

Von Data Fabrics zu Smart Data Fabrics – eine Literaturanalyse

Lena Schlosser¹, Helmut Beckmann²

Abstract: Die zunehmende Digitalisierung der Welt sorgt für eine immer größer werdende Menge an Daten, die gespeichert, verarbeitet und geteilt werden müssen [BS16]. Zudem gehören Daten und die Datafizierung zu den aktuellen Trends [Fs22]. Dabei wird jedoch die Fragen nach Lösungsmöglichkeiten für Technologien für das Datenmanagement nicht beantwortet. Um Unternehmen bei der Strukturierung ihrer Daten und dem Datenmanagement zu unterstützen, helfen Architekturen wie Smart Data Fabrics. In dieser Arbeit soll Anhand einer Literaturanalyse nach [Fp06] und [WW02] dargelegt werden, was Data Fabrics grundlegend sind. Zudem wird dargestellt worin sich Smart Data Fabrics von Data Fabrics unterscheiden und welche Vorteile sie gegenüber diesen und gegenüber traditionellen Datenarchitekturen haben. Genauer werden dabei Bereiche wie Datenexploration, künstliche Intelligenz (KI) und Machine Learning (ML) betrachtet, die die zusätzliche Analysefunktion von Smart Data Fabrics unterstützen [Sj21]. Am Ende lässt sich das große Potential rund um die Smart Data Fabrics darlegen, welches sich vor allem in den Produkten der Datamanagementservicedienstleistern widerspiegelt.

Keywords: Data Fabric, Smart Data Fabric, Digitalisierung, Datenanalyse, künstliche Intelligenz, maschinelles Lernen

1 Einleitung

Durch den technologischen Fortschritt, dessen Geschwindigkeit und den vermehrten Einsatz von Informationstechnologie befindet sich die Gesellschaft in einem Wandel. Um diesen Wandel zu beschreiben können Begriffe wie Digitalisierung und digitale Transformation verwendet werden [Bt19]. Die zunehmende Digitalisierung sorgt dafür, dass vermehrt analoge Prozesse digitalisiert werden. Das führt zu großen Mengen an Daten [BS16].

Diese Daten und deren Analyse spielen in jedem Bereich der Gesellschaft eine Schlüsselrolle. Laut [Fs22] unterstützen die Daten dabei, Muster zu erkennen und diese sinnvoll zu nutzen. Durch die immer größer werdende Menge an Daten wird der Bedarf diese zu speichern, zu teilen und zu verarbeiten immer größer. Um den Menschen dabei zu unterstützen, werden Methoden oder Technologien benötigt, die Entscheidungen übernehmen oder Prozesse vereinfachen [Fs22]

Um diese zu entwickeln, müssen laut [Jv22] zwei Dimensionen beachtet werden: die Semantik von Daten und das Teilen der Daten zwischen unterschiedlichen Speicherstätten.

¹ Hochschule Heilbronn, Wirtschaftsinformatik, Bildungscampus, 74076 Heilbronn, slena@stud.hs-heilbronn.de

² Hochschule Heilbronn, Wirtschaftsinformatik, Bildungscampus, 74076 Heilbronn, helmut.beckmann@hs-heilbronn.de

Durch diese Komplexitäten sind bisherige Datenarchitekturen und -verwaltungssysteme immer mehr ausgelastet.

Die Aktualität des Themas sieht auch [Fs22], der die Trends des Software-Engineering im Jahr 2022 zusammenfasst. Er sieht Daten und deren Analyse als wichtigen Faktor jedes Unternehmens heutzutage. Durch Daten können Services und Angebote geformt werden. Er lässt jedoch auch am Ende des Artikels die Frage nach den Technologien und Methoden im Raum stehen, die notwendig sind, um die Datenverarbeitung zu optimieren.

Bei dieser Beantwortung der Frage trägt diese Arbeit einen Teil bei, da Data Fabrics und Smart Data Fabrics zu den Technologien gehören, die die Datenverarbeitung optimieren.

Um die aufgeführte Problemstellung bezüglich der Methoden und Technologien zu beheben, stellt diese Arbeit eine Technologie für die Datenverarbeitung vor. Dabei orientiert sich der Inhalt dieser Seminararbeit an folgenden Forschungsfragen:

- Welche Unterschiede bestehen zwischen Data Fabrics und Smart Data Fabrics?
- Welche Vorteile haben Smart Data Fabrics?

