



Starke Konzepte für Auswahl und Einführung digitaler Plattformen

Seit einiger Zeit schon entfalten digitale Plattformen ihre transformative Wirkung auf Wirtschaft und Gesellschaft, indem sie die Vernetzung von Individuen, Unternehmen und Daten in Echtzeit ermöglichen. Umso wichtiger ist ein systematischer Vergleich der vielfältigen Angebote, die der Markt bereits bietet. Oft jedoch fehlt es an einer Literaturrecherche, die anhand relevanter Plattformkonzepte eine Vergleichsbasis liefert und so die Urteilsfähigkeit von Fertigungsunternehmen und anderen Anwendern in Bezug auf Auswahl und Einführung von Plattformtechnologien stärkt.



Marcel Rojahn, M. Sc. ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformationen, Prozesse und Systeme an der Universität Potsdam. Sein Forschungsschwerpunkt liegt auf digitalen Plattformen im Kontext des industriellen Internets der Dinge (IIoT).

Kontakt

marcel.rojahn@wi.uni-potsdam.de
lswi.de/lehrstuhl

Schlüsselwörter

Digitale Plattformen, industrielles Internet der Dinge, systematische Literaturrecherche

DOI: 10.30844/I4SD.24.2.8

Digitale Plattform Frameworks für Fertigungsunternehmen

Ein Überblick

Marcel Rojahn, Universität Potsdam

Digitale Plattformen haben sich in den letzten Jahren als ein zentraler Begriff im IT-Bereich etabliert. Aufgrund der großen Vielfalt an digitalen Plattformen, die auf dem Markt verfügbar sind, besteht nach wie vor ein Bedarf an einem klaren Vergleich anhand von Kriterien, der es Interessenten ermöglicht, diese Plattformen auszuwählen, zu verändern, zu betreiben und weiterzuentwickeln. Der folgende Beitrag leistet einen Beitrag zur Erleichterung dieses Vergleichs leisten, indem er eine systematische Literaturrecherche zu digitalen Plattformkonzepten im Kontext des industriellen Internets der Dinge (IIoT) für produzierende Unternehmen vornimmt und damit eine Grundlage für eine Reihe von Möglichkeiten zum effektiven Vergleich aktueller digitaler Plattformen und Ökosysteme schafft.

Digitale Plattformen in Unternehmen, die das industrielle Internet der Dinge nutzen, werden immer komplexer und stellen betriebliche Herausforderungen dar. Digitale Plattformen haben Schnittstellen zu verschiedenen internationalen Akteuren, Maschinen und anderen Anlagen und tauschen Informationen über verschiedene Ebenen der technischen Infrastruktur aus. Diese Plattformen werden aufgrund dynamischer interner und externer Faktoren ständig angepasst, was ihre Erforschung zu einer Herausforderung macht [1].

Nichtsdestotrotz existieren digitale Plattformen in verschiedenen Branchen wie Energie, Chemie, Verkehr und Handel und fördern die Entwicklung intelligenter Produkte und Dienstleistungen im IIoT-Kontext [2]. Die Forschung konzentriert sich zunehmend auf neue Konzepte der Softwarearchitektur. **Bild 1** zeigt ein konkretes Architekturkonzept, das funktionale Komponenten, Webservices, serviceorientierte Architekturen und In-Memory-Datenbanken umfasst und sich auf die Anwendungs-, Transport- und Verarbeitungsschicht konzentriert [3].

Die Anwendungsschicht bietet spezifische Anwendungen im Kontext des industriellen Internets der Dinge, wäh-

rend die Verarbeitungsschicht die Speicherung, Analyse und Übertragung von Daten verwaltet, was durch die Transportschicht erleichtert wird. Die Geschäfts- und die Wahrnehmungsschicht sind nicht Gegenstand dieses Artikels. In der Wahrnehmungsschicht messen Sensoren physikalische Parameter, während sich die Geschäftsschicht mit Geschäftsmodellen und dem Daten-

schutz der Nutzer befasst [3].

