

# Schlussbericht

## zum Vorhaben

Thema:

**Verbundvorhaben: Blockchain-Technologie als Treiber für die Digitalisierung der Forstwirtschaft**

Zuwendungsempfänger:

**Teilvorhaben 1: MRK Management Consultants GmbH**

**Teilvorhaben 2: Albert-Ludwigs-Universität Freiburg**

**Teilvorhaben 3: Xylene GmbH**

Förderkennzeichen:

**Teilvorhaben 1: 2221NR077A**

**Teilvorhaben 2: 2221NR077B**

**Teilvorhaben 3: 2221NR077C**

Laufzeit:

**15.11.2022 bis 15.11.2023**

Monat der Erstellung:

**11/2023**

Gefördert durch:



**Bundesministerium  
für Ernährung  
und Landwirtschaft**

**aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages**

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages mit Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) über die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) als Projektträger des BMEL für das Förderprogramm Nachwachsende Rohstoffe unterstützt. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorenschaft.

# Inhaltsverzeichnis

<b>I.</b>	<b>Kurzbericht .....</b>	<b>1</b>
1.	Aufgabenstellung .....	1
2.	Planung und Ablauf des Vorhabens .....	1
3.	Resümee der wesentlichen Ergebnisse .....	2
a)	Arbeitspakete und Meilensteine .....	2
b)	Zusammenfassung .....	2
<b>II.</b>	<b>Ausführliche Darstellung der Ergebnisse .....</b>	<b>4</b>
1.	Erzielte Ergebnisse .....	4
2.	Verwertung .....	7
a)	Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen .....	7
b)	Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende .....	7
c)	Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende .....	10
d)	Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit .....	11
3.	Erkenntnisse von Dritten .....	16
4.	Veröffentlichungen .....	17
<b>ANHANG .....</b>	<b>18</b>	
	Teilvorhaben 1: 2221NR077A MRK Consulting GmbH .....	18
1.	Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens .....	18
2.	Bearbeitete Arbeitspakete .....	18
	Arbeitspaket 1: Projektleitung und -steuerung .....	18
	Arbeitspaket 3: Datenerhebung – Interviews und Umfrage .....	19
3.	Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens .....	21
	Teilvorhaben 2: 2221NR077B Universität Freiburg .....	22
1.	Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens .....	22
2.	Bearbeitete Arbeitspakete .....	22
3.	Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens .....	24
	Teilvorhaben 3: 2221NR077C Xylene GmbH .....	25
1.	Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens .....	25
2.	Bearbeitete Arbeitspakete .....	25
3.	Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens .....	26

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arbeitspakete .....	2
Tabelle 2: Erwartetes Marktpotenzial .....	3

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Quelle: Tracy of Sweden .....	16
Abbildung 2: Quelle: Eugen Buss .....	17

# I. Kurzbericht

## 1. Aufgabenstellung

Die Forstwirtschaft ist eine der ältesten und nachhaltigsten Industrien der Welt. In den letzten Jahrzehnten sind jedoch immer mehr Probleme wie Kalamitäten, illegale Abholzung sowie mangelnde Transparenz in den Lieferketten in den Vordergrund der öffentlichen Wahrnehmung gerückt. Hinzu kommen verstärkt Forderungen nach strengeren Nachhaltigkeitsstandards und Zertifizierungen. Zusätzlich gewinnt für Kunden ein Herkunftsnachweis immer mehr an Bedeutung und beeinflusst sogar ihr Kaufverhalten. Wie kann man einem Kunden gesichert nachweisen, woher das Holz ursprünglich herkommt, aus dem sein Endprodukt besteht? Solche Fragen und diese Probleme stellen die Branche vor neue Herausforderungen und erfordern innovative Lösungen. Die sich rasant entwickelnden technischen Möglichkeiten, heutzutage sämtliche Prozesse digital abzubilden, Daten automatisiert zu erheben, Informationen zwischen Partnern elektronisch zu tauschen, zu verarbeiten und zu speichern muss auch in der eher traditionell agierenden Forstbranche Einzug halten, um die Zukunft der Branche zu sichern.

Dieser Bericht beschreibt die Ergebnisse einer "Potenzialanalyse zur Anwendung der Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft". Ziel des Projekts war es, die Anwendungsmöglichkeiten für die Blockchain-Technologie im forstwirtschaftlichen Sektor und dort speziell in der Holzbereitstellungskette (Chain of Custody) zu identifizieren, zu analysieren und zu bewerten. Besonderes Augenmerk lag dabei auf dem gefühlten Nutzen und die Vorteile, den die Einführung dieser Technologie für die Branche bringen kann. Für das Erkennen von Potenzialen und die Akzeptanz bei dem Menschen, die sie nutzen sollen, wurden Experten aus dem Forstwesen und der -wirtschaft befragt und ihre Meinungen ausgewertet. Der Bericht gibt Empfehlungen für Entwicklungsstrategien und untersucht die Potenziale sowohl in den verschiedenen Arbeitsfeldern der Forstwirtschaft als auch für eine integrierte Nutzung von Blockchain-Technologie-basierten Daten.

