

Digitalisierung in der Schweizer Wirtschaft: Ergebnisse der Umfrage 2016

Eine Teilauswertung im Auftrag des SBF

Report

Author(s):

Arvanitis, Spyridon; Grote, Gudela; [Spescha, Andrin](#) ; Wäfler, Toni; [Wörter, Martin](#) 

Publication date:

2017-06

Permanent link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-b-000167666>

Rights / license:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#)

Originally published in:

KOF Studies 93

KOF DMTEC

Digitalisierung in der Schweizer Wirtschaft: Ergebnisse der Umfrage 2016

– eine Teilauswertung im Auftrag des SBFJ –

Spyros Arvanitis, Gudela Grote, Andrin Spescha, Toni Wäfler und Martin Wörter

KOF Studien, Nr. 93, Juni 2017

KOF Konjunkturforschungsstelle **DMTEC** Professur für Arbeits- &
Organisationspsychologie

n|w Fachhochschule Nordwestschweiz
Hochschule für Angewandte Psychologie

Im Auftrag des:



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF
**Staatssekretariat für Bildung,
Forschung und Innovation SBFJ**

Impressum

Herausgeber

KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich
© 2017 KOF Konjunkturforschungsstelle, ETH Zürich

Auftraggeber

Studie im Auftrag des Staatssekretariats
für Bildung, Forschung und Innovation SBFI

Autoren

Spyros Arvanitis (ETH Zürich, KOF)
Gudela Grote (ETH Zürich, MTEC)
Andrin Spescha (ETH Zürich, KOF)
Toni Wäfler (FHNW, Hochschule für Angewandte Psychologie)
Martin Wörter (ETH Zürich, KOF)

KOF

ETH Zürich
KOF Konjunkturforschungsstelle
LEE G 116
Leonhardstrasse 21
8092 Zürich

Telefon +41 44 632 42 39
Fax +41 44 632 12 18
www.kof.ethz.ch
kof@kof.ethz.ch

Digitalisierung in der Schweizer Wirtschaft: Ergebnisse der Umfrage 2016

- eine Teilauswertung im Auftrag des SBFI -

Autoren:

**Spyros Arvanitis (ETH-Zürich, KOF), Gudela Grote (ETH-Zürich,
MTEC), Andrin Spescha (ETH-Zürich, KOF), Toni Wäfler (FHNW,
Hochschule für Angewandte Psychologie), Martin Wörter (ETH-Zürich,
KOF)**

Juni 2017

Executive Summary

Die KOF, gemeinsam mit der Professur von Frau Prof. Dr. Grote (ETH Zürich, MTEC, Arbeits- und Organisationspsychologie) und Herrn Prof. Dr. Wäfler (FHNW, Hochschule für Angewandte Psychologie) führte im Herbst 2016 eine repräsentative Umfrage bei Unternehmen in der Schweiz mit mehr als 20 Beschäftigten durch. Auf Basis dieser Datenerhebung für 1183 Unternehmen (Rücklaufquote: 30.1%) werden in der vorliegenden Studie deskriptive Informationen ausgewertet und kurz kommentiert.

Im Zeitablauf sank der Anteil der Investitionen in Digitalisierung an den gesamten Bruttoinvestitionen von 21.8% 2003-05 auf 16.2% in der Periode 2013-2015. Für die verschiedenen Sektoren zeigt sich ein heterogenes Bild. In der Industrie sank der Anteil zwischen 2003-05 und 2012-14, stieg jedoch in der letzten Periode an von 12.7% auf 14.2% an. Im Dienstleistungssektor beobachten wir einen Rückgang des Investitionsanteils seit 2003-05 um etwa 8 Prozentpunkte (PP). In der Bauwirtschaft schwankt der Investitionsanteil zwischen 12% und 15%. Der gesamtwirtschaftliche Rückgang um ca. 6 PP über die gesamte Beobachtungsperiode ist also vor allem auf den Dienstleistungssektor zurückzuführen.

Wir betrachten die Verbreitung von verschiedene Gruppen von Digitalisierungstechnologien: Softwareapplikationen zur Informationserfassung und Verarbeitung (z.B. ERP, CRM, SCM), Applikationen für firmeninternen bzw. firmenexternen Informationsaustausch (z.B. Social Media), Applikationen für die Produktion von Gütern (z.B. RFID, CAD, CAM, CNC/DNC-Maschinen und Roboter) und eine Reihe neuerer, stark zukunftsorientierter Technologien (z.B. 3-D-Printing, autonom fahrende Fahrzeuge und „Internet of Things“).

Im Dienstleistungssektor ist das Verbreitungsmuster signifikant anders als in der Industrie, erwartungsgemäss insbesondere bei den Produktionstechnologien. Der Baubereich ist beträchtlich weniger digitalisiert als Industrie und Dienstleistungen. Die markantesten Unterschiede bezüglich der Technologieverbreitung scheinen aber grössenbedingt zu sein, wobei der technologische Vorsprung der grossen Firmen gegenüber den KMU besonders auffallend ist.

Die Digitalisierungstechnologien finden breite Verwendung in verschiedenen Unternehmensbereichen. Mit Ausnahme des F&E-Bereichs, der nur für F&E-treibenden Firmen relevant ist, werden die Technologien in allen anderen Bereichen etwa im gleichen Ausmass eingesetzt.

Interessanterweise ist die aufgabenmässige Beanspruchung von Digitalisierungstechnologien ziemlich ähnlich zwischen Industrie und Dienstleistungssektor. Für Vernetzungszwecke, Automatisierung und Überwachung wird Digitalisierung häufiger bei Industrie- als bei Dienstleistungsfirmen eingesetzt, die Unterschiede sind aber nicht gross. IT-gestützter Austausch von Informationen mit externen Partnern ist häufiger bei Dienstleistungs- als bei Industriefirmen anzutreffen. Verarbeitung von (internen und externen) Informationen wird im gleichen Ausmass in beiden Sektoren durch Digitalisierung gestützt. Merkbliche Unterschiede bestehen zwischen dem Bausektor und den anderen Sektoren. Die Digitalisierung ist im Bausektor bei allen Aufgaben niedriger.

Wir haben auch die Auswirkungen der Digitalisierung auf die Beschäftigten, die Nachfrage nach verschiedenen Personalkategorien (Ausbildungsniveau) und die Wettbewerbsfähigkeit erhoben. Insgesamt melden 76% der befragten Unternehmen keine Änderung der

Gesamtbeschäftigung in den Jahren 2013-2015 als Folge der Digitalisierung; 12% der Firmen melden eine Abnahme, 11% eine Zunahme der Beschäftigung. Es bestehen keine nennenswerten Unterschiede zwischen Industrie und Dienstleistungssektor.

Die Digitalisierung hat auch eher geringe Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Beschäftigung nach Ausbildungskategorien. Zwischen 77% und 91% der befragten Firmen meldet eine unveränderte Beschäftigung infolge der Digitalisierung für die einzelnen Personalkategorien. Bei den Personalkategorien Absolventen von Universitäten, Fachhochschulen, Fachschulen (bzw. Personen mit sonstiger Ausbildungen, die höher als Berufslehre sind) und Personen mit abgeschlossener Berufslehre werden (geringe) Nettozuwächse gemeldet. Dies gilt insbesondere bei den Absolventen von Fachhochschulen/Fachschulen und Personen mit abgeschlossener Berufsschule. Auch bei der Beschäftigung von Lehrlingen sind – wenn auch geringere – Zuwächse zu verzeichnen. Im Gegenteil wird ein insgesamt negativer Effekt für die Kategorie An-/Ungelernte gemeldet. Die Richtung der Veränderung (Zunahme oder Abnahme) bei den Meldungen ist vermutlich wegweisend für die zukünftige Entwicklung der Beschäftigung dieser Qualifikationskategorien. Die Auswirkungen auf die Beschäftigung der verschiedenen Personalkategorien sind je nach Unternehmensgrösse recht unterschiedlich. Die grossen Firmen melden stärkere Zuwächse bei den vier ersten Kategorien und stärkere Reduktionen bei An/Ungelernten als die KMU.

Die meisten Unternehmen (59%) melden keine Auswirkungen der Digitalisierung auf ihre Wettbewerbsfähigkeit, 35% der Firmen melden eine Zunahme, lediglich 2% eine Abnahme der Wettbewerbsfähigkeit.

Hemmnisse verschiedener Art können die Verbreitung der Digitalisierung erheblich verhindern. Im Fragebogen ist eine Liste von 11 möglichen Hemmnissen enthalten. Für das Total der befragten Unternehmen kommen an erster Stelle ressourcenbezogene Mängel: fehlende Qualifikationen (35% aller Firmen) und fehlende finanzielle Mittel (29%) werden als wichtige Hemmnisse gemeldet. Weitere wichtige Hemmnisse sind die mangelnde Eignung von Arbeitsablauf und Verarbeitungsprozessen der Firmen zur Digitalisierung (32%) und die technische Komplexität der Vernetzung von Technologien (29%).

1. Einleitung

Die KOF führte im Herbst 2016 gemeinsam mit der Professur von Frau Prof. Dr. Grote (ETH Zürich, MTEC, Arbeits- und Organisationspsychologie) und Herrn Prof. Dr. Wäfler (FHNW, Hochschule für Angewandte Psychologie) eine repräsentative Umfrage bei Unternehmen in der Schweiz *mit mehr als 20 Beschäftigten* durch. Im Folgenden werden deskriptive Auswertungen vorgestellt und kurz kommentiert, die sich auf folgende Tatbestände beziehen:

- (a) *Interbetriebliche* Verbreitung der Digitalisierung nach *einzelnen Technologien*;
- (b) *Intrabetriebliche* Verbreitung der Digitalisierung (in verschiedenen *Unternehmensbereichen* bzw. für verschiedene *Funktionen / Aufgaben*);
- (c) *Auswirkungen* auf das *Beschäftigungsniveau*, die *Zusammensetzung der Beschäftigung nach Ausbildungsstufen* sowie die *Wettbewerbsfähigkeit* der Unternehmen;
- (d) *Hemmnisse* der Digitalisierung.

Die Unternehmensdaten werden nach Sektoren (Industrie, Bauwirtschaft, Dienstleistungssektor) bzw. Subsektoren (Hightech- und Lowtech-Industrie, Moderne und traditionelle Dienstleistungsbranchen) sowie nach drei Grössenklassen ausgewertet. Die Subsektoren von Industrie und Dienstleistungen sind wie folgt definiert:

Hightech-Industrie:

Chemie, Pharma, Maschinenbau, Elektrotechnik, Elektronik/Instrumente, Medizinaltechnik, Fahrzeuge, Uhren

Lowtech-Industrie:

Nahrungsmittel, Textil/Bekleidung, Holz, Papier, Druck, Kunststoffe, Steine & Erden, Metallherstellung, Metallerzeugnisse, Reparatur, Sonstige Industrie, Energie, Wasser/Umwelt

Moderne Dienstleistungen:

Banken/Versicherungen, Informationstechnologie, Medien, Telekommunikation, technische (inkl. F&E) und nichttechnische unternehmensnahe Dienstleistungen

Traditionelle Dienstleistungen:

Gross- und Detailhandel, Gastgewerbe, Verkehr/Logistik, Immobilien/Vermietung, persönliche Dienstleistungen

Die NOGA-Codes für die einzelnen Branchen finden sich in Tabelle B.1 im Anhang B. Der öffentliche Sektor, das Bildungs-, das Sozial- und das Gesundheitswesen werden nicht berücksichtigt.