Um die aktuellen Herausforderungen digitaler Plattformen zu bewältigen, ist es unerlässlich, spezifische Forschungsfragen zu formulieren. Es klafft eine erhebliche Lücke beim Vergleich von Plattformkriterien zur Erfüllung spezifischer Geschäftsziele. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer gründlichen Analyse von Kriterien [4]. In der komplexen digitalen Landschaft von heute stehen Unternehmen vor der Herausforderung, Faktoren wie Architekturdesign, Skalierbarkeit und Schnittstellennutzung zu bewerten, um die beste Plattform zu identifizieren [5]. Ziel dieses Artikels ist es, eine systematische Literaturrecherche zu digitalen Plattformen im Rahmen des industriellen Internets der Dinge für produzierende Unternehmen durchzuführen. Ein grundlegendes Verständnis des Begriffs und aktuelle Forschungsrichtungen im Bereich digitaler Plattformen und digitaler Ökosysteme wurden bereits in einem früheren Beitrag [6] beleuchtet. Außerdem wird das Ziel verfolgt, die aktuellen Vergleichsmöglichkeiten durch Kriterien im Bereich der digitalen Plattformen aufzuzeigen. Zu diesem Zweck wurde die folgende Forschungsfrage formuliert, die als Leitfaden für den Review-Prozess dienen soll: „Was sind die aktuellen Vergleichsmöglichkeiten anhand von Kriterien im Bereich der digitalen Plattformlösungen im Kontext des industriellen Internets der Dinge für produzierende Unternehmen?“

Zur Beantwortung dieser Forschungsfrage wurden ein systematischer Ansatz zur Literaturüberprüfung sowie methodische Instrumente verwendet. Diese werden im folgenden Abschnitt beschrieben. Die Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche werden dann im Abschnitt „Ergebnisse“ erläutert. In diesem Abschnitt werden



Die ORCID-Identifizierungsnummern der Autoren dieses Beitrags sind einsehbar unter <https://doi.org/10.30844/I4SD.24.2.8>.

Dies ist ein Open-Access-Artikel unter den Bedingungen der Creative Commons Attribution License, die die Nutzung, Verbreitung und Reproduktion in jedem Medium erlaubt, sofern das Originalwerk ordnungsgemäß zitiert wird.

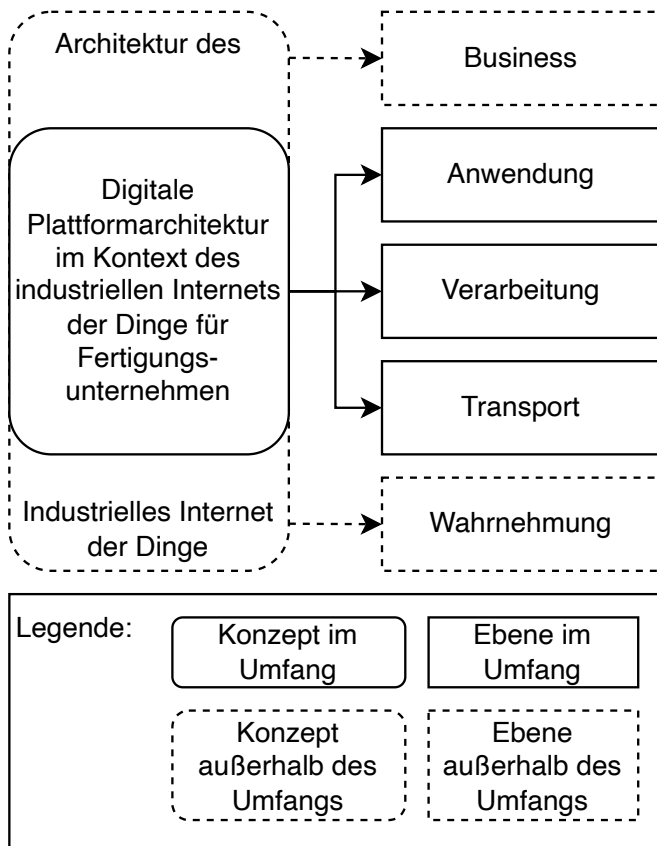


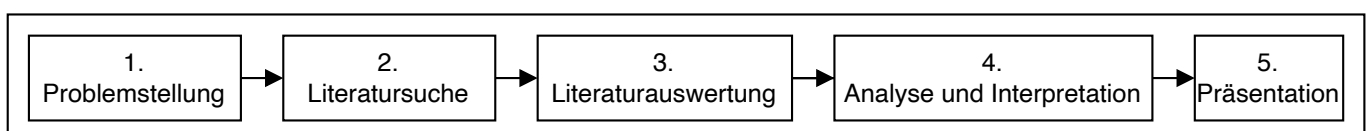
Bild 1: Digitale Plattformarchitektur des industriellen Internets der Dinge nach Sethi [3].

die aktuellen Vergleichskonzepte mit Kriterien für digitale Plattformen im Bereich des industriellen Internets der Dinge für produzierende Unternehmen erläutert und anschließend zusammengefasst.