## 2. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Potenzialanalyse wurde in mehreren Schritten durchgeführt:

1. *Desk Research und Anforderungskatalog:* Eine umfangreiche Recherche zur aktuellen Literatur und Fallstudien wurde durchgeführt. Basierend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Anforderungskatalog für die Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft erstellt.
2. *Erstellung von Fragenkatalogen für Leitfadeninterviews mit anschließenden Experteninterviews:* Durchführung von Leitfadeninterviews mit Experten aus dem Forstwesen und der -wirtschaft mithilfe vorher erarbeiteter Fragenkataloge, die spezifische Aspekte der Blockchain-Technologie in Verbindung mit der Holzbereitstellungskette sowie deren mögliche Anerkennung durch die potenziellen Nutzer näher beleuchtete.
3. *Online-Umfrage:* Eine Online-Umfrage mithilfe der Software "LimeSurvey" wurde mit Akteuren der Holzbereitstellungskette auf Freiwilligenbasis durchgeführt. Die Fragen dafür wurden aus den Ergebnissen der Experteninterviews abgeleitet. Mit der Umfrage war es möglich, einen größeren Teilnehmerkreis zu erreichen und aussagekräftigere Angaben zu generieren und auszuwerten.
4. *Experten-Workshop mit verschiedenen Tools:* Ein Präsenz-Experten-Workshop wurde in einen Online-Experten-Workshop umgewandelt und durchgeführt. Die Fragen und Diskussionsinhalte für diesen Workshop wurden aus den vorherigen Untersuchungsschritten abgeleitet. Dabei kamen Tools, wie Teams, Miroboard und Mentimeter für die Kommunikation, für die Visualisierung und aktive Zusammenarbeit mit den Teilnehmern und für gemeinsame Abstimmungen zum Einsatz. Im Anschluss wurden die Workshop-Ergebnisse ausgewertet und mit denen aus der Online-Umfrage verglichen.
5. *Auswertung und Kategorisierung in Themenfeldern:* Die gesammelten Daten aus den vorgenannten Schritten 2 bis 4 wurden in verschiedene Themenfelder kategorisiert und darin die Fragen und Antworten ausgewertet, um eine strukturierte Analyse zu ermöglichen.
6. *Präsentation:* Abschließend präsentierten wir unsere Ergebnisse und Schlussfolgerungen im Rahmen des vom FNR initiierten Seminars - Runder Tisch "Digitalisierung Forst und Holz".

### 3. Resümee der wesentlichen Ergebnisse

#### a) Arbeitspakete und Meilensteine

Tabelle 1: Arbeitspakete

<b>Arbeitspakete (AP)</b> (lt. Planung im Antrag)	<b>Bearbeitungszeitraum</b> (lt. Balkenplan im Antrag)	<b>Zielerreichung</b>
<b>AP 1</b> <b>Projektleitung und -steuerung</b> D 1.1 Projekthandbuch mit Templates D 1.2 Projektmanagement und Kollaborationswerkzeuge	15.11.2022 - 31.01.2022 15.11.2022 - 15.11.2023	abgeschlossen abgeschlossen
<b>AP 2</b> <b>Darstellung Ist-Situation und Herausforderungen i. d. Forstwirtschaft</b> D 2.1 Theoriegeleiteter Anforderungskatalog D 2.2 Blockchain und potenzielle Einsatzmöglichkeiten	01.01.2023 - 30.04.2023 01.08.2023 - 15.11.2023	abgeschlossen abgeschlossen
<b>AP 3</b> <b>Datenerhebung – Interviews und Umfrage</b> D 3.1 Auswertung der Umfrage D 3.2 Transkripte der durchgeführten Befragungen	01.03.2023 - 31.08.2023 01.07.2023 - 15.11.2023	abgeschlossen abgeschlossen
<b>AP 4</b> <b>Analyse und Ausblick und Wissenstransfer</b> D 4.1 Aufbereitung und Analyse der erhobenen Informationen D 4.2 Roadmap für weiteres Vorgehen und Projektansätze D 4.3 Organisation und Durchführung eines Expertenworkshops und Präsentation der Projektergebnisse auf Fachtagungen (FORMEC 2023, Ligna 2023)	01.07.2023 - 15.11.2023 01.09.2023 - 15.11.2023 01.09.2023 - 15.11.2023	abgeschlossen abgeschlossen abgeschlossen

#### b) Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Potenzialstudie und damit des Projektes haben ergeben, dass es durchaus ein großes Interesse an der Digitalisierung und auch der Blockchain-Technologie gibt. Man verspricht sich, dadurch bedeutende Verbesserungen in der Lieferkette der Forst- und Holzindustrie zu erzielen. Dies ist von großer Bedeutung, da die Holzbereitstellungskette einen erheblichen Anteil an der gesamten forstlichen Wertschöpfung ausmacht. Aktuell ist der Fluss von Material und Informationen darüber in der Holzbereitstellungskette nicht sehr transparent und auch nicht immer mit Vertrauen gekennzeichnet. Oftmals sind die Informationsweitergaben an vielen Stellen unterbrochen, was die Arbeitseffizienz erheblich einschränkt. Insbesondere in den letzten Jahren angefallenes Kalamitätsholz hat dieses Problem verstärkt.

Die Verbesserungen in der Lieferkette würden nicht nur Unternehmen der Forst- und Holzwirtschaft direkt zugutekommen, sondern auch Endverbrauchern forstlicher Produkte. Die lückenlose Rückverfolgbarkeit vom Erzeuger bis zum Kunden würde das Vertrauen in forstliche Produkte steigern, die Absatzmöglichkeiten verbessern und somit die gesamte Wertschöpfung in der Branche erhöhen.

