

Beschäftigung und Industrie 4.0

Technologischer Wandel und
die Zukunft des Arbeitsmarkts

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und
Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien
www.bmvit.gv.at
infothek.bmvit.gv.at

Projektverantwortliche Autoren

AIT Austrian Institute of Technology
Michael Dinges
Karl-Heinz Leitner
Bernhard Dachs
Wolfram Rhomberg
Beatrix Wepner

WIFO
Julia Bock-Schappelwein
Stefan Fuchs
Thomas Horvath

Fraunhofer Austria Research GmbH
Philipp Hold
Alexander Schmid

Wien, Mai 2017

Inhalt

Executive Summary	4
2 Das Projekt	9
2.1 Hintergrund	9
2.2 Ziele und Methodik	9
3 Auf dem Weg zur Beschäftigung 4.0	11
3.1 Beschäftigungseffekte neuer Technologien	11
3.2 Die Technologischen Treiber von Industrie 4.0	13
3.3 Effizienzsteigerungen versus neue Dienstleistungen und Geschäftsmodelle	14
3.4 Erwartete Arbeitsmarkteffekte von Industrie 4.0	15
4 Die Entwicklung des österreichischen Arbeitsmarkts	18
4.1 Der strukturelle Wandel in der Sachgüterproduktion	18
4.2 Die Beschäftigung im Produktionsbereich in den Bundesländern	19
4.3 Analyse der Ausbildungs- und Berufsstruktur	21
4.3.1 Shift-Share-Analyse	23
5 Szenarien für die Beschäftigungsentwicklung von Industrie 4.0	28
5.1 Methode und Prozess der Szenarioentwicklung	28
5.2 Die vier Szenarien	30
5.3 Szenario: „Industrie 4.0 Frontrunner“	33
5.3.1 Bewertung im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit	33
5.3.2 Chancen, Risiken und Maßnahmen	34
5.4 Szenario: „Langsame Transformation“	36
5.4.1 Bewertung im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit	36
5.4.2 Chancen, Risiken und Maßnahmen	37
5.5 Szenario: „Effizienzsteigerung“	39
5.5.1 Bewertung im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit	39

5.5.2	Chancen, Risiken und Maßnahmen	40
5.6	Szenario: „Digitales Scheitern“	42
5.6.1	Bewertung im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit	42
5.6.2	Chancen, Risiken und Maßnahmen	43
6	Bewertung der Szenarien und Empfehlungen	45
6.1	Wünschbarkeit und Realisierbarkeit der Szenarien	45
6.2	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	46
7	Referenzen	51
8	Annex I: Liste der Einflussfaktoren	55
9	Annex II: Workshop TeilnehmerInnen und InterviewpartnerInnen	57

Executive Summary

Die Unsicherheit in Hinblick auf die Auswirkungen der fortschreitenden Digitalisierung auf die Beschäftigung ist groß, denn die zunehmende Durchdringung des wirtschaftlichen und sozialen Lebens mit digitalen Technologien ist im Begriff einen nachhaltigen Strukturwandel hervorzurufen, der kaum einen Bereich des beruflichen, öffentlichen und privaten Lebens unberührt lässt.

Vor dem Hintergrund dieser grundlegenden Ungewissheit untersucht die vorliegende Studie erstmals für Österreich 1) wie sich die Beschäftigung bis 2030 in Hinblick auf Beschäftigungsstand, Qualifikationsanforderungen und Tätigkeitsprofile entwickeln könnte und 2) mit welchen Chancen und Herausforderungen in Hinblick auf den Arbeitsmarkt in dieser Zeit zu rechnen ist. Eckpfeiler zur Umsetzung der Studie waren eine Analyse der aktuellen wissenschaftlichen Literatur zu Beschäftigungseffekten von Industrie 4.0, eine statistische Langfristanalyse zur Entwicklung des österreichischen Arbeitsmarktes sowie Interaktionen mit über 70 Stakeholdern in Branchen-Workshops, Interviews und einem Strategieworkshop. Im Ergebnis liefert die Studie Szenarien zu möglichen Beschäftigungseffekten von Industrie 4.0 und definiert Ansätze, die eine erfolgreiche Transformation zu Industrie 4.0 möglich machen.

Erwartete Arbeitsmarkteffekte von Industrie 4.0

Der Verlauf der technologischen Entwicklungen legt nahe, dass die fortschreitende Digitalisierung zu einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität führen kann und entsprechende Potenziale zur Effizienzsteigerung existieren. Dies ist ein Grund dafür, dass alle Studien, die sich auf Beschäftigungsprognosen einlassen und auch die, die das nicht tun, einen Wegfall von Jobs sehen, in denen einfache, manuelle und kognitive Routinetätigkeiten verrichtet werden. Industrie 4.0 soll aber nicht nur Effizienzsteigerungen ermöglichen sondern auch Wertschöpfung durch neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle hervorbringen. Ein häufig prognostizierter Weg ist die Entwicklung produzierender Unternehmen vom Produkt- zum Lösungsanbieter. Neue Geschäftsmodelle basierend auf den neuen produktionstechnischen Möglichkeiten entlang der gesamten Wertschöpfungskette können durch intelligente Produkte, intelligente Services, Open Source-Konzepte oder personalisierte Produkte entstehen (Kaufmann 2015).

Welche gesamtwirtschaftlichen Effekte auf Produktion und Beschäftigung Industrie 4.0 nach sich ziehen wird, lässt sich zum derzeitigen Zeitpunkt noch nicht valide abschätzen. Die bisherigen Prognosen zu den volkswirtschaftlichen Effekten von Industrie 4.0 und zu den Arbeitsmarkteffekten der fortschreitenden Digitalisierung suggerieren oft eine Genauigkeit, die methodisch nicht fundiert ist und davon abhängig sind, ob sich Potenziale auf Berufe oder Tätigkeitsinhalte beziehen. Die Schwankungsbreite der Abschätzungen ist dementsprechend sehr groß. Die Prognosen rücken zum größten Teil die technologischen Möglichkeiten in den Mittelpunkt der Betrachtungen, während notwendige Rahmenbedingungen, die den Technologieeinsatz erst ermöglichen, vernachlässigt werden.

Alle bis dato existierenden Studien, die versuchen das gesamtwirtschaftliche Potenzial von Industrie 4.0 zu erfassen, gehen davon aus, dass Industrie 4.0 produktivitäts- und damit wachstumsfördernd wirken wird. Wie hoch dieser Effekt tatsächlich sein wird, hängt wohl vom Grad der Implementierung von Industrie 4.0 Technologien ab und der Fähigkeit diese Technologien nutzenstiftend einzusetzen. Dem gewissermaßen widersprechend stellen Studien zu Arbeitsmarkteffekten vor allem das Rationalisierungspotenzial menschlicher Arbeit in den Vordergrund und kommen daher zu eher negativen Beschäftigungswirkungen der weiter voranschreitenden Digitalisierung.

Veränderung des Arbeitskräftebedarfs in produzierenden Unternehmen

In Hinblick auf den Arbeitskräftebedarf zeigen alle Studien, dass davon auszugehen ist, dass manuelle Routinetätigkeiten im Produktionsprozess und auch vor- und nachgelagerte Angestelltenjobs, die es mit Disposition, Produktionsplanung und -vorbereitung zu tun haben, zunehmend als gefährdet angesehen

werden. Der Bedarf an Hilfskräften in der Produktion, sofern ihre Arbeitsplätze nicht ohnehin schon durch Automatisierung weggefallen sind, wird weiter sinken. Angelernte Arbeitskräfte werden durch Prozesstechniker (Fachkräfte) ersetzt bzw. müssen sich umschulen bzw. zur Fachkraft weiterqualifizieren.

Tätigkeiten im Produktionsprozess (Shop Floor), die nicht automatisierbar sind oder noch nicht rentabel automatisierbar sind werden anspruchsvoller: Die Anforderungen an die Arbeitskräfte steigen in Bezug auf Problemerkennungs- und Lösungskompetenz, Selbstständigkeit, Kommunikationsfähigkeit, Datenkompetenz, Vernetztes Denken, Teamfähigkeit, Verlässlichkeit und soziale Kompetenz. Aufgrund einer zunehmenden Komplexität der Produktionsprozesse ist davon auszugehen, dass der Bedarf an Fachkräften steigt.

Die Beschäftigungsentwicklung in der österreichischen Sachgüterproduktion

Die Analyse der Beschäftigungsentwicklung der österreichischen Produktionsbereiche der Vergangenheit illustriert, dass die Anzahl der Beschäftigten in der Industrie seit Mitte der 1970er Jahre fast durchgängig rückläufig ist und den strukturellen Wandel hin zu einer Dienstleistungsgesellschaft kennzeichnet. Seit Mitte der 1990er Jahre konnten in der Sachgüterproduktion lediglich die Branchen Maschinenbau und die Metallindustrie ihren Beschäftigungsstand ausweiten. Die Automobilindustrie, die für Wien einst bedeutende Elektroindustrie und die in einigen Bundesländern bedeutende Holzindustrie verzeichneten seit dem Krisenjahr 2008 einen erheblichen Beschäftigungsrückgang. Eine vormals in einigen Bundesländern starke Textilindustrie existiert heute de facto nur mehr in Nischen. Nur in jenen Produktionsbereichen, in denen Österreich heute zu den Innovationsführern zählt, konnte die Beschäftigung gehalten oder ausgebaut werden. Gleichzeitig stieg die Beschäftigung in den industrienahen Dienstleistungen.

Die Verschiebungen in den Beschäftigungsbereichen infolge der strukturellen Veränderungen auf Branchenebene finden ihren Niederschlag in der Nachfrage nach Qualifikationen. Eine Tendenz zur „Job-Polarisation“ in der Sachgüterproduktion, d.h. ein steigender Bedarf an hochqualifizierter Arbeit und eine sinkende Nachfrage nach mittleren Qualifikationen, ist für Österreich nicht feststellbar. Vielmehr stellen in Österreich die mittleren Qualifikationen einen wesentlichen und stabilen Bestandteil der unselbständigen Beschäftigung dar, was auf die Spezifika des österreichischen Bildungssystems mit allgemeiner Bildung und differenzierter Berufsbildung (vollzeitschulische Ausbildung und Lehrausbildung) zurückzuführen sein dürfte. Die Differenzierung der Berufsbildung ermöglicht - wie auch die entsprechenden Berechnungen zum Qualifikationseffekt vermuten lassen - eine Anpassung der Beschäftigung an die sich wandelnden Rahmenbedingungen, die von Internationalisierung und zunehmender Automatisierung geprägt sind.

Szenarien für die Beschäftigungsentwicklung von Industrie 4.0

Die Studie identifizierte acht Schlüsselfaktoren, die sich dadurch auszeichnen, dass die zukünftige Ausprägungen von heutigem Stand aus ungewiss sind, und entwickelte darauf aufbauend vier mögliche Zukunftsszenarien zur weiteren Entwicklung von Industrie 4.0 bis 2030. Die Schlüsselfaktoren umfassen: (1) Die Bereitschaft der Gesellschaft mit digitalen Technologien umzugehen; (2) Den Fortschritt der Automatisierung der Industrie, (3) Die Fähigkeit neue Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, die Impulse für die Beschäftigungsentwicklung liefern können; (4) Das allgemeine Klima des Wirtschaftswachstums; (5) Die Verfügbarkeit entsprechend ausgebildeter Arbeitskräfte; (6) Die Anpassung des Bildungssystems an die neuen bzw. zukünftigen Qualifikationserfordernisse; (7) Die Entwicklung von Datenschutz und -sicherheit; und (8) Die Positionierung Österreichs im internationalen Wettbewerb um Technologien, Anwendungen und Absatzmärkte.

- Auf Basis dieser acht Schlüsselfaktoren wurden vier Szenarien entwickelt, die eine spezifische Kombination der Ausprägung der Schlüsselfaktoren darstellt. Diese vier Szenarien „Industrie 4.0 Frontrunner“, „Langsame Transformation“, „Effizienzsteigerungen“ und „Digitales Scheitern“ stellen mögliche, plausible und kohärente Zukunftsbilder dar:

- Das Szenario Industrie 4.0 Frontrunner ist durch eine positive Ausprägung aller o.g. unsicheren Faktoren gekennzeichnet, während das Szenario „Digitales Scheitern“ von einer weitgehend negativen Ausprägung dieser Schlüsselfaktoren ausgeht.
- Das Szenario „Langsame Transformation“ beschreibt den Weg einer langsamen Adaption neuer Technologien, in der Österreich in der Digitalisierung im internationalen Vergleich hinterherhinkt und es Engpässe in Bezug auf qualifizierte Arbeitskräfte aber auch Probleme in Hinblick auf Datenschutz und Rechtssicherheit gibt.
- Das Szenario „Effizienzsteigerungen“ lenkt das Augenmerk auf den Fall, dass die zunehmende Digitalisierung vor allem als Mittel zur Rationalisierung und Effizienzsteigerungen genutzt wird, aber kaum neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle entstehen.
- Das Szenario „Digitales Scheitern“ geht davon aus, dass sich die Digitalisierung nur in ganz wenigen Bereichen und Nischen durchsetzen wird, in großen Teilen der Wirtschaft und Gesellschaft jedoch keine innovativen und praktikablen Anwendungen diffundieren.

Die Art und Weise, wie man sich auf Unternehmensebene den Herausforderungen der Digitalisierung stellt, wird entscheidend für den Erfolg der Transformation sein. Verfolgt man die Implementierung neuer technologischer Möglichkeiten vor allem als Vision einer technikzentrierten, effizienzsteigernden, sich selbst-steuernenden Produktion, in der möglichst wenige Entscheidungen und Eingriffe der Arbeitenden erfolgen, werden Unternehmen aller Voraussicht nach technologisch und organisational scheitern. Es existiert dann kein Platz mehr für kreative Prozesse und die menschliche Fähigkeit zur situativen Entscheidung in Planung und Produktion wird nicht genutzt.

Neben dem Bedarf einer Anpassung der schulischen Bildung besteht auch bei den Unternehmen vermehrt Bedarf, Verantwortung in Hinblick auf die Weiterbildung und Einbeziehung von MitarbeiterInnen zu übernehmen. Eine Modernisierung der Industrie verlangt vor allem ein hohes kreatives Potenzial von Unternehmen, Offenheit in der Organisation und aktive Einbeziehung aller Beschäftigten entlang ihrer Fähigkeiten.

Beschäftigungseffekte der Szenarien

Die Analyse der Szenarien in Hinblick auf zu erwartende Beschäftigungseffekte zeigt, dass die Szenarien „Effizienzsteigerung“ und „Digitales Scheitern“ eindeutig zu einem Beschäftigungsabbau in der Produktion führen werden, der auch nicht durch Beschäftigungszuwächse in anderen Wirtschaftsbereichen kompensiert werden kann. Beim Szenario „Langsame Transformation“ kann nur unter günstigen wirtschaftlichen Voraussetzungen die Anzahl der Arbeitsplätze gehalten werden, wahrscheinlicher ist aber auch hier netto ein Verlust an Arbeitsplätzen. Für diese Szenarien sind daher adaptive bzw. präventive Strategien erforderlich.

Vor dem Hintergrund dieser Möglichkeiten und der Einschätzung durch die ExpertInnen kann der Schluss gezogen werden, dass seitens der Politikverantwortlichen insbesondere Anstrengungen unternommen werden müssen, um das „Industrie 4.0 Frontrunner“ Szenario zu realisieren und dabei Chancen proaktiv zu nutzen und auftretende Risiken zu vermeiden. Die Branchenworkshops und die analysierte Literatur zu Industrie 4.0 haben klar aufgezeigt, dass lediglich im Szenario „Industrie 4.0 Frontrunner“ Beschäftigungszuwächse zu erwarten sind. Diese möglichen Beschäftigungsgewinne resultieren vor allem daraus, dass die fortschreitende Digitalisierung von Unternehmen nicht nur eine Produktivitätssteigerung ermöglichen kann, sondern auch neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle generieren wird, die per Saldo zu einem positiven Beschäftigungseffekt führen.

Nichtsdestotrotz sind aber auch im „Industrie 4.0 Frontrunner“ Szenario große Verlagerungen und Verschiebungen von Beschäftigten zu erwarten, insbesondere bei MitarbeiterInnen, die mit klassischen Technologien arbeiten bzw. Routinetätigkeiten verrichten. Dazu zählen unter anderem: Operative ProduktionsmitarbeiterInnen, klassischer WerksarbeiterInnen, HelferInnen und Ungelernte,

LagerarbeiterInnen, Logistikerarbeiter (vor allem operative Logistik), SachbearbeiterInnen sowie traditionell arbeitende KonstrukteurInnen und technische ZeichnerInnen. In vielen Fällen kann eine Weiterverwendung bzw. Verlagerung dieser Beschäftigtengruppen in bzw. zwischen unterschiedlichen Betrieben stattfinden. Besonders deutlich ist dies auch im Logistikbereich, wo einerseits viele Jobs rationalisiert werden können, andererseits neue Arbeitsplätze durch spezifische Dienstleistungen entstehen werden.

Die Zukunft erfolgreich gestalten

Der eher unglücklich gewählte Begriff „Industrie 4.0“ lenkt das Augenmerk unweigerlich auf den Produktionsbereich und rückt die technologischen Möglichkeiten der digitalen Transformation von derzeit bestehenden Produktionsprozessen in den Vordergrund, vernachlässigt aber das Potential und die Notwendigkeit, neue Produkte und Dienste zu entwickeln (vgl. Syska und Liévre 2016). Österreichische Unternehmen fokussieren bislang bei der digitalen Transformation auch primär auf die Produktionsseite, während die Entwicklung von Smart Products oder Services klar in der Minderheit bleibt (Lassnig et al. 2016).

Entscheidend dafür, ob Wirtschafts- und Beschäftigungswachstum realisiert werden können, ist daher nicht primär die (voll digitalisierte) Produktionsmethode und die digitale Vernetzung von Wertschöpfungsketten, sondern ob in ausreichendem Maße neue Produkte und Dienstleistungen geschaffen werden können, die einen Mehrwert für den Kunden bieten und über eine entsprechende Nachfrage neue Beschäftigung schaffen. Das bedeutet nicht, dass Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung in der Produktion nicht genutzt werden sollen. Diese Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung bestimmen jedoch nur die relative Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Mitbewerbern bei gleichwertigen Produkten.

Um eine positive Beschäftigungsentwicklung durch die voranschreitende Digitalisierung zu ermöglichen, müssen Unternehmen und die öffentliche Hand vermehrt darauf setzen, innovative Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle zu generieren. Diese sind ausgehend vom Kunden und nicht von den technologischen Möglichkeiten her zu denken. Die technologischen Möglichkeiten sind hierzu vielmehr ein Mittel zum Zweck. Die öffentliche Hand soll weitere Anreize zur Investitionsbereitschaft schaffen und digitale Innovationen fördern.

Über alle Szenarien hinweg zeigt sich, dass das Bildungsniveau der Bevölkerung und der MitarbeiterInnen der Unternehmen grundlegende Voraussetzungen dafür sind, um Risiken der Digitalisierung in Hinblick auf Arbeit und Beschäftigung zu vermeiden und Potenziale der Digitalisierung auszuschöpfen. Eckpfeiler einer erfolgreichen Transformation im Bildungssystem sind ausgehend von ausreichend Basiskompetenzen die Etablierung von digitalem Verständnis in allen Unterrichtsgegenständen, ein verpflichtender Informatik-Unterricht an allen Schulen sowie die Integration informatischer Ausbildung in die Aus- und Weiterbildung von LehrerInnen. Denn Basiskompetenzen sind die Voraussetzung für eine weiterführende Ausbildung im Anschluss an die Pflichtschulzeit, für den Erwerb von berufsrelevantem Wissen, für die Verankerung von Lernen im Lebensverlauf und für die Bewältigung des Alltags. In der Schulausbildung werden die Weichen für die weiterführende allgemeine oder berufliche Aus- und Weiterbildung gestellt, die für den weitaus größeren Lebensabschnitt bestimmend ist.

Neben dem Bedarf einer Anpassung der schulischen Bildung besteht auch bei den Unternehmen vermehrt Bedarf, Weiterbildungsaktivitäten im Unternehmen zu verankern und die Belegschaft in Veränderungsprozesse miteinzubeziehen. Eine Modernisierung der Industrie erfordert vor allem ein hohes kreatives Potenzial von Unternehmen, Offenheit in der Organisation und eine aktive Einbeziehung der Beschäftigten entlang ihrer Fähigkeiten. Verfolgt man die Implementierung neuer technologischer Möglichkeiten vor allem als Vision einer technikzentrierten, effizienzsteigernden, sich selbst-steuernden Produktion, in der möglichst wenige Entscheidungen und Eingriffe der Arbeitenden erfolgen, werden Unternehmen aller Voraussicht nach technologisch und organisational scheitern, da kein Platz mehr für kreative Prozesse existiert und die menschliche Fähigkeit zur situativen Entscheidung in Planung und Produktion nicht genutzt wird.

Höherqualifizierung und Empowerment der MitarbeiterInnen müssen Leitbilder der betrieblichen Weiterbildung und der Arbeitsorganisation werden. Betriebliche Qualifizierungsmaßnahmen müssen getroffen werden, um MitarbeiterInnen mit mehr Verantwortung und Handlungsspielräumen ausstatten zu können. Dies beinhaltet die Förderung von Weiterbildungsmaßnahmen insbesondere in den Bereichen: Vernetztes Denken, Kreativität, Teamfähigkeit, bereichs- und betriebsübergreifendes Wissen, Technikverständnis und soziale Kompetenz.

Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen müssen von den öffentlichen Maßnahmen zur Förderung digitaler Unternehmenskompetenzen profitieren können, da diese nicht über die notwendigen finanziellen Mittel bzw. Zeittressourcen verfügen, um eine umfassende Weiterbildung für MitarbeiterInnen zur Verfügung zu stellen. Die öffentliche Hand sollte vermehrt Unternehmenskooperationen in der Ausbildung mit staatlichen Ausbildungsinstitutionen ermöglichen und auch Anreize für die Schaffung unternehmensinterner Ausbildungsprogramme bieten.

2 Das Projekt

2.1 Hintergrund

Die Unsicherheit in Hinblick auf die Beschäftigungseffekte der fortschreitenden Digitalisierung ist groß, denn die zunehmende Durchdringung des wirtschaftlichen und sozialen Lebens mit digitalen Technologien ist im Begriff einen nachhaltigen Strukturwandel hervorzurufen, der kaum einen Bereich des beruflichen, öffentlichen und privaten Lebens unberührt lässt. Bereits in der Vergangenheit haben neue Technologien umfassende Auswirkungen auf Arbeit und Beschäftigung, in einem Wettlauf zwischen arbeitsplatzschaffenden Effekten neuer Produkte (job creation) und arbeitsplatzvernichtenden Effekten neuer Produktionsprozesse (job destruction), gezeitigt. Die positiven, beschäftigungsschaffenden Effekte neuer Technologien haben in der Vergangenheit meist überwogen. Der mit der Einführung neuer Technologien einhergehende Strukturwandel der Produktion hat jedoch auch in der Vergangenheit Berufe obsolet gemacht bzw. neue Berufe und Beschäftigung geschaffen und das Tätigkeitsprofil von Berufen verändert.

Ist diesmal alles anders? Wird die zunehmende Digitalisierung mit einem drastischen Abbau von Beschäftigung einhergehen? Manche Diskussionsbeiträge zu den Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Beschäftigungsentwicklung lassen diesen Schluss zu. Doch die Prognosen zur Beschäftigungswirkung der Digitalisierung sind stark technikzentriert und rücken zum größten Teil die technologischen Möglichkeiten in den Mittelpunkt der Betrachtungen. Quantitativ sind Abschätzungen zur Beschäftigungsentwicklung von Industrie 4.0 noch gar nicht möglich. Untersuchungen zu Marktpotenzialen von Industrie 4.0 fehlt oft ein theoretisch fundierter Unterbau. Neben zu langen Zeithorizonten suggerieren viele der existierenden Studien eine Prognosegenauigkeit, die methodisch nicht begründet ist. Entsprechend groß ist auch die Schwankungsbreite zu Abschätzungen von Beschäftigungseffekten und Wachstumspotenzialen durch Industrie 4.0.

2.2 Ziele und Methodik

Vor dem Hintergrund dieser grundlegenden Ungewissheit untersucht die vorliegende Studie erstmals für Österreich 1) wie sich die Beschäftigung bis 2030 in Hinblick auf Beschäftigungsstand, Qualifikationsanforderungen und Tätigkeitsprofile entwickeln könnte und 2) mit welchen Chancen und Herausforderungen in Hinblick auf den Arbeitsmarkt in dieser Zeit zu rechnen ist. Die Studie fokussiert auf vier für Österreichs Wirtschaft bedeutende Branchen, nämlich i) Maschinenbau und Mechatronik, ii) Automobil, iii) Holzverarbeitung sowie iv) Logistik und industriennahe Dienstleistungen.

Zur Umsetzung der Studie wurde folgender Zugang gewählt:

Im ersten Schritt erfolgte eine Analyse, wie neue Technologien auf Beschäftigung wirken können und welche arbeitsplatzschaffenden beziehungsweise arbeitsplatzvernichtenden Effekte neue Technologien auslösen. Über einen Literaturüberblick wurden die erwarteten, zukünftigen Entwicklungsmöglichkeiten von Industrie 4.0 zusammenfassend dargestellt.

