



Chargenrückverfolgung in der Fleischwarenindustrie - Konzeption und prototypische Implementierung einer Blockchain Lösung

Masterarbeit

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: 30. April 2017

Inhaltsverzeichnis

Akronyme	IV
Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1. Motivation	1
1.2. Problemstellung	3
1.3. Vorgehen / Methodik	4
1.4. Ziele	5
1.5. Aufbau der Arbeit	7
2. Verwandte Arbeiten	8
2.1. Thunfisch Traceability	8
2.2. Halal Food Chain	8
2.3. Fruchthändler	8
3. Grundlagen	9
3.1. Chargenrückverfolgung	9
3.1.1. Definition Charge	9
3.1.2. Einordnung in die Wertschöpfungskette	10
3.1.3. Zentrale vs. dezentrale Ansätze	12
3.1.4. Dokumentationspflichten	12
3.1.5. ???Besonderheiten der Fleischwarenindustrie???	13
3.2. <i>Blockchain-Technologie</i>	13
3.2.1. Definition	13
3.2.2. Arten von <i>Blockchain</i>	13
3.2.3. Technologischer Aufbau	14
4. Lösungskonzept	15
4.1. SWOT-Analyse der <i>Blockchain-Technologie</i>	15
4.2. Nutzwertanalyse	15
4.3. ???	15
4.4. Zusammenfassung Lösungskonzept	15
5. Systementwurf	16
5.1. Vorgehensweise Anforderungsbeschreibung	16
5.2. Das Ziel: Chargenrückverfolgung innerhalb der Fleischwarenindustrie	16
5.3. Prozess der Chargenrückverfolgung im Detail	16

5.4.	Rahmenbedingungen und Qualitätsanforderungen	16
5.5.	Systementwurf gemäß Architekturkonzept	16
5.6.	Anforderungen Business Netzwerk	16
5.7.	Anforderungen Sicherheit	16
5.8.	Anforderungen Konsensalgorithmus	16
5.9.	Zusammenfassung Systementwurf	16
6.	Technische Umsetzung	17
6.1.	Business Netzwerk	17
6.2.	Smart Contracts	17
6.3.	Zusammenfassung technische Umsetzung	17
7.	Evaluation	18
7.1.	Experimenteller Aufbau	18
7.2.	Resultate	18
7.2.1.	Transaktionskosten	18
7.2.2.	Transaktionsgeschwindigkeit	18
7.2.3.	Datenverfügbarkeit	18
7.2.4.	Innovationskraft	18
8.	Abschlussbetrachtung	19
8.1.	Zusammenfassung	19
8.2.	Reflexion	19
8.3.	Ausblick	20
A.	Anhang	VII
	Literaturverzeichnis	VIII

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
LKV	Los-Kennzeichnungs-Verordnung	10
LMKV	Lebensmittelkennzeichnungsverordnung	13
LMBG	Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz	13
GFSI	Global Food Safety Initiative	13
IFS	International Food Standard	13
BRC	British Retail Consortium	13
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Points	12

Abbildungsverzeichnis

1.	Gartner Hype Cycle 2017	2
2.	Die drei Design Science Zyklen nach Hevner	5
3.	Wertschöpfungskette: Lebensmittelindustrie	11
4.	Placeholder Half Page	14
5.	Placeholder Half Page	15

Tabellenverzeichnis

1. Einleitung

1.1. 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.

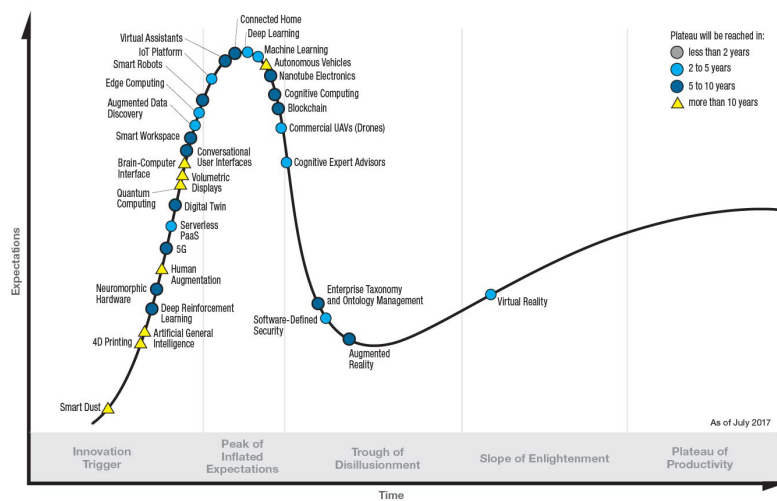


Abbildung 1: Emerging Technologies Hype Cycle 2017(Panetta, 2017)

„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“ (Platzer, 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).

