

IND4LOG4

Industrie 4.0 und ihre Auswirkungen auf die Transportwirtschaft und Logistik

Endbericht

Diese Forschungs- und Entwicklungsdienstleistung wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) im Programm „Mobilität der Zukunft“ finanziert und von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) abgewickelt. (FFG-Projektnr.: 850294)

Impressum

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
A-1030 Wien, Radetzkystrasse 2

Ansprechpartnerin Gütermobilität und Programmverantwortung Mobilität der Zukunft

Abteilung III/14 - Verkehrs- und Mobilitätstechnologien
DI (FH) Sarah Krautsack
Tel.: +43 (0)1 7116265 - 3211
E-Mail: Sarah.Krautsack@bmvit.gv.at
Website: www.bmvit.gv.at

Für den Inhalt verantwortlich



Oesterreichische Kontrollbank AG - Research Services/
Research, Analysen und Internationales
Strauchgasse 1-3, 1011 Wien
Ansprechpartner: Mag. Dr. Wolfgang
SCHWARZBAUER
Tel.: +43 (0)1 531 27-2566
E-Mail: wolfgang.schwarzbauer@oekb.at
Website: www.oekb.at



WU Wien - Department für Welthandel, Institut für
Transportwirtschaft und Logistik
Welthandelsplatz 1, 1020 Wien
Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr. Sebastian KUMMER
Tel.: +43 (0)1 31336-4590
E-Mail: sebastian.kummer@wu.ac.at
Website: <http://www.wu.ac.at/it/>



WU Wien - Department für Welthandel, Institut für
Betriebswirtschaftslehre des Außenhandels
Welthandelsplatz 1, 1020 Wien
Ansprechpartner: Univ.-Prof. Dr. Reinhard MOSER
Tel.: +43 (0)1 31336-4372
E-Mail: reinhard.moser@wu.ac.at
Website: www.wu.ac.at/auha/

Mitglieder des Beirats

Ing. Mag. Alexander Klacska
Bundesspartenobmann, Wirtschaftskammer Österreich,
Bundessparte Transport und Verkehr

Dr. Erik Wolf

Geschäftsführer der Bundessparte, Wirtschaftskammer
Österreich, Bundessparte Transport und Verkehr

Mag. Monika Schuh

Industriellenvereinigung

Dipl.-Ing. Dr. techn. Ingo Hegny

BMVIT, Abteilung III/15 - Informations- und industrielle
Technologien, Raumfahrt

Inputgeber & Ergebnisanwender

Dipl.-Ing. Dr. techn. Ingo Hegny

BMVIT, Abteilung III/15 - Informations- und industrielle
Technologien, Raumfahrt

Haftung

Die Inhalte dieser Publikation wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Die bereitgestellten Inhalte sind ohne Gewähr. Das Ministerium sowie die Autorinnen und Autoren übernehmen keine Haftung für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte dieser Publikation. Namentlich gekennzeichnete Beiträge externer Autorinnen und Autoren wurden nach Genehmigung veröffentlicht und bleiben in deren inhaltlicher Verantwortung.

AutorInnen**Oesterreichische Kontrollbank AG - Research Services/ Research, Analysen und Internationales**

Strauchgasse 1-3, 1011 Wien

www.oekb.at

Mag. Wolfgang Lueghammer

Mag.(FH) Wilhelm Schachinger

Mag. Dr. Wolfgang Schwarzbauer (Projektleitung)

WU Wien - Department für Welthandel, Institut für Transportwirtschaft und Logistik

Welthandelsplatz 1, 1020 Wien

<http://www.wu.ac.at/itl/>

Mag. Maria Dieplinger

Univ.-Prof. Dr. Sebastian Kummer

Mag. Christian Vogelauer

WU Wien - Department für Welthandel, Institut für Betriebswirtschaftslehre des Außenhandels

Welthandelsplatz 1, 1020 Wien

<http://www.wu.ac.at/auha/>

Univ.-Prof. Dr. Reinhard Moser

Can Tihanyi, MSc.

Inhalt

| | |
|---|----|
| Abbildungsverzeichnis | 3 |
| Tabellenverzeichnis | 4 |
| Executive Summary | 1 |
| 1. Aufgabenstellung und Zielsetzung des Projekts | 4 |
| 2. Hintergrund und Begriffsbestimmung | 6 |
| 3. Ergebnisse der ExpertInneninterviews | 9 |
| 3.1 Perspektive Wissenschaft und Forschung | 9 |
| 3.2 Perspektive Industrieunternehmen | 10 |
| 3.3 Transportwirtschaft und Logistik | 12 |
| 4. Ergebnisse der standardisierten Unternehmensbefragung | 16 |
| 4.1 Sampling | 16 |
| 4.2 Aufbau und Struktur des Fragebogens und Fragenprogramm | 16 |
| 4.3 Ergebnisse der Befragung | 17 |
| 5. Industrie- und Transport- & Logistik Fallstudien zum Thema Industrie 4.0 | 26 |
| 5.1 Veränderung industrieller Prozesse | 26 |
| 5.2 Veränderung von Prozessen in der Transportwirtschaft und Logistik | 33 |
| 6. Abschätzung des Makro- und Branchenimpacts von Industrie 4.0 auf Österreich | 56 |
| 6.1 Methodik und Datengrundlagen | 56 |
| 6.2 Verflechtung österreichischer und mittelosteuropäischer Branchen mit Industrie-4.0-Vorreiterbranchen in Deutschland | 60 |
| 6.3 Szenarienbasierte Abschätzung der Effekte von Industrie 4.0 auf Österreich und die Verkehrsnachfrage in Österreich | 64 |

| | |
|---|------------|
| 7. Schlussfolgerungen | 75 |
| 7.1 Unternehmensebene | 75 |
| 7.2 Branchenebene | 78 |
| 7.3 Gesamtwirtschaftliche Ebene | 79 |
| 8. Empfehlungen | 81 |
| 8.1 Verkehrs- und Infrastrukturpolitik | 82 |
| 8.3 Bildungspolitik | 85 |
| 8.4 Arbeitsmarktpolitik | 88 |
| 8.5 Start-up-Szene | 88 |
| 8.6 Weitere Felder | 89 |
| Referenzen | 90 |
| Anhang | 95 |
| Anhang zu Kapitel 6 | 95 |
| Methodischer Anhang | 103 |
| Input-Output Analyse | 103 |
| Modell zur Ermittlung des Güterverkehrsaufkommens | 104 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Abbildung 1: Ergebnisübersicht IND4LOG4..... | 2 |
| Abbildung 2: Charakteristika der Stichprobe (Anzahl der Unternehmen, Anteile in %)..... | 17 |
| Abbildung 3: Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit unterschiedlicher Industrie 4.0 Trends (in % der befragten Unternehmen)..... | 18 |
| Abbildung 4: Klassifikation unterschiedlicher Industrie 4.0 Trends als Chance bzw. Risiko (in % der befragten Unternehmen)..... | 19 |
| Abbildung 5: Eintrittswahrscheinlichkeit unterschiedlicher Trends sowie deren Klassifikation als Chance bzw. Risiko..... | 20 |
| Abbildung 6: Anpassungsbedarf im Unternehmen im Zuge der Digitalisierung (in % der Unternehmen)..... | 21 |
| Abbildung 7: Bereiche, in denen Anpassungsbedarf im Zuge der Digitalisierung besteht (in % der befragten Unternehmen, die Anpassungsbedarf sehen)..... | 22 |
| Abbildung 8: Reihung von Forschungsthemen (Gesamt und nach Unternehmensgröße differenziert, in % der Unternehmen der jeweiligen Gruppe)..... | 23 |
| Abbildung 9: Aufbau der Analyse der Industrieunternehmen..... | 26 |
| Abbildung 10: Digitale Fabrik als Motor für Innovation..... | 27 |
| Abbildung 11: Evolaris - Digitales Assistenzsystem..... | 29 |
| Abbildung 12: Smart Glasses Assistance System..... | 29 |
| Abbildung 13: Anteil einzelner Volkswirtschaften am Bruttoproduktionswert der deutschen Industrie-4.0-Vorreiter..... | 63 |
| Abbildung 14: Überblick Szenarien 1 & 2..... | 66 |
| Abbildung 15: Effekte von Industrie 4.0 auf den Produktionswert Deutschlands, der USA, Österreichs, Italiens und die Länder Mittelosteuropas, Szenario 1 und 2..... | 68 |
| Abbildung 16: Modell der Innovation nach Abernathy und Utterback..... | 81 |
| Abbildung 17: Anteil der deutschen Industrie-4.0-Branchen am gesamten Produktionswert der einzelnen österreichischen Branchen (ohne indirekte Bezüge) 2011..... | 96 |
| Abbildung 18: Anteil der deutschen Industrie-4.0-Branchen am gesamten Produktionswert der einzelnen Branchen ausgewählter Länder (ohne indirekte Bezüge) 2011..... | 97 |
| Abbildung 19: Anteil der Vorleistungen der Branchen ausgewählter Länder am Bruttoproduktionswert der deutschen Industrie-4.0-Branchen (ohne indirekte Bezüge) 2011..... | 98 |
| Abbildung 20: Anteil der Vorleistungen österreichischer Branchen am Bruttoproduktionswert der deutschen Industrie-4.0-Branchen (ohne indirekte Bezüge) 2011..... | 99 |
| Abbildung 21: Robustheit der Produktionseffekte..... | 101 |
| Abbildung 22: Struktur der WIOD Tabelle..... | 103 |
| Abbildung 23: Inputkoeffizienten in der WIOD - Systematik..... | 103 |
| Abbildung 24: Outputkoeffizienten in der WIOD - Systematik..... | 104 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Tabelle 1: Reihung von Forschungsthemen nach Abnehmerbranchen differenziert, in % der Unternehmen der jeweiligen Gruppe | 25 |
| Tabelle 2: Branchengliederung und verwendete Branchenkurzbezeichnungen | 58 |
| Tabelle 3: Deutsche Industrie-4.0-Vorreiterbranchen | 61 |
| Tabelle 4: Industrie-4.0-Vorreiterbranchen als Absatzmärkte für ausgewählte Länder..... | 62 |
| Tabelle 5: Anteil des Zugewinns in einer groben Sektorgliederung basierend auf Werten 2014, Szenario 1 & 2 | 67 |
| Tabelle 6: Wertschöpfungseffekte in ausgewählten Ländern und Ländergruppen, Szenario 1 & 2 | 69 |
| Tabelle 7: Verteilung der Beschäftigung nach Routinegrad der Tätigkeit, Sektoren und Ländern (Durchschnitte 2000, 2005, 2008 - 2001)..... | 71 |
| Tabelle 8: Entwicklung des zusätzlichen Güterverkehrsvolumens 2016 - 2020, in % pro Jahr, Szenario 1 & 2 | 73 |
| Tabelle 9: Industrie-4.0-Vorreiterbranchen als Absatzmärkte für ausgewählte Länder (inkl. Gliederung nach Branchenhauptgruppen)..... | 95 |
| Tabelle 10: Anteil am Bruttoproduktionswert der deutschen Industrie-4.0-Vorreiter | 99 |
| Tabelle 11: Verhältnis von direktem Effekt zu Gesamteffekt auf die Bruttoproduktion , Szenario 1 & 2, Steigerung in % | 100 |
| Tabelle 12: Verteilung der Wertschöpfungseffekte nach Wirtschaftsbereichen (Szenario 1)..... | 102 |
| Tabelle 13: Verteilung der Wertschöpfungseffekte nach Wirtschaftsbereichen (Szenario 2)..... | 102 |
| Tabelle 14: Inländische Transportleistung und Verteilung nach Verkehrsarten | 106 |
| Tabelle 15: Gewichte für die Quell-Ziel Güterverkehrsprognose (<i>gi</i>) | 107 |
| Tabelle 16: Gewichtung für Relationen der Transit-Güterverkehrsprognose | 108 |
| Tabelle 17: Elastizitäten für Relationen der Quell-Ziel Güterverkehrsprognose und (<i>hi</i>)..... | 109 |
| Tabelle 18: Elastizitäten für Relationen der Transit-Güterverkehrsprognose..... | 110 |

Executive Summary

Ziel

Ziel des Projektes IND4LOG4, das von der OeKB in Zusammenarbeit mit der WU durchgeführt wurde, ist die Analyse der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die österreichische Logistik und Transportwirtschaft. Dabei werden die Unternehmensebene, die Branchenebene und die gesamtwirtschaftliche Ebene beleuchtet.

Vorgangsweise

Die Bearbeitung des Themas erfolgte auf Basis von ExpertInneninterviews, einer standardisierten Umfrage bei 250 in Österreich tätigen Logistik- und Transportunternehmen, vertiefenden Fallstudien auf Ebene von Industrie- sowie Transport- und Logistikunternehmen, und einer szenarienbasierten Abschätzung der Auswirkung von Industrie 4.0 auf die Produktion und Wertschöpfung mitteleuropäischer Branchen, der Verkehrsleistung sowie der Arbeitsmarkteffekte in Österreich. Auf Basis der daraus gewonnenen Erkenntnisse wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet.

Zentrale Ergebnisse

Auf der Seite der Industrieunternehmen lassen sich bereits einige erfolgreich implementierte Industrie-4.0-Konzepte im Bereich der Erfassung, Speicherung, Analyse und Bereitstellung von Daten beobachten, mit dem Ziel der Effizienzsteigerung im Produktionsprozess. Aber auch in allen vor- und nachgelagerten Prozessen lassen sich entsprechende Anwendungen ausmachen. Herausforderungen der Digitalisierung bleiben jedoch für die Unternehmen der Zugang zu einer leistungsfähigen Breitbandinfrastruktur, flächendeckende und standardisierte Schnittstellen sowie der Datenschutz.

Für Transport- und Logistikunternehmen ist eine intensive Integration in die Prozesse der KundInnen erforderlich; gleichzeitig sind diese bei ihren KundInnen aber auch mit unterschiedlichen Schnittstellen und IT-Systemen sowie fehlenden Vertrauen konfrontiert, wobei letzteres vor allem hemmend für eine Realisierung von Industrie-4.0-Potenzialen in Österreich ist.

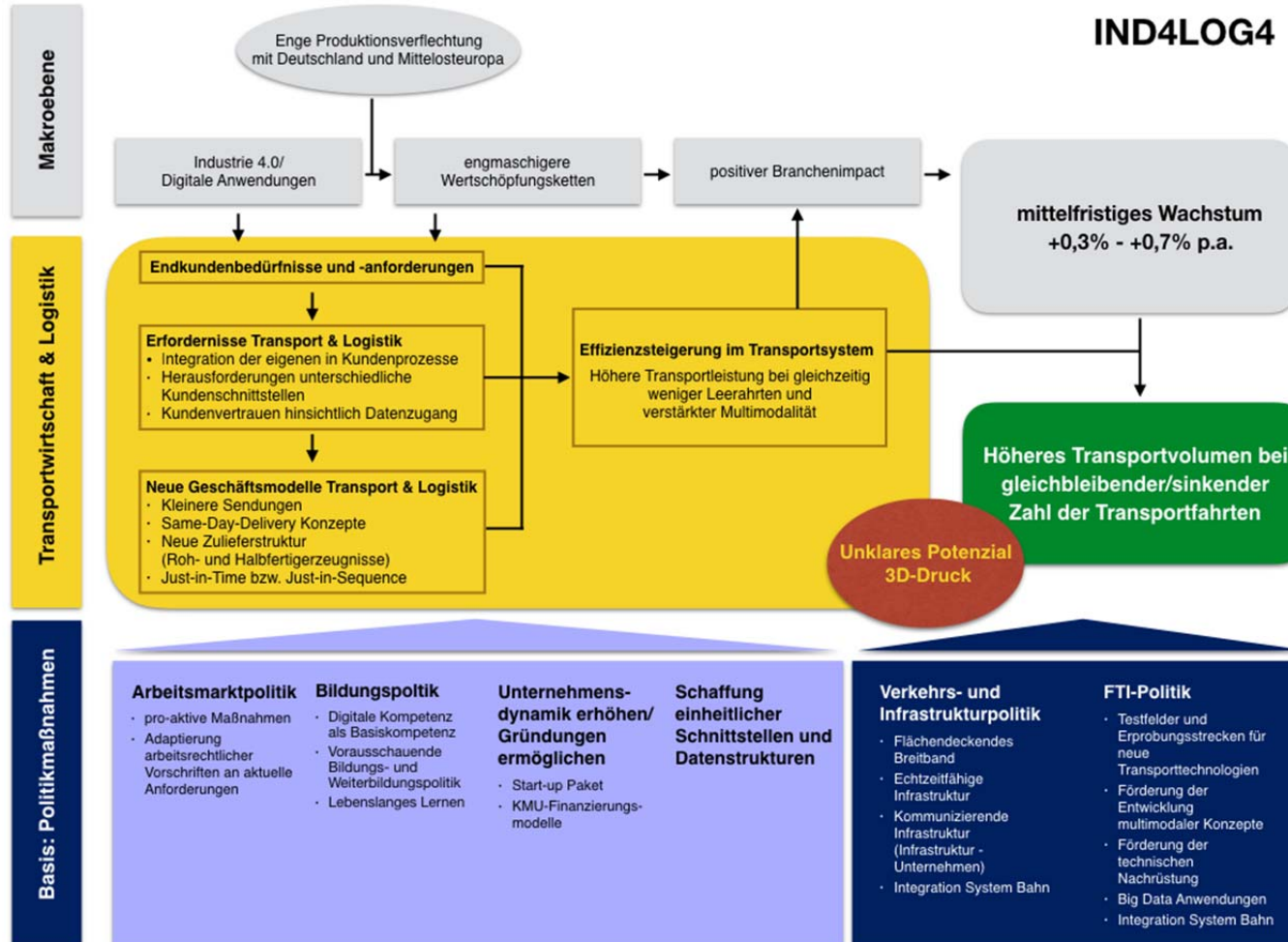
Erfolgversprechende neue Geschäftsmodelle ergeben sich in erster Linie durch die geänderten Bedürfnisse der End- und IndustriekundInnen, im Speziellen durch die zunehmende Verkleinerung der Sendungen, „Same-Day-Delivery“ Konzepte, neue Zulieferstrukturen im Bereich der Roh- und Halbfertigerzeugnisse und flexible Produktionsplanungen, die eine Just-In-Time- oder -Sequence-Produktion in Bereichen und für Gütergruppen entstehen lassen, die bisher nicht möglich oder erforderlich war. Die Technologie mit dem größten Potenzial, die Lieferketten drastisch zu verändern, ist der 3D-Druck, wobei hier aktuell noch die Rentabilität dieser Verfahren kritisch gesehen wird.

Die Analyse der Branchenverflechtung zeigt deutlich, dass die Wertschöpfungsketten bzw. -netzwerke durch die Digitalisierung der Wirtschaft engmaschiger werden dürften. Gerade aufgrund der zentralen Position Deutschlands in globalen Wertschöpfungsketten bedeutet das auch für österreichische und mitteleuropäische Branchen Vorteile in der mittleren Frist, und dies zum Teil auch unabhängig von der Frage, woher der Impetus für die Digitalisierung kommt.

Digitalisierung dürfte mittelfristig zu Wachstumseffekten in Österreich führen, im Speziellen werden im für Österreich günstigeren Szenario 1 (Industrie 4.0 wird maßgeblich durch industrielle Fertigung und Automationstechnik geprägt) Wertschöpfungseffekte in Höhe von +0,7 % pro Jahr erwartet. In Szenario 2 (Industrie 4.0 wird vor allem durch den IKT-Bereich geprägt) beläuft sich der hier abgeschätzte Wachstumsimpuls auf immerhin jährlich +0,3 %.

Einhergehend mit der steigenden Wirtschaftsleistung in Mittel- und Osteuropa dürfte die Güterverkehrsnachfrage steigen, obwohl die Effizienz (im Sinne der Verringerung der Leerfahrten und verstärkter Multimodalität) des Transportsystems ebenfalls zunehmen dürfte. Während für die kommenden vier bis fünf Jahre ein sich beschleunigender Anstieg der Güterverkehrsnachfrage erwartbar ist, ergibt sich im Verlauf ab 2022 wieder eine Abflachung.

Abbildung 1: Ergebnisübersicht IND4LOG4



Quelle: OeKB Research Services/RAI, WU ITL, WU BWL AH, eigene Darstellung.

Handlungsempfehlungen

Im Bereich der **Verkehrs- und Infrastrukturpolitik** sind die Breitbandfähigkeit der Telekommunikationsinfrastruktur und die Echtzeitfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur zentrale Herausforderungen, die bewältigt werden müssen; ebenso wie die Anschlussfähigkeit der Infrastruktur-Systeme zu Unternehmens-IT-Systemen.

Die **FTI Politik** kann die Entwicklungen rund um Digitalisierung durch Schaffung von Testfeldern und Erprobungsstrecken für neue Transporttechnologien, der Förderung der Entwicklung inter- bzw. multimodaler Konzepte zur Steigerung der Resilienz von Supply Chains, der Förderung der technologischen Nachrüstung (vor allem im KMU-Bereich), sowie der Förderung von Kooperationskonzepten, Vernetzung und Interdisziplinarität anhand teilweise schon bestehender Schienen unterstützen. Ein weiteres Augenmerk muss auch auf die Entwicklungen und Ermittlung von Anwendungspotenzialen von Big Data gerichtet werden.

Neben FTI- und Infrastrukturpolitik ergibt sich auch für andere Bereiche, wie etwa in der **Bildungspolitik** (Schule, Aus- und Weiterbildung) und der pro-aktiven **Arbeitsmarktpolitik** Handlungsbedarf. In Verbindung mit der Dynamisierung von Unternehmens- und Branchenstrukturen wird eine **Unterstützung von Start-ups** als wichtig erachtet.

Last but not least sollte an dieser Stelle die **Schaffung vereinheitlichter Schnittstellen und Datenstrukturen** nicht vergessen werden, die eine der zentralen Herausforderungen für die Transportbranche darstellen. Auf internationaler Ebene existieren hier bereits Bestrebungen, um eine möglichst breite Interoperabilität sicherzustellen. Aus österreichischer Sicht ist es notwendig, dass sich die national zuständigen Stellen stark in diesen Standardisierungsprozess einbringen, um eine frühe und effiziente Umstellung bestehender und neu zu schaffender Systeme sicherstellen zu können.

1. Aufgabenstellung und Zielsetzung des Projekts

Ziel des Projektes IND4LOG4 ist die Analyse der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die österreichische Logistik und Transportwirtschaft, wobei in diesem Zusammenhang die unternehmensexterne Logistik gemeint ist. Vor diesem Hintergrund sollen durch das Projekt eine Reihe von Aspekten beleuchtet werden, die im Zusammenhang mit Digitalisierung, Produktion und Logistik stehen.

Die Literatur zur Digitalisierung der Produktion geht davon aus, dass mit der Digitalisierung eine Flexibilisierung der Produktionsanlagen einhergeht und traditionelle Geschäftsmodelle aufgebrochen werden bzw. Veränderungen erfahren. In diesem Zusammenhang soll im Projekt beleuchtet werden, wie sich diese Entwicklung im Produktionsbereich auf die der Produktion vor- und nachgelagerten Bereiche der unternehmensexternen Logistik- und Transportdienstleistungen auswirken. Aufgrund dieser Tendenzen ist ebenfalls anzunehmen, dass sich im Gleichklang mit Änderungen von Geschäftsmodellen in der Produktion auch jene in der Logistik ändern, wodurch sich auch die Frage ergibt, wie solche Geschäftsmodelle der Zukunft in der Branche aussehen könnten. Konkreter ergibt sich auch die Frage, in welche Richtung sich Produkte, Prozesse und Dienstleistungen im Bereich Güterverkehr und Logistik durch Industrie 4.0 entwickeln können.

Abseits vom Aufbrechen traditioneller Geschäftsmodelle und Produktionsstrukturen ist zudem unklar, wie sich Angebot an und Nachfrage nach Transportdienstleistungen im Allgemeinen ändern könnten und welche Auswirkungen (positiv und/oder negativ) auf das Verkehrssystem erwartbar sind. Ferner stellt sich die Frage wie die für Österreich relevanten Transportketten der Zukunft nach dem Einzug von Industrie 4.0 aussehen könnten.

Letztendlich kann anhand der Analyse, die die oben gestellten Fragen in diesem Projekt adressiert, beurteilt werden welche Chancen bzw. welche Risiken die Entwicklungen für die Logistik und Transportwirtschaft bergen. Dies schafft ein Bewusstsein als auch eine Basis für die technologiepolitische und ordnungspolitische Begleitung dieses Prozesses. Konkret wird dieses Projekt schlussendlich Antworten auf folgende drei Fragen liefern:

- Welche Rahmenbedingungen werden im Zusammenhang mit Digitalisierung für die Logistik und Transportwirtschaft zu beachten sein?
- Welche Rahmenbedingungen für Unternehmen müssen geschaffen bzw. geändert werden?
- Wo entstehen neue Potenziale für Forschung und Entwicklung im Bereich Güterverkehr und Transportwirtschaft durch Industrie 4.0?

Zur Beantwortung der skizzierten Fragestellungen wurde ein Projektkonsortium, das aus der Abteilung Research, Analysen und Internationales der Oesterreichischen Kontrollbank (OeKB), dem Institut für Transportwirtschaft und Logistik (ITL) an der WU und dem Institut für Betriebswirtschaftslehre des Außenhandels an der WU besteht, gebildet. Die Aufgabenverteilung innerhalb des Konsortiums ist folgendermaßen zusammengesetzt:

- **OeKB Research, Analysen und Internationales**
Kernkompetenzen bzw. Aufgaben im Projekt: Projektleitung, volkswirtschaftliche Analyse, Unternehmensbefragung, Prognose
- **Institut für Transportwirtschaft und Logistik (WU Wien)**
Kernkompetenzen bzw. Aufgaben im Projekt: Logistikexpertise, Betriebswirtschaft
- **Institut für die Betriebswirtschaftslehre des Außenhandels (WU Wien)**
Kernkompetenzen bzw. Aufgaben im Projekt: Industrieexpertise, Betriebswirtschaft

Die Analyse der oben skizzierten Fragestellungen erfolgt dabei in sechs Arbeitspaketen:

Arbeitspaket 1 beinhaltet eine Bestandsaufnahme der zum Thema bestehenden Literatur und sieht die Führung von ExpertInnengesprächen mit Industrieunternehmen, Unternehmen der Transportwirtschaft und Logistik sowie Vertretern aus Wissenschaft und Forschung zu diesem Thema vor.

Arbeitspaket 2 sieht darauf aufbauend die Erstellung eines Fragebogens für die Durchführung einer standardisierten Unternehmensbefragung mit Unternehmen der Transportwirtschaft und Logistik zum Thema vor.

Die aus den ersten beiden Arbeitspaketen gewonnenen Erkenntnisse bilden die Basis für die im **Arbeitspaket 3** vorgesehen Fallstudien zu Logistik- und Transportunternehmen einerseits und Industrieunternehmen andererseits, die die betriebswirtschaftliche Sicht weiter vertiefen.

Arbeitspaket 4 analysiert, ebenfalls basierend auf den ersten beiden Arbeitspaketen, die gesamtwirtschaftlichen bzw. branchenspezifischen Aspekte von Industrie 4.0 und ihre Auswirkungen auf die Transportwirtschaft und Logistik in Österreich. Dabei werden in einem ersten Schritt der Wertschöpfungs- und Beschäftigungsimpact von Digitalisierung auf österreichische Branchen, insbesondere auf die Transport- und Logistikbranche, unter besonderer Berücksichtigung mitteleuropäischer Wertschöpfungsketten abgeschätzt und dargestellt. Im zweiten Schritt erfolgt darauf aufbauend eine Abschätzung der qualitativen und quantitativen Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Verkehrsnachfrage.

Die Erkenntnisse und Ergebnisse der Arbeitspakete 3 und 4 werden in **Arbeitspaket 5** zusammengeführt und auf Unternehmens-, Branchen- und gesamtwirtschaftlicher Ebene dargestellt. Dabei werden angebots- und nachfrageseitige Faktoren für Logistikdienstleistungen auf den drei Ebenen (Unternehmen, Branche, Gesamtwirtschaft) betrachtet und deren Relevanz abgeschätzt.

Ausgehend von den zusammengeführten Ergebnissen aus der Unternehmensbefragung sowie der Makrobetrachtung werden im **sechsten Arbeitspaket** für die Verkehrs- und FTI-Politik relevante Handlungsempfehlungen unter Berücksichtigung bildungs- und sozialpolitischer Aspekte entwickelt, die im Rahmen eines Maßnahmen- und Strategieplans dargestellt werden.

Der hier vorliegende Bericht ist wie folgt strukturiert:

Im zweiten Kapitel wird der Hintergrund des Themas skizziert und es werden zentrale Begriffe, die für die Analyse wichtig sind, erläutert.

Kapitel drei beschreibt die Sicht von Vertretern aus Wissenschaft und Forschung, von Industrieunternehmen sowie den Unternehmen der Logistik und Transportwirtschaft.

Kapitel vier präsentiert die Ergebnisse der standardisierten Befragung von 250 Unternehmen der Transportwirtschaft und Logistik.

Die Ergebnisse der Fallstudien von Industrieunternehmen sowie Unternehmen der Transportwirtschaft werden in Kapitel fünf aufgeführt und diskutiert.

Das sechste Kapitel stellt die wesentlichen Ergebnisse möglicher Industrie 4.0 Szenarien und ihrer Auswirkungen auf Produktion, Wertschöpfung und Güterverkehrsaufkommen dar.

Kapitel 7 fasst die wesentlichen Erkenntnisse der Studie auf gesamtwirtschaftlicher, Branchen- und Unternehmensebene kompakt zusammen.

Das achte Kapitel entwickelt schließlich Handlungsempfehlungen für die Politik auf Basis der Studienergebnisse.

2. Hintergrund und Begriffsbestimmung

Die Industrie bildet in Deutschland und Österreich eine wichtige Komponente der Wirtschaftsstruktur. Im Zuge der Wirtschafts- und Finanzkrise, die 2008 ihren Anfang nahm, wurde die industrielle Basis besonders hervorgehoben, zumal sich beide Volkswirtschaften 2010 relativ rasch vom Einbruch im Jahr zuvor erholten. Gründe hierfür lagen vor allem in den, in Drittmärkten außerhalb der EU, wettbewerbsfähigen Industrieprodukten dieser Wirtschaften (OeNB, 2010). Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen wurde in vielen anderen europäischen Ländern, aber auch in den USA, genau das Fehlen dieser industriellen Spezialisierung bemängelt (vgl. EU Kommission, 2014). Das Problem, das sich im Zusammenhang mit den Re-Industrialisierungsanstrengungen vieler (europäischer) Staaten ergibt, entsteht aus den - im Vergleich zu globalen Konkurrenten wie beispielsweise China - hohen Produktionskosten. In gewisser Weise gilt dies auch für die Standorte Deutschland und Österreich, obwohl sich diese bislang vor allem durch nicht-preisliche Alleinstellungsmerkmale (hohe Produkt- und Servicequalität, spezialisierte Industrielösungen etc.) behaupten konnten.

Darüber hinaus haben sich im Zusammenhang mit IKT-Entwicklungen in letzter Zeit neue Möglichkeiten in der Produktion, die stärker auf digitaler Vernetzung (Stichwort: Internet of Things), größerer verfügbarer Rechnerkapazitäten (Stichwort: Cloud Computing) und der effizienten Analyse und Auswertung großer Datenmengen (Stichwort: Big Data) basieren, ergeben.

Aus diesen Entwicklungen bzw. Gegebenheiten entstand die Bestrebung europäischer Unternehmen und auch Regierungen die Digitalisierung der Wirtschaft voranzutreiben. Diese Entwicklung wird im Allgemeinen auch als vierte industrielle Revolution bzw. Industrie 4.0 bezeichnet.

Definition Industrie 4.0

„Der Begriff Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, einer neuen Stufe der Organisation und Steuerung der gesamten Wertschöpfungskette über den Lebenszyklus von Produkten.

Dieser Zyklus orientiert sich an zunehmend individualisierten Kundenwünschen und erstreckt sich von der Idee, dem Auftrag über die Entwicklung und Fertigung, die Auslieferung eines Produkts an den Endkunden bis hin zum Recycling, einschließlich der damit verbundenen Dienstleistungen.

Basis ist die Verfügbarkeit aller relevanten Informationen in Echtzeit durch Vernetzung aller an der Wertschöpfung beteiligten Instanzen sowie die Fähigkeit, aus den Daten den zu jedem Zeitpunkt optimalen Wertschöpfungsfluss abzuleiten.

Durch die Verbindung von Menschen, Objekten und Systemen entstehen dynamische, echtzeitoptimierte und selbst organisierende, unternehmensübergreifende Wertschöpfungsnetzwerke, die sich nach unterschiedlichen Kriterien wie bspw. Kosten, Verfügbarkeit und Ressourcenverbrauch optimieren lassen¹.“

Gemäß der angeführten Definition bedeutet Industrie 4.0 einen Wandel der Wirtschaftsstruktur hin zu autonomerer und flexiblerer Produktion sowie der Vernetzung von Mensch, Produkt und Maschine in Echtzeit. Auch ist der Begriff mit einer nachhaltigeren Organisation der Produktion verbunden, da der Lebenszyklus von Produkten in den Vordergrund rückt.

Dies bedeutet, dass klassische industrielle Produktion und Informationstechnologie stärker verschmilzt. Die deutsche Bundesregierung hat in diesem Zusammenhang bereits mehrere Initiativen² gestartet; auch die Plattform deutsche Plattform *Industrie 4.0*³, die die deutsche Bundesregierung in Zusammenarbeit mit Wirtschaft und Wissenschaft betreibt, ist diesbezüglich maßgeblich. Einerseits möchte man die industrielle Anwendung durch Industriekonsortien fördern, andererseits geht es hierbei um Fragen der Standardisierung. Die in diesem Zusammenhang hohe Bedeutung der Informationstechnologie rief in der Vergangenheit auch große in diesem Bereich tätige US-amerikanische Unternehmen auf den Plan. Um Agenden in dieser Hinsicht voranzutreiben wurden unterschiedliche Plattformen begründet, von denen eine der bedeutendsten wohl das *industrial internet consortium*⁴ ist. Es ist derzeit aber nicht absehbar, von welcher Seite - industriell oder informationstechnologisch - die Digitalisierung der Wirtschaft maßgeblich bestimmt wird.

Diese Entwicklungen werden auch den Wirtschaftsstandort Österreich in Zukunft formen bzw. transformieren. Dies wurde bereits seitens der Wirtschaft und Politik erkannt und es wurde der Verein Industrie 4.0 Österreich -

¹ Quelle: Plattform Industrie 4.0, <http://www.plattform-i40.de/>

² Vgl. etwa „Zukunftsprojekt Industrie 4.0“, <https://www.bmbf.de/de/zukunftsprojekt-industrie-4-0-848.html> oder die Seite des Wirtschaftsministeriums <https://www.bmwi.de/DE/Themen/Industrie/industrie-4-0.html>

³ <http://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/Home/home.html>

⁴ <http://www.iiconsortium.org/index.htm>

die Plattform für intelligente Produktion⁵ ins Leben gerufen, dessen Ziel es ist die zukünftige Produktions- und Arbeitswelt aktiv mitzugestalten. Österreichische Unternehmen konnten sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten in internationalen Wertschöpfungsketten erfolgreich positionieren (vgl. Stehrer und Stöllinger, 2013). Aus diesem Grund wird die Digitalisierung auch diese relativ rasch betreffen. Studien zu Erwartungen der österreichischen Unternehmen zeigen, dass diese sich bereits zum Teil intensiv mit dem Thema beschäftigen. Eine von PwC durchgeführte Studie (Busch et al. 2015), bei der 100 Industrieunternehmen in fünf Branchen⁶ zum Thema Industrie 4.0 befragt wurden, ergab, dass bis 2020 85 % der unternehmensinternen und -externen Wertschöpfungsketten bereits einen hohen Digitalisierungsgrad aufweisen werden. Aufgrund der Befragungsergebnisse wird geschätzt, dass österreichische Industrieunternehmen bis 2020 4 Mrd. EUR in Industrie 4.0 Lösungen zu investieren planen, in der Erwartung, dass sich ihre Geschäftsmodelle stark verändern werden. Von diesen Investitionen erhoffen sich Unternehmen eine Effizienzsteigerung im Ausmaß von 20 % in fünf Jahren. Dies zeigt, dass in Österreich tätige Unternehmen bereits mitunter sehr konkrete Vorstellungen besitzen, wie die Digitalisierung auf ihren Bereich wirken kann. Dies ist aber nicht für alle Unternehmen in gleichem Ausmaß beobachtbar. So zeigte beispielsweise Starmayr (2014) in einer Umfrage unter oberösterreichischen Produktionsbetrieben, dass sich tendenziell eher Großunternehmen mit der Thematik beschäftigen.

Aufgrund der Änderung der Produktionsstruktur und -organisation der Industrie ergeben sich auch Veränderungen bei mit der Industrie verbundenen Dienstleistungen, allen voran auch der Logistik und Transportwirtschaft.

Die Änderungen sind vielfältig, im Folgenden seien exemplarisch ein paar Aspekte kurz dargestellt:

1. Aufgrund der erneuten Optimierung bei Produktionseinheiten und -prozessen vor allem im B2B-Bereich der Industrie kann es zu Verlagerungen von Industriestandorten kommen, die Logistik- und Transportunternehmen unterschiedlich stark treffen können.
2. Aufgrund der neuen Möglichkeiten, die die digitalisierte Produktion bietet, können Transporte, die bislang noch bedeutend waren, komplett redundant werden, da Produktion durch neue Produktionsverfahren - wie etwa durch den 3D-Druck - stärker dezentralisiert wird. Dies bedingt einerseits den Wegfall klassischer Produkttransporte, gleichzeitig können aber neue Transporte zur Verteilung der Druckrohstoffe entstehen.
3. Die Zahl der Transporte kann aufgrund von Tendenzen hin zu stärker individualisierter Produkten (bis hin zu Losgröße 1) steigen und das einzelne Transportvolumen wird kleiner. Dies bedeutet einen höheren Bedarf an Bündelung und Entbündelung von Transporten. Dies bedingt einerseits einen starken Anstieg im Bereich des KEP-Segments, ermöglicht aber andererseits auch neue Koordinationsmechanismen in den Hauptläufen.
4. Die Digitalisierung führt zu einer stärkeren Integration der Transport- und Logistikunternehmen mit der Industrie (den Verladern). Hierbei werden Transportunternehmen immer mehr zur verlängerten Werkbank der Industrieunternehmen.
5. Die Technologie im Bereich der Fahrzeugtechnik (etwa autonomes Fahren) sowie die stärkere Automatisierung von Logistiktätigkeiten (im Zusammenhang mit Robotik) verändern klassische Geschäftsmodelle der Logistik und Transportwirtschaft und führen zu einer Konsolidierung der Branche. Hier ist abzusehen, dass sich einige große Transportunternehmen als Generalisten und kleinere und mittlere Unternehmen als Spezialanbieter etablieren werden.
6. Automatisierung führt zu einem Wegfall klassischer Tätigkeiten in der Transportwirtschaft und Logistik; dies bedingt neben einem Verlust von weniger qualifizierten Arbeitsplätzen aber gleichzeitig die Schaffung neuer Beschäftigungsfelder im Bereich der IT-Entwicklung und Kontrolle.

Anhand der eben erwähnten Tendenzen und Entwicklungen kann die Vorstellung einer digitalisierten Logistik – oder Logistik 4.0 – entwickelt werden.

⁵ <http://plattformindustrie40.at/>

⁶ Informations- und Kommunikationsindustrie, Automobilzulieferer, Elektrotechnik und Elektronik, Maschinen- und Anlagenbau sowie Prozessindustrie (= Chemische Erzeugnisse, Pharmazeutische Erzeugnisse, Gummi- und Kunststoffwaren sowie Metallerzeugung und -bearbeitung.).

Definition Logistik 4.0

Logistik 4.0 umfasst Ansätze, Konzepte und Technologien für anpassungsfähige, (ressourcen-) effiziente, nutzerfreundliche und nachhaltige Transport- und Logistikformen. Schwerpunkte sind die horizontale und die vertikale Integration der Wertschöpfung. Die technologische Basis ist die Fusion von digitalen und physischen Technologien (cyber physics).

Um der starken Kundenindividualisierung und Flexibilitätsanforderungen gerecht zu werden, werden dazu folgende Ansätze verwendet:

- *Neue Automatisierungskonzepte (etwa autonomes Fahren)*
- *Selbstoptimierung, Selbstkonfiguration, Selbstdiagnose*
- *Das Internet der Dinge⁷ vernetzt alle Systeme, Fahrzeuge, Unternehmen, MitarbeiterInnen, KundInnen, etc.*

In diesem Zusammenhang ist das Konzept des *Physical Internet* wesentlich. Die zugrundeliegende Idee ist, dass bei Transport und Logistikdienstleistungen ähnlich dem (virtuellen) Internet Transporte aus standardisierten modularen Behältnissen unterschiedlicher Größe aufgebaut werden, die beliebig entbündelt und wieder gebündelt werden, sodass auch Sendungen unterschiedlicher Größe und Stückzahl ökonomisch effizient und nachhaltig erfolgen können⁸.

⁷ Unter Internet der Dinge wird die Idee verstanden, dass Gegenstände mit dem Internet vernetzt sind und selbständig zum Ziel des Informationsaustausches, dem Abgeben von Warnfunktionen sowie Notfallmeldungen etc. kommunizieren können (vgl. Gabler Springer Verlag (HG.)).

⁸ Vgl. hierzu auch <http://www.physicalinternetinitiative.org/>, abgerufen am 14.12.2015.

3. Ergebnisse der ExpertInneninterviews

3.1 Perspektive Wissenschaft und Forschung

OeKB Research Services/ RAI führte Interviews mit 5 Experten an Universitäten und Forschungsinstitutionen im Bereich Logistik und Industrie 4.0 in Österreich und Deutschland durch. Es wurden Interviews sowohl mit universitären Einrichtungen als auch mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen⁹ geführt, um unterschiedliche Anforderungen und Zugänge, die jeweilige Bedeutung von Industrie 4.0 und diesbezügliche Trends zu identifizieren. Dazu wurde im Vorfeld ein Interviewleitfaden erstellt, der folgende neun Hauptfragen umfasst:

- Frage 1: Was verstehen Sie unter bzw. wie definieren Sie Industrie 4.0?
- Frage 2: Was sind für Sie die wichtigsten Themen in Bezug auf Industrie 4.0?
- [Beispiele: Maßnahmen, Technologien, Prozesse]
- Frage 3: Wo gibt es aus Ihrer Sicht Gestaltungsspielraum in Bezug auf Industrie 4.0? (Ausrichtung der Forschungspolitik, Kooperation mit Wirtschaft, Rahmenbedingungen etc.)?
- Frage 4: Welche Rolle spielt Ihrer Meinung nach die Transportlogistik (Unternehmensexterne L.) in Bezug auf Industrie 4.0?
- Frage 5: Ist die Logistik in diesem Zusammenhang Treiber von Innovationen, oder wird ihre Entwicklung bzw. Rolle eher durch Innovationen im Produktionsprozess bestimmt?
- Frage 6: Wie wird sich Industrie 4.0 quantitativ und qualitativ auf den Güterverkehr bzw. das Verkehrssystem auswirken?
- Frage 7: Wie könnten neue Geschäftsmodelle im Bereich des Güterverkehrs bzw. der Transportlogistik nach dem Einzug von Industrie 4.0 aussehen?
- Frage 8: Wo entstehen durch Industrie 4.0 neue Potenziale für Forschung und Entwicklung im Bereich Güterverkehr und Transportlogistik? Gibt es hier Themenbereiche, die aus österreichischer Sicht eine hohe Bedeutung haben?
- Frage 9: In welchen Bereichen ergeben sich Chancen durch Industrie 4.0 für die Transportlogistik? Wo gibt es Risiken?

Die Interviews wurden per Telefon bzw. persönlich durchgeführt und dauerten im Durchschnitt ca. 40 Minuten, sie wurden aufgezeichnet und transkribiert.

Insgesamt bewerten die interviewten Experten aus Wissenschaft und Forschung Industrie 4.0 bzw. die Digitalisierung der Wirtschaft als ein für die Transportwirtschaft und Logistik wichtiges Thema, das sowohl Chancen als auch Risiken birgt. Die Aufgabe der Politik besteht einerseits in der Sensibilisierung der Wirtschaft und Gesellschaft für das Thema – insbesondere in Hinblick darauf, dass erstens Digitalisierung ein globales Phänomen ist, dem sich Österreich nicht entziehen und dass es zweitens Chancen und Möglichkeiten, aber auch Risiken gibt. Zudem fällt der Politik eine ordnungspolitische Rolle im Prozess der Digitalisierung zu. Dies betrifft einerseits allgemeine rechtliche Rahmenbedingungen (etwa in Hinblick auf Bestellprozesse und Gewährleistung sowie auf einzelne Transportprozesse), andererseits geht es hier um Schaffung einheitlicher Rahmenbedingungen, die die Umsetzung erleichtern (wie etwa im Bereich der Datenübertragung). Es gelte, die Chancen, die sich aus dem Prozess ergeben, zu nutzen und nicht zu verschlafen.

Obwohl die Logistik nicht als Treiber fungiert, ist sie dennoch ein ganz wesentlicher Aspekt des Industrie-4.0-Gesamtkonzepts. Die Befragten verorten die diesbezüglichen Impulsgeber in der Industrie und hier vor allem in der Maschinenbau- und Automobilbranche. Die Transportwirtschaft und Logistik kann jedoch auch sehr mitgestalten, beispielsweise beim Anbieten von System- und Komplettlösungen.

Wie in der Wirtschaft im Allgemeinen ist daher auch bei der Transportwirtschaft und Logistik die vollkommene Ausrichtung des Geschäftsmodells auf den Nutzen der KundInnen wichtig, um in der digitalisierten Welt zu bestehen, Themen wie Design-Thinking werden wichtiger.

⁹ Die Autoren möchten sich bei Univ. Prof. Dr.-Ing. Uwe Clausen (Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik IML), Prof. Dr. Heinz-Leo Dudek (Duale Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg), DI Dr. Jakob Puchinger (AIT Austrian Institute of Technology GmbH), Univ.-Prof. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Dr.-Ing. Wilfried Sihn (TU Wien und Fraunhofer Austria Research GmbH) sowie Prof. (FH) DI Franz Staberhofer (FH OÖ, Logistikum Steyr) für Ihre Bereitschaft zum Interview und vor allem ihre Inputs, die die Basis für den vorliegenden Abschnitt bilden, bedanken.

In Bezug auf die Auswirkung von Industrie 4.0 auf Transporte bzw. Transportvolumina gehen die meisten der Befragten davon aus, dass die Zahl der Sendungen steigen wird und die Einzelsendungen insgesamt kleiner werden. Daher gewinnt die intelligente Bündelung von Transporten zunehmend an Bedeutung. Wenn dies gelingt, kann die Entwicklung durchaus auch nachhaltig im Sinne der Effizienz und Ressourcenschonung gestaltet werden. Dabei fällt der Multimodalität eine besondere Bedeutung zu. So gehen einige Experten davon aus, dass synchromodale Hubs im Bereich der Logistik möglich werden und eine wichtige Rolle spielen werden. Auch bestehen im Bereich des Physical Internet bedeutende Lösungspotenziale bei der Bündelung einer höheren Anzahl an kleineren Einzelsendungen. Wesentlich ist hierbei auch, dass die Güter selbst „intelligent werden“, miteinander sowie mit Produktionsanlagen und Transportgefäßen kommunizieren können. Wenn allerdings diese Chancen der Bündelung durch synchromodale Hubs und im Rahmen des Physical Internets nicht ergriffen werden, wird das Transportvolumen insgesamt steigen ohne dass Ineffizienzen im Transportsystem, die sich beispielsweise aufgrund von Leerfahrten oder längeren Standzeiten ergeben, eliminiert werden können.

Für die Branche werden sich Chancen daraus ergeben, dass die unternehmensexterne Logistik stärker in die Prozesse des Verladeters eingebunden wird. Auch werden Chancen im Bereich der Inter- bzw. Synchromodalität für die Branche verortet, um etwa die Zahl an Leerfahrten zu senken und die Flotte insgesamt effizienter zu betreiben.

Den zuvor erwähnten Chancen werden allerdings auch Risiken gegenübergestellt. So wird die Digitalisierung der Wirtschaft und der Transportwirtschaft und Logistik Konsolidierungstendenzen in der Branche verstärken, da kleinere Transportunternehmen stärker unter Druck geraten werden entweder ihre Kosten zu senken oder ihr Leistungsspektrum bei gleichbleibendem Entgelt zu erhöhen. Ein weiterer Risikofaktor besteht beim Datenschutz und hinsichtlich der Rechtssicherheit von Echtzeitdaten. Eine weitere Gefahr ist, dass die Unternehmen die Technologie über den Kundennutzen stellen. Technologie alleine kann nicht zum Erfolg im Zuge der Digitalisierung führen. Auch in Hinblick auf die Beschäftigungsstruktur der Branche äußern die Befragten Bedenken, dass die Digitalisierung klassische Tätigkeiten entweder abwerten bzw. redundant machen wird: Der allgemeine Trend geht zu großen Flottenbetreibern, die FahrerInnen lediglich eine anlassbezogene Beschäftigung bieten. Leicht automatisierbare Routinetätigkeiten werden ersatzlos wegfallen, dies betrifft unter anderem LagerarbeiterInnen und StaplerfahrerInnen.

3.2 Perspektive Industrieunternehmen

Das Institut für Betriebswirtschaftslehre des Außenhandels führte ExpertInneninterviews mit VertreterInnen von zehn ausgewählten Industrieunternehmen durch, die durch ein zusätzliches Background-Gespräch mit zwei VertreterInnen der Industriellenvereinigung ergänzt worden sind. Ziel dieser Interview-Serie war es, die Sichtweise von Industrie- und Dienstleistungsunternehmen als Träger von internen Logistik-Vorgängen, vor allem aber auch als Auftraggeber für externe Logistik-Partnerunternehmen einzubringen.

Bei der Auswahl der Interview-Partnerunternehmen für diese Erhebung wurde der Weg einer positiven Vorweg-Auswahl hinsichtlich der Betroffenheit des jeweils befragten Unternehmens durch Industrie 4.0 beschritten. In diesem Sinne wurden konkret alle zwanzig Industrie- und Dienstleistungsunternehmen kontaktiert, die sich beim Pilotprojekt für Industrie 4.0 in Österreich, der Pilotfabrik in der Seestadt Aspern engagieren. Bei der Pilotfabrik handelt es sich um eine Initiative des BMVIT in Kooperation mit der TU Wien mit dem Ziel, neue Methoden und Produktionsverfahren realiter zu erforschen und auch als ‚Lernlabor‘ für die Weiterbildung von MitarbeiterInnen zu fungieren.

Im Vorfeld wurde ein Interviewleitfaden erstellt, der folgende Fragen umfasst:

- Frage 1: Ist Ihr Unternehmen mit dem Begriff Industrie 4.0 vertraut bzw. davon betroffen?
- Frage 2: Kommen Aspekte von Industrie 4.0 für Ihr Unternehmen in Frage bzw. wenden Sie diese Konzepte in Ihrem Unternehmen bereits an?
- Frage 3: Welche zukünftige Entwicklung von Industrie 4.0 können Sie sich – allgemein und auch für Ihr Unternehmen – vorstellen? Wo ist ein gestalterisches Eingreifen möglich und wo erforderlich?
- Frage 4: Welche Maßnahmen, Technologien und Prozesse sind für Sie im Bereich Industrie 4.0 entscheidend?
- Frage 5: Könnten sich auch im Bereich der Logistik die Transportwege und die eingesetzten Modi durch Maßnahmen im Rahmen von Industrie 4.0 ändern? Hat das Konsequenzen für die internationale Geschäftstätigkeit Ihres Unternehmens? Ist eine derartige Entwicklung absehbar?
- Frage 6: Ergeben sich aus Ihrer Sicht auch neue Geschäftsmodelle oder -möglichkeiten für Unternehmen durch die Implementierung von Industrie 4.0?
- Frage 7: Wie kann bzw. soll der Staat auf die Entwicklungen rund um Industrie 4.0 reagieren? Ist eine staatliche Lenkung dieser Themen wünschenswert bzw. notwendig?

Backupfragen:

- Frage 1: Industrie 4.0 soll auch die zunehmende Individualisierung von Produkten handhabbar machen. Wie sehen Sie hier die Auswirkungen auf die Unternehmen Ihrer Branche?
- Frage 2: Der Megatrend zur Individualisierung erfordert gleichzeitig eine Flexibilisierung der Produktion (Produktionsplanung, individuelle Produkte); wird sich dies auch auf die (Intra- bzw. Inter-)Logistik auswirken? Lässt sich abschätzen, wie sich dies auswirken wird?

Daraus resultierten zehn positive Rückmeldungen der angefragten Unternehmen, die in zehn Interviews mündeten. Die Interviews wurden in erster Linie persönlich, in vier Fällen telefonisch und in einem Fall in schriftlicher Form durchgeführt. Die durchschnittliche Dauer eines Gespräches betrug etwa 45 Minuten und wurde aus Dokumentationszwecken grundsätzlich von zwei InterviewerInnen geführt.

In einer verdichteten Betrachtung ist insgesamt festzustellen, dass sich die – vorweg über die Auswahlentscheidung präqualifizierten – Unternehmen bereits im Rahmen ihres Engagements an der Pilotfabrik in der Seestadt Aspern intensiv mit der Thematik von Industrie 4.0 auseinandersetzen. Demnach lassen sich aus der Stichprobe einige Kernthemen von Industrie 4.0 herauskristallisieren, die für viele Industrie- und Dienstleistungsunternehmen von Relevanz sind bzw. sein werden.

An prominenter Stelle findet sich durchgehend bei allen InterviewpartnerInnen der Hinweis auf die Chancen einer entsprechenden Effizienzsteigerung beim Fertigungsprozess. Die vierte industrielle Revolution soll vor allem einen flexiblen Produktionsprozess ermöglichen, um die steigenden individualisierten Kundenbedürfnisse befriedigen zu können. Dies kann nur durch eine zunehmende Digitalisierung und Automatisierung des Produktionsprozesses gelingen. Dadurch erhofft man sich Steigerungen in der Effizienz und Flexibilität im Laufe der gesamten Wertschöpfungskette. Im Kontext mit einem verbesserten Qualitätsmanagement sollen dadurch Probleme und Fehler in der Produktion früher erkannt und wenn möglich automatisch behoben werden. Gleichzeitig rückt die Serviceleistung als eine wesentliche Produktkomponente in den Mittelpunkt, wobei neue Ansätze der Fernwartung („remote services“) mehrfach angesprochen worden sind. Letztendlich laufen die positiven Einschätzungen und Chancen aus der im Rahmen von Industrie 4.0 realisierbaren Effizienzsteigerung auch auf die Sicherung des Produktionsstandortes Österreich hinaus.

Dieses grundsätzlich positiv eingeschätzte Umfeld bringt aber gleichzeitig auch eine Reihe von Herausforderungen, die es in diesem Kontext zu bewältigen gilt. Ein mehrfach angesprochenes Thema betrifft die Schnittstellen der Kommunikation zwischen Maschinen und Ressourcen, vor allem auch hinsichtlich des zentralen Erfordernisses einer – auf globaler Ebene – gemeinsamen, standardisierten Kommunikationssprache bzw. Schnittstellen-Standardisierung. Zusätzlich sind Lösungen für den Umgang mit der rapide ansteigenden Menge an Daten („Big Data Problematik“), die es zu speichern und zu analysieren gilt, auszuloten. Dabei spielt nicht zuletzt auch der Hand in Hand mit der zunehmenden Digitalisierung immer wichtiger werdende Aspekt der Datensicherheit, also die umfangreichen rechtlichen und regulatorischen Fragen beim Umgang mit Informationen, eine zentrale Rolle.

Als wichtiger Themenkreis wurden die sich – aus einer komplexen Gesamtbetrachtungsweise – ergebenden neuen Anforderungen an die ArbeitnehmerInnen der Zukunft angeführt, die zwangsläufig aus den erwarteten Veränderungen des Produktionsprozesses in Industrie- und Dienstleistungsunternehmen resultieren. Dies

bedeutet für die Politik, dass die Aus- und Weiterbildung der ArbeitnehmerInnen an diese neuen Gegebenheiten angepasst werden muss.

Welche Auswirkungen Industrie 4.0 auf die bestehenden Geschäftsmodelle haben wird, ist aus Sicht der befragten Industrieunternehmen sehr schwer abzuschätzen. Die Spannbreite der Antworten erstreckt sich hier von „keine Veränderung“ bis hin zu „radikalen Veränderungen“ der Geschäftsmodelle. Über die durch Industrie 4.0 induzierten Veränderungen von Geschäftsmodellen im Bereich der Export- und Direktinvestitionstätigkeit von Unternehmen wurden hingegen von den InterviewpartnerInnen keine konkreten Aussagen beigesteuert.

Grundsätzlich lässt sich zusammenfassen, dass vor allem Serviceleistungen in Form von Fernwartungen etc. in der Zukunft eine bedeutende Rolle spielen werden. Man erwartet sich aufgrund der Digitalisierung und Automatisierung, jederzeit über den Produktionsablauf informiert zu sein und somit Eingriffe auch über weite örtliche Distanzen hinweg bewerkstelligen zu können. Dies nimmt einerseits Bezug auf Lösungsansätze im Bereich der internen Logistik (Lagerhaltung, Fuhrparkmanagement, Außendienststeuerung), ermöglicht aber zweifelsohne auch einen Blick auf die zukünftige Gestaltung der Beziehung mit den (externen) Logistikpartnerunternehmen.

3.3 Transportwirtschaft und Logistik

Das Institut für Transportwirtschaft und Logistik führte Interviews mit ExpertInnen und EntscheidungsträgerInnen aus 8 ausgewählten Unternehmen aus der Transport- und Logistikbranche durch. Die Unternehmen wurden nach unterschiedlichen Tätigkeitsbereichen bzw. Funktionen ausgewählt. Es wurden Interviews sowohl mit Speditionen, Branchenlogistikunternehmen und KEP¹⁰-Dienstleistern geführt, um unterschiedliche Anforderungen und Zugänge, die jeweilige Bedeutung von Industrie 4.0 sowie Trends zu identifizieren.

Zu diesem Zweck wurde im Vorfeld ein Interviewleitfaden erstellt, der folgende neun Hauptfragen umfasst:

- Frage 1: Kennen Sie die Begriffe Industrie 4.0 sowie Logistik 4.0 bzw. was verstehen Sie darunter?
- Frage 2: Was benötigen Sie und Ihr Unternehmen von Industrie 4.0 bzw. Logistik 4.0?
- Frage 3: Wie würden Sie aus Ihrer Sicht gerne die Entwicklung von Industrie 4.0 und Logistik 4.0 gestalten? Bzw. wo ist eine Gestaltung möglich und wo erforderlich?
- Frage 4: Welche Maßnahmen, Technologien und Prozesse sind für Sie im Bereich Industrie/Logistik 4.0 entscheidend?
- Frage 5: Wie kann bzw. soll der Staat auf die Entwicklungen rund um Industrie und Logistik 4.0 reagieren? Ist eine staatliche Lenkung dieser Themen wünschenswert bzw. notwendig?
- Frage 6: Industrie 4.0 soll auch die zunehmende Individualisierung von Produkten handhabbar machen. Wie sehen Sie hier die Auswirkungen auf die Transport und Logistikbranche.
- Frage 7: Der Megatrend zur Individualisierung erfordert gleichzeitig eine Flexibilisierung der Produktion (Produktionsplanung, individuelle Produkte), wird sich dies auch auf die Transport- und Logistikbranche auswirken? Bzw. wie wird sich dies auswirken?
- Frage 8: Könnten sich auch die Transportwege und die eingesetzten Modi durch Maßnahmen im Rahmen von Industrie 4.0 ändern? Kann dies auch Auswirkungen auf die eingesetzten Transportmittel und –gefäße haben? Ist eine derartige Entwicklung absehbar?
- Frage 9: Ergeben sich aus Ihrer Sicht auch neue Geschäftsmodelle oder –möglichkeiten für Transportunternehmen und Logistikdienstleister durch die Implementierung von Industrie 4.0?

Die Interviews selbst wurden telefonisch durchgeführt, wobei zunächst eine vorbereitende Kontaktaufnahme stattfand, in der der/die korrekte AnsprechpartnerIn in dem jeweiligen Unternehmen identifiziert wurde. Ebenfalls in dieser Phase erfolgte eine erste Vorstellung des Projekts sowie der geplanten Befragung um beim konkreten Interviewtermin qualitativ bessere Informationen erhalten zu können. Sofern gewünscht, wurde dem/der InterviewpartnerIn auch vorab der Leitfragebogen per Mail zugesandt um die Vorbereitung zu vereinfachen. Die tatsächlichen Interviews wurden zumeist durch zwei InterviewerInnen im Rahmen einer Telefonkonferenz mit einem Unternehmensvertreter durchgeführt, wobei die Dauer der Interviews von ca. 45 Minuten bis ca. 1,5 Stunden mit einem Durchschnitt von rund 60 Minuten reichte. Im Anschluss an die Interviews wurden die Inhalte von den beiden InterviewerInnen gemeinsam transkribiert, um bereits hier eine Aufbereitung der wahrgenommenen Inhalte zu erreichen. Die hier im Anschluss präsentierten Inhalte stellen eine zweite Runde der Interpretation und Destillation durch die InterviewerInnen nach einer zeitlichen Abkühl- und Reflexionsphase dar,

¹⁰ Kurier-, Express- und Paketdienstleister

um den übergreifenden Kontext ohne den direkten Eindruck eines vorhergehenden Interviews herstellen zu können.