Eine langfristige sektorale Beschäftigungsanalyse und eine Detailanalyse der aktuellen Berufs- und Qualifikationsstruktur in Österreich zeigte, inwiefern bereits bis heute ein Strukturwandel in Hinblick auf Beschäftigungsstand und Qualifikationsanforderungen der Beschäftigten stattgefunden hat.

Im Rahmen einer STEEP Umfeldanalyse erfolgte die Identifikation von sozialen, technologischen, ökonomischen, umweltbezogenen und politischen Faktoren, die die zukünftige Entwicklung von Industrie 4.0 hinsichtlich Arbeit und Beschäftigung beeinflussen können. Neben den Erkenntnissen aus der Literaturanalyse lieferten vor allem ExpertInneninterviews Hinweise über Treiber und Barrieren zur zukünftigen Entwicklung von Industrie 4.0. Die Auswahl von besonders unsicheren Einflussfaktoren ermöglichte die Erstellung von vier Szenarien zur zukünftigen Entwicklung von Industrie 4.0 in Österreich.

In vier Branchenworkshops wurde mit UnternehmensvertreterInnen die Bedeutung der vier Szenarien für die Beschäftigung aus Arbeitgeberperspektive erörtert. Dabei wurden folgende Dimensionen berücksichtigt: 1) Die Qualifizierung und Kompetenzen der Arbeitskräfte, 2) Jobprofile in Unternehmen, 3) Arbeitsmodelle und Arbeitszeiten, 4) Entstehung neuer Arbeitsplätze, 5) Bereiche in denen ein Mangel an Arbeitskräften zu erwarten ist, 6) Bereiche in denen es zu einem Abbau von Beschäftigten kommen wird. Die Ergebnisse der Branchenworkshops wurden vom Projektteam synthetisiert. Kernbotschaften wurden für jedes Szenario identifiziert, die wesentliche zu erwartende Entwicklungen in Hinblick auf Arbeit und Beschäftigung widerspiegeln.

Vor dem Hintergrund der vier entwickelten Szenarien wurden in einem abschließenden Strategieworkshop Chancen und Risiken für Beschäftigung in den vier Szenarien identifiziert sowie mögliche Handlungsoptionen für unterschiedliche Politikbereiche aufgezeigt, um Chancen bei der Transformation zu Industrie 4.0 nutzen zu können und Risiken für die Beschäftigungsentwicklung zu vermeiden. An diesem Strategieworkshop nahmen über 30 VertreterInnen von Unternehmen, Interessensvertretungen, Forschung und Verwaltung teil.

Im Ergebnis liefert die Studie Szenarien zu möglichen Beschäftigungseffekten von Industrie 4.0 und definiert Ansätze, die eine erfolgreiche Transformation zu Industrie 4.0 möglich machen. Für Unternehmen liefert die Studie in Form von Szenarien einen fundierten Überblick über zu erwartende Auswirkungen von Industrie 4.0, basierend auf ExpertInneneinschätzungen, die als Input für eigene Strategieprozesse verwendet werden können. Für die öffentliche Hand identifiziert die Studie Vorschläge zur Gestaltung unterstützender Maßnahmen insbesondere in den Bereichen Arbeitsmarkt und Aus- und Weiterbildung, die eine erfolgreiche Transformation zu Industrie 4.0 möglich machen.

3 Auf dem Weg zur Beschäftigung 4.0

3.1 Beschäftigungseffekte neuer Technologien

Technologische und nicht-technologische Innovationen gelten als die wichtigsten Treiber für das Produktivitätswachstum von Unternehmen (Hall 2011; Mohnen und Hall 2013). Neue Technologien machen die Beschäftigten produktiver, weil sie in kürzerer Zeit mehr Produkte, oft auch in besserer Qualität, herstellen können. Darüber hinaus erlauben neue Technologien auch die Einführung von neuen Produkten, mit denen die Unternehmen mehr Wertschöpfung als mit ihren alten Produkten erwirtschaften können. Auf gesamtwirtschaftlicher Ebene sorgt der Wettbewerb dafür, dass Unternehmen mit niedrigerer Produktivität durch solche mit höherer Produktivität verdrängt werden und so der Strukturwandel zusätzlich zu innerbetrieblichen Innovationen für Produktivitätswachstum sorgt (Krüger 2008).

Die Produktivitätsentwicklung wiederum steht in einem engen Zusammenhang mit dem Beschäftigungswachstum. Dieser Zusammenhang hat allerdings keine eindeutige Richtung, weil verschiedene Typen von Innovationen unterschiedliche Wirkungen auf die Beschäftigungsentwicklung haben können (Edquist et al. 2001; Chennells und Van Reenen 2002; Pianta 2005; Hall et al. 2008; Harrison et al. 2014; Vivarelli 2014), wie Abbildung 1 illustriert.

Eine wichtige Unterscheidung ist dabei zwischen der Einführung neuer Produktionsprozesse (Prozessinnovationen) und der Einführung neuer Produkte (Produktinnovationen) vorzunehmen. Neue Produktionsprozesse brauchen in den meisten Fällen weniger Arbeitskraft als bestehende Prozesse, sind also arbeitssparend. Dieser negative Wirkungszusammenhang beherrscht die aktuelle Diskussion zu den Beschäftigungseffekten von Industrie 4.0, in der von wesentlichen Beschäftigungsverlusten durch die Einführung dieser Technologien ausgegangen wird (Frey und Osborne 2013). Wie groß er ist, hängt von verschiedenen Bedingungen auf Branchenebene ab. Durch Prozessinnovationen können Produkte jedoch auch wesentlich billiger produziert werden. Dies regt über niedrigere Preise die Nachfrage an und führt so möglicherweise auch ohne Produktinnovationen zu positiven Beschäftigungseffekten.

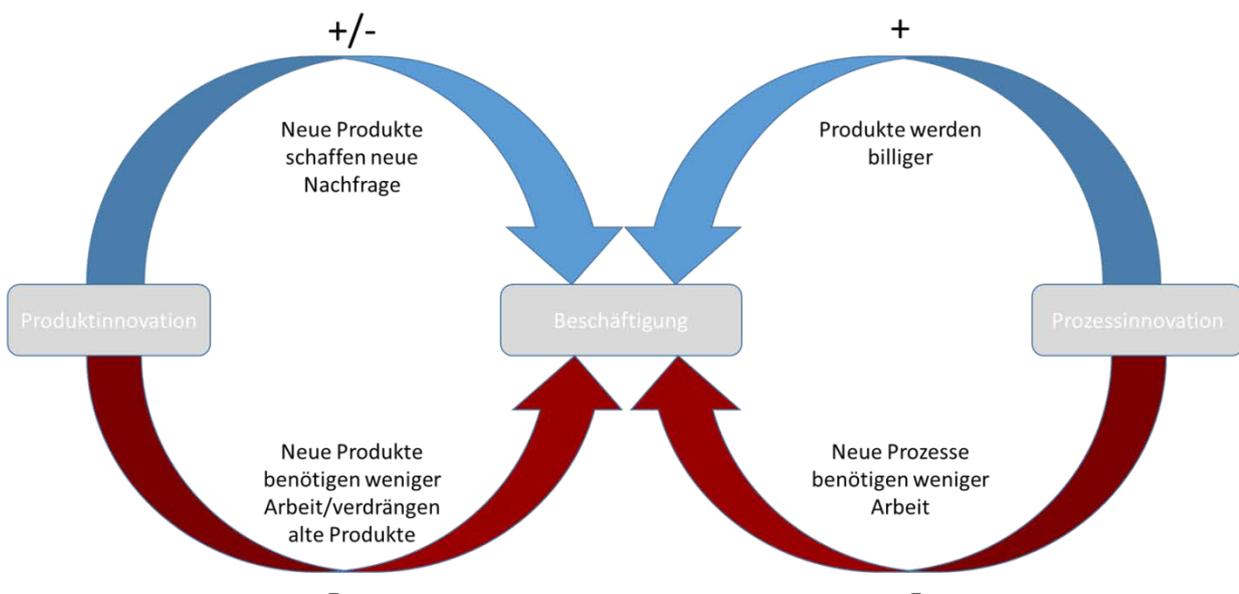


Abbildung 1: Zusammenhänge zwischen Beschäftigung, Produkt- und Prozessinnovation

Quelle: AIT basierend auf Vivarelli (2014)

Industrie 4.0-Technologien wird darüber hinaus allgemein das Potential zugeschrieben, eine Reihe neuer, heute noch unbekannter Produkte und Dienstleistungen möglich zu machen. Diskutiert wird in diesem Zusammenhang die Chance einer stärkeren Individualisierung der Produktion durch kleinere Losgrößen oder die Entwicklung neuer Dienstleistung auf Basis von genaueren Daten über den Produktionsprozess, die möglicherweise zu disruptiven Geschäftsmodellen führen werden. Industrie 4.0 ist also nicht nur eine Prozessinnovation, sondern kann auch neue Produktinnovationen auslösen, die aus heutiger Sicht allerdings noch nicht genau bekannt sind. Produktinnovationen auf Basis von Industrie 4.0 können gänzlich neue Produkte sein, für die bisher kein Markt existiert hat. Es können aber auch Innovationen sein, die bestehenden Produkten überlegen sind, sie so verdrängen und möglicherweise auch negative Beschäftigungseffekte zur Folge haben (Chandy und Tellis 1998; Hauser et al. 2006). Ein bekanntes Beispiel ist der Mobiltelefonmarkt, wo die Einführung eines neuen Modells unweigerlich Marktanteilsverluste für die existierenden Modelle der eigenen Firma (Kannibalisierungseffekt) als auch für die Modelle der Konkurrenten (business-stealing Effekt) nach sich zieht. Auf Ebene einzelner Sektoren zeigt sich, dass Kannibalisierungs- und business-stealing Effekte umso größer sind, je größer die positiven Effekte von Beschäftigungsgewinnen aus Produktinnovationen sind. Insgesamt ist der Beschäftigungseffekt von Produktinnovation jedoch meistens positiv (Peters et al. 2014). Daher ist auch die Beziehung zwischen Produktinnovation und Beschäftigung ambivalent.

Die Beschäftigungsgewinne durch neue Produkte sind zudem auch vom Konjunkturzyklus abhängig. Im Aufschwung und während eines wirtschaftlichen Booms schaffen innovative Firmen weit mehr neue Beschäftigung durch neue Produkte als durch den Kannibalisierungs- und business-stealing-Effekt verloren gehen, da neue Produkte von einer wachsenden Nachfrage besser aufgenommen werden als in einem Abschwung oder einer Rezession. Aber auch in der Rezession haben innovative Firmen einen Vorteil: sie können Beschäftigungsverluste durch sinkende Umsätze in alten Produkten wenigstens teilweise durch Beschäftigungsgewinne durch neue Produkte auffangen (Peters et al. 2014).

Eine besondere Chance für Beschäftigungsgewinne durch Produktinnovationen ergibt sich für die Hersteller von Investitionsgütern, etwa dem Maschinenbau. Eine weite Verbreitung von Industrie 4.0 setzt umfangreiche Investitionen in neue Anlagen in der Sachgüterproduktion voraus, die in den erzeugenden Maschinenbauunternehmen wiederum Wachstumseffekte auslösen können. Länder mit einem im europäischen Vergleich großen Maschinenbausektor wie etwa Österreich können hier besonders profitieren, aber auch für außereuropäische Ländern wie die USA, Japan und zunehmend China eröffnen sich hier Chancen auf zusätzliche Beschäftigungsimpulse.

Schließlich existieren noch verschiedene Wechselwirkungen zwischen Produkt- und Prozessinnovation. Einerseits sind Prozessinnovationen oft die Vorbedingung für Produktinnovationen, weil neue Produktionsprozesse mit einer höheren Fertigungspräzision und einer besseren Beherrschung des Produktionsprozesses einhergehen und so die Herstellung neuer Arten von Produkten erst ermöglichen. Dies macht neue Produktinnovationen möglich und führt so tendenziell zu positiven Beschäftigungseffekten. Andererseits können neue Produkte oft auch effizienter produziert werden weil sie weniger Ressourcen brauchen oder auf neuen Halbfertigprodukten aufbauen, die für frühere Versionen des Produkts noch nicht verfügbar waren. Als Folge ist ein negativer Beschäftigungseffekt zu erwarten.

Diese verschiedenen, teilweise gegenläufigen Effekte zeigen die Komplexität der Materie. Die Möglichkeiten der Digitalisierung dürfen nicht nur in Hinblick auf das Einsparungspotential an Beschäftigten über eine Optimierung von Prozessen erfragt werden (Stichwort: sich selbst steuernde Produktion), sondern muss auch auf Bereiche gelenkt werden, in denen Unternehmen Marktchancen durch neue Produkte auf Basis von Industrie 4.0 sehen und in denen die Beschäftigung deshalb ausgeweitet werden kann. Ein Beispiel sind etwa Dienstleistungen. Ebenso müssen Bereiche identifiziert werden, in denen das Unternehmen durch steigende Produktivität und sinkende Produktionskosten im Gefolge von Industrie 4.0 Marktanteilsgewinne und damit eine mengenmäßige Ausweitung der Produktion erwartet.

3.2 Die Technologischen Treiber von Industrie 4.0

Technologische Veränderungen der letzten 30 Jahre (gemeinsame Standards im Hard- und Software Bereich, Einführung neuer Produktionsprinzipien, vernetzte innerbetriebliche IT-Systeme und Manufacturing Execution Systeme) ermöglichten eine zunehmende Vernetzung von Produktionsprozessen innerhalb eines Unternehmens. Sie bildeten die Basis für eine darüber hinausgehende, überbetriebliche Vernetzung der Produktion mit der digitalen Welt, die eher als Evolutionsprozess denn als disruptives Ereignis bezeichnet werden kann (vgl. Wolter et al. 2015). Heute treiben Entwicklungen in fünf Technologiefeldern die branchenübergreifende, horizontale Integration von Wertschöpfungsnetzwerken¹ und die vertikale Integration von Unternehmensbereichen voran (siehe Bitkom 2014):

- **Embedded Systems:** intelligente Objekte und Cyber-Physische Systeme (CPS) ermöglichen die Kommunikation zwischen Menschen, Objekten und Maschinen
- **Smart Factory:** Produktions- und Logistiksysteme als CPS ermöglichen eine maschinengesteuerte Produktion
- **Robuste Netze:** Hohe Datenübertragungsraten bei hohen Datenmengen in kabel- und funkbasierten Netzwerken
- **Cloud Computing:** Neue Methoden zur Analyse, Planung, Regelung und Optimierung bei Planern und Betreibern
- **IT-Security:** Sicherheit von IT-Systemen muss gewährleistet sein - Industriespionage und Manipulationen an Systemen müssen identifizierbar und behebbar sein.

Basierend auf o.g. Technologien sind 1) IT-basierte Datenerfassungen von Kunden-, Produkt-, Produktions- und Nutzungsdaten, 2) Assistenzsysteme zur Unterstützung der Beschäftigten, 3) Dezentralisierung und Service-Orientierung in der unternehmerischen Steuerung sowie 4) Selbstorganisation und Autonomie in der Warenproduktion die wesentliche Funktionsbereiche von Industrie 4.0 (Bischoff et al. 2015). Besonders die Selbstorganisation und Autonomie von CPS-basierten Produktionssystemen haben im Fall einer breiten Durchsetzung das Potenzial, die bisherige Landschaft der Arbeit in der industriellen Produktion nachhaltig zu verändern, da nicht nur innerbetriebliche, sondern überbetriebliche Wandlungsprozesse stattfinden und sich Strukturen ganzer Wertschöpfungsketten verändern können (Hirsch-Kreinsen 2014).

Die vier Funktionsbereiche von Industrie 4.0 machen zudem deutlich, dass die Einsatzmöglichkeiten dieser Technologien deutlich über den Bereich der Produktion hinausgehen. Sie betreffen Unternehmen und ihr Umfeld ganzheitlich und verlangen zur vollständigen Durchdringung die Verfügbarkeit von ausreichend qualifiziertem Personal:

- Effizienzgewinne durch Datenerfassung und Datenbearbeitung können nur gehoben werden, wenn einschlägig qualifiziertes Personal beschäftigt wird.
- Assistenzsysteme setzen Akzeptanz und Fähigkeiten der MitarbeiterInnen voraus, diese Systeme sinnvoll und arbeitsentlastend einsetzen können, z.B. um komplexere Aufgaben zu bewältigen.
- Dezentrale Prozessverantwortung und Verlagerung von unternehmerischen Steuerungsaufgaben verlangen eine hohe Flexibilität des Managements und die Anpassung von Organisationskulturen.

¹ Horizontale Integration von Wertschöpfungsnetzwerken: zwischen Lieferanten, Unternehmen und Kunden

- Für die Optimierung der Produktions- und Automatisierungsprozesse werden zunehmend komplexe menschliche Fähigkeiten benötigt, die nicht auf Maschinen übertragbar sind, weil der Mensch z. B. auf unvorhersehbare Ereignisse reagieren, Erfahrungswissen generieren und mit seiner Umwelt kommunizieren kann (vgl. Haase et al. 2015). Das Personal muss in der Lage sein den Produktionsprozess reflektieren und sich an dessen kontinuierlicher Verbesserung beteiligen zu können, was eine große Herausforderung mit hohen Anforderungen an die Mitarbeiter darstellt (Ganschar et al. 2013).

3.3 Effizienzsteigerungen versus neue Dienstleistungen und Geschäftsmodelle

Der Verlauf der technologischen Entwicklungen legt nahe, dass Industrie 4.0 zu einer Erhöhung der Arbeitsproduktivität führen kann und entsprechende Potenziale zur Effizienzsteigerung existieren. Dies ist ein Grund dafür, dass alle Studien, die sich auf Beschäftigungsprognosen einlassen und auch die, die das nicht tun, einen Wegfall von Jobs sehen, in denen einfache, manuelle und kognitive Routinetätigkeiten verrichtet werden sehen (siehe Holtgrewe 2016).

Industrie 4.0 soll aber nicht nur Effizienzsteigerungen ermöglichen sondern auch Wertschöpfung durch neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle hervorbringen. Ein häufig prognostizierter Weg ist die Entwicklung produzierender Unternehmen vom Produkt- zum Lösungsanbieter. Neue Geschäftsmodelle basierend auf Verfügbarkeiten können durch intelligente Produkte, intelligente Services, Open Source-Konzepte oder personalisierte Produkte entstehen (Kaufmann 2015). Wischman et al. (2016) nehmen an, dass die Entwicklung neuer Services bzw. Geschäftsmodelle für den Unternehmenserfolg entscheidend sein wird. Sie legen dar, dass dies auch von der Mehrheit deutscher Unternehmen anerkannt wird.

In Hinblick auf diese, regelmäßig genannten Aspekte der Schaffung neuer Geschäftsmodelle, Produkte und Dienstleistungen für die Endnachfrage ist es jedoch ungewiss, in welchem Umfang Nachfrage geschaffen wird (Wolter et al. 2015). Denn der Umsetzungsstatus, d.h. die zunehmende Bedeutung der Konsumentensicht scheint unzureichend ausgeprägt, digitale Technologien zur Kommunikation mit den Kunden werden in einem zu geringen Ausmaß eingesetzt und das disruptive Potenzial der Digitalisierung wird von Unternehmen häufig unterschätzt (Wischmann et al. 2016). Dass dies schwerwiegende Konsequenzen für ganze Branchen haben kann, zeigten in jüngerer Vergangenheit die Musikindustrie oder das Bankenwesen.

Box 1: Zur Bedeutung neuer Geschäftsmodelle im Bereich Maschinen- und Anlagenbau

Wegen der hohen Spezialisierung, sowohl im Bereich der Kundenanforderungen als auch in der technologischen Kompetenz, ist der Maschinen- und Anlagenbau heute durch unzählige Nischenplayer geprägt.

Grundlage dieser Nischenstruktur sind die sehr unterschiedlichen Anforderungen der verschiedenen, teils sehr kleinen Kundensegmente des Maschinen- und Anlagenbaus, die aus den jeweils individuellen Fertigungsprozessen resultieren. Die Mehrzahl der Unternehmen im Maschinen- und Anlagenbau geht nicht davon aus, dass sich diese Branchenlogik in der nahen Zukunft stark verändert.

Zukünftige Differenzierungsmöglichkeiten werden im Maschinen- und Anlagenbau jedoch stark im Bereich der Software und/ oder den Dienstleistungen gesehen. Der Grund hierfür liegt in der zunehmenden Bedeutung des Lösungsgeschäfts und der mehrheitlichen Einschätzung der Teilnehmer, dass die eigentliche Maschine immer weniger zur Generierung dieser Lösung beitragen wird.

Quelle: Wieselhuber und Fraunhofer IPA (2015)

Die Transformation zur Industrie 4.0 hängt also nicht allein vom Fortschritt der technologischen Entwicklungen ab, sondern wesentlich von der Fähigkeit der Unternehmen diese Potenziale zu nutzen. Studien auf Unternehmensebene konstatieren hier einen starken Aufholbedarf in Hinblick auf die Nutzung von Digitalisierungspotenzialen. Sie legen nahe, dass Geschäftsprozesse der österreichischen Unternehmen bisher nur gering bis teilweise digitalisiert sind und große Unterschiede zwischen den Unternehmen und auch Branchen bestehen. Insbesondere scheint der Blick auf neue Geschäftsmodelle und die zunehmende Bedeutung der Konsumentensicht unzureichend ausgeprägt. Viele Studien verweisen zudem auch auf die Bedeutung der Entwicklung der gesamtwirtschaftlichen Investitionsbereitschaft und Nachfrageentwicklung. Die Transformation zu Industrie 4.0 ist also auch wesentlich davon abhängig:

- ob Unternehmen und die öffentliche Hand in der Lage sind in ausreichendem Ausmaß Investitionen in den Aufbau der dafür notwendigen Infrastruktur zu tätigen,
- ob die erwartete Entwicklung der nationalen privaten und öffentlichen Nachfrage sowie die Exportnachfrage Impulse für notwendige Investitionen setzt,
- ob Unternehmen aufgrund ihrer derzeitigen technologischen, strategischen, organisatorischen und intellektuellen Kapazitäten fähig sind, eine Transformation zu Industrie 4.0 zu bestreiten.

3.4 Erwartete Arbeitsmarkteffekte von Industrie 4.0

Eine vollständige Umsetzung von Industrie 4.0 würde eine Strukturveränderung für alle Branchen der Volkswirtschaft bedeuten (Wolter et al. 2015). Über alle Studien hinweg wird eine erhöhte Nachfrage nach Fachkräften in den Bereichen IT und Datenauswertungen, Ingenieurwesen, sowie Forschung, Entwicklung und Produktionsplanung gesehen. Aufgrund der höheren Komplexität von Produktionsprozessen und der besseren Verfügbarkeit von Daten wird auch davon ausgegangen, dass Industrie 4.0 die Anforderungen an Management und Entscheidungsprozesse erhöht (vgl. Hirsch-Kreinsen 2014b).

Zukünftige technologische Entwicklungen werden insbesondere auch Berufe in den Bereichen Verkehr, Transport und Logistik sowie im Büro- und Verwaltungsbereich betreffen, die automatisierungsanfälliger werden (Holtgrewe et al. 2016). In der verarbeitenden Industrie hat die Automatisierung bereits in der Vergangenheit zu einem erheblichen Strukturwandel in der Beschäftigung geführt. Bereits die Implementierung der Automatisierungstechniken der letzten Jahrzehnte führte zu einem Rückgang an Beschäftigung die überwiegend von einfachen, manuellen Tätigkeiten geprägt war. Insbesondere verbliebene, einfache manuelle Tätigkeiten wie auch vor- und nachgelagerte Angestelltenjobs, die es mit Disposition, Produktionsplanung und -vorbereitung zu tun haben, werden zunehmend als gefährdet angesehen (Holtgrewe et al. 2016).

Konstatiert wird auch, dass der Trend zur zunehmenden Digitalisierung der Arbeitswelt potenziell starke Auswirkungen auf die Beschäftigten und deren Situation in den Betrieben generell und spezifisch auf Formen der Arbeitsorganisation hat (Botthof 2015). Bei der Gestaltung der Arbeitsprozesse wird es darauf ankommen, sinnstiftende und lernförderliche Arbeitsplätze zu schaffen, die das Arbeiten unter angemessenen physischen und psychischen Belastungen ermöglichen. Dazu wird es erforderlich sein, die Aufgaben so zu gestalten, dass „geistig mehr (z. B. Problemlösen) und weniger (z. B. Routineaufgaben) anspruchsvolle“ Operationen in einem angemessenen Verhältnis erforderlich sind.

Bedeutend ist weiter die Ansicht, dass Industrie 4.0 Technologien für viele Systementwickler und Hersteller eine Chance darstellen, ihre bisherige technologisch führende Position auf dem Weltmarkt gegenüber einer schnell wachsenden Konkurrenz zu behaupten (Hirsch-Kreinsen 2014b).