Das Ziel dieser Arbeit ist die Darstellung der Unterschiede von Data Fabrics und Smart Data Fabrics. Im Laufe der Forschungsarbeit sollen die Merkmale der beiden Begriffe dargestellt und die Vorteile der Smart Data Fabrics erläutert werden.

1.1 Aufbau der Arbeit

Zu Beginn der Arbeit soll in der Einleitung in das Thema eingeführt werden. Dafür werden Problemstellung, Forschungsfrage und Zielsetzung aufgeführt. Im Anschluss daran folgt das Grundlagenkapitel, welches in Data Fabrics, deren Aufbau und Abgrenzung zu anderen Datenspeichern und -architekturen einführt. Im Kapitel 3 wird die Forschungsmethodik dieser Arbeit festgelegt und erläutert. Daraufhin folgt die Präsentation der Ergebnisse dieser Arbeit. Dazu wird zuerst auf Smart Data Fabrics und im Anschluss auf deren Vorteile eingegangen. Im letzten Kapitel der Arbeit findet eine Zusammenfassung der Ergebnisse statt, ebenso wie die kritische Reflektion dieser. Das Ende des Kapitels und damit der Arbeit bildet der Ausblick.

2 Grundlagen und Begriffe

In diesem Kapitel soll eine Einordnung in und deutliche Abgrenzung zu anderen Datenverwaltungs- und -analysearchitekturen stattfinden. Dazu gehören unter anderem Data Lakes und Data Warehouses, die im Folgenden definiert und von Data Fabrics und Smart Data Fabrics differenziert werden sollen.

Außerdem wird zu Beginn der Aufbau von Data Fabrics dargestellt und deren Funktionen aufgezählt. Dies dient als Grundlagen für den Vergleich mit den Smart Data Fabrics, der in einem späteren Kapitel dieser Arbeit durchgeführt wird.

2.1 Abgrenzung

In diesem Kapitel soll eine eindeutige Abgrenzung von Data Fabrics zu anderen, häufig verwendeten Datenverwaltungs- und -analysearchitekturen gezogen werden. Dafür werden einige dieser Architekturen definiert und Unterschiede aufgezeigt.

Grundsätzlich kann zwischen Datenverwaltungssystemen und Datenarchitekturen unterscheiden werden. Zu den Datenverwaltungssystemen gehören unter anderem traditionelle Speichersysteme wie Data Lakes und Data Warehouses [Ic23].

Data Warehouse – Data Warehouses dienen als Speicher für Daten aus unterschiedlichsten Quellen von Unternehmen. Durch Datentransformationen werden die Daten in das korrekte Datenformat des gewünschten Modells gebracht. Die abgespeicherten Daten können im Anschluss für unterschiedliche Anwendungen genutzt werden [Ic23], [Em22].

Data Lake – Data Lakes speichern große Mengen an Rohdaten ab. Diese Daten können sowohl strukturiert als auch unstrukturiert vorkommen. Ihre Entwicklung wurde zur Bewältigung der immer größer werdenden Datenmengen von Big Data angestoßen, um Data Warehouses zu ersetzen. Data Lakes sind langsamer als Data Warehouse aber aufgrund der mangelnden Datenverarbeitung kostengünstiger [Ic23], [Em22].

Datenarchitekturen stellen dar, wie Datenverwaltungssysteme wechselwirken. Diese Architekturen sind unter anderem Datengewebe und Datennetze.

Data Mesh – In Data Meshs werden die Daten dezentral nach Geschäftsbereich sortiert. Das ermöglicht die Betrachtung der Daten als eigenständiges Produkt und den unternehmensweiten Austausch der Daten [Ic23], [Mi22]

Data Fabric – Data Fabrics lassen sich ebenfalls bei den Datenarchitekturen einordnen. Data Meshs und Data Fabrics können auch zusammenarbeiten, wobei Data Fabrics die Erstellung von Produkten beschleunigt [Ic23], [Sj21].

2.2 Data Fabric

Dieses Unterkapitel fasst den Aufbau von Data Fabrics und deren häufigste Anwendungsfelder zusammen.

