Fördermaßnahme des BMBF für die Digitalisierung von KMU

Industrie 4.0 Testumgebungen in Deutschland - eine Bestandsaufnahme

Graziella Hoßfeld, David Görzig, Jörg Siegert, Thomas Bauernhansl, Stuttgart

Autoren
Dipl.Ing. Graziella Hoßfeld, Jahrgang 1984, studierte Technologiemanagement an der Uni Stuttgart, seit Januar 2010 am Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF) an der Uni Stuttgart
MBE David Görzig, Jahrgang 1985, studierte Logistikmanagement an der Uni Stuttgart, seit Oktober 2017 Projektleiter i4KMU
Prof. Onorific Dipl.-Ing. Jörg Siegert, Jahrgang 1978, studierte Maschinenbau an der Uni Stuttgart, seit 2008 Oberingenieur am IFF
Thomas Bauernhansl,

Dank
Die Autoren bedanken sich beim Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) für die Förderung im Rahmen des Forschungsprojektes „I4.0 Begleitforschung zur Mobilisierung kleiner und mittlerer Unternehmen“ unter dem Förderkennzeichen (01IS16020), das durch den Projektträger DLR Softwaresysteme in Berlin betreut wird. Die Verantwortung für den Inhalt liegt bei den Autoren.

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) kämpfen mit besonderen Herausforderungen bei der Umsetzung von Industrie 4.0. Hürden sind insbesondere die hohen finanziellen Risiken und der Mangel an Expertise im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnik in den Unternehmen. Mit der Fördermaßnahme „Industrie 4.0 Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0“ des BMBFs sollen KMU genau hier unterstützt werden. Im Rahmen von kurzfristigen, zielgerichteten Projekten können sie in Testumgebungen von deutschen Forschungseinrichtungen ihre Industrie-4.0-Ideen erproben und weiterentwickeln. Die Suche nach geeigneten Testumgebungen wird von der „Nationalen Kontakt- und Koordinierungsstelle Industrie 4.0 Testumgebung für KMU“ unterstützt. Dazu gehört eine umfassende Vor-Ort-Bestandsaufnahme von Infrastruktur und Kompetenzen in 66 Forschungseinrichtungen. Auf dieser Grundlage werden die Stärken und Schwächen in Bezug auf die Unterstützung von KMU evaluiert. In diesem Artikel werden der Aufnahmeprozess detailliert vorgestellt und die Ergebnisse der Bestandsaufnahme präsentiert.

Einleitung

Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) bilden mit circa einem Drittel des Umsatzes der Gesamtwirtschaft und 61% aller Beschäftigten das Rückgrat der Deutschen Wirtschaft [1]. Mit Industrie 4.0 bieten sich diesen Unternehmen zahlreiche Chancen, wie Optimierungspotenziale und neue Geschäftsmodelle, aber auch Risiken, wie etwa neue Wettbewerber. Gleichzeitig werden KMU bei der Umsetzung vor besonders große Herausforderungen gestellt. Aufgrund der starken Interdisziplinarität im Bereich der Digitalisierung sind Kompetenzen und Infrastruktur aus unterschiedlichsten Disziplinen, wie etwa Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik erforderlich. Für die Unternehmen steigen dadurch einerseits die finanziellen Risiken und andererseits die Anforderungen an das Know-how [2]. In Folge der Ressourcenbegrenzung der KMU ist die Umsetzung der digitalen Transformation stark gehemmt.
Ein Weg, die genannten Hürden zu senken, ist eine stärkere Kooperation von Forschungseinrichtungen und Unternehmen. Durch den Transfer von bestehenden Forschungsergebnissen in die Unternehmen können Entwicklungsrisiken abgebaut und Kosten gesenkt werden. Grundlage dafür ist jedoch eine bessere Vernetzung von KMU mit der bestehenden Forschungslandschaft [3]. Eine wichtige Säule hierfür ist das Projekt „Industrie 4.0 Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0“ kurz I4KMU. Durch die systematische Aufnahme und Veröffentlichung der bestehenden Forschungsinfrastruktur soll unter anderem der Einblick in die Kompetenzen und Infrastruktur der wichtigsten Forschungsinstitute im Bereich Industrie 4.0 ermöglicht und damit der Zugang stark erleichtert werden. Ziel ist es, die bestehende Infrastruktur in kleinen, zielgerichteten Forschungsprojekten als sogenannte Industrie-4.0-Testumgebungen zu nutzen. Im vorliegenden Artikel werden der hierzu durchgeführte Aufnahmeprozess vorgestellt und die ersten Ergebnisse zusammengefasst.