Welche gesamtwirtschaftlichen Effekte auf Produktion und Beschäftigung Industrie 4.0 nach sich ziehen wird, lässt sich zum derzeitigen Zeitpunkt jedoch noch nicht valide abschätzen. Die bisherigen Prognosen volkswirtschaftlicher Effekte von Industrie 4.0 bauen i.d.R. kaum auf allgemeinen Gleichgewichtsmodellen auf und den Abschätzungen zu Marktpotenzialen fehlt damit ein theoretisch fundierter Unterbau (vgl.

Wischmann et al. 2015). Neben langen Zeithorizonten suggerieren viele der existierenden Studien auch eine Genauigkeit, die methodisch nicht fundiert ist (ebenda). Die Schwankungsbreite der Abschätzungen ist dementsprechend sehr groß. Prognosen sind meist stark technikzentriert und rücken zum größten Teil die technologischen Möglichkeiten in den Mittelpunkt der Betrachtungen, während notwendige Rahmenbedingungen, die den Technologieeinsatz erst ermöglichen, vernachlässigt werden. Außer Acht gelassen werden oft auch wesentliche Herausforderungen, die zur Implementierung von Industrie 4.0 überwunden werden müssen.

Alle bis dato existierenden Studien, die versuchen das gesamtwirtschaftliche Potenzial von Industrie 4.0 zu erfassen, gehen jedoch davon aus, dass Industrie 4.0 wachstumsfördernd wirken wird. Wie hoch dieser Effekt tatsächlich sein wird, hängt wohl vom Grad der Implementierung von Industrie 4.0 Technologien ab und der Fähigkeit diese Technologien nutzenstiftend einzusetzen. Die Studien sehen das Potenzial, dass Industrie 4.0 europaweit den Wertschöpfungsanteil der industriellen Produktion bedeutend erhöhen kann (Roland Berger 2014, McKinesy 2013, PwC 2014) und ein zusätzliches volkswirtschaftliches Potenzial und Effizienzsteigerungen in den Branchen Maschinen- und Anlagenbau, Automobilindustrie und IKT Branche von 15% bis 30% erwartet wird (Bitkom und IAO 2015).

Dem gewissermaßen widersprechend stellen Studien zu Arbeitsmarkteffekten vor allem das Rationalisierungspotenzial der Digitalisierung in den Vordergrund und kommen daher zu eher negativen Beschäftigungswirkungen der weiter voranschreitenden Digitalisierung (Tabelle 1).

Tabelle 1: Studien zur potenziellen Wirkung der Digitalisierung auf Beschäftigung

Quelle	Ergebnis	Zeitraum	Anmerkung
Frey und Osborne (2013)	- 47%	10 - 20 Jahre	USA, alle Sektoren
Bowles (2014)	- 47 bis - 60%	10 - 20 Jahre	All EU Mitgliedsstaaten; Replikation der Analyse von Frey/Osborne 2013 für die EU
Brzeski und Burk (2015)	-59%	10-20 Jahre	Deutschland, alle Sektoren
Bonin et al. (2015)	- 12%	10-20 Jahre	Deutschland, alle Sektoren
Dengler und Mattes (2015)	-15%	2013	Deutschland, alle Berufe
Boston Consulting Group (2015)	+ 6%	10 Jahre	Deutschland, Sachgüterproduktion
Wollter et al. 2015	< 1 %	25 Jahre	Deutschland, Sachgüterproduktion, aber auch gesamtwirtschaftliche Effekte

Quelle: Eigene Zusammenstellung

Ein Beispiel der rezenten Literatur zu diesem Thema ist das Buch von Brynjolfsson und McAfee (2014), das ein sehr optimistisches Bild davon zeichnet, welche Möglichkeiten die voranschreitende Digitalisierung bietet, um physische und intellektuelle Routinetätigkeiten zu ersetzen. Mit rund 400 Zitierungen in Google

Scholar und 280.000 Suchresultaten über Google² ist das Buch von Frey und Osborne (2013) mit Bestimmtheit eine der meist diskutierten Studien zum Thema: „Die Autoren bewerten für 702 einzelne Berufsgruppen die Möglichkeiten ihrer Ersetzung durch digitale Technologie. Davon seien nicht nur Arbeitsplätze in der Produktion, sondern auch viele Berufe in der Dienstleistungsbranche betroffen, die in den vergangenen Jahrzehnten noch besonders hohe Zuwächse verzeichnete. Am wenigsten betroffen sind der Studie zufolge Bereiche, in denen kreative und soziale Kompetenzen erforderlich sind. Hervorgehoben wird auch der enge negative Zusammenhang zwischen der Gefährdung durch Digitalisierung und der Entwicklung des Lohnniveaus in den entsprechenden Tätigkeiten“ (Deutscher Bundestag 2016). Ford (2015) ist demgegenüber skeptischer eingestellt und verweist auf den Umstand, dass nicht die technologischen Möglichkeiten alleine deren Umsetzung befördern, sondern auch Anpassungen der ökonomischen, sozialen und politischen Strukturen erfolgen müssen, um einerseits eine Anwendung der Technologien zu ermöglichen und andererseits die gesellschaftlichen Implikationen abzufedern.

Neben der Substitution menschlicher Arbeit durch Maschinen können neue Technologien auch die Produktivität von Arbeitskräften mit zu diesen Technologien komplementären Fähigkeiten wesentlich steigern und so für zusätzliche Nachfrage nach eben diesen Arbeitskräften sorgen. Es kommt zu einem sogenannten „skill-biased technical change“ in der Nachfrage nach Arbeitskräften, in dem bestimmte, besonders gut ausgebildete Fachkräfte gegenüber anderen Arbeitskräften bevorzugt werden (Autor 2003, Acemoglu 2011, etc.).

Diese bereits stattfindende, auch technologiebedingte, Entwicklung hin zur Höherqualifizierung und gut ausgebildeten Fachkräften wird u.a. auch in folgender empirischer Analyse des österreichischen Arbeitsmarktes sichtbar.

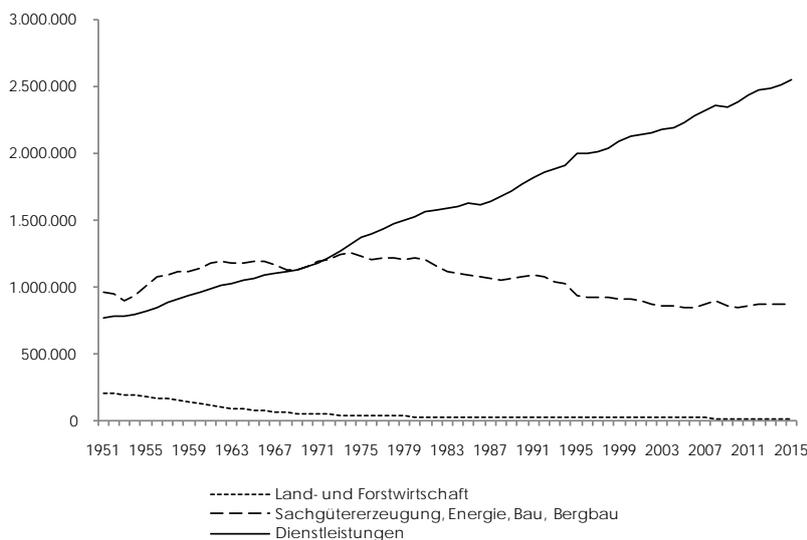
² Aufgerufen am 20. Mai 2016

4 Die Entwicklung des österreichischen Arbeitsmarkts

In der Beschäftigungsentwicklung in Österreich überwiegen seit den frühen 1950er Jahren die Phasen mit Beschäftigungswachstum, was vor allem auf ein beinahe stetiges Wachstum im Dienstleistungsbereich zurückzuführen ist. Die Beschäftigung im Produktionsbereich ist seit Mitte der 1970er Jahre fast durchgängig rückläufig. Nur in der Phase rund um den Fall des Eisernen Vorhangs und die Ostöffnung in den Jahren 1989 bis 1991 sowie zuletzt während der wirtschaftlichen Erholung unmittelbar vor Beginn der internationalen Finanz- und Wirtschaftskrise wurden zusätzliche Arbeitskräfte im Produktionsbereich nachgefragt. Im Vergleich zum Vorkrisenjahr 2008 zählte die Beschäftigung im Produktionsbereich 2015 mit 873.201 um rd. 23.000 weniger Beschäftigungsverhältnisse (siehe Abbildung 2 unten).

Im Folgenden wird daher ein besonderes Augenmerk auf die jüngere Entwicklung der Beschäftigung im Bereich der Sachgüterproduktion seit Mitte der 1990er Jahre gelegt.

Abbildung 2: Unselbständige Beschäftigung nach Wirtschaftssektoren (1951-2015)



Quelle: Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger. 1951 bis 1969 Wirtschaftsklassen nach dem Systematischen Verzeichnis der Betriebe 1950: Grundzählung jeweils Jänner bzw. Juli; 1970 bis 1985 Wirtschaftsklassen nach der Betriebssystematik 1968: Grundzählung jeweils Jänner bzw. Juli; 1986 bis 1994 Wirtschaftsklassen nach der Betriebssystematik 1968: Monatsberichte; 1995 bis 2007 Wirtschaftsklassen nach ONACE 1995/2003: Monatsberichte; seit 2008 Wirtschaftsklassen nach ÖNACE 2008: Beschäftigte in Österreich (monatlich).

4.1 Der strukturelle Wandel in der Sachgüterproduktion

Der strukturelle Wandel seit 1995 betraf die Beschäftigung in der Sachgütererzeugung in unterschiedlichem Ausmaß und ist geprägt von Wachstumsunterschieden und Besonderheiten der Branchen. Hinsichtlich der Größenordnung der Beschäftigung zeigt sich, dass knapp ein Fünftel aller Beschäftigten der Sachgütererzeugung in der Metallindustrie tätig sind (2015: 18,2%). Danach folgen der Maschinenbau und die Nahrungs- und Getränkemittelindustrie mit je rund 13%, die Elektroindustrie sowie die Chemie-, Pharma- und Gummiindustrie mit je rund 11% Beschäftigungsanteil. Insgesamt entfallen auf diese fünf Segmente also rund zwei Drittel aller Beschäftigten in der Sachgütererzeugung.

In der Phase zwischen dem EU-Beitritt Mitte der 1990er Jahre und dem Ausbruch der internationalen Finanz- und Wirtschaftskrise im Herbst 2008 war die österreichische **Textilindustrie** besonders stark vom strukturellen Wandel betroffen, der sich seither weiter fortsetzte. In der ersten Phase 1995-2007 gingen

fast die Hälfte aller Arbeitsplätze in der Textilindustrie verloren, in der zweiten Phase 2008-2015 gut ein Fünftel.

In der **Holz- und Möbelindustrie** hält der strukturelle Wandel seit Mitte der 1990er Jahre an, wenn auch nicht in gleich starkem Ausmaß wie in der Textilindustrie.

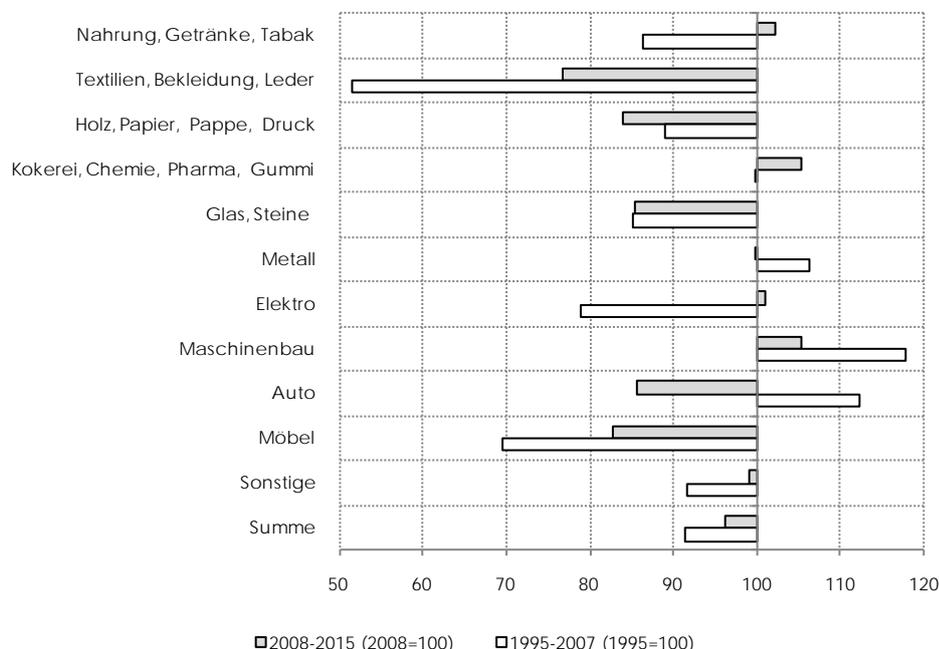
In der **Elektroindustrie** konzentrierten sich die Beschäftigungseinbußen dagegen auf die erste Phase (1995-2007), in den letzten sieben Jahren stabilisierten sich dort die Beschäftigungszahlen.

Demgegenüber konnten die **Maschinenbau- und Metallindustrie** die Beschäftigung seit Mitte der 1990er Jahre ausweiten. Diese Branchen zeichnen sich laut Peneder (2010) durch eine mittlere bis hohe Innovationsintensität aus, wobei der Maschinenbau als Branche mit hoher Innovationsintensität klassifiziert wird.

In der Maschinenbauindustrie hielt die Beschäftigungsausweitung auch nach der Krise 2009 an. Die Metallindustrie verzeichnete im Gefolge der Krise merkliche Beschäftigungseinbußen. Erst 2011 konnte in dieser Branche mit Blick auf die Beschäftigtenzahlen die Krise überwunden werden, seither steigt auch dort die Beschäftigung wieder.

Die **Automobilindustrie** bekam die Auswirkungen der Krise besonders deutlich zu spüren; die Beschäftigtenzahlen lagen dort 2015 um 15% unter dem Vorkrisenniveau des Jahres 2008, nachdem die Beschäftigung in den Jahren zwischen 1995 und 2007 merklich ausgeweitet werden konnte (Abbildung 3). Im Jahr 2015 schrumpften die Beschäftigtenzahlen in der Automobilindustrie mit -7,2% abermals markant.

Abbildung 3: Beschäftigungsentwicklung innerhalb der Sachgütererzeugung (1995-2015)



Quelle: Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger, WIFO-Berechnungen.

4.2 Die Beschäftigung im Produktionsbereich in den Bundesländern

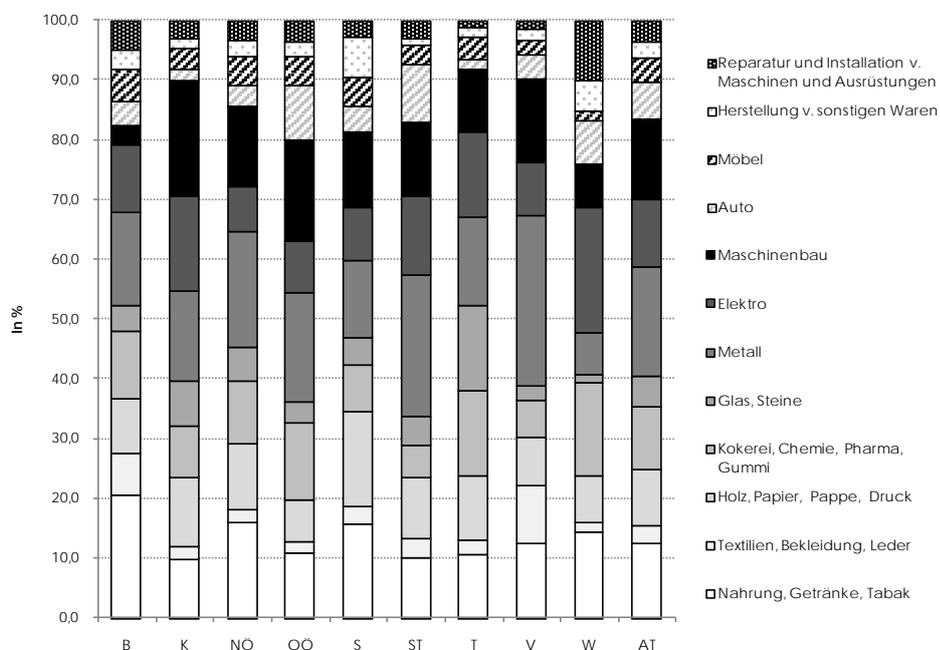
Während in Wien bereits 1969 mehr Personen im **Dienstleistungssektor** beschäftigt waren, war in den beiden industriestarken Bundesländern Oberösterreich (1987) und Vorarlberg (1989) wiederum der

Produktionssektor noch bis Ende der 1980er Jahre der beschäftigungsstärkste. Noch im Jahr 2015 waren in diesen beiden Bundesländern mehr als ein Drittel aller Arbeitskräfte im Produktionssektor beschäftigt, während der entsprechende Anteil in Wien nur 13% betrug. Alle übrigen Bundesländer lagen, mit jeweils rund einem Viertel aller Beschäftigten im Produktionssektor, zwischen diesen beiden Extremen.

Rückläufige Beschäftigungszahlen im Produktionsbereich zeigen sich seit Mitte der 1990er-Jahre bzw. seit Ausbruch der internationalen Finanz- und Wirtschaftskrise im Jahr 2009 besonders deutlich in Wien, aber auch – wenngleich weniger stark – in Niederösterreich, Kärnten, Salzburg und der Steiermark. In Wien ist die Beschäftigung im Produktionsbereich seit Mitte der 1990er Jahre um ein Drittel zurückgegangen, seit dem Krisenjahr 2009 um 10%. In keinem anderen Bundesland ist der Beschäftigungsrückgang im Produktionssektor damit ähnlich hoch. Niederösterreich und Kärnten wiesen im Produktionsbereich 2015 im Vergleich zu Mitte der 1990er Jahre um 13% weniger Arbeitskräfte auf, Salzburg und die Steiermark rund 5% weniger. Im Burgenland, in Oberösterreich, Tirol und Vorarlberg wurde hingegen die Beschäftigung im Produktionsbereich im Vergleich zu Mitte der 1990er Jahre und zum Vorkrisenjahr 2008 etwas ausgeweitet; im Burgenland und in Oberösterreich im Vergleich zum Vorkrisenjahr 2008 um 2%, in Vorarlberg um 6%. In Tirol lag 2015 die Beschäftigung im Produktionsbereich auf Vorkrisenniveau; im Vergleich zum Niveau Mitte der 1990er Jahre allerdings um 9% höher.

Die **Beschäftigungsschwerpunkte** innerhalb der **Sachgütererzeugung** variieren zwischen den Bundesländern. Gemessen an der Gesamtbeschäftigung in der Sachgütererzeugung im jeweiligen Bundesland, hat die **Nahrungs- und Getränkemittelindustrie** in der gesamten Ostregion (Burgenland, Niederösterreich, Wien) und in Salzburg einen vergleichsweise hohen Stellenwert. Im Vergleich zum Vorkrisenjahr 2008 konnte im Burgenland die Zahl der Beschäftigten in dieser Branchengruppe ausgebaut werden, während sie in Niederösterreich und Salzburg stagnierte und in Wien merklich rückläufig war.

Abbildung 4: Beschäftigungsschwerpunkte innerhalb der Sachgütererzeugung in den Bundesländern (2015)



Quelle: Hauptverband der österreichischen Sozialversicherungsträger, WIFO-Berechnungen.

Die **Metallindustrie** ist in Vorarlberg besonders relevant, der **Maschinenbau** in Oberösterreich und Kärnten. Die Zahl der Beschäftigten in der Vorarlberger Metallindustrie konnte seit der Krise um 16%

gesteigert werden, ebenso jene in der oberösterreichischen Maschinenindustrie (+17%), während die Beschäftigung in der Kärntner Maschinenindustrie 2015 um 6% unter dem Vorkrisenniveau von 2008 lag.

Die **Elektroindustrie** ist bedeutend für die Sachgüterbeschäftigung in Kärnten und in Wien. Allerdings ist in Wien die Beschäftigung in dieser für das Bundesland wichtigen Branche im Vergleich zum Vorkrisenjahr 2008 um fast ein Viertel eingebrochen, während die Beschäftigtenzahlen in Kärnten im selben Zeitraum nur marginal zurückgingen.

Die **Chemie-, Pharma- und Gummiindustrie** ist ein wichtiger Arbeitgeber in Oberösterreich, Tirol und Wien. Während in Oberösterreich und Tirol die Beschäftigtenzahlen 2015 mit +13,5% bzw. +16% merklich über dem Vorkrisenniveau lagen, stagnierte die Beschäftigung in diesen Branchen in Wien.

Die **Autoindustrie** konzentriert sich besonders auf Oberösterreich, die Steiermark und Wien, während die **Holzindustrie** einen wichtigen Arbeitgeber in Salzburg darstellt. Für beide Branchen zeigt sich, dass – mit Ausnahme von Oberösterreich, wo die Beschäftigtenzahlen praktisch stabil gehalten werden konnten – die Zahl der Beschäftigten im Vergleich zu 2008 besonders stark rückläufig ist. In der Steiermark sind gegenwärtig um rund ein Viertel weniger Arbeitskräfte in der Automobilindustrie beschäftigt als noch vor Ausbruch der internationalen Finanz- und Wirtschaftskrise³, in Wien um ein Drittel weniger. In der Salzburger Holzindustrie waren 2015 ebenfalls um ein Viertel weniger Arbeitskräfte als noch 2008 beschäftigt.

Die **Glas- und Steinindustrie** ist besonders wichtig für die Beschäftigung in der Sachgütererzeugung in Kärnten und Tirol. Auch in diesen beiden Bundesländern sind die Beschäftigungseinbußen in dieser Branche mit einem Fünftel bzw. einem Viertel im Vergleich zum Vorkrisenjahr 2008 markant.

Die vom strukturellen Wandel besonders stark betroffene **Textilindustrie** konzentriert sich gegenwärtig noch auf das Burgenland und auf Vorarlberg. Die Beschäftigung in dieser Branche ist in beiden Bundesländern im Vergleich zum Jahr 2008 um rund ein Viertel eingebrochen.

Im Vergleich zum Vorkrisenjahr 2008 lag 2015 der Beschäftigungsstand in allen **Wiener Sachgüterbranchen** merklich niedriger, besonders in der für Wien bedeutenden Elektroindustrie, auf die 2015 fast ein Fünftel der Beschäftigung entfiel. In dieser Branche beträgt der Beschäftigungsrückgang gegenüber dem Vorkrisenniveau rund ein Viertel.

4.3 Analyse der Ausbildungs- und Berufsstruktur

Die Verschiebungen in den Beschäftigungsbereichen infolge der strukturellen Veränderungen auf Branchenebene finden ihren Niederschlag in der Nachfrage nach Qualifikationen: Qualifikationsanforderungen ändern sich, weil die Produktionstechnik zwischen den Industriezweigen variiert und in wachsenden Beschäftigungsbereichen andere Produktionstechnologien verwendet werden als in den schrumpfenden. Technologisierung kann de-qualifizierend wirken, zu einer Polarisierung der Qualifikationen führen, oder aber zu einer Homogenisierung der Qualifizierung auf einem höheren Niveau – Stichwort „Höherqualifizierung“ – beitragen (Biffi, 2002). Laut Autor et al. (2003) führt die Digitalisierung von Arbeitsplätzen zu einer Automatisierung von kognitiven und manuellen Routine-Tätigkeiten, die häufig von Arbeitskräften mit mittlerer formaler Ausbildung ausgeübt werden (z. B. Buchhaltung). Solche Arbeitsinhalte zeichnen sich durch ein hohes Maß an Standardisierung aus und sind daher automatisierbar. Eine Folge davon ist die „Polarisierung“ der Berufsstruktur der Beschäftigung.

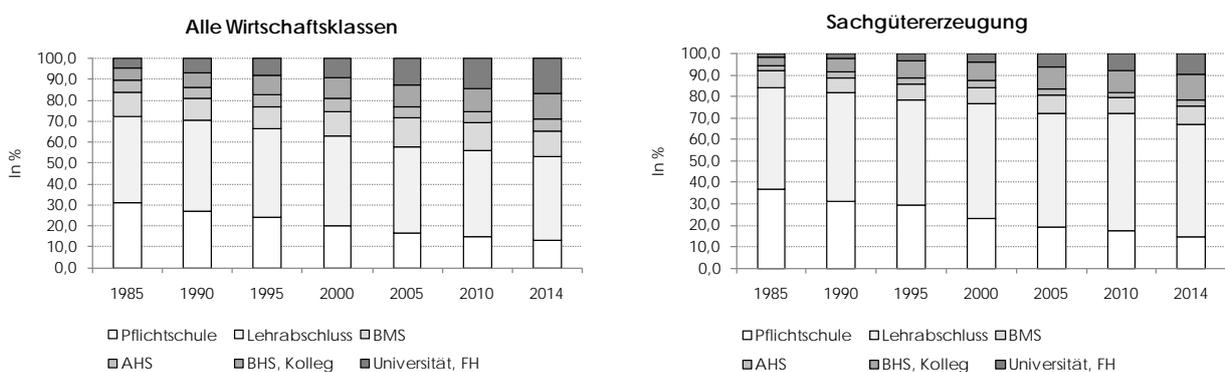
³ was sich durch die gegenwärtige Produktionsausweitung von Magna Steyr deutlich wieder ändern wird.

