

Spezifikation von Ereignis-Nachrichten im unternehmensübergreifenden Industrie 4.0 Umfeld

Laura S. Thiele^{1,2}, Nico Brehm¹, Diana Peters², Christian Erfurth¹

¹ Ernst-Abbe-Hochschule Jena, Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen

² Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Institut für Datenwissenschaften
Carl-Zeiß-Promenade 2, 07745 Jena, laura.thiele@eah-jena.de

Kurzfassung

Der in diesem Aufsatz dargestellte Föderierte Daten-Spezifizierungs-Prozess (FDSP) unterstützt die Entwicklung von unternehmensübergreifenden Softwaresystemen. Der Prozess ist derart ausgelegt, dass unabhängige Personen erforderliche Systeminformation erhalten und mit nur geringen Einstiegbarrieren Systemkomponenten entwickeln können. Mithilfe des FDSP wird durch die Softwareentwickler des Systems ein systeminterner Datenstandard entwickelt, der entsprechend der Systemanforderungen definiert und stetig weiterentwickelt werden kann.

1 Einleitung

Die Aufrechterhaltung der Wettbewerbsfähigkeit ist für jedes Unternehmen eine zentrale Aufgabe. Um diese zu gewährleisten, fokussierten sich die Unternehmen der produzierenden Industrie während des letzten Jahrzehnts zunehmend auf die Entwicklung und Realisierung von Industrie 4.0-Ansätzen [1, 2]. Viele dieser Ansätze basieren auf einer umfangreichen Datenerfassung und -nutzung und erfordern dabei eine umfassende Vernetzung und Integration verschiedenster Maschinen und Stationen der Produktion. Um am globalen Markt konkurrenzfähig zu bleiben, ist es besonders für klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) wichtig, nicht nur eine innerbetriebliche Vernetzung zu realisieren, sondern eine Vernetzung zur verbesserten Kooperation mit anderen Unternehmen anzustreben [3]. Kooperationen erweitern nicht nur die einsetzbaren Kapazitäten, wie Personal und Maschinen, sondern ermöglichen es einem Unternehmen zusätzlich den Fokus auf das eigene Fachgebiet zu legen und den gesamten Geschäftsprozess durch die Fachkompetenzen anderer Unternehmen zu verbessern [2]. Zur Realisierung dieses Vorhabens müssen eingesetzte Softwarestrukturen derart konzipiert sein, dass sie einen überbetrieblichen Austausch von Informationen ermöglichen und erleichtern.

An diesem Punkt setzt die hier vorgestellte Arbeit an. Um KMU bei einer umfangreichen Datennutzung zu unterstützen und gleichzeitig Kooperationen mit anderen Unternehmen zu fördern, wurde das Federated Manufacturing Execution System (FMES) entwickelt (siehe Kap. 3.1). Da übliche Methoden der Datenstandardisierung (siehe Kap. 2) bei einem derart flexiblen und erweiterbaren System nicht umsetzbar sind, haben wir einen sogenannten Föderierten Daten-Spezifizierungs-Ansatz entwickelt, der es ermöglicht, Datenstrukturen in erweiterbaren, verteilten Systemen flexibel entstehen zu lassen (siehe Kap. 3.2).

2 Datenstandardisierung

Im Allgemeinen bedeutet Standardisierung die Vereinheitlichung auf eine spezielle Struktur [4]. Standards werden genutzt, um Produkte, Methoden, Abläufe und vieles mehr zu vereinheitlichen. Dabei erhalten die standardisierten Komponenten spezifische Eigenschaften, wie bspw. DIN-A4-Seiten. Die Einhaltung der spezifischen Eigenschaften wirkt sich positiv auf die Verarbeitung und Nutzung der Objekte aus, denn durch die Spezifizierungen können gezielt passende Methoden und Komponenten entwickelt werden (z.B. DIN-A4-Folien).

In der Softwareentwicklung tritt durch die Standardisierung von Daten ein ähnlicher Effekt auf. Liegen Daten in einem standardisierten Datenformat vor, so können diese einfacher und verständlich durch andere Systemkomponenten verarbeitet werden [5, 6].