Bild 1: Einsatzmöglichkeiten von Industrie 4.0, Verschmelzung von virtueller und realer Welt

Stand der Technik

Der zunehmende Einzug des Internets der Dinge in die Produktion ist ein weltweiter Trend, der jedoch ganz unterschiedlich umgesetzt wird. Grundsätzlich sind beispielsweise große Unterschiede zwischen den USA und Deutschland erkennbar [4, 5]. In den USA wird eher nach Best Practice und schnellem Ausprobieren gestrebt [6]. Das Ziel ist dabei die Realisierung von radikalen Innovationen, die schnell in neue Produkte und Services mit einem Mehrwert für den Kunden umgesetzt werden [4]. In Deutschland dagegen wird in Arbeitsgruppen stärker an Standards und der geplanten Umsetzung von hochkomplexen Lösungen mit einem sehr hohen technologischen Anspruch gearbeitet. Hierdurch besteht das Risiko, dass Deutschland trotz eines sehr systematischen Vorgehens von anderen Ländern bei Industrie 4.0 abgehängt wird. [5]

Mit der Fördermaßnahme „Industrie 4.0 Testumgebungen – Mobilisierung von KMU für Industrie 4.0“ [3] schlägt Deutschland eine neue Richtung ein, indem die beiden Ansätze kombiniert werden. Über diese neuartige Fördermaßnahme können KMU ihre bestehenden Prototypen in unterschiedlichsten Testumgebungen ausprobieren und weiterentwickeln. Es handelt sich hierbei also um eine Kombination beider Ansätze. KMU können die bestehende Infrastruktur der Forschungsinstitute zum Testen nutzen, um ihre Produktentwicklung zu beschleunigen. Auf der anderen Seite erhalten sie Unterstützung von Forschungsinstituten, die sehr nah an der aktuellen Standardisierung arbeiten [7].

Um die KMU mit Testumgebungen vernetzen zu können, ist die Analyse der bestehenden Infrastruktur in den Testumgebunden notwendig. Aktuell existieren zwar bereits zahlreiche Verzeichnisse von Forschungsinstituten, sie bieten jedoch nur Texte zu den Kompetenzen und der Infrastruktur. Beispielhaft zu nennen ist das Verzeichnis der Testumgebungen der Plattform Industrie 4.0 [8]. Auf europäischer Ebene existiert zudem ein Verzeichnis der Digital Innovation Hubs [9]. Die Inhalte werden in der Regel durch die Forschungseinrichtungen selbst erstellt. Es liegt also keine fremdgeprüfte Klassifizierung vor. Da die Inhalte zudem meist schwer für KMU zu durchsuchen sind, findet oftmals keine oder nur eine regionale Vernetzung zwischen KMU und Forschungsinstituten statt. Die Fördermaßnahme i4KMU bietet hier den KMU einerseits eine Möglichkeit, sich selbst vorab zu informieren, und ist andererseits, eine Informationsstelle, die detailliert Auskunft zu den Testumgebungen geben kann.

Ansatz

Um die Testumgebungen in Deutschland erfassen zu können, muss zunächst der Begriff Industrie-4.0-Testumgebung definiert werden. Im zweiten Schritt wird auf dieser Grundlage eine Klassifizierung abgeleitet, um die Eigenschaften einer Testumgebung einordnen und bewerten zu können. Im dritten Schritt wird die deutsche Forschungslandschaft zu Industrie 4.0 analysiert. Hierzu werden fortwährend

Testumgebungen im Bereich der Produktionstechnik vor Ort besucht und ihre Kompetenzen und Infrastruktur mittels der zuvor erstellten Klassifizierung aufgenommen.