Der Arbeit von Goos et al. (2014) ist entnehmbar, dass diese „job polarization“ in Österreich und Deutschland vergleichsweise weniger stark ausgeprägt ist als in anderen Ländern. Zu einer ähnlichen Einschätzung kommen Eichhorst – Buhlmann (2015), die für Österreich und Deutschland vielmehr eine vergleichsweise hohe Stabilität mittlerer Qualifikationen auf dem Arbeitsmarkt erkennen.

Sie führen dies auf das berufliche Ausbildungssystem zurück, das Arbeitskräfte mit einer solchen Ausbildung befähigt, an komplexeren Aufgabenstellungen mitzuarbeiten, während in anderen Ländern eine vergleichbare Berufsausbildung fehlt (siehe zur Bedeutung des Ausbildungssystems für die „job polarization“ auch Rendall - Weiss (2016)). Auch Bock-Schappelwein (2016) kommt mit Blick auf die „job polarization“-Diskussion zu einem differenzierten Bild für Österreich. Sie argumentiert, dass in Österreich jene Tätigkeiten, denen ein hoher Routineanteil zugeschrieben wird, zwar wie in anderen Ländern hauptsächlich von Arbeitskräften mit mittlerer Ausbildung verrichtet werden, allerdings eher von solchen, die eine vollzeitschulische Ausbildung absolviert haben und weniger von Arbeitskräften mit Lehrabschluss. Die Beschäftigungspolarisierung in Österreich dürfte daher aufgrund der Differenzierung der mittleren Ausbildung (vollzeitschulische Ausbildung einerseits, duale Ausbildung andererseits) und der damit verbundenen spezifischen Anforderungen an die Qualifikationen und Kompetenzen der Arbeitskräfte weniger stark ausgeprägt sein als in anderen Staaten.

Der Blick auf die **Qualifikationsstruktur der unselbständigen Beschäftigung** in Österreich bestätigt, dass eine „job polarization“ und eine damit verbundene sinkende Nachfrage nach mittleren Qualifikationen in Österreich nicht feststellbar sind. Im Zeitraum 1990 bis 2015 lag der Anteil von Arbeitskräften mit mittlerer Ausbildung relativ stabil bei rund 70%. Dafür zeigt sich in Österreich eine Verschiebung in den relativen Beschäftigungsanteilen von den gering qualifizierten zu den hoch qualifizierten Arbeitskräften. Seit 2012 gibt es in Österreich erstmalig mehr hoch qualifizierte als gering qualifizierte Arbeitskräfte. Im Jahr 2015 verfügten 17,8% aller unselbständig Beschäftigten über einen universitären oder vergleichbaren Abschluss, während der Anteil der gering qualifizierten Arbeitskräfte mit maximal Pflichtschulabschluss auf 12,5% sank.

Abbildung 5: Unselbständig Beschäftigte nach höchster abgeschlossener Ausbildung (1985-2014)



Quelle: Statistik Austria: Mikrozensus-Arbeitskräfteerhebung, WIFO-Berechnungen.

Innerhalb der **Sachgütererzeugung** ist keine „job polarization“ zu erkennen. Der Anteil der Arbeitskräfte mit mittlerer Ausbildung ist vielmehr, mit rund 75% an der gesamten unselbständigen Beschäftigung, in diesem Wirtschaftsbereich noch stärker ausgeprägt als im gesamtwirtschaftlichen Durchschnitt; mehr als die Hälfte aller in der Sachgütererzeugung unselbständig Beschäftigten haben eine Lehrausbildung abgeschlossen. Besonders stark rückläufig ist die geringqualifizierte Beschäftigung, während BHS-AbsolventInnen und Uni-/FH-AbsolventInnen seit Mitte der 1980er-Jahre besonders an Bedeutung gewonnen haben (Abbildung 5).

Im **Dienstleistungssektor** verschob sich seit den 1980er Jahren die Qualifizierung schrittweise in Richtung weniger Geringqualifizierter und mehr Hochqualifizierter, bei einem vergleichsweise stabilen Anteil an

mittleren Qualifikationen, wenn auch dieser mit etwas weniger als 70% geringer als in der Sachgütererzeugung ausfällt und im Bereich der Hochqualifizierten mit rund 20% merklich höher als in der Sachgütererzeugung liegt.

4.3.1 Shift-Share-Analyse

Die Qualifikationsstruktur der Beschäftigten spiegelt auch die Spezifika des nationalen Bildungssystems wider. Mittels einer Shift-Share-Analyse kann untersucht werden, welchen Einfluss der Wandel im Ausbildungsverhalten auf die Beschäftigungsentwicklung ausübte und welchen Einfluss die steigenden Anforderungen an die Beschäftigten in einzelnen Branchen für den Strukturwandel der Beschäftigungsstruktur hatten.

Die in dieser Studie durchgeführte Shift-Share-Analyse berücksichtigt 1) das Beschäftigungswachstum, 2) die Branchenstruktur der Beschäftigten und 3) die Ausbildungsstruktur der Arbeitskräfte für den Zeitraum 1985 bis 2014. Sie bildet die Veränderung der Nachfrage nach Arbeitskräften in Abhängigkeit von ihrem formalen Bildungsabschluss innerhalb der einzelnen Branchen ab. Dabei wird das Ausmaß der Veränderung der Beschäftigung je formalem Ausbildungsabschluss in drei Effekte zerlegt: Wachstumseffekt, Struktureffekt und Qualifikationseffekt (Seyda, 2004):

- Der **Wachstumseffekt** gibt an, wie sich die Beschäftigung entwickelt hätte, wenn die formale Bildungsstruktur sowie die Branchenstruktur im gesamten Zeitverlauf (1985–2014) konstant geblieben wären, und alle untersuchten Qualifikationssegmente mit der Wachstumsrate der Gesamtbeschäftigung zwischen 1985 und 2014 gewachsen wären.
- Der **Struktureffekt** (Brancheneffekt) gibt die Veränderung der Beschäftigung an, die sich ergeben hätte, wenn die formale Qualifikationsstruktur innerhalb jeder Branche gleich geblieben wäre und sich nur die Anteile der einzelnen Branchen an der Gesamtbeschäftigung verändert hätten. Damit zeigt der Struktureffekt die Veränderung der Beschäftigung an, die sich durch die Veränderung der Branchenlandschaft ergibt.
- Der **Qualifikationseffekt** (Ausbildungseffekt) gibt schließlich an, wie sich die Beschäftigung verändert hätte, wenn die relativen Anteile der einzelnen Branchen an der Gesamtbeschäftigung konstant geblieben wären (d. h. sich die Branchenlandschaft im Zeitabschnitt 1985–2014 nicht verändert hätte), sich aber die Zusammensetzung der formalen Qualifikationen je Branche verändert hätte.
- Der **Gesamteffekt** – also das beobachtete Beschäftigungswachstum jeder Branchen- und Qualifikationsgruppe – setzt sich aus diesen drei Effekten zusammen.

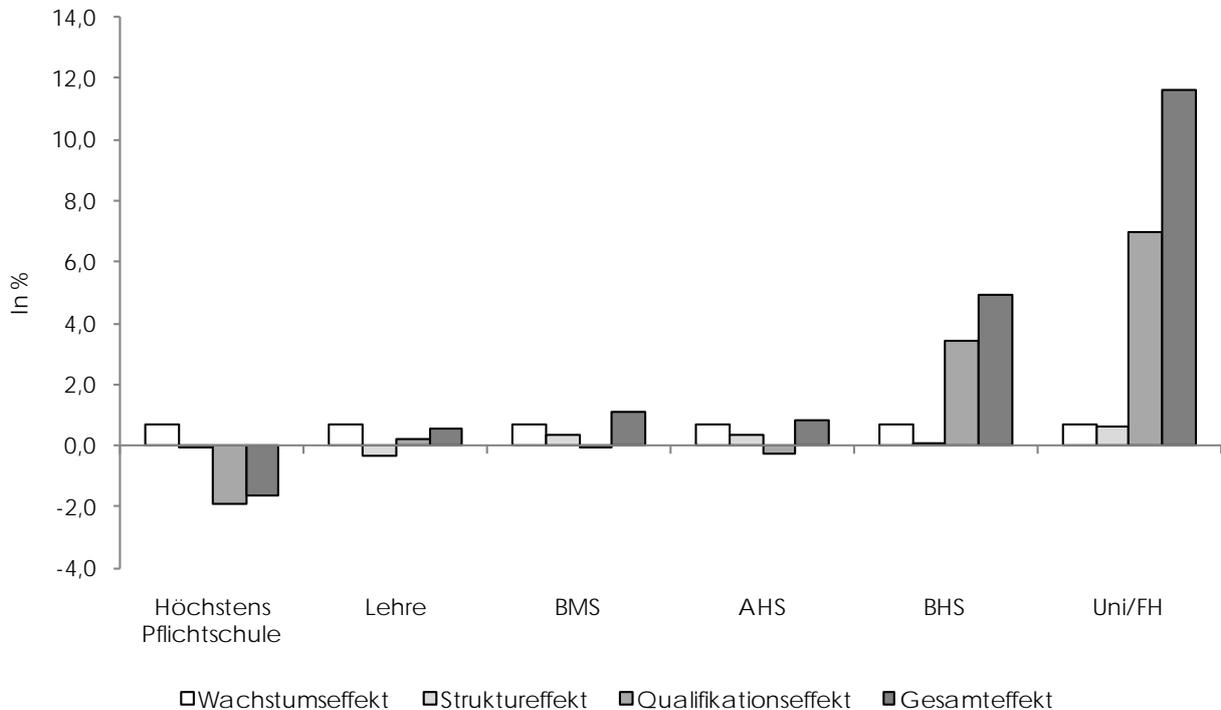
Abbildung 6 zeigt dass der **Wachstumseffekt**, der die durchschnittliche jährliche Wachstumsrate der Gesamtbeschäftigung im Zeitraum 1985 bis 2014 angibt, für alle Ausbildungsebenen gleichermaßen 0,7% pro Jahr beträgt.

Der **Gesamteffekt** quantifiziert die Beschäftigungsentwicklung der jeweiligen Ausbildungsgruppe zwischen 1985 und 2014. Er zeigt:

- Die Zahl der Beschäftigten mit tertiärer Ausbildung (Uni/FH) hat um knapp 12% jährlich zugenommen;
- Die Zahl der Beschäftigten mit maximal Pflichtschulabschluss war deutlich rückläufig (-1,6% pro Jahr).
- Innerhalb der Gruppe der mittleren Qualifizierung wuchs die Zahl der Beschäftigten mit berufsbildender höherer Schulausbildung (BHS) mit knapp 5% pro Jahr besonders dynamisch.
- Die übrigen Ausbildungsweige der mittleren Ausbildung wiesen mit Wachstumsraten von 0,6% (Lehre) bis 1,1% (BMS) eine relativ stabile Beschäftigungsentwicklung auf.

Insgesamt unterstreicht die stabile Entwicklung im Bereich der mittleren Qualifikationen, dass die „job-polarization“ in Österreich bisher nicht stattgefunden hat.

Abbildung 6: Beiträge zur Veränderung der Nachfrage nach Beschäftigten einzelner Ausbildungsgruppen 1985 bis 2014 innerhalb der Branchen in % pro Jahr; Shift-Share-Analyse



Quelle: Statistik Austria: Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, WIFO-Berechnungen. Berechnungen auf Basis unselbständig Beschäftigter laut Mikrozensus (Vor 2004: LUK/ab 2004: LFK): USB ohne Karenz-/KinderbetreuungsgeldbezieherInnen mit aufrechtem Dienstverhältnis und ohne Präsenzdiener, USB mit min. 13h Normalarbeitszeit pro Woche. „Max. PS.“: Personen mit höchstens Pflichtschulabschluss, „LE“: Lehrabschluss, „BMS“ berufsbildende mittlere Ausbildung, „AHS“: allgemeinbildende höhere Ausbildung, „BHS“: berufsbildende höhere Ausbildung sowie Kolleg, „Uni/FH“: akademische Ausbildung.

Der **Struktureffekt** gibt an, wie sich die Beschäftigung auf Grund der Verschiebung der Beschäftigungsnachfrage zwischen den Branchen verändert hat: wachsen etwa Branchen mit hohen Anteilen an Beschäftigten mit tertiärem Abschluss überdurchschnittlich stark, so ist der Struktureffekt positiv, während eine unterdurchschnittliche Beschäftigungsentwicklung (bzw. ein Beschäftigungsrückgang) in Branchen mit hohen Anteilen Geringqualifizierter sich in einem negativen Struktureffekt ausdrückt.

Der Struktureffekt geht insgesamt zulasten der Beschäftigung im Sachgüterbereich und begünstigt gleichzeitig die Beschäftigung in weiten Teilen der Dienstleistungen. Der **Struktureffekt** der Shift-Share Analyse für den Zeitraum 1985-2014 zeigt:

- Die **Nachfrage nach Arbeitskräften mit tertiärem Abschluss** wächst durch die Verschiebung der Branchenlandschaft **überdurchschnittlich stark**.
- Die **Beschäftigungsentwicklung** im Bereich der **Lehrabschlüsse** fällt aufgrund der Verlagerung der Beschäftigung von der Sachgütererzeugung hin zu den Dienstleistungen **unterdurchschnittlich** aus.
- Für **Geringqualifizierte** sowie **Beschäftigte mit BHS-Abschluss** ist der **Struktureffekt neutral**, da sie aufgrund der inhaltlichen Ausrichtung der Ausbildung sowohl im Produktions- als auch im Dienstleistungsbereich tätig sind.

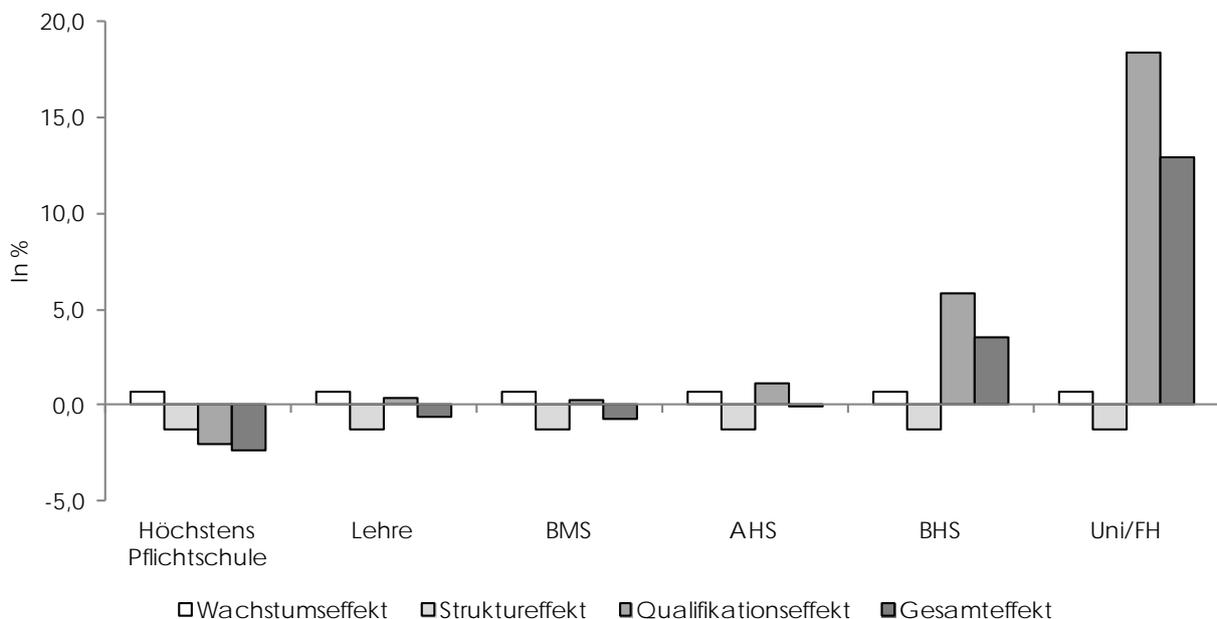
- Der **Strukturwandel scheint die Beschäftigung mit BMS- und AHS-Hintergrund zu begünstigen**, denn die Beschäftigung von AHS-AbsolventInnen konzentriert sich vornehmlich auf den Dienstleistungsbereich.

Da sich Tätigkeits- und auch Anforderungsprofile im Laufe der Zeit wandeln, verändern sich auch die Anteile der jeweiligen Ausbildungsgruppen innerhalb der Branchen. So kann etwa auch bei stagnierender Beschäftigung einer Branche eine Verlagerung von Gering- zu Höherqualifizierten stattfinden, was sich bei der letzteren Gruppe in einem positiven **Qualifikationseffekt** ausdrücken würde.

Der Qualifikationseffekt der Shift-Share Analyse zeigt, dass die Veränderung der Qualifikationsstruktur innerhalb der Branchen die Nachfrage nach einzelnen Ausbildungsgruppen im Zeitverlauf weit stärker geprägt hat, als die Veränderung der Branchenlandschaft. Offensichtlich zeichnen sich hier der **Trend zur Höherqualifizierung bzw. die steigenden Anforderungsprofile** deutlich ab:

- **Geringqualifizierte** weisen zwar einen **neutralen Struktureffekt** auf (die Zahl der Beschäftigten wäre demnach kaum durch den Strukturwandel berührt), der **Qualifikationseffekt** in dieser Ausbildungsgruppe ist hingegen **deutlich negativ** (-1,9% pro Jahr).
- Auch im Bereich der **Arbeitskräfte mit AHS-Abschluss** ist der **Qualifikationseffekt negativ** (-0,3% pro Jahr).
- Insbesondere **Arbeitskräfte mit BHS- und Tertiärabschluss** hohe **Qualifikationseffekte** aufweisen (+3,4% bzw. +7% pro Jahr).

Abbildung 7: Beiträge zur Veränderung der Nachfrage nach Beschäftigten einzelner Ausbildungsgruppen in der Sachgütererzeugung 1985 bis 2014 in % pro Jahr; Shift-Share-Analyse



Quelle: Statistik Austria: Mikrozensus Arbeitskräfteerhebung, WIFO-Berechnungen. Berechnungen auf Basis unselbständig Beschäftigter laut Mikrozensus (Vor 2004: LUK/ab 2004: LFK): USB ohne Karenz-/KinderbetreuungsgeldbezieherInnen mit aufrechtem Dienstverhältnis und ohne Präsenzdienster, USB mit min. 13h Normalarbeitszeit pro Woche. „Max. PS.“: Personen mit höchstens Pflichtschulabschluss, „LE“: Lehrabschluss, „BMS“ berufsbildende mittlere Ausbildung, „AHS“: allgemeinbildende höhere Ausbildung, „BHS“: berufsbildende höhere Ausbildung sowie Kolleg, „Uni/FH“: akademische Ausbildung.

Ähnlich ist die Bedeutung der einzelnen Wachstumskomponenten auch für Beschäftigte der **Sachgütererzeugung**. Innerhalb der Sachgütererzeugung zeigt sich eine stabile Beschäftigungsentwicklung des mittleren Qualifikationssegmentes, in dem Qualifikations- und Struktureffekte nur geringfügige Beschäftigungsveränderungen bewirken. Gleichzeitig ist die Beschäftigung im gering-qualifizierten Bereich innerhalb der Sachgütererzeugung auch aufgrund eines negativen Qualifikationseffektes rückläufig. Besonders deutlich fällt der Qualifikationseffekt in der Sachgütererzeugung für Arbeitskräfte mit Tertiärabschluss aus (+18% pro Jahr). Auch im Bereich der BHS wiegt der Qualifikationseffekt den negativen Struktureffekt deutlich auf, wodurch insgesamt die Beschäftigung in diesem Bereich innerhalb der Sachgütererzeugung zunimmt.

Insgesamt lässt sich basierend auf vorliegender statistischen Analyse festhalten, dass die relative Nachfrage nach höherqualifizierten MitarbeiterInnen insbesondere mit Berufsausbildung (BHS) sowie nach jenen mit tertiärer Ausbildung (Uni und FH) in der Sachgütererzeugung im Zeitraum 1985 bis 2014 noch stärker gestiegen ist als in der Gesamtwirtschaft (innerhalb aller Branchen). Der Trend zur Höherqualifizierung trifft somit auf die Sachgütererzeugung bereits gegenwärtig besonders zu und eine Trendumkehr ist vor dem Hintergrund der zunehmenden Digitalisierung der Berufstätigkeiten nicht zu erwarten (vgl. Kapitel 2.4 und Kapitel 4).

5 Szenarien für die Beschäftigungsentwicklung von Industrie 4.0

5.1 Methode und Prozess der Szenarioentwicklung

Wenn Aussagen über Entwicklungen gemacht werden sollen, die einen Horizont von 5-8 Jahren übersteigen, klassische Prognoseverfahren mit hoher Unsicherheit behaftet sind und eine Vielzahl von Faktoren die zukünftige Entwicklung mitbestimmen, ist die Szenariomethode ein geeigneter Ansatz, um die Zukunft besser einschätzen zu können.

Bei der Entwicklung von Szenarien wird davon ausgegangen, dass es nicht eine Zukunft gibt, die prognostiziert werden kann, sondern unterschiedliche Entwicklungspfade möglich sind, deren Eintrittswahrscheinlichkeit ganz wesentlich von unterschiedlichen Faktoren abhängt, die jedoch in einem bestimmten Ausmaß beeinflusst und gestaltet werden können. Das Credo der Szenarioentwicklung lautet daher Zukunftsgestaltung anstelle von Zukunftsprognose. Vor diesem Hintergrund sind auch die derzeit prognostizierten Effekte von Industrie 4.0 auf die Beschäftigung, die ganz erheblich variieren, zu interpretieren und legen es nahe, diese Methode anzuwenden.

Die Szenariomethode hilft abzuschätzen, welche Zukünfte möglich sind, unter der Annahme, wie sich die maßgeblichen Bestimmungsfaktoren entwickeln. Wie sich Industrie 4.0 entwickelt und welche Wirkungen neue digitale Technologien entfalten, hängt dementsprechend von spezifischen Faktoren ab, die ganz bewusst von Wirtschaft, Gesellschaft und Politik mitgestaltet werden können. Die Anwendung der Szenariomethode hilft entsprechend auch diejenigen Faktoren zu identifizieren, die eine möglichst positive Entwicklung in Bezug auf Beschäftigung und Arbeitsmarkt nach sich ziehen.

Die Entwicklung von Szenarien ist eine etablierte Methode mit einer langen Tradition und wird von Unternehmen, Branchenverbänden und der Politik eingesetzt, um die längerfristige Entwicklung von Technologien und deren Wirkungen zu untersuchen. Im Rahmen der vorliegenden Studie wurde die Szenariomethode erstmals für die Frage der Entwicklung von Industrie 4.0 angewandt. Dabei wurde ein Zeithorizont von 2030 zugrunde gelegt.

Im Rahmen der Studie wurde dabei wie folgt vorgegangen: Im ersten Schritt wurde auf Basis einer umfassenden Literaturanalyse untersucht, welche Faktoren die Entwicklung von Industrie 4.0 und deren Effekte auf Beschäftigung und Arbeitsmarkt beeinflussen. Die Frage bei der Identifikation der Einflussfaktoren lautet entsprechend: „Welche Faktoren beeinflussen die Wirkungen von Industrie 4.0 auf die Beschäftigung?“ Dabei wurden **Einflussfaktoren**, in der Literatur auch häufig als treibende Kräfte oder Treiber bezeichnet, entlang des bekannten **STEEP (Society, Technology, Economy, Environment, Policy)** Schemas identifiziert. Das heißt, es wurden diejenigen gesellschaftlichen, technologischen, wirtschaftlichen, umweltbezogenen und politischen Faktoren und Trends gesucht, die einen Einfluss auf die Entwicklung von Industrie 4.0 haben. Insgesamt wurden 60 Einflussfaktoren identifiziert und es wurden für jeden Faktor mögliche Ausprägungen definiert, d.h. es wurde Annahmen darüber getroffen, in welche Richtung sich die einzelnen Faktoren entwickeln können. Dabei wurden jeweils zwei Ausprägungen, manchmal auch als Projektionen bezeichnet, definiert. Wenngleich in der Realität auch Zwischenstufen oder alternative Projektionen möglich sind, wurde eine Reduktion vorgenommen, um die spätere Konstruktion der Szenarien nachvollziehbar zu machen.

Im zweiten Schritt wurde sodann die Liste der potentiellen Einflussfaktoren auf ein Set von Schlüsselfaktoren reduziert, also auf Faktoren, die einen besonders hohen Einfluss für die möglichen Effekte von Industrie 4.0 haben, deren Einschätzung aber zugleich mit Unsicherheit behaftet ist. Dies ist der übliche Ansatz bei der **Konstruktion von Szenarien** nach Schoemaker (1995), bei dem diejenigen Faktoren ausgewählt werden, die einen starken Einfluss haben, deren Entwicklung bzw. Ausprägung zugleich unterschiedlich eingeschätzt wird. Faktoren, bei denen ein nur geringer Einfluss angenommen

wird, werden (zunächst) nicht weiter berücksichtigt, Faktoren, die mit hoher Wahrscheinlichkeit große Auswirkungen haben aber nicht unsicher sind, fließen später bei der Formulierung der Szenarien ein, sie sind aber keine Faktoren, die das Fundament für die Konstruktion von Szenarien bilden. Szenarien werden in der Regel auf Basis von zwei bis acht Schlüsselfaktoren konstruiert. Im vorliegenden Fall wurden auf Basis einer Bewertung der Einflussfaktoren schließlich acht Faktoren selektiert, die unterschiedliche Bereiche (STEEP) abdecken.