Die beteiligten Unternehmen würden ebenfalls von den Verbesserungen in der Prozesskette profitieren, da die Geschwindigkeit und Transparenz des Waren- und Informationsflusses zunehmen würden. Darüber hinaus würde die heute noch notwendige lange Vorfinanzierung durch die Unternehmen, die am Anfang der Prozesskette stehen, entfallen. Das hohe Interesse in den betroffenen Wirtschaftszweigen legt nahe, dass die Einführung der Blockchain-Technologie voraussichtlich überwiegend von größeren Waldbesitzern, forstlichen Dienstleistern und Unternehmen der Holzindustrie in Betracht gezogen wird. Eine gewisse Skepsis lässt sich jedoch nicht verschweigen. Den Protagonisten verlangt es nach praktischen Nachweisen, dass die Verwendung der Blockchain-Technologie auch außerhalb von sinnvollen Einzelproduktnachweisen (z.B. Sondermöbelbau) ebenfalls für die Massenbereitstellung von Holz eine lohnende Verbesserung wäre. Es ist auch zu erwarten, dass ausländische Interessenten die Technologie übernehmen könnten. Das erwartete Marktpotenzial wird [Tabelle 2](#) zusammengefasst.

Tabelle 2: Erwartetes Marktpotenzial

<b>Zielgruppe</b>	<b>Potenzielle Nutzung der Technologie</b>
Große Waldbesitzer	Hoch
Forstliche Dienstleister	Hoch
Holzindustriunternehmen	Hoch
Ausländische Interessenten	Mittel bis Hoch

## II. Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

### 1. Erzielte Ergebnisse

#### Arbeitspaket 1: Projektleitung und -steuerung

Die MRK Management Consultants GmbH übernahm in enger Abstimmung mit allen Beteiligten die Aufgaben der Projektleitung und -steuerung. Aufgrund der Verbundstruktur des Projektes war eine kontinuierliche Abstimmung und Koordination zwischen den Partnern von wesentlicher Bedeutung.

Die Kick-off-Veranstaltung mit allen Verbundpartnern wurde im Dezember 2022 in Dresden organisiert und in Präsenz aller Partner durchgeführt. Dieses Treffen ermöglichte ein gründliches Review des eingereichten Projektantrags, die Festlegung konkreter Aufgabenverteilungen und die Besprechung des Zeitplans.

Vor dem eigentlichen Start des Projekts fanden mehrere virtuelle Meetings statt. Diese dienten der Schaffung von Grundlagen für eine effiziente Zusammenarbeit und der Förderung des Informationsaustauschs zwischen den Partnern.

Zu Beginn des Projekts wurden monatliche Jour Fixe durchgeführt, in denen der jeweilige Arbeitsstand präsentiert sowie anstehende Aufgaben und aufkommende Fragen besprochen wurden. Sie dienten auch dazu, dass alle relevanten Akteure die notwendige Unterstützung für die Erreichung der Projektziele erhielten und die Aufgaben partnerschaftlich koordiniert wurden.

Mit dem Fortschreiten des Projekts wurden zusätzliche Jour Fixe in Form von kleinen Workshops eingeführt. In diesen Workshops wurden anstehende Projektarbeiten orchestriert, um parallel von mehreren Partnern durchgeführt zu werden. Dazu gehörten die Entwicklung von Leitfadeninterviews, die Ausarbeitung der Fragen für die Online-Umfrage mit LimeSurvey sowie die Vor- und Nachbereitung des Expertenworkshops.

#### Zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten:

Während der Projektleitung und -steuerung wurden nicht nur die organisatorischen Aspekte erfolgreich gemanagt, sondern es wurden auch zusätzliche Fähigkeiten entwickelt und neue Erkenntnisse gewonnen.

Dazu gehören:

1. *Effektive virtuelle Zusammenarbeit:* Die konsequente Nutzung digitaler Werkzeuge, wie Microsoft Teams, haben gezeigt, wie effektiv eine Zusammenarbeit trotz räumlicher Distanz sein kann. Die entwickelten Fähigkeiten in der virtuellen Kommunikation trugen zur Flexibilität und Effizienz bei der Arbeit des Projektteams bei.
2. *Planung und Durchführung von Kick-off-Veranstaltungen:* Die Organisation und Umsetzung der Kick-off-Veranstaltung haben die Fähigkeit zur Planung und Durchführung von wichtigen Auftaktveranstaltungen gestärkt, um alle Beteiligten auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen.
3. *Flexibles Projektmanagement:* Die kontinuierliche Anpassung des Projektplans und die Einführung von zusätzlichen Jour Fixe in Form von Workshops zeugen von der Fähigkeit zur flexiblen Steuerung des Projekts gemäß den sich entwickelnden Anforderungen.
4. *Koordination und Abstimmung in einem Verbundprojekt:* Die erforderlichen engen Abstimmungen und die Koordination zwischen den einzelnen Projektpartnern führten zu einer wesentlichen Verbesserung der Organisationsfähigkeit, die sicherstellte, dass alle Aktivitäten partnerschaftlich und zielgerichtet durchgeführt wurden.
5. *Nutzung von Hilfsmitteln zur Zielerreichung (LimeSurvey, Miro und Mentimeter):* Das Team erarbeitete sich den Umgang und die Orchestrierung der Partner mit verschiedenen digitalen Werkzeugen, wie z.B. LimeSurvey, welches für die Erstellung einer professionellen Online-Umfrage zum Einsatz kam und mit dessen Hilfe man die Antworten statistisch auswerten kann. Mit Miro konnte für alle Teilnehmer am Expertenworkshop eine gemeinsam Arbeitsebene erstellt werden, die unter Anleitung der Gastgeber die themenbezogene Zusammenarbeit aller an einem virtuellen Whiteboard möglich machten. Für die Realisierung waren umfassende Vorarbeiten vonnöten, die darauf abzielten, sämtliche Akteure in einem virtuellen Dialog zusammenzuführen. Diese Werkzeuge ermöglichten eine effiziente Datenerhebung und Interaktion mit den Projektbeteiligten.
6. *Erarbeiten und Durchführen von Interviews:* Die aufwendige Entwicklung von Leitfadeninterviews im Rahmen einer effektiven Teamarbeit führte zu neuen Erkenntnissen bezüglich Herangehensweisen und einer vertieften Auseinandersetzung mit der Thematik. In den eigentlichen Interviewdurchführungen mit unbekannten, freiwilligen Interviewpartnern wurde die eigene Expertise und soziale Interaktion basierend auf dem Leitfadensansatz ausgebaut.

Diese Arbeiten haben die Effizienz in der Projektleitung und –steuerung gesteigert und hatten somit einen positiven Einfluss auf den gesamten Projekterfolg.

## **Arbeitspaket 2: Darstellung Ist-Situation und Herausforderungen i. d. Forstwirtschaft**

Im Rahmen einer umfassenden Desk-Research haben wir die aktuelle Situation der Branche analysiert.

Hierbei wurden verschiedene Herausforderungen identifiziert, darunter:

### **1. Mangelnde Transparenz & Standardisierung:**

- Die derzeitigen Prozesse und Datenflüsse in der Forstwirtschaft sind oft intransparent, was zu Schwierigkeiten bei der Rückverfolgbarkeit von Holz und der Bekämpfung von illegaler Abholzung führt. Zudem treffen an Schnittstellen inkompatible Systeme aufeinander, was durch fehlende Digitalisierung zu weiteren Herausforderungen führt.
- Das zeigt die Herausforderung der Interoperabilität von Systemen und ist mit enormen Aufwendungen und Kosten verbunden entsprechende Schnittstellen zu schaffen.

### **2. Hoher administrativer Aufwand:**

- Die Verwaltung von Dokumenten, Zertifizierungen und Genehmigungen ist zeitaufwendig und fehleranfällig, was die Effizienz der oft manuell durchgeführten Arbeitsprozesse beeinträchtigt.
- Gerade in Hinblick auf den demographischen Wandel und Fachkräftemangel erzeugt dies nachhaltigen Druck auf die Angestellten.

### **3. Vertrauensdefizit:**

- Aufgrund fehlender Vertrauensmechanismen zwischen den Akteuren der Branche gibt es häufig Unsicherheiten und Konflikte bei der Zusammenarbeit. Allein ein fehlendes Eichmaß beim Holzverkauf ist ein gutes Beispiel, dass auch der Gesetzgeber Herausforderungen zu bewältigen hat.

## **Blockchain-Technologie und deren Einsatzmöglichkeiten**

Die Blockchain-Technologie bietet vielversprechende Lösungsansätze für die genannten Herausforderungen. Sie ermöglicht die sichere und transparente Verwaltung und Überprüfung von Informationen über den gesamten Lebenszyklus von Holzprodukten. Durch die dezentrale und unveränderbare Natur der Blockchain könnte Vertrauen, Nachverfolgbarkeit und Effizienz verbessert werden. Mit der neuen Generation dieser Technologie kann der Energieverbrauch durch Verschlüsselungs-Algorithmen und Speicherung kleinster Datenmengen der Kette weitestgehend reduziert werden.

Beispiele für den Einsatz von Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft umfassen:

### **1. Herkunfts- und Nachhaltigkeitsnachweise zur Erfüllung der EUDR:**

- Durch die Nutzung von Blockchain können Informationen zur Herkunft und zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Holzprodukten in einer fälschungssicheren und transparenten Art und Weise festgehalten werden. Bereits in internationalen Projekten sind hierzu Holzprodukte nachverfolgt worden.

### **2. Lieferkettenmanagement:**

- Die Blockchain ermöglicht eine effiziente Verfolgung des Holzflusses entlang der gesamten Lieferkette, was die Transparenz verbessert und die Identifizierung von Engpässen oder potenziellen Problemen erleichtert. Gleichzeitig können damit Zertifikate validiert und geprüft werden.

### **3. Digitale Verträge und Zahlungen:**

- Smart Contracts auf der Blockchain können die Verwaltung von Verträgen und Zahlungen automatisieren, was den administrativen Aufwand reduziert und die Vertrauenswürdigkeit erhöht.

