierter Datenmengen (vgl. ebd., S. 365).

Der Wunsch, einen Wettbewerbsvorteil zu erzielen, intensiviere – so der promovierte Elektrotechniker und diplomierte Wirtschaftsinformatiker Michael Pauly – jedoch den Einsatz von IT und lege den Fokus lediglich auf Hardware. Da Luxemburg für seine Datenzentren bekannt ist, werden demzufolge verstärkt Lösungen für Herausforderungen in der IT-Infrastruktur angedacht, wie zum Beispiel sichere Cloud-Lösungen, die auch kleine Unternehmen nutzen können. In Bereichen außerhalb der IT-Branche würden Lösungen, wie sie etwa von Rifkin vorgeschlagen wurden, hingegen ausgeblendet (vgl. Pauly 2016, S. 25).

#### *Aufbau von IT-Standorten und -Forschung*

Nicht nur Datenzentren, sondern auch der generelle Aufbau von IT-Standorten und von IT-Forschung könnten zur weiteren Erhöhung der Produktivität sowie der Wettbewerbsfähigkeit Luxemburgs beitragen. Bei der Umsetzung eines solchen Vorhabens ergeben sich jedoch Fragen nach einem geeigneten Standort, der Rekrutierung von IT-Spezialisten und der Aneignung von IT-Skills.

Einige Experten gehen davon, dass zum Ausbau einer solchen IT-Infrastruktur bestimmte luxemburgische Städte und Viertel einen besonders hohen IT-Standortvorteil bieten könnten:

„Ich glaube, gerade der ganze Standort rund um den neuen Universitätscampus wäre meiner Meinung nach prädestiniert dafür, dass man dort versucht die ganzen Aktivitäten rund um die Digitalisierung mit Vorrang zu fördern und zu implementieren“ (GP18).

Mit dem geforderten Ausbau von bestimmten IT-Standorten geht die weitergehende Überlegung einher, dass solche IT- und High-Tech-Zentren „international konkurrenzfähige Forschung“ (GP18) ansiedeln und betreiben könnten. Aus den im Rahmen der Studie durchgeführten Experteninterviews geht ferner hervor, dass trotz des Fachkräftemangels durchaus landeseigene IT-Kompetenzen im Großherzogtum vorhanden sind, wie das vorliegende Zitat belegt:

„Ich sehe das für Luxemburg aber eher positiv, weil wir haben zwar einen IT- Fachkräftemangel in verschiedenen Bereichen, aber andererseits zeigen Statistiken, in welchen wir mit anderen europäischen Ländern verglichen werden hinsichtlich der IT- Kompetenzen unserer Arbeiter, dass wir da an erster, zweiter oder dritter Stelle stehen“ (GP4).

Die Sprachfähigkeit der Luxemburger wird dabei von einigen Experten als Add-on herausgestellt, da ggf. fehlende Fremdsprachenkenntnisse der rekrutierten IT-Spezialisten durch die multilinguale Kommunikationsfähigkeit der Luxemburger aufgefangen werden könne. Einschränkend existiere – so eine weitere Expertenmeinung – jedoch gleichzeitig eine „soziale Müdigkeit“ (GP9) der Luxemburger, zwischen Personen mit unterschiedlichen Sprachkompetenzen zu kommunizieren. Zugleich haben nach Ansicht einzelner Interviewpartner eben diese hochqualifizierten Fachkräfte bei Arbeitslosigkeit des Öfteren Schwierigkeiten auf dem luxemburgischen Arbeitsmarkt schnell vermittelt zu werden, da fehlende Sprachkenntnisse nicht selten ein Ausschlusskriterium für eine erfolgreiche Vermittlung seien.

Ein anderer Experte sieht gar die Möglichkeit, dass IT-Kompetenzen von anderen benötigten Fähigkeiten im Zuge der weiteren digitalen Transformation verdrängt werden könnten:

„Vielleicht haben wir in Zukunft Jobs wie Robotertrainer, wo ich überhaupt keine IT-Skills brauche aber möglicherweise ganz andere Skills brauche, weil ich bin mit einer künstlichen Intelligenz konfrontiert, die lernt und die ich trainieren kann mit einer Art und Weise wo ich überhaupt jetzt nichts programmieren muss“ (GP18).

Der Experte verwies im weiteren Gesprächsverlauf zudem auf den Erwerb von e-skills als weitere benötigte Kompetenz, wobei es ihm dabei primär um den zu erlernenden Umgang mit digitalen Tools und Automatisierungsprozessen geht und nicht lediglich um den Umgang mit gängigen Office-Anwendungen.

Ein anderer Experte hebt im Zuge des benötigten Ausbaus von IT-Kompetenzen die Bedeutung der sozialen Dimension im Umgang mit Änderungsprozessen in technischen Systemen hervor. Darunter sind soziale Konsequenzen gemeint, die mit der Digitalisierung einhergehen könnten. Als solche gelten etwa die soziale Teilhabe aller Arbeitnehmer an der (Weiter-)Entwicklung digitaler Kompetenzen zu gewährleisten. Sich den neuen Digitalisierungstechnologien anzupassen, erfordert schließlich – so die Position des Befragten im weiteren Verlauf des Gesprächs – die Teilnahme am digitalen Lernen unter Berücksichtigung arbeitnehmerfreundlicher Grundsätze. Die Interaktion mit der Technologie könnte im Gegenzug jedoch viel stärker an die normale Humaninteraktion angepasst werden, wodurch die Aneignung von IT-Skills auch für Personen mit wenig IT-Bildungshintergrund zugänglich sein würde.

Die Herausforderung bestünde dann darin, etwa in einem kompetenzorientierten Unterricht diese Skills gesondert hervorzuheben und auszubauen. Somit können die neuen Technologien auch als Chance gesehen werden, um neue Methoden für das Reskilling und das Lifelong Learning einzuführen. Luxemburg könnte so zu einem Technologieanbieter avancieren, insbesondere auch mit Blick auf den Ausbau von IT-Standorten.

### *Individualisierung der Produkte und Chancen für die kleinen Unternehmen*

Von dem Einsatz neuer Technologien und dem Ausbau eines IT-Standortes könnten auch kleinere Hersteller profitieren, wodurch sich eine weitere Chance in Digitalisierungsprozessen zeigt.

Gleichzeitig stellen einige der befragten Experten fest, dass trotz der Dominanz der Global Player der IT-Welt kleine Hersteller eine Individualisierung der Produkte ermöglichen:

„Die Leute sagen, die Städte werden leer durch Amazon. Man kann auch sagen: nein. Die Individualisierung der Produkte und die Chancen für die kleinen Hersteller werden größer durch geringe Transaktionskosten, die entstehen, wenn wir diese Leute richtig versichern und wenn es nicht zur Selbstausbeutung führt wie bei Uber“ (GP11).

Aber nicht nur für kleine (IT-)Hersteller, sondern auch für das Handwerk kann die Digitalisierung laut der Experten Chancen bieten.

### **3.1.2 Nutzung weiterer Potenziale zur Fachkräftesicherung**

Die fortschreitenden Digitalisierungsprozesse können dahingehend als Chance betrachtet werden, dass bisher wenig berücksichtigte Fachkräfte (z. B. leistungseingeschränkte Personen oder Personen mit Migrationshintergrund) im Rahmen der Fachkräftesicherung stärker in den Fokus genommen werden.

In Luxemburg unterscheidet sich die Frage des Arbeits- bzw. Fachkräftebedarfs aufgrund der enormen Bedeutung der Einwanderungs- und Grenzpendlerströme stark von den Situationen in anderen europäischen Ländern oder auch den übrigen Teilgebieten der Großregion (vgl. Wirtschafts- und Sozialausschuss der Großregion 2014, S. 62). Luxemburg ist nach wie vor Hauptanziehungspunkt der Grenzgänger in der Großregion. So hat laut der Studie der Interregionalen Arbeitsmarktbeobachtungsstelle zur Grenzgängermobilität aus dem Jahr 2016 die Anzahl der Grenzgänger in Luxemburg seit Jahrzehnten kontinuierlich zugenommen. Im Jahr 2008 arbeiteten etwa 73 Prozent der Pendler in der Großregion und stellen somit 44 Prozent der lokalen Arbeitskräfte (vgl. Wille 2012, S. 33). Im Jahr 2015 waren dann 166.768 Einpendler im Großherzogtum beschäftigt, von denen rund die Hälfte in Frankreich (49,8 Prozent) und jeweils ein Viertel in Deutschland (25,2 Prozent) und Belgien (25,0 Prozent) wohnhaft war. Dabei sind zwischen 2005 und 2015 insbesondere die Einpendlerzahlen aus Deutschland rapide angestiegen (+67 Prozent), während Belgien und Frankreich einen Anstieg um gut ein Drittel verzeichneten (vgl. Interregionale Arbeitsmarktbeobachtungsstelle 2016, S.14). Allerdings muss diese Entwicklung in zwei Phasen eingeteilt werden: eine vor der Finanz- und Wirtschaftskrise 2009 und eine danach. Während vor 2009 im Großherzogtum mehr Arbeitsplätze entstanden, als besetzt werden konnten, zeigt sich nach der Krise eine deutliche Verlangsamung des Beschäftigtenwachstums bei den Grenzgängern (vgl. ebd. 2016, S. 19).

Nichtsdestotrotz ist zu vermuten, dass zukünftig zunächst bei den Grenzgängern nach entsprechenden „digitalen“ Kompetenzprofilen gesucht werden wird, bevor eine globale Anwerbung ausländischer Arbeitskräfte erfolgt.

### *Menschen mit Behinderung*

Menschen mit Behinderung stellen eine weitere Beschäftigtengruppe dar, die neben den Grenzgängern von den Folgen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt profitieren könnte.

Das Bundesministerium für Arbeit und Soziales hat im Jahr 2015 den Dialogprozess „Arbeiten 4.0“ gestartet, um zu erörtern, welche Gestaltungschancen es vor dem Hintergrund des technologischen und kulturellen Wandels für die Zukunft der Arbeit gibt. In diesem Zusammenhang befasste sich die 2016 veröffentlichte Kurzepertise mit der Frage, welche Veränderungen diese Entwicklung für Menschen mit Behinderung mit sich bringt. Die Digitalisierung verändert die Arbeitsorganisation, so wird z. B. die

Ortsgebundenheit von Arbeit weiter abnehmen. Insbesondere für Menschen mit körperlichen und Sinnesbehinderungen eröffnen sich damit neue Möglichkeiten eines ortsunabhängigen Arbeitens, indem beispielsweise im Homeoffice gearbeitet werden kann und die Übermittlung von Arbeitsergebnissen ebenso wie die diesbezügliche Kommunikation über das Internet erfolgen. Neben diesen Entwicklungen in der Arbeitswelt, die alle Menschen betreffen, gibt es für Menschen mit Behinderungen noch einen dritten Aspekt der Technikentwicklung: neue technische Möglichkeiten der Kompensation von Beeinträchtigungen sowie der individuellen Anpassung des Arbeitsplatzes und des Arbeitsumfeldes an behinderungsbedingte Bedarfe (vgl. BMAS 2016, S. 14f.). Diesen Aspekt hebt ein befragter Experte auch für Luxemburg als Chance hervor:

„Ein Punkt, der eher vielleicht positiv zu bemerken ist, ist die Frage inwiefern die Digitalisierung eine Chance darstellen kann, zum Beispiel für Menschen mit einer Behinderung. Da können auch neue Beschäftigungsmodelle entstehen, wo Menschen mit einer Behinderung vielleicht auch einfacher einen Zugang zum Arbeitsmarkt bekommen können“ (GP1).

### *Migrantinnen und Migranten*

In jüngeren Studien zum Thema „Migration in Luxemburg“ ist ein Forschungsinteresse hinsichtlich der Untersuchung von Migrationsphänomenen im grenzüberschreitenden Vergleich zu konstatieren, so auch in der 2016 erschienenen Dissertation „Migration in den Medien. Eine vergleichende Studie zur europäischen Grenzregion SaarLorLux“ (vgl. Kreuzer 2016). Der Fokus dieser Arbeit lag auf einer für den Untersuchungszeitraum 1990 bis 2010 durchgeführten Inhalts- und Diskursanalyse zu ausgewählten Statusgruppen (z. B. Flüchtlinge, Aussiedler, Asylbewerber) in den auflagenstärksten Tageszeitungen der europäischen Grenzregion SaarLorLux, der Saarbrücker Zeitung, dem *Républicain Lorrain* und dem *Luxemburger Wort*. So ermittelte die Studie in der Themenanalyse zum *Luxemburger Wort* etwa einerseits Berichtsansätze in Form nationaler bzw. regionaler migrationsspezifischer Ereignisse, andererseits – und mit Verweis auf Luxemburg als Sitz mehrerer EU-Institutionen nicht überraschend – als politische Diskussionen um Gesetzesbestimmungen in der europäischen Asyl- und Migrationspolitik (vgl. Kreuzer 2016, S. 246).

Luxemburgische Migrationsstudien konzentrieren sich trotz gegenwärtig vereinzelt durchgeführter grenzüberschreitend angelegter Medienanalysen jedoch verstärkt auf die Darstellung des sozialhistorischen Migrationsgeschehens im Großherzogtum Luxemburg (vgl. Kreuzer 2016, S. 38). Aus diesen Untersuchungen lassen sich folgende historische und aktuelle Erkenntnisse zum Migrationsgeschehen in Luxemburg ermitteln: Luxemburg gehört zu den Ländern Europas, die noch ein positives Bevölkerungswachstum zu verzeichnen haben, welches vor allem dem außergewöhnlich hohen Anteil an zugewanderten Menschen zu verdanken ist (vgl. Willems und Milmeister 2008, S. 63). Bereits in der Vergangenheit, in der ersten Phase der Nachkriegszeit seit 1945, zeigte sich erstmals das Problem eines Fachkräftemangels, sodass die luxemburgische Regierung um ausländische Arbeitskräfte warb (vgl. Als 1993, S. 485f).

Den größten Migrantenanteil bilden seit den 1970er Jahren Portugiesen. Diese finden sich vor allem in unqualifizierten Tätigkeiten wieder wie im Baugewerbe, der Reinigung oder in häuslichen Dienstleistungen. Zeitgleich lässt sich eine weitere Einwanderung von Führungskräften aus dem Banken- und Finanzsektor sowie Funktionäre europäischer und anderer internationaler Institutionen konstatieren, sodass einerseits eine „Erwerbsmigration unqualifizierter ausländischer Arbeitskräfte“ und andererseits eine „Einwanderung von Eliten und Privilegierten“ vorherrscht (vgl. Pauly 2012, S. 69). Auch heute ist eine zunehmende Erwerbsmigration durch Grenzgänger feststellbar, die durch positive Zukunftsperspektiven begünstigt wird:

„In diesem Land ist es so, dass die Bevölkerungsentwicklung hauptsächlich durch Mortalität und Geburtenraten bestimmt wird, aber sie wird getrieben von der Immigration. Immigration heißt also: Wenn die Zukunftsperspektiven gut sind, dann kommen die Leute nach Luxemburg, weil man da Jobs bekommt, die gut bezahlt sind, wo man schön leben kann“ (GP9).

Nach übereinstimmender Ansicht der Experten erachten diese gerade im Zuge der zunehmenden Digitalisierung die Zuwanderung durch Grenzgänger, aber auch anderweitigen ausländischen Erwerbsgruppen als notwendig, um den Bedarf der luxemburgischen Unternehmen an Arbeitskräften bezüglich Anzahl und Qualifikationen abdecken zu können. So werden nach Ansicht des Dachverbands luxemburgischer Arbeitgeber Handlungsbedarfe u.a. im Handwerk, Straßentransport und Horeca-Sektor sowie insbesondere in Bezug auf höhere qualifizierte Arbeitskräfte im Bereich der Industrie und der Finanzdienstleistungen gesehen (vgl. Wirtschafts- und Sozialausschuss der Großregion 2014, S. 72). Der Bedarf an höher qualifiziertem Personal wird dabei in erster Linie über Grenzgänger abgedeckt, wohingegen Geringqualifizierte überwiegend über die bereits nach Luxemburg eingereisten Einwanderer rekrutiert werden. Da sich das Qualifikationsniveau der nachrückenden Einwanderergeneration (insbesondere der portugiesischen Generationen) aber voraussichtlich erhöhen wird, könnte in den nächsten Jahrzehnten ein Engpass an gering qualifizierten Arbeitskräften in Luxemburg auftreten. Die luxemburgische Handwerkskammer (Chambre des Métiers) weist für das Handwerk zudem daraufhin, dass dieses zur Deckung des steigenden Fachkräftemangels zunehmend auf Grenzgänger angewiesen sein wird (vgl. ebd., S. 72).

Für Migrantinnen und Migranten ergeben sich somit im Zuge der Digitalisierung verstärkte Erwerbschancen, die freilich einen konsequenten Erwerb digitaler Kompetenzen erfordern.

### 3.1.3 Wandel von Qualifikationen und Kompetenzen

Der Wandel von Qualifikationen und Kompetenzen impliziert eine weitere Chance der Digitalisierung im Zuge von Reskilling, Lifelong Learning und dem Ausbau unternehmerischen Handelns.

#### *Aufwertung des Reskilling und Einführung des Lifelong Learning im Zuge neuer Tätigkeitsfelder*

Eine positive und damit chancenreiche Entwicklung in der digitalen Arbeitswelt ist nach überwiegender Meinung der Interviewpartner in einer Qualifikationsaufwertung (Up- und Reskilling) und Tätigkeitsanreicherung in vielen Berufen und Branchen zu sehen. Als Grund hierfür können die erhöhte Komplexität der Fertigung und die informationstechnologische Dezentralisierung von Entscheidungs-, Kontroll- und Koordinationsfunktionen angesehen werden (vgl. Hirsch-Kreinsen 2014, S. 2). Somit steigt auch die Nachfrage nach höher qualifizierten Beschäftigten, die sich im Sinne des Lifelong Learning (LLL) permanent weiterbilden (müssen). Diese im besten Fall intrinsische Motivation der Arbeitnehmer für lebenslanges Lernen wird durch die luxemburgische Regierung dahingehend unterstützt, als dass Maßnahmen zum LLL in einer nationalen Strategie implementiert werden sollen (vgl. Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg 2017, S. 10).

Ein anderer Experte hebt in diesem Zusammenhang die Bedeutung der Allgemeinbildung hervor, welche auch im Zeitalter der Digitalisierung Teil der beruflichen (Weiter-)Qualifizierung sein sollte. Die luxemburgische Universität könnte – so wird weiterhin vermutet – beim Re- oder Upskilling zu einem zentralen Akteur werden.

Auch wenn die neuen Technologien als Chance betrachtet werden können, um neue Methoden für das Reskilling oder Lifelong Learning einzuführen, verweisen insbesondere die Vertreter der Arbeitnehmerverbände zugleich auf den gegenteiligen Effekt, dass bestimmte Jobkategorien sowie Qualifikationsprofile überflüssig werden (s. auch Abschnitt 4.1). Den größeren Herausforderungen können nur höher qualifizierte Beschäftigte gerecht werden, die den Umgang mit neuen Technologien bereits beherrschen oder zügig über Up- und Reskilling erlernen. Während im Zuge der zunehmenden Informatisierung die Nachfrage nach diesen Qualifizierten also steigt, sinkt die Nachfrage der Unternehmen nach Beschäftigten mit geringer Qualifikation. Dieser sogenannte „skill-biased technological change“ wurde in zahlreichen Studien für verschiedene Länder nachgewiesen und wird im Abschnitt 4.1 dieser Studie detaillierter beschrieben (vgl. Jung 2014, S. 250).

Andererseits zeigt eine Studie der Boston Consulting Group, die 40 Berufe in 23 verschiedenen Industrien untersucht hat, dass bis 2025 etwa für Deutschland durch Digitalisierung sogar eine Million neuer Arbeitsplätze entstehen könnten, während 610.000 wegfallen. Somit bliebe ein positiver Saldo von 390.000 neuen Arbeitsplätzen (Eberl 2016, S. 245). Gerade zwischen den heutigen Berufsfeldern zeigen sich zudem deutliche Potenziale, z. B. in der Biochipentwicklung zur Messung bestimmter Funktionen im menschlichen Körper. Hier werden im Rahmen eines hochkomplexen Organisationswandels Qualifikationsprofile entstehen, die Kenntnisse der Mikroelektronik und Kommunikationstechnik mit Medizin- und Biologiekenntnissen kombinieren (Ebd., S. 246).

Zusätzlich zu obigen Prognosestudien relativieren sich Automatisierungsrisiken in der aktuellen Debatte zur Industrie 4.0 hinsichtlich nachweisbarer Befunde aus den vergangenen Industriellen Revolutionen:

„Ausgehend von der ersten industriellen Revolution, die durch die Mechanisierung mit Wasser- und Dampfkraft ausgelöst wurde, über die zweite industrielle Revolution, bei der die Einführung von Fließbändern und elektrischer Energie die Massenproduktion ermöglicht hat, bis hin zur dritten Revolution, die durch den Einsatz von Computern und Mikroelektronik (NC- und CNC-Steuerung) eine weitere Automatisierung nach sich zog, waren die Befürchtungen immer groß, dass menschliche Arbeit durch den Einsatz neuer Technologien obsolet wird“ (Ruiner und Wilkesmann 2016, S. 23).

Rückblickend zeigte sich jedoch, „dass ohne die industrielle Revolution und die damit verbundene Steigerung der Arbeitsproduktivität, ein Bevölkerungswachstum bei gleichzeitigem Zuwachs an Wohlstand nicht möglich gewesen wäre“ (Ebd., S. 26). Der technologische Wandel führte letztendlich zu einer höheren Arbeitsproduktivität und Wertschöpfung sowie zu Lohnsteigerungen und damit eher zur Schaffung neuer Arbeitsplätze als zu einer Arbeitsplatzvernichtung.

Nichtsdestotrotz sind die zukünftige Computerisierung und Digitalisierung von Arbeit einer noch nicht eindeutigen Entwicklung unterworfen.

#### *Ausbau des Entrepreneurial Spirit*

Angesichts dieser Entwicklungen könnte der Ausbau unternehmerischen Handelns als Chance gesehen werden, um Gründungsideen und Innovationen in Luxemburg zu begünstigen. Einige der befragten Experten nannten den Ausbau des Entrepreneurial Spirit eine Chance für die luxemburgische Gesellschaft im digitalen Zeitalter:

„Es wird ja immer mehr von den Mitarbeitern gefordert, dass man unternehmerisch ist, dieses Entrepreneurial Spirit: Selbst die Sachen in die Hand zu nehmen, selbst eine Start-up zu gründen und das ist wirklich sehr weit entfernt von der luxemburgischen Mentalität und da müssen wir noch verstärkt daran arbeiten“ (GP15).

Während dieser Experte mit dem Verweis, im digitalen Zeitalter unternehmerischer zu denken, arbeitnehmerbezogene Empfehlungen anspricht, fordert ein Vertreter eines Arbeitgeberverbandes eine allgemeine Offenheit für Veränderungen mittels Aufbrechen klassischer Schemata und liefert damit einen Erklärungsversuch der im obigen Zitat angeführten „luxemburgischen Mentalität“:

„Aber das ist vielleicht die große Herausforderung, die Digitalisierung, der Prozess ist Change-Management, überhaupt eine Offenheit für Veränderungen in den Köpfen der Leute, in einem Land, dem es gut geht, da ist es immer schwierig Änderungen herbeizuführen“ (GP2).

### **3.2 Risiken der Digitalisierung**

Die befragten Experten sind sich in dem Punkt einig, dass die fortschreitende Digitalisierung unterschiedliche Folgen für die aktuell bestehenden Arbeitsplätze nach sich ziehen könnte. So wird sich – so die Annahme der meisten Experten – einerseits das Aufgabenspektrum der Arbeitnehmer verändern,

wodurch völlig neue Tätigkeits- und Berufsfelder entstehen werden, andererseits wurden von Seiten der Experten drei hypothetische Szenarien skizziert, die die Produktionsgewinne betreffen: den Abbau von Arbeitsplätzen; die Kompensation der verkürzten Arbeitszeit mittels Lohnausgleich; die Digitalisierung als Jobmotor für einen Zuwachs an Arbeitsplätzen.

Dabei gilt es laut einem Experten, jede dieser möglichen Perspektiven mit „politischen Rahmensetzungen“ (GP8) zu flankieren, z. B., dass die Entscheidung über eine allgemeine Arbeitszeitkürzung mit vollem Lohnausgleich einherzugehen habe, dass staatlich und betrieblich finanzierte Umschulungs- und Weiterbildungsmaßnahmen gewährleistet sein müssen und die interessenpolitische Mitbestimmung in den Betrieben zu stärken wäre.

Die Studie des Handelsblatt Research Institut aus dem Jahr 2016 hat bezüglich der Arbeitsnachfrage in einzelnen Branchen indes folgende Entwicklung prognostiziert:

**Tabelle 3.1: Arbeitsnachfrage verschiedener Branchen**

Branchen mit zunehmender Arbeitsnachfrage	Branchen, bei denen die Erwartungen nicht eindeutig sind	Branchen mit abnehmender Arbeitsnachfrage
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Dienstleistungen: insb. Beratung, Bildung/Erziehung, „Dienstleistung 4.0“, Gastgewerbe, Gesundheit/Soziales, Recht, Reinigung/ Entsorgung</li> <li>● Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Chemie</li> <li>● Finanzwirtschaft</li> <li>● Handel</li> <li>● Maschinen- und Anlagenbau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Logistik</li> <li>● Produzierendes Gewerbe</li> <li>● Wartungsdienstleistungen</li> </ul>

Quelle: Handelsblatt Research Institute 2016, S. 88.

Die Tabelle zeigt, dass viele Branchen von einer abnehmenden Arbeitsnachfrage betroffen sein könnten. Im Folgenden sollen daher die Herausforderungen der Digitalisierung für den luxemburgischen Arbeitsmarkt auf Basis der empirischen Erhebungen aufgezeigt werden, die sich in folgende Kategorien einteilen ließen: Wandel der Erwerbsarbeit; Fehlendes Einsatzpotenzial bestimmter Erwerbsgruppen; Erosion des sozialen Zusammenhalts; Qualifikatorische Herausforderungen des Arbeitsmarktes 4.0.

### 3.2.1 Veränderung der Erwerbsarbeit

Herausforderungen könnten sich in der Veränderung der Erwerbsarbeit zeigen, die insbesondere die Gefährdung von Arbeitsplätzen, die Grenzen der Telearbeit und die Durchlässigkeit der Grenzlinien zwischen Arbeit und Freizeit betreffen.

#### *Gefährdung der Arbeitsplätze im Finanzsektor*

Das Substituierbarkeitspotenzial von Tätigkeiten wird zum einen bei repetitiven Routinetätigkeiten, zum anderen aber auch bei der wissensbasierten Erwerbstätigkeit vermutet (vgl. Ford 2015, S. 112). Nicht abzusehen ist jedoch, ob die verbleibenden Arbeitstätigkeiten eher hoch qualifiziert oder niedrig qualifiziert sein werden. Ein Trend am Arbeitsmarkt geht zur Polarisierung: Während die Beschäftigung hoch bezahlter Personen, die kognitive Arbeit verrichten, und die Beschäftigung niedrig bezahlter Personen, die manuelle Arbeit oder Dienstleistungen verrichten, wachsen wird, ist davon auszugehen, dass bei Routinetätigkeiten mit mittlerem Einkommen eine Aushöhlung stattfinden wird (vgl. Düll et al. 2016, S. 99). Der Soziologe Christoph Kucklick formuliert diese Tendaussagen noch allgemeiner:

„Die Intelligenz wird neu verteilt: Computer übernehmen die gut definierbaren Jobs mit algorithmisch zerlegbaren Tätigkeiten, Menschen übernehmen alles, was vage, schwer zu definieren und komplex ist (was nicht heißt, dass es gut bezahlt sein muss)“ (Kucklick 2014, S. 83).