1.2. 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 Dateiimport/-export Mechanismus oder über das Internet mittels des *HTTP*³ Protokolls. 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.

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:

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)

FF1 Wie kann die Rückverfolgbarkeit von Chargen in der Fleischwarenindustrie entlang der gesamten Lieferkette mithilfe von *Blockchain-Technologie* realisiert werden?

- FF1.1 Welche Anforderungen an ein System zur Rückverfolgbarkeit von Chargen werden seitens der Fleischwarenindustrie gestellt?
- FF1.2 Welche Daten müssen in einer *Blockchain* persistiert werden, um eine Rückverfolgbarkeit zu ermöglichen?
- FF1.3 Welche *Blockchain-Technologie* kommt in Frage um FF1 zu realisieren und den spezifischen Anforderungen der Fleischwarenindustrie gerecht zu werden?
- FF1.4 Welche Systemarchitektur erfüllt die Anforderungen der Fleischwarenindustrie, um eine Chargenrückverfolgung zu realisieren?

1.3. Vorgehen / Methodik

Die in Abschnitt 1.2 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 verwendet (Kuechler and Vaishnavi, 2008; Peffers et al., 2012). Abbildung 2 stellt die drei Design Science Zyklen nach Hevner (2010) dar.

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 Systementwurf zur Lösung der Probleme aus Abschnitt 1.2

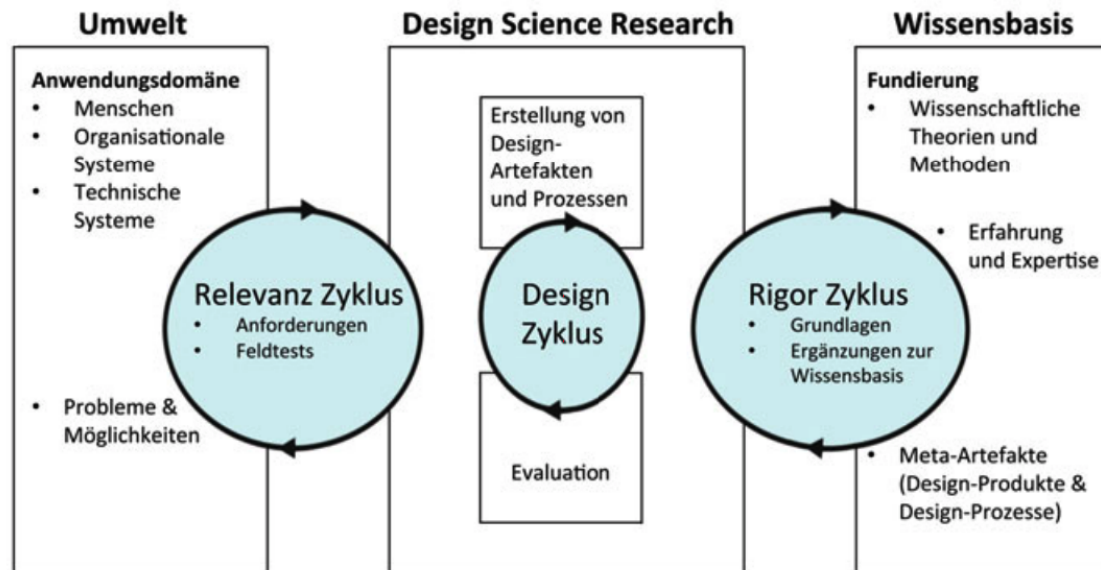


Abbildung 2: Die drei Design Science Zyklen nach Hevner (2010) (Trepper, 2015)

erarbeitet werden. Dieser Systementwurf wird als Prototyp implementiert und anschließend einer Evaluation durch Experteninterviews (siehe auch Wilde and Hess, 2007) unterzogen.

