



# Schlussbericht

gem. Nr. 3.2 BNBest-BMBF 98

*Für das Vorhaben*

Verbundprojekt: Hanseatische Blockchain-Innovationen für Logistik und Supply Chain Management  
(HANSEBLOC)

Teilprojekt: Anwendungsfälle und Evaluation

*Projektpartner*

Kühne Logistics University, Großer Grasbrook 17, 20457 Hamburg

*Förderkennzeichen*

03VNE2044J



## Autoren

Twenhöven, Thomas

Petersen, Moritz

## Ort, Datum

Hamburg, 09.06.2021



## Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>Kurzdarstellung .....</b>	<b>4</b>
1.	Aufgabenstellung .....	4
2.	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde .....	4
3.	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	5
4.	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde .....	9
5.	Zusammenarbeit mit anderen Stellen .....	10
<b>II.</b>	<b>Eingehende Darstellung.....</b>	<b>12</b>
1.	Verwendung der Zuwendung und Darstellung des erzielten Ergebnisses im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele.....	12
2.	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises .....	27
3.	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit .....	27
4.	Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans.....	28
5.	Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen .....	28
6.	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr.6. BNBest-BMBF 98.....	29
<b>III.</b>	<b>Referenzen .....</b>	<b>31</b>



# I. Kurzdarstellung

## 1. Aufgabenstellung

Das Ziel des beantragten Gesamtprojektes besteht darin, Logistikketten durch die Verwendung von Blockchain-Technologie bei erhöhter Vertrauenswürdigkeit transparenter zu gestalten, zu automatisieren und gleichzeitig die Anzahl der Medienbrüche zu reduzieren. Dafür soll die Blockchain eine Schnittstelle zwischen bestehenden IT-Systemen im Bereich Spedition und Transportmanagement schaffen. Im Gegensatz zu verwandten Projekten fokussiert HANSEBLOC stark lokale, aber erweiterbare Lösungen. Diese sollen in einem überschaubaren Zeitrahmen nicht nur prototypisch, sondern voll operativ in Betrieb gehen und somit zu einem Wettbewerbsvorteil für die beteiligten Unternehmen der Logistik-Initiative Hamburg sowie der Logistikmetropole Hamburg führen.

Das Teilvorhaben der Kühne Logistics University (KLU) beschäftigt sich primär mit der Identifikation und Auswahl von Anwendungsfällen für Blockchain, Smart Contracts und Smart Oracles in der Logistik sowie mit der Evaluation der entwickelten technischen Lösungen zu diesem Thema. Insgesamt soll damit die Anschlussfähigkeit der Blockchain-Implementierung an die Arbeitsprozesse in der Logistik gewährleistet werden.

## 2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das Teilprojekt der KLU ist in ein größeres Gesamtvorhaben mit anderen Teilnehmern eingebettet. Trotz der individuellen Verantwortung für die jeweiligen Aufgaben handelt es sich in der Praxis nicht um unabhängige Teilprojekte, sondern um Beiträge zu einem Gesamtprojekt. Den Kern des Projekts bilden daher die enge Abstimmung und eine direkte Zusammenarbeit mit allen Partnern. Insgesamt keine eindeutige Zuordnung der Teilprojekte der jeweiligen Partner zu den inhaltlichen Arbeitspaketen des Gesamtprojekts statt. Zwar wird für jedes Arbeitspaket ein gesamtverantwortliches Unternehmen benannt; in die Bearbeitung der jeweiligen Arbeitspakete sind allerdings immer mehrere Projektpartner involviert. Konkret handelt es sich dabei um das Teilprojekt der KLU und die Teilprojekte der vier technischen der vier fachlichen und eines weiteren akademischen Partners sowie die Arbeit einer Projektkoordinatorin. Konkret sind die folgenden Organisationen eingebunden:

- IT-Unternehmen (technisch)
  - o CHAINSTEP GmbH (CHAINSTEP)
  - o Consider it GmbH (CIT)
  - o HEC GmbH (HEC)
  - o Itemis AG (ITEMIS)



- Logistikunternehmen (fachlich)
  - o Kroop & Co. Transport + Logistik GmbH (KROOP)
  - o Sovereign Speed Group (SOVEREIGN)
  - o SHOT LOGISTICS GMBH (SHOT)
  - o Transimeksa GmbH (ehemals Emons Multitransport GmbH, TRANSIMEKSA)
- Hochschulen:
  - o Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW)
  - o Kühne Logistics University (KLU)
- Projektkoordinatorin:
  - o Logistik-Initiative Hamburg e.V. (LIHH)

Für die umfangreichen Arbeiten im Rahmen von HANSEBLOC standen an der KLU keine Haushaltsmittel zur Verfügung. Deswegen wurde aus den Fördermitteln des BMBF für die gesamte Projektlaufzeit eine Stelle für einen hauptamtlichen Bearbeiter geschaffen. Für besondere Aspekte der Anforderungsanalyse und der Evaluation wurden punktuell weitere, fachlich qualifizierte Mitarbeiter hinzugezogen.

Die KLU konnte für die Bearbeitung auf die Erkenntnisse aus vorherigen Forschungsarbeiten zur Anwendung von Blockchain im Logistik-Sektor zurückgreifen. Die Arbeiten der KLU in diesem Bereich wurden im Laufe des Projekts fortgeführt und sind in zwei weiteren verwandten Forschungsprojekten und zahlreichen Fachveröffentlichungen und Vorträgen gemündet.

### 3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die geplante Struktur des gesamten HANSEBLOC-Projekts wird in Abbildung 1 dargestellt. Das Projekt beginnt mit der Analyse von Anforderungen im Arbeitspaket (AP) 1, die in den folgenden Arbeitspaketen 2-6 umgesetzt werden. Dabei sollen iterativ Versionen der HANSEBLOC-Software aufgebaut werden, die mit jedem Schritt weitere Funktionen bieten. Mit dem Abschluss der Softwareentwicklung erfolgt als Arbeitspaket 7 die Demonstration und Implementierung der HANSEBLOC-Software. Eventuell erforderliche Modifikationen der Software werden realisiert, bis die Software den gewünschten Reifegrad erreicht hat.

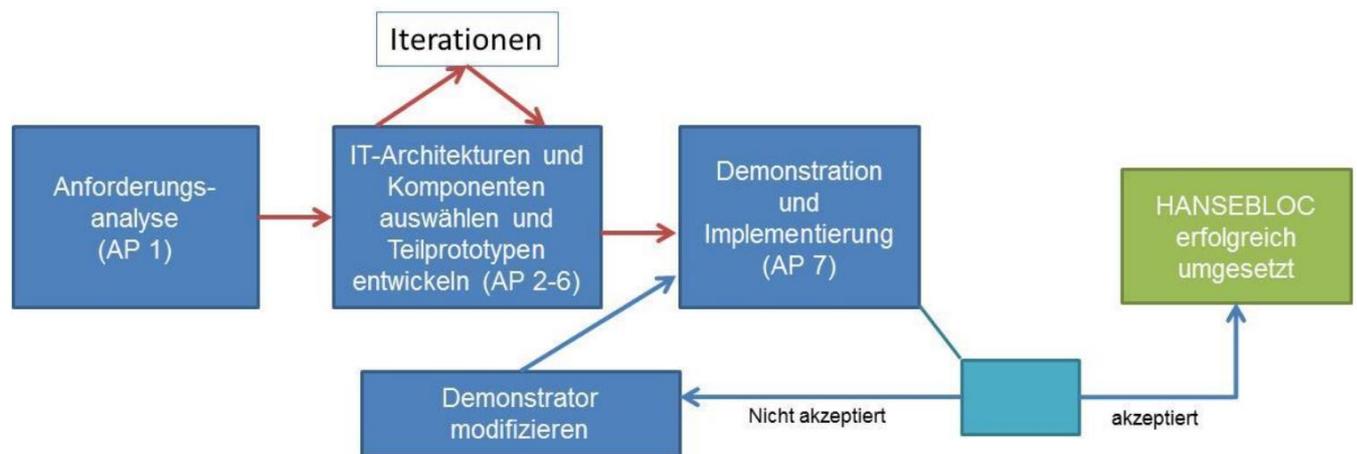


Abbildung 1 - Schematische Projektstruktur HANSEBLOC

Konkret handelt es sich dabei um die folgenden sieben Arbeitspakete:

**AP1: Anwendungsfälle und Anforderungsanalyse, Leitung: Kühne Logistics University**

Ziel dieses Arbeitspaketes ist die Auswahl der im Projekt betrachteten Anwendungsfälle, die Modellierung konkreter Referenzszenarien und die Ableitung von Anforderungen an die prototypische Implementierung

**AP2: Gesamtkonzept für die Sicherheits- und Systemarchitektur, Leitung: HEC**

Ziel des Arbeitspaketes ist die Erstellung eines Gesamtkonzeptes für die anwendungsorientierte System- und Sicherheitsarchitektur

**AP3: Smart Oracles, Leitung: HAW**

Ziel von AP3 ist die Integration von Sensoren als Smart Oracles in die Blockchain, um damit Echtwelt-Informationen automatisiert zur Dokumentation und als Trigger übernehmen zu können.

**AP4: Blockchain, Leitung: CIT**

Ziele von AP4 sind die Auswahl, die prototypische Implementierung, der entwicklungsbegleitende Betrieb und die Evaluation der Blockchain-Technologie zur Nutzung durch das Projekt HANSEBLOC.

**AP5: Smart Contracts, Leitung: ITEMIS**

Ziel dieses Arbeitspaketes ist eine endbenutzerfreundliche Vertragsdefinition mit Domänenspezifischer Sprache (DSL) unter Berücksichtigung von Testbarkeits-, Verifikations- und Simulationsaspekten und anschließender Code-Generierung für die Blockchain.

**AP6: User Interface und Usability, Leitung: HEC**

Ziel ist der Entwurf einer ergonomischen, übersichtlichen und responsiven Benutzeroberfläche,

die sich auf verschiedenen Endgeräten einfach einsetzen lässt.

**AP7: Systemintegration, implementierungsbegleitende Evaluation, Bewertung, Demonstration und Dissemination, Leitung: LIHH**

Aufbauend auf den Ergebnissen der vorangegangenen Arbeitspakete werden die Ergebnisse wissenschaftlich evaluiert und hinsichtlich der technischen Umsetzung bewertet. Die Ergebnisse fließen als Bericht in den Abschlussbericht zum geplanten Vorhaben ein und werden für Disseminationsaktivitäten genutzt.