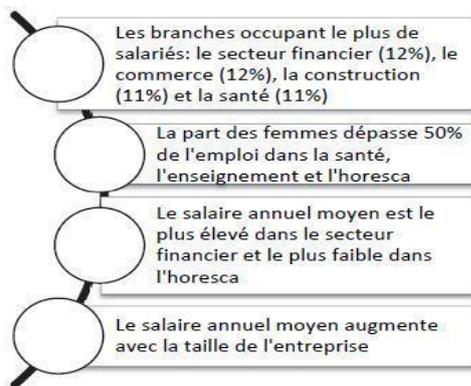
Fest steht für einige der befragten Experten zudem, dass die durch den Menschen gesetzte Qualität nicht durch eine Maschine ersetzt werden kann: „Cette digitalisation nous permet d’améliorer la qualité de la collaboration des différentes personnes. Mais il restera toujours une partie du travail qui devra être fait par un être humain si on veut de la qualité“ (GP16).

Auch der deutsche Physiker Ulrich Eberl schließt sich dieser These an, wenn er der Frage nachgeht: „Gibt es wirklich irgendetwas in unserem Gehirn – oder philosophischer ausgedrückt, von Körper, Seele und Geist –, das so einzigartig ist, dass man es niemals „künstlich“ nachbilden kann? Nach allem, was ich bei meinen Recherchen zu den intelligenten Maschinen erfahren habe, würde ich auf diese Frage antworten: Nein.“ (Eberl 2016, S. 369).

Nach übereinstimmender Ansicht der Experten ist im Bereich „Veränderung der Erwerbsarbeit“ ein hohes Risiko für den in Luxemburg starken Finanzsektor durch eine stärkere Gefährdung von Arbeitsplätzen zu sehen.

Mit Blick auf die nicht unumstrittenen Ergebnisse aus der Studie von Frey und Osborne (2013) über eine hohe Automatisierungswahrscheinlichkeit zahlreicher Berufe in den USA, welche auch den Beruf des Kreditberaters betrifft (vgl. Frey und Osborne 2013, S. 71), steht nach Ansicht der befragten Experten einer der hochproduktivsten Wirtschaftszweige Luxemburgs, der Finanzdienstsektor (vgl. Zahlen 2008, S. 254), vor einem enormen Handlungsbedarf. Folgendes Schaubild mit aktuellen Trendaussagen zu Branchenspezifika des luxemburgischen Statistikamtes (STATEC) hebt die starke Bedeutung des Finanzsektors in Luxemburg hervor (vgl. STATEC 2017, S. 9):

**Abbildung 3.3: Bedeutung des Finanzsektors in Luxemburg**



Quelle: STATEC 2017, In: Bulletin du STATEC 1. Salaires, emploi et conditions de travail (2017): n° 1-17, S. 9.

Gerade auch im Finanzsektor stellt der erfolgreiche Einsatz neuer digitaler Technologien einen wichtigen Wettbewerbsfaktor für Unternehmen dar. Der Wunsch von Kunden nach einer raschen und weitreichenden Digitalisierung im Sinne eines Mobile-Bankings führt zum Markteintritt von neuartigen Finanzdienstleistern, die den in dieser Branche bereits hohen Konkurrenzdruck insbesondere für die traditionellen Banken weiter erhöht. Der branchentypische Konkurrenzdruck wurde von einigen Experten für Luxemburg folgendermaßen beschrieben:

„Die Digitalisierung macht ja sämtliche Türen offen und andere Anbieter kommen dazu, also der klassische Konkurrent ist nicht der Nachbar, sondern irgendeiner, irgendwo“ (GP7).

Branchenfremde Anbieter könnten so Banken oftmals Schritt für Schritt einen wachsenden Teil des Kerngeschäfts abnehmen. Dies führe nach Aussagen desselben Interviewten auch dazu, dass Privatkunden bei einer Vielzahl an unterschiedlichen Banken und/ oder branchenfremden Anbietern seien:

„In Luxemburg sind die Kunden bei drei Banken, wir haben eine ganz starke Konkurrenz im Retail Bereich. Im internationalen Wealth Management sind unsere Konkurrenten die Schweiz und London nach dem Brexit und da muss man vorbereitet sein und schnell reagieren“ (GP7).

Den (traditionellen) Bankinstitutionen fehlen indes oftmals integrierte Leistungsangebote, die sowohl das Filialgeschäft als auch die digitalen Aktivitäten berücksichtigen. Hier drängen insbesondere Nichtfinanzunternehmen auf den globalen und damit auch luxemburgischen Markt und entwickeln zur Abhilfe sogenannte FinTechs, das heißt internetbasierte Technologien im Finanzbereich, zum Beispiel im E-Commerce:

„Luxembourg has a well-developed IT sector that has been providing IT solutions for the financial sector for many years. But those were providing the legacy systems for operating a traditional bank. FinTech, however, is about disrupting the traditional bank's business model in many ways, and not merely to provide IT support systems for the existing. FinTech thus follows a different state of mind that has to enter the banker's DNA“ (Chambre de Commerce Luxembourg, S. 180).

Angesichts dieser digitalen Herausforderungen können vier entscheidende strategische Weichenstellungen im luxemburgischen bzw. globalen Finanzsektor festgemacht werden:

- integrierte Leistungsangebote, die sowohl das Filialgeschäft als auch die digitalen Aktivitäten berücksichtigen;
- die Neugestaltung des Filialnetzes;
- die Modernisierung der Organisationsstrukturen und IT-Systeme;
- die Stärkung der Marke und der Alleinstellungsmerkmale einer Bank.

Ein weiterer Handlungsstrang ist in einer stärkeren Investition in Aus- und Weiterbildung bei luxemburgischen Staatsangehörigen sowie bei Grenzgängern im Finanzdienstsektor zu sehen, sowohl auf Arbeitgeber- als auch Arbeitnehmerseite. Dabei arbeiten 12,7 Prozent aller Grenzgänger im Finanzbereich (vgl. STATEC 2017, S. 9). Einige Experten führten soziale Konsequenzen der Digitalisierung an, wenn zum Teil fehlendes Interesse an Aus- und Weiterbildung der im Finanzdienstsektor arbeitenden Grenzgänger konstatiert wird.

Demgegenüber ist zu konstatieren, dass in Luxemburg die Weiterbildungs- und beruflichen Entwicklungsmöglichkeiten von Seiten der Grenzgänger<sup>20</sup> besser bewertet werden als in den anderen europäischen Teilregionen und im Großherzogtum daher die höchste Weiterbildungsteilnahme (49,4 Prozent) im Vergleich zu Wallonien (30,7 Prozent) und zum Saarland (32,6 Prozent) vorherrscht (vgl. Wille 2012, S. 204).

Einem befragten Experten zufolge riskieren nicht wenige Beschäftigte im Backoffice-Bereich des Finanzdienstsektors damit auf „disruptive Art und Weise neuen Kompetenzanforderungen unterlegen zu sein“ (GP4). Ein anderer Experte spricht mit Blick auf eine stark abnehmende Arbeitsnachfrage im Finanzbereich gar von einem „Überlebenskampf“ (GP3). Diese Aussage findet sich mit Blick auf alle Branchen auch in einem anderen Interview, wenn unter Verwendung einer Kollektivmetapher von „einer ersten Welle von Automatisierung oder Veränderung der Berufsbilder“ (GP1) gesprochen wird.

### *Grenzen der Telearbeit*

Der Mensch rückt auch mit Blick auf die Grenzen der Telearbeit in den Mittelpunkt der Betrachtungen. Insbesondere die mobile Arbeit kann zu einer besseren Vereinbarkeit von Beruf und Familie durch das Einsparen langer Pendelzeiten, der Verlagerung von Arbeitszeit nach Hause bzw. in betreuungsfreundliche Zeiträume dienen, wie in der für das Bundesministerium für Arbeit und Soziales vom Institut für

---

<sup>20</sup> Die befragten Personen waren im Alter von 24-54 Jahren und seit 1 bis 35 Jahren in Luxemburg tätig.

Innovation und Technik verfassten Foresight-Studie „Digitale Arbeitswelt“ aus dem Jahr 2016 festgehalten ist (BMAS 2016, S. 26). Gerade aufgrund der Verkehrsproblematik in Luxemburg und der speziellen Situation mit den zahlreichen Grenzgängern, lassen vermehrte Angebote zum mobilen Arbeiten Pendelzeiten wegfallen (vgl. Jürgen et al. 2017, S. 150).

Ob sich die akuten Probleme des Verkehrs, des fehlenden Wohnraums oder der begrenzten Wasserressourcen allein – wie von Rifkin postuliert – mit Effizienz und technischer Innovation lösen lassen, ist eher fragwürdig (Luxemburger Wort 2017a). Nichtsdestotrotz wurden im Rahmen der Auswertung der Experteninterviews auch Grenzen der Telearbeit bzw. von so genannten „unpersonalisierten Arbeitsplätzen“ (GP17) aufgezeigt: „On peut le faire en partie de manière numérique, skype et tout ça, mais je pense qu’il faut continuer à se voir physiquement parce qu’il y a d’autres choses qui passent“ (GP16).

Ein anderer Interviewpartner spezifiziert die von GP16 angebrachte Bedeutung der Präsenz von Mitarbeitern im Unternehmen, indem er den Betrieb als „sozialen Ort der interessenpolitischen Mitbestimmung“ (GP12) hervorhebt. Diese Aussage findet sich auch in einem anderen Interview wieder, in dem davon gesprochen wird, über Präsenzpfllichten im Büro „das Kollektiv zu bewahren“ (GP14).

Um die luxemburgspezifischen Probleme wie insbesondere die verkehrstechnischen Schwierigkeiten zu reduzieren, gleichzeitig aber den Betrieb als sozialen Ort zu stärken, schlägt ein anderer Experte eine Auslagerung von Arbeitsplätzen in grenznahe Bürogebäude vor. Damit einher gingen dann auch firmen- und grenzübergreifende Arbeitsmodelle im Sinne von Crowd- und Cloud-Working. Die Soziologin Pamela Meil spricht in diesem Zusammenhang auch von „Verflüssigung“ von Beschäftigung: Virtuelle Pools ermöglichen Projektteams unabhängig vom physischen Ort in Interaktion zueinander zu treten (vgl. Meil 2016, S. 102).

Besonders für Crowdworker stellt sich die Frage der sozialen Absicherung. Wie in den Abschnitten 4.2.2 und 5 noch näher ausgeführt wird, birgt der Selbstständigenstatus neben unternehmerischen Freiheiten auch die fehlende Absicherung im Alter. Auch in Deutschland setzt man sich mit der Frage von plattformbasierter Erwerbsarbeit auseinander. So wurde auf Drängen der IG Metall ein „Verhaltenskodex“ eingeführt und von einigen Plattformanbietern unterschrieben, der sich an dem „lokalen Lohnstandard“ orientiert (vgl. Budras 2017). Ferner hat die Europäische Kommission ein Gesetzesvorschlag angekündigt, welches die soziale Absicherung eines jeden EU-Bürgers und damit ein politisches Instrument zur Sozialabsicherung vorsieht (Tageblatt 2017, „EU muss eine Rolle im Sozialen spielen“).

#### *Durchlässigkeit der Grenzlinien zwischen Arbeit und Freizeit*

Als weitere Grenze der Telearbeit geht sowohl aus der Literatur als auch aus den Gesprächen mit den Interviewpartnern hervor, dass Telearbeit neben der flexiblen (Aus-)Gestaltung von Arbeitszeiten auch zu Mehrarbeit und damit zu einer Durchlässigkeit der Grenzlinien zwischen Arbeit und Freizeit führen kann. So hat etwa eine finnische Studie aus dem Jahr 2011 mit Blick auf gendertypische Spezifika folgendes aufgezeigt:

„These gender differences are also found in a Finnish study, which shows that teleworking men have higher average weekly working hours (38.6 hours) than the national average of 36.8 hours, while teleworking women, at 35.9 hours per week, have lower mean weekly working hours. Hence, 19 percent of male teleworkers work longer than 41 hours, compared to 6 percent of female teleworkers (Ojala, 2011)“ (Eurofound 2017, S. 21).

Dieser „digitale Taylorismus“, der die Prinzipien des „guten Managements“ des traditionellen Taylorismus mit digitalen Technologien verbinden sollte, zeigt sich anderen Studien zufolge allerdings darin, dass Telearbeiter oftmals mehr arbeiten als ihre Kollegen im Büro. Ferner bliebe ihre Tätigkeit oft unbezahlt (vgl. Eurofound 2017, S. 23).

Im Artikel „Keine Angst vor der Digitalisierung“ aus dem Luxemburger Wort wird der Wegfall der Präsenzpflicht im Büro unter Arbeitsschutzaspekten als problematisch betrachtet, indem der Arbeitnehmer dadurch seines Schutzes beraubt und in die „totale Selbstausbeutung“ getrieben werden kann (Luxemburger Wort 2017b). Ein Interviewpartner argumentiert in die gleiche Richtung, indem die Forderung aufgestellt wird, betriebliche Richtlinien zu Erreichbarkeiten außerhalb des Unternehmens einzuführen, zugunsten des Erhalts eines angemessenen Freizeitausgleichs (GP17). Ein anderer Interviewter spitzt diese Forderung mit der „Verankerung eines „droit à la déconnexion“ (GP8) in Kollektivverträgen zu, um dem „digitalen Taylorismus“ (GP8) entgegenzuwirken.

In diesem Zusammenhang äußert eben dieser Interviewpartner gleichzeitig ein Gegenzszenario, d.h. dass Telearbeit in Luxemburg nicht zunehmen wird, da sie an der steuerlichen Belastung mit Blick auf die zahlreichen Grenzgänger scheitern könnte (GP8).

### 3.2.2 Fehlendes Einsatzpotential bestimmter Erwerbsgruppen

Ein weiteres Risiko in der fortschreitenden Digitalisierung in der luxemburgischen Arbeitswelt zeigt sich in fehlendem Einsatzpotenzial bestimmter Erwerbsgruppen. Dies betrifft insbesondere Fachkräfte, Arbeitslose und ältere Menschen. Dabei geht es einerseits um einen Fachkräftemangel per se sowie aufgrund fehlender digitaler Kompetenzen potenzieller Arbeitnehmer andererseits um Schwierigkeiten, Arbeitslose an die neuen Technologien heranzuführen.

#### *Fehlendes Fachkräftepotenzial*

Das fehlende inländische Fachkräftepotenzial resultiere – so ein Experte – mitunter aus der geringen Frauenerwerbstätigkeit. So wurde von Seiten einiger Experten darauf hingewiesen, dass der Fachkräftebedarf u.a. durch gut ausgebildete Frauen innerhalb Luxemburgs gedeckt werden könnte. Gerade in den Jahren der Familiengründung stünden diese jedoch dem Arbeitsmarkt nicht zur Verfügung:

„Aber, wenn man das von einer rein wirtschaftlichen Perspektive sieht, so ein hohes Wachstum, so ein Fachkräftemangel und dann sehr gut ausgebildete Frauen, die dann aber Jahre lang der Wirtschaft nicht zur Verfügung stehen“ (GP15).

Mit Blick auf die steigende Frauenerwerbstätigkeit und den gesellschaftlichen Wandel eröffnet – so ist für die Bundesrepublik wie auch für andere Länder zu erwarten – der Care-Sektor erhebliche Beschäftigungschancen, da vor allem in den Bereichen Kinderbetreuung und Pflege sowie bei den haushaltsnahen Dienstleistungen der Bedarf weiter ansteigen wird (vgl. BMAS 2017, S. 128).

Ein anderer Experte bezeichnet den Fachkräftemangel als „Erstickungsphänomen“ (GP10) im digitalen Zeitalter und sieht die Lösung dieses Personaldefizits in einer Produktivitätssteigerung. So kann trotz der starken luxemburgischen Wirtschaftskraft das fehlende Fachkräftepotenzial in der Großregion als „défi plus important pour l'économie du Grand-Duché que les évolutions technologiques“ (Ruben 2017, S. 12) betrachtet werden. Mit Blick auf den demografischen Wandel und die Bevölkerungsentwicklung im Großherzogtum wird sich nach Ansicht des luxemburgischen Handwerksverbandes, der Fédération des Artisans, das „Erstickungsphänomen“ insbesondere beim luxemburgischen Handwerk vergrößern: In den entsprechenden gewerblichen Tätigkeiten stellen fehlende Fachkräfte ein Hindernis bei der Umsetzung digitaler Technologien dar (vgl. Fédération des Artisans 2016, S. 10).

Die Altersstruktur der luxemburgischen Betriebsinhaber offenbart hier deutlich, dass die Generation Internet noch nicht im Handwerk angekommen ist (vgl. Reuter 2017). Gleichzeitig führt ein Experte als Risiko bei der Einstellung neuer Fachkräfte an, dass erfahrene Mitarbeiter durch schlechter bezahlte „digital natives“ ersetzt würden (GP8). Nicht zu verkennen sei einem anderen Experten zufolge, dass nicht nur „die älteren Arbeitnehmer dann die Jüngeren coachen“ (GP12), sondern auch die Jüngeren den Älteren digital skills näherbringen könnten.

*Fehlende Einsatzmöglichkeiten unqualifizierter älterer Arbeitsloser*

Mit Blick auf die Zukunft ist ein großes Risiko darin zu sehen, dass die Folgen der Technologisierung asymmetrisch bleiben könnten: Während die Kosten in Branchen wie dem Gesundheitssektor weiter ansteigen, werden in weiten Teilen der Wirtschaft Löhne bereits gedrückt (vgl. Ford 2015, S. 179).

Insbesondere Unternehmen, die auf intelligente Technologien setzen, benötigen allerdings höher qualifizierte, aber oftmals nicht vorhandene Angestellte, da die gesamte Arbeitsorganisation anspruchsvoller wird (vgl. Kucklick 2014, S. 76). Ein Experte verweist in diesem Zusammenhang darauf, dass im Zuge der Digitalisierung neu geschaffene Arbeitsplätze auch nicht durch Arbeitslose besetzt werden könnten, da sich „das ganze Problem in der Bildung und Weiterbildung“ (GP5) manifestiere. Die befragten Experten bringen die fehlenden Einsatzmöglichkeiten unqualifizierter Arbeitsloser ab einem gewissen Alter zum Ausdruck, wohingegen unqualifizierte junge Arbeitslose verstärkt im Baugewerbe eingesetzt werden können. Älteren Arbeitslosen wird über folgende zwei Maßnahmen der luxemburgischen Regierung ein Wiedereinstieg in den Beruf zumindest erleichtert:

„The professionalization placement programme and the professional reinsertion contract are two new measures that have become applicable since 2016, intended for job seekers at least 45 years old, those who have been reclassified externally or those with the status of disabled worker. The first measure is a work placement with a maximum period of six weeks that gives job seekers the opportunity to highlight their professional capabilities within a company. The second measure offers job seekers the possibility of improving their knowledge and professional capacities within a company for a maximum period of 12 months. These measures are intended for companies that can provide a real opportunity for hiring people on permanent contracts“ (Le Gouvernement du Grand-Duché 2017, S. 9).

Eine andere Maßnahme der luxemburgischen Regierung zielt im Rahmen einer im Januar 2016 in Kraft getretenen Reform auf den Erhalt älterer und zugleich (teil-)behinderter Arbeitnehmer im Berufsleben ab (vgl. Le Gouvernement du Grand-Duché 2017, S. 9).

Die Reform beinhaltet darüber hinaus die Aufforderung für Arbeitgeber über 150 Mitarbeiter einen Maßnahmenkatalog für betriebliches Altersmanagement zu entwickeln bezüglich Personalbeschaffung älterer Arbeitnehmer, Vorhersageinstrumente für die Karriereplanung, die Verbesserung von Arbeitsbedingungen wie z. B. einen (erleichterten) Zugang zu Weiterbildungsmaßnahmen (vgl. ebd., S. 10).

**3.2.3 Erosion des sozialen Zusammenhalts**

Jeremy Rifkin arbeitete in seinem 2016 veröffentlichten TIR-Gutachten eine weitere (negative) Folge des durch die fortschreitende Digitalisierung hervorgerufenen Abbaus von Arbeitsplätzen heraus: die wirtschaftliche und soziale Ungleichheit:

„Although international benchmarks regularly rank Luxembourg among the richest countries in the world, poverty and social inequalities relating to income and property exist. According to Eurostat’s Europe 2020 indicator 16,4 percent of the population in Luxembourg were at risk of poverty after social transfers in 2014. As the divide is growing, disparities risk a further erosion of social cohesion“ (Rifkin 2016, S. 125).

So ist selbst in solchen Ländern, die rapides Wachstum in allen Einkommensgruppen sowie einen starken Rückgang der Zahl der in Armut lebenden Bürger verzeichnen, eine wachsende Ungleichheit zu konstatieren. Diese stelle – nach Meinung des deutschen Wirtschaftswissenschaftlers Klaus Schwab – nicht nur ein wirtschaftliches Problem dar, sondern führe verstärkt zu gesellschaftlichen Herausforderungen (vgl. Schwab 2016, S. 139), deren Auswirkungen Rifkin apokalyptisch als „Erosion des sozialen Zusammenhalts“ bezeichnet. Befragte Experten der Studie sprechen von einem „Bruch in der Gesellschaft“ (GP1) oder gar von „sozialen Verwerfungen“ (GP1).

Die Erosion des sozialen Zusammenhaltes könnte sich darin zeigen, dass sich – nach Ansicht des deutschen Soziologen Christoph Kucklick – eine „digitale Elite“ ausbildet, welche die innovationsgetriebenen Ökosysteme gänzlich ausgestaltet:

„Bedeutsamer für die Ungleichheitsdynamik der Gesellschaft ist vermutlich die zweite Gruppe der digitalen Gewinner: jene rund 10-20 Prozent gut ausgebildeter Menschen, die ihren Wert und ihr Vermögen kontinuierlich steigern, indem sie intensiv mit intelligenten Maschinen kooperieren. Die digitale Elite“ (Kucklick 2014, S. 74).

Dabei kann in Luxemburg bereits ohne die Berücksichtigung der zusätzlichen Auswirkungen durch die Digitalisierung eine Zunahme von Ungleichheit konstatiert werden, wie die luxemburgische Arbeitnehmerkammer in ihrem Bericht „Panorama social 2017“ festhält:

„En effet, même si la dégradation s’est arrêtée au cours des dernières années, la richesse du Grand-Duché se trouve toujours inégalement répartie au sein de la population, et cela tout particulièrement en matière de répartition des revenus“ (Reding/ Tremuth 2017, S. 7).

Ein Experte führt die sozialen Folgen aus, die sich etwa nur auf einen kleinen Prozentsatz der Bevölkerung mit „Zugang zum Internet und zur Weiterbildung“ (GP1) auswirken könnten. Ein anderer Experte verweist auf die Diskrepanz zwischen der (hohen) Arbeitslosenquote und der gleichzeitigen Schaffung von Arbeitsplätzen, die jedoch aufgrund fehlender spezifischer Kompetenzen der Arbeitslosen und einheimischen Erwerbstätigen mit Grenzgängern besetzt werden müssen (GP1).

Im Artikel aus dem Tageblatt „Sozial Rechter erhalten!“ bringt der Präsident des FNCTTFEL<sup>21</sup>-Landesverbandes, Jean-Claude Thümmel, ein Erklärungsversuch für diese vereinzelt von den befragten Experten und von anderen Akteuren spezifizierten sozialen Folgen an:

„Es ist in einer von Digitalisierung, Automatisierung und teilweise inhumanen Herstellungsprozeduren geprägten Arbeitswelt modern geworden, das Soziale zu zerschlagen und das Rad der Geschichte um 50 Jahre zurückzudrehen“ (Tageblatt Lëtzebuerg 2017, „Sozial Rechter erhalten!“).

Die Frage des sozialen Zusammenhalts offenbare sich aber einem Experten zufolge vor allem auch in einem „Problem der Identität“ (GP9).

### 3.2.4 Qualifikatorische Herausforderungen

Neben dem Risiko der Erosion des sozialen Zusammenhalts zeigen sich qualifikatorische Herausforderungen des Arbeitsmarktes 4.0, die zu sozialen Benachteiligungen führen können.

Da im Zuge der Digitalisierung und Hochtechnisierung in den nächsten Jahren in nahezu allen Branchen zusätzliche Mitarbeiter mit technologischem Know-how eingestellt werden (müssen), stellt die Suche nach geeignetem Fachpersonal viele Unternehmen europaweit vor große Herausforderungen. Die neuartigen Kompetenzanforderungen an Mitarbeiter in Luxemburg werden von den Arbeitgeberverbänden folgendermaßen beschrieben:

„Wir brauchen Mitarbeiter, wir brauchen aber auch Mitarbeiter mit anderen Kenntnissen, die dann damit umgehen können, die Ideen haben, die kreativ sind, die mit einem Kunden international mehrsprachig interessante, technisch aufwändige Gespräche führen können über internationale Besteuerung über Produkte und nicht nur das Sparbuch. Die Anforderungen sind höher und dazu kommt noch,

---

<sup>21</sup> Die 1909 gegründete „Fédération Nationale des Cheminots, Travailleurs du Transport, Fonctionnaires et Employés Luxembourgeois“ (FNCTTFEL) ist eine Luxemburger Gewerkschaft, die Eisenbahner, Transportarbeiter und öffentlich Bedienstete vereint.

dass im europäischen Bereich neuen Normen, in einer ganzen Reihe von client facing, wo der Mitarbeiter einen Kunden sieht und der Kunde muss optimal informiert werden (GP7).“

Wichtiger werde laut demselben Experten im Finanzsektor außerdem die immer wieder zu erneuernde Zertifizierung von Mitarbeitern im Sinne eines „Frontlearnings“ (GP7), wobei gerade für ältere Arbeitnehmer alterssensible Übergangsbestimmungen gelten sollten, ohne dem Arbeitgeber permanente Bescheinigungen vorzubringen.

Die Interregionale Arbeitsmarktbeobachtungsstelle beschreibt im Rahmen der Veröffentlichung des von ihr 2016 organisierten Werkstattgesprächs zum Thema „Die Digitalisierung der Arbeitswelt“ indes das Risiko einer digitalen Kluft bezüglich des fehlenden Kompetenzaufbaus: Den am stärksten benachteiligten Personen, den „NEET“ (Not in Education, Employment or Training), werde durch fehlende Kompetenzen der Arbeitsmarktzugang deutlich erschwert (IBA 2016, S. 61).

Einer weiteren qualifikatorischen Herausforderung sehen sich die „Digital Immigrants“ der aktuellen Unternehmensgeneration konfrontiert, die sich digitale Kompetenzen erwerben und im Betrieb implementieren müssen, um mit dem dynamischen Umfeld mitzugehen (Reuter 2017). Diese qualifikatorische Herausforderung würde insbesondere Handwerksbetriebe betreffen; hier hat die „Fédération des Artisans“ konkrete Hilfestellung zugesagt, indem eine digitale Plattform für das Handwerk entwickelt und ein Kompetenzzentrum „Digitales Handwerk“ gegründet werden soll (Reuter 2017). Kleinere Betriebe würden zudem von der luxemburgischen Strategie 2025 profitieren, die unter anderem einen intensiven Austausch mit den Betrieben vorsieht, um sie für die Möglichkeiten der Digitalisierung zu sensibilisieren (Meng 2017).

### 3.3 Neue Formen der sozialen Interaktion und daraus resultierende Folgen

Es sind nicht allein neue und wie im vorangegangenen Abschnitt dargestellte chancen- und/oder herausfordernde technische, wirtschaftliche, rechtliche und soziale Aspekte, die die Wettbewerbsfähigkeit Luxemburgs in Zukunft bestimmen, sondern auch neue Formen der sozialen Interaktion im Kontext Arbeiten 4.0. Eine wesentliche Rolle wird dabei der durch zunehmende Digitalisierungsprozesse einsetzende Paradigmenwechsel in der Mensch-Technik- und Mensch-Umgebungs-Interaktion spielen, mit **neuen Formen der kollaborativen Arbeit** in virtuell mobilen Arbeitswelten. Intelligente Assistenzsysteme mit multimodalen und bedienungsfreundlichen Benutzerschnittstellen werden die Beschäftigten in ihrer Arbeit unterstützen. Entscheidend für eine erfolgreiche Veränderung im Zuge des technologischen Wandels ist, dass „Lernen durch den technologischen Wandel integrativer Bestandteil des Arbeitens und berufliche **Weiterqualifizierung** zu einer wichtigen Ressource für größere Entfaltungsmöglichkeiten (wird)“ (Jürgen et al. 2017, S. 150). Dies sollten Modelle sein, die ein hohes Maß an selbstverantwortlicher Autonomie mit dezentralen Führungs- und Steuerungsformen kombinieren. Den Beschäftigten sollten erweiterte **Entscheidungs- und Beteiligungsspielräume** sowie Möglichkeiten zur Belastungsregulation **zugestanden werden; zum einen im Rahmen der betrieblichen Mitbestimmung** (vgl. acatech 2013, S. 27). Zum anderen im Rahmen des **Beschäftigtendatenschutzes und der Datensicherheit**: Es gilt diesen im Hinblick auf einen angemessenen Schutz der Arbeitnehmerinteressen sowie auf einen Schutz von Unternehmensdaten auszugestalten.