Die **acht Schlüsselfaktoren** umfassen erstens die **Digitalisierung der Gesellschaft**, bei der angenommen wird, dass diese zukünftig entweder alle Bereiche der Gesellschaft umfassen wird, oder sich nur auf Teilbereiche erstreckt. Die Bereitschaft der Gesellschaft, digitale Technologien und Anwendungen zu adoptieren, wird daher als wesentlicher Faktor betrachtet, der entscheiden wird in welcher Form und wie rasch sich Industrie 4.0 durchsetzen wird.

Zweitens wird mit dem Faktor **Automatisierung der Industrie** danach differenziert, ob das Potential von Industrie 4.0 bis 2030 voll ausgeschöpft wird oder digitale Technologien nur in einzelne Bereiche und Sektoren diffundieren. Mit der Einführung von Industrie 4.0 stellt sich die Frage, in welchem Ausmaß es Unternehmen gelingt, auch neue Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln, die Impulse für die Beschäftigungsentwicklung liefern können. Gleichzeitig stellt die **Entwicklung von Diensten**, die häufig **neuartige Geschäftsmodelle** erfordert, eine große Herausforderung dar, und ist deshalb mit Unsicherheit behaftet und wird als dritter Faktor berücksichtigt.

Das **Wirtschaftswachstum** kann in hohem Ausmaß erklären, ob das Umfeld für unternehmerische Investitionen und die Nachfrage nach neuen Produkten und Dienstleistungen gegeben ist. Die Entwicklung des Wirtschaftswachstums ist zugleich ungewiss und wird daher als vierter Faktor betrachtet. Für die Konstruktion der Szenarien wurden postuliert, dass das Wirtschaftswachstum steigt oder mittel- und langfristig stagniert.

Industrie 4.0 erfordert entsprechend ausgebildete **Arbeitskräfte**. Die Frage, ob diese vorhanden sind oder nicht, wird entsprechend als fünfter Schlüsselfaktor aufgenommen. Die **Anpassung des Bildungssystems** an die neuen bzw. zukünftigen Qualifikationserfordernisse, die von der Grundschule über die berufliche Ausbildung bis hin zur tertiären Bildung reicht, wird ebenfalls als wichtiger (sechster) Faktor betrachtet. Dabei wird davon ausgegangen, dass das Bildungssystem rasch oder nur sehr langsam in der Lage ist, auf neue Anforderungen und Entwicklungen zu reagieren.

Datenschutz und -sicherheit sind ein weiterer wichtiger Faktor, der darüber entscheiden wird, wie schnell und in welcher Breite sich Industrie 4.0 entwickeln wird. Schließlich wird mit dem achten Faktor die Frage adressiert, ob **Österreich im internationalen Wettbewerb** um Technologien, Anwendungen und Absatzmärkte mithalten kann.

Auf Basis dieser acht Schlüsselfaktoren wurden im dritten Schritt **Szenarien** entwickelt. Insgesamt gibt es bei einer Anzahl von acht Schlüsselfaktoren mit jeweils zwei Ausprägungen theoretisch 256 Kombinationen und damit mögliche Szenarien. Bei der Formulierung der Szenarien war die Zielsetzung ein begrenztes Set an plausiblen und möglichen Zukunftsbildern zu entwickeln, die Basis für die weitere Diskussion und Bewertung bilden. In internationaler Praxis hat es sich dabei bewährt eine überschaubare Anzahl von rund zwei bis sechs Szenarien zu entwickeln, die sich hinreichend differenzieren und Basis für weitere strategische Diskussionen bilden. Jedes der vier Szenarien stellt dabei eine spezifische Kombination der Ausprägung der Schlüsselfaktoren dar. Bei der Definition der insgesamt vier Szenarien wurde darauf geachtet, mögliche, plausible und kohärente Zukunftsbilder zu konstruieren. Im Zuge der Formulierung der Szenarien wurde zusätzlich eine Konsistenzanalyse durchgeführt, bei der mögliche Kombinationen auf Widerspruchsfreiheit geprüft wurden. Bei der Entwicklung der Szenarien, die als Rahmenszenarien betrachtet werden können, wurde zunächst nicht auf Branchenspezifika eingegangen, letztere wurden erst im weiteren Verlauf betrachtet. Bei der Formulierung der Szenarien sind auch die aktuellen Debatten zu möglichen Entwicklungen von Industrie 4.0 und den spezifischen Bedingungen in Österreich eingeflossen. Aktuell werden dabei häufig entweder stark positive oder sehr negative Bilder gezeichnet. Entsprechend wurden mögliche plausible Kombinationen definiert, die in einer sehr positiven oder negativen Zukunft

münden. Des Weiteren stellt sich häufig die Frage, in welchem Umfang es gelingt, auf Basis von Industrie 4.0 Technologien und Anwendungen auch neue Produkte und Dienste zu entwickeln oder ob bei der Implementierung und Adoption von Industrie 4.0 der Effizienzgedanke dominiert. Schließlich sind Annahmen über die Geschwindigkeit des Wandels von hoher Relevanz und stellen einen Leitgedanken für die Formulierung eines Szenarios dar.

Im vierten Schritt wurden die **Szenarien im Hinblick auf die Effekte auf Beschäftigung und Arbeit bewertet**. Die Diskussion und Bewertung der Szenarien erfolgte im Rahmen von Workshops mit Vertretern der Industrie für vier ausgewählte Branchen, wobei hier auch Branchenspezifika diskutiert und zusätzliche Faktoren identifiziert wurden. Bei den **vier Branchen** handelte es sich um **i) Maschinenbau und Mechatronik, ii) Holzindustrie, iii) Logistik und Transport und iv) Automobil**. Die Workshops wurden in Kooperation mit Clusterorganisationen aus Oberösterreich und der Steiermark sowie dem Zentralverbandes für Spedition und Logistik durchgeführt. Siehe den Anhang für die Liste der TeilnehmerInnen an den Workshops.

Für die Bewertung der Szenarien im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit wurden folgende Fragen spezifiziert:

- (1) Welche Anforderungen ergeben sich für die Qualifizierung und die Kompetenzen der Arbeitskräfte?
- (2) Welche neuen Jobprofile entstehen in Produktionsunternehmen?
- (3) Welche Konsequenzen ergeben sich für Arbeitsmodelle und Arbeitszeiten?
- (4) In welchen Unternehmensbereichen werden neue Arbeitsplätze entstehen?
- (5) In welchen Unternehmensbereichen wird ein Mangel an Arbeitskräften prognostiziert?
- (6) In welchen Unternehmensbereichen wird es zu einem Abbau von Beschäftigten kommen?

Des Weiteren wurden pro Szenario in einem Strategie-Workshop **Chancen und Risiken** identifiziert und **Maßnahmen und Voraussetzungen** für deren Realisierung bzw. Vermeidung diskutiert.

5.2 Die vier Szenarien

Abbildung 8 zeigt die vier Szenarien, die auf Basis unterschiedlicher Kombinationen der Ausprägungen der Schlüsselfaktoren entwickelt wurden. Die vier Szenarien wurden als „**Industrie 4.0 Frontrunner**“, „**Effizienzsteigerung**“, „**Langsame Transformation**“ und „**Digitales Scheitern**“ bezeichnet und bringen damit höchst unterschiedliche Entwicklungen und Dynamiken zum Ausdruck. Wie oben skizziert, wurden mit den Szenarien „Industrie 4.0 Frontrunner“ und dem Szenario „Digitales Scheitern“ zwei Extremausprägungen definiert, die mögliche Entwicklungspfade darstellen. Beim Szenario „Effizienzsteigerung“ stellte die Frage, ob vor allem Optimierungs- und Kostenkalküle im Vordergrund stehen, einen Leitgedanken dar. Industrie 4.0 stellen hohe Anforderung an den Wandel und die Adaption der Wirtschaft, Gesellschaft und Politik. Mit dem Szenario „Langsame Transformation“ wurde diesem Umstand Rechnung getragen und einen möglichen Entwicklungspfad beschrieben, Die Szenarien beschreiben, welche Faktoren zusammenspielen, die eine derartige Entwicklung möglich macht.

Abbildung 8: Konstruktion der Szenarien auf Basis von acht Schlüsselfaktoren

S	Digitalisierung der Gesellschaft	umfasst alle Bereiche	fragmentiert
T	Automatisierung der Industrie	Potential voll ausgeschöpft	fragmentiert ausgeschöpft
T	Neue Produkte und Dienste	setzen sich breit durch	nur vereinzelt
E	Wirtschaftswachstum	steigt	stagniert
E	Arbeitskräfte	verfügbar	nicht verfügbar
P	Adaption des Bildungssystems	gelingt rasch	gelingt nur langsam
P	Datenschutz und -sicherheit	adäquat reguliert	hemmend
P	Österreich im intern. Wettbewerb	hält mit	zu langsam

„Industrie 4.0 Frontrunner“

„Langsame Transformation“

„Effizienzsteigerung“

„Digitales Scheitern“

Quelle: Eigene Darstellung.

Tabelle 2 beschreibt die vier Szenarien in Kurzform und bringt damit zum Ausdruck, welche Einflussfaktoren in welchen Szenarien eine besondere Bedeutung haben bzw. wie diese jeweils kombiniert werden.

Im Rahmen der Branchen-Workshops wurden auch Spezifika der Entwicklung von Industrie 4.0 für die einzelnen Sektoren diskutiert. Für den Maschinenbau- und Mechatronik-Sektor wurde die große Bedeutung der rechtlichen Rahmenbedingungen (Bsp. Standardisierung, Datenschutz) und die digitale Infrastruktur hingewiesen, die darüber entscheiden, ob sich Industrie 4.0 in der Breite durchsetzen kann oder nicht. In der Automobilindustrie wurde die Bedeutung der Globalisierung, bei der ein möglicher Protektionismus Entwicklungen bremst, und die Bedeutung von alternativen Antriebstechnologien thematisiert. ExpertInnen der Branche Logistik haben darauf hingewiesen, dass ihre Kunden maßgeblich darüber entscheiden werden, welche Lösungen sich durchsetzen. In der Holzindustrie wurde auf die Bedeutung des Rechtsschutzes (Rechtsfragen, Know-how-Schutz, Besitzschutz) und ebenso Fragen der Standardisierung und Schnittstellen als wesentliche Einflussfaktoren thematisiert. Wie wohl bei der Diskussion der Szenarien diese Faktoren berücksichtigt wurden, wurde die grundsätzliche Logik der vier Szenarien beibehalten.

Wie oben skizziert, wurden die möglichen Effekte der vier Szenarien auf Beschäftigung und Arbeitsmarkt im Rahmen von vier Branchen-Workshops mit VertreterInnen der Industrie diskutiert. Wenngleich es Branchenspezifika gab, war die Einschätzung der Branchen-ExpertInnen in vielen Fragen sehr ähnlich.

Chancen und Risiken sowie Handlungsoptionen wurden in einem weiteren Strategie-Workshop, bei dem auch RepräsentantInnen aus Interessensvertretungen und Politik beteiligt waren, aber durchaus unterschiedlich diskutiert und bewertet.

Tabelle 2: Beschreibung der vier Industrie 4.0 Szenarien

<p>„Industrie 4.0 Frontrunner“ ... die Vision wird zur Realität mit Effizienzgewinnen, neuen Produkten und Jobs</p>	<p>„Langsame Transformation“ ... die Umstellung erfolgt langsam auf Grund eines hohen Beharrungsvermögens, andere Länder sind schneller</p>
<p>Im Jahr 2030 ist die Digitalisierung der Gesellschaft und Industrie kein Diskussionsthema mehr, weil sie gelebte Realität ist. Die Investitionen in Automatisierung und Bildung/Ausbildung haben sich bezahlt gemacht, da durch Digitalisierung eine sehr gute Effizienzsteigerung und Qualitätsverbesserung in der Produktion erreicht werden konnte. Die Produktion in Europa ist international wettbewerbsfähig, auch Österreich ist ein industrielles Vorzeigeland, da die Politik zeitgerecht für entsprechende Reformen im Bildungssystem gesorgt hat und rechtlich klare Regelungen getroffen hat. Österreichische Produktionsbetriebe schaffen es sehr gut, Innovationen im Bereich digitaler Dienstleistungen und Produkte auf den internationalen Markt zu bringen. Effektive betriebliche und öffentliche Weiterbildungsmaßnahmen bereiten die Menschen auf neuen Anforderungen bestens vor. Dank der Mobilität der Bevölkerung innerhalb Europas und über die Grenzen hinaus sind genügend Arbeitskräfte verfügbar. Die Wirtschaft floriert.</p>	<p>2030 haben viele Firmen auf Automatisierung gesetzt, auch die Gesellschaft ist offen für den digitalen Wandel, der jedoch langsam und vorsichtig erfolgte. Dies ging auf Kosten der österreichischen Wirtschaft, die im internationalen Vergleich bei der Digitalisierung nachhinkt. Erste Ideen für eine Adaptierung des Bildungssystems wurden entwickelt, eine effektive Umsetzung scheidert noch an den bestehenden Strukturen. Adäquat ausgebildete Fachkräfte sind Mangelware. Es wird erwartet, dass das Wirtschaftswachstum weltweit wieder anzieht. Dies schafft prinzipiell ein Umfeld, in dem es innovativen Unternehmen zusehends gelingt, neue digitale Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln und auf den Markt zu bringen. Es wird intensiv an einer Regulierung zu Datenschutz gearbeitet, internationale und nationale Interessen konnten jedoch nicht in Einklang gebracht werden.</p>
<p>„Effizienzsteigerung“ ... Industrie 4.0 dient vor allem der Effizienzsteigerung</p>	<p>„Digitales Scheitern“ ... Industrie 4.0 Konzepte können nur in ausgewählten Bereichen längerfristig realisiert werden</p>
<p>Im Vergleich zur Gegenwart wurde durch fortschreitende Automatisierung und Vernetzung eine hohe Effizienzsteigerung in der Produktion erreicht. Manuelle Arbeit gibt es in jenen Bereichen wo sich eine Automatisierung nicht rechnet. Arbeitskräfte sind zwar mengenmäßig ausreichend verfügbar, finden aber ihrerseits keine adäquaten betrieblichen bzw. öffentlichen Systeme. Das Bildungssystem wurde unzureichend angepasst und hinkt stark hinterher. Der Boom der vernetzten Digitalisierung hat im Jahr 2030 nicht auf die gesamte Bevölkerung übergreifen, digitale Kompetenzen sind stark segmentiert und unterschiedlich in Bildungsschichten verankert. Industriellen Unternehmen fehlt die Kreativität und Risikobereitschaft für neue Innovationen und Dienstleistungen. Das Wirtschaftswachstum weltweit stagniert. Österreich hat im internationalen Vergleich in einigen Bereichen Schritt gehalten, insbesondere auf Grund von sehr produktiv hergestellten und qualitativ hochwertigen Produkten sowie einer Verbilligung des Produktionsfaktors Arbeit. Gelungen ist die Schaffung von Regelungen zu Datenschutz und -sicherheit.</p>	<p>Im Jahr 2030 ist die durchgängige Digitalisierung der Industrie nach wie vor ein Wunschtraum. Einige vereinzelte Bereiche und Leitbetriebe haben die digitale Weiterentwicklung und eine höhere Automation geschafft, jedoch fand die vernetzte Digitalisierung in der Breite der Wirtschaftsbetriebe wie auch der Gesellschaft nicht ausreichend statt. Eine digitale Vernetzung der Industrie scheidert auch an einem Mangel an adäquat ausgebildeten Fachkräften und einer großen Verunsicherung hinsichtlich Datensicherheit. Die staatlichen Systeme haben es verabsäumt mit Gesetzen und Regulierungen Datenschutz und Rechtssicherheit zu gewährleisten. Zudem wurden auf die falschen Bildungssysteme, -wege und -themen gesetzt. Vereinzelt sind industrielle Innovationen von digitalen Produkten oder Dienstleistungen zu finden, die sich jedoch kaum oder nur in Nischen durchsetzen. Das Wirtschaftswachstum stagniert und Österreich fällt im internationalen Wettbewerb zurück.</p>

5.3 Szenario: „Industrie 4.0 Frontrunner“

5.3.1 Bewertung im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Einschätzung der IndustrievertreterInnen in Hinblick auf die Effekte von Industrie 4.0 auf Beschäftigung und Arbeit für das Szenario „Industrie 4.0 Frontrunner“ dargestellt.

Das positive Zukunftsbild einer raschen und umfassenden Einführung und Nutzung von Industrie 4.0 Technologien und Anwendungen erfordert wie zu erwarten hoch qualifizierte MitarbeiterInnen auf allen Ebenen. Diese Höherqualifizierung umfasst IT Skills quer über alle Unternehmensbereiche, erfordert aber auch zunehmend interdisziplinäre Qualifikationen. Das Arbeiten in Teams, vernetztes Denken und Wissen und entsprechende Soft Skills erlauben es, Technologien und Anwendungen so zu gestalten, dass der Mensch im Mittelpunkt steht. Eine hohe Bereitschaft zur Weiterbildung ist in diesem Szenario eine Voraussetzung für den Erfolg. Innovationsmanagement gewinnt weiterhin an Bedeutung.

Zugleich geht dieses Szenario einher mit einer hohen Flexibilisierung von Arbeitszeit und Arbeitsort, die gleichzeitig ein hohes Maß an Individualisierung bedeutet und auch eine hohe Work Life Balance ermöglichen soll. Vernetzte und virtuelle Arbeit, die durch digitale Technologien möglich wird, ist an der Tagesordnung und erlaubt flexibles Arbeiten in Teams.

Vor dem Hintergrund dieser Anforderungen entstehen neue Arbeitsplätze vor allem durch die Generierung smarter Produkte, die für den Kunden einen konkreten Mehrwert bedeuten, und neue datenbasierte Geschäftsmodelle, auch abseits herkömmlicher Entwicklungspfade der Unternehmen. Es ergibt sich eine steigende Nachfrage nach Beschäftigten, unter anderem nach Führungskräften, die in der Lage sind, Interventionen in soziotechnischen Systeme durchzuführen, nach InnovationsmanagerInnen, AusbilderInnen und MentorInnen, KundenbetreuerInnen, Vertriebsfachleuten und DienstleisterInnen. Es besteht hoher Bedarf nach Fachkräften, die digitale Technologien, Maschinen und Prozesse entwerfen, bauen, warten, steuern, analysieren und überwachen sowie nach Personen, die sich über Systemgrenzen und Technologiegrenzen hinweg interdisziplinär in Teams einbringen.

Was die Entwicklung der Arbeitsplätze betrifft, kommt es in diesem Szenario **per Saldo zu einem Wachstum**. Kurzfristig kann es zwar auch zum Abbau einzelner Beschäftigtengruppen in Betrieben kommen, mittel- und längerfristig erfolgt jedoch ein Aufbau von Beschäftigten bzw. kommt es zu einer Überkompensation des Abbaus infolge einer Automatisierung.

Große Verlagerungen und Verschiebungen bei Nachfrage und Abbau von Beschäftigten gibt es insbesondere bei MitarbeiterInnen, die mit klassischen („analogen“) Technologien arbeiten und/oder Routinetätigkeiten verrichten. Dazu zählen unter anderem: Operative ProduktionsmitarbeiterInnen, klassischer WerksarbeiterInnen, HelferInnen und Ungelernte, LagerarbeiterInnen, Logistiker (vor allem operative Logistik), SachbearbeiterInnen sowie traditionell arbeitende KonstrukteurInnen und technische ZeichnerInnen. In vielen Fällen kann jedoch eine Weiterverwendung bzw. Verlagerung dieser Beschäftigtengruppen in bzw. zwischen unterschiedlichen Betrieben stattfinden. Besonders deutlich ist dies auch im Logistikbereich, wo einerseits viele Jobs rationalisiert werden können, andererseits neue Arbeitsplätze durch spezifische Dienstleistungen entstehen werden.

Insgesamt gab es kaum Unterschiede zwischen den Branchen, was die Einschätzung der Effekte einer raschen und breiten Durchsetzung von Industrie 4.0 betrifft. In der Automobilindustrie wurde im Besonderen auch darauf hingewiesen, dass Fachwissen im Kontext neuer Antriebstechnologien an Bedeutung gewinnen und zukünftig Aus- und Schulungsbedarf besteht. Auch im Bereich der generativen Fertigung (Bsp. 3D Printing) ergeben sich neue Anforderungen an MitarbeiterInnen in der Produktion.

5.3.2 Chancen, Risiken und Maßnahmen

Für das Szenario „Industrie 4.0 Frontrunner“ wurde auch eine Bewertung der Chancen und Risiken vorgenommen und es wurden Handlungsoptionen und mögliche Maßnahmen für die Realisierung des Szenarios formuliert.

Was die Chancen betrifft, kann sich in diesem Szenario Österreich als Frontrunner und Exportweltmeister etablieren. Dazu werden auch Leuchtturmprojekte in verschiedenen Branchen und Bereichen realisiert. Industrie 4.0 Technologien ermöglichen eine Kostenreduktion, gleichzeitig entsteht Wachstum durch die Entwicklung von neuen Produkten und Dienstleistungen. Industrie 4.0 bietet damit ein großes Feld für unternehmerisches Handeln, das durch risikobereite UnternehmerInnen betreten wird. Für die ArbeitnehmerInnen ergeben sich Möglichkeiten einer höheren Selbstbestimmung und der Realisierung von Work-Life-Balance.

Was die Risiken betrifft, besteht auch hier die Gefahr, dass die soziale Schere weiter aufgeht, da selbst in diesem Szenario nicht (und vermutlich niemals) alle Teile der Bevölkerung mitgenommen werden können und von der Entwicklung profitieren können. In bestimmten Bereichen kommt es zu einem Abbau von Beschäftigung. Die fortschreitende Digitalisierung von Berufs- aber auch Freizeitwelt führt dazu, dass beide immer schwieriger getrennt werden können. Die hohen Anforderungen durch die Flexibilisierung gehen einher mit dem Risiko der Aushebelung des Arbeitsrechts. In Österreich würde damit längerfristig auch eine „Gig Economy“ entstehen, also eine Wirtschaft, bei der eine hohe Anzahl von MitarbeiterInnen keine feste Anstellung besitzen und niedrig bezahlte Dienstleistungen durchführen, die im Zuge neuer Geschäftsmodelle realisiert werden.

Schließlich ergibt sich auch die Gefahr der Aushöhlung von rechtlichen Rahmenbedingungen in Hinblick auf die Nutzung geistiger Eigentumsrechte, Datenschutz und -sicherheit. Trotz entsprechender Vorkehrungen, stellen der gläserne Mensch und das gläserne Unternehmen eine Bedrohung dar. Ein Know-how-Abfluss bei den Unternehmen könnte hier die längerfristige Wettbewerbsfähigkeit erodieren.

Um das „Industrie 4.0 Frontrunner“ Szenario zu realisieren, können einige Maßnahmen angeführt werden, die zugleich die Herausforderungen dieses Szenarios illustrieren. Eine Voraussetzung für die Realisierung ist eine hohe Allgemeinbildung quer über alle Bevölkerungsteile, was zugleich erfordert, dass der Anteil der Niedrigqualifizierten möglichst gering gehalten wird. Damit ist insgesamt die Wertigkeit von Bildung zu erhöhen. Insbesondere duale Ausbildungssysteme sind entsprechend auszubauen und weiter zu entwickeln. In einem hohen Ausmaß sind Kooperationen zwischen Unternehmen und staatlichen Ausbildungseinrichtungen notwendig. Gleichzeitig sind Anreize von Seiten der öffentlichen Hand für die Realisierung von firmeninternen Ausbildungsprogrammen (Bsp. im MINT Bereich) erforderlich. Digitale Kompetenz benötigt auch breite Allgemeinbildung - etwa die Stärkung von Medienkompetenz, Quellenkompetenz und Datensensibilität -, die konsequent zu fördern ist.

Wie oben angeführt, ergeben sich in diesem Szenario hohe Anforderungen für die Flexibilisierung der Arbeit. Eine entsprechende partnerschaftliche Einigung bei Arbeitszeitmodellen („Work 4.0“) ist hier notwendig, etwa in Form von „Rahmenvereinbarungen zur Gestaltung des digitalen Wandels“. Zugleich muss das Umfeld für eine ausgewogene Work-Life-Balance gestaltet werden, was auch zu einer Erhöhung des Frauenanteils in Führungspositionen beitragen kann.