Die wesentlichen Erkenntnisse aus der Auswertung der einzelnen Befragungen werden nachfolgend, thematisch segmentiert, dargestellt.

Der Begriff „Industrie 4.0“

Begriff Industrie 4.0 ist in der Transportwirtschaft weitgehend bekannt, wobei der konkrete Fokus je nach Unternehmen verschieden gesetzt und gesehen wird. Die Möglichkeiten und Chancen für eine konkrete Umsetzung und einen Einsatz in Transport- und Logistikunternehmen hängen dabei stark vom jeweiligen Unternehmen bzw. der Einstellung des Managements gegenüber innovativen Technologien ab.

Veränderte Rahmenbedingungen und Geschäftsgrundlagen

Das Thema der Individualisierung der Leistung stellt sich vor allem für Logistikunternehmen eher weniger, da bereits in der aktuellen Geschäftstätigkeit ein Großteil der Transporte sehr stark an den/die jeweilige/n KundInnen angepasst sind und auch hier eher weniger standardisierte Transporte erfolgen. Dies trifft vor allem auf KundInnen aus dem Industriebereich, also dem B2B-Bereich, zu. Hinsichtlich der Individualisierung der Leistung mit Bezug auf EndkundInnen/VerbraucherInnen zeigt sich schon jetzt im KEP-Dienstleister-Segment eine zunehmende Flexibilisierung der möglichen Auslieferorte bis hin zu „Last-Second-Decisions“.

Generell gehen Transport- und Logistikunternehmen davon aus, dass durch die Individualisierung aber auch effizientere Gestaltung der Produkte eine Atomisierung der Transporte erfolgen wird, wodurch das Transportaufkommen vor allem im Bereich der letzten Meile steigen wird, während die Hauptläufe eher weniger betroffen sein dürften. Dies ist jedoch sehr stark von der Kundenanforderung hinsichtlich der Lieferzeiten abhängig. Sollte diese noch stärker in Richtung „Same-Day-Delivery“ gehen, kann es durchaus zu einem verstärkten/häufigeren Einsatz kleinerer Fahrzeuge kommen. Diese Entwicklung würde jedoch aus heutiger Sicht klar negative ökologische Auswirkungen zeigen.

Im Bereich der Transportmittel und -gefäße wurde sehr häufig darauf hingewiesen, dass vor allem für die Hauptläufe sich wenige Veränderungen ergeben werden. Dies liegt auch daran, dass für die Hauptläufe schon sehr effiziente und standardisierte Gefäße existieren, bei denen ein Optimierungspotenzial nur schwer darstellbar ist. Relevante Veränderungen, auch schon in der näheren Zukunft, wurden vor allem im Vor- und Nachlauf, also in der ersten und letzten Meile, identifiziert. Hier wird fast einstimmig eine verstärkte Nutzung von kleineren und flexibleren Transporteinheiten angenommen. Dies könnte in letzter Konsequenz auch eine verstärkte Verschränkung traditioneller Logistikdienstleistungs- mit KEP-Dienstleistungsunternehmen auf der letzten Meile bedeuten, da diese bisher schon Erfahrungen mit entsprechenden Transportmitteln und -gefäßen haben. Bezogen auf Transportgefäße zeigt sich vor allem, dass flexiblere Behältnisse, die für eine Vielzahl von möglichen Inhalten genutzt werden können, eine sehr wichtige Entwicklung darstellen werden.

Innovative Produktionstechnologien werden zumeist nicht als großes Problem, vor allem für Logistikdienstleistungsunternehmen, gesehen. Dies liegt vor allem daran, dass auch wenn die Produktion auf Einzelpersonen oder Haushalte verteilt ist, dennoch die zur Produktion notwendigen Rohstoffe irgendwie transportiert werden müssen. Eine mögliche Änderung besteht hier in der Art des Produkts (bzw. dem Granulat, das für den 3D-Druck benötigt wird), welches transportiert wird, dennoch werden aber Güterflüsse notwendig sein, um eine entsprechende Versorgung sicherstellen zu können.

Zukünftige Herausforderungen und Chancen

Generell herrscht Einigkeit, dass eine zunehmende Vernetzung notwendig werden wird und hierdurch auch mehr Schnittstellen zu IT-Systemen (TMS, ERP, etc.) anderer Unternehmen erstellt werden müssen. Hier wäre ein Wunsch, dass zumindest einheitliche Datenstandards entwickelt und ggf. in Normen festgelegt werden um den Aufwand für Logistikunternehmen in gewissen Grenzen zu halten. Diese einheitlichen Standards sind vor allem deswegen für Logistikunternehmen interessant, da aufgrund der immer stärkeren Einbindung in zahlreiche Supply Chains die zu verwaltenden Schnittstellen eine unübersichtliche Menge erreichen.

Eine erfolgreiche Gestaltung der Maßnahmen rund um Industrie 4.0 wird von allen Befragten nur dann als möglich gesehen, wenn eine nachhaltige Kooperation mit allen PartnerInnen entlang der Supply Chain etabliert werden kann. Isolierte Ansätze werden schon rein aufgrund der interkonnektiven Ansätze rund um Industrie 4.0 nicht zielführend sein.

Als zentrale Herausforderung für Logistikunternehmen wird vor allem die Schaffung ausreichender und qualifizierter IT-Kapazitäten in den jeweiligen Unternehmen gesehen. Dies resultiert daraus, dass die Unternehmen von ihren KundInnen angehalten sind oder auch getrieben werden, die gewünschte Integration der Supply Chains zu unterstützen oder zunächst einmal herzustellen. Entsprechende Fachkräfte und Systeme zu akquirieren gestaltet sich schon jetzt eher problematisch bzw. sehr kostenintensiv.

Für Unternehmen in der Transport- und Logistikbranche ist die Umsetzung der Entwicklungen im Rahmen von Industrie 4.0 grundsätzlich eine Frage des wirtschaftlichen Überlebens. Wer sich diesen Konzepten nicht anpassen will, wird vermutlich langfristig nicht wettbewerbsfähig sein und damit aus dem Markt ausscheiden. Dies betrifft vor allem auch die Position des/der Logistikdienstleisters/in als Drehscheibe in der Supply Chain, der/die aufgrund der zentralen Funktion besonders gut aufgestellt ist, die Umsetzung des Konzepts Industrie 4.0 in einem inter-unternehmerischen Umfeld voranzutreiben. Sollte diese Entwicklung jedoch verschlafen werden und die Datenströme einmal um den/die Logistikdienstleister/in herum geleitet sein, wird es sehr schwierig diese zentrale Position weiterhin zu behaupten oder teilweise überhaupt einen Platz in der Supply Chain zu behalten.

Industrie 4.0 wird auch als Chance gesehen, da sich hier Differenzierungspotenziale ergeben, womit durch neue Value-Added-Services für die KundInnen von Transportunternehmen attraktivere Mehrwertangebote geschaffen werden können. Diese neuen Zusatzservices betreffen jedoch nicht nur die LieferantIn-Kunde/in-Beziehung, sondern verändern auch das Geschäftsverhalten innerhalb der Transportwirtschaft und führen dadurch zu neuen Kooperationen aber auch neuen Geschäftsmodellen und -feldern, die im nachfolgenden Abschnitt näher beleuchtet werden.

Die Integration des Systems Bahn in die Transportkette wird seitens der Logistikunternehmen als eine der großen Herausforderungen bei der Umsetzung funktionierender multimodaler Industrie-4.0-Konzepte betrachtet. Dies liegt vor allem an der empfundenen Inflexibilität und Abschottung gegenüber anderen Verkehrsträgern. Grundsätzlich wäre durchaus die Bereitschaft erkennbar, sich auch mit diesem Verkehrsträger auseinanderzusetzen, jedoch herrscht bereits einige Desillusionierung bezüglich der aktuellen Möglichkeiten, die der Schienenverkehr für die Anforderungen in Punkto Flexibilität und Interkonnektivität anbietet.

Eine mittel- bis langfristige Perspektive zur Optimierung der Modi-Nutzung stellt die Selbstorganisation von Sendungen wie sie testweise schon eingesetzt wird dar. Hier sehen vor allem Logistikunternehmen einen der wesentlichen Wendepunkte für ein zukünftiges Transportsystem, welcher gerade im Bereich der bisherigen relativ starren Hauptläufe zu fixen Zeiten einen entscheidenden Impuls setzen könnte. Benötigt werden für diesen Wandel jedoch die entsprechend flexiblen und anschlussfähigen Technologien sowohl von Seiten des Transportsystems als auch der Produktion und der KonsumentInnen.

Neue Geschäftsmodelle und Geschäftsfelder

Neue beziehungsweise vertiefte Geschäftsmöglichkeiten werden vor allem im KEP-Dienstleistungsbereich gesehen. Dies beruht vor allem auf der zunehmenden Zahl an, vor allem kleinen und leichten, Sendungen, die schon bisher die Kernkompetenz und Geschäftsgrundlage dieser Branche sind. In diesem Sinne wird durchaus auch die Option gesehen, dass zunehmend „traditionelle“ Logistikdienstleister ihr Aufgabenfeld und Angebotsspektrum in Richtung dieser Spezialangebote entwickeln.

Ein zweites wesentliches neues Geschäftsfeld wird in der Logistik der neu generierten Daten gesehen. Hier wird konsequent der ureigenste Gedanke der Logistik, die richtigen Güter zur richtigen Zeit in der richtigen Qualität am richtigen Ort verfügbar zu haben, weitergeführt. In diesem Geschäftsfeld spielt nicht nur die Generierung der Daten sondern auch die Speicherung, ziel- und kundengruppenspezifische Aufbereitung sowie die gesteuerte Verteilung über, teilweise noch zu definierende, Schnittstellen eine wesentliche Rolle. Um hier jedoch erfolgreich sein zu können, werden neue Qualifikationen und Fähigkeiten auch in den Human Resources der Logistikdienstleister benötigt, die in der bisherigen Konzeption der Businesspläne wenig bis nicht berücksichtigt werden. Dieses Geschäftsfeld besitzt eine sehr starke Bindung an den Bereich Data-Science. Wie jedoch in vielen Bereich des Modells Industrie 4.0 kann nicht eine Disziplin alleine eine funktionierende Lösung entwickeln, sondern es muss versucht werden, durch interdisziplinäre Zusammenarbeit eine integrierte Antwort auf die neuen Herausforderungen zu entwickeln.

Zusätzlich zum Management der Datenflüsse ist aber auch die generelle Koordinations- und Abstimmungsfunktion aller Partnerunternehmen innerhalb der Supply Chain sowie die Einbeziehung relevanter neuer GeschäftspartnerInnen eine Funktion die zukünftig noch präsenter werden wird. Dies betrifft jedoch nicht nur die reine Kommunikation sondern auch bei einer tieferen Integrationsstufe die Abstimmung gesamter

Geschäftsprozesse aufeinander um sowohl die Effizienz als auch die Effektivität der Wertschöpfungsketten wesentlich zu steigern. Diese, noch zu hebenden Potenziale werden auch maßgeblich die zukünftigen Einnahmequellen von Logistikdienstleistern darstellen, da hier noch relevante Margen generiert werden können, während der reine physische Transport zu einem kostendeckenden Element werden wird.

Vor allem für kleinere Speditions- und Frachtunternehmen wird es besonders wichtig sein, sich auf bestimmte Nischen innerhalb des Marktes zu konzentrieren, die dann mit spezifischen Services und Zusatzleistungen bedient werden können. Die Generalistenfunktion, die weiterhin notwendig sein wird, liegt nach Aussagen von Logistikunternehmen eher bei großen international aufgestellten Unternehmen, die durch ihre Strukturen eine entsprechende Flexibilität und Kontinuität in die Transportprozesse bringen können.

Die Rolle des Staates

Prinzipiell sollte die Organisation rund um Industrie 4.0 auf einer privatwirtschaftlichen/marktlichen Ebene erfolgen, dennoch werden staatliche Regulierungen vor allem im Hinblick auf Steuern, Datenschutz aber auch Wettbewerbsbedingungen durchaus als notwendig und positiv gesehen. Auch die Schaffung einheitlicher Standards könnte eine Aufgabe des Staates sein. Besonders hinsichtlich Datenaustauschstandards (besonders mit staatlichen Infrastrukturinformationen) sehen Transportunternehmen hier einen eindeutigen Bedarf der staatlichen Vorgabewirkung, um nicht in die „falschen“ Schnittstellen zu investieren.

Darüber hinaus wird auch die Abstimmung von arbeitsrechtlichen Rahmenbedingungen und die Schaffung flexibler Beschäftigungsumfelder, die dennoch zu einem sozial ausgewogenen Gesamtbild führen, weiterhin eine der zentralen Aufgaben des Staates bleiben. Besonderen Fokus muss hier eine Konzentration auf die supranationale Ebene erhalten, da aufgrund der jetzt schon abzusehenden internationalen Verschränkungen zukünftig eine Vielzahl von Rechtsordnungen miteinander interagieren wird.

4. Ergebnisse der standardisierten Unternehmensbefragung

Auf Basis der Erkenntnisse aus den ExpertInneninterviews sowie auf Basis der Literatur wurde ein Fragebogen erarbeitet, anhand dessen insgesamt 250 Unternehmen mit Sitz in Österreich zu ihrer Einschätzung zum Thema Industrie 4.0 und ihre Auswirkungen auf die Transportwirtschaft und Logistik befragt wurden. Im Zentrum der Befragung stand die Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit verschiedener Trends, die mit Industrie 4.0 verwoben sind, und der Chancen und Risiken, die sich aus der möglichen Materialisierung dieser Trends ergeben. Vor diesem Hintergrund wurden Unternehmen zudem gefragt, in welchen Bereichen sie Anpassungsbedarf in ihrem Unternehmen und wo sie Forschungsbedarf verorten.

4.1 Sampling

Als Grundgesamtheit wurden in Österreich in der Transportwirtschaft und Logistik¹¹ tätige Unternehmen mit mehr als fünf¹² MitarbeiterInnen festgelegt. Es wurde anhand von auf dem österreichischen Firmenbuch basierenden Informationen eine Unternehmensdatenbank erstellt, die mit Informationen der Bundesparte Transport und Verkehr der WKO, der Industriellenvereinigung sowie des BMVIT abgeglichen und gegebenenfalls ergänzt wurde. Die aus dieser Datenbank resultierende Grundgesamtheit liegt bei 1615 Unternehmen, die nach Unternehmensgröße quotiert wurde. Innerhalb der größten 75 Unternehmen wurde eine maximale Ausschöpfungsquote angestrebt. Aus dieser Grundgesamtheit wurden Telefoninterviews¹³ mit 250 Unternehmen realisiert. Die Ausschöpfungsquote liegt somit bei 15,5 %. Zielpersonen im Unternehmen waren leitende Personen, die einen Überblick über strategische Agenden des jeweiligen Unternehmens haben. Die Befragung startete am 24.09.2015, endete mit 16.10.2015 und wurde von Spectra durchgeführt.

4.2 Aufbau und Struktur des Fragebogens und Fragenprogramm

Der Fragebogen besteht aus 11 Fragen, die sich grob in vier Teile gruppieren lassen:

Im **ersten und einleitenden Teil** des Fragebogens wird zunächst der Begriff Industrie 4.0 bzw. Digitalisierung der Wirtschaft behandelt. Dabei werden die Unternehmen zunächst nach ihrer Kenntnis des Begriffes Industrie 4.0 befragt. Um diejenigen, die den Begriff nicht kennen, ebenfalls weiter befragen zu können, wird in der Folge eine Definition des Begriffes vorgelesen und die Befragten werden anhand dieses Begriffes um ihre Einschätzung gebeten, ob die Digitalisierung der Wirtschaft für die Branche einerseits und das eigene Unternehmen andererseits bedeutend ist.

Danach wird im **zweiten Teil** zunächst gefragt, ob die Unternehmen das Eintreten einzelner Trends, die im Rahmen von Industrie 4.0 bedeutend sein können, als wahrscheinlich oder weniger wahrscheinlich klassifizieren. Im nächsten Schritt sollen die Befragten beurteilen, ob die bereits genannten Trends eher eine Chance oder ein Risiko für das Unternehmen darstellen.

Nach Klärung und Bewertung einzelner Digitalisierungstrends, die die Transport- und Logistikbranche betreffen könnten, werden Unternehmen im **dritten Teil** des Fragebogens gefragt, ob sie in einzelnen Unternehmensbereichen (Geschäftsmodell insgesamt, IT, Personal und Fuhrpark) Anpassungsbedarf verorten und wenn ja, wie dieser im Detail im jeweiligen Bereich aussieht.

Im **vierten Teil** des Fragebogens wird schließlich der künftige Forschungsbedarf aus der Perspektive der Unternehmen ermittelt. Dabei werden zunächst einzelne Forschungsthemen vorgegeben, die anhand der einzelnen FTI Programme sowie anhand der Literatur als relevant erachtet werden. Zudem wird aber den Unternehmen auch die Möglichkeit gegeben, einzelne Forschungsthemen selbst zu nennen, die aus ihrer Sicht wesentlich sind.

¹¹ Güterbeförderung im Straßenverkehr (ÖNACE-Code H 49.41), Güterbeförderung im Eisenbahnverkehr (H 49.20), Umzugstransporte (H 49.42), Güterbeförderung in der See- und Küstenschifffahrt (H 50.20), Güterbeförderung in der Binnenschifffahrt (H 50.40), Güterbeförderung in der Luftfahrt (H 51.21) und Erbringung von sonstigen Dienstleistungen für den Verkehr a.n.g. (H 52.29-0).

¹² Da zu erwarten war, dass sehr kleine Unternehmen der Branche sich wahrscheinlich noch nicht mit dem Thema Industrie 4.0 auseinandergesetzt haben bzw. deren gestalterische Möglichkeiten im Wandel zu einer digitalisierten Logistik stark beschränkt ist wurden Unternehmen mit einer Mitarbeiteranzahl von bis zu fünf aus der Befragung ausgeschlossen.

¹³ Methode: CATI (= Computer Assisted Telephone Interview)

Das Fragenprogramm sieht darüber hinaus Schichtungskriterien in Bezug auf Unternehmensgröße sowie Abnehmerbranchen der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen vor.

Die Definition der Unternehmensgrößen-Kategorien wird anhand der Beschäftigtenzahl der Unternehmen vorgenommen und orientiert sich an der KMU-Definition der Europäischen Kommission (vgl. EU-Kommission, 2003):

- Kleinunternehmen: weniger als 50 MitarbeiterInnen
- Mittlere Unternehmen: 50 bis 249 MitarbeiterInnen
- Großunternehmen: 250 MitarbeiterInnen oder mehr

Bezüglich der Hauptabnehmerbranchen der Transportunternehmen differenziert die Umfrage nach folgenden Bereichen, die sich schwerpunktmäßig an der Definition der Wirtschaftssektoren nach NST/R (vgl. Statistik Austria, 2011) orientieren:

- Verderbliche Güter (Lebensmittel, Getränke bzw. verderbliche Güter)
- Nicht verderbliche Güter (Nicht verderbliche Konsumgüter (B2C-Bereich))
- Rohstoffe (Erze, Kohle, Erdölprodukte und andere Rohstoffe)
- Industriegüter (Industriegüter, Halb- und Fertigerzeugnisse (B2B-Bereich))
- Pakete, Briefe und Expressdienstleistungen
- Abfälle und Sekundärrohstoffe

4.3 Ergebnisse der Befragung

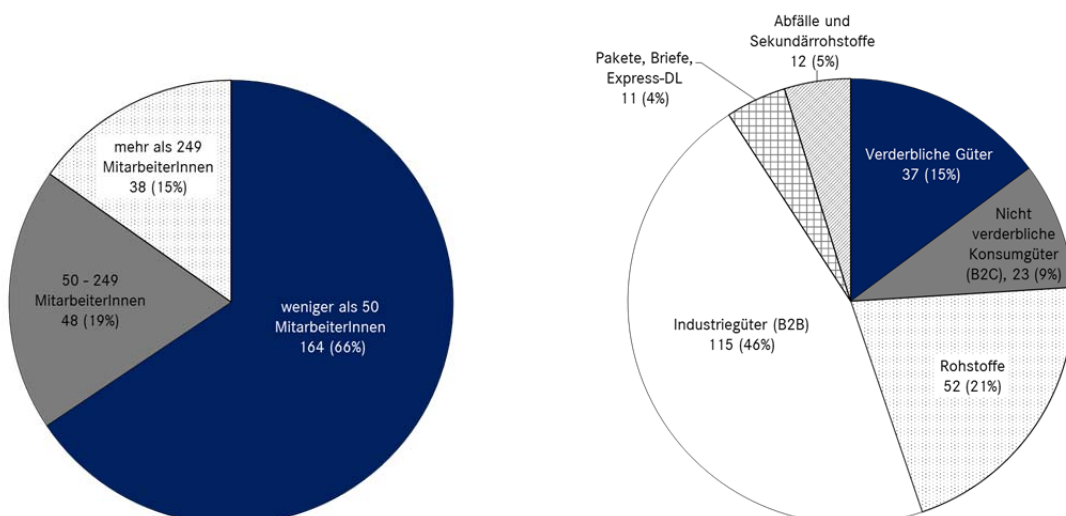
4.3.1 Charakterisierung der Stichprobe

Die Stichprobe umfasst 250 Unternehmen der Transport- und Logistikbranche. Nach Unternehmensgröße (auf Basis der MitarbeiterInnenzahl) differenziert sind 66 % der Unternehmen Kleinunternehmen, 19 % der Unternehmen sind mittlere Unternehmen und 15 % der Befragten fallen in die Kategorie Großunternehmen (vgl. Abbildung 2, Panel (a)). Die Hauptabnehmerbranche der befragten Unternehmen ist der Industriegüterbereich (46 %), gefolgt vom Bereich Rohstoffe (21 %) und verderblichen Gütern (15 %). Geringer vertreten sind der Bereich nicht-verderblicher Konsumgüter (für 9 % aller befragten Unternehmen), Abfälle und Sekundärrohstoffe (5 %) sowie Paket, Briefe und Express Dienstleistungen (4 %) (vgl. Abbildung 2, Panel (b)).

Abbildung 2: Charakteristika der Stichprobe (Anzahl der Unternehmen, Anteile in %)

Panel (a): Verteilung nach Unternehmensgröße

Panel (b): Verteilung nach Hauptabnehmerbranchen



Quelle: OeKB Research Services/RAI, eigene Darstellung.

4.3.2 Wissensstand und Bedeutung von Industrie 4.0 für die Logistik und Transportwirtschaft

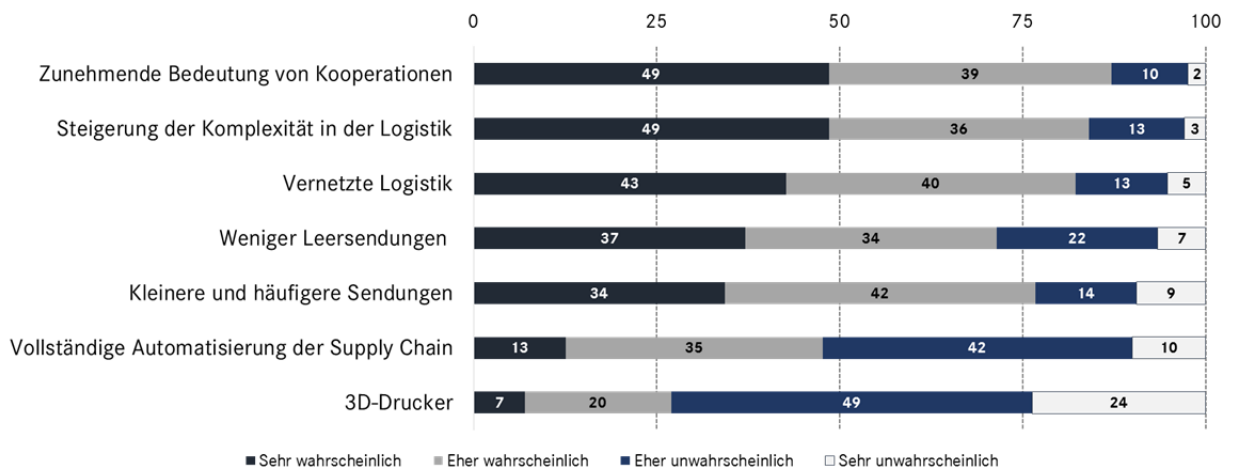
Von den 250 Unternehmen geben insgesamt 42 % an, den Begriff „Industrie 4.0“ zu kennen, 58 % kennen den Begriff nicht. Differenziert man nach der Unternehmensgröße so wird deutlich, dass vor allem kleine und mittlere Unternehmen wenig mit dem Begriff verbinden können (62 % der KMUs), während 61 % der Großunternehmen der Begriff bekannt ist.

In der Folge werden die Unternehmen – unter Zuhilfenahme einer Definition - zu ihrer Einschätzung der Bedeutung von Digitalisierung für die Branche insgesamt sowie für das einzelne Unternehmen befragt. Rund zwei Drittel der Befragten halten die Digitalisierung für eine wichtige Entwicklung für die gesamte Branche, interessanterweise schätzen nur etwa ein Drittel der Befragten Industrie 4.0 für ihr eigenes Unternehmen als zumindest bedeutend ein.

4.3.3 Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit und Chance und Risiken, die sich aus Industrie 4.0 ergeben

Anhand der Literatur sowie den ExpertInnengesprächen werden Trends in der Logistik sowie der Produktion im Allgemeinen identifiziert, die in Zusammenhang mit Industrie 4.0 stehen. Die Befragten sollen einerseits die Wahrscheinlichkeit dieser Trends aus ihrer Sicht bewerten und in der Folge auch abschätzen, ob diese eine Chance oder ein Risiko darstellen.

Abbildung 3: Bewertung der Eintrittswahrscheinlichkeit unterschiedlicher Industrie 4.0 Trends (in % der befragten Unternehmen)



Anmerkung: Aufgrund der verschiedenen Trends ist es schwierig hier konkrete Zeitangaben vorzugeben.

Quelle: OeKB Research Services/RAI, eigene Darstellung.

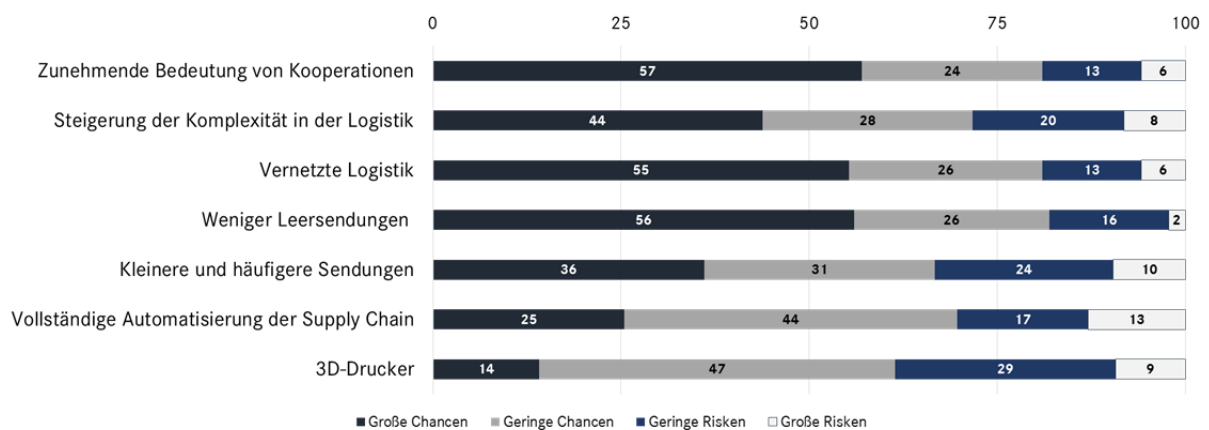
Aus Unternehmenssicht wird die Bedeutung von Kooperationen in der Zukunft stark zunehmen, ebenso wird die Komplexität in der Logistik steigen (jeweils 49 % der Befragten hielten diese Trends für sehr wahrscheinlich, vgl. Abbildung 3). Zudem wird die Vernetzung der Logistik steigen und es wird zu einer geringeren Anzahl an Leersendungen, aber zu häufigeren und kleineren Sendungen kommen. Interessanterweise werden 3-D Drucker als nicht sehr wahrscheinlich in der Zukunft befunden (lediglich 7 % der Befragten hielten diesen Trend für sehr wahrscheinlich), vollständige Automatisierung der Supply Chain wird auch als eher unwahrscheinlich kategorisiert (13 % sehr wahrscheinlich, 42 % eher unwahrscheinlich).

Befragt nach den Risiken bzw. Chancen ergibt sich ein ähnliches Bild, es werden

- Kooperationen,
- Weniger Leersendungen,
- Vernetzte Logistik und
- Steigerung der Komplexität der Logistik

eher als Chancen denn als Risiken begriffen (vgl. Abbildung 4). Geringere Chancen bzw. ein höheres Risiko ergeben sich durch die vollständige Automatisierung der Supply Chain sowie durch 3-D Drucker.

Abbildung 4: Klassifikation unterschiedlicher Industrie 4.0 Trends als Chance bzw. Risiko (in % der befragten Unternehmen)

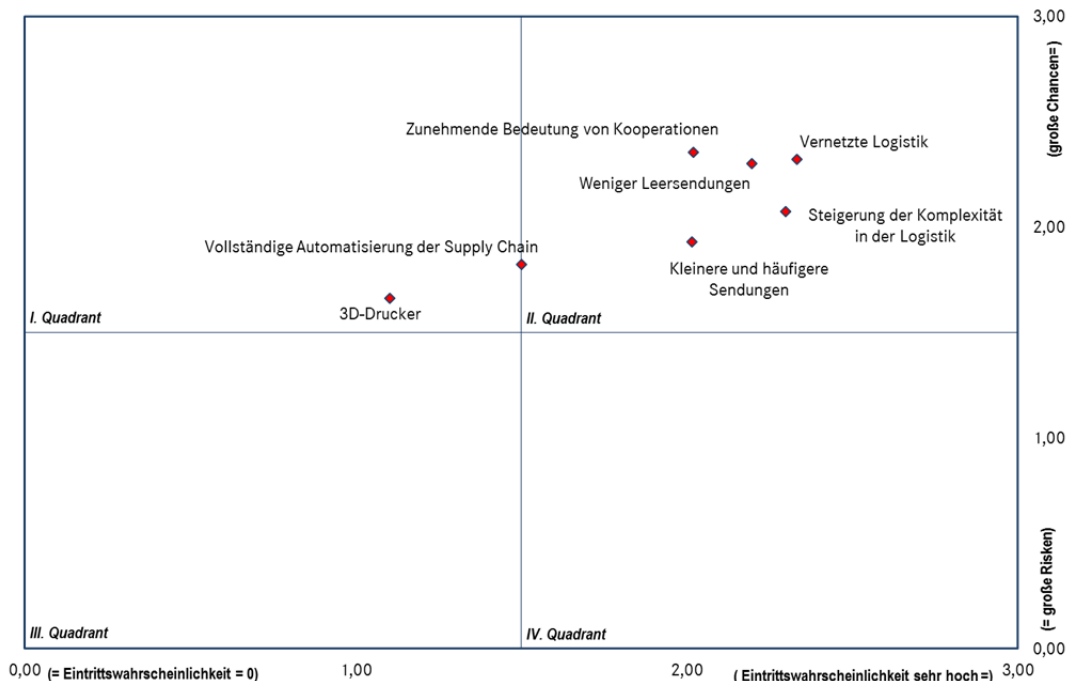


Quelle: OeKB Research Services/RAI, eigene Darstellung.

Abbildung 5 stellt die Einschätzung der Eintrittswahrscheinlichkeit der einzelnen Trends sowie deren Klassifikation als Chance oder Risiko gegenüber. Bemerkenswerterweise befinden sich sämtliche Trends gemäß Einschätzung der UmfrageteilnehmerInnen entweder im 1. oder im 2. Quadranten. Die meisten Trends werden als Chance mit hoher Eintrittswahrscheinlichkeit begriffen (Quadrant 2), einige werden jedoch als Chance mit geringer Eintrittswahrscheinlichkeit klassifiziert (Quadrant 1, betrifft 3-D Druck und Vollständige Automatisierung der Supply Chain). Dies lässt vermuten, dass hauptsächlich „realistische“ Trends befragt wurden. Außerdem werden die genannten Trends von den Unternehmen tendenziell als Chance denn als Risiko begriffen. Allerdings muss an dieser Stelle festgehalten werden, dass einzelne Trends in der Literatur sowie in den ExpertInnengesprächen als Risiko für traditionelle Unternehmen der Logistik und Transportwirtschaft gesehen werden¹⁴.

¹⁴ Der 3-D Druck, dem im Allgemeinen ein beträchtliches Potenzial attestiert wird (Astor, von Lukas, Jarowinsky et al., 2013, schätzen das Potenzial dieses Verfahrens in industriellen Anwendungen in Deutschland bis 2020 auf einen Umsatz in der Größenordnung von zwischen 12 und 35 Mrd. EUR), hat das Potenzial die Transportwirtschaft und Logistik durchaus stark zu verändern, indem statt verschiedenen Bauelementen nur mehr das zur Herstellung im 3-D Drucker Material bzw. Granulat transportiert werden muss. Da die Produktion in einer komplett digitalisierten Welt mit entsprechendem Verfahren lokal und dezentral erfolgen kann, kann von dieser Seite eine Reduktion von langen Transportströmen und damit ein Wegfall von Transportumsätzen erfolgen (vgl. Witzleben, 2014). Wenn es andererseits aber gelingt die Datenlogistik zu organisieren, kann aber auch gerade vom 3-D Druck und der vollständigen Digitalisierung der (veränderten) Supply-Chain eine positive Wirkung auf die Logistik ausgehen.

Abbildung 5: Eintrittswahrscheinlichkeit unterschiedlicher Trends sowie deren Klassifikation als Chance bzw. Risiko



Anmerkungen: Für das Portfolio werden Mittelwerte errechnet, die jedem Trend eine eindeutige Kennzahl zuordnen. Mittelwerte werden sowohl für die Eintrittswahrscheinlichkeit der Trends als auch für deren Klassifikation als Chance bzw. Risiko errechnet. Hinsichtlich der Eintrittswahrscheinlichkeit der einzelnen Trends haben die InterviewpartnerInnen vier Antwortmöglichkeiten, denen nachfolgende Werte zugeordnet sind: sehr wahrscheinlich (3), eher wahrscheinlich (2), eher unwahrscheinlich (1), sehr unwahrscheinlich (0). Die Berechnung der Mittelwerte für die Einstufung der Trends als Chance oder Risiko erfolgt analog (große Chancen = 3; geringe Chancen = 2, geringe Risiken = 1, große Risiken = 0). Je größer der Mittelwert, desto eher rechnen die UmfrageteilnehmerInnen mit dem Eintritt eines bestimmten Trends bzw. desto eher sehen sie eine große Chance.

Quelle: OeKB Research Services/RAI eigene Darstellung.

4.3.4 Verorteter Anpassungsbedarf im Unternehmen

Angesichts der Herausforderungen, die sich aus Industrie 4.0 ergeben, werden die Unternehmen befragt, ob beim Geschäftsmodell im Allgemeinen, bei der IT, beim Personal oder beim Fuhrpark Anpassungsbedarf verortet wird und wenn ja, wie dieser im Detail aussieht (hier waren Mehrfachantworten zulässig). Mit 47 %¹⁵ aller Antworten wird klar der Bereich IT als jener Bereich identifiziert, in dem wesentlicher Anpassungsbedarf besteht. Mit jeweils 36 % aller Antworten folgen das Geschäftsmodell und die MitarbeiterInnen des Unternehmens. Anpassungsbedarf im Bereich des Fuhrparks spielt aus Sicht der Befragten eine eher geringere Rolle.

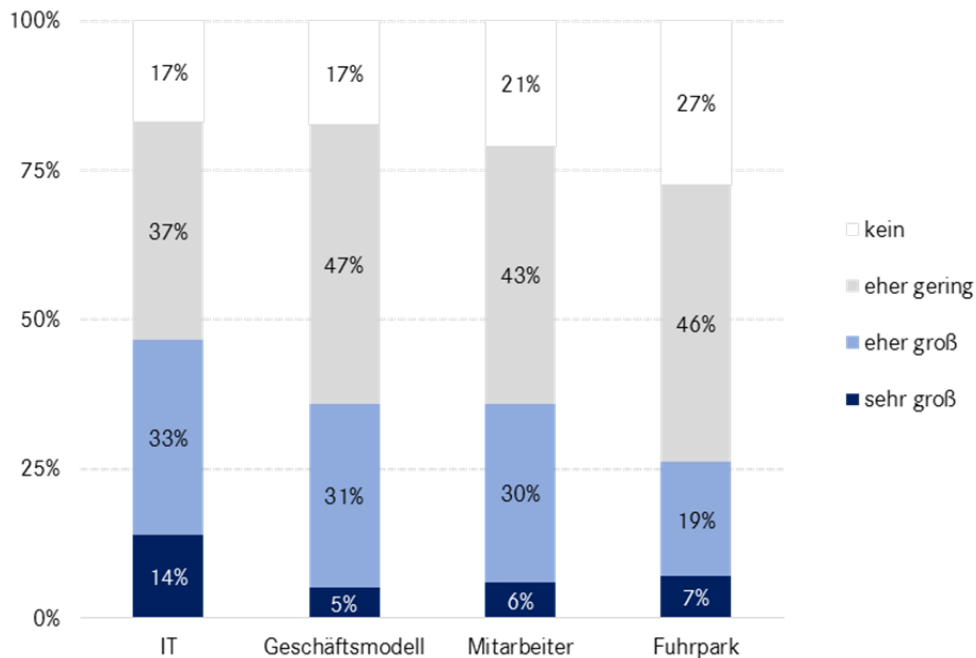
Betrachtet man den **IT Bereich** im Detail, so zeigt sich, dass die Befragten Anpassungsbedarf bei Kundenprogrammen und entsprechenden Schnittstellen, Anpassung eigener Programme an Kundenerfordernisse und dem Aufbau einer erweiterten IT-Infrastruktur sehen. Das Outsourcing von IT-Leistungen an Spezialunternehmen ist eher von geringerer Bedeutung (vgl. Abbildung 7, Panel (a)).

Anpassungsbedarf im Bereich des Geschäftsmodells ergeben sich – analog zur oben erwähnten Bewertung der Trends – im Aufbau von Kooperationen (80 % der Unternehmen). Ebenfalls bedeutend, aber weniger oft erwähnt, ist das Ertragspotenzial der angebotenen Leistungen (rund 67 %), der Vielfalt des Leistungsangebots und der Intensität der Kundenbeziehung im Sinne von Integration (63 bzw. 62 % aller Unternehmen). Anpassungsbedarf beim Geschäftsmodell durch stärkere Konkurrenz durch branchenfremde Unternehmen sowie

¹⁵ Hiermit sind die Antworten „sehr großer“ und „großer Anpassungsbedarf“ gemeint.

hinsichtlich Konzentration von Value Added Services werden tendenziell weniger betont (51 % bzw. 50 % der befragten Unternehmen, vgl. Abbildung 7, Panel (b)).

Abbildung 6: Anpassungsbedarf im Unternehmen im Zuge der Digitalisierung (in % der Unternehmen)

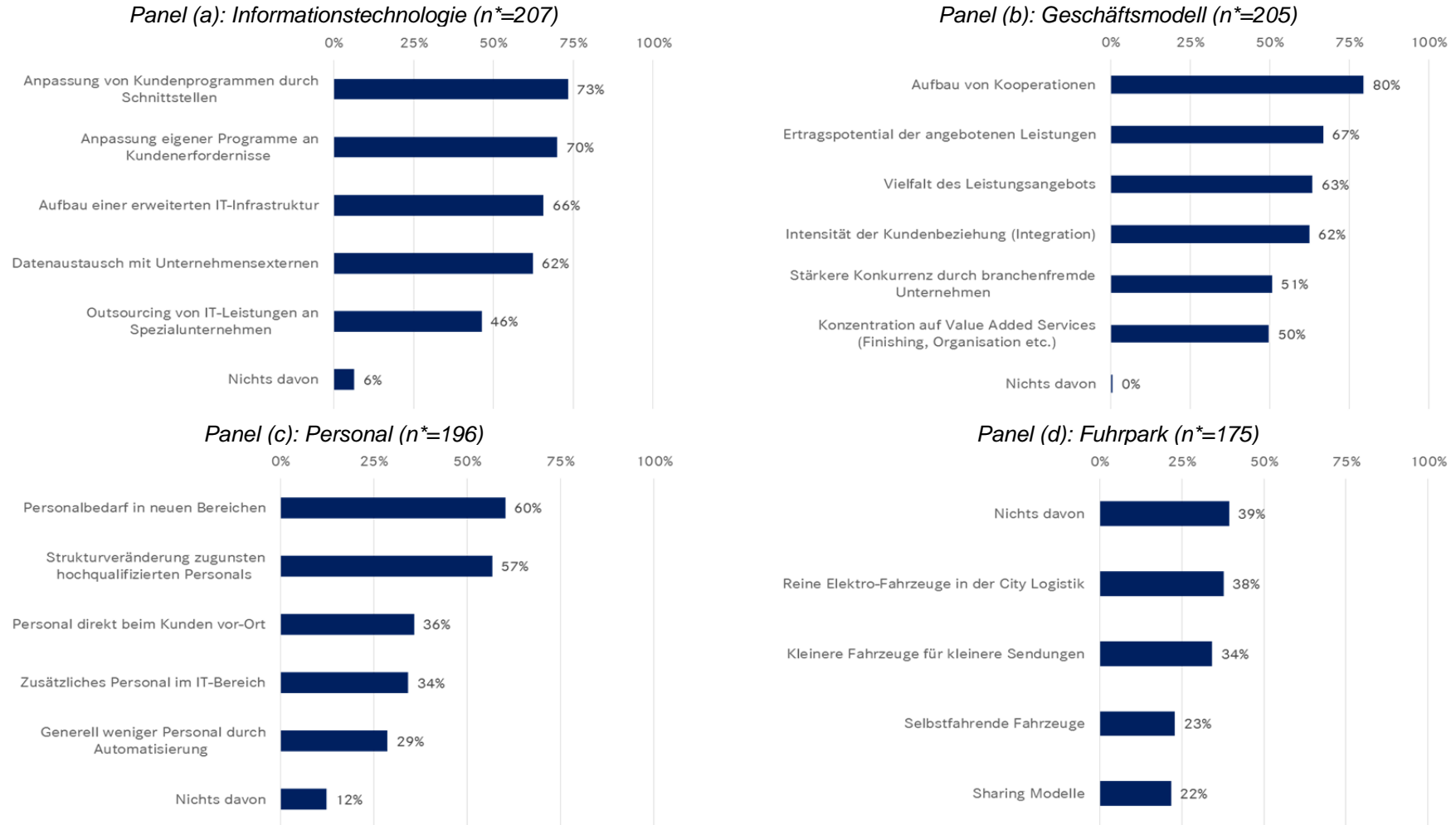


Quelle: OeKB Research Services/RAI eigene Darstellung.

Neben den beiden genannten Bereichen wird seitens der Transport- & Logistikservices auch beim **Personal** Anpassungsbedarf verortet, und hier vor allem in „neuen“ Bereichen (60 % aller Unternehmen) und bei Veränderungen der Personalstruktur zugunsten höher qualifizierten Personals (57 %). Personalabbau, Personal direkt beim/bei der Kunden/Kundin vor Ort sowie zusätzliches IT-Personal wird tendenziell weniger betont (vgl. Abbildung 7, Panel (c)).

Beim **Fuhrpark** wird im Allgemeinen der geringste Anpassungsbedarf verortet (26 % sehen hier sehr großen bzw. großen Anpassungsbedarf). Hier werden reine Elektrofahrzeuge in der City Logistik (38 %) sowie kleinere Fahrzeuge für kleinere Sendungen (34 %) als wichtig erachtet. Hinsichtlich Sharing Modellen und selbstfahrenden Fahrzeugen wird tendenziell geringerer Anpassungsbedarf verortet (vgl. Abbildung 7, Panel (d)).

Abbildung 7: Bereiche, in denen Anpassungsbedarf im Zuge der Digitalisierung besteht (in % der befragten Unternehmen, die Anpassungsbedarf sehen)



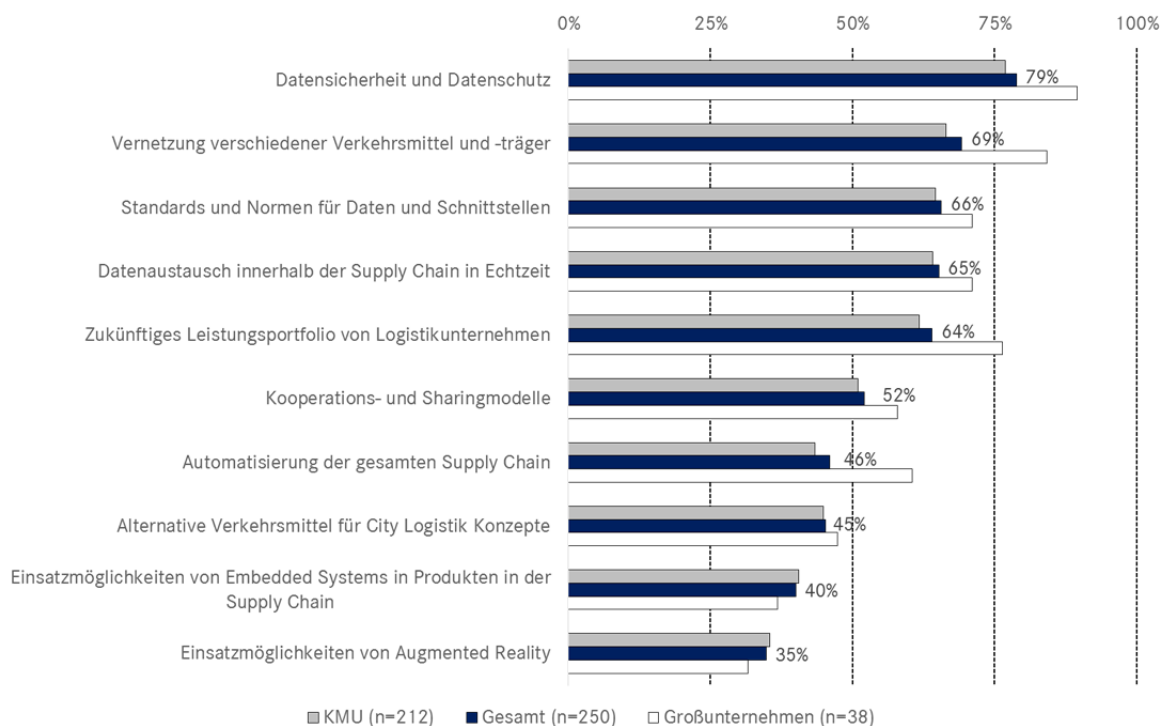
Anmerkung: * in Prozent der befragten Unternehmen, die Anpassungsbedarf sehen, Mehrfachantworten möglich.
Quelle: OeKB Research Services/RAI eigene Darstellung.

4.3.5 Verorteter Forschungsbedarf in Bezug auf Industrie 4.0

Zuletzt werden die Unternehmen der Transport- und Logistikbranche zu Forschungsbereichen befragt, die aus ihrer Sicht wichtig im Themenbereich Digitalisierung der Logistik sind. Unter den angebotenen Feldern wird vor allem der Bereich Datensicherheit und Datenschutz betont (diese Antwortmöglichkeit nannten rund 79 % aller Unternehmen, vgl. Abbildung 8). Zudem wird Bedarf im Bereich der Vernetzung von Verkehrsträgern und –mittel (69 %) und damit verbundene Fragen wie Standards und Normen für Daten und Schnittstellen (66 %) sowie Datenaustausch innerhalb der gesamten Supply-Chain in Echtzeit (65 %) gesehen. Ebenfalls wichtig scheinen den Unternehmen Themen, die mit dem zukünftigen Leistungsportfolio von Logistikunternehmen verbunden sind, zu sein.

Etwas weniger oft genannt werden hingegen die anderen Themen. Dazu zählen unter anderem Kooperations- und Sharingmodelle, „Automatisierung der gesamten Supply-Chain“, Alternative Verkehrsmittel für City-Logistik Konzepte, sowie Einsatzmöglichkeiten von Embedded Systems in Produkten in der Supply Chain. Während Kooperations- und Sharingmodelle sowie alternative Verkehrsmittel im Bereich der City Logistik wahrscheinlich eher entfernter von den klassischen Modellen der Branche sind, steht man – wie bereits oben erwähnt – der Vollautomatisierung der Supply Chain tendenziell etwas skeptisch gegenüber. Das mit letzterem verbundene Themenfeld der Embedded Systems wird dementsprechend auch nicht so stark betont. Auch sind Forschungsthemen aus dem Bereich von Augmented Reality aus Perspektive der österreichischen Transport- und Logistikunternehmen weniger interessant (35 % der befragten Unternehmen).

Abbildung 8: Reihung von Forschungsthemen (Gesamt und nach Unternehmensgröße differenziert, in % der Unternehmen der jeweiligen Gruppe)



Anmerkung: Mehrfachantworten möglich.

Quelle: OeKB Research Services/RAI eigene Darstellung.

Differenziert man nach der Größe des Unternehmens, so zeigt sich, dass das Ranking der Forschungsthemen unverändert bleibt, sowohl Groß- als auch kleine und mittlere Unternehmen geben ähnliche Präferenzen bekannt. Die Ausnahme hierzu bilden drei Kategorien, die stärker von Großunternehmen betont werden: Datensicherheit und Datenschutz, Vernetzung von Verkehrsmitteln und -trägern sowie das zukünftige Leistungsportfolio von Logistikunternehmen. Es ist zu vermuten, dass vor allem strategische Überlegungen zur zukünftigen Ausrichtung des Unternehmens tendenziell von größeren Unternehmen eher angestellt werden als von KMUs. Auch könnten Aspekte wie Datensicherheit und Datenschutz von KMUs tendenziell stärker unterschätzt werden.

Differenziert man den Forschungsbedarf nach Abnehmerbranchen, so fällt im Bereich der **verderblichen Konsumgüter** auf, dass das Thema City Logistik stärker als im Gesamtsample nachgefragt wird. Auf der anderen Seite spielt das Thema vollständige Automatisierung innerhalb der gesamten Supply Chain eine im Vergleich zum gesamten Sample eher untergeordnete Rolle (vgl. hierzu Tabelle 1).

Servicieren die Logistikunternehmen tendenziell stärker den Bereich **nicht-verderblicher Konsumgüter**, besteht bei der Vernetzung verschiedener Verkehrsträger und -mittel und auch bei Einsatzmöglichkeiten von Embedded Systems in Produkten in der Supply Chain ein im Vergleich zum Durchschnitt höherer Forschungsbedarf, andererseits spielen alternative Verkehrsmittel für die City-Logistik eine untergeordnetere Rolle.

Unternehmen, die im Bereich der **Rohstofflogistik** tätig sind, orten vor allem bei der Datensicherheit und dem Datenschutz einen starken Forschungsbedarf, hingegen spielt eine Reihe von anderen Forschungsthemen eine untergeordnetere Rolle. Dies betrifft konkret den Datenaustausch innerhalb der Supply Chain in Echtzeit, das zukünftige Leistungsportfolio von Logistikunternehmen, Kooperations- und Sharingmodelle, die Automatisierung der gesamten Supply Chain, alternative Verkehrsmittel für City Logistik Konzepte, Einsatzmöglichkeiten von Embedded Systems in Produkten in der Supply Chain sowie die Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality.

Da auf Unternehmen in der **Industriegüterlogistik** im B2B Bereich der Großteil der Unternehmen entfällt, entspricht auch die Priorisierung der Forschungsthemen jener des Samedurchschnitts, lediglich der Datenaustausch innerhalb der Supply Chain in Echtzeit wird stärker betont.

Bei **Paket-, Brief und Expressdienstleistern** besteht stärkerer Forschungsbedarf bei der Automatisierung der gesamten Supply Chain sowie bei Kooperations- und Sharingmodellen.

Bei Logistik- und Transportdienstleistern im Bereich **Abfälle und Sekundärrohstoffe** besteht kaum überdurchschnittlicher Forschungsbedarf, tendenziell ist der Forschungsbedarf geringer als im Gesamtsample. Eher unterdurchschnittlicher Bedarf besteht bei Datensicherheit und Datenschutz, Datenaustausch innerhalb der Supply Chain in Echtzeit, Kooperations- und Sharingmodellen, der Automatisierung der gesamten Supply Chain, alternativen Verkehrsmitteln für City Logistik Konzepte, Einsatzmöglichkeiten von Embedded Systems in Produkten in der Supply Chain sowie bei Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality.

Tabelle 1: Reihung von Forschungsthemen nach Abnehmerbranchen differenziert, in % der Unternehmen der jeweiligen Gruppe

| Forschungsthemen | Abnehmerbranchen | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------------------------|-------------|----------------------|----------------------------|-------------------------------|--------|
| | Verderbliche Güter | Nicht-verderbliche Konsumgüter (B2C) | Rohstoffe | Industriegüter (B2B) | Pakete, Briefe, Express-DL | Abfälle und Sekundärrohstoffe | Gesamt |
| Datensicherheit und Datenschutz | 76 % | 74 % | 75 % | 83 % | 82 % | 67 % | 79 % |
| Vernetzung verschiedener Verkehrsmittel und -träger | 65 % | 78 % | 54 % | 76 % | 73 % | 67 % | 69 % |
| Standards und Normen für Daten und Schnittstellen | 70 % | 57 % | 52 % | 72 % | 64 % | 67 % | 66 % |
| Datenaustausch innerhalb der Supply Chain in Echtzeit | 65 % | 65 % | 44 % | 77 % | 64 % | 50 % | 65 % |
| Zukünftiges Leistungsportfolio von Logistikunternehmen | 65 % | 48 % | 52 % | 72 % | 73 % | 58 % | 64 % |
| Kooperations- und Sharingmodelle | 54 % | 52 % | 40 % | 57 % | 64 % | 42 % | 52 % |
| Automatisierung der gesamten Supply Chain | 35 % | 52 % | 33 % | 54 % | 73 % | 25 % | 46 % |
| Alternative Verkehrsmittel für City Logistik Konzepte | 59 % | 35 % | 31 % | 51 % | 36 % | 33 % | 45 % |
| Einsatzmöglichkeiten von Embedded Systems in Produkten in der Supply Chain | 49 % | 57 % | 17 % | 45 % | 55 % | 17 % | 40 % |
| Einsatzmöglichkeiten von Augmented Reality | 43 % | 39 % | 19 % | 39 % | 36 % | 25 % | 35 % |
| Nichts davon | 16 % | 9 % | 15 % | 4 % | 18 % | 17 % | 10 % |
| Anzahl Antworten | 221 | 130 | 225 | 725 | 70 | 56 | 1427 |
| Anzahl Unternehmen | 37 | 23 | 52 | 115 | 11 | 12 | 250 |

Anmerkung: Fett gedruckte Prozentsätze weichen um mehr als 10 Prozentpunkte von den jeweiligen Werten des Gesamtsamples ab.

Quelle: OeKB Research Services/RAI.

5. Industrie- und Transport- & Logistik Fallstudien zum Thema Industrie 4.0

5.1 Veränderung industrieller Prozesse

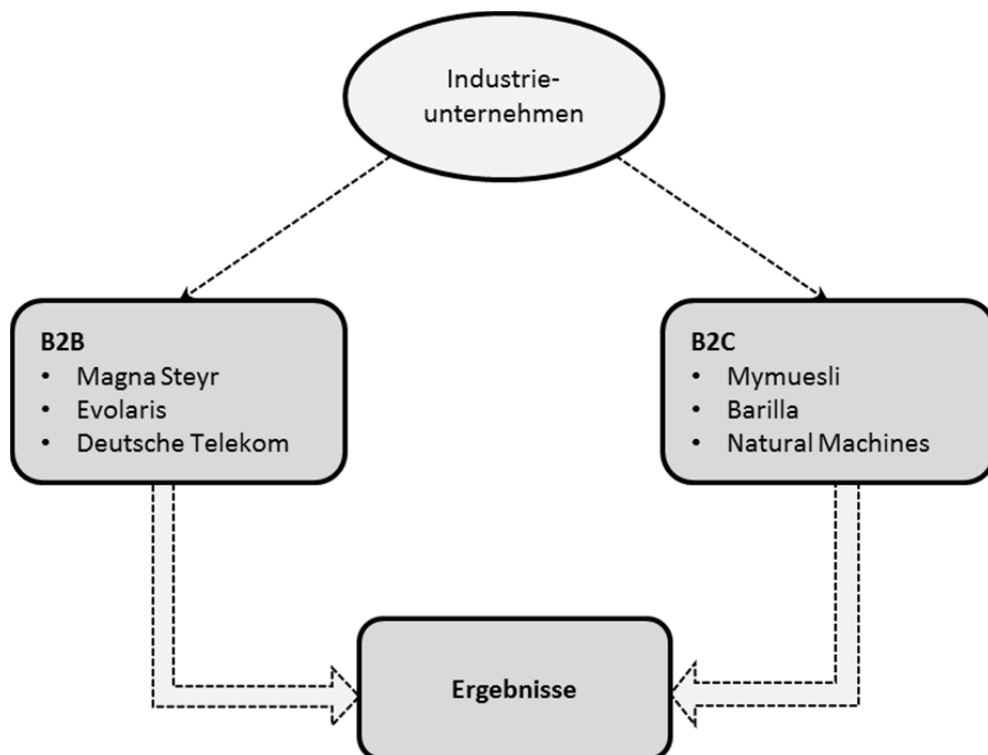
5.1.1 Ziel und Aufgabenstellung

Die Analyse und die Ergebnisse der ersten ExpertInneninterviews mit Vertretern aus verschiedenen Industrieunternehmen (siehe Kapitel 3) zeigen deutlich, dass die Unternehmen bisher zwar einzelne Aspekte der vierten Industriellen Revolution erfolgreich umsetzen konnten, gleichzeitig wurde aber auch klar, dass eine ganzheitliche Implementierung des Industrie 4.0 Konzepts in der Praxis noch nicht realisiert worden ist. Dementsprechend werden bei der Präsentation von Entwicklungen aus dem Industriebereich vorrangig repräsentative Industrie 4.0 Anwendungsbeispiele aus der Unternehmenspraxis herangezogen. Mit Hilfe dieser kurzen Praxisbeispiele aus dem Industriebereich sollen einerseits Einblicke in den derzeitigen Stand in den Unternehmen hinsichtlich der Umsetzung und Realisierung von Industrie 4.0 Lösungen gewonnen werden, andererseits sollen die daraus gezogenen wesentlichen Erkenntnisse die Erarbeitung verallgemeinerbarer Schlussfolgerungen unterstützen, die auch im Zusammenhang mit den Konsequenzen für den Logistik-Bereich von Relevanz sind.

Bei der Auswahl repräsentativer Industrie 4.0 Anwendungsbeispiele orientierte sich das Institut für Betriebswirtschaftslehre des Außenhandels an solchen Industrieunternehmen, die sowohl in Verbindung mit der österreichischen, als auch mit der deutschen Industrie 4.0 Plattform stehen. Die entsprechende Recherche erfolgte zum einen auf Basis von vorliegenden Veröffentlichungen, zum anderen in Kooperation mit Unternehmen, wobei das Fallbeispiel „Evolaris nextlevel GmbH“ die umfassendsten Einblicke geliefert hat.

Von der Kategorisierung her wurde zunächst in die Industrie 4.0 Anwendungsbereiche auf Unternehmensebene (B2B) und auf Konsumentenebene (B2C) unterteilt, um die teilweise differenziert zu sehenden Auswirkungen besser sichtbar machen zu können.

Abbildung 9: Aufbau der Analyse der Industrieunternehmen



Quelle: eigene Darstellung.

5.1.2 Anwendungsbereich Business-to-Business

Zunächst wurden die Auswirkungen von Industrie 4.0 Lösungen zwischen zwei oder mehreren Unternehmen, d.h. im Bereich B2B, analysiert. Das erste Anwendungsbeispiel befasste sich auf Basis von vorliegenden Präsentationen und Publikationen mit dem Automobilzulieferer „Magna Steyr“; im zweiten Anwendungsbeispiel geht es um ein Lösungsangebot der „evolaris next level GmbH“. Und das dritte Anwendungsbeispiel basiert auf den Veröffentlichungen der „Deutschen Telekom“.

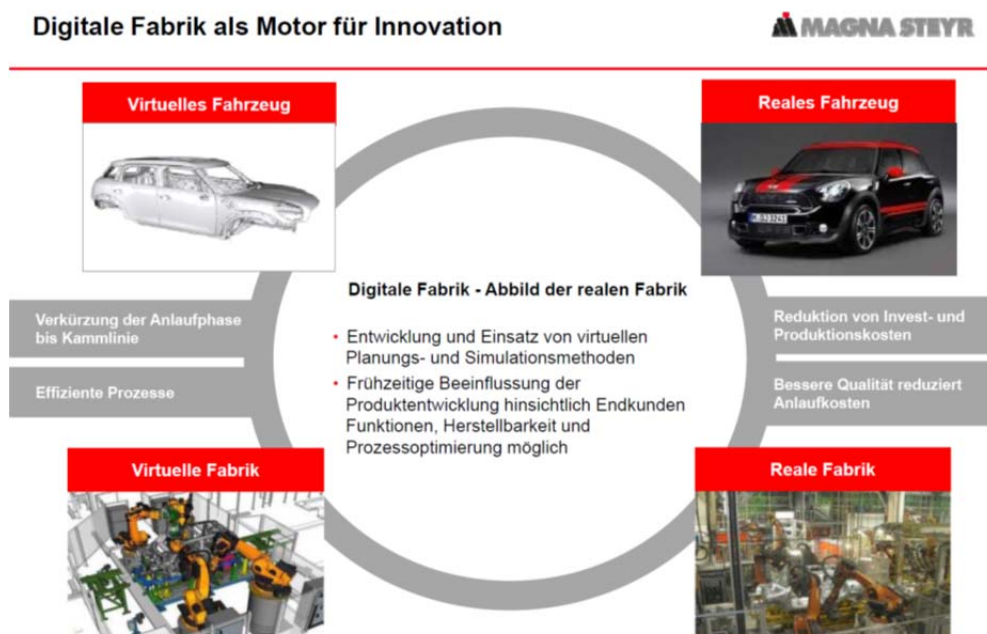
Anwendungsbeispiel 1: Magna Steyr

Der Automobilhersteller „Magna Steyr“ arbeitet derzeit an der Realisierung einer virtuellen Fabrik („smart factory“) im Sinne von Industrie 4.0 und will bereits bis zum Jahr 2017 den gesamten Montageprozess in dieser Fabrik digitalisiert haben. Dies soll dazu führen, dass man den gesamten Produktionsprozess virtuell abbilden kann, um diesen jederzeit simulieren und zugleich optimieren zu können.¹⁶ Den Ausgangspunkt bildete die Herausforderung, die Kommunikation zwischen mehr als 170 IT-Systemen und Subsystemen sicherzustellen, wofür eine Software-Lösung von Bosch zum Einsatz kam: inubit BPM.