1.4. Ziele

Der Einsatz von *Blockchain-Technologie* könnte - für die in Kapitel 1.2 beschriebene Problemstellung - 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, dass 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; Nakamoto, 2009).

Außerdem kann eine *Blockchain* durch den Einsatz einer kryptographischen *Hashfunktion*⁴ zur Bildung einer Prüfsumme für jeden *Block* innerhalb der *Blockchain*

⁴Spezielle Form einer Hashfunktion, welche kollisionsresistent ist. Es ist praktisch nicht möglich,

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).

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 Systementwurf 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 1.2 ableiten.

- Identifikation verwandter Arbeiten aus Wissenschaft und Praxis für FF1.1
- Anforderungserhebung und -analyse mit dem Praxispartner für FF1.1
 - Funktional
 - Qualitativ
 - Rahmenbedingungen
- Prozessaufnahme und -analyse für FF1.2
 - Schwachstellenanalyse des *Ist*-Prozess
 - Modellierung eines *Soll*-Prozess bei Einsatz von *Blockchain-Technologie*
- SWOT-Analyse als Vorbereitung für eine Nutzwertanalyse zur Klärung von FF1.3
- Ableitung eines Systementwurfs mittels Design Science Research für FF1.4

zwei unterschiedliche Eingabewerte zu finden, die einen identischen Hashwert ergeben (Menezes, 1997).

- Entwicklung eines Prototyps anhand der Ergebnisse von FF1.1-4 für FF1
- Evaluation des Prototyps durch Experteninterview für FF1

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

1.5. Aufbau der Arbeit

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

2. Verwandte Arbeiten

2.1. Thunfisch Traceability

2.2. Halal Food Chain

2.3. Fruchthändler

3. Grundlagen

3.1. Chargenrückverfolgung

3.1.1. Definition Charge

Eine Charge bezeichnet eine Menge eines Produkts, die unter einheitlichen Bedingungen entstanden ist. Bei dem Produkt kann es sich beispielsweise um Werkstoffe, Bauteile, Baugruppen oder Endprodukte handeln. Die Begriffe Los oder Partie werden oft als Synonym für Charge verwendet. In einigen Branchen ist die Produktion auf die Erzeugung definierter Chargen zugeschnitten. Diese Chargenproduktion, die auch diskontinuierliche Produktion genannt wird, zeichnet sich durch einen zeitlich unterbrochenen Materialfluss aus. So kann ein Produktionsgefäß mit unterschiedlichen Rohstoffen befüllt und anschließend verarbeitet werden. In der diskontinuierlichen Produktion versteht man daher unter einer Charge eine Menge eines Erzeugnisses, welche in einem Produktionsgang gefertigt worden ist und identische Kennzeichen in Bezug auf Materialzusammensetzung, Fertigungsprozess und Produktqualität aufweist. Beispiele hierfür finden sich in der Stahlproduktion, der pharmazeutischen und chemischen sowie in der Lebensmittelindustrie (Günther and Tempelmeier, 2012).

Inzwischen wird der Begriff der Charge aber auch in der kontinuierlichen Produktion verwendet. Die Charge wird dabei durch die Berücksichtigung einer oder mehrerer der folgenden Eigenschaften charakterisiert:

- Herstellung auf einer Fertigungslinie,
- einheitliche Zulieferteile,
- homogene Qualität,
- gleichbleibende Prozesskette,
- identisches Produktionsdatum.

Es bleibt festzuhalten, dass die Parameter in der kontinuierlichen Produktion nicht so eindeutig abgrenzbar sind wie in der diskontinuierlichen Produktion. Zudem können in der kontinuierlichen Produktion Schwankungen durch dynamische

Prozesse wie Abnutzung von Werkzeugen auftreten, die innerhalb einer definierten Charge zu deutlichen Qualitätsunterschieden führen können und so die Praxistauglichkeit der Chargenverfolgung in Frage stellen.