Data Fabrics zählen, wie im vorherigen Unterkapitel bereits erwähnt, zu den Datenarchitekturen, die den Zugriff auf Daten im Unternehmen ermöglichen und beschleunigen und das rapide Wachstum der Datenmengen kontrollierbar machen sollen. Zudem kann mit ihnen die große Diversität der Daten, bestehend aus Texten, Bildern oder

Sensordaten reguliert werden [Aâ19]. Dafür greifen sie auf Daten unterschiedlicher Quellen zu, transformieren diese und ermöglichen eine sinnvolle Nutzung. [Sj21]

Data Fabrics können architektonisch in sieben Komponenten unterteilt werden (siehe Abb. 2). Komponente eins sind die Datenquellen, die Daten generieren. Diese Daten werden verarbeitet, abgespeichert und innerhalb der Data Fabric genutzt [Bc22]. Die Datenerhebung kann in einzelnen, großen Chargen oder mehreren kleineren Chargen passieren [Am20]. Zu den Quellen können Internet of Things (IoT) Sensoren, Daten aus Enterprise Resource Planning (ERP) Programmen oder von externen Quellen, wie Social Media [Bc22] zählen. Außerdem wird mit dieser Komponente die Priorisierung von Datenquellen festgelegt, die die Relevanz von Daten beeinflusst. [Am20]

Ein weiterer Bestandteil von Data Fabrics sind Systeme, die die Daten analysieren und strukturieren. Dies ist notwendig, da die Informationen meist nur teils oder gar nicht strukturiert gesammelt werden. Um die Daten zu verwerten, werden diese in ein kohärentes Format gebracht, welches eine Weiterverarbeitung ohne Probleme ermöglicht und ein Verstehen der Daten erleichtert [Bc22].

Element drei der Data Fabrics sind die Algorithmen, die bei der Gewinnung von Erkenntnissen unterstützen. Relevante Daten müssen an Use Cases angepasst werden und für Entscheidungsfindung notwendige Einblicke aufzeigen. Gleichzeitig finden Protokollierungen der Daten statt, die für Security und Compliance Themen relevant sind [Bc22]. Durch die Programmierung können Verbindungen erstellt und getrennt und CRUD (Erstellen, Lesen, Update und Löschen) Operationen ausgeführt werden [Am20].

Die vierte Komponente besteht aus den Programmierschnittstellen (Application Programming Interfaces, kurz: API) und den Softwareerstellungstools (Software Development Kits, kurz: SDK). Durch diese beiden Bestandteile kann die Verbindung zum Frontendnutzer hergestellt werden, der über das UI (User Interface) einen Überblick über die wichtigsten Erkenntnisse bekommen kann [Bc22].

Ein weiteres Element ist die Datenverbrauchsschicht. Diese bezieht sich auf das UI, welches Endnutzern zur Verfügung steht und dadurch die Nutzung der Daten ermöglicht. Diese Nutzung kann auf unterschiedliche Wege ermöglicht und erleichtert werden, unter anderem durch die anschauliche Darstellung oder Analysefunktionen [Bc22]. Diese Schicht ist vor allem für wirtschaftliche Betrachtung der Daten relevant und hilfreich, da sie Analysten bei der Arbeit unterstützt [Am20].

Komponente fünf ist die Datentransportschicht, welche bei der Verschiebung von Daten innerhalb der Data Fabric unterstützt. Mit dieser Schicht können Daten zudem verschlüsselt übermittelt und das Entstehen von Duplikaten bei Verschiebung verhindert werden, wodurch unnötige Verwendung von Speicherplatz vermieden wird [Bc22].

Der letzte Bestandteil ist die Hostingumgebung, in der die Data Fabric läuft. Diese beeinflusst den Kern der Data Fabrics, wird jedoch meist extern gehostet. Das kann on-

premises oder in der Cloud passieren [Bc22]. Hier werden zudem wichtige Themen wie Data Security und Data Governance gemanaged. [Aj22]

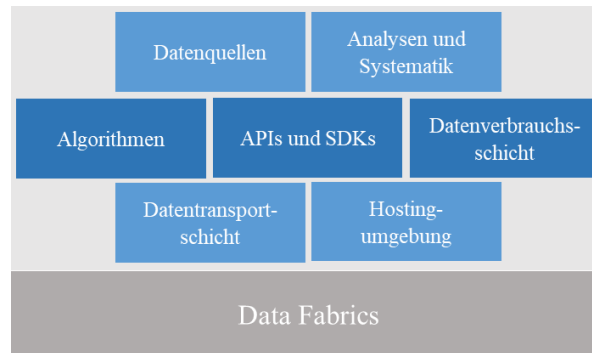


Abbildung 1: Architektur der Data Fabrics (in Anlehnung an [Bc22])

Die Data Fabrics haben mehrere Anwendungsfelder. Ihre Anwendung ist nicht nur technisch affinen Nutzern vorbehalten, sondern kann auch von Nutzern ohne technischen Hintergrund schnell verstanden werden, die mit einfach gehaltenen Dashboards schnell einen Überblick erhalten. Gleichzeitig können mit Data Fabrics aber auch Data Scientists tiefgreifende Analysen der Daten durchführen [Bc22].