Die drei Grössenklassen sind werden wie folgt definiert:

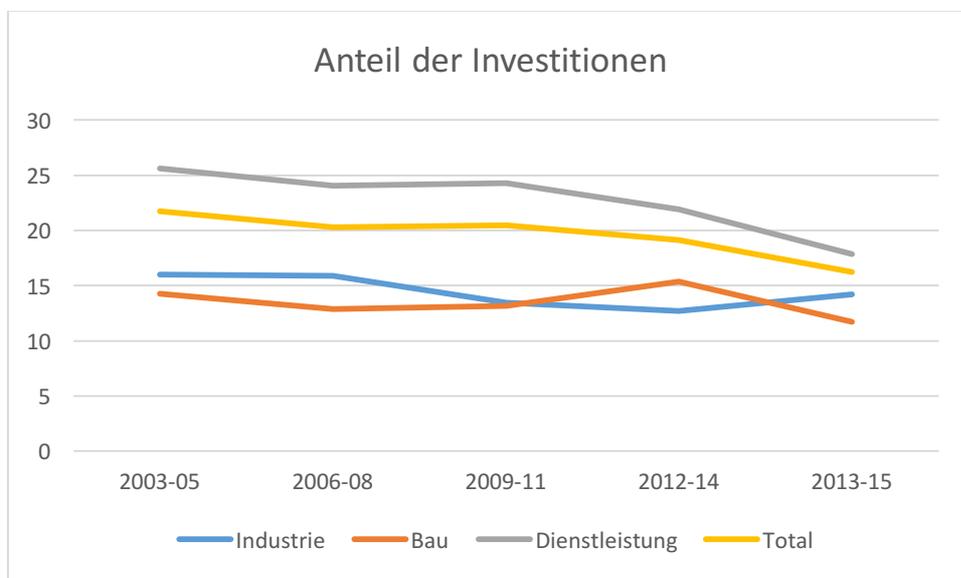
- Kleine Unternehmen; 20 – 49 Beschäftigte;
- Mittlgrosse Unternehmen; 50 – 249 Beschäftigte;
- Grosse Unternehmen: 250 Beschäftigte und mehr.

Die verwendeten Unternehmensdaten werden gemäss dem Gewichtungsschema im Anhang B gewichtet. Detaillierte Angaben zur Zusammensetzung nach Branchen, Sektoren und Grössenklassen der Nettostichprobe und des Nettorücklaufs finden sich im Anhang B. Falls nicht in Tabellenform im Hauptteil der Studie präsentiert, finden sich die den Grafiken zugrundeliegende Zahlen im Anhang A.

2. Investitionen in die Digitalisierung

Ein wichtiger Indikator für den Digitalisierungsgrad der Schweizer Wirtschaft ist der Anteil der Digitalisierungsinvestitionen (Investitionen in Software und Hardware, die zur Digitalisierung dienen) an den gesamten Bruttoinvestitionen der Unternehmen. Grafik 2.1 zeigt die Entwicklung dieser Grösse seit der Periode 2003-05 für die Bereiche Industrie, Bauwirtschaft und Dienstleistungen sowie für die Gesamtwirtschaft.¹ Es werden Durchschnitte der entsprechenden Angaben der einzelnen Unternehmen auf Sektor- bzw. Subsektorstufe berechnet. Insgesamt wurden im Durchschnitt der jüngsten hier betrachteten Periode 2013-2015 ca. 16% der Gesamtinvestitionen für die Digitalisierung aufgewendet. Den höchsten Anteil weist der Dienstleistungssektor (18%) auf, gefolgt von der Industrie (14%) und der Bauwirtschaft (12%).

Grafik 2.1: Durchschnitt der Anteile der Investitionen in die Digitalisierung an den gesamten Investitionen, nach Sektoren und Total



Die Entwicklung auf Sektorstufe verlief seit 2003-05 recht unterschiedlich:

- In der *Industrie* ist nach einer Reduktion um etwa 3 Prozentpunkte (PP) zwischen 2006-08 und 2012-14 eine Aufstiegtendenz in der letzten Periode zu verzeichnen.
- Beim *Dienstleistungssektor* setzt sich die seit 2006-08 bestehende Abwärtstendenz fort und hat sich in der jüngsten Periode sogar verstärkt (Rückgang des Investitionsanteils seit 2003-05 um etwa 8 PP). Der negative Einfluss der Finanzkrise scheint das Investitionsverhalten bezüglich Digitalisierung nachhaltig negativ beeinflusst zu haben.

¹ Die Angaben für die Perioden 2003-05, 2006-08, 2009-11 und 2012-14 stammen aus dem KOF-Panel und wurden im Rahmen von früheren Innovationsumfragen erhoben.

- In der *Bauwirtschaft* schwankt der Investitionsanteil zwischen 12% und 15%, eine deutliche Tendenz ist nicht erkennbar.
- Der starke Rückgang des Investitionsanteils im Dienstleistungssektor bedingte auch einen Rückgang für die *Gesamtwirtschaft* seit 2003-2005 um ungefähr 6 PP.

Tabelle 2.1: Durchschnitt der Anteile der Investitionen in die Digitalisierung an den gesamten Investitionen nach Sektoren, Subsektoren und Total

	2003-05	2006-08	2009-11	2012-14	2013-15
Industrie	16.0	15.9	13.4	12.7	14.2
Hightech	18.5	17.1	16.0	15.7	18.1
Lowtech	15.2	14.7	12.2	11.3	12.1
Bau	14.3	12.9	13.2	15.4	11.7
Dienstleistung	25.6	24.0	24.3	21.9	17.9
Traditionell	16.9	15.7	16.9	14.0	13.0
Modern	41.9	41.3	37.4	37.0	26.6
Total	21.8	20.3	20.5	19.2	16.2

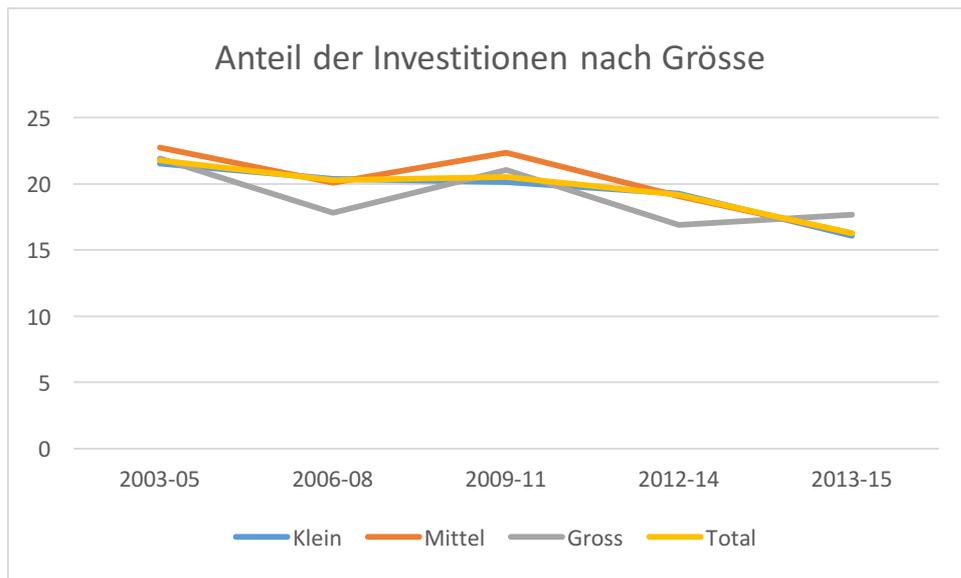
Tabelle 2.1 liefert Informationen über die Entwicklung des Anteils der Digitalisierungsinvestitionen in den Subsektoren der Industrie und des Dienstleistungssektors. Die Hightech-Industrie weist wie erwartet über die ganze hier betrachtete Periode einen höheren Anteil als die Lowtech-Industrie auf, ansonsten ist eine ähnliche Entwicklung über die Zeit zu verzeichnen. In beiden Subsektoren ist der Investitionsanteil 2013-15 gegenüber der Vorperiode gestiegen. In der jüngsten hier betrachteten Periode betrug der Anteil bei der Hightech-Industrie 18%, bei der Lowtech-Industrie 12%.

Der Bereich der modernen Dienstleistungen weist einen signifikant höheren Investitionsanteil als alle anderen Sektoren auf (2013-2015: ca. 27%). Der Rückgang des Investitionsanteils um 25 PP in diesem Teilsektor bewirkte die relative starke Reduktion im Total aller Firmen. Eine detailliertere Betrachtung von Branchen zeigt, dass der Rückgang auf die Branchen Banken/Versicherungen, nichttechnische unternehmensnahe Dienstleistungen und Medien zurückzuführen ist. Diese Branchen verzeichneten eine Abnahme des Investitionsanteils um ca. 20 PP.

Es bestehen praktisch keine Unterschiede zwischen kleinen, mittelgrossen und grossen Unternehmen in Bezug auf den Anteil von Digitalisierungsinvestitionen. Auch die Entwicklung über die Zeit ist ähnlich: bei allen drei Unternehmensgruppen zeichnet sich seit der Periode

2012-2014 eine Abschwächungstendenz ab (Grafik 2.2). Es ist ein Stärkemerkmale für die Schweizer Wirtschaft, dass die Digitalisierungsinvestitionen in Bezug auf die Firmengrösse breit verteilt sind.

Grafik 2.2: Durchschnitt der Anteile der Investitionen in die Digitalisierung an den gesamten Investitionen nach Grössenklassen



3. Einsatz von Technologien zur Digitalisierung

Verbreitung von Technologien

In der Erhebung wurde der Einsatz von 24 Technologien bzw. Technologieelementen erfragt (siehe Tabelle A.1 im Anhang für eine kurze Bezeichnung dieser Technologien).² Tabelle 3.1 zeigt die Anteile der Firmen, die den Einsatz einer bestimmten Technologie melden, für die Gesamtwirtschaft und nach Sektoren bzw. Subsektoren.

Eine erste Gruppe von Technologien umfasst Softwareapplikationen wie ERP, CRM, SCM, Business Analytics und Cloud-Computing, die der Informationserfassung und Verarbeitung bei der Gesamtunternehmung oder bei bestimmten Unternehmensbereichen dienen. Eine zweite Gruppe bezieht sich auf den firmeninternen bzw. –externen Informationsaustausch („Collaboration Support Systems“, Social Media, E-Verkauf und E-Beschaffung und Telework). Die Technologien einer dritten Gruppe werden primär in Industrieunternehmen eingesetzt und beziehen sich auf die Produktion von Gütern: „Computerized Automated Control Systems“, „Programmable Logic Controllers“, RFID, CAD, CAM, Rapid Prototyping, CNC/DNC-Maschinen und Roboter. Einige dieser Technologien wurden bereits in den 80er bzw. 90er Jahren zuerst eingeführt, wurden aber ständig weiterentwickelt und immer neuere Versionen kommen zum Einsatz. Schliesslich werden auch eine Reihe neuer zukunftsorientierter Technologien erfasst: 3-D-Printing, autonom fahrende Fahrzeuge und „Internet of Things“.

Im *Industriebereich* und in der ersten Gruppe sind die am häufigsten verwendeten Technologien (also bei mehr als 30% der Firmen) ERP (78%), CRM (45%) und Business Analytics (33%); Cloud-Computing wird von 29% der Firmen verwendet. Bei der zweiten Gruppe sind es E-Beschaffung (59%), Telework (40%) und Social Media (intern: 31%; extern: 39%). Bei den Produktionstechnologien sind die am häufigsten verwendeten Technologien CAD (63%), CNC/DNC-Maschinen (45%) und Roboter (30%); von Bedeutung ist auch CAM (28%). Erst in den Anfängen ist die Nutzung von 3-D-Printing (12%), Internet of Things (ca. 10%) und autonomen Fahrzeugen (6%).