In der für die Lebensmittelindustrie wichtigen Los-Kennzeichnungs-Verordnung (LKV) wird unter einem Los „die Gesamtheit von Verkaufseinheiten eines Lebensmittels verstanden, das unter praktisch gleichen Bedingungen erzeugt, hergestellt oder verpackt wurde.“ (Bundesregierung, 1993). Dagegen bezeichnen laut Code of Federal Regulation Los oder Charge „ein oder mehrere Bauteile oder fertige Geräte eines einzigen Typs, Version, Klasse, Größe, Zusammensetzung oder Software Version, welche im wesentlichen unter gleichen Bedingungen hergestellt werden und die innerhalb spezifizierter Grenzen einheitliche Eigenschaften und Qualität haben sollen.“ (Food and Drug Administration, 1996). Somit können auch einzelne Produkte eine Charge oder ein Los bilden. Im Hinblick auf eine möglichst genaue Eingrenzung bestimmter Produkte beispielsweise bei einer Rückrufaktion sollte eine kleinstmögliche Chargengröße gewählt werden, die im Idealfall nur ein einzelnes Produkt umfasst.

3.1.2. Einordnung in die Wertschöpfungskette

Die Chargenverfolgung wird innerhalb des Produktionsprozesses für das Upstream Tracing und in dem Distributionsprozess für das Downstream Tracing eingesetzt. Bei einer gut organisierten Chargenverfolgung im Downstream Prozess behält der Hersteller den Überblick, wo seine Produkte wann gelagert, verkauft und eingesetzt werden und ist so in der Lage, gezielt Rückrufe durchzuführen. Durch die Chargenverfolgung im Upstream Prozess können eventuelle Qualitätsprobleme bis zum Vorlieferanten nachverfolgt werden. Abbildung 3 zeigt schematisch die Wertschöpfungskette in der Lebensmittelindustrie. Bei einem optimal eingerichteten Up- und Downstream Tracing behalten die Hersteller und Konsumenten während der ganzen Wertschöpfung einen Überblick wo sich die Waren aktuell im Einsatz befinden.

Downstream Tracing (Abwärts-Rückverfolgbarkeit) Als Downstream Tracing wird die Rückverfolgbarkeit ausgehend vom Erzeuger zum Endprodukt bezeichnet. Gegenstand der Rückverfolgung ist typischerweise ein Los (Charge) oder eine einzelne Einheit eines Produkts. Abhängig vom Grad der Integration innerhalb der