Vor allem im IoT Bereich finden Data Fabrics rege Verwendung. Durch diese wird die immer größer werdende Menge an Daten verknüpft und zur Weiterverwendung vorstrukturiert, um einen guten Überblick zu bieten. Dies ermöglicht einen deutlichen Marktvorteil, da eine schnelle Einsicht auf die Daten möglich ist [JG20].

3 Forschungsmethodik

Das Vorgehen dieser Arbeit orientiert sich an der Forschungsmethodik nach [Fp06]. In Kapitel 1 wird die Problemstellung, die dieser Arbeit zugrunde liegt, formuliert und die Zielsetzung definiert.

Die Literatursuche wird mit einer Forward-/Backwardsuche nach [WW02] ergänzt. Für die Literatursuche werden die Beiträge zuerst nach Verfügbarkeit und Relevanz gefiltert und ein Aussortieren der Duplikate durchgeführt. Die Literaturquellen wurden mit Hilfe einer Konzeptmatrix nach [WW02] ausgewertet und im Anschluss interpretiert (siehe Abb. 2).

Die Präsentation der Ergebnisse findet in Form der Grundlagen in Kapitel 2, des Ergebniskapitels 4 und der Diskussion in Kapitel 5 statt.

| Paper | Konzepte | | | | |
|-------------------------|--------------|------------|--------------------|----------|------------|
| | Grundlagen | | Smart Data Fabrics | | |
| | Data Fabrics | Abgrenzung | Allgemeine Infos | Vorteile | Potentiale |
| Alpoim et al. (2019) | x | | | | |
| Alvord et al. (2020) | x | | | | |
| Anand (2022) | x | | | | |
| Forti et al. (2022) | x | | | | |
| IBM (2021) | x | | | | |
| Jahns (2022) | x | | | | |
| Jane und Ganesh (2020) | | | x | | x |
| Kuftinova et al. (2022) | x | | | | |
| Stegmann (2021) | x | x | x | x | x |
| Theodorou (2021) | x | | x | | x |
| Summe | 9 | 1 | 3 | 1 | 3 |

Abbildung 2: Konzeptmatrix nach [WW02]

4 Ergebnis

In diesem Kapitel findet die Ergebnisdarstellung dieser Arbeit statt. Zu Beginn werden dafür Smart Data Fabrics, deren Aufbau und wichtige Funktionen dargelegt. Darauf folgt die Aufzählung der Vorteile der Smart Data Fabrics gegenüber traditionellen Datenarchitekturen und Data Fabrics.

4.1 Smart Data Fabrics

Um in die Ergebnisdarstellung einzuführen, wird zuerst ein Überblick über Smart Data Fabrics gegeben. Dafür werden Aufbau und Funktion erklärt. Um zu Beginn des Kapitels das Verständnis des Begriffs klarzustellen, wird darauf hingewiesen, dass sich folgende Ausführungen auf Smart ‚Data Fabrics‘ beziehen, womit intelligente Data Fabrics thematisiert werden, und nicht ‚Smart Data‘ Fabrics, was sich auf Strukturen beruft, die mit intelligenten Daten arbeiten.

Grundsätzlich ähnelt der Aufbau von Smart Data Fabrics dem der klassischen Data Fabrics. Sie führen deren Konzept fort und verfügen über zusätzliche Analysefunktionen, die integriert sind, um die aufbereiteten Daten direkt zu verwenden, statt diese an andere Systeme oder Anwendungen zu übertragen [Sj21] (siehe Abb. 3).