Sowohl bei der Hightech- als auch bei der Lowtech-Industrie ist das gleiche Verbreitungsmuster wie bei der Industrie anzutreffen; nur sind die Anteile der Firmen, die eine bestimmte Technologie verwenden, bei den meisten Technologien höher bei der Hightech- als bei der Lowtech-Industrie.

Im *Dienstleistungssektor* ist das Verbreitungsmuster signifikant anders als in der Industrie primär bei den Produktionstechnologien, welche mit Ausnahme von CAD (20%; hauptsächlich bei den technischen Dienstleistungen), bei weniger als 12% der Firmen eingesetzt werden.

² Bei der Zusammenstellung der Liste der Digitalisierungstechnologien wurden Informationen aus anderen ähnlichen Umfragen (z.B. EU-Umfrage zu IKT 2017; Finnland-CIS-Umfrage 2014; USA Survey on ICT 2013; Accenture-Umfrage 2015) und Expertenmeinungen beigezogen.

Auch in diesem Sektor finden ERP (54%), CRM (49%), Business Analytics (36%) und Cloud-Computing (32%) relativ breite Verwendung. Technologien der zweiten Gruppe (Informationsaustausch) werden häufiger bei den Dienstleistungs- als bei den Industriefirmen eingesetzt: E-Beschaffung (58%) und E-Verkauf (58%), Telework (40%), Social Media (intern: 36%; extern: 50%) und Collaboration Support Systems (intern: 30%). Die ganz neuen Technologien werden auch in diesem Sektor nicht breit verwendet.

Die Unternehmen bei den Modernen Dienstleistungen melden merklich häufiger als die Firmen im traditionellen Bereich die Nutzung von Cloud-Computing, Telework und CAD (technische Dienstleistungen), ansonsten ist das Verbreitungsmuster ähnlich wie bei den Modernen Dienstleistungen.

Tabelle 3.1: Verbreitung von Digitalisierungstechnologien nach Sektoren bzw. Subsektoren und total (Anteil der Firmen in %)

Technologie	Industrie	Hightech	Lowtech	Bau	Dienstleistung	Traditionell	Modern	Total
ERP (Enterprise Resource Planning)	78	86	74	56	54	57	49	60
CRM (Customer Relationship Management)	45	47	43	37	49	45	56	47
SCM (Supply Chain Management)	19	30	13	14	7	8	4	11
Business Analytics	33	42	28	9	36	35	39	32
Collaboration Support System - intern	24	33	19	12	30	26	38	27
Collaboration Support System - extern	20	24	17	8	24	24	25	21
Social Media – intern	31	41	25	13	36	30	46	32
Social Media – extern	39	43	38	30	50	49	50	45
Cloud Computing-Dienste	29	31	27	20	32	24	47	30
E-Verkauf	25	18	28	6	43	54	23	34
E-Beschaffung	59	58	59	51	58	64	47	57
Telework	40	50	34	20	47	41	57	42
Computerized Automated Control Systems	21	26	19	6	12	10	14	13
PLC (Programmable Logic Controllers)	20	32	14	5	7	8	6	10
CAD (Computer Aided Design)	63	69	59	67	20	14	30	36
CAM (Computer Aided Manufacturing)	28	36	23	4	4	4	4	10
Rapid Prototyping, Simulation	9	12	7	2	2	1	5	4
CNC (Computerized Numerical Control)/DNC-Maschinen	45	49	42	7	1	2	1	13
Roboter	30	33	28	2	2	2	2	9
Autonom fahrende Fahrzeuge	6	6	7	3	2	3	0	3
3-D-Printing	12	18	8	7	3	2	3	5
RFID (Radio Frequency Identification)	8	12	6	2	7	10	2	7
Internet of Things - Datenerfassen	11	13	9	16	11	10	12	11
Internet of Things - Datenaustauschen	10	11	10	15	12	10	15	12

Der *Baubereich* ist beträchtlich weniger digitalisiert als Industrie und Dienstleistungen. CAD (67%), ERP (56%), CRM (37%) und E-Beschaffung finden auch in diesem Bereich relativ breite Verwendung. Mit Ausnahmen von den Social Media (extern: 30%) werden alle anderen Technologien von weniger als 20% der Baufirmen benützt.

Die markantesten Unterschiede bezüglich der Technologieverbreitung scheinen *grössenbedingt* zu sein (Tabelle 3.2). Praktisch alle Technologien werden weniger oft von kleinen als von mittelgrossen Unternehmen gemeldet, die signifikantesten Differenzen sind aber bei den grossen Firmen zu verzeichnen. Auffallend sind die hohen Verbreitungsraten bei den grossen Firmen nicht nur von ERP (92%) und CRM (65%), sondern auch von Business Analytics (67%), Cloud Computing (43%) und Telework (78%). Insgesamt entsteht bei den Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten das Bild eines stark digitalisierten Segments.

Tabelle 3.2: Verbreitung von Digitalisierungstechnologien nach Grössenklassen und total
(Anteil der Firmen in %)

	Klein	Mittel	Gross	Total
ERP (Enterprise Ressource Planning)	50	73	92	60
CRM (Customer Relationship Management)	42	52	65	47
SCM (Supply Chain Management)	6	14	39	11
Business Analytics	27	36	67	32
Collaboration Support System – intern	21	31	55	27
Collaboration Support System – extern	16	27	34	21
Social Media – intern	26	36	72	32
Social Media – extern	42	47	65	45
Cloud Computing-Dienste	28	31	43	30
E-Verkauf	31	38	46	34
E-Beschaffung	58	54	72	57
Telework	32	54	78	42
Computerized Automated Control Systems	8	19	39	13
PLC (Programmable Logic Controllers)	7	13	25	10
CAD (Computer Aided Design)	31	41	52	36
CAM (Computer Aided Manufacturing)	7	13	20	10
Rapid Prototyping, Simulation	3	5	11	4
CNC (Computerized Numerical Control)/DNC-Machines	10	16	26	13
Roboter	5	13	28	9
Autonom fahrende Fahrzeuge	3	2	9	3
3-D-Printing	4	7	15	5
RFID (Radio Frequency Identification)	3	10	23	7
Internet of Things – Datenerfassen	10	12	18	11
Internet of Things – Datenaustauschen	13	9	16	12

Zeitpunkt der Einführung der Technologien

Zwar wurden bei den meisten Unternehmen die verwendeten Technologien bereits vor 2013 übernommen, die Verbreitung von Digitalisierungstechnologien scheint sich aber in den letzten drei Jahren 2013-2015 erhöht zu haben³ (Tabelle 3.3). Dies ist bei den Social Media, bei E-Verkauf und E-Beschaffung sowie bei Telework insbesondere der Fall, natürlich auch bei den neuen Technologien (3-D-Printing, autonome Fahrzeugen und Internet of Things).

Tabelle 3.3: Zeitpunkt der Übernahme von Digitalisierungstechnologien, Total
(Anteil der Firmen in %)

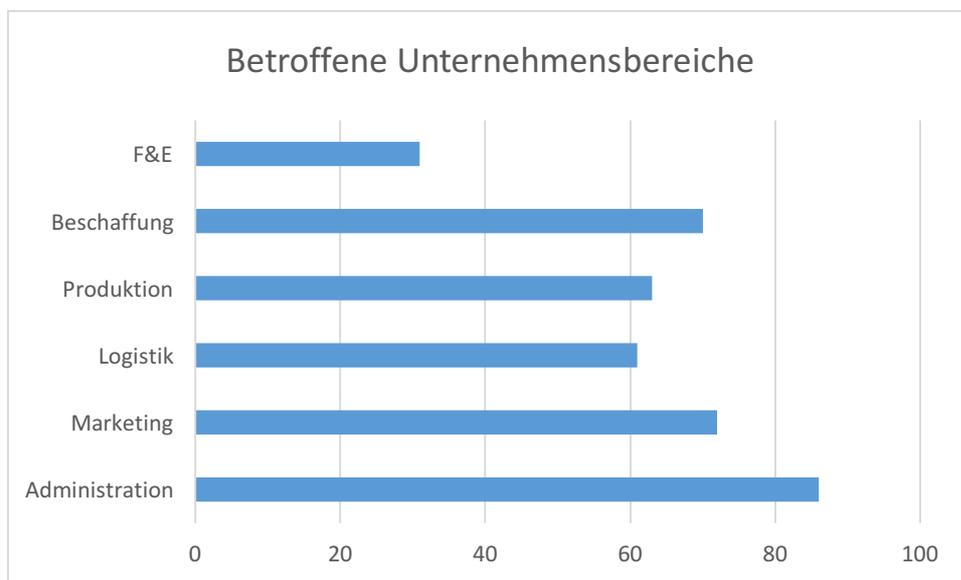
	Vor 2013	2013-2015
ERP (Enterprise Ressource Planning)	48	12
CRM (Customer Relationship Management)	30	17
SCM (Supply Chain Management)	8	3
Business Analytics	20	12
Collaboration Support System – intern	14	13
Collaboration Support System - extern	13	8
Social Media – intern	14	18
Social Media – extern	15	30
Cloud Computing-Dienste	8	22
E-Verkauf	17	17
E-Beschaffung	35	22
Telework	25	17
Computerized Automated Control Systems	7	6
PLC (Programmable Logic Controllers)	7	3
CAD (Computer Aided Design)	31	5
CAM (Computer Aided Manufacturing)	8	2
Rapid Prototyping, Simulation	3	1
CNC (Computerized Numerical Control)/DNC-Machine	10	3
Roboter	6	3
Autonom fahrende Fahrzeuge	1	2
3-D-Printing	2	3
RFID (Radio Frequency Identification)	2	5
Internet of Things - Datenerfassen	4	7
Internet of Things - Datenaustauschen	5	7

³ Die Verringerung des Investitionsanteils muss nicht in Widerspruch stehen mit einer Erhöhung der Digitalisierung. Es könnte sein, dass die Preise für Technologien relativ gesunken sind bzw., dass sich die Bruttoinvestitionen überproportional erhöhten.

Einsatz der Technologien nach Unternehmensbereichen

Die Digitalisierungstechnologien finden breite Verwendung in verschiedenen *Unternehmensbereichen* (Grafik 3.1 und Tabelle 3.4). Mit Ausnahme vom F&E-Bereich, der nur für F&E-treibenden Firmen relevant ist, werden die Technologien in allen anderen Bereichen etwa im gleichen Ausmass eingesetzt. Im Logistikbereich werden die Technologien am wenigsten häufig (61%), bei der Administration am häufigsten (86%) verwendet.

Grafik 3.1: Unternehmensbereiche, in welchen Digitalisierung eingesetzt wird, Total (Anteil der Firmen in % mit entsprechenden Meldungen)



Es bestehen Unterschiede zwischen Industrie und Dienstleistungen in Bezug auf die Bereiche F&E, Beschaffung, Produktion und Logistik, indem merklich mehr Industrie- als Dienstleistungsfirmen solche Technologien einsetzen, was angesichts der unterschiedlichen Art der Aktivitäten nicht weiter überrascht. Bei Marketing/Verkauf und Administration ist die Digitalisierung etwa gleich. Im Bausektor ist die Digitalisierung in allen Bereichen niedriger als in der Gesamtwirtschaft.