### 3.3.1 Neue Formen der kollaborativen Arbeit

In Bezug auf Mensch-Maschine-Interaktionen wird eine Zunahme von neuen Kooperationsformen erwartet. Diese technologischen Entwicklungen können den Menschen zum einen entlasten und die Arbeit qualitativ anreichern. Die Mensch-Maschine-Zusammenarbeit kann zum anderen aber auch an die Stelle vorheriger Mensch-Mensch-Zusammenarbeit treten, was insbesondere in der Dienstleistungsarbeit das Berufsethos der Beschäftigten herausfordern dürfte. Bisherige Kooperationen oder „peer learning“ könnten durch Automatisierung und Standardisierung verschwinden. Es kann zu einer neuen psychischen Belastung durch technologisch ermöglichte De-Qualifizierung und damit zur Entwertung von Kompetenzen und zur Verringerung des menschlichen Handlungsspielraums kommen (vgl. Jürgen et al. 2017, S. 150).

Ergebnisse aus dem von der Interregionalen Arbeitsmarktbeobachtungsstelle (IBA) organisierten Werkstattgespräch im Jahr 2016 bestätigen das von Arbeitnehmern geäußerte Gefühl des „Sinnverlusts“ bei der Arbeit, wenn etwa eine Abweichung zwischen der von der Maschine erteilten Anweisung und der eigenen Vorstellung des Beschäftigten von effektiver Arbeit festgestellt wird (IBA 2016, S. 54). Eine weitere psychologische Folge zeige sich darin, dass Arbeitnehmer ihr eigenes Fachwissen nicht mehr einbringen könnten und sich durch die Maschine „entmündigt“ (vgl. ebd., S. 54) fühlten (s. auch Abschnitt 4.2.2).

### 3.3.2 Qualifizierung und Weiterbildung: Best-Practice-Beispiele aus Luxemburg

Um dem fehlenden Fachwissen und der „Entmündigung“ der Arbeitnehmer entgegenzuwirken, werden im Rahmen der neuen Formen von sozialen Interaktionen im Kontext Arbeiten 4.0 umfassende Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen eine zentrale Rolle spielen, da diese entscheidend für eine erfolgreiche Wachstumsstrategie im digitalen Zeitalter sein werden.

Im Folgenden werden Best-Practice-Beispiele aus der luxemburgischen Arbeitswelt vorgestellt, die sich nach vorliegender Expertenmeinung im Bereich (IT-)Weiterbildung besonders positiv hervorheben. Dies bedeutet jedoch nicht, dass nicht auch andere Kammern, Institutionen und Einrichtungen des Großherzogtums Weiterbildungsprogramme anbieten würden:

„Start and Code“ und „Fit for Coding“

Die luxemburgische Arbeitsagentur „Agence pour le développement de l’emploi“ (ADEM) hat zwei Weiterbildungsprogramme zum Erwerb von IT-Basiskenntnissen entwickelt: „Start and Code“ und „Fit for Coding“. Das Programm „Start and Code“ stellt eine 2015 gestartete und über wenige Monate angelegte Sensibilisierungs- und Orientierungsmaßnahme für vor allem junge Arbeitslose zum Erwerb von grundlegenden Programmierkenntnissen dar. Das zweite Programm „Fit for Coding“ ist eine intensive Weiterbildungsmaßnahme der ADEM in Kooperation mit einem privaten französischen Institut mit dem Ziel in wenigen Monaten arbeitssuchende Personen ohne IT-Vorkenntnisse zu Web-Entwicklern auszubilden. Das Programm ist vom Umfang her als Vollzeitstelle (40 Stunden/ Woche) angelegt, wobei täglich noch Online-Prüfungen anstehen. Diese dienen nach Auswertung dazu, bei negativen Resultaten entsprechende Inhalte unverzüglich erneut zu vermitteln.

House of Training (Chambre de Commerce)

Da die Aus- und Weiterbildung einen wichtigen Aspekt für die Wirtschaft darstellt, hat die luxemburgische Handelskammer mit dem Bankenverband „Association des Banques et Banquiers“ (ABBL) 2015 das „House of Training“ gegründet. Mit 50 Partnern wurden in diesem Weiterbildungsinstitut 2017 mehr als 40.000 Stunden Fortbildung absolviert, was auf eine rege Nachfrage schließen lässt. (Meng 2017)

### Luxembourg Lifelong Learning Center (Chambre de salariés)

Das Luxembourg Lifelong Learning Center (LLC) als Weiterbildungsinstitut der Arbeitnehmerkammer bietet hauptsächlich qualifizierende Lehrgänge an. Das Upskilling wird dabei in Kooperation mit französischen Universitäten betrieben: Französische Masterprogramme werden an luxemburgische Handlungsbedarfe angepasst und auf Basis von Abend- oder Wochenendkursen über einen Zeitraum von zwei Jahren angeboten, wobei das Masterzeugnis von der französischen Universität ausgestellt wird. Eine weitere Möglichkeit der Weiterbildung, die das LLC anbietet, sind modular aufgebaute Abendkurse.

Die luxemburgische Regierung hat Maßnahmen zum Lifelong Learning als Teil der nationalen Strategie ausgewiesen, insbesondere zur Unterstützung älterer Arbeitnehmer:

„In order to support and improve Lifelong Learning (LLL), a key factor in maintaining employees on the job, especially older ones, the government will progressively implement the measures of the white paper on the national strategy for Lifelong Learning. There are eight of these measures, including the adaptation of the LLL mechanism to the life cycle of the learner and diversity in Luxembourg society, and the development of quality in the area of adult training. Continuing education and the requalification mechanisms must be adapted to the new realities arising from the digitalization of the economy. New initiatives, which could include a right to individual training for all employees and independent workers, will be discussed with the social partners“ (Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg 2017, S. 10).

Auch andere Länder wie Deutschland messen der Weiterbildung im digitalen Zeitalter eine große Bedeutung bei. So finanziert etwa die Bundesagentur für Arbeit unter bestimmten Voraussetzungen und nach Prüfung von Bedarfen der beruflichen Weiterbildung bei Arbeitssuchenden einen Bildungsgutschein. Des Weiteren bietet die Bundesagentur Schulungen mit IT-Schwerpunkt an, an denen Arbeitssuchende mit einem entsprechenden beruflichen Hintergrund und Vorkenntnissen teilnehmen können (vgl. IBA 2016, S. 77f.).

### 3.3.3 Neue Anforderungen an interessenpolitisches Handeln

Die Interessen des Arbeitnehmers, u.a. hinsichtlich der Weiterbildung, sollten auch im interessenpolitischen Handeln berücksichtigt werden. In Luxemburg gestaltet sich die Interessenvertretung folgendermaßen: Es gibt derzeit zwei wichtige Vertretungsorgane in Luxemburg, die die Interessen der Arbeitnehmer im Betrieb wahrnehmen: Erstens die Personaldelegation, die sich mit den alltäglichen Anliegen der Arbeitnehmer befasst, und zweitens der Unternehmensausschuss, ein gemeinsames Gremium der Arbeitgeber und Arbeitnehmer, dessen Aufgabe es ist, die Arbeitsbeziehungen am Arbeitsplatz zu verbessern. Letzterer existiert ausschließlich in größeren Unternehmen.

Außer in den kleinsten Unternehmen, d.h. in Unternehmen mit weniger als 15 Beschäftigten, haben alle Arbeitnehmer in Luxemburg einen gesetzlichen Anspruch auf Wahrnehmung ihrer Interessen auf betrieblicher Ebene. Zentrales Element dieser Interessenvertretung im Betrieb ist die Personaldelegation, die von der gesamten Belegschaft des Betriebs direkt gewählt wird.

In größeren Unternehmen mit mindestens 150 Beschäftigten wird ein weiteres, betriebsratsähnliches Organ eingesetzt, nämlich der sogenannte paritätische Unternehmensausschuss. Dieser wird von den Mitgliedern der Personaldelegation gewählt.

In Luxemburg gibt es keine rechtlich abgesicherte Gewerkschaftspräsenz auf betrieblicher Ebene. Doch der Einfluss der Gewerkschaften wird de facto dadurch gesichert, dass sie einschlägige Rechte bei der Wahl und Führung der Personaldelegationen genießen. Im Allgemeinen gehört nämlich die große Mehrheit der Mitglieder der Personaldelegationen auch einer Gewerkschaft an.

Die Rollen der Personaldelegationen und der paritätischen Unternehmensausschüsse sind aufgeteilt. Während die Personaldelegation die allgemeine Aufgabe hat, die Interessen der Arbeitnehmer zu wahren und zu verteidigen, besteht die Rolle des paritätischen Unternehmensausschusses in der Bereitstellung eines Forums, in dem der Arbeitgeber und die Arbeitnehmer zusammenarbeiten können, um die Arbeitsbeziehungen im Betrieb zu verbessern. Zu den Aufgaben der Personaldelegationen gehört es, Beschwerden der Beschäftigten an den Arbeitgeber weiterzuleiten. Dies erstreckt sich auf individuelle wie auf kollektive Beschwerden. Ferner kann ein Mitglied der Personaldelegation hinzugezogen werden, wenn ein Arbeitnehmer sein Recht in Anspruch nimmt, seine Personalakte einzusehen.

Im Rahmen der Expertenbefragung ist die Bedeutung der Gewerkschaften zum Thema Digitalisierung in der luxemburgischen Arbeitswelt deutlich geworden. Im Zuge der Digitalisierung entstehen jedoch neue interessenpolitische Anforderungen. Mit dem Internet der Dinge werden zwar Daten generiert, die per se nicht zur Kontrolle der Arbeitnehmer herangezogen werden, z. B. in der Industrie, im Einzelhandel oder in der Logistik. Dabei werden jedoch gleichzeitig automatisch Metadaten über die zuarbeitende Person erzeugt und aufgezeichnet, die sich betrieblich nur noch bedingt kontrollieren lassen. Auch für die Personaldelegation und den Unternehmensausschuss wird es mit zunehmender Digitalisierung schwieriger, technisch und juristisch nachzuvollziehen, welche Daten von welchen Geräten gesendet und empfangen werden. Zudem existieren keine Modelle dafür, wie demokratische, partizipative Mitsprache und betriebliche Mitbestimmung organisiert werden könnten.

Luxemburg hat in diesem Punkt aber bereits nachjustiert: Die Regierung hat ein Gesetzesentwurf in die Wege geleitet, wonach Personaldelegierte zu Informations- und Beratungszwecken das Recht haben, den Rat von Experten in Anspruch zu nehmen. Am Beispiel der Telearbeit zeigt sich, dass der Betrieb als „sozialer Ort“ (GP12) im Zuge neuer mobiler Arbeitsformen nicht gänzlich wegfallen sollte. Ferner wurde für Personalräte von einem anderen Interviewpartner ein „Kompetenzaufbau in eigener Sache“ (GP14) gefordert, der die Information und Weiterbildung der Personalräte hinsichtlich der neuen digitalen Technologien und Arbeitsmittel, ihrer operativen Anwendungsmöglichkeiten und den resultierenden Auswirkungen auf Arbeit und Beschäftigte vorsieht.

#### *Anforderungen an den Beschäftigtendatenschutz und die Datensicherheit*

Auch für den Beschäftigtendatenschutz und die Datensicherheit können sich neue Anforderungen ergeben. Nach übereinstimmender Ansicht der Experten wurde das Handlungsfeld „Sicherstellung des Datenschutzes und des Schutzes der Beschäftigten vor Kontrollen“ im Kontext Arbeiten 4.0 als stark relevant hervorgehoben. Dabei wurde auf die Bedeutung der in diesem Handlungsfeld tätigen nationalen Behörde für Datenschutz in Luxemburg, der Nationalen Kommission für den Datenschutz (Commission Nationale pour la Protection des Données), verwiesen. Die CNPD ist eine weisungsunabhängige Behörde mit Sitz in Luxemburg. Sie wurde durch das Gesetz zum Schutz personenbezogener Daten bei der Datenverarbeitung vom 2. August 2002 geschaffen. Zu ihren Aufgaben zählt die rechtliche Kontrolle der Verarbeitung personenbezogener Daten, die Überprüfung von Beschwerden und die Beratung der Regierung in Sachen Datenschutz.

Im Rahmen seiner Tätigkeiten kann es vorkommen, dass der Arbeitgeber personenbezogene Daten erheben und speichern muss. Dabei kann es sich zum Beispiel um Erhebungen zu geschäftlichen Zwecken, zu Aufsichtszwecken oder aus Sicherheitsgründen handeln. Die Erhebung und Verarbeitung von personenbezogenen Daten müssen immer im Verhältnis zu dem verfolgten Ziel stehen. Die Nationale Datenschutzkommission ist mit der Überprüfung dieser Verhältnismäßigkeit sowie der Legitimität der Gründe für die Verarbeitung beauftragt.

Das Unternehmen muss in der Regel jede Verarbeitung von personenbezogenen Daten bei der CNPD melden. Bei einigen Arten der Datenverarbeitung besteht keine Meldepflicht, während andere wiederum einer Vorabgenehmigung bedürfen. In bestimmten Fällen kann die Vorabgenehmigung gemäß eines vereinfachten Verfahrens beantragt werden. Das Unternehmen muss ebenfalls jede betroffene Person über durchgeführte Datenverarbeitungen informieren. Beim Erfassen und Austauschen von

Maschinen- oder Systemdaten kommt demnach das Datenschutzrecht nicht zum Tragen, sondern lediglich beim Austausch von Daten mit Personenbezug (vgl. Eckhardt 2015, S. 156). Eine Datenübertragung über die Nationalgrenzen hinaus wirft datenschutzrechtlich allerdings Fragen auf. Mit Blick auf die Zulässigkeit ist entscheidend, ob die personenbezogenen Daten innerhalb der EU übertragen werden oder außerhalb der EU und damit in sogenannte Drittstaaten (vgl. Eckhardt 2016, S. 139).

Die Verabschiedung der EU-Datenschutz-Grundverordnung war für die luxemburgische Datenschutzkommission das bedeutendste Ereignis des Jahres 2016 und ist ein wichtiger Wendepunkt für Bürger, private Unternehmen, öffentliche Behörden und die CNPD. Ab dem 25. Mai 2018 wird dieser neue Rechtsrahmen in allen Mitgliedsstaaten der EU direkt anwendbar sein. Ziel ist es, den Bürgern mehr Kontrolle über ihre persönlichen Daten zu geben und die Rechenschaftspflicht der Firmen und öffentlichen Behörden zu erhöhen (vgl. Commission Nationale pour la Protection des Données 2016, S. 19).

Die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) ist eine Verordnung der Europäischen Union, mit der die Regeln für die Verarbeitung von personenbezogenen Daten durch private Unternehmen und öffentliche Stellen EU-weit vereinheitlicht werden. Dadurch soll einerseits der Schutz von personenbezogenen Daten innerhalb der Europäischen Union sichergestellt, andererseits der freie Datenverkehr innerhalb des Europäischen Binnenmarktes gewährleistet werden.

Die Verordnung ersetzt die aus dem Jahr 1995 stammende Richtlinie 95/46/EG zum Schutz natürlicher Personen bei der Verarbeitung personenbezogener Daten und zum freien Datenverkehr. Im Gegensatz zur Richtlinie 95/46/EG, die von den EU-Mitgliedstaaten in nationales Recht umgesetzt werden musste, gilt die Datenschutz-Grundverordnung unmittelbar in allen EU-Mitgliedstaaten ab dem 25. Mai 2018. Die Mitgliedstaaten bringen jedoch durch Rechtsvorschriften das Recht auf den Schutz personenbezogener Daten gemäß dieser Verordnung mit dem Recht auf freie Meinungsäußerung und Informationsfreiheit in Einklang (Art. 88 der Verordnung).

Insbesondere die Vertreter der Arbeitgeberverbände sehen in der EU-Datenschutz-Grundverordnung Vorteile des Datenaustauschs für den Konsumenten:

„Der Konsument profitiert von diesem Austausch von Daten, das muss man modern sehen“ (GP2).

Gerade in der Förderung der elektronischen Verwaltung manifestiere sich der Vorteil des Datenaustauschs. Mit Blick auf den Einsatz von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien im Zuge des E-Governments wären Vereinfachungen von Prozessen zur Information, Kommunikation und Transaktion innerhalb und zwischen staatlichen, kommunalen und sonstigen behördlichen Institutionen sowie zwischen diesen Institutionen und Bürgern bzw. Unternehmen durch den Einsatz von digitalen Informations- und Kommunikationstechnologien zu erwarten; um Missbrauch vorzubeugen, drohen hohe Strafen.

GP13 spricht daher gar davon, dass dem „Menschen mit dem Datenschutz gedient werden kann“.

Die befragten Arbeitnehmervertreter befürchten durch die Lockerung des Datenschutzgesetzes eine Ausdünnung des Datenschutzrechts. Ein Experte definiert die bisherigen (nationalen) Datenschutzgesetze in Luxemburg als zu schwach und formuliert den Bedarf einer stärkeren Aufklärung zum Datenschutzrecht insbesondere bei den Jugendlichen. Dabei werden auch verstärkte Eingriffsmöglichkeiten für Gewerkschaften und Personaldelegierte in die Ausgestaltung der Datenschutzgesetze gefordert. Statt mit der EU-Direktive die Vorabgenehmigung, die „autorisation préalable“, abzuschaffen, fordert der befragte Interviewpartner ferner stärkere Kontroll- und Sanktionsmöglichkeiten des CNPD gegenüber den Betrieben. Die EU-Datenschutzverordnung sehe schließlich keine Vorabgenehmigungen – wie bisher noch in Luxemburg praktiziert – mehr vor, sondern eine nachträgliche Kontrolle der Datenschutzkommission, eine „contrôle à posteriori“. Ein anderer Interviewpartner äußert in diesem Zusammenhang aber auch die Vereinfachung von Verwaltungsprozessen mit dem Wegfall der Vorabgenehmigungen.

Ferner berücksichtige die EU-Datenschutz-Grundverordnung nach Ansicht der befragten Arbeitnehmervertreter die modernen Herausforderungen für den Datenschutz wie Soziale Netzwerke, Big Data, Suchmaschinen, Cloud Computing, Ubiquitous Computing und andere Technikanwendungen nicht in ausreichendem Maße. Die gleichen Herausforderungen im Hinblick auf Big Data und Datenschutz sieht Rifkin in seinem TIR-Gutachten ebenfalls als gegeben an, wenn er ausführt:

„Big Data is one major issue and will even become more important over time, and opportunities and risks must be broached. These include property rights on generated data, data protection, privacy and surveillance“ (Rifkin 2016, S. 415).

Das Zitat impliziert mit den genannten Risiken, dass sich Big Data und die damit einhergehenden Algorithmen bei fehlenden Kontrollmechanismen unmittelbar auf den Arbeitsplatz und die Karriere auswirken könnten, indem Kennzahlen und Statistiken Einblicke in Arbeitsweisen und soziale Interaktionen der Arbeitnehmer ermöglichen (vgl. Ford 2015, S. 120).

Zugleich ist die Big Data-Analyse aber zu Leistungen fähig, die ein Mensch nicht erbringen kann. Insbesondere in der Politik, der Medizin, aber auch in anderen Bereichen der Natur- und Sozialwissenschaften hat Big Data zu einer Reihe von revolutionären Veränderungen geführt. So nutzen Polizeibehörden weltweit die Analyse von Algorithmen, um Vorhersagen über Ort und Zeitpunkt zu verübender Verbrechen zu treffen und entsprechend Einheiten abzustellen. Ein weiteres Beispiel betrifft große Einzelhandelsketten, die mithilfe von Big Data Einblicke in das Verhalten einzelner Kunden gewinnen, dadurch maßgeschneiderte Werbung anbieten, den Umsatz steigern und schließlich die Kundenbindung verbessern können (vgl. Ford 2015, S. 114).

In diesem Zusammenhang verweist Rifkin auf die Bedeutung der europäischen Richtlinie „[to] ensure a fair access to (open) data and allows for the development of competitive business models based on data, as well as a comprehensive use of data analytics while ensuring safeness and privacy of personal data within the EU“ (Rifkin 2016, S. 319).

Folgende im Rahmen des von der Interregionalen Arbeitsmarktbeobachtungsstelle anberaumten Werkstattgesprächs vom 7. Juni 2016 angeführten Beispiele weisen im Gegensatz zum oben ausgeführten Nutzen der Speicherung großer Datenmengen auf eine vollständige „Durchleuchtung“ des Arbeitnehmers und seines Verhaltens durch einen überwachenden Arbeitgeber hin. So wurde der Fall eines luxemburgischen Finanzinstituts offengelegt, dessen Angestellte ihre Computermäuse alle 15 Minuten zwecks Präsenzsinal zu betätigen haben. In einem anderen luxemburgischen Unternehmen wurde gar jede Tätigkeit der Beschäftigten aufgezeichnet (vgl. IBA 2016, S. 56). Ferner zeigt eine Umfrage des luxemburgischen Handwerksverbandes, der Fédération des Artisans, dass im Hinblick auf Informations- und Datensicherheit lediglich jedes fünfte Unternehmen eine umfassende IT-Sicherheit gewährleisten könne (vgl. Fédération des Artisans 2016, S.11). Demnach stellen sich die Fragen, wohin in einer zunehmend digitalen und vernetzten Informationsgesellschaft die unzähligen erfassten Daten transferiert werden und ob dadurch die Entstehung von Datenmonopolen von Unternehmen gefördert werden. Das Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (STATEC) ermittelte in einer Befragung zur IT- und Datensicherheit für das Jahr 2014 zumindest eine größere Skepsis bei den Luxemburgern, da 43 Prozent der Befragten an einer (ausreichenden) Informations- und Datensicherheit der personenbezogenen Daten zweifeln (vgl. Allegrezza 2014, S. 32).

Diese Skepsis teilen auch Forscher, die auf die Grenzen der Anonymisierung von Daten verweisen, da intelligente Algorithmen auch einzelne Personen in anonymisierten Datensätzen identifizieren könnten (vgl. Eberl 2016, S. 264).

Die EU-Datenschutz-Grundverordnung könnte mit der dort festgelegten „Network and Information Security Directive“ (NIS) jedoch Abhilfe schaffen, indem zumindest die Cyber-Sicherheit u.a. im Finanzdienstleistungssektor durch Kooperationen zwischen den EU-Mitgliedstaaten und durch Einführung eines Risikomanagements erhöht werden kann. Überhaupt scheint der Grund für eine geforderte hohe Cyber-

Sicherheit und generell Datensicherheit im Großherzogtum in der Bedeutung der Finanzbranche für die luxemburgische Wirtschaft zu liegen:

„Without a doubt, the reason why cyber threats are considered more important in Luxembourg is because of the sophistication and interconnectivity of the country’s economic environment, with the financial sector – where confidentiality is of uttermost importance – accounting for about a third of GDP” (PwC 2017, S. 5).

Zwischen diesen Pro- und Contra-Argumenten zum Thema Ausgestaltung des Datenschutzrechts positioniert sich ein anderer Experte, der darauf verweist, dass Luxemburg „die richtige Balance finden muss zwischen einerseits einem wohl begründeten und nachvollziehbaren Datenschutz und andererseits dem Vertrauen an Möglichkeiten von Technologien, die dann von anderen angeboten werden und wo das Großherzogtum dann trotzdem irgendwann nachziehen wird, weil dann der Datenschutz die Einführung von Technologien unmöglich macht” (GP18).

Ein anderer Experte appelliert in diesem Zusammenhang ebenfalls dahingehend, eine moderate Haltung zwischen Kontrolle auf der einen und Vertrauen auf der anderen Seite beim Thema Datenschutz einzunehmen:

„Je pense que la nature du travail n’est plus la même. Il faut que le personnel soit à la fois capable d’intégrer de la donnée numérique, d’automatiser et de traiter cette donnée numérique et de faire des contrôles là où c’est pertinent de le faire et de produire de la donnée numérique à diffuser à l’extérieur” (GP16).

Beide obigen Experten argumentieren in die Richtung, dass nicht der „gläserne Mensch” geschaffen werden soll, sondern eine anonymisierte Form von Datenzusammenführungen. Auf der anderen Seite konstatiert Kucklick, dass als Folge von Big Data auch vermeintlich anonyme Daten viel über Personen verraten können. Heutzutage seien somit fast alle Daten personenbezogen und ihre Verarbeitung müsste daher nach Gesetzeslage eingestellt oder eng beschränkt werden, was jedoch illusorisch sei (vgl. Kucklick 2014, S. 172f.). Vielmehr brauche es ein neues Verständnis von Datenschutz, etwa durch den Fokus auf das Thema Datenmanagement (vgl. ebd., S. 176).

### **3.4 Handlungsoptionen auf Basis der Experteninterviews**

Mit ihrem Fortschreiten wird die Digitalisierung – wie im Kapitel „Soziale Aspekte der Digitalisierung“ aufgezeigt wurde – Chancen und Herausforderungen, neue Formen der sozialen Interaktion und somit auch neue inner- und außerbetriebliche Regulierungsbedarfe aufwerfen. Im Folgenden sollen deswegen im Rahmen der Expertengespräche gegebene und durch die Literatur flankierte Handlungsempfehlungen dargestellt werden, welche sich auf unterschiedliche soziale Aspekte der Digitalisierung in der luxemburgischen Arbeitswelt beziehen. Diese lassen sich in politische und betriebliche Handlungsempfehlungen unterteilen.

#### **3.4.1 Politische Handlungsoptionen**

Die vorgeschlagenen politischen Handlungsempfehlungen betreffen die Entwicklung neuer Steuerreformkonzepte, eine im Rahmen der Bildungspolitik geforderte Stärkung digitaler Kompetenzen im Schul- und Ausbildungsbereich sowie den konstanten Aufbau einer Plattform Digitalisierung.

### *Neue Steuermodelle*

Aus den im Rahmen der Studie durchgeführten Experteninterviews geht hervor, dass neue Steuermodelle erwünscht wären, die die Steuerpolitik rund um das Thema Telearbeit und Grenzgänger dezidiert angehen.

Ein Wegweiser könnte hier das „Luxembourg structural model“ (LSM) bieten, welches als Strukturreform Spezifika des Großherzogtums wie etwa die hohe Beschäftigungsintensität von Grenzgängern oder aber auch soziale Realitäten (z. B. alternde Bevölkerung; hohe Scheidungsraten, eine größere Anzahl unehelicher Kinder) berücksichtigt (vgl. Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg 2017, S. 7).

### *Erwerb digitaler Kompetenzen im Schul-, Ausbildungs- und Erwerbsbereich*

Eine weitere (bildungs-)politische Handlungsempfehlung betrifft den Erwerb digitaler Kompetenzen im Schul-, Ausbildungs- und Erwerbsbereich, um längerfristig den Anforderungen der Arbeitswelt zu entsprechen. Hinsichtlich des Schulbereichs etwa wird es ab der nächsten Rentrée für Classique-Schüler möglich sein, in einer I-Sektion Informatik als Schwerpunkt der Ausbildung zu belegen (vgl. Luxemburger Wort 2017b). Diese Entwicklung erscheint auch mit Blick auf den Fachkräftemangel im Ingenieurbereich sinnvoll, der sich nicht nur im Großherzogtum, sondern auch in anderen Ländern zeigt. Besonders im Hochschulbereich sei – so das Luxemburger Wort – die Zahl der luxemburgischen Studenten im technischen Bereich eher gering (vgl. Meyer 2017). Das Interesse und der Umgang mit Technik soll daher bereits in den Schulen geweckt werden, insbesondere in sogenannten „iPad-Klassen“ (vgl. Luxemburger Wort 2017c). Mit Hilfe von Online-Kursen können die Lernenden dann selbst entscheiden, wann und wie viel gelernt wird; außerdem können Fortschritt und Leistungen kontrolliert und so Lernschwächen direkt erkannt werden (vgl. Kucklick 2014, S. 163).