Eine dieser Analysefunktionen umfasst die Durchführung von Datenexplorationen [Sj21]. Dabei werden die Daten mittels eines iterativen Prozesses analysiert, um diese bestmöglich zu verstehen. So können immer mehr neue Informationen bestimmt werden, die eine spätere Erstellung von Modellen erleichtern [Fs22]. Als weitere Analysefunktion kann Business Intelligence (BI) genutzt werden [Sj21]. Unter BI-Anwendungen fallen

Prozesse und Verfahren, welche für Einsicht die systematische Analyse des Unternehmens unterstützen. Dabei integrierte Komponenten reichen von Datenextraktion, über Transformation bis hin zu der entscheidungsorientierten Aufbereitung der relevanten Daten und der Analyse dieser [Sb18]. Eine letzte zu nennende Analysefunktion ist das Natural Language Processing (NLP) [Sj21]. Dazu zählen eine Sammlung an Computertechnologien, die sich mit der automatisierten Erfassung und Analyse von menschlicher Sprache, ebenso wie mit deren Wiedergabe auseinandersetzen. Darunter versteht sich die Analyse von Texten ebenso die von gesprochenen Worten. [Ck20]

Diese Analysefunktionen werden unter anderem durch die Verwendung von künstlicher Intelligenz (KI) oder Machine Learning Modellen unterstützt [Sj21]. Beide sind allgemein Funktionen, die in der Data Science Pipeline Anwendung finden und auch bei der Erstellung und dem Training von Modellen genutzt werden [Ho19].

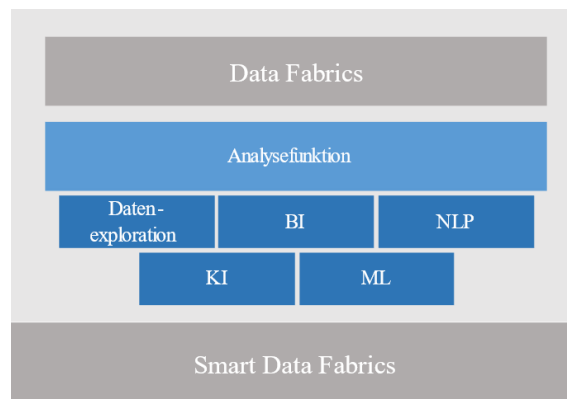


Abbildung 3: Architektur der Smart Data Fabrics (eigene Darstellung)

Smart Data Fabrics können Unternehmen in vielen Situationen unterstützen. Beginnend mit der Planung von Szenarien und der Unterstützung bei Entscheidungsfindungen bis hin zur Vermögensverwaltung des Unternehmens. Außerdem vereinfachen sie das Management von Unternehmensrisiken und das Einhalten von Vorschriften. Verwendung finden Smart Data Fabrics in vielen unterschiedlichen Industrien [IS23].

Ein explizites Beispiel kommt aus dem Bereich des Edge Computing mit dem KI-basierten Data Fabric Konzept MEDAL von [Tv21]. Mit MEDAL sollen Data Operations unterstützt und das Datenmanagement automatisiert werden. Dafür wird ein Dashboard angeboten, auf welchem die Visualisierung der Daten stattfindet. Das Cloud-to-Edge Management findet autonom statt, wobei Workflow Deployment und Qualitätskontrolle eine Rolle spielen. Diese Qualitätskontrolle wird kontinuierlich garantiert. Mittels der KI-Techniken werden Situation analysiert und eventuell notwendige Änderungen vorgenommen.

4.2 Vorteile von Smart Data Fabrics

In diesem Kapitel sollen die Vorteile von Smart Data Fabrics gegenüber anderen Datenarchitekturen und Datenverwaltungssystemen aufgeführt werden, ebenso wie gegenüber Data Fabrics.

Gegenüber traditionellen Datenarchitekturen:

Smart Data Fabrics sind in ihrer Leistungsfähigkeit weniger begrenzt als traditionelle Architekturen. Außerdem wird durch das einheitliche Format der Daten die Bereinigung und Zusammenführung dieser vereinfacht und gestaltet sich dadurch als weniger zeitintensiv. Durch diese Vereinheitlichung ist es Unternehmen möglich, das Zugreifen auf Daten zu beschleunigen, was wiederum das schnelle Schaffen eines Überblicks erlaubt. Mit Hilfe der Smart Data Fabrics ist zudem eine Synchronisation und Verfügbarkeit von Echtzeitdaten leichter möglich [Sj21]. Durch diese Vorteile kann der Arbeitsaufwand, welcher für das allgemeine Datenmanagement nötig ist, deutlich reduziert werden [Kn22].