Bei einer Industrie-4.0-Testumgebung handelt es sich um den Bereich einer Forschungseinrichtung, in dem Industrie-4.0-Produkte, -Komponenten, -Applikationen, -Technologien und -Prozesse kurzfristig und agil entwickelt, getestet und weiterentwickelt werden können [7]. Industrie-4.0-Testumgebungen zielen somit darauf ab, kurzfristig einen unbürokratischen Zugang zu Forschungseinrichtungen zu bieten und sind für hohe Entwicklungsgeschwindigkeiten ausgelegt. Grundlagenforschung ist dabei nicht Teil ihres Auftrags. Um zudem eine agile Entwicklung zu ermöglichen, verfügen sie sowohl über eine umfassende, technische Infrastruktur als auch über die notwendigen Kompetenzen, um erforderliche Produktanpassungen schnell und zielgerichtet zu erkennen und umzusetzen. Unter Infrastruktur werden in diesem Zusammenhang praxisnahe oder experimentelle Demonstrationsanlagen und die für deren Betrieb notwendige Komponenten verstanden [6, 3]. Nur wenige Forschungseinrichtungen betreiben die Industrie-4.0-Testumgebung als eigenständige Organisationseinheit. Oftmals ist diese in eine übergeordnete Struktur wie beispielsweise ein Applikationszentrum eingebettet. Hierbei handelt es sich um eine organisatorische und infrastrukturelle Einrichtung in einem Forschungsinstitut, das Lösungen für die Industrie ganzheitlich erforscht, entwickelt und deren Funktionalität demonstriert [10].

Im Rahmen der Begleitforschung I4KMU wurde eine Analyse der bestehenden Testumgebungen in Deutschland anhand der obigen Definition durchgeführt. Hierzu wurde ein Kriterienkatalog entwickelt und daraus ein Klassifizierungsbogen abgeleitet. Dieser gliedert sich in die Bereiche:

1. Allgemeine Daten:
   Die allgemeinen Daten erfassen eine Kurzbeschreibung sowie geografische Daten. Darüber hinaus wird die Kapazität der Forschungseinrichtung erfasst. Hierzu werden die Anzahl der Mitarbeiter und I4.0-Experten sowie die verfügbaren Arbeitsplätze zur Zusammenarbeit mit dem Unternehmen aufgenommen.
2. Prototypenbau:
   Eine weitere wichtige Charakteristik von Testumgebungen ist das Vorhandensein von Infrastruktur zum Prototypenbau. Hierzu zählen mechanische Werkstätten, Additive Fertigungsverfahren, Elektroniklabore sowie Prüftechnik.
3. Infrastruktur:
   Darüber hinaus muss die Infrastruktur der Forschungsinstitute aufgenommen werden. Diese gibt einerseits einen zusätzlichen Rückschluss auf die vorhandene Kapazität sowie die Spezialisierung des Instituts, andererseits zeigt sie welche Versuche durchgeführt werden können.
4. Erfahrungen:
   Zuletzt werden die Erfahrungen erfasst. Im Fragebogen wurden sie in drei Kategorien unterteilt: Organisation, Hardware und Software. Es gibt dabei Erfahrungen in drei organisatorische Feldern, 16 Hardware-Feldern und 12 Software-Feldern. Bei der Ermittlung der Erfahrung wird aufgenommen, in welchen Feldern von Industrie 4.0 das Forschungsinstitut Unterstützung anbieten kann. Um die vorhandene Erfahrung besser differenzieren zu können, werden für jedes Feld zwei zusätzliche Größen erfasst. Hierzu werden die am Institut durchgeführten Projekte untersucht und aufsummiert, wie viele Personenjahre daran mit welchen Feld gearbeitet wurde. Um der kontinuierlich voranschreitenden Forschung Rechnung zu tragen, werden nur Erfahrungen der letzten fünf Jahre berücksichtigt. Hierdurch ergibt sich für jedes Feld einen Erfahrungswert, der die Institute vergleichbar macht. Darüber hinaus können die Schwerpunkte der Forschungsinstitute identifiziert und ihre Erfahrung im Bereich der Hard- und Software untergliedert werden.

Die Erfassung der Daten erfolgt im Rahmen von Workshops, bei denen die Forschungseinrichtungen besichtigt werden. Danach wird der Klassifizierungsbogen auf Basis eines vorab zugesendeten Vorbereitungsbogens ausgefüllt. Durch diese Vorgehensweise wird es möglich, die Aussagen der Institute zu plausibilisieren.