Eberl verweist allerdings darauf, dass neben den digitalen Kompetenzen auch andere Fähigkeiten wie Kreativität, Problemlösefähigkeit sowie emotionale und soziale Intelligenz Anforderungen der Arbeitswelt darstellen und daher auch schon früh in der Schule gefördert werden sollten (vgl. Eberl 2016, S. 247). Ferner ist mit Blick auf den hohen Migrationsanteil in der luxemburgischen Bevölkerung für Migrantenkinder der Erwerb digitaler Kompetenzen wichtig, da diese bereits heute schlechtere Startbedingungen haben, wie der hohe Anteil von ausländischen Schulabbrechern in Luxemburg im Jahr 2015 belegt (vgl. Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg 2017, S. 34).

Daraus ergeben sich folgende Herausforderungen: Ein gesamtgesellschaftlicher Zugang zum Erwerb digitaler Kompetenzen müsste sichergestellt werden, auch mit Blick auf die Gewährleistung der sozialen Sicherheit. Damit einher geht auch das Bewusstsein von Arbeitnehmern und -gebern sowie Ausbildern, Kompetenzdefizite zu erkennen und auszugleichen (vgl. Ruben 2017, S. 15).

Hinsichtlich der Überprüfung bereits vorhandener digitaler Kompetenzen hat die luxemburgische Agence pour le développement de l'emploi (ADEM) bereits ein gesondertes Programm aufgelegt: Um den Stand der digitalen Kompetenzen bei Arbeitsuchenden festzustellen, hat die ADEM in Zusammenarbeit mit der Arbeitnehmerkammer mit dem Programm „Digital Check“ ein neues Instrument geschaffen: Jeder bei der ADEM eingeschriebene Arbeitssuchende wird auf seine digitalen Kompetenzen geprüft, um im Anschluss an die Kompetenzfeststellung seine Fähigkeiten in diesem Bereich verbessern zu können. (Tageblatt 2017, „EU muss eine Rolle im Sozialen spielen“).

### *Balance in der Auseinandersetzung mit dem Datenschutz*

Zum Thema Datenschutz geht aus den Experteninterviews hervor, dass eine ständige gegenseitige Authentifizierung der Geräte und eine klare Zugriffskontrolle der Benutzer empfohlen wird, wie sie auch schon von Eberl gefordert wird (vgl. Eberl 2016, S. 259). Es gilt zu klären, wer das Gegenüber ist, von dem Daten erhalten werden, an wen sie geschickt werden und wer darüber verfügen kann. Dabei wird

immer auch auf eine richtige Balance zwischen einerseits einem wohl begründeten und nachvollziehbaren Datenschutz und andererseits der Verhinderung von Möglichkeiten verwiesen, die sich durch neue Technologien ergeben könnten.

#### Einrichtung einer zentralen Stelle für professionelle Weiterbildung

Eine weitere politische Handlungsempfehlung zielt auf eine politisch-institutionelle Stärkung der Weiterbildung über die Einrichtung einer zentralen Stelle für professionelle Weiterbildung ab. Die Angebote kommen derzeit noch aus unterschiedlichen luxemburgischen Kammern und Institutionen (z. B. der Handelskammer, der Arbeitnehmerkammer sowie der Handwerkskammer). Zur Bündelung des Weiterbildungsangebots und zur Förderung branchen- und sektorenübergreifender Fähigkeiten wäre eine zentrale Stelle mit Kursübersicht wünschenswert.

#### *Ausbau einer Plattform Digitalisierung*

Die befragten Experten führen mit dem konstanten Ausbau eines ähnlich der bundesdeutschen Plattform Industrie 4.0, vergleichbaren Plattform Digitalisierung, eine weitere politische Handlungsempfehlung an. Mit Beginn des Rifkin-Prozesses wurde bereits ein derartiger Aktionsplan gestartet, der durch die Zusammenarbeit mit weiteren Akteuren aus Unternehmen, Verbänden, Gewerkschaften, Wissenschaft und Politik in Arbeitsgruppen partizipativ fortgeführt werden soll.

### **3.4.2 Betriebliche Handlungsoptionen**

Die vorgeschlagenen betrieblichen Handlungsempfehlungen umfassen folgende Maßnahmen:

#### *Digital Readiness Check*

Die Vertreter der Arbeitgeberverbände stellten in den Gesprächen bisweilen fest, dass eine große „sektorielle und innersektorielle Diskrepanz“ (GP2) im Hinblick auf die Umsetzung digitaler Prozesse zwischen den Unternehmen festzustellen sei. Ein so genannter „Digital Readiness Check“ könnte im Vorfeld einen ersten „Fitness Test“ darstellen, der auf einer standardisierten Vorgehensweise zur Ermittlung der aktuellen „digitalen Fitness“ eines Unternehmens basiert und eine Kurzanalyse aller relevanten Dimensionen wie Märkte, Kunden, Wettbewerber, Branchen, Organisationen, Prozesse, Systeme sowie der aktuellen Strategiedefinition beinhaltet (vgl. Bubolz 2016, S. 23).

Darüber hinaus startet Luxemburg im Frühjahr 2018 ein neues Projekt „Digital Skills Bridge“ in Zusammenarbeit mit dem Arbeitsministerium und der PwC Luxemburg, welches Unternehmen bei der Identifizierung zukünftiger Bedürfnisse und auf dem Weg in die digitale Transformation unterstützen soll. Die Unternehmen können sich bei der Regierung bewerben und haben so die Möglichkeit auf finanzielle Unterstützung (vgl. Bauldry 2017).

Bei den betrieblichen Handlungsempfehlungen wäre im Rahmen der Gewerbe ein besonderes Augenmerk auf Handwerksunternehmen zu richten, da im luxemburgischen Handwerk ein Fachkräftemangel herrscht, der durch die zunehmend benötigten digitalen Kompetenzen der Fachkräfte verstärkt wird. Um diesem Defizit entgegenzuwirken, könnte eine gesonderte Plattform geründet werden, welche ähnlich wie der bundesdeutsche Förderschwerpunkt „Mittelstand-Digital“ des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie Unterstützungsleistungen, Leitfäden und Best-Practice-Beispiele zu digitalen Themen für das Handwerk und den „Mittelstand 4.0“ über Mittelstandsagenturen bzw. Kompetenzzentren anbieten könnte.

#### *Fachkräftesicherung*

Insbesondere die Vertreter der Arbeitnehmerverbände empfehlen eine nachhaltige Fachkräftesicherung auf Basis einer zukunftsorientierten Personalpolitik und intelligenter Karriereentwicklungspfade,

die nach Branche, Tätigkeit oder Anforderung variieren können. Denn obwohl – nach Ansicht von Jeremy Rifkin – Luxemburg erfolgreich in die Informations- und Kommunikationstechnologie investiert hat und sich als „center of excellence in cyber security and data protection“ (Rifkin 2016, S. 418) zu positionieren versucht, fehlt es vielen Unternehmen an qualifizierten Fachkräften.

#### *Einrichtung eines Fonds für Weiterbildung*

Die Einrichtung eines Fonds für Weiterbildung kann als weitere betriebliche Handlungsempfehlung angeführt werden, um das „Recht auf Weiterbildung und Qualifizierung“ (GP14) zu stärken. Dieser soll Unternehmen dazu verpflichten, in einen Fonds einzuzahlen und die Weiterbildung für sämtliche Mitarbeiter, insbesondere aber für Arbeitnehmer mit einer geringen Qualifikation in Luxemburg daraus zu finanzieren.

#### *Stärkung der Personaldelegation*

Vertreter der interviewten luxemburgischen Arbeitnehmerverbände appellieren ferner dahingehend, die Mitsprache der Personaldelegierten in Betrieben zu stärken. Mit Bezug auf die EU-Datenschutzverordnung wird im Zuge eines eigenen Kompetenzausbaus empfohlen, stärkere Kontroll- und Sanktionsmöglichkeiten der interessenpolitischen Mitbestimmung gegenüber dem CNPD und umgekehrt auch der CNPD gegenüber den Betrieben einzufordern.

### **3.5 Zwischenfazit**

Folgende zentrale Trends aus Kapitel 3 können zu den sozialen Auswirkungen der Digitalisierung im Großherzogtum aufgezeigt werden: Im europäischen Durchschnitt gilt Luxemburg als das Land mit dem höchsten Wirtschaftswachstum. Die luxemburgische Wirtschaft besteht bezüglich neuer Technologien eher aus einem Anwendermarkt, wobei mit dem Forschungszentrum List (Luxembourg Institute of Science and Technology) ein Standort für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Innovation in Belval entstanden ist. Als wesentliche Branchen des Landes werden das Bank- und Finanzwesen, der IT- und Informationssektor, die Baubranche sowie der öffentliche Dienst genannt. Allerdings wird mit fortschreitender Digitalisierung auf dem Arbeitsmarkt für den Backoffice-Bereich im luxemburgischen Finanzdienstsektor ein Wegfall von Tätigkeitsfeldern prognostiziert. Da den (traditionellen) Bankinstitutionen oftmals integrierte Leistungsangebote fehlen, drängen insbesondere Nichtfinanzunternehmen auf den luxemburgischen Markt und entwickeln zur Abhilfe sogenannte FinTechs zum Beispiel im E-Commerce. Mit dem Abbau von Arbeitsplätzen z.B. im Finanzsektor ist gleichzeitig ein Anstieg wirtschaftlicher und sozialer Ungleichheit zu befürchten, wenn ausschließlich Arbeitnehmer mit einem bestimmten Qualifikations- und Kompetenzprofil bevorzugt eingesetzt werden.

Im Zuge der fortschreitenden Technisierung wird gleichzeitig ein Fachkräftengpass, insbesondere im IT-Bereich deutlich. Der luxemburgische Arbeitsmarkt konnte früher und kann auch heute nicht die für das Wirtschaftswachstum benötigten Arbeitskräfte vollständig liefern. Bisher wenig berücksichtigte inländische Fachkräfte (z. B. leistungseingeschränkte Personen oder Personen mit Migrationshintergrund) können im Rahmen der Fachkräftesicherung stärker in den Fokus genommen werden. Die Wirtschaft greift zur Fachkräfterekrutierung jedoch weiterhin verstärkt auf ausländisches Arbeitskräftereservoir in Form von Grenzgängern zurück. Dies führt insbesondere verkehrs- und wohnungsmarkttechnisch zu „Erstickungsphänomenen“ im Großherzogtum. Dabei ließe verstärktes mobiles Arbeiten in Form von Telearbeit Pendelzeiten bei Grenzgängern wegfällen, was zu einer Entlastung der Verkehrsproblematik in Luxemburg beitragen könnte; den Betrieb als sozialen Ort gilt es trotz der Vorteile von Telearbeit durch vorgegebene Präsenzzeiten zu erhalten. Der Betrieb als sozialer Ort spielt darüber hinaus auch für die interessenpolitische Mitbestimmung eine tragende Rolle. Dabei zeigen sich im Zuge der zunehmenden Technisierung neue interessenpolitische Anforderungen an Betriebs- und Personalräte in Luxemburg: Da es für die Personaldelegation und den Unternehmensausschuss schwieriger wird, technisch und juristisch nachzuvollziehen, welche Daten von welchen Geräten gesendet und

empfangen werden, wird Personaldelegierten nunmehr das Recht eingeräumt, zu Informations- und Beratungszwecken Experten einzusetzen. Neben externer Expertise wird zunehmend auch ein „Kompetenzaufbau in eigener Sache“ gefordert, indem Personalräte hinsichtlich der neuen digitalen Technologien konsequent geschult werden.

Mit zunehmender Technisierung einher geht auch ein verändertes Aufgabenspektrum der Arbeitnehmer sowie der Ausbau neuer Tätigkeits- und Berufsfelder, z. B. in der Biochipentwicklung. Hier werden Qualifikationsprofile entstehen, die Kenntnisse der Mikroelektronik und Kommunikationstechnik mit Medizin- und Biologiekenntnissen kombinieren. Die Ausübung dieser neuen Tätigkeits- und Berufsfelder erfordert ein entsprechendes Angebot an Qualifizierungs- und Weiterbildungsmaßnahmen. Reskilling und Lifelong Learning spielen aber auch eine Rolle, um der im Zuge neuer Formen von sozialen Interaktionen zwischen Mensch und Maschine ggf. einzutretenden „Entmündigung“ von Beschäftigten entgegenzuwirken.

Neben Anforderungen an neue Kompetenz- und Qualifikationsprofile bei Arbeitnehmern zeigt sich eine weitere (u.a. soziale) Anforderung im Beschäftigtendatenschutz und in der Datensicherheit. Einerseits sind mit dem Austausch von großen Datenmengen Vorteile verbunden (z. B. in der elektronischen Verwaltung oder in Bereichen der Natur- und Sozialwissenschaften), andererseits befürchten unterschiedliche soziale Akteure durch Big Data stärkere Einblicke in Arbeitsweisen und soziale Interaktionen der Arbeitnehmer, die bis zu einer vollständigen „Durchleuchtung“ des Arbeitnehmers und seines Verhaltens durch einen überwachenden Arbeitgeber führen könnten.

## 4 Arbeitsqualität und Gesundheit

Die fortschreitende Digitalisierung wird nicht nur Auswirkungen auf die sozialen Aspekte des Arbeitslebens mit sich bringen, wie im vorigen Kapitel ausführlich beschrieben, sondern auch auf die im hiesigen Kapitel behandelte Gesundheit der Mitarbeiter.

Neben dem individuellen Gesundheitsverhalten werden Gesundheitsprobleme auch stark mit verschiedenen Arbeitsbedingungen assoziiert. Die neuen Technologien selbst wie auch die damit einhergehenden organisatorischen Veränderungen können in diesem Zusammenhang zu veränderten Belastungsprofilen führen. Dabei werden die neuen Technologien einerseits vermutlich die körperlichen Belastungen weiter reduzieren, andererseits durch Arbeitsverdichtung und eine zunehmende Informationsintensität die psychischen und kognitiven Belastungen verändern. Auch die flexiblen Arbeitsformen schaffen zwar neue Freiräume, beispielsweise für eine bessere Vereinbarkeit von Familie und Beruf, doch kann die sich auflösende Trennung zwischen Beruf und Privatleben auch negative Folgen haben, etwa indem wichtige Erholungsphasen unterbrochen oder verkürzt werden. Vor diesem Hintergrund werden in diesem Kapitel die Auswirkungen der neuen Arbeitswelt auf die Arbeitsqualität im Allgemeinen und die Gesundheit im Besonderen untersucht. Auch (neuartige) Herausforderungen für die Arbeitsmedizin werden berücksichtigt. Dabei stehen folgende Fragestellungen im Vordergrund:

- Inwiefern verändern sich körperliche und psychische Belastungen bei den Mitarbeitern durch den Einsatz neuer Technologien als auch die damit einhergehenden organisatorischen Veränderungen?
- In welchem Maße zeigt sich ein Spannungsverhältnis zwischen betrieblicher Arbeitswelt und privater Lebenswelt?
- Wie sehen die Beschäftigten die Herausforderungen in der Arbeitsorganisation sowie Qualifikationsanforderungen in Bezug auf Arbeitsqualität und Gesundheit?
- Welche Herausforderungen für die Arbeitsmedizin ergeben sich durch die zu erwartenden technisch-organisatorischen Veränderungen der Arbeitssysteme?

Wie bereits im vorangegangenen Kapitel „Soziale Aspekte der Digitalisierung in der luxemburgischen Arbeitswelt“ flankieren auch im hiesigen Kapitel die empirischen Ergebnisse aus den Experteninterviews die Diskussion des wissenschaftlichen Erkenntnisstandes.

### 4.1 Entwicklungen in der Belastungsdiskussion der Arbeitswelt 4.0

Mit der Auseinandersetzung von „Arbeitsqualität und Gesundheit“ werden vor dem Hintergrund des Belastungs-Beanspruchungs-Konzepts zunächst die Themen Belastung und Beanspruchung durch Arbeit behandelt.

Unter einer Arbeitsbelastung versteht man nach DIN EN ISO 6385:2016-12 Grundsätze der Ergonomie für die Gestaltung von Arbeitssystemen die „Gesamtheit der äußeren Bedingungen und Anforderungen im Arbeitssystem, die auf den physiologischen und/oder psychologischen Zustand einer Person einwirken“.

Zwischen den 1960er und 1980er Jahren herrschte gesellschaftspolitisch dahingehend ein Optimismus vor, dass mit fortschreitender Technisierung körperliche Belastungen im Rahmen der industriellen Revolution reduziert und die Anforderungen an die Qualifikation steigen sowie Handlungsspielräume ausgeweitet würden. Ferner herrschte in wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Auseinandersetzungen ein Konsens darüber, dass psychische Belastungen durch Zeit- und Leistungsdruck zunehmen (vgl. Böhle 2010, S. 467).

Im Zuge der Digitalisierung stellt sich auch heutzutage die Frage, in welcher Weise Belastungen im Arbeitsbereich bestehen, abnehmen oder zunehmen. Mit dem Belastungs-Beanspruchungs-Modell nach Rohmert und Rutenfranz (1975) wurde ein Konzept zum festen Bestandteil der DIN Norm zur ergonomischen Grundlage bezüglich psychischer Arbeitsbelastungen (DIN EN ISO 10075). Die DIN Norm sei hier als eine psychische Belastung, als „die Gesamtheit aller erfassbaren Einflüsse, die von außen auf den Menschen zukommen und psychisch auf ihn einwirken“, zu verstehen (vgl. Hammermann und Stettes 2015, S. 117).

Im Kontext von arbeits- und industriesoziologischen Untersuchungen und der Diskussion zu Entwicklungen von Arbeit zeigt sich jedoch eine unterschiedliche Verwendung des Begriffs. Oft dient er der Bezeichnung und Unterscheidung von physischen, psychischen wie auch qualifikatorischen Belastungen. Dabei werden Arbeitsanforderungen und -bedingungen dahingehend analysiert, wie sie sich auf unterschiedliche menschliche Eigenschaften und Fähigkeiten auswirken. Eine Problematik in der Diskussion zeigt sich darin, wie arbeitsbezogene menschliche Eigenschaften und Fähigkeiten definiert und welche als (potenziell) belastend und gefährdend gewertet werden können beziehungsweise als zu erhalten und zu entwickeln gelten (vgl. Böhle 2010, S. 452).

Von der luxemburgischen Arbeitnehmerkammer erstellte Studien aus dem Jahr 2014 und 2015 verdeutlichen die in Luxemburg geführte Belastungsdiskussion. Die Studien weisen ein verschlechtertes Wohlbefinden und einen Medikamentenanstieg bei den Arbeitnehmern auf (vgl. Reding und Tremuth 2017, S. 45). Zwar sei die Anzahl derer, die über ein schlechtes Wohlbefinden klagen, im Vergleich zur Gesamtpopulation eher gering, dennoch konstatieren 4,3 Prozent einen sich verschlechternden Gesundheitszustand (vgl. Reding und Tremuth 2017, S. 43).

Bei der Ausübung von Solo- und Scheinselbstständigkeit tritt eine weitere, insbesondere psychische Belastung für den Arbeitnehmer ein, der sich im Zuge neuartiger mobiler Arbeitsformen in schlecht abgesicherten Arbeitsbedingungen wiederfindet (vgl. GP8).

Die neueren Entwicklungen von Arbeitsbelastungen scheinen in Luxemburg laut einiger Experten noch nicht umfassend geführt worden zu sein. Insbesondere die Rolle des Arbeitgebers innerhalb dieser Diskussion sei noch nicht thematisiert worden. Dabei müsse man seine Verantwortlichkeit für die physische und die mentale Gesundheit am Arbeitsplatz stärker hervorheben, um die Debatte weiter anzuregen (vgl. GP17). Denn bisher existieren in Luxemburg hierfür noch keine gesetzlichen Regelungen oder Ausführungsbestimmungen zum Erhalt der psychischen Gesundheit (vgl. GP14). Erst im Rahmen einer umfassend geführten Belastungsdiskussion kann erstens geklärt werden, welche Belastungen durch die Digitalisierung verstärkt werden und zweitens, was dies im Speziellen für die Beschäftigten in Luxemburg bedeuten.

## **4.2 Folgen auf die Arbeitsqualität, Gesundheit und die Work-Life-Balance durch neue Formen digitalisierten Arbeitens**

Die Auswirkungen digitalisierten Arbeitens auf die Arbeitsqualität und Gesundheit sind, so der Bericht der Interregionalen Arbeitsmarktbeobachtungsstelle zur Digitalisierung der Arbeitswelt in der Großregion, oftmals negativ konnotiert und werden mit Begriffen wie „Furcht“, „Angst“, „Risiko“, „Problem“, „Übel“ beschrieben (vgl. IBA 2016, S. 62f.) Zu den häufigsten gesundheitlichen Problemen zählen Rückenprobleme, Schlafschwierigkeiten und Kopfschmerzen, etwa 30 Prozent der Arbeitnehmer leidet manchmal oder häufig an diesen Symptomen. Dabei sind Arbeitnehmer mit Hochschulabschluss sowie Manager und Führungskräfte von diesen Gesundheitsproblemen seltener betroffen (vgl. Sischa und Steffgen 2017, S. 2). Auch die Agentur „Eurofound“ der Europäischen Union, welche die Entwicklung besserer sozial-, beschäftigungs- und arbeitsmarktpolitischer Maßnahmen durch die Bereitstellung

von Wissen unterstützt, unterstreicht in ihrer Studie aus dem Jahr 2010, dass besonders Schlafschwierigkeiten ein Symptom für Stress sind und aus Telearbeit sowie dem Einsatz neuer Technologien resultieren (vgl. Eurofound 2017, S. 38).

Darüber hinaus spielt die Intensität der Gesundheitsprobleme eine große Rolle. Zudem können sich die durch neue digitale Arbeitsformen verstärkende Arbeitsplatzunsicherheit (z. B. Solo- und Scheinselbstständigkeit) und Unfallgefahr ebenfalls auf den Gesundheitszustand auswirken (vgl. Sischka und Steffgen 2017, S. 6). Nicht nur für den Arbeitnehmer, sondern auch für das Unternehmen haben gesundheitliche Probleme jedoch Konsequenzen. Diese äußern sich in mehreren Fehltagen, der Absicht eines Jobwechsels sowie in geringer Arbeitsmotivation und Arbeitsleistung (vgl. Sischka und Steffgen 2017, S. 6).

Mit Blick auf die zunehmende räumliche und zeitliche Flexibilisierung der Arbeitswelt sind – so wird deutlich – verstärkt Eigenverantwortung und Gesundheitskompetenz der Erwerbstätigen gefragt. So gilt es bei der Arbeitsorganisation hinsichtlich Arbeitszeit, Arbeitsablauf sowie Kommunikation und Kooperation fehlbelastende Ausprägungen zu vermeiden (vgl. BMAS 2017, S. 137).

#### 4.2.1 Körperliche und psychische Auswirkungen

In der Betrachtung von Auswirkungen auf das Wohlbefinden kann eine Unterscheidung in körperliche und psychische Auswirkungen Aufschluss über Entwicklungstendenzen geben.

Auch wenn in der Auseinandersetzung mit den gesundheitlichen Folgen des fortschreitenden digitalen Arbeitens oftmals die psychischen in den Vordergrund rücken, darf der Blick auf die körperlichen Auswirkungen nicht fehlen. Traditionelle physische Belastungen, beispielsweise Unfallgefahren und Belastungen durch negative Umgebungseinflüsse wie Lärm, Hitze, Staub usw. werden zwar weniger diagnostiziert, dennoch sind diese nicht aus der Arbeitswelt verschwunden (vgl. Mickler, Dittrich und Eckhardt 1976, S. 383). Zusätzlich wirkt sich der Bewegungsmangel durch dauerhaftes Sitzen am Arbeitsplatz auf den Fett- und Blutzuckerstoffwechsel aus, wodurch Rückenschmerzen und Verspannungen bei Beschäftigten ansteigen können. Weitere Auswirkungen von digitalisierten Arbeitsformen und erhöhten Arbeitsanforderungen können Stress und Burnout sein (vgl. Eurofound 2017, S. 33). Vor allem in projektbasierten Bereichen wie IT, Marketing, Vertrieb sowie Forschung und Entwicklung herrschen flexible Arbeitsstrukturen, die mitunter zu längeren Arbeitszeiten – etwa bei Nacht- und Wochenendarbeit – und damit größerer Stressbelastung führen können (vgl. Eichhorst 2014, S. 51f). Arbeitsintensivierung sowie das Verschwimmen von Arbeit und Privatleben haben auch vor dem Hintergrund ergonomischer Aspekte Konsequenzen auf das Wohlbefinden der Arbeitnehmer (vgl. Eurofound 2017, S. 34). Oftmals wird ergonomischen Problemen von Seiten der Arbeitnehmer keine Bedeutung beigegeben, insbesondere bei der Telearbeit. Nahezu die Hälfte besitzt keinen ergonomisch angepassten Arbeitsplatz zu Hause, der Schmerzen im Schulter-, Nacken- und Rückenbereich entgegenwirken könnte (vgl. ebd., S. 34). Weitergehende Folgen sind zudem die Schädigung der Wirbelsäule durch langes Sitzen sowie Augenbeschwerden durch Bildschirmarbeit, sodass neue körperliche Belastungen entstehen, die sich durch die „Stillstellung des Körpers und Vereinseitigung sinnlicher Wahrnehmung“ (Böhle 2010, S. 473) äußern. Besonders Frauen würden an einem höheren Grad an Stress (etwa 45 Prozent) und Burnout (38 Prozent) leiden und hätten eine geringere psychische Gesundheit im Vergleich zu männlichen Arbeitnehmern (vgl. Sischka und Steffgen 2016, S. 25). Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass Frauen durch Beruf und Familie oft einer Doppelbelastung ausgesetzt sind. Auch das Alter der Arbeitnehmer spielt eine wesentliche Rolle, wie stark gesundheitliche Probleme ausgeprägt sind. So seien Arbeitnehmer im Alter von 26 bis 34 Jahren die Gruppe mit den geringsten Gesundheitsproblemen (vgl. Sischka und Steffgen 2016, S. 33). Die Arbeitnehmer finden sich zudem immer häufiger in einem kontrollierten Arbeitsumfeld wieder, das von Leistungsmessung und -überprüfung geprägt und damit stressfördernd ist (vgl. Degryse 2016, S. 47). Dieser Auffassung ist auch ein im Rahmen der vorliegenden Studie befragter Experte, der die Zunahme von Depressionen und Burnout

u.a. auf den Leistungsdruck, aber auch den erhöhten Konkurrenzdruck zurückführt (vgl. GP8). Allerdings sind Belastungsfaktoren wie Zeit- und Leistungsfaktoren nicht lediglich auf den Anstieg digitaler Arbeitsformen zurückzuführen, sondern bilden ein Zusammenspiel mit anderen Arbeitsbedingungen und -anforderungen. Auch treten diese nicht nur bei komplexen und selbstverantwortlichen Tätigkeiten auf, sondern können auch bei repetitiven Tätigkeiten als zentrale Belastungsfaktoren identifiziert werden (vgl. Böhle 2010, S. 468). Basierend auf komplexen Arbeitsanforderungen, -bedingungen und -formen ist die betriebspezifische Erstellung eines Konzepts zur Erfassung von Gesamtbelastungen als sinnvoll zu erachten (vgl. Böhle 2010, S. 468).