Der geplante Beginn des 30-monatigen Vorhabens war der 01.01.2018. Die entsprechende zeitliche Abfolge wird in der untenstehenden Tabelle 1 dargestellt. Tatsächlich lag eine vorläufige Mittelbewilligung erst zum 01. April 2018 vor. Aufgrund dieser Einschränkung und der nötigen Vorlaufzeit bei der Besetzung von Stellen hat sich die Bearbeitung des Projekts letztendlich um ein weiteres Quartal verzögert, sodass das Projekt insgesamt erst zum Jahresende 2020 abgeschlossen werden konnte. Einzelne Teilprojekte wurden über diesen Rahmen hinaus verlängert. Das Teilprojekt der Kühne Logistics University wurde zum 31. Dezember 2020 abgeschlossen. Da dieses insbesondere auch die Evaluation beinhaltet, sind einzelne spätere Entwicklungen nicht Bestandteil der Evaluation.

	2018				2019				2020	
	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4	Q 1	Q 2
<b>AP 0</b>	M1									
<b>AP 1</b>			M2							
<b>AP 2</b>					M3					
<b>AP 3</b>										
<b>AP 4</b>						M4				
<b>AP 5</b>										
<b>AP 6</b>										
<b>AP 7</b>										M5

Tabelle 1 – Ursprünglich geplante zeitliche Abfolge der Arbeitspakete

Im Kontext dieser Verzögerungen hat das Konsortium beschlossen, auch die in Abbildung 1 dargestellte Vorgehensweise anzupassen. Grundsätzlich wird in der Softwareentwicklung zwischen zwei Vorgehensweise unterschieden. Im klassischen Wasserfallmodell werden zunächst Anforderungen erhoben und daraufhin eine Software entwickelt, die schlussendlich getestet wird. Im agilen Modell werden iterativ kleinteilig Anforderungen erhoben, Programmteile entwickelt und das jeweilige System getestet. Im Anschluss werden neue Anforderungen erhoben, die zusammen mit den Testergebnissen die Grundlage für weitere Softwareentwicklung bilden. So entsteht ein Zyklus, der die Anwender durch Tests eng in den Entwicklungsprozess einbindet und



somit sicherstellt, dass die entwickelte Software den Anforderungen der Anwender letztendlich gerecht wird. Ursprünglich wurde für das HANSEBLOC-Projekt eine Mischform dieser beiden Herangehensweisen beantragt, bei der wie im Wasserfallmodell zunächst Anforderungen erhoben werden und anschließend, wie im agilen Modell, iterativ Softwarekomponenten entwickelt werden. Um mit den Verzögerungen zu Projektbeginn besser umgehen zu können und eine klare Struktur für das weitere Vorgehen zu haben, wurde im Konsortium entschieden, stattdessen die agile Methode zu verwenden. Diese Veränderung beeinflusst auch das Teilvorhaben der KLU.

Das Teilprojekt der KLU verfolgt im Rahmen dieses Gesamtprojekts drei wesentliche Ziele: (1) Zunächst koordiniert die KLU im Rahmen des AP1 die kriteriengeleitete Auswahl und Modellierung der Referenzszenarien für die Blockchain-Implementierung. Dabei sollen die unterschiedlichen Arbeitsprozesse bei den verschiedenen Partnern untersucht und ein gemeinsames Prozessverständnis erarbeitet werden, das als Basis für die technische Umsetzung in den folgenden Arbeitspaketen fungiert. Konkret soll dieses gemeinsame Verständnis in Form von Anforderungen abgebildet werden. Die KLU begleitet die anschließende Entwicklungsphase zur Überwachung der Umsetzung der Anforderungen. Dies dient vor allem dazu, um für die nächste Phase konkrete Einblicke in den Entwicklungsprozess und das entwickelte System zu erhalten. (2) In dieser dritten Phase führt die KLU im Rahmen des AP7 eine wissenschaftliche Evaluation der Projektergebnisse durch und prüft die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf verwandte Bereiche. (3) Die Kommunikation der Ergebnisse allgemein und insbesondere im wissenschaftlichen Bereich ist ebenfalls Teil dieser Phase.

Insgesamt stellt die KLU damit die Anschlussfähigkeit der Blockchain-Lösung an die logistischen Prozesse sicher. Durch die integrierte Verantwortlichkeit für die Erhebung von Anforderungen und die schlussendliche Auswertung stellt die KLU sicher, dass die Blockchain-Lösung geeignet ist, um reale Arbeitsprozesse in der Logistik digital abzubilden und somit zu unterstützen.

**Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Ziele des Teilvorhabens der KLU durch die geleisteten Arbeiten vollumfänglich erreicht wurden.**

Die geänderte, agile Vorgehensweise im Gesamtprojekt stellt eine Neuausrichtung des Arbeitsprozesses dar und betrifft auch das Teilvorhaben der KLU. Insbesondere verschiebt sich der Schwerpunkt der Arbeiten vom Anfang des Projekts auf die gesamte Laufzeit, sodass eine verstärkte kontinuierliche Arbeit der KLU nötig war und die initiale Personalplanung überarbeitet werden musste. Dennoch ist es der KLU gelungen, alle inhaltlichen Ziele zu erreichen und das Gesamtbudget konstant zu halten. Nur die Zeitreihe des Mittelverbrauchs hat sich verschoben.

Im Rahmen der fachlichen Arbeit hat sich außerdem die Bedeutung der Themen Governance und Privacy herausgestellt, die als Querschnittsthemen keinem speziellen Arbeitspaket zugeordnet



werden können. Da eine adäquate Lösung dieser Probleme für die Anbindung des HANSEBLOC-Systems an die Praxis von großer Bedeutung ist und darüber hinaus auch im akademischen Bereich diskutiert wird, ist die KLU in Zusammenarbeit mit anderen Projektpartnern hier auch fachliche Beiträge geleistet.

#### 4. **Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde**

Die Blockchain-Technologie ist erst 2008 als Basis für die Bitcoin-Währung entstanden und wurde damit zunächst im Finanzsektor eingesetzt (Nakamoto, 2008). Fünf Jahre später entstand die Idee, die Blockchain als Grundlage für komplexere Datenverarbeitungssysteme im Finanzwesen und darüber hinaus zu verwenden (Buterin, 2013). Zum Zeitpunkt der Beantragung und Bewilligung des HANSEBLOC-Projekts wurden in der Logistikbranche hohe positive und in weiten Teilen überzogene Erwartungen sowohl an die Blockchain selbst als auch an in ihr implementierte Smart Contracts gestellt (Hackius & Petersen, 2017; Yli-Huumo et al., 2016). Einzelne Pilotprojekte von Großkonzernen hatten eher visionären Charakter (Groenfeldt, 2017). Dennoch waren hier bereits Potentiale für die Optimierung und Automatisierung logistischer Prozesse erkennbar. Aufgrund der unkonkreten Natur dieser Projekte bestand allerdings Unsicherheit hinsichtlich der Funktionsweise, möglicher Einsatzfelder und der genauen Vorteile der Blockchain und damit verbundenen Technologien wie Smart Contracts und Smart Oracles (Hackius & Petersen, 2017; Kersten et al., 2017; Tapscott & Tapscott, 2016).

Die KLU hat in der Anfangsphase des HANSEBLOC-Projekts eine Studie zur Wahrnehmung von Blockchain in der Logistik durchgeführt. Dabei hat sich gezeigt, dass der Logistik-Sektor hohe Erwartungen an die Technologie hat und dabei insbesondere auf effektivere Kommunikationsmittel und Kostensenkung hofft. Allerdings war eine weitere Erkenntnis, dass der Effekt der Technologie stark vom spezifischen Use Case abhängt. Konkret wird erwartet, dass die Technologie vor allem den Logistikunternehmen nützen und insgesamt neue Geschäftsmodelle ermöglichen würde. Dennoch hatte nur ein Teil der Befragten überhaupt schon Erfahrungen mit der Technologie gesammelt (Twenhöven & Petersen, 2019).

Ein entsprechendes Bild liefert auch eine Übersicht der wissenschaftlichen Literatur zum Thema Blockchain. Weniger als 20 % der relevanten Literatur wurde vor 2018 veröffentlicht. Erst in den Folgejahren wurde eine intensive Auseinandersetzung mit der Technologie eingeleitet (Chang & Chen, 2020). In einer laufenden Untersuchung der KLU zu SC&L-bezogenen Blockchain-Projekten in der Praxis zeigt sich ein ähnliches Bild. Weniger als 20 % aller identifizierten Projekte begannen vor 2017–meist in Form einer Ankündigung. Knapp 30 % der Projekte starteten im Laufe des Jahres 2017. Ähnlich wie das HANSEBLOC-Projekt liegt der Auftakt der wissenschaftlichen



Auseinandersetzung mit der Blockchain-Technologie in den Jahren 2017 und 2018. Der Startzeitpunkt der Praxisprojekte lag somit insgesamt vor den Veröffentlichungsdaten der wissenschaftlichen Studien.

Die zu Projektbeginn existierende wissenschaftliche Literatur war vor allem theoretischer und konzeptioneller Natur. Xu et al. (2016) analysieren die Blockchain auf technischer Ebene als Schnittstelle für den Austausch von Daten zwischen Softwaresystemen. Casey und Wong (2017) gehen einen Schritt weiter und betrachten einerseits den Austausch von Daten in der Supply Chain als Anwendungsfeld, andererseits aber auch die Schwierigkeit der Entwicklung eines Systems für alle durch wenige Marktteilnehmer. Neisse, Steri und Nai-Fovino (2017) erarbeiten eine Softwarearchitektur für die Nachverfolgung von Gütern. Toyoda et al. (2017) schlagen ein ähnliches System für die Erkennung gefälschter Produkte vor. Die große Gemeinsamkeit dieser verschiedenen wissenschaftlichen Beiträge ist die rein theoretische Perspektive. Eine Auseinandersetzung mit dem tatsächlichen praktischen Einsatz der Technologie findet nicht statt.

In der Praxis wird die Technologie zum Zeitpunkt des Starts von HANSEBLOC bereits experimentell eingesetzt, um Schweinefleisch für Walmart-Supermärkte (Hackett, 2016) oder Diamanten (Volpicelli, 2017) nachzuverfolgen. Das Bergbauunternehmen BHP Billiton untersucht die Eignung der Technologie für verschiedene Anwendungsfälle in der Prozessautomatisierung (Rizzo, 2016). Hierbei handelt es sich allerdings ausnahmslos um erste Schritte zur Anwendung der Technologie, deren praktischer Einsatz lediglich in ersten Testläufen erfolgt. Ziel ist eher die Untersuchung der Technologie als die Entwicklung von in der Praxis einsetzbaren Systemen.