### **4. Zertifikate:**

- Neben der klassischen FSC/PEFC-Zertifizierung im Forstbereich sind weitere Umweltzertifizierungen denkbar. Dies kann beispielsweise die aktive Teilnahme am Kohlenstoffhandel oder eine Zertifizierung von Ökosystemdienstleistungen sein. Damit kann auch die Einhaltung der SDGs überprüft werden. Eine regionale Zertifizierung wie z.B. Herkunft Schweizer Holz kann ebenfalls eine Anwendung der Technologie sein.

Auf Basis der Desk-Research wurde innerhalb des Konsortiums ein Brainstorming durchgeführt, das als Grundlage für die Erstellung der Leitfadeninterviews diente. Dabei wurden Schlüsselthemen identifiziert, die

den aktuellen Stand der Technik beinhalten. Des Weiteren wurden auch Technologietrends hinsichtlich Digitalisierung und Automatisierung berücksichtigt.

### **Arbeitspaket 3: Datenerhebung – Interviews und Umfrage**

Im Rahmen des Arbeitspaketes 3 wurde eine umfassende Datenerhebung durchgeführt, die leitfadengestützte Experteninterviews und eine Onlineumfrage mit LimeSurvey umfasste. Ziel war es, eine breitere Perspektive auf das Thema Digitalisierung und Einsatz der Blockchain-Technologie im Forstwesen bzw. der Forstwirtschaft zu gewinnen. Die wichtigsten Ergebnisse und die Entwicklung von zusätzlichen Erkenntnissen und Fähigkeiten sind nachfolgend aufgelistet:

1. Identifikation von Stakeholdern: Zu Beginn wurden verschiedene Stakeholder-Gruppen in der Forstwirtschaft/ Forstwesen identifiziert. Darunter befanden sich Waldbesitzer, Forstbetriebe & Förster, Holzernteunternehmen, Spediteure, Holzverarbeitungsunternehmen (Sägewerke), Serviceunternehmen, Maschinenhersteller und Vertreter aus Verbänden und der Forschung.
2. Anfrage und Akquise von Interviewpartnern: Weit über 100 potenzielle Interviewpartner wurden branchen- und länderübergreifend angefragt. Es wurde der persönliche Kontakt gesucht und aufgenommen, um Interesse an unserem themenbezogenen Interview zu erfragen und die Zwecke der Studie zu erklären. 40 Experteninterviews wurden abgeschlossen.
3. Standardisierte Gesprächsleitfäden: Für jede Stakeholder-Gruppe wurde ein standardisierter Gesprächsleitfaden entwickelt, der offene und einige wenige geschlossene Fragen zu Erfahrungen, Herausforderungen und Potenzialen des Einsatzes von Digitalisierung und der Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft enthielt. Die Leitfäden wurden an die spezifischen Bedürfnisse der jeweiligen Interviewpartner angepasst.
4. Durchführung der Interviews: Die Interviews wurden telefonisch oder per Videokonferenz durchgeführt, je nach Präferenz der Interviewten. Es wurde eine vertrauensvolle Atmosphäre geschaffen, um offene und ehrliche Antworten zu erhalten. Die Gespräche wurden digital aufgezeichnet oder mitgeschrieben.
5. Transkription und Anonymisierung: Nach Abschluss wurden die Aufzeichnungen sorgfältig transkribiert und alle Informationen anonymisiert, um Vertraulichkeit und Datenschutzrichtlinien zu wahren. Anschließend wurden die Antworten und neuen Informationen der einzelnen Interviewpartner gegenübergestellt und ausgewertet.
6. Umfragetool für zusätzliche Informationen: Um zusätzliche quantitative Daten zu sammeln, wurde eine anonymisierte Onlineumfrage mit LimeSurvey gestartet. Ein neuer Fragebogen basierte auf den Erkenntnissen aus den zuvor durchgeführten Experteninterviews. Von den zahlreichen beworbenen Teilnehmern aus der Forstbranche haben 67% die Umfrage vollständig ausgefüllt und so zu einer guten und auswertbaren Datengrundlage verholfen.
7. Datengrundlage für Analyse: Durch die Ermittlung und Akquise geeigneter Interviewpartner sowie die Organisation und Durchführung der Datenerhebung der Online-Umfrage wurde eine solide Datengrundlage geschaffen. Diese ermöglichte die Analyse der Potenziale eines Einsatzes der Blockchain-Technologie und die der Forstwirtschaft/ Forstwesen noch bevorstehenden Herausforderungen, um die Akzeptanz in der Branche zu erhöhen.
8. Experten-Workshop: Ein erfolgreich durchgeführter Online-Experten-Workshop hat in der dort stattfindenden Diskussion weitere Erkenntnisse über Chancen und Herausforderungen der Technologie in der Forstwirtschaft erbracht.

Zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten:

Die Datenerhebung hat nicht nur zu einem tieferen Verständnis der Thematik geführt, sondern auch zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten entwickelt:

1. Effektive Kommunikation: Die Kommunikation mit verschiedenen Stakeholdern und die Anpassung der Gesprächsleitfäden an ihre Bedürfnisse haben die Fähigkeiten in der effektiven Kommunikation gestärkt.
2. Projektmanagement: Die Organisation von Interviews, die Koordination von Terminen und die Verwaltung der Datenerhebung haben das Projektmanagement verbessert.
3. Datenschutz und Ethik: Die sorgfältige Anonymisierung der Daten und die Einhaltung von Datenschutzrichtlinien haben das Bewusstsein für ethische und rechtliche Aspekte gestärkt.
4. Flexibilität und Anpassung: Die Anpassung der Gesprächsleitfäden und Methoden je nach Stakeholder-Gruppe hat die Fähigkeit zur Flexibilität und Anpassung unterstrichen.