Mit Ausnahme vom F&E-Bereich (weniger F&E-Aktivitäten in der Lowtech-Industrie) sind keine nennenswerten Unterschiede zwischen Hightech- und Lowtech-Industrie in Bezug auf die Nutzung von Digitalisierungstechnologien in verschiedenen Unternehmensbereichen auszumachen. In den Bereichen Beschaffung und Lagerung/Logistik (primär Handel, Transport) sowie Marketing (hauptsächlich Detailhandel) weisen die traditionellen Dienstleistungen eine höhere Digitalisierung als die modernen Dienstleistungen auf. Bei den restlichen Unternehmensbereichen ist es umgekehrt, die Digitalisierung ist höher bei den modernen als bei den traditionellen Dienstleistungsfirmen.

Die Digitalisierung ist grössenabhängig, sie ist für alle Unternehmensbereiche höher bei mittelgrossen als bei kleinen Firmen und höher bei grossen als bei mittelgrossen Unternehmen (Tabelle 3.5).

Tabelle 3.4: Unternehmensbereiche, in welchen Digitalisierung eingesetzt wird, nach Sektoren, Subsektoren und Total (Anteil der Firmen mit entsprechenden Meldungen in %)

	Industrie	Hightech	Lowtech	Bau	Dienstleistung	Traditionell	Modern	Total
F&E	45	64	30	11	16	11	24	31
Beschaffung	78	80	76	67	61	66	51	70
Produktion	78	75	81	51	44	35	60	63
Logistik	71	73	69	55	49	60	31	61
Marketing	76	77	75	45	71	74	67	72
Administration	87	87	87	82	85	83	90	86

Tabelle 3.5: Unternehmensbereiche, in welchen Digitalisierung eingesetzt wird, nach Grössenklassen und Total (Anteil der Firmen mit entsprechenden Meldungen in %)

	Klein	Mittel	Gross	Total
F&E	20	31	41	31
Beschaffung	58	73	78	70
Produktion	51	66	71	63
Logistik	45	64	72	61
Marketing	65	71	79	72
Administration	78	87	93	86

Einsatz der Technologien nach Funktionen/Aufgaben

Mit Hilfe der Digitalisierungstechnologien werden verschiedene *Aufgaben* innerhalb eines Unternehmens durchgeführt. Wir unterscheiden *Datenanalyse* (firmeninterne Daten, z.B. aus der Produktion; firmenexterne Daten, z.B. von Lieferanten, Kunden), *Vernetzung* bzw. *Zusammenführung von Daten* aus verschiedenen Unternehmensbereichen (z.B. Logistik und Produktion), *Automatisierung von Produktionsabläufen*, *Überwachung von Produktionsabläufen* (in Echtzeit) und *automatischer Austausch von Informationen* durch IT-Schnittstellen zu externen Partnern.

Interessanterweise ist die aufgabenmässige Beanspruchung von Digitalisierungstechnologien ziemlich ähnlich zwischen Industrie und Dienstleistungssektor (Grafik 3.4 und Tabelle 3.6). Für Vernetzungszwecke, Automatisierung und Überwachung wird Digitalisierung häufiger bei Industrie- als bei Dienstleistungsfirmen eingesetzt, die Unterschiede sind aber nicht gross. IT-gestützter Austausch von Informationen mit externen Partnern ist häufiger bei Dienstleistungs-

als bei Industriefirmen anzutreffen. Verarbeitung von (internen und externen) Informationen wird im gleichen Ausmass in beiden Sektoren durch Digitalisierung gestützt. Merklige Unterschiede bestehen zwischen dem Bausektor und den anderen Sektoren. Die Digitalisierung ist im Bausektor bei allen Funktionen/Aufgaben niedriger als in den anderen Sektoren.

Keine nennenswerten Unterschiede sind zwischen Hightech- und Lowtech-Industrie auszumachen. Im Gegenteil gibt es markante Unterschiede zwischen modernen und traditionellen Dienstleistungen: Ausser bei Vernetzung/Zusammenführung von Daten weisen die Unternehmen bei den modernen Dienstleistungen mehr digitalisierungsgestützte Durchführung von Aufgaben auf als die Firmen in den traditionellen Dienstleistungsbranchen.

Die Anteile der Firmen, die Aufgaben mit Unterstützung von Digitalisierungstechnologien durchführen, nehmen mit zunehmender Unternehmensgrösse zu (Tabelle 3.7).

Grafik 3.4: Funktionen/Aufgaben im Unternehmen, für welche Digitalisierung verwendet wird, Total (Anteil der Firmen in %, welche die Stufen 4 oder 5 melden auf einer 5-stufigen Likert-Skala)

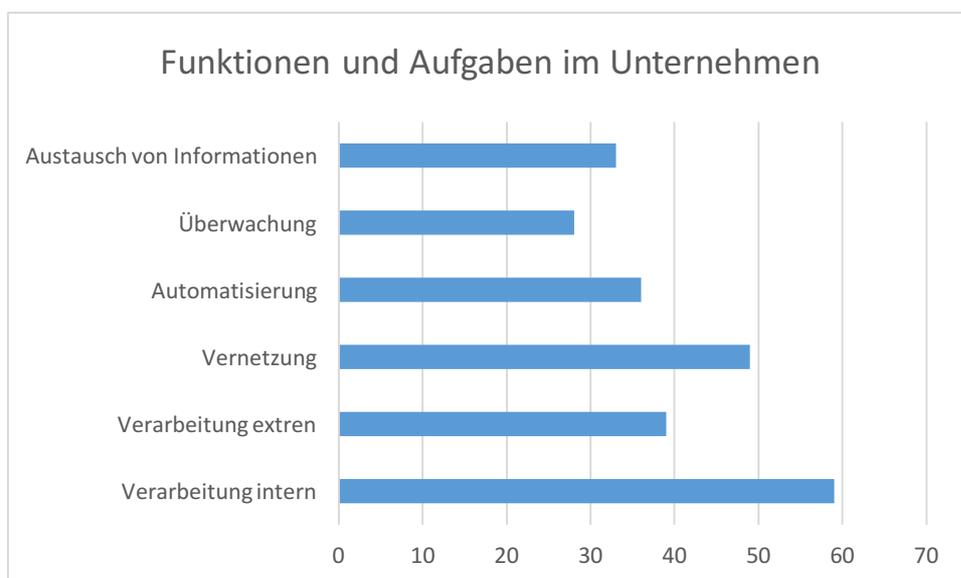


Tabelle 3.6: Funktionen/Aufgaben im Unternehmen, für welche Digitalisierung verwendet wird, nach Sektoren, Subsektoren und Total (Anteil der Firmen in %, welche die Stufen 4 oder 5 melden auf einer 5-stufigen Likert-Skala)

	Industrie	High-tech	Low-tech	Bau	Dienstleistung	Traditionell	Modern	Total
Datenverarbeitung intern	61	60	62	49	58	52	69	59
Datenverarbeitung extern	38	41	35	29	43	41	47	39
Vernetzung	52	52	52	39	47	48	45	49
Automatisierung	43	39	45	13	32	27	41	36
Überwachung	34	29	37	17	24	19	32	28
Austausch von Informationen	28	29	27	26	41	37	48	33

Tabelle 3.7: Funktionen/Aufgaben im Unternehmen, für welche Digitalisierung verwendet wird, nach Grössenklassen und Total (Anteil der Firmen in %, welche die Stufen 4 oder 5 melden auf einer 5-stufigen Likert-Skala)

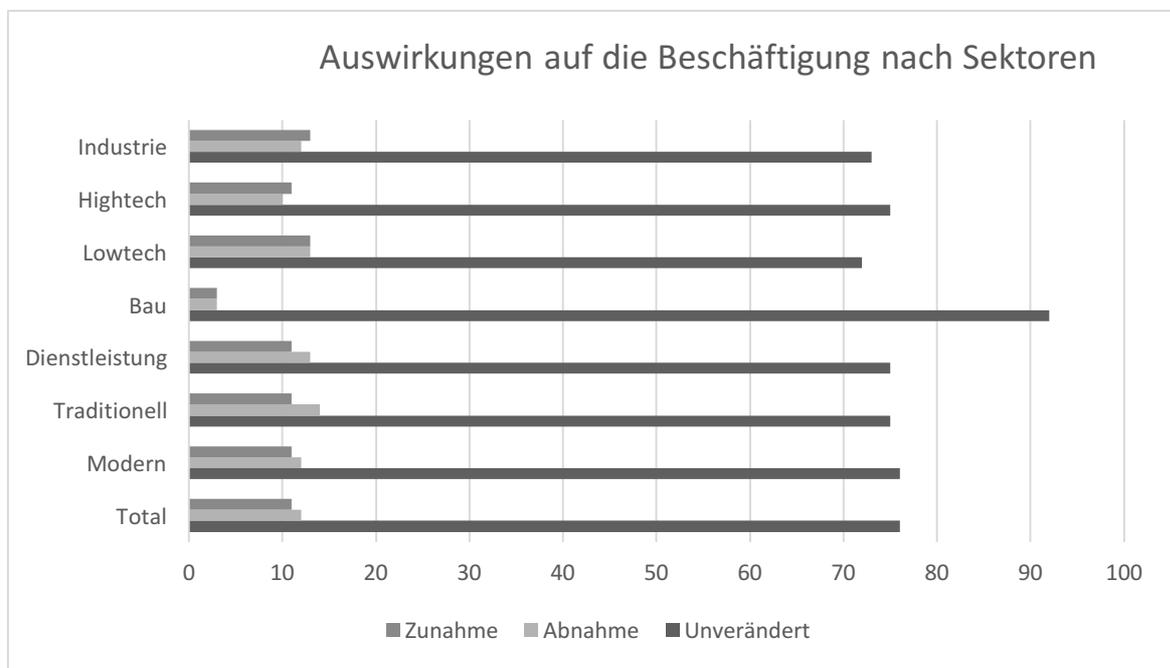
	Klein	Mittel	Gross	Total
Datenverarbeitung intern	47	58	73	59
Datenverarbeitung extern	39	36	46	39
Vernetzung	34	50	64	49
Automatisierung	23	36	50	36
Überwachung	17	30	37	28
Austausch von Informationen	22	32	47	33

4. Auswirkungen der Digitalisierung

Auswirkungen auf die Beschäftigung

Insgesamt melden 76% der befragten Unternehmen keine Änderung der Gesamtbeschäftigung in den Jahren 2013-2015 als Folge der Digitalisierung (Grafik 4.1). 12% der Firmen melden eine Abnahme, 11% eine Zunahme der Beschäftigung.⁴ Bei der Industrie betragen die entsprechenden Anteile 73% bzw. 12% bzw. 13%, beim Dienstleistungssektor 75% bzw. 13% bzw. 11%. Beim Bausektor ist der Anteil der Firmen mit unveränderter Beschäftigung noch höher als bei den anderen Sektoren, nämlich 92%. Es bestehen auch keine nennenswerten Unterschiede zwischen den Subsektoren sowohl in der Industrie als auch im Dienstleistungssektor.