Ansatz und methodische Werkzeuge

Vor der Durchführung dieser systematischen Literaturrecherche wurde ein systematischer Ansatz gewählt, der auf den spezifischen Bereich der Informationssysteme zugeschnitten ist. Damit wird eine breite Abdeckung der aktuellen Konzepte zu gewährleistet, die digitale Plattformen innerhalb des industriellen Internets der Dinge vergleichen. Ausgehend von den in **Bild 2** [7] dargestellten Phasen der Überprüfung wird im Folgenden erläutert,

Bild 2: Phasen der Recherche für die Literaturübersicht nach Fettke [7].



wie diese Phasen bei der systematischen Literaturüberprüfung angewandt wurden. In der ersten Phase wurde das Problem definiert, eingegrenzt und spezifiziert, was zur Formulierung der Forschungsfrage führte. Anschließend wurde die Literatur systematisch recherchiert und auf Relevanz, Qualität und Systematik geprüft. Die Ergebnisse der Literaturrecherche wurden dann im Kontext der formulierten Fragestellung gesichtet und bewertet. In der letzten Phase wurden die Ergebnisse aufbereitet und präsentiert, wobei ein besonderer Fokus auf aktuellen Vergleichskonzepten von digitalen Plattformen im Rahmen des industriellen Internet der Dinge für produzierende Unternehmen lag.

Die Kategorien zur Charakterisierung von Reviews in dieser Arbeit wurden ausgewählt und sind in **Bild 3** zu sehen.

Die Kategorien, die zur Eingrenzung der Ergebnisse dieser systematischen Literaturrecherche verwendet wurden, werden im Folgenden erläutert. Unter der Kategorie „Art“ wird der Begriff „natürliche Sprache“ ausgewählt, der verbale Erklärungen und Argumentationen liefert, um eine Analyse der ausgewählten Literatur zu ermöglichen. Was die Methodik der systematischen Literaturübersicht betrifft, so liegt der Schwerpunkt auf der Untersuchung von Forschungsergebnissen (empirischen Ergebnissen) und Methoden zur Beantwortung der Forschungsfrage der Übersicht. Um Neutralität und Transparenz zu gewährleisten, ist eine unvoreingenommene Autorenperspektive erwünscht und die Gründe für die Literaturlauswahl sollten explizit genannt werden. Der Umfang des Reviews beschränkt sich auf repräsentative Publikationen, die sich ausschließlich mit aktuellen vergleichenden Konzepten im Bereich digitaler Plattformen beschäftigen. Eine thematische Gliederung soll die vergleichende Analyse von Publikationen, die sich mit ähnlichen Vergleichskonzepten befassen, erleichtern, um eine breite Vergleichbarkeit innerhalb der Forschungsbereiche zu gewährleisten. Die Ergebnisse sollen sich an Praktiker und Forscher richten und den wissenschaftlichen Diskurs innerhalb der Forschungsbereiche fördern. Die Kategorie „Zukünftige Forschung“ schließlich soll explizit auf ungelöste Fragen innerhalb des Forschungsgebietes hinweisen und Erkenntnisse für die weitere Entwicklung digitaler Plattformen liefern. Nach der Eingrenzung der Merkmale der Ergebnisse der systematischen Literaturrecherche werden Suchbegriffe definiert, die in **Bild 4** zu sehen sind.

1. Typ	Natürlichsprachlich		Mathematisch-statistisch	
2. Fokus	Forschungsergebnis	Forschungsmethode	Theorie	Erfahrung
3. Ziel	Formulierung	Nicht expliziert		Expliziert
	Inhalt	Integration	Kritik	Zentrale Themen
4. Perspektive	Neutral		Position	
5. Literatur	Auswahl	Nicht expliziert		Expliziert
	Umfang	Schlüsselarbeiten	Repräsentativ	Selektiv
6. Struktur	Historisch	Thematisch		Methodisch
7. Zielgruppe	Allgemeine Öffentlichkeit	Praktiker	Forscher im Allgemeinen	Spezialisierte Forscher
	Nicht expliziert		Expliziert	
8. Zukünftige Forschung				

Legende:	Charakteristisch	Kategorie	Angewandte Kategorie
----------	------------------	-----------	----------------------

Bild 3: Kategorie Charakterisierung von Reviews nach Fettke [7].