Insgesamt hat das Arbeitspaket 3 nicht nur wertvolle Daten gesammelt, sondern auch die Kompetenzen im Bereich der Datenerhebung und -analyse erweitert.

#### **Arbeitspaket 4: Analyse und Ausblick und Wissenstransfer**

Arbeitspaket 4 war ein maßgeblicher Bestandteil des Gesamtprojekts, das sich auf die systematische Analyse der gesammelten Daten konzentrierte und konkrete Handlungsempfehlungen zur Implementierung von Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft entwickelte.

1. *Analyse der Interview* Eine gründliche Auswertung der gesammelten Informationen aus den vorherigen Interviews wurde durchgeführt. Die Hauptaussagen der Befragten wurden extrahiert und kategorisiert, um die Schlüsselaspekte zu identifizieren und zu clustern.
2. *Ableitung des Online-Fragebogens*: Die Auswertung der Interviews bildete die Grundlage für die Definition des Online-Fragebogens die mittels eines Statistik-Tools ausgewertet werden konnten.
3. *Validierung durch Experten*: Ein Experten-Workshop wurde abgehalten um Vertreter aus den verschiedenen Kernbereichen, auf die sich im Projekt fokussiert wurde zur Diskussion über die Erkenntnisse zu erlangen, sowie neue Aspekte aufdecken zu können, die bisher nicht aufgenommen werden konnten. Hierdurch konnten Potenziale ermittelt werden, die sich durch den Einsatz von Blockchain in diesem Sektor ergeben. Dabei wurden sowohl technische als auch wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt, um eine umfassende Bewertung vorzunehmen.
4. *Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Handlungsempfehlungen*: Ein zentrales Ziel bestand darin, die Wirtschaftlichkeit mittels eines multikriteriellen Verfahrens zu evaluieren. Dadurch sollten die potenziellen Vorteile und Herausforderungen bei der Einführung dieser Technologie herausgearbeitet werden. Basierend auf dieser Analyse wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet, um die identifizierten Potenziale bestmöglich zu nutzen und mögliche Barrieren zu überwinden.
5. *Definition nächster Schritte*: Der Output dieses Arbeitspakets umfasste eine detaillierte Aufbereitung und Analyse der gesammelten Informationen. Darüber hinaus wurde ein umfassender "Fahrplan" entwickelt, der als Leitfaden für weitere Projekte und Ansätze diente. Dieser Fahrplan bildete die Grundlage für die Initiierung von Entwicklungs- und Implementierungsprojekten im Bereich der Blockchain-Anwendung in der Forst- und Holzwirtschaft.

Um die erzielten Erkenntnisse und Ergebnisse zu verbreiten, wurden Präsentationen auf einschlägigen Fachveranstaltungen der Branche gehalten, um die Ergebnisse einem breiteren Publikum zugänglich zu machen und einen kontinuierlichen Dialog zu fördern. Diese Aktivitäten dienten dazu, das Bewusstsein für die Potenziale der Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft zu schärfen und einen breiten Austausch darüber zu ermöglichen.

## **2. Verwertung**

### **a) Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen**

keine

### **b) Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende**

Die erfolgreiche Implementierung der Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft verspricht weitreichende wirtschaftliche Vorteile für Unternehmen der Branche. In einem Zeithorizont von 5-10 Jahren eröffnen sich vielfältige Perspektiven, die das Potenzial haben, die gesamte Wertschöpfungskette der Forst- und Holzwirtschaft zu transformieren.

*Marktführerschaft durch frühzeitige Implementierung*: Unternehmen, die sich frühzeitig entscheiden, Blockchain in ihre Forstwirtschaftsprozesse zu integrieren, positionieren sich strategisch als Vorreiter in der Branche. Durch den Einsatz der Technologie zur Verbesserung der Rückverfolgbarkeit in der Lieferkette können diese Unternehmen nicht nur die Effizienz steigern, sondern auch das Vertrauen der Verbraucher in die Herkunft und Nachhaltigkeit ihrer Produkte stärken.

Es wird erwartet, dass diese Pioniere einen erheblichen Einfluss auf den Markt ausüben und sich einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil sichern. Kunden könnten vermehrt dazu neigen, Produkte von Unternehmen

zu bevorzugen, die Transparenz und Rückverfolgbarkeit durch Blockchain gewährleisten. Dies könnte zu einer gesteigerten Marktnachfrage und entsprechenden wirtschaftlichen Erfolgen führen.

*Branchenweite Akzeptanz und Standardisierung:* Die Blockchain-Technologie hat das Potenzial, sich als unverzichtbarer Branchenstandard in der Forstwirtschaft zu etablieren. Durch die breite Akzeptanz und Standardisierung könnte Blockchain nicht nur einzelne Unternehmen, sondern die gesamte Branche revolutionieren. Dies würde zu einer weitreichenden Integration der Technologie in sämtlichen forstwirtschaftlichen Prozessen führen.