Einen ähnlichen Fokus hat das seit Ende 2016 laufende Forschungsprojekt SmartLog. Hierbei wird versucht, den Fluss von Informationen im Logistiksektor zu vereinfachen und damit Kosten einzusparen (SmartLog, n.d.). Kern des Projekts ist die Identifikation geeigneter Use Cases und die Untersuchung von IoT-Geräten zur Verfolgung von Fracht. Ergebnisse lagen zu Beginn des HANSEBLOC-Projekts nicht vor.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Relevanz zum Zeitpunkt des Projektbeginns bereits erkennbar war, die konkrete Auseinandersetzung mit der Technologie allerdings erst begonnen hat. Diese war in der Frühphase des Projekts noch dominiert von konzeptionelle Ansätzen und ersten Implementierungen im Reifegrad von Demonstratoren. Das HANSEBLOC-Projekt fällt in genau den Zeitraum, in dem die Blockchain-Technologie erstmalig detailliert untersucht und eingesetzt wird.

## 5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die konkrete fachliche Zusammenarbeit beschränkt sich auf die Partner des HANSEBLOC-Gesamtvorhabens. In diesem Rahmen ist allerdings ein fachlicher Austausch mit dritten Parteien



entstanden, die inhaltlich verwandte Projekte durchführen und deren Erkenntnisse für das HANSEBLOC-Konsortium von Interesse sind. Dabei handelt es sich vor allem um die Projekte RObob, HAPTİK und BIL. Im Rahmen des HANSEBLOC-Projekts wurden die erzielten Ergebnisse auch mit den assoziierten Partnern gespiegelt und diskutiert. Zu diesen gehören unter anderem TOP Mehrwert Logistik, Allianz esa, Hoyer, das Hauptzollamt Hamburg, der Verein Hamburger Spediteure, Euler Hermes und die Hamburger Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Infrastruktur.

Neben diesem konkreten Austausch hat die KLU außerdem an Veranstaltungen („Meet-ups“) zum Thema „Blockchain“ für die Fachöffentlichkeit teilgenommen und mit den dortigen Vortragenden und Teilnehmern Ideen ausgetauscht. Im Rahmen des Digital Hub Logistics und anderen Formaten konnte die KLU in Zusammenarbeit mit anderen Projektpartnern auch als Vortragende zu entsprechenden Veranstaltungen beigetragen.

## II. Eingehende Darstellung

### 1. Verwendung der Zuwendung und Darstellung der Ergebnisse im Einzelnen, mit Gegenüberstellung der vorgegebenen Ziele

In den folgenden Abschnitten werden die vorgegebenen Ziele und die Ergebnisse eingehend diskutiert. **Insgesamt lässt sich feststellen, dass die Ziele des Teilvorhabens der KLU durch die geleisteten Arbeiten vollumfänglich erreicht wurden.** Die konkreten Ergebnisse sind den Arbeitspaketen 1 bzw. 7 des Gesamtvorhabens zuzuordnen. Im Rahmen der Projektarbeit hat die KLU außerdem zusätzliche Arbeitsergebnisse in den Bereichen Privacy und Governance erzielt, die im Anschluss an die Ergebnisse des AP1 diskutiert werden.

#### Arbeitspaket 1

Das AP1 verfolgt grundsätzlich das Ziel, eine konkrete Basis für die Arbeit in den folgenden Arbeitspaketen zu schaffen. Die KLU koordiniert die Beiträge anderer Partner und trägt - wenn möglich - auch inhaltlich hierzu bei. Ziel ist es insbesondere, die fachlichen Leistungen der Logistikunternehmen und die technischen Beiträge der IT-Partner zu koordinieren. Um eine Zusammenarbeit dieser sehr unterschiedlichen Partner zu ermöglichen, wurden zunächst im Rahmen eines Brainstormings verschiedenste Probleme und Ideen diskutiert. Allgemein war es zu Beginn des Projekts geboten, ein gemeinsames Verständnis des Arbeitsfelds zu schaffen. Auf Seiten der Logistikunternehmen war ein detaillierter Überblick hinsichtlich des praktischen Arbeitsprozesses und der einhergehenden Probleme vorhanden, während der Kenntnisbereich der IT-Unternehmen die technischen Systeme und – soweit zu dieser Zeit möglich – die Blockchain-Technologie umfasste. Für die Arbeit im Projekt ist es allerdings erforderlich, dass die einzelnen Partner auch eine Vorstellung von den jeweils anderen Bereichen entwickeln. In diesem Kontext konnte in Verbindung mit der Identifikation der fachlichen Ziele auch ein Verständnis zwischen den Partnern aufgebaut werden. Bezüglich der Ziele gliedert sich das Arbeitspaket 1 in drei Teile, die nachfolgend beschrieben werden.

Im Rahmen des **AP1a** wurden Anwendungsfälle entworfen, welche übergeordnete fachliche Probleme beschreiben, die mithilfe der Blockchain abgebildet werden sollen. Dafür wurden zunächst zahlreiche Ideen gesammelt und anschließend diskutiert, ob die jeweiligen Probleme mit der Blockchain gelöst werden können und ob diese Lösung im Rahmen des Projekts umgesetzt werden kann. Insbesondere bei dieser Bewertung war eine enge Verzahnung von fachlichem und technischem Fachwissen nötig. Letztendlich wurden dabei die folgenden Anwendungsfälle bzw. Problemstellungen für HANSEBLOC identifiziert:



- Übertragung von Echtzeitdaten zur Auftrags- und Transportabwicklung
- Digitalisierung der Frachtpapiere, vor allem als Warenwertpapier bzw. Eigentumsnachweis (hohe Kosten bei Verlust des physischen Dokuments)
- Medienbrüche und separate Computersysteme bei einer Vielzahl an Partnern
- Dokumentationsaufwand für die Logistikunternehmen, insbesondere im Export/Import-Bereich, aber auch landesintern.

Das **AP1b** fokussiert die Entwicklung eines sogenannten Referenzszenarios. Auf Basis der im AP1a identifizierten Anwendungsfälle wurde ein detailliertes Ablaufdiagramm entwickelt, das den Arbeitsprozess der Logistiker präzise darstellt und zugleich hinreichend allgemeingültig ist, um die Prozesse der vier beteiligten Unternehmen abzubilden. Betrachtet wird an dieser Stelle der Transport einer Ware durch einen Spediteur. Der Spediteur teilt den Transport vom Absender zum Empfänger in zwei Abschnitte, von denen er den ersten selbst durchführt und den zweiten an einen Subunternehmer delegiert. Dieser komplexe Gesamtprozess mit allen Schritten wird in Abbildung 2 veranschaulicht. Neben den eigentlichen Prozessschritten sind dort auch die nötigen Schnittstellen (blau), die vorhandenen Ineffizienzen (rot) und erkennbaren Blockchain-Potentiale (grün) dargestellt.

Das **AP1c** als dritter und letzter Teil des AP1 fokussiert die Übertragung der gesetzten Ziele in konkrete Anforderungen für den Entwicklungsprozess. Zunächst wurden dafür die folgenden vier sogenannten Use Cases identifiziert und von der KLU dokumentiert:

- Sendungs-/Gefahrenübergang
- Frachtpapiere
- Transaktionalität der Auftragsvergabe
- Fracht- und unternehmensbezogene Dokumente

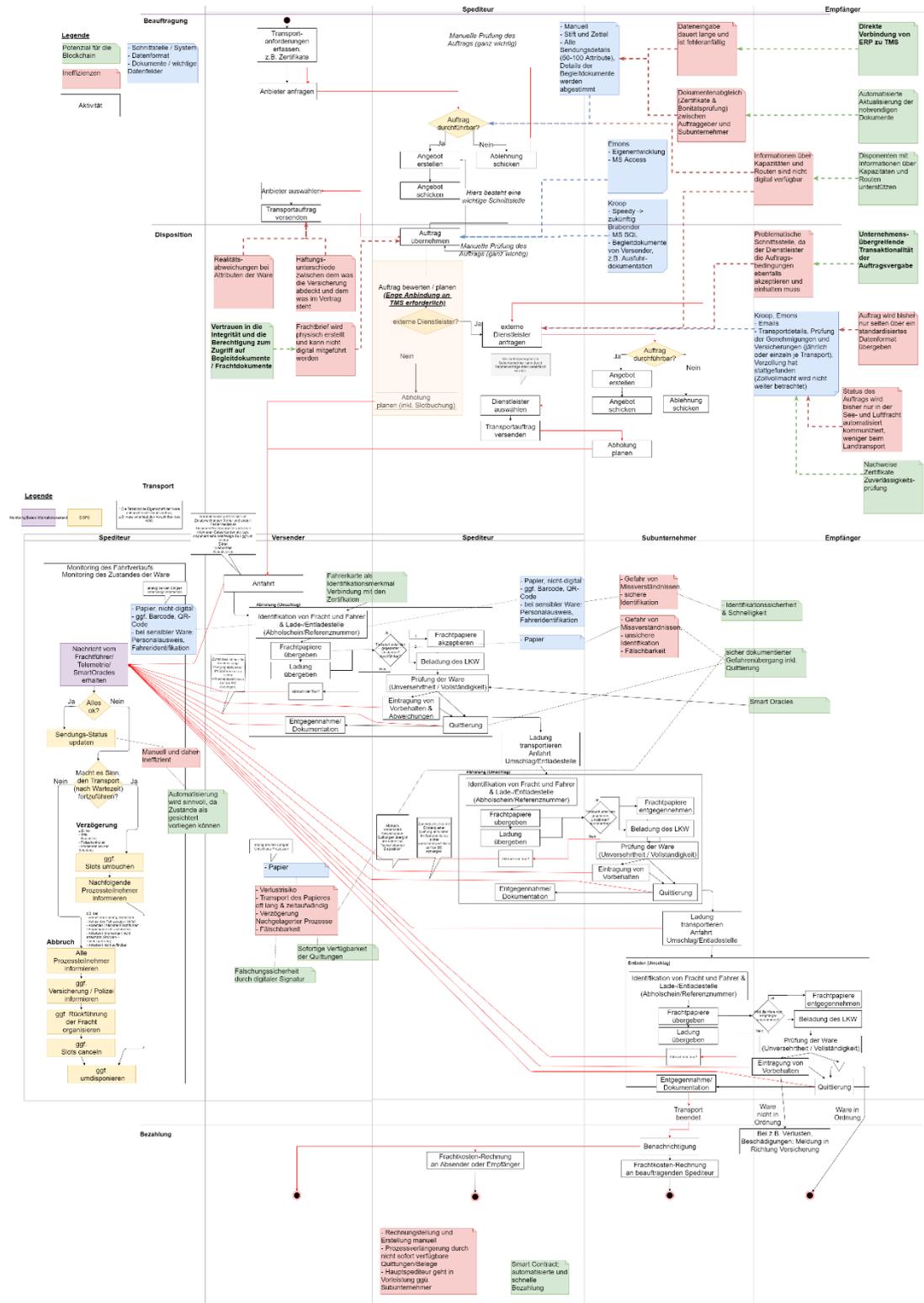
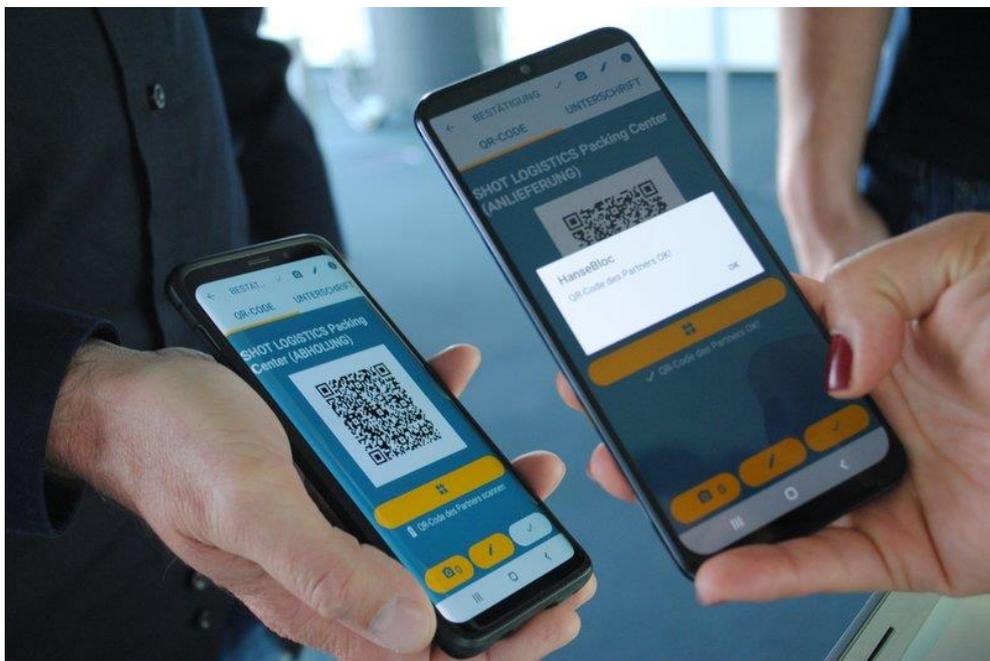