Durch das Zusammenführen der Ergebnisse konnte eine digitale Landkarte mit objektiven Informationen über die Erfahrung der Industrie-4.0-Testumgebungen in Deutschland erstellt werden. Diese dient den KMU als erste Orientierungshilfe (Bild 2). Um die Komplexität des Auswahltools zu reduzieren, enthält sie jedoch nur einen Teil der gesammelten Informationen. Bei Bedarf erhalten KMU im Rahmen des Begleitprozesses der Fördermaßnahme detaillierte Informationen zu den Testumgebungen unter der I4KMU-Hotline. Hier werden die KMU von erfahrenen Mitarbeitern betreut, die die Problemstellung der

KMU und die möglichen Lösungen einordnen können. Auf dieser Basis können detaillierte Aussagen zu möglichen Forschungspartnern getroffen werden.

Neben der Auflistung und der Vermittlung von Kontakten soll wissenschaftlich ausgewertet werden, welche Stärken und Schwächen die Testumgebungen in Deutschland aufweisen.

Ergebnisse der Erfahrungsmessung

Im Ergebnis ist zunächst die oben erwähnte Landkarte entstanden, die die wichtigsten vorhandenen Industrie-4.0-Testumgebungen in Deutschland zeigt. Der Schwerpunkt liegt auf den wichtigsten produktionstechnischen Instituten in Deutschland. Auf der Homepage i4kmu.de können neben der graphischen Darstellung die Steckbriefe der Testumgebungen heruntergeladen werden. Darüber hinaus ist es möglich, Testumgebungen nach Feldern mit Erfahrung, vorhandener Infrastruktur und Standort zu filtern. In Bild 1 wird dies beispielhaft für häufig genannte Erfahrungen gezeigt. Die im Folgenden dargestellten Auswertungen beziehen sich auf den Stand Dezember 2018 mit 66 evaluierten Testumgebungen.

Um die Erfahrungsverteilung in Deutschland genauer zu beleuchten, wurden die aufgenommenen Daten qualitativ untersucht. Hierbei wurden im ersten Schritt die Stärken der Testumgebungen ohne einen Vergleich mit anderen Testumgebungen analysiert. Um eine Vergleichbarkeit zwischen großen und kleinen Industrie-4.0-Testumgebungen herzustellen, wurden zunächst die Top-3-Felder mit Erfahrung jeder Testumgebung ermittelt (blau in Bild 3). Dazu wurden alle erhobenen Erfahrungen in ein Ranking gebracht und jeweils die Top-3-Erfahrungen je Industrie-4.0-Testumgebung erhoben. Durch eine Betrachtung der Häufigkeiten über alle Testumgebungen konnten die wichtigsten Felder in Deutschland ermittelt werden.

Am häufigsten werden folgende Erfahrungsfelder genannt:

- Service- und Softwareentwicklung (31)
- Sensorik (24)
- Aktorik (15)
- Kommunikationstechnik (15)
- Simulation und Optimierung (15)