Bei klassischen Softwareprojekten wird hierbei üblicherweise auf bereits existierende Datenstandards¹ und de-facto Datenstandards² zurückgegriffen. Im Bereich der Produktionssysteme tauchen daher immer wieder Standards wie z.B. das ODVA-Maschinendatenmodell³, STEP⁴ oder ISA-95⁵ auf. Mitunter ist ein Standard jedoch nicht ausreichend, um alle Datentypen zu beschreiben, die in einem Netzwerk ausgetauscht werden sollen, weshalb er mitunter (systemintern) erweitert werden muss. Die Auswahl und Modifikation der Standards bedarf eines großen Kommunikationsaufwands zwischen allen, am System beteiligten Personen.

3 Föderierter Daten-Spezifizierungs-Ansatz

Um eine problemlose Datennutzung in einem System zu gewährleisten, ist ein, den Anforderungen entsprechender, Daten-Spezifizierungs-Prozess erforderlich.

3.1 Das FMES und seine Anforderungen

Das FMES basiert auf einer verteilten Systemarchitektur. Neben dem hohen Level an Integration unterstützt das Softwarekonzept einen betriebsübergreifenden Entwicklungs- und Nutzungsansatz. Das bedeutet, dass das System nicht nur von einem einzelnen Unternehmen, sondern von einem Verbund aus verschiedenen Firmen genutzt werden kann. Durch die Integration eigener Systemkomponenten kann das System sogar innerhalb des Unternehmensverbunds weiterentwickelt werden.

Die Festlegung auf einen bestehenden Standard (siehe Kap. 2) würde die Flexibilität eines FMES stark einschränken. Durch die hohe Integrationsreichweite und die dadurch entstehende Vielzahl an unterschiedlichen Nachrichtentypen (z.B. Maschinendaten, Prozessinformationen, Mitteilungen von Zulieferern) ist es zum einen nicht möglich, alle erforderlichen Nachrichtentypen mit einem Standard abzudecken, zum anderen ist zum Zeitpunkt der Systemeinführung nicht abzusehen, welche Nachrichtentypen bei späteren Weiterentwicklungen integriert werden und daher mit berücksichtigt werden müssten. Die hohe Flexibilität des Systems und die Möglichkeit der überbetrieblichen Systemweiterentwicklung erfordern einen Daten-Spezifizierungs-Prozess, der

- flexibel und erweiterbar ist,
- eine Beschreibung unterschiedlicher Datentypen ermöglicht und
- durch unterschiedliche Personen des verteilten Systems weiterentwickelt werden kann.

3.2 Prinzip des Föderierten Datenmanagements

Durch die große Vielfalt an Informationen, die über ein System wie FMES geteilt werden können, haben wir einen Föderierten Daten-Spezifizierungs-Prozess (FDSP) entwickelt. Ähnlich zu anderen Ansätzen im Umfeld produktionsunterstützender Software [7, 8] gibt der Ansatz eine grundlegende Nachrichtenstruktur vor, welche die Nachrichten in einen Header und einen Body unterteilt (siehe Abb. 1).

Der Header beinhaltet die Metadaten einer Nachricht. Hier sind Routing-Informationen entsprechend des genutzten Nachrichtenprotokolls (z.B. MQTT, OPC UA, etc.) vermerkt sowie weitere Informationen, die bei der späteren Datenverarbeitung unterstützen. Der Body enthält den eigentlichen Nachrichteninhalt, der über das System geteilt werden soll. Abhängig vom, im Header angegebenen, Nachrichtentyp, enthält der Body unterschiedliche Inhalte. Bei Einführung des FDSP muss an dieser Stelle ein grundlegendes Datenformat für die Beschreibung des Nachrichteninhalts festgelegt werden (z.B. JSON, CSV, etc.). Weitere Definitionen werden aufgrund der großen Vielfalt an unterschiedlichen Nachrichtentypen an dieser Stelle nicht vorgenommen.

¹ Definiert durch offizielle Stellen die Internationale Organisation für Normung (ISO) oder Europäische Normungsinstitutionen (DIN, CEN, CENELEC, ETSI, etc.).

² Status eines Quasi-Standards durch häufige Verwendung und Vorkommen.