#### **4.2.2 Die neue Rolle des subjektiven Faktors im Kontext ambivalenter (Aus-)Wirkungen von Arbeitsbedingungen und -anforderungen**

Die komplexen Arbeitsanforderungen und -bedingungen in Kombination mit den digitalen Arbeitsformen zeigen ambivalente Auswirkungen auf Beschäftigte: Sie führen einerseits zu physischen Entlastungserscheinungen, die gleichzeitig verstärkt mit einem Anstieg an psychischen Belastungen einhergehen können, wie in Abschnitt 4.2.1 näher ausgeführt wurde; andererseits aber auch zu Akzeptanzproblemen der technischen Erneuerungen bei Arbeitnehmern: Die technisch bedingte Selbststeuerung der Produktionsprozesse führt zugleich zu einer gefühlten Bevormundung der Beschäftigten in ihrer Tätigkeit, die sich sogar bis hin zu einer Entfremdung von den eigenen Aufgaben äußern kann (vgl. Spieß und Fabisch 2017, S. 66.). Schwab spricht hier vom „(ent)mündig(t)en Bürger“, der einem ambivalenten Wechselspiel von Mitspracherecht und Unmündigkeit ausgesetzt ist (s. auch Abschnitt 3.3.1): Einerseits würden sich die Beschäftigten durch den technischen Wandel und die erweiterten Steuerungsmöglichkeiten mündiger fühlen, da sie leichter kommunizieren und Informationen beziehen können. Andererseits kann eine Unmündigkeit vorherrschen, wenn Einzelne, gesellschaftliche Gruppen und Bewegungen sowie kommunale Gemeinschaften von Entscheidungsprozessen ausgeschlossen werden (vgl. Schwab 2016, S. 143). Durch dieses Wechselspiel besteht die Gefahr einer Aufspaltung der Gesellschaft in eine „Offline-“ und eine „Online“-Population. Die in zunehmend digitalisierten gesellschaftlichen Bereichen wie Bildung, Verwaltung, Handel und Produktion arbeitende „Online“-Population steht der von der digitalen Realität weitgehend abgekoppelten „Offline“-Population gegenüber (vgl. Spieß und Fabisch 2017, S. 410f.). Zur letztgenannten Populationsform zählen insbesondere ältere Arbeitnehmer sowie im Backoffice-Bereich Beschäftigte.

Vor dem Hintergrund der aufgezeigten ambivalenten Auswirkungen von komplexen Arbeitsanforderungen, -bedingungen und -formen auf Beschäftigte zeigt sich eine neu zu konstatierende „doppelte Rolle“ des Arbeitnehmers bei der Bewältigung von „digitalen“ Belastungen: Der Arbeitnehmer tritt heute nicht mehr nur als passives Opfer, sondern auch als aktiver Akteur in der Bewältigung von Belastungen auf, insbesondere bei komplexer und selbstverantwortlicher Arbeit. Diese neue Rolle des subjektiven Faktors ermöglicht ihm erweiterte objektive Handlungs- und Dispositionsspielräume, unterschiedliche Formen des individuellen Umgangs mit Belastungen sowie deren Deutung und Verarbeitung (vgl. Böhle 2010, S. 468). Als Beispiel für den individuellen Umgang mit Belastungen kann angeführt werden: Durch Selbstüberforderung können zwar Belastungen entstehen, durch Selbstorganisation und Selbstverantwortung jedoch auch wieder reduziert werden (vgl. Böhle 2010, S. 468). Als Beispiel für die erweiterten Handlungsspielräume des Arbeitnehmers wäre sein Einfluss bei der Wahl des Arbeitsortes zu nennen: So hat das Institut für Sozialwissenschaftliche Forschung im Rahmen des Projekts „MASTER – Management ständiger Erreichbarkeit“ in einer durchgeführten qualitativen Beschäftigtenbefragung eruiert, dass knapp die Hälfte der Befragten teilweise eigenständige Entscheidungsmacht über die Wahl des Arbeitsorts hätten. Neben Präsenzorten wie dem Büro treten auch selbstgewählte Arbeitsorte wie die eigene Wohnung oder die Arbeit von unterwegs in Verkehrsmitteln hinzu (vgl. Menz 2017, S. 9). Dabei spielen Autonomie- und Handlungsspielräume, die beispielsweise auch die Ausübung von Telearbeit ermöglichen, eine wichtige Rolle bei der Arbeitsplatzzufriedenheit

des Arbeitnehmers. So kann durch Telearbeit ein höherer Grad an Selbstorganisation ermöglicht werden, wodurch Arbeitsmengen bestimmt und frei wählbare Pausen ermöglicht werden können (vgl. Eurofound 2017, S. 36).

Im Rahmen der erweiterten Autonomie- und Handlungsspielräume und vor dem Hintergrund der damit auch einhergehenden Gefahr der „Entgrenzung von Arbeit“ sind aber zugleich neue Strategien der Grenzziehung zwischen Berufs- und Privatleben erforderlich (s. Kap. 4.2.3). Hier zeigt sich erneut die weittragende Bedeutung der neuen Rolle des Arbeitnehmers als aktiver Akteur in der Bewältigung von Belastungen vor dem Hintergrund ambivalenter Arbeitserfordernisse. Eine gelingende Selbststeuerung von Belastungen findet dabei aber nicht nur auf individueller Ebene, sondern auch auf betrieblicher Ebene statt. Auf betrieblicher Ebene sollte eine genauere Analyse der Arbeitsanforderungen und der leistungspolitischen Bedingungen erfolgen. Mittels einer Umverteilung von Verantwortlichkeiten, der Neudefinition von Kundenschnittstellen und der Durchführung von Qualifizierungsmaßnahmen können interne Problemlösungskapazitäten erhöht und die Arbeitsteilung und damit auch Grenzziehung erleichtert werden (vgl. Menz 2017, S. 42). Des Weiteren können Unternehmen ihren Beschäftigten Übergangsmöglichkeiten zwischen verschiedenen Lebensphasen eröffnen, welche Arbeitsbedingungen an Lebenssituationen anpassen lassen, ohne betrieblich überlastet zu werden (vgl. ebd., S. 42). Auf individueller Ebene gilt es, Schutzmechanismen zu ergreifen, um eine bewusste Erarbeitung von Grenzziehungsleitbildern und das Erlernen von Umgangs- und Begrenzungsstrategien zu ermöglichen (vgl. ebd., S. 41). Wie der nachfolgende Abschnitt aufzeigen wird, sind diese Umgangs- und Begrenzungsstrategien insbesondere mit Blick auf das Spannungsverhältnis von betrieblicher Arbeitswelt und privater Lebenswelt von weittragender Bedeutung.

#### **4.2.3 Die neue Rolle des subjektiven Faktors: der Arbeitnehmer als (aktiver) Akteur in der Auseinandersetzung mit der Bewältigung von Belastungen**

Eine über die Arbeitsprozesse hinaus assoziierte Herausforderung im Rahmen ambivalenter (Aus-)Wirkungen von Arbeitsbedingungen und -anforderungen stellt die Vereinbarkeit von Familie und Beruf dar. Auch bei diesem Thema sehen sich Arbeitnehmer – wie auch schon bei den Themen flexible Arbeitsformen, Arbeitsorganisation und Arbeitsbelastungen ausgeführt – mit gegensätzlichen Entwicklungen konfrontiert: Die flexiblen Arbeitsformen schaffen zwar neue Freiräume bei der besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf, gleichzeitig werden jedoch mittels auflösender Trennung zwischen Beruf und Privatleben wichtige Erholungsphasen unterbrochen oder verkürzt.

Dabei fördert das Großherzogtum Luxemburg durch jüngst verabschiedete Gesetze die Vereinbarkeit von Familie und Beruf in besonderem Maße: Im Oktober 2016 wurde in Luxemburg eine neue Reform für die Elternzeit verabschiedet. Mit der ab 1. Dezember 2016 in Kraft getretenen Gesetzesänderung soll die Vereinbarkeit von Familie und Beruf gefördert, eine stärkere Bindung zwischen Eltern und Kindern geschaffen sowie die Möglichkeit der Auszeit auch für Väter eröffnet werden (vgl. Le Gouvernement du Grand-Duché 2017, S. 38). Mit Verweis auf die Digitalisierung betont auch ein Interviewpartner die Notwendigkeit einer solchen Reform:

„Wir brauchen ein Recht, das es ermöglicht, Arbeitszeit mit Freizeit und Familienleben in Einklang zu bringen. Alle diese Fragen werden in unseren Augen jetzt ganz massiv gestellt, weil diese Veränderungen durch die technischen Möglichkeiten in einer neuen Qualität eintreten werden“ (GP1).

Vor allem Frauen wünschen sich im Berufsleben mehr Flexibilität, um Beruf und Familie besser zu vereinbaren (vgl. Degryse 2016, S. 46). Ein Blick auf das Nachbarland Frankreich zeigt, dass Telearbeit und mobile Arbeit eine Work-Life-Balance begünstigen kann, obgleich – so die Ergebnisse der Studie von Lasfargue und Fauconnier – 61 Prozent der Telearbeiter zu Hause länger arbeiten. Dennoch nutzen 79 Prozent die Zeit, die sie nicht zum Pendeln brauchen, um diese mit der Familie zu verbringen, 66 Prozent für persönliche Aktivitäten und 47 Prozent für gemeinschaftliche Aktivitäten. Infolgedessen geben

95 Prozent an, dass Telearbeit einen positiven Effekt auf ihre Lebens- als auch Arbeitsqualität hat (vgl. Eurofound 2017, S. 28).

Insbesondere für die Grenzgänger in Luxemburg, die mitunter lange Pendelwege auf sich nehmen, könnte sich Telearbeit positiv auf ihre Work-Life-Balance auswirken. Nach einer Befragung des Sozial- und Kulturwissenschaftlers Christian Wille gaben die Befragten an, weniger Zeit durch die Beschäftigung als Grenzgänger zu haben, es bleibe selten Zeit für private Treffen und Erledigungen sowie für Freizeitaktivitäten (vgl. Wille 2012, S. 227). Zudem sind Grenzgänger im Vergleich zu anderen Ländern in Luxemburg zu überdurchschnittlich hohen Anteilen mit Leistungsfunktionen betraut (vgl. ebd., S. 202) und spüren somit auch bisweilen im Beruf eine Belastung. Daher stellen flexible Arbeitszeiten und Flexibilität gleich nach der Gleichbehandlung ein wichtiges Kriterium von den Befragten für ein grenzgängerfreundliches Unternehmen dar (vgl. ebd., S. 208). Dennoch fehlt es bisher an gesetzlichen Rahmenbedingungen für eine flexible Arbeitszeitgestaltung:

„Ich könnte mir vorstellen, dass es für eine Luxemburger Regierung akzeptabel sein könnte, dass sie sagen würden, wenn sie einen Tag oder anderthalb Tage in der Woche Homeworking z. B. aus Deutschland aus machen“ (GP5).

Ergebnisse aus einer Studie zu den Auswirkungen der Telearbeit auf die Work-Life-Balance für Belgien zeigen ähnlich wie für die Nachbarländer Frankreich und Luxemburg positive Auswirkungen von Telearbeit: Nach Walrave und De Bie scheint Telearbeit für 56 Prozent der Telearbeiter einen positiven Effekt zu haben. Für 34 Prozent sei eine unveränderte Work-Life-Balance zu konstatieren und elf Prozent geben an, dass sie sich sogar verringert habe. Sowohl Telearbeiter als auch Nicht-Telearbeiter stellen eine Stressreduktion durch Telearbeit fest: Steigerung der Lebensqualität steigern, Erleichterung der Hausarbeit und Verbesserung der Work-Life-Balance (vgl. Eurofound 2017, S. 28).

In Deutschland führt die Studie von Bitkom, dem Digitalverband Deutschlands, hingegen unterschiedliche Auffassungen zu Telearbeit mit Blick auf den Effekt auf die Work-Life-Balance unter den Arbeitnehmern an (vgl. Eurofound 2017, S. 30). So gilt für 79 Prozent von 505 befragten Arbeitnehmern, dass sie durch Telearbeit Arbeit und Familie vereinbaren können, 55 Prozent sehen jedoch ein Problem in der Entgrenzung von Arbeit und Privatleben. Auch ein luxemburgischer Interviewpartner sieht ein grundlegendes Problem in der permanenten Erreichbarkeit durch das entgrenzte Arbeiten:

„Auf der anderen Seite steigt die psychische Belastung mit permanenter Erreichbarkeit, mit überall arbeiten können. Jeder sieht, was du machst. Psychisch ist das nicht ganz einfach. Eine klare Abgrenzung gibt es nicht mehr; jetzt arbeite ich und jetzt bin ich zuhause. Es verschwimmt“ (GP15).

Zugleich sei das Spannungsverhältnis von betrieblicher Arbeitswelt und privater Lebenswelt bei jedem Arbeitnehmer unterschiedlich ausgeprägt sowie auch die individuellen Reaktionen auf die Belastungen:

„Es sind Leute, die machen das Handy dann einfach aus. Andere machen das nicht und machen sich selbst damit krank. Da reagiert jeder anders“ (GP15).

Vor allem Unternehmen setzen flexible Arbeitsformen als Strategie ein, um hochqualifizierte Bewerber zu akquirieren. Die Verfügbarkeit dieses betrieblichen Instruments geht aber auch mit einem dezidierten Wunsch nach flexiblen Arbeitszeiten einher:

„Die Arbeitszeitflexibilität ist gewünscht von jedermann, aber im konkreten Fall sind die Interessen natürlich unterschiedlich, zwischen einem Arbeitnehmer und einem Arbeitgeber oder zwei Arbeitnehmern“ (GP 10).

Eine autonome Arbeitsorganisation erlaubt dem Arbeitnehmer in sozio-technischen Einheiten selbstständig zu handeln und zu entscheiden. Dies hat einen enormen Effekt auf die Telearbeit, sodass in Frankreich 84 Prozent der Telearbeiter angeben, dass die Freiheit, ihre eigenen Arbeitszeiten zu regeln,

gestiegen ist und bei 88 Prozent war die Balance zwischen Beruf, Familie und sozialen Kontakten, besser als sie Telearbeit verrichteten (vgl. Eurofound 2017, S. 24). Die Gründe gehen auf „micro-level organisation of work aspects“ (vgl. Eurofound 2017, S. 26) zurück, Telearbeiter werden weniger von Kollegen oder Vorgesetzten unterbrochen, sie sind weniger mit Anrufen oder E-Mails beschäftigt und haben faktisch mehr Zeit, da die Anfahrt zur Arbeitsstätte entfällt.

Im Rahmen der luxemburgischen als auch anderweitigen europäischen Perspektive geht somit eine zweigeteilte Meinung zu Auswirkungen der Telearbeit hervor: Einerseits zeigt sich durch flexible Arbeitszeiten eine Verbesserung der Work-Life- Balance, andererseits dass das Privat- und Berufsleben oftmals nicht (mehr) voneinander getrennt werden kann (vgl. ebd., S. 29).

Auch die flexiblen Arbeitsformen betreffend sind positive als auch negative Effekte auf die Work-Life-Balance zu konstatieren. Einige Aspekte umfassen die Zeit und Handlungsautonomie, andere aber auch längere Arbeitszeiten, die ständige Erreichbarkeit sowie das Verschwimmen der Grenzen von Arbeit und Privatleben (vgl. Eurofound 2017, S. 28).

### 4.3 Herausforderungen für die Arbeitsmedizin

Die durch neue Technologien ausgelösten bzw. ggf. (noch) auszulösenden veränderten Belastungsprofile führen als Folge zu Herausforderungen für die Arbeitsmedizin. Dabei gilt es im Folgenden die bestehenden Systeme der Arbeitsmedizin in Luxemburg darzustellen und Herausforderungen für den Gesundheitsschutz und die Gesundheitsförderung sowie bezüglich Unfall- und Verletzungsrisiken zu eruieren.

#### 4.3.1 Bestehende Systeme bei der Arbeitsmedizin in Luxemburg

Im derzeitigen luxemburgischen Gesundheitssystem gibt es bis zu 80 verschiedene Dienstleister im Bereich Arbeitsmedizin. Um diese Ausdifferenzierung innerhalb der Dienstleister zu reduzieren, soll eine allgemeine Anlaufstelle, „une allocation de référence unique (l'ARU)“ (Ruben 2017, S. 21), entstehen. Im Detail beschäftigt sich die ARU damit verschiedene Risiken und Bedürfnisse außerhalb der Rente, Krankheiten oder besonderen Lebensumständen in Anlehnung an das Gehalt zu decken und je nach Haushaltsvermögen zu variieren (vgl. Ruben 2017, S. 21).

Länderspezifisch anders geregelt ist im Großherzogtum Luxemburg zudem die Arbeitsmedizin. Diese unterliegt dem Gesundheitsministerium; der Arbeitsschutz hingegen dem Arbeitsministerium. Das Sozialministerium ist wiederum für die Unfallangelegenheiten zuständig. Die Gewerbeinspektion, die Betriebskontrollen durchführt und die Einhaltung von Gesetzgebungen überprüft, ist beim Arbeitsministerium angesiedelt.

Innerhalb eines Unternehmens ernennt die Personaldelegation einen Sicherheitsdelegierten, der für den Gesundheitsschutz und die Sicherheit am Arbeitsplatz für die beschäftigten Arbeitnehmer verantwortlich ist. In einigen Fällen entscheidet auch der gemeinsame Unternehmensausschuss. Laut Arbeitsgesetzbuch ist die Personaldelegation zudem verpflichtet Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen und beruflich bedingten Krankheiten zu entwickeln.<sup>22</sup>

<sup>22</sup> Siehe „Vertretung im Bereich des Arbeitsschutzes“, abgerufen unter: <http://de.worker-participation.eu/Nationale-Arbeitsbeziehungen/Laender/Luxemburg/Arbeitsschutz>.

Im „Conseil supérieur de la santé et sécurité“, dem Obersten Rat für Gesundheit und Sicherheit, sind alle Sozialpartner wie Arbeitgeber und Arbeitnehmer, Arbeitsmediziner, die Gewerbeinspektion, das Gesundheitsministerium und die Krankenkassenkontrolle vertreten (vgl. GP17).

Die Arbeitsmedizin ist sektoriell und branchenspezifisch unterteilt. Zum einen gibt es speziell für den Finanzsektor einen Arbeitsarzt wie den ASTF (Association pour la santé au travail du secteur financier), der sich auf ergonomische Beratung und auf Vorsorgeuntersuchungen für Arbeitnehmer im Finanzsektor beschränkt. Für alle anderen Sektoren, die keinen spezifischen Arbeitsarzt haben, gibt es eine staatliche Dienststelle. Zudem sind für die Unternehmen Auflagen zur Sicherheit am Arbeitsplatz sowie eine Kontrollinstanz vorgesehen, die diese Auflagen und Betriebsgenehmigungen der Unternehmensaktivität und der Maschinen kontrolliert. Die Auflagen beruhen auf europäischem Standard (vgl. GP3).

Die Arbeitsmedizin dienststelle Luxemburgs (Service de Santé au Travail Multisectoriel) besteht seit 1995 und hat sich mit den Jahren sukzessive erweitert. Zu deren Aufgaben gehören Vorsorge- und Nachsorgeuntersuchungen von Arbeitnehmern, Prävention in Betrieben, Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz, Schulungen in Bereichen wie z. B. psychosoziale Probleme und Rückenprobleme. Die Arbeitsmediziner im Unternehmen koordinieren die im Betrieb umzusetzenden Arbeitsschutzmaßnahmen und entscheiden auf Grundlage dessen, wann Ergonomen oder Psychologen miteinzubeziehen sind. Auch obliegt es ihnen, Ratschläge an den Arbeitsschutz zu erteilen, obgleich dies nicht als primäres Aufgabengebiet gilt.

Vielmehr versteht sich die Arbeitsmedizin dienststelle als Ratgeber des Arbeitgebers, indem es ihn bei Betriebsbegehungen auf Risiken hinweist, die es zu entfernen oder zu reduzieren gilt. Zudem führt es Befragungen zur betrieblichen Umsetzung von Empfehlungen durch. Die Digitalisierung stellt für die Dienststelle jedoch kein zentrales Thema dar. Bei der Arbeit mit den Unternehmen seien die mit der Digitalisierung einhergehenden psychosozialen Risiken, des Öfteren nicht berufsbedingt, sondern unternehmensbedingt (vgl. GP17). Dem Experten zufolge würden psychosoziale Risiken vor allem auf der Unternehmensseite entstehen, die sich auf Arbeitsanforderungen und -bedingungen zurückführen lassen.

Was den Arbeitsschutz anbelangt, werden Schulungen im Managementbereich sowie bei der Personaldelegation angeboten, jedoch keine spezifischen zur Digitalisierung. Dies könnte – so vermutet ein Experte – damit zusammenhängen, dass von Seiten der Unternehmen keine konkreten Anfragen an den Arbeitsschutz zu Auswirkungen von Digitalisierung bei der Einführung einer neuen Technik gerichtet werden (vgl. GP17). Dennoch stehen etwa in Schulungen zur Verhaltensprävention von Beschäftigten oder zur Sensibilisierung von (Human Resources) Managern auch die Digitalisierung tangierende Themen wie Burnout oder der Erhalt einer Work-Life-Balance im Fokus, jedoch ohne explizite Bezugnahme darauf. Dieser (noch) nicht konzipierte Schulungszuschnitt im Rahmen des Arbeitsschutzes hängt ggf. aber auch mit der fehlenden Nachfrage zu Auswirkungen der Digitalisierung auf die Gesundheit von Seiten der Arbeitgeber wie -nehmer zusammen.

Auch wenn der Service de Santé au Travail Multisectoriel drei Ergonomen, vier Psychologen und 38 Ärzte zählt, so herrscht nach Ansicht eines befragten Experten ein Personalmangel im Bereich Arbeitsschutz vor. Demnach stünden nicht genügend Ärzte zur Verfügung, sodass versucht werden müsse, mit den Kräften zu haushalten und Prioritäten zu setzen (vgl. GP17). Dabei ist dem Regierungsbericht zur sozialen Sicherheit im Großherzogtum vom Jahr 2016 zufolge die Anzahl der in Luxemburg tätigen Ärzte in den letzten Jahren gestiegen: Im Jahr 2011 kommen auf 1.000 in Luxemburg Ansässige etwa 2,8 Ärzte und im Jahr 2015 ist die Zahl der Ärzte um weitere 0,1 gestiegen (vgl. Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg 2016, S. 38).

Mit einer neuen Reform im Gesundheitssystem wurde im Dezember 2010 der Hausarzt/ behandelnde Arzt (médecin référent) eingeführt. Ab dem 1. Januar 2012 kann sich jeder Versicherte seinen eigenen Arzt aussuchen. Die Aufgabe des Arztes ist es, den gesundheitlichen Verlauf des Patienten zu überwa-

chen und ihn über die Risiken, die in der Ausübung von mehreren Berufen liegen sowie über den übermäßigen Konsum von Medikamenten und deren Wirkungen aufzuklären (vgl. Observatoire des compétences 2013, S. 51). Dennoch scheint das Gesundheitssystem noch nicht ausreichend ausgebaut zu sein im Hinblick auf die Koordination einer optimalen Versorgung der Patienten (Case Management), insbesondere was Krankenhauseinrichtungen betrifft. Auf Seiten der Pflegeeinrichtungen herrscht jedoch ein großes Interesse (vgl. Observatoire des compétences 2013, S. 52).

#### 4.3.2 Herausforderungen für den Gesundheitsschutz und die Gesundheitsförderung

Bei den betrieblichen Maßnahmen zum Gesundheitsschutz und zur Gesundheitsförderung stehen vor allem personen- und verhaltensbezogene Rücken- und Haltungsschulungen, Sehschulungen sowie die Förderung der körperlichen Fitness im Vordergrund. In der gesellschaftspolitischen und wissenschaftlichen Diskussion werde Entkörperlichung von Arbeit und Vereinseitigung sinnlicher Wahrnehmung als „eine unabwendbare Sachgesetzlichkeit und -notwendigkeit der fortschreitenden Technisierung und des Wandels von der industriellen Produktion zur Wissens- und Dienstleistungsarbeit gesehen“ (vgl. Böhle 2010, S. 473). Vor diesem Hintergrund wird ein Rückgang menschlicher Denk- und Arbeitsweisen sowie „die Verkümmern von menschlichen Fähigkeiten wie Intuition, Gefühl, assoziatives Denken und sinnliche Wahrnehmung thematisiert“ (vgl. Böhle 2010, S. 463).

Eine besondere Berücksichtigung sollten auch die Grenzgänger finden, da nach Aussagen Personalverantwortlicher vor allem diese Personengruppe oft mehr Fehlzeiten habe im Vergleich zu luxemburgischen Beschäftigten. Außerdem würde die Tätigkeit als Grenzgänger die Beschäftigten nicht unbedingt belastbarer machen (vgl. Wille 2012, S. 229). Ein Experte warnt allerdings davor, Schulungen im Bereich der psychosozialen Belastungen vom Arbeitgeber als Alibifunktion auszulegen:

„Wo man auch sehr vorsichtig sein muss, das ist, wenn man im Bereich psychosoziale Belastungen eine Schulung anbietet, dass diese dann nicht eine gewisse Alibifunktion kriegt, dass der Arbeitgeber sagen kann, wir haben Sie jetzt ausgebildet, also müssen Sie ihren Stress jetzt besser bewältigen“ (GP17).

Ein Ansatz zur Vermeidung und Akzeptanz psychosozialer Belastungen könnte zunächst mit einer Sensibilisierung des Arbeitgebers einhergehen, um ein Bewusstsein für die Auswirkungen zu schaffen und gleichzeitig die positiven Auswirkungen von Einschränkungen aufzuzeigen (vgl. GP8). Auch Spieß und Fabisch unterstreichen die Rolle des Arbeitgebers, der maßgeblich für die Schaffung eines gesundheitsgerechten Arbeitsumfeldes verantwortlich sei. Die Einhaltung ergonomischer Standards sowie die Erkenntnisse aus der Arbeitsphysiologie seien hier von großer Bedeutung. Darüber hinaus trage eine enge Zusammenarbeit der Führungskräfte mit betrieblichen Partnern der Arbeitsmedizin und der Arbeitssicherheit dazu bei, gesundheitsgerechte Rahmenbedingungen für Arbeitnehmer zu schaffen (vgl. Spieß und Fabisch 2017, S. 424).

#### 4.3.3 Herausforderungen und Chancen bezüglich Unfall- und Verletzungsrisiken

Die luxemburgische Unfallversicherung begegnet den Herausforderungen und Chancen bezüglich Unfall- und Verletzungsrisiken, indem sie einen Unfallkatalog erstellt hat, der seit 2017 für Betriebe übernommen wird. So zahlen die Betriebe lediglich die Freistellung; direkte Kosten wie ärztliches Personal werden übernommen. Darüber hinaus stellt die Unfallversicherung Informationsmaterial bereit (vgl. GP17).

Nach Meinung eines Experten bedarf es jedoch einer Reformierung des heutigen luxemburgischen Arbeitsschutzes. Er verweist darauf, dass die heutige luxemburgische Unfallgesetzgebung bisher bei Unfällen am Arbeitsplatz (nur) den menschlichen Faktor einbezieht; in Zukunft tritt neben den Menschen jedoch auch die Maschine, die als zusätzlicher Faktor gewertet werden kann (vgl. GP1).

Nach Ergebnissen des Handelsblatt Research Institute ist ein verstärkter Einsatz von Maschinen zu erwarten, sodass vernetzte Maschinen immer mehr in gesundheitsgefährdenden Arbeitsumgebungen eingesetzt werden. Darüber hinaus wird eine solche Entwicklung zusätzlich von „digitalisierten“ Produkten (z. B. ein stärkerer Einsatz von Sensorik in der Automobil- oder Lebensmittelindustrie oder im Dienstleistungsbereich etwa bei der Entlastung des Krankenhauspersonals) unterstützt. Folglich verringert sich die Anzahl gesundheitsgefährdender und belastender Arbeitsplätze, wodurch sich neue Beschäftigungspotenziale für bestimmte Erwerbsgruppen ergeben. Somit könnten sich die Einsatzmöglichkeiten für bestimmte Gruppen von Erwerbstätigen vergrößern, wie etwa für ältere Beschäftigte mit ggf. Leistungseinschränkungen (Handelsblatt Research Institute 2016, S. 81).

In diesem Zusammenhang spezifiziert ein befragter Experte eine damit einhergehende Chance für die älter werdende Belegschaft: Im Rahmen von Altersteilzeitlösungen könnte der „Übergang ins Rentenleben erleichtert“ (GP12) und gleichzeitig das Erwerbspersonalpotenzial ausgedehnt werden.