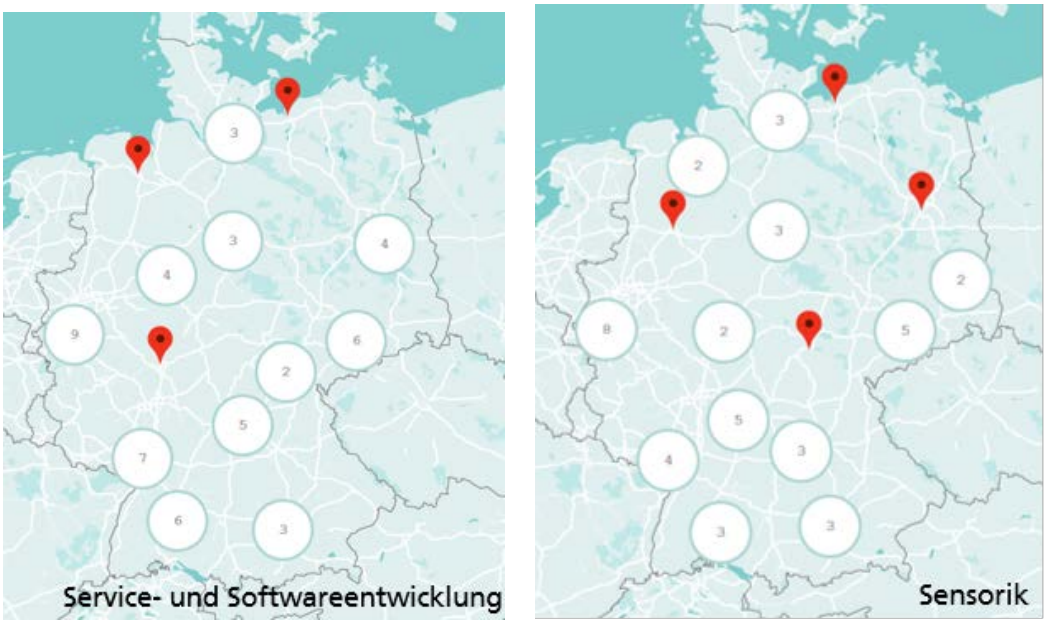

Bild 2 Verteilung der Erfahrung von betrachteten Industrie-4.0-Testumgebungen in Deutschland im Bereich der Service- und Softwareentwicklung und Sensorik [11]

Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass unterschiedliche Testumgebungen unterschiedlich viele Felder mit Erfahrung haben, wurde in einem weiteren Schritt ausgewertet, welche Felder am häufigsten genannt wurden (rot dargestellt in Bild 3). An erster Stelle steht hier Simulation und Optimierung mit 54

Nennungen, gefolgt von Sensorik mit 51 Nennungen und Service- und Softwareentwicklung, sowie Datenmanagement mit je 47 Nennungen.
Werden nur die erfassten Personenjahren (grün in Jahrhunderten in Bild 3) analysiert, ist Service- und Softwareentwicklung mit 3680 Personenjahren klar das Feld mit der meisten geleisteten Forschungsarbeit bei Testumgebungen. Dies wird gefolgt von 2850 Personenjahren Forschung im Bereich Sensorik. Diese beiden Felder sind auch in Bezug auf die Anzahl der Mitarbeiter die stärksten innerhalb Deutschlands. Weitere Felder sind mit wesentlich weniger Personenjahren aufgenommen worden. Die Schwerpunkte sind bei allen Kriterien dieselben, jedoch unterscheidet sich die Rangfolge je nach Auswertung.