Abbildung 2 - Modellierung des Referenzszenarios

Der **Sendungs- bzw. Gefahrenübergang** bezeichnet die Übergabe einer Sendung und die damit einhergehende Übertragung der Verantwortung für die Sendung von einem Logistikunternehmen an ein anderes. Die Dokumentation dieses Vorgangs und insbesondere des Zustands der Ware zu diesem Zeitpunkt ist von entscheidender Bedeutung, um die Zuständigkeit bei Verlust oder Beschädigung der Ware feststellen zu können. Jeder Übergang markiert einen Meilenstein im übergeordneten Transportprozess, sodass dieser Use Case für die Sendungsverfolgung von großer Bedeutung ist. Abbildung 3 zeigt die Durchführung eines Gefahrenübergangs mit der HANSEBLOC-App.



*Abbildung 3 - Gefahrenübergang zwischen zwei Partnern im Labortest*

Beim Transport kommen die sogenannten **Frachtpapiere** zum Einsatz. Sie dokumentieren die Gefahrenübergänge, dienen aber auch zur Information der operativ Mitarbeitenden über die nächsten Schritte sowie über das Ziel des Transports bzw. des Transportabschnitts und über die Fracht selbst. Die HANSEBLOC-App ersetzt diese Dokumente.

Im Speditionsbetrieb planen dispositiv Mitarbeitende die operative Durchführung von Transporten und erstellen schließlich die Frachtpapiere. Dabei tätigen sie zur Integration und Beauftragung von Subunternehmen telefonische Anrufe oder versenden E-Mails. HANSEBLOC sichert dagegen die **Transaktionalität der Auftragsvergabe**. Das System übermittelt Aufträge digital und dokumentiert Vertragsabschlüsse auf der Blockchain. Dadurch wird der bisher informelle Prozess formalisiert und beschleunigt.



In diesem Zuge tauschen die Partnerunternehmen zusätzlich zu allgemeinen Informationen häufig auch **fracht- und unternehmensbezogene Dokumente** aus, um Versicherungspolice, behördliche Genehmigungen, Qualifikationen oder andere wichtige Aspekte nachzuweisen. Auch hier erfolgte der Austausch bisher auf informellen Wegen wie per Fax oder E-Mail und nicht automatisch und digital.

Eine detaillierte Ausgestaltung der Anforderungen an das HANSEBLOC-System fand entsprechend des gewählten, agilen Entwicklungsansatzes nicht als Block zu Beginn des Projekts statt, sondern im Rahmen sogenannter User Stories im weiteren Verlauf. Erste User Stories sind bereits zu Beginn des Projekts entstanden, um die ersten Entwicklungsschritte zu steuern.

**UserStory**

**Als** Disponent  
**möchte ich** auf meiner Startseite eine Liste meiner Aufträge sehen,  
**damit** ich einen bestehenden Auftrag zur Bearbeitung selektieren oder einen neuen Auftrag erfassen kann.

---

**Akzeptanzkriterien**

1. In einer Tabelle werden die letzten Aufträge angezeigt, mit den Spalten:
  1. **Auswahl** (Checkbox)
  2. **Kunde** (Textfeld | HEC) Kunde->Firma
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-4 übernommen und angezeigt
  3. **Coll. ZIP** *Collection Zipcode* (Textfeld | 28217) PLZ Abholung
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-4 übernommen und angezeigt
  4. **Abholung** (Textfeld | Bremen) Abholung->Stadt
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-4 übernommen und angezeigt
  5. **Del. ZIP** *Delivery Zipcode* (Textfeld | 28217) PLZ Lieferung
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-4 übernommen und angezeigt
  6. **Destination** *Zielort* (Textfeld | Bremen) Destination->Stadt
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-4 übernommen und angezeigt
  7. **ETD** *voraussichtliche Abfahrtszeit* (Datum | 01.01.2001, Uhrzeit | 19:00)
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-24 übernommen und angezeigt
  8. **ETA** *voraussichtliche Ankunftszeit* (Datum | 01.01.2001, Uhrzeit | 19:00)
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-24 übernommen und angezeigt
  9. **Erfassungsdatum** = created at (Datum | 01.01.2001)
  10. **VOLGEW** *Vollgewicht in kg* (1000 kg)
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-25 übernommen und angezeigt
  11. **Gefahrgut** (Checkbox)
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-25 übernommen und angezeigt
  12. **AP** *Ansprechpartner* (Hr. Mustermann) Kunde->Vorname + Nachname
    1. Wird zum späteren Zeitpunkt aus der Story HANSEBLOC-4 übernommen und angezeigt
2. Die Aufträge werden nach dem **Erfassungsdatum** absteigend in der Tabelle aufgelistet. (Neuester Auftrag oben)
3. In der ersten Zeile werden die Spaltennamen angezeigt
4. Alle angezeigten Spalten lassen sich über ein Pfeil-Icon auf oder absteigend sortieren
5. Über ein Paging lassen sich die Aufträge in 15er Schritten seitenweise weiterblättern
6. Der Seitenaufbau soll so gewählt werden, dass die Liste mit 15 Elementen nicht gescrollt werden muss

Abbildung 4 - User Story HANSEBLOC-3: Auftragsübersicht



Abbildung 4 zeigt eine solche User Story mit Akzeptanzkriterien. Das dargestellte Beispiel bietet eine Übersicht über alle Aufträge eines Spediteurs. Die User Story im engeren Sinne beschreibt die Intention des Nutzers bei der Verwendung der Funktion, die von der User Story beschrieben wird. Darüber hinaus existiert eine detaillierte Liste mit sogenannten Akzeptanzkriterien, die die Funktion im Detail erläutert und gegebenenfalls zu anderen Funktionen des Systems in Bezug setzt. Sie wird ergänzt um ein sogenanntes Mock-Up, eine Zeichnung des gewünschten User Interface. Die Summe dieser Anforderungen stellt das Lastenheft für den gesamten Entwicklungsprozess dar.

### **Kontinuierliche Mitarbeit**

Die ersten Anforderungen an das System wurden im Laufe des Projekts weiterentwickelt. Für die KLU hat sich die Arbeit an den Anforderungen aus diesem Grund vom Anfang des Projekts auf die gesamte Laufzeit verteilt und die ursprünglich geplante Begleitung des Entwicklungsprozesses erfolgte somit in intensivierter Form. Die KLU hat in diesem Zusammenhang die Rolle eines Vermittlers zwischen Technik und Praxis eingenommen. Auf der einen Seite hat die KLU neue Anforderungen erhoben und die aktuellen Entwicklungen mit den Logistikpartnern gespiegelt. Auf der anderen Seite kam der KLU die Aufgabe zu, die entwickelten Anforderungen und User Stories aus fachlicher Sicht bei den wöchentlichen Arbeitstreffen der technischen Entwickler zu vertreten, um so eine Kompatibilität der jeweiligen Sichtweisen sicherzustellen. Vor allem mit dem Entwicklerteam der HEC stand die KLU dabei in intensivem Austausch.

In Rahmen der Arbeiten des AP<sub>1</sub> hat sich außerdem herausgestellt, dass die übergeordneten Themen Privacy und Governance von großer Bedeutung für die erfolgreiche Entwicklung des HANSEBLOC-Systems sind – ganz unabhängig von den konkreten Anwendungsfällen. Eine sinnvolle Zuordnung zu einzelnen Arbeitspaketen oder einzelnen Projektpartnern war allerdings nicht möglich. Parallel zu der Arbeit in den AP<sub>2-6</sub> haben sich deswegen die jeweils relevanten Projektpartner in zwei „Task Forces“ zusammengefunden, um auch diese Themen bearbeiten zu können. Die KLU hat sich an beiden Task Forces beteiligt und dabei auch gestalterische Beiträge zur Lösung der auftretenden Probleme geleistet. Aufgrund ihrer besonderen Bedeutung werden diese Bereiche in der Folge ausführlich beschrieben.