Für die Unternehmen stellen sich hohe Anforderungen an unternehmerisches Handeln, was vielfach auch die Entwicklung einer Fehlerkultur sowie eine aktive Herangehensweise in Hinblick auf die Entwicklung neuer Produkte und Geschäftsmodelle bedingt. Die hohen Anforderungen an das Innovieren erfordern zugleich ein hohes Ausmaß an Partizipation und Diversität. Technologische Innovationen sind hier vielfach von organisatorischen und sozialen Innovationen begleitet. Durch eine entsprechende Prozessbegleitung bzw. individuelle Beratung ausgehend von den Möglichkeiten und Potenzialen des Unternehmens soll hier die unternehmerische Evolution gewährleistet werden. Unisono wurde in diesem Kontext diskutiert, dass

ein isolierter Alleingang von Unternehmen oder ein drastischer Umstieg so viel Verunsicherung erzeugen würde, dass eine Realisierung diese wünschbaren Szenarios nicht bewerkstelligt werden könnte.

Das „Industrie 4.0 Frontrunner“ Szenario stellt hohe Anforderungen an Arbeitgeber und ArbeitnehmerInnen aber auch an die Politik. Die Politik hat entsprechende ambitionierte Ziele zu formulieren und nicht nur als Verwalter sondern zunehmend als Gestalter zu fungieren. Durch Aufklärung und Kommunikation der Chancen von Industrie 4.0 kann die Unsicherheit bei den handelnden Personen reduziert werden. Investitionsförderungen sind ebenso sicher zu stellen wie Aktivitäten beim Datenschutz (Datenschutzgrundverordnung) und den rechtlichen Rahmenbedingungen zur Verwertung von geistigem Eigentum.

Abbildung 9 fasst die wesentlichen Wirkungen von „Industrie 4.0 Frontrunner“ in Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit sowie die Chancen und Risiken und wichtige Maßnahmen zu deren Realisierung zusammen.

Abbildung 9: Wesentliche Charakteristika des Szenarios „Industrie 4.0 Frontrunner“

„Industrie 4.0 Frontrunner“ Hauptcharakteristikum: Der digitale Wandel schafft mehr Arbeit.		
Kernaussagen	1. Hoher Bedarf an Höherqualifizierung und Höherqualifizierten	
	2. Hohe Flexibilisierung bei zunehmender Individualisierung	
	3. Neue Arbeitsplätze und steigende Nachfrage nach qualifiziertem, IT-affinem Fachpersonal und ManagerInnen mit neuer Führungskompetenz	
	4. Per Saldo erfolgt kein Beschäftigtenabbau, sondern ein Aufbau	
	5. Es gibt große Verlagerungen und Verschiebungen bei Nachfrage und Aufgabe von Beschäftigten	
Chancen	Risiken	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> - Österreichische Industrie gehört zu den Besten der Welt - Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit - Paradigmenwechsel im Unternehmischen Handeln - Mehr Beschäftigung durch datenbasierte Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle - MitarbeiterInnen steht im Zentrum 	<ul style="list-style-type: none"> - Polarisierung individuelle Verlierer - Entgrenzung der MitarbeiterInnen - Aushöhlung des Arbeitsrechts und des Arbeitszeitgesetzes - Völlige Transparenz und Aushöhlung von Datenschutz und sicherheit (bei MitarbeiterInnen Betrieben) 	<ul style="list-style-type: none"> - Bildungsniveau erhöhen und Bildungssystem anpassen - Kulturellen Wandel gestalten - Aufklärung und Kommunikation - Kooperationen für den Wandel - Unternehmenskultur und Mitarbeiterförderung - Innerbetriebliche Ausbildung und Entwicklung fördern - Datenschutz regeln - Investitionsförderung etablieren

Quelle: Eigene Darstellung

5.4 Szenario: „Langsame Transformation“

5.4.1 Bewertung im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit

Nach Einschätzung der IndustrievertreterInnen führt eine langsame Transformation in Richtung Industrie 4.0 dazu, dass Unternehmen immer stärker Ausbildungsaufgaben übernehmen müssen, da die öffentliche Hand in diesem Szenario nicht in der Lage ist, den Bedarf an Ausbildung qualitativ und quantitativ zu befriedigen. Dabei kooperieren Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen zunehmend mit privaten Dienstleistern, teilweise auch mit öffentlichen Institutionen. Großunternehmen sind dabei häufig im Lead. Damit ergibt sich zugleich ein Wachstum des Dienstleistungssektors, der entsprechende Ausbildungs- und Trainingsprogramme anbieten kann.

Des Weiteren wird in diesem Szenario davon ausgegangen, dass Individuen und ArbeitnehmerInnen stärker für ihre eigene Aus- und Weiterbildung verantwortlich sind bzw. weniger Alternativen haben. Digitale Kompetenzen, Soft Skills, die Fähigkeit zur kollaborativen Arbeit mit Maschinen und Technikverständnis bei Nicht-TechnikerInnen sind wichtige Qualifikationen. Personen mit derartigen Kompetenzen werden stark nachgefragt.

Innovationen sind in diesem Szenario nur schwierig oder langsam umzusetzen, umso mehr gibt es Bedarf nach visionären Führungskräften, InnovationsträgerInnen und Change ManagerInnen, die trotz des großen institutionellen Beharrungsvermögens in der Lage sind, neue Technologien und Anwendungen umzusetzen. Außerdem gibt es große Nachfrage nach qualifizierten, IT-affinen Fachpersonal, das vielfach Mangelware darstellt. Wie angeführt, kommt es aber auch zur verstärkten Nachfrage nach Dienstleistungen im Bereich Veränderungsmanagement, Training und Schulungen.

Aufgrund der unzureichenden Regelung des Themas Datenschutz und Rechtssicherheit kommt es auch zu einer steigenden Nachfrage nach IT-Security Fachleuten sowie Juristen und Spezialisten für rechtliche Regelungen und Zulassungen.

Auch hier kommt es aber zu einer Nachfrage nach Fachkräften, die digitale Technologien, Maschinen und Prozesse entwerfen, bauen, warten, steuern, analysieren und überwachen. Fachleute, die über System- und Technologiegrenzen hinweg interdisziplinär arbeiten können bzw. entsprechende Qualifikationen mitbringen, sind in diesem Szenario am Arbeitsmarkt besonders gefragt. Im Bereich der (betrieblichen) Software-Entwicklung ist jedoch eine Verlangsamung bei der Nachfrage denkbar, wenn internationale Anbieter Standard Produkte und einfache Software-Lösungen rasch anbieten können. Aber auch Einpersonunternehmen (EPU) und Freelancer, die spezifische Projekte bearbeiten, werden an Bedeutung gewinnen.

Aufgrund der nur langsamen Anpassung von Arbeitszeitmodellen bzw. der fehlenden Adaption des Arbeitszeitgesetzes kommt es in diesem Szenario auf betrieblicher Ebene häufig zu individuellen Regelungen, etwa in Form von Betriebsvereinbarungen. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass Regelungen und Gesetze auch häufig umgangen werden.

Insgesamt kommt es im Szenario „Langsame Transformation“ zu einer sinkenden Beschäftigungsintensität und weniger Arbeitsstunden. **Im besten Fall** erfolgt eine **Kompensation** durch eine Umschichtung bzw. Verlagerung in andere Unternehmensbereiche bzw. Produktionsbetriebe. **Wahrscheinlicher** ist **per Saldo ein schrittweiser Beschäftigtenabbau** in Produktionsunternehmen, v.a. durch einen „natürlichen“ Abbau (Pensionierungen). Dieser Abbau erfolgt insbesondere von „Älteren“ (die nicht mehr mitkommen) sowie von „Nichtqualifizierbaren“ in den Unternehmensbereichen, die hohes Rationalisierungspotential aufweisen. Im Allgemeinen stehen folgende Gruppen von Beschäftigten unter Druck: Helfer und Ungelernte, LagerarbeiterInnen, LogistikarbeiterInnen, klassischer SachbearbeiterInnen, EinkäuferInnen und einfache KonstrukteurInnen sowie technische ZeichnerInnen, die traditionell konstruieren. Zudem besteht auch das Risiko des Abbaus von Beschäftigten durch Schwierigkeiten bei (Nach-)Besetzungen („Qualifikationslücke“) und Abwanderung von Produktionsunternehmen.

Auch in diesem Szenario konnten keine wesentlichen Unterschiede nach Branchen identifiziert werden, was die Effekte auf Arbeit und Beschäftigung betrifft. Lediglich im Automobilbereich scheint der Fokus noch stärker auf den Technikerbedarf im Produktionsbereich.

5.4.2 Chancen, Risiken und Maßnahmen

Im Kontext des Szenarios „Langsame Transformation“ wurden einige Chancen identifiziert und diskutiert (Abbildung 10). Dabei wurde konstatiert, dass möglicherweise bessere, d.h. effektive und von den MitarbeiterInnen akzeptierte Lösungen zur Realisierung von Industrie 4.0 durchgesetzt werden können, da mehr Zeit zur Verfügung steht und aus Erfahrungen gelernt werden kann. Durch das hohe Ausmaß der Kooperation können hier längerfristig Lösungen mit einer höheren Akzeptanz bei allen Beteiligten sowie längerfristig auch integrierte Ausbildungskonzepte durchgesetzt werden. Arbeitszeitmodelle, die längerfristig ausverhandelt werden können, ermöglichen in diesem Szenario die Umsetzung von Work-Life Balance-Konzepten. Soziale Konflikte werden vermieden. Wie auch beim Szenario „Industrie 4.0 Frontrunner“ entstehen hier neue Arbeitsplätze im Bereich IT und Entwicklung von Automatisierungslösungen, wenngleich die Entwicklung neuer Produkte und Geschäftsmodelle nur sehr zögerlich erfolgt.

Abbildung 10: Wesentliche Charakteristika des Szenarios „Langsame Transformation“

„Langsame Transformation“ Hauptcharakteristikum: Unternehmen übernehmen vermehrt Ausbildung. Beschäftigung bleibt im günstigen Fall stabil.			
Kernaussagen	1. Mehr Ausbildung in Betrieben 2. Die digitale Entwicklungsfähigkeit liegt beim Einzelnen 3. Arbeitszeit und -modelle : Kleine Schritte, individuelle Anpassung 4. Sicherheit und Streben nach Innovation. Neue Arbeitsplätze und steigende Nachfrage nach Innovationsträgern, qualifiziertem, IT affinem Fachpersonal und internen/externen DienstleisterInnen 5. Im besten Fall stabile Beschäftigung , im schlechteren Fall Abbau 6. Betroffen von Verlagerungen und Verschiebungen sind qualifizierbare MitarbeiterInnen , wo digitale Technologie menschliche Arbeitskraft ersetzt		
	Chancen	Risiken	Maßnahmen
	<ul style="list-style-type: none"> – Bessere Lösungen durch mehr Erfahrung und Zeit – Durch Kooperation höhere Akzeptanz – Arbeitszeitmodelle ermöglichen Work-Life Balance – Integrierte betriebliche Arbeitsorganisation – Gute Ausbildungskonzepte – Gute Arbeitsplätze im Bereich IT und Automatisierung – Nutzung des Potenzials der „Digital Natives“ 	<ul style="list-style-type: none"> – Österreich wird abgehängt, neue Produkte und Dienstleistungen entstehen im Ausland – Österreich verliert an Wettbewerbsfähigkeit und Wirtschaftswachstum – Abwanderung – Qualität des Arbeitsmarktes und der Ausbildung fehlt – Polarisierung und individuelle Verlierer (MitarbeiterInnen und Betriebe) – Mehr Überwachung – Weniger Rechte der ArbeitnehmerInnen 	<ul style="list-style-type: none"> – Bildungssystem anpassen – Aufklärung und Kommunikation – Kooperationen für den Wandel fördern – Unternehmenskultur und Mitarbeiterförderung – Innerbetriebliche Ausbildung und Entwicklung – Datenschutz und Rechtssicherheit gewähren – Investitionsförderung (KMU) – Risikokapitalförderung forcieren

Quelle: Eigene Darstellung.

Die langsame Adaption ist mit einer Reihe von Risiken verbunden. Dabei kann zunächst angeführt werden, dass Österreich im internationalen Wettbewerb an Terrain verliert und Wirtschaftswachstum einbüßt. Neue Produkte und Dienstleistungen, die Arbeit schaffen können, entstehen vor allem im Ausland.

Da die Risikobereitschaft von Unternehmen und die wirtschaftlichen und rechtlichen Rahmenbedingungen in anderen Ländern attraktiver sind und die Dynamik höher ist, besteht die Gefahr, dass qualifizierte Arbeitskräfte und Unternehmen abwandern. Darüber hinaus kommt es zu einer Polarisierung bei den Betrieben und MitarbeiterInnen und zwar zwischen denen, die trotz langsamer Transformation frühzeitig profitieren und denen, die davon negativ betroffen sind. Insgesamt entwickeln sich der Arbeitsmarkt und

der Ausbildungssektor wenig dynamisch. Wie auch im „Frontrunner“ Szenario besteht die Gefahr, dass eine große Anzahl von Selbstständigen und DienstleisterInnen schlecht bezahlte Tätigkeiten durchführen.

Folgende Maßnahmen werden typischerweise in diesem Szenario umgesetzt: Zum einen sind Maßnahmen zu treffen, um das Bildungssystem anzupassen. Aufklärungs- und Kommunikationsmaßnahmen sind notwendig, damit die Bedeutung für Veränderungen allen Akteuren bewusst wird und auch der Blick auf die Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen geschärft wird. Ferner sind Maßnahmen zu setzen, die die innerbetriebliche Ausbildung und Entwicklung, nicht zuletzt auch von Frauen, erleichtern, wozu auch öffentliche Förderungen sinnvoll sein können. Eine Investitionsförderung ist vor allem für KMU notwendig. Anreize zur Schaffung neuer datengetriebener Dienstleistungen und innovativer Geschäftsmodelle sind auch über Förderungen von Risikokapitalmaßnahmen zu forcieren. Um den Wandel auf allen Ebenen zu bewältigen, sind entsprechende Kooperationen zwischen ArbeitgeberInnen und ArbeitnehmerInnen sowie deren VertreterInnen erforderlich.

Die wichtigsten Kernelemente des Szenarios „Langsame Transformation“ sind in Abbildung 10 zu finden.

5.5 Szenario: „Effizienzsteigerung“

5.5.1 Bewertung im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit

Bei diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass das Potential von Industrie 4.0 vornehmlich für Prozessinnovationen realisiert werden kann, es jedoch kaum gelingt, neue Produkte und Dienstleistungen zu entwickeln.

Damit ergibt sich eine ganz spezifische Nachfrage nach Qualifikation und Arbeitskräften, was zu einer verstärkten Polarisierung am Arbeitsmarkt führt. Dabei gibt es in ausgewählten Bereichen eine Nachfrage nach FachexpertInnen, wobei hier vor allem Prozess- und Fertigungskompetenzen im Vordergrund stehen, während zugleich in einigen Bereichen billige Arbeitskräfte nachgefragt werden. Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass die Akzeptanz für Industrie 4.0 bei den MitarbeiterInnen in der Breite fehlt, weil diese vor allem zum Zweck der Effizienzsteigerung eingesetzt wird und es daher häufig zu Widerständen kommt.

Das betriebliche Ausbildungssystem - mit Großunternehmen in einer Führungsrolle - nimmt eine wichtige Rolle ein, da das überbetriebliche Ausbildungssystem nicht rasch genug angepasst werden kann.

Insgesamt werden die technischen Kompetenzen wichtiger erachtet als die sozialen Kompetenzen. Nachfrage besteht dabei nach technischen ProzessexpertInnen, die Technologien konstruieren, programmieren, reparieren, steuern und analysieren. Typische ProduktionsmitarbeiterInnen überwachen, intervenieren und vollziehen die Arbeit nach klaren Arbeitsanweisungen. MitarbeiterInnen kooperieren aber auch zunehmend mit Maschinen und Assistenzsystemen und nutzen digitale Bediengeräte.

Dies führt bei einer kleinen Gruppe von Beschäftigten zu mehr Flexibilität, während bei der Mehrheit der ArbeitnehmerInnen Arbeitszeit und Arbeitsmodelle vergleichsweise starr bleiben. Vor allem die Gruppe der hochqualifizierten FachexpertInnen, die Technologien planen und einführen, genießen ein höheres Ausmaß an Flexibilität und Individualisierung (Bsp. Potenzial für Work Life Balance, Virtualität und Vernetzung der Arbeit).

In diesem Szenario entstehen neue Arbeitsplätze vor allem im Prozessbereich und es besteht eine steigende Nachfrage nach qualifizierten, IT affinen FachexpertInnen. Diese beschäftigen sich vornehmlich mit der Frage, wie bestehende Prozesse verbessert oder neu gestaltet werden können um Effizienzsteigerungen zu realisieren. Der Blick auf die Entwicklung neuer, alternativer Geschäftsmodelle wird vernachlässigt. Konkrete Nachfrage gibt es nach Fachleuten, die digitale Technologien, Maschinen

und Prozesse entwerfen, bauen, warten, steuern, analysieren und überwachen, nach ExpertInnen, die über Systemgrenzen und Technologiegrenzen hinweg sowie interdisziplinär arbeiten können, sowie nach AusbilderInnen und MentorInnenen, PädagogInnen und externen BeraterInnen sowie Marketing- und Vertriebsfachleuten.

Die ExpertInnen der Automobilindustrie haben angemerkt, dass sie im Allgemeinen und im Besonderen in diesem Szenario einen hohen Bedarf für AutomatisierungsingenieurInnen, MechatronikerInnen und InstandhalterInnen mit Programmierwissen erwarten. Einen wichtigen Einfluss auf die Entwicklung der Beschäftigung im Automobilbereich hat auch die die Entwicklung von alternativen Antriebstechnologien.

Per Saldo erfolgt beim Szenario „Effizienzsteigerung“ ein **Beschäftigtenabbau**, da die Umschichtung aus den betroffenen Unternehmensbereichen in andere Bereiche bzw. Produktionsunternehmen nicht ausreichend gelingt bzw. aus wirtschaftlichen Gründen (zu geringes Wachstum, zu wenig neue Geschäftsfelder), aber auch aus Gründen mangelnder Qualifikation scheitert. Der Beschäftigtenabbau trifft insbesondere produzierende KMU bzw. Betriebe, die produktseitig nicht innovativ genug sind, insbesondere bei digitalen Dienstleistungen, Geschäftsmodellen und neuen Produkten. Der Abbau erfolgt sukzessive und es gibt manchenorts eine „Hire&Fire“-Politik. Damit gibt es in diesem Szenario insgesamt weniger Beschäftigte in der Produktion. Ausnahme sind insbesondere international agierende (Leit-) Betriebe, bei denen Umschichtungen gelingen und das Wachstum groß genug ist.

Betroffen von Beschäftigtenabbau, Verlagerungen und Verschiebungen sind vor allem wenig und mittlere qualifizierte MitarbeiterInnen sowie MitarbeiterInnen die mit analogen Technologien arbeiten und/oder Routinetätigkeiten verrichten. Dazu zählen klassische WerksarbeiterInnen, HelferInnen und Ungelernte, LagerarbeiterInnen, LogistikarbeiterInnen, SachbearbeiterInnen sowie KonstrukteurInnen und technische ZeichnerInnen (traditionelle Konstruktion).

Damit gelingt es in diesem Szenario nur teilweise von Rationalisierungen betroffene MitarbeiterInnen in andere Bereiche bzw. Produktionsstätten zu verlagern oder weiterzuverwenden. Der Beschäftigtenabbau durch Technologie kann durch andere Unternehmensbereiche bzw. durch andere Unternehmen nicht zur Gänze aufgefangen werden, da die Innovationskraft existierender Unternehmen fehlt und neue Unternehmen nicht in Österreich entstehen.

5.5.2 Chancen, Risiken und Maßnahmen

Die wesentlichen Kernaussagen des Szenarios sind in Abbildung 11 illustriert.

Eine Chance wird in diesem Szenario darin gesehen, dass unter der Annahme eines starken demographischen Wandels und eines damit verbundenen geringeren Arbeitskräfteangebotes die relative Wettbewerbsfähigkeit v.a. über Preisvorteile gesichert werden kann.

Des Weiteren wird eine Chance darin gesehen, dass zumindest Teile der Wirtschaft mittelfristig ihre Wettbewerbsposition halten können. Da der Konkurrenzdruck immer weiter steigt und der Preis vor der Qualität steht, stellt sich jedoch die Frage der längerfristigen Wettbewerbsfähigkeit. Dies kann als Kehrseite auch als Risiko betrachtet werden. Hier besteht die Gefahr, dass der gesamte Standort Österreich im internationalen Wettbewerb längerfristig an Bedeutung verliert. Dabei wird postuliert, dass große Unternehmen von auf Produktivität ausgerichtetem Technologieeinsatz stärker profitieren als KMU, für die sich häufig die Investitionen nicht rechnen.

Abbildung 11: Wesentliche Charakteristika des Szenarios „Effizienzsteigerung mit sozialen Konflikten“

„Effizienzsteigerung“ Hauptcharakteristikum: Die Lücke wird größer, Arbeitslosigkeit in der Produktion nimmt zu.		
Kernaussagen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Die Qualifizierungsschere geht auf 2. Spezialisierung auf technische Kompetenzen und Effizienz 3. Beharrung und Flexibilisierung zugleich 4. Neue Arbeitsplätze und steigende Nachfrage nach qualifizierten, IT affinen FachexpertInnen, insbesondere im Prozessbereich 5. Per Saldo erfolgt ein Beschäftigtenabbau - Negativeffekt 6. Betroffen von Beschäftigtenabbau, Verlagerungen und Verschiebungen sind vor allem MitarbeiterInnen mit geringer und mittlerer Qualifizierung 	
	Chancen	Risiken
<ul style="list-style-type: none"> - Steigerung der relativen Wettbewerbsfähigkeit (Preis) - Solidarität und sozialer Ausgleich - Selbstbestimmung im gesicherten Rahmen - Abfederung von Arbeitskräftemangel - Qualifizierung als USP 	<ul style="list-style-type: none"> - Preis- und Konkurrenzdruck steigt - Per Saldo Verlust von Wettbewerbsfähigkeit am Produktionsstandort Österreich - Polarisierung und individuelle Verlierer (MA und Betriebe) - Entgrenzung und Abwertung von MitarbeiterInnen - Soziale Konflikte und mangelnde Akzeptanz - Beharrung 	<ul style="list-style-type: none"> - Qualifizierungspaket und Querschnittskompetenzen - Verteilung und sozialer Ausgleich - Kooperationen für den Wandel - Innerbetriebliche Ausbildung und Entwicklung - Unternehmenskultur und Mitarbeiterförderung - Innovationsförderung (Innovationen durch Digitalisierung)

Quelle: Eigene Darstellung.

Für die ArbeitnehmerInnen ergibt sich eine Reihe von negativen Konsequenzen bzw. Risiken: In vielen Bereichen kommt es zu einem Verlust an sinnstiftender Arbeit und eine Mehrheit der ArbeitnehmerInnen kann nicht von einer steigenden Flexibilisierung profitieren. Überdies verlieren in diesem Szenario auch gut qualifizierte ArbeitnehmerInnen ihre Jobs, da potentielle Betätigungsfelder im Bereich der Entwicklung von Produkten und der Erbringung von Dienstleistungen nur unzureichend genutzt werden. Die in diesem Szenario entstehenden sozialen Konflikte gehen insgesamt mit steigender Unsicherheit über die längerfristige Entwicklung einher.

Maßnahmen, die in diesem Kontext getroffen werden können, adressieren vor allem Aktivitäten zur Abfederung der möglichen negativen Folgen. Dabei geht es zum einen um eine gerechte Verteilung der Gewinne aus der Produktivitätssteigerung zwischen Unternehmen und Beschäftigten. Thematisiert wurde in diesem Kontext auch eine Veränderung des Steuersystems. Um die sozialen Konflikte zu entschärfen sind Ausgleichsmechanismen zwischen „GewinnerInnen“ und „VerliererInnen“ notwendig. Entsprechende

Kooperationen zwischen ArbeitgeberInnen und ArbeitnehmerInnen sowie deren VertreterInnen sind erforderlich.

Durch eine Reihe von Maßnahmen sollten letztlich auch Anreize gesetzt werden, damit Unternehmen in Österreich innovative Produkte und Dienstleistungen entwickeln. Dafür sind insbesondere die Innovationskompetenzen bei Unternehmen und MitarbeiterInnen zu fördern. Des Weiteren sollte die Bildung auf allen Ebenen gefördert werden, um die längerfristige Entwicklung abzusichern. Eine stärkere Qualifizierung im Bereich der Entwicklung sozialer und systemischer Lösungskompetenzen wäre notwendig. Die staatliche Ausbildung sollte dabei in enger Kooperation mit der innerbetrieblichen Aus- und Weiterbildung einhergehen. Dabei sollte auch auf die spezifischen Bedürfnisse der KMU eingegangen werden.

5.6 Szenario: „Digitales Scheitern“

5.6.1 Bewertung im Hinblick auf Beschäftigung und Arbeit

In diesem Szenario kann sich Industrie 4.0 nur in ganz wenigen Branchen und Bereichen durchsetzen. Viele Branchen und Unternehmen sind nicht in der Lage, neue Technologien und Anwendungen nutzbar zu machen. In einigen Nischen gelingt es hingegen Unternehmen durch alternative Strategien, etwa durch Handwerkskunst und persönliche Services, ihre Position zu halten oder auszubauen. Hochspezialisierte Facharbeit ermöglicht damit das Halten der Beschäftigung in Nischenbereichen, das Gros der Produktion gerät jedoch in eine Abwärtsspirale.