Die Kategorien, die zur Charakterisierung der hier vorgestellten systematischen Literaturübersicht verwendet wurden, werden im Folgenden näher erläutert. Die wichtigsten verwendeten Schlagworte sind „Plattform“ und „Ökosystem“, während „Industrie 4.0“, „Produktion“ und „Fertigung“ als allgemeine Schlagworte genannt werden. Die Literaturrecherche wird in der Datenbank Web of Science durchgeführt, wobei der Schwerpunkt auf dem Sachgebiet (TS) liegt, das für die Hauptstichwörter die Abschnitte „Titel“, „Zusammenfassung“, „Autorenstichwörter“ und „Stichwörter plus“ umfasst. Bei den allgemeinen Stichwörtern erfolgt die Suche in der Rubrik „Abstract“ (AB). Nach Anwendung der angegebenen Suchbegriffe wurden 1627 Veröffentlichungen in der Datenbank Web of Science gefunden. Darüber hinaus wurde IEEE Xplore nach Autorenstichwörtern und

Abstracts durchsucht, was zur Identifizierung von 1511 Veröffentlichungen führte.

Im Folgenden wird der Informationsfluss durch die verschiedenen Phasen der systematischen Literaturrecherche beschrieben, wie in **Bild 5** dargestellt. Insbesondere wurde nur englischsprachige Literatur berücksichtigt, die nach 2014 veröffentlicht wurde, um die relevantesten und neuesten Forschungsbereiche im Zusammenhang mit digitalen Plattformen im industriellen Internet der Dinge für Fertigungsunternehmen zu identifizieren. Um die Integrität der Studie zu gewährleisten, wurden nur begutachtete Publikationen ausgewählt, die sich ausschließlich mit der aktuellen Forschung zu digitalen Plattformen im Kontext des industriellen Internets der Dinge für die Fertigung beschäftigen. Publikationen, die sich rein mit technischen, medizinischen, biologischen und physikalischen Themen befassen, sind von der Betrachtung ausgeschlossen. Die Verteilung auf Journals mit mehreren Veröffentlichungen unterstreicht die hohe Qualität und Relevanz der in anerkannten wissenschaftlichen Journals wie IEEE Explore, International Journal of Advanced Manufacturing Technologies, International Journal of Production Research, International Journal of Computer Integrated Manufacturing und Computers Industrial Engineering veröffentlichten Arbeiten.

Bild 4: Auswahl von Datenbanken und Suchbegriffen des Reviews.

Datenbanken	Suchbegriffe	Anzahl der Publikationen
Web of Science	((TS = "platform" OR TS = "ecosystem") AND (AB = "industry" OR AB = "production" OR AB = "manufacturing" OR AB = "factory"))	1.627
IEEE Xplore	("Author Keywords":platform OR "Author Keywords":ecosystem) AND ("Abstract":industry OR "Abstract":production OR "Abstract":manufacturing OR "Abstract":factory))	1.511

Zusammenfassung von Vergleichsmöglichkeiten für industrielle digitale Plattformen

Jüngste Übersichtsarbeiten, u. a. von Ulla et al. [8] und Li et al. [9], beleuchten verschiedene Aspekte des Vergleichs digitaler Plattformen. Ziel dieses Beitrags ist es, eine