### **Privacy**

Der Schutz von und der vertrauensvolle Umgang mit Daten wurden bereits im Antrag für das Gesamtprojekt als Risiko identifiziert. Allgemein hat die erst 2016 verabschiedete DSGVO den Umgang mit Daten insgesamt entscheidend beeinflusst. Im HANSEBLOC-Projekt stellt sich die Frage des Datenschutzes aus verschiedenen Gründen. Dies bezieht sich zum einen auf personen-



bezogene Daten im Sinne der DSGVO. Wird beispielsweise der genaue Standort eines Lieferfahrzeugs oder einer Sendung verfolgt, entspricht dieser auch dem Aufenthaltsort der beteiligten Fahrzeugführenden oder anderen Mitarbeitenden. Zum anderen können derartige Daten aber auch Rückschlüsse auf die unternehmensinternen Produktionsprozesse oder andere in den Transport involvierte Partner erlauben. Entsprechende Geschäftsgeheimnisse müssen unbedingt vor unbefugtem Zugriff geschützt werden, um die rechtlichen Vorgaben einzuhalten.

Hier stellt sich eine fundamentale Frage zum Austausch von Daten zwischen Unternehmen. Die Blockchain soll grundsätzlich eingesetzt werden, um den Austausch von Daten zu ermöglichen, sodass sich effizientere Prozesse im Logistikbereich oder Mehrwerte für die Versender und Empfänger der Fracht ergeben. Für einzelne Unternehmen in der Transportkette kann es sich allerdings nachteilig auswirken, wenn Informationen über die Vorgänge im eigenen Unternehmen an Partner gelangen. Von Seiten der Logistikpartner wurde insbesondere die Sorge geäußert, dass Auftraggeber durch die Blockchain die Möglichkeit erhalten könnten, Subunternehmer direkt anzusprechen und so den bisher tätigen Spediteur zu umgehen. Unabhängig von irgendwie gearteten Mehrwerten der Blockchain-Technologie hat der Spediteur in diesem Fall kein Interesse am Einsatz der Blockchain-Technologie. Allgemein gesprochen besteht hier die Gefahr, dass der Empfänger von Informationen diese nicht im Sinne des Absenders verwendet. Die Entscheidung zum Teilen oder Nicht-Teilen von Informationen ist schwierig und hat das HANSEBLOC-Projekt bereits bei der Analyse der Anwendungsfälle begleitet.

Grundsätzlich besteht ebenfalls die Gefahr, dass komplett Unbeteiligte Zugang zu Informationen erhalten. Klassischerweise handelt es sich hierbei um das Problem des unbefugten Zugriffs im Kontext von Datensicherheit und Hackerangriffen. Die Blockchain-Technologie schafft allerdings eine neuartige Problemstellung. Klassische Blockchain-Systeme wie beispielsweise Bitcoin machen die versendeten Daten und Transaktionen für die allgemeine Öffentlichkeit zugänglich. Für Anwendungen in der Industrie ist eine derartige Herangehensweise nicht tragbar. Dort werden stattdessen sogenannte private Blockchains verwendet, bei denen nur bestimmte Unternehmen Zugriff auf das System erhalten. Dennoch sind in diesem Fall alle Informationen für alle Teilnehmer zugänglich. Im Kontext einer Blockchain-Infrastruktur für den Logistiksektor ist davon auszugehen, dass Konkurrenten von Logistikunternehmen und Konkurrenten von Versendern oder Empfängern ebenfalls Teilnehmer der privaten Blockchain sind und so auf Daten anderer Parteien zugreifen können. Die Vertraulichkeit der Daten und Identitäten müssen daher durch eine geeignete Systemarchitektur sichergestellt werden. Darüber hinaus muss diese Architektur auch gewährleisten, dass die Daten für die intendierten Empfänger zugänglich bleiben.

Um dieser Problemstellung zu begegnen, wurden unter Beteiligung der KLU zunächst Anforde-

rungen erstellt, die die Aufgabe formalisieren. Abbildung 5 zeigt exemplarisch eine solche Anforderung.

<b>Privacy-Req-03</b>	Teilnehmer in einem Transportprozess sind für alle direkten Partner (bei einer Unterauftragsvergabe oder einem Gefahrenübergang) eindeutig identifizierbar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzer A erstellt einen Transport-Contract T und delegiert einen Tourabschnitt an Geschäftspartner B.</li> <li>• Geschäftspartner B kann im entsprechenden Auftrag T seiner Auftragsübersicht die direkten Partner (Nutzer A) identifizieren</li> </ul>
-----------------------	--	--

Abbildung 5 - Anforderung und Testverfahren für Privacy-Anforderung 3

In diesem Zusammenhang verfolgt HANSEBLOC eine mehrstufige Lösung. Auf der Blockchain selbst wird lediglich ein Fingerabdruck der relevanten Daten gespeichert, während die Klardaten auf einer Schnittstelle zwischen den Partnern ausgetauscht werden. Dieser Austausch verwendet die gleichen kryptografischen Schlüssel wie die Blockchain selbst, und die übermittelten Daten können anhand des Fingerabdrucks auf der Blockchain verifiziert werden. Um eine Identifizierung der Blockchain-Konten zu verhindern, verwenden die Partner für jeden Transport eine einzigartige Wegwerfadresse. Die Identifikation gegenüber den Partnern findet ebenfalls auf der Schnittstelle neben der Blockchain statt und wird durch eine dauerhaft verwendete Blockchain-Adresse sichergestellt. Bei der Nutzung der Blockchain-Infrastruktur muss außerdem eine Gebühr für jede Transaktion entrichtet werden. Die Finanzströme erlauben allerdings möglicherweise eine Zuordnung der Wegwerfadressen zu den permanenten Adressen. HANSEBLOC verwendet deswegen auf Vorschlag der KLU sogenannte Transaction Services, die die Transaktionen in Namen der Absender als sogenannte Meta-Transactions ausführen und dabei die entsprechende Gebühr übernehmen. Eine Zuordnung der Finanzströme ist damit nicht mehr möglich.

Aufgrund der Relevanz dieser Thematik für den Themenkomplex Blockchain insgesamt wurde im Rahmen des Projekts bereits eine Publikation zum Thema Privacy erstellt; eine weitere ist in Planung. Dazu sei an dieser Stelle auch auf Abschnitt II.6 verwiesen. Eine detailliertere Beschreibung des technischen Sachverhalts findet sich in der bereits vorliegenden Publikation.

### Governance

Governance bezeichnet die organisatorische Komponente eines Blockchain-Systems. Die Blockchain-Technologie ermöglicht eine Dezentralität der technischen Infrastruktur. Die Entwicklung, der Betrieb und die allgemeine Organisation eines Blockchain-Systems können allerdings zu einer faktischen Zentralisierung des Systems führen. Die entsprechenden Zusammenhänge sind Gegenstand aktueller Forschung (Lumineau et al., 2020). Schon zu Beginn des HANSEBLOC-Projekts hat sich abgezeichnet, dass in diesem Bereich relevante Entwicklungen stattfinden. So

erarbeitete beispielsweise der amerikanische Einzelhandels-Großkonzern Walmart eine Blockchain-Lösung für die Nachverfolgung von Lebensmitteln (Kamath, 2018). Dabei entsteht durch die Marktmacht von Walmart ein Druck auf kleinere Zulieferer, das System einzusetzen. Ein derartiges Machtgefälle zwischen verschiedenen Teilnehmern steht in Kontrast zum ursprünglichen Gedanken der Blockchain-Technologie. Speziell im Kontext kleiner und mittelgroßer Unternehmen (KMU) stellt sich hier allerdings die Frage, inwiefern eine solche Zentralisierung von Macht und Entscheidungsspielräumen auch das HANSEBLOC-System betreffen könnte.

HANSEBLOC ist eine Kooperation mittelständischer Unternehmen und von einer positiven Zusammenarbeit geprägt. Für einen späteren Einsatz der Technologie besteht allerdings die Möglichkeit, dass weitere Teilnehmer mit deutlich größerer Marktmacht dem System beitreten. Um den Wert einer Blockchain-Lösung für den Mittelstand zu erhalten, ist daher der Erhalt der Dezentralität der Organisation von größter Bedeutung. Im Projektverlauf sind die Verhältnisse durch eine entsprechende vertragliche Vereinbarung geregelt; das Governance-Problem bezieht sich auf externe Partner und die Verwertung der Projektergebnisse im Anschluss an das Forschungsvorhaben. Um diesen Problemen gerecht zu werden, hat das Konsortium Anforderungen an das technische System erstellt, die erfüllt sein müssen, um eine dezentrale Organisationsstruktur im Anschluss an das Forschungsprojekt zu ermöglichen. Abbildung 6 zeigt eine solche Anforderung.

<b>Gov-Req-13</b>	Authority Nodes can be operated by anyone	Analyse von Evan-Beitritts-Anforderungen
-------------------	---	--

Abbildung 6 - Anforderung und Testverfahren für Governance-Anforderung 13

Um den Themenkomplex Governance weiter untersuchen zu können, hat die KLU in Zusammenarbeit mit zwei Konsortialpartnern einen Antrag auf Förderung im Rahmen der IGP-Linie des BMWi gestellt. Der Antrag wurde negativ beschieden; die Partner prüfen eine weitere Beantragung im Rahmen anderer Förderlinien.

### Arbeitspaket 7

Im Rahmen des AP7 verantwortet die KLU drei wesentliche Themenkomplexe: der Test des HANSEBLOC-Systems, die Evaluation des Projekts und die Kommunikation der Ergebnisse.

### Systemtest

Regelmäßige Tests der bereits entwickelten Software sind ein selbstverständlicher Bestandteil agiler Softwareentwicklung. Dabei handelt es sich zum einen um eine technische Prüfung durch die Entwickler selbst, gegebenenfalls unterstützt durch Test-Experten aus dem eigenen Unter-



nehmen. Zum anderen wird ein regelmäßiges Testing mit den Endanwendern und nicht-technischen Projektpartnern durchgeführt. Diese erfolgten bei HANSEBLOC als sogenannte MVP-Tests (minimum viable product) mit mehreren Projektpartnern, insbesondere auch jenen aus der Praxis. Die KLU hat die entsprechenden Termine organisiert und inhaltlich strukturiert. Um diese Struktur zu gewährleisten, hat die KLU Transportszenarien entworfen, die im Rahmen des Tests im System durchlaufen werden sollen. Diese Szenarien wurden in Form von Papierkarten dokumentiert. Eine solche Karte enthält eine kurze Beschreibung der Ware, eine Zuordnung der relevanten Rollen an konkrete Projektpartner sowie vor allem eine Beschreibung des Transportszenarios, wie beispielsweise die folgende:

*Der Eigentümer dieser Karte beauftragt den Spediteur mit dem Transport der Ware von der Ladestelle zum Empfänger. Der Spediteur beauftragt den Subunternehmer. Der erste Abschnitt wird vom Spediteur gefahren; der zweite vom Sub. Übergabeort ist der Standort des Spediteurs. Diese Karte verbleibt beim Absender. Auf der Ware wird die Auftragsnummer eindeutig angebracht.*

Dadurch wird der Test verschiedener Szenarien durch unterschiedliche Personen sichergestellt und möglichst viele Herangehensweisen an das System erprobt. Außerdem hat die KLU Störfall-Szenarien erstellt, bei denen ein oder mehrere Transporte nicht wie vorgesehen ausgeführt werden können. Auch diese Szenarien wurden in Form von Karten festgehalten. Die Störfallkarte 7 beschreibt beispielsweise das folgende Szenario:

*Der Besitzer dieser Karte hat die Aufgabe, für seinen nächsten Transport in der Rolle „Auftraggeber“ einen speziellen Änderungswunsch zu haben. Statt des ursprünglich geplanten Empfängers soll die Fracht stattdessen an die KLU geliefert werden. Der Wunsch wird erst nach der Abholung der Ware geäußert.*

Die Störfallkarten ermöglichen einen Test der System-Funktionsweise außerhalb des Regelprozesses. Insbesondere bei den ersten Tests wurden dabei auch nicht eindeutige Formulierungen auf den verschiedenen Karten entdeckt. Durch eine iterative Weiterentwicklung dieser Testszenarien parallel zur Weiterentwicklung der Software wurde bereits während der Entwicklung sichergestellt, dass der Softwaretest zum Abschluss des Projekts einer klaren Struktur folgen kann.