Mit Blick auf die Prozessdurchgängigkeit wird inubit BPM eingesetzt „im Bereich elektronischer Datenaustausch (EDI), im Bereich Human Resources, für die Integration von ERP-Anwendungen, für die Engineering Data Base der/die FahrzeugentwicklerIn und zum komplexen und datenintensiven Transportmanagement, als Schnittstelle zwischen zentralem Produktionssystem und zahlreichen Subsystemen“.¹⁷ Auf dieser Basis entsteht eine den gesamten Unternehmensbereich umfassende Datendrehscheibe mit dem Ziel einer virtuellen Produktionsplanung für unterschiedliche kundenspezifische Lösungen.

Das damit entstehende Modell einer digitalen Fabrik ermöglicht auch das Verzahnen von realer und virtueller Welt, das in vielen Industrie-4.0-Anwendungen eine wichtige Rolle spielt. Die folgende Abbildung zeigt dies deutlich auf:

Abbildung 10: Digitale Fabrik als Motor für Innovation



Quelle: Magna Steyr (2014): Foliensatz zur Veranstaltung "Digital – Intelligent – Einzigartig: DIE Attribute der Industrie 4.0" der SFG und der IV-Steiermark

¹⁶ Vgl. Kleine Zeitung (2015): S. 1

¹⁷ Bosch (2013): Wo Räder rollen sollen, muss auch die IT sich bewegen. Case-Study Magna Steyr.

Renald Kern formuliert dabei als Ziel von Industrie 4.0 für Magna Steyr „die intelligente Fabrik, die Wandlungsfähigkeit, Ressourceneffizienz und die Integration von KundInnen und GeschäftspartnerInnen in Geschäfts- und Wertschöpfungsprozesse ermöglicht“.¹⁸

Das Anwendungsbeispiel 1 belegt klar, dass Industrie 4.0 Unternehmen die Möglichkeit haben, Engpässe oder auch Unregelmäßigkeiten in der laufenden Produktion frühzeitig zu erkennen und zu beheben, um in weiterer Folge etwaige Schäden und somit zusätzliche Kosten zu vermeiden. Mit anderen Worten, diese „smart factories“ tragen zu einer optimierten Entscheidungsfindung, flexibleren Produktion und verbesserten Ressourcenproduktivität und Effizienz bei. Andererseits ist man neben zahlreichen technischen Herausforderungen, wie z.B. der Schaffung geeigneter Schnittstellen, die eine Vernetzung der physischen und virtuellen Welt ermöglichen, vor allem mit der sich verändernden Rolle des Menschen in der virtuellen Fabrik konfrontiert.

Anwendungsbeispiel 2: evolaris next level GmbH

Bei der Erarbeitung des zweiten Anwendungsbeispiels geht es um die „evolaris next level GmbH“, wobei die Aussagen auf einem einstündigen Interview mit dem Geschäftsführer, Dr. Christian Kittel, basieren.

Das österreichische Unternehmen „evolaris“ wurde ursprünglich als Kompetenzzentrum im Jahr 2000 gegründet und anschließend im Jahr 2010 in die „evolaris next level GmbH“ umgewandelt. Die Eigentümerstruktur setzt sich aus den beiden Gesellschaftern „AVL List GmbH“ und „Kapsch BusinessCom AG“, die jeweils zu gleichen Teilen an ihr beteiligt sind, zusammen. Das in Graz und in Wien ansässige Unternehmen beschäftigt derzeit rund 35 MitarbeiterInnen, die sich mit der Weiterentwicklung der digitalen Vernetzung auseinandersetzen. Konkret liegt ihr Hauptaugenmerk auf der Konzeption und Entwicklung digitaler Assistenzsysteme im Industrie- und Commercebereich. Zusätzlich unterstützen sie Unternehmen bei der Auswahl und Integration der geeigneten Technologien und erstellen bei Bedarf auch maßgeschneiderte Lösungen, um anhand innovativer Industrie 4.0 Lösungen Prozesse zu optimieren.

Konzeption von „Assist 4.0“

Gemeinsam mit „AVL List GmbH“, „Infineon Technologies Austria“ und „Knapp AG“ arbeitet „evolaris“ an der Konzeption digitaler Assistenzsysteme. Diese digitalen Assistenzsysteme sollen mit Hilfe eines zentralen Softwaresystems die ArbeiterInnen dabei unterstützen, mit der Vielzahl an Daten, die im Rahmen der vierten industriellen Revolution von Maschinen & Anlagen, Produkten, der gesamten Produktionsumgebung, etc. erzeugt und gesammelt werden, umzugehen und effizient in ihren Entscheidungsprozess einzubinden. Dabei können Arbeitsanweisungen sowie wichtige Informationen über den Produktionsprozess bzw. über den Zustand einer Maschine auf einem mobilen Endgerät, wie z.B. auf Smartphones, Smartwatches oder Tablets, in multimedialer Form (Text, Graphiken, Videos) angezeigt und in Echtzeit an die jeweiligen MitarbeiterInnen weitergegeben werden, wie dies die folgende Abbildung zeigt.

Bemerkenswert ist auch im Anwendungsbeispiel 2 die Verknüpfung zwischen der virtuellen Welt, die zusätzlich zur Prozessmodellierung auch große, teilweise extern beschaffte Datenmengen sichtet und nutzt, und der realen Welt, die durch das digitale Assistenzsystem gewährleistet wird. Diesbezüglich arbeitet „evolaris“ am Einsatz von sogenannten „Wearables“, wie z.B. Datenbrillen, die einerseits für industrielle, andererseits auch für kommerzielle Zwecke verwendet werden können. Auf industrieller Ebene – beispielsweise in der Produktion oder auch im Falle von Reparaturaufgaben – können relevante Informationen in Echtzeit direkt in das Blickfeld des Arbeiters oder der Arbeiterin eingespielt oder auch ein direkter Kontakt zu einem unterstützenden ExpertInnen im Help-Center hergestellt werden, wie dies die folgende Abbildung zum *Smart Glasses Assistance System*¹⁹ zeigt.

Konkret entwickelt „evolaris“ im beschriebenen Projekt unterschiedliche Softwarelösungen für Datenbrillen, die z.B. genaue Anweisungen für Wartungen von Maschinen enthalten oder eine effizientere Lagerlogistik ermöglichen, aber auch für die bereits erwähnten Fernwartungsarbeiten eingesetzt werden können.²⁰

Die Konvergenz der physischen und virtuellen Welt lässt sich auch im Tourismus- und Sportbereich beobachten: „evolaris“ setzt in diesem Kontext bei herkömmlichen Skibrillen an und erweitert deren Funktionalität durch den Einsatz von neuen Technologien im Sinne der sogenannten „Augmented Reality“. Die innovativen Datenski-Brillen („Smart Ski Goggles“) von „evolaris“ zeigen NutzerInnen Informationen unter anderem über den aktuellen Zustand der Piste, die zurückgelegte Distanz, den Kalorienverbrauch, etc. direkt in die Brille eingespielt an.²¹

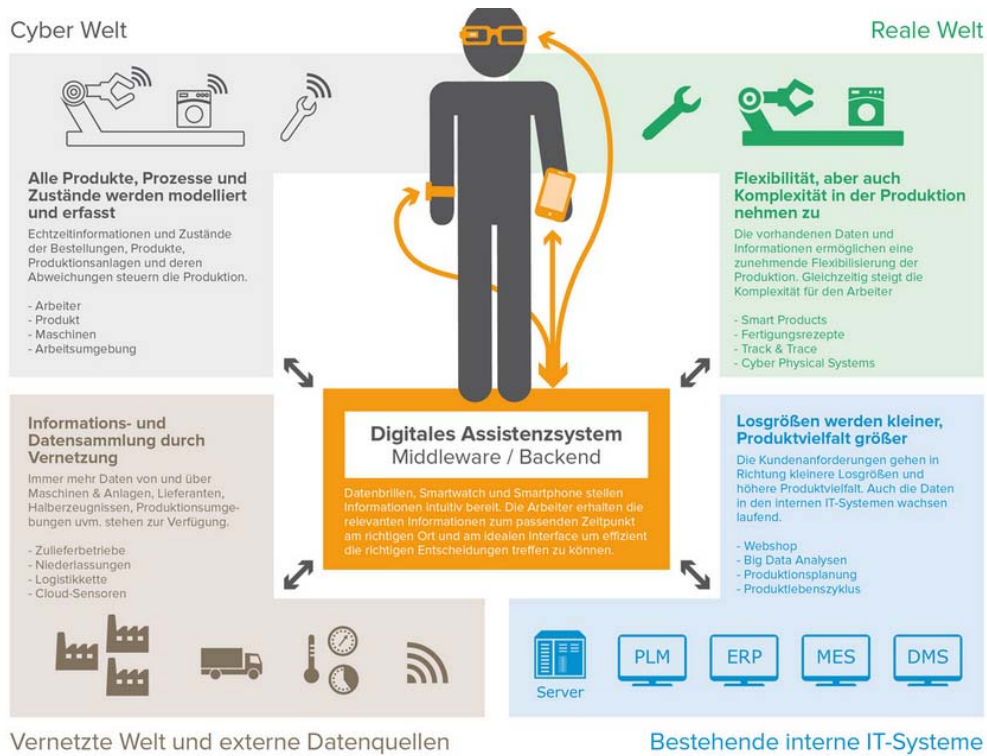
¹⁸ Magna Steyr (2014): Foliensatz zur Veranstaltung "Digital – Intelligent – Einzigartig: DIE Attribute der Industrie 4.0" der SFG und der IV-Steiermark

¹⁹ Evolaris (2014a): Assist 4.0 – Datenbrillen-Assistenzsysteme im Praxiseinsatz.

²⁰ Vgl. Evolaris (2016) : S. 1

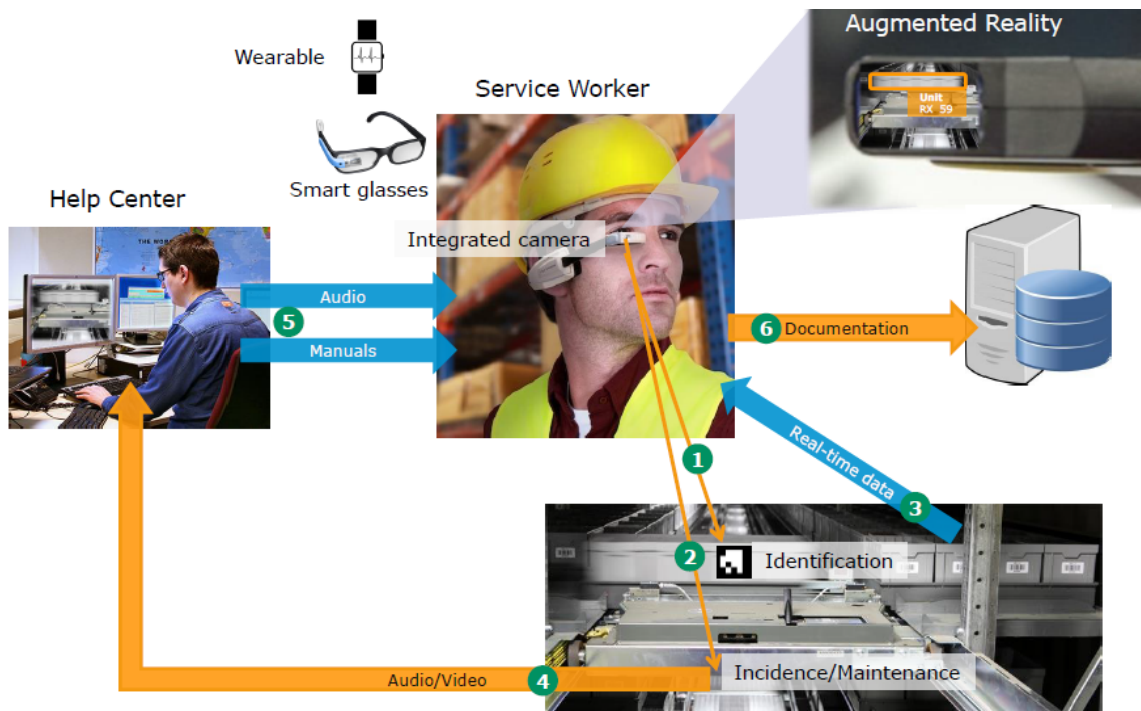
²¹ Vgl. Evolaris (2014b): S. 1

Abbildung 11: Evolaris - Digitales Assistenzsystem



Quelle: Evolaris (2014a): Assist 4.0 – Datenbrillen-Assistenzsysteme im Praxiseinsatz

Abbildung 12: Smart Glasses Assistance System



Quelle: Evolaris (2014a): Assist 4.0 – Datenbrillen-Assistenzsysteme im Praxiseinsatz.

Analysiert man das Anwendungsbeispiel 2, so sind zumindest drei Ebenen angesprochen, auf denen die beschriebene Industrie 4.0 Lösung ihr Potenzial entfaltet:

Fernwartung

Im Falle eines komplexen Problems, das der/die jeweilige MitarbeiterIn trotz der Anwendung digitaler Assistenzsysteme und somit mit Hilfe von Echtzeitinformationen nicht sofort beheben kann, hat dieser/diese die Möglichkeit, über ein in das jeweilige mobile Endgerät integriertes Video Remote Support System einen/eine Experten/-in in den Lösungsprozess miteinzubeziehen. Somit können Fachkräfte jederzeit und ortsunabhängig für gewisse Wartungs- und Reparaturarbeiten hinzugezogen werden, wodurch schließlich auch die Reisekosten gesenkt werden.

Time-to-fix

Die ständige Verfügbarkeit von relevanten Informationen kann die time-to-fix erheblich reduzieren und zu enormen Kosteneinsparungen führen. Ein besonders interessanter Aspekt, der sich aus diesen Entwicklungen ergeben könnte, ist die sogenannte „predictive maintenance“. Sehr fortschrittlich ist in diesem Segment das deutsche Unternehmen „ThyssenKrupp“, das für seine Aufzüge bereits entsprechende Industrie 4.0 Lösungen entwickelt hat, wo verschiedene Aufzugselemente mit Sensoren ausgestattet werden, um Daten über die einzelnen Komponenten des Systems sammeln zu können. Die ausgewerteten Daten werden schließlich über verschiedene Benutzeroberflächen den MitarbeiterInnen zur Verfügung gestellt. Dies ermöglicht, potentielle Wartungsarbeiten bereits frühzeitig erkennen und sogar entsprechende Maßnahmen setzen zu können, und zwar noch bevor das jeweilige Problem tatsächlich auftritt. Somit können wiederum Ausfallzeiten reduziert und zusätzliche Kosten vermieden werden.

Schulung und Weiterbildung

Weiteres erhofft man sich, auch aufgrund von Industrie 4.0 Lösungen im Schulungs- und Weiterbildungsbereich, Kosten erheblich senken zu können, indem man MitarbeiterInnen während der Tätigkeit ausbildet. Somit lernen diese direkt am Arbeitsplatz durch Zusehen oder aktives Mitmachen mit Hilfe von Informationen und Anweisungen, die von den digitalen Assistenzsystemen bereitgestellt werden, aber auch mit Hilfe von Anweisungen durch FacharbeiterInnen.

Anwendungsbeispiel 3: Deutsche Telekom

Auf umfangreichem Sekundärmaterial beruhend befasst sich das dritte Anwendungsbeispiel mit der „Deutschen Telekom“, die vor kurzem auf dem Gebiet der Landwirtschaft tätig wurde. Das deutsche Telekommunikationsunternehmen bietet Industrie 4.0 Lösungen für eine verbesserte Koordination der Logistikkette in der Landwirtschaft an. Im Mittelpunkt stehen auch hier sowohl die Vernetzung der Maschinen (z.B. Traktoren) untereinander, als auch die Unterstützung der menschlichen Arbeitskraft durch mobile Endgeräte und umfassende Daten bezüglich der betreffenden Arbeitsvorgänge. Die Maschinen erheben Daten mit Hilfe von Industrie 4.0 Lösungen in Echtzeit, welche anschließend in einem Cloud Server der „Deutschen Telekom“ (dem sogenannten „Cloud der Dinge“) gespeichert, verarbeitet und letztendlich an die ArbeiterInnen der jeweiligen Standorte weitergegeben werden.²²

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit der „Cloud der Dinge“ der „Deutschen Telekom“ soll anhand einer Kooperation mit dem deutschen Industrienähmaschinenhersteller „Dürkopp Adler“ illustriert werden. Sobald die jeweilige Nähmaschine mit der Cloud-Plattform der „Deutschen Telekom“ verbunden ist, ist das Gerät in der Lage, Informationen über den jeweiligen Zustand der Maschine an die Cloud zu senden bzw. auch Befehle über ebendiese Plattform entgegenzunehmen. Somit lassen sich die einzelnen Nähmaschinen problemlos überwachen und steuern. Dies ermöglicht es den jeweiligen Verantwortlichen, z.B. durch automatisierte Benachrichtigungen, kritische Zustände während der Produktion rechtzeitig zu erkennen, um so eine schnellere und günstigere Fehlerbeseitigung schon aus der Ferne zu gewährleisten.²³

Das Anwendungsbeispiel 3 legt einen zentralen Punkt offen, der im B2B-Bereich von hoher Relevanz ist: die Bedeutung der Speicherung und Verarbeitung von Daten sowie die Kommunikation zwischen Maschinen und Maschinen bzw. zwischen Maschinen und Menschen. Gerade aufgrund der Vielzahl an Daten („big data“) und Informationen, die bei Industrie 4.0 Lösungen eine zentrale Rolle spielen, werden derartige innovative Dienstleistungsangebote unverzichtbar sein.

Zusätzlich lässt dieses Anwendungsbeispiel eine weitere Industrie 4.0 bedingte Veränderung klar erkennen: Zentral geht es hierbei um die zunehmende Zusammenarbeit von unterschiedlichen Industriebereichen/Branchen,

²² Vgl. Plattform Industrie 4.0 (2016): S. 1

²³ Vgl. Hübner (2016): S. 172f.

in diesem Fall zwischen einem Telekommunikationsunternehmen und mehreren Unternehmen aus dem Landwirtschaftssektor. Es ist zu erwarten, dass es die zusätzlichen Fähigkeiten der Produkte („smart products“) und der Maschinen („smart machines“), Informationen und Daten, die über den gesamten Produktionsprozess erfasst werden, Industrie 4.0 Unternehmen ermöglichen werden, in für ihre bisherige unternehmerische Tätigkeit fremde Branchen und Bereiche einzusteigen.

5.1.3 Anwendungsbereich Business-to-Consumer

Neben dem B2B-Bereich soll aber auch ein Blick auf die Auswirkungen von Industrie 4.0 Lösungen zwischen Unternehmen und ihren KundInnen geworfen werden, d.h. auf den Bereich B2C. Das erste Anwendungsbeispiel befasst sich mit dem deutschen Müsliproduzenten „mymuesli“, wo bereits eine Industrie 4.0 konforme Lösung in der Produktion angewandt wird. Die darauffolgenden beiden Anwendungsbeispiele sollen kurz das Potenzial einer weiteren innovativen Technologie, nämlich die des 3D-Druckers im B2C-Bereich, konkret in der Lebensmittelindustrie, illustrieren.

Anwendungsbeispiel 4: MyMuesli

Der deutsche Müsliproduzent „mymuesli“ war das erste Unternehmen, das nach Kundenwünschen individualisierte Müslis anbot und auch heute noch als ein Musterbeispiel für eine erfolgreich implementierte Industrie 4.0 Lösung in der Produktion gilt. Die innovative Produktionsstraße ermöglicht den/der KundIn, individuell – laut Angabe des Unternehmens – mehr als 566 Milliarden Müsli-Variationen über das Internet selbst zusammenzustellen. Anschließend wird jede Müsli-Dose mit Hilfe eines Barcodes identifiziert, die spezifische Müsli-Mischung abgefüllt und an den/die KundIn versandt. Mittlerweile beschäftigt der innovative Müsli-Hersteller mehr als 300 MitarbeiterInnen und erzielt bereits einen Umsatz von mehreren Millionen EUR pro Jahr.²⁴

Das Anwendungsbeispiel 4 bietet einen guten Beleg für die frühzeitige Involvierung der AbnehmerInnen in den Prozess der Gestaltung des finalen Produktes – entsprechend einem hohen Grad an Individualisierung des Produkts. Vom Produktionsprozess her fasziniert die Bewältigung der Aufgabe durch mymuesli, über eine einzelne Produktionsstraße eine derartige Vielfalt an individualisierten Produkten herstellen zu können.

Anwendungsbeispiel 5: Barilla

Der italienische Lebensmittelhersteller „Barilla“ arbeitet bereits seit einigen Jahren gemeinsam mit dem niederländischen Forschungsinstitut „TNO“ an der Entwicklung eines Nudel-3D-Druckers. Mit diesem Drucker können derzeit vier individuelle, konventionell nicht realisierbare Nudelformen in nur zwei Minuten hergestellt werden, und zwar mit Hilfe von in der Maschine integrierten Teigpatronen, die mit Hartweizenmehl und Wasser gefüllt sind. Der Nudel-3D-Drucker soll in Zukunft nicht nur in Restaurants, sondern auch im privaten Bereich zur Anwendung gelangen.²⁵

Anwendungsbeispiel 6: Natural Machines

Das spanische Start-up „Natural Machines“ stellte erstmals im Jahr 2013 den „Foodini“ 3D-Drucker vor, mit dem unter anderem Pizzen, Burgers, Nudeln, etc. hergestellt werden können. Ähnlich wie beim vorigen Anwendungsbeispiel 5 müssen auch hier die eigentlichen, frischen Lebensmittel der Maschine zur Verfügung gestellt werden, wonach anschließend die Maschine, den spezifischen Anleitungen entsprechend, das gewünschte Gericht zubereitet.

²⁴ Vgl. Merz (2016): p. 92

²⁵ Vgl. derStandard (2014): S. 1; Vgl. Süddeutsche Zeitung (2016): S. 1

Derzeit kommt der „Foodini“ 3D-Drucker in einigen ausgewählten Restaurants zur Anwendung, wobei sich der besondere Vorteil vor allem in einer sehr hohen Präzision und in durch konventionelle Methoden nicht nachahmbaren Mustern und Formen niederschlägt. Das spanische Unternehmen hofft, das Produkt innerhalb der nächsten zehn Jahre soweit ausgereift zu haben, dass es auch kommerziell ein Erfolg wird. Ein besonders interessanter Aspekt in diesem Zusammenhang liegt im Potenzial, derartige Geräte mit anderen smarten Technologien, wie beispielsweise mit der Fitness-Applikation „Fitbit“, zu koppeln. Dadurch kann die jeweilige Mahlzeit dem aktuellen Trainingsprogramm einer Person angepasst werden.²⁶

Bemerkenswert an den – von der Konzeption her verwandten – Anwendungsbeispielen 5 und 6 ist die Tatsache, dass zusätzlich zur produktmäßigen Individualisierung der Produktionsprozess weitgehend zu den AbnehmerInnen verlagert wird. Dieses mit dem 3D-Druck eng verknüpfte Phänomen ist sogar noch dahingehend erweitert, dass das „Druckmaterial“ Lebensmittelqualität aufweist. Die „Aufladung“ des physischen Produktes durch ergänzend angebotene Dienstleistungen kann dabei als exemplarisch für andere Bereiche angesehen werden.

5.1.4 Ergebnisse

Wie sich aus den Anwendungsbeispielen ableiten lässt, steht die Etablierung innovativer Geschäftsmodelle, die durch Industrie 4.0 ermöglicht werden, im Mittelpunkt der Betrachtung. Folgt man der Kategorisierung von Industrie-4.0-Geschäftsmodellen, die vom Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung erarbeitet worden ist, lassen sich vier Kernaufgaben unterscheiden:²⁷

Infrastructure as a Service

Die Basis für das Bewältigen der – aus dem Vorliegen großer Datenmengen resultierenden – erforderlichen Plattformen kann nur eine entsprechende Infrastruktur gewährleisten, sei es, dass es sich um leistungsfähige Glasfasernetze handelt, sei es, dass eine einsetzbare Cloud Infrastructure zur Verfügung gestellt wird.

Zu diesem Punkt passt das Anwendungsbeispiel 3, wo es darum geht, dass die Deutsche Telekom für unterschiedliche Bereiche (im Beispiel: Landwirtschaft und industrielle Nähmaschinen) ein derartiges Infrastruktur-Angebot vorhält.

Platform as a Service

Die Bereitstellung des entsprechenden Unternehmens-Angebots (sowohl B2B, als auch B2C) erfordert Hardware-unterstützt und über entsprechende Software-Lösungen laufend zugängliche Plattformen, über die das Dienstleistungsangebot vermarktet werden kann.

Im Anwendungsbeispiel 1 kommt sehr klar heraus, welche wichtige Rolle die Installation einer derartigen Plattform aus dem Hause Bosch für die Etablierung einer konsequent ausgeformten Smart Factory bei Magna Steyr spielt.

Modules as a Service

Hier geht es um die Kombination von Hardware- und Software-Modulen für die Gestaltung personalisierter Dienste, die jeweils einen hohen Individualisierungsgrad einbringen, sei es auf Basis von industriellen Produktionsprozessen, sei es im Rahmen von an die AbnehmerInnen ausgelagerten Fertigungsschritten.

Passende Szenarien finden sich sowohl im Anwendungsbeispiel 2, wo es um individualisierte Lösungen (Hardware-seitig: Datenbrillen; Software-seitig: Kommunikationssoftware) im Bereich von B2B geht, als auch im Anwendungsbeispiel 4, wo eine extreme Angebotsvielfalt für die AbnehmerInnen geboten wird.

Value as a Service

Herausgearbeitet wird in diesem Punkt die Erarbeitung eines klaren Wertversprechens des offerierten Produkts, was in vielen Fällen auf die Bereitstellung eines echten Mehrwerts für die AbnehmerInnen hinaus läuft. Dabei kann es sich auf der Betrachtungsebene B2B um ein zusätzliches Dienstleistungsangebot im Ausbildungs-/Schulungs-, aber auch im logistischen Bereich handeln, wohingegen auf der Betrachtungsebene B2C sehr häufig Aspekte der Mobilität und Themen im Bereich Gesundheit angesprochen werden.

Im Lichte einer solchen Mehrwert-Bereitstellung können im Anwendungsbeispiel 2 die unterschiedlich ausgestaltbaren Angebote im Bereich Schulung und Weiterbildung gesehen werden, aber auch die Möglichkeiten

²⁶ Vgl. Natural Machines (2016): S. 1; Vgl. TechInsider (2016): S. 1

²⁷ Vgl. Dr. Wieselhuber & Partner / Fraunhofer IPA (2015): Geschäftsmodell-Innovationen durch Industrie 4.0

der Fernwartung, die eine Reduktion anfallender Reisespesen von ExpertInnen bewirken, fallen in diese Kategorie. Bedenkt man die Erweiterungsmöglichkeiten der „Foodini“ 3D-Drucker, auf die sich das Anwendungsbeispiel 6 bezieht, im Bereich Gesundheitsvorsorge in Kombination mit einer Fitness-Applikation, zeigt dies, wie hier das Thema eines angebotenen, kundenfokussierten Mehrwerts konkretisiert wird.

5.2 Veränderung von Prozessen in der Transportwirtschaft und Logistik

5.2.1 Überblick und zentrale Erkenntnisse

Im Rahmen der vertiefenden Fallstudien zu Transport- und Logistikunternehmen wurde auf Basis der Erkenntnisse aus den vorangegangenen Befragungen ein vertiefender Interviewleitfaden entwickelt, der zusätzliche Erkenntnisse und Inhalte zum Themenkomplex „Industrie 4.0“ liefern sollte. Nachdem bereits bei der Kontaktaufnahmerunde bezüglich der Interviews zu den vertiefenden Fallstudien klar wurde, dass Transportunternehmen alleine nur einen sehr eingeschränkten Teil des Gesamtgeschehens rund um „Industrie 4.0“ abbilden konnten, wurde die Zielgruppe der zu befragenden Unternehmen um Zulieferbetriebe im Bereich Hard- (Fahrzeugausstatter) und Software (IT-Lösungen für Transportunternehmen) erweitert. Die Inhalte des Leitfadens sind folgend kurz dargestellt:

1. Sind Sie bzw. Ihr Unternehmen bereits mit Industrie 4.0 oder den Auswirkungen dieses Konzeptes konfrontiert? Falls, ja inwiefern? (veränderte Prozess, höhere Kundenanforderungen, mehr verfügbare Daten, etc.)
2. Hat Industrie 4.0 Einfluss auf die Gestaltung Ihrer Unternehmensstrategie? Bitte klassifizieren Sie Ihre Antworten folgendermaßen:
 - a. Was wurde in der Vergangenheit bereits umgesetzt und welche Auswirkungen hatte das?
 - b. Was wird gerade umgesetzt und welche Auswirkungen sind zu erwarten?
 - c. Welche Anpassungen sind in Zukunft notwendig/absehbar und warum?
3. Welchen Einfluss hat Industrie 4.0 auf Ihre internen Unternehmensprozesse (bspw. Kundenakquise und -betreuung/-bindung, Produktionsprozesse von Logistikleistungen, Administration und Dokumentation, etc.) und auf Prozesse in die Sie eingebunden sind (Produktionsprozesse von KundInnen, SCM-Aktivitäten, etc.)? Bitte klassifizieren Sie Ihre Antworten folgendermaßen:
 - a. Welche Prozesse haben sich bereits geändert/wurden bereits umgestellt und welche Auswirkungen hatte das?
 - b. Was wird gerade umgestellt und welche Auswirkungen sind zu erwarten?
 - c. Welche Anpassungen sind in Zukunft notwendig/absehbar und warum?
4. Welchen Einfluss hat Industrie 4.0 auf Ihre Unternehmensressourcen (bspw. IT, MitarbeiterInnen, Finanzen/Cashflow, Fahrzeuge, Transportgefäße etc.)? Bitte klassifizieren Sie Ihre Antworten folgendermaßen:
 - a. Welche Anpassungen waren bereits in der Vergangenheit notwendig und welche Auswirkungen hatte das?
 - b. Was wird gerade angepasst und welche Auswirkungen sind zu erwarten?
 - c. Welche Anpassungen sind in Zukunft notwendig/absehbar und warum?
5. Benötigen Sie, bei Ihren Anpassungen an die Entwicklungen von Industrie 4.0 Unterstützungen? Falls ja, von wem und in welcher Form (bspw. Staat, Industriepartnerunternehmen, andere Logistikunternehmen, IT-Systemanbieter, Forschungseinrichtungen, etc.)?
6. Grob mit welchem finanziellen Aufwand waren die bisherigen Anpassungen verbunden und wofür wurden diese investiert? Wie denken Sie wird sich dieser zukünftig entwickeln? Wofür werden die Mittel verwendet werden (müssen)?
7. Wie wirkt sich Industrie 4.0 aufbauorganisatorisch in Ihrem Unternehmen aus?
8. Ist Ihrer Meinung nach eine Anpassung an die Entwicklungen rund um Industrie 4.0 notwendig, um (international) wettbewerbsfähig zu bleiben? Könnte es Alternativen geben?
9. Können durch Umsetzung von Industrie 4.0 Maßnahmen neue Kundengruppen erschlossen werden bzw. wurden diese bereits erschlossen?
10. Denken Sie, dass Industrie 4.0 ein weltweiter Trend ist/wird, oder begrenzt sich dieser auf gewisse Regionen (etwa nur Europa)?
11. Denken Sie, dass alle Branchen der Industrie von den Entwicklungen rund um Industrie 4.0 betroffen sein werden? Wer wird besonders betroffen sein, wer eher weniger? Wie sieht Ihre Einschätzung für die Bereiche Handel und Gewerbe aus?
12. (Eventuell) Abschließendes Statement des/der Interviewpartners/-in

Besonderes Augenmerk wurde in diesem Leitfaden auch auf die zeitliche Komponente und die bisherigen beziehungsweise antizipierten Veränderungen aufgrund der Einführung von Industrie 4.0 sowohl in den Unternehmen selbst als auch bei den KundInnen gelegt.

Die Interviews selbst wurden aufgrund der vertiefenden Inhalte und der benötigten Vorbereitungszeit sowie der Detailfülle an abgefragten Informationen zunächst telefonisch avisiert, anschließend wurde der Leitfragebogen zugesandt und abschließend je nach Vorliebe und zeitlicher Verfügbarkeit des/r Antwortenden wurde ein persönlicher oder erneuter telefonischer Termin vereinbart. Die Interviews selbst wurden zumeist durch eine/n InterviewerIn durchgeführt, wobei vorab eine vertiefte Abstimmung mit allen InterviewführerInnen erfolgte um die jeweiligen Frageauslegungen und gewünschten Informationen detailliert abzustimmen. Aufgrund der Menge an Informationen belief sich die Befragungsdauer auf 1,5 bis 2 Stunden. Die Interviews selbst wurden anschließend von den durchführenden InterviewerInnen transkribiert und einer ersten Verdichtung zugeführt. Die hier präsentierten Inhalte bilden eine Reflexion und zweite Komprimierung über alle befragten Unternehmen hinweg ab.

Die nachfolgenden Analyseinhalte wurden zusätzlich thematisch segmentiert um eine einfachere Verständlichkeit und Darstellung im Rahmen dieses Berichts zu ermöglichen. Vorab wird kurz ein generelles Erkenntnis zu Industrie 4.0 das sich durch die meisten Befragungen gezogen hat eingeschoben. Dieses findet sich nicht direkt in den Aussagen der Unternehmen wieder, spiegelt aber den Eindruck der InterviewerInnen im Rahmen der Befragungen wider.

Generelle Erkenntnisse zu Industrie 4.0

Der allgemeine Eindruck vor allem bei den vertiefenden Interviews war, dass das Thema „Industrie 4.0“ zwar schon sehr häufig gehört und auch als relevant eingestuft wurde, was ja auch die Befragungen im Rahmen des ersten allgemeineren Runde zeigten, dass jedoch sobald mehr Details und Inhalte betroffen sind die Beschäftigung zumeist schnell endet oder noch gar nicht begonnen hat. Dies dürfte auch an dem verbreiteten Zugang liegen, dass derzeit die Anforderungen beziehungsweise die benötigten Inhalte von Seite der KundInnen noch so offen und unklar formuliert sind, dass es den Unternehmen der Transportbranche schwer fällt gezielte Produkte oder Services zu gestalten, die möglicherweise interessant sind.

Auswirkungen von Industrie 4.0

Derzeit sind die Auswirkungen der Entwicklungen rund um Industrie 4.0 vor allem in den geänderten Kundenanforderungen für Transportunternehmen spürbar. Dies führt zu einer Erwartungshaltung in Richtung immer kürzerer Response-Zeiten, hier besonders das Angebot von Same-Day-Delivery Services, sowie immer mehr verfügbarer beziehungsweise zur Verfügung zu stellender Daten. Besonders letzteres stellt die Unternehmen vor Herausforderungen nicht zuletzt im Bereich Datenschutz.

Veränderungen in Unternehmensstrategie

Bezüglich strategischer Einstellungen und Entscheidungen wirkt Industrie 4.0 bei Transportunternehmen besonders auf die Gestaltung von Kundenbeziehungen, wobei hier dann eher von „PartnerInnen“ als von KundInnen gesprochen wird. Dies zeigt auch den verstärkt integrativen Zugang und Industrie-4.0-Bedingungen. Besonderer Fokus wird bei Entwicklung der Unternehmensstrategie auch auf den Bereich „Daten, Datenverfügbarkeit und –sharing“ gelegt, wobei hier klar abgegrenzt werden muss, wer zu welchen Pools Zugang erhält.

Veränderungen in den Unternehmensprozessen

Besonders bei den Unternehmensprozessen zeigt sich schon jetzt eine sehr starke Integration in Kundenprozesse bzw. der KundInnen in die Prozesse der Logistikunternehmen. So werden etwa live Positions- und Statusverfolgungen der Waren ermöglicht oder es können sendungsspezifische Dokumente direkt von den KundInnen in das System des Logistikunternehmens eingespielt werden (offene Schnittstellen). Im Gegenzug werden aber bei den Prozessen auch nur mehr sehr geringe Potenziale für weitere Entwicklungen bzw. Veränderungen gesehen. (Mehr als Vollintegration ist nicht möglich/interessant, da Hoheit über die Prozesse beim Logistikunternehmen bleiben soll/muss, auch aus Haftungsfragen)

Veränderungen in den Unternehmensressourcen

Hier zeigt sich das erwartete und auch bereits in der ersten Befragungsrunde dargestellte Bild, dass bisher schon relativ stark in den Aufbau bzw. die Erweiterung von IT-Kapazitäten investiert wurde und dies auch weiterhin der Fall sein wird. Im Unterschied zu bisherigen Investments wird sich jedoch die Mittelverwendung zukünftig stärker

in Richtung Softwareadaptierung und -entwicklung verschieben, da die Hardwareressourcen mittlerweile durchwegs recht gut ausgestattet sind. Durch diesen Shift kam es und wird es aber auch bei der MitarbeiterInnenbeschaffung zu einer Veränderung der nachgefragten Fähigkeiten kommen. Hier sehen die Unternehmen jedoch deutliche Probleme entsprechend geschulte Fachkräfte sowohl in der Softwareentwicklung als auch im Einsatz der speziellen Tools (operative Ebene und Managementebene) anzuwerben.

Unterstützung bei der Anpassung an Industrie 4.0

Die bisherigen Anpassungen der bestehenden Systeme im Rahmen der neuen Anforderungen durch Industrie 4.0 wurden von den Transportunternehmen zumeist in Eigenregie bewältigt, wobei hier eben der Aufbau verstärkter IT-Ressourcen erforderlich war.

Abschätzung des finanziellen Aufwands

Konkrete Aussagen zum finanziellen Aufwand der für die Unternehmen mit einer Umstellung auf Industrie-4.0-Tauglichkeit verbunden war waren nicht zu bekommen, wobei dies einerseits aus der Komplexität der Umstellungsprozesse und damit der schwierigen Zurechenbarkeit von Kostenpositionen und andererseits aus einer noch nicht erfolgten Umsetzung zahlreicher Maßnahmen und damit fehlender monetärer Aufwandseinschätzungen aufgrund des sehr frühen Stadiums resultierte.

Aufbauorganisatorische Veränderungen

Rein aus der Umsetzung von Industrie 4.0 ergeben sich keine großen Veränderungen in der Aufbauorganisation, jedoch wird durch die immer komplexeren Zusammenhänge und die höheren Anforderungen an den einzelnen/die einzelne Mitarbeiter/ Mitarbeiterin die Entscheidungskompetenz, als die Fähigkeit selbstständig Entscheidungen treffen zu können, bereits auf Mitarbeiterebene relevant werden. Dies führt zwar einerseits zu einer Aufwertung der Jobprofile, stellt aber an die betroffenen MitarbeiterInnen auch ganz neue Anforderungen, da gegebenenfalls in sehr kurzer Zeit eine Entscheidung getroffen werden muss. Dies erfordert gleichzeitig auch ein hohes Kompetenzniveau der Führungskräfte um die MitarbeiterInnen überhaupt in die Lage zu versetzen, Entscheidungen treffen zu können.

Weltweite Anpassung und Wettbewerbsfähigkeit

Generell verstärkt sich hier erneut der Trend, dass ohne eine Anpassung an die Anforderungen der KundInnen, die stark durch Veröffentlichungen in verschiedenen Medien (Print, Online, etc.) über die Möglichkeiten von Industrie 4.0 geprägt sind, langfristig kein Überleben möglich ist. Dieser Anpassungsbedarf wird entlang der Supply Chain jedoch in alle Richtungen gesehen und betrifft in Verbindung mit der immer verzweigteren Gestaltung internationaler Wertschöpfungsnetzwerke zwangsläufig auch internationale Partnerunternehmen. Sollte als Industrie 4.0 auch ein auf Europa begrenzter Trend sein, so werden die Auswirkungen und notwendigen Anpassungen doch auch weltweit spürbar sein, da sonst die angestrebte Effizienzsteigerung nicht erreichbar wäre.

Neue Kundengruppen und relevante Branchen

Besonders im Bereich der Generierung von NeukundInnen besteht für Logistikunternehmen eine echte Chance aber auch eine der größten Gefahren bei der Implementierung von Industrie 4.0. Während durch generische Schnittstellen und eine grundlegende breite Datenverfügbarkeit ein akquirieren neuer KundInnen in bisher nicht angezielten Branchen leichter möglich wird, erhöht dies auch die Austauschbarkeit des einzelnen Logistikdienstleisters. Die Gegenbewegung hierzu ist die oben erwähnte vertiefte Integration in Kundenprozesse bzw. des/der KundIn in Unternehmensprozesse die einen Wechsel für beide Seiten durch Schaffung von Lock-In-Effekten erschwert. Zum jetzigen Zeitpunkt lässt sich aber aufgrund des frühen Stadiums der Umsetzung von Industrie 4.0 noch nicht eindeutig abschätzen, welcher der beiden Trends sich langfristig durchsetzen wird, oder ob beide nebeneinander bestehen werden. Auch ist nicht klar, ob einzelne Branchen eines der beiden Modelle eher bevorzugen werden oder ob auch innerhalb von Branchen in Abhängigkeit von Geschäftsmodellen der einzelnen Unternehmen die Entscheidung für das eine oder andere Konzept getroffen wird.

Als relevante Branchen wurden im Rahmen der Case-Studies derzeit vor allem die Automobilbranche sowie die Industriemaschinenproduktion angeführt, potenzial für eine Integration und Umsetzung von Industrie 4.0 wird jedoch in nahezu allen produzierenden Bereichen (auch in der Landwirtschaft) gesehen.

5.2.2 Case-Studies aus Sicht der Transportwirtschaft und Logistik

Anmerkung zu den Case-Studies

Aufgrund der unterschiedlichen Auswirkungen der Entwicklungen rund um Industrie 4.0 wurde zwar von einem einheitlichen Fragenkatalog und Inhalt ausgegangen, in der Entwicklung der einzelnen Case-Studies zeigte sich jedoch, dass die Umsetzung und Aufbereitung doch stärker auf die einzelnen Unternehmen und ihre jeweilige Situation angepasst werden musste. Besonders frappierend ist dieser Umstand bei dem befragten Industrieunternehmen zu sehen, bei dem bereits die Ausgangslage eine komplett andere als bei den Logistik- und Transportunternehmen ist. Es wurde deshalb davon Abstand genommen, zwangsweise alle Fallstudien in ein einheitliches Korsett zu zwingen, sondern im Sinne eines maximalen Informationsgehalts ein flexiblerer Aus- und Aufarbeitungszugang gewählt.

Case-Study Transport & Logistik 1 – Industrieunternehmen

Daten und Fakten

Das Unternehmen wurde vor mehr als 60 Jahren gegründet und produziert als Zulieferbetrieb in mehreren Werken sowohl in Österreich als auch an internationalen Standorten. Es verfügt dabei auch über direkte Gleisanschlüsse zum Abtransport der Fertigprodukte, der über Speditionsdienstleister abgewickelt wird. Die Absatzmärkte finden sich auf der ganzen Welt, wobei zahlreiche Verkaufsrepräsentanzen über den gesamten Globus unterhalten werden. Die Anzahl der Beschäftigten konnte kontinuierlich erhöht werden und beläuft sich weltweit auf mehr als 6.500 MitarbeiterInnen. Ebenso stieg der Umsatz kontinuierlich an und betrug für das Wirtschaftsjahr 2014/2015 rund 1,6 Mrd. EUR.

Organisatorischer Aufbau in Österreich

Neben der Verwaltungszentrale befindet sich in Österreich auch die Forschungs- und Entwicklungsabteilung sowie der Werkzeug- und Sondermaschinenbau. Hier werden einzelne Teile für die Maschinen selbst gefertigt. In diesem Unternehmensteil sind zahlreiche spezialisierte Maschinen für den eigenen Werkzeug- und Sondermaschinenbau im Einsatz, die damit das Herzstück für die Patente des Unternehmens darstellen.

Die (technischen) Voraussetzungen

Das Unternehmen produziert klassische Massenprodukte im Zuliefer-Bereich. Die Individualisierung hat in diesem Bereich der Industrie noch nicht im großen Stil Einhalt gefunden. Diese Umstände erlauben es dem Industrieunternehmen weiterhin nach dem Make-to-stock Prinzip zu produzieren, zumindest bei den A-Produkten. Der Grund für den vermehrten Lageraufbau bzw. -abbau liegt in der gewünschten Reaktionsschnelligkeit, welche das Unternehmen von sich selbst, aber auch die KundInnen von ihrem/ihrer LieferantIn wünschen. Aufgrund der hohen Durchlaufzeiten wäre sonst nicht immer ein schnelles Reagieren und zeitkonformes Ausliefern möglich. Mit dieser Strategie kann der/die KundIn eigentlich immer innerhalb von ein bis zwei Wochen beliefert werden, womit die Kundschaft auch zufrieden gestellt werden kann.

In Einzelfällen sieht sich aber auch das Unternehmen mit spezielleren und individuelleren Aufträgen konfrontiert. Dies stellt aber eindeutig die Ausnahme dar. So bestellen manchmal GroßkundInnen spezielle Logos oder Firmenfarben. Sollte diese/r Kund/in regelmäßige Bestellungen tätigen, ist das Unternehmen durchaus gewillt, auch diese Produkte auf Lager zu führen. Bei unregelmäßigen Bestellungen kann dieser Service allerdings nicht geboten werden und die Lieferzeiten verlängern sich dementsprechend. Doch auch in diesem Fall kann noch lange nicht von Losgröße 1 gesprochen werden. Der Logistikleiter erläutert in diesem Zusammenhang hinsichtlich Bestellgrößen, dass eben nicht unbedingt speziell angepasste Produkte nachgefragt werden, sondern die Bestelllosgrößen sich deutlich verringern (etwa Faktor 1/10). Er sieht im Transport nicht mehr den Hauptkostentreiber, womit der/die KundIn die Kapitalbindungskosten und die Lagerhaltungskosten beim Lieferanten lässt und somit selbst flexibler bleibt. Für das Unternehmen stellt das eine weitere Herausforderung dar, welcher auch mittels Industrie 4.0 versucht wird entgegenzuwirken. Als erster Schritt wurde schon in den frühen 1990er-Jahren firmenintern ein eigenes, individuell abgestimmtes Betriebsdatenkommunikationssystem (BDK) entwickelt. Dieses soll das ERP (Enterprise Resource Planning) mit den einzelnen Maschinen verbinden. Als zweite Säule neben dem BDK konzipierte man sein eigenes Lagerleitsystem, welches grundlegend für die Intralogistik ist. Über dieses Leitsystem wird die ganze Warenverfolgung, das Bestandsmanagement bzw. das gesamte Warehousemanagement gehandhabt. Mithilfe des Lagerleitsystems werden vor allem die

Hochregallager untereinander vernetzt, aber auch die fahrerlosen Transportfahrzeuge eingebunden. Die physische Ebene wird genau durch diese zwei Leitsysteme mit der Planungsebene verbunden. Dadurch kann mit Hilfe der selbst entwickelten Software der Materialfluss kontrolliert werden und das Intralogistikkonzept gemanagt werden.

Handhabung von Industrie 4.0

Im Unternehmen wird der vierte technische Quantensprung - nach Mechanisierung, Elektrifizierung und Automatisierung - „Vernetzung“ genannt. Dabei verstehen sie unter Industrie 4.0 die Vernetzung über alle Systemebenen. So soll auf der einen Seite das ERP auf der Planungsebene über das BDK mit allen Produktionsmaschinen des Unternehmens verbunden werden. Während in der Literatur meistens von der vierten industriellen Revolution gesprochen wird,²⁸ bevorzugt die Firma die Bezeichnung „Evolution“. So wird der technische Fortschritt als durchgehender Prozess angesehen, der sich durch eigenes Engagement und Initiative entwickelt. Die Verantwortlichen des Unternehmens streben intrinsisch motiviert nach kontinuierlicher Verbesserung. Der momentane Hype um Industrie 4.0 beeinflusst das Handeln der Firma nur geringfügig. Im Unternehmen wird der Produktionsprozess dann angepasst, wenn Potenzial gesehen wird, wie entweder wirtschaftlich besser produziert werden kann oder wie der Mensch bei der Arbeit unterstützt bzw. entlastet werden kann.

Wenn von Vernetzung gesprochen wird, spricht man automatisch auch von Daten. Der richtige Umgang mit diesen mittlerweile so zahlreichen Daten stellt einen essenziellen Teil von Industrie 4.0 dar. Die Menge mehreren zehntausend Datensätzen, die täglich generiert werden, bedarf eines sorgfältigen Datenmanagements. Die Datenerfassung erfolgt dabei komplett automatisch. So können genaue Informationen über Maschinenlaufzeiten, Stückzahlen, Auftragsanzahlen, Stehzeiten, Qualitätsdaten in Echtzeit dokumentiert werden und bei nicht zufriedenstellenden Ergebnissen angepasst werden. Dabei merkt der Logistikleiter an, dass die Erfassung früher händisch abgewickelt werden musste und die Einsparungen in Anbetracht des ausgeprägten Maschinenpools beträchtlich sind. Da der Maschinenpark des Unternehmens aber sehr facettenreich ist, stellt die Vernetzung eine große Herausforderung dar. Von Industrie-4.0-Treibern wie Kagermann wird erläutert, dass eine einheitliche Referenzarchitektur für den Erfolg der Vernetzung maßgeblich ist.²⁹ Die Firma hat sich an diesen Gedanken nicht gehalten bzw. musste aufgrund der vielen verschiedenen Maschinen selbst handeln und entwickelte aus diesem Grund ein eigenes System, an dem diese Maschinen hängen. Die komplexe Ausgestaltung der unterschiedlichsten Schnittstellen an den Maschinen können mit diesem System gehandhabt werden. Für das Industrieunternehmen intern hat die eigene Programmierung den Vorteil, dass sie die Steuerung der Maschine selber beeinflussen können. Sie können diese selber programmieren und somit die Anbindung an das BDK unterstützen, womit sie sich unabhängiger vom Maschinenbauer bewegen können. Wenn es dann um die Verbindung zu anderen Unternehmen geht, stünde man dann wahrscheinlich vor einer größeren Aufgabe, dessen System einzubinden.

Die Maschinen selber sollen aber nicht nur Daten an das System schicken, welche dann gespeichert und ausgewertet werden, sondern kommunizieren vor allem auch untereinander. Die Maschinen sind dann zwar als einzelne Maschine zu betrachten, aber vor allem auch als Anlagenverbund. In jeder Maschine wird ein Teilprodukt des Endprodukts gefertigt und in einem späteren Schritt zusammengesetzt. Vor allem beim Zusammensetzen von Komponenten ist wichtig, dass der Informationsfluss funktioniert, sodass die Produktion abgestimmt werden kann, vor allem dann, wenn ein Endprodukt sehr spezifische Teile benötigt. Durch die Vernetzung der Maschinen können sie sich selber steuern und mittels Anpassung der Geschwindigkeit einzelner Komponenten wieder zu einem Gleichgewicht führen.

Um Durchlaufprozesse zu optimieren, beschränkt sich die Firma aber nicht nur auf ihr eigenes Wissen, sondern sie versuchen, durch Einbindung von KundInnen und LieferantInnen ihren Ablauf für alle Beteiligten zu verbessern. Das perfekte Beispiel dafür stellt die einheitliche Etikettierung dar, auf welche gleich bei der Umsetzung noch konkreter eingegangen wird.

Wareneingang- und Warenausgang

Wie bereits oben schon erläutert, versucht das Industrieunternehmen seine Lieferanten und KundInnen mit ins Boot zu holen, um den Ablauf für alle Beteiligten zu vereinfachen und dadurch auch Vertrauen zueinander aufzubauen. Dabei steht die Maximierung des Nutzens aller Beteiligten der Supply Chain im Vordergrund. Ein Schritt in diese Richtung war zum Beispiel die einheitliche Palettenbeschriftung. In der Warenannahme kann viel

²⁸ Vgl. Spath et al. (2013): S. 23

²⁹ Vgl. Kagermann et al. (2013) S. 6

Zeit eingespart werden, wenn nicht jede Palette oder sogar jedes Produkt einzeln ins System eingetragen werden muss. An dieser Stelle unterstützen smarte Geräte und die Vernetzung der Systeme wiederum den Prozess. Ein/eine Mitarbeiter/ Mitarbeiterin übermittelt vor Versendung der Lieferung das zu verwendende Label für die Waren an den eigenen Lieferanten. Auf diesem Label ist ein Strichcode, welcher die Warenannahme dann um ein Vielfaches beschleunigt. So kann nach der stichprobenartigen Kontrolle der Lieferung mit einmaligem Scan des Codes die ganze Ware auf einmal in das System eingetragen werden. Im Anschluss verläuft das Einordnen der gelieferten Produkte im Hochregallager wieder komplett automatisch und ohne Mitwirkungsnotwendigkeit der MitarbeiterInnen.

Selbigen bzw. einen ähnlichen Service bietet das Unternehmen auch für seine KundInnen an. Auch hier wird ein Barcode verwendet, welcher an der Lieferung angebracht wird, um so die Annahme für den/die KundIn zu erleichtern. Zusätzlich dazu ist die Lieferung mit einer NVE, Nummer der Versandeinheit, versehen, über welche der/die Kunde/Kundin seine Lieferung ab der Versendung verfolgen kann. Dieser Service wird vom/von der Kunden/in immer mehr gefordert, um etwaige Verspätungen der Lieferung frühzeitig zu erfahren und so notwendige Gegenmaßnahmen treffen zu können.

Auch für die Firma stellte sich die Frage, ob die Etikettierung von klassischen Barcodes auf die RFID-Technologie rentabel wäre. Bisher kam man jedoch zu dem Schluss, dass die Vorteile von RFID die Kosten für die Umstellung nicht übertreffen können und somit wird beim Unternehmen weiterhin auf den klassischen Barcode, welcher mit Scangeräten eingelesen werden kann, gesetzt.

Das Thema Vertrauen wurde bereits angesprochen. In weiterer Folge kann der Wareneingang für den/die Kunden/in noch unkomplizierter gestaltet werden. Das Industrieunternehmen bietet seinen KundInnen unter anderem die Logistik-Steuerung an. Sie stellt quasi die Vorstufe zum VMI (vendor managed inventory) dar. Bei der Logistik-Steuerung übermittelt der/die Kunde/-in dem Lieferant im Vorhinein seine Bedarfsdaten. Somit kann der Lieferant seine Produktion besser planen und Engpässen vorbeugen. Wie viel von der tatsächlichen Bestellung dann auch wirklich der Nachfrage entspricht und wie viel davon auf Lager gelegt wird, erfährt man jedoch mit diesem System nicht. Eine Stufe weiter - in Bezug auf Vertrauen - geht es beim VMI. Bei manchen großen KundInnen diese Art der Belieferung angeboten. Hauptsächlich zum Einsatz kommt das VMI bei GroßkundInnen mit sehr regelmäßigem Verbrauch zu welchen schon viel Vertrauen aufgebaut wurde. Diese Art der Belieferung, bei welcher der Lieferant das Lager des/der Kunden/-in verwaltet, eliminiert die Auftragserteilung durch den/die KundIn. Sowohl Information bezüglich des Lagerbestandes als auch Bedarfsdaten werden dabei dem Lieferanten bereitgestellt. Die Aufgabe des Unternehmens besteht dann darin, die Lagerbestände so niedrig wie möglich aber so hoch wie nötig zu halten, um das optimale Bestandsmanagement für die KundInnen zu führen. Wenn eine derartige VMI-Kooperation mit einem/-r Kunden/-in beschlossen wird, zeugt das von sehr viel Vertrauen und fördert auch die Zusammenarbeit. Zusätzlich dazu kommt es zu einer Bindung des/der Kunden/-in, da ein Lieferantenwechsel dadurch mit beträchtlich höheren Kosten verbunden ist.

Intelligente Transport- und Lagersysteme

Mit der Annahme der Ware befindet sich das Produkt zumindest schon einmal im eigenen Betrieb. Doch vor allem der Weitertransport sowohl werksintern aber auch werksübergreifend birgt eine Menge Einsparungspotenzial durch Vernetzung. Dieser Meinung war auch das Unternehmen und aufgrund dessen wurden schon essenzielle Maßnahmen ergriffen um die Prozesse zu beschleunigen und wirtschaftlicher zu gestalten.

Es wurde bereits erläutert, dass die Warenannahme mit einem Scan beinahe menschenlos durchgeführt wird und dann automatisch ins Lager weitertransportiert wird. Allerdings führt dieser direkte Transport ausschließlich ins Wareneingangslager. Doch um die einzelnen Lager und auch Produktionsstellen zu verbinden werden Fahrerlose Transportfahrzeuge, kurz FTF, verwendet. Diese sind an der Vorderseite mit einer Gabel versehen und sind sonst von der Größe doch kleiner als ein handelsüblicher menschbedienter Gabelstapler. Die FTF übernehmen den werksinternen Transport in gewissen Firmenbereichen und führen ihn vollautomatisch durch. In gewissen Firmenbereichen darum, weil die Verantwortlichen potenzielle Anwendungsbereiche analysiert haben und an Orten wo sie nur einzelne Handgriffe ersetzen FTFs nicht eingesetzt werden. Doch bei hochfrequentierten Passagen, wo auch genug Platz ist um zu fahren, werden diese gezielt eingesetzt. Schon seit geraumer Zeit, also schon lange vor dem Hype um Industrie 4.0, setzte das Unternehmen fahrerlose Transportsysteme ein. Zu der Zeit allerdings war es noch eine komplett monotone Aufgabe, bei welcher der gleiche Schritt die ganze Schicht durchgehend absolviert wurde. Das FTF bewegte durchgehend eine Palette von Stellplatz A zum Stellplatz B. Doch im Laufe der Zeit entwickelten sich diese FTFs weiter und sie wurden untereinander aber vor allem mit den Maschinen und den Lagern über das Lagerleitsystem verbunden. Dadurch entwickelten sich intelligente Prozesse, welche ohne menschliches Zutun durchgeführt werden können. Anhand eines Beispiels erläutert, erhält eine Maschine einen Fertigungsauftrag über das ERP übermittelt. So lautet dieser zum Beispiel 80.000 Einheiten. Die Fertigungsmaschine identifiziert diesen Auftrag und ermittelt über die hinterlegte Stückliste, welche Teile dafür aus dem Lager an die Maschine geliefert werden müssen. Das wird auch immer mit den sogenannten

Pufferstellplätzen an der Maschine abgeglichen. Solange an diesen Plätzen noch genug Material steht, gibt es keinen Auftrag ans Lager Material zu liefern. Sobald dieser Pufferplatz allerdings die Untergrenze unterschreitet, erhält das Lager die Information zum Beispiel eine Palette der Kunststoffkomponenten an die Maschine zu liefern. In weiterer Folge wird im vollautomatischen, chaotischen Lager diese Palette freigestellt und am Abholort bereitgestellt. Zeitgleich dazu erfolgt die Information an das FTF, dass vom Hochregallager 1 eine Palette abzuholen ist, welche dann an Maschine 5 geliefert werden muss. Für das FTF ist der Weg dorthin vorher eingespeichert und es findet selbständig zur diesem Pufferplatz, an welchem es dann die Palette abstellt und in weiterer Folge seinen nächsten Auftrag erwartet. Zusätzlich dazu werden Waren und Produkte auch dann bewegt, wenn bestimmte Lager Engpass an gewissen Komponenten haben. Es ist logistisch nicht möglich alle Lager im gleichen Ausmaß produktionsnah zu positionieren. Deshalb gibt es die Nachschublager, von welchen die näher an der Produktion liegenden Lager aufgestockt werden. Diesen Prozess versucht man vor allem in die Nacht zu legen, wo Warenbewegungen wie zum Versand wegfallen und somit mehr Kapazitäten vorhanden sind.

Doch diese FTFs sind nicht überall einsetzbar und werden somit den menschlichen StaplerfahrerInnen momentan nicht zur Gänze ersetzen können. Das Unternehmen hat weiterhin rund 10-mal so viele Gabelstapler wie FTFs im Einsatz. Der Grund dafür liegt darin, dass die menschbetriebenen Stapler flexibler eingesetzt werden können, vor allem beim kurzen Zwischenlagern von Waren zur Inspektion. In weiterer Folge achtet man auch darauf, dass FTF's nicht mit Staplern vermischt werden, um dadurch Komplikationen zu verhindern. Die fahrerlosen Transportfahrzeuge sind zwar mit Lichtschranken ausgestattet, welche das Kollidieren mit anderen Objekten verhindern sollten, allerdings würde ein Zusammenwirken dieser zwei Systeme nicht funktionieren. Die Stapler werden schneller hantiert und werden bei der Arbeit von den FTFs behindert. Somit können die Gabelstapler ihr Effizienzmaximum nicht ausschöpfen.