³ Datenstruktur für Maschineninformationen. [5]

⁴ Formal normiert in der ISO-Norm 10303. Ein Standard für den Austausch von Produktmodell-Daten. [9, 5]

⁵ Definiert als IEC 62264. Datenaustauschformat zur Integration der Unternehmens- und Betriebsleitebene. [5]

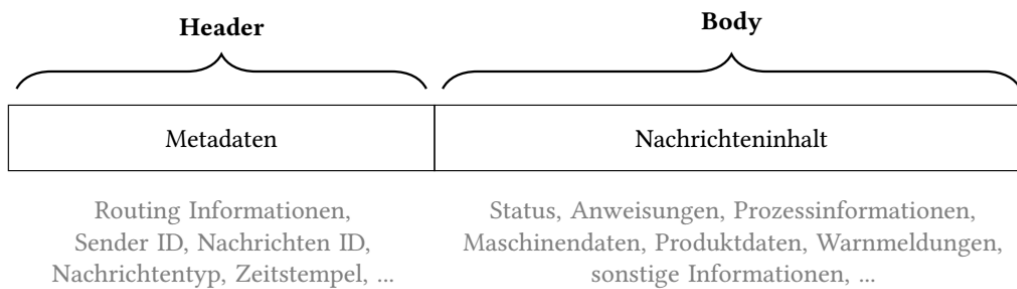


Abbildung 1: Grundlegende Nachrichtenstruktur

Durch die geringen Vorgaben an die Datenstrukturierung werden Eintrittsbarrieren für die Bereitstellung neuer Informationen niedrig gehalten. Informationsveröffentlichungen sind somit einfach umzusetzen: Relevante Informationen müssen lediglich, der Information entsprechend sinnvoll strukturiert, im entsprechenden Format (z.B. JSON) in den Body einer Nachricht verpackt und nach dem Publish-Subscribe-Pattern an das System verschickt werden (siehe Abb. 2, Service A).

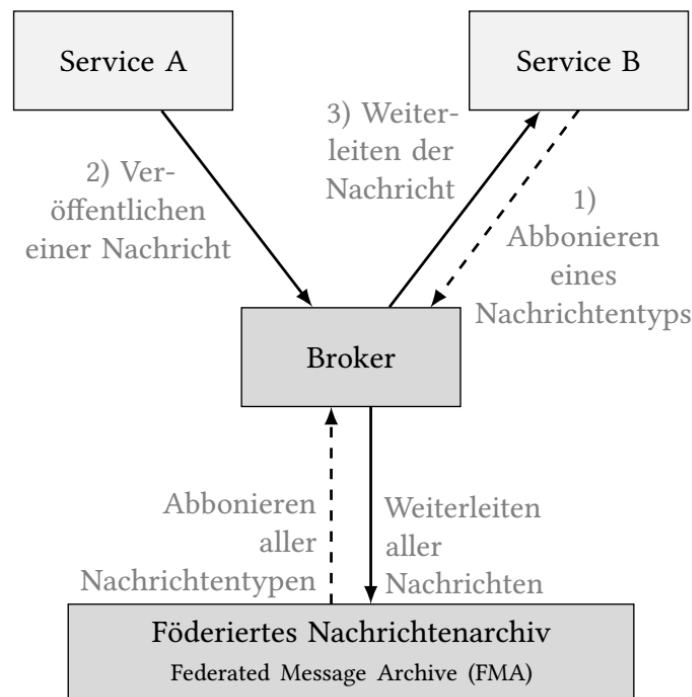


Abbildung 2: Föderiertes Daten-Management-System

Die Entwicklung einer Komponente, die Daten aus dem System verarbeitet (siehe Abb. 2, Service B), birgt größere Herausforderungen, denn der Entwickler benötigt Informationen über die zu verarbeitenden Nachrichten. Um dieses Problem zu lösen, beinhaltet das System ein Föderiertes Nachrichtenarchiv (FMA). Das Archiv sammelt Informationen über Nachrichten und bereitet diese für die Nutzer auf. So lassen sich mittels des FMA bspw. folgende Fragen beantworten:

- Wie ist eine Nachricht vom Typ XY aufgebaut?
- Welche ist die letzte Nachricht, die vom Typ XY veröffentlicht wurde?
- In welchem Intervall werden Nachrichten vom Typ XY veröffentlicht?