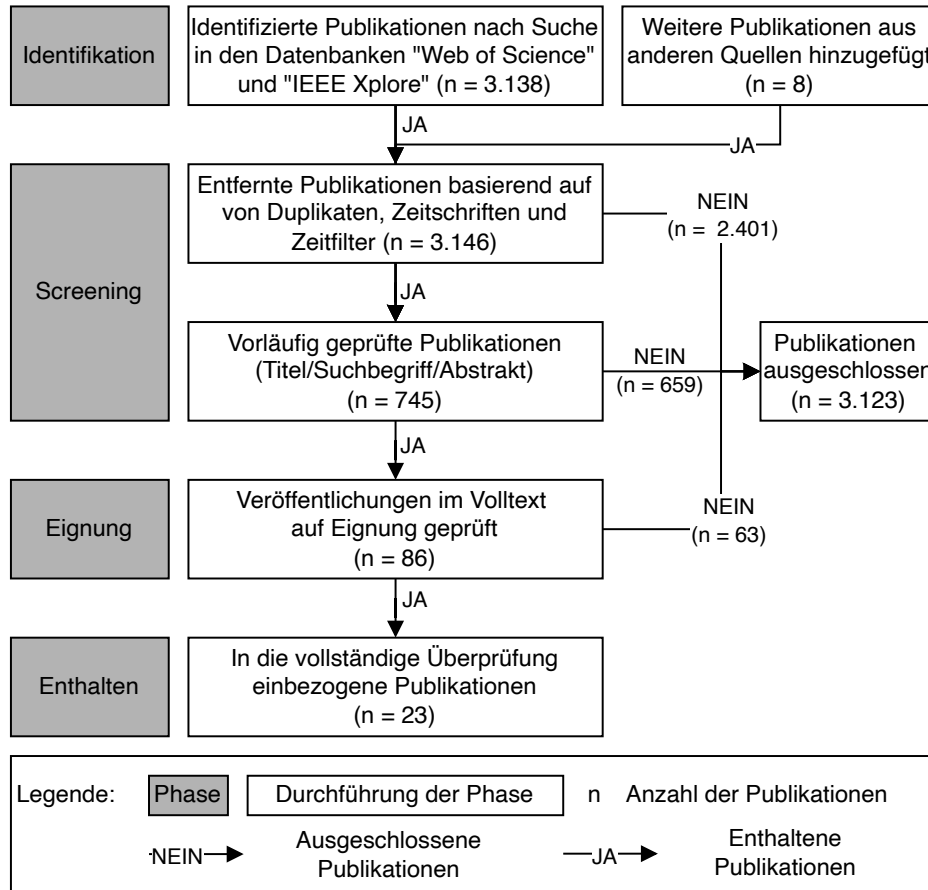


Bild 5: Informationsfluss durch die verschiedenen Phasen der systematischen Überprüfung gemäß dem Prisma-Flussdiagramm.

Grundlage für das Verständnis der aktuellen Vergleichsmöglichkeiten im Bereich der digitalen Plattformen zu schaffen. Im Folgenden werden 23 identifizierte Publikationen näher beschrieben.

Der Artikel von Ulla et al. [8] baut auf früheren Untersuchungen auf, die 21 kritische Faktoren für die Bewertung digitaler Plattformen identifiziert haben, die durch die Delphi-Methode validiert wurden. Durch die Bewertung von fünf bekannten digitalen Plattformen (Amazon Web Services IoT, Microsoft Azure, Google Cloud IoT, IBM Watson IoT und Oracle IoT) auf der Grundlage ihres Marktanteils zeigt die Studie, wie diese Faktoren die Bewertung der Plattformen für verschiedene Geschäftsanwendungen objektiv vorantreiben können. Zu den Schlüsselfaktoren gehören Stabilität, Skalierbarkeit, Preismodell, Sicherheit, Markteinführungszeit, Datenanalyse, Dateneigentum, Protokollunterstützung, Systemleistung, Interoperabilität, Redundanz, Notfallwiederherstellung, Schnittstellenqualität, Anwendungs-umgebung, Hybrid-Cloud-Unterstützung, Plattformmigration, bisherige Erfahrungen, Bandbreite und Edge Intelligence. Ein systematischer Vergleich ermöglicht es Unternehmen und Forschern, ihre spezifischen Anfor-

derungen mit den Plattformmerkmalen zu vergleichen, wodurch der Bewertungsprozess vereinfacht wird [8].

Die Studie von Li et al. [9] stellt einen Bewertungsrahmen für digitale Plattformen vor. Der Bewertungsrahmen bewertet die Nutzung der digitalen Plattform in drei Bereichen: Grundlage, Schlüsselfähigkeit sowie Wert und Nutzen. Zu den Bewertungsindikatoren für die Schlüsselfähigkeit der Plattform gehören Cloud-basiertes Ressourcenmanagement, industrielles Big-Data-Management und -Mining, Microservice-Bereitstellung und -Aufruf sowie industrielle Anwendungsentwicklung. Diese Indikatoren messen die Kapazität und das Niveau der Plattform in verschiedenen kritischen Funktionen. In ähnlicher Weise bewerten die Indikatoren für den Wert und Nutzen der Plattform den Umfang und den Wert der Anwendungen und des offenen Ökosystems der Plattform. Dazu gehören die Bewertung der Nutzerbasis, der Rentabilität, der Innovation, der Offenheit und der gemeinsamen Nutzung von Plattformdaten. Die Studie unterstreicht die Bedeutung staatlich geführter Bewertungen, um die Entwicklung der Informationsgesellschaft in verschiedenen Branchen und Regionen zu messen und politische Entscheidungen und Leitlini-

en zu fördern. Die Plattformakteure können den Bewertungsrahmen für eine kontinuierliche Selbstbewertung nutzen, um Verbesserungsstrategien und -maßnahmen zu erleichtern [9].