Es wurde oben bereits die Pufferlager angesprochen. Bei Maschinenverbänden bei denen Teile nach ihrer Produktion sofort an die nächste Maschine weitergeleitet werden, entstehen ebenfalls solche Pufferlager. Um dabei aber die Menge an Teile, welche sich in den Zwischenlagern befinden, festzustellen, werden die Zwischenprodukte mit RFID-Chips versehen um dadurch jederzeit feststellen zu können, wie viel Stück sich dort befinden. An dieser Stelle greift man doch auf RFID-Technologie zurück.

Abseits von werksinternen Transporten sah und sieht das Unternehmen auch Optimierungspotenzial bei werksübergreifenden Verkehren. Dabei organisiert es im Unterschied zum Versand die firmeninternen Verkehre zwischen den Werken selber. Aus diesem Anlass führt das Unternehmen einen eigenen LKW-Fuhrpark. Die LKWs sind mit Sendern ausgestattet und können damit in Echtzeit getrackt werden. In weiterer Folge kann der/die DisponentIn spontan eingreifen und dem/der FahrerIn signalisieren, dass er noch schnell 2 Paletten mitnehmen soll, da er sich ja gerade in der Nähe befindet. Zusätzlich dazu wurden die LKWs und die Rampen mit automatischen Be- und Entladesystemen ausgestattet. Dabei verwendet man ein Kettenfördersystem. Der Entladevorgang kann dadurch auf eine Zeit von fünf Minuten beschränkt werden. Da täglich zirka 100 Fahrten getätigt werden müssen und damit ebenso oft entladen werden muss, forcierte man die Umstellung zu dieser Technik. In weiterer Folge wird die Ware dann sofort automatisch ins Lager weitergeleitet und dort im chaotischen System aufgenommen.

Smart Devices

Smarte Geräte haben in den letzten Jahren eine beachtliche Entwicklung zurückgelegt. So besitzen in Österreich zum Beispiel schon 82 % aller Haushalte einen Breitbandzugang und 95 % der Bevölkerung verfügt über ein Handy wobei die Tendenz weiter steigend ist.³⁰ Genau diesen Aspekt versucht das Unternehmen schon seit längerer Zeit sich und seinen KundInnen zunutze zu machen, um so einen reibungsloseren Ablauf entlang der Supply Chain zu ermöglichen.

Als ersten Ansatz werden Smart Devices verwendet um den Rüstvorgang zu unterstützen. Viele Rüstvorgänge können mittlerweile schon automatisch von Maschinen selbst vorgenommen werden. Dies erfolgt durch einen Parametersatz, der digital an die Maschine übermittelt wird. Ein komplettes Automatisieren der Rüstvorgänge ist derweilen aber noch nicht möglich und in naher Zukunft auch noch nicht komplett vorstellbar. An dieser Stelle überlegte das Unternehmen, wie der/die für die Rüstvorgänge zuständige MitarbeiterIn an der Maschine unterstützt werden kann. Die momentane Lösung: Tablets welche an der Maschine angebracht sind und Rüstanleitungen vorgeben. Ist somit zum Beispiel zwischen zwei Produktionsvorgängen ein Rüstvorgang notwendig, erhält der/die MitarbeiterIn über das Gerät die Informationen, dass die Maschine umgerüstet werden muss. In weiterer Folge stellt das Tablet dem/der MitarbeiterIn eine Anleitung zur Verfügung, was Schritt für Schritt vorzunehmen ist. Die Firma hat schon viel Geld in diese Rüstanleitungen investiert, um so die Rüstzeiten so kurz wie möglich zu halten. Da Rüstzeiten quasi mit Maschinenstillstand gleichgestellt werden können, weil in

³⁰ Statistik Austria, 2016

dieser Zeit nicht produziert werden kann, kommt diesen Anleitungen eine große Bedeutung zu. Um somit auch weiter Kosten einzusparen, wird man auch in Zukunft versuchen die Rüstzeiten zu verringern und sich dadurch kompetitiv zu halten.

Ein weiteres Tool kommt besonders den KundInnen zugute. In der Hinsicht handelt es sich um das Schlagwort Augmented Reality. Gemeinsam mit einem/-er Partner/-in wurde eine Support-App entwickelt. Dabei muss das Produkt in der App ausgewählt und mit der Kamera des smarten Endgerätes eingefangen werden. Die App erkennt, wie das Produkt perfekt eingestellt werden kann. Das Unternehmen erleichtert dadurch die Arbeit erheblich und bietet somit einen Service den Konkurrenzunternehmen wahrscheinlich noch nicht bieten.

Kameras

Schon beim Vorstellen der Smart Devices kann herausgelesen werden, dass Kameras im Zuge von Industrie 4.0 eine Rolle spielen. Doch diese werden nicht nur über die mobilen Endgeräte genutzt, sondern finden auch im werksinternen Produktionsprozess breite Anwendung. Mittlerweile sind schon über 400 Kameras im Einsatz, um die Prozesse zu unterstützen.

Einen der Hauptanwendungsbereiche stellt dabei die Qualitätskontrolle dar. Die Kameras nehmen das Produkt genau ins Visier und entscheiden innerhalb kürzester Zeit ob jedes Teil an der richtigen Stelle ist. Wenn dabei ein Fehler identifiziert wird, wird das Stück in die Ausschusssrampe weitergeleitet. Dabei wird die Effizienz um ein Vielfaches erhöht, da das Feststellen eines Mangels mit freiem Auge beinahe nicht mehr möglich ist bzw. nur mit höherem Zeitaufwand. Neben der Effizienzsteigerung kann der Belegschaft aber vor allem auch monotone Arbeit abgenommen werden. Dies ist jedoch nicht der einzige Anwendungsbereich für Kameras. Vor allem beim Verwenden von Greifarmen wird auf die Kameraunterstützung gesetzt. Ein Produkt kommt nicht immer gleich ausgerichtet von einer Rampe auf das Förderband. Um diese Unsicherheitskomponente im Prozess zu beheben wird an einer bestimmten Stelle, das Teil auf dem Förderband abfotografiert und innerhalb von kürzester Zeit wird ausgewertet, wie das Teil liegt und wie daher der Greifarm nach dem Teil greifen muss. Um diese Prozesse durchzuführen, reicht eine Auflösung von weniger als 2 Megapixeln aus. Im Vergleich dazu haben gute Digitalkameras mittlerweile schon über 50 Megapixel.³¹ In weiterer Folge arbeitet man derzeit an weiteren kameraunterstützten Greifarmtechnologien. Bei dieser soll der Greifarm jedoch nicht nach einem einzelnen auf dem Förderband liegenden Teil greifen sondern aus einer Box voller Einzelstücke jenes ausfindig machen, welches es mit sehr hoher Sicherheit erfolgreich fassen kann. Auch in diesem Fall wird vorab ein Foto von der Box gemacht, in weniger als einer Sekunde ausgewertet, und festgestellt welcher Teil am besten greifbar ist. Doch dieses schnelle Verarbeiten der Bilder konnte sich auch erst mit der erhöhten Rechengeschwindigkeit durchsetzen, welche auf jeden Fall auch ein Enabler für Industrie 4.0 ist.

Sensorik

Eine weitere typische Anwendung hinsichtlich Industrie 4.0 ist die Verwendung von Sensoren. Sensoren generieren eine sehr große Menge an Daten, welche man dann auch zu beherrschen vermögen muss. Wenn diese allerdings gut ausgewertet werden und gezielt eingesetzt werden, können dadurch erlangte Informationen ein Wettbewerbsvorteil und Effizienzsteigerungen mit sich bringen.

So sind die Maschinen mit Sensoren ausgestattet, welche genau festhalten wie lange die Maschine stillsteht, wie lange ein Auftrag wirklich dauert aber vor allem auch wie viel Ausschuss mit der normalen Produktion einhergeht. Mit den so vielen Daten können Kontrolldiagramme erstellt werden und überprüft werden ob sich die Produkte bzw. einzelnen Teile auch wirklich innerhalb der Kontrollgrenzen befinden und daher die Qualitätskontrolle bestehen. Die Sensoren stellen somit neben den Kameras und dem Mensch ein weiteres wichtiges Tool zur Qualitätskontrolle dar.

Auch um hinsichtlich des Energieverbrauchs einzusparen, verwendet das Unternehmen Sensoren um somit Ineffizienzen zu entdecken und zu korrigieren.

Das Industrieunternehmen baut mittlerweile auch in vereinzelte Endprodukte Sensoren um realitätsnahe Daten zu erhalten. In Smartphones und Autos sind solche Sensoren mittlerweile Gang und Gebe und werden auch intensiv genutzt um neue Daten und Kundenangewohnheiten zu generieren.³² Aufgrund von rechtlichen Gründen können diese Sensoren aber nur in ausgewählte Produkte eingebaut werden, worüber die Besitzer dann auch informiert

³¹ <http://www.testberichte.de/foto-video-und-optik/2534/digitalkameras/digitalkamera-ab-10-megapixel-.html>

³² <http://www.zeit.de/digital/mobil/2014-05/smartphone-sensoren-iphone-samsung/seite-3> und http://www.fernuni-hagen.de/imperia/md/content/fakultaetfuermathematikundinformatik/aqjob/vortrag_hassouna.pdf

werden und ihr Einverständnis abgeben müssen. Diese Daten können aber für die Qualitätserfordernisse wichtige Erkenntnisse bringen, welche sonst nur umständlich zu erlangen wären.

3D-Druck

Der 3D-Druck entwickelt sich immer weiter und so experimentiert zum Beispiel das Unternehmen Barilla derzeit an Nudeln aus dem 3D-Drucker.³³ Ganz so weit kann das Unternehmen mit ihrem Produkt noch nicht gehen, doch für einzelne Zwecke wird er auch hier schon verwendet.

Vor allem zum Testen von neuen Produkten wird die Technologie des 3D-Drucks verwendet. Der dreidimensionale Druck eröffnet eine neue kostengünstige Variante, um Prototypen zu erstellen. So wird die CAD-Datei von technischen Zeichnungen vom Drucker einfach eingelesen und das zu testende Produkt erstellt. Bei zufriedenstellendem Erscheinungsbild kann das Teil offiziell produziert werden und ansonsten kann die Zeichnung modifiziert werden und ein neuer Prototyp erstellt werden, bis man mit dem Endprodukt zufrieden ist. Neben der Verwendung für das Testen von Prototypen wird der 3D-Druck auch für die Herstellung von Werkzeugen für Kleinserien verwendet, da diese dort nicht so großen Belastungen ausgesetzt sind als bei größeren Serien.

Abseits davon hat der 3D-Druck vor allem als Notlösung eine große Bedeutung. Bei einem so vielfältigen Maschinenpark ist es nicht möglich Ersatzteile aller Maschinen auf Lager zu halten. Um Zeit zu gewinnen, baut man auch auf den 3D-Druck. Innerhalb von kürzester Zeit kann alleine mit der CAD-Zeichnung das benötigte Teil gedruckt werden. Dieses Teil wird je nach Anwendungsbereich dann unter Umständen die Belastungen nicht länger als 24 Stunden aushalten. Doch innerhalb dieses Tages kann dann das originale Ersatzteil organisiert werden. Somit soll mit dem 3D-Druck-Produkt die Zeit zwischen Gebrechen und Wiederbeschaffung überbrückt werden und so ein langer und teurer Maschinenstillstand verhindert werden.

Das Unternehmen selbst verfügt lediglich über einen 3D-Drucker, kooperiert aber eng mit anderen Firmen, welche ebenfalls innerhalb von kürzester Zeit an alle Werke liefern können. Die räumliche Nähe zu diesen Partnerunternehmen erhöht die Flexibilität des Unternehmens doch beträchtlich und man hat damit fachkompetente Kooperationspartnerunternehmen hinsichtlich des 3D-Drucks.

Die Veränderungen und Herausforderungen

Die Vernetzung und voranschreitende Technik bringt aber nicht nur positive Aspekte mit sich. So positiv die Aspekte des Informationsaustausches in Echtzeit und der verbesserten Automatisierung sind, so sind die damit verbundenen Herausforderungen und Veränderungen nicht zu vernachlässigen. In weiterer Folge wird kurz auf die Sicherheitsfrage und etwas ausführlicher auf die Situation für die MitarbeiterInnen eingegangen.

Sicherheit

Die Gefahren von Datendiebstahl und Cyberattacken sind durchaus bekannt. Nicht nur private Haushalte sind davon betroffen, sondern eben vor allem auch Betriebe, welche sensible Unternehmensdaten haben. Da bei dem Unternehmen versucht wird, mehrere Schritte und so viel wie möglich miteinander zu vernetzen, um die Daten in Echtzeit am richtigen Ort zu haben, beschäftigt man sich auch dort mit IT-Sicherheit. Allerdings nicht so intensiv, wie man vielleicht vermuten würde. Die Firma vernetzt sich soweit nicht über das Internet, sondern über das Intranet und macht sich so für Firmenexterne nicht so angreifbar. Sollte ein Zugriff allerdings trotzdem probiert werden sichert man sich über Firewalls ab. Würde man den Datenaustausch mit anderen Firmen noch mehr forcieren und eine Kommunikation über das Internet verstärken, müsste man den Sicherheitsaspekt auf jeden Fall auch bedenken.

MitarbeiterInnen

Durch Automatisierung in der Produktion besteht die Gefahr, immer mehr Menschen durch Maschinen ersetzt werden könnten. Ein Vertreter des Unternehmens gibt jedoch an, dass dieser Prozess nicht direkt etwas mit Industrie 4.0 zu tun hat, sondern schon Jahre vorher seinen Lauf genommen hat. Das selbständige Arbeiten der Maschinen habe schon lange vor dem Hype um die Vernetzung seinen Ursprung. Er meint weiters, dass es durch diesen Trend nicht unbedingt zu einem Ersetzen der Menschen durch die Technik kommt.

Das Unternehmen bleibt dabei der Linie treu, dass nur dort Automatisierung eingesetzt wird, wo es entweder Effizienzpotenziale gibt oder aber wo man die MitarbeiterInnen bei intensiven Arbeiten unterstützen kann. Was

³³ <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/wie-gedruckt-jedem-seine-nudel-1.2478307>

heißen soll, dass nicht versucht wird, mit aller Gewalt einzelne Prozesse zu automatisieren um dadurch weniger Personal beschäftigen zu müssen. Ein praktisches Beispiel in der Firma stellen dabei kleine Fertigungsstationen dar, bei welchen die Maschinen die Materialien nicht durch eine automatische Zufuhr erhalten. Bei solchen Fertigungsschritten werden weiterhin ArbeiterInnen verwendet, welche das Material von den Lieferstationen an die Maschine bringen und dort in die Maschine einführen. Bei anderen doch komplexeren Maschinen werden ebenfalls weiterhin MitarbeiterInnen benötigt um diese zu überwachen und im Falle von Problemen diese dann zu beheben. Da es sich dabei um technisch komplizierte Maschinen handelt, bedarf es auch für diese MitarbeiterInnen schon einer grundlegend guten Ausbildung. So müssen die ArbeiterInnen an solchen Maschinen schon vor Dienstantritt entsprechend geschult werden oder eben schon durchaus besser qualifiziertes Personal wie AbsolventInnen von technischen Hochschulen beschäftigt werden. Diese Entwicklung könnte vor allem in volkswirtschaftlicher Sicht im Laufe der Zeit noch sehr spannend und herausfordernd werden. Vor allem in der jetzigen Zeit, wo Österreich mit der Integration von Tausenden von Flüchtlingen konfrontiert ist, stellt sich die Frage, wie diese beschäftigt werden können. Für weniger gut ausgebildete Flüchtlinge wären die sogenannten Hilfsarbeiterjobs eine sehr gute Möglichkeit, in der Gesellschaft Fuß zu fassen und ins Berufsleben einzusteigen. Doch aufgrund der Automatisierung werden jene Jobs immer weniger. Wohingegen Jobs bei der Kommissionierung und der Maschinenüberwachung in naher Zukunft wahrscheinlich nicht so leicht durch Maschinen ersetzt werden können. In Folge dessen müsste man betroffene Personen für diese Stellen schulen.

Wenn man hinsichtlich der Veränderungen für MitarbeiterInnen ein praktisches Beispiel genauer anschauen möchte, welches noch nicht zu weit zurückliegt, bietet sich die Einführung der fahrerlosen Transportfahrzeuge an. Mit der Anschaffung der FTFs wurden die menschenbetriebenen Stapler in diesem Bereich obsolet. Diese StaplerfahrerInnen wurden folglich dort nicht mehr gebraucht und müssten unter normalen Umständen umgeschult oder entlassen werden. Da das Unternehmen jedoch weiterhin seine Umsätze und vor allem Mitarbeiterzahlen kontinuierlich steigern kann, fand sich in diesem speziellen Fall für die StaplerfahrerInnen ein anderer Einsatzort. An anderen Arbeitsbereichen ist weiterhin die Flexibilität der menschenbetriebenen Gabelstapler gefragt, an welchen dann die ehemaligen StaplerfahrerInnen des jetzigen Bereichs der FTFs eingesetzt werden können.

Die Zukunft

Das Industrieunternehmen hat schon viele Industrie 4.0 Trends in den eigenen Betrieb integriert. Die Verantwortlichen sind jedoch weiterhin bemüht ihr Geschäftsmodell zu optimieren und somit einen Mehrwert zu generieren. Das bedeutet, dass das Bedürfnis sich zu verbessern noch nicht gesättigt ist. Im Folgenden sollen einzelnen Punkte aufgezeigt werden, wo im Zusammenhang mit Industrie 4.0 noch Potenzial gesehen wird und man sich durchaus vorstellen könnte, hier zu investieren.

Automatische Kommissionierung

Die Kommissionierung stellt bei einem großen Produktspektrum eine Herausforderung dar, da komplexere Maschinen benötigt werden. Nicht nur darum sondern aber auch aufgrund von Gewicht, Größe und Verpackungsart der Produkte ist die automatisierte Bedienung der Kommissionierung nicht einfach. In weiterer Folge spielt aber nicht nur das Produkt selber eine Rolle, sondern auch die menschliche Flexibilität und Lernfähigkeit im Prozess. Zusätzlich dazu ist der Mensch feinmotorisch den Maschinen und Robotern weit überlegen, wo hingegen die intelligenten Systeme der Maschinen immer weiter Boden gut machen und technische Fortschritte verzeichnen, wie man zum Beispiel am Roboter „Asimo“ sehen kann.³⁴

Bei dem Unternehmen laufen die Kommissionierprozesse noch überwiegend manuell ab. Die Gründe dafür sind variantenreich. Zum einen hat das Unternehmen viele unterschiedliche Produkte, in verschiedenen Größen und mit unterschiedlichem Gewicht, was eine Standardisierung des Prozesses sehr komplex macht. Aber nicht nur das unterschiedliche sondern auch das hohe Gewicht ist ein Faktor für die Erschwernis bei der Automatisierung. Genau darum wurde bisher weitestgehend auf die Flexibilität des Menschen gebaut, um die verschiedenen Produkte lieferfertig zu machen.

Das hohe Gewicht der Produkte ist eigentlich auch der Auslöser, warum man sich über eine Automatisierung der Kommissionierung Gedanken macht. Wenn ein Prozess automatisiert wird, kommt es eben zu zwei Möglichkeiten, warum dies gemacht wird. Zum einen kann es wirtschaftliche Gründe haben zum anderen aber eben auch humanitäre. Letzterer Aspekt motivierte hierbei die Verantwortlichen. Zurzeit wird eine Potenzialanalyse durchgeführt um herauszufinden wie viel Nutzen dadurch wirklich generiert werden kann.

³⁴ <http://www.kommissioniersystem.net/konventionelles-kommissioniersystem.php> und Vgl. Dokument Industrie 4_0_Trends

Es sollen durch diese innovative Lösung die eigenen MitarbeiterInnen entlastet werden. Das System soll nicht primär den/die Mitarbeiter/Mitarbeiterin ersetzen, sondern ihn bei der körperlich sehr anspruchsvollen Arbeit unterstützen. Somit würde das manuelle Heben jedes einzelnen Packstückes wegfallen und die MitarbeiterInnen könnten anderweitig eingesetzt werden. So werden dann auf jeden Fall auch Leute benötigt, welche diese Maschinen überwachen müssen und einzelne Schritte dann auch noch selber machen. Wann und ob diese Umstellung kommen wird, wird sich zeigen.

Autonom fahrende LKWs

Wie bereits schon erwähnt, verfügt das Unternehmen über interne Shuttles, welche nur für den unternehmensinternen, werksübergreifenden Verkehr zuständig sind. Diese LKWs absolvieren tagtäglich die gleichen Routen, bzw. stellen sie ausschließlich Verbindungen zwischen den einzelnen Werken dar. Es handelt sich dabei ausschließlich um markierte Straßen, was das Fahren für autonome LKWs sicher erleichtern würde.

Wenn die rechtlichen Rahmenbedingungen geklärt sind und selbstfahrende LKWs auf Österreichs Straßen erlaubt sind, ist das Unternehmen auf jeden Fall daran interessiert, diese auch im eigenen Betrieb zu verwenden. Wie bereits angesprochen, handelt es sich bei den Transporten um standardisierte Wege. Weiters läuft das Beladen und Entladen der Waren jetzt schon so gut wie automatisch, sodass die Arbeit, welche der/die FahrerIn am Werk machen muss, verschwindend gering ist und ohne Probleme von einem/einer Mitarbeiter/Mitarbeiterin in der Warenannahme übernommen werden könnte. Das Einsparungspotenzial wäre demnach für die Firma doch beträchtlich.

Case-Study Transport & Logistik 2 – Industrieunternehmen

Konzept Industrie 4.0

Das Unternehmen ist bereits mit den Auswirkungen von Industrie 4.0 konfrontiert. Vor ungefähr vier Jahren hat es begonnen, sich mit diesem Thema zu beschäftigen, vor allem im Bereich der Fertigung. Dort war der Ausgangspunkt, aber es wurde relativ schnell bemerkt, dass dieses Thema nicht nur die Fertigung betrifft, sondern eigentlich die gesamte Wertschöpfungskette inklusive aller Nahtstellenbereiche. Das Unternehmen hat in der Fertigung begonnen, ein IT-System zu implementieren und auch bezüglich interner Prozesse eigene Initiativen gesetzt.

Besonders die Entwicklung der Datengenerierung ist eine Herausforderung, da hier geklärt werden muss, welche Daten gewonnen werden können und welche überhaupt nützlich sind - generell also - welche Informationen können gerade gebraucht werden.

Vor vier bis fünf Jahren erkannte das Unternehmen noch keine erhöhten Kundenanforderungen, weil es kein klassischer Zulieferer ist, doch mittlerweile hat sich die Situation verändert. In der Zwischenzeit sind die Kunden auf dieses Thema, diesen Trend, aufgesprungen, weil es in den letzten Jahren sehr populär geworden ist, vor allem durch die mediale Berichterstattung. Aber man setzt sich mit Industrie 4.0 auseinander, weil man glaubt, dass es einen Vorteil für das Unternehmen bringt.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Gestaltung der Unternehmensstrategie

Industrie 4.0 hat Auswirkungen auf das ganze Unternehmen, es werden Prozesse verändert, vor allem werden diese digitalisiert. Prozesse werden schneller und automatisiert, was die Organisation verändert, und damit verändert sich auch die Managementform. Daher hat Industrie 4.0 einen großen Einfluss auf die Unternehmensstrategie. Durch die Umsetzungen entsteht etwas ganz anderes, in einer ganz anderen Geschwindigkeit. Beispielsweise hat der Vertrieb früher seine Informationen mündlich weitergegeben, was sehr viel langsamer ist und wenn man jetzt auf Knopfdruck alle benötigten Daten abrufen kann, verändert sich damit auch die Strategie. Man kann verschiedenes gewährleisten und sicherstellen beziehungsweise dem/der Kunden/-in etwas anderes anbieten. Es eröffnen sich dadurch ganz neue Geschäftsmöglichkeiten.

Einfluss von Industrie 4.0 auf interne Unternehmensprozesse und auf Prozesse, in die es eingebunden ist

Bezüglich der Logistikleistungen tauscht das Unternehmen schon seit längeren Daten zwischen den Partnerunternehmen aus, aber nun in einem höheren Detaillierungsgrad sowie zum Teil auch schon Prozessdaten, z.B. wie die Produkte der Kunden bearbeitet werden oder wo sich diese befinden. In Richtung Kundenbetreuung hat Industrie 4.0 insofern Einfluss, dass man sich als Kunde/-in online anmelden kann oder eine App installieren und so Zugriff auf alle möglichen Informationen über seine Bestellung hat. In der Schweißtechnik geht das Unternehmen auch in die Richtung des digitalen Schweißens.

Bei der Administration und Organisation hat Industrie 4.0 einen Einfluss, weil man ein Archiv im klassischen Sinne nicht mehr benötigt, sondern fortan einfach nur eine Festplatte. Das birgt natürlicherweise auch gewisse Gefahren, dass man nämlich Daten speichert oder archiviert, die für den Betrieb eigentlich unbrauchbar sind. Die Frage ist, was man mit diesen ganzen Informationen macht und welchen Wert all diese Daten haben.

In Zukunft ist geplant, dass das Unternehmen im Sinne des Themas Industrie 4.0 darauf achtet, was die KundInnen erwarten oder brauchen werden und in welchen Bereichen es Sinn macht, Anpassungen zu tätigen. Wobei es alle Bereiche im Unternehmen betreffen wird, sei es Marketing, SCM, Fertigung, Qualitätsmanagement oder Vertrieb.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Unternehmensressourcen (bspw. IT, MitarbeiterInnen, Finanzen/Cashflow, Fahrzeuge, Transportgefäße etc.)

Generell ist aktuell überall Wachstum zu verzeichnen. Wenn ein Thema neu ist, muss man erst das Know-how dazu aufbauen, zuerst beschäftigen sich nur ein paar Leute damit, dann exportieren sie die Anforderungen ins restliche Unternehmen, oft sind Leute mit den benötigten Anforderungen Mangelware. So wie vor einigen Jahren ProgrammiererInnen sucht man derzeit Leute, die das große Ganze und die Veränderungen erkennen. Industrie 4.0 ist für das Unternehmen eher ein organisatorisches Thema als ein technisches. Es werden aktuell mehr MitarbeiterInnen eingestellt, als durch die technologische und prozessuale Änderungen im Zusammenhang mit Industrie 4.0 verdrängt werden.

Notwendige bzw. gewünschte Unterstützung für Industrie 4.0 Anpassungen

Das Unternehmen benötigt Unterstützung von allen Lieferanten mit denen bereits zusammengearbeitet wird, weil Mehrwert generiert werden soll, aber nicht nur von der Rampe aus, sondern rampenübergreifend, indem etwa ein gemeinsamer Datenpool geschaffen wird auf den man zugreifen kann.

Natürlich benötigt das Unternehmen auch Know-how, das von Partnerunternehmen eingekauft werden muss. Dies betrifft etwa Schulungen und Trainings, um die MitarbeiterInnen weiter zu qualifizieren, die beispielsweise von Externen zugekauft werden.

Auch Hilfe durch den Staat ist notwendig, denn dadurch, dass aufgrund von Industrie 4.0 die Produkte komplexer und die Anforderungen an die MitarbeiterInnen höher werden, schafft es der/die MitarbeiterIn möglicherweise nicht mehr acht bis neun Stunden konzentriert zu arbeiten. Dann wird man bestimmte Arbeitsmodelle brauchen, wie beispielsweise in Schweden das 6-Stunden-Arbeitsmodell, die die MitarbeiterInnen entlasten. Studien besagen, dass MitarbeiterInnen nicht acht Stunden durchgehend produktiv arbeiten können und je schwieriger und komplexer die Arbeit desto anstrengender für den/die MitarbeiterInnen. Deswegen würde er/sie vielleicht leistungsfähiger und besser arbeiten, wenn die Arbeitszeiten kürzer wären. Das ist eben die Aufgabe des Gesetzgebers in diesem Bereich etwas zu schaffen.

Worauf Industrie 4.0 noch Einfluss hat, ist, dass man Richtung Mitarbeiterunterstützung in der Fertigung geht, um eben zum richtigen Zeitpunkt, die richtigen Arbeitsanweisungen darzustellen. Hier greift das Unternehmen auch sehr stark auf Mitarbeiterdaten zu. Damit ein System eine bestimmte Person gezielt informieren kann, muss das System die Person erkennen können. Auch hier ist wieder der Gesetzgeber gefragt, da diese Daten nur durch ständige Überwachung und Aufzeichnung generiert werden können. Persönliche Daten werden gespeichert, die Frage hierbei ist, ob das überhaupt zulässig ist und wie sicher dann die Daten sind. Leider bewegt sich in diesem Bereich der Staat zu träge.

Grobe Aufwandsabschätzung bisheriger und zukünftiger Investitionen sowie Investitionsbereiche

Wie hoch der finanzielle Aufwand tatsächlich ist, ist schwer zu sagen, aber es sind sehr hohe Summen. Das Unternehmen wird auch in Zukunft mehr investieren müssen. Dies betrifft vor allem neue Modelle oder Prozesse. Die Investitionen werden als zukunftsorientiert gesehen, weil daran geglaubt wird, dass sie einen Mehrwert schaffen. Die Mittel werden dann für Ressourcenaufbau von MitarbeiterInnen, Schulungen, Software, die man zukaufen muss, oder ähnliches verwendet.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Unternehmensorganisation

Das Unternehmen versucht Industrie 4.0 Prozesse innerhalb der bestehenden Organisationsstruktur umzusetzen, sehen aber das Ganze als Arbeitskreisläufe abgedeckt. Beziehungsweise wo kann man Synapsen bilden, wo sich noch keine gebildet haben. Wichtig ist aber, dass man zwischen verschiedenen ExpertInnen oder Bereichen stärker zusammenarbeitet unabhängig von Hierarchiestufen.

Ist eine Anpassung an die Entwicklungen rund um Industrie 4.0 notwendig, um (international) wettbewerbsfähig zu bleiben?

Aus Sicht des Unternehmens sind Anpassungen notwendig, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Es gibt auch keine Alternativen, dann man sieht auch schon in anderen Bereichen (etwa Mobilfunkbereich), wie sich das verschlafen so tiefgreifender Trends auswirken kann.

Möglichkeit der Erschließung neuer Kundengruppen durch Industrie 4.0 Maßnahmen

Ob durch Industrie 4.0 Maßnahmen neue Kundengruppen erschlossen wurden, kann nicht sicher gesagt werden, weil nicht nachgewiesen werden kann, ob die jetzigen KundInnen auch ohne die bereits getätigten Anpassungen gekommen wären. Zukünftig werden sich aber definitiv neue Kundengruppen erschließen. Dadurch, dass sich neue Prozesse entwickeln oder bestehende verändern, werden aber auch neue Kundengruppen entstehen.

Ist/wird Industrie 4.0 ein weltweiter Trend oder begrenzt sich dieser auf gewissen Regionen?

Industrie 4.0 ist ein weltweiter Trend, aber mit unterschiedlichen Begrifflichkeiten. In Amerika ist es „Internet of Things“, in China heißt es wieder anders. Aber aufgrund von anderen technischen Entwicklungen ist es eine logische Schlussfolgerung, dass sich ein Thema wie Industrie 4.0 weltweit ausbreitet.

Branchenbetroffenheit von Industrie-4.0-Entwicklungen

Es wird vermutlich alle Branchen betreffen, die einen etwas früher und die anderen später, aber betreffen wird es - mit unterschiedlichen Auswirkungen.

Case-Study Transport & Logistik 3 – Industrieunternehmen

Konzept Industrie 4.0

Das Unternehmen steckt eher noch in den Kinderschuhen in Bezug auf Industrie 4.0. Dass in einzelnen Berührungspunkten das Thema Industrie 4.0 teilweise schon angekommen ist, merkt man, wenn man an die verkettete vollautomatisierte Anlage (Sechskantstraße) denkt oder an die Digitalisierung in der Montage – fast vollkommen papierfrei – wo alle Informationen über Bildschirme erhältlich sind.

Das ist alles in den letzten Jahren entstanden. Man kann sagen, dass diese Umsetzungen sehr wohl dem Begriff Industrie 4.0 zuzuordnen wären, da es die gleiche Thematik betrifft, jedoch war dieser Begriff „Industrie 4.0“ in der Vergangenheit noch nicht bekannt.

Dies sind sicher erste Schritte in diese Richtung – teilweise auch im Transportbereich, bezugnehmend auf das Trace & Tracking System welches das Verfolgen von Transporten ermöglicht oder die Auskunft über ein- und ausgehende Transporte mittels Time Slot Management. Das sind an einigen Stellen beginnende Ansätze von Industrie 4.0 – flächendeckend ist das aber noch nicht ausgerollt.

Das Unternehmen befindet sich allerdings in einer Branche, welche - verglichen mit anderen Branchen wie beispielsweise der Automobilindustrie - nicht die Notwendigkeit bzw. den Zwang zur raschen Umsetzung von Industrie 4.0 besitzt. Es hat sich in der Branche niemand vor 10 Jahren Gedanken über RFID oder Just-In-Sequence gemacht. Just-In-Time und Just-In-Sequence ist aktuell - wie beispielsweise in der Automobilindustrie - keine Notwendigkeit.

Die Meinungen in Bezug auf Industrie 4.0 gehen, gerade im Sinne der Automatisierung, mehr in Richtung Prozessindustrie. Die Prozessindustrie hat, ebenso wie die Automotive viel stärker standardisierte Prozesse und auch ein stärker standardisiertes Modell. Beispielsweise die deutschen Automobilhersteller, bei denen jedes Produkt konfigurierbar ist, aber auf Grund der Masse bzw. Skalierung haben sie dennoch jede Variante mehrfach. Bei dem Unternehmen ist das jedoch im Vergleich dazu teilweise in manchen Produktbereichen Faktor „1“, wo jedes für den/die KundIn hergestellte Produkt fast einzigartig ist.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Gestaltung der Unternehmensstrategie

Man geht davon aus, dass die Digitalisierung - vor allem im Produktbereich, schon ganze Geschäftsmodelle ändern kann. Je vernetzter man ein Produkt gestaltet und je mehr man aus der Entfernung weiß, wie es dem Gerät geht bzw. was der/die KundIn damit macht, desto mehr kann man heute für Kunden ein passendes Geschäftsmodell generieren. Das ist ein ganz neuer Bereich, man kann dann viel besser im Vorhinein notwendige Instandhaltungsarbeiten dem/der KundIn aufzeigen.

Man lernt mehr über das Produkt, wenn man heute über die Distanz weiß, was das Gerät macht bzw. ob es überlastet wird oder wie viele Stunden es in Anspruch genommen wird. Je mehr Informationen man über das Produkt hat (Einsatzzweck des/der KundIn, Nutzungsdaten des Produktes), desto besser kann man dem/der KundIn maßgeschneiderte Folgeprodukte anbieten.

Es geht darum, aus dem riesigen Big-Data-Pool genau das herauszufiltern, was das Unternehmen benötigt und damit für den/die KundIn einen Mehrwert schafft. Ein sehr gutes Beispiel für Digitalisierung ist aus Sicht des Unternehmens ist diesbezüglich Apple.

Einfluss von Industrie 4.0 auf interne Unternehmensprozesse und auf Prozesse, in die es eingebunden ist

Es ist klar, dass in einer automatisierten und vollverketteten Anlage weniger Personalbedarf notwendig ist, es wird beispielsweise zur Kontrollfunktion wird nur mehr ein/eine MitarbeiterIn eingesetzt, wo vorher permanent zwei bis drei MitarbeiterInnen die Anlage bedienten. Automatisierung geht immer zu Lasten von Personal. Wie sich das in Summe beim Personal auswirken wird, kann man noch nicht abschätzen.

Es gibt aber keine Studie zu Industrie 4.0, die nicht davon ausgeht, dass Personalabbau durchgeführt wird. Eher ist es so, dass Studien besagen, dass mehr Jobs geschaffen werden. Studien zufolge werden neue hochqualifizierte Jobs geschaffen, die Unternehmen werden um ExpertInnen wetteifern. Dadurch werden die weniger bzw. nicht ausgebildeten MitarbeiterInnen durch die Automatisierung/Digitalisierung auf der Strecke bleiben.

Notwendige bzw. gewünschte Unterstützung für Industrie 4.0 Anpassungen

Je mehr das Unternehmen digitalisiert, umso mehr wird sich im täglichen Arbeitsablauf verändern. Industrie 4.0 hilft dem Unternehmen in Zukunft (noch) besser zu werden. Allerdings nimmt jedoch gleichzeitig die Kundenloyalität massiv ab. Die Transparenz steigt über Leistungsdaten und über Preise. Der/die Kunde/-in will flexibel, schnell und vergleichbar die besten Produkte haben, und diesem Wettkampf müssen sich alle Marktteilnehmer stellen. Es ist gut, dass sich das Industrieunternehmen mit dem Thema mittels eigener Ressourcen beschäftigt, denn überholt zu werden würde eine schlechte Ausgangsposition für die Zukunft schaffen. Bei einem Unternehmen mit 8000 MitarbeiterInnen, ist es durchaus legitim, dass eine Abteilung von etwa 15 Leuten aufgebaut wird, die sich ausschließlich mit diesem Thema beschäftigen. Diese MitarbeiterInnen haben auch einen IT-Background, was es ermöglicht, mit eigenen Ressourcen an dem Thema zu arbeiten und dies auszubauen.

Grobe Aufwandsabschätzung bisheriger und zukünftiger Investitionen sowie Investitionsbereiche

Was das Unternehmen mit Sicherheit sagen kann, ist, dass der finanzielle Aufwand die kommenden Jahre permanent steigen wird (müssen). Der Vorstand der Produktion wird dem/der DigitalisierungsmanagerIn für das kommende Jahr ein Budget zur Verfügung stellen, man geht von einem höheren Startbetrag aus, der allerdings noch ungewiss ist.

Je nachdem welche Digitalisierungsthemen für das Unternehmen in Zukunft als sinnvoll identifiziert werden, wird es die eine oder andere Investition geben, die Höhe der Investition ist jedoch nach wie vor unbekannt. Die Finanzmittel werden vorerst nicht für Maschinen – also Hardware – sondern eher in neue Entwicklungen – beispielsweise neue Softwareentwicklungen sowie Systeme und Prozesse im Sinne von Sensorik und Vernetzung – verwendet.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Unternehmensorganisation

Die Organisationsstruktur wird sich nicht viel verändern – zumindest für das Unternehmen. Ähnlich der aktuellen Veränderung, ist vor ein paar Jahren eine Veränderung durchgeführt worden, und zwar wurde ein Team für den Bereich Supply Chain Management aufgestellt. Eine kleine strategische Gruppe, die die fachliche Führung für die ganzen Logistiker im Konzern, die in der Supply Chain tätig sind, übernimmt. Aus der Zentrale wurde nur sichergestellt, dass nach einem einheitlichen Standard gearbeitet wird.

Das Unternehmen achtet auch darauf, dass immer wieder Gedanken über Innovationen und was es Neues auf dem Markt gibt, angestellt werden, vor allem auch darauf, was davon auch sinnvoll ist. Ähnlich stellt man sich dies auch für Industrie 4.0 künftig vor. Es wird also eine Erweiterung der Bereiche innerhalb des Unternehmens stattfinden, aber grundsätzlich wird sich die Struktur nicht grundlegend verändern.

Im Zuge dieser Anpassung wird derzeit eine Abteilung komplett neu auf die Beine gestellt. Der/die LeiterIn dieser Abteilung ist auf der Corporate Function Ebene angesiedelt. Diese ist dem Vorstand direkt unterstellt und ist thematisch ausschließlich für Digitalisierung zuständig. Die leitende Position wurde bereits intern besetzt. Der nun zuständige Mitarbeiter hat einen IT-Background und bereits Vorwissen im Bereich der Digitalisierung, wofür er sich sehr gut für die Position eignet. Zusätzlich wird ein kleines Team rund um den Digitalisierungsmanager aufgestellt, das eine künftige Unterstützung bei der Umsetzung von Industrie 4.0 bieten soll.

Ist eine Anpassung an die Entwicklungen rund um Industrie 4.0 notwendig, um (international) wettbewerbsfähig zu bleiben?

Aktuell könnte man die Anpassung an Industrie 4.0 noch umgehen, da es andere Lösungsalternativen gibt, jedoch stellt sich die Frage ob dies langfristig klug und die richtige Vorgangsweise ist. Das Unternehmen hat den Anspruch an sich selbst als Marke, dass Innovation betrieben wird und man als Innovationsträger auftritt.

Dies versucht man auch durch eine technologische Marktführerschaft zu unterstreichen und wird sich hier auch weiterentwickeln müssen, auch wenn die Notwendigkeit nicht auf allen Märkten gegeben ist. So ist etwa in Russland oder Nordamerika die Digitalisierung noch nicht so weit entwickelt wie in Europa.

Die Anpassung an die Entwicklung rund um Industrie 4.0 wird auch marktabhängig sein z.B. für technologiegetriebene Märkte (allen voran Deutschland) wird man über die kommenden Jahre neue Lösungen bieten müssen, um innovativ zu bleiben und sich vom Wettbewerber abzuheben.

Das Grundmotto hierbei lautet: „Alles, was für uns und unsere KundInnen Sinn macht, werden wir nutzen“. Vor allem um Produkte besser, die Produktion effizienter und Strukturen schlanker zu machen (Lean Management).

Möglichkeit der Erschließung neuer Kundengruppen durch Industrie 4.0 Maßnahmen

Im ersten Schritt ist Industrie 4.0 für das Unternehmen nur für den europäischen Markt, eventuell sogar zunächst nur für den Central European Market, eingeschränkt. Hier existieren andere Anforderungen an die Produkte bzw. von den Nutzern an den Markt und diese werden auch anders verwaltet. In Non-CE Märkten (z.B. Russland) ist eine andere Wartung des Produkts – es muss mindestens -30 bis -40 Grad aushalten und auch in anderen Extremsituation funktionieren – notwendig. Das heißt, das Produkt muss funktionieren, wo keine Service Werkstätten vorhanden sind und hier ist nicht sicher, ob man solche Industrie-4.0-Dienste dann überhaupt nutzen könnte. Es kann teilweise nicht einmal sichergestellt werden, dass man GPS-Empfang hat und das Gerät überhaupt orten kann bzw. etwaige Nutzungsdaten dort erhalten kann, daher wären Non-CE Märkte eher sinnlos. Darüber hinaus sind CE Märkte zumeist die ersten Märkte, die auf neue technologische Trends und elektronische Features aufspringen.

Über neue Geschäftsmodelle kann das Unternehmen natürlich auch neue Kundengruppen erschließen. Am Beispiel eines Unternehmensprodukts - wenn alle Informationen genutzt werden, die heute schon erhoben werden können, also man die Daten nutzt und sie zentral zur Verfügung hat, dann können sich Verbesserungen in der Performance des Produkts ergeben.

Grundsätzlich werden die Kundengruppen, im Sinne von EndanwenderInnen aber die gleichen bleiben.

Ist/wird Industrie 4.0 ein weltweiter Trend oder begrenzt sich dieser auf gewissen Regionen?

Industrie 4.0 wird als ein weltweiter Trend gesehen, jedoch ist die Umsetzung von Kontinent zu Kontinent unterschiedlich ausgeprägt. Aus Sicht des Unternehmens hat sich in den USA z.B. Kalifornien bzw. die Westküste der USA relativ zeitgleich wie Europa mit der Thematik beschäftigt, während in den konservativen Regionen (Iowa, Mississippi) der USA der Trend noch nicht große Wellen geschlagen hat und es demnach länger dauern wird bis diese auf das Thema anspringen.

Das Unternehmen geht davon aus, dass sich der Trend eher in der sogenannten „Ersten Welt“ mehr entwickelt hat und die Länder diesbezüglich schneller auf die Entwicklung reagieren können. In Asien kann man davon ausgehen, dass Singapur eines der Länder sein wird, welches die Thematik Industrie 4.0 schneller aufgreifen wird als beispielsweise Russland oder China.

Branchenbetroffenheit von Industrie-4.0-Entwicklungen

Das Unternehmen vertritt die Meinung, dass die Treiber von Industrie 4.0 die Transport- und Industrieunternehmen sein werden, aber man davon ausgehen kann, dass darüber hinaus sehr viele Branchen davon betroffen sein werden.

Bezüglich Handel und Gewerbe ist Amazon eines der führenden Unternehmen mit einer großen Markt- und Kapitalmacht, das das Warenspektrum komplett abdeckt – vom Sand bis hin zum Essen oder Hi-Tech Geräten - und wird auch im Bereich Logistikautomatisierung definitiv von neuen Technologien betroffen sein.

Bei einem Meeting mit dem Vorstand bezüglich der Thematik Digitalisierung präsentierte ein Gastredner eines Bankunternehmens. Diese Bank hat Online-Banking Systeme aufgebaut und dabei ein eigenes Tochterunternehmen gegründet, mit dem Ziel möglichst viele gute innovative ProgrammiererInnen anzulocken. In diesem Tochterunternehmen wurden eigene Entlohnungsmodelle und eigene Rahmenbedingungen geschaffen, weil die Bank gesagt hat „Bank ist langweilig. Bank hat ein schlechtes Image. Da kriegen wir keine innovativen ProgrammiererInnen. Wir müssen ein eigenes Unternehmen dafür aufbauen.“ Sie haben dies nicht extern vergeben (IT-Systemanbieter), sondern ein eigenes Unternehmen gegründet, das sich mit Digitalisierung von Bankgeschäften in jeglicher Form beschäftigt. Dies setzt natürlich eine gewisse Unternehmensgröße voraus, ist aber sehr gutes Beispiel um aufzuzeigen, dass definitiv mehr Branchen von Industrie 4.0 betroffen sind.

Case-Study Transport & Logistik 4 – Großes Transportunternehmen

Konzept Industrie 4.0

Das Unternehmen ist bereits mit Industrie 4.0 konfrontiert, wobei der Druck primär von Seiten der KundInnen und hier speziell von den größeren KundInnen kommt. Hier ist Prozessintegration immer mehr ein Thema und der Logistikdienstleister wird immer stärker in die Produktionsplanung eingebunden. Als Auswirkung darauf müssen auch immer mehr Schnittstellen zu KundInnen geschaffen werden. Bereits 86 % aller Aufträge kommen elektronisch und nicht mehr über Fax, E-Mail oder Telefon.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Gestaltung der Unternehmensstrategie

Das Unternehmen ist dabei zu überlegen, die Prozesse zu verändern und zu überdenken, aber noch sind sie dieselben, wie sie vor dem Hype Industrie 4.0 waren.

Das Unternehmen setzt sich im Bereich von Innovationsmanagement mit Industrie 4.0 auseinander, aber das spiegelt sich noch nicht direkt in der Unternehmensstrategie wider. Es gibt einige Diskussionen im Unternehmen welchen Einfluss Industrie 4.0 oder generell das Thema Digitalisierung auf die Prozesse hat, wie werden sich die Prozesse und überhaupt Geschäftsmodelle in Zukunft verändern. In den nächsten Jahren wird sich dieses Thema auch sicherlich in der Unternehmensstrategie widerspiegeln.

Einfluss von Industrie 4.0 auf interne Unternehmensprozesse und auf Prozesse in die es eingebunden ist

Industrie 4.0 geht ganz stark in die Richtung der Automatisierungsprozesse mit Maschinen, Kommunikation und dass die Intelligenz dezentral verlagert wird. Hier werden Potenziale gesehen, dass sich interne Prozesse zukünftig verändern werden. Das Unternehmen hat heute eine zentrale Steuerung mit einer Transportmanagementsoftware mit der mehr oder weniger die gesamte operative Abwicklung im gesamten Konzern zentral koordiniert wird.

Es wird durchaus die Tendenz gesehen, dass es in Zukunft in Richtung dezentrale Intelligenz oder dezentrale Strukturen geht. Zum Beispiel, dass jeder Sender/Ende eine lokale Intelligenz besitzt, die ihren Weg durch das Netzwerk selber sucht und ein Kontextbewusstsein hat, also weiß, wie ihr Umfeld aussieht, wie die Auslastung auf verschiedenen Transportrouten ist, wie der CO₂-Abdruck von verschiedenen Transportmodi ist und so dann die entsprechend kostengünstigsten, umweltfreundlichsten und/oder den schnellsten Wege durch ein Netzwerk selber suchen kann. Heute ist das alles noch zentral gesteuert durch die Software, doch es werden schon Potenziale darin gesehen.

Das andere große Thema ist die Vernetzung nach außen mit den KundInnen und PartnerInnen. Logistik besteht aus drei Aspekten, das ist der physische Transport, die physische Logistik, die Informationslogistik und die Finanzlogistik, welcher Zahlungsfluss mit dem Transport genau verbunden ist. Gerade was die Informationslogistik betrifft, wird Integration mit KundInnen und PartnerInnen in Zukunft noch deutlich zunehmen, weil es um Themen wie Optimierung von Netzwerken geht, Effizienzsteigerung im Netzwerk, da die Auslastung von LKWs immer höher wird und bessere Planung durch Anbindung an die Produktionsplanungs- oder Absatzplanungssysteme mit den KundInnen nötig ist. Ebenso muss die Anbindung an Partnerunternehmen und andere Speditionen weiterentwickelt werden damit man frühzeitig über Aufträge von Partnerunternehmen informiert wird. Zusammengefasst also eine Integration mit der Unternehmens-Umwelt und eine Optimierung von internen Prozessen.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Unternehmensressourcen (bspw. IT, MitarbeiterInnen, Finanzen/Cashflow, Fahrzeuge, Transportgefäße etc.)

Auf die IT hat Industrie 4.0 große Auswirkungen, weil es ein radikaler Umbruch ist. Das bedeutet grundlegende Veränderungen in der IT-Landschaft, weil die Integration mit KundInnen und PartnerInnen stärker wird. Wenn man zum Beispiel von einer zentralen Steuerung zu einer dezentralen Steuerung im internen Netzwerk übergeht. Das bedeutet zwar einen höheren Grad an Automatisierung, hat dadurch natürlich aber einen direkten Einfluss auf die MitarbeiterInnen des Unternehmens. Der Freiheitsgrad in dem MitarbeiterInnen in Zukunft entscheiden können wird vermutlich kleiner werden. Es wird zu einer stärkeren Automatisierung zum Beispiel im Lager kommen, dass dann nicht mehr manuell die Aufträge kommissioniert werden, sondern die Kommissionierung automatisiert wird, wie das schon bei größeren Anbietern wie Amazon stattfindet. Auch durch lokale Intelligenz von Sendungen fällt ein gewisser Bedarf für menschliche Intelligenz und Arbeit weg. Es wird dementsprechend

durchaus einen Einfluss auf die MitarbeiterInnen geben. Das Unternehmen hält das zwar für sehr weit aus dem Fenster gelehnt, aber durch die zunehmende Automatisierung wird es bestimmt einen Einfluss auf Jobs, die eine niedrige Qualifikation voraussetzen, wie das gewerbliche Personal, die immer stärker durch Roboter ersetzt werden, geben.

Notwendige bzw. gewünschte Unterstützung für Industrie 4.0 Anpassungen

Von staatlicher Seite glaubt das Unternehmen nicht, dass eine Hilfestellung notwendig ist, da die Reaktionszeiten auf staatlicher Seite einfach zu lange sind. Interessanter ist der Wissensaustausch innerhalb der Branche mit anderen Speditionen sowie mit Technologiepartnerunternehmen, um dort möglichst zeitnahe mitzubekommen wohin dieser Trend führt und wohin sich Trends in der Branche entwickeln, damit nicht der Anschluss an aktuelle Entwicklungen verloren wird.

Grobe Aufwandsabschätzung bisheriger und zukünftiger Investitionen sowie Investitionsbereiche

Konkrete Kostenschätzungen liegen hier nicht vor, aber es wird vermutlich mit einem hohen finanziellen Gesamtaufwand verbunden sein, weil Logistik 4.0 sehr infrastrukturelastig ist und die Transportlogistik auch ein Bereich, der besonders kostensensibel ist. Es stellt sich dann aber die Frage, was sich rechnet und was nicht. Etwa die Diskussionen über RFID, das schon vor 10 Jahren ein Thema war, wodurch man sich im Unternehmen aber keine Kosten erspart hat. Denn RFID ist ein Produkt, das in einzelnen Nischenanwendungen zum Einsatz kommt, aber nicht in der großen Breite der Logistik.

Die Frage ist auch, wo sich in der Logistik 4.0 Kostenersparnisse befinden, an welchen Stellen sich tatsächlich Kostenersparnisse oder Effizienzsteigerungen in den Prozessen ergeben und ob man zusätzliche Einnahmemöglichkeiten dadurch generieren kann. Zudem ist es interessant zu identifizieren, wo lediglich zusätzliche Kosten generiert werden, ohne dass etwas erspart wird oder zusätzlicher Umsatz entsteht. Hier ist dann entscheidend wie flächendeckend das System zum Einsatz kommt. Von Seiten des Unternehmens ist man hier eher skeptisch, durch die Erfahrungen, die aus der Vergangenheit gemacht haben, ob Industrie 4.0 wirklich flächendeckend zum Einsatz kommt, da es gerade im Transport darum geht die Kosten möglichst niedrig zu halten.

Derzeit dürfte es aber noch etwas zu früh sein, um den Aufwand tatsächlich abschätzen und die zukünftigen Kostenstrukturen abbilden zu können.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Unternehmensorganisation

Derzeit wirkt sich Industrie 4.0 noch nicht aufbauorganisatorisch im Unternehmen aus, die Frage ist wie sich durch Industrie 4.0 das Geschäftsmodell sowie die internen Abläufe verändern werden. Wenn es zu einem hohen Grad an Automatisierung kommt, zum Beispiel bei der operativen Leistungserbringung, dann ergibt sich natürlicherweise die Frage, ob sich auch die Aufbauorganisation anpasst. Es gibt schließlich einen Unterschied ob man MitarbeiterInnen führt oder ob man sich primär mit dem Betrieb und Technologien wie Kommissionierrobotern in Lagern auseinandersetzt, welche aufbauorganisatorisch eine andere Organisation benötigen.

Ist eine Anpassung an die Entwicklungen rund um Industrie 4.0 notwendig, um (international) wettbewerbsfähig zu bleiben?

In einigen Bereichen, gerade bezüglich der Integration mit PartnerInnen und KundInnen, wird eine Anpassung notwendig sein. Schon in den letzten Jahren drängen die Anforderungen der/die Kunden/-in zu einer stärkeren Vernetzung und Integration der Prozesse mit den PartnerInnen sowie KundInnen und wenn dieser Forderung nicht nachgekommen wird, hat man vor allem bei größeren KundInnen keine Chance einen Auftrag zu erhalten.

Möglichkeit der Erschließung neuer Kundengruppen durch Industrie 4.0 Maßnahmen

Im klassischen Transportbereich sieht das Unternehmen keine Möglichkeit der Erschließung neuer Kundengruppen durch Industrie 4.0 Maßnahmen, es ist aber wahrscheinlich, dass sich dadurch zusätzliche neue Geschäftsfelder ergeben. Diese haben jetzt vielleicht noch nicht viel mit Logistik und Transport zu tun. Bei den klassischen Logistikaktivitäten überlegt das Unternehmen wo zusätzliche Dienstleistungen für KundInnen angeboten und wo vielleicht komplett neue Geschäftsfelder und verschiedene Services erschlossen bzw. angeboten werden könnten. Beispielsweise mit den umfangreichen Daten, die heute generiert werden, ob sich diese Daten auswerten oder in Zukunft weiter verwenden lassen. Dies stellt grundsätzlich ein separates Geschäftsmodell parallel zum Transportgeschäft dar. Das Unternehmen denkt daher in beide Richtungen, sowohl in eine Erweiterung der Serviceeinrichtungen aber auch Services in komplett neuen Geschäftsmodellen.

Ist/wird Industrie 4.0 ein weltweiter Trend oder begrenzt sich dieser auf gewissen Regionen?

Industrie 4.0 ist ein globaler Trend, denn es wird heute schon bei den KundInnen bemerkt, dass sich die Entwicklung nicht lokal eingrenzen lässt. Hier muss zwischen dem Verständnis von Industrie 4.0 im deutschsprachigen und englischsprachigen Bereich unterscheiden werden, denn international ist unter Industrie 4.0 eher das Konzept des „Internet of Things“ und die Synergien, die sich daraus untereinander ergeben, zu verstehen. Auch wenn Industrie 4.0 eher ein deutsches Schlagwort ist, wird es trotzdem als internationaler Trend gesehen.

Case-Study Transport & Logistik 5 – Großes Transportunternehmen

Konzept Industrie 4.0

Das Unternehmen ist bereits mit diesem Thema konfrontiert – vor allem hinsichtlich der Fahrzeugtechnik. Hauptsächlich durch Hersteller-Vorträge zu Spezialthemen wie „Abstimmungen mit einem Fleetboard“ oder „Vorstellung von Platooning“ aber auch allgemeiner über Industrie 4.0, Internet der Dinge und „LKW-Verkehr der Zukunft“. Generell steht hier immer die vollständige Vernetzung und Verlinkung der Fahrzeuge im Fokus. Aktuelle Entwicklungen, getrieben etwa von Mercedes, wie Slippert, sind bereits im Einsatz.

Es wurde ein eigener Datenraum entwickelt, der Telematikdaten mit Auftragsdaten und digitalen Daten verknüpft. Dadurch wurde ein großer Datenpool geschaffen aus der Telematik, die in jedem Fahrzeug vorhanden ist und aus den Fahrtenschreibern mit Kombination der Fahrerkarten wird alles zusammengefügt und im Kontext zusammengesetzt. Das führt dazu, dass das Unternehmen am zweiten Arbeitstag um zwei Uhr in der Fahrerabrechnung weiß, wer in welchem Land war, zu welcher Zeit und wie lange. Die Bereitschaftszeit, Einsatzzeit, Arbeitszeit oder Mauten sind somit rasch bekannt. Es gibt auch ein neues auf dieser Datenbasis arbeitendes Tool, das alle Tätigkeiten beim Transport überwacht, dabei Abweichungen erkennt, diese dann elektronisch abgreift und an den/die jeweiligen DisponentInnen schickt. Beispiel hierfür sind etwa - dass die Fahrpause zu kurz oder zu lange war, die Messung der Länge der Stehzeit an der Be- und Entladestelle. Diese können dann vom Unternehmen festgesetzt werden.

Bezüglich Kundenanforderungen geht der Trend bei den KundInnen in Richtung komplette elektronische Dokumentation und Überwachung, aber bis sie wirklich alle Dokumente elektronisch erhalten werden, dauert es noch seine Zeit. Es gibt KundInnen, die ihre Rückmeldung von Auftragsstatistiken komplett elektronisch haben möchten. Dies umfasst die Auftragsdokumente, Lieferschein, Ladeschein, Liefermittelscheine - jeweils elektronisch übermittelt und mit der jeweiligen Auftragsnummer hinterlegt. Dies sind derzeit die Anforderungen auf der Kundenseite, diese stellen aber aus Sicht des Unternehmens nur den Anfang dar.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Gestaltung der Unternehmensstrategie

Der Einfluss auf die Unternehmensstrategie zeigt sich in der Form, dass das Unternehmen dem/der Kunden/-in einen Mehrwert bieten können will, und zwar in der Form, dass alles in kürzester Zeit und elektronisch zur Verfügung gestellt werden soll. Beispiele hierfür sind die Übermittlung der Information, wo sich das Fahrzeug gerade befindet, oder der Hinweis einer nicht rechtzeitigen Lieferung aufgrund von Verkehrs- oder Witterungsbedingungen.

Die eingesetzten Systeme teilen dies mit und weil mittlerweile alles elektronisch disponiert und überwacht wird, kann „Geofencing“ auf alle Aufträge eingestellt werden und die Routen dabei fix vorgeschrieben und elektronisch aus dem Transportmanagementsystem an das Fleetboard übergeben werden. Dieses übernimmt die Punkte, die vorgegeben wurden, also die konkrete Streckenführung, in die Navigation. Wenn es dann zu Abweichungen kommt, bekommt das Unternehmen automatisch Nachricht über diese Abweichungen.

Einfluss von Industrie 4.0 auf interne Unternehmensprozesse und auf Prozesse in die es eingebunden ist

Im Bereich des Flottenmanagements sind auf jeden Fall Veränderungen bezüglich der Unternehmensprozesse vorstattgegangen. Durch die elektronischen Umstellungen sowie die Einführung des Fleetboard, wird gezielt die Kommunikation in Form von Telefonaten mit dem/der LKW FahrerIn gesucht, um festzustellen, wo und weshalb er/sie sich an gewissen Punkten befindet.

Grundsätzlich ist die Arbeitsweise eine andere als noch vor zehn Jahren: Damals wurden alle Informationen telefonisch eingeholt, man musste darauf vertrauen, dass die Informationen stimmen. Heutzutage kann man ganz genau überprüfen wo sich die FahrerInnen befinden, auch Informationen über den Fahrzeugzustand und die aktuelle Geschwindigkeit des Fahrzeuges werden übermittelt. Die Dokumentation ist beinahe lückenlos. Dies bedeutet, dass man mit großer Sensibilität mit den MitarbeiterInnen und den Informationen umgehen muss, da das Gefühl der „ständigen“ Überwachung dazu führen kann, dass MitarbeiterInnen sich unwohl fühlen.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Unternehmensressourcen (bspw. IT, MitarbeiterInnen, Finanzen/Cashflow, Fahrzeuge, Transportgefäße etc.)