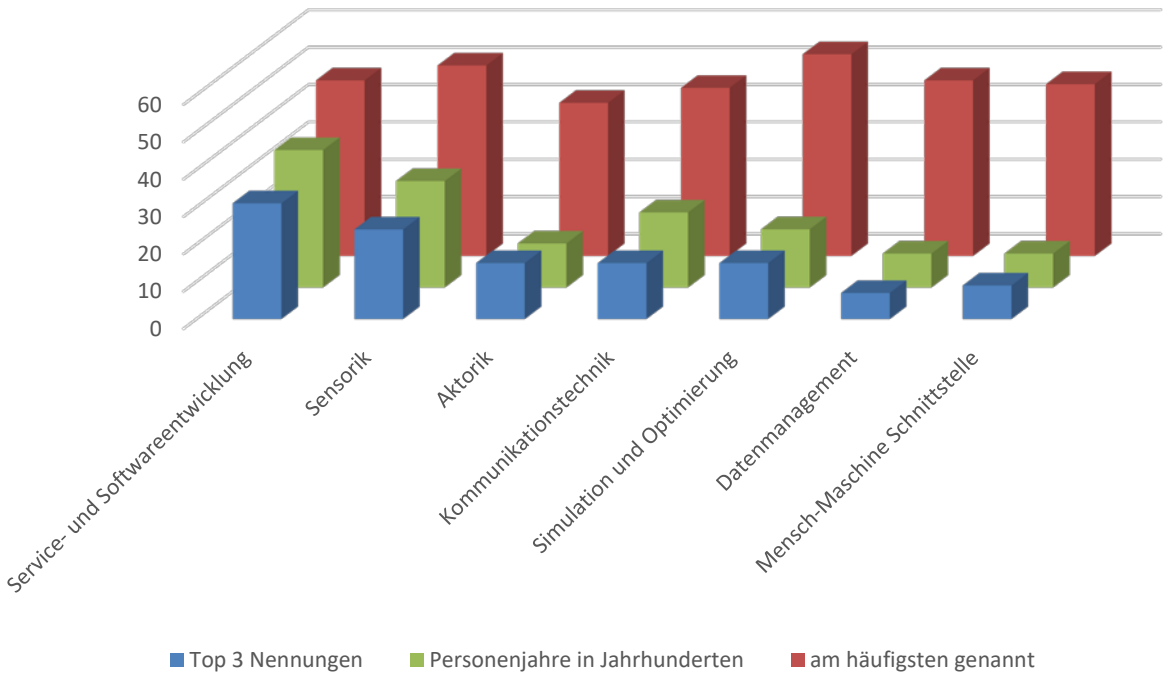

Bild 3 Erfahrungsfelder der Testumgebungen in Deutschland

Über die Analyse der Stärken der Testumgebungen lassen sich auch die Schwächen identifizieren. Unter den Top 3 sind FTS und Montagearbeitsplätze im Bereich der Hardware am seltensten angegebenen. Dort sind also am wenigsten Erfahrungen vorhanden, gefolgt vom Bereich der Software/ Semantische Systeme/IT-Sicherheit/ Datenschutz/Akzeptanz und Middlewares. Es zeigt sich, dass produktionstechnische Institute über mehr Erfahrung auf der Hardwareseite verfügen als im Bereich der Software.
Vor allem die Schwächen im Bereich IT-Sicherheit und Datenschutz sind bedenklich, da diese Themen von Seiten der begleiteten KMU als besonders wichtige Frage im Zusammenhang mit Industrie 4.0 wahrgenommen wird [12].

Fazit und Ausblick

Die hier vorgestellte erste Auswertung der Stärken und Schwächen der einzelnen Testumgebungen basiert auf einer ersten Bestandsaufnahme. Service- und Softwareentwicklung wurde als bedeutendste Stärke und FTS und Montagearbeitsplätze im Bereich der Hardware als größte Schwäche analysiert. In weiteren Untersuchungen soll darauf eingegangen werden, wie die geographische Verteilung in Deutschland aussieht. Dies soll in der weiteren Forschung anhand der Daten untersucht werden.
Neben dieser komplexeren Analyse der Daten sollen die Erfahrungen der Testumgebungen mit den Bedarfen der KMU abgeglichen werden. Es soll dabei untersucht werden, ob es thematische oder geographische Überschneidungen gibt und welche Handlungsempfehlungen für Testumgebungen aus den Bedarfen der KMU abgeleitet werden können.

Literatur:

[1] DESTATIS Statistisches Bundesamt: Kleine & mittlere Unternehmen (KMU), Mittelstand. Stand 2016. Internet:

https://www.destatis.de/. Zugriff am 13.11.2018
[2] Saam, M.; Viete, S.; Schiel, S.: Digitalisierung im Mittelstand: Status Quo, aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen. Forschungsprojekt im Auftrag der KfW Bankengruppe Mannheim, 2016
[3] BMBF (Hrsg.): Bekanntmachung 1863. Internet: https://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-1863.html. Zugriff am 13.11.2018
[4] Industrie 4.0 – Internationaler Benchmark, Zukunftsoptionen und Handlungsempfehlungen für die Produktionsforschung
[5] http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Publikationen/Projektberichte/acatech_de__STUDIE__Industrie40_global_Web.pdf
[6] Internet: https://www.iiconsortium.org/wc-testbeds.htm; Zugriff am 13.11.2018
[7] Goerzig, D.; Aichele, A.; Lucke, D. Bauernhansl, T.: Begleitung von KMU in Richtung Industrie 4.0. Werkstatttechnik wt online 107 (2017) 9, S. Internet: www-technikwissen.de, Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag
[8] Internet:https://www.plattform-i40.de/I40/Navigation/DE/In-der-Praxis/Karte/karte.html. Zugriff am 13.11.2018
[9] Internet: http://s3platform.jrc.ec.europa.eu/digital-innovation-hubs-tool. Zugriff am 13.11.2018
[10] Kärcher, S.; Goerzig, D.; Foith-Förster, P. Bauernhansl, T.: Das Applikationszentrum Industrie 4.0. Werkstatttechnik wt online 109 (2019) 3, 9, S. 106-110. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag
[11] 2019 GeoBasis-DE/BKG (©2009), Google, Inst. Geogr. Nacional. überlagert mit Daten auf www.i4kmu.de Stand:11.04.2019
[12] Internet:https://www.iwkoeln.de/fileadmin/publikationen/2016/312107/IW-Analyse_2016_109_Digitalisierung_und_Mittelstand.pdf Digitalisierung und Mittelstand. Eine Metastudie. Zugriff am 13.11.2018