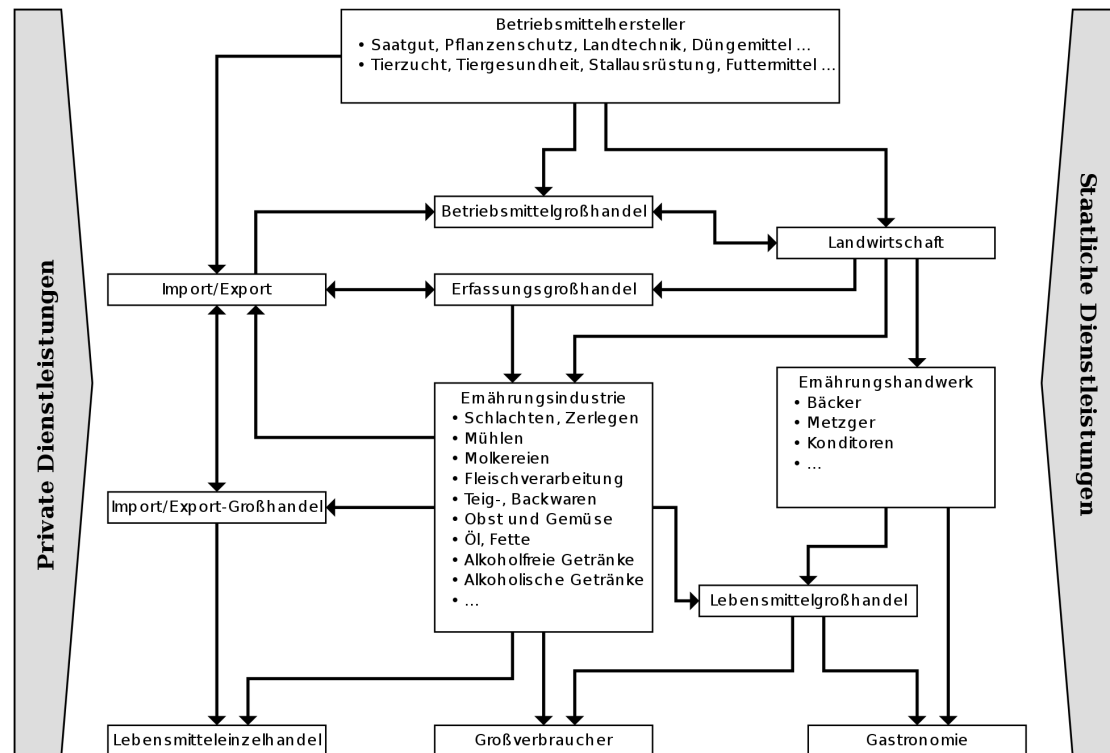


Abbildung 3: Wertschöpfungskette: Lebensmittelindustrie

Lieferkette lässt sich die Rückverfolgung bis zum Einzelhandel bzw. auch bis zum Endverbraucher durchführen. Zum Einsatz kommt das Downstream Tracing wenn Probleme in Waren zu einem späten Zeitpunkt festgestellt wurden und geprüft werden muss in welchen Endproduktchargen sich hierdurch weitere Probleme ergeben könnten (Trienekens and Beulens, 2001; Zailani et al., 2010). Wegner-Hambloch (2004) beschreibt Downstream Tracing als „Ortsbestimmung von bereits hergestellten Produkten zwecks nachträglichen Rückrufs von gesundheitsgefährdenden Produkten“.

Upstream Tracing (Aufwärts-Rückverfolgbarkeit) Unter Upstream Tracing versteht man die Rückverfolgbarkeit vom Endverbraucher in Richtung des Erzeugers. Tritt ein Problem bei Lebensmittelprodukten auf wird das Upstream Tracing zur Ursachenforschung eingesetzt. So lassen sich Probleme die beispielsweise vom Konsumenten beim Endprodukt oder bei einer Qualitätskontrolle von Teilprodukten

festgestellt wurden zurückverfolgen bis zum Urerzeuger (Trienekens and Beulens, 2001; Zailani et al., 2010). Nach Wegner-Hambloch (2004) ist Upstream Tracing „die Bestimmung der Produktgeschichte vom Endprodukt [...] bis zu den Futtermitteln.“

3.1.3. Zentrale vs. dezentrale Ansätze

Unterschied zwischen zentraler Informationssysteme (F-Trace) und dezentraler logischer Systeme (Zugriff auf F-Trace). Letzteres sind nur dem Anschein nach dezentral. Ihre zugrunde liegende Infrastruktur der Informationssysteme ist zentral und wird von einem Intermediär verwaltet und betrieben. Angriffspunkte für Manipulation und Kontrolle eines einzelnen rausarbeiten. (allgemeine fleischer zeitung, 2011; Steins, 2015)

3.1.4. Dokumentationspflichten

Für landwirtschaftliche Waren und daraus hergestellte Nahrungsmittel existieren eine Vielzahl von gesetzlichen Regelungen aus denen Bedingungen und Anforderungen zum Thema Rückverfolgbarkeit abgeleitet werden können. Die VO (EG) Nr. 178/02 (Europa Parlament und Europäischer Rat, 2002) wird in diesem Kontext als Basisverordnung gesehen. Darüber hinaus sind die horizontale Lebensmittelhygieneverordnung sowie die vertikalen Hygieneverordnungen für Fleisch und Fleischerzeugnisse, Milch- und Milcherzeugnisse, Fisch und Fischerzeugnisse mit der Vorgabe zur Umsetzung betrieblicher Eigenkontrollen oder Einrichtung eines HACCP-Systems⁵ elementare Bestandteile eines wirkungsvollen, innerbetrieblichen Rückverfolgungssystems in Lebensmittelbetrieben.

Eine verbindliche fünfjährige Speicherung von Daten der Transaktionen bezüglich der Lieferanten und Abnehmer ist ebenfalls verbindlich festgelegt.