Die Fahrzeuge werden immer technischer, man geht weg vom normalen LKW zu einem voll vernetzten, elektronisch überwachten Gerät inklusive Überwachung der Nebensysteme wie Assistenzsysteme und GPS-gestützte Tempomaten. Anhand des Einsatzes dieser Technik und wie die einzelnen Hilfssysteme eingesetzt wurden sieht man exakt, in welchem Fahrprogramm der/die FahrerIn gefahren ist. Zusätzlich gibt es natürlich herstellerabhängige Systeme sowie ökologischen Maßnahmen wie Eco-Roll oder PPC. Diese sind alle vorhanden und werden auch kontrolliert und danach wird der/die FahrerIn entwickelt. Es gibt Benotungssysteme, die in

verschiedenen Parameter umgeschlüsselt werden und in den verschiedenen Notenbereichen gibt es dann unterschiedliche Maßnahmen, wie der/die FahrerIn eingeschult wird. Das kann ein einfacher Anruf sein mit etwaigen Bemerkungen bis zu begleiteten Fahrten mit einem/einer FahrertrainerIn.

Außerdem kann das Unternehmen bei seinen Monatsabschlüssen bereits auf simulierte Mauten zurückgreifen, da genau bekannt ist wo sich das Fahrzeug befindet und welche Maut auf dieser Strecke anfällt. Dadurch kann man bereits sehr zeitnah mit relativ genauen Zahlen arbeiten. Auch welche Mautzahlungen tatsächlich verbraucht wurden und welche nicht, denn die Rückleitung der Mauten kann oft mehrere Wochen dauern.

Des Weiteren werden mehr Ressourcen in der IT gebunden und die ständige Pflege, Optimierung und Instandhaltung der Systeme verursachen Kosten die früher noch nicht vorhanden waren. Dadurch können Einsparungen generiert werden, etwa durch Steigerung der Arbeitseffizienz und die effizientere Nutzung der Fahrzeuge. Diese können dann wieder für Investitionen in Humankapital und die Wartung der Systeme verwendet werden.

Selbstfahrende Fahrzeuge werden einmal Thema im Unternehmen sein: So hat Daimler neulich das Konzept des „Platooning“ auf der Deutschen Autobahn vorgestellt. Im Testversuch konnte ein Platoon von Autos völlig autonom durch das Ruhrgebiet fahren. Allerdings wird die Autonomie in Zukunft darauf beschränkt sein, dass – vor allem aus rechtlichen Gründen - lediglich ein elektronisch gestütztes Fahren möglich ist, ein „fahrerloses Fahren“ ist eher unwahrscheinlich. Es wird wohl noch lange ein/eine MitarbeiterIn als Kontrollorgan nötig sein, um bestimmte Informationen abzufangen oder aufzurufen.

Notwendige bzw. gewünschte Unterstützung für Industrie 4.0 Anpassungen

Die oben geschilderten Entwicklungen wurden bislang alle im Unternehmen selbst finanziert und umgesetzt. Man braucht aber unterschiedliche Fremdzulieferer für die Anpassungen im Transportmanagementsystem oder von Fleetboard zumeist einen/eine externen IT-EntwicklerIn, um die richtigen Einstellungen vornehmen zu können, sodass die „richtigen“ Daten generiert werden. Hier braucht es daher SpezialistInnen, die aber trotzdem durch das Unternehmen geführt und koordiniert werden müssen.

Grobe Aufwandsabschätzung bisheriger und zukünftiger Investitionen sowie Investitionsbereiche

Für die Weiterentwicklung der Systeme - nur auf den Fuhrpark beschränkt - benötigt man jährlich einen hohen fünfstelligen Betrag. Es hängen dabei viele Subsysteme zusammen, denn man muss das Transportmanagementsystem stetig auf dem neuesten Stand halten, ebenso wie die Navigationssysteme, neues Kartenmaterial, Updates etc. Es kommen ständig neue Datenfelder hinzu und Reports müssen aktualisiert werden, man befindet sich in einer ständigen Weiterentwicklung, wobei man beachten muss wie viel man investiert und mit welchem Output man dann rechnen kann.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Unternehmensorganisation

Der Einfluss von Industrie 4.0 auf die Unternehmensorganisation vollzieht sich nur insofern, als dass nach oben hin der Aufbau schlanker ist und nach unten hin kontrollierter. Es gibt immer weniger Menschen, die immer mehr abwickeln und ständig dokumentieren.

Ist eine Anpassung an die Entwicklungen rund um Industrie 4.0 notwendig, um (international) wettbewerbsfähig zu bleiben?

Derzeit liegt das Unternehmen momentan in Bezug auf Industrie 4.0 Umsetzungen etwas weiter vorne im internationalen Wettbewerb. Wie sich diese Maßnahmen insgesamt auswirken werden, kann man derzeit noch nicht abschätzen, doch es wird eine positive Entwicklung erhofft.

Möglichkeit der Erschließung neuer Kundengruppen durch Industrie 4.0 Maßnahmen

Es wird vielleicht eher bei den Großverladern - aus Transportsicht gesehen - einen Ausschlag geben können wenn sich die (Transport-)Systeme mehr und mehr vernetzen, weil man viel gezielter Produktionspläne abstimmen kann oder Produktionsabläufe mit der Entsorgung. Die meisten produzierenden Betriebe haben so gut wie keine Lagerflächen und am liebsten wäre daher der Prozess direkt vom Band in den LKW. Alles was dann nicht funktioniert ist aber ein enorm großer Aufwand, und erfordert diverse Um- oder Zwischenlagerungen. Auch wird immer mehr auf JIT-Produktion und –Anlieferung umgestellt. Unternehmen, die hier aktiv tätig und erfolgreich sind, können bei großen KundInnen sehr gut punkten.

Ist/wird Industrie 4.0 ein weltweiter Trend oder begrenzt sich dieser auf gewissen Regionen?

Über das Internet der Dinge gab es bereits Vorträge in Amerika, es ist vielleicht aktuell eher ein Modebegriff, wird aber kommen. Zudem sind Weiterentwicklungen vorstellbar, wie Anfangs mit dem Internet, wodurch dann ein

riesen Konsumbedarf gedeckt worden ist. Es wird mit Sicherheit eine Entwicklung sein, wohin diese aber genau führt, wird man erst sehen.

Branchenbetroffenheit von Industrie-4.0-Entwicklungen

Die komplette Produktionsbranche wird in jedem Bereich auf jeden Fall beeinflusst. Alle produzierenden Betriebe, vor allem die international tätigen, werden Industrie 4.0 vorantreiben. Im Handel und Gewerbe eher nicht, vielleicht nachgelagert, aber dieser Bereich der Wirtschaft wird nicht der Treiber von Industrie 4.0 sein.

Case-Study Transport & Logistik 6 – Kleines Transportunternehmen

Konzept Industrie 4.0

Bisher war der Begriff Industrie 4.0 kein Thema und wurde auch von den KundInnen des Unternehmens nicht aktiv kommuniziert. Es gibt jedoch ähnliche Modelle, die Industrie 4.0 umfasst, bereits mit den KundInnen, die aber nicht mit dem Begriff Industrie 4.0 bezeichnet wurden.

Die Modelle umfassen, dass das Unternehmen mit fixen KundInnen über Datenleitungen verfügt, wodurch die Bestellungen etc. in die Datenleitung gelangen, in dem Moment, wenn der/die Kunde/Kundin eine Bestellung seines/seiner Kunden/-in erhält. Eine Datenvernetzung zwischen den KundInnen ist gegeben, was aber nur rein das Bestellwesen betrifft.

Einfluss von Industrie 4.0 auf die Gestaltung der Unternehmensstrategie

Nur wenn die KundInnen und die Industrie die Umsetzung von Industrie 4.0 fordern, dann wird man dies gemeinsam mit den KundInnen umsetzen.

Einfluss von Industrie 4.0 auf interne Unternehmensprozesse und auf Prozesse in die es eingebunden ist

Industrie 4.0 hat insofern Einfluss auf Unternehmensprozesse, dass die Bestellanforderung schneller bearbeitet werden kann und man eine größere Planungssicherheit hat. Der Aufwand der Planung der IT-Ressourcen ist allerdings relativ hoch. So musste die komplette IT-Ausstattung ausgetauscht, Datenleitungen installiert sowie die MitarbeiterInnen eingeschult werden. Durch diese Veränderungen ist es nun schwierig auf eine manuelle Datenübermittlung wieder umzustellen, sollte es einmal einen Systemausfall geben wäre dies eine besondere Herausforderung.

Notwendige bzw. gewünschte Unterstützung für Industrie 4.0 Anpassungen

Im Prinzip würde man Unterstützung von Unternehmen brauchen, die auf die Installation von IT-Landschaften spezialisiert sind, die Schwierigkeit besteht aber in der Identifikation des/der richtigen Partners/-in.

Grobe Aufwandsabschätzung bisheriger und zukünftiger Investitionen sowie Investitionsbereiche

Die IT-Umrüstung hat das Unternehmen ungefähr 50.000 EUR gekostet, einmalig. Die Umsetzungskosten könnten in Zukunft noch steigen, jedoch nur geringfügig. Der Personalaufwand wird mit rund 60.000 EUR Mehrkosten pro Jahr durch MitarbeiterInnen (inkl. deren Umschulungen etc.) beziffert.

Ist eine Anpassung an die Entwicklungen rund um Industrie 4.0 notwendig, um (international) wettbewerbsfähig zu bleiben?

Ob die steigende Datenvernetzung oder Industrie 4.0 wirklich benötigt wird, um wettbewerbsfähig zu sein, kann noch nicht wirklich gesagt werden, da die relevanten Abnehmer in der Industriebranche, noch nicht umstellen.

Möglichkeit der Erschließung neuer Kundengruppen durch Industrie 4.0 Maßnahmen

Zu diesem Zeitpunkt kann das Unternehmen sich nicht vorstellen, dass durch die bisherigen Umsetzungen neue Kundengruppen erschlossen werden. Derzeit gibt die Industrie Vorgaben und vielleicht werden sich diese Entwicklungen zu einem Standard entwickeln oder auch nicht. Daher ist nicht absehbar, ob durch die getroffenen Maßnahmen neue Kundengruppen erschlossen werden können. Vielleicht kann durch Industrie 4.0 für eine kurze Zeit ein Wettbewerbsvorteil lukriert werden, jedoch wahrscheinlich nicht langfristig bzw. nachhaltig.

6. Abschätzung des Makro- und Branchenimpacts von Industrie 4.0 auf Österreich

Ziel dieses Kapitels ist die Abschätzung der quantitativen und qualitativen Auswirkungen von Industrie 4.0 Szenarien auf die Verkehrsnachfrage sowie die Analyse der Auswirkungen dieser Szenarien auf die Produktion und die Wertschöpfung in österreichischen Branchen unter der Berücksichtigung mittelosteuropäischer Wertschöpfungsketten.

Das Kapitel gliedert sich in vier Abschnitte. Zunächst wird die verwendete Datenbasis und Methodik kurz erläutert. Im darauffolgenden Abschnitt über die Verflechtung Mitteleuropas³⁵ mit fünf deutschen Branchen, die aufgrund der einschlägigen Literatur zum Thema Industrie 4.0 als Industrie-4.0-Vorreiterbranchen³⁶ bezeichnet werden können. Danach werden zwei Industrie-4.0-Szenarien entwickelt. Die globalen Verflechtungen der einzelnen mittel(o)st-europäischen Branchen mit dem Rest der Welt berücksichtigend, wird darauffolgend die Abschätzung der Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte (qualitativ) der Industrie-4.0-Szenarien vorgenommen. Die im vorangehenden Abschnitt ermittelten Wertschöpfungseffekte auf Branchen- und Länderebene der einzelnen Szenarien werden im letzten Abschnitt benutzt, um quantitativ die Auswirkungen auf die Güterverkehrsnachfrage zu ermitteln, die durch qualitative Aspekte auf Basis der Erkenntnisse bereits erfolgter Analysen im IND4LOG4 Projekt ergänzt werden.

6.1 Methodik und Datengrundlagen

6.1.1 Vorgangsweise, zentrale Begriffe und verwendete Kennzahlen

Vorgangsweise

In diesem Abschnitt sollen die Methoden kurz dargestellt werden, die zur Analyse der Fragestellungen dieses Projektabschnittes verwendet werden. Dabei handelt es sich um keine Einzelmethode, die auf die unterschiedlichen Fragestellungen angewandt wird, vielmehr wird ein Set an mehreren Methoden zur Beantwortung der einzelnen Fragestellungen verwendet, ebenso werden als Datenbasis mehrere Quellen, die miteinander konsistent sind, benutzt.

Zunächst wird die Frage analysiert, wie groß die potenzielle Betroffenheit einzelner Branchen Österreichs in Hinblick auf Industrie 4.0 ist. Diese recht allgemeine Zielsetzung wird untersucht, indem die Abhängigkeiten österreichischer Branchen von deutschen Branchen, die höchstwahrscheinlich Industrie-4.0-Vorreiter sein werden, bestimmt werden. Weiters wird die Bedeutung österreichischer Branchen als Vorleister für die betreffenden deutschen Branchen ermittelt. Dies erlaubt es, eine Aussage darüber zu treffen, in welche Richtung Abhängigkeiten innerhalb der Wertschöpfungsketten festzustellen sind. Um die Verschränkung der Branchen untereinander nachvollziehen zu können, benötigt es eine Kombination von Vorleistungsströmen zwischen Branchen unterschiedlicher Ökonomien, die grundsätzlich nur durch die Kombination von Input-Output-Daten und Außenhandelsdaten möglich ist. Da diese Daten nach unterschiedlichen Methoden erhoben werden, ergeben sich unter Umständen Inkonsistenzen, die das Ergebnis verfälschen könnten. Um dieser Problematik zu begegnen, wurde 2012 die WIOD-Datenbank³⁷ veröffentlicht, die eine konsistente Betrachtung der weltweiten Branchenverflechtungen für eine große Anzahl an Ländern (40 + Rest der Welt) und 35 Branchen (pro Land) ermöglicht. Zur Analyse dieser Fragestellung wird daher primär diese Datenquelle für Branchenverflechtungen herangezogen.

³⁵ Italien, Österreich, Tschechien, Polen, Ungarn, Slowakei und Slowenien

³⁶ Laut Bauer et al. 2014 sind dies die chemische Industrie, der Maschinenbau, Elektronik und Optik, Automotive. Im Gegensatz zu den Autoren dieser Studie wird in dieser Ausarbeitung die Rolle der Landwirtschaft nicht betrachtet, dafür werden aber unternehmensbezogene Dienstleistungen (Branchen 71 – 74 gemäß NACE Rev. 1.1) zu den Vorreiterbranchen gezählt.)

³⁷ WIOT = World Input Output Table, verfügbar für 40 Länder (inkl. der hier untersuchten) für den Zeitraum 1995 – 2011. Url.: http://www.wiod.org/new_site/database/wiots.htm.

Begriffe und Konzepte

Bevor wir die Struktur der verwendeten Datenbank erläutern, erscheint es sinnvoll, die zentralen in diesem Teil der Studie verwendeten Konzepte kurz zu definieren:

Produktionswert

Der Produktionswert ist der Wert aller Güter, die in einem bestimmten Zeitraum produziert wird. Dieser beinhaltet den Wert von Waren und Dienstleistungen. (Statistik Austria, 2015).

Vorleistungen

Vorleistungen (Intermediärverbrauch) messen den Wert der im Produktionsprozess verbrauchten, verarbeiteten oder umgewandelten Waren und Dienstleistungen.

Wertschöpfung

Bruttowertschöpfung³⁸ ist der Gesamtwert an in einer Zeitperiode produzierten Güter und Dienstleistungen abzüglich des Wertes der im Produktionsprozess verbrauchten Vorleistungen (Waren und Dienstleistungen).

6.1.2 Ermittlung der Input- und Outputkoeffizienten und Input-Output Analyse

Die Datengrundlage für die Ermittlung der Industrie-4.0-Effekte bildet die WIOD Datenbank³⁹, die Input-Output Tabellen enthält, die die Verflechtungen von 40 Ländern und je 35 Branchen pro Land untereinander darstellen (für die Jahre 1995 – 2011). Dies ermöglicht die Darstellung der Effekte, die von einer bestimmten Branche in einem bestimmten Land ausgehen auf andere Branchen innerhalb dieses Landes und in anderen Ländern und bildet somit globale Wertschöpfungsketten ab.

Auf Basis dieser Datengrundlage werden die sogenannten *backward* und *forward linkages* für im Bereich Industrie 4.0 wichtige Branchen dargestellt. Backward linkages bezeichnen jene Verflechtungen, die in der Wertschöpfungskette rückwärts gerichtet sind, also die Bedeutung verschiedener Branchen als Vorleister für eine bestimmte Branche. Ein Beispiel hierfür wäre die Frage, wie wichtig die österreichische Elektronikbranche für die deutsche Elektronikbranche hinsichtlich bezogener Vorleistungen ist. Forward Linkages wiederum untersuchen, wie bedeutend eine Branche als Absatzmarkt für die Produkte bestimmter Branchen ist. Das Beispiel von vorher adaptierend, wäre die hier interessierende Frage, wie wichtig die deutsche Elektronikindustrie als Abnehmer für die Produkte der österreichischen Elektronikindustrie ist. Diese Fragestellungen sollen zunächst hinsichtlich der Bedeutung von Industrie-4.0-Vorreiterbranchen für die Volkswirtschaften Mitteleuropas untersucht werden.

Dies wird durch eine Input-Output Analyse ergänzt, die es erlaubt, die Bedeutung von Industrie-4.0-Effekten in Deutschland, aber auch weltweit zu untersuchen. Hierfür wird die World-Input-Output Tabelle aus der WIOD Datenbank benützt und es wird unterstellt, dass sich Lieferbeziehungen strukturell (in Bezug auf Vorleistungs- und Absatzmärkte) seit 2011 nicht grundlegend verändert haben. Dies ermöglicht es anhand der weltweiten Vorleistungsverflechtungen abzuschätzen, was es für einzelne Branchen bedeutet, wenn bestimmte Branchen, die für Industrie 4.0 wichtig sind, die in der Literatur vermuteten Vorteile lukrieren können. Für eine genauere Darstellung der Methode sei auf den methodischen Anhang verwiesen.

Wie bereits angedeutet, sollen die Ergebnisse sowohl auf gesamtwirtschaftlicher Ebene als auch auf Ebene der einzelnen Branchen sowie Branchengruppen dargestellt werden. Zu diesem Zweck weist Tabelle 2 im Folgenden die verwendete tiefste Branchenaggregationsebene aus, die in dieser Studie verwendet wird, und führt die verwendeten Kurzbezeichnungen ein. Es erscheint jedoch nicht immer zielführend, aufgrund der sich daraus ergebenden Komplexität (5-9 analysierte Länder und jeweils 34 Branchen) auf dieser Aggregationsebene zu bleiben. Aus diesem Grund werden die 34 Branchen zu 9 Branchengruppen zusammengefasst, was die Darstellung vereinfacht. Diese sind ebenfalls in der Tabelle enthalten.

³⁸ Quelle: www.statistik.at/web_de/static/definitionen_022435.pdf, abgerufen am 10.05.2016.

³⁹ http://www.wiod.org/new_site/home.htm, abgerufen am 2.5.2016.

Tabelle 2: Branchengliederung und verwendete Branchenkurzbezeichnungen

| Code (WIOT) | Name (Englisch, WIOT) | Branchenkurzbezeichnung | Branchengruppe |
|-------------|--|---------------------------------|--|
| AtB | Agriculture, Hunting, Forestry and Fishing | Landwirtschaft | Land- und Forstwirtschaft, Fischerei |
| C | Mining and Quarrying | Bergbau | Herstellung von Waren (inkl. Bergbau) |
| 15t16 | Food, Beverages and Tobacco | Lebensmittelindustrie | |
| 17t18 | Textiles and Textile Products | Textilindustrie | |
| 19 | Leather, Leather and Footwear | Lederindustrie | |
| 20 | Wood and Products of Wood and Cork | Holzindustrie | |
| 21t22 | Pulp, Paper, Paper, Printing and Publishing | Papierindustrie | |
| 23 | Coke, Refined Petroleum and Nuclear Fuel | Mineralölindustrie | |
| 24 | Chemicals and Chemical Products | Chemische Industrie | |
| 25 | Rubber and Plastics | Kunststoffindustrie | |
| 26 | Other Non-Metallic Mineral | Glasindustrie | |
| 27t28 | Basic Metals and Fabricated Metal | Metalindustrie | |
| 29 | Machinery, Nec | Maschinenbau | |
| 30t33 | Electrical and Optical Equipment | Elektrotechnik & Optik | |
| 34t35 | Transport Equipment | Automotive | |
| 36t37 | Manufacturing, Nec; Recycling | Möbelindustrie | |
| E | Electricity, Gas and Water Supply | Energie & Wasser | |
| F | Construction | Bau | Bau |
| 50 | Sale, Maintenance and Repair of Motor Vehicles and Motorcycles; Retail Sale of Fuel | KFZ-Handel | Handel |
| 51 | Wholesale Trade and Commission Trade, Except of Motor Vehicles and Motorcycles | Großhandel | |
| 52 | Retail Trade, Except of Motor Vehicles and Motorcycles; Repair of Household Goods | Einzelhandel | |
| H | Hotels and Restaurants | Tourismus | Beherbergung & Gastronomie |
| 60 | Inland Transport | Landverkehr | Verkehr |
| 61 | Water Transport | Schifffahrt | |
| 62 | Air Transport | Luftfahrt | |
| 63 | Other Supporting and Auxiliary Transport Activities; Activities of Travel Agencies | andere Verkehrsdienstleistungen | |
| 64 | Post and Telecommunications | Telekom | sonstige Marktdienstleistungen |
| J | Financial Intermediation | Banken/Versicherungen | |
| 70 | Real Estate Activities | Immobilienwirtschaft | |
| 71t74 | Renting of M&Eq and Other Business Activities | Unternehmensdienstleistungen | Öffentliche Dienstleistungen und Private Haushalte |
| L | Public Admin and Defence; Compulsory Social Security | Öffentliche Verwaltung | |
| M | Education | Unterricht | |
| N | Health and Social Work | Gesundheitswesen | |
| O & P | Other Community, Social and Personal Services Private Households with Employed Persons | andere Dienstleistungen | |

Quelle: WIOT, Statistik Austria Klassifikationsdatenbank, OeKB Research Services/RAI.

6.1.3 Simulation der Industrie-4.0-Effekte

Die Simulation der Effekte von Industrie 4.0 basiert auf der Struktur der Wertschöpfungsketten und damit auf den Ergebnissen der Input-Output Analyse. Diese ermöglicht die Differenzierung in Erstrundeneffekt (direkter Effekt) und Gesamteffekt. Der direkte Effekt gibt an, wie sich Industrie 4.0 auf die Produktion der einzelnen Branchen auswirkt. In der Logik der Input-Output Analyse handelt es sich hierbei um einen Nachfrageeffekt. Klassischerweise wird die Input-Output Analyse zur Darstellung der Effekte einer Erhöhung der Nachfrage nach

dem Produkt einer bestimmten Branche auf Produktion und Wertschöpfung aller anderen Branchen, verwendet (backward linkages).

Die Fragestellung hier ist allerdings etwas anders gelagert, da es sich im Prinzip um eine angebotsseitige Entwicklung handelt. Durch den Einsatz von Industrie-4.0-Applikationen eröffnet sich eine Vielzahl an Kostensenkungsmöglichkeiten und die Produktivität des einzelnen Unternehmens (bzw. einer Branche oder der gesamten Volkswirtschaft) steigt. Dieses Potenzial zur Kostensenkung wird in der Regel von den betroffenen Unternehmen genutzt und zum Teil preislich an deren KundInnen weitergegeben werden. Daraus resultiert eine Angebotsausweitung, die cet. par. zu einem geringeren Gleichgewichtspreis im Markt und einer Erhöhung der nachgefragten Menge an Produkten der betroffenen Unternehmen führt. Letztendlich wird die Produktion aufgrund dieses grundlegenden Mechanismus steigen, zunächst in der betroffenen Branche und in weiterer Folge auch in anderen Branchen, die (weltweit) als Vorleister in der Wertschöpfungskette fungieren. Die im zweiten Schritt betroffenen Vorleister werden danach ihre Nachfrage nach ihren spezifischen Vorleistungen erhöhen und so weiter. Insgesamt ergibt sich naturgemäß so ein Gesamteffekt, der den Erstrundeneffekt übertrifft.

Die Schwierigkeit besteht nun in der Spezifikation des Erstrundeneffekts (direkten Effekts). Aus der einschlägigen Literatur sind mehrere Zugänge möglich, aufgrund der hier gebrauchten Branchenfeinheit empfiehlt sich allerdings ein Zugang auf Branchenebene. Hierfür können zwei Studien für Deutschland herangezogen werden: Bauer et al. 2014 und PwC (2014). Insgesamt unterscheiden sich die beiden Studien für Deutschland in Bezug auf die Gesamteffekte kaum, pro Jahr gehen die Autoren beider Studien von rund 28 Mrd. EUR (Bauer et al., 2014) bzw. 30 Mrd. EUR (PwC, 2014) für Deutschland aus. Auch die Betroffenheit der Branchen unterscheidet sich nicht, beide Studien orten die primären Effekte in der Prozessindustrie (chemischen Industrie & Metallindustrie), im Automotive-Bereich, im Maschinenbau, der Elektronikindustrie und im IKT-Bereich.

Für die Simulation wird die Branchenaufteilung und der Gesamtwert der PwC-Studie (2014) verwendet. Dies bedeutet, dass für die deutsche Volkswirtschaft im ersten Szenario ein Gesamtimpuls von 30 Mrd. EUR pro Jahr (2016 - 2020) unterstellt wird, wobei der Großteil (29,7 Mrd. EUR) auf die oben erwähnten Branchen entfällt und auf die restlichen Branchen (außer Land- und Forstwirtschaft sowie Öffentliche Verwaltung, Unterricht und Gesundheitswesen) gleichmäßig verteilt wird. Bezogen auf den Produktionswert Deutschlands 2014 entspricht dies 0,7 % der Gesamtproduktion; für die Branchenverteilung des Produktionszuwachses sei auf Abbildung 14 (obere Grafik und den hellblauen Balken) verwiesen. Unter der Annahme, dass Polen, Tschechien, Österreich, die Slowakei, Ungarn und Slowenien in wesentlichen Teilen mit Deutschland stark integriert sind, wird der direkte Effekt von Industrie 4.0 in diesen Ländern auf 75 % des Effekts in der jeweiligen deutschen Branche festgesetzt. US-Branchen werden in jedem Fall in digitalisierten Wertschöpfungsbranchen partizipieren, aber zumindest in Szenario 1 nicht dominieren, weshalb die Effekte in deutschen Branchen für den Fall von US-Branchen halbiert werden.

Im zweiten Szenario werden die prozentuellen Steigerungen auf Branchenebene beibehalten, allerdings werden diese auf andere Länder umgelegt, sodass sich der globale Erstrundeneffekt geografisch und strukturell anders verteilt.

Nach der Bestimmung der Erstrundeneffekte kann in der Folge mittels Input-Output Analyse der Gesamteffekt über die globale Wertschöpfungsketten ermittelt werden. Zur Methodik der Input-Output Analyse sei an dieser Stelle auf den methodischen Anhang verwiesen.

6.1.4 Ermittlung der Veränderung des Güterverkehrsaufkommens

Auf Basis der simulierten Bruttoproduktions- bzw. Wertschöpfungseffekte auf Ebene einzelner Branchen in den unterschiedlichen Ländern kann eine Abschätzung der Veränderung des Güterverkehrsaufkommens vorgenommen werden.

Da einerseits sowohl Produktionswert als auch Wertschöpfung in Geldeinheiten gemessen werden und andererseits die Transportleistung (im Güterverkehr) in Tonnenkilometern, ist eine einfache Umlegung der Produktionswerte nicht direkt möglich. Ein weiterer Grund für die Komplikation liegt unter anderem auch darin, dass nur ein Teil der gesamten Produktion physische – und somit zu transportierende - Waren sind. Der Großteil entfällt hingegen in der Regel auf nicht physische Dienstleistungen.

Obwohl der hier gewählte Ansatz zur Abschätzung der Effekte von Industrie 4.0 aufgrund der Branchenverflechtungsinformation angelegt wäre, diese Information auch zur Verkehrsaufkommensschätzung zu nutzen, können diese nicht verwendet werden. Der Grund hierfür liegt in der Nicht-Verfügbarkeit von Verkehrsvolumen zwischen Branchen einzelner EU-Staaten, zudem gibt es noch keine standardisierten Verfahren zur Überführung ökonomischer Aktivität auf Industriebasis (wie sie etwa in der WIDO-Tabelle

gemessen wird) und dem Transportvolumen (wie es von den einzelnen europäischen Statistikämtern erfasst wird). Ein interessanter Ansatz zur Überbrückung dieser fehlenden Verlinkung stellen etwa Müller et al. (2015) vor, allerdings erscheint dieses Verfahren aktuell noch nicht vollends ausgereift. Aus diesen Gründen wird hier ein aggregierter Ansatz zur Abschätzung der Transportleistung in Österreich gewählt.

Die Abschätzung des Güterverkehrsvolumens basiert auf der Annahme, dass der Handel zwischen und innerhalb von Regionen (analog gilt dies auch für Staaten) durch fünf Determinanten maßgeblich bestimmt wird:

1. *Wirtschaftliche Aktivität innerhalb der Region*
Je höher die Wirtschaftsleistung einer Region, desto größer ist auch das Binnenhandelsaufkommen.
2. *Wirtschaftliche Aktivität in der Ausgangsregion ($BIP_{Q,t}$)*
Je größer die Wirtschaftsleistung in der Quell-Region des Handelsstromes, umso größer wird das Handelsvolumen sein, das aus dieser Region ausgeht (Angebot).
3. *Wirtschaftliche Aktivität in der Zielregion ($BIP_{Z,t}$)*
Je höher die Wirtschaftsleistung bzw. das Einkommen in der Zielregion, desto größer ist die Nachfrage und damit das Handelsvolumen mit dieser Region.
4. *Distanz zwischen Quell- und Zielregion (d)*
Im Allgemeinen wird beobachtet, dass - unabhängig von der Größe der Quell- bzw. Zielregion - der Handel zwischen zwei Regionen umso intensiver ist, je geringer die Distanz zwischen diesen ist.
5. *Andere Faktoren*
Treibstoffpreise, Transporttechnologie etc.

Es wird im Folgenden angenommen, dass die Erhöhung des Handelsvolumens proportional zur Steigerung der Transport-Fahrleistung ist. Unter dieser Annahme kann die Veränderung der Verkehrsleistung als Funktion der oben genannten fünf Determinanten modelliert werden. Dies bedeutet, dass Steigerungen der Wirtschaftsleistung (Bruttoinlandsprodukt) der Quell- und Zielregion die Fahrleistung des Güterschwerverkehrs erhöhen, während diese mit einer höheren Distanz zwischen Verkehrsquelle und -ziel sowie mit einer Steigerung der Treibstoffpreise sinkt. Transporttechnologie wird im Allgemeinen einen verkehrsbegünstigenden Effekt haben (über den Kanal der Kostensenkung) und wird in der Regel das Verkehrsaufkommen erhöhen.

Die hier verwendeten Quell- und Zielregionen sind in der Folge die einzelnen EU-Staaten (für die die Wertschöpfungseffekte verfügbar sind), die USA, China und die wesentlichen österreichischen Handelspartnerländer.

Die Abschätzung des Verkehrsaufkommens wird in folgenden Schritten vorgenommen:

- Abschätzung der Effekte von Industrie 4.0 auf die Bruttowertschöpfung der explizit modellierten Volkswirtschaften
- Ermittlung des gesamten Güterverkehrsvolumens auf Quell-Ziel-Basis anhand des im Appendix kurz dargestellten Modells unter Verwendung allgemeiner Elastizitäten
- Ermittlung des Modal Splits aufgrund der historischen Daten
- Überlegungen zur Veränderung des Modal Splits auf gewissen Quell-Zieldestinationen unter Verwendung der Wertschöpfungseffekte auf Basis einzelner Industriebranchen aus dem ersten Schritt
- Aggregation des in und durch Österreich transportierten Güterverkehrsvolumens

6.2 Verflechtung österreichischer und mittelosteuropäischer Branchen mit Industrie-4.0-Vorreiterbranchen in Deutschland

In diesem Abschnitt soll die grundlegende Industrie-4.0-Betroffenheit der Volkswirtschaften Österreichs und Mittelosteuropas und deren Branchen dargestellt werden. Konkret geht es um die Abhängigkeit der erwähnten Länder und Branchen von und ihre Bedeutung für Industrie-4.0-Vorreiterbranchen in Deutschland. Somit wird nur ein Teil des Gesamtimpacts analysiert, da darüber hinausgehende Betroffenheitsszenarien und deren Auswirkungen aktuell noch nicht sehr konkret auf Branchenebene vorliegen und deren Darstellung somit den Rahmen dieser Studie sprengen würden. Die Darstellung der Betroffenheit dient der Vorbereitung der im nächsten Schritt durchgeführten Impactanalyse und soll in Hinblick auf aktuelle Branchenverflechtungen in Hinblick auf Industrie 4.0 sensibilisieren.

Methodisch wird in zwei Schritten vorgegangen: Zunächst wird die Bedeutung der deutschen Industrie-4.0-Vorreiterbranchen für Österreich und Mittelosteuropa sowie Italien anhand des Anteils der Bruttoproduktion der einzelnen Branchen, der direkt von deutschen Industrie-4.0-Vorreiterbranchen nachgefragt wird, analysiert. Im darauffolgenden Schritt wird die Perspektive umgedreht. Hier wird der Frage nachgegangen, wie bedeutend

italienische, österreichische und mittelosteuropäische Branchen für deutsche Industrie-4.0-Vorreiter als Vorleistungsersteller sind. Schließlich ergeben sich aus der Zusammenschau der beiden Perspektiven Anhaltspunkte auf welcher der beiden Seiten die größeren Abhängigkeiten liegen und woher der Impuls zur Digitalisierung der Produktion wahrscheinlich kommen wird.

An dieser Stelle sollen die deutschen Industrie-4.0-Vorreiterbranchen definiert werden, die in diesem Kapitel verwendet werden. Zur Identifikation der betreffenden Branchen folgen wir dem Ansatz der Studie von Bauer et al. (2014) im Auftrag der Bitkom. Die hier verwendeten Branchen sind die in der genannten Studie im Fokus stehenden Branchen (außer Landwirtschaft) und sind in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Deutsche Industrie-4.0-Vorreiterbranchen

| Industriebranche | Anteil an industrieller Bruttowertschöpfung der Industrie 2013 | Zugewiesene Branchen im WIOT-Datensatz | |
|---------------------------------|--|--|-----------------------------------|
| | | Code | Branchenkurzbezeichnung (deutsch) |
| Chemische Erzeugnisse | 8 % | 24 | Chemie |
| Kraftwagen- und Kraftwagenteile | 15 % | 34 - 35 | Automotive |
| Maschinenbau | 15 % | 29 | Maschinenbau |
| Elektrische Ausrüstung | 8 % | 30 - 33 | Elektrotechnik & Optik |
| - | - | 71 - 74 | Unternehmens DL ¹⁾ |

Anmerkung: ¹⁾ Unternehmensbezogene Dienstleistungen enthalten in der NACE Rev. 1.1 Systematik, auf Basis der die WIOT-Datenbank erstellt wurde auch IT-Dienstleistungen und wurden, obwohl sie nicht in Bauer et al. (2014) behandelt wurden explizit in dieser Studie mitberücksichtigt, da sie durchaus Auswirkungen im Kontext mit Industrie 4.0 haben.

Quelle: Bauer et al. (2014), OeKB Research Services/RAI.

Wie aus obiger Tabelle ersichtlich ist und auch anhand der Fallstudien in Kapitel 5 deutlich wurde, handelt es sich bei Industrie-4.0-Vorreitern nicht nur um Anbieter von Digitalisierungslösungen (wie unternehmensbezogene Dienstleistungen im IT- Bereich und Hersteller von elektronischem und optischen Geräten), sondern vor allem auch um Anwenderbranchen (wie etwa die chemische Industrie und Automotive). Aus diesem Grund ist es auch in der Regel schwierig, eine Trennung zwischen angebotsseitigen und nachfrageseitigen Faktoren im Einzelnen vorzunehmen.

Bedeutung der deutschen Industrie 4.0 Vorreiterbranchen als Absatzmärkte

Zunächst soll die Bedeutung der deutschen Industrie-4.0-Vorreiterbranchen als Nachfrager für die Branchen Italiens, Österreichs und ausgewählter Länder Mittelosteuropas betrachtet werden. Zu diesem Zweck wird der Anteil des Bruttoproduktionswerts österreichischer (bzw. italienischer und mitteleuropäischer) Branchen, der über die Vorleistungsverflechtung von den Industrie-4.0-Vorreitern direkt abhängt, ermittelt. Dies ermöglicht die Abschätzung der Bedeutung dieser Branchen und des ersten Impact der Umsetzung von Industrie-4.0-Applikationen auf die untersuchten Industrie- und Dienstleistungsbranchen. Ebenso soll die betroffene österreichische Beschäftigung auf Basis dieser Produktionsverflechtungen ermittelt werden.

Der Absatz österreichischer und mitteleuropäischer Branchen, der direkt an die Industrie-4.0-Vorreiter als Vorleistung geliefert wird, ist hoch und zeigt die Bedeutung der Branchen als Zulieferer für die deutsche Industrie. Die direkten Effekte, die sich daraus für die einzelnen Ökonomien und Branchengruppen ergeben, sind in Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Industrie-4.0-Vorreiterbranchen als Absatzmärkte für ausgewählte Länder

| | AT | IT | CZ* | HU | PL | SK | SI |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gesamte Bedeutung** | 9.038 | 9.016 | 7.096 | 4.267 | 7.238 | 2.315 | 768 |
| in % des gesamten Produktionswerts | 1,48 % | 0,29 % | 1,91 % | 1,99 % | 0,88 % | 1,34 % | 1,08 % |

Anmerkungen: * nur Werte für 2014 verfügbar, ** gemessen an der Bruttowertschöpfung der jeweiligen Ökonomien 2015.
Quelle: WIOD, Eurostat, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Insgesamt beläuft sich die Bedeutung der deutschen Industrie-4.0-Vorreiter, gemessen an Bruttoproduktionswert der betrachteten Länder auf rund 40 Mrd. EUR, für Österreich und die MOEL Staaten auf immerhin 31 Mrd. EUR (1,4 % des Bruttoproduktionswerts des Wirtschaftsraumes). Überdurchschnittlich betroffen sind Ungarn, Tschechien und Österreich, eine unterdurchschnittliche Betroffenheit ist für Polen und Slowenien ersichtlich.

Disaggregiert man nach Branchengruppen in den betroffenen Ländern, so fällt auf, dass für die Herstellung von Waren (inkl. Bergbau) die Hauptbetroffenheit besteht (vgl. auch Tabelle 9 im Anhang zu Kapitel 6), die in der Regel in dieser Branchengruppe rund 91 % des gesamten Bruttoproduktionswerts ausmacht. Eine Ausnahme hierzu bildet die Slowakei, wo die Betroffenheit in der Branchengruppe Handel außerordentlich hoch ist. Auch ist dies zum Teil in Polen zu beobachten, wenngleich auch in geringerem Ausmaß. Bedeutend ist ferner die Branchengruppe „sonstige Marktdienstleistungen“, auf die vor allem in der Slowakei, aber auch in Österreich und in Slowenien zwischen 3,7 % und 3,3 % der betroffenen Produktion entfallen. Bei der Branchengruppe Verkehr ist im Allgemeinen eine relativ geringe (direkte) Betroffenheit ersichtlich, die jedoch in Österreich (1,2 %) und in Polen (1 %) im Ländervergleich relativ hoch ist.

Die Betroffenheit der einzelnen Branchen wird in Abbildung 17 (Österreich) und Abbildung 18 (andere Länder) im Anhang zu Kapitel 6 dargestellt und wird am Anteil am Output der jeweiligen Branchen, der direkt als Vorleistungen an die Industrie 4.0 Vorreiter geliefert wird, gemessen. Klar ersichtlich ist eine für die österreichischen Industriebranchen große Bedeutung im Allgemeinen und darunter speziell für den Automotive-Bereich, ebenso wie für die chemische Industrie, die Kunststoffindustrie, die Metallindustrie, dem Maschinenbau und Elektrotechnik und Optik. Zwar sind diese Industrien bereits stark mit der deutschen Industrie verbunden, dennoch ist der Anteil in diesen Branchen bemerkenswert.

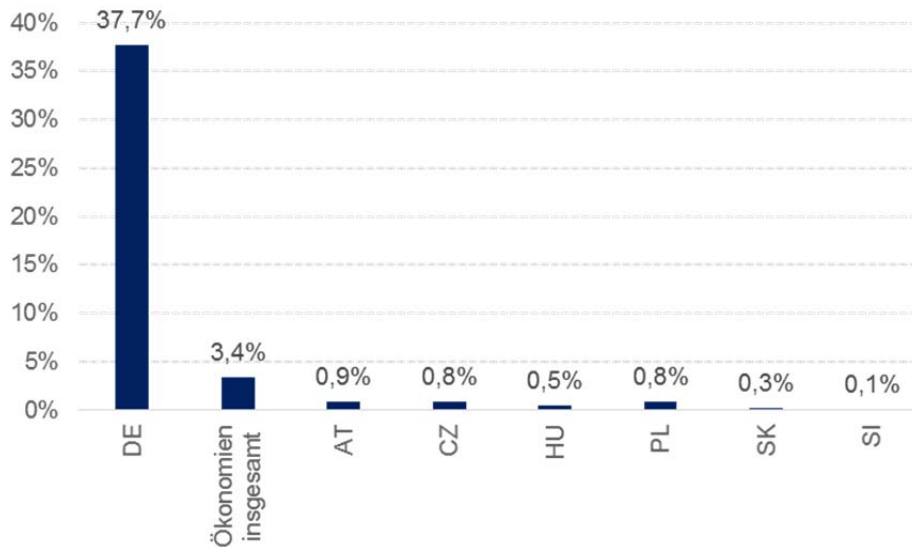
Betrachtet man die Bedeutung der Industrie-4.0-Vorreiter und ihre Bedeutung für Italien und ausgewählte mittelosteuropäische Staaten (vgl. Abbildung 18), so fällt auf, dass ein ähnliches Branchenmuster erkennbar ist, da diese Volkswirtschaften, ebenso wie Österreich, Bestandteil von Deutschland geprägter industrieller Wertschöpfungsketten sind (vgl. hierzu auch Stehrer und Stöllinger, 2013 sowie Stehrer und Stöllinger, 2015). Es ist jedoch auch beobachtbar, dass die Bedeutung für italienische Branchen geringer ausgeprägt ist, da einerseits das Land größer ist (und die inländische Nachfrage damit entscheidender), andererseits bestehen nicht derartig enge Vorleistungsverflechtungen mit Deutschland.

Bedeutung italienischer, österreichischer und mittelosteuropäischer Branchen als Vorleister für Industrie-4.0-Vorreiterbranchen in Deutschland

Im Folgenden wird die Bedeutung mitteleuropäischer Branchen als Vorleister aus Sicht deutscher Industrie-4.0-Vorreiter untersucht. Zu diesem Zweck wird der Anteil der Vorleistung von österreichischen, italienischen oder mittelosteuropäischen Vorleistungen an der Produktion (gemessen am Bruttoproduktionswert) der betrachteten deutschen Industrie-4.0-Vorreiter bestimmt. Im Allgemeinen werden die Zulieferbranchen umso bedeutender sein, je höher dieser Anteil ist.

Betrachtet man die Bedeutung mittelosteuropäischer Zulieferer, so ist deren Anteil für die untersuchten Industrie-4.0-Vorreiter geringer als jener österreichischer Branchen (vgl. Abbildung 13). Die tschechische und ungleich größere polnische Wirtschaft weisen mit 0,83 % einen verhältnismäßig hohen Vorleistungsanteil auf, die ungarische Wirtschaft folgt mit Abstand mit 0,53 %. In Hinblick auf die einzelnen Branchenbeiträge der genannten Volkswirtschaften ergibt für Polen ein strukturell ähnliches Bild, in der Tschechischen Republik, in Ungarn und in Slowenien ist die bedeutendste Zulieferbranche (aus Sicht der deutschen Industrie-4.0-Vorreiter) die Elektrotechnik und Optik. Auffallend ist aber auch, dass trotz eines hohen Anteils deutscher Vorleistungen, mehr als 50 % der Vorleistungen für die Industrie-4.0-Vorreiterbranchen nicht aus dem Inland und Mittelosteuropa kommen, was auf einen sehr hohen Integrationsgrad deutscher Branchen in globale Wertschöpfungsketten hinweist.

Abbildung 13: Anteil einzelner Volkswirtschaften am Bruttoproduktionswert der deutschen Industrie-4.0-Vorreiter



Quelle: WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Betrachtet man die Anteile österreichischer Branchen, so ergibt sich, dass diese - gemessen am Output der Industrie-4.0-Vorreiter – von tendenziell geringer Bedeutung sind. Die höchsten Anteile sind mit 1,2 bzw. 1,3 für die Metall bzw. Automotive Branche festzustellen, gefolgt von der Elektrotechnik- und Optik, dem Maschinenbau und der chemischen Industrie. Die relative hohe Bedeutung dieser Branchen relativiert sich dadurch, dass der Handel zwischen den gleichen Branchen in unterschiedlichen Ländern tendenziell bedeutender ist als der Handel zwischen unterschiedlichen Branchen in unterschiedlichen Ländern. Insgesamt beträgt der Vorleistungsanteil der österreichischen Wirtschaft für den Produktionswert deutscher Industrie-4.0-Vorreiter 0,91 % (vgl. Tabelle 10 im Anhang zu Kapitel 6).

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass die Bedeutung individueller Branchen Österreichs und der betrachteten Ökonomien Mittelosteuropas als Vorleister für die deutschen Industrie-4.0-Vorreiterbranchen individuell gering ist, dass aber der betrachtete Raum aggregiert insgesamt bedeutender ist. Auffallend diesbezüglich ist die Branchenverflechtung in den Bereichen Elektrotechnik und Optik, Automotive und im Maschinenbau.

Verzahnung italienischer, österreichischer und mittelosteuropäischer Branchen mit deutschen Industrie-4.0-Vorreiterbranchen und ihre Implikationen

In diesem Abschnitt wurde die Vernetzung der Branchen Italiens, Österreichs und der Länder Mittelosteuropas mit den deutschen Industrie-4.0-Vorreitern auf Basis von 34 Branchen untersucht.

Die Bedeutung der Industrie-4.0-Vorreiter als Absatzmarkt für einzelne Branchen (bzw. 9 Branchengruppen) in Österreich und Mittelosteuropa ist groß. Dies gilt insbesondere für die Automotive Branche in allen Ländern, vor allem aber in Österreich und Ungarn: So gehen jeweils über 20 % der Produktion der Automotive Branche in beiden Ländern als Vorleistungen in die Produktion der Industrie-4.0-Vorreiterbranchen ein. Daneben sind die Metallindustrie, Elektrotechnik & Optik, Kunststoffindustrie, der Maschinenbau und die chemische Industrie ebenfalls stark auf die deutschen Industrie-4.0-Branchen als Absatzmärkte fokussiert. Italienische Branchen sind im Vergleich zu jenen der anderen untersuchten Länder weniger stark als Vorleister für die betrachteten deutschen Branchen tätig.

Betrachtet man die Vernetzung von der Warte deutscher Industrie-4.0-Vorreiter aus, so fällt auf, dass umgekehrt die Bedeutung Österreichs und Mittelosteuropas viel geringer ist. Der Anteil der Branchen der betrachteten österreichischen und mittelosteuropäischen Ökonomien am Bruttoproduktionswert der Industrie-4.0-Vorreiter beträgt insgesamt 3,4 % des Bruttoproduktionswertes und ist im Falle Österreichs am größten (0,91 %), gefolgt von Tschechien und Polen (jeweils 0,83 %).

Dies bedeutet, dass auf Ebene der einzelnen Branchen jene in mittelosteuropäischen Ländern individuell nicht bedeutend sind, während die deutschen Industrie-4.0-Branchen umgekehrt als Absatzmärkte für diese aber sehr wohl. Obwohl auf Ebene der einzelnen Branchen die wirtschaftliche Signifikanz österreichischer und mittelosteuropäischer Branchen gering ist, so ist der gesamte Wirtschaftsraum aber bedeutender für die Industrie-4.0-Vorreiterbranchen.

Für die weitere Analyse weist dies darauf hin, dass deutsche Industrie-4.0-Impulse für die Länder Mittelosteuropas bedeutend sind, weil die Betroffenheit groß ist. In Bezug auf die Betrachtung der für diese Staaten relevanten Wertschöpfungsketten bedeutet diese hohe Betroffenheit von deutschen Industrie-4.0-Vorreiterbranchen, dass Produktivitätsimpulse dieser von den Branchen des untersuchten Wirtschaftsraumes mitvollzogen werden müssen. Es wird jedoch auch wichtig sein, dass die betroffenen Branchen der einzelnen Länder sich individuell in einem deutschen Industrie-4.0-Netzwerk behaupten müssen, da ihre Bedeutung, anders als ihre Betroffenheit, ungleich geringer ist. Hinsichtlich des damit verbundenen Anstiegs der Produktion dürfte in der Folge das quantitative Güterverkehrsvolumen in Mittel- und Osteuropa daher ebenfalls steigen.

6.3 Szenarienbasierte Abschätzung der Effekte von Industrie 4.0 auf Österreich und die Verkehrsnachfrage in Österreich

6.3.1 Einleitung

In diesem Abschnitt werden die beiden Szenarien vorgestellt, die anhand der Literatur und der ExpertInnengespräche für das Projekt entwickelt wurden. Danach erfolgt die Abschätzung der Effekte auf Bruttoproduktionswert, Bruttowertschöpfung und auf das Bruttoinlandsprodukt (BIP) ausgewählter Staaten. Aufbauend auf den BIP-Effekten soll zuletzt die Projektion der österreichischen Güterverkehrsströme erfolgen.

6.3.2 Definition der Industrie-4.0-Szenarien

In der Literatur zum Thema Industrie 4.0, die seit 2014 kontinuierlich gewachsen ist, ist die positive Wirkung auf Umsätze und Wertschöpfung relativ unumstritten (vgl. etwa Geissbauer et al., 2016, Rüßmann et al., 2015, Wischmann et al., 2014, Roland Berger, 2014, Bauer et al., 2014 und PwC, 2014). In Bezug auf die damit verbunden Beschäftigungseffekte in den einzelnen Branchen und auf gesamtwirtschaftlicher Ebene gehen die Meinungen jedoch auseinander (vgl. etwa Marcolin et al., 2016, Miller and Atkinson, 2013, Rus, 2015, Pratt, 2015, OECD, 2016a, Nourbakshsh, 2015, Kenney et al., 2015, Graetz and Michaels, 2015, Frey and Osborne, 2013, Brynjolfsson and McAfee, 2015, Adermon and Gustavsson, 2015, Autor, 2015, Dengler und Matthes, 2015a und 2015b). Im Rahmen dieser Arbeit sollen jedoch nicht die Beschäftigungswirkungen der Digitalisierung bestimmt werden, sondern die Produktions- und Wertschöpfungseffekte und deren Implikationen für die Güterverkehrsnachfrage.

Ungeachtet der Beschäftigungseffekte besteht in der Literatur aktuell der Konsens, dass Investitionen in Industrie-4.0-Lösungen positive Wirkungen auf die Produktivität und Unternehmenseffizienz haben können und dass das Marktvolumen für Industrie-4.0-Lösungen durchaus beachtlich ist. So schätzt eine Studie von PwC auf Basis von Unternehmensbefragungen, dass Unternehmen weltweit in den kommenden Jahren 907 Mrd. USD pro Jahr in Industrie-4.0-Lösungen investieren werden und ihren Umsatz um 493 Mrd. USD steigern sowie Kosten- und Effizienzgewinne in Umfang von 421 Mrd. USD lukrieren können (vgl. Geissbauer et al., 2016).

Auch und gerade für Deutschland erwarten Beobachter relativ große Umsatzsteigerungen. Wischmann et al. (2015) geben einen Überblick über Schätzungen für Umsatzsteigerungen für die deutsche Industrie. So schätzt McKinsey (2013) etwa die volkswirtschaftliche Umsatzsteigerung durch Industrie 4.0 (und andere Maßnahmen) auf 145 Mrd. EUR pro Jahr für Deutschland. Andere Studien sind weitaus weniger optimistisch und beziffern Umsatzsteigerungen für die deutsche Industrie auf etwa 20 - 30 Mrd. EUR pro Jahr (vgl. Roland Berger, 2014, Bauer et al., 2014 und PwC, 2014 und Rüßmann et al., 2015).

Einige der genannten Studien disaggregieren den Gesamteffekt auf einzelne Industrien bzw. Branchen (vgl. Bauer et al., 2014 und PwC, 2014 und Rüßmann et al., 2015) und gehen davon aus, dass die Automotive Industrie, die Prozessindustrie (Chemie, Pharmazie und Metall), der Maschinenbau und die Elektronikindustrie stark von Industrie 4.0 profitieren könnten, also traditionelle Stärkefelder der deutschen Industrie. Neben diesen Industriebranchen profitieren ebenso natürlich Informatik- und Kommunikationsdienstleistungen (IKT), eher klassische Stärkefelder US-amerikanischer Unternehmen.

Zusammenfassend zeigen existierende Studien zu Industrie 4.0 relativ große Effekte auf den Umsatz der Unternehmen, ebenso werden hohe Investitionen erwartet. Verortet werden die Effekte vor allem in „traditionellen Industriebranchen“ ebenso wie bei IKT-Dienstleistungen. Dies stellt gleichzeitig den Rahmen für die in dieser

Studie entwickelten und untersuchten Szenarien dar. Die beiden Szenarien sollen zwei mögliche Entwicklungen und deren Auswirkungen auf österreichische Branchen und die Transportwirtschaft und Logistik im Speziellen untersuchen.

Szenario 1

Industrie 4.0 ist durch industrielle Fertigung und Automatisierungstechnik europäischer, vor allem aber deutscher, Industrieunternehmen dominiert

In diesem Szenario werden die aus der Literatur (Bauer et. al. 2014 und PwC, 2014) entnommenen erwarteten Umsatzsteigerungen in Höhe von 30 Mrd. EUR p.a. auf die einzelnen Branchen entsprechend dem Muster in PwC (2014) verteilt. Aufgrund der Analyse von Stehrer und Stöllinger (2015) ist ebenfalls zu erwarten, dass Branchen in mittelosteuropäischen Ländern⁴⁰ im Verbund mit Deutschland (dem sogenannten Central European Manufacturing Core) in ähnlicher Weise profitieren. Deshalb wurden die Effekte für diesen Wirtschaftsraum auf 75 % der deutschen Effekte in den jeweiligen Branchen gesetzt. Die Effekte von Industrie 4.0 in den USA (im Verbund mit Kanada und Mexiko), die in diesem Szenario nicht dominieren, wurden etwa auf die Hälfte der erwarteten deutschen Effekte gesetzt. Da zu erwarten ist, dass die Digitalisierungseffekte in globalen Wertschöpfungsketten auftreten werden, wurde für die Branchen der übrigen Länder der Welt das gleiche Muster wie für die deutschen Branchen angenommen, allerdings entsprechen die Zugewinne nur einem Viertel der für Deutschland erwarteten.

Insgesamt unterstellt Szenario 1 eine globale Steigerung der Bruttonproduktion um 0,15 %, für Deutschland in Höhe von 0,7 %, für die USA in Höhe von 0,18 % und für alle Länder außer der USA und Deutschlands⁴¹ in Höhe von 0,1 %.

Szenario 2

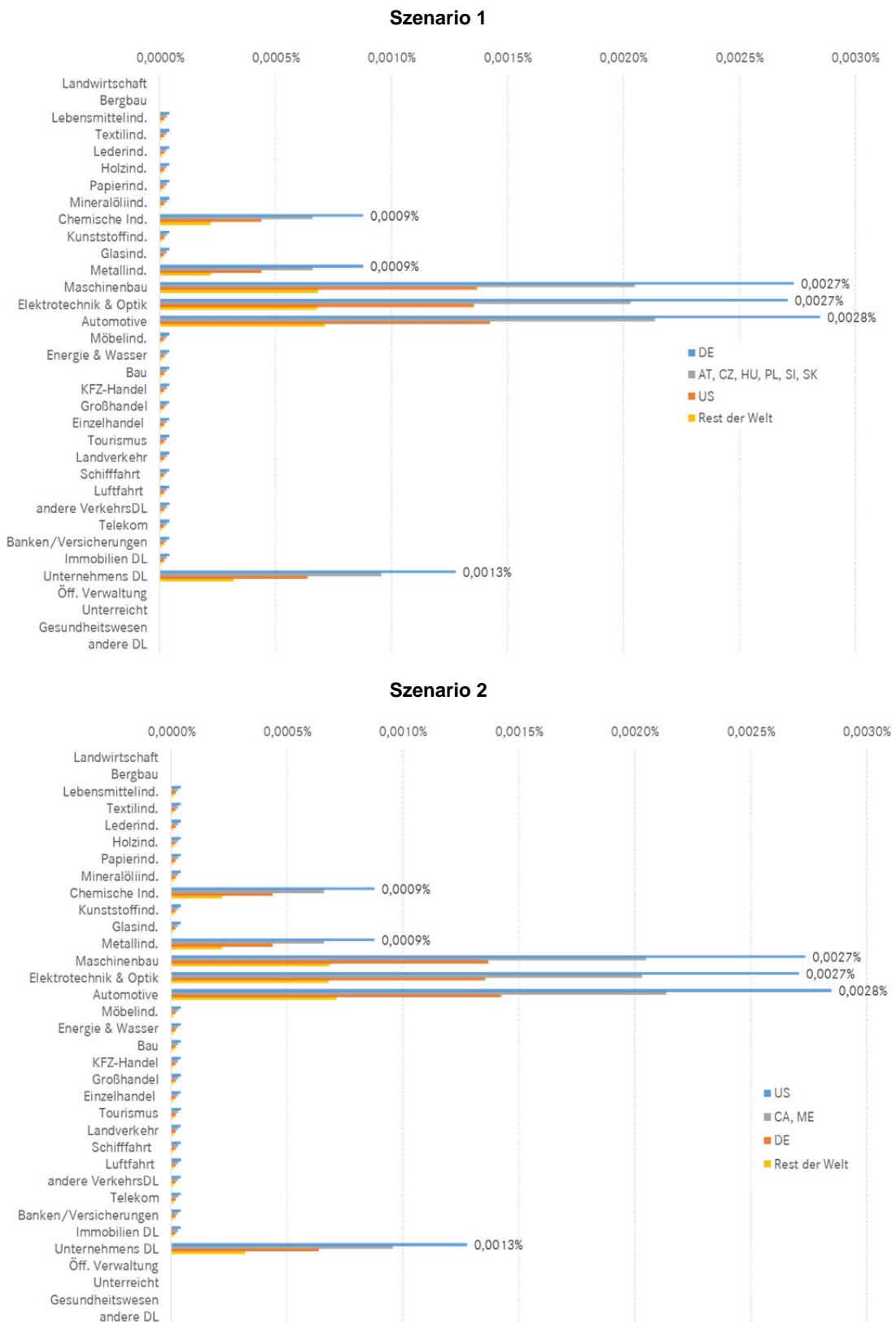
Industrie 4.0 ist durch die Informations- und kommunikationsdienstleistungsgeprägte US-Wirtschaft bestimmt, europäische (und deutsche) Unternehmen spielen eine eher untergeordnete Rolle.

Im zweiten Szenario werden die global größten Steigerungen des Umsatzes durch Digitalisierung in US-Branchen erwartet. Die prozentuelle Steigerung des Umsatzes der einzelnen US-Branchen entspricht dabei dem Muster der Steigerung der einzelnen deutschen Branchen in Szenario 1. Da sich die prozentuellen Steigerungsraten immer auf den jeweils tatsächlichen Branchenproduktionswert der einzelnen Branchen beziehen, ergibt sich somit ein struktureller Unterschied, da innerhalb der US-Branchen die Dienstleistungen stärker dominieren als in Europa bzw. Deutschland (vgl. hierzu auch Tabelle 5). Aus diesem Grund ergibt sich eine Steigerung des Bruttonproduktionswerts von 0,4 % für die USA in Szenario 2. Andere strukturelle Unterschiede, die sich gerade in den USA aufgrund dominanter IKT-Konzerne wie Google, Apple oder Oracle, ergeben können, wurden hingegen nicht berücksichtigt, da anhand der Literatur keine anderen Schätzungen zur Verfügung stehen.

⁴⁰ Österreich, Tschechien, Ungarn, Polen, Slowenien und die Slowakei

⁴¹ In Österreich beträgt der (direkte) Effekt auf den Bruttonproduktionswert 0,36 % in Szenario 1.

Abbildung 14: Überblick Szenarien 1 & 2



Quelle: PwC, Eurostat, WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Analog zu Deutschland und mitteleuropäischen Ökonomien in Szenario 1 unterstellt Szenario 2, dass die mit den USA stärker verflochtenen Branchen Mexikos und Kanadas in ähnlicher Weise wie die USA selbst profitieren werden (in Höhe von 75 % der US-Branchen). Deutschland und seine mitteleuropäischen Partnerländer hingegen können in diesem Szenario nur in geringerem Maße profitieren (50 % der US-Effekte). Analog zu Szenario 1 wird auch hier angenommen, dass die übrigen Länder nur zu einem Viertel des US-Effekts profitieren können.

