



Chargenrückverfolgung in der Lebensmittelindustrie - Möglichkeiten und Grenzen der Blockchain-Technologie

Proposal

Themensteller: Prof. Dr.-Ing. Jorge Marx Gómez
Betreuer: Stefan Wunderlich (M.Sc.)

Vorgelegt von: Nils Lutz
Erlenweg 5
26129 Oldenburg
+49 173 25 28 407
nils.lutz@uni-oldenburg.de

Abgabetermin: 01. März 2019

Inhaltsverzeichnis

Akronyme	II
Abbildungsverzeichnis	II
1 Motivation	1
2 Problemstellung	3
3 Vorgehen / Methodik	5
4 Ziele	6
5 Vorläufige Gliederung	7
6 Zeitplanung	9
Literaturverzeichnis	III

Akronyme

GBT	Global Batch Traceability	3
ERP	Enterprise Resource Planning	3
IDoc	Intermediate Document	3
XML	Extensible Markup Language	3
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	3

Abbildungsverzeichnis

1	Gartner Hype Cycle 2017	2
2	Die drei Design Science Zyklen nach Hevner	5

1 Motivation

„Weltweit ist die Fleischerzeugung zwischen 2002 und 2012 um 23% und in Deutschland um 29% gestiegen. Die globalen Fleischerporte erhöhten sich im gleichen Zeitraum um 60%, in Deutschland sogar um 124%. Deutschland zählt sowohl beim Import als auch beim Export von Fleisch- und Fleischprodukten zu den bedeutendsten Handelsnationen weltweit.“

Efken et al. (2015)

Lebensmittelsicherheit ist ganz offensichtlich strategisch für die Volksgesundheit und das Wohlbefinden der Gesellschaft. Der öffentliche Druck auf Hersteller für eine ausreichende Kennzeichnung von Produkten und ihre Bestandteile wird stetig größer. Jeder Teil der Lieferkette ist in der Verpflichtung im Falle von Kontamination schnellstmöglich reagieren zu können. (Europa Parlament und Europäischer Rat, 2002).

Vom Rohstofflieferanten bis zum Endkunden gibt es allein in Deutschland ein Netz von Marktteilnehmern mit erheblicher Größe. Knapp 150.000 Betriebe für die Rinder Mast und Milchproduktion, etwa 30.000 Betriebe im Bereich der Schweinehaltung und rund 60.000 Unternehmen für die Geflügelhaltung (Efken et al., 2015). Dabei existiert kein Standardverfahren zwischen diesen Marktteilnehmern zum Informationsaustausch für die Chargenrückverfolgung. In der Fleischwarenindustrie beispielsweise existieren weit über 140 unterschiedliche Austauschformate zwischen den Teilnehmern einzelner Lieferketten.

Zum jetzigen Zeitpunkt (Stand 2019) findet eine Chargenrückverfolgung daher fast ausschließlich durch einen Datei-Austausch bzw. eine zentrale Datenbank je Teilnehmer der Lieferkette statt. Dabei müssen Informationen für einen mehrstufigen Produktionsprozess bereitgestellt und verarbeitet werden (Siepermann et al., 2015).

Aus der geringen Umsatzrendite von -1% bis +1,5% und den dadurch entstehenden Druck am Markt bestehen zu bleiben resultieren immer häufiger Unregelmäßigkeiten innerhalb der Lieferkette. Nur Betriebe in Österreich und Spanien können eine langfristige Rentabilität innerhalb des europäischen Marktes aufweisen (Efken et al., 2015). Ein Beispiel für die genannten Unregelmäßigkeiten ist der Pferdefleisch Skandal aus dem Jahr 2013, bei dem Fleischprodukte nachträglich neu etikettiert und

dadurch in Produkten wie Lasagne oder Hamburger Patties weiterverarbeitet wurden (Die Grünen, 2013).

Bereits heute gibt es Anwendungen der *Blockchain*, um beispielsweise den Kilometerstand eines Fahrzeugs täglich „in die *Blockchain*“ zu schreiben. Die inhärenten Eigenschaften der *Blockchain* ermöglichen es sehr einfach festzustellen, ob ein Kilometerstand nachträglich durch Fremdeinwirkung manipuliert wurde. Ebenfalls ist keine zentrale „Clearing Stelle“ mehr nötig, um die Echtheit des hinterlegten Wertes sicherzustellen (carVertical, 2017).