Vor diesem Hintergrund kommt es in diesem Szenario zu einer Polarisierung zwischen hochspezialisierter Facharbeit und kostengünstiger, manueller Fertigung. Insgesamt bedeutet dies keine neuen Jobs und wenig Veränderung bei den Jobprofilen. Die Mehrheit der Beschäftigten gerät aufgrund von Kostendruck in der Produktion unter Druck.

Da sich Industrie 4.0 nicht in der Breite durchsetzen kann, kommt es in diesem Szenario zu branchenspezifischen IT-Insellösungen mit wenig übergreifenden Synergien. Damit werden zumindest in einigen Bereichen externe DienstleisterInnen für die Entwicklung von unternehmensspezifischen Lösungen und Beratungsleistungen ad hoc stärker nachgefragt.

Die Gesellschaft, Teile der Wirtschaft und das Bildungssystem sind in diesem Szenario durch ein hohes Beharrungsvermögen gekennzeichnet. Damit gibt es einen Mangel an Arbeitskräften im Bereich Daten und Vernetzung, Produktion und Geschäftsmodelle. Auch gelingt es nicht, fachübergreifende Ausbildungsprogramme umzusetzen.

Aufgrund des Preiswettbewerbs ergibt sich ferner ein hoher Druck für eine Ausweitung und Flexibilisierung der Arbeitszeit. Damit kommt es zu einer Zunahme von Teilzeit und Kurzarbeit bei insgesamt starren Arbeitsmodellen und Arbeitszeiten. Damit steigt zugleich die Unzufriedenheit bei den MitarbeiterInnen, da die Inflexibilität eine Vereinbarkeit von Familie und Beruf erschwert. Schließlich wird hier davon ausgegangen, dass die Leistungsbereitschaft der ArbeitnehmerInnen sinkt.

Da die Produktion unter enormen Druck durch Billiglohnländer gelangt, kommt es in der Folge Stilllegungen von Standorten und Unternehmen und einem vollständigen Verlust von Arbeitsplätzen. Dies geht einher mit einer Abwanderung von Forschung und Entwicklung, IT oder Konstruktion.

Nur in einigen ausgewählten Bereich im klassischen Handwerk mit spezifischen manuellen Fertigkeiten und Spezialwissen können Arbeitsplätze gehalten werden. Die Mangel an digitaler Kompetenz wird hier als Tugend gesehen. Technisches Tiefenwissen und Qualitätsbewusstsein in der manuellen Fertigung wird hier weiter gepflegt.

Damit kommt es in diesem Szenario **insgesamt zu steigender Arbeitslosigkeit** und Abwanderung hochqualifizierter Kräfte, die aufgrund besserer Möglichkeiten ins Ausland abwandern.

5.6.2 Chancen, Risiken und Maßnahmen

Abbildung 12 fasst die wesentlichen Befunde der Diskussion des Szenarios „Digitales Scheitern“ zusammen.

Abbildung 12: Wesentliche Charakteristika des Szenarios „Digitales Scheitern“

„Digitales Scheitern“ Hauptcharakteristikum: Manufakturarbeit und Konkurrenz mit Billiglohnländern. Abbau von Beschäftigten über alle Branchen. Die Arbeitslosigkeit steigt.		
Kernaussagen	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Mangel an digitalen Kompetenzen als Tugend 2. Polarisierung zwischen hochspezialisierter Facharbeit und kostengünstiger, manueller Fertigung 3. Hoher Druck auf Ausweitung der Arbeitszeit bei gleichzeitiger Inflexibilität 4. Überangebot an Arbeitskräften, jedoch keine hinreichende Qualifizierung 5. Steigende Arbeitslosigkeit und Abwanderung hochqualifizierter Kräfte 	
Chancen	Risiken	Maßnahmen
<ul style="list-style-type: none"> – Keine Chancen in der Breite – Potential in Nischen für Manufakturen mit hoher Qualität, Wertebewusstsein und Tradition – Tourismus 	<ul style="list-style-type: none"> – Preis- und Konkurrenzdruck steigt – Steigende Belastung für ArbeitnehmerInnen (insbes. Arbeitszeit) – Soziale Konflikte und mangelnde Akzeptanz – Beharrung und Inseldenken – Fehlende Investitionen – Know-how Abfluss 	<ul style="list-style-type: none"> – Bildungssystem reformieren – Digitale Kompetenzen in allen Bereichen stärken – Anreize über Rechtliche Rahmenbedingungen schaffen – Vorbildwirkung verstärken – Aufklärung und Kommunikation – Kooperationen für den Wandel – Konsum- und Investitionsförderung – KMU Fokussierung

Quelle: Eigene Darstellung.

Die Chancen dieses Szenarios wurden erwartungsgemäß niedrig eingestuft. Es dominierte der Tenor, dass dieses Szenario weder im Interesse von ArbeitnehmerInnen noch von ArbeitgeberInnen ist.

Gewiss gibt es auch in diesem Szenario GewinnerInnen, die vor allem in Nischen beheimatet sind und traditionelle handgefertigte Produkte herstellen. Manufakturen, die auf hohe Qualität, Wertebewusstsein und Tradition setzen, können sich hier auch international behaupten. Für diese Unternehmen gilt es, die Fachkräfte und HandwerkerInnen mit Spezialwissen im Unternehmen zu binden.

Insgesamt führt dieses Szenario zu einer Stilllegung und Verlagerung von vielen Betrieben und einer Abwanderung von vor allem qualifizierten Arbeitskräften. Es kommt dabei zu einem Brain Drain, der sich nicht nur auf IT-Fachkräfte beschränkt. Da Unternehmen in vielen Bereichen nicht wettbewerbsfähig bleiben, kommt es zu einem weiteren Kostenwettbewerb und sinkenden Löhnen. Es kommt zu einem

Sozialabbau aufgrund der Erosion der Steuerbasis und hoher Arbeitslosigkeit, steigender Kriminalität und einer Unstabilität in der Gesellschaft. Längerfristig wird aber davon ausgegangen, dass ein kollektiver Wunsch nach Veränderung aufgrund sinkendem Wirtschaftswachstum und sinkender Beschäftigung emergiert.

Die ExpertInnen waren sich einig, dass Maßnahmen getroffen werden sollen, um dieses Szenario zu vermeiden. Dies umfasst viele der bereits oben skizzierten Maßnahmen und reicht von Bildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen über die Gestaltung flexiblerer Arbeitszeitmodellen bis hin zur Bewusstseinsbildung und Sensibilisierung, um das Potential von Industrie 4.0 für Wirtschaft und Gesellschaft aufzuzeigen. Betont wurde, dass KMU verstärkt gefördert werden sollten, da diese besonders rasch den Anschluss verlieren werden. Auch die Risikobereitschaft sollte erhöht werden durch entsprechende Investitionsförderungen und Anreize für Venture Capital.

Digitale Kompetenzen sollten vor allem auch im Elementarbereich gefördert werden, damit zumindest längerfristig die Voraussetzungen für eine digitale Transformation gesichert ist.

In diesem Szenario wird auch davon ausgegangen, dass es nicht gelingt, eine für alle Beteiligten adäquate Regelung des Datenschutzes zustande zu bringen.

In diesem Zusammenhang muss zum einen verhindert werden, dass eine digitale Überwachung der ArbeitnehmerInnen zu einer Ablehnung führt, zum anderen müssen zeitgerechte rechtliche Rahmenbedingungen geschaffen werden, die Anreize für Investitionen und für innovative Arbeitszeitmodelle schaffen.

6 Bewertung der Szenarien und Empfehlungen

6.1 Wünschbarkeit und Realisierbarkeit der Szenarien

Im Zuge der Durchführung der vier Branchen-Workshops sowie des Strategie-Workshops erfolgte eine Bewertung der Szenarien in Bezug auf Wünschbarkeit und Wahrscheinlichkeit (siehe Tabelle 3). Die Bewertung der Szenarien erfolgte in Hinblick auf Effekte für Beschäftigung und Arbeit.

Tabelle 3: Bewertung der Szenarien nach Wünschbarkeit und Wahrscheinlichkeit

Szenario	Branchen-Workshops		Strategie-Workshop	
	Wünschbarkeit	Wahrscheinlichkeit	Wünschbarkeit	Wahrscheinlichkeit
"Industrie 4.0 Frontrunner"	50	5	29	0
„Langsame Transformation“	0	34	16	31
„Effizienzsteigerung“	8	18	3	17
„Digitales Scheitern“	0	1	0	0
Summe	58	58	48	48

Quelle: Eigene Darstellung.

Es bleibt festzuhalten, dass die Bewertung der Szenarien auch vom jeweiligen Hintergrund abhängt. Dies spiegelt sich auch in der Bewertung in den Branchen-Workshops, bei denen ausschließlich IndustrievertreterInnen teilgenommen haben, und dem Strategie-Workshop, bei dem rund ein Drittel der Beteiligten der Arbeitnehmerseite zugeordnet werden können. So haben die VertreterInnen der Industrie das Szenario „Industrie 4.0 Frontrunner“ sehr häufig als wünschenswert betrachtet, während ArbeitnehmerInnen-VertreterInnen vergleichsweise häufiger das Szenario „Langsame Transformation“ präferiert haben. Des Weiteren gab es auch Unterschiede zwischen den einzelnen Branchen (hier nicht näher ausgewiesen). VertreterInnen der Mechatronik- und Maschinenbau-Industrie, die bereits besonders weit fortgeschritten sind, haben das Szenario „Industrie 4.0 Frontrunner“ häufiger als wahrscheinlich betrachtet. Ein Vertreter der Holzindustrie hat ein digitales Scheitern als wahrscheinlich erachtet.

Insgesamt zeigt sich aber, dass das Szenario „Industrie 4.0 Frontrunner“ mehrheitlich immer das wünschenswerteste ist, während das Szenario „Langsame Transformation“ als wahrscheinlichstes gesehen wird, und zwar unabhängig von den jeweiligen Workshops.

Die Strategie- und Szenarioliteratur (z.B. Fink und Siebe 2006, Leitner und Pinter 2015) liefert Hinweise für die Frage der Ableitung von Handlungsempfehlungen in Folge der Konstruktion und Bewertung von Szenarien. Dabei kann ganz allgemein zwischen vier verschiedenen Strategien unterschieden werden. Bei „geplanten Strategien“ wird versucht auf das Szenario zu setzen, das als am wahrscheinlichsten gesehen wird. Mit Hilfe einer „proaktiven Strategie“ wird auf dasjenige Szenario fokussiert, das gewünscht ist und im Einklang mit den organisatorischen oder institutionellen Zielen steht. Bei „adaptiven Strategien“ wird versucht, eine Strategie zu formulieren, die Flexibilität bewahrt und die es ermöglicht, auf unterschiedliche Szenarien vorbereitet zu sein. Bei „präventiven Strategien“ wird versucht Maßnahmen zu setzen, damit ein bestimmtes Szenario nicht eintritt bzw. Risiken zu eliminieren.

Die Szenarien „Effizienzsteigerung“ und „Digitales Scheitern“ führen eindeutig zu einem Beschäftigungsabbau in der Produktion, der auch nicht durch andere Bereiche kompensiert werden kann. Beim Szenario „Langsame Transformation“ kann nur unter günstigen Voraussetzungen die Anzahl der Arbeitsplätze gehalten werden, wahrscheinlicher ist aber auch hier netto ein Verlust an Arbeitsplätzen. Für diese Szenarien sind daher adaptive bzw. präventive Strategien erforderlich.

Vor dem Hintergrund dieser Möglichkeiten und der Bewertung durch die ExpertInnen kann der Schluss gezogen werden, dass insbesondere Anstrengungen unternommen werden müssen, um das „Industrie 4.0 Frontrunner“ Szenario zu realisieren und dabei Chancen proaktiv zu nutzen und auftretende Risiken zu vermeiden. Des Weiteren kann noch einmal in Erinnerung gerufen werden, dass das „Industrie 4.0 Frontrunner“ Szenario dasjenige Szenario ist, das per Saldo zu einer positiven Beschäftigungsentwicklung führt, da hier die gestiegene Nachfrage die Effizienzgewinne überkompensiert.

Neben diesen spezifischen Strategien hat die Diskussion in den Workshops auch gezeigt, dass es eine ganze Reihe von Maßnahmen zur Förderung und Gestaltung gibt, die in allen vier Szenarien diskutiert wurden. Diese generischen Fragen betreffen vor allem die große Bedeutung der Aus- und Weiterbildung sowie der Regelung des Datenschutzes. Des Weiteren ist das Arbeitszeitgesetz zu reformieren. Aber auch ein kultureller Wandel auf allen Ebenen ist notwendig. Im Vordergrund bei allen diesen Maßnahmen steht dabei die Kooperation der Stakeholder von Seiten der Politik wie auch von Seiten der Arbeitgeber und Arbeitnehmer bzw. deren VertreterInnen.

6.2 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Die Branchenworkshops und die analysierte Literatur zu Industrie 4.0 haben klar aufgezeigt, dass lediglich im Szenario „Industrie 4.0 Frontrunner“ Beschäftigungszuwächse realisiert werden können. Diese möglichen Beschäftigungsgewinne resultieren vor allem daraus, dass die fortschreitende Digitalisierung von Unternehmen nicht nur eine Produktivitätssteigerung ermöglichen kann, sondern auch neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle generieren soll, die per Saldo zu einem positiven Beschäftigungseffekt führen.

Der vor diesem Hintergrund eher unglücklich gewählte Begriff „Industrie 4.0“ lenkt dabei das Augenmerk unweigerlich auf den Produktionsbereich und rückt die technologischen Möglichkeiten der digitalen Transformation von derzeit bestehenden Produktionsprozessen in den Vordergrund, vernachlässigt aber das Potential und die Notwendigkeit, neue Produkte und Dienste zu entwickeln (vgl. Syska und Liévre 2016). Österreichische Unternehmen fokussieren derzeit bei der digitalen Transformation auch primär auf die Produktionsseite, während die Entwicklung von Smart Products oder Services klar in der Minderheit bleibt (Lassnig et al. 2016). Entscheidend dafür, ob Wirtschafts- und Beschäftigungswachstum realisiert werden können, ist daher nicht primär die (voll digitalisierte) Produktionsmethode und die digitale Vernetzung von Wertschöpfungsketten, sondern ob in ausreichendem Maße neue Produkte und Dienstleistungen geschaffen werden können, die einen Mehrwert für den Kunden bieten und über eine entsprechende Nachfrage neue Beschäftigung schaffen. Das bedeutet nicht, dass Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung in der Produktion nicht genutzt werden sollen. Diese Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung bestimmen jedoch nur die relative Wettbewerbsfähigkeit gegenüber Mitbewerbern bei gleichwertigen Produkten.

Die Analyse der Beschäftigungsentwicklung der österreichischen Produktionsbereiche der Vergangenheit zeigt, dass Unternehmen, die Automatisierungspotenziale ehemals arbeitsintensiver Branchen nicht kontinuierlich erschließen konnten nicht in der Lage waren Produktionsstandorte zu halten und Standorte/Unternehmen geschlossen wurden. Seit Mitte der 1970er Jahre ist die Anzahl der Beschäftigten in der Industrie fast durchgängig rückläufig und kennzeichnet den strukturellen Wandel hin zu einer Dienstleistungsgesellschaft. Seit Mitte der 1990er Jahre konnten in der Sachgüterproduktion lediglich die Branchen Maschinenbau und die Metallindustrie ihren Beschäftigungsstand ausweiten. Die Automobilindustrie, die für Wien einst bedeutende Elektroindustrie und die in einigen Bundesländern bedeutende Holzindustrie verzeichneten seit dem Krisenjahr 2008 einen erheblichen

Beschäftigungsrückgang. Eine vormals in einigen Bundesländern starke Textilindustrie existiert heute de facto nur mehr in Nischen. Nur in jenen Produktionsbereichen, in denen Österreich heute zu den Innovationsführern zählt, konnte die Beschäftigung gehalten oder ausgebaut werden. Das Augenmerk muss daher auf eine Modernisierung der bestehenden Industriestruktur gelegt werden, um auch in Zukunft wettbewerbsfähig zu bleiben, und wie oben angeführt das Potential für die Entwicklung von neuen Produkten, Diensten und Geschäftsmodellen nutzbar machen.

Empfehlung 1: Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen forcieren

Um eine positive Beschäftigungsentwicklung durch die voranschreitende Digitalisierung zu ermöglichen, müssen Unternehmen und die öffentliche Hand vermehrt darauf setzen, innovative Produkte, Dienstleistungen und neue komplementäre Geschäftsmodelle zu generieren. Diese sind ausgehend vom Kunden und nicht von den technologischen Möglichkeiten her zu denken. Die technologischen Möglichkeiten sind hierzu vielmehr ein Mittel zum Zweck. Die öffentliche Hand soll weitere Anreize zur Investitionsbereitschaft schaffen und digitale Innovationen fördern.

Insbesondere Maßnahmen zur Wachstumsförderung die einem Aufbau/Erweiterung von Produktkapazitäten und der Umsetzung von Produkt- und Verfahrensinnovationen dienen, müssen gestärkt werden.

Die Innovationsförderung muss stärker auf die Entwicklung neuer, datenbasierter Produkte und Dienstleistungen fokussieren. Nicht technologische Herausforderungen, sondern sinnstiftende Lösungen sollen im Vordergrund stehen. Hier gilt es vor allem auch darum, gezielt neue und junge Unternehmen mit innovativen Ideen zu fördern.

Die Unternehmen sind gefordert, die Möglichkeiten der Digitalisierung nicht vorrangig von der Seite der Prozessoptimierung zu sehen. Dafür scheint ein Paradigmenwechsel notwendig, der nicht automatisch passieren wird, sondern weitgreifende Änderungen in der Unternehmenskultur bedarf.

Über alle Szenarien hinweg zeigt sich, dass das allgemeine Bildungsniveau der Bevölkerung und der MitarbeiterInnen der Unternehmen grundlegende Voraussetzungen dafür sind, um Risiken der Digitalisierung in Hinblick auf Arbeit und Beschäftigung zu vermeiden und Potenziale der Digitalisierung auszuschöpfen.⁴ In allen Branchenworkshops und dem Strategieworkshop wurde die Bedeutung der Ausbildung und der Weiterbildung auf unterschiedlichen Ebenen hervorgehoben. Bei den Unternehmen überwiegt hier der Eindruck, dass das derzeitige Bildungssystem digitale Grundkompetenzen unzureichend vermittelt, bzw. Lehre und Lernen an das digitale Zeitalter noch nicht angepasst sind.

⁴ siehe dazu bspw. auch die Digitale Strategie der Bundesregierung „Digital Roadmap Austria“: <https://www.digitalroadmap.gv.at/handlungsfelder-und-massnahmen/arbeit-und-arbeitsplaetze/>

Empfehlung 2: Die schulische Bildung an die Anforderungen der Digitalisierung anpassen

Investitionen bereits in die Frühphase der Schulkarriere in der Volksschule (bzw. davor, im Kindergarten) vor allem zur Prävention von Kompetenzschwäche können dazu beitragen, jene Fähigkeiten und Fertigkeiten zu schulen, die für die weitere Schul- und Berufsbildung maßgeblich sind, und helfen, den Anteil von Jugendlichen mit Lese-, Schreib- oder Rechenschwäche zu verringern. Diese Basiskompetenzen sind die Voraussetzung für eine weiterführende Ausbildung im Anschluss an die Pflichtschulzeit, für den Erwerb von berufsrelevantem Wissen, für die Verankerung von Lernen im Lebensverlauf und für die Bewältigung des Alltags.

In der Primärstufe und der Sekundarstufe soll die öffentliche Hand das Augenmerk auch verstärkt auf eine umfassende Vermittlung von digitalen Kompetenzen, i.S. der acht europäischen Kernkompetenzen für Lebenslanges Lernen legen.

Die Etablierung einer umfassenden informatischen Ausbildung beinhaltet 1) Informatik und Computational Thinking, 2) ICT Anwendungskompetenz als Querschnittsmaterie und 3) Medienbildung.

Eckpfeiler zur Umsetzung sind die Etablierung von digitalem Verständnis in allen Unterrichtsgegenständen, ein verpflichtender Informatik-Unterricht an allen Schulen sowie die Integration informatischer Ausbildung in die Aus- und Weiterbildung von LehrerInnen. Diese Empfehlungen entsprechen den Forderungen Österreichischen Computer Gesellschaft⁵ und finden Ihren Niederschlag auch in der Gesamtstrategie „Digitale Bildung“ des Bildungsministeriums, die ab Herbst 2017 umgesetzt werden soll⁶.

Neben dem Bedarf einer Anpassung der schulischen Bildung besteht auch bei den Unternehmen vermehrt Bedarf, Verantwortung in Hinblick auf die Re-Qualifizierung und Weiterbildung von MitarbeiterInnen zu übernehmen. Eine Modernisierung der Industrie verlangt vor allem ein hohes kreatives Potenzial von Unternehmen, Offenheit in der Organisation und eine aktive Einbeziehung der Beschäftigten entlang ihrer Fähigkeiten.

Verfolgt man die Implementierung neuer technologischer Möglichkeiten vor allem als Vision einer technikzentrierten, effizienzsteigernden, sich selbst-steuernenden Produktion, in der möglichst wenige Entscheidungen und Eingriffe der Arbeitenden erfolgen, werden Unternehmen aller Voraussicht nach technologisch und organisational scheitern, da kein Platz mehr für kreative Prozesse existiert und die menschliche Fähigkeit zur situativen Entscheidung in Planung und Produktion nicht genutzt wird.

Empfehlung 3: Betriebliche Weiterbildung und eine offene Unternehmenskultur stärken

Höherqualifizierung und Empowerment der MitarbeiterInnen müssen Leitbilder der betrieblichen Weiterbildung und der Arbeitsorganisation werden. Betriebliche Maßnahmen müssen getroffen werden um über erfolgte Qualifizierung MitarbeiterInnen mit mehr Verantwortung und Handlungsspielräume ausstatten zu können. Dies beinhaltet die Förderung von Weiterbildungsmaßnahmen insbesondere in den Bereichen: Vernetztes Denken, Kreativität, Teamfähigkeit, bereichs- und betriebsübergreifendes Wissen, Technikverständnis und soziale Kompetenz.

Die aktive und zeitgerechte Einbindung der MitarbeiterInnen steigert dabei nicht nur die Akzeptanz,

⁵ <http://www.ocg.at/sites/ocg.at/files/medien/pdfs/Bildung4-0-201703.pdf>

⁶ <https://www.bmb.gv.at/schulen/schule40/index.html>

sondern auch die Effektivität der getroffenen Maßnahmen zur Re-Qualifizierung und Anpassung der Arbeitsumgebung.

Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen müssen von den öffentlichen Maßnahmen zur Förderung digitaler Unternehmenskompetenzen profitieren können, da diese nicht über die notwendigen finanziellen Mittel verfügen, um eine umfassende Weiterbildung für MitarbeiterInnen zur Verfügung zu stellen. Eine verstärkte Abstimmung zwischen privaten und öffentlichen Institutionen ist dafür essentiell. Die öffentliche Hand sollte vermehrt Unternehmens-Kooperationen in der Ausbildung mit staatlichen Ausbildungsinstitutionen ermöglichen und auch Anreize für die Schaffung unternehmensinterner Ausbildungsprogramme bieten.

Bereits heute geht die fortschreitende Digitalisierung zudem mit einer höheren Flexibilität und Entgrenzung von Arbeit und Freizeit einher. In allen betrachteten Szenarien wurden die rechtlichen Voraussetzungen der existierenden Arbeitszeitgesetze als nicht zeitgerecht erachtet. Auch in Hinblick auf die Anforderungen zur Neugestaltung der Arbeit sollte der Ansatz gelten: Welche Möglichkeiten bietet die Technik dem Menschen für gute Arbeit und nicht welche Anforderungen stellt die Technik an die Arbeit?

Empfehlung 4: Vereinbarkeit von Arbeit und Freizeit stärken

Gesetzliche Regelungen zur Arbeitszeit sollen darauf abzielen, die Vereinbarkeit von Arbeit und Freizeit zu stärken. Dies beinhaltet insbesondere eine höhere Flexibilität und Wahlmöglichkeiten der MitarbeiterInnen in Hinblick auf Arbeitszeit und Arbeitsort zu ermöglichen und vornehmlich den Schutz der Gesundheit der einzelnen MitarbeiterInnen sicherzustellen (Stichworte: Maximalarbeitszeit, „Entgrenzung“).