Tabelle 5: Anteil des Zugewinns in einer groben Sektorgliederung basierend auf Werten 2014, Szenario 1 & 2

| | Deutschland | | | USA | | |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|---------------|
| | Anteil der Effekte in % | Szenario 1 | Szenario 2 | Anteil der Effekte in % | Szenario 1 | Szenario 2 |
| | | in Mio. EUR | | | In Mio. EUR | |
| Landwirtschaft, Bergbau | 0 % | 0 | 0 | 0 % | 0 | 0 |
| Industrie, Energie und Bauwirtschaft | 80 % | 24.000 | 12.000 | 56 % | 24.872 | 49.745 |
| Marktdienstleistungen | 20 % | 5.984 | 2.992 | 44 % | 6.202 | 12.404 |
| andere Dienstleistungen | 0 % | 0 | 0 | 0 % | 0 | 0 |
| Summe | 100 % | 29.984 | 14.992 | 100 % | 31.074 | 62.149 |

Quelle: BEA, Eurostat, WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Insgesamt betrachtet ergibt sich in diesem Szenario (aufgrund der absolut gesehen) größeren weltwirtschaftlichen Bedeutung der US-Branchen eine Steigerung von 0,17 % der globalen Produktionsleistung, die betreffende Steigerung für die US-Wirtschaft beträgt 0,4 % (im Vergleich zu 0,18 % in Szenario 1), die deutsche Steigerung der Bruttowertschöpfung beträgt in diesem Szenario 0,35 %⁴².

Die konkrete Umsetzung der beiden Szenarien auf Branchen- und Länderebene ist in Abbildung 14 dargestellt.

6.3.3 Auswirkung von Industrie 4.0 auf Produktion und Wertschöpfung im Lichte der globalen Wertschöpfungsketten

Im Folgenden werden die sich anhand der Verflechtungen über internationale Wertschöpfungsketten ergebenden Effekte der Szenarien auf den Bruttoproduktionswert und die Wertschöpfung dargestellt.

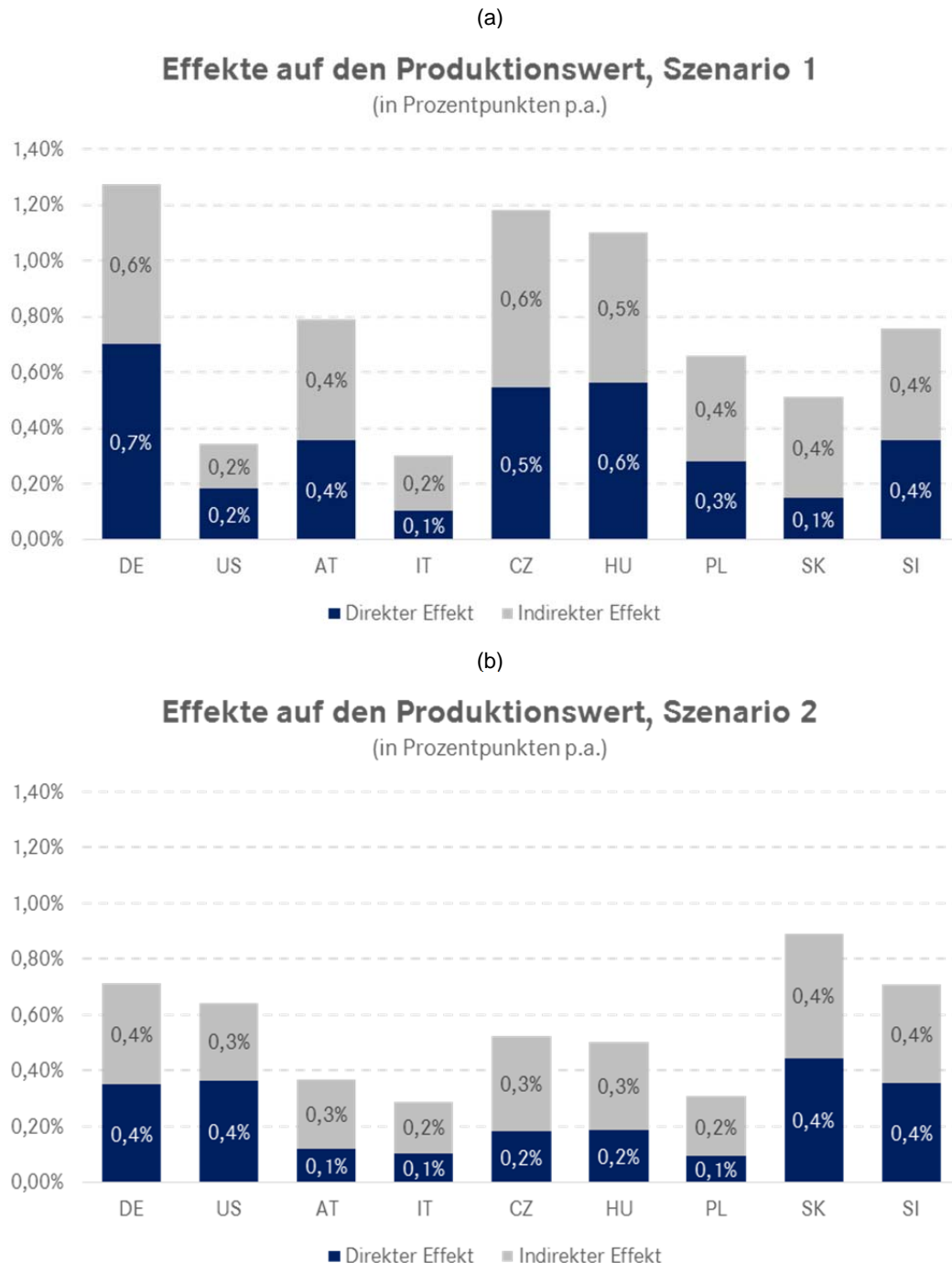
In Abbildung 15 sind die Effekte auf den Bruttoproduktionswert Deutschlands, der USA, Italiens sowie ausgewählter zentraleuropäischer Länder dargestellt. Panel (a) weist die Ergebnisse für das erste Szenario aus. Es ist klar ersichtlich, dass sich ein – relativ zum ersten Impuls – größerer Effekt über die internationale Vernetzung der deutschen Branchen ergibt. Zum ursprünglichen Effekt in Höhe von rund 0,7 % des Bruttoproduktionswerts kommen weitere indirekte Effekte hinzu, die den Bruttoproduktionswert um 1,3 % insgesamt steigen lassen. Somit ist der Effekt rund 1,8-mal so groß wie der ursprüngliche Impuls. Der wesentliche Grund hierfür dürfte die gerade in den betroffenen Branchen hohe Integration in internationale Produktionsnetzwerke bzw. Wertschöpfungsketten sein. Ein im betrachteten Ländersample noch größerer (prozentualer) Effekt ist für keines der betrachteten Länder beobachtbar. Die tschechische Republik und Ungarn profitieren prozentuell am zweitstärksten (+1,2 % bzw. +1,1 %). In etwas geringerem Maße profitieren Österreich und Slowenien (jeweils +0,8 %), Polen (+0,7 %) und die Slowakei (+0,5 %). Weitaus kleiner sind hingegen die Effekte in Italien (+0,7 %).

Die Betrachtung der Länder Mitteleuropas zeigt, dass aufgrund der geographischen Ferne ebenso wie aufgrund der geringeren Integration dieser Länder in US-amerikanisch geprägte Wertschöpfungsketten der Gesamteffekt in Szenario 2 deutlich geringer ist. Allerdings zeigt die Betrachtung auch, dass der Gesamteffekt den direkten Effekt übersteigt, da die Integration in die globale Wirtschaft bei den Branchen dieser Länder sehr stark ausgeprägt ist. Interessanterweise ist das Verhältnis von Gesamteffekt zu direktem Effekt relativ groß, was auf Vorteile Österreichs hinsichtlich der Integration in Wertschöpfungsnetzwerke bzw. -ketten hindeutet. Dies

⁴² In Österreich beträgt der (direkte) Effekt auf den endnachfragewirksamen Bruttoproduktionswert 0,12 %.

bedeutet, dass Österreich im ersten Szenario davon profitiert, dass es im zentraleuropäischen Industrienetzwerk gut integriert ist und in Deutschland die großen Industrie-4.0-Effekte stattfinden, andererseits profitiert Österreich im zweiten Szenario von der guten Integration in internationale Wertschöpfungsketten. Aufgrund der unterschiedlichen Branchenzusammensetzung Tschechiens und Ungarns können diese Ökonomien aber im Vergleich zu Österreich in Hinblick auf Wachstumsimpulse stärker profitieren.

Abbildung 15: Effekte von Industrie 4.0 auf den Produktionswert Deutschlands, der USA, Österreichs, Italiens und die Länder Mittelosteuropas, Szenario 1 und 2



Quelle: WIOD, Eurostat, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Während der Bruttonutzenwert die eigentliche Produktion in den einzelnen Volkswirtschaften beschreibt, gibt die Bruttowertschöpfung darüber Auskunft, welchen Anteil die jeweils inländischen Branchen zur Produktion beitragen. Im Allgemeinen kann beobachtet werden, dass kleine offene Volkswirtschaften, die in internationalen

Wertschöpfungsketten gut integriert sind (wie die meisten Länder Zentraleuropas), einen geringeren heimischen Wertschöpfungsanteil haben als die großen Ökonomien (wie z.B. die USA oder Italien).

Die Wertschöpfungseffekte sind in Tabelle 6 absolut und prozentuell dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die absolut größten Wertschöpfungseffekte in beiden Szenarien (neben Deutschland und den USA) auf Italien entfallen. Der relativ geringe Unterschied zwischen beiden Szenarien deutet darauf hin, dass dies auf die Größe des Landes zurückzuführen ist. In Österreich, Tschechien, Ungarn und Polen ist der Bruttowertschöpfungseffekt in Szenario 1 mehr als doppelt so groß als jener in Szenario 2, in der Slowakei ist dies umgekehrt. Im Falle Sloweniens sind die Bruttowertschöpfungseffekte in etwa gleich groß, was unter anderem auch daran liegen dürfte, dass die Ökonomie einerseits nicht so stark mit Deutschland verflochten ist und andererseits der Einfluss der italienischen Wirtschaft bedeutender als in den anderen betrachteten Ländern der Region ist.

In Szenario 1 entstehen nach Italien die größten Gesamteffekte auf die Bruttowertschöpfung in Österreich und Polen, in beiden Ländern sind diese in etwa gleich groß, gefolgt von Tschechien, Ungarn und der Slowakei. Die Reihenfolge bleibt auch in Szenario 2 bestehen.

Tabelle 6: Wertschöpfungseffekte in ausgewählten Ländern und Ländergruppen, Szenario 1 & 2

| | Szenario 1 | | Szenario 2 | |
|------------------------------|-------------|-------|-------------|-------|
| | in Mio. EUR | in % | in Mio. EUR | in % |
| Deutschland | 28.623 | 1,1 % | 15.739 | 0,6 % |
| USA | 41.167 | 0,3 % | 77.800 | 0,6 % |
| Österreich | 1.923 | 0,7 % | 841 | 0,3 % |
| Italien | 3.525 | 0,2 % | 3.331 | 0,2 % |
| Tschechische Republik | 1.261 | 0,9 % | 528 | 0,4 % |
| Ungarn | 767 | 0,9 % | 327 | 0,4 % |
| Polen | 1.916 | 0,5 % | 840 | 0,2 % |
| Slowakei | 256 | 0,4 % | 444 | 0,6 % |
| Slowenien | 203 | 0,6 % | 187 | 0,6 % |

Quelle:: BEA, Eurostat, WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Betrachtet man die prozentuelle Steigerung innerhalb der Ländergruppe (Tabelle 6), so fällt jedoch auf, dass kleinere Länder wie Tschechien und Ungarn in beiden Szenarien am meisten profitieren, gefolgt von Österreich, der Slowakei und Slowenien. Größere Volkswirtschaften wie Polen oder gar Italien verzeichnen hingegen nur geringere Steigerungen. Die Größe der Länder dürfte aber nicht die einzige Erklärungskomponente für die Effekte sein, da beispielsweise Tschechien größer als die Slowakei ist und die slowakischen Effekte in Szenario 1 ebenfalls klein sind. Vielmehr dürfte auch industrielle Spezialisierung eine Rolle spielen (vgl. hierzu den Abschnitt zur Bedeutung der deutschen Industrie-4.0-Vorreiterbranchen als Absatzmarkt für die mitteleuropäischen Branchen).

Betrachtet man die Branchenverteilung der Wertschöpfungseffekte in beiden Szenarien (vgl. hierzu Tabelle 12 und Tabelle 13 im Anhang), so wird ersichtlich, dass der Großteil auf die Industriebranchen („Herstellung von Waren inkl. Bergbau“) entfällt. Es entfallen mehr als 40 % dieses Effekts auf diese Branchengruppe. Eine Ausnahme bildet in dieser Hinsicht die US-amerikanische Volkswirtschaft, wo der Anteil des Effekts bei 36-37 % liegt und 50-52 % des Effekts auf sonstige Markt-Dienstleistungen (u.a. IT-Services) entfallen. Dies kann durch die ausgeprägte Spezialisierung der US-Wirtschaft in diesem Bereich erklärt werden. Betrachtet man die diesbezüglichen Anteile der mitteleuropäischen Volkswirtschaften so sind auch hier große Zugewinne feststellbar, allerdings ist der Unterschied zu den USA deutlich. Nach der Industrie und den sonstigen Markt-Dienstleistungen folgt die Handelsbranche. Hier sind drei Gruppen beobachtbar: Deutschland, die USA und Ungarn mit niedrigen

Anteilen (6 - 8 %), Österreich, Italien, Tschechien und Slowenien in der Mitte (jeweils knapp mehr als 10 %) und Polen und die Slowakei mit Anteilen zwischen 16 und 18 %. Auf den Verkehr (also die Transport- & Logistikbranche) entfallen relativ geringe Wertschöpfungsgewinne verglichen mit anderen Branchen (2-5 % je nach Land und Szenario). Dies liegt einerseits an der -gesamtwirtschaftlich gesehen - untergeordneten Rolle in Bezug auf die Wertschöpfungsverteilung⁴³. Andererseits ist dies aber auch der relativ konservativen Annahme eines geringen Produktionszuwachses in dieser Branche geschuldet.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die Effekte von Industrie 4.0 auf die hier betrachteten mitteleuropäischen Länder durchaus ökonomisch signifikant sind. Es ist vor allem der industrielle Bereich, der in hohem Maße partizipieren kann, aber auch Unternehmensdienstleistungen und der Handel, wenngleich auch in geringerem Maße. Dies ist nicht zuletzt auch ein Resultat des hohen Ausmaßes einer erfolgreichen Integration der Branchen dieser Länder in internationale Wertschöpfungsketten in den vergangenen beiden Jahrzehnten. Dies wird auch dadurch ersichtlich, dass der Gesamteffekt in der Regel den direkten Effekt zum Teil um das mehr als 2,5-fache übersteigt (in beiden Szenarien). Die Steuerung des internationalen Digitalisierungsprozesses ist also zweitrangig, allerdings sind die Effekte naturgemäß größer, wenn europäische (und hier vor allem deutsche) Unternehmen federführend sein würden.

Weil die Produktion nicht nur in Österreich, sondern auch in Mittel- und Osteuropa insgesamt steigt, ist zu erwarten, dass auch das Verkehrsvolumen steigt. Dies soll im übernächsten Abschnitt näher quantifiziert und qualitativ diskutiert werden.

6.3.4 Potenzielle Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Beschäftigung

Die Auswirkungen des technologischen Wandels auf die Beschäftigung – wie beispielsweise bei der Digitalisierung des Produktionsprozesses – ist eine der zentralen volkswirtschaftlichen Fragen, die nach wie vor kontroversiell diskutiert wird. Eine abschließende Antwort kann im Rahmen dieser Studie nicht erarbeitet werden, in Hinblick auf die Entwicklung von Handlungsempfehlungen im Rahmen dieser Studie scheint allerdings eine Behandlung dieser Thematik angemessen. Der folgende Abschnitt wird deshalb zentrale Argumente und Erkenntnisse in kurzer Form darstellen und besonderes Augenmerk auf die österreichische Transportwirtschaft und Logistik legen.

Die bis zum Ende des vergangenen Jahrhunderts weit verbreitete Ansicht war, dass Automatisierung, wie sie bereits seit mehreren Jahrzehnten beobachtbar ist, vor allem jenen Teil der Beschäftigten bedroht, der über eine nur geringe Ausbildung verfügt („low skilled workers“). Daraus folgte, dass die Förderung der (formalen) Ausbildung zentrales Anliegen der Wirtschaftspolitik sein müsse, um das Arbeitslosigkeitsrisiko der betroffenen Beschäftigtenklassen zu mindern. Diese Stoßrichtung wurde allerdings in den vergangenen Jahren von namhaften Autoren verlassen und es wurde zunehmend nicht nur die Ausbildung der Beschäftigten, sondern auch die Art der Tätigkeiten selbst, die diese verrichten, betont. Dies führte zu einer Reihe von Arbeiten, die Aspekte des Arbeitsmarktes betonten, die durch die grundlegende Art der Tätigkeit (kognitive vs. manuelle Tätigkeiten bzw. Nicht-Routine- vs. Routine-Tätigkeiten) des Beschäftigungsverhältnisses geprägt sind (z.B. Autor et al., 2003 sowie Goos und Manning, 2007, bzw. Autor und Dorn, 2013). In Hinblick auf die Auswirkungen der Computerisierung zeigten diese Arbeiten, dass nicht nur Arbeitskräfte mit geringem Ausbildungsniveau (die höchstwahrscheinlich vor allem manuelle bzw. stark Routine-getriebene Tätigkeiten verrichten) vom technologischen Fortschritt negativ betroffen sind, sondern durchaus auch Arbeitskräfte mit mittlerem Ausbildungsniveau. Die berühmteste Studie ist wohl Frey und Osborne (2013), die die Auswirkungen von verstärktem IKT-Einsatz in der US-Wirtschaft auf das Arbeitslosigkeitsrisiko von Beschäftigten nach Art der Tätigkeit untersuchten. Das zentrale Ergebnis der Untersuchung ist, dass bis zu 47 % aller Beschäftigungsverhältnisse in den USA ein hohes Risiko aufweisen würden, durch computergestützte Systeme ersetzt zu werden. Interessanterweise sind davon – gemäß den Ergebnissen der Studie – auch Dienstleistungsbereiche (wie etwa die Logistik und Transportwirtschaft), die bis dato (anders als Beschäftigungsverhältnisse in der Industrie) noch nicht im Fokus der Literatur waren, ebenso betroffen. Eine Studie von Graetz und Michaels (2015) untersuchte den Effekt des Einsatzes von Industrie-Robotern zwischen 1993 und 2007 in 17 Ländern und kam zu einem ähnlichen Ergebnis: Der Einsatz von Robotern erhöht die Produktivität⁴⁴ aller Produktionsfaktoren und die Wertschöpfung. Zwar wurde auf die geleisteten Arbeitsstunden kein signifikanter Effekt dargestellt, sehr wohl aber ein leicht negativer auf die Zahl der Beschäftigungsverhältnisse gering und mittlerer Qualifizierter.

⁴³ In der betrachteten zentraleuropäischen Ländergruppe beträgt der Wertschöpfungsanteil der Branche rund 6 %.

⁴⁴ Im Sinne der der Totalen Faktorproduktivität bzw. Multifaktorproduktivität

Die Literatur zu IKT-Fortschritt und Einsatz von Robotern (beides zentrale Elemente der Digitalisierung der Produktion im Sinne von Industrie 4.0) zeigt also tendenziell negative Effekte hinsichtlich bestehender Beschäftigungsverhältnisse. Allerdings (das ist aber nicht der Fokus dieser Papers) trifft dieser Zweig der Literatur kaum Aussagen zur Entstehung neuer Beschäftigungsverhältnisse und Tätigkeiten im Zuge der Digitalisierung. Da diese Entwicklung mit einem Strukturwandel in der Wirtschaft verbunden ist, ist die Entstehung neuer Beschäftigung allerdings sehr wohl zu erwarten. Einige Untersuchungen zu den Effekten von Industrie 4.0 zeigen beispielsweise, dass insgesamt mit Beschäftigungswachstum gerechnet werden kann. So schätzen etwa Rüßman et al. (2015), dass für Deutschland in den kommenden zehn Jahren mit einem digitalisierungsgetriebenen Wachstum in Höhe von insgesamt 6 % gerechnet werden kann. Ferner zeigt eine aktuelle OECD-Studie von Marcolin et al. (2016) auf Basis eines neuen Datensatzes für 28 hochentwickelte Ökonomien, dass Beschäftigung (ausgenommen Tätigkeit mit hohem Routine-Gehalt) positiv mit Innovation und IKT-intensität verbunden ist. Dies bedeutet, dass höherer Einsatz von automatisierten und computergestützten (Produktions-)Systemen auf der Branchenebene nicht automatisch mit dem Abbau von Beschäftigung einhergeht.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass nicht unbedingt das Ausbildungsniveau alleine, sondern auch die Art der Tätigkeit (in Hinblick auf den Grad an Routine) zentral für die Auswirkung auf die Beschäftigung ist. Auch ist eine stärkere IKT-getriebene Automatisierung nicht unbedingt immer mit dem Abbau von Beschäftigung in entwickelten Volkswirtschaften verbunden. Allerdings ist hier entscheidend wie hoch der Routinegrad des jeweiligen Beschäftigungsverhältnisses ist. Betrachtet man die Verteilung der Beschäftigung nach Routinegrad über Länder und Sektoren aus Marcolin et al. (2016), so zeigt sich, dass bei Beschäftigungsverhältnissen im Dienstleistungssektor der Routinegrad der Tätigkeit grundsätzlich geringer ist (vgl. Tabelle 7). In entwickelten Ländern ist durchschnittlich 41 % der Beschäftigung in der Industrie und 28 % der Beschäftigung im Dienstleistungsbereich stark routinegetrieben. Vergleicht man Österreich, Deutschland und die USA mit dem Länderdurchschnitt der 28 untersuchten Ökonomien, so fällt auf, dass sowohl in der Industrie als auch in den Dienstleistungen US-Beschäftigungsverhältnisse überdurchschnittlich stark durch Routinetätigkeiten charakterisiert werden können, während für Österreich und Deutschland diesbezüglich eher unterdurchschnittliche Anteile zu beobachten sind. Im Vergleich zu Deutschland sieht man wiederum für Österreich, dass „High Routine“-Tätigkeiten sowohl in der Industrie als auch bei den Dienstleistungen öfter beobachtet werden.

Tabelle 7: Verteilung der Beschäftigung nach Routinegrad der Tätigkeit, Sektoren und Ländern (Durchschnitte 2000, 2005, 2008 - 2001)

| | Industrie | | | | Dienstleistungen | | | |
|---------------------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------------|-------------------|
| | Non Routine (NR) | Low Routine (LR) | Medium Routine (MR) | High Routine (HR) | Non Routine (NR) | Low Routine (LR) | Medium Routine (MR) | High Routine (HR) |
| Durchschnitt¹ | 11 % | 21 % | 28 % | 41 % | 15 % | 24 % | 33 % | 28 % |
| AT | 11 % | 26 % | 28 % | 35 % | 11 % | 33 % | 28 % | 29 % |
| DE | 18 % | 23 % | 34 % | 26 % | 20 % | 25 % | 30 % | 26 % |
| US | 9 % | 23 % | 23 % | 45 % | 9 % | 24 % | 29 % | 38 % |

Anmerkungen: 1 Durchschnitt des gesamten Ländersamples der Studie (= 28 Länder).

Quelle: entnommen aus: Marcolin et al. (2016).

Geht man also davon aus, dass vor allem High und Medium Routine Tätigkeiten von Digitalisierung bedroht sind, so befindet sich Deutschland, aber auch Österreich in einer relativ günstigen Lage, da Non- und Low-Routine Tätigkeiten stärker dominieren als in den anderen entwickelten Volkswirtschaften.

Bis dato liegen noch keine grundlegenden Untersuchungen für Österreich vor, im Kontext der engen Verflechtung der österreichischen und deutschen Volkswirtschaften ist eine 2015 erschienene Studie zu den Folgen der Digitalisierung auf die Arbeitswelt in Deutschland von Relevanz. Dengler und Mathes (2015a, 2015b) untersuchen die Substituierbarkeit von Berufen in Deutschland und stellen durchaus bemerkenswerte Unterschiede zur Studie von Frey & Osborne fest. Ihre Ergebnisse zeigen, dass rund 15 % der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in Deutschland ein sehr hohes Substituierbarkeitsrisiko durch die Digitalisierung der Wirtschaft aufweisen. Allerdings finden die beiden Autorinnen auch, dass dieses Risiko neben Geringqualifizierten auch für höher Qualifizierte bzw. Fachkräfte schlagend sein kann. Lediglich Berufe mit hohen Qualifikationsanforderungen (Experten- und Spezialistenberufe) sind in der Regel kaum bis gar nicht substituierbar. Im Bereich der Berufe in

der Logistik im engeren Sinne lassen sich in der Studie geringe bis mittlere Substituierbarkeitsrisiken ausmachen, lediglich „Transportgeräteführer“ mit sehr geringen Qualifikationsanforderungen weisen eine über 80 % Substitutionswahrscheinlichkeit auf. Die Tätigkeiten/ Berufe in Transportwirtschaft und Logistik im weiteren Sinne wie im Vertrieb, in der Unternehmensorganisation sowie im Rechnungswesen und Controlling, weisen insgesamt geringere Substitutionsrisiken auf, wenngleich innerhalb der jeweiligen Berufsgruppe die Substituierwahrscheinlichkeit mit zunehmenden Anforderungsniveau (also HelferIn → Fachkraft → SpezialistIn → ExpertIn) sinkt.

In Kombination mit den Erkenntnissen aus Marcolin et al. (2016) legt die Studie von Dengler und Mathes (2015a, 2015b) für die österreichische Transportwirtschaft und Logistik den Schluss nahe, dass die Digitalisierung vorwiegend Tätigkeiten mit niedrigen und mittleren Qualifikationsanforderungen stärker betreffen wird als SpezialistInnen- und Expertentätigkeiten und dass die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigung in Dienstleistungsbranchen im Allgemeinen, wo in Deutschland und Österreich ohnehin ein bereits im internationalen Vergleich geringer Routinegrad der Tätigkeiten herrscht, relativ moderat sein wird. Zudem betonen Dengler und Mathes (2015b), dass ein hohes Substituierbarkeitspotenzial nicht automatisch Arbeitsplatzverluste bedeutet. Die Tätigkeiten mit höherem Risiko dürften in der Folge also den größeren Wandel erleben, gerade auch hinsichtlich der IKT-Kompetenzen.

6.3.5 Auswirkungen von Industrie 4.0 auf die Gütertransportnachfrage

Aufgrund der Simulation der Effekte auf die Wertschöpfung der einzelnen Länder kann in diesem Abschnitt quantitativ die Änderung der Transportnachfrage in Österreich vorgenommen werden.

Zu diesem Zweck wird das im methodischen Anhang dargestellte Modell zur Projektion der Güterverkehrsmenge verwendet. Das Modell geht dabei davon aus, dass der Verkehr sowohl eine Binnenverkehrs-, eine Quell-Ziel-Verkehrs- und eine Transitverkehrskomponente aufweist und folgt dem in der Verkehrsprognose 2025+ verwendeten Ansatz (vgl. Autorenteam VPÖ2025+, 2009a, BMVIT, 2012).

Die Abschätzung der **Binnenverkehrskomponente**, auf die laut Statistik Austria (2013, 2014, 2015b) im Durchschnitt der Jahre 2012 – 2014 rund 34 % der transportierten Güterverkehrsleistung (gemessen in tkm) entfallen, wird anhand von geschätzten Elastizitäten aus der Literatur vorgenommen, wobei die hier verwendete Schuh et al. (2009) entnommen wurde, da sie den aktuellsten Bezug zur österreichischen Situation darstellt. Der simulierte Wertschöpfungseffekt pro Jahr wird somit durch die Umlegung der Wertschöpfungssteigerung in Österreich auf die Binnenverkehrsgüterverkehrsleistung für die beiden Szenarien umgelegt.

Die **Quell-Ziel-Verkehrskomponente** der Güterverkehrsleistung in Österreich, auf die gemäß Statistik Austria (2013, 2014, 2015b) im Durchschnitt der Jahre 2012 - 2014 rund 36 % der transportierten Güterverkehrsleistung entfallen, wird anhand des im methodologischen Anhang dargestellten Modells abgeschätzt. Dabei wird auf die im Autorenteam VPÖ2025+ (2009a) skizzierte Methodik zurückgegriffen und diese mit der Außenhandelsstatistik Österreichs kombiniert. Die für Österreich relevanten Quell- und Zielverbindungen können durch die 19⁴⁵ wichtigsten Handelspartner im Warenhandel (2010 – 2015) angenähert werden, auf die in den Jahren 2010 - 2015 (exklusive der Schweiz⁴⁶) rund 82 % der Warenimporte und 78 % der Warenexporte entfielen⁴⁷. Werden die Ergebnisse der Input-Output Analyse hinsichtlich der Wertschöpfung mit den Elastizitäten der für Österreich wichtigsten Quell-Zieldestinationen⁴⁸ kombiniert, so erhält man eine mit dem Import bzw. Export gewichtete Wachstumsrate der österreichischen Quell-Ziel-Verkehrsleistung.

Auf die **Transitverkehrskomponente** entfielen laut Verkehrsstatistik der Statistik Austria (Quellen siehe oben) im Durchschnitt der Jahre 2012 - 2014 rund 30 % der transportierten Güterverkehrsleistung. Analog zu der Bestimmung der Quell-Ziel-Verkehrskomponente wird auch hier der Verkehrsprognoseansatz mit den Ergebnissen der Input-Output-Analyse kombiniert. Die in der Verkehrsprognose für den Transitverkehr durch Österreich relevanten Quell-Zielverkehrsdestinationen werden dem Autorenteam VPÖ2025+ (2009a) entnommen

⁴⁵ Diese Zahl ergibt sich aus der Kombination der Ansätze (Verkehrsmodell, Input-Output Analyse) und der Datenquellen (Außenhandelsstatistik, Elastizitäten der Verkehrsprognose und WIOD). Der 20-wichtigste Importpartner aus österreichischer Sicht ist Kasachstan, das nicht expliziert im WIOT-Datensatz ausgewiesen ist und dem Bestreben einen möglichst großen Teil des Warenaußenhandels abzudecken.

⁴⁶ Die Schweiz wird bedauerlicherweise in der WIOD-Datenbank nicht als einzelnes Land ausgewiesen und kann daher in der Analyse des Quell-Zielverkehrs nicht berücksichtigt werden, obwohl die Schweiz die dritt wichtigste Quelle österreichischer Warenimporte und die viert wichtigste Destination österreichischer Warenexporte im Durchschnitt der Jahre 2010 - 2015 war.

⁴⁷ Tatsächlich entfielen auf die in der Projektion berücksichtigten Länder 84 % der Importe und 80 % der Exporte, da zu den Top (18) noch Länder hinzugefügt wurden, die in der Systematik der Verkehrsprognose mit den Haupthandelspartnern zu Ländergruppen zusammengefügt wurden. Ein Beispiel hierfür wäre Spanien und Portugal: Spanien war im Durchschnitt 2010 - 2015 der 14. wichtigste österreichische Exportmarkt, Portugal war nicht unter den Top 20, allerdings weist das Verkehrsmodell nur eine Gruppe Spanien und Portugal aus. Aus diesem Grund wurde Portugal zu Spanien addiert (vgl. Tabelle 15 und Tabelle 17 im Anhang).

⁴⁸ Aus Autorenteam VPÖ2025+ (2009a), vgl. auch Tabelle 17 im Anhang

und – soweit möglich – das Wachstums des Verkehrs wird zwischen den beiden Handelspartnern bestimmt. Von den verwendeten Quell-Zielverkehren sind dabei einige Verbindungen für den Transit durch Österreich wichtiger und andere weniger wichtig. Diese werden anhand der Informationen aus Autorenteam VPÖ2025+ (2009a) entsprechend stärker bzw. weniger stark gewichtet (vgl. hierzu auch die ausgewiesenen Gewichte in Tabelle 16).

Nachdem die Wachstumsraten der drei Verkehrsarten ermittelt sind, wird die österreichische Güterverkehrsleistung ermittelt. Diese entspricht der aufkommensgewichteten durchschnittlichen Wachstumsrate der drei Verkehrsarten. Die entsprechenden Ergebnisse sind in Tabelle 8 ausgewiesen.

Tabelle 8: Entwicklung des zusätzlichen Güterverkehrsvolumens 2016 - 2020, in % pro Jahr, Szenario 1 & 2

| | Szenario 1 | Szenario 1 angepasst | Szenario 2 | Szenario 2 angepasst |
|--------------------|------------------------|-------------------------|--------------|-------------------------|
| | Durchschnitt 2015-2020 | | | |
| Binnenverkehr | 0,7 % | 0,2 % | 0,3 % | 0,1 % |
| Quell-Ziel Verkehr | 1,7 % | 1,2 % | 1,0 % | 0,7 % |
| Transitverkehr | 1,3 % | 1,3 % | 1,0 % | 1,0 % |
| Gesamt | 1,2 % | 0,9 % | 0,8 % | 0,6 % |

Quelle: Statistik Austria, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

In Szenario 1, in dem auf Österreich und seine Nachbarstaaten die größeren Wertschöpfungseffekte entfallen, bekommt der Verkehr einen Wachstumsimpuls von rund 1,2 % pro Jahr, was kumuliert für die Jahre 2016 - 2020 rund 6,2 % ausmachen würde. Der größte Wachstumsimpuls entfällt dabei auf den Quell-Ziel-Verkehr, der mit rund 1,7 % wächst, gefolgt vom Transitverkehr mit durchschnittlich 1,3 %. Der Binnenverkehr wächst am schwächsten mit rund 0,7 %.

In Szenario 2 kommt es zu geringerem Wachstum, vor allem weil der mitteleuropäische Raum weniger wächst. Laut Modell würde die Transportleistung um jährlich 0,8 % insgesamt ansteigen, die größten Impulse kommen diesmal auf den Quell-Ziel-Verkehr und den Transitverkehr (jeweils rund 1 %), kleiner ist der Impuls abermals beim Binnenverkehr mit 0,3 %. Interessanterweise zeigt sich in Szenario 2, dass sowohl Quell-Zielverkehr als auch Transitverkehr – im Gegensatz zum ersten Szenario – in etwa gleich groß sind, was in gewisser Weise auf eine in Szenario 2 induzierte Produktions- und damit Verkehrsverlagerung zuungunsten Österreichs hindeutet.

Vergleicht man die Verkehrswachstumsimpulse mit dem aktuellen Stand der Verkehrsprognose 2025+ (BMVIT, 2012), so sind die in Szenario 1 ausgewiesenen Werte relativ hoch. Geht man von einem durchschnittlichen Jahreswachstum des Verkehrs (Straße und Schiene) von 1,5 % in den Jahren 2015 – 2020 aus, so würde sich das Wachstum in Szenario 1 um rund 80 % pro Jahr erhöhen, im Falle von Szenario 2 wären es rund 50 %. Interessanterweise steigt der Binnenverkehr relativ zur Verkehrsprognose am meisten, gefolgt vom Quell-Ziel-Verkehr. Für den Transitverkehr ergeben sich die geringsten zusätzlichen Impulse. Hinter dieser Struktur steckt die Beobachtung, dass die Verkehrsleistung in Österreich unter anderem durch den Anstieg der heimischen Produktion ansteigt und nicht nur aufgrund der Produktion von und des Handels zwischen nicht-österreichischen Produzenten. Aufgrund der Größe der Effekte auf die Verkehrsleistung in beiden Szenarien muss davon ausgegangen werden, dass dies eine Obergrenze darstellt.

Die quantitativen Abschätzungen ergeben daher zu hohe Ergebnisse. Eine genauere Betrachtung der Ergebnisse zeigt zu hohe Effekte im Binnenverkehr und im Zielverkehr. Im letzten Update der Verkehrsprognose (BMVIT, 2012) wachsen der Binnenverkehr im Jahresdurchschnitt mit 0,4 % und der Zielverkehr mit 1 %. In Szenario 1 der vorliegenden Betrachtung ergeben sich zusätzliche Binnenverkehrseffekte von durchschnittlich 0,7 % und für den Zielverkehr in Höhe von 1,76 %. Da nicht davon auszugehen ist, dass es aufgrund der Digitalisierung zu so hohen Zuwächsen im Binnenverkehr kommt, wäre in Szenario 1 ein zusätzlicher Effekt in Höhe der Hälfte des jährlichen Wachstums vorstellbar. Zudem reflektiert die schwache prognostizierte Zielverkehrsentwicklung in der Verkehrsprognose die schwache Binnenkonjunktur. In Bezug auf den Zielverkehr könnte man die maximalen Effekte in Szenario 1 eventuell auf die Hälfte der jährlich prognostizierten Steigerung begrenzen (in Szenario 2 eine Reduktion im selben Ausmaß wie in Tabelle 8 dargestellt, für Ziel- und Binnenverkehr). Diese beiden Änderungen würden das jährliche zusätzliche Wachstum der Güterverkehrsleistung auf 0,9 % (Szenario 1) bzw. 0,6 % (Szenario 2) reduzieren würde, was realistischer erscheint.

Unabhängig davon, ob die in Tabelle 8 dargestellte quantitative Projektion der Verkehrsleistung angepasst wird oder nicht ergibt die Berechnung einen Hinweis, dass die Verkehrswirkung von Digitalisierung bzw. Industrie 4.0 durchaus signifikant sein kann.

Qualitative Aspekte

Die Aggregationsebene der Betrachtung erlaubt es nicht, Aussagen über die Entwicklung des Modal Split zu treffen. Aufgrund der gewählten Ebene der Analyse (Branchen in unterschiedlichen Staaten) ist die Datenbasis hinsichtlich der Transportmodi leider schwach. Die einzige Variation der Anteile der Verkehrsträger am Transport kommt aus dem Verhältnis von Binnenverkehr, Quell-Ziel-Verkehr und Transitverkehr. Dies bedeutet, dass sich Anteile der Verkehrsträger nur verschieben können, wenn sich das Verhältnis der Verkehrsarten ändert.

Die Wirkungen auf die Verschiebung der Anteile der Verkehrsträger sind stärker von einzelnen Unternehmensentscheidungen, ebenso wie von Branchentrends und der allgemeinen Verkehrspolitik abhängig als von den Möglichkeiten, die die Digitalisierung bietet. Die Vorteile der multimodalen (und damit tendenziell auch umweltschonenderen) Logistik können von Unternehmensseite nur ausgespielt werden (Reduktion der Leerfahrten, höherer Grad an Intermodalität, schnellere Durchlaufzeiten etc.), wenn es die infrastrukturellen Rahmenbedingungen zulassen und es von staatlicher Seite positive Regulierungsanreize gibt. Dazu zählt unter anderem der gleichberechtigte Zugang zu und die Benutzung von inter-/multimodalen Hubs, sodass diese synchronmodal werden können. Weiters, und das wurde vor allem von den Transportlogistikunternehmen betont (siehe ExpertInneninterviews und Fallstudien), besteht Zweifel an der Interoperabilität der Eisenbahn für eine vollkommen digitalisierte Logistik. So betont selbst der Vorsitzende der Eisenbahngesellschaft der Europäischen Union in einem Interview⁴⁹, dass der grenzüberschreitende Bahnverkehr nach wie vor eine große Herausforderung ist. Das liegt zum Teil an der langen „nationalen Staatsbahntradition“ in EU-Ländern, die nach wie vor prägend ist und führt dazu, dass beispielsweise ERTMS⁵⁰-Schnittstellen in den Verkehrsinfrastrukturen auf Neubaustrecken zwar bereits implementiert sind, aber über nationale Grenzen hinweg oft nicht kompatibel sind. Zudem betont auch eine Studie von Herry und Sedlacek (2014), dass das Problem im Eisenbahngüterverkehr unter anderem auch am Einsatz des geeigneten Personals und Lokmaterials liegt, der den grenzüberschreitenden Verkehr erschwert. In einer Welt, in der Just-In-Time oder Just-In-Sequence stärker an Bedeutung gewinnt (vgl. Fallstudien im vorigen Kapitel) bedeutet dies, dass das System Eisenbahn vor großen Herausforderungen steht, um gegenüber dem Straßengütertransport überhaupt wettbewerbsfähig zu bleiben. Andererseits spielt gerade die Bahn im Massengüterfernverkehr aktuell noch eine bedeutende Rolle und wird dies nach Einschätzungen der ExpertInnen (vgl. Kapitel 3) auch in Zukunft weiterhin tun. Vor dem Hintergrund der für den 3D-Druck wichtigen Rohmaterialien ergibt sich zudem noch ein potenziell interessantes Geschäftsfeld für den Schienengüterverkehr. Aufgrund der Tatsache, dass die Nutzung der Vorteile, die sich aus der Digitalisierung der Logistik gerade auch für den Eisenbahnbereich ergeben, von vielen anderen Rahmenbedingungen und Unwägbarkeiten abhängt, die zum Teil rein politische Entscheidungen sind, wird an dieser Stelle von einer Abschätzung möglicher Modal-Split-Verschiebungen Abstand genommen, da dies aufgrund der aktuellen (europäischen und nationalen) Rahmenbedingungen seriös nicht möglich wäre.

Der Güterverkehr dürfte durch Digitalisierung in nächster Zukunft positive Wachstumsimpulse erhalten, die Frage ist nur, wo dies stattfinden wird. Im B2C-Bereich dürfte, bedingt durch den Online-Handel, der Last-Mile-Verkehr in Ballungsräumen weiter an Bedeutung gewinnen, aufgrund der Belebung des internationalen Handels – wie in diesem Kapitel dargelegt – sind aber auch für den Fernverkehr positive Impulse zu erwarten. Während aus Sicht der Logistik und Transportwirtschaft die Hauptläufe (vor allem also im Fernverkehr) bereits optimiert sind, verorten andere Beobachter – wie beispielsweise der VCÖ (2016) – gerade im Last-Mile-Verkehr Optimierungspotenziale. Interessanterweise ergab die Befragung der Unternehmen den geringsten Anpassungsbedarf aufgrund von Digitalisierung im Bereich des Fuhrparks und bei Sharing-Konzepten, die gerade in Ballungsräumen bei Last-Mile-Lösungen interessant sein könnten. Allerdings orteten die Unternehmen gerade im Geschäftsmodell Anpassungsbedarf bei Kooperationen. Dies könnte bedeuten, dass im urbanen Raum durchwegs auch Optimierungspotenzial seitens der Logistik erkannt wird, aber die Stoßrichtung noch nicht ganz klar ist, insbesondere wie weit Kooperationen gehen können. Vor dem Hintergrund anhaltender Urbanisierungstendenzen, wie sie für Österreich festgestellt werden (ÖROK, 2015), kombiniert mit dem Trend zu mehr Online-Handel, könnte die städtische und Umland-Logistik daher interessante Betätigungsfelder bieten. Zurzeit ist es allerdings nicht absehbar, welche Art der Organisation dieses zusätzlichen Verkehrsaufkommens gewählt wird. Zudem gibt es auch Unklarheiten über die Art des Antriebs. Wie der VCÖ (2016) anmerkt, ist ein Problem bei leichten E-Nutzfahrzeugen der Wiederverkaufswert, der die stark kostengetriebenen Entscheidung zur Anschaffung eines neuen Nutzfahrzeugs oft erschwert. Andererseits ist bei zunehmender steigender innerstädtischer Verkehrsleistung auch der Einsatz von Diesel-Leichtnutzfahrzeugen, gerade vor dem Hintergrund der steigenden Feinstaubbelastung, ein Problem.

⁴⁹ „Für ein einheitliches Eisenbahn-Europa“, FAZ vom 25.07.2016, Nr. 171, S. 18.

⁵⁰ European Rail Traffic Management System

7. Schlussfolgerungen

7.1 Unternehmensebene

7.1.1 Ausgangspunkt: Identifizierte Anforderungen aus dem Bereich der Industrieunternehmen

Auf der Seite der Industrieunternehmen lassen sich bereits einige erfolgreich implementierte Industrie-4.0-Konzepte beobachten. In erster Linie handelt es sich hierbei um die Erfassung, Speicherung, Analyse und schließlich um die Bereitstellung von relevanten Informationen und Daten, mit deren Hilfe eine flexiblere und effizientere Gestaltung von Produktionsabläufen, Logistikprozessen und Wartungs- und Monitoringaktivitäten angestrebt wird. Ein wesentlicher erster Treiber für Industrieunternehmen lässt sich daher im Streben nach Effizienzsteigerung im Produktionsprozess, aber auch in allen vor- und nachgelagerten Prozessen identifizieren. Hier ergibt sich eine wichtige Anschlussstelle an die Aussagen für den Bereich Transport und Logistik.

Gleichzeitig ist aber durchgehend festzustellen, dass die Konvergenz der physischen und virtuellen Welt darüber hinausgehend einige für die erfolgreiche Umsetzung der vierten industriellen Revolution entscheidende Herausforderungen in sich birgt. Diese Thematik betrifft im Industriebereich vor allem die Nutzung entsprechender Ansätze für die (Neu-)Gestaltung von Kundenbeziehungen, was einen zweiten wichtigen Treiber ausmacht, und in letzter Konsequenz bis zum Aufsetzen neuer Geschäftsmodelle reichen kann. Laufend tritt dabei als Thema die Bereitstellung einer geeigneten Breitbandinfrastruktur auf, weil sie für den Umgang mit der Vielzahl an Daten unabdingbar ist, verknüpft mit dem Erfordernis flächendeckender, standardisierter Schnittstellen, um über die eigenen Unternehmensgrenzen hinweg gestalten zu können und auf diese Weise Unternehmensnetzwerke aufzubauen. In diesem Kontext, wo verschiedene Unternehmen aus diversen Branchen miteinander im ständigen Austausch stehen, stellt aber das Datenschutz-Problem eine zentrale Herausforderung dar, mit der sich die Industrieunternehmen – nicht zuletzt auch in der Relation zu ihren Logistik-Partnerunternehmen – auseinandersetzen müssen. Schließlich erwartet man sich von den Industriefirmen im Bereich Aus- und Weiterbildung der derzeitigen und der zukünftigen MitarbeiterInnen umfassende Anpassungen und Reformen, um mit der zunehmenden Digitalisierung Schritt halten zu können.

Sowohl die zu Projektbeginn durchgeführte Unternehmensbefragung als auch die Arbeit mit konkreten Fallbeispielen haben gezeigt, dass hinsichtlich der Industrie-4.0-Thematik ein massives Interesse in den jeweiligen Unternehmen herrscht, dass aber auch bisweilen die Erwartungen sehr hoch gesteckt sind. Daraus resultiert ein umfassender Handlungsbedarf, der Entscheidungsträger aus verschiedensten Unternehmensbereichen fordert, eine ganzheitliche Implementierung der angesprochenen industriellen Revolution zu bewerkstelligen, um das daraus resultierende Potenzial für Beschaffungs-, Produktions- und Absatzprozesse so gut wie möglich ausschöpfen zu können. Dass damit eine markante Erhöhung der Relevanz des enthaltenen oder zusätzlich bereitgestellten Dienstleistungsangebots Hand in Hand geht, wird von allen Beteiligten als wesentliche Zukunftsherausforderung gesehen.

7.1.2 Schnittpunkte zwischen Industrie und Transportwirtschaft und Logistik

Widersprüchliche Ansprüche auf Industrie- und Transportseite

Ein zentrales Problem für die schleppende Umsetzung von Industrie 4.0 in der Transportbranche sind die unterschiedlichen Ansprüche, die Transportunternehmen und Industrieunternehmen als KundInnen an die jeweiligen Technologien, aber auch an die Partnerunternehmen entlang der Wertschöpfungskette stellen.

Für Transport- und Logistikunternehmen ist eine intensive Integration in die Prozesse der jeweiligen KundInnen erforderlich, um die Ansprüche an Flexibilität und Optimierung, die im Rahmen von Industrie 4.0 versprochen werden, sicherstellen zu können. Gleichzeitig sind diese Unternehmen aber zumeist für mehrere KundInnen (Unternehmen) tätig und müssen sich damit mit unterschiedlichen Systemen, aber auch Vertrauensproblemen von Seiten der Industrie auseinandersetzen. Vor allem letzteres stellt einen Hemmschuh für eine rasche und effiziente Umsetzung von Industrie 4.0-Potenzialen in der österreichischen Wirtschaftslandschaft dar.

Eine besondere Rolle kommt in dieser Beziehung KMUs zu. Einerseits sind sie durch ihre Flexibilität durchaus dazu prädestiniert eine wichtige Rolle in der Umsetzung von Industrie 4.0-Konzepten zu spielen, andererseits stellt die tiefe Integration und Komplexität der Gesamtsysteme sowie die doch bedeutenden Anschaffungsinvestitionen für kleinere Unternehmen als Anwender von Industrie 4.0 eine deutliche Hemmschwelle dar.

Treiber für Transportbereich sind Kunden

Besonders deutlich wurde im Rahmen der Fallstudien, aber auch schon bei der Unternehmensbefragung, dass die Treiber für Entwicklungen bei Transportunternehmen zumeist die Anforderungen von Seiten der KundInnen sind. Wenn also Industrieunternehmen mit neuen Anforderungen an Transportunternehmen herantreten, so werden diese Lösungen entwickeln, um möglichst effizient die neuen Aufgabenstellungen umsetzen zu können. Dieser Zugang ist jedoch nicht darin begründet, dass Transportunternehmen innovationsfremd oder -avers wären, sondern vielmehr, dass der finanzielle Druck, dem diese Branche ausgesetzt ist, nur einigen wenigen Unternehmen erlaubt, abseits von eventuellen Forschungsförderungen finanzielle Ressourcen in die Hand zu nehmen, um innovative Konzepte auszutesten.

Auch ist der Transportsektor rein aus seiner Genese heraus ein generisch angelegter Wirtschaftsbereich, der zu allen anderen Branchen und deren Anforderungen kompatibel sein muss, um seine Funktion erfüllen zu können. Es ist daher nicht verwunderlich, dass viele der Anforderungen, die nun rund um Industrie 4.0 geäußert werden, bereits als grundsätzliche Möglichkeiten in der Logistikbranche vorhanden sind, dass aber auch die KundInnen ihre Systeme soweit fit machen müssen um anschlussfähig an die durch Transportdienstleister gebotenen Optionen sein zu können.

Neue Geschäftsmodelle in Transportwirtschaft & Logistik

Ein sehr wichtiger Faktor für zukünftige Geschäftsmodelle von Transportunternehmen ist die Verfügbarkeit und der Zugang zu Daten. Hierbei wird dies aber als zweischneidiges Schwert gesehen, da einerseits neue Geschäftsmodelle darauf aufgesetzt werden könnten, gleichzeitig aber viele KundInnen auch Bedenken haben, ob die generierten Daten bei „Dritten“ (und dies sind Logistikdienstleister zumeist) auch vertraulich und sicher genug verwahrt werden. Sind diese aber aus dem Weg geräumt, bietet sich durch die zentrale Position der Logistikdienstleister in der Wertschöpfungskette die Möglichkeit, große Mengen an Daten zu integrieren und dadurch einen gesamthaft gesehen effizienteren und durchorganisierteren Ablauf entlang der gesamten Kette zu gestalten. Zusätzlich zu diesen Prozessoptimierungen existieren aber auch Potenziale in der reinen Verarbeitung und Aufbereitung der Daten sowie der zeitgerechten Zurverfügungstellung, was im Endeffekt ein konsequentes Weiterdenken der logistischen Grundmaxime „Die richtigen Güter, zur richtigen Zeit, in der richtigen Qualität, in der richtigen Menge am richtigen Ort“ in einer digitalen Umgebung bedeutet. Erste Entwicklungen in diese Richtung zeigen sich schon in der immer stärkeren Verwendung von Cloud-basierten Lösungen nicht nur durch Privatpersonen sondern auch durch Unternehmen. Hier ist aber zu beachten, dass derzeit noch keine klaren rechtlichen Aussagen zur Datennutzung bzw. zum Datenschutz von Daten die in externen Cloudlösungen gesichert sind existieren.

Ebenfalls in diesem Zusammenhang zeigt sich eine gewisse Konkurrenzsituation aus wissenschaftlicher Disziplinsicht in der Forschung, da hier Data Science und Verkehrswirtschaftsforschung aufeinander treffen. Bisher ist nicht geklärt, welches der beiden Forschungsfelder eine führende Rolle in den Entwicklungen rund um Industrie 4.0 einnehmen wird/soll oder ob nur durch interdisziplinäre Ansätze die Anforderungen der Wirtschaft erfüllt werden können. Hier entstehen jedenfalls potenzielle Reibungsverluste, die einer Innovationstätigkeit diametral entgegenstehen. Aus praktischer Sicht besteht dieses Problem insofern nicht, als Logistikdienstleister bereits dazu übergegangen sind, ihre IT-Abteilungen massiv auszubauen und ExpertInnen und Hardware anzuschaffen, um den zukünftigen Herausforderungen erfolgreich begegnen zu können.

Abseits der sich aus der Digitalisierung entstehenden Chancen ergeben sich aber auch neue Geschäftsfelder, die durch die veränderten Bedürfnisse sowohl der EndkundInnen als auch der Industriekunden bedingt sind. Bei ersteren erfolgt durch die zunehmende Verkleinerung der Sendungen und den Wunsch nach möglichst rascher Lieferung eine enorme Stärkung der KEP-Dienstleistungen und konsequenterweise die Entwicklung von „Same-Day-Delivery“-Konzepten. Dies bedingt aber für viele Handelsunternehmen neue Herausforderungen bezüglich Zulieferplanung und Lagermanagement (Bereich „Predictive Analytics“) und betrifft damit Kernkompetenzen von Logistikdienstleistern. Bei letzteren verändern sich vor allem Produktionsprozesse (Stichwort „Additive Produktion“; derzeit hauptsächlich im Prototyping), die neue Zulieferstrukturen im Bereich der Roh- und Halbfertigerzeugnisse bedingen, und flexible Produktionsplanungen, die eine Just-In-Time (JIT) oder -Sequence (JIS) Produktion in Bereichen und für Gütergruppen entstehen lassen, die bisher nicht möglich oder erforderlich war. Aufgrund dieser Änderung wird es aber auch notwendig, die Zulieferkonzepte zu flexibilisieren und etwa Long-Distance-JIT-Anlieferungen einplanen zu können.

Schnittstellenproblematik zwischen Industrie und Transportwirtschaft & Logistik

Während auf theoretischer Ebene zumeist von einer vollständigen Vernetzung und einem Poolen von Datenbeständen ausgegangen wird, wenn von zukünftigen Big-Data-Applikationen gesprochen wird, sieht die

Situation in der Realität doch zumeist noch anders aus. Auf Basis der empirischen Erhebungen zeigt sich, dass die Datenbestände oder die Generierungsverfahren nur in seltenen Fällen so gestaltet sind, dass tatsächlich eine Interoperabilität oder Anschlussfähigkeit an Dritt-Systeme gegeben ist. Ohne einheitliche Datenstandards und Austauschprozeduren sowie Regeln zu Datenschutz und -verfügbarkeit ist eine effiziente Umsetzung von Industrie-4.0-Konzepten nicht oder nur sehr schwer möglich.

Aufgrund der starken Integration und der grundsätzlich grenzüberschreitenden Dimensionierung moderner Wirtschaftssysteme ist hier auch eine rein nationale Abstimmung oder Standardsetzung nicht der zu bevorzugende Zugang. Vielmehr gibt es von Seiten der Transportwirtschaft den Wunsch an die Verkehrspolitik, auf internationaler Ebene als aktiver Player für die Schaffung von Rahmenbedingungen und Standards einzutreten und diese auch möglichst rasch wieder an die heimischen Unternehmen rückzukommunizieren.

Flächendeckender Aufbau von Kompetenzen

Eine der größten aktuellen Herausforderungen vor allem für Transport- und Logistikunternehmen besteht darin, qualifiziertes Personal für die zukünftigen Anforderungen der Branche zu finden. Waren dies in den letzten Jahren vor allem BerufskraftfahrerInnen, die einen beschränkenden Faktor dargestellt haben, so kommen mit den Entwicklungen rund um Industrie 4.0 noch zusätzlich gut ausgebildete IT-Fachkräfte, aber auch Führungskräfte mit einem breiten Spektrum an Qualifikationen hinzu. Vor allem letztere sind notwendig, um einen Überblick über die immer vernetzteren Abläufe behalten zu können. Dies betrifft einerseits Abläufe in den Transportunternehmen selbst, andererseits geht es auch um unternehmensübergreifende Prozesse entlang der Wertschöpfungskette und den zahlreichen damit involvierten Funktionen (SCM, Finance, CRM, Production, etc.).

Grundsätzlich ist dies zwar eine Aufgabe für den Bildungssektor, jedoch müssen aus den einzelnen Fach- bzw. Wirtschaftsbereichen die notwendigen Unterlagen und Informationen zur Verfügung gestellt werden, um es dem Lehrpersonal zu ermöglichen, den Auszubildenden die entsprechenden Qualifikationen vermitteln zu können. Wichtig ist hierbei, dass die Wissensvermittlung bzw. die verfügbaren Materialien quer durch alle Bildungsinstitutionen und -ebenen gezogen werden müssen, um für alle Einsatzebenen qualifizierte MitarbeiterInnen verfügbar zu machen.

7.1.3 Transportketten der Zukunft

Wie aus den empirischen Untersuchungen, aber auch aus der makroökonomischen Input-Output-Analyse ersichtlich wird, werden sich die Transportketten selbst auf mittlere Sicht nicht wesentlich verändern. Was sich sehr wohl verändern wird, sind die Mengenaufkommen, die je Transport gefahren werden, sowie damit eng verbunden die Gesamtläufe der Transporte.

Bei ersteren ist zu erwarten, dass aufgrund der kleinteiligeren Produktionsmengen auch die Zuliefermengen sinken werden, sofern sich nicht ein Trend zu dezentralisierten Kleinstlagerhaltungen durchsetzt, der aber allen Optimierungsansätzen der Transportwirtschaft der letzten 20 bis 30 Jahre widersprechen würde. Dies kann aber auch eine häufigere Belieferung des gleichen Standorts bedingen, wodurch theoretisch kleinere und flexiblere Transportgefäße vorteilhaft wären.

Wenn die Logistikdienstleister jedoch ihre Aufgabe gut und richtig umsetzen, ergeben sich durch das mehr an kleinteiligen Lieferungen wiederum Bündelungsmöglichkeiten, die den Einsatz der bisherigen Transportmittel durchaus wieder rechtfertigen und effizient gestalten können. Es wird also innerhalb der Transportketten zu mehr Halten mit kleineren Abladungen kommen, die dann aber effizienter (automatisch) erledigt werden müssen, um die Zeitvorgaben halten zu können. Nicht zuletzt ist auch die ökologische Bilanz (etwa CO₂ je transportierter Tonne) bei größeren Fahrzeugen, gegeben einer wirtschaftlich sinnvollen Auslastung, deutlich besser als bei Kleintransportern.

Ein weiterer Trend, der die Transportketten der Zukunft beeinflussen, diese aber nicht geografisch verändern wird, sind die zusätzlichen Anforderungen der produzierenden Industrie an Liefertermine und Planbarkeit von Anlieferungszeiten. Durch den Versuch, Just-in-Time oder -Sequence in immer mehr Industriezweigen und zunehmend auch mit B- oder C-Gütern zu etablieren, müssen natürlich auch die Zulieferstrukturen entsprechend flexibilisiert werden, da Be- oder Entladeinfrastrukturen verhältnismäßig teuer sind und dementsprechend gut ausgelastet werden sollten. Dies bedingt aber auch verstärkte Synchronisationsanforderungen an alle liefernden und abholenden Transportunternehmen.

Die Technologie mit dem größten Potenzial, die Lieferketten drastisch zu verändern, ist der 3D-Druck, wobei hier zunächst einmal ökonomisch halbwegs konkurrenzfähige Techniken und Geräte entwickelt werden müssen, um einer klassischen Produktion gleichwertig zu werden. Sollte dies jedoch der Fall sein, diese auch für

EndkundInnen verfügbar sein, und die Frage der Lizenzierung von 3D-Modellen geklärt sein, können sich die Transportketten doch deutlich verschieben. Es ist in diesem Fall aber nicht von einer Reduktion sondern von einer Verlagerung des Transportaufkommens auszugehen, potenziell auch mit überproportionalem Anteil des Systems Schiene aufgrund der Schütt- bzw. Massengutcharakteristik der meisten Rohstoffe für den 3D-Druck.

7.2 Branchenebene

7.2.1 Verflechtungen zwischen Branchen nehmen zu

Die in dieser Untersuchung vorgenommene Analyse der Branchenverflechtung zeigt deutlich, dass die Wertschöpfungsketten bzw. -netzwerke durch die Digitalisierung der Wirtschaft engmaschiger werden dürften. Gerade aufgrund der zentralen Position Deutschlands in globalen Wertschöpfungsketten bedeutet das auch für die im Produktionsverbund mit deutschen Branchen organisierten Branchen Österreichs und Mittelosteuropas Vorteile für die mittelfristige Zukunft. Dieses sich daraus ergebende Potenzial ist sogar teilweise unabhängig von der Frage, wo der große Impetus für die Digitalisierung stattfindet, in Europa oder den USA, wie die Diskussion beider Szenarien verdeutlicht hat.

Wesentlich ist, dass die nächste Phase der Digitalisierung zunächst die Industriebranchen positiv beeinflussen wird. Insgesamt sind allerdings auch Effekte auf die Dienstleistungsbranchen zu erwarten, dabei natürlich primär auf IKT- und unternehmensbezogene Dienstleistungen, aber auch auf den Handel und die Transportwirtschaft und Logistik, wie in Kapitel 6 gezeigt wurde. Wenn es gelingt, den Start in die digitalisierte Wirtschaft zu meistern und die daraus folgenden Impulse durch Industrie 4.0 zu lukrieren, dann könnten auch längerfristig Europa sowie vor allem Österreich und seine mittelosteuropäischen Nachbarn relativ stark profitieren. Um dieses Potenzial letztendlich aber ausschöpfen zu können, müssen wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen geändert werden, worauf im folgenden Kapitel noch näher eingegangen wird.