Die Einführung von branchenweiten Standards erleichtert die Interoperabilität zwischen verschiedenen Akteuren in der Lieferkette. Dies könnte zu einer effizienteren Zusammenarbeit und einem reibungsloseren Informationsaustausch führen. Die Folge wäre eine optimierte Wertschöpfungskette, angefangen bei der nachhaltigen Bewirtschaftung von Wäldern bis hin zur Herstellung von Holzprodukten. In der langfristigen Perspektive von 5-10 Jahren könnte die Standardisierung von Blockchain die Grundlage für innovative Geschäftsmodelle und neue Formen der Zusammenarbeit in der Forst- und Holzwirtschaft bilden.

*Kostenreduktion und Effizienzsteigerung:* In den kommenden 2-5 Jahren eröffnen sich für Unternehmen der Forst- und Holzwirtschaft beträchtliche Möglichkeiten zur Kostenreduktion und Effizienzsteigerung durch die fortgesetzte Anwendung der Blockchain-Technologie. Die Automatisierung von Prozessen, insbesondere im Bereich der Lieferkettenverwaltung und Zertifizierung, ermöglicht nicht nur eine Beschleunigung, sondern auch eine erhebliche Reduzierung von Verwaltungsaufwand und papierbasierten Dokumentationsprozessen.

Durch den Einsatz von Smart Contracts auf der Blockchain können Transaktionen und Verträge automatisiert abgewickelt werden. Dies führt nicht nur zu einer schnelleren Abwicklung, sondern minimiert auch das Risiko menschlicher Fehler. Die damit einhergehende Effizienzsteigerung trägt dazu bei, die Gesamtkosten der Produktions- und Lieferkette zu senken. Unternehmen, die diese Effizienzgewinne realisieren, werden in der Lage sein, ihre Produkte wettbewerbsfähiger anzubieten und ihre Marktposition zu stärken.

*Markterweiterung und Diversifizierung:* Die Blockchain-Technologie eröffnet Unternehmen der Forst- und Holzwirtschaft die Möglichkeit, ihre Märkte zu erweitern und ihre Produktangebote zu diversifizieren. Die nachvollziehbare Herkunft von Holzprodukten, ermöglicht durch Blockchain-Technologie, wird in den kommenden 2-5 Jahren zu einem entscheidenden Verkaufsargument für umweltbewusste Verbraucher. Unternehmen können ihre Produkte mit nachweisbarer Herkunft vermarkten, was nicht nur das Vertrauen der Kunden stärkt, sondern auch den Zugang zu neuen Zielgruppen ermöglicht.

Die Fähigkeit, den Weg des Holzes von der Plantage bis zum Endprodukt transparent nachzuverfolgen, bietet auch die Möglichkeit zur Diversifizierung von Holzprodukten. Unternehmen könnten auf dieser Grundlage neue, hochwertige Produkte entwickeln und auf den Markt bringen, die spezifischen Anforderungen und Präferenzen verschiedener Verbrauchergruppen entsprechen. Diese Diversifizierung des Produktportfolios trägt nicht nur zur Risikominderung bei, sondern eröffnet auch Chancen für zusätzliche Umsatzquellen.

*Compliance und Reputationsgewinn:* Unternehmen, die sich frühzeitig und umfassend an die rechtlichen Anforderungen der EUDR anpassen, können ihre Compliance stärken. Dies trägt nicht nur dazu bei, rechtlichen Problemen vorzubeugen, sondern stärkt auch das Vertrauen der Kunden und anderer Stakeholder. Ein vorbildliches Compliance-Verhalten kann zu einem positiven Ruf in der Branche führen. Die proaktive Anpassung an die EUDR hilft Unternehmen dabei, Risiken im Zusammenhang mit rechtlichen Vorschriften und potenziellen Sanktionen zu minimieren. Eine Einhaltung der Verordnung trägt dazu bei, langfristige Stabilität in einem sich wandelnden regulatorischen Umfeld zu gewährleisten.

*Pilotprojekte und Proof-of-Concepts:* In den ersten beiden Jahren nach dem Projektende stehen Pilotprojekte und Proof-of-Concepts im Fokus, um die Machbarkeit der Blockchain-Anwendung in der Forstwirtschaft zu demonstrieren. Diese Phase ermöglicht es Unternehmen, ihre ersten Schritte in Richtung einer blockchainbasierten Transformation zu machen. Durch die Implementierung kleinerer Pilotprojekte können Unternehmen die Anwendbarkeit der Technologie auf ihre spezifischen Bedürfnisse testen und wertvolle Erfahrungen sammeln.

Die Pilotprojekte dienen als Testläufe für die Integration von Blockchain in ausgewählten Bereichen der Forstwirtschaft, wie zum Beispiel der Rückverfolgbarkeit von Holzlieferungen oder der Zertifizierung von nachhaltig bewirtschafteten Wäldern. Diese frühen Anwendungen ermöglichen es Unternehmen, praxisnahe Erkenntnisse zu gewinnen und ihre Blockchain-Lösungen entsprechend zu optimieren.

*Erste Wettbewerbsvorteile:* Unternehmen, die sich frühzeitig für die Implementierung erster Blockchain-Anwendungen entscheiden, haben die Chance, bereits in den ersten beiden Jahren bedeutende Wettbewerbsvorteile zu erlangen. Die differenzierte Positionierung als Vorreiter in Sachen Transparenz und Nachhaltigkeit könnte dazu führen, dass Kunden diese Unternehmen bevorzugen.