Grafik 4.1: Auswirkungen auf die Beschäftigung nach Sektoren, Subsektoren und Total
(Anteil der Firmen in %)

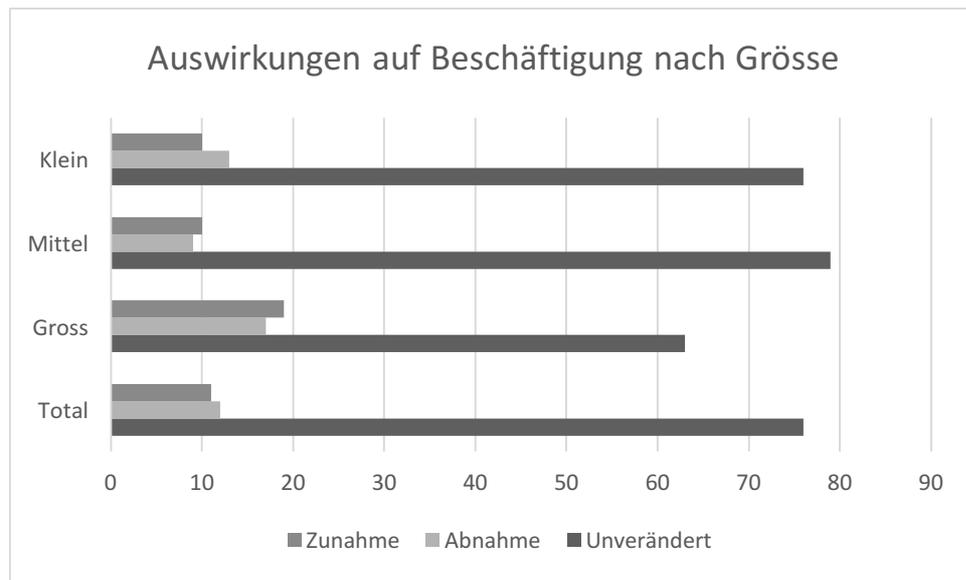


Nennenswerte Unterschiede sind bei den grossen Unternehmen im Vergleich zu den kleinen und mittelgrossen Firmen zu verzeichnen: 19% der grossen Firmen melden eine digitalisierungsbedingte Zunahme der Beschäftigung, gleichzeitig melden 17% eine Beschäftigungsabnahme (Grafik 4.2). Diesbezüglich hat es netto praktisch keine Änderung der

⁴ Die Anteile addieren sich nicht immer zu 100%, da einzelne Firmen keine Angaben geliefert haben. Ebenfalls gilt es zu beachten, dass wir nicht wissen wie viele Beschäftigte aufgebaut bzw. abgebaut wurden. Wir kennen nur den Anteil der Firmen die aufgebaut bzw. abgebaut haben.

Beschäftigung gegeben, das aber bei merklicher *Heterogenität* der Beschäftigungsveränderungen zwischen den Firmen.

Grafik 4.2: Auswirkungen auf die Beschäftigung nach Grössenklassen und Total
(Anteil der Firmen in %)

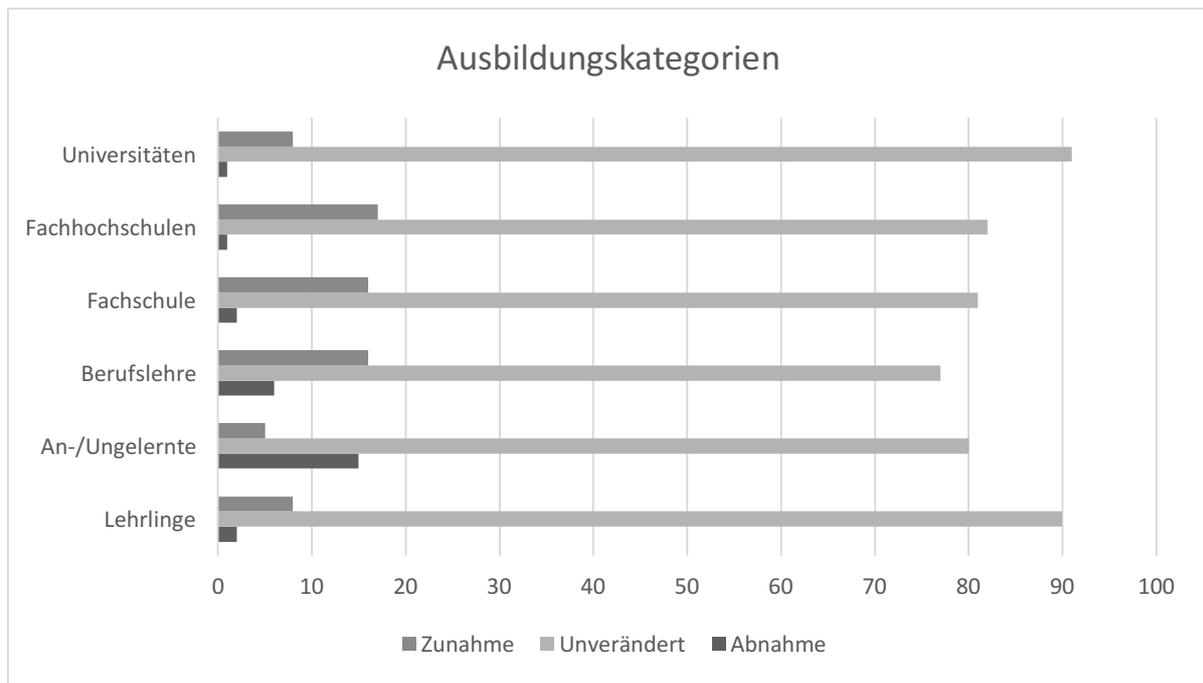


Auswirkungen auf die Anteile verschiedener Personalkategorien nach Ausbildungsniveau

Die Digitalisierung verursacht gemäss den Firmenangaben netto praktisch keine Veränderung der Gesamtbeschäftigung, hat aber gewisse Auswirkungen auf die *Zusammensetzung der Beschäftigung nach Ausbildungskategorien* (Grafik 4.3 und Tabelle 4.1). Zwar melden je nach Personalkategorie zwischen 77% und 91% der befragten Firmen *unveränderte* Beschäftigung infolge der Digitalisierung für die einzelnen Personalkategorien, die *Richtung* der Veränderung (Zunahme oder Abnahme) bei den Meldungen der restlichen Firmen ist vermutlich wegweisend für die zukünftige Entwicklung der Beschäftigung dieser Qualifikationskategorien.

Bei den Personalkategorien Absolventen von Universitäten (8% der Firmen), Absolventen von Fachhochschulen (17%), Absolventen von Fachschulen (bzw. Personen mit sonstigen Ausbildungen, die höher als Berufslehre sind) (16%) und Personen mit abgeschlossener Berufsschule (16%) werden Zuwächse gemeldet. Unter Berücksichtigung der Anteile der Firmen, die eine Reduktion der Beschäftigten bei den entsprechenden Kategorien melden (1% bis 6% der Firmen) resultieren also *Nettozuwächse* in allen drei Kategorien, insbesondere bei den Absolventen von Fachhochschulen/Fachschulen und Personen mit abgeschlossener Berufslehre. Auch bei der Beschäftigung von Lehrlingen sind – wenn auch geringe – Zuwächse zu verzeichnen. Im Gegenteil wird ein insgesamt *negativer Effekt* für die Kategorie An-/Ungelernte gemeldet; 15% aller Firmen melden eine Abnahme, 5% eine Zunahme der Beschäftigung dieser Kategorie.

Grafik 4.3: Auswirkungen auf die Beschäftigung verschiedener Ausbildungskategorien, Total
(Anteil der Firmen in %)



Die positiven Effekte für die vier ersten Kategorien sind in allen drei Sektoren, auch in allen vier hier betrachteten Subsektoren anzutreffen, wenn auch im unterschiedlichen Ausmass. Die Zunahme bei den zwei Kategorien Absolventen von Fachhochschulen und Fachschulen ist merklich stärker im Industrie- als im Dienstleistungsbereich und am schwächsten im Bausektor. Die Effekte für Universitätsabsolventen sind ähnlich in Industrie und im Dienstleistungssektor; der Bausektor meldet keinen zusätzlichen Bedarf an Akademikern. Auffallend hoch sind also die Zuwächse in allen Sektoren für die Kategorien Fachhochschulen/Fachschulen. Die gemeldeten Zuwächse für die Berufslehre-Absolventen sind etwa gleich hoch in allen Sektoren, passend dazu ebenfalls die Zuwächse für Auszubildende. Beide Effekte zusammengenommen deuten darauf hin, dass das duale Ausbildungssystem von der Digitalisierung – jedenfalls zur Zeit – nicht gefährdet wird. Gefährdet scheint aber die Beschäftigung von An/Ungelernten zu sein, und zwar in ähnlichem Ausmass in allen Sektoren.

Tabelle 4.1: Auswirkungen auf die Beschäftigung verschiedener Ausbildungskategorien nach Sektoren, Subsektoren und Total (Anteil der Firmen in %)

	Industrie	Hightech	Lowtech	Bau	Dienstleistung	Traditionell	Modern	Total
Universitäten								
Unverändert	87	84	89	99	91	95	86	91
Abnahme	1	1	1	0	1	1	0	1
Zunahme	11	14	10	1	8	4	14	8
Fachhochulen								
Unverändert	76	74	77	89	82	86	76	82
Abnahme	1	0	1	0	2	3	0	1
Zunahme	23	25	22	10	16	12	23	17
Fachschulen								
Unverändert	77	81	75	83	83	84	81	81
Abnahme	1	0	1	0	3	3	2	2
Zunahme	22	17	24	16	14	13	17	16
Berufslehre								
Unverändert	79	78	79	79	76	75	79	77
Abnahme	6	4	7	7	6	6	6	6
Zunahme	15	17	14	13	17	19	14	16
An-/Ungelernte								
Unverändert	76	82	73	84	80	78	85	80
Abnahme	18	15	19	14	14	14	15	15
Zunahme	6	2	8	1	5	8	0	5
Lehrlinge								
Unverändert	89	94	86	85	91	89	94	90
Abnahme	3	1	3	5	1	1	1	2
Zunahme	8	4	10	10	8	10	5	8

Die Betrachtung der Subsektoren von Industrie und vom Dienstleistungssektor ergibt folgendes Bild: Die Beschäftigungseffekte für alle sechs Personalkategorien sind von der gleichen Grössenordnung in den Bereichen Hightech-, Lowtech-Industrie und Moderne Dienstleistungen. Bei den Traditionellen Dienstleistungen sind die Anteile der Firmen, die eine Zunahme der Beschäftigung in den drei Kategorien mit höherer Qualifikation (mehr als Berufslehre) melden, merklich niedriger als in den anderen drei Subsektoren. Die Unterschiede zwischen Industrie und Dienstleistungen insgesamt sind also primär auf die Traditionellen Dienstleistungen zurückzuführen.

Die Auswirkungen auf die Beschäftigung der verschiedenen Personalkategorien sind *je nach Unternehmensgrösse* recht unterschiedlich (Tabelle 4.2). Die grössenbedingten Unterschiede sind grösser als die sektorbedingten Differenzen. Die stärksten Auswirkungen werden von den grossen Unternehmen gemeldet: 20% der Firmen melden Zunahme der Beschäftigung bei den

Universitätsabsolventen, 31% Zunahme bei den Fachhochschulabsolventen und 29% Zunahme bei den Fachschulabsolventen. Für die Gelernten wird bei den grossen Firmen eine – wenn auch geringe – *netto Abnahme* der Beschäftigung (Abnahme; 12%; Zunahme; 8%) gemeldet. Bei den Auszubildenden ist netto ein kleiner positiver Effekt (Zunahme: 8%; Abnahme: 3%) zu verzeichnen. Stark negativ ist der Beschäftigungseffekt für die An/Ungelernten: 25% der grossen Firmen melden eine Abnahme der Beschäftigung bei dieser Kategorie.

Für die drei ersten Personalkategorien mit höherer Qualifikation melden auch die kleinen und die mittelgrossen Unternehmen Zuwächse, wenn auch im geringeren Ausmass als die grossen Firmen. Im Gegensatz zu den grossen Firmen melden die KMU, insbesondere die kleinen Firmen, eine *netto Zunahme* der Beschäftigung für Gelernte. Die kleinen Unternehmen melden auch bei den Auszubildenden eine etwas stärkere Zunahme der Beschäftigung als mittelgrosse und grosse Firmen. Bei allen drei Grössenklassen sind negative Beschäftigungseffekte für die An/Ungelernte zu verzeichnen.