Gegenüber Data Fabrics:

Durch die Verwendung der in Kapitel 4.1 aufgeführten Analysefunktionen der Smart Data Fabrics haben diese den Vorteil, historische und aktuelle Daten zu kombinieren, um schneller und einfacher neue Erkenntnisse zu gewinnen oder fundierte Entscheidungen aufgrund der Echtzeitdaten zu treffen. Zudem können durch Predictive Maintenance Anwendungen zukünftige Entwicklungen vorweggenommen werden. Weiterhin unterstützen Smart Data Fabrics dabei, die Komplexität von IT-Infrastrukturen zu reduzieren, sowie deren Wartung und Betrieb zu vereinfachen [Sj21].

5 Diskussion und Ausblick

Am Ende der Arbeit sollen die Ergebnisse zusammengefasst werden. Zudem findet eine kritische Diskussion der Ergebnisse statt und eine Aufzählung von Potentialen für die Zukunft. Zum Schluss wird ein Ausblick auf weitere Forschungsarbeit gegeben.

Smart Data Fabrics bestehen, wie auch Data Fabrics, aus den Komponenten Datenquellen, Analyse und Systematik, Algorithmen, APIs und SDKs, Datenverbrauchsschicht, Datentransportschicht und Hostingumgebung [Bc22]. Der Unterschied liegt in den zusätzlichen Analysefunktionen, die in Smart Data Fabrics integriert sind. Dabei werden Datenexploration, Business Intelligence und Natural Language Processing mit Unterstützung durch künstliche Intelligenz und Machine Learning Methoden genutzt [Sj21]. Das bringt einige Vorteile gegenüber traditionellen Datenanalyse-systeme mit sich, wie etwa die Vereinfachung und Zeiteinsparung durch ein einheitliches Datenformat. Zusätzlich dazu haben Smart Data Fabrics auch einige Vorteile gegenüber Data Fabrics. Diese sind unter anderem die Kombination von Echtzeitdaten mit historischen Daten oder

die Nutzung von Predictive Maintenance Anwendungen. Damit könne auch die Forschungsfragen des Papers beantwortet werden, die sich mit den Unterschieden zwischen Data Fabrics und Smart Data Fabrics und den Vorteilen der Smart Data Fabrics auseinandersetzen.

Zum Abschluss der Ergebniszusammenfassung wird noch ein kleiner Überblick über die Nachteile der Smart Data Fabrics gegeben, die trotz der überwiegenden Menge an Vorteilen nicht vernachlässigt werden dürfen. Ein Nachteil ist der hohe Arbeitsaufwand, der vor allem bei der Errichtung einer Data Fabric anfällt, aber auch bei der Maintenance der Architektur ansteht [Ss21]. Außerdem wird die Komplexität zu Beginn der Nutzung erst komplexer, bis alle Systeme korrekt integriert sind und das volle Verständnis für alle Komponenten und Funktionen gegeben ist.

Das Konzept der Smart Data Fabrics ist ein sehr neues Konzept. Aufgrund dessen finden sich nicht viele Artikel mit Informationen dazu, in den meisten Fällen ist von Konzepten die Rede. Die Beiträge, welche sich mit Smart Data Fabrics auseinandersetzen sind zudem meist nicht vor dem Jahr 2021 veröffentlicht worden. Die meisten Informationen zu diesem Thema sind auf Seiten von Technologie- und Datenmanagementunternehmen zu finden. Diese bieten ihren Kunden seit kurzer Zeit Lösungen zum Datenmanagement auf Basis von Smart Data Fabrics an. Dazu führen sie Kunden auf ihren Webseiten in die Thematik ein [Ic21], [Is23].

Dadurch, dass die Thematik rund um Smart Data Fabrics so neu ist, besteht noch viel Potential für Entwicklung in der Zukunft. Durch die konstante Weiterentwicklung der vielen neuen Technologien, wie künstliche Intelligenz und Machine Learning, die für die Umsetzung genutzt werden, findet ein ständiger Ausbau des Konzepts statt. Zudem hat das Datenmanagement und die kommerzielle Nutzung von Daten im Unternehmensbereich einen immer höheren Stellenwert [Fs22]. Dieser wird ebenfalls zu einer konstanten Weiterentwicklung von Smart Data Fabrics führen, die vor allem auch von Anbietern von Datenmanagementsystemen vorangetrieben wird. Als Hypothese lässt sich deswegen die immer größer werdende Popularität von Smart Data Fabrics aufstellen.