Nach Abschluss der Softwareentwicklung wurde im Spätsommer 2020 der endgültige Test im Rahmen des AP7 vorgenommen. Einschränkend für den Test in der Praxis hat dabei die Corona-Pandemie gewirkt. Persönliche Treffen mit vielen Parteien waren in diesem Zusammenhang nicht möglich bzw. nicht erstrebenswert. Rein virtuelle Tests sind zwar durchführbar, bedeuten aber eine deutliche Abkehr vom angestrebten Prüfverfahren in der Logistikpraxis. Um mit dieser Situation umzugehen, wurde das System mit verschiedenen Methoden getestet. Die Ergebnisse werden im folgenden Abschnitt zur Evaluation dargestellt.

Zunächst erfolgten am 19. August und 16. September 2020 ausführliche Labortests im Hause der KLU. Dabei wurde das System zunächst im Rahmen eines persönlichen Treffens mehrerer Partner geprüft und mögliche Schwachstellen wurden identifiziert. Auf die Einbindung operativer Mitarbeiter wurde im Sinne des Infektionsschutzes bewusst verzichtet. Ein Praxistest unter Einbindung operativer Mitarbeiter im Kontext der alltäglichen Arbeit wurde von der KLU koordiniert und am 28.09.2020 auf dem Werksgelände der Firma Kroop im Außenbereich durchgeführt. Durch eine räumliche Verteilung der Teilnehmer und das Tragen von Atemmasken wurde der Infektionsschutz gewährleistet. Abbildung 7 zeigt eine Situation während des Praxistests.



Abbildung 7 - Praxistest des HANSEBLOC-Prototypen

Andere Komponenten des Systems wurden bei virtuellen Meetings unter Beteiligung der KLU getestet. Dabei handelt es sich insbesondere um die Einhaltung der Anforderungen zu Governance und Privacy am 27. Oktober 2020 sowie um einen bilateralen Test der TMS-Schnittstellen



der Partner SOVEREIGN und SHOT am 28. Oktober 2020. Zu beachten ist hier allerdings, dass die TMS-Schnittstelle und die Sensorchain erst nach dem Praxistest an das System angebunden wurden, sodass diese Komponenten nicht erprobt werden konnten.

## Evaluation

Methodisch basiert die Evaluation des HANSEBLOC-Projekts auf drei Informationsquellen. Die KLU als Evaluatorin hat an der Entwicklung des Projekts aktiv teilgenommen und in Zusammenarbeit mit den Partnern, wie eingangs dargestellt, einen Systemtest durchgeführt. Vor allem aber hat die KLU je ein ausführliches Interview mit allen Projektpartnern (mit Ausnahme eines Unternehmens) durchgeführt, um verschiedene Perspektiven auf den Verlauf und die Entwicklung des Projekts zu erhalten. Zusätzlich wurden zwei externe Parteien (ein Wissenschaftler und der Geschäftsführer eines nicht involvierten mittelständischen Logistikunternehmens) zur Bewertung des Projekts interviewt. Die KLU hat aus diesen Quellen eine Bewertung des Gesamtprojekts synthetisiert, die in einem umfangreichen Evaluationsbericht dokumentiert wurde.

Im Laufe des Projekts haben sich zwei wesentliche inhaltliche Veränderungen ergeben. Dabei handelt es sich zum einen um die Entstehung der Task Forces für Privacy und Governance und zum anderen um die Umstellung der Entwicklungsmethodik auf ein agiles Vorgehen. Die Meinungen zum agilen Vorgehen gehen im Projekt auseinander – einige Partner bewerten sie positiv, andere negativ. Kritisiert wird vor allem die kleine Zahl an Iterationen und eine wahrgenommene Distanz zwischen Projektteam und den Softwareentwicklern. Bemerkenswerterweise handelt es sich dabei um Aspekte, die die agile Vorgehensweise eigentlich verbessern soll. Die Entscheidung für eine agile Vorgehensweise ist deswegen als richtig zu bewerten; die Vorteile dieser Methodik scheinen allerdings nicht vollständig zur Geltung gekommen zu sein. Möglicherweise existiert hier ein Zusammenhang mit der Änderung der Herangehensweise im Verlauf des Projekts.

Die Task Forces sind allerdings eindeutig positiv zu bewerten. Die unerwarteten Schwierigkeiten in den Bereichen Governance und Privacy haben die Projektarbeit nicht behindert, sondern konnten im Gegenteil genutzt werden, um zusätzliche Erkenntnisse zu erzielen. Außerdem war es für einen erfolgreichen Projektverlauf schlicht erforderlich, diese Themen zu adressieren. Insbesondere im Bereich Privacy wurden Ergebnisse erzielt, die auch außerhalb des Projektkontexts von großer Relevanz sind.

Abseits dieser inhaltlichen Veränderungen fand insbesondere die Schlussphase des Projekts während der Corona-Pandemie statt. Die Arbeitsprozesse im Projekt wurden verändert, um dem Infektionsschutz Rechnung zu tragen. Dazu gehört insbesondere die Verlegung von Meetings in den virtuellen Raum. Die Abstimmung im Projekt ist davon ungestört weitergelaufen und hat



sich für einige Partner sogar verbessert, weil keine Anreise nach Hamburg mehr erforderlich war. Der informelle Austausch zwischen den Partnern neben den konkreten Arbeitsthemen ist allerdings spürbar zurückgegangen.

## **HANSEBLOC-Software**

Insgesamt erfüllt die HANSEBLOC-Software die an sie gestellten Anforderungen. Das System hält die Vorgaben in Bezug auf Privacy und Governance ein und die TMS-Schnittstelle funktioniert entsprechend der Spezifikation. Zu beachten ist allerdings, dass die TMS-Schnittstelle nur zwischen zwei Unternehmen funktioniert und Informationen nur in das Blockchain-System eingeschrieben, nicht aber herausgelesen werden können. Weiterhin beschreiben die Governance-Anforderungen nur die Möglichkeit, eine entsprechende Governance auf dem technischen System aufzusetzen. Die tatsächliche Entwicklung einer realistischen Governance-Struktur verbleibt als Aufgabe für die Kommerzialisierung des Systems.

Bezüglich der sonstigen Anforderungen ergibt sich ein heterogeneres Bild. Die KLU hat im Rahmen der Tests und insbesondere der Arbeit mit operativen Mitarbeitenden der Logistikunternehmen einige Mängel erfasst. In diesem Kontext ist allerdings zu beachten, dass HANSEBLOC ein Prototyp-System entwickelt, während im operativen Bereich aus der Perspektive einer praktisch einsetzbaren Software gedacht wird.

Konkret handelt es sich dabei um Fehlermeldungen bei der Arbeit im System und in der App, die fehlende Korrekturmöglichkeit für eingehende Aufträge (nur Annehmen/Ablehnen), allgemeine Übersichtlichkeit, das UX der Warenbeschreibung, die fehlende Anzeige bestimmter Auftragsinformationen in der App, das Rotieren der App im Portrait/Landscape Mode, die Durchführbarkeit von Gefahrenübergängen, wenn vorherige Übergänge noch nicht erfolgt sind, die korrekte Berechnung von Verfrüfung oder Verspätung von Aufträgen und die allgemeine Geschwindigkeit des Systems. Nach Einschätzung der KLU handelt es sich dabei allerdings nicht um fundamentale Probleme des Prototyps, sondern lediglich um Funktionalitäten, die für einen praktischen Einsatz erforderlich wären. Als Prototyp ist das System uneingeschränkt funktionstüchtig. Einige dieser Fehler hat das Konsortium im Anschluss an die Tests bereits behoben. Diese Arbeiten bzw. ihre Ergebnisse sind allerdings nicht mehr Bestandteil der Evaluation durch die KLU, ebenso wie die Ergebnisse einzelner Projektpartner, welche die Arbeit am System auch nach Abschluss des KLU-Teilvorhabens fortsetzten.

## **Projektziele und -nutzen**

HANSEBLOC hat es sich zum Ziel gesetzt, eine Prozesskostensparnis von 5 % zu realisieren. Um das Projekt vor diesem Hintergrund zu bewerten, hat die KLU ein Referenzszenario in eine



Liste von 29 Arbeitsschritten überführt und diese Liste im Rahmen der Interviews von den Logistikpartnern bewerten lassen. Die Interviewpartner haben die Bearbeitungsdauer für jeden Schritt im Ist-Prozess sowie im theoretischen HANSEBLOC-Prozess eingeschätzt. Daraus wurde eine durchschnittliche Zeitersparnis für den Gesamtprozess aus den Antworten der vier Partner berechnet. Diese Zeitersparnis wurde mit einem Stundensatz monetarisiert und den dabei entstehenden Transaktionskosten der Blockchain gegenübergestellt. Daraus ergibt sich eine Ersparnis von etwa 10 % (Intervall von 7 % bis 14 %). Das Projektziel wurde somit deutlich übertroffen.