Um die Informationen den Nutzern übersichtlich darzustellen, wird eine Benutzeroberfläche (siehe Abb. 3) bereitgestellt, die einen strukturierten Zugriff auf diese Informationen ermöglicht.



Abbildung 3: GUI Mockup des FMA

4 Diskussion

Wie in Abb. 4 dargestellt, ermöglicht FMES und der hier präsentierte FDSP Kooperationen zwischen unterschiedlichen Unternehmen. Da durch den FDSP lediglich fundamentale Daten-Formalisierungen vorgegeben werden, sind die Eintrittsbarrieren zur Einspeisung neuer Daten klein gehalten. Die spezifische Datenstruktur, die dem Dateninhalt entsprechend angepasst sein muss, kann frei und dem Inhalt entsprechend strukturiert werden. Systementwickler haben somit die Möglichkeit eigene Datenstruktur-Vorschläge für spezifische Datentypen abzugeben. Durch gezielte Dokumentation der Datentypen und Beschreibung der Nachrichteninhalte (z.B. Attribute) im FMA können Entwickler einen Teil dazu beitragen, dass ihre Nachrichten einfacher von anderen weiterverwendet werden können. Zusätzlich können bereits bestehende Datenstrukturen von anderen Systemnutzern eingesehen werden. Bewährte Vorschläge können adaptiert und unvollständige überarbeitet und erweitert werden. Somit entsteht ein flexibler und erweiterbarer systeminterner Datenstandard an dem alle Beteiligten des föderierten Netzwerks mitwirken können.

Die Integration bestehender Datenstandards in das System wird jedoch nicht ausbleiben. Da viele Maschinen bereits Möglichkeiten der Datenausgabe mit sich bringen, ist es sinnvoll, die hier verwendeten Datenstandards zu integrieren. Zusätzlich wird es nötig sein, eine Versionierung der Datentypen einzuführen, um Modifikationen und Erweiterungen eines bestehenden Datentyps möglich zu machen.

5 Ausblick

In den kommenden Schritten soll der bereits entwickelte Prototyp des FMA auf seinen Nutzen im Rahmen von beispielhaften Softwareentwicklungsprojekten im Vergleich zu einem konventionellen Vorgehen getestet werden. In weiteren Forschungsarbeiten planen wir den Einsatz von FMES unter der Verwendung des FDSP in einem real existierenden Unternehmensverbund zu implementieren.