Eine vergleichbare Lösung sieht die Bundesrepublik Deutschland durch das am 21. Oktober 2016 vom Bundestag beschlossene und am 25. November 2016 vom Bundesrat zugestimmte „Gesetz zur Flexibilisierung des Übergangs vom Erwerbsleben in den Ruhestand und zur Stärkung von Prävention und Rehabilitation im Erwerbsleben“ (Flexirentengesetz) vor. Das Flexirentengesetz ermöglicht älteren Arbeitnehmern vor Erreichen der Regelaltersgrenze eine Teilzeitarbeit durch eine Teilrente zu ergänzen. Das Ziel dieser Gesetzgebung ist es, älteren Beschäftigten den Übergang in den Ruhestand flexibel, autonom und gemäß ihren individuellen Lebensentwürfen zu gestalten (vgl. BMAS 2016, S. 124).

#### **4.4 Handlungsempfehlungen**

Die im nachfolgenden formulierten Handlungsempfehlungen zum Thema „Gesundheit und Arbeitsqualität“ betreffen politische wie betriebliche Vorschläge gleichermaßen. Oft liegt ein reziprokes Verhältnis zwischen diesen beiden Typen von Handlungsempfehlungen vor. Beim Thema entgrenzte Arbeitszeit etwa ist zunächst der Gesetzgeber gefragt, eine entsprechende Richtlinie zu verabschieden, bevor Betriebe diese aufgreifen und ggf. an betriebliche Modalitäten anpassen können.

##### *Verhaltens- und Verhältnisprävention*

Neben der Verhaltensprävention gilt es insbesondere, die Verhältnisprävention als zentrales Grundprinzip der Arbeitsmedizin in einer digitalisierten Arbeitswelt konsequent umzusetzen. Um die Verhältnisprävention zu stärken, könnten solcherart Anreize für Betriebe geschaffen werden, die Konzepte zum Erhalt der Beschäftigungsfähigkeit und der Gesundheit entwickeln, so etwa sozialpartnerschaftlich ausgehandelte Flexibilität oder neue Kompromisse für eine innovative Arbeitsorganisation. In diesem Zusammenhang wären jedoch auch gesetzlich vorgeschriebene Regeln etwa gegen die entgrenzte Arbeitszeit zu formulieren. Diese könnten dann auch zu einer besseren Vereinbarung von Berufs- und Familienpflichten beitragen und die Produktivität erhöhen (vgl. Eurofound 2017, S. 40).

##### *Sensibilisierungskampagnen*

Zwar können gesetzlich vorgeschriebene Regeln zum Erhalt der Gesundheit im Zuge digitaler Herausforderungen in der Arbeitswelt festgelegt werden. Einen größeren Nutzen wird jedoch Sensibilisierungs- und Aufklärungskampagnen zugesprochen, da diese einen gestaltungsorientierten und partizipativen Konsens innerhalb des Betriebes anstreben. Dabei könnten auf betrieblichen Gesundheitstagen oder spezifischen Schulungen im Unternehmen Verantwortliche z. B. Beauftragte aus dem betrieblichen Gesundheitsmanagement, aber auch Personaldelegierte die Beschäftigten sowohl auf die gesundheitsspezifisch negativen als auch positiven Auswirkungen einer geplanten Technikeinführung oder des entgrenzten Arbeitens hinweisen. Solche Maßnahmen wären mit einem partizipativ von den Teilnehmern entwickeltem und verbindlich einzuhaltendem Regelwerk zur Einschränkung der ständigen Erreichbarkeit zu flankieren.

Ferner sind bereits bestehende elektronische Leitfäden für die Aufklärungsarbeit von Arbeitgebern, Experten aus dem Bereich Sicherheit und Gesundheitsschutz für Personalverantwortliche und Arbeitnehmer dienlich, um gezielt Informationen und Unterstützung für das Sicherheits- und Gesundheitsmanagement bereit zu stellen (vgl. Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz 2017, S. 29). Diese Handlungsempfehlung schließt damit an europäische Sensibilisierungsmaßnahmen der Europäischen Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz (EU-OSHA) am Arbeitsplatz an (vgl. ebd., S. 34).

#### *Einführung eines Wahlarbeitsgesetzes*

Im Zusammenhang mit Gesetzesvorschriften zur Verhinderung entgrenzter Arbeitszeit könnte – ähnlich der Empfehlung aus dem Weiss Buch – ein Wahlarbeitsgesetz zur gesetzlichen Stärkung individueller Ansprüche eingeführt werden. Dieser vom Deutschen Juristinnenbund (djb) vorgeschlagene weitgehende Ansatz soll garantierte Arbeitszeitoptionen durch den individuellen Anspruch der Beschäftigten auf Änderung der jeweiligen vertraglichen Arbeitszeit und zwar in Bezug auf Dauer und Lage, aber auch auf den Arbeitsort ermöglichen (vgl. BMAS 2017, S. 120). Als Folge einer stärkeren Zeit- und Ortssouveränität könnte die Sicherheit und der Gesundheitsschutz der Beschäftigten damit gewährleistet werden (vgl. ebd., S. 116f.).

#### *Recht auf Homeoffice*

Eine weitere für Luxemburg sinnvolle Option ist das Recht auf Homeoffice mit freier Wahl des Arbeitortes. Angesichts der Vielzahl von Tätigkeiten, die weiterhin ortsgebunden sind, müsste eine solche Rechtsnorm allerdings auch gesetzliche Ausnahmen zulassen, die einen solchen Anspruch nicht zwingend geltend machen. Die damit zusammenhängenden gesetzlichen Regelungen könnten durch tarifliche und betriebliche Vereinbarungen in der betrieblichen Praxis passgenau umgesetzt werden.

#### *Arbeitsfreistellung*

Neben Handlungsempfehlungen zu Arbeitszeitoptionen sind Handlungsoptionen bei der Arbeitsfreistellung anzuführen. Im Rahmen von betrieblichen Langzeitkonten können – wie bereits im Weiss Buch für die Bundesrepublik Deutschland vorgeschlagen – Beschäftigte für gesetzliche Freistellungszwecke – wie Pflegezeit oder Elternzeit – oder für mit dem Arbeitgeber vereinbarte Freistellungen, z. B. Weiterbildungen oder Sabbatical, Wertguthaben einsetzen. Diese Wertguthaben beruhen auf einer freien Vereinbarung zwischen Arbeitnehmer und -geber und setzen voraus, dass Beschäftigte im Zuge ihrer aktuellen Arbeitssituation auf Lohnanteile oder bezahlte Freizeit verzichten können mit dem Ziel, diese später für längerfristige Freistellungen von der Arbeit zu nutzen. Der Arbeitgeber wiederum sichert das Guthaben insolvenzsicher und gewährt seinen Beschäftigten später über längere Zeiträume ganz oder teilweise eine Arbeitsfreistellung (vgl. BMAS 2016, S. 123).

#### *Sektorenspezifische Studien zur luxemburgischen Arbeitsmedizin*

Einem Experten zufolge sollten – so eine weitere Handlungsempfehlung – Studien in Auftrag gegeben werden, welche sektorenspezifische Probleme rund um das Thema Arbeitsmedizin aufgreifen. Zum einen sollen mit Blick auf die branchenspezifisch unterteilte Arbeitsmedizin sektorenspezifische Grundsatzstudien erstellt, zum anderen sektorenübergreifende Vergleichsstudien ermöglicht werden. Statt der bisher erstellten sektorenspezifischen Präventionsmaßnahmen (z. B. für den Bankenbereich, die Industrie, die Krankenhäuser, die Bahn, den öffentlichen Dienst oder kleinere und mittlere Unternehmen) könnten so branchenübergreifende und damit allgemeingültige Handlungsanforderungen etwa zum Thema Prävention formuliert und festgelegt werden.

## 4.5 Zwischenfazit

Bezüglich der Auswirkungen auf die Gesundheit sind folgende Trends aus Kapitel 4 aufzuzeigen: Die neuen Technologien selbst wie auch die damit einhergehenden organisatorischen Veränderungen können zu veränderten Belastungsprofilen führen, womit sich auch Auswirkungen auf die Gesundheit zeigen: Die neuen Technologien werden einerseits vermutlich die körperlichen Belastungen weiter reduzieren, andererseits durch Arbeitsverdichtung und eine zunehmende Informationsintensität die psychischen und kognitiven Belastungen verändern. Auch bezüglich der flexiblen Arbeitsformen sind gegensätzliche Entwicklungen in der Belastung und Beanspruchung durch Arbeit zu erwarten: Die flexiblen Arbeitsformen schaffen zwar neue Freiräume bei der besseren Vereinbarkeit von Familie und Beruf, was sich insbesondere für die Grenzgänger in Luxemburg positiv auf ihre Work-Life-Balance auswirken könnte; gleichzeitig werden jedoch mittels auflösender Trennung zwischen Beruf und Privatleben und damit Entgrenzung wichtige Erholungsphasen unterbrochen oder verkürzt. Um diese Belastungen zu bewältigen, tritt der Arbeitnehmer heute nicht mehr nur als passives Opfer, sondern auch als aktiver Akteur in der Bewältigung von Belastungen auf. Auch führen die durch neue Technologien ausgelösten bzw. ggf. (noch) auszulösenden veränderten Belastungsprofile zu Herausforderungen für die Arbeitsmedizin. Die oftmals in der gesellschaftspolitischen und wissenschaftlichen Diskussion angeführte Entkörperlichung von Arbeit und Vereinseitigung sinnlicher Wahrnehmung im Zuge der fortschreitenden Technisierung erfordern eine Einhaltung ergonomischer Standards. Hier sind insbesondere die Erkenntnisse aus der Arbeitsmedizin und -physiologie von großer Bedeutung. Daneben ist aber auch der Arbeitgeber für die Schaffung eines gesundheitsgerechten Arbeitsumfeldes verantwortlich: Ein Ansatz zur Vermeidung und Akzeptanz psychosozialer Belastungen könnte demnach zunächst in einer Sensibilisierung des Arbeitgebers bestehen, um ein Bewusstsein für Belastungen zu schaffen und gleichzeitig die positiven Auswirkungen von Einschränkungen aufzuzeigen.

## 5 Herausforderungen für die Soziale Sicherung durch die Digitalisierung

Die oben beschriebenen Veränderungen des Arbeitsmarkts durch die Digitalisierung haben auch Rückwirkungen auf die soziale Absicherung, da sowohl Leistungsansprüche als auch deren Finanzierung in vielen Fällen an Beschäftigung geknüpft sind. Im Vergleich zu anderen Industrieländern ist in Luxemburg die Verknüpfung zwischen Beschäftigung und Sozialversicherung jedoch etwas schwächer ausgeprägt, da die Sozialversicherung stärker über das allgemeine Steueraufkommen finanziert wird als in anderen Ländern (vgl. Hartmann-Hirsch 2010). Dies gilt sowohl für die Anspruchsberechtigung als auch die Finanzierung. Entsprechend lassen sich die Herausforderungen für die sozialen Sicherungssysteme in Finanzierungsprobleme auf der einen Seite und potenzielle Versorgungslücken, die durch veränderte Erwerbsformen entstehen, auf der anderen Seite unterteilen.

Die Einnahmen der sozialen Sicherungssysteme, in Luxemburg vor allem Rente und Gesundheit, die sich über lohnabhängige Beiträge finanzieren, könnten unter Umständen durch technologiebedingte Arbeitsplatzverluste sinken. Neben der oben ausführlich diskutierten Automatisierung (siehe Abschnitt 2.1.3), die möglicherweise auch Arbeitsplätze im Dienstleistungsbereich kosten könnte, spielt auch eine technologiebedingt leichtere Verlagerung von Tätigkeiten ins Ausland eine erhebliche Rolle. Dies betrifft nicht nur die ausführlich beschriebene Vermittlung von Tätigkeiten über Onlineplattformen (siehe Abschnitt 2.2.2) sondern auch das ‚klassische‘ Outsourcing ins kostengünstigere Ausland. Wie die Debatte um die Lockerung des Berufsgeheimnisses (Gesetzesentwurf 7024) zeigt, ist im Moment (noch) das klassische Outsourcing von größerer Relevanz als die Verlagerung in die Crowd. Das Beispiel des Outsourcings von IT-Dienstleistungen für die Finanzbranche zeigt aber auch, dass Arbeitsplatzverluste nicht nur von technischen Möglichkeiten, sondern auch von weiteren Faktoren wie rechtlichen Regelungen und den Wettbewerbsbedingungen abhängen. Unabhängig von der Ursache für den Verlust von Arbeitsplätzen führt dieser zu einem Einnahmerückgang für die Sozialversicherung und stellt somit deren Finanzierung vor neue Herausforderungen.

Nicht nur mögliche Arbeitsplatzverluste sondern auch der durch das Aufkommen der plattformvermittelten Erwerbsarbeit erwartete Trend zu mehr selbständiger Tätigkeit könnte sich in der Zukunft auch in Luxemburg negativ auf die Einnahmen der Sozialversicherungen auswirken. Zwar greift für diese in Luxemburg ab einem bestimmten Einkommen die allgemeine Versicherungspflicht, doch dürfte das nur für einen kleinen Teil der online vermittelten Tätigkeiten greifen (vgl. Abschnitt 2.2.2). Erschwerend kommt hinzu, dass bei grenzüberschreitenden Transaktionen eine erhebliche Dunkelziffer verbleiben könnte. Entsprechend kann die vor allem durch Online-Plattformen begünstigte Selbständigkeit mit geringeren Einnahmen für die Sozialversicherungssysteme einhergehen. Dies scheint aber für Luxemburg im Moment im Vergleich zur Arbeitsplatzverlagerungen in das kostengünstigere Ausland (noch) eine deutlich geringere Rolle zu spielen.

Neben der Einnahmenseite ist auch die Ausgabenseite der Sozialversicherung von möglicher technologiebedingter Arbeitslosigkeit negativ betroffen. In Luxemburg dürften die Ausgaben für Einkommenstransfers an Arbeitslose jedoch nur unterproportional steigen, da aufgrund der europäischen Regelungen arbeitslos gewordene Grenzgänger in der Regel Sozialleistungen in ihren Wohnsitzstaaten in Anspruch nehmen und nicht in Luxemburg, dem ehemaligen Arbeitsort. Aufgrund der besseren Ausbildung der Grenzgänger im Vergleich zu den Luxemburgern dürften aber potenziell auch ortsansässige Arbeitskräfte von Arbeitsplatzverlusten betroffen sein. Dies trifft vor allem auf Tätigkeiten mit einem hohen Routineanteil zu bzw. solche, die leicht ins Ausland verlagert werden können. Die Entwicklung der vergangenen Jahren, die sich durch eine positive Beschäftigungsentwicklung auszeichnete, die jedoch weitgehend nicht den ortsansässigen Arbeitssuchenden zu Gute kam, unterstreicht diese Problematik (vgl. Statec 2016a). Eine gezielte Aus- und Weiterbildung insbesondere der ortsansässigen Arbeitskräfte könnte dem entgegen wirken.

Sollten sich die in einigen Szenarien für andere Länder prognostizierten Arbeitsplatzverluste (Arntz et al. 2016) auch in Luxemburg realisieren, dürften diese aufgrund ihrer negativen Wirkung auf die finanzielle Situation der Sozialkassen (und der öffentlichen Haushalte) die Debatte über deren Tragfähigkeit befeuern. Diese finanziellen Probleme können prinzipiell einnahmen- oder ausgabenseitig begegnet werden. Einerseits könnten die Einnahmen vor allem auch durch neuerschlossene Einnahmequellen jenseits der bisherigen lohnbasierten Beiträge erhöht werden, andererseits könnten die Leistungen reduziert werden. Im Vergleich zu anderen europäischen Ländern finanzieren sich die Luxemburger Sozialsysteme zwar zu einem vergleichsweise geringeren Teil über lohnfinanzierte Beiträge (vgl. Hartmann-Hirsch 2010), der Anpassungsdruck könnte künftig aber dennoch zunehmen.

Die zweite Herausforderung der sozialen Sicherung durch die Digitalisierung betrifft mögliche Versorgungslücken, die vor allem durch eine Zunahme von selbständiger Beschäftigung in Luxemburg entstehen könnten. In Luxemburg sind Selbständige zwar nicht prinzipiell von den Sozialversicherungen ausgenommen, doch dürfte – wie in Abschnitt 2.2.2 beschrieben – ein erheblicher Teil der ‚neuen‘ Selbständigen unterhalb der Geringfügigkeitsgrenze von 666 € Monatseinkommen bleiben oder gänzlich am Fiskus vorbei tätig sein. Da diese keine oder nur geringe Ansprüche auf eine Altersrente erwerben, könnten sie auf andere Quellen zur Finanzierung ihres Ruhestands angewiesen sein. Hier könnten sich in Zukunft neue Armutsrisiken auftun. Doch dürfte dieses Problem aufgrund der augenblicklich geringen Attraktivität der plattformbasierten Erwerbsarbeit in Luxemburg im Moment (noch) eine eher geringe Rolle spielen.

## 6 Diskutierte Steuerreformen im Kontext der Digitalisierung

### 6.1 Einleitung

Die digitale Transformation bringt große Wachstumschancen, aber auch Herausforderungen für unterschiedliche Politikfelder mit sich. Die Steuerpolitik ist in mehrfacher Hinsicht fundamental betroffen. Zum einen bestimmt sie die Rahmenbedingungen für weiteren Fortschritt in einer digitalen Wissensgesellschaft mit. So stellt sich die Aufgabe, dass die Steuerpolitik wachstums- und innovationsfreundlich zu gestalten ist, um zur Entfaltung des Potenzials der Digitalisierung beizutragen. Zum anderen stellen der Bedeutungsgewinn des Wissenskapitals sowie die zunehmende Relevanz digitaler Märkte und Prozesse bestehende Besteuerungsgrundsätze in Frage und erschweren die Sicherung von Steueraufkommen. Steuern spielen für die Standortwahl als auch für die Preissetzung von Unternehmen eine Rolle. Standort und Preise lassen sich in einem digitalen Kontext schneller und zu geringeren Kosten ändern. Aktuelle Herausforderungen für die Steuerpolitik beinhalten insbesondere die hohe Relevanz immaterieller Vermögenswerte (die aus steuerlicher Sicht schwer zu bewerten sind), die massive Nutzung von (personenbezogenen) Daten, die weit verbreitete Übernahme mehrseitiger Geschäftsmodelle, die Schwierigkeiten bei der Bestimmung des Staates, in dem die Wertschöpfung erfolgt.

Die zentralen Eigenschaften der digitalen Wirtschaft, die eine Besteuerung erschweren, sind das Fehlen einer präzisen physischen Lokalisierung ihrer Aktivitäten, die Rolle von Plattformen, die Bedeutung von Netzwerkeffekten sowie die Verarbeitung von (kostenfreien) Datenmengen. Diese Eigenschaften verändern die Wertschöpfungsketten und reduzieren mutmaßlich die Effektivität traditioneller Steuersysteme, die an den Prinzipien der Quellen- und Wohnsitzbesteuerung anknüpfen. Konkret lassen sich insbesondere drei Problemfelder nennen, die mit größeren Spielräumen für Steueroptimierung im Kontext der digitalen Ökonomie assoziiert werden. Erstens befähigt die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien die Firmen, Märkte ohne physische Präsenz zu bedienen (fehlender steuerlicher Nexus). Zweitens entkoppeln neue, digitale Geschäftsmodelle die Wertschöpfung von steuerlichen Jurisdiktionen. Drittens verschärft die massive Nutzung von Daten und immateriellen Wirtschaftsgütern bestehende Verrechnungspreisprobleme.

Vor diesem Hintergrund ist die Wahrnehmung entstanden, dass die digitale Transformation die Funktionsfähigkeit etablierter Steuersysteme einschränkt und zu Aufkommensverlusten in Hochsteuerländern führt. Zahlreiche steuerpolitische Initiativen versuchen daher, diesen Herausforderungen der Digitalisierung für die Besteuerung zu begegnen. Im Auftrag der G20 Staaten hat die OECD einen Aktionsplan zur Bekämpfung von „Base Erosion and Profit Shifting“ (BEPS) vorgelegt. Die Relevanz, die in diesem Kontext der Digitalisierung zugeschrieben wird, wird daran deutlich, dass sich bereits der erste Aktionspunkt mit den Herausforderungen der digitalen Wirtschaft beschäftigt. Im Rahmen des OECD-Vorschlags wird insbesondere eine Anpassung der Betriebsstättenbesteuerung und der Verrechnungspreisrichtlinien an die Gegebenheiten der digitalen Wirtschaft thematisiert.

Gleichzeitig werden in einzelnen Ländern unilaterale Maßnahmen diskutiert, die eine Steuer-Vermeidung im Rahmen digitaler Geschäftsmodelle einschränken sollen. Zu diesen Vorschlägen gehören sog. „Internetsteuern“ in Form von Internet-Zugangssteuern, Telekommunikationssteuern oder „Bit-Steuern“, die Besteuerung von Informationen oder Daten, die über das Internet abgerufen werden, Datensammelsteuern oder Quellensteuern auf digitale Transaktionen,

Vor diesem Hintergrund werden im nächsten Abschnitt 6.2 zwei aktuelle Vorschläge der OECD zur Reform der Unternehmensbesteuerung im Hinblick auf die Digitalisierung zusammengefasst. Darüber hinaus gibt Abschnitt 6.3 einen kurzen Überblick über Ansätze der Internetbesteuerung, die in einigen Ländern diskutiert werden. Abschnitt 6.4 schließt mit einem kurzen Fazit.

## 6.2 OECD BEPS Aktionspunkte mit Bezug zur Gewinnbesteuerung der digitalen Wirtschaft

Aktionspunkt 1 des G20/OECD Aktionsplans widmet sich ausführlich den Herausforderungen der digitalen Wirtschaft für die Besteuerung. Im Ergebnis wurde festgestellt, dass die Digitalisierung mittlerweile die gesamte Wirtschaft erfasst und es keine isolierbare „digitale Wirtschaft“ gibt, die vom Rest der Wirtschaft getrennt werden könnte. Dementsprechend wurde die internationale Einführung gänzlich neuer steuerlicher Anknüpfungsmerkmale nicht empfohlen. Stattdessen sollen bestimmte Aspekte der bestehenden Besteuerungsprinzipien (z. B. beim Betriebsstättenbegriff) angepasst werden, um den geänderten wirtschaftlichen Verhältnissen Rechnung zu tragen. Entsprechend finden sich die konkreten Reformvorschläge in den jeweiligen Aktionspunkten wider, die spezifische Probleme der internationalen Besteuerung thematisieren. Sie sollen im Folgenden kurz zusammengefasst werden.

### 6.2.1 Verhinderung der Umgehung von Betriebsstättensachverhalten

Die OECD definiert die Betriebsstätte als „fixed place of business through which the business of an enterprise is wholly or partly carried on“ (OECD, 2014, S. M-15). Diese Definition umfasst insbesondere die Managementniederlassung, Filialen, Büros, Fabriken und Werkstätten (OECD, 2014, Art. 5(2)). Vom Status einer Betriebsstätte ausgenommen sind hingegen beispielsweise Lagerstätten, Ausstellungsräume, Einrichtungen zur Auslieferung, Beschäftigungen, die allein von vorbereitender Art oder Hilfstätigkeiten sind, sowie Tätigkeiten durch selbstständige Makler und Kommissionäre (OECD, 2014, Art. 5(4, 6)).

Die OECD Task force on the Digital Economy (TFDE) betrachtet die Überarbeitung des Betriebsstättebegriffs als zentral, um den Herausforderungen der Digitalisierung im Kontext der Besteuerung zu begegnen. Dabei betont sie in erster Linie zwei anzustrebende Veränderungen. Erstens soll ein Betriebsstättenstatus auch dann angenommen werden, wenn die lokale Einheit eines Unternehmens materielle Wirtschaftsgüter oder Services online verkauft und dabei eine wichtige Rolle beim Vertragsabschluss einnimmt, auch wenn dieser formal durch die Muttergesellschaft routinemäßig geschlossen wird. Zweitens sieht die Überarbeitung der Ausnahmen vom Betriebsstättenstatus vor, dass Tätigkeiten, die als vorbereitend oder nachrangig eingestuft werden und daher bislang keinen Betriebsstättenstatus auslösten, im Kontext digitaler Geschäftsmodelle dennoch die Annahme einer Betriebsstätte rechtfertigen können (z.B. relevantes Logistikzentrum). Hierbei geht es insbesondere darum, den Spielraum für eine Fragmentierung der Wertschöpfungskette, in der jede einzelne Tätigkeit als vorbereitend oder unterstützend zu bewerten wäre, einzuschränken. Beide Überarbeitungsvorschläge adressieren insbesondere lokale Lagerhäuser/Distributionszentren von E-Commerce Händlern.

Ein weiterer Punkt, der in früheren Entwürfen (2014 delivery) des OECD BEPS Reports diskutiert wurde, betrifft eine Anpassung des Betriebsstättenbegriffs im Hinblick auf die „signifikante ökonomische Aktivität“ als neuer Anknüpfungspunkt der Besteuerung. Dieser solle ein Auseinanderfallen ökonomischer Aktivitäten in Hochsteuerländern und Allokation steuerbarer Gewinne in Niedrigsteuerländern vermeiden. Bei diesem Konzept wurde angedacht, Umsätze, Häufigkeit digitaler Transaktionen oder die Anzahl der Nutzer als Kriterien für die Bestimmung eines Besteuerungsrechts heranzuziehen. Dies hätte jedoch gleichzeitig zur Folge, dass die Zuordnung des zu besteuernenden Einkommens zu diesem neuen Nexus ebenfalls neu zu regeln wäre. Existierende Vorschriften, die auf der Zuordnung von Wirtschaftsgütern, Funktionen und Risiken basieren, können bei fehlender physischer und legaler Präsenz nicht analog übertragen werden. Als eine Alternative wurde die Gewinnaufteilungsmethode in Erwägung gezogen. Für den Abschlussbericht des OECD BEPS Reports wurde der neue Betriebsstättenbegriff jedoch nicht weiter verfolgt. Insbesondere würde die Besteuerung einer virtuellen Betriebsstätte mit der erforderlichen Anpassung der Gewinnallokation, dazu führen, dass ein eigenes Steuersystem für die

digitale Wirtschaft entwickelt würde. Darüber hinaus müssten Online-Dienstleistungen im Bestimmungsland registriert werden, was der Handelsfreiheit widerspreche (ECIPE, 2014).

Hongler and Pistone (2015) beschreiben ebenfalls einen Vorschlag zur Überarbeitung der Zuordnung der Besteuerungsrechte. Sie schlagen die Betriebsstätte als Anknüpfungspunkt der Besteuerung auch bei fehlender physischer Präsenz im Betriebsstättenstaat vor, wenn die gesamte Wertschöpfung in einer modernen, weniger physischen Art und Weise erfolgt. Ihrem Vorschlag gemäß sollten Betriebsstättenvorschriften auch greifen, wenn eine Firma an diesem Standort elektronische Anwendungen, Datenbanken, Online-Marktplätze, Speicherplatz oder Plattformen für Online-Werbung betreibt, wenn diese über mindestens 1.000 Nutzer verfügen und einen Mindestumsatz generieren. Bezüglich der Gewinnallokation sprechen sich die Autoren für eine transaktionsbezogene Gewinnaufteilungsmethode aus, wobei ein Drittel der Gewinne dem Marktstaat zuzuordnen seien.

Nichtsdestotrotz stellen Olbert und Spengel (2017) heraus, dass allgemeine Schwierigkeiten bei der Umsetzung eines neuen Betriebsstättenbegriffs verbleiben. Als wesentliche Umsetzungshindernisse nennen sie die Festlegung von Kriterien zur Anwendung des digitalen Betriebsstättenbegriffs sowie den Fokus auf E-Commerce Aktivitäten in Abgrenzung zu digitalen Serviceeinheiten.