Die hier vorgenommene Abschätzung beschreibt allerdings nur einen Teil einer größeren Entwicklung auf der globalen Skala. Die Hoffnung in Hinblick auf Industrie 4.0 ist, dass durch die Digitalisierung auch verstärkt Jobs in wertschöpfungsintensiven Teilen der internationalen Produktionsnetzwerke in Europa entstehen werden. Es ist aber a priori nicht klar, ob diese vor allem einen dienstleistungsintensiveren oder produktionsintensiveren Charakter haben werden, ob sie also über die hier erwähnten Kanäle hinaus mehr Verkehr in Europa (und damit aufgrund seiner zentralen Lage auch in Österreich) generieren oder die Produktion in anderen Teilen der Erde stattfinden wird, während in Europa stärker dienstleistungsbasierte Wertschöpfung mit geringer direkter Verkehrswirkung entsteht. Dies scheint zurzeit nicht klar abschätzbar, zumal die Digitalisierung erst an Momentum gewinnt, aber noch nicht in ihrer gesamten Wirkung auftritt.

7.2.2 Industrie 4.0 bedingt strukturellen Wandel am Arbeitsmarkt

Vor dem Hintergrund der zu erwartenden positiven Effekte auf die Produktion und Wertschöpfung der einzelnen Industrie- und Dienstleistungsbranchen stellt sich natürlich auch die Fragen nach der Auswirkung von Digitalisierung auf den Arbeitsmarkt, was in den vergangenen Jahren oft kontroversiell diskutiert wurde. Aktuell liegen für Österreich noch keinerlei vertiefte Analysen der Arbeitsmarkteffekte vor, auch war es nicht Ziel dieser Untersuchung, die Effekte von Industrie 4.0 für den österreichischen Arbeitsmarkt zu analysieren. Allerdings wurde die bestehende Literatur zum Thema Digitalisierung und zu Deutschland mit dem Ziel untersucht, wesentliche Themen zu identifizieren, die am Arbeitsmarkt bedeutend sind bzw. in naher Zukunft bedeutend werden könnten, insbesondere auch bei der Transportwirtschaft und Logistik.

Die bestehende Literatur zum Thema zeigt, dass der Routinegrad von Tätigkeiten zentral für die Frage der Substitutionswahrscheinlichkeit von physischen Arbeitskräften durch digitale Lösungen ist: Generell gilt, dass je höher der Routinegrad der Tätigkeit ist, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit der potenziellen Substitution. In Österreich ist – auch im internationalen Vergleich – der Routinegrad der Tätigkeit in Industrie- und Dienstleistungsbranchen relativ gering, was auf ein eher geringeres Substitutionspotenzial hinweist. Bei Tätigkeiten in der Transportwirtschaft und Logistik ist in der Regel der Routinegrad eher gering bis durchschnittlich. Zudem nimmt der Routinegrad mit steigendem Qualifikations- und Ausbildungsgrad ab. Dies bedeutet, dass die Substituierbarkeit mit steigenden Qualifikationsanforderungen von Tätigkeiten in der Branche abnimmt. Letztendlich muss an dieser Stelle aber auch nochmals festgehalten werden, dass die Substituierbarkeit durch digitale Technologien keineswegs mit dem Risiko, den Job zu verlieren, gleichzusetzen ist. Dies kann selbstverständlich auch geschehen, allerdings ist die treffendere Interpretation eines hohen Substitutionsgrades durch Digitalisierung eher die, dass die Tätigkeit im Zuge von Industrie 4.0 sich sehr stark

wandeln wird. Im Rahmen der Befragung (ExpertInnen- und standardisierte Befragung) sowie anhand der Literatur zu den Beschäftigungseffekten zeigt sich, dass – neben der Frage, wie viel an Arbeitskräften durch digitale Applikationen substituiert werden – auch neue Jobs entstehen werden, die hohe Qualifikationsanforderungen und zugleich eine geringe digitale Substituierbarkeit aufweisen.

Die Jobs im digitalen Zeitalter werden zudem andere Charakteristika aufweisen als heutzutage. So ist vorstellbar, dass die Arbeitsorganisation verstärkt projektbasiert und im Netzwerk stattfinden wird, wobei das Netzwerk über große geografische Distanzen gespannt sein kann und sich ständig verändert. Daneben wird die Arbeitswelt der Zukunft auch stark von Interdisziplinarität geprägt sein. Dies alles bedeutet, dass sich das Bildungssystem bereits heute auf diese Anforderungen einstellen muss, da sonst die Chance auf gut entlohnte Jobs in einer digitalisierten Arbeitswelt nicht realisiert werden kann. Die schnelle Anpassung an neue Technologien und digitale Umstände wird letztendlich sowohl für Unternehmen als auch ArbeitnehmerInnen wichtig sein und Initiativen im Bereich Lebenslanges Lernen werden künftig zentral für alle Akteure der Volkswirtschaft sein.

Langfristig ist es außerdem entscheidend für alle Branchen, im Speziellen auch für die Transportwirtschaft und Logistik, dass digitale Kompetenzen sowohl bei bestehenden Arbeitsverhältnissen als auch bei Arbeitskräften der Zukunft selbstverständlich vorhanden sind.

7.3 Gesamtwirtschaftliche Ebene

7.3.1 Positive wirtschaftliche Auswirkungen

Wie bereits auch auf Branchenebene angeklungen ist, kann man mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgehen, dass die Digitalisierung mittelfristig zu Wachstumseffekten führen wird - unabhängig davon, wo der wesentliche Impetus entsteht. Im Speziellen werden im für Österreich günstigeren Szenario 1 (Industrie 4.0 wird maßgeblich durch europäische bzw. deutsche Unternehmen in der industriellen Fertigung und Automationstechnik geprägt) Wertschöpfungseffekte in Höhe von +0,7 % pro Jahr erwartet. In Szenario 2 (Industrie 4.0 wird vor allem durch nordamerikanische Unternehmen im IKT-Bereich geprägt) beläuft sich der hier abgeschätzte Wachstumsimpuls auf immerhin 0,3 % jährlich. Diese komfortable Ausgangslage ist letztendlich der erfolgreichen Internationalisierung der österreichischen Wirtschaft - vor allem der engen Integration mit Deutschland und Mitteleuropa - in den letzten 20 Jahre geschuldet.

Es ist allerdings noch keine Garantie, dass die Volkswirtschaft des Landes ohne Zutun der Politik und Initiativen auf Unternehmensebene die Digitalisierungsvorteile auch lukrieren kann. Aufgrund der engen Verflechtung mit Deutschland ergibt sich gerade in österreichischen Unternehmen die Notwendigkeit, schnell digitale Lösungen umzusetzen und dementsprechend Produktivitätsschritte der Handelspartner mitzumachen, da Wertschöpfungsketten zunehmend in Wertschöpfungsnetzwerke transformiert werden und die Substituierbarkeit einzelner Glieder der ursprünglichen Ketten dadurch steigt. Um diesen Negativtendenzen entgegenwirken zu können, wird es für die österreichischen Unternehmen wesentlich sein, sich im mitteleuropäischen Produktionsverbund zu orientieren und den nationalen Alleingang zu meiden.

7.3.2 Zunahme des Gesamtverkehrs (S-Kurven-Modell)

In dieser Untersuchung wurde auch eine Güterverkehrsprojektion für die kommenden fünf Jahre vorgenommen. Die Erkenntnisse der Interviews und der standardisierten Befragung implizieren, dass die Güterverkehrsnachfrage steigen dürfte, obwohl die Effizienz (im Sinne der Verringerung der Leerfahrten und verstärkte Multimodalität) des Transportsystems steigen dürfte. Die Frage, die sich daraus ergibt, ist jene des zeitlichen Ablaufs. Während für die kommenden vier bis fünf Jahre ein Anstieg der Nachfrage erwartbar ist, der sich beschleunigen wird, ergibt sich im Verlauf ab 2022 wieder eine Abflachung des Anstiegs der Güterverkehrsnachfrage, da dann die Digitalisierung der Wirtschaft vollzogen ist und die zusätzlich generierte Wirtschaftsleistung einen weniger starken Anstieg der Nachfrage impliziert bzw. die vollen Vorteile der digitalisierten Transportwirtschaft und Logistik durchschlagen. Die für die kommenden Jahre durchgeführte Abschätzung des Anstiegs der Güterverkehrsnachfrage lässt ein steigendes Verkehrsvolumen von 0,9 % im Durchschnitt pro Jahr erwarten, getrieben sowohl aus dem Binnenverkehr als auch aus dem Quell-Ziel-Verkehr und dem Transitverkehr. Für das zweite Szenario ergibt die Abschätzung mit einem Wachstum in Höhe von 0,6 % pro Jahr einen geringeren Anstieg, was aus dem geringeren Produktionsanstieg erklärt werden kann.

Der Umgang mit zusätzlichem, der vor allem auch in größeren Agglomerationen erwartbar ist, stellt natürlich die Koordination über einzelne Abschnitte der Transportkette vor neue Herausforderungen, auch was die

Ökologisierung betrifft. Neben der Verbesserung der Multimodalität des Güterverkehrs durch digitale Lösungen ergeben sich unter Umständen auch Vorteile für die Elektromobilität, vor allem im First-/Last-Mile Bereich.

7.3.3 Anforderungen an IT-Infrastruktur werden steigen (Kapazitäten, Verfügbarkeit, Resilienz)

Die oben angeführten Ergebnisse, insbesondere das höhere Produktionsvolumen sowie die höhere Beförderungsleistung in einer digitalisierten Wirtschaft stellen neue Herausforderungen für alle Arten der gesellschaftlichen Infrastruktur dar. Um die höhere Produktionsleistung mit insgesamt geringerem Aufwand von A nach B befördern zu können, ist die digitale Vernetzung zwischen Produktionsunternehmen, Logistikunternehmen und EndkundInnen in hohem Ausmaß erforderlich (Stichwort: Internet of Everything), was ein sehr gutes, schnelles, leistungsfähiges (Echtzeitfähigkeit) und verlässliches Breitbandnetz erforderlich macht. Ist nur eine dieser Bedingungen an die Netze nicht erfüllt, besteht die Gefahr, dass das volle Potenzial von Industrie 4.0 nicht ausgeschöpft werden kann. Diese hohen Anforderungen an Breitbandnetze erfordern sowohl stationäre Netze als auch Funknetze. Gerade auch in Bezug auf Funknetze wird der neue Funkübertragungsstandard 5G maßgeblich sein, der durch sehr geringe Latenzzeiten einerseits und relativ niedrigen Energiebedarf andererseits charakterisiert ist.

Wesentlich ist auch – neben der Kommunikation zwischen Produktion, Transport und AbnehmerIn – die Kommunikation der transportierten Güter untereinander und mit entsprechenden Zwischenlagern bzw. multimodalen Knotenpunkten, an denen die Güter ge- und entbündelt werden können.

Letztendlich ist auch in einer vollkommen digitalisierten Welt der physische Transport von Gütern unabdingbar, weshalb Straßen-, Bahn-, Flug- und Schifffahrtsinfrastruktur wiederum entscheidend werden. Auch die physische Infrastruktur muss mit Produktion, Transporten und der Produktion vernetzt sein, um die effizientesten Transportketten zu garantieren.

Somit bleibt eine leistungsfähige physische und Übertragungsinfrastruktur ein zentrales Erfordernis von Industrie 4.0 und ihren Auswirkung auf die Logistik. Klassischerweise besteht auch hier wiederum die Frage, wer für die Errichtung und den Erhalt dieser Infrastruktur aufkommen soll, nur die nutznießenden Unternehmen oder letztendlich die Gesellschaft insgesamt, die über Wachstum und entstehende Jobs die eigentliche Nutznießerin der Digitalisierung ist.

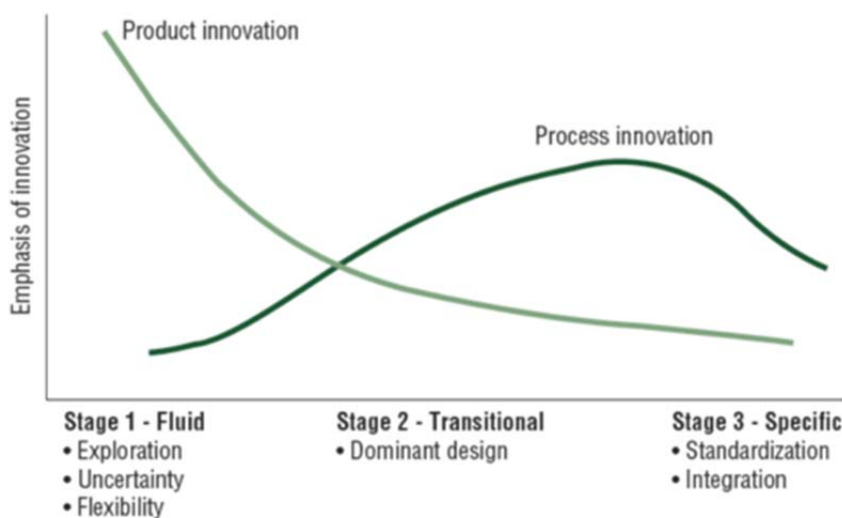
8. Empfehlungen

Um die Chancen von Industrie 4.0 realisieren zu können bzw. die Risiken, die damit einhergehen, zu minimieren, gilt es ein Set an allgemeinen, aber auch spezifisch auf die Transportwirtschaft und Logistik fokussierten Politikinstrumenten einzusetzen. Im Folgenden werden zunächst die im engeren Sinn relevanten Politikfelder und Handlungsmöglichkeiten diskutiert. Darauf folgend, obwohl natürlich aufgrund ihres Charakters eigentlich eher voranzustellen, werden die allgemeineren Politikfelder skizziert.

Im Allgemeinen betreffen die Empfehlungen in erster Linie die mit der Transport- und Logistikbranche im engeren Konnex stehenden wirtschaftspolitischen Handlungsfelder in den Bereichen Verkehrs- und Infrastrukturpolitik und FTI-Politik. Angesichts des aufgrund der Ergebnisse der vorangehenden Kapitel erwartbaren Strukturwandels (unter anderem in Bezug auf die wandelnde Bedeutung einzelner Branchen aber auch hinsichtlich des Arbeitsmarktes) sowie des sich potenziell verschärfenden internationalen Wettbewerbs erscheint es im Sinne dieser Studie, die die Transportwirtschaft und Logistik in einem Branchen- bzw. makroökonomischen Kontext stellt, mehr als angebracht auch weitere wichtige Politikfelder zu behandeln. Zu diesen zählt unter anderem der Bildungsbereich, der Arbeitsmarktbereich, aber auch der Bereich des Wettbewerbsrechts und der Unternehmensgründungsdynamik. Nur wenn man Industrie 4.0 bzw. Digitalisierung branchen- und disziplinenübergreifend bedenkt, können Potenziale, die zweifelsohne präsent sind, auch realisieren.

Aus den empirischen Erhebungen in dieser Studie zeigt sich sehr deutlich, dass für den Transportsektor derzeit noch nicht erkenntlich ist, in welche Richtung sich Technologien und Systeme unter Industrie-4.0-Bedingungen bewegen werden. Bringt man dies auf eine theoretische Basis, so bietet sich die „Dominant Design“-Theorie von Utterback und Abernathy (1975) an, die in einer Gegenüberstellung von Produkt- und Prozessinnovationen darstellen, dass sich zunächst ein dominantes Design herausbilden muss, um anschließend als Standard für weitere Entwicklungen und Optimierungen dienen zu können. Die nachfolgende Grafik illustriert die Zusammenhänge dieser Theorie.

Abbildung 16: Modell der Innovation nach Abernathy und Utterback



Quelle: quizlet.com

In der derzeitigen Situation rund um Industrie-4.0-Ansätze befindet sich die Entwicklung noch in einer sehr frühen Phase dieses Modells, in der zahlreiche Technologien auf den Markt drängen, viele Versuche unternommen werden und aber auch große Unsicherheit im Markt herrscht. Genau auf diese Rahmenbedingungen setzt aber Sull (2005) in seinem Beitrag, in dem er Unternehmen in einem komplexen und dynamischen Umfeld dazu rät, die aktuellen Entwicklungen zu beachten und Konzepte für die Entstehung eines dominanten Designs vorliegend zu haben. Er nennt diese Art der Strategie „aktives Warten“. Legt man die von Sull aufgestellten Grundsätze an, so zeigt sich, dass Transportunternehmen - und hier vor allem große Unternehmen - auf eine sehr ähnliche Struktur setzen und derzeit massiv in den Aufbau von Kompetenzen und Flexibilität im Unternehmen investieren, um zukünftige Entwicklungen erfolgreich integrieren zu können. Aufgabe des politischen und forschersischen Subsystems muss es aber sein, die Unternehmen der Transportbranche möglichst früh in die Lage zu versetzen, gezielte Investitionen durchführen und ein dominantes Design abschätzen zu können. In diesem Sinne sind auch die nachfolgenden Handlungsempfehlungen zu verstehen.

8.1 Verkehrs- und Infrastrukturpolitik

Im Bereich der Verkehrsinfrastruktur ergeben sich Handlungsfelder, deren Bearbeitung die Echtzeitfähigkeit von Infrastruktur und die Verarbeitungsfähigkeit großer Datenmengen für Transport- und Logistiksystemen sicherstellen sollten. Die in diesem Unterkapitel folgenden Empfehlungen stehen in engem Zusammenhang mit dem Themenfeld A (Integration von Daten für Anwendungen im Bereich IVS & Physical Internet) der aktuellen FTI-Roadmap Gütermobilität⁵¹ bzw. sollen auch die Erreichung der in der Roadmap dargelegten Ziele unterstützen.

1. Breitbandfähigkeit der Telekommunikationsinfrastruktur

In Bezug auf das hochrangige österreichische Straßennetz wird im Allgemeinen eine gute Breitbandfähigkeit attestiert. Auch ist der Breitbandzugang in Ballungsräumen gut. Da das Tracking und die Lenkung von Verkehr und Gütern allerdings nicht nur auf das hochrangige Straßennetz und die Ballungsräume beschränkt sind, besteht in der flächendeckenden Abdeckung mit hochleistungsfähigen Internetzugängen ein zentrales Handlungsfeld. Dies betrifft selbstverständlich nicht nur den Verkehr, sondern auch Produktionseinheiten der verladenden Wirtschaft.

Gemäß aktuellem Digital Economy and Society Index (DESI⁵²) der Europäischen Kommission ist Österreich relativ zu den anderen EU-Ökonomien gut aufgestellt, es belegt im diesbezüglichen Länderranking den 12. Platz und zählt zur Gruppe der fortschrittlicheren Länder. Betrachtet man die Unterindikatoren des österreichischen Index, so sticht positiv die Integration digitaler Technologie im öffentlichen und privatwirtschaftlichen Bereich hervor, ebenso wie das Humankapital, also die digitalen Kompetenzen der Bevölkerung. Als weniger positiv sticht auf der anderen Seite die Konnektivität ins Auge, die eher nur durchschnittlich ausgeprägt ist (vgl. Europäische Kommission, GD CNECT, 2016a). So liegt beispielsweise der Anteil von Glasfasernetzen relativ weit unter dem EU-Durchschnitt und die Einführung von Hochgeschwindigkeits-Breitbandzugängen wird nur langsam vollzogen (vgl. Europäische Kommission, GD CNECT, 2016b).

Diese Anforderung an Kapazitäten im Breitbandbereich betrifft aber nicht nur erdgebundene Infrastrukturen, sondern auch Funknetze und hier besonders im Datenbereich. Wenn davon ausgegangen werden kann, dass in Zukunft immer mehr Datenpunkte und Informationen über Sendungen verfügbar sein sollen bzw. müssen, ergibt sich in Verbindung mit anderen Datengeneratoren (etwa xFCD) eine enorme Menge an Inhalten, für die die mobilen Netze auch ausgelegt sein müssen.

Hier ist die Breitbandinitiative Austria 2020⁵³ ein erster und guter Schritt, deren Ziel es ist, bis 2020 eine nahezu flächendeckende Versorgung Österreichs mit ultraschnellem Breitband bis zum Jahr 2020 sicherzustellen, worunter eine Verbindungsgeschwindigkeit von 100 Mbit/s verstanden wird. Dieses Ziel ist einerseits relativ ambitioniert, da laut Evaluierung der Breitbandmilliarde die realen Zugangsgeschwindigkeiten sich in Österreich 2015 im Schnitt deutlich unter 15 Mbit/s bewegten, anders als beispielsweise in Südkorea oder Japan (vgl. pwc, 2015). Andererseits stellt sich die Frage, ob die angestrebte Übertragungsgeschwindigkeit auch ausreicht, um den erwartbaren künftigen Bedarf zu decken. Hier müssen weitere Schritte gesetzt werden, um die Standortqualität im internationalen Vergleich zu sichern. Singapurs Ziel beispielsweise ist die Schaffung eines landesweit sehr leistungsfähigen Breitbandnetzwerkes, dessen Zugangsgeschwindigkeiten in Bereichen von 1 Gbit/s oder höher betragen sollen⁵⁴.

2. Echtzeitfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur

Neben der Kommunikation über das Internet ist auch die Echtzeitfähigkeit von Infrastruktur zur bestmöglichen Unterstützung von echtzeitfähigen Applikationen zentral.

Hier liegen gemäß Europäischer Kommission, GD CNECT (2016b) noch Potenziale, obgleich die EU-Kommission die Breitbandinitiative und Digital Roadmap Austria sehr positiv erwähnt. In Hinblick auf ultraschnelles Breitband wird allerdings darauf hingewiesen, dass der Ausbau unterdurchschnittlich ist

⁵¹ https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/innovation/mobilitaet/downloads/infografik_roadmap_quetermobilitaet.pdf, vgl. auch Hartmann et al., 2015.

⁵² <https://ec.europa.eu/digital-single-market/desi>

⁵³ <https://www.ffg.at/Breitband/breitband-austria-2020>

⁵⁴ Vgl. <https://www.ida.gov.sg/Tech-Scene-News/Infrastructure/Wired/Next-Gen-NBN>

und in Österreich nach wie vor die Kostensenkungsrichtlinie⁵⁵ nicht umgesetzt wurde, von der sich die Kommission eine Beschleunigung des Breitbandausbaus erwarten würde.

Analog zur Kapazitätsfrage muss entsprechend auch die Abdeckung und Verfügbarkeit mobiler Netze sichergestellt werden können – über alle Verkehrsträger hinweg – um eine lückenlose Echtzeitfähigkeit gewährleisten zu können. Erst durch diese vollständige Abdeckung wird es im Transportbereich auch ermöglicht, die vertiefenden Konzepte von Industrie 4.0 (Re-routing, selbstorganisierte Sendungspfadbewahl, etc.) so umzusetzen, dass Mehrwerte generiert werden können.

3. Anschlussfähigkeit der Infrastruktur-Systeme zu Unternehmens-IT-Systemen

Breitbandfähigkeit der Telekommunikations- und Echtzeitfähigkeit von Verkehrsinfrastruktur ermöglichen zudem ein aktives Monitoring und eine optimierte Wartung von Verkehrsinfrastruktur, was wiederum die Friktionen im Verkehr, die aufgrund von Baumaßnahmen entstehen, verringert. Weiters ist die Überwachung der Umgebung der Infrastruktur zentral für eine optimierte Steuerung des Verkehrs (Wetterbedingungen, Verkehrsaufkommen und verschiedene Störungen anderer Art). Letztendlich ermöglicht die Vernetzung der Verkehrsinfrastruktur (hochrangig und nicht hochrangig) qualitative Assessments des Straßen- bzw. Schienenzustands und die Bereitstellung diesbezüglicher Informationen führt zu Effizienzsteigerungen beim Transport, da dies die Navigation bzw. Routen- und Transportmittelwahl (in Kombination mit Umwelt/Wetterbedingungen und der Information über das Ladegut) erleichtert. Wichtig ist hierbei aber, dass die generierten Daten aus den Infrastrukturen auch in unternehmensspezifische Anwendungen integriert werden können und nicht als abgeschottete Daten-Silos existieren.

Auch die aus dem Gesamtverkehrsplan bekannte Thematik der Parkplatzüberwachung und Verfügbarkeitsanzeige von Stellplätzen – speziell auf dem hochrangigen Straßennetz – fällt in den Bereich einer effizienten Anschlussfähigkeit und schafft damit nicht nur für Unternehmen, sondern auch für ArbeitnehmerInnen positive Effekte.

8.2 FTI-Politik

Es gibt zahlreiche in Österreich entstandene Innovationen und Bausteine zur digitalen Zukunft, die – aufgrund der Tatsache, dass eine umfassende Darstellung den Rahmen dieser Studie sprengen würde – an dieser Stelle nicht näher dargestellt werden sollen. Allerdings wäre es für die künftige FTI-Politik durchaus lohnend eine umfassende Ausarbeitung dieser Erfolgsgeschichten vorzunehmen, um die systemischen Rahmenbedingungen, die zur einer erfolgreichen Digitalisierung der Wirtschaft beitragen können, besser verständlich zu machen. Diese Studie sollte die speziellen Stärken in Österreich tätiger innovativer Unternehmen beleuchten, ebenso wie die besonderen Herausforderungen, vor denen diese stehen. Auch sollte diese Studie „quick-wins“ aufzeigen, genauso wie längerfristig angelegte strategische Empfehlungen für das Erreichen, den Erhalt bzw. den Ausbau der Marktführerschaft in digitalen (Nischen-) Technologiefeldern erarbeiten.

Das Kapitel zu den wirtschaftlichen Effekten von Industrie 4.0 auf Branchen- und gesamtwirtschaftlicher Ebene zeigt realisierbare Potenziale auf, die - gerade durch die gute Position österreichischer Unternehmen im zentraleuropäischen Industriekern - relativ wahrscheinlich realisiert werden können. Aufgrund dieser Potenziale für Industriebranchen sind auch positive Effekte für die Transportwirtschaft und Logistik vorstellbar. Allerdings sind auch hier unterstützende Maßnahmen seitens der Politik fördernd. Dazu zählen:

1. Testfelder und Erprobungsstrecken für neue Transporttechnologien

Mit der Ausschreibung zu „Testumgebungen für automatisiertes Fahren“ im Rahmen des Programms „Mobilität der Zukunft“ gibt es hier bereits erste Ansätze, es wird jedoch wichtig sein, auch die Bedürfnisse und Anforderungen der Transportbranche in diesem Testfeldern zu berücksichtigen und die in der oben genannten Ausschreibung im „Use Case 5“ enthaltenen Zielsetzungen vertiefend zu bearbeiten. Einen ersten Schritt in Richtung Erstellung der angesprochenen Testfelder stellt sicherlich der C-ITS-Korridor dar, wobei die hier vordringlich bearbeiteten Themenstellungen für die Transportbranche als interessant aber wahrscheinlich nicht hoch-relevant eingestuft werden können.

⁵⁵ Richtlinie 2014/61/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 über Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten des Ausbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen für die elektronische Kommunikation (ABl. L 155, 23. Mai 2014).

Gleichzeitig muss es Unternehmen auch bei Bewilligungsverfahren vereinfacht werden, auf „experimentelle“ Technologien in einem Probetrieb umstellen zu können. Gerade bei tiefgreifenden technologischen Änderungen sind die Vorbehalte gegenüber Neu-Investitionen ohnehin relativ hoch und wenn hier noch administrative oder rechtliche Barrieren zusätzlich errichtet werden, führt dies langfristig zu einem Rückstand im Innovationsrennen. Speziell betrifft dies im Umfeld von Industrie 4.0 alle Ansätze zur Automatisierung von Abläufen (etwa autonome Flurförderfahrzeuge, experimentelle Drohnenbelieferungskonzepte) sowie zur Verarbeitung großer Datenmengen, die besonders in Österreich mit dem Argument des Datenschutzes deutlich verkompliziert werden können.

Diese Empfehlung steht in engem Zusammenhang mit dem Forschungsfeld 5 (Innovative Transportmittel und –medien) in der aktuellen FTI Roadmap Gütermobilität des BMVIT. Diese Empfehlung schafft eine Grundlage für die Umsetzung der Roadmap in diesem Bereich, da ohne Teststellungen keine innovativen Entwicklungen erprobt werden können.

2. Förderung der Entwicklung inter- bzw. multimodaler Konzepte zur Steigerung der Resilienz von Supply Chains

Multimodalität kann durch Digitalisierung der Produktion und Logistik einen entscheidenden Schub bekommen, da aufgrund der Echtzeitfähigkeit und der ständigen Optimierung von digitalen Systemen die Flexibilität des Transportsystems erst steigt. Die in dieser Studie durchgeführte Befragung unter Transport- und Logistikunternehmen ergibt derzeit keine großen Erwartungen hinsichtlich der vollständigen Automatisierung der Supply Chain, allerdings kann dies auch Ausdruck eines noch bestehenden Nachholbedarfs sein. Zudem zeigten die ExpertInneninterviews, dass gerade der Multimodalität bzw. multimodalen Knotenpunkten in Zukunft große Bedeutung zukommen wird.

Diese Empfehlung steht sicherlich am stärksten mit dem Forschungsfeld 4 „Nachhaltige Transportketten und -netzwerke“ der FTI-Roadmap Gütermobilität in Zusammenhang, und dabei insbesondere mit den Themenfeldern C und D (Umschlagsprozesse und Supply-Chain-Prozesse) und J (Netzwerkdesign für mehr Resilienz & Sicherheit). Allerdings besteht auch eine Beziehung zu Forschungsfeld 3 (Multimodale Knotenpunkte).

3. Förderung der technologischen Nachrüstung vor allem im Bereich der KMUs

Die Befragung in dieser Studie unter Transport- und Logistikunternehmen, aber auch andere bereits durchgeführte Unternehmensbefragungen zeigen eindeutig, dass der Wissensstand und die Konzepte in Hinblick auf Industrie 4.0 bei KMUs noch nicht sehr ausgeprägt sind. Dies bedeutet, dass sie beim bevorstehenden digitalen Strukturwandel in einer schlechteren Position sind. Nicht nur österreichische KMUs, sondern auch österreichische Unternehmen allgemein, die im Vergleich zu ihren europäischen Konkurrenten tendenziell kleiner sind, sind hiervon betroffen. Der Investitionsbedarf mit Industrie-4.0-fähiger Produktionsausrüstung wird im Allgemeinen hoch eingeschätzt, aufgrund des traditionell schlechteren Zugangs von KMUs zu Finanzierungsmöglichkeiten (sowohl im Eigen- als auch Fremdkapitalbereich) besteht hier also Handlungsbedarf. Im Bereich der FTI-Politik scheinen auch Kooperationskonzepte unter Unternehmen bzw. Kooperationen Unternehmen-Finanzwirtschaft-Wissenschaft sinnvoll. Die FTI-Politik kann über verschiedene (bereits bestehende) Programme hier Akzente setzen.

Gerade in Hinblick auf die starke Integration verschiedener Unternehmen, wie angedeutet, scheint es hier vor allem darauf anzukommen, bestehende und funktionierende Modelle aus dem FTI Bereich finanzwirtschaftlichen Akteuren – wie beispielsweise der aws, aber auch den Geschäftsbanken und Risikokapitalgebern - vorzustellen, um aus gesellschaftlicher Sicht einen hohen Nutzen aus FTI-geförderten Innovation auch in der Anwendung zu ziehen. Dies kann potenziell alle Bereiche der FTI-Roadmap Gütermobilität betreffen. Wichtig in diesem Zusammenhang erscheint ferner ein niederschwelliger Zugang, der vor allem auch KMUs integriert.

Hinsichtlich der FTI-Roadmap Gütermobilität ergibt sich hier ein Forschungsfelder 1 – 4 – übergreifender Anknüpfungspunkt bei den E (Kooperations-, Koordinations- & Sharingmodelle), F (Betriebs- & Organisationskonzepte) und G (kooperative Ladungsträgerkreislaufsysteme).

4. Förderung von Kooperationskonzepten, Vernetzung und Interdisziplinarität

Die Bewältigung der Herausforderungen in einer vollkommen digitalisierten Wirtschaft erfordert – wie auch die im Rahmen dieser Studie ersichtlich wurde – Kooperation, Vernetzung und interdisziplinäre Ansätze. Besonders wichtig ist hierbei, dass die Interdisziplinarität sowohl in der Dimension der

wissenschaftlichen Disziplin als auch der Verknüpfungsdimension Praxis \leftrightarrow Wissenschaft gedacht wird.

Der Bezug zur FTI-Roadmap Gütermobilität ist hier in unterschiedlichen Forschungsfeldern zu sehen. Zum einen ist hier ein klarer Bezug zu Forschungsfeldern 1 und 2 (nachhaltige Gütermobilität in bzw. außerhalb von Ballungszentren) ersichtlich, vor allem in Hinblick auf Prozesse zur Bündelung/Entbündelung (B), Kooperations-, Koordinations- und Sharingmodelle (E) und Dienste & Geschäftsmodelle für die Zustellung, Auslieferung und Abholung (H), aber auch alternative Mobilität (M) und der First- & Last Mile Bereich (N). Im Forschungsfeld 3 (Multimodale Knotenpunkte) sind ebenfalls – mit etwas unterschiedlicher Schwerpunktsetzung - Bezüge zu allen Themenfeldern gegeben, ebenso wie auch Forschungsfeld 4 (nachhaltige Transportketten und –netzwerke).

Allerdings ist - abseits von missionsorientierten bzw. allgemeineren FTI-Programmen - auch hier die Empfehlung auf Ebene der Grundlagenwissenschaft ebenso wie im angewandten Forschungsbereich (Data Science, Logistik etc.) disziplinenübergreifende Initiativen zu unterstützen, auch wenn die unmittelbare Anwendbarkeit noch nicht klar ersichtlich ist.

5. Entwicklungen und Ermittlung von Anwendungspotenzialen von Big Data

Wie bereits in der vergangene Ausschreibung des Programms „Mobilität der Zukunft“ mit Schwerpunkt auf Güterverkehr berücksichtigt, nimmt das Themenfeld „Big Data“ eine immer wichtigere Rolle in der zukünftigen Gestaltung wirtschaftlichen Handelns ein (siehe Projekt „Datenverkehr“). Dies trifft natürlich auch auf die Transportwirtschaft und ihre KundInnen zu. Besonders Anwendungen rund um „Predictive Analytics“ und „Data-driven Optimization“ sind derzeit an der Front der Entwicklungen und werden sowohl von IT-Spezialunternehmen als auch von großen Industrie- und Logistikunternehmen vorangetrieben. Gleichzeitig sieht man jedoch relativ wenig vernetzte Strukturen und eine deutliche Zersplitterung der Entwicklungsaktivitäten („Jedem Koch sein eigener Kochtopf“). Hier sollte durch lenkende und koordinierende Eingriffe von Seiten der Politik auf ein koordiniertes Vorgehen der nationalen Stakeholder eingewirkt werden, um die verfügbaren Mittel einem möglichst produktiven Gesamtkonzept zuführen zu können und mit der internationalen Konkurrenz schritthalten zu können.

Hier ergibt sich eine klare Verbindung mit der FTI-Roadmap Gütermobilität im Themenfeld A (Intergration von Daten für Anwendungen im Bereich IVS & Physical Internet). Allerdings werden auch Potenziale in beinahe allen weiteren Themenfeldern gesehen, dabei insbesondere in den Forschungsfeldern 3 (Multimodale Knotenpunkte) und 4 (Nachhaltige Transportketten und –netzwerke). Zudem erscheint es hier wichtig, auf eine Forschungsprogramm-übergreifene Dimension von Mobilität der Zukunft zu Produktion der Zukunft und IKT der Zukunft hinzuweisen.

Der digitale Strukturwandel, der sich aus dem Industrie-4.0-Prozess ergibt, erfordert - unter anderem auch für die Transportwirtschaft und Logistik - eine Reihe von allgemeineren Politikmaßnahmen. Dabei kommt gerade der Bildungs- und Arbeitsmarktpolitik, aber auch der Förderung von Start-ups, eine besondere Bedeutung zu.

8.3 Bildungspolitik

Der durch die Digitalisierung der Wirtschaft bedingte Strukturwandel und den damit verbundenen Wandel in der Arbeitswelt (vgl. beispielsweise Kapitel 6.3.4) kann von wirtschaftspolitischer Seite durch bildungspolitische Maßnahmen begleitet werden. Der Bildungspolitik kommt dabei insofern eine besondere Rolle zu, da diese erst den langfristigen Wechsel hin zu einer digitalisierten Wirtschaft und damit auch zu einer digitalisierten Transport- und Logistikbranche ermöglicht. Dies betrifft sowohl den Schul- als auch den Hochschul- und den Weiterbildungsbereich. Allerdings sind nach dieser Unterscheidung unterschiedliche Maßnahmen erforderlich. Aus diesem Grund sollen diese Segmente des Bildungsbereichs im Folgenden getrennt betrachtet werden.

8.3.1 Schulbereich

IKT-Kompetenzen

Der Umgang mit Digitalen Medien, Programmieren sowie das Lösen von Problemen mit Hilfe digitaler Ressourcen sind nur drei Beispiele für Kernkompetenzen, die in der digitalen Arbeitswelt der Zukunft zentral sind. Die Ergebnisse des jüngsten PISA-Tests der OECD zu digitalen Kompetenzen der Schüler und Schülerinnen zeigen auf der negativen Seite, dass die digitalen Lesekompetenzen unterdurchschnittlich ausgeprägt sind. Auf der positiven Seite ist zu erwähnen, dass einerseits die Zeit, die Schüler und Schülerinnen in der Schule online sind, und andererseits die Performance in der computer-basierten Mathematik überdurchschnittlich ausgeprägt

sind. Allerdings ist in Bezug auf die Performance in computer-basierter Mathematik noch ein gewisser Abstand zu den Top-Performern in dieser Kategorie festzustellen (vgl. OECD, 2015a)

In diesem Zusammenhang ist beispielsweise die Initiative des Bildungsministeriums „efit21 – digitale Bildung“⁵⁶ sehr positiv zu bewerten. Zudem bietet das BMVIT auch die Möglichkeit geförderter Praktika für SchülerInnen in Forschung, Naturwissenschaft und Technik im Rahmen des Talente-Programms⁵⁷, was zweifelsohne einen niederschweligen Zugang zu Naturwissenschaften und Technik ermöglicht und das Potenzial hat, mehr Jugendliche für diese Fächer zu interessieren.

Wesentlich für den Erwerb von IKT-Kompetenzen erscheint zudem, dass dieser bereits früh beginnen sollte (im Kindergarten) und hier auch eventuell unterschiedliche Methoden für Buben und Mädchen angewandt werden könnten.

Neben dem Erwerb von digitalen Kompetenzen von frühem Alter an sollte auch die Integration digitaler Lernbehelfe und Medien als Selbstverständlichkeit erfolgen.

Digitale Kompetenzen des Lehrpersonals

Entscheidend für die Vermittlung von digitalen Kompetenzen und Verwendung digitaler Methoden und Instrumente sind folglich auch die digitalen Kompetenzen der Lehrerinnen und Lehrer im Schulbereich. Im Sinne des unten angesprochenen lebenslangen Lernens müssen gezielte Aus- und Weiterbildungsprogramme für die Vermittelnden von digitalen Kompetenzen angeboten und durchgeführt werden.

Die finnische Schul-Reform 2016 (vgl. OECD, 2016b, Europäische Kommission, 2016b und Europäische Kommission, GD CNECT (2016c)) sei hier nur als ein Beispiel angeführt, wie IKT in der Pflichtschule als zentraler Inhalt betont werden kann.

In Österreich gibt es ebenfalls bereits einige Ansätze, die lebenslanges-Lernen-Konzepte umsetzen. Ein interessantes Projekt in diesem Zusammenhang ist beispielsweise [mentoring.schule](#), bei dem es darum geht, dass Schülerinnen im Alter von 16-17 Jahren ihren LehrerInnen IKT-Kompetenzen vermitteln. Dies ist ein bemerkenswerter Ansatz, weil die Rollen im Ausbildungssystem umgekehrt werden und so Schülerinnen ihre zweifelsohne sehr hohe Kompetenz „benachteiligten“ Erwachsenen vermitteln können.

8.3.2 Hochschulbereich

Sicherstellung der Verfügbarkeit hochqualifizierter SpezialistInnen in den für Industrie 4.0 relevanten Themenfeldern

Universitäten und Fachhochschulen sind zentral in der Bildung von SpezialistInnen in für Industrie 4.0 zentralen Themenfeldern wie z.B. Robotik, Automatisierungstechnik, IT-Soft- und Hardwareentwicklung sowie Prozessmanagement.

Im Bereich der sogenannten MINT⁵⁸-Fächer stellte der Länderbericht der Europäischen Kommission (2016a) zu Österreich fest, dass im Vergleich zu Deutschland, aber auch den europäischen Innovationsführern (Dänemark, Finnland und Schweden) geringere AbsolventInnenzahlen an Universitäten und Fachhochschulen auf Master- und Doktorsniveau zu beobachten sind. Zudem sind gemäß OECD-Länderbericht Österreich (OECD, 2015b) gerade auch in diesen Fächern Frauen unterrepräsentiert, auch relativ zu den Vergleichsländern, was diese Problematik noch zusätzlich um einen Genderaspekt anreichert.

Ein erster Schritt in diese Richtung ist sicherlich in Österreich bereits mit der Schaffung der vier neuen Stiftungsprofessuren in den Bereichen Industrie 4.0, Transportlogistik, Big Data und Luftfahrt gelungen. Auch die vom bmvit-finanzierten und durch die FFG abgewickelten industrienahen Dissertationen sind hier als positive Beispiele zu erwähnen.

MOOCS (Massive Open Online Courses)

⁵⁶ <http://www.efit21.at/>

⁵⁷ www.ffg.at/junge-talente bzw. www.praktikaboerse.com

⁵⁸ Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik

Neben dem Erwerb formaler Ausbildung bzw. Bildung an Fachhochschulen und Universitäten im Allgemeinen erscheint es wichtig, gerade von Seiten der höheren Bildungsinstitutionen einen niederschweligen digitalen Zugang zu Informationen, Research und Lernen zu ermöglichen. Dies dient einerseits dem Wecken von Interesse bei potenziellen StudentInnen, andererseits ermöglicht dies den Zugang zu neuem Wissen für alle Altersgruppe auf eine angenehme Weise. Sogenannte Massive Open Online Courses sind beispielsweise ein solches Instrument, das diese Art von Zugang bietet. Diese sind spezielle Online-Kurse, die traditionelle Formen der Wissensvermittlung (Video, Lesematerial etc.) mit Foren und Quizzes verbinden und zeit- und ortsunabhängig absolviert werden können. Eine bemerkenswerte Initiative in diesem Zusammenhang stellt etwa das Gemeinschaftsprojekt von Karl-Franzens-Universität Graz und TU-Graz www.imoox.at dar.

8.3.3 Weiterbildungsbereich

Gemäß Erhebungen von Eurostat zur Beteiligung Erwachsener an Weiterbildungsmaßnahmen⁵⁹ belegt Österreich innerhalb der EU-28 den achten Platz. Insgesamt nehmen 14,4 % der Bevölkerung zwischen 25 und 60 Jahren an Weiterbildungsmaßnahmen teil, der betreffende EU-28-Durchschnitt liegt bei 10,7 %. Bei Frauen ist der Weiterbildungsanteil im Allgemeinen höher (AT: 15,4 % EU-28: 11,7 %). Dies zeigt grundsätzlich ein positives Bild hinsichtlich der Weiterbildung, allerdings ist einzuwenden, dass skandinavische Länder (EU- und Nicht-EU-Mitglieder) sowie die Schweiz einen weitaus höheren Weiterbildungsanteil aufweisen. Gemäß EUROSTAT führt die Schweiz mit einer Quote von 32,1 % das diesbezügliche Länderranking an, gefolgt von Dänemark (31 %) und Schweden (29 %). Dies bedeutet, dass es gerade im Weiterbildungsbereich in Österreich durchaus noch Potenzial nach oben gibt. Aus diesem Grund erscheint – gerade auch vor dem Hintergrund eines möglichen digitalen Strukturwandels – die Förderung von Weiterbildung notwendig und angebracht.

Entwicklung und Umsetzung von Konzepten zu Lebenslangem Lernen und -Modellen für eine digitalisierte Wirtschaft

In der Literatur zu möglichen Arbeitsmarkteffekten der Digitalisierung analysierten Dengler und Mattes (2015a, 2015b) das Substituierbarkeitsrisiko durch digitale Technologien in Deutschland und zeigten, dass auch berufliche Tätigkeiten von Fachkräften (und nicht nur Hilfskräften) ein höheres Risiko aufweisen. Vor diesem Hintergrund kommt gerade dem Weiterbildungsbereich eine zentrale Rolle zu und Konzepte zu Lebenslangem Lernen gewinnen stärker an Bedeutung. Wesentliche Anforderung ist in diesem Bereich - wie auch im dualen Ausbildungssystemen in Deutschland (und in Österreich) -, dass die Weiterbildungssysteme derart flexibel gestaltet sein müssen, dass in diesen die sich in einer digitalisierten Welt schnell ändernden Lerninhalte gut integriert werden können.

Einige EU-Staaten haben das Thema (auch in diesem Zusammenhang) pro-aktiv aufgegriffen und neue Lebenslanges-Lernen-Strategien entwickelt. Ein gutes Beispiel hierfür stellt Estland dar. Eines von fünf Kernzielen der Strategie des Landes ist ein digitaler Fokus auf Lebenslanges Lernen, wobei die digitalen Kompetenzen im Zentrum dieses Bereiches stehen - sowohl im Schul- als auch im Erwachsenenalter (vgl. Ministry of Education and Research, 2014).

Die im Rahmen des Arbeitsausschusses Logistik angeregte und mittlerweile in Umsetzung befindliche Verknüpfungsplattform zu Lern- und Lehrinhalten über verschiedenste Verkehrsträger hinweg bildet hier sicherlich einen ersten guten Ansatzpunkt, jedoch wird eine konsequente Weiterentwicklung und nachhaltige Aktualisierung um den tatsächlichen Letztstand der Transport- und Logistikbranche abbilden zu können, notwendig sein.

Schulungsmaßnahmen für ArbeitnehmerInnen in der Transport- und Logistikbranche, um diese fit für den Einsatz von Technologien rund um Industrie 4.0 zu machen

In der Transport- und Logistikbranche im engeren Sinn kann aus dem vorangegangenen Punkt auch die zentrale Forderung nach Schulungsmaßnahmen für Beschäftigte in der Branche abgeleitet werden, die sowohl im Interesse der ArbeitnehmerInnen („an den neuesten Entwicklungen dranbleiben“) als auch der Unternehmen (die besten MitarbeiterInnen anziehen bzw. halten) stehen muss.

Hier könnten beispielsweise auch Aktivitäten mit anderen Unternehmen und mit Universitäten und Fachhochschulen, aber auch mit Weiterbildungsorganisationen sozialpartnerschaftlicher Institutionen, entstehen, um eine digital organisierte Kombination von Grundlagenforschung, Praxisanwendung und unternehmerischen Bedürfnissen zu schaffen.

⁵⁹ Eurostat, Participation in education and training (based on EU-LFS).

8.4 Arbeitsmarktpolitik

Aktive Förderung von Umschulungsmaßnahmen auf individueller Ebene

Es ist zu erwarten, dass das Arbeitslosigkeitsrisiko von Geringqualifizierten und Arbeitskräften in stark Routinegeprägten Tätigkeiten im Zuge des digitalen Strukturwandels steigen wird. Aus diesem Grund müssen die individuelle Verantwortung gestärkt und Anreize geschaffen werden, dass die betreffenden Arbeitskräfte selbst Umschulungen anstreben und diese Maßnahmen gefördert bekommen.

Flexibilisierung arbeitsmarktrechtlicher Vorschriften

Die in einer digitalisierten Wirtschaft entstehenden Tätigkeiten werden durch Interdisziplinarität und Teamarbeit geprägt sein und nur einen geringen Routinecharakter aufweisen. Dies erfordert aber auch ein höheres Maß an Flexibilität, die im projektorientierten Arbeiten erforderlich ist. Diese Notwendigkeiten werden oft von arbeitsrechtlichen Vorschriften behindert und sind in der Praxis schwer umsetzbar. Notwendig hierfür ist ein Balanceakt zwischen Liberalisierung des Arbeitsrechtes und der Verhinderung von Sozialdumping etwa in Branchen, die durch die Digitalisierung stärker unter Druck geraten.

8.5 Start-up-Szene

Wenn man sich vor Augen hält, dass wesentliche Impulse für die Digitalisierung der Wirtschaft von neu gegründeten, innovativen Unternehmen herrühren, ist die Forderung an die Wirtschaftspolitik naheliegend, sich diesem Segment von Firmen stärker zu widmen. Gemäß Kollmann et. al. (2015, Europäischer Start-up Monitor) sind gerade Start-ups wichtig für die Schaffung neuer Jobs, da beispielsweise ein durchschnittliches Start-up nach 2,2 Jahren 7,5 Arbeitsplätze schafft. Abgesehen davon werden Start-ups gerade auch in technologisch anspruchsvollen Umfeldern wie beispielsweise der IKT gegründet und können so potenziell wertvolle Beiträge zur Digitalisierung der Wirtschaft liefern. So wird beispielsweise im selben Bericht auch festgestellt, dass die Hälfte der untersuchten Start-ups in Österreich im Bereich Digital Industry angesiedelt ist und vorwiegend Service-Software, IT & Software Entwicklung und E-Commerce anbieten – somit Bereiche, die für die Implementierung von Industrie 4.0 entscheidend sind.

Die in diesem Kontext formulierte Empfehlung lautet auf Unterstützung und Begleitung von Ausgründungsprozessen – nicht zuletzt auch in einer Welt von Corporate Venture Capital⁶⁰ – und gleichzeitig Verstärken der bereits vorhandenen Technologieförderung⁶¹. Einen wesentlichen Schritt in diese Richtung weist die Plattform Industrie 4.0 Österreich, die von ihrer Mission her als „Moderator, Netzwerkknoten, Impulsgeber und Botschafter im vorwettbewerblichen Austausch aller gesellschaftlichen Akteure“ fungiert.

Wichtig ist vor allem im gegenständlichen Kontext das verstärkte Installieren einer mittel-/langfristigen ausgerichteten und durchgehend konsistenten Förderungslandschaft, weil die beobachteten Vorlaufzeiten ein über die Zeit strukturiertes Projekt erfordern, für das auch eine entsprechend gestaffelte Förderung bzw. Finanzierung gestaltet werden muss. Dies kann auch eine progressive Förderungszusage (vom Erstellen eines Lastenheftes über das Prototyping bis hin zu konkreten Umsetzungsschritten) erforderlich machen, um das Auszahlungsmuster auf der Unternehmensseite abbilden zu können. Aufgrund der langen und unterschiedlich risikobehafteten Projektdurchlaufzeit ergeben sich Projektstadien, die einen unterschiedlichen Grad an Risiko und Finanzierungsbedarf aufweisen. So besteht in der Prototyping-Phase ein höheres Erfolgsrisiko als im letzten Umsetzungsschritt in der Produktion, ebenso wie in der Phase der Erstellung eines Lastenheftes. Dennoch sollte bei Start des Projekts bei der Definition der Ziele und Schritte bereits Klarheit bestehen, wie man die unterschiedlichen Risiken im Projektverlauf durch Förderinstrumentarien oder spezielle Finanzierungslösungen (gefördert oder nicht) in den Griff bekommt, sodass beispielsweise die Finanzierungslösung in Projektschritt 3 nicht durch für Projektschritt 2 geeignete Förderungen und den damit verbundenen Auflagen unmöglich gemacht wird. Ebenso sollte mittelfristige Sicherheit bestehen, dass ein in zwei Jahren im jeweiligen Projekt erforderliches

⁶⁰ Gemäß EY global venture capital trends 2015 (EY, 2016) spielt gerade Europa hinsichtlich Venture Capital (sowohl im Bereich der Transaktionen als auch der Volumina) eine sehr untergeordnete Rolle. Es gibt bereits im Rahmen des neuen Start-up Pakets der Bundesregierung sowie im Speziellen seitens des BMWFW sehr gute Ansätze zur Belebung des Markts für Risikokapital, die auf jeden Fall weiter ausgebaut werden müssen, um Unternehmensgründungen zu ermöglichen.

⁶¹ Hierunter sind einerseits FTI-Programme und andere technologisch orientierte Programme des BMVIT (wie beispielsweise Mobilität der Zukunft oder Produktion der Zukunft) bzw. durch die FFG administrierte Programme zu verstehen, andererseits auch Programme des BMWFW und der aws. Wesentlich wäre das Ansetzen bei bereits bestehenden Programme, zumal hier die Bekanntheit in der Community zu einem gewissen Teil vorhanden ist.

Förderinstrument auch in zwei oder drei Jahren noch verfügbar ist und nicht kurzfristig abgeschafft oder substanziell verändert wird. Darüber hinaus sollte die Möglichkeit beidseitig verbindlicher Anschlussprojekte geschaffen werden, die es ermöglichen, bei entsprechender Zielerreichung durch das Ursprungsprojekt, direkt in weitere Förderungsstrukturen einsteigen zu können um eine möglichst nahtlose Entwicklungstätigkeit sicherstellen zu können.

8.6 Weitere Felder

Datenstandards, Datenschutz und internationale Abstimmung hierzu

Wie aus den Fallstudien, aber auch aus der Unternehmensbefragung, abgeleitet werden kann, stellen vereinheitlichte Schnittstellen und Datenstrukturen eine der zentralen Herausforderungen für die Transportbranche dar. Auf internationaler Ebene existieren hier bereits Bestrebungen, in manchen Bereichen einheitliche „Sprachsyntaxen“ zu schaffen, die eine möglichst breite Interoperabilität sicherstellen sollen (UN-CEFACT). Aus österreichischer Sicht wäre es notwendig und wünschenswert, wenn die national zuständigen Stellen sich stark in diesen Standardisierungsprozess einbringen würden, um die Interessen der heimischen Transportwirtschaft möglichst früh zu kommunizieren und gleichzeitig auch rechtzeitig Informationsflüsse an heimische Unternehmen zurückführen können, um eine frühe und effiziente Umstellung bestehender und neu zu schaffender Systeme sicherstellen zu können.

In diesem Zusammenhang muss auch auf die neuen und verbesserten Möglichkeiten, die sich für die Generierung verkehrsbezogener Daten aus der konsequenten Umsetzung von Industrie 4.0 ergeben, hingewiesen werden. Auf Basis der verfügbaren Daten lassen sich sowohl Belastungsprofile als auch Güterverkehrsstatistiken vermutlich deutlich besser und exakter ableiten, als dies durch bisherige Ex-Post-Methoden möglich ist.

Besonders im Bereich Datenschutz ist auch darauf hinzuweisen, dass die derzeitigen sehr starren und restriktiven Regelungen einer effizienten Entwicklung von Industrie 4.0 Lösungen teilweise hinderlich im Wege stehen und hier in Zukunft sicherlich eine Flexibilisierung notwendig sein wird, um weitere Entwicklungen in der gebotenen Geschwindigkeit vorantreiben zu können. Dennoch soll und darf auf ein gewisses Mindestmaß an Sicherheit nicht verzichtet werden, es ist jedoch hinterfragenswert, ob nicht auch eine gewisse Mündigkeit der/s Bürgerin/s mit ihren/seinen eigenen Daten unterstellt werden darf.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die österreichischen Unternehmen, Branchen sowie die gesamte Volkswirtschaft grundsätzlich gut aufgestellt sind und dass gerade über die enge Verflechtung mit Deutschland und Mitteleuropa Startvorteile bestehen. Zudem hat die österreichische Politik bereits einige Maßnahmen gesetzt, um die Digitalisierung der Wirtschaft zu erleichtern. Es ist aufgrund der Ergebnisse zu erwarten, dass sich Unternehmen, Branchen und die Gesamtwirtschaft im digitalen Strukturwandel behaupten können und dadurch sogar noch zusätzliche Impulse bekommen. Allerdings scheint es gerade an dieser Stelle angebracht darauf hinzuweisen, dass auch andere Länder bzw. Volkswirtschaften ebenso durchaus beträchtliche Anstrengungen unternehmen, um von Industrie 4.0 zu profitieren. Die im letzten Kapitel skizzierten Handlungsempfehlungen sollen dazu dienen im internationalen Wettbewerb weiterhin zu bestehen und den Strukturwandel zu meistern.

Referenzen

- Adermon A., Gustavsson M. (2015), Job polarization and task-biased technological change: evidence from Sweden, 1975-2005, *Scandinavian Journal of Economics* 117(3), 878-917.
- Astor, M., von Lukas, U., Jarowinsky, M., Bartels, H.-J., Bechtold, I., Glöckner, U., Klose, G., Plume, A.-M., Ruth, T. und Schneidenbach, T. (2013), Marktperspektiven von 3D in industriellen Anwendungen. Abschlussbericht. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Berlin. Url: https://www.igd.fraunhofer.de/sites/default/files/3D_Maerkte_Prognos_IGD_MC.pdf
- Autor D.H. (2015), Why are there still so many jobs? The history and future of workplace Automation, *Journal of Economic Perspectives* 29 (3), 3-30.
- Autor, D. and Dorn, D. (2013), The growth of low skill service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, 2013, 103(5), 1553–1597.
- Autor, D., Levy, F. and Murnane, R.J. (2003), The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 118, no. 4, 1279–1333.
- Autorenteam VPÖ2025+ (2009a), Verkehrsprognose Österreich 2025+. Endbericht. Band 3: Beschreibung des Verkehrsmodells (Personenverkehr und Güterverkehr). Wien.
- Autorenteam VPÖ2025+ (2009b), Verkehrsprognose Österreich 2025+. Endbericht. Band 5 Güterverkehr Ergebnisse. Wien.
- Bauer, W., Schlund, S. und Ganschar, O. (2014), Industrie 4.0 – Volkswirtschaftliches Potenzial für Deutschland. Hg. BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.. Berlin.
- Bauernhansl, T., ten Hompel, M. und Vogel-Heuser, B. (2014), Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik: Anwendung – Technologien – Migration. Heidelberg. Springer.
- BMVIT & FFG (2015a), Programm IKT der Zukunft. Ausschreibungsleitfaden 4. Ausschreibung 2015, Url: https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/thematische%20programme/IKT/iktderzukunft2015_ausschreibungsleitfaden_v1_0_20151028.pdf.
- BMVIT & FFG (2015b), FTI-Initiative PRODUKTION der ZUKUNFT. Innovative Technologien, Prozesse und neue Materialien als Schlüssel zur Industrie der Zukunft. Ausschreibungsleitfaden. 15. Ausschreibung, Url: https://www.ffg.at/sites/default/files/allgemeine_downloads/thematische%20programme/Produktion/ausschreibungsleitfaden_produktion_der_zukunft_2015.pdf.
- BMVIT (2012), Ausbauplan Bundesverkehrsinfrastruktur. Klug investieren, verantwortungsvoll Sparen. Presseinformation, http://www.bmvit.gv.at/bmvit/verkehr/gesamtverkehr/ausbauplan/downloads/prognose_2012_8.pdf, abgerufen am 26.07.2016.
- Bosch (2013), Wo Räder rollen sollen, muss auch die IT sich bewegen. Case Study Magna Steyr, https://www.bosch-si.com/.../bosch.../case_study_magna_steyr.pdf (Abgerufen am: 05.07.2016).
- Brynjolfsson E., McAfee A. (2015), Will humans go the way of horses? Labor in the Second Machine Age, in: *Foreign Affairs* 94 (4), 8-14.
- Busch, J., Soukup, A., Dutzler, H., Loinig, M. und Gorholt, A. (2015), Industrie 4.0 – Österreichs Industrie im Wandel. Hg. PwC Österreich GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft. Wien.
- Dengler, K. und Matthes, B. (2015a), Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt Substituierbarkeitspotenziale von Berufen in Deutschland. IAB Forschungsbericht 11/2015. Nürnberg.
- Dengler, K. und Matthes, B. (2015b), In kaum einem Beruf ist der Mensch vollständig ersetzbar. Folgen der Digitalisierung für die Arbeitswelt. IAB Kurzbericht 24/2015. Nürnberg.
- DerStandard (2014), Barilla entwickelt 3-D-Drucker für Pasta. <http://derstandard.at/1388650519029/Barilla-entwickelt-3D-Drucker-fuer-Pasta> (Abgerufen am: 06.07.2016)
- Dr. Wieselhuber & Partner / Fraunhofer IPA (2015), Geschäftsmodell-Innovationen durch Industrie 4.0.