Durch die fortschreitende Digitalisierung und Vernetzung werden die Risiken des Verlustes von Betriebsgeheimnissen weiter zunehmen (Bundesverband der deutschen Industrie 2015). Um eine rasche und sinnvolle Nutzung der Digitalisierungspotenziale zu ermöglichen, müssen Unternehmen über Unsicherheiten, Gefahren und Herausforderungen der digitalen Möglichkeiten wie Cloud Computing, Nutzung und Weitergabe von Planungs- und Produktionsdaten ausreichend informiert sein, um potenziellen Schaden abzuwenden. Das Thema Datenschutz und -sicherheit kann dabei nicht auf einer generellen, überbetrieblichen Ebene geregelt werden, sondern Bedarf einer Bestandsaufnahme der konkreten Bedingungen und Sicherheitsanforderungen vor Ort (vgl. Fraunhofer 2015). Diese wird jedoch noch zu selten vorgenommen, sodass eine realistische Einschätzung der Sicherheitsanforderungen heute eine zentrale Herausforderung darstellt (ebenda). Die österreichische IP Strategie bietet erste Ansatzpunkte in Hinblick auf die zunehmende Bedeutung der Sicherung geistigen Eigentums⁷. Auch die digitale Strategie der österreichischen Bundesregierung weist jüngst auf die Bedeutung aktiver Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Cybersicherheit durch die Förderung von zielgruppenspezifischen Aufklärungsprogrammen u.a. für Unternehmen hin. Wichtige rechtlichen Rahmenbedingungen zur Umsetzung des Datenschutzes wurden mit der neuen Datenschutz Grundverordnung der Europäischen Union im Jahr 2016 gefasst. Im Mai 2018 werden die neuen Regelungen in Kraft treten. Die Unternehmen müssen bis dahin die Umsetzung in die Praxis abschlossen haben und die nationalen Gesetze an das EU-Recht angepasst werden. Weitere Maßnahmen sind aber notwendig, auch was spezifische Modelle, Standards und Abkommen für einzelne Branchen betrifft.

⁷ <https://www.bmwf.wg.at/Innovation/InnovationsUndTechnologiepolitik/Documents/IP-Strategie%20der%20Bundesregierung.pdf>

Empfehlung 5: Das Thema Datenschutz und Sicherheit in Unternehmen verankern

Nach derzeitigem Stand kann davon ausgegangen werden, dass viele Unternehmen organisatorisch und technologisch nicht optimal auf die Herausforderungen der fortschreitenden Digitalisierung vorbereitet sind.

Die Auswirkungen auf Sicherheit im Sinne von Safety und Security erfordern eine eingehende Auseinandersetzung und folglich Lösungen, weil Industrie 4.0 aufgrund von Vernetzung und Automatisierung neue Qualitäten von Abhängigkeiten und Risiken für Produktionssysteme sowie sensible Personen- und Unternehmensdaten entstehen lässt. Ohne entsprechende Sicherheitsstandards und Datenstrategien ist eine weitreichende Realisierung von Industrie 4.0-Lösungen fragwürdig bzw. nicht denkbar⁸. Zu Safety-Risiken durch Industrie 4.0 bspw. zählen bspw. Gefahren für Menschen und Umgebung die von autonom handelnden technischen Systemen ausgehen können. Andererseits können sensorgestützte Systeme bei der Qualitätssicherung von intelligenten Prozessen und Produkten helfen, Safety-Risiken in komplexen I 4.0 Produktionssystemen zu minimieren. Security-Risiken werden insbesondere durch die steigende Vernetzung begünstigt. Dazu zählen zum einen die gezielte Störung oder Zerstörung von Systemen durch Manipulation von außen, welche etwa zu Betriebsausfällen oder -verzögerungen, aber auch zu Risiken für die Betriebssicherheit führen kann. Zum anderen steigen die vielfältigen Risiken im Bereich Datensicherheit. Gefährdet sind dabei sensible Unternehmensinformationen ebenso wie (persönliche) Daten bzw. die Privatsphäre von Beschäftigten und Kunden.

Die öffentliche Hand muss insbesondere für KMU Maßnahmen treffen, um Informationsstand und Maßnahmenentwicklung in Hinblick auf Datenschutz und Sicherheit zu erhöhen. Diese sollten innovationsfördernd sein, gleichzeitig aber die Privatsphäre sichern und Datenmissbrauch verhindern.

⁸ Siehe dazu auch ITA-AIT Pilotstudie für die österreichische Parlamentsdirektion zum Thema Industrie 4.0, 2015

7 Referenzen

- Autor, D. H., Handel, M. J. (2013), Putting Tasks to the Test: Human Capital, Job Tasks, and Wages, *Journal of Labor Economics* 31(2), pp.59-96.
- Autor, D. H., Levy, F., & Murnane, R. J., (2003), The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, pp. 1279-1333.
- Bartelsman, E. J. und Doms, M. E. (2000), Understanding Productivity: Lessons from Longitudinal Microdata. *Journal of Economic Literature*, 38(3), 569-594.
- Bauer, W., & Horváth, P. (2015). Industrie 4.0-Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. *Controlling*, 27(8-9), 515-517.
- Bauernhansl ,T., Wieselhuber, N. (Hrsg) (2015) Geschäftsmodellinnovation durch Industrie 4.0 im Maschinen- und Anlagenbau - Studienbericht. Fraunhofer IPA/Dr. Wieselhuber & Partner, Stuttgart/München
- Biffi, G., (1978), Der österreichische Arbeitsmarkt bis 1991 - Revision der mittelfristigen Arbeitsmarktprognose, *WIFO-Monatsberichte* 51(2), S.59-68.
- Biffi, G., (1989), Schwerpunkte der Arbeitsmarktentwicklung in den achtziger Jahren, *WIFO-Monatsberichte* 62(3), S.137-142.
- Biffi, G., (2002), Bildungspolitik in Österreich vor dem Hintergrund einer europäischen Koordinationspolitik, In: Neisser, H., Puntcher Riekman, S. (Hrsg.), *Europäisierung der österreichischen Politik. Konsequenzen der EU-Mitgliedschaft*, Ludwig Boltzmann Institut für angewandte Politikforschung, WUV Universitätsverlag, Wien, 2002, S. 247-266.
- Biifi, G., (2001), Die Entwicklung des Arbeitsvolumens und der Arbeitsproduktivität nach Branchen, *WIFO-Monatsberichte*, 2001, 74(1), S.51-63.
- Bischoff, Jürgen; Taphorn, Christoph; Wolter, Denise; Braun, Nomo; Fellbaum, Manfred; Goloverov, Alexander et al. (2015): „Erschließen der Potenziale der Anwendung von ‚Industrie 4.0‘ im Mittelstand“. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). Hg. v. Jürgen Bischoff und agiplan GmbH. Mülheim an der Ruhr. http://www.zenit.de/fileadmin/Downloads/Studie_im_Auftrag_des_BMWi_Industrie_4.0_2015_agiplan_fraunhofer_iml_zenit_Langfassung.pdf.
- Bitkom (2014), Industrie 4.0 - Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland, <https://www.bitkom.org/Publikationen/2014/Studien/Studie-Industrie-4-0-Volkswirtschaftliches-Potenzial-fuer-Deutschland/Studie-Industrie-40.pdf> .
- Bitkom (2016), Industrie 4.0: Status und Perspektiven, Studie, <https://www.bitkom.org/Publikationen/2016/Leitfaden/Industrie-40-Status-und-Perspektiven/160421-LF-Industrie-40-Status-und-Perspektiven.pdf>.
- Bock-Schappelwein, J. (2005), Entwicklung und Formen der Arbeitslosigkeit seit 1990, *WIFO-Monatsberichte* 78(7), Wien, S. 499-510.
- Bock-Schappelwein, J., Egger-Subotitsch, A., Bartok, L., Schneeweiß, S. (2014), Formale Überqualifikation von Arbeitskräften und ihre Einflussfaktoren, In: *Statistik Austria* (Hrsg.), *Schlüsselkompetenzen von Erwachsenen – Vertiefende Analysen der PIAAC-Erhebung 2011/12*, Wien, S. 340-353.
- Bock-Schappelwein, J., Egger-Subotitsch, A. (2015), Formale Überqualifikation und Arbeitszufriedenheit von Arbeitskräften: Wie beeinflusst die Berechnungsart das Ergebnis? In: Stock, M., Schlögl, P., Schmid, K., Moser, D. (Hrsg.), *Kompetent - wofür? Life Skills - Beruflichkeit - Persönlichkeitsbildung. Beiträge zur Berufsbildungsforschung*, Studienverlag, Innsbruck, S. 244-259.

- Brynjolfsson, E. und Hitt, L. M. (2000), Beyond Computation: Information Technology, Organizational Transformation and Business Performance. *Journal of Economic Perspectives*, 14(4).
- Brzeski, C./Burk, I. (2015), Die Roboter kommen, *Economic Research*, 30.04.2015, www.ingdiba.de/imperia/md/content/pw/content/ueber_uns/presse/pdf/ing_diba_economic_research_die_roboter_kommen.pdf.
- Chandy, R. K. und Tellis, G. J. (1998), Organizing for Radical Product Innovation: The Overlooked Role of Willingness to Cannibalize. *Journal of Marketing Research*, 35(4), 474-487.
- Chennells, L. und Van Reenen, J. (2002), The effects of technical change on skills, wages and employment: A Survey of the Micro-econometric evidence. In Greenan, N., L'Horty, Y. und Mairesse, J. (Eds.), *Productivity, Inequality, and the Digital Economy: A Transatlantic Perspective*. Cambridge [Mass.]: MIT Press, 175-224.
- Edquist, C., Hommen, L. und McKelvey, M. D. (2001), *Innovation and Employment: Process Versus Product Innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Eichhorst, W., Buhlmann, F. (2015), *Die Zukunft der Arbeit und der Wandel der Arbeitswelt*, IZA Standpunkte Nr. 77, Bonn.
- Fink, A., Siebe, A. (2006): *Handbuch Zukunftsmanagement - Werkzeuge der strategischen Planung*, Campus.
- Ford M. (2015) *Rise of the robots: technology and the threat of a jobless future*, New York, Basic Books.
- Forschungsunion & Acatech (2013), *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0*, http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Abschlussbericht_Industrie4.0_barrierefrei.pdf
- Freeman, R. B. (1976), *The Overeducated American*, New York: Academic Press.
- Frey C.B. and Osborne M. (2013) *The future of employment: how susceptible are jobs to computerization?* http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf
- Frey C.B. and Osborne M. (2015) *Technology at work: the future of innovation and employment*, Citi GPS Report. http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/reports/Citi_GPS_Technology_Work.pdf
- Goos, M., Manning, A., Salomons A. (2014), Explaining Job Polarization: Routine-Biased Technological Change and Offshoring, *American Economic Review*, 104(8), pp. 2509-2526.
- Goos, M., Manning, A., Salomons, A. (2009), Job Polarization in Europe, *American Economic Review* 99(2), pp. 58-63.
- Hall, B. A. (2011), *Innovation and Productivity*. NBER Working Paper No. 17178. Cambridge [Mass].
- Hall, B. H., Lotti, F. und Mairesse, J. (2008), Employment, innovation, and productivity: evidence from Italian microdata. *Industrial and Corporate Change*, 17(4), 813-839.
- Harrison, R., Jaumandreu, J., Mairesse, J. und Peters, B. (2014), Does Innovation Stimulate Employment? A Firm-Level Analysis Using Comparable Micro-Data From Four European Countries. *International Journal of Industrial Organization*, 36(C), 29-43.
- Hauser, J., Tellis, G. J. und Griffin, A. (2006), Research on Innovation: A Review and Agenda for Marketing Science. *Marketing Science*, 25(6), 687-717.
- Hirsch-Kreinsen, Hartmut. *Wandel von Produktionsarbeit-" Industrie 4.0"*. Soziologisches Arbeitspapier Nr. 38/2014. TU Dortmund.. http://www.wiso.tu-dortmund.de/wiso/ts/de/forschung/veroeff/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-38.pdf.
- Holtgrewe, U., Riesenecker-Caba, T., & Flecker, J. (2016). „Industrie 4.0 “-eine arbeitssoziologische Einschätzung. Arbeiterkammer, Wien.

- ILO (2012), International Standard Classification of Occupations. Structure, group definitions and correspondence tables, Geneva.
- Kaufmann, T. (2015). Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge: der Weg vom Anspruch in die Wirklichkeit. Springer-Verlag.
- Kramer, H. (1967), Entwicklung der Beschäftigtenstruktur und der Arbeitsproduktivität in Österreich, WIFO-Monatsberichte 49(5), S. 151-160.
- Krüger, J. J. (2008), Productivity and structural change: a review of the literature. *Journal of Economic Surveys*, 22(2), 330-363.
- Lassnig, M. et al. (2016) Industrie 4.0 in Österreich: Kenntnisstand zur digitalen Transformation durch Industrie 4.0 und neue Geschäftsmodelle in Österreich
- Leitner, K-H., Pinter, D. (2015): Corporate Foresight als Instrument des Innovationsmanagements , in: Granig, P., Hartliebe, E., Lingenhel, D. (Edt.): Geschäftsmodellinnovationen: Vom Trend zum Geschäftsmodell, Springer Gabler, Wiesbaden, 157-174.
- Mesch, M. (2015), Der Berufs- und Branchenstrukturwandel der Beschäftigung in Österreich 1991-2012, Materialien zu Wirtschaft und Gesellschaft Nr. 140, Working Paper-Reihe der AK Wien, Wien.
- Mohnen, P. und Hall, B. A. (2013), Innovation and Productivity: An Update. *Eurasian Business Review*, 3(1), 47-65.
- Peneder, M. (2010), Technological Regimes and the Variety of Innovation Behaviour: Creating Integrated Taxonomies of Firms and Sectors, *Research Policy* 39, S. 323-334.
- Peters, B., Dachs, B., Dünser, M., Hud, M., Köhler, C. und Rammer, C. (2014), Firm Growth, Innovation and the Business Cycle. Background Report for the 2014 Competitiveness Report. Mannheim.
- Pianta, M. (2005), Innovation and Employment. In Fagerberg, J., Mowery, D. C. und Nelson, R. R. (Eds.), *The Oxford Handbook of Innovation*. Oxford: Oxford University Press, 568-598.
- PwC (2015), Industrie 4.0 - Österreichs Industrie im Wandel, <https://www.pwc.at/publikationen/industrie-4-0-oesterreichs-industrie-im-wandel-2015.pdf>.
- Rendall, M., Weiss, F.J. (2016), Employment polarization and the role of the apprenticeship system, *European Economic Review* 82, pp. 166-186.
- Schoemaker, P.J.H. (1995): Scenario Planning: A Tool for Strategic Thinking. *Sloan Management Review* 36, 25-40.
- Seyda, S. (2004), Trends und Ursachen der Höherqualifizierung in Deutschland, *IWTrends* 2/2004.
- Syska, A. und Lièvre, P. (2016), Illusion 4.0 - Deutschlands naiver Traum von der smarten Fabrik, CETPM gmbH, Bad Langensalza.
- Spath, D., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T., & Schlund, S. (2013). Produktionsarbeit der Zukunft-Industrie 4.0. Studie des Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation (IAO).
- Tsang, M. C., Levin, H. M. (1985), The Economics of Overeducation, *Economics of Education Review*, Vol. 4 (2), S. 93-104.
- Vivarelli, M. (2014), Innovation, Employment and Skills in Advanced and Developing Countries: A Survey of Economic Literature. *Journal of Economic Issues*, 48(1), 123-154.
- Wischmann, Steffen; Wangler, Leo; Botthof, Alfons (2015): Industrie 4.0. Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0. Hg. v. Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi). Berlin. https://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/F/industrie-4-0-volks-und_20betriebswirtschaftliche-faktorendeutschland,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf.

Wolter, M. I., Mönig, A., Hummel, M., Schneemann, C., Weber, E., Zika, G., ... & Neuber-Pohl, C. (2015). Industrie 4.0 und die Folgen für Arbeitsmarkt und Wirtschaft: Szenario-Rechnungen im Rahmen der BIBB-IAB-Qualifikations- und Berufsfeldprojektionen (No. 201508). Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), Nürnberg [Institute for Employment Research, Nuremberg, Germany].

8 Annex I: Liste der Einflussfaktoren

Frage: Welche Faktoren beeinflussen die Wirkungen von Industrie 4.0 auf die Beschäftigung?

Social:

- Demografische Entwicklung (Wachstum durch Migration - Überalterung)
- Migrationsströme (hoch - niedrig)
- Individualisierung der Gesellschaft (nimmt zu - stagniert)
- Sharing Economy (Eigentum - Nutzung)
- Prosumer (Bereitschaft des Kunden, sich an Innovation und Produktion zu beteiligen)
- Urbanisierung (nimmt zu - Stadtflucht)
- Verlängerung des Arbeitslebens (erfolgt rasch - nur langsam)
- Digitalisierung (umfasst breite Teile - fragmentiert)
- Lebensstile (Anpassung versus Diversität (inkl. Verweigerer))
- Qualifizierung (breit und gut ausgebildet - große Bildungsunterschiede)
- Work Life Balance (individuelle Interessen können durchgesetzt werden/flexible Arbeitszeiten und -formen - kaum Veränderung und Überbelastung)
- Lebenslanges Lernen (in breiten Teilen der Bevölkerung vorhanden - nur bedingt vorhanden)
- Mensch-Maschine-Kooperation (kooperativ - konkurrierend)
- Datenschutz und Privatsphäre aus Perspektive der Individuen (streng reguliert - liberal)
- Mobilität der Arbeitnehmer (hohe Mobilität - geringe Mobilität)
- Konflikte um strukturelle Änderungen (langsame Transformation - regelmäßig Konflikte)
- Vorherrschende Arbeitsformen (fix angestellt - flexibel bzw. in jungen Unternehmen/Freelancer)
- Soziale Absicherung (kaum ausgebaut - gut ausgebaut)

Technological:

- Automatisierung der Industrie (hoch automatisiert - manuelle Fertigungsschritte bleiben bestehen)
- Flexibilisierung der Produktion (hoch flexibel - hoch spezialisiert)
- Energieeffizienztechnologien (verfügbar - nur geringe Verbesserungen)
- Disruptive Fertigungsverfahren, Bsp. Additive Manufacturing (breite Anwendung - Anwendung in ausgewählten Branchen und Feldern)
- Industrial Internet Bsp. Austausch von Dispositionsdaten, neue Dienstleistungen (weit verbreitet - nur vereinzelte Anwendungen)
- Big Data Anwendungen (breiter Durchbruch - spezialisierte Anwendungen)
- Sichere Arbeitsplätze, Bsp. Mensch-Maschine-Interaktion (gegeben - nicht abgesichert)
- Transformation der Produktion (schnell - langsam)
- Digitale Infrastruktur (voll ausgestattet - nur in Städten)

Economic:

- Globalisierung und Machtverhältnisse (Europa stark - Europa fällt zurück)
- Wirtschaftswachstum in Europa (stagniert - steigt)
- Wirtschaftswachstum in anderen Weltregionen (gering - hoch)
- Einkommensverteilung (Diskrepanz nimmt ab - verschärft sich)
- Transformationsfähigkeit von Unternehmen (ist gegeben - großes Beharrungsvermögen)

- Preisdruck (weiter steigend - sinkend)
- Verfügbarkeit von qualifizierten Arbeitskräften (Mangel - breit verfügbar)
- Einkommensverteilung (nimmt ab - verschärft sich)
- Customization (jedes Produkt individuell herstellbar - Customization zu teuer)
- Arbeitsmarkt, Bsp. Regulierung verhindert Beschäftigung von ausl. Arbeitskräften (global - lokal)
- Finanzmarkt (global entfesselt - lokal geschützt)
- Wertschöpfungsketten (Lieferanten als verl. Werkbank - neue Lieferanten)
- Finanzierungsmöglichkeiten für Investitionen (gut - schwierig)
- Plattformen und Standards (Monopole - Diversität)

Environment & Ressourcen:

- Integration erneuerbarer Ressourcen (breite Nutzung ernb. Ressourcen - langsamer Wandel)
- Ende des fossilen Energieregimes (erfolgt schnell - langsamer Wandel)
- Circular Economy (setzt sich durch - nur in Nischen)
- Verfügbarkeit von Rohstoffen (vorhanden - Mangelware)
- Recyclierbarkeit von Materialien (ist in vielen Bereichen möglich - stagniert)
- Umweltkrisen (häufig und turbulent - stetiger Wandel)
- Lebenszyklus-Management (längere Lebensdauer - weiterhin kurze Produktlebensdauer)

Political:

- Politische Steuerung (starker Staat/proaktiv - schwacher Staat/reaktiv)
- Industriepolitik (Industrie 4.0 freundlich - Industrie 4.0 bremsend)
- CO2(Klimapolitik)-Politik (kann durchgesetzt werden, kann nicht durchgesetzt werden)
- Umweltschutz und Energie, Bsp. Eco Design Richtlinie, Energy Labelling (rasch durchgesetzt, langsam durchgesetzt)
- EU Politik (Integration - zweigeteiltes Europa)
- Datenschutz und Sicherheit (gut reguliert - undurchsichtig)
- Rechtliche Schutzmechanismen für Ideen (rechtlicher Schutz vorhanden - Schutz schwerer aufrecht zu erhalten)
- F&E-Förderung (weiter hohe Förderung - F&E Förderung geht zurück)
- Transportkosten (weiterhin niedrig - Transportkosten werden steigen)
- Standortpolitik (wichtig - unwichtig)
- Arbeitnehmerschutzgesetz und Arbeitszeitregelung
- Adaptionfähigkeit des Bildungssystems (Integration von neuen Bildungsinhalten gelingt - zu langsame Adaption)

9 Annex II: Workshop TeilnehmerInnen und InterviewpartnerInnen

Branchen-Workshop: Maschinenbau und Mechatronik

24.10.2016, 16.00-19.00 Uhr, Linz, Business Upper Austria

Organisiert in Kooperation mit dem Kunststoff- und Mechatronik-Cluster, Business Upper Austria - OÖ Wirtschaftsagentur GmbH

Teilnehmende Unternehmen und Organisationen:

- Bankhaus Spängler
- Bosch Rexroth GmbH
- Business Upper Austria - OÖ Wirtschaftsagentur GmbH
- FH OÖ Studienbetriebs GmbH Campus Wels Studiengang Mechatronik/Wirtschaft
- Heiml Consult e.U.
- HELIOVIS AG
- IBM Österreich GmbH - Geschäftsstelle Salzburg
- increase advisory, solutions & implementation AG
- LINZ AG TELEKOM
- Peneder Bau-Elemente GmbH
- Plasser & Theurer GesmbH
- PSI Metals Austria GmbH
- RIC GmbH
- SCHMACHTL GMBH
- Siemens AG Österreich - Niederlassung Linz
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Branchen-Workshop: Logistik

12. Dez. 2016, 16.00-19.00 Uhr, AIT, Wien

Organisiert in Kooperation mit Fraunhofer Austria Research GmbH

Teilnehmende Unternehmen und Organisationen:

- Copo Data
- Fraunhofer Austria Research GmbH
- GW Cosmetics GmbH
- IoT Austria - The Austrian Internet of Things Network
- proALPHA Software Austria GmbH
- Spar AG | SIMPLEX & NF2 Logistikplattform
- tisco - the innovative solution company
- TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH
- ZENTRALVERBAND Spedition & Logistik
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Branchen-Workshop: Automobilindustrie

23.1.2017, 15.00-18.00 Uhr, Flughafen Graz Betriebs GmbH, Konferenzräume Abflughalle

Organisiert in Kooperation mit AC Styria

Teilnehmende Unternehmen und Organisationen:

- AC Styria
- AKG
- Bosch Rexroth
- Harman
- Knapp
- Magna
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH AIT

Branchen-Workshop: Holz

24.1.2017, 16.00-19.00 Uhr, Linz, Business Upper Austria

Organisiert in Kooperation mit dem Möbel und Holzbau-Cluster OÖ der Business Upper Austria

Teilnehmende Unternehmen und Organisationen:

- ABIES Austria, Holzverarbeitung GmbH

- CAD+T
- MHC - Möbel- & Holzbau Cluster OÖ
- Sachseneder GmbH
- Schweiger GmbH
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Strategie-Workshop

16. Februar, 09.00-13.00, Apothekerhaus, Wien

Teilnehmende Unternehmen und Organisationen:

- AK Wien
- AVL - List
- BMVIT
- BMWFW
- Bosch Rexroth
- Bundesministerium für Bildung
- CADT-Solutions
- COPA-DATA GmbH
- Fachverband Metalltechnische Industrie
- FFG
- Fraunhofer Austria Research GmbH
- Gewerkschaft GPA
- Gewerkschaft ProGE
- Gewerkschaft VIDA
- GW Cosmetics
- Heliovis
- Industriellenvereinigung
- ÖGB
- Rat für Forschungs- und Technologieentwicklung
- Schweiger GmbH
- Sozialministerium
- Verein Industrie 4.0 Österreich
- WIFO
- Wirtschaftskammer Österreich
- Zentralverband für Spedition und Logistik
- AIT Austrian Institute of Technology GmbH

Liste der interviewten Unternehmen und Organisationen

Firma/Organisation	Branche
Copa-Data	Logistik / IKT
SPAR Österreichische Warenhandels-AG SIMPEX & NF2 Logistikplattform	Logistik / IKT
IBM Austria	Logistik / IKT
GW Cosmetics GmbH	Logistik / IKT
Österr. Telekommunikationsdienstleister (Mobilfunk)	Logistik / IKT
Bernecker + Rainer Industrie Elektronik Ges.m.b.H.	Metall Maschine
voestalpine Stahl GmbH	Metall Maschine
Julius Blum GmbH	Metall Maschine
Bene	Holz
Team 7	Holz
MHC OÖ Clustermanager	Holz
Eybl	Automotive
Rosenbauer International AG	Automotive
Miba Aktiengesellschaft	Automotive
AC Styria	Automotive