### 6.2.2 Überarbeitung der Verrechnungspreisvorschriften

Eine wesentliche Herausforderung der Digitalisierung besteht gemäß Aktionspunkt 1 des OECD BEPS Reports in der Bestimmung angemessener Verrechnungspreise. Die Aktionspunkte 8 bis 10 des OECD Aktionsplans widmen sich Vorschlägen zur Überarbeitung der Verrechnungspreisvorschriften und sollen insbesondere eine stärkere Ausrichtung an den Wertschöpfungsbeiträgen der einzelnen Konzerneinheiten erreichen. Demgemäß soll zwar an der Analyse der Funktionen, Wirtschaftsgüter und Risiken für die Bestimmung der Verrechnungspreise festgehalten werden. Gleichzeitig soll aber beachtet werden, dass nicht nur das vertragliche Risiko Berücksichtigung findet, sondern auch das operative Management der Risiken.

Hinsichtlich der Bedeutung von Synergien im Konzern stellt der OECD BEPS Report fest, dass diese nicht per se als immaterielles Wirtschaftsgut behandelt werden sollen. Eine spezifischere Definition immaterieller Wirtschaftsgüter im Kontext digitaler Geschäftsmodelle wird nicht vorgenommen. Neu ist der „commensurate with income (CWI)“ Standard, der es den Finanzbehörden erlaubt, nachträgliche Anpassungen der Verrechnungspreise vorzunehmen, wenn der Wert der immateriellen Wirtschaftsgüter ex-ante schwer zu bestimmen ist.

Der einzige Vorschlag, der in den Aktionspunkten 8 bis 10 konkret digitale Geschäftsmodelle adressiert, bezieht sich auf die breitere Verwendung der transaktionsbezogenen Gewinnaufteilungsmethode. An dieser Stelle erkennt die OECD an, dass bei hochgradig digitalisierten Unternehmen mit digitalisierten Produkten und integrierten Wertschöpfungsketten keine sinnvolle Anwendung des Fremdvergleichsgrundsatzes (arm's length principle) erfolgen kann. Statt dessen müsse eine detaillierte Analyse der Wertschöpfungsketten erfolgen und die Gewinnaufteilungsmethode zum Einsatz kommen, um die Gewinnzuweisung am Wertbeitrag der jeweiligen Einheit in der Wertschöpfungskette auszurichten.

### 6.2.3 Ausgleichsabgabe

Eine weitere alternative Besteuerungsform digitaler Geschäftsmodelle, die in früheren Versionen des Aktionspunkts 1 des OECD BEPS Reports ins Auge gefasst wurde, jedoch nicht für den finalen Vorschlag berücksichtigt wurde, betrifft die Erhebung einer Ausgleichsabgabe (equalization tax). Diese sollte nicht-ansässige Unternehmen treffen und damit die gleiche Besteuerung inländischer und ausländischer Lieferanten gewährleisten, welche im selben Staat Umsätze generieren (OECD, 2015a). Neben

der Schaffung eines fairen Wettbewerbs sollen auch Steuereinnahmen gesichert werden, die den Staaten aufgrund der Mobilität von Gewinnen und Unternehmensfunktionen oftmals entzogen werden (European Parliament, 2016).

Im Fokus stehen dabei die Einnahmen aus Dienstleistungen. Je nachdem, ob alle Verkaufs-transaktionen, nur digitale Benutzerinteraktionen oder speziell automatisierte Vertragsabschlüsse im Fokus der Besteuerung stehen sollen, kann die Gebühr entweder auf den Bruttowert der Transaktionen oder auf die gewonnene Datenmenge erhoben werden (OECD, 2015a; Olbert und Spengel, 2017). In Indien wurde eine solche Ausgleichsabgabe bereits im Jahr 2016 eingeführt. Dort wird sie den nicht-ortsansässigen Unternehmen als Pauschalsteuer von sechs Prozent auf die Einnahmen digitaler Dienstleistungen berechnet (Rao, 2016).

Fraglich ist jedoch, ob eine solche Gebühr diskriminierend ist, da sie allein auf Zahlungen an ausländische Lieferanten erhoben werde. Darüber hinaus sei es den jeweiligen Heimatländern dieser Lieferanten überlassen, ob sie eine Steuergutschrift gewähren, die eine Anrechnung der Ausgleichsabgabe auf die inländische Körperschaftsteuer bewirke (Rao, 2016). Sollte dies nicht der Fall sein, so unterlägen die betroffenen Unternehmen einer Doppelbesteuerung. Daher stehe zur Diskussion, ob die Abgabe allein dann fällig sein soll, wenn Gewinne andernfalls unversteuert oder niedrig besteuert blieben (OECD, 2015a).

### 6.3 Internetsteuern

Die bisher genannten Reformvorschläge der TFDE betreffen bereits existierende Maßnahmen und Richtlinien, welche einer Anpassung an die digitale Wirtschaft bedürfen. Darüber hinaus werden in der Literatur und Politik auch Neuregelungen diskutiert, die das bestehende Steuersystem um speziell auf digitale Transaktionen zugeschnittene Steuerarten ergänzen sollen. Im Einzelnen betreffen diese Steuern nach Definition des Europäischen Parlaments (2016) elektronische Dienstleistungen sowie Warenlieferungen infolge von Online-Bestellungen.

#### 6.3.1 Quellensteuer auf digitale Transaktionen

Eine umfangreich diskutierte Steuerreform betrifft eine Quellensteuer auf bestimmte digitale Aktivitäten, um diese in Zukunft nicht unversteuert zu belassen. Dabei sollten allein Business-to-Business-Transaktionen betroffen sein, während Business-to-Consumer- und Consumer-to-Consumer-Verhältnisse außenvorständen. Ebenso wenig fielen nicht-digitale Leistungen unter die Quellensteuer (Baez und Brauner, 2015).

Auch hier stellt sich nun wieder die Frage nach dem steuerlichen Anknüpfungspunkt und der entsprechenden Bemessungsgrundlage. Um BEPS einzuschränken, sollte die Steuer vorrangig auf Zahlungen ins Ausland erhoben werden, welche als abzugsfähige Aufwendungen die inländische Steuergrundlage verringern. Auch wenn die Verlagerung steuerpflichtiger Einnahmen eingeschränkt werden soll, gelte es jedoch, den Steuersatz gewissenhaft festzulegen. Dieser könne nämlich wiederum ab einer gewissen Höhe grenzüberschreitende Geschäfte einschränken oder entgegen des ursprünglichen Ziels mehr Anreiz zur Steuerumgehung schaffen (Baez und Brauner, 2015).

Obwohl einige Forscher das System einer Quellensteuer auf digitale Transaktionen befürworten, lehnt die OECD dieses als Reformalternative ab. Sie stellt heraus, dass zur Einführung einer solchen Steuer nicht nur die Konkretisierung der betroffenen Geschäfte notwendig sei, sondern auch die Art der Erhebung bestimmt werden müsse. Umsetzbar scheine das Konzept zwar beispielweise durch ein Registrierungssystem oder zwischengeschaltete Institutionen, jedoch seien beide Lösungen mit erheblichen technischen Schwierigkeiten verbunden (OECD, 2015). Auch rechtlich werfe das Konzept einige Zweifel

auf. Zum einen solle die Steuer auf den Bruttogewinn erhoben werden, was laufende Kosten wie Wartungen und Produktentwicklung vernachlässige. Zum anderen und als Konsequenz daraus würden das internationale Handelsrecht sowie EU-Rechte verletzt werden, da inländische Geschäfte nach dem Nettoprinzip und damit attraktiver als grenzüberschreitende Lieferungen besteuert würden (OECD, 2015).

### 6.3.2 Bit-Steuern (Besteuerung der Bandbreite)

Eine Steuerreform, die ebenso umstritten ist, ist die Einführung einer sogenannten Bit-Steuer. Diese soll jede Einheit, also jedes Byte von Informationen, welches in das globale Netzwerk eindringt, einer Steuerzahlung unterziehen (Cordell, 1997). Der Grundgedanke ist dabei, entweder die verfügbare oder die genutzte Bandbreite eines Unternehmens als Maßstab zu nutzen. Die größte Schwierigkeit ergibt sich jedoch aus dem unklaren Zusammenhang zwischen technologischer Infrastruktur und wirtschaftlicher Wertschöpfung, d.h. inwieweit digitale Transaktionen Umsätze generieren (Olbert und Spengel, 2017).

In der Literatur werden mehrere Möglichkeiten, diesen Umfang zu ermitteln, diskutiert. Die France Stratégie (2015) fasst diese Überlegungen in zwei Bit-Steuerarten zusammen.

Die erste und bevorzugte Option ist eine sogenannte „ad valorem tax based on revenues“ (France Stratégie, 2015, p. 18), welche die Einnahmen eines Unternehmens basierend auf den Umsätzen aus Verkauf und Werbung besteuert. Die Wertsteuer sieht dabei verschiedene Steuersätze entsprechend der Art der Umsatzgenerierung bzw. der Bandbreitennutzung vor. Somit würden Einnahmen aus einmaligen Internetzugängen vorteilhafter besteuert werden als jene aus der Datenverarbeitung und dem Datenverkauf. Diese Differenzierung soll dazu beitragen, dass die kommerzielle Nutzung von Userdaten aus Kostengründen eingeschränkt wird (France Stratégie, 2015).

Auf der anderen Seite kann die Bit-Steuer auch basierend auf Aktivitäten bzw. Arbeitseinheiten als sog. „tax based on activity“ (France Stratégie, 2015) erhoben werden. In diesem Fall gälte die Anzahl der Verbraucher (d.h. user) oder Werbeträger oder aber der Datenfluss repräsentiert durch die Anzahl von Klicks als Maßstab, sodass die Einnahmen gemäß dem Bestimmungslandprinzip zugeordnet und besteuert werden würden. Da die Einführung einer solchen Steuer das Angebot und die Datennutzung von Online-Plattformen erheblich beeinträchtigen würde, betont die France Stratégie, dass diese nur als letzte Option berücksichtigt werden solle (France Stratégie, 2015).

Bereits im Jahr 1997 setzte sich das kanadische Wirtschaftsministerium (d.h. Canadian Department of Industry) mit der Frage nach einer Bit-Steuer auseinander. Arthur Cordell (1997) schlug dabei vor, den Datenfluss aller wertschöpfenden digitalen Transaktionen automatisch über die globalen Telekommunikations-, Kabel- und Satellitennetze zu messen und diese Werte an die nationalen Finanzämter weiterzuleiten. Dabei zählte er unter anderem Telefon-konferenzen, E-Mails und Bankautomatentransaktionen zu den betroffenen Aktivitäten.

An der Idee, die gewerbliche Datensammlung und -nutzung zu besteuern, wird allgemein kritisiert, dass das Kerngeschäft von Unternehmen außer Acht gelassen werde. So unterlägen Einnahmen von Anbietern wie Spotify, deren Dienste zum Download oder über das Internet zur Verfügung stehen, höheren Steuern als beispielsweise die des Online-Versandhandels, dessen digitaler Service nach einem simplen Klick abgeschlossen sei (European Parliament, 2015).

### 6.3.3 Internetzugangssteuer

In den meisten Staaten ist der Internetzugang kostenlos, während alleine der Anschluss und die Bandbreitennutzung zahlungspflichtig sind. Was selbstverständlich scheint, wird jedoch in manchen Ländern

diskutiert, da Steuereinnahmen gebraucht werden und die Weiterentwicklung und Ausbreitung des Internets finanziert werden muss (Kim, 2015).

Die allgemeine Besteuerung des Internetzugangs ist jedoch gründlich abzuwägen, da sie einige Gefahren mit sich bringt. Der Kostenstieg des Breitbands schließe manche Menschen vom Internet aus und veranlasse wiederum andere, jenes weniger zu nutzen. Das Ausgangsziel, den Ausbau der Internetinfrastruktur zu fördern, würde damit nicht verfolgt, sondern im Gegenteil gehemmt werden (Pai, 2016).

Aus diesem Grund haben die Vereinigten Staaten bereits im Jahre 1998 den Internet Tax Freedom Act verabschiedet, welcher 2016 schließlich für permanent erklärt wurde (Phillips Erb, 2016). Damit werden sowohl staatliche als auch lokale Steuern auf den Internetzugang unterbunden, da sie als diskriminierende Besteuerung des elektronischen Handels angesehen werden (US Senate, 2015). Davon unberührt bleibt jedoch die Umsatzsteuer auf Online-Käufe (Phillips Erb, 2016).

#### **6.3.4 Datensammelsteuer**

Wie der Begriff bereits andeutet, handelt es sich dabei um die Besteuerung der Erfassung und Verarbeitung von Benutzerdaten. Es wird angenommen, dass sowohl die Daten, welche User freiwillig oder unfreiwillig auf sozialen Plattformen hinterlassen als auch die Daten, welche Unternehmen durch die Beobachtung des Nutzerverhaltens erheben, einen Mehrwert schaffen. Dieser Mehrwert liegt in der Kundenbindung und in höheren Umsätzen, die dadurch gefördert werden, dass Firmen auf Grund der Daten individuell zugeschnittene Werbung und Angebote bereitstellen können (De Filippi, 2013). Der Steuersatz der Google- oder Datensammelsteuer könne sich sowohl nach der Anzahl der Benutzer als auch nach der Intensität der Datenerhebung richten. So könne die Ausbeutung persönlicher Daten eingeschränkt und die Achtung von Benutzerrechten gefördert werden (De Filippi, 2013).

#### **6.4 Fazit**

Diskutierte Steuerreformen im Kontext der Besteuerung der digitalen Wirtschaft umfassen sowohl Änderungen des herrschenden Systems als auch die Einführung grundlegend neuer Steuern. Die OECD spricht sich dagegen aus, isolierte Vorschriften für die digitale Wirtschaft zu schaffen, vielmehr sollen bestehende Standards insbesondere zur Besteuerung von Betriebsstätten und zu Verrechnungspreisen überarbeitet werden, sodass sie den Besonderheiten digitaler Geschäftsmodelle und der grundsätzlich gestiegenen Relevanz immaterieller Wirtschaftsgüter und digitaler Absatzmärkte gerecht werden. Die diskutierten neuartigen Formen der Internetbesteuerung sind insbesondere bei unilateraler Einführung problematisch, da sie neue Handelsbarrieren einführen und digitalen Fortschritt hemmen könnten.

## 7 Literaturverzeichnis

### Kapitel 1

- Bertschek, I. und T. Niebel (2016), Mobile and More Productive? Firm-Level Evidence on the Productivity Effects of Mobile Internet Use, *Telecommunications Policy* 40(9), 888-898.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O. A., Pavlou, P. A. und N. Venkatraman (2013), Digital Business Strategy: Toward a Next Generation of Insight, *MIS Quarterly* 37(2), 471-482.
- BITKOM (2015), Big Data und Geschäftsmodell-Innovationen in der Praxis: 40+ Beispiele, Berlin.
- BITKOM (2013), Cloud Monitor 2013, Berlin.
- BITKOM und Fraunhofer IAO (2014), Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, Berlin.
- BMWi (2017a), Themenseite Digitale Technologien: Internet der Dienste, abgerufen unter: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Digitale-Welt/internet-der-dienste.html>
- BMWi (2017b), Weissbuch Digitale Plattformen, Berlin.
- Boston Consulting Group (2015a), The Mobile Revolution: How Mobile Technologies Drive a Trillion-Dollar Impact.
- Boston Consulting Group (2015b), The Shifting Economics of Global Manufacturing: How a Takeoff in Advanced Robotics Will Power the Next Productivity Surge.
- Boston Consulting Group (2014), The Rise of Robotics.
- Brynjolfsson, E. und A. McAfee (2014): The Second Machine Age, New York: W. W. Norton and Company.
- Buhr, D. (2015), Soziale Innovationspolitik für die Industrie 4.0: Expertise im Auftrag der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.
- Bundeskartellamt (2016), Arbeitspapier – Marktmacht von Plattformen und Netzwerken.
- CEDEFOP (2016), The great divide: Digitalisation and digital skill gaps in the EU workforce, ESJsurvey INSIGHTS 9, Thessaloniki: Greece.
- CEDEFOP (2015), Skills, qualifications and jobs in the EU: the making of a perfect match? Evidence from Cedefop's European skills and jobs survey, Luxembourg: Publications Office.
- Cisco (2017), Cisco Visual Networking Index: Forecast and Methodology, 2016–2021.
- DHL (2015), DHL testet erfolgreich Augmented Reality-Anwendung im Lagerbetrieb. Pressemitteilung, abgerufen unter: [http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2015/dhl\\_testet\\_augmented\\_reality-anwendung.html](http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2015/dhl_testet_augmented_reality-anwendung.html).
- Die Zeit (2014), Augmented Reality – So leben wir in fünf Jahren, abgerufen unter: <http://www.zeit.de/2014/36/augmented-reality-computer-information>
- Digi-Capital (2017), After mixed year, mobile AR to drive \$108 billion VR/AR market by 2021, abgerufen unter: <https://www.digi-capital.com/news/2017/01/after-mixed-year-mobile-ar-to-drive-108-billion-vr-ar-market-by-2021/#.WgXZ7rWDOHs>
- Digital Devotion Group (2017), Zeitreisen sind nun möglich – Mit der VR-Timetravel-Technologie, abgerufen unter: <http://www.digitaldevotion.com/zeitreisen-sind-nun-moeglich-mit-der-vr-timetravel-technologie/>

- Düll, N., Bertschek, I., Dworschak, B., Meil, P., Niebel, T., Ohnemus, J., Vetter, T. und H. Zaiser (2016), Arbeitsmarkt 2030 Digitalisierung der Arbeitswelt, Fachexpertisen zur Prognose 2016, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, München.
- Europäische Kommission (2017a), DESI 2017 - Digital Economy and Society Index - Methodological Note.
- Europäische Kommission (2017b), Europe's Digital Progress Report (EDPR), Country Profile Luxembourg.
- Evans, R. und J. Gao (2016), DeepMind AI reduces Google Data Centre cooling bill by 40%, DeepMind blog, abgerufen unter: <https://deepmind.com/blog/deepmind-ai-reduces-google-data-centre-cooling-bill-40>.
- Forschungsunion und acatech (2013), Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0.
- Gartner (2015), Predicts 2015: The Internet of Things.
- GE Look Ahead (2014), Robot nurses are big business, abgerufen unter: <http://gelookahead.economist.com/robot-nurses-big-business/>
- Graetz, G. und G. Michaels (2015), Robots at work, CEP Discussion Paper 1335.
- Grand View Research (2015), Medical Robotic Systems Market Worth \$17.89 Billion By 2022, abgerufen unter: <http://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-robotic-systems-market>
- Graumann, S., Bertschek, I., Weber, T., Ebert, M., Weinzierl, M., Ohnemus, J., Rammer, C., Niebel, T., Schulte, P., und J. Bersch (2017), Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2017, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Haag, M. (2015), Kollaboratives Arbeiten mit Robotern – Vision und realistische Perspektive, Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0 (S. 59-64), Berlin, Heidelberg: Springer.
- Heng, S. und S. Neitzel (2012), Cloud Computing: Clear Skies Ahead, Deutsche Bank Research.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014a), Wandel von Produktionsarbeit – Industriearbeit 4.0, WSI-Mitteilungen 6/2014, 421-429.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014b), Wandel von Produktionsarbeit – "Industrie 4.0", Soziologisches Arbeitspapier 38/2014, TU Dortmund.
- IDC (2014), The Digital Universe of Opportunities: Rich Data and the Increasing Value of the Internet of Things.
- IGSS (2017), Tableau Interactif: Emploi Salarié par Secteur d'Activité et Caractéristiques Individuelles.
- infas (2017), Bericht: Quality of Work Luxembourg 2017, Bonn.
- International Federation of Robotics (2016a), Executive Summary World Robotics 2016 Industrial Robots, abgerufen unter: [https://ifr.org/downloads/press/Executive\\_Summary\\_WR\\_2017\\_Industrial\\_Robots.pdf](https://ifr.org/downloads/press/Executive_Summary_WR_2017_Industrial_Robots.pdf)
- International Federation of Robotics (2016b), Executive Summary World Robotics 2016 Service Robots, abgerufen unter: [https://ifr.org/downloads/press/02\\_2016/Executive\\_Summary\\_Service\\_Robots\\_2016.pdf](https://ifr.org/downloads/press/02_2016/Executive_Summary_Service_Robots_2016.pdf).
- Lake, B., Ullman, T.D., Tennenbaum, J.B. and S.J. Gershman (2016), Building machines that learn and think like people, Behavioral and Brain Sciences 40, abgerufen unter: <http://cims.nyu.edu/~brenden/1604.00289v3.pdf>.
- Laney, D. (2001), 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety, Application Delivery Strategies, META Group.

- Lämmel, U. und J. Cleve (2012), Künstliche Intelligenz, München: Hanser.
- Lee, Q.V., Ranzato, M., Monga, R., Devin, M., Chen, K., Corrado, G.S., Dean, J. and A.N. Ng (2012), Building high-level features using large scale unsupervised learning, July, v5, abgerufen unter: <https://arxiv.org/abs/1112.6209>.
- Luxemburger Wort (2017), Meet QT, Luxembourg's first robot, abgerufen unter: <https://www.wort.lu/en/business/luxai-meet-qt-luxembourg-s-first-robot-591c42f3a5e74263e13bfb0b>
- Luxembourg for Finance (2015), FinTech in Luxembourg, Magazine May/June 2015.
- Lëtzebuerger Journal (2017), Der kleine Helfer, abgerufen unter: <http://www.journal.lu/top-navigation/article/der-kleine-helfer/>
- McAfee, A. und E. Brynjolfsson (2012), Big Data: The Management Revolution, Harvard Business Review 90(10), 60-68.
- McKinsey Global Institute (2017), A Future that works: Automation, Employment, and Productivity.
- McKinsey Global Institute (2013), Disruptive Technologies: Advances that Will Transform Life, Business, and the Global Economy.
- McKinsey (2016), FinTech – Herausforderung und Chance 2016: Wie die Digitalisierung den Finanzsektor verändert.
- McKinsey (2014), 15 Technologien, die die deutsche Wirtschaft verändern, WirtschaftsWoche 20/2014.
- Mehler-Bicher, A. und L. Steiger (2014), Augmented Reality – Theorie und Praxis, Oldenburg: De Gruyter.
- Monopolkommission (2015), Wettbewerbspolitik: Herausforderung digitale Märkte, Sondergutachten 68, Bonn.
- OECD (2017), OECD Digital Economy Outlook 2017, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2016), New Forms of Work in the Digital Economy, OECD Digital Economy Papers No. 260, Paris.
- Opel Post (2015), Die Realität auf dem Prüfstand, abgerufen unter: <https://opelpost.com/03/2015/die-realitaet-auf-dem-pruefstand/>
- PWC (2016), Blurred Lines: How FinTech is shaping Financial Services in Luxembourg.
- PWC (2015), FinTechs – Herausforderungen und Möglichkeiten, abgerufen unter: <https://blogs.pwc.de/risk/fintechs/fintechs/331/>
- Rheinische Post (2015), Virtuelle Realität im Autobau: Datenautobahn statt Teststrecke, abgerufen unter: <http://www.rp-online.de/wirtschaft/unternehmen/datenautobahn-statt-teststrecke-aid-1.5040404/>
- Rifkin, J. (2016), The Third Industrial Revolution Strategy for the Grand Duchy of Luxembourg, Luxemburg.
- Santander (2016), The Fintech 2.0 Paper: Rebooting Financial Services.
- Silver, D., Schrittwieser, J., Simonyan, K., Antonoglou, I., Huang, A., Guez, A., Hubert, T., Baker, L., Lai, M., Bolton, A., Chen, Y., Lillicrap, T., Hui, F., Sifre, L., van den Driessche, G., Graepel, T. und D. Hassabis (2017), Mastering the game of Go without human knowledge, Nature 550, 354–359.
- Stocker, A., Brandl, P., Michalczuk, R. und M. Rosenberger (2014), Mensch-zentrierte IKT-Lösungen in einer Smart Factory. e & i Elektrotechnik und Informationstechnik 131(7), 207-211.

- The White House (2016), Preparing for the future of AI, Executive Office of the President, National Science and Technology Council, Washington, DC.
- UK Government Office for Science (2016), Artificial intelligence: Opportunities and implications for the future of decision-making.
- Viete, S. und D. Erdsiek (2015), Mobile Information and Communication Technologies, Flexible Work Organization and Labor Productivity: Firm-Level Evidence, ZEW Discussion Paper 15-087, Mannheim.
- Wang, D., Khosla, A., Gargeya, R., Irshad, H. and A.H. Beck (2016), Deep learning for identifying metastatic breast cancer, abgerufen unter: <https://arxiv.org/pdf/1606.05718v1.pdf>.
- Wirtschaftswoche (2014), Virtual Reality: Mit echten Brillen in künstlichen Welten, abgerufen unter: <http://www.wiwo.de/technologie/gadgets/virtual-reality-mit-echten-brillen-in-kuenstlichen-welten/10038298.html>.
- World Economic Forum (2015), Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services.
- ZEW (2015), IKT-Report: Industrie 4.0 - Digitale (R)Evolution der Wirtschaft, Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung, Mannheim.
- ZREALITY (2017a), Sightseeing neu definiert – Mit der Augmented Reality App für die Stadt Luxemburg, abgerufen unter: <http://www.zreality.com/portfolio/ar-tourismus/>
- ZREALITY (2017b), Smart City wird Realität in Luxemburg – Busfahrpläne und Tickets sind verfügbar als Augmented Reality App, abgerufen unter: <http://www.zreality.com/portfolio/smart-city/>

## Kapitel 2

- Acemoglu, D. und D. Autor (2011), Skills, Tasks and Technologies: Implications for Employment and Earnings, in: O. Ashenfelter and D. Card, The Handbook of Labor Economics Volume IV, Amsterdam: Elsevier, 1043-1171.
- Acemoglu, D. und P. Restrepo (2017), Robots and Jobs: Evidence from U.S. Labor Markets, National Bureau of Economic Research Working Paper 23285.
- Agrawal, A., Horton, J., Lacetera, N. und E. Lyons (2013), Digitization and the contract labor market: A research agenda, Economic analysis of the digital economy, University of Chicago Press, 219-250.
- Allen, T. D., Johnson, R. C., Kiburz, K. und K.M. Shockley (2013), Work-family conflict and flexible work arrangements: Deconstructing flexibility, Personnel Psychology 66, 345–376.
- Arlinghaus, A. und F. Nachreiner (2013), When work calls—Associations between being contacted outside of regular working hours for workrelated matters and health, Chronobiology international 30(9), 1197-1202.
- Arnold, D., Steffes, S. und S. Wolter (2015), Mobiles und entgrenztes Arbeiten, Aktuelle Ergebnisse einer Betriebs- und Beschäftigtenbefragung, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin.
- Arnold, D., Arntz, M., Gregory, T., Steffes, S. und U. Zierahn (2016), Herausforderungen der Digitalisierung für die Zukunft der Arbeitswelt, ZEW policy brief 16-08, Mannheim.
- Arntz, M., Gregory, T. und U. Zierahn (2016a), The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis, OECD Social, Employment and Migration Working Papers 189, Paris.
- Arntz, M., Gregory, T., Jansen, S. und U. Zierahn (2016b), Tätigkeitswandel und Weiterbildungsbedarf in der digitalen Transformation, Deutsche Akademie der Technikwissenschaft, Mannheim.