Benitez et al. untersuchen, wie Innovationsökosysteme die gemeinsame Schaffung von Industrie 4.0-Lösungen für kleine und mittlere Unternehmen erleichtern, indem sie die Entwicklung der Beziehungen und des Wertaustauschs über strukturelle Dimensionen und Lebenszyklusphasen hinweg verfolgen und so Erkenntnisse für Manager über Technologieentwicklungsstrategien und politische Entscheidungsträger über die Organisation der Ökosystementwicklung liefern [10]. Weking et al. untersuchen die Innovation von Industrie 4.0-Geschäftsmodellen, indem sie 32 Fallstudien analysieren, um eine Taxonomie zu entwickeln, 13 Muster von Industrie 4.0-Geschäftsmodellen zu identifizieren und drei Super-Muster aufzuzeigen: Integration, Servitization und Expertization. Ziel der Maßnahme ist es, das Verständnis der Auswirkungen von Industrie 4.0 auf Ökosysteme zu vertiefen und einen Rahmen für Praktiker zu schaffen, um die Industrie 4.0-Reife zu bewerten und sich bietende Chancen zu nutzen [11]. Rajput und Singh zielen darauf ab, die für den Erfolg von Industrie 4.0 entscheidenden Befähiger des Internets der Dinge zu identifizieren, zu analysieren und zu modellieren, wobei sie Techniken wie die Hauptkomponentenanalyse, die interpretative Strukturmodellierung und das Versuchs- und Bewertungslabor für Entscheidungsfindung (DEMATEL) einsetzen und das Ökosystem des Internets der Dinge und die Big Data des Internets der Dinge als die einflussreichsten Befähiger herausstellen, die eine effektive Umsetzung von Industrie 4.0 für Praktiker erleichtern [12].

Wankhede et al. bieten eine vergleichende Analyse der drei führenden Cloud-Plattformen - Amazon Web Services IoT, Google Cloud Platform und Microsoft Azure - und konzentrieren sich dabei auf verschiedene Aspekte wie Preisgestaltung, Spezifikationen, Support, Datenbank, Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz, Speicher, Bereitstellungstools, Netzwerke und Sicherheit, um den Nutzern bei der Auswahl der für ihre organisatorischen Anforderungen am besten geeigneten Cloud-Plattform zu helfen [13]. Salami und Yari bewerten Plattformen wie Thingspeak, Xively und Amazon Web Services IoT anhand von Kriterien wie Datenmanagement, Überwachung, Geschwindigkeit und Latenzzeit, um die Auswahl der am besten geeigneten „Platform as a Service“ - Lösung zu fördern [14]. Hoffmann et al. adressieren den Mangel an Klarheit bei der Arbeitslastverteilung und der Plattformauswahl für die Integration des Internets der Dinge in Unternehmen, insbesondere im Fertigungssektor, indem sie einen Referenzrahmen für das Internet der Dinge einführen, 212 digitale Plattformen bewerten und eine

maßgeschneiderte Plattformarchitektur vorschlagen, um unternehmensinterne Optimierungen auf der Grundlage spezifischer Bedürfnisse zu erleichtern [15].

Farshidi et al. stellen ein Entscheidungsmodell für die Auswahl von Blockchain-Plattformen vor, das softwareproduzierende Unternehmen dabei fördern soll, fundierte Entscheidungen zu treffen, indem es Funktionalität, Anpassungsfähigkeit und Kompatibilität bewertet, wie seine erfolgreiche Anwendung in drei realen Fallstudien zeigt [16]. Huo et al. präsentieren einen Überblick über die Integration der Blockchain-Technologie in das industrielle Internet der Dinge und untersuchen Motivationen, Vorteile, Forschungsrahmen, Anwendungsbereiche, technische Anforderungen und künftige Richtungen zur Förderung von Innovation und Effizienz in der Fertigungsindustrie im Zeitalter von Industrie 4.0 [17].