Verbraucher, die vermehrt Wert auf die Herkunft und Nachhaltigkeit von Holzprodukten legen, könnten dazu neigen, Produkte von Unternehmen zu wählen, die ihre Lieferkette mithilfe von Blockchain-Technologie transparent gestalten. Die positive Wahrnehmung dieser Unternehmen als innovativ und verantwortungsbewusst könnte sich unmittelbar in einer gesteigerten Marktnachfrage niederschlagen.

Insgesamt bieten die ersten zwei Jahre nach Projektende eine Phase der Erprobung und Anpassung, in der Unternehmen die Grundlagen für eine erfolgreiche Integration der Blockchain-Technologie in die Forst- und Holzwirtschaft legen können. Diejenigen, die diese Phase geschickt nutzen, könnten nicht nur frühzeitig Erfahrungen sammeln, sondern auch die Basis für langfristige Wettbewerbsvorteile schaffen.

Die Integration der Blockchain-Technologie in die Forst- und Holzwirtschaft bietet eine Vielzahl funktionaler und wirtschaftlicher Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen. Diese Vorteile positionieren Unternehmen, die Blockchain erfolgreich implementieren, als innovative Marktteilnehmer mit klaren Wettbewerbsvorteilen.

*Transparenz und Vertrauen:* Die Blockchain gewährleistet eine unveränderliche Aufzeichnung von Daten, die das Vertrauen in die Herkunft von Holzprodukten stärkt. Im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen bietet die Blockchain eine transparente und manipulationssichere Plattform. Die lückenlose Historie von Holzlieferungen, von der Waldquelle bis zum Endprodukt, wird auf der Blockchain gespeichert und kann von allen berechtigten Parteien eingesehen werden. Dies schafft Vertrauen bei Verbrauchern, Zertifizierungsstellen und anderen Stakeholdern in der Branche.

*Effiziente Lieferkette:* Die Blockchain ermöglicht eine nahtlose Verbindung zwischen verschiedenen Akteuren in der Lieferkette, von Forstwirten bis hin zu Holzverarbeitern und Händlern. Dies führt zu einer erheblich effizienteren Zusammenarbeit im Vergleich zu herkömmlichen, oft papierbasierten Prozessen. Durch den Einsatz von Smart Contracts können Transaktionen automatisiert und Verträge auf vertrauenswürdige Weise abgewickelt werden. Dies führt nicht nur zu Zeitersparnissen, sondern reduziert auch den Verwaltungsaufwand und minimiert das Risiko menschlicher Fehler.

*Globale Rückverfolgbarkeit:* Ein entscheidender Vorteil der Blockchain-Technologie liegt in der globalen Rückverfolgbarkeit von Holzprodukten. Die dezentrale Natur der Blockchain ermöglicht es, Informationen über die gesamte Lieferkette hinweg zu speichern und zu teilen. Dieser Vorteil ist besonders für exportorientierte Unternehmen von Bedeutung, die den internationalen Anforderungen an Transparenz und Nachhaltigkeit gerecht werden müssen. Durch die Verwendung von Blockchain können Unternehmen den Weg ihrer Produkte von der Quelle bis zum Verbraucher nachweisen und so die globalen Standards und Anforderungen erfüllen.

Insgesamt bieten diese funktionalen und wirtschaftlichen Vorteile durch die Anwendung von Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft nicht nur eine effektive Lösung für aktuelle Herausforderungen, sondern positionieren die Unternehmen auch als Vorreiter in Sachen Transparenz, Effizienz und globaler Nachhaltigkeit.

Nutzen für verschiedene Anwendergruppen in Deutschland in der Forst- und Holzwirtschaft durch die Anwendung von Blockchain-Technologie:

*Forst- und Holzwirtschaft:* Die Forst- und Holzwirtschaft in Deutschland erfährt durch die Anwendung von Blockchain-Technologie vielfältige Vorteile. Effizientere Prozesse, Kosteneinsparungen und gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit sind unmittelbare Nutzen, die durch die transparente und manipulationssichere Blockchain-Plattform entstehen. Durch die Nachverfolgbarkeit von Holzlieferungen können Unternehmen nicht nur die Effizienz ihrer Lieferkette steigern, sondern auch die Glaubwürdigkeit gegenüber umweltbewussten Verbrauchern erhöhen. Die gesteigerte Transparenz ermöglicht es, nachhaltig bewirtschaftete Wälder zu zertifizieren und somit neue Absatzmärkte zu erschließen.

*Technologie- und Forschungsinstitute:* Technologie- und Forschungsinstitute profitieren von neuen Forschungsansätzen und der Entwicklung von Blockchain-Technologien für die Forst- und Holzwirtschaft. Die Anwendung von Blockchain eröffnet neue Möglichkeiten für innovative Studien und Forschungsprojekte. Das gewonnene Know-how trägt zur Stärkung der digitalen Kompetenz in Deutschland bei und fördert die Positionierung des Landes als Technologieführer. Durch die enge Zusammenarbeit mit der Wirtschaft können Forschungseinrichtungen die Weiterentwicklung und Optimierung von Blockchain-Lösungen vorantreiben.

*Regulatorische Behörden:* Für regulatorische Behörden bieten die Anwendungen von Blockchain in der Forstwirtschaft transparentere und nachvollziehbarere Prozesse