- EU-Kommission (2003), Empfehlung der Kommission vom 6. Mai 2003 betreffend die Definition der Kleinstunternehmen sowie der kleinen und mittleren Unternehmen (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2003) 1422) , 2003/361/EG. Url: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003H0361&from=DE>
- Europäische Kommission (2014), Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen. Für ein Wiedererstarren der europäischen Industrie. Brüssel. Januar. Url: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52014DC0014&from=EN>
- Europäische Kommission (2016a), Länderbericht Österreich 2016 mit eingehender Überprüfung der Vermeidung und Korrektur makroökonomischer Ungleichgewichte. Brüssel. Februar. http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/csr2016/cr2016_austria_de.pdf
- Europäische Kommission (2016b), Country Report Finland 2016. Including an In-Depth Review on the prevention and correction of macroeconomic imbalances. Brüssel. Februar. http://ec.europa.eu/europe2020/pdf/csr2016/cr2016_finland_en.pdf.
- Europäische Kommission, GD CNECT (2016a), Index für die digitale Wirtschaft und Gesellschaft. Österreich. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/austria> .
- Europäische Kommission, GD CNECT (2016b), Bericht über den digitalen Fortschritt der EU-Mitgliedstaaten. Österreich. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/austria>.
- Europäische Kommission, GD CNECT (2016c), Europe's Digital Progress Report (EDPR). Finland. <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/finland> .
- Evolaris (2014a), Assist 4.0 – Datenbrillen-Assistenzsysteme im Praxiseinsatz. http://www.v2c2.at/fileadmin/user_upload/area_a/Assist_4.0_%E2%80%93_Datenbrillen-Assistenzsysteme_im_Praxiseinsatz.pdf (Abgerufen am: 27.06.2016).
- Evolaris (2014b), Evolaris will revolutionize winter sports with “Smart Ski Goggles”. <https://www.evolaris.net/en/project/mit-der-smarten-skibrille-will-evolaris-den-wintersport-revolutionieren/> (Abgerufen am: 27.06.2016).
- Evolaris (2016), Schwerpunkt - Evolaris setzt auf digitale Assistenten für Industrie und Handel. <https://www.evolaris.net/en/press/neuer-schwerpunkt-evolaris-setzt-auf-die-entwicklung-von-digitalen-assistenten/>(Abgerufen am: 27.06.2016).
- EY (2016), Back to reality. EY global venture capital trends 2015. [http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-global-venture-capital-trends-2015/\\$FILE/ey-global-venture-capital-trends-2015.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-global-venture-capital-trends-2015/$FILE/ey-global-venture-capital-trends-2015.pdf)
- FAZ vom 25.07.2016, Nr. 171, S. 18.
- Freitag, M., Thamer, H., Lappe D. und Uriarte C. (2015), Perspektiven in der Intralogistik durch Industrie 4.0, in: Hrsg.: Schenk. M et al.: 20. Magdeburger Logistiktage – Sichere und nachhaltige Logistik, S. 15-24.
- Frey C.B., Osborne M.A. (2013), The future of employment: how susceptible are jobs to computerisation? Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology, Oxford. URL: http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf, abgerufen am 23.05.2016.
- Geissbauer, R., Vedso, J, und Schrauf, S. (2016), Industry 4.0: Building the digital enterprise. 2016 Global Industry 4.0 Survey.
- Goos, M. and Manning, A. (2007), Lousy and lovely jobs: The rising polarization of work in Britain. The Review of Economics and Statistics, vol. 89, no. 1, 118–133.
- Graetz G. und Michaels G. (2015), Robots at work, CEPR Discussion Paper no. 10477.
- Hartmann, G., Herry, M., Schrampf, J., Sedlacek, N. und Steinacher, I. (2015), BMVIT-Programm „Mobilität der Zukunft“. Forschungs-, technologie- und innovationspolitische Roadmap zur Ausrichtung des Innovationsfelds Gütermobilität. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Wien.
- Herry, M. und Sedlacek, N. (2014), Modal Split im Güterverkehr. Verkehr und Infrastruktur 52, Arbeiterkammer Wien.

- Hübner, I. (2016), Praxisbeispiel: Cloud-Lösung optimiert Aufzugbetrieb, in: Manzei, Ch., et al. (Hrsg.): Industrie 4.0 im internationalen Kontext – Kernkonzepte, Ergebnisse, Trends, VDE Verlag, Berlin, 167-170.
- Kagermann, H., Wahlster, W. und Helbig, J. (2013): Deutschlands Zukunft als Produktionsstandort sichern - Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 - Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0. Frankfurt 2013.
- Kenney M., Rouvinen P., Zysman J. (2015), The digital disruption and its societal impacts, Journal of Industry, Competition and Trade 15 (1), 1-4.
- Kleine Zeitung (2015), Mit Joystick am Weg zur Industrie 4.0. http://www.kleinezeitung.at/steiermark/graz/4694031/ENTWICKLUNG_Mit-Joystick-am-Weg-zur-Industrie-40 (Abgerufen am: 05.07.2016).
- Kollmann, T., Stöckman, C., Linstaedt, J und Kensbock, J. (2015), European Startup Monitor 2015. <http://europeanstartupmonitor.com/esm/esm-2015/>
- Lorenz, M, Rüßmann, M., Strack, R., Lueth, K. L., und Bolle, M. (2015), Man and Machine in Industry 4.0. How will Technology Transform the Industrial Workforce Through 2025? BCG. September.
- Magna Steyr (2014), "Digital – Intelligent – Einzigartig: DIE Attribute der Industrie 4.0". <https://www.sfg.at/cms/393/4472/> (Abgerufen am: 05.07.2016).
- Marcolin, L., Miroudot, S. and Squicciarini, Am. (2016), Routine jobs, employment and technological innovation in global value chains, OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2016/01, OECD Publishing, Paris.
- McKinsey. (2013), Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy.
- Merz, S.L. (2016), Industrie 4.0-Strategie - So geht man bei der Einführung vor, in: Roth, A. (Hrsg.): Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0 – Grundlagen, Vorgehensmodell und Use Cases aus der Praxis, Springer Gabler, Berlin, 93-110.
- Miller, B. and Atkinson, R. D. (2013), Are Robots Taking Our Jobs, or Making Them? ITIF. September.
- Ministry of Education and Research (2014), The Estonian Lifelong Learning Strategy 2020. Tallinn.
- Müller, S., Klauenberg, A. und Wolfermann, A. (2015), How to translate economic activity into freight transportation? Transportation Research Procedia (8) 2015, S. 155 – 167.
- Natural Machines (2016), Introducing Foodini – A 3D Food Printer. <https://www.naturalmachines.com/> (Abgerufen am: 06.07.2016).
- Nourbakshsh I.R. (2015), The coming robot dystopia, in: Foreign Affairs 94 (4), 23-28.
- OECD (2015a), Students, Computers and Learning: Making the Connection, PISA, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264239555-en>.
- OECD (2015b), OECD Economic Surveys. Austria. OECD Publishing.
- OECD (2016a), The next production revolution – an interim project report, Paris.
- OECD (2016b), Economic Survey of Finland 2016. OECD Publishing.
- OeNB (2010), Konjunktur aktuell. Berichte und Analysen zur wirtschaftlichen Lage. Juni. Wien.
- ÖROK (2015), ÖROK-Regionalprognosen 2014-2030, Teil 1: Bevölkerung. In: ÖROK Schriftenreihe Nr. 196/1. Wien.
- Plattform Industrie 4.0 (2016), Deutsche Telekom: Farming 4.0. <http://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/DE/Anwendungsbeispiele/315-deutsche-telekom-farming-4-0/beitrag-deutsche-telekom-farming-4-0.html>(Abgerufen am: 27.06.2016).
- Pratt G.A. (2015), Is a Cambrian Explosion coming from robotics?, Journal of Economic Perspectives 29 (3), 51-60.
- pwc (2015), Breitband für Österreich. Evaluierung des Breitbandausbaus in Österreich für das BMVIT. Url.: <https://www.bmvit.gv.at/service/publikationen/telekommunikation/downloads/evaluierung2015pwc.pdf>, abgerufen am 9.9.2016.

- pwc. (2014), Industrie 4.0 - Chancen und Herausforderungen der vierten industriellen Revolution.
- Richtlinie 2014/61/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 15. Mai 2014 über Maßnahmen zur Reduzierung der Kosten des Ausbaus von Hochgeschwindigkeitsnetzen für die elektronische Kommunikation (ABl. L 155, 23. Mai 2014).
- Roland Berger. (2014), INDUSTRY 4.0: The new industrial revolution How Europe will succeed. http://www.rolandberger.com/media/pdf/Roland_Berger_TAB_Industry_4_0_20140403.pdf.
- Rus D. (2015), The robots are coming. How technological breakthroughs will transform everyday life, in: Foreign Affairs 94 (4), 2-7.
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P., und Harnisch, M. (2015), Industry 4.0. The future of productivity and Growth in Manufacturing Industries. Boston Consulting Group. April.
- Scheer, A.-W (2013), Industrie 4.0 – Wie sehen Produktionsprozesse im Jahr 2020 aus? Saarbrücken.
- Schuh, U., Polasek, W., Sellner, R. und Weyerstraß, K. (2009), Ökonomische Begleitszenarien der Verkehrsprognose Österreich 2025+, IHS, Wien.
- Spath, D. (Hrsg.), Ganschar, O., Gerlach, S., Hämmerle, M., Krause, T. und Schlund, S. (2013), Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0. Stuttgart. Fraunhofer.
- Springer Gabler Verlag (Herausgeber), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Internet der Dinge, online im Internet:
Url: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/1057741/internet-der-dinge-v4.html>
- Starmayr (2014), Bekanntheit und Wissensstand zu Industrie 4.0.. Repräsentativ für die Oberösterreichische Produktionsunternehmen. Erhebungszeitraum: 12. Mai bis 10. Juni 2014. Url: http://www.mechatronik-cluster.at/files/Unternehmensbefragung_I40_Executive.pdf.
- Statistik Austria (2011), NST 2007 - Die neue Güternomenklatur für die Verkehrsstatistiken unter
Url:http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/verkehr/055565.html
abgerufen am 17.12.2015 .
- Statistik Austria (2013), Verkehrsstatistik 2012, Wien, November.
- Statistik Austria (2014), Verkehrsstatistik 2013, Wien, November.
- Statistik Austria (2015), Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Hauptergebnisse. August. Wien.
- Statistik Austria (2015b), Verkehrsstatistik 2014, Wien, November.
- Statistik Austria (2016), Statistik Austria: IKT-Einsatz in Haushalten 2015,
http://www.statistik.at/web_de/statistiken/energie_umwelt_innovation_mobilitaet/informationsgesellschaft/ikt-einsatz_in_haushalten/index.html abgerufen am 20.05.2016
- Stehrer, R. und Stöllinger, R. (2013), Positioning Austria in the Global Economy: Value Added Trade, International Production Sharing and Global Linkages. FIW Studien 2013/14 N° 2. Wien.
- Stehrer, R. und Stöllinger, R. (2013), Positioning Austria in the Global Economy: Value Added Trade, International Production Sharing and Global Linkages. FIW-Research Reports 2013 N° 02. October.
- Stehrer, R. und Stöllinger, R. (2015), The Central European Manufacturing Core: What is Driving Regional Production Sharing? FIW-Research Reports 2014/15 N° 02. February.
- Süddeutsche Zeitung (2016), Barilla experimentiert mit Nudeln aus dem 3-D-Drucker.
<http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/wie-gedruckt-jedem-seine-nudel-1.2478307> (Abgerufen am: 06.07.2016).
- Sull, D. N. (2005). Strategy as active waiting. Harvard business review, 83(9), 120.
- TechInsider (2016), This company is creating incredible 3D printed food you can eat. <http://www.techinsider.io/3d-printed-food-foodini-2016-4> (Abgerufen am: 06.07.2016).
- Utterback, J. M., & Abernathy, W. J. (1975). A dynamic model of process and product innovation. Omega, 3(6), 639-656.
- VCÖ (2016), Urbaner Verkehr der Zukunft. Schriftenreihe "Mobilität mit Zukunft" 1/2016. Wien.

- Westkämper, D., Spath, D., Constantinescu, C. und Lentjes J. (2013), Digitale Produktion. Heidelberg. Springer.
- Wischmann, S., Wangler, L. und Botthoff, A. (2015), Industrie 4.0. Volks- und betriebswirtschaftliche Faktoren für den Standort Deutschland. Eine Studie im Rahmen der Begleitforschung zum Technologieprogramm AUTONOMIK für Industrie 4.0.
- Witzleben, S. (2014), Was kann die Logistik vom 3D-Druck erwarten? Status quo und Perspektiven im Überblick. Logistic2go. Kompaktes Wissen für die Logistik. Bundesvereinigung Logistik, 1. Oktober.
- WKO (2015), Die österreichische Verkehrswirtschaft. Daten und Fakten - Ausgabe 2015, https://www.wko.at/Content.Node/branchen/oe/TransportVerkehr/Die_oesterreichische_Verkehrswirtschaft_2015.pdf.

Anhang

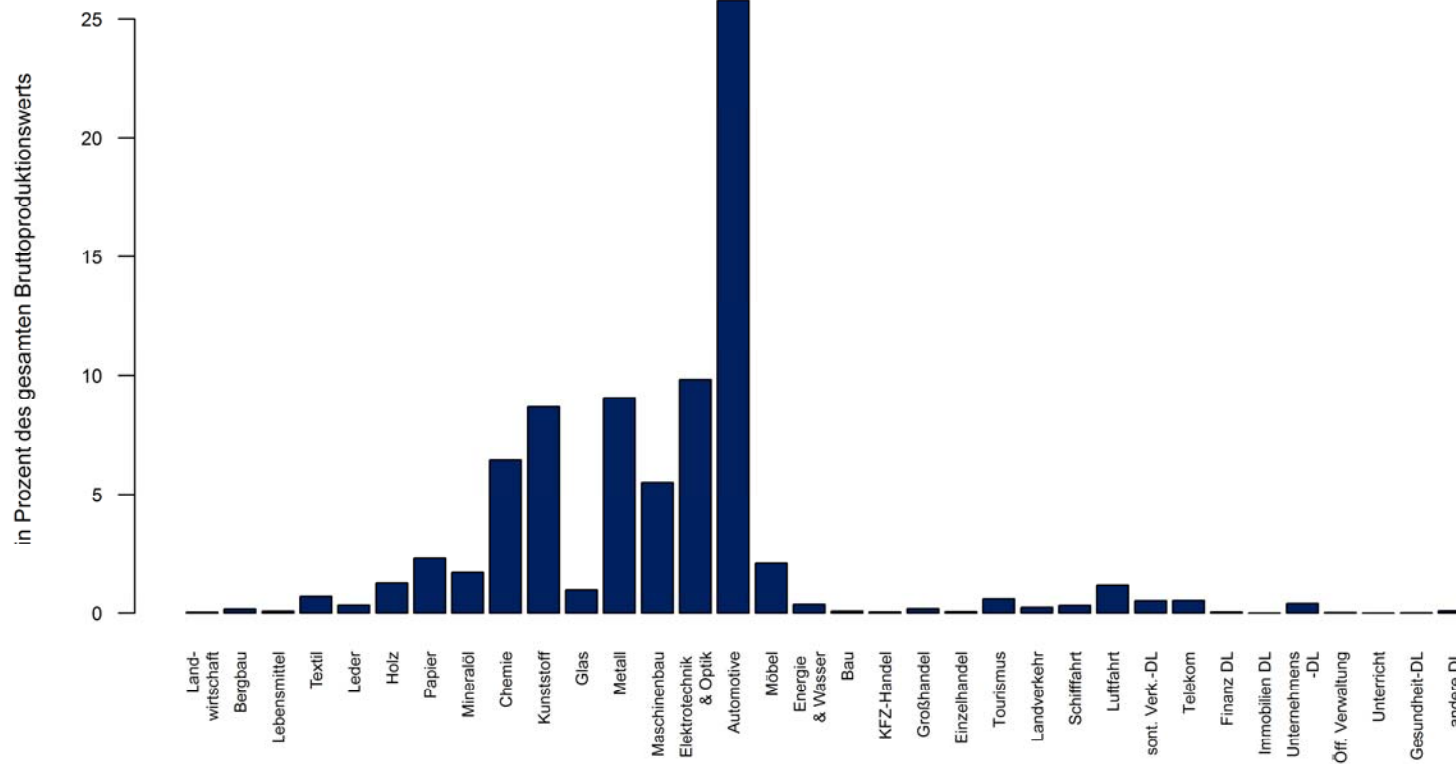
Anhang zu Kapitel 6

Tabelle 9: Industrie-4.0-Vorreiterbranchen als Absatzmärkte für ausgewählte Länder (inkl. Gliederung nach Branchenhauptgruppen)

| | | AT | IT | CZ* | HU | PL | SK | SI |
|---|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Gesamte Bedeutung** | | 9.038 | 9.016 | 7.096 | 4.267 | 7.238 | 2.315 | 768 |
| in % des gesamten Produktionswerts | | 1,48 % | 0,29 % | 1,91 % | 1,99 % | 0,88 % | 1,34 % | 1,08 % |
| davon | <i>Land- und Forstwirtschaft, Fischerei</i> | 0,04 % | 0,02 % | 0,17 % | 0,14 % | 0,08 % | 0,15 % | 0,07 % |
| | <i>Herstellung von Waren (inkl. Bergbau)</i> | 90,91 % | 94,32 % | 94,16 % | 95,60 % | 90,04 % | 84,92 % | 94,39 % |
| | <i>Energie- und Wasser-versorgung, Abfallentsorgung</i> | 0,67 % | 0,14 % | 0,39 % | 0,24 % | 0,57 % | 0,25 % | 0,37 % |
| | <i>Bau</i> | 0,36 % | 0,04 % | 0,22 % | 0,56 % | 0,77 % | 0,75 % | 0,40 % |
| | <i>Handel</i> | 1,13 % | 2,71 % | 1,57 % | 0,87 % | 4,63 % | 9,10 % | 0,89 % |
| | <i>Beherbergung und Gastronomie</i> | 1,94 % | 0,01 % | 1,05 % | 0,07 % | 0,01 % | 0,17 % | 0,003 % |
| | <i>Verkehr</i> | 1,21 % | 0,58 % | 0,43 % | 0,60 % | 1,01 % | 0,29 % | 0,44 % |
| | <i>sonstige Markt DL</i> | 3,36 % | 1,78 % | 1,88 % | 1,83 % | 2,35 % | 3,70 % | 3,28 % |
| | <i>Öffentliche DL und Private Haushalte</i> | 0,38 % | 0,41 % | 0,14 % | 0,10 % | 0,54 % | 0,68 % | 0,16 % |

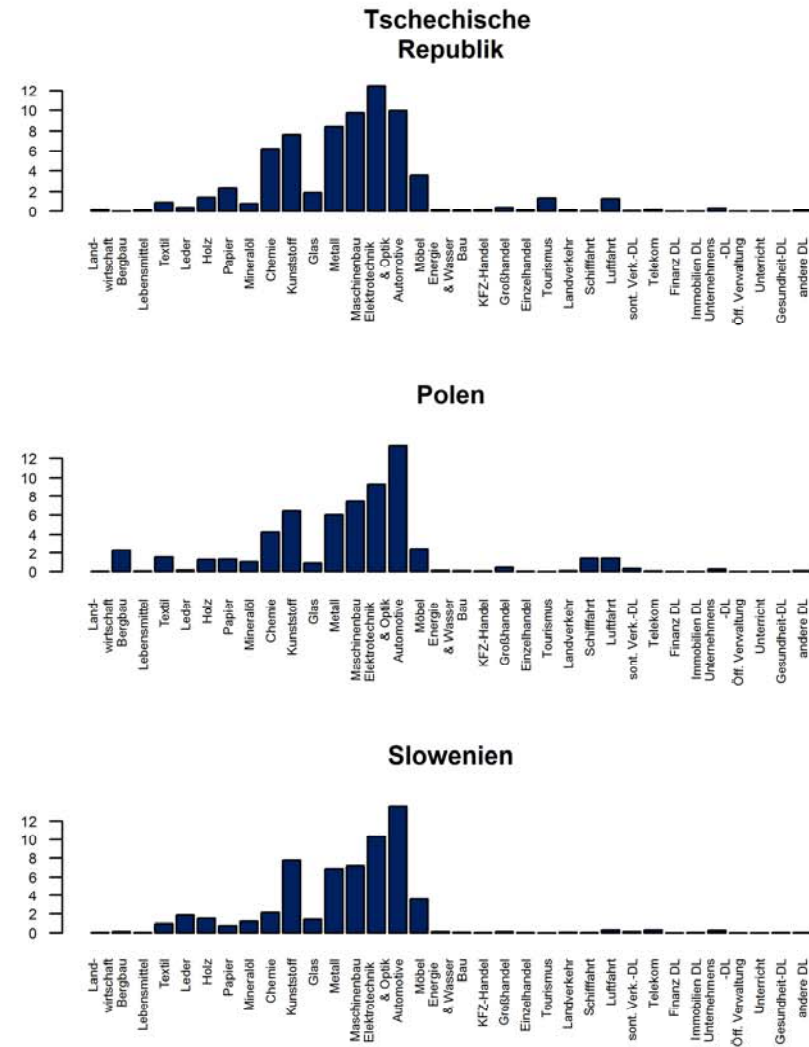
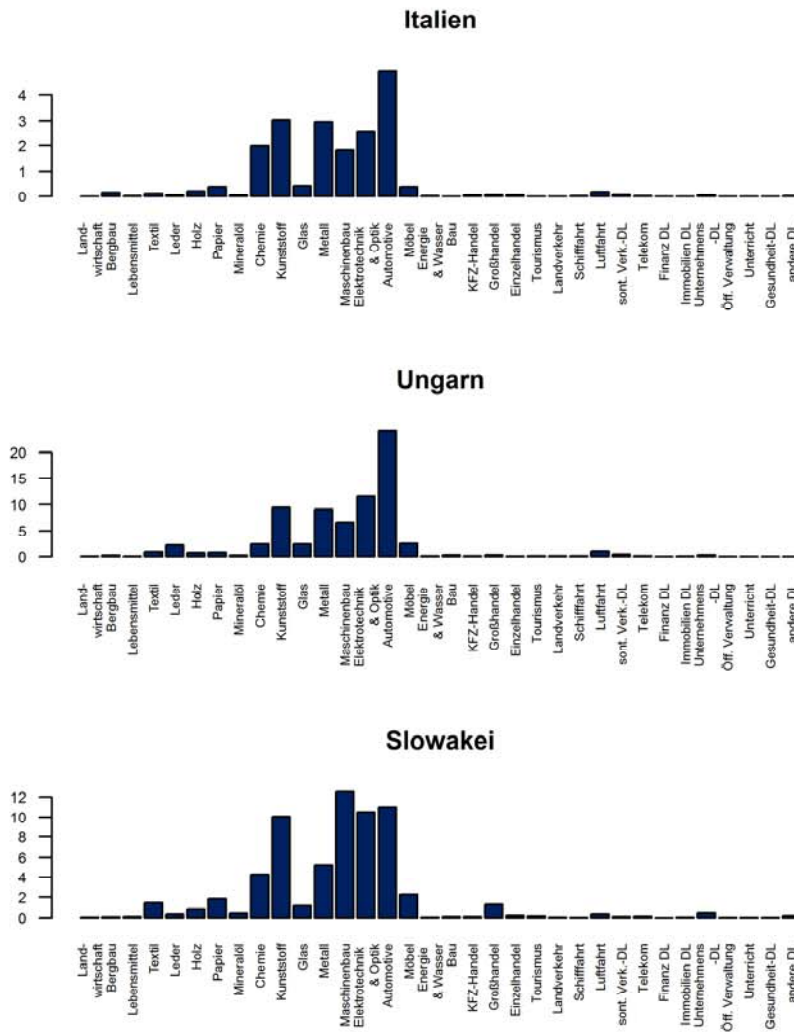
Anmerkungen: * nur Werte für 2014 verfügbar, ** gemessen an der Bruttowertschöpfung der jeweiligen Ökonomien 2015.
Quelle: WIOD, Eurostat, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Abbildung 17: Anteil der deutschen Industrie-4.0-Branchen am gesamten Produktionswert der einzelnen österreichischen Branchen (ohne indirekte Bezüge) 2011



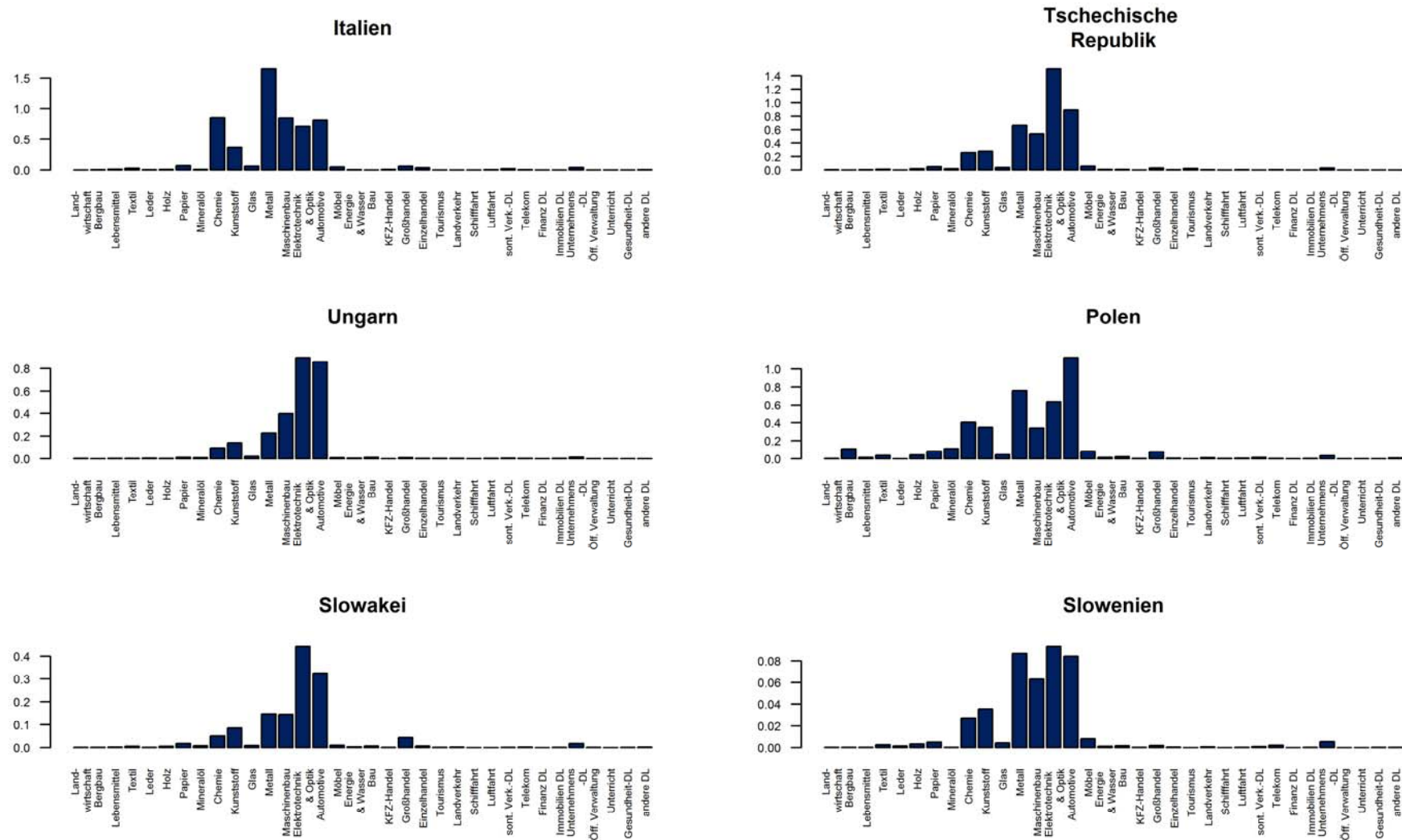
Quelle: WIOT, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Abbildung 18: Anteil der deutschen Industrie-4.0-Branchen am gesamten Produktionswert der einzelnen Branchen ausgewählter Länder (ohne indirekte Bezüge) 2011



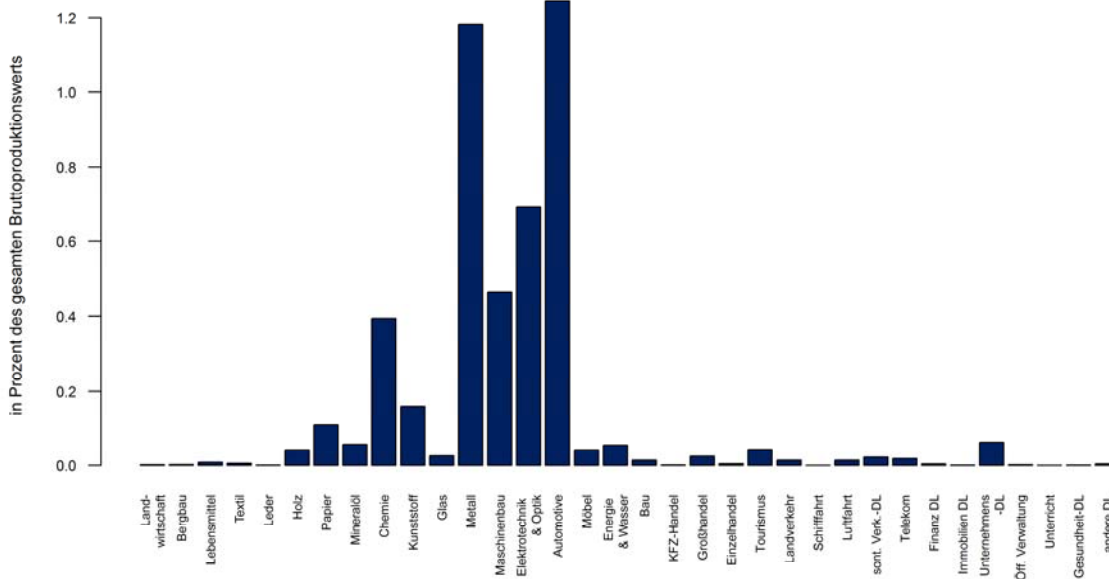
Quelle: WIOT, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Abbildung 19: Anteil der Vorleistungen der Branchen ausgewählter Länder am Bruttoproduktionswert der deutschen Industrie-4.0-Branchen (ohne indirekte Bezüge) 2011



Quelle: WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Abbildung 20: Anteil der Vorleistungen österreichischer Branchen am Bruttoproduktionswert der deutschen Industrie-4.0-Branchen (ohne indirekte Bezüge) 2011



Quelle: WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Tabelle 10: Anteil am Bruttoproduktionswert der deutschen Industrie-4.0-Vorreiter

| | Anteil an Produktionswert der deutschen Branche | | | | | |
|-------------------------------|---|---------------|------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| | Chemie | Maschinenbau | Elektrotechnik & Optik | Automotive | Unternehmens DL | Insgesamt |
| DE | 36,97 % | 41,19 % | 33,56 % | 48,12 % | 30,01 % | 37,73 % |
| AT | 0,67 % | 1,08 % | 0,91 % | 1,97 % | 0,08 % | 0,91 % |
| IT | 1,07 % | 1,64 % | 1,06 % | 1,88 % | 0,05 % | 1,04 % |
| CZ | 0,44 % | 1,09 % | 1,39 % | 1,47 % | 0,07 % | 0,83 % |
| HU | 0,18 % | 0,52 % | 0,88 % | 1,15 % | 0,02 % | 0,53 % |
| PL | 0,68 % | 0,97 % | 0,85 % | 1,80 % | 0,05 % | 0,83 % |
| SK | 0,11 % | 0,32 % | 0,39 % | 0,51 % | 0,01 % | 0,25 % |
| SI | 0,04 % | 0,12 % | 0,09 % | 0,17 % | 0,004 % | 0,08 % |
| <i>Summe ohne DE</i> | <i>3,21 %</i> | <i>5,75 %</i> | <i>5,56 %</i> | <i>8,96 %</i> | <i>0,29 %</i> | <i>4,47 %</i> |
| Summe ohne DE & IT | 2,13 % | 4,11 % | 4,50 % | 7,07 % | 0,24 % | 3,44 % |

Quelle: WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

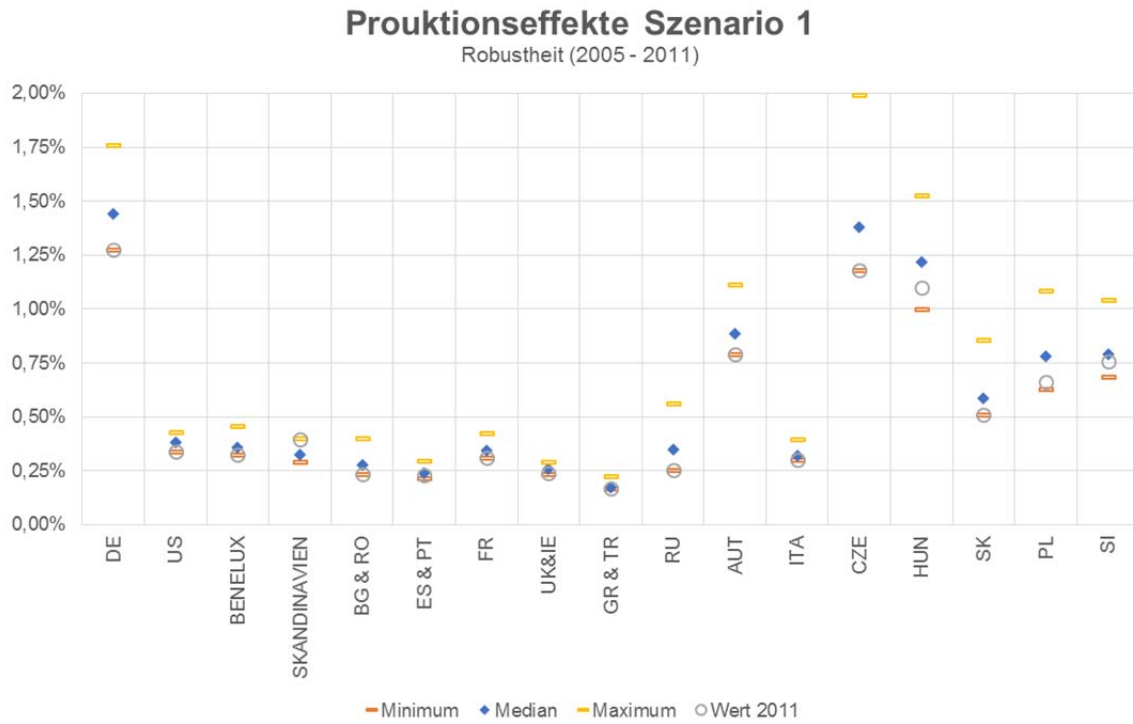
Tabelle 11: Verhältnis von direktem Effekt zu Gesamteffekt auf die Bruttonproduktion , Szenario 1 & 2, Steigerung in %

| | DE | US | AT | IT | CZ | HU | PL | SK | SI |
|---------------------------------|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Szenario 1 | | | | | | | | |
| Direkter Effekt (D.E.) | 0,70 % | 0,18 % | 0,36 % | 0,11 % | 0,55 % | 0,56 % | 0,28 % | 0,15 % | 0,36 % |
| Indirekter EFFEKT (I.E.) | 0,57 % | 0,16 % | 0,43 % | 0,20 % | 0,64 % | 0,54 % | 0,38 % | 0,36 % | 0,40 % |
| Gesamter Effekt (G.E.) | 1,28 % | 0,34 % | 0,79 % | 0,30 % | 1,18 % | 1,10 % | 0,66 % | 0,51 % | 0,76 % |
| GE / DE | 1,8 | 1,9 | 2,2 | 2,9 | 2,2 | 2,0 | 2,4 | 3,5 | 2,1 |
| | Szenario 2 | | | | | | | | |
| Direkter Effekt (D.E.) | 0,35 % | 0,37 % | 0,12 % | 0,11 % | 0,18 % | 0,19 % | 0,09 % | 0,45 % | 0,36 % |
| Indirekter EFFEKT (I.E.) | 0,36 % | 0,28 % | 0,25 % | 0,19 % | 0,34 % | 0,32 % | 0,22 % | 0,45 % | 0,35 % |
| Gesamter Effekt (G.E.) | 0,71 % | 0,64 % | 0,37 % | 0,29 % | 0,52 % | 0,50 % | 0,31 % | 0,89 % | 0,71 % |
| GE / DE | 2,0 | 1,8 | 3,1 | 2,8 | 2,9 | 2,7 | 3,3 | 2,0 | 2,0 |

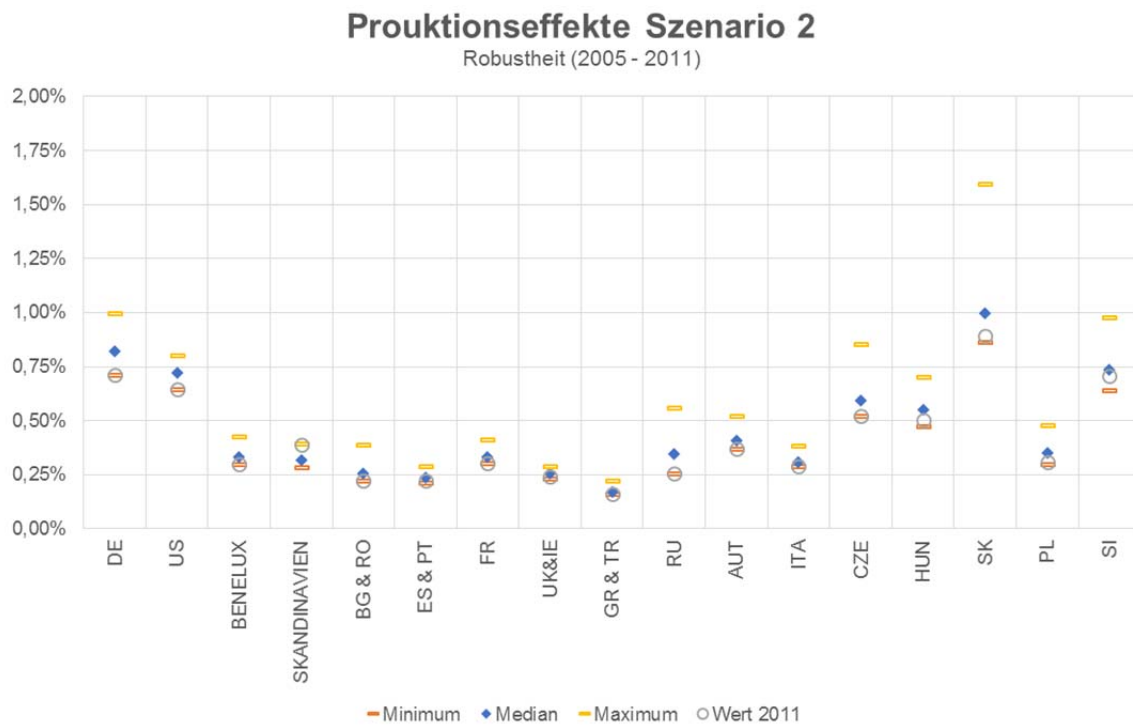
Quelle: Eurostat, WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Abbildung 21: Robustheit der Produktionseffekte

Panel (a): Szenario 1



Panel (b): Szenario 2



Quelle: WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Tabelle 12: Verteilung der Wertschöpfungseffekte nach Wirtschaftsbereichen (Szenario 1)

| | DE | US | AT | IT | CZ | HU | PL | SK | SI |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Land- und Forstwirtschaft, Fischerei | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1 % | 1 % | 1 % | 1 % | 0 % |
| Herstellung von Waren inkl. Bergbau | 49 % | 37 % | 48 % | 43 % | 55 % | 58 % | 41 % | 46 % | 46 % |
| Energie & Wasser | 2 % | 1 % | 2 % | 2 % | 3 % | 2 % | 3 % | 3 % | 2 % |
| Bau | 1 % | 1 % | 2 % | 2 % | 2 % | 1 % | 3 % | 3 % | 3 % |
| Handel | 6 % | 6 % | 11 % | 10 % | 11 % | 6 % | 19 % | 18 % | 11 % |
| Beherbergung und Gastronomie | 0 % | 1 % | 1 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1 % | 1 % |
| Verkehr | 3 % | 2 % | 2 % | 5 % | 4 % | 2 % | 4 % | 4 % | 3 % |
| sonstige Markt DL | 37 % | 50 % | 32 % | 35 % | 23 % | 26 % | 26 % | 22 % | 32 % |
| Öffentliche DL und Private Haushalte | 3 % | 2 % | 2 % | 2 % | 1 % | 3 % | 3 % | 2 % | 2 % |

Quelle: Eurostat, WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Tabelle 13: Verteilung der Wertschöpfungseffekte nach Wirtschaftsbereichen (Szenario 2)

| | DE | US | AT | IT | CZ | HU | PL | SK | SI |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Land- und Forstwirtschaft, Fischerei | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1 % | 1 % | 1 % | 1 % | 0 % |
| Herstellung von Waren inkl. Bergbau | 49 % | 36 % | 49 % | 42 % | 56 % | 57 % | 43 % | 43 % | 45 % |
| Energie & Wasser | 2 % | 1 % | 2 % | 2 % | 3 % | 2 % | 3 % | 3 % | 2 % |
| Bau | 1 % | 1 % | 2 % | 2 % | 2 % | 1 % | 3 % | 3 % | 3 % |
| Handel | 7 % | 6 % | 11 % | 10 % | 11 % | 8 % | 19 % | 17 % | 11 % |
| Beherbergung und Gastronomie | 0 % | 1 % | 1 % | 1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1 % | 1 % |
| Verkehr | 3 % | 2 % | 3 % | 5 % | 5 % | 3 % | 4 % | 4 % | 3 % |
| sonstige Markt DL | 35 % | 52 % | 29 % | 36 % | 21 % | 25 % | 23 % | 27 % | 33 % |
| Öffentliche DL und Private Haushalte | 3 % | 2 % | 2 % | 2 % | 2 % | 3 % | 3 % | 2 % | 2 % |

Quelle: Eurostat, WIOD, OeKB Research Services/RAI Berechnungen.

Methodischer Anhang

Input-Output Analyse

Das folgende Schema stellt die Struktur der World Input-Output Tabellen kurz dar:

Abbildung 22: Struktur der WIOD Tabelle

| | | Vorleistungsnachfrage | | | | | | | | | | | | Endnachfrage | | | | | | | | | | | | Brutto- produktions- wert | | | | | | | | |
|---------------------------------|----|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|-----|---|---|---|-----|--|
| | | AUS | ... | AUS | AUT | ... | AUT | ... | DEU | ... | DEU | ... | ROW | ... | ROW | AUS | ... | AUS | AUT | ... | AUT | ... | DEU | ... | DEU | | ... | ROW | | | | | | |
| | | 1 | ... | 35 | 1 | ... | 35 | ... | 1 | ... | 35 | ... | 1 | ... | 35 | C | I | G | INV | C | I | G | INV | ... | C | I | G | INV | ... | C | I | G | INV | |
| AUS | 1 | C | | | | | | | | | | | | D | | | | | | | | | | | | BPW | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUS | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUT | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUT | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEU | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEU | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ROW | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ROW | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vorleistungsverbrauch | | Vlverbr. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| + Steuern-Subventionen+... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bruttowertschöpfung | | | | | | | | | | | | | | BWS | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +Internationale Transportmargen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bruttoproduktionswert | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | BPW | | | | | | | | |

Anmerkung: C ... Privater Konsum, I ... Investitionen, G ... öffentlicher Konsum, Inv. ...Lagerbestände
 Quelle: OeKB Research Services/RAI.

Betrachtet man die Darstellung der Tabelle nach Spalten, so zeigt die erste Spalte, dass der Produktionswert der Branche 1 in Australien sich aus Vorleistungen aller anderen 35 Branchen in allen Ländern (40 + Rest der Welt (= ROW), Bereich C) sowie der Wertschöpfung (BWS) und anderer Korrekturfaktoren (wie beispielsweise geleistete Steuern abzüglich erhaltener Subventionen) zusammensetzt.

In Bezug auf die Vorleistungsnachfrage der Branche 1 in Australien (Spalte 1 der Tabelle) kann man nun den Anteil von Branche 1 in Österreich ($C_{36,1}$) auf den gesamten Bruttoproduktionswert von Branche 1 in Australien (BPW_1) beziehen und bekommt somit eine Indikation, wie bedeutend die Vorleistung von Branche 1 in Österreich für die Produktion in Australien ist.

Abbildung 23: Inputkoeffizienten in der WIOD - Systematik

| | | Vorleistungsnachfrage | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Brutto- produktions- wert | | | | | | | |
|---------------------------------|----|-----------------------|-----|------------|------------|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------|-----|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| | | AUS | ... | AUS | AUT | ... | AUT | ... | DEU | ... | DEU | ... | ROW | ... | ROW | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 1 | ... | 35 | 1 | ... | 35 | ... | 1 | ... | 35 | ... | 1 | ... | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUS | 1 | $C_{1,1}$ | ... | $C_{1,35}$ | $C_{1,36}$ | ... | $C_{1,70}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUS | 35 | $C_{35,1}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUT | 1 | $C_{36,1}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| AUT | 35 | $C_{70,1}$ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEU | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DEU | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ROW | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ... | .. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ROW | 35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vorleistungsverbrauch | | Vlverbr. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| + Steuern-Subventionen+... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bruttowertschöpfung | | BWS_1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| +Internationale Transportmargen | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Bruttoproduktionswert | | | | | | | | | | | | | | BPW_1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Quelle: OeKB Research Services/RAI.

Entlang der Zeilendimension gibt die Tabelle in **Abbildung 22** hingegen an wofür die Produktion der jeweiligen Branche (z.B. Branche Nr. 1 in Australien) verwendet wird: Als Vorleistung für andere Branchen (Teil C) und als Endnachfrageprodukt (Teil D), wiederum ergibt die Summe den Bruttoproduktionswert. Wird der Eintrag $C_{1,36}$ auf den Bruttoproduktionswert der ersten Zeile (Bruttoproduktionswert von Branche 1 in Australien, BPW_1) beziehen, so ergibt sich eine Indikation dafür wie bedeutend Branche 36 in Österreich als Absatzmarkt für Branche 1 in Australien ist.

Abbildung 24: Outputkoeffizienten in der WIOD - Systematik

| | Vorleistungsnachfrage | | | | | | | | | | | | Endnachfrage | | | | | | | | | | | | Brutto- produktions- wert | | | | | |
|-----|-----------------------|-----|------------|------------|-----|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------------------|-----|-----|-----|-------------------|-------------------|
| | AUS | ... | AUS | AUT | ... | AUT | ... | DEU | ... | DEU | ... | ROW | ... | ROW | AUS | AUT | ... | DEU | ... | ROW | C I | G | INV | C I | | G | INV | ... | C I | G |
| AUS | 1 | ... | $c_{1,35}$ | $c_{1,36}$ | ... | $c_{1,70}$ | ... | 1 | ... | 35 | ... | 1 | ... | 35 | C I | G | INV | C I | G | INV | ... | C I | G | INV | ... | C I | G | INV | BPW ₁ | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| AUS | 35 | ... | $c_{35,1}$ | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | BPW ₃₅ |
| AUT | 1 | ... | $c_{36,1}$ | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | BPW ₃₆ | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| AUT | 35 | ... | $c_{70,1}$ | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | BPW ₇₀ | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| DEU | 1 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| DEU | 35 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| ROW | 1 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |
| ROW | 35 | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | |

Quelle: OeKB Research Services/RAI.

Die vorgestellten Überlegungen bilden die Grundlagen für die Ermittlung der Betroffenheit österreichischer Branchen hinsichtlich Industrie 4.0 im folgenden Abschnitt. Sie zeigen aber nur die erste Runde der Effekte, die sich aus der internationalen Verflechtung der einzelnen Branchen ergeben.

Um die gesamte Wertschöpfungskette bzw. das gesamte Wertschöpfungsnetzwerk zu betrachten ist es notwendig, die Vorgangsweise mittels Input-Koeffizienten zu iterieren. Im ersten Schritt werden die in absoluten Werten gemessenen Vorleistungen in Prozent des Bruttoproduktionswertes der einzelnen Branchen ausgedrückt, also

$$a_{i,j} = \frac{c_{i,j}}{BPW_j}$$

für alle Elemente der Matrix C, woraus sich eine neue Matrix A ergibt. Die Interpretation der Matrix-Elemente ist wie folgt: Wenn der Output von Australiens Branche 1 sich um 1 EUR erhöht, erhöht sich die Vorleistung aus dieser Branche, die zur Produktion benötigt wird um $a_{1,1}$ EUR, jene von Branche 2 in Australien um $a_{2,1}$ EUR und so weiter. Die Einträge geben somit die erste Runde der Branchen-Verflechtungen an. Die zweite Runde der Effekte erhält man, indem die Matrix A mit sich selbst multipliziert wird ($A * A = A^2$), die dritte Runde ist durch A^3 gegeben und so weiter. Wenn dies unendlich oft fortgesetzt wird, so erhält man schließlich folgende Form

$$GE = (I - A)^{-1},$$

wobei GE der Gesamteffekt und I eine Identitätsmatrix entsprechender Dimension ist. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang vor allem den Impulsvektor zu spezifizieren, mittels dessen die GE-Matrix multipliziert wird. Dieser Impulsvektor wird im übernächsten Abschnitt in den beiden Szenarien genauer spezifiziert.

Modell zur Ermittlung des Güterverkehrsaufkommens

Unter der Annahme, dass das Handelsvolumen proportional zum Verkehrsvolumen zwischen Regionen ist, kann die Nachfrage nach Transportdienstleistungen ($V_{GV,t}$) durch folgende Gleichung dargestellt werden:

$$V_{GV,t} = k * \left(\frac{BIP_{Q,t} * BIP_{Z,t}}{d} \right)^{c_1} * AF_t^{c_2}, \tag{A.1}$$

wobei k ein konstanter Term ist, $\frac{BIP_{Q,t} * BIP_{Z,t}}{d}$ das Handelspotenzial zwischen der Quell- und Zielregion zum Zeitpunkt t, AF_t die anderen Faktoren, die das Güterverkehrsvolumen zum Zeitpunkt t beeinflussen sind und c_1 und c_2 sogenannte Elastizitäten⁶² der Verkehrsleistung in Bezug auf das Handelspotenzial und in Bezug auf die anderen Faktoren sind.

⁶² Eine Elastizität beschreibt, um wie viel % sich die abhängige Variable ändert, wenn sich die unabhängige (=erklärende) Variable um ein Prozent erhöht. Die Elastizität c_1 gibt also an, dass die Fahrleistung zwischen Quell- und Zielregion um c_1 Prozent steigt, wenn das Handelspotenzial $\left(\frac{BIP_{Q,t} * BIP_{Z,t}}{d} \right)$ um 1 Prozent steigt.

Wird Gleichung (1) logarithmiert (natürlicher Logarithmus) ergibt sich folgende Vereinfachung:

$$\ln(V_{GV,t}) = \ln(k) + c_1 * \ln\left(\frac{BIP_{Qt} * BIP_{Zt}}{d}\right) + c_2 * \ln(AF_t). \quad (\text{A.2})$$

Unter Bildung von Differenzen⁶³ und weiterer Vereinfachung⁶⁴ kann folgende Gleichung hergeleitet werden

$$w_{GV} = c_1 * w_{HP,t} + c_2 * w_{AF,t}, \quad (\text{A.3})$$

wobei w_{GV} das Wachstum des Güterverkehrs auf der Straße, $w_{HP,t}$ die Veränderung des Handelspotenzials ist. Die bedeutet, dass das Wachstum des Güterverkehrs in einem Land einerseits vom Wachstum des Handelspotenzials dieses Landes und andererseits vom Wachstum des Treibstoffpreises abhängig ist.

Da sich der Güterverkehr in drei unterschiedliche Kategorien teilt (Binnen-, Transit- und Quell-Ziel-Verkehr), ist auch das Handelspotenzial in jedem dieser drei Fälle unterschiedlich.

Die folgende Gleichung bildet den Ausgangspunkt für die weiteren Überlegungen:

$$w_{GV,t} = a * w_{BV,t} + b * w_{QZV,t} + (1 - a - b) * w_{TV,t}, \quad (\text{A.4})$$

wobei a der Anteil des Binnenverkehrs, b der Anteil des Quell-Zielverkehrs und $(1 - a - b)$ der Anteil des Transitverkehrs ist, $w_{BV,t}$ das Wachstum des Binnenverkehrs, $w_{QZV,t}$ das Wachstum des Quell-Zielverkehrs und $w_{TV,t}$ das Wachstum des Transitverkehrs ist. Details zur Bestimmung von a und b finden sich in Tabelle 14.

Dabei werden die einzelnen Wachstumsraten wie folgt bestimmt:

Wachstum des Binnenverkehrs:

$$w_{BV,t} = c_{1,1} * w_{AT,t} + c_2 * w_{T_t} \quad (\text{A.4a})$$

Wachstum des Transitverkehrs:

$$w_{TV,t} = \sum_{i=1}^{37} c_{1,2,i,t} * h_i * w_{i,t} + c_2 * w_{T_t} \quad (\text{A.4b})$$

Wachstum des Quell-Zielverkehrs⁶⁵:

$$w_{QZV,t} = \sum_{i=1}^{17} c_{1,3,i,t} * g_i * w_{AT*i,t} + c_2 * w_{T_t} \quad (\text{A.4c})$$

⁶³ $\ln(V_{GV,t}) - \ln(V_{GV,t-1}) = \ln(k) + c_1 * \ln\left(\frac{BIP_{Qt} * BIP_{Zt}}{d}\right) + c_2 * \ln(TAF_t) - \left(\ln(k) + c_1 * \ln\left(\frac{BIP_{Q,t-1} * BIP_{Z,t-1}}{d}\right) + c_2 * \ln(AF_{t-1})\right)$.

⁶⁴ Dabei handelt es um $\ln(V_{GV,t}) - \ln(V_{GV,t-1}) = \ln\left(\frac{V_{GV,t}}{V_{GV,t-1}}\right) \approx \frac{V_{GV,t}}{V_{GV,t-1}} - 1$ (=prozentuelle Änderung von V_{GV} zum Zeitpunkt t) und der Tatsache, dass $\ln(k) - \ln(k) = 0$ ist.

⁶⁵ $w_{QZV,t} = c_{2,2,1,t} * g_{BE} * w_{AT*BE,t} + c_{2,2,2,t} * g_{ZY} * w_{AT*ZY,t} + \dots + c_{2,2,41,t} * g_{JP} * w_{AT*JP,t} + c_3 * w_{T_t}$ ausgeschrieben, in (A.4b) vereinfacht.

wobei $c_{1,1}$ die Elastizität des Binnenverkehrs in Bezug auf die Entwicklung des österreichischen Bruttowertschöpfung (= ΔY_{AT}), $c_{1,3,i,t}$ die Elastizitäten der jeweiligen Quell-Zieldestinationen zum Zeitpunkt t (insgesamt 17 Quell-Zieldestinationen), $c_{1,2,i,t}$ die Elastizitäten der jeweiligen Partnerpaare für den Transitverkehr durch Österreich zum Zeitpunkt t (insgesamt 37 Quell-Ziel-Destinationen) sind. In Gleichung (A.4b) bezeichnet $w_{i,t}$ die Veränderung des Produktes der Bruttowertschöpfung zweier Handelspartner zum Zeitpunkt t (z.B. Deutschlands und Italiens), die für den österreichischen Transitverkehr wichtig sind und h_i ist ein Gewichtungsfaktor für diese Relation. In Gleichung (A.4c) bezeichnet $w_{AT+i,t}$ die Veränderung des Produktes des realen BIPs Österreichs und eines von 17 Handelspartnern zum Zeitpunkt t und g_i ist das Außenhandelsgewicht dieses Handelspartners aus österreichischer Sicht.

Details zur Berechnung von g_i und h_i finden sich in Tabelle 15 und Tabelle 17. Zur Bestimmung der Elastizitäten siehe die in Tabelle 17 und Tabelle 18 dargestellten einzelnen Elastizitätswerte.

Tabelle 14: Inländische Transportleistung und Verteilung nach Verkehrsarten

| | 2012 | 2013 | 2014 |
|---|------------|------------|------------|
| Inlandverkehr | 34 % | 33 % | 33 % |
| Grenzüberschreitender Empfang | 21 % | 21 % | 20 % |
| Grenzüberschreitender Versand | 16 % | 16 % | 15 % |
| Transitverkehr | 29 % | 30 % | 31 % |
| Insgesamt | 100 % | 100 % | 100 % |
| Inländ. Transportleistung (1000 tkm) | 56.006.035 | 55.948.618 | 58.965.964 |

Quelle: Statistik Austria (2013, 2014, 2015b), Berechnungen OeKB Research Services/RAI.

Tabelle 15: Gewichte für die Quell-Ziel Güterverkehrsprognose (g_i)

| Land/ Ländergruppe | Importgewicht | | Exportgewicht | |
|---------------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| | laut Statistik | hier verwendet | laut Statistik | hier verwendet |
| Skandinavien | 1,35 % | 1,62 % | 1,47 % | 1,85 % |
| Benelux | 5,88 % | 7,03 % | 3,09 % | 3,87 % |
| Bulgarien & Rumänien | 1,19 % | 1,42 % | 2,06 % | 2,59 % |
| Großbritannien und Irland | 2,21 % | 2,64 % | 3,27 % | 4,10 % |
| Spanien & Portugal | 1,49 % | 1,78 % | 1,87 % | 2,34 % |
| Griechenland & Türkei | 1,20 % | 1,43 % | 1,33 % | 1,66 % |
| Deutschland | 40,11 % | 47,96 % | 30,20 % | 37,83 % |
| Italien | 6,41 % | 7,67 % | 6,80 % | 8,51 % |
| USA | 2,65 % | 3,17 % | 5,20 % | 6,52 % |
| Frankreich | 2,94 % | 3,52 % | 4,41 % | 5,53 % |
| Tschechien | 3,87 % | 4,62 % | 3,58 % | 4,48 % |
| Slowakei | 3,01 % | 3,60 % | 3,55 % | 4,44 % |
| Ungarn | 2,89 % | 3,46 % | 3,20 % | 4,01 % |
| Polen | 1,89 % | 2,27 % | 2,95 % | 3,69 % |
| Russland | 1,99 % | 2,38 % | 2,76 % | 3,45 % |
| China | 3,08 % | 3,68 % | 2,18 % | 2,73 % |
| Slowenien | 1,47 % | 1,76 % | 1,91 % | 2,39 % |
| Summe | 83,62 % | 100,00 % | 79,84 % | 100,00 % |

Quelle: Eurostat Comext, Berechnungen OeKB Research Services/RAI.

Tabelle 16: Gewichtung für Relationen der Transit-Güterverkehrsprognose

| Quelle | Ziel | Gewichtung | | |
|--------------------|------------------------|------------|----------|---------|
| | | Wertung | Kehrwert | Gewicht |
| Deutschland | Italien | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Deutschland | Slowenien | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Deutschland | Ungarn | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Deutschland | Slowakei | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Deutschland | Rumänien & Bulgarien | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Deutschland | Griechenland | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Italien | Ungarn | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Italien | Slowakei | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Italien | Tschechien | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Italien | Polen | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Italien | Russland & Belarus | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Italien | BNENELUX | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Italien | Skandinavien | 1,0 | 1,0 | 4,2% |
| Italien | UK & IRLAND | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Italien | Türkei | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowenien | Slowakei | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowenien | Tschechien | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowenien | Polen | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowenien | Frankreich | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowenien | BENELUX | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowenien | SKANDINAVIEN | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowenien | United Kingdom, Irland | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Ungarn | Tschechien | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Ungarn | Frankreich | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Ungarn | BENELUX | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Ungarn | United Kingdom, Irland | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Ungarn | Spanien, Portugal | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowakei | Frankreich | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Slowakei | United Kingdom, Irland | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Rumänien&Bulgarien | Frankreich | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Rumänien&Bulgarien | Benelux | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Rumänien&Bulgarien | United Kingdom, Irland | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Griechenland | BENELUX | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Türkei | Frankreich | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Türkei | BENELUX | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Türkei | SKANDINAVIEN | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Türkei | United Kingdom, Irland | 2,0 | 0,5 | 2,1% |
| Summe | | 63,0 | 24,0 | 100% |

Quelle: Autorenteam VPÖ2025+ (2009a), OeKB Research Services/RAI.

Tabelle 17: Elastizitäten für Relationen der Quell-Ziel Güterverkehrsprognose und (h_i)

| | | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 |
|---------------|-------------------------|------|------|------|------|------|
| Export | Skandinavien | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Benelux | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Bulgarien & Rumänien | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Großbritannien & Irland | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Spanien & Portugal | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Griechenland & Türkei | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Deutschland | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Italien | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | USA | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Frankreich | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Tschechien | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Slowakei | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Ungarn | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Polen | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Russland | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | China | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Slowenien | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Import | Skandinavien | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Benelux | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Bulgarien & Rumänien | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Großbritannien & Irland | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Spanien & Portugal | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Griechenland & Türkei | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Deutschland | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Italien | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Tschechien | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | China | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Slowakei | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Frankreich | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Ungarn | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | USA | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Russland | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Polen | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| | Slowenien | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |

Quelle: Autorenteam VPÖ2025+ (2009a), OeKB Research Services/RAI.

Tabelle 18: Elastizitäten für Relationen der Transit-Güterverkehrsprognose

| Quelle | Ziel | Elastizität des Gütertransitverkehrs in Bezug auf die Wirtschaftsleistung | | | | | | |
|--------------------|------------------------|---|------|------|------|------|------|-------|
| | | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020+ |
| Deutschland | Italien | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Deutschland | Slowenien | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Deutschland | Ungarn | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Deutschland | Slowakei | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Deutschland | Rumänien & Bulgarien | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Deutschland | Griechenland & Türkei | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Italien | Ungarn | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Italien | Slowakei | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Italien | Tschechien | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Italien | Polen | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Italien | Russland & Belarus | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Italien | BNENELUX | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Italien | Skandinavien | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Italien | UK & IRLAND | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Italien | Türkei | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Slowenien | Slowakei | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Slowenien | Tschechien | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Slowenien | Polen | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Slowenien | Frankreich | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Slowenien | BENELUX | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Slowenien | SKANDINAVIEN | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Slowenien | United Kingdom, Irland | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Ungarn | Tschechien | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Ungarn | Frankreich | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Ungarn | BENELUX | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Ungarn | United Kingdom, Irland | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Ungarn | Spanien, Portugal | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Slowakei | Frankreich | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Slowakei | United Kingdom, Irland | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Rumänien&Bulgarien | Frankreich | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Rumänien&Bulgarien | Benelux | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Rumänien&Bulgarien | United Kingdom, Irland | 1,5 | 1,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,4 | 1,3 |
| Griechenland | BENELUX | 1,4 | 1,4 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| Türkei | Frankreich | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Türkei | BENELUX | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Türkei | SKANDINAVIEN | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |
| Türkei | United Kingdom, Irland | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 1,4 |

Anmerkungen: Blau unterlegte Werte sind von den Autoren aufgrund von Plausibilitätsüberlegungen und Analogieschlüssen zu den in der Quelle ausgewiesenen Werten festgelegt

Quelle: Autorenteam VPÖ2025+ (2009a), OeKB Research Services/RAI.