In diesem Fall handelt es sich um eine Grenzkostenbetrachtung, d.h. Fixkosten für den Betrieb des Systems werden weder im Jetzt-Fall noch im HANSEBLOC-Fall in die Kalkulation miteinbezogen. Zu beachten ist an dieser Stelle auch, dass im Rahmen des Projekts ein Prototyp-System entwickelt wurde. Ein direkter praktischer Einsatz dieses Systems ist nicht möglich, sodass die ermittelten Werte lediglich Abschätzungen für ein reales System darstellen. Die Einsparungen durch den Einsatz der Blockchain ergeben sich weiterhin aus der Annahme, dass alle Prozessbeteiligten die Blockchain nutzen. Für ein Einzelunternehmen ist es nicht möglich, durch den Einsatz des Systems entsprechende Einsparungen zu erzielen, wenn die Partner das System nicht ebenfalls verwenden. Eine Abschätzung der letztendlichen Verbreitung des Systems ist an dieser Stelle von entscheidender Bedeutung, aber zum aktuellen Zeitpunkt nicht realistisch möglich.

Neben dieser direkt quantifizierbaren finanziellen Einsparung soll die HANSEBLOC-Plattform auch Mehrwertdienste ermöglichen und so die Attraktivität der Plattform und die Wettbewerbsfähigkeit der beteiligten Unternehmen steigern. Identifiziert wurden an dieser Stelle vier Bereiche. Dabei handelt es sich zunächst um die Sensor-Chain, die Sensoren im Ladungsträger des Frachtstücks verankert und die erhobenen Daten für alle interessierten Parteien zur Verfügung stellt. Hier bietet sich ein klarer Mehrwert für empfindliche Güter (wie beispielsweise Impfstoff oder andere medizinische Güter). Die digitale Abwicklung der Übergaben im Transport bietet allerdings weitere Mehrwerte im Bereich erhöhter Sicherheit (für besonders wertvolle Güter) und durch ein Realtime-Tracking des Transportverlaufs. Ein entsprechendes Realtime-Tracking gehört bei Paketsendungen für Privatkunden inzwischen zum Standard. Bei Transporten mit vielen beteiligten Unternehmen ist es bislang allerdings schwierig, die Daten von den verschiedenen Transporteuren in einer Übersicht zusammenzuführen. Denkbar ist außerdem die Übertragung von Zertifikaten (beispielsweise Versicherungszertifikaten) über die Blockchain. Damit könnten Kunden verifizieren, dass das jeweils beauftragte Transportunternehmen tatsächlich über die nötigen Qualifikationen und Berechtigungen verfügt, um den Transport durchzuführen.

Unabhängig von konkreten Mehrwerten wird die Bereitstellung von Informationen zusätzlich zur



eigentlichen Transportleistung immer stärker als Standard vorausgesetzt. HANSEBLOC ermöglicht es KMU, an dieser Stelle mit großen Konzernen mithalten, die über eine integrierte Informationsbereitstellung verfügen und nicht so sehr auf externe Partner angewiesen sind. Diese Informationen sind für Kunden wie auch für Spediteure wertvoll, auch wenn konkrete Anwendungsfälle noch nicht definiert sind. Denkbar wäre beispielsweise eine Auswertung, ob bestimmte Partner „cherry-picking“ betreiben und nur besonders rentable Aufträge annehmen.

Die Ausführungen zum Nutzen des Systems fußen auf der Annahme, dass das System in seiner vorliegenden Form in die Praxis übertragen wird. Denkbar wäre in diesem Kontext allerdings auch eine Erweiterung auf Bereiche, die nicht Kern des HANSEBLOC-Projekts waren. Zu nennen sind hier insbesondere andere Transportmodi (Luft, See, Schiene), da beim HANSEBLOC-Projekt der Straßengüterverkehr im Vordergrund steht. Bei anderen Transportmodi haben Zertifikate und dergleichen in der Regel eine größere Bedeutung; das HANSEBLOC-Projekt ist in dieser Hinsicht bewusst offen gestaltet und erlaubt deswegen eine Übertragung auf andere Teilbereiche der Logistik.

## **Kommunikation der Ergebnisse**

Innerhalb des HANSEBLOC-Konsortiums trägt die KLU auch zu der Kommunikation der Projektergebnisse bei. Wissenschaftliche Veröffentlichungen in diesem Bereich werden in Abschnitt II.6 ausführlich dargestellt. Nachfolgend wird die Kommunikation der Ergebnisse außerhalb wissenschaftlicher Veröffentlichungen diskutiert.

Zusätzlich zur wissenschaftlichen Arbeit hat die KLU HANSEBLOC-Ergebnisse bei öffentlichen Veranstaltungen vorgestellt. Vorträge gab es beim Norddeutschen Unternehmensverband Großhandel (KLU, SOVEREIGN), beim Digital Hub Logistics Hamburg (KLU, CHAINSTEP, SOVEREIGN) sowie auf drei projekteigenen Veranstaltungen für externe Teilnehmer. Zusätzlich wurden die HANSEBLOC-Ergebnisse auf dem do.innovation Workshop der LIHH präsentiert, wobei Projektinhalte und (Teil-)Ergebnisse vorgestellt und diskutiert wurden. Innerhalb der Blockchain-Branche fand eine Präsentation des HANSEBLOC-Projekts durch die KLU beim 3rd ForDigital Blockchain Workshop in Karlsruhe statt.

Unabhängig von diesen Gelegenheiten hat sich die KLU intensiv mit anderen Blockchain-Projekten ausgetauscht. Verwiesen sei an dieser Stelle auch auf Abschnitt II.5. In diesem Zuge hat die KLU an einer Reise in die Niederlande teilgenommen und die dAppCon-Konferenz in Berlin besucht. Außerdem gab es einen persönlichen Austausch mit den Initiatoren verwandter Blockchain-Projekte in Hamburg, Wien und Oldenburg. Innerhalb von Hamburg hat die KLU die Distribute-Konferenz und diverse thematisch relevante „Meetups“ besucht.

Durch diesen Austausch war es möglich, das neuartige Konzept von Meta-Transactions in das HANSEBLOC-Privacy-Konzept einzubringen. Allgemein konnte die KLU durch ihr Wissen um die technischen und organisatorischen Entwicklungen außerhalb des HANSEBLOC-Projekts, das sich auch aus dem Austausch mit externen Partnern speist, ebenfalls einen wichtigen inhaltlichen und technischen Beitrag zur Ausgestaltung von HANSEBLOC leisten.

Im Anschluss an das HANSEBLOC-Projekt hat die Deutsche Verkehrszeitung (DVZ) die KLU und die Projektkoordinatorin 2021 zum Projekt interviewt und in diesem Zuge über das Projekt und seine Ergebnisse berichtet.

Schon während der Projektlaufzeit hat die KLU das HANSEBLOC-Projekt und die gewonnenen Erkenntnisse in der Lehre verwendet. Konkret eingebracht wurde HANSEBLOC als Fallbeispiel im Kurs „Logistics Information Systems“ für den Master of Global Logistics sowie außerhalb dieses Moduls in Lehrveranstaltungen des Master of Business Administration (MBA).

## 2. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Im Teilprojekt der KLU ist der wesentliche Teil der Kosten durch Personalausgaben entstanden. Tabelle 2 gibt einen Überblick der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.

Kostenart	Zeitraum 08/2018 – 12/2020
Personalausgaben	181.769,87€
Vergabe von Aufträgen (Projektkoordination durch LIHH)	13.257,30€
Dienstreisen	1.040,65€
Sonstige allg. Verwaltungsausgaben	1.655,89€
<b>Gesamtkosten</b>	<b>197.723,71€</b>

Tabelle 2 - Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

## 3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die geleistete Arbeit entspricht den Aufgaben, die im Projektantrag dargestellt und mit dem Förderbescheid bewilligt wurden. Die geplanten Ziele wurden vollumfänglich erreicht. Für die Erfüllung der angesetzten Vorhaben war die geleistete Arbeit deswegen notwendig und angemessen. Im Laufe des Projekts fielen auch aufgrund der Pandemie weniger Reisekosten an, sodass Mittel für die inhaltliche Entwicklung von Privacy- und Governance-Themen zur Verfügung standen. Zusätzliche Mittel waren nicht erforderlich.



#### 4. **Voraussichtlicher Nutzen, insbesondere Verwertbarkeit des Ergebnisses im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans**

Als gemeinnützige Hochschule beabsichtigt die Kühne Logistics University keine wirtschaftliche Verwertung der Projektergebnisse. Die wissenschaftliche Verwertung wird im Abschnitt 6 dargestellt.

#### 5. **Während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordener Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Zum Zeitpunkt der Beantragung befand sich die Blockchain-Technologie noch in einer sehr frühen Entwicklungsphase. Gut erkennbar ist dies an der entsprechenden wissenschaftlichen Literatur. Die große Mehrheit der relevanten Publikationen wurde erst nach 2017 veröffentlicht (Chang & Chen, 2020). Eine laufende Untersuchung der KLU (Veröffentlichung siehe Abschnitt II.6) hat gezeigt, dass auch Praxisprojekte erst 2017 oder später begonnen haben. Im Rahmen der praktischen Arbeit von HANSEBLOC ist schon vor entsprechenden Untersuchungen klarge worden, dass zahlreiche andere Projekte existieren und ein Austausch für HANSEBLOC von Vorteil sein würde. Bereits Ende 2018 waren mehrere HANSEBLOC-Konsortialpartner auf Einladung der niederländischen Regierung in Den Haag und Umgebung zu Gast, um diverse dort angesiedelte Projekte kennenzulernen. Obwohl mit keinem dieser Projekte ein langfristiger Austausch entstanden ist, wurde deutlich, dass die bei HANSEBLOC identifizierte Herangehensweise an die Systemarchitektur und die Technologie durchweg zur Methodik anderer Projekte passt. Insbesondere konnte auf die Bedeutung der Aspekte Privacy und Governance hingewiesen werden. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Reife der Blockchain-Technologie durch Aktivitäten in Forschung und Praxis im Verlaufe des HANSEBLOC-Projekts deutlich zugenommen hat.

Die Beziehung zwischen anderen Projekten und HANSEBLOC ist vielschichtig – es bietet sich zum einen die Möglichkeit zum Informationsaustausch oder sogar einer Zusammenarbeit mit anderen, interessierten Parteien an, zum anderen besteht aber auch ein potentiell Konkurrenzverhältnis. Aufgrund des frühen Status der Technologie hat der kollaborative Aspekt für HANSEBLOC immer im Vordergrund gestanden.

Mit ROboB existiert in Hamburg ein strukturell ähnliches Konsortium, das die Blockchain-Technologie ebenfalls in der Logistik einzusetzen versucht. Ein intensiver Austausch mit ROboB hat bereits im Rahmen der Reise in die Niederlande stattgefunden. ROboB bildet auf der Blockchain den sogenannten Freistellungsauftrag ab, der ein Logistikunternehmen berechtigt, einen Container im Namen einer dritten Partei im Hafen zu übernehmen. Bei ROboB handelt es sich ebenfalls um ein Forschungsprojekt mit mehreren Partnern, das eine Kommerzialisierung anstrebt.