Insgesamt scheint die „Polarisierungsthese“ (technologiebedingte Zunahme der Nachfrage nach Beschäftigten mit tertiärer Ausbildung sowie nach Ungelernten, Abnahme der Nachfrage nach Beschäftigten mit abgeschlossener Berufsausbildung bzw. mittleren Qualifikationen; Michaels et al. 2013, Autor 2006) nicht für die Schweiz zu gelten, auch im Einklang mit früheren diesbezüglichen Befunden (Arvanitis/Loukis 2015 basierend auf Daten von 2004; Arvanitis 2005 basierend auf Daten von 1999).

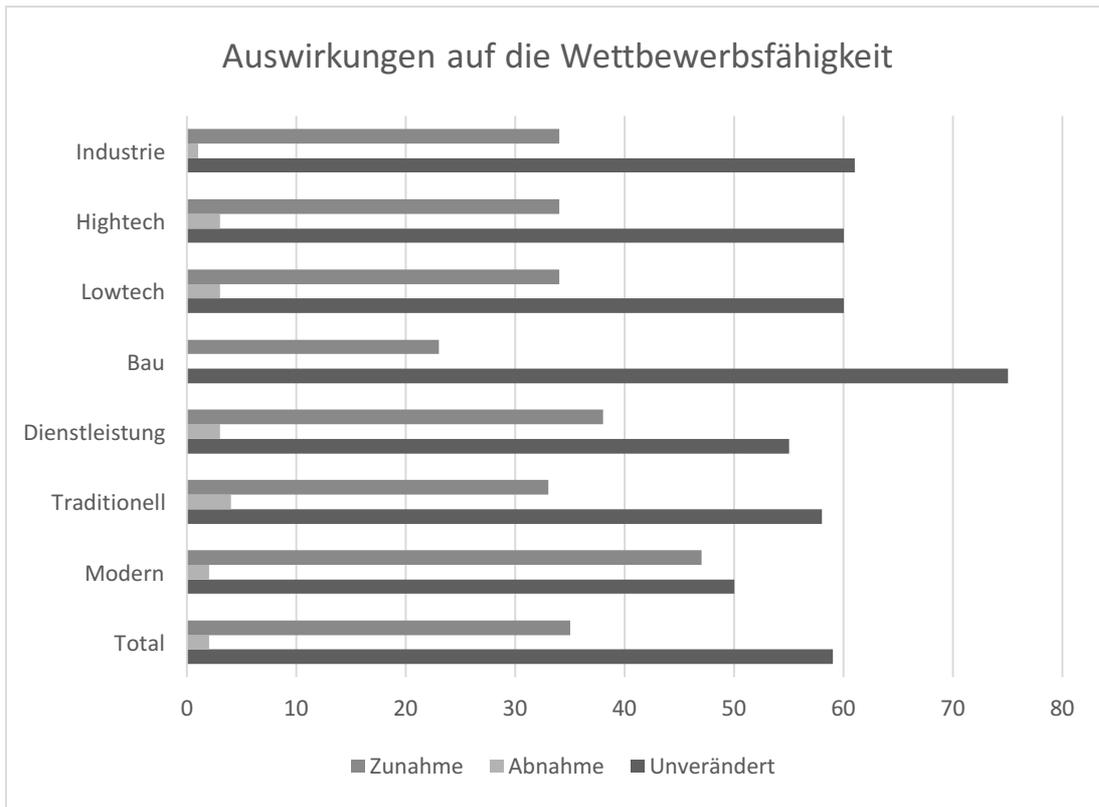
Tabelle 4.2: Auswirkungen auf die Beschäftigung verschiedener
Ausbildungskategorien nach Grössenklassen
(Anteil der Firmen in %)

	Klein	Mittel	Gross
Universitäten			
Unverändert	94	88	79
Abnahme	1	0	1
Zunahme	4	12	20
Fachhochschulen			
Unverändert	85	77	68
Abnahme	1	2	1
Zunahme	13	21	31
Fachschulen			
Unverändert	85	79	64
Abnahme	1	3	7
Zunahme	14	18	29
Berufslehre			
Unverändert	72	85	80
Abnahme	6	6	12
Zunahme	22	8	8
An-/Ungelernte			
Unverändert	79	82	73
Abnahme	14	15	25
Zunahme	7	2	2
Lehrlinge			
Unverändert	87	95	89
Abnahme	3	1	3
Zunahme	11	4	8

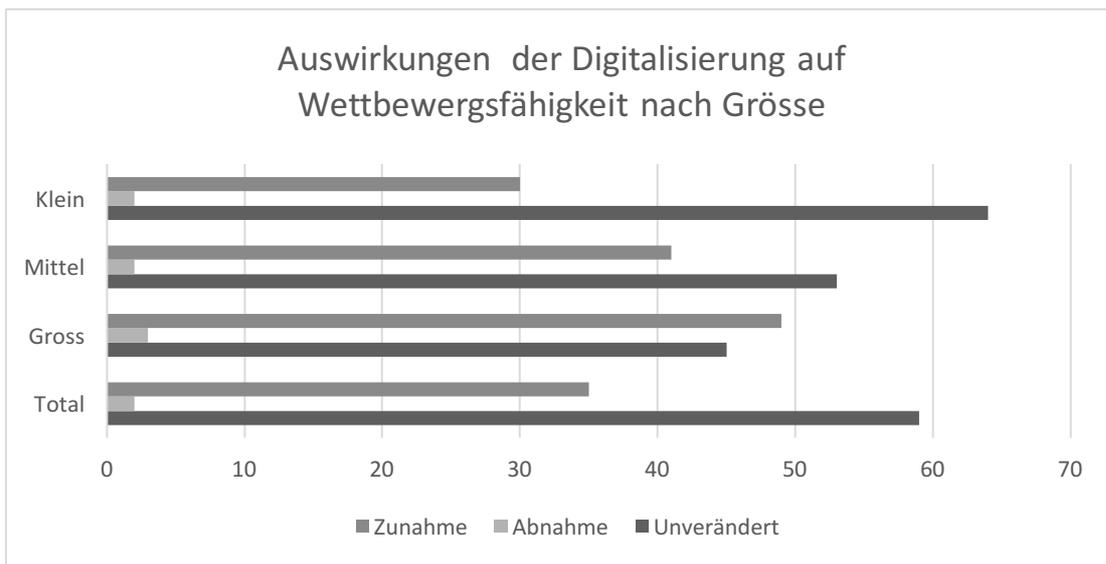
Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen

Die meisten Unternehmen (59%) melden keine Auswirkungen der Digitalisierung auf ihre Wettbewerbsfähigkeit, 35% der Firmen melden eine Zunahme, lediglich 2% eine Abnahme der Wettbewerbsfähigkeit (Grafik 4.4). Es bestehen kaum nennenswerte Unterschiede zwischen Industrie- und Dienstleistungssektor bzw. zwischen den Subsektoren. Beim Bausektor ist der Anteil der Firmen, die unveränderte Wettbewerbsfähigkeit melden, etwas höher (75%), der Anteil der Firmen, die eine Zunahme melden, etwas niedriger (23%) als insgesamt. Grosse Firmen melden merklich häufiger (49%) als mittelgrosse (41%) und kleine Firmen (30%) eine Zunahme der Wettbewerbsfähigkeit (Grafik 4.5).

Grafik 4.4: Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit nach Sektoren, Subsektoren und Total
(Anteil der Firmen in %)



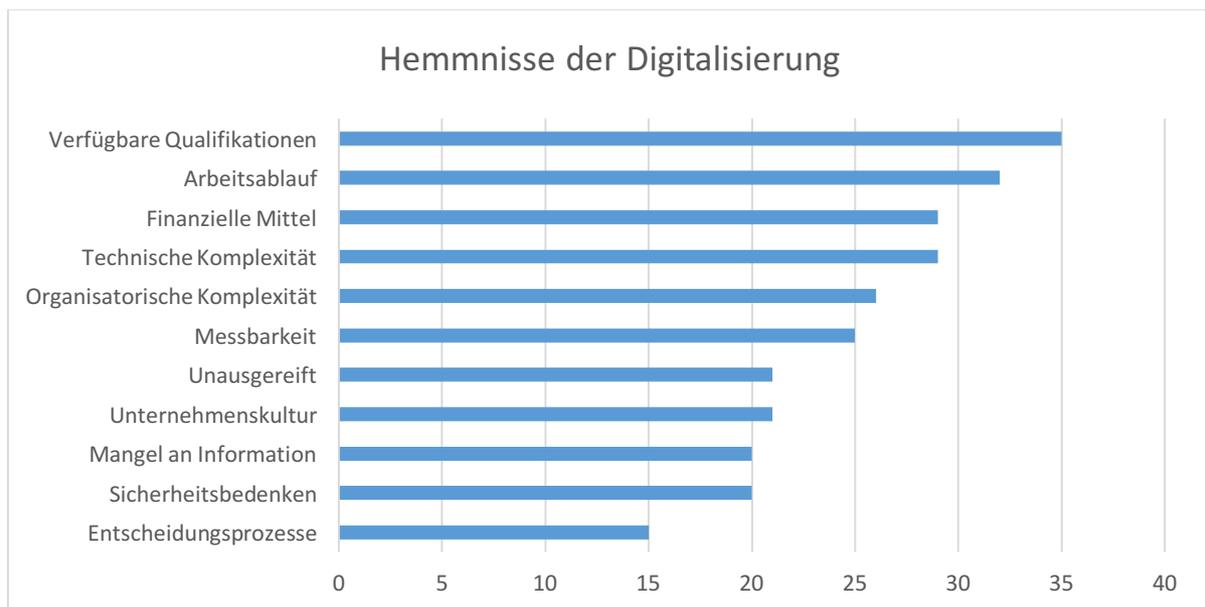
Grafik 4.5: Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit nach Grössenklassen und Total
(Anteil der Firmen in %)



5. Hemmnisse der Digitalisierung

Hemmnisse verschiedener Art können die Verbreitung der Digitalisierung erheblich verhindern. Im Fragebogen ist eine Liste von 11 möglichen Hemmnissen enthalten. Für das Total der befragten Unternehmen sind ressourcenbezogene Mängel – fehlende *Qualifikationen* (35% aller Firmen) und fehlende *finanzielle* Mittel (29%) – wichtige Hemmnisse (Grafik 5.1 und Tabelle 5.1). Weitere wichtige Hemmnisse sind die mangelnde *Eignung* von Arbeitsablauf und Verarbeitungsprozessen der Firmen zur Digitalisierung (32%) und die *technische Komplexität* der Vernetzung von Technologien (29%). Von etwas geringerer Bedeutung sind Hemmnisse wie organisatorische Probleme der Vernetzung von Technologien (26%) und Unklarheiten bezüglich der Vorteile der Digitalisierung (25%), die u.a. auf Schwierigkeiten bei der Messung solcher Vorteile zurückzuführen sind. Etwa 20% der Firmen melden als relevantes Hemmnis die „mangelnde *Unterstützung* der Digitalisierung durch die bestehende *Unternehmenskultur* (21%), den noch zu tiefen *Ausreifungsgrad* der Digitalisierungstechnologien (21%), *Sicherheitsbedenken* (20%) und den Mangel an *Informationen* bezüglich der möglichen Anwendungsbereiche der neuen Technologien. Lediglich 15% aller Unternehmen melden Probleme wegen *dezentraler Entscheidungsprozesse*, die die Adoption von digitalen Technologien erschweren.