Weitere Regelungen zur Rückverfolgbarkeit für die EU:

- Rindfleischetikettierungs-VO (EWG) Nr. 1760/2000

⁵Englisch für *Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)*. Beschreibt ein Qualitätskontrollsystem für den sicheren Umgang mit Lebensmitteln durch strukturierte und präventive Maßnahmen zur Verhinderung von Erkrankungen und Verletzungen des Konsumenten. (Europa Parlament und Europäischer Rat, 2004)

- EU-Öko-VO (EWG) 2092/91
- EU-Verordnung über amtliche Futter- und Lebensmittelkontrollen (Vorschlag vom 5. Februar 2003)
- Vermarktungsnormen für Eier 1907/90/EWG

Nationale Regelungen für Deutschland:

- Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (LMKV)
- Los-Kennzeichnungs-Verordnung (LKV)
- verschiedene Fleisch- und Geflügelfleisch-Hygienevorschriften
- Weingesetz und Weinwirtschaftsgesetz
- Handelsklassenrecht
- Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetz (LMBG)

Über die gesetzlichen Regelungen hinaus gelten verbindliche Standards der Handelsseite, die übergreifend von der Global Food Safety Initiative (GFSI) vorgegeben werden. Der in Deutschland meist gefragte International Food Standard (IFS), der Standard des British Retail Consortium (BRC) für Lieferanten nach England und diverse andere Standards definieren das detaillierte Anforderungsniveau transparenter Warenströme aus Handelssicht für den Hersteller.

3.1.5. ???Besonderheiten der Fleischwarenindustrie???