Rojahn und Gronau stellen einen systematischen analytischen Ansatz zur Identifizierung und Charakterisierung messbarer Indikatoren für Offenheit in digitalen Plattformen vor und bieten ein umfassendes Verfahren zur Analyse, Kategorisierung und Bewertung relevanter Indikatoren während des Übergangs von der Einführung zur Reife [18]. Ismail et al. befassen sich mit dem Mangel an systematischen Bewertungskriterien für digitale Plattformen, indem sie einen Rahmen für die Leistungsbewertung von Open-Source-Plattformen entwickeln und dabei insbesondere die Skalierbarkeit und Stabilität bei hoher Sensordatenlast auf den Plattformen ThingsBoard und SiteWhere bewerten [19].

Moeuf et al. führen eine Literaturübersicht über die Umsetzung von Industrie 4.0 in kleinen und mittleren Unternehmen durch und stellen fest, dass die Einführung von Technologien jenseits von Cloud Computing und Internet der Dinge, insbesondere in der Produktionsplanung, begrenzt ist, was darauf hindeutet, dass der Schwerpunkt eher auf kostenorientierten Initiativen als auf einer grundlegenden Umgestaltung des Geschäftsmodells liegt [20]. Siqin et al. untersuchen den Plattformbetrieb in der Industrie 4.0-Ära, beschreiben betriebliche Probleme und schlagen das „3A“-Framework vor, um die Einführung fortschrittlicher Technologien zur Bewältigung dieser Herausforderungen und zur Erzielung von Ergebnissen zu leiten, womit sie einen Beitrag zur Literatur über Betriebs- und Technikmanagement leisten [21].

Ray et al. untersuchen die Architekturen digitaler Plattformen, um den Mangel an umfassendem Architekturwissen zu beheben und das Verständnis für verwandte Werkzeuge, Technologien und Methoden zu verbessern. Sie bieten Einblicke in bestehende Herausforderungen und motivieren zu weiterer Forschung in verschiedenen Bereichen, um das volle Potenzial digitaler Plattformen auszuschöpfen [22].

Herausforderungen und Verbesserungspotenziale

Diese Forschung trägt dazu bei, das Verständnis der grundlegenden Frameworks für die Auswahl digitaler IIoT-Plattformen zu verbessern und schließt damit eine Lücke in der bisherigen Forschung im Hinblick auf die Bedürfnisse von Unternehmen, insbesondere im Fertigungssektor. Die Komplexität digitaler Umgebungen unterstreicht die Bedeutung umfassender Analysen, die eine Vielzahl von Kriterien berücksichtigen. Die systematische Literaturrecherche, die in dieser Studie durchgeführt wurde, hebt die Überlegungen für die Auswahl industrieller digitaler Plattformen hervor. Obwohl diese methodische Strenge nicht alle Einschränkungen beseitigen kann, wie die Beschränkung auf die Datenbanken Web of Science und IEEE Xplore für die systematische Überprüfung, könnte die Einbeziehung zusätzlicher Quellen wie Google Scholar und ACM die Ergebnisse verbessern, indem sie neue Quellen hinzufügt.

Die systematische Literaturrecherche basierte auf ausgewählten primären, allgemeinen und spezifischen Suchbegriffen, jedoch könnten zusätzliche Suchbegriffe im Zusammenhang mit Industrie 4.0 noch spezifischere Ergebnisse liefern. Praktisch betrachtet liefert diese Forschung aufschlussreiche Beiträge. Dennoch erkennt die Forschung die Notwendigkeit an, das Integrationsprinzip mit technischen Beweisen und realen Validierungen zu unterstützen, um ihren praktischen Nutzen zu bestätigen. Daher sollte sich die künftige Forschung darauf konzentrieren, die Leistung und Weiterentwicklung von IIoT-Plattformen zu bewerten, insbesondere die Verfeinerung ihrer Eignung für industrielle Anwendungen. Solche Bemühungen versprechen, die Praktikabilität und Effektivität von IIoT-Plattformen in realen industriellen Szenarien zu verbessern.