Am Ende soll ein Blick auf zukünftige Forschungsarbeit in der Thematik geworfen werden. Da Smart Data Fabrics aktuell in der Industrie vermehrt aufzufinden sind, ist eine Analyse der Angebote und Produkte von Anbietern von Datenmanagementsystemen sinnvoll. Das dient dazu, einen tieferen Überblick darüber zu erhalten, was im Rahmen von Smart Data Fabrics angeboten wird. Zudem ist eine Forschung in Richtung der einzelnen Komponenten sinnvoll, die detailliert deren Aufbau darstellt. Aufgrund der Neuheit des Themas wird außerdem eine Beobachtung der Veränderungen im Laufe der nächsten fünf bis zehn Jahre empfohlen, die dann Mittels einer wissenschaftlichen Arbeit dokumentiert werden kann.

Literatur

- [Aâ19] Alpoim Â, Guimarães T, Portela F, Santos MF Evaluation Model for Big Data Integration Tools. In: ACIS, 2019. Springer,
- [Am20] Alvord MM, Lu F, Du B, Chen C-A (2020) Big Data Fabric Architecture: How Big Data and Data Management Frameworks Converge to Bring a New Generation of Competitive Advantage for Enterprises.
- [Aj22] Anand JV (2022) Digital Transformation by Data Fabric. IRO Journal on Sustainable Wireless Systems 4 (3):196-201
- [Bt19] Barton T, Müller C, Seel C (2019) Hochschulen in Zeiten der Digitalisierung. SpringerLink,
- [Bc22] BasuMallick C (2022) What Is Data Fabric? Definition, Architecture, and Best Practices. Spiceworks.
- [BS16] Bengler K, Schmauder M (2016) Digitalisierung. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, DOI 10.1007/s41449-016-0021-z
- [Ck20] Chowdhary KR (2020) Natural Language Processing. In: Fundamentals of Artificial Intelligence. Springer,
- [Em22] El Aissi, M. et al. (2022). Data Lake Versus Data Warehouse Architecture: A Comparative Study. In: Bennani, S., Lakhri, Y., Khaissidi, G., Mansouri, A., Khamlichi, Y. (eds) WITS 2020. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 745. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-33-6893-4_19
- [Fp06] Fettke P (2006) State-of-the-Art des State-of-the-Art. WIRTSCHAFTSINFORMATIK 48:257-266
- [Fs22] Forti S, Breitenbücher U, Soldani J (2022) Trending Topics in Software Engineering. ACM SIGSOFT Software Engineering 47 (20-21)
- [Ho19] Hein O (2019) Aufbau einer Data Science Pipeline. Informatik Aktuell.
- [Ic21] IBM C (2021) Data fabric architecture delivers instant benefits.
- [Ic23] IBM C (2023) Was ist eine Datenarchitektur?
- [Is23] Intersystems (2023) Smart Data Fabrics.
- [Jv22] Jahns V (2022) Data Fabric and Datafication. ACM SIGSOFT Software Engineering 47:30-31
- [JG20] Jane JB, Ganesh EN (2020) Big Data and Internet of Things for Smart Data Analytics Using Machine Learning Techniques.
- [Kn22] Kuftinova NG, Ostroukha AV, Filippova NA, Gaevskii VV, Podgorny AV (2022) Integration of Scalable IT Architectures on the Basis of Data Fabric Technology.
- [Mi22] Machado IA, Costa C, Santos MY (2022) Data Mesh: Concepts and Principles of a Paradigm Shift in Data Architectures, In: Procedia Computer Science, Volume 196
- [Sb18] Scarff B (2018) So beeinflusst Machine Learning die Business Intelligence. Bigdata Insider,
- [Sj21] Stegmann J (2021) Smart Data Fabric ist das neue Ideal im Datenmanagement. Informatik Aktuell.
- [Ss21] Swoyer S (2021) Data Fabric Architecture: Advantages and Disadvantages. ITPro Today,
- [Tv21] Theodorou V, Gerostathopoulos I, Alshabani I, Abell'o A, Breitgand D (2021) MEDAL: An AI-Driven Data Fabric Concept for Elastic Cloud-to-Edge Intelligence.
- [WW02] Webster J, Watson RT (2002) Analyzing the Past to Prepare for the Future: Writing a Literature Review. MIS Quarterly 26