Grafik 5.1: Hemmnisse der Digitalisierung, Total (Anteil der Firmen in %, welche die Stufen 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala melden)



Industrie und Dienstleistungssektor weisen sehr ähnliche Hemmnisprofile auf. Auch zwischen Hightech- und Lowtech-Industrie bestehen nur geringe Unterschiede; auffallend ist nur, dass der Anteil der Firmen, die Qualifikationsmängel melden, in der Lowtech-Industrie merklich

höher als in der Hightech-Industrie ist (42% vs. 35%). Auffallend ist, dass das Hemmnisprofil bei den traditionellen Dienstleistungen, *nicht* aber das Hemmnisprofil bei den modernen Dienstleistungen, demjenigen der Industrie (und des Dienstleistungssektors insgesamt) ähnlich ist. Bei den modernen Dienstleistungen zeigt sich also ein anderes Muster: Bei fünf Hemmnissen melden die Firmen merklich weniger Probleme als in den anderen Subsektoren. Am ausgeprägtesten ist dies der Fall in Bezug auf Eignung der Technologien (20%), fehlende Finanzen (21%) und fehlende Qualifikationen (28%). Im Gegenzug scheint, dass die Sicherheit als grösseres Problem bei den modernen Dienstleistungen als bei den anderen Bereichen wahrgenommen wird (27%). Offenbar sind die Voraussetzungen für die Digitalisierung bei den modernen Dienstleistungen besser als bei den anderen Wirtschaftsbereichen. Bei der Bauwirtschaft stellen die Eignung der Technologien, die Unsicherheit bezüglich der Technologievorteile und der niedrige Ausreifungsgrad der Technologien grössere Hindernisse als bei den anderen Bereichen dar. Dafür sind fehlende Finanzen und Qualifikationen sowie organisatorische Probleme bei der Technologievernetzung ein wenig gravierendes Problem.

Tabelle 5.1: Hemmnisse der Digitalisierung nach Sektoren, Subsektoren und Total (Anteil der Firmen in %, die die Stufen 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala melden)

	Industrie	Hightech	Lowtech	Bau	Dienstleistung	Traditionell	Modern	Total
Arbeitsablauf eignet sich nicht	32	30	33	53	29	34	20	32
Unternehmenskultur	22	23	21	24	20	21	20	21
Messbarkeit	26	29	25	35	20	18	25	25
Entscheidungsprozesse	15	15	14	14	16	15	18	15
Sicherheitsbedenken	19	19	20	17	22	19	27	20
Unausgereifte Technologien	19	17	21	33	20	19	21	21
Technische Komplexität	30	30	31	32	25	26	25	29
Organisatorische Komplexität	28	27	29	21	24	25	21	26
Finanzielle Mittel	32	31	32	20	27	30	21	29
Verfügbare Qualifikationen	39	35	42	29	31	33	28	35
Mangel an Information	21	22	21	22	17	20	12	20

Bei den KMU ist das Hemmnisprofil demjenigen aller Firmen sehr ähnlich (Tabelle 5.2). Bei den grossen Unternehmen sind einige Abweichungen von generellem Muster erkennbar: Die Eignung der Technologien ist ein weniger relevantes Hemmnis, dafür sind dezentrale Entscheidungsprozesse (die eher beim grossen Firmen anzutreffen sind) und der niedrige Ausreifungsgrad der Technologien ein grösseres Problem als für die Unternehmen insgesamt.

Tabelle 5.2: Hemmnisse der Digitalisierung nach Grösenklassen und Total (Anteil der Firmen in %, die die Stufen 4 oder 5 auf einer 5-stufigen Likert-Skala melden)

	Klein	Mittel	Gross	Total
Arbeitsablauf	34	35	26	32
Unternehmenskultur	21	22	22	21
Messbarkeit	22	26	24	25
Entscheidungsprozesse	11	13	24	15
Sicherheitsbedenken	20	18	24	20
Unausgereift	19	18	27	21
Technische Komplexität	28	28	30	29
Organisatorische Komplexität	25	26	26	26
Finanzielle Mittel	32	29	25	29
Verfügbare Qualifikationen	38	34	35	35
Mangel an Information	22	19	20	20

Literatur

- Arvanitis, S. (2005): Information Technology, Workplace Organization and the Demand for Labour of Different Skills: Firm-level Evidence for the Swiss Economy, in: H. Kriesi, P. Farago, M. Kohli and M. Zarin-Nejadan (eds.), *Contemporary Switzerland: Revisiting the Special Case*, Palgrave Macmillan, New York and Houndmills, pp. 135-162.
- Arvanitis, S. and E. Loukis (2015): Employee Education, Information and Communication Technology, Workplace Organization and Trade: A Comparative Analysis of Greek and Swiss Enterprises, *Industrial and Corporate Change*, 24(6), 1417-1442.
- Autor, D.H., Katz, L.F. and M.S. Kearney (2006): The Polarisation of the U.S. Labor market, *American Economic Review, Papers & Proceedings*, 96(2), 189-194.
- Michaels, G., Natraj, A. and J. Van Reenen (2013): Has ICT Polarized Skill Demand? Evidence from Seven Countries over 25 Years, *Review of Economics and Statistics*, 96, 60-77.

Anhang A

Tabelle A.1: Kurze Beschreibung der erfassten Digitalisierungstechnologien

Technologie	Bezeichnung
ERP (Enterprise Resource Planning)	Ein ERP-System ist eine komplexe Anwendungssoftware, die zur Unterstützung der Ressourcenplanung eines Unternehmens eingesetzt wird.
CRM (Customer Relationship Management)	Anhand einer CRM-Software wird die Kommunikation im Kundenprozess mit Zahlen, Daten und Fakten unterstützt.
SCM (Supply Chain Management)	Anhand einer SCM-Software werden alle Flüsse von Rohstoffen, Bauteilen, Halbfertig- und Endprodukten und Informationen entlang der Wertschöpfungs- und Lieferkette erfasst.
Business Analytics	Verwendung von computergestützten statistischen Verfahren (z.B. Report Generators, Data-Warehouses, Decision Trees) zur kontinuierlicher Erfassung und Analyse der Leistung eines Unternehmens zur Unterstützung der Unternehmensplanung. Es werden deskriptive, prädiktive und präskriptive Verfahren eingesetzt.
Collaboration Support System (CSS)	Softwareapplikationen zur Unterstützung der Zusammenarbeit in einer Gruppe über zeitliche und/oder räumliche Distanz hinweg. Sie beinhaltet auch eine Schnittstelle für eine geteilte Arbeitsumgebung.
Social Media	Die Softwareapplikationen können <i>unternehmensintern</i> (z.B. SharePoint, Lync wikibasierte Plattformen) oder <i>unternehmensextern</i> (z.B. Onlineforen, Facebook, LinkedIn, Yammer) ausgerichtet sein.
Cloud Computing-Dienste	„Cloud Computing“ beschreibt die Bereitstellung von IT-Infrastruktur und IT-Leistungen (z.B. Speicherkapazität, Rechenleistung oder Anwendungssoftware) als Service über das Internet.
E-Verkauf	Verkauf von Waren und Dienstleistungen über das Internet
E-Beschaffung	Beschaffung von Waren und Dienstleistungen über das Internet
Telework	Arbeiten über „remote access“ zur Infrastruktur eines Unternehmens
Computerized Automated Control Systems	Computergestützte Kontrolle mittels Performancemessung von Anlagen zum Zweck der Optimierung der Performance („control systems engineering“).
PLC (Programmable Logic Controllers)	Ein PLC ist ein Gerät, das zur Steuerung oder Regelung einer Maschine oder Anlage eingesetzt wird, und auf digitaler Basis programmiert wird.
CAD (Computer Aided Design)	CAD bezeichnet die computergestützte Durchführung von konstruktiven Aufgaben zur Herstellung eines Produkts (z.B. Auto, Flugzeug, Bauwerk, Kleidung).

CAM (Computer Aided Manufacturing)	CAM bezeichnet die Verwendung einer von der CNC-Maschine unabhängigen Software zur Steuerung/Regelung bereits in der Arbeitsvorbereitung.
Rapid Prototyping, Simulation	„Rapid Prototyping“ sind Verfahren zur schnellen Herstellung von Musterbauteilen ausgehend von Konstruktionsdaten.
CNC (Computerized Numerical Control / Direct Numerical Control)-Maschinen	CNC bezeichnet ein elektronisches Verfahren zur Steuerung von Werkzeugmaschinen; (DNC) ist eine <i>direkte</i> numerische Steuerung, die einen Kommunikationsverbund zur Übertragung von Teileprogrammen von einem Computer an eine numerische Steuerung (NC) benutzt.
Roboter	Inklusive roboterähnliche Technologien
Autonom fahrende Fahrzeuge	Inklusive teilweise autonom fahrende Fahrzeuge
3-D-Printing	Beim 3D-Druck werden computergesteuert dreidimensionale Werkstücke aus einem oder mehreren flüssigen oder festen Werkstoffen nach vorgegebenen Maßen und Formen schichtweise aufgebaut.
RFID (Radio-Frequency Identification)	RFID bezeichnet eine Technologie für Sender-Empfänger-Systeme zum automatischen und berührungslosen Identifizieren und Lokalisieren von Objekten und Lebewesen mit Radiowellen.
Internet of Things	Autonomes Erfassen, Verarbeiten, weiterleiten von Daten durch Gegenstände (Dinge) bzw. Austausch von Daten und autonome Organisation zwischen Gegenständen (Dingen)

Quelle: Wikipedia

Tabelle A.2: Anteil der Investitionen in die Digitalisierung an den gesamten Bruttoinvestitionen nach Grössenklassen

	2003-05	2006-08	2009-11	2012-14	2013-15
Klein	21.5	20.4	20.1	19.2	16.1
Mittel	22.7	20.1	22.3	19.1	16.3
Gross	21.9	17.8	21.0	16.9	17.7
Total	21.8	20.3	20.5	19.2	16.2

Tabelle A.3: Auswirkungen auf die Beschäftigung nach Sektoren, Subsektoren und Total (Anteil der Firmen in %)

	Industrie	Hightech	Lowtech	Bau	Dienstleistung	Traditionell	Modern	Total
Unverändert	73	75	72	92	75	75	76	76
Abnahme	12	10	13	3	13	14	12	12
Zunahme	13	11	13	3	11	11	11	11

Tabelle A.4: Auswirkungen auf die Beschäftigung nach Grössenklassen und Total (Anteil der Firmen in %)

	Klein	Mittel	Gross	Total
Unverändert	76	79	63	76
Abnahme	13	9	17	12
Zunahme	10	10	19	11

Tabelle A.5: Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit nach Sektoren, Subsektoren und Total (Anteil der Firmen in %)

	Industrie	Hightech	Lowtech	Bau	Dienstleistung	Traditionell	Modern	Total
Unverändert	61	60	60	75	55	58	50	59
Abnahme	1	3	3	0	3	4	2	2
Zunahme	34	34	34	23	38	33	47	35

Tabelle A.6: Auswirkungen auf die Wettbewerbsfähigkeit nach Grössenklassen und Total (Anteil der Firmen in %)

	Klein	Mittel	Gross	Total
Unverändert	64	53	45	59
Abnahme	2	2	3	2
Zunahme	30	41	49	35

Anhang B: Digitalisierungsumfrage Herbst 2016

Zum Fragebogen

Die in der Analyse verwendeten Daten wurden im Herbst 2016 mittels einer umfassenden schriftlichen Befragung erhoben. Mit 1183 auswertbaren Antworten liefert die Umfrage ein aussagekräftiges Bild zu den Digitalisierungsbestrebungen der Schweizer Wirtschaft. Der Fragebogen ist in den drei Landessprachen auf Anfrage bei der KOF einsehbar. Die deutsche Version des Fragebogens ist dieser Studie beigelegt.