Literatur

- [1] Henfridsson, O. u. a.: Managing Technological Change in the Digital Age: The Role of Architectural Frames. In: *Journal of Information Technology* 29 (2014) 1, S. 27-43. DOI: 10.1057/jit.2013.30.
- [2] Andreev, S. u. a.: Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networking. In: *Lecture Notes in Computer Science* (7469) (2012). DOI: 10.1007/978-3-642-32686-8.
- [3] Sethi, S.; Sarangi, S. R.: Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications. In: *Journal of Electrical and Computer Engineering* 2017, S. 1-25. DOI: 10.1155/2017/9324035.
- [4] Guth, J.; Breitenbucher, U.; Falkenthal, M.; Leymann, F.; Reinfurt, L.: Comparison of IoT platform architectures: A field study based on a reference architecture. In: *Proc. Cloudification Internet Things (CIoT)* (2017), S. 1-6. DOI: 10.1109/CIOT.2016.7872918.
- [5] Schuh, G.; Hoffmann, J.; Gruber, M.; Zeller, V.: Managing IT complexity in the manufacturing industry—An agenda for action. In: *Journal on Systemics, Cybernetics and Informatics* (15) (2017) 2, S. 61-65.
- [6] Rojahn M.; Gronau, N.: Digital Platform Concepts for manufacturing Companies – A Review. In: *10th International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)* (2023), S. 149-158. DOI: 10.1109/FiCloud58648.2023.00030.
- [7] Fettke, S.: State-of-the-Art des State-of-the-Art: Eine Untersuchung der Forschungsmethode „Review“ innerhalb der Wirtschaftsinformatik. In: *Wirtschaftsinformatik* 48 (2006) 4, S. 257.
- [8] Ullah, M. u. a.: Twenty-one key factors to choose an IoT platform: Theoretical framework and its applications. In: *IEEE Internet of Things Journal* 7 (2020) 10, S. 10111-10119. DOI: 10.1109/JIOT.2020.3000056.
- [9] Li, J. u. a.: Study on the reference architecture and assessment framework of industrial internet platform. In: *IEEE Access* 8 (2020), S. 164950- 164971. DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3021719.
- [10] Benitez, G. B. u. a.: Industry 4.0 innovation ecosystems: An evolutionary perspective on value cocreation. In: *International Journal of Production Economics* 228 (2020), S. 107735.
- [11] Weking, J. u. a.: Leveraging industry 4.0—A business model pattern framework. In: *International Journal of Production Economics* 225 (2020), S. 107588. DOI: 10.1016/j.ijpe.2019.107588.
- [12] Rajput, S.; Singh, S. P.: Identifying Industry 4.0 IoT enablers by integrated PCA-ISM-DEMATEL approach. In: *Management Decision* 57 (2018) 8, S. 1784-1817. DOI: 10.1108/MD-04-2018-0378.
- [13] Wankhede, P.; Talati, M.; Chinchamalature, R.: Comparative study of cloud platforms- microsoft azure, google cloud platform and amazon EC2. In: *Journal Research Engineering Application Science* 5 (2020) 2, S. 60-64. DOI: 10.46565/jreas.2020.v05i02.004.
- [14] Salami, A.; Yari, A.: A framework for comparing quantitative and qualitative criteria of IoT platforms. In: *4th International Conference on Web Research (ICWR)* (2018). IEEE.
- [15] Hoffmann, J. B. u. a.: IoT platforms for the Internet of production. In: *IEEE Internet of Things Journal* 6 (2018) 3, S. 4098- 4105. DOI: 10.1109/JIOT.2018.2875594.
- [16] Farshidi, S. u. a.: Decision support for blockchain platform selection: Three industry case studies. In: *IEEE transactions on Engineering management* 67 (2020) 4, S. 1109-1128. DOI: 10.1109/TEM.2019.2956897.
- [17] Huo, R. u. a.: A comprehensive survey on blockchain in industrial internet of things: Motivations, research progresses, and future challenges. In: *IEEE Communications Surveys & Tutorials* 24 (2022) 1, S. 88-122. DOI: 10.1109/COMST.2022.3141490.
- [18] Rojahn, M.; Gronau, N.: Openness Indicators for the Evaluation of Digital Platforms between the Launch and Maturity Phase. In: *Proceedings of the 57th Hawaii International Conference on System Sciences* (2024), S. 4516-4525.
- [19] Ismail, A. A.; Hamza, H. S.; Kotb, A. M.: Performance evaluation of open source IoT platforms. In: *IEEE global conference on internet of things (GCIoT)* (2018). IEEE.
- [20] Moeuf, A. u. a.: The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. In: *International journal of production research* 56 (2018) 3, S. 1118-1136. DOI: 10.1080/00207543.2017.1372647.
- [21] Siqin, T. u. a.: Platform operations in the industry 4.0 era: recent advances and the 3As framework. In: *IEEE Transactions on Engineering Management* (2022). DOI: 10.1109/TEM.2021.3138745.
- [22] Ray, P. P.: A survey on Internet of Things architectures. In: *Journal of King Saud University Computer and Information Sciences* 30 (2018) 3, S. 291-319. DOI: 10.1016/j.jksuci.2016.10.003.