Aktuell ist die *Blockchain* jedoch noch kein industrieller Standard oder verbreitet im Einsatz. Bemessen am jährlich erscheinenden Hype Cycle des Marktforschungsinstituts Gartner, Inc. (Abb. 1) hat die Technologie noch fünf bis zehn Jahre Entwicklungszeit vor sich. Erst dann wird sie nach aktueller Einschätzung im produktiven Einsatz sein.

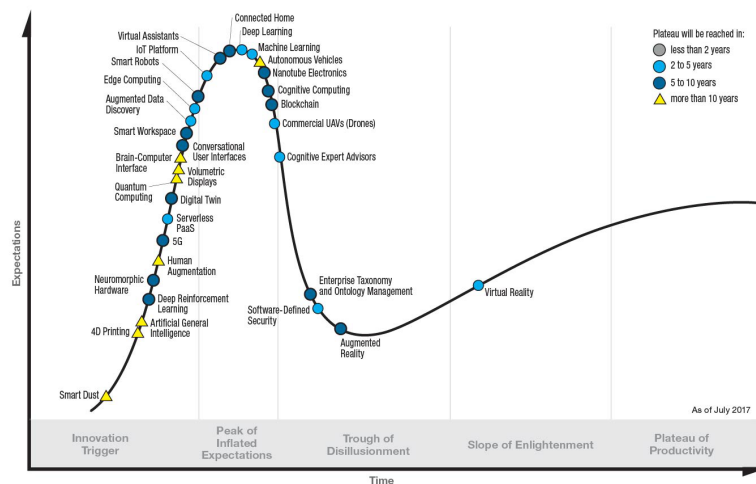


Abbildung 1: Emerging Technologies Hype Cycle 2017(Panetta, 2017)

„Es ist davon auszugehen, dass wir in ein bis zwei Jahrzehnten wirtschaftlich über Mechanismen miteinander interagieren werden, für die wir bislang weder Konzepte noch Begriffe haben“ (Platzter, 2014, S. 92). Auch die Deutsche Bundesregierung ist an der *Blockchain-Technologie* interessiert und erwägt den Einsatz in Zukunft für die unterschiedlichsten Services. In einer der jüngsten Pressemitteilungen hat der *Blockchain* Bundesverband mitgeteilt, dass die Regierung eine umfassende Strategie zum Umgang und Einsatz der Technologie erarbeiten will (Florian Glatz, 2018).

2 Problemstellung

Um eine formal korrekte Identitätskette aufzubauen, wird eine verlässliche Basis, grade auch dann, wenn Futtermittel- und Logistik-Informationen unter allen Marktteilnehmern ausgetauscht werden müssen, benötigt. Grundlage dafür ist die EU-Verordnung 178/02 (insbesondere Artikel 18 und 19), welche die Notwendigkeit beschreibt, dass jeder Akteur der Lieferkette dafür verantwortlich ist, nachzuweisen von wem er seine Waren bezogen und an wen er seine Waren geliefert hat (Europa Parlament und Europäischer Rat, 2002).

Als konkretes Beispiel wird beim Praxispartner Westfleisch SCE mbH zur Realisierung einer Chargenrückverfolgung die Software Global Batch Traceability (GBT) vom Hersteller SAP eingesetzt. Mithilfe dieser Software werden die Stammdatenobjekte *Charge*, *Produkt* und *Geschäftspartner* verwaltet und mit dem Enterprise Resource Planning (ERP) System integriert. GBT ist dabei als zentrales System konzipiert, welches über eine Schnittstelle von Akteuren der Lieferkette mit Informationen zu einer Charge beliefert werden kann. Diese Schnittstelle verwendet *IDoc*¹ bzw. *XML*² als Austauschformat. Der eigentliche Austausch erfolgt dabei entweder manuell über einen Dateimport/-export Mechanismus oder über das Internet mittels des *HTTP*³ Protokoll. Bei diesem Austausch besteht grundsätzlich die Möglichkeit, dass Datensätze vor dem Austausch oder nachträglich verändert werden können - ohne das Teilnehmer der Lieferkette hiervon etwas mitbekommen würden.

Der Einsatz von *Blockchain-Technologie* könnte in dieser Situation eine Lösung darstellen. Eine *Blockchain* ist ein dezentrales System zur manipulationssicheren Speicherung von Informationen in sog. *Blöcken* die untereinander durch kryptographische Methoden verkettet sind - daher auch der Name *Blockchain*. Eine *Blockchain* verwendet verschiedenste Verfahren zur Konsensbildung innerhalb des Netzwerks, um sicherzustellen das neue *Blöcke* und die darin enthaltenen Transaktionen vom gesamten Netzwerk validiert und verifiziert werden bevor der *Block* in die *Blockchain* geschrieben wird (siehe auch Buterin, 2014; Cardano, 2017; carVertical, 2017;

¹Ein Intermediate Document (IDoc) ist ein Container für den Datenaustausch zwischen SAP und Nicht-SAP-Systemen (SAP SE, 2019).

²Die Extensible Markup Language (XML) ist eine Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten im Format einer Textdatei (Yergeau et al., 2008).

³Hypertext Transfer Protocol (HTTP)

Nakamoto, 2009).

Außerdem kann eine *Blockchain* durch den Einsatz einer kryptographischen *Hashfunktion*⁴ zur Bildung einer Prüfsumme für jeden *Block* innerhalb der *Blockchain* sicherstellen, dass bereits persistierte Informationen nicht ohne weiteres manipuliert werden können. Im Idealfall ist eine *Blockchain* dezentral konzipiert, was bedeutet, dass jeder Teilnehmer eines *Blockchain* Netzwerks eine exakte Kopie des Datenbestands lokal vorhält. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass auch bei einem Ausfall oder einer Kompromittierung einzelner Teilnehmer das Gesamtsystem weiterhin in seiner Funktion stabil bleibt (Drescher, 2017; Tribis et al., 2018).

Aus den beschriebenen Sachverhalten ergibt sich für eine zeitnahe und transparente Rückverfolgung von Chargen über den gesamten Verlauf der Wertschöpfungskette in Produktionsnetzwerken mittels *Blockchain-Technologie* folgende Forschungsfrage:

FF1 Wie muss ein System ausgeprägt sein, um eine Rückverfolgbarkeit von Chargen in der Fleischwarenindustrie über die gesamte Supply Chain mittels Blockchain-Technologie zu realisieren?

- FF1.1 Welche Anforderungen an eine *Blockchain* werden von der Fleischwarenindustrie gestellt?
- FF1.2 Welche Daten müssen in einer *Blockchain* persistiert werden, um eine Rückverfolgbarkeit überhaupt erst möglich zu machen?
- FF1.3 Welche *Blockchain-Technologie* kommt in Frage um FF1 zu realisieren und den spezifischen Anforderungen der Fleischwarenindustrie gerecht zu werden?
- FF1.4 Wie könnte eine System Architektur für ein durch *Blockchain-Technologie* gestütztes System konzipiert sein?

⁴Spezielle Form einer Hashfunktion, welche kollisionsresistent ist. Es ist praktisch nicht möglich, zwei unterschiedliche Eingabewerte zu finden, die einen identischen Hashwert ergeben (Menezes, 1997).

3 Vorgehen / Methodik

Die in Abschnitt 2 beschriebenen Probleme und Herausforderungen sollen gelöst werden mittels der Design Science Methode nach Hevner (2007); Hevner et al. (2004). Dabei konzentriert sich Design Science auf die Entwicklung von (entworfenen) Artefakten mit der Absicht, die funktionale Leistung des Artefakts zu verbessern. Design Science wird in der Regel für Artefakte aus den Kategorien Algorithmen, Mensch-Computer-Schnittstellen und Prozessmodellen. (Kuechler and Vaishnavi, 2008; Pefers et al., 2012) Abbildung 2 stellt die drei Design Science Zyklen nach Hevner (2010) dar.

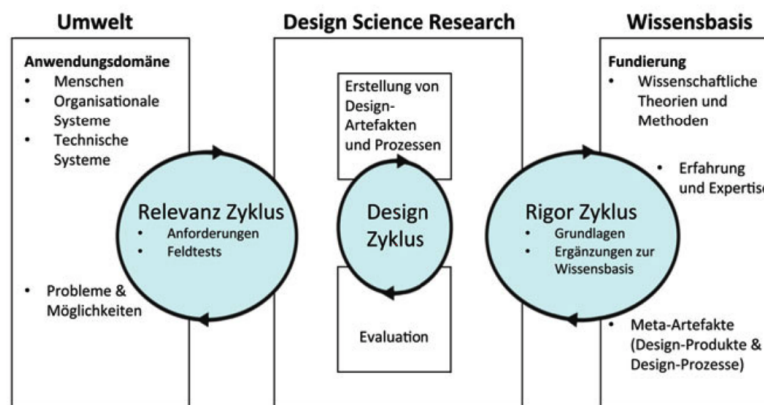


Abbildung 2: Die drei Design Science Zyklen nach Hevner (2010)

Im Sinne des Relevanz Zyklus (siehe auch Simon, 1996) soll eine Betrachtung der bisherigen Supply Chain Systeme und der Wertschöpfungskette inklusive ihrer einzelnen Geschäftsprozesse aus technischer Sicht erfolgen. Als Ergebnis dieser Betrachtung sollen Anforderungen an das Artefakt identifiziert werden. Anschließend wird durch den Rigor Zyklus eine wissenschaftliche Basis erarbeitet, um bereits vorhandene Erkenntnisse in die Arbeit einfließen zu lassen. Durch den Rigor Zyklus soll sichergestellt werden, dass das Artefakt eine Innovation darstellt und nicht bereits erforschte Resultate repliziert werden (Hevner, 2010). Innerhalb des Design Zyklus soll ein möglicher System Entwurf zur Lösung der Probleme aus Abschnitt 2 erarbeitet werden. Dieser System Entwurf wird als Prototyp implementiert und anschließend einer Evaluation durch Experteninterviews (siehe auch Wilde and Hess, 2007) unterzogen.

4 Ziele

Ziel dieser Arbeit ist es, durch Entwicklung und Evaluation eines Prototyps die Möglichkeiten und Grenzen der *Blockchain-Technologie* im Kontext der Chargenrückverfolgung in der Fleischwarenindustrie zu überprüfen. Dabei sollen die dafür nötigen Daten und Informationen ermittelt und in einen System Entwurf eingearbeitet werden. Außerdem ist angestrebt aus der Vielzahl von unterschiedlichen Implementierungen einer *Blockchain* genau die Ausprägung zu identifizieren, welche für die spezifischen Anforderungen der Fleischwarenindustrie ideal erscheint.

Konkret lassen sich hieraus folgende Ziele und erwartete Ergebnistypen zu den jeweiligen Forschungsfragen aus Kapitel 2 ableiten.

- Diskussion verwandter Arbeiten aus Wissenschaft und Praxis für FF1.1
- Anforderungserhebung und -analyse mit dem Praxispartner für FF1.1
 - Funktional
 - Qualitativ
 - Rahmenbedingungen
- Prozessanalyse für FF1.2
 - Identifikation des „kritischen Pfads“ im IST-Prozess
 - Modellierung eines SOLL-Prozess bei Einsatz von *Blockchain-Technologie*
- SWOT-Analyse für FF1.3
- Ableitung eines Systementwurf mittels Design Science Research für FF1.4
- Entwicklung eines Prototypen anhand der Ergebnisse von FF1.1-4 für FF1
- Evaluation des Prototypen durch Experteninterview für FF1

Der entstandene Prototyp soll beim Praxispartner Westfleisch SCE mbH als Entscheidungshilfe für eine zukünftige Innovationsstrategie zur Optimierung der Lieferkette dienen.

5 Vorläufige Gliederung

1. Einleitung

- 1.1. Motivation
- 1.2. Problemstellung
- 1.3. Vorgehen / Methodik
- 1.4. Ziele
- 1.5. Aufbau der Arbeit

2. Verwandte Arbeiten aus Wissenschaft und Praxis

- 2.1. Finanzindustrie
- 2.2. Energiehandel
- 2.3. Logistik

3. Grundlagen

3.1. Chargenrückverfolgung

- 3.1.1. Einordnung in die Wertschöpfungskette
- 3.1.2. tbd
- 3.1.3. tbd
- 3.1.4. tbd

3.2. *Blockchain-Technologie*

3.2.1. Definition

3.2.2. Arten von *Blockchain*

- 3.2.2.1. Permissioned versus Permissionless
- 3.2.2.2. Public versus Federated versus Private

3.2.3. Technologischer Aufbau

- 3.2.3.1. Peer-to-Peer Netzwerk
- 3.2.3.2. Signierte Transaktionen durch Public-Key-Infrastruktur
- 3.2.3.3. Kryptographisches Hashing
- 3.2.3.4. Konsensusprotokolle

3.2.4. Bekannte Anwendungsfälle von *Blockchain-Technologie*

4. Systementwurf

- 4.1. Vorgehensweise Anforderungsbeschreibung
- 4.2. Das Ziel: Chargenrückverfolgung innerhalb der Fleischwarenindustrie
- 4.3. Prozess der Chargenrückverfolgung im Detail
- 4.4. Rahmenbedingungen und Qualitätsanforderungen
 - 4.4.1. Teilnehmer der Lieferkette
 - 4.4.2. Auswahl der zu verfolgenden Chargen
 - 4.4.3. Hyperledger
 - 4.4.4. Qualitätsanforderungen
- 4.5. Systementwurf gemäß Architekturkonzept
- 4.6. Anforderungen Business Netzwerk
- 4.7. Anforderungen Sicherheit
- 4.8. Anforderungen Konsensalgorithmus
- 4.9. Zusammenfassung Systementwurf

5. Technische Umsetzung

- 5.1. Business Netzwerk
- 5.2. Sicherheit
- 5.3. Hashingverfahren
- 5.4. Konsensusprotokoll
- 5.5. Smart Contracts
- 5.6. Zusammenfassung technische Umsetzung

6. Evaluation

- 6.1. Experimenteller Aufbau
- 6.2. Resultate

7. Abschlussbetrachtung

- 7.1. Reflexion

7.2. Ausblick

7.3. Fazit

6 Zeitplanung

Phase	Wochen
Literaturrecherche	2
Grundlagen schreiben	4
Anforderungserhebung mit Praxispartner	3
Prototyping	6
Experteninterviews durchführen	2
Auswertung	2
Restarbeiten	3

Literaturverzeichnis

- Buterin, V. (2014). White Paper. <http://bit.ly/2KOC6mK>. abgerufen am 23.05.2018.
- Cardano (2017). Why we are building Cardano. <https://goo.gl/4xcTW1>. aufgerufen am 05.04.2018.
- carVertical (2017). Whitepaper. <https://www.carvertical.com/carvertical-whitepaper.pdf?updated=20171224>. aufgerufen am 05.04.2018.
- Die Grünen (2013). PFERDEFLEISCHSKANDAL: WO BLEIBEN DIE GESETZE?! <http://bit.ly/2Do1Lkj>. aufgerufen am 09.02.2019.
- Drescher, D. (2017). *Blockchain Grundlagen : Eine Einführung in die elementaren Konzepte in 25 Schritten*. mitp, Frechen, 1. auflage. edition.
- Efken, J., Deblitz, C., Kreins, P., Krug, O., Kueest, S., Peter, G., and Hass, M. (2015). Stellungnahme zur aktuellen Situation der Fleischerzeugung und Fleischwirtschaft in Deutschland.
- Europa Parlament und Europäischer Rat (2002). Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32002R0178>. abgerufen am 07.02.2019.
- Florian Glatz, Friederike Ernst, J. L. (2018). Deutsche Regierung setzt auf Blockchain. <https://goo.gl/qzFfhE>. abgerufen am 05.04.2018.
- Hevner, A. (2007). A three cycle view of design science research. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 19.
- Hevner, A. (2010). Design research in information systems : theory and practice.
- Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., and Ram, S. (2004). Design science in information systems research. *MIS Quarterly*, 28(1):75–105.
- Kuechler, B. and Vaishnavi, V. (2008). On theory development in design science research: anatomy of a research project. *European Journal of Information Systems*, 17(5):489–504.

- Menezes, A. J. (1997). Handbook of applied cryptography.
- Nakamoto, S. (2009). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. <http://bit.ly/2KL3zWM>. abgerufen am 23.05.2018.
- Panetta, K. (2017). Top Trends in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2017. <https://goo.gl/acfrrr>. abgerufen am 05.04.2018.
- Peppers, K., Rothenberger, M., and Kuechler, B., editors (2012). *Design Science Research in Information Systems. Advances in Theory and Practice*. Springer Berlin Heidelberg.
- Platzer, J. (2014). *Bitcoin : kurz & gut*. O'Reilly Verlag, Köln.
- SAP SE (2019). IDocs (SAP Library. <http://bit.ly/2tUpZhD>. abgerufen am 06.03.2019.
- Siepermann, C., Vahrenkamp, R., Siepermann, M., and Amann, M. (2015). Risikomanagement in Supply Chains : Gefahren abwehren, Chancen nutzen, Erfolg generieren.
- Simon, H. A. (1996). *The sciences of the artificial*. MIT Press, 3 edition.
- Tribis, Y., Bouchti, A. E., and Bouayad, H. (2018). Supply chain management based on blockchain: A systematic mapping study. *MATEC Web of Conferences*, 200:00020.
- Wilde, T. and Hess, T. (2007). Forschungsmethoden der wirtschaftsinformatik; eine empirische untersuchung. *Wirtschaftsinformatik*, 49(4).
- Yergeau, F., Sperberg-McQueen, M., Maler, E., Paoli, J., and Bray, T. (2008). Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Fifth Edition). W3C recommendation, W3C. <http://www.w3.org/TR/2008/REC-xml-20081126/>.