Zusammensetzung der Stichprobe und der ausgewerteten Fragebogen

Die Digitalisierungsumfrage wurde auf Basis des KOF-Unternehmenspanels durchgeführt. Dieses verwendet eine nach 34 Branchen (auf der NOGA-2008-Klassifikation basierend) und – innerhalb der einzelnen Branchen – nach drei Grössenklassen disproportional geschichtete Stichprobe der Sektoren Industrie, Baugewerbe und kommerzielle Dienstleistungen, wobei die grossen Unternehmen vollständig erfasst sind. Als Grundgesamtheit dienen die in der Betriebszählung 2008 (Auswertung nach Unternehmen) erfassten Firmen mit mehr als fünf Beschäftigten. Die Grenzen zwischen den drei Grössenklassen sind – um der nach Wirtschaftszweigen unterschiedlichen Grössenstruktur der Unternehmen Rechnung zu tragen (Kriterium: Beschäftigtenzahl) – anhand eines spezifischen Verfahrens nach Branchen unterschiedlich festgelegt (*optimal stratification*).

Der Umfrage lag nach Korrektur des Adressatenkreises um Schliessungen, Fusionen etc. eine Nettostichprobe zugrunde, die 3931 Unternehmungen umfasste (Industrie: 1941 Firmen; Baugewerbe: 357 Firmen; Dienstleistungssektor: 1633 Firmen; siehe Tabelle B.1 für die detaillierte Zusammensetzung der Nettostichprobe). Es gingen insgesamt 1183 auswertbare Antworten ein (siehe Tabelle B.2 für die detaillierte Struktur des Rücklaufs), was einer Rücklaufquote von 30.1% entspricht. Der Rücklauf darf angesichts des umfangreichen Frageprogramms und des relativ hohen Schwierigkeitsgrads vieler Fragen als gut bezeichnet werden. Dank einer gezielt gesteuerten telefonischen Mahnaktion unterscheiden sich die Rücklaufquoten zwischen den einzelnen Branchen und Grössenklassen relativ wenig (siehe Tabelle B.3).

Gewichtung der Antworten

Eine adäquate Gewichtung der Antworten unter Berücksichtigung aller verfügbaren Informationen zu möglichen Abweichungen von der Grundgesamtheit ist ein schwieriges Unterfangen, welches sowohl theoretische als auch empirische Fragen aufwirft. Im Folgenden wird kurz das *Gewichtungsschema* vorgestellt, welches grundsätzlich in den Auswertungen dieser Studie verwendet wird. Es werden dabei sukzessive die Gegebenheiten des

Stichprobenplans (Schichtung) und die Nichtbeantwortungsrate insgesamt berücksichtigt. Die einzelnen Schichten sind definiert durch eine Kombination von Branchen und Grössenklassen. Es ergibt sich eine Anzahl von 34 Branchen x 3 Grössenklassen = 102 Schichten.

Stichprobenplan

Für jede Beobachtung (Unternehmung) i der Schicht h ($h=1,\dots,102$) wird ein Gewicht w_{hi} definiert:

$$w_{hi} = 1/f_h = 1/(n_h/N_h) = N_h/n_h$$

wobei f_h : Ziehungsrate der Schicht h

n_h : Anzahl Unternehmungen in Schicht h in der Stichprobe

N_h : Anzahl Unternehmungen in Schicht h in der Grundgesamtheit
(Eidgenössische Betriebszählung 2008).

Nichtbeantwortungsrate: Für jede Unternehmung i der Schicht h wird ein Gewicht $1/r_{hi}$ definiert, wobei r_{hi} die Wahrscheinlichkeit darstellt, dass die Unternehmung i antwortet. Diese Wahrscheinlichkeit ist im Allgemeinen nicht bekannt und wird durch ein binäres (Probit-) Modell der Nichtbeantwortungsrate auf die Strukturmerkmale der Firmen (Branche, Grössenklasse, Region und Sprache) geschätzt. Somit lautet das Gesamtgewicht unter Berücksichtigung auch von r_{hi} :

$$w_{hi}^* = w_{hi} / r_{hi}$$

Für die in dieser Studie präsentierten Resultate wurden immer die Gewichte w_{hi}^* verwendet.

Tabelle B.1: Struktur der Nettostichprobe

Branche/Sektor	NOGA 2008	Kleine	Mittlere	Grosse	Total
		Anzahl Firmen			
<i>Industrie</i>		623	1,085	233	1,941
Nahrungsmittel	10, 11, 12	64	94	15	173
Textil/Bekleidung	13, 14, 15	12	38	6	56
Holz	16	8	36	13	57
Papier	17	15	16	9	40
Druck	18	19	32	11	62
Chemie	19, 20	34	46	8	88
Pharma	21	41	21	2	64
Kunststoffe	22	23	41	17	81
Steine & Erden	23	19	38	8	65
Metallherstellung	24	14	23	10	47
Metallerzeugnisse	25	52	191	33	276
Maschinen	28	82	177	40	299
Elektrotechnik	27	42	41	8	91
Elektronik/Instrumente	261, 262, 263, 264, 2651, 266, 267, 268	62	114	7	183
Reparatur	33	1	15	3	19
Medizinaltechnik	325	7	20	4	31
Uhren	2652	49	55	3	107
Fahrzeuge	29, 30	15	15	3	33
Sonstige Industrie	31, 321, 322, 323, 324, 329	20	21	22	63
Energie	35	37	29	6	72
Wasser/Umwelt	36, 37, 38, 39	7	22	5	34
<i>Bau</i>	41, 42, 43	64	240	53	357
<i>Dienstleistungen</i>		502	934	197	1,633
Grosshandel	45, 46	91	220	49	360
Detailhandel	47, 95	123	96	3	222
Gastgewerbe	55, 56	24	125	26	175
Verkehr/Logistik	49, 50, 51, 52, 79	88	124	7	219
Telekommunikation	53, 61	18	11	2	31
Medien	58, 59, 60	11	21	2	34
Informationstechnolog	62, 63	10	35	34	79
Banken/Versicherungen	64, 65, 66	87	79	4	170
Immobilien/Vermietung	68, 77, 81	9	58	11	78
Technische Unternehmens-DL und F&E	71, 72	17	53	27	97
Nichttechnische Unternehmens-DL	69, 70, 73, 74, 78, 80, 82	24	106	15	145
Persönliche DL	96	0	6	17	23
<i>Total</i>		1,189	2,259	483	3,931

Tabelle B.2: Struktur des Nettorücklaufs (auswertbare Fragebogen)

Branche/Sektor	NOGA 2008	Kleine	Mittlere	Grosse	Total
		Anzahl Firmen			
<i>Industrie</i>		196	332	85	613
<i>Nahrungsmittel</i>	10, 11, 12	23	25	4	52
Textil/Bekleidung	13, 14, 15	4	8	5	17
Holz	16	2	11	6	19
Papier	17	5	8	3	16
Druck	18	6	11	3	20
Chemie	19, 20	14	16	1	31
Pharma	21	10	3	1	14
Kunststoffe	22	10	14	6	30
Steine & Erden	23	8	12	3	23
Metallherstellung	24	3	10	4	17
Metallerzeugnisse	25	21	62	10	93
Maschinen	28	23	59	18	100
Elektrotechnik	27	11	16	3	30
	261, 262, 263,				
	264,				
Elektronik/Instrument	2651, 266, 267,	15	26	2	43
	268				
Reparatur	33	0	2	0	2
Medizinaltechnik	325	1	4	1	6
Uhren	2652	12	12	0	24
Fahrzeuge	29, 30	3	4	2	9
Sonstige Industrie	31, 321, 322,	4	6	8	18
	323, 324, 329				
Energie	35	20	12	3	35
Wasser/Umwelt	36, 37, 38, 39	1	11	2	14
Bau	41, 42, 43	16	80	18	114
<i>Dienstleistungen</i>		152	244	60	456
<i>Grosshandel</i>	45, 46	30	57	15	102
<i>Detailhandel</i>	47, 95	37	27	1	65
Gastgewerbe	55, 56	2	25	8	35
Verkehr/Logistik	49, 50, 51, 52,	24	32	3	59
	79				
Telekommunikation	53, 61	3	4	1	8
Medien	58, 59, 60	2	6	2	10
Informationstechnolog	62, 63	5	7	6	18
Banken/Versicherungen	64, 65, 66	28	30	2	60
Immobilien/Vermietung	68, 77, 81	5	14	5	24
Technische					
Unternehmens-DL und	71, 72	6	22	10	38
F&E					
Nichttechnische	69, 70, 73, 74,	10	17	4	31
Unternehmens-DL	78, 80, 82				
Persönliche	96	0	3	3	6
Total		364	656	163	1183

Tabelle B.3: Nettorücklaufquoten nach Branchen und Grössenklassen

Branche/Sektor	NOGA 2008	Kleine	Mittlere	Grosse	Total
		Anzahl Firmen			
<i>Industrie</i>		31.5	30.6	36.5	31.6
<i>Nahrungsmittel</i>	10, 11, 12	35.9	26.6	26.7	30.1
Textil/Bekleidung	13, 14, 15	33.3	21.1	83.3	30.4
Holz	16	25.0	30.6	46.2	33.3
Papier	17	33.3	50.0	33.3	40.0
Druck	18	31.6	34.4	27.3	32.3
Chemie	19, 20	41.2	34.8	12.5	35.2
Pharma	21	24.4	14.3	50.0	21.9
Kunststoffe	22	43.5	34.1	35.3	37.0
Steine & Erden	23	42.1	31.6	37.5	35.4
Metallherstellung	24	21.4	43.5	40.0	36.2
Metallerzeugnisse	25	40.4	32.5	30.3	33.7
Maschinen	28	28.0	33.3	45.0	33.4
Elektrotechnik	27	26.2	39.0	37.5	33.0
	261, 262, 263,				
	264,				
Elektronik/Instrument	2651, 266, 267,	24.2	22.8	28.6	23.5
	268				
Reparatur	33	0.0	13.3	0.0	10.5
Medizinaltechnik	325	14.3	20.0	25.0	19.4
Uhren	2652	24.5	21.8	0.0	22.4
Fahrzeuge	29, 30	20.0	26.7	66.7	27.3
Sonstige Industrie	31, 321, 322,	20.0	28.6	36.4	28.6
	323, 324, 329				
Energie	35	54.1	41.4	50.0	48.6
Wasser/Umwelt	36, 37, 38, 39	14.3	50.0	40.0	41.2
Bau	41, 42, 43	25.0	33.3	34.0	31.9
<i>Dienstleistungen</i>		30.3	26.1	30.5	27.9
<i>Grosshandel</i>	45, 46	33.0	25.9	30.6	28.3
<i>Detailhandel</i>	47, 95	30.1	28.1	33.3	29.3
Gastgewerbe	55, 56	8.3	20.0	30.8	20.0
Verkehr/Logistik	49, 50, 51, 52,	27.3	25.8	42.9	26.9
	79				
Telekommunikation	53, 61	16.7	36.4	50.0	25.8
Medien	58, 59, 60	18.2	28.6	100.0	29.4
Informationstechnolog	62, 63	50.0	20.0	17.6	22.8
Banken/Versicherungen	64, 65, 66	32.2	38.0	50.0	35.3
Immobilien/Vermietung	68, 77, 81	55.6	24.1	45.5	30.8
Technische					
Unternehmens-DL und	71, 72	35.3	41.5	37.0	39.2
F&E					
Nichttechnische	69, 70, 73, 74,	41.7	16.0	26.7	21.4
Unternehmens-DL	78, 80, 82				
Persönliche	96	0.0	50.0	17.6	26.1
Total		30.6	29.0	33.7	30.1