Das HAPTİK-Projekt in Oldenburg hat einen Blockchain-basierten Bill of Lading für Seefracht entwickelt. HAPTİK hat sich intensiv mit internationalem Recht auseinandergesetzt, um die globale Rechtsgültigkeit des digitalisierten Dokuments sicherzustellen. HANSEBLOC nimmt stattdessen Landtransporte im europäischen Binnenmarkt in den Fokus, bei denen ein einheitlicher Rechtsrahmen existiert und zollrechtliche Bestimmungen keine Rolle spielen. Eine juristische Betrachtung ist bei HANSEBLOC nicht erfolgt; die entsprechenden Ergebnisse von HAPTİK sind für HANSEBLOC allerdings von Interesse.

Die österreichische Blockchain Initiative Logistik (BIL) in Wien verfolgt mit HANSEBLOC vergleichbare Ziele. Die BIL wurde deutlich später als HANSEBLOC gegründet und von Großkonzernen privat finanziert. Das Privacy-Problem, das bei HANSEBLOC auftritt, ist für die BIL ebenfalls relevant und wird dort, anders als bei HANSEBLOC, mit sogenannten zero-knowledge proofs gelöst.

Bezüglich der Wirtschaftlichkeit einer kommerziellen HANSEBLOC-Lösung wurden zwei Aspekte diskutiert, die für die Zusammenarbeit mit anderen Partnern relevant ist. Dabei handelt es sich zum einen um die Kosten für den Betrieb des Systems und zum anderen um den Nutzen, den das System generiert. In diesem Kontext hat sich parallel zum HANSEBLOC-Projekt ein möglicher Trend zur Nutzung gemeinsamer Infrastruktur durch mehrere Projekte ergeben. Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, hat HANSEBLOC entsprechende Kontakte zu verwandten Projekten aufgebaut. Auf der Kostenseite muss ein Blockchain-System betrieben werden, auf dem die HANSEBLOC-Architektur aufsetzt. Konkret wurde mit der Firma Evan Network diskutiert, ob eine Nutzung der „evan.network“-Blockchain für HANSEBLOC in Frage kommt. Auf der Nutzenseite wurde mit zwei externen Parteien erörtert, ob weitere Lösungen in das HANSEBLOC-System aufgenommen werden können. Konkret diskutiert wurde mit der Firma JITpay die Integration einer Factoring-Lösung und mit der Firma Lufthansa Industry Solutions die Möglichkeit einer Frachtbörse.

## **6. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses nach Nr.6. BNBEST-BMBF 98**

Die Kühne Logistics University verwertet das Ergebnis des HANSEBLOC-Projekts auf wissenschaftlicher Ebene. Während des Projektverlaufs erfolgte bereits eine entsprechende Weiternutzung parallel zur Arbeit im Projekt. Konkret hat die KLU die englischsprachige Publikation „Impact and beneficiaries of blockchain in logistics“ bei der Hamburg International Conference of Logistics 2019 vorgestellt. Außerdem wurde in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern HAW, Itemis und Consider It der Artikel „Blockchain und Privacy: Problemstellung und Lösungen aus



Perspektive des HANSEBLOC-Projekts“ in der Zeitschrift *Industrie 4.0 Management* veröffentlicht. Verwiesen sei an dieser Stelle auch auf die Ausführungen zum Thema Privacy im Abschnitt II.1. Die Publikationen sind open access, um eine möglichst weite Verbreitung zu unterstützen.

Twenhöven, T., & Petersen, M. (2019). Impact and beneficiaries of blockchain in logistics. In *Artificial Intelligence and Digital Transformation in Supply Chain Management: Innovative Approaches for Supply Chains. Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)*, Vol. 27 (pp. 443-468). Berlin: epubli GmbH. <http://dx.doi.org/10.15480/882.2479>

Twenhöven, T., Engelmann, B., Petersen, M., Kakarott, J. N., & Westphal, K. (2020). Blockchain und Privacy: Problemstellung und Lösungen aus Perspektive des HANSEBLOC-Projekts. *Industrie 4.0 Management*, 36(1), 45-48. [https://doi.org/10.30844/2FI4oM\\_20\\_1\\_S45-48](https://doi.org/10.30844/2FI4oM_20_1_S45-48)

Zusätzlich zu den bereits erfolgten Veröffentlichungen hat die KLU im Rahmen des Projekts mit weiteren Arbeiten begonnen, die voraussichtlich in den nächsten Monaten zu Veröffentlichungen führen werden. Dabei handelt es sich zum einen um eine Untersuchung zahlreicher Blockchain-Projekte hinsichtlich ihrer thematischen, technischen und organisatorischen Grundausrichtung und zum anderen um eine gestalterische Veröffentlichung im Kontext des bereits dargestellten Privacy-Problems. Beide Veröffentlichungen werden in 2021 bei hochkarätigen Zeitschriften eingereicht. Der Veröffentlichungszeitpunkt ist aufgrund der z. T. langwierigen Begutachtungsprozesse und Überarbeitungen nicht absehbar.

Twenhöven, T., Petersen, M. & Ludwig, A. (2021). *Blockchain Projects in Supply Chain Management and Logistics: A Review of the Current State and Future Development Implications* (Arbeitstitel)

Twenhöven, T., Petersen, M. & Ludwig, A. (2021). *Privacy-as-a-Service for Blockchain Data Exchange* (Arbeitstitel)

Außerdem verwertet die KLU die gewonnenen Erkenntnisse fortlaufend in der Lehre und in zukünftigen Forschungsprojekten. HANSEBLOC ist in diesem Zusammenhang zur Basis für weitere Arbeiten der KLU geworden. Insbesondere handelt es sich dabei um die Projekte ChainLog und Blink. Das ChainLog-Projekt fokussiert die Möglichkeiten des Einsatzes der Blockchain-Technologie durch SMEs, während Blink die Relevanz der Technologie für die Kreislaufwirtschaft untersucht. Beide Projekte werden vom BMWi im Rahmen der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) gefördert. Konkrete Träger sind die Bundesvereinigung Logistik e. V. (BVL) für ChainLog sowie das Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA).



### III. Referenzen

Buterin, V. (2013). Ethereum White Paper: A NEXT GENERATION SMART CONTRACT & DE-CENTRALIZED APPLICATION PLATFORM. Verfügbar unter: [https://blockchain-lab.com/pdf/Ethereum\\_white\\_paper-a\\_next\\_generation\\_smart\\_contract\\_and\\_de-centralized\\_application\\_platform-vitalik-buterin.pdf](https://blockchain-lab.com/pdf/Ethereum_white_paper-a_next_generation_smart_contract_and_de-centralized_application_platform-vitalik-buterin.pdf)

Casey, M. J. & Wong, P. (2017). Global supply chains are about to get better, thanks to blockchain. *Harvard business review*, 13, 1–6.

Chang, S. E. & Chen, Y. (2020). When Blockchain Meets Supply Chain: A Systematic Literature Review on Current Development and Potential Applications. *IEEE Access*, 8, 62478–62494. Gehalten auf der IEEE Access. doi:10.1109/ACCESS.2020.2983601

Groenfeldt, T. (2017, März 6). IBM And Maersk Apply Blockchain To Container Shipping. *Forbes.com*.

Hackett, R. (2016, Oktober 10). Why Walmart and IBM Are Partnering to Put Chinese Pork on a Blockchain. *Fortune*. Zugriff am 10.5.2021. Verfügbar unter: <https://fortune.com/2016/10/19/walmart-ibm-blockchain-china-pork/>

Hackius, N. & Petersen, M. (2017). Blockchain in Logistics and Supply Chain: Trick or Treat? *Digitalization in Supply Chain Management and Logistics* (Band 23). Gehalten auf der Hamburg International Conference of Logistics, Hamburg: epubli. doi:10.15480/882.1444

Kamath, R. (2018). Food Traceability on Blockchain: Walmart's Pork and Mango Pilots with IBM. *The Journal of the British Blockchain Association*, 1 (1), 1–12. doi:10.31585/jbba-1-1-(10)2018

Kersten, W., Seiter, M., von See, B., Hackius, N. & Maurer, T. (2017). *Trends und Strategien in Logistik und Supply Chain Management - Chancen der digitalen Transformation*. Hamburg: DVV Media Group GmbH.

Lumineau, F., Wang, W. & Schilke, O. (2020). Blockchain Governance—A New Way of Organizing Collaborations? *Organization Science*.

Nakamoto, S. (2008). Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system.



- Neisse, R., Steri, G. & Nai-Fovino, I. (2017). A Blockchain-based Approach for Data Accountability and Provenance Tracking (ARES '17). *Proceedings of the 12th International Conference on Availability, Reliability and Security* (S. 1–10). Reggio Calabria, Italy: Association for Computing Machinery. doi:10.1145/3098954.3098958
- Rizzo. (2016, September 23). World's Largest Mining Company to Use Blockchain for Supply Chain. *CoinDesk*. Zugriff am 10.5.2021. Verfügbar unter: <https://www.coindesk.com/bhp-billiton-blockchain-mining-company-supply-chain>
- SmartLog. (n.d.). Project SmartLog. Zugriff am 10.5.2021. Verfügbar unter: <https://smartlogkinno.wordpress.com/>
- Tapscott, D. & Tapscott, A. (2016). *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin.
- Toyoda, K., Mathiopoulos, P. T., Sasase, I. & Ohtsuki, T. (2017). A Novel Blockchain-Based Product Ownership Management System (POMS) for Anti-Counterfeits in the Post Supply Chain. *IEEE Access*, 5, 17465–17477. Gehalten auf der IEEE Access. doi:10.1109/ACCESS.2017.2720760
- Twenhöven, T. & Petersen, M. (2019). Impact and Beneficiaries of Blockchain in Logistics (Band 25). Gehalten auf der Hamburg International Conference of Logistics, Hamburg: epubli.
- Volpicelli, G. M. (2017, Februar 15). How the blockchain is helping stop the spread of conflict diamonds. *Wired UK*. Zugriff am 10.5.2021. Verfügbar unter: <https://www.wired.co.uk/article/blockchain-conflict-diamonds-everledger>
- Xu, X., Pautasso, C., Zhu, L., Gramoli, V., Ponomarev, A., Tran, A. B. et al. (2016). The blockchain as a software connector. *2016 13th Working IEEE/IFIP Conference on Software Architecture (WICSA)* (S. 182–191). IEEE.
- Yli-Huumo, J., Ko, D., Choi, S., Park, S. & Smolander, K. (2016). Where Is Current Research on Blockchain Technology?—A Systematic Review. *PLOS ONE*, 11 (10), e0163477. Public Library of Science. doi:10.1371/journal.pone.0163477