- Autor, D. H. (2001), Wiring the Labor Market, *Journal of Economic Perspectives* 15 (1), 25-40.
- Autor, D. H., Lawrence, F. K. und A. B. Krueger (1998), Computing Inequality: Have Computers Changed the Labor Market?, *Quarterly Journal of Economics* 113(4), 1169–1214.
- Autor, D. H., Levy, F. und R. J. Murnane (2003), The skill content of recent technological change: An empirical exploration, *Quarterly Journal of Economics* 118(4), 1279–1333.
- Autor, D. und A. Salomons (2017), Robocalypse Now: Does Productivity Growth Threaten Employment?, *European Central Bank Conference Proceedings*.
- Berg, J. (2016), Income Security in the On-Demand Economy: Findings and Policy Lessons from a Survey of Crowdworkers, *Comparative Labor Law & Policy Journal* 37(3), 506-543.
- Bertschek, I., Ohnemus, J. und S. Viète (2015), Befragung zum sozioökonomischen Hintergrund und zu den Motiven von Crowdworkern, *Forschungsbericht 462*, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin.
- Bitkom (2016), Neue Arbeit - wie die Digitalisierung unsere Jobs verändert, abgerufen unter: <https://www.bitkom.org/NP-Themen/NP-Standort-Deutschland/Bildung-Arbeit/Neue-Arbeit/Bitkom-Charts-PK-Neue-Arbeit-30-06-2016.pdf>
- Bloom, N., Liang, J., Roberts, J. und Z. J. Ying (2014), Does working from home work? Evidence from a Chinese experiment, *The Quarterly Journal of Economics* 130(1), 165-218.
- BMAS (2017), Weissbuch Arbeiten 4.0, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin.
- Bonin, H., Gregory, T. und U. Zierahn (2015), Übertragung der Studie von Frey/Osborne (2013) auf Deutschland, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Mannheim.
- Bowles, J. (2014), The computerization of European Jobs, Bruegel, Brussels.
- Bresnahan, T. F., Brynjolfsson, E. und L. M. Hitt (2002), Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Skilled Labor: Firm-Level Evidence, *Quarterly Journal of Economics* 117(1), 339–376.
- Caroli, E. und J. Van Reenen (2001), Skill-Biased Organizational Change? Evidence from A Panel of British and French Establishments, *The Quarterly Journal of Economics* 116(4), 1449–1492.
- Cedefop (2016a), Rise of the machines: Technological skills obsolescence in the EU, ESJsurvey INSIGHTS 8, Thessaloniki: Greece.
- Cedefop (2016b), The great divide Digitalisation and digital skill gaps in the EU workforce, ESJsurvey INSIGHTS No 9, Thessaloniki: Greece.
- Cedefop (2016c), Future skill needs in Europe: critical labour force trends, Cedefop research paper 59, Luxembourg: Publications Office,.
- Chen, M. K., Chevalier, J. A., Rossi, P. E. und E. Oehlsen (2017), The Value of Flexible Work: Evidence from Uber Drivers, *National Bureau of Economic Research Working Paper* 23296.
- Coase, R. H. (1937), The Nature of the firm, *Economica* 16(4), 386-405.
- Dauth, W., Findeisen, S., Südekum, J. und N. Woessner (2017), German Robots – The Impact of Industrial Robots on Workers, *IAB Discussion Paper* 30/2017.
- Derks, D. und A. B. Bakker (2014), Smartphone use, work–home interference, and burnout: A diary study on the role of recovery, *Applied Psychology* 63(3), 411-440.
- Engels, D. (2016), Chancen und Risiken der Digitalisierung der Arbeitswelt für die Beschäftigung von Menschen mit Behinderung, *Forschungsbericht Nr. 467*, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin.

- Etzion, D., Eden, D. und Y. Lapidot (1998), Relief from job stressors and burnout: reserve service as a respite, *Journal of Applied Psychology* 83(4), 577-585.
- Eurofound (2016), What do Europeans do at work? A task-based analysis: European Jobs Monitor 2016, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Eurofound (2015a), Upgrading or polarisation? Long-term and global shifts in the employment structure: European Jobs Monitor 2015, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Eurofound (2015b), New forms of employment, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Eurofound and the International Labour Office (2017), Working anytime, anywhere: The effects on the world of work, Publications Office of the European Union, Luxembourg, and the International Labour Office, Genf.
- Europäische Kommission (2016a), The use of collaborative platforms, Flash Eurobarometer 438, Brüssel.
- Europäische Kommission (2016b), EU Transport Scoreboard, Brüssel.
- Farrell, D. und F. Greig (2016), Paychecks, Paydays, and the Online Platform Economy: Big Data on Income Volatility, JP Morgan Chase & Co. Institute.
- Felstead, A., Jewson, N. und S. Walters (2003), Managerial control of employees working at home, *British journal of industrial relations* 41 (2), 241-264.
- Frey, C. B. und M. A. Osborne (2015), The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerisation?, *Technological Forecasting and Social Change* 114, 254–280.
- Gajendran, R. S. und D. A. Harrison (2007), The good, the bad, and the unknown about telecommuting: meta-analysis of psychological mediators and individual consequences, *Journal of Applied Psychology* 92(6), 1524–1541.
- Graetz, G. und G. Michaels (2015), Robots at work, CEP Discussion Paper 1335.
- Graumann, S., Bertschek, I., Weber, T., Ebert, M., Ettner, K., Speich, A., Weinzierl, A., Ohnemus, J., Niebel, T., Rammer, C., Rasel, F. und P. Schulte (2016), Monitoring-Report Wirtschaft DIGITAL 2016, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Berlin.
- Gregory, T., Salomons, A. und U. Zierahn (2016), Racing With or Against the Machine? Evidence from Europe, ZEW Discussion Paper 16-053, Mannheim.
- Hall, J. V. und A. B. Krueger (2016), An Analysis of the Labor Market for Uber’s Driver-Partners in the United States. National Bureau of Economic Research Working Paper 22843.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014), Wandel von Produktionsarbeit – Industrie 4.0, Soziologisches Arbeitspapier 38/2014, TU Dortmund.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2016), Arbeit und Technik bei Industrie 4.0, Aus Politik und Zeitgeschichte 18-19/2016.
- Hoff, A. und U. Schwab (2013), Vertrauensarbeitszeit und mobiles Arbeiten, *Personalführung* 2, 54-59.
- infas (2017), Bericht: Quality of Work Luxembourg 2017, Bonn.
- Ipeirotis, P. G. (2010), Demographics of mechanical turk, NYU Working Paper CEDER-10-01.
- Katz, L. F. und A. B. Krueger (2016), The Rise and Nature of Alternative Work Arrangements in the United States, 1995-2015, National Bureau of Economic Research Working Paper 22667.

- Kässi, O. und V. Lehdonvirta (2016), Online Labour Index: Measuring the Online Gig Economy for Policy and Research, *Internet, Politics & Policy* 74943, 22-23.
- Kaufmann, N., Schulze, T. und D. Veit (2011), More than fun and money, *Worker Motivation in Crowdsourcing-A Study on Mechanical Turk*, AMCIS.
- Leimeister, J. M., Durward, D. und S. Zogaj (2016), *Crowd Worker in Deutschland: Eine empirische Studie zum Arbeitsumfeld auf externen Crowdsourcing-Plattformen*, Studie der Hans-Böckler-Stiftung 323.
- Liang, C., Hong, Y. und B. Gu (2017), Moral Hazards and Effects of IT-enabled Monitoring Systems in Online Labor Markets, *Proceedings of the 50th Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Luxemburger Wort (2016), Uber in government talks for Luxembourg roll-out, abgerufen unter: <https://www.wort.lu/en/business/taxi-services-uber-in-government-talks-for-luxembourg-roll-out-57ee858bac730ff4e7f67370>
- Maier, M. F., Viète, S. und M. Ody (2017), *Plattformbasierte Erwerbsarbeit: Stand der empirischen Forschung*, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin.
- Marcolin, L., Miroudot, S. und M. Squicciarini (2016), *GVCs, Jobs And Routine Content Of Occupations*, OECD Trade Policy Papers 187, OECD Publishing, Paris.
- Mas, A., and A. Pallais (2016), *Valuing alternative work arrangements*, National Bureau of Economic Research Working Paper 22708.
- Münchener Kreis (2016), *Chancen reflektiert wahrnehmen in einer digitalisiert-vernetzten Lebens- und Arbeitswelt*, Positionspapier 2016, München.
- OECD (2017a), *OECD Economic Surveys: Luxembourg*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2017b), *OECD Better Life Index*, abgerufen unter: <http://www.oecdbetterlifeindex.org/de/countries/luxembourg-de/>
- OECD (2016a), *Skills for a Digital World*, OECD Digital Economy Papers 250, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2016b), *Innovating Education and Educating for Innovation The Power of Digital Technologies and Skills*, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2016c), *New Skills for a Digital World – Measuring the Demand and Supply of ICT Skills at Work*, OECD Digital Economy Papers No. 258, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2016d). *New forms of work in the digital economy*. Digital Economy Papers 260, OECD Publishing, Paris.
- Ohnemus, J., Erdsiek, D. und S. Viète (2016), *Nutzung von Crowdworking durch Unternehmen: Ergebnisse einer ZEW-Unternehmensbefragung*, BMAS Forschungsbericht 473, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, Berlin.
- Petrongolo, B. und C. A. Pissarides (2001), Looking into the Black Box: A Survey of the Matching Function, *Journal of Economic Literature* 39 (2), 390-431.
- Ross, J., Irani, L., Silberman, M., Zaldivar, A. und B. Tomlinson (2010), *Who are the crowdworkers? Shifting demographics in Mechanical Turk*, CHI'10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems, 2863-2872.
- Schütz, H., Schröder, H. und J. Harand (2015), *Bericht: Quality of Work Luxembourg 2015*, Bonn.

- Sonnentag, S., und U. Bayer (2015), Switching off mentally: predictors and consequences of psychological detachment from work during off-job time, *Journal of occupational health psychology* 10(4), 393-414.
- STATEC (2016), Rapport travail et cohésion sociale, Cahier économiques 121.
- STATEC (2017a), Domestic payroll employment by activity 1995 – 2017, abgerufen unter: [http://www.statistiques.public.lu/stat/TableView/tableViewHTML.aspx?ReportId=12914&IF\\_Language=eng&MainTheme=2&FldrName=3&RFPPath=92](http://www.statistiques.public.lu/stat/TableView/tableViewHTML.aspx?ReportId=12914&IF_Language=eng&MainTheme=2&FldrName=3&RFPPath=92)
- STATEC (2017b), Selbständige in Luxemburg, abgerufen unter: [http://www.statistiques.public.lu/stat/TableView/tableView.aspx?ReportId=12951&IF\\_Language=eng&MainTheme=2&FldrName=3&RFPPath=92](http://www.statistiques.public.lu/stat/TableView/tableView.aspx?ReportId=12951&IF_Language=eng&MainTheme=2&FldrName=3&RFPPath=92)
- Taylor, M., Marsh, G., Nicol, D. und P. Broadbent (2017), Good work, The Taylor Review of Modern Work Practices, UK Government.
- TNIT (2017), Will robots take our jobs? Interview with Daron Acemoglu, TNIT News 17.

### Kapitel 3

- acatech (2013), Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0, München.
- Allegrezza, S. (2014), Les TIC dans les ménages et chez les particuliers en 2014, Bulletin du STATEC 1/2015, abgerufen unter: <http://www.statistiques.public.lu/catalogue-publications/bulletin-Statec/2015/PDF-Bulletin1-2015.pdf>.
- Bauldry, J. (2017): Lux to launch digital skills bridge project for 2018, abgerufen unter: <http://delano.lu/d/detail/news/lux-launch-digital-skills-bridge-project-2018/162107>
- Bonin, H., Gregory, T. und U. Zierahn (2015), Übertragung der Studie von Frey/ Osborne (2013) auf Deutschland, ZEW Kurzexpertise 57, Mannheim.
- BMAS (2017), Weissbuch Arbeiten 4.0, Berlin.
- BMAS (2016), Forschungsbericht 467. Chancen und Risiken der Digitalisierung der Arbeitswelt für die Beschäftigung von Menschen mit Behinderung, Köln, abgerufen unter: [http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb-467-digitalisierung-behinderung.pdf;jsessionid=3D9AF716AD1925EAFADB71B7A38596D3?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb-467-digitalisierung-behinderung.pdf;jsessionid=3D9AF716AD1925EAFADB71B7A38596D3?__blob=publicationFile&v=3)
- Bubolz, M. (2016), Digitale Fitness – Wie fit ist ihre Organisation wirklich?, in: Köhler-Schute, C., Digitalisierung und Transformation in Unternehmen. Strategien und Konzepte, Methoden und Technologien, Praxisbeispiele, Berlin: KS-Energy-Verlag, 16-23.
- Budras, C. (2017): Crowdworking. Tschüss Büro, Frankfurter Allgemeine Zeitung, abgerufen unter: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/crowdworking-als-neue-arbeitsform-14993621-p2.html>
- Chambre de Commerce Luxembourg (2016), Actualité & tendances. Bulletin économique de la Chambre de Commerce, Digital Transformation in business and society 18.
- Commission Nationale pour la Protection des Données (2016), Rapport annuel 2016.
- Düll, N., Bertschek, I., Dworschak, B., Meil, P., Niebel, T., Ohnemus, J., Vetter, T. und H. Zaiser (2016), Arbeitsmarkt 2030 Digitalisierung der Arbeitswelt, Fachexpertisen zur Prognose 2016, Bundesministerium für Arbeit und Soziales, München.

- Eberl, U. (2016), *Smarte Maschinen. Wie Künstliche Intelligenz unser Leben verändert*, München: Hanser.
- Eckhardt, J. (2016), *Digitalisierung – rechtliche Aspekte*, in: Köhler-Schute, C., *Digitalisierung und Transformation in Unternehmen. Strategien und Konzepte, Methoden und Technologien, Praxisbeispiele*, Berlin: KS-Energy-Verlag, 131-156.
- Eckhardt, J. (2015), *Industrie 4.0 – Rechtliche Aspekte*, in: Köhler-Schute, C., *Digitalisierung und Transformation in Unternehmen. Strategien und Konzepte, Methoden und Technologien, Praxisbeispiele*, Berlin: KS-Energy-Verlag, 143-165.
- Eurofound and the International Labour Office (2017), *Working anytime, anywhere: The effects on the world of work*, in: Publications Office of the European Union, Luxembourg, and the International Labour Office, Genf.
- Fédération des Artisans (2016), *La numérisation dans l'artisanat luxembourgeois: Un état des lieux, Enquête de la Fédération des Artisans*.
- Ford, M. (2015), *Aufstieg der Roboter. Wie unsere Arbeitswelt auf den Kopf gestellt wird – und wie wir darauf reagieren müssen*, Kulmbach: Plassen Verlag.
- Frey, C. B. und M. A. Osborne (2013), *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Universität Oxford.
- Gläser, J. und G. Laudel (2010), *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse*, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Haller, M. (2001), *Das Interview. Ein Handbuch für Journalisten*, Konstanz: UVK.
- Handelsblatt Research Institute (2016), *Eine Wachstumsstrategie für das digitale Zeitalter*.
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014), *Welche Auswirkungen hat „Industrie 4.0“ auf die Arbeitswelt?*, Wiso direkt. Analysen und Konzepte zur Wirtschafts- und Sozialpolitik.
- STATEC (2017), *Salaires, emploi et conditions de travail*, Bulletin du STATEC 1/2017, abgerufen unter: <http://www.statistiques.public.lu/fr/publications/series/bulletin-statec/2017/01-17-Salaires-emploi/index.html>
- Jung, Sven (2014), *Betriebliche Beschäftigungsanpassung im Konjunkturzyklus*, Hamburg: Dr. Kovac Verlag.
- Jürgen, K., Hoffmann, R. und C. Schildmann (2017), *Arbeit transformieren! Denkanstöße der Kommission „Arbeit der Zukunft“*, Bielefeld.
- Kopp, R. und M. Schwarz, *Industrie 4.0 aus der Perspektive sozialer Innovationen*, WSI Mitteilungen 2/2017.
- Kreutzer, E. (2016), *Migration in den Medien. Eine vergleichende Studie zur europäischen Grenzregion SaarLorLux*, Bielefeld.
- Kucklick, C. (2014), *Die granulare Gesellschaft. Wie das Digitale unsere Wirklichkeit auflöst*, Berlin: Ullstein.
- Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2017), *National plan for smart, sustainable and inclusive growth. Luxembourg 2020, National Reform Program of the Grand Duchy of Luxembourg under the European semester 2017*, abgerufen unter: <https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/2017-european-semester-national-reform-programme-luxembourg-en.pdf>.

- Luxemburger Wort (2017a): „Rifkin-Prozess. Méco fordert konkrete Schlussfolgerungen“, abgerufen unter: <https://www.wort.lu/de/politik/rifkin-prozess-meco-fordert-konkrete-schlussfolgerungen-595d0c3ba5e74263e13c3939>
- Luxemburger Wort (2017b): „Keine Angst vor der Digitalisierung“, abgerufen unter: <https://www.wort.lu/de/business/keine-angst-vor-der-digitalisierung-58d2bf0fa5e74263e13ac61c>
- Luxemburger Wort (2017c): „Digital Classroom. Ein Tablet ist ein Instrument, kein Inhalt!“, abgerufen unter: <https://www.wort.lu/de/politik/digital-classroom-ein-tablet-ist-ein-instrument-kein-inhalt-59888df5a5e74263e13c5630>
- Meyer, K. (2017), „Science Center. Für die Ingenieure von morgen“, Luxemburger Wort, abgerufen unter: <https://www.wort.lu/de/wissen/science-center-fuer-die-ingenieure-von-morgen-595dea33a5e74263e13c39c9>
- Meil, P. (2016), Digitale Arbeit, digitale Beschäftigung und die Zukunft des Arbeitsmarkts: eine soziologische Perspektive, in: Düll, N. (Hrsg.), Arbeitsmarkt 2030. Digitalisierung der Arbeitswelt. Fachexperten zur Prognose 2016, München: Economix Research & Consulting.
- Mieg, H. und M. Näf (2005), Experteninterviews (2. Aufl.), Institut für Mensch-Umwelt-Systeme (HES), ETH Zürich.
- Pauly, M. (2016), Eine Cloud macht noch keine Digitalisierung - Cloud Computing strategisch einsetzen, Unternehmens-IT transformieren, in: Köhler-Schute, C., Digitalisierung und Transformation in Unternehmen. Strategien und Konzepte, Methoden und Technologien, Praxisbeispiele, Berlin: KS-Energy-Verlag, 24-38.
- Pauly, M. (2012), Le phénomène migratoire. Une constante de l'histoire luxembourgeoise, In: Association de Soutien aux Travailleurs Immigres (Hrsg.), ASTI 30+. 30 ans des migrations, 30 ans de recherche, 30 ans d'engagements, Luxembourg: Éditions Binsfeld, 62-75.
- Reuter, C. (2017, 29. Mai), „Die digitale Transformation im Handwerk“, Lëtzebuerger Journal, abgerufen unter: <http://www.journal.lu/top-navigation/article/die-digitale-transformation-im-handwerk/?hltext=&cHash=0d972db6e1cf08bd2c9784299d8b5615&L=0>
- Ruben, M. (2017), Fin du travail (?), robotariat (?), Ubérisation(?), et (possible) modèle social du futur!, Document de travail 5.
- Schwab, K. (2016), Die Vierte Industrielle Revolution, München: Pantheon Verlag.
- Wille, C. (2012), Grenzgänger und Räume der Grenze. Raumkonstruktionen in der Großregion SaarLorLux, Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wirtschaftswissenschaften.
- Willems, H. und P. Milmeister (2008), Migration und Integration, in: Lorig, W. und M. Hirsch (Hrsg.), Das politische System Luxemburgs. Eine Einführung, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 62-92.
- Wirtschafts- und Sozialausschuss der Großregion (2014), Bericht zur wirtschaftlichen und sozialen Lage der Großregion 2013/2014, Schriftenreihe der Regionalkommission SaarLorLux – Trier/Westpfalz – Wallonien, Saarbrücken: Ministerium für Finanzen und Europa.
- Zahlen, P. (2008), Arbeitsmarktpolitik, in: Lorig, W. und M. Hirsch (Hrsg.), Das politische System Luxemburgs. Eine Einführung, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 253-285.

## Kapitel 4

- Böhle, F. (2010), Arbeit und Belastung, in: Böhle, F., Voß, G. G. und G. Wachtler, Handbuch der Arbeitssoziologie, Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, 451-481.
- BMAS (2017), Weissbuch Arbeiten 4.0, Berlin.
- BMAS (2016), Forschungsbericht 467. Chancen und Risiken der Digitalisierung der Arbeitswelt für die Beschäftigung von Menschen mit Behinderung, Köln, abgerufen unter: [http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb-467-digitalisierung-behinderung.pdf;jsessionid=3D9AF716AD1925EAFADB71B7A38596D3?\\_\\_blob=publicationFile&v=3](http://www.bmas.de/SharedDocs/Downloads/DE/PDF-Publikationen/Forschungsberichte/fb-467-digitalisierung-behinderung.pdf;jsessionid=3D9AF716AD1925EAFADB71B7A38596D3?__blob=publicationFile&v=3)
- Degryse, C. (2016), Impacts sociaux de la digitalisation de l'économie, European Trade Union Working Paper 2016.02.
- Eichhorst W. (2015), Flexible Arbeitswelten – eine Bestandsaufnahme, in: Widuckel W., De Molina K., Ringlstetter M. und D. Frey D., Arbeitskultur 2020. Wiesbaden: Springer Gabler, 45-58.
- Eurofound and the International Labour Office (2017), Working anytime, anywhere: The effects on the world of work, Publications Office of the European Union, Luxembourg, and the International Labour Office, Genf.
- Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (2017), Jährlicher Tätigkeitsbericht 2016, abgerufen unter: <https://osha.europa.eu/de/tools-and-publications/publications/annual-activity-report-2016/view>.
- Hammermann, A. und O. Stettes (2015), Bewältigung von Stress in einer vernetzten Arbeitswelt. Befunde aus der BIBB/BAuA-Erwerbstätigenbefragung, IW-Trends 42(2), abgerufen unter: <https://www.iwkoeln.de/studien/iw-trends/beitrag/andrea-hammermann-oliver-stettes-bewaeltigung-von-stress-in-einer-vernetzten-arbeitswelt-229788>
- Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2017), National plan for smart, sustainable and inclusive growth. Luxembourg 2020, National Reform Program of the Grand Duchy of Luxembourg under the European semester 2017, abgerufen unter: <https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/2017-european-semester-national-reform-programme-luxembourg-en.pdf>. Le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg (2016), Rapport Général sur la Sécurité sociale au Grand-Duché de Luxembourg 2016, Luxembourg.
- Menz, W. (2017), Erweiterte arbeitsbezogene Erreichbarkeit – Ausprägungen, Belastungen, Handlungsstrategien, abgerufen unter: [http://www.isf-muenchen.de/pdf/Erweiterte\\_arbeitsbezo\\_gene\\_Erreichbarkeit.pdf](http://www.isf-muenchen.de/pdf/Erweiterte_arbeitsbezo_gene_Erreichbarkeit.pdf)
- Mickler, O., Dittrich, E. und U. Neumann (1976), Technik, Arbeitsorganisation und Arbeit. Eine empirische Untersuchung in der automatisierten Produktion, Frankfurt am Main: Aspekte.
- Observatoire des compétences (2013), Case management - Coordination de parcours de soins appliquée au secteur de la santé et des services aux personnes, abgerufen unter: <http://www.iuil.lu/uploads/documents/files/etude-deloitte.pdf>
- Reding, J. und N. Tremuth (2017), dialogue Analyse, Panorama Social 2017 (1), abgerufen unter: <https://www.csl.lu/fr/publications-newsletters/publications/par-theme/panorama-social/all>
- Ruben, M. (2017), Fin du travail (?), robotariat (?), Ubérisation(?), et (possible) modèle social du futur!, Document de travail 5.
- Schwab, K. (2016), Die Vierte Industrielle Revolution, München: Pantheon Verlag.
- Sischka, P. und G. Steffgen (2017), Quality of Work Index. Gesundheitsverhalten von Arbeitnehmern in Luxemburg, Chambre de Salariés du Luxembourg Newsletter 2/2017.

Sischka, P. und G. Steffgen (2016), Quality of work-Index. Zur Arbeitsqualität unterschiedlicher Arbeitnehmergruppen in Luxemburg, Zwischenbericht zur Erhebung 2016.

Spieß, B. und N. Fabisch (2017), CSR und neue Arbeitswelten. Perspektivwechsel in Zeiten von Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Industrie 4.0, Berlin, Heidelberg: Springer.

Wille, C. (2012), Grenzgänger und Räume der Grenze. Raumkonstruktionen in der Großregion SaarLor-Lux, Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH, Internationaler Verlag der Wirtschaftswissenschaften.

## Kapitel 5

Arntz, M., Gregory, T. und U. Zierahn (2016), The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis, OECD Social, Employment and Migration Working Papers 189, Paris.

Hartmann-Hirsch, C. (2010), The state of the Luxembourg's welfare state: the effects of the crisis on a corporatist model shifting to a universalistic model, CEPS-Instead Working Paper 2010-44.

STATEC (2016), Rapport travail et cohésion sociale, Cahier économiques 121.

## Kapitel 6

Cordell, A. J. (1997), Taxing the Internet: The Proposal for a Bit Tax, Speech to the International Tax Program at the Harvard Law School, abgerufen unter: <http://www.icommercecentral.com/open-access/taxing-the-internet-the-proposal-for-a-bit-tax.php?aid=38808>

De Filippi, P. (2013), Taxing the Cloud: Introducing a New Taxation System on Data Collection?, Internet Policy Review 2(2), abgerufen unter: <https://policyreview.info/articles/analysis/taxing-cloud-introducing-new-taxation-system-data-collection>

De Wilde, M. (2015), Tax Jurisdiction in a Digitalizing Economy: Why 'Online Profits' Are Hard to Pin Down, Intertax 43(12).

ECIPE (2014), OECD / G20 BEPS: Reconciling Global Trade, Taxation Principles and the Digital Economy, Occasional Paper 4.

European Parliament (2016), Tax Challenges in the Digital Economy, Directorate General for Internal Policies, Policy Department A: Economic and Scientific Policy, abgerufen unter: <http://www.europarl.europa.eu/studies>

France Stratégie (2015), Taxation and the Digital economy. A Survey of Theoretical Models, abgerufen unter: [https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ficalite\\_du\\_numerique\\_9\\_mars\\_13\\_h.pdf](https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ficalite_du_numerique_9_mars_13_h.pdf)

Hongler, P. und P. Pistone (2015), Blueprints for a New PE Nexus to Tax Business Income in the Era of the Digital Economy, IBFD Working Paper 20.

Illinois General Assembly (2016), Telecommunications Excise Tax Act 35 ILCS 630, abgerufen unter: <http://www.ilga.gov/legislation/ilcs/ilcs3.asp?ActID=620&ChapAct=35%2%A0ILCS%2%A0630/&ChapterID=8&ChapterName=REVENUE&ActName=Telecommunications%2BExcise%2BTax%2BAct.#top>

Kim, G. (2015), New 20% Tax on Internet Access in Pakistan, Spectrum Futures, Pacific Telecommunications Council (PTC), abgerufen unter: <https://spectrumfutures.org/new-20-tax-on-internet-access-in-pakistan/>

- OECD (2014), Model Tax Convention on Income and on Capital, Full Version, OECD Publishing, Paris, abgerufen unter: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239081-en>
- OECD (2015a), Addressing the Tax Challenges of the Digital Economy, Action 1 - 2015 Final Report, OECD/G20 Base Erosion and Profit Shifting Project, OECD Publishing, Paris.
- OECD (2015b), Aligning Transfer Pricing Outcomes with Value Creation, Actions 8-10 - 2015 Final Reports, OECD/G20 Base Erosion and Profit Shifting Project, OECD Publishing, Paris, abgerufen unter: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264241244-en>
- OECD (2015c), Preventing the Artificial Avoidance of Permanent Establishment Status, Action 7 - 2015 Final Report, OECD/G20 Base Erosion and Profit Shifting Project, OECD Publishing, Paris, abgerufen unter: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264241220-en>
- Olbert, M. und C. Spengel (2017), International Taxation in the Digital Economy: Challenge Accepted?, *World Tax Journal* 9(1), 3-46.
- Pai, A. (2016), Statement of Commissioner Ajit Pai, FC News from the Federal Communications Commission, abgerufen unter: [https://apps.fcc.gov/edocs\\_public/attachmatch/DOC-337694A1.pdf](https://apps.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DOC-337694A1.pdf)
- Phillips Erb, K. (2016), Congress Makes Internet Access Tax Ban Permanent, *Forbes*, abgerufen unter: <https://www.forbes.com/sites/kellyphillipserb/2016/02/11/congress-makes-internet-access-tax-ban-permanent/#e3f2eb94965b>.
- Rao, S. (2016), The Indian Equalisation Levy: Inelegant but Not Unexpected, *NLS Business Law Review* 2, 25-48.
- US Senate (2015), S.431 - Internet Tax Freedom Forever Act, 114th Congress, 1st Session, abgerufen unter: <https://www.congress.gov/114/bills/s431/BILLS-114s431is.pdf>
- United Nations Department of Economic and Social Affairs (2014), *Protecting the Tax Base in the Digital Economy*.