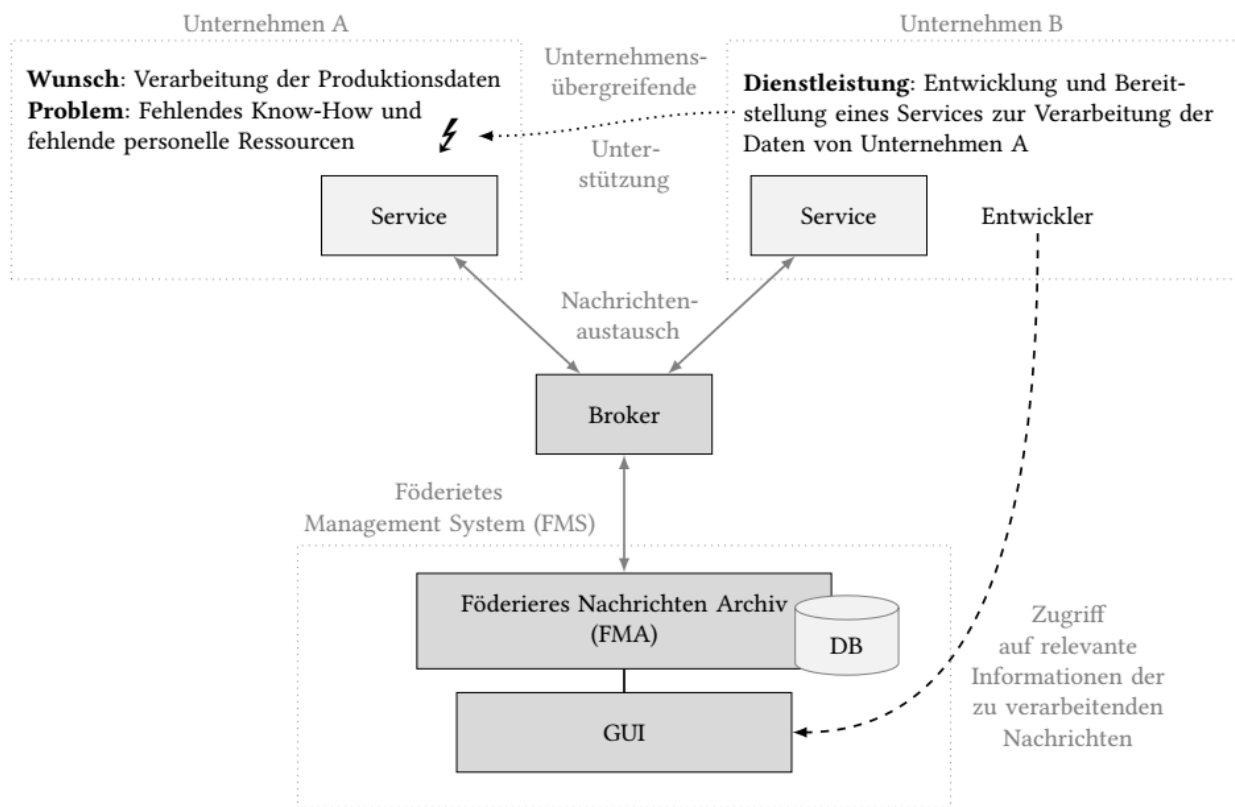


Abbildung 4: Unternehmensübergreifende Zusammenarbeit

Literaturverzeichnis

- [1] A. Ullrich, G. Vladova, C. Thim und N. Gronau, „Akzeptanz und Wandlungsfähigkeit im Zeichen der Industrie 4.0,“ *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, August 2015.
- [2] P. I. 4.0, „Digital business models in the data economy,“ *2019 Progress Report*, pp. 8-9, März 2019.
- [3] L. Varshney und D. Oppenheim, „On-Cross-Enterprise Collaboration,“ 2011.
- [4] F. Maiwald und T. Reicks, „Approaches to Process Standardization,“ ACC, 2010.
- [5] D. Gorecky, A. Hennecke, M. Schmitt, S. Weyer und D. Zühlke, „Wandelbare modulare Automatisierungssysteme,“ in *Handbuch Industrie 4.0*, München, Hanser Fachbuchverlag, 2017.
- [6] J. Meißner, C. Maasem und S. Kropp, „Kapitel 2 Voruntersuchung "Produktion am Standort Deutschland",“ in *Ergebnisbericht des BMBF-Verbundprojektes PROSENSE : hochauflösende Produktionssteuerung auf Basis kybernetischer Unterstützungssysteme und intelligenter Sensorik*, Aachen, Apprimus Verlag Aachen, 2015.
- [7] A. Theorin, K. Bengtsson, J. Provost, M. Lieder, C. Johnsson, T. Lundholm und B. Lennartson, „An Event-Driven,“ *International Journal of Production Research* 55, 5, pp. 1297-1311, Juli 2016.
- [8] J. Vialkowitzsch, O. Schell, A. Willner, F. Vollmar, T. Schulz, F. Pethig, J. Neidig, T. Usländer, J. Reich, D. Nehls, M. Lieske, C. Diedrich, A. Belyaev, J. Bock und T. Deppe, „I4.0-Sprache,“ Plattform Industrie, Berlin, 2018.
- [9] R. Anderl, H. John, D. Trippner, M. Arlt, M. Endres, J. Katzenmaier, M. Philipp, C. Pütter, A. Angebrandt, H. Axtner, B. Daum, W. Kerschbaum, T. Kiesewetter, D. Lange, M. Leber und K. Pagenstert, STEP STandard for the Exchange of Product Model Data: Eine Einführung in die Entwicklung, Implementierung und industrielle Nutzung der Normenreihe ISO 10303 (STEP), Springer-Verlag, 2013.