3.2. Blockchain-Technologie

3.2.1. Definition

3.2.2. Arten von Blockchain

Permissioned vs. Permissionless

Public vs. Consortium vs. Private

3.2.3. Technologischer Aufbau

Peer-to-Peer Netzwerke

Signierte Transaktionen durch Public-Key-Infrastruktur

Kryptographisches Hashing

Konsensusprotokolle

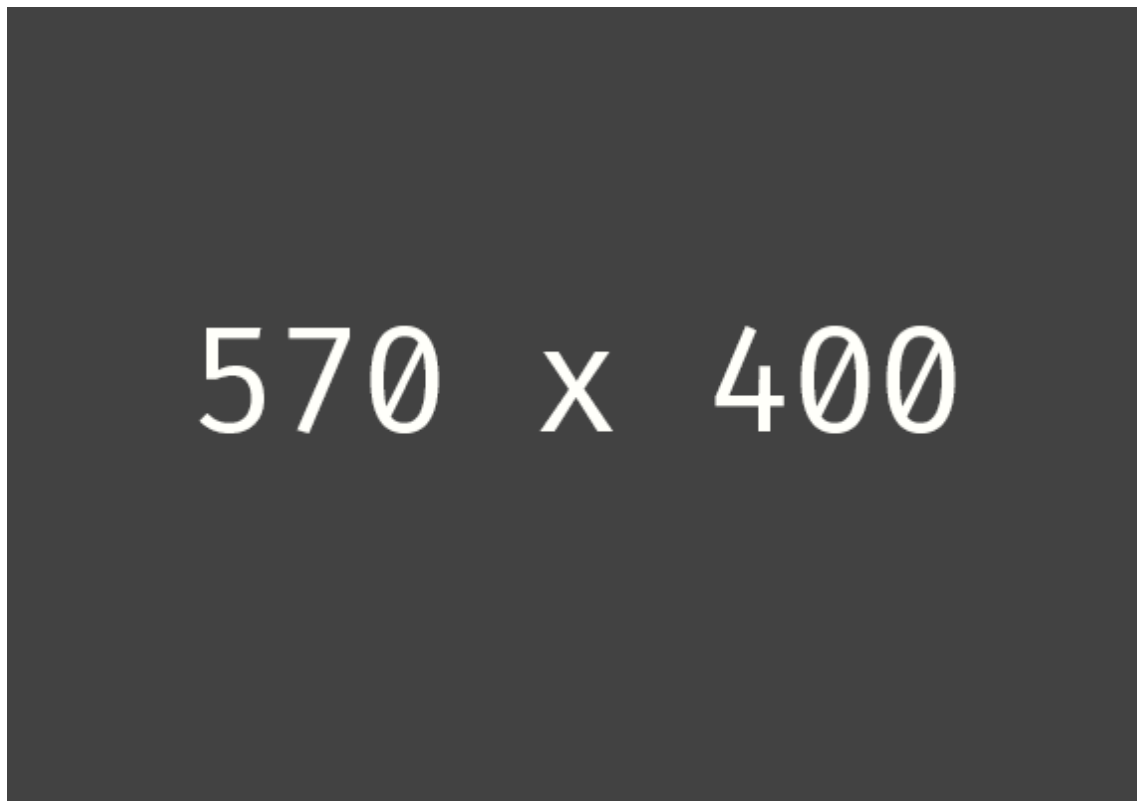


Abbildung 4: Placeholder Half Page

Proof-of-Work

Proof-of-Stake

Delegated Proof-of-Stake

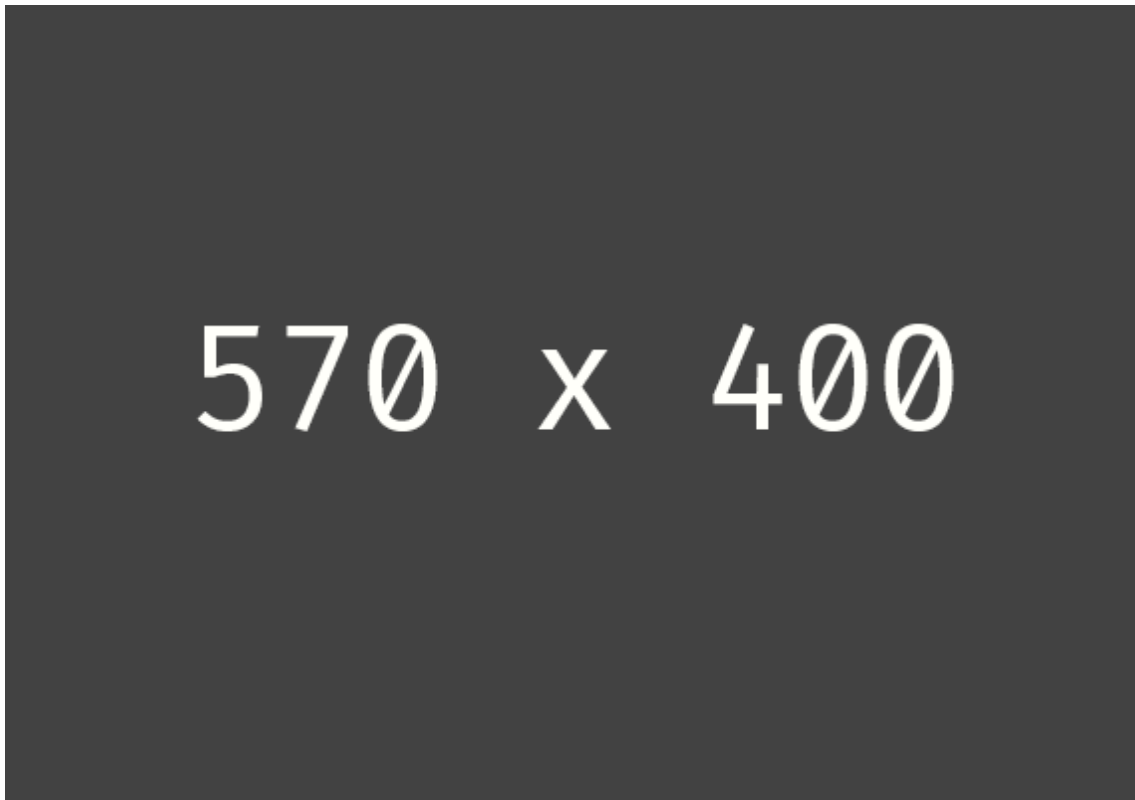


Abbildung 5: Placeholder Half Page

4. Lösungskonzept

4.1. SWOT-Analyse der Blockchain-Technologie

4.2. Nutzwertanalyse

4.3. ???

4.4. Zusammenfassung Lösungskonzept

5. Systementwurf

5.1. Vorgehensweise Anforderungsbeschreibung

5.2. Das Ziel: Chargenrückverfolgung innerhalb der Fleischwarenindustrie

5.3. Prozess der Chargenrückverfolgung im Detail

5.4. Rahmenbedingungen und Qualitätsanforderungen

5.5. Systementwurf gemäß Architekturkonzept

5.6. Anforderungen Business Netzwerk

Transaktional

Geschwindigkeit

Transparenz

Vertrauen

Unveränderlichkeit

Geschäftsregeln

5.7. Anforderungen Sicherheit

5.8. Anforderungen Konsensalgorithmus

5.9. Zusammenfassung Systementwurf

6. Technische Umsetzung

6.1. Business Netzwerk

6.2. Smart Contracts

6.3. Zusammenfassung technische Umsetzung

7. Evaluation

7.1. Experimenteller Aufbau

7.2. Resultate

7.2.1. Transaktionskosten

7.2.2. Transaktionsgeschwindigkeit

7.2.3. Datenverfügbarkeit

7.2.4. Innovationskraft

8. Abschlussbetrachtung

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt.

8.1. Zusammenfassung

Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim.

Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz!“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf

8.2. Reflexion

Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark.

„Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren

Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern.

Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich.

8.3. Ausblick

Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim.

Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf Boxkämpfer quer über den großen Sylter Deich. Falsches Üben von Xylophonmusik quält jeden größeren Zwerg. Heizölrückstoßabdämpfung. Zwei flinke Boxer jagen die quirlige Eva und ihren Mops durch Sylt. Franz jagt im komplett verwahrlosten Taxi quer durch Bayern. Zwölf Boxkämpfer jagen Viktor quer über den großen Sylter Deich. Vogel Quax zwickt Johnys Pferd Bim. Sylvia wagt quick den Jux bei Pforzheim. Polyfon zwitschernd aßen Mäxchens Vögel Rüben, Joghurt und Quark. „Fix, Schwyz“ quäkt Jürgen blöd vom Paß. Victor jagt zwölf

A. Anhang

Weitere Informationen werden im Anhang abgedruckt (z. B. Listings).

```
10 PRINT "Sales and Distribution"  
20 GOTO 10
```

Literaturverzeichnis

- allgemeine fleischer zeitung (2011). Weg von der Insellösung - Tönnies will GS1-Standard in F-Trace einbinden. *afz - allgemeine fleischer zeitung*, (33).
- Bundesregierung (1993). Los-Kennzeichnungs-Verordnung.
- 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.
- Europa Parlament und Europäischer Rat (2004). Verordnung (EG) Nr. 852/2004 des Europäischen Parlaments und des Rates. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex:32004R0852>. abgerufen am 30.03.2019.
- Florian Glatz, Friederike Ernst, J. L. (2018). Deutsche Regierung setzt auf Blockchain. <https://goo.gl/qzFfhE>. abgerufen am 05.04.2018.

- Food and Drug Administration (1996). Quality System Regulation, Code of Federal Regulations 21 CFR Part 820, Verordnung zur Einführung von guten Herstellungspraktiken (Good Manufacturing Practice) für die Herstellung, Entwicklung, Validierung, Verpackung, Lagerung und Installation von Medizingeräten.
- Günther, H.-O. and Tempelmeier, H. (2012). *Produktion und Logistik*.
- 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.
- Steins, M. O. (2015). Nur eine Schnittstelle für alle Kunden und Lieferanten - Pilotprojekt zu Traceability in der O+G-Branche - GS1 Standards als einheitliche Grundlage. *Lebensmittel Zeitung*, (5).
- Trepper, T. (2015). *Fundierung der Konstruktion agiler Methoden : Anpassung, Instanziierung und Evaluation der Methode PiK-AS*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden s.l.
- 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.
- Trienekens, J. and Beulens, A. (2001). The implications of EU food safety legislation and consumer demands on supply chain information systems. In *11th Annual world food and agribusiness forum, Sydney*.
- Wegner-Hambloch, S. (2004). *Rückverfolgbarkeit in der Praxis: Artikel 18 und 19 der VO (EG) Nr. 178/2002 schnell und einfach umgesetzt*. Behr's Verlag DE.
- 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/>.
- Zailani, S., Arrifin, Z., Abd Wahid, N., Othman, R., and Fernando, Y. (2010). Halal traceability and halal tracking systems in strengthening halal food supply chain for food industry in Malaysia (a review). *Journal of food Technology*, 8(3):74–81.

Abschließende Erklärung

Ich versichere hiermit, dass ich meine Masterarbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt habe, und dass ich alle von anderen Autoren wörtlich übernommenen Stellen wie auch die sich an die Gedankengänge anderer Autoren eng anlegenden Ausführungen meiner Arbeit besonders gekennzeichnet und die Quellen zitiert habe.

Oldenburg, den 1. April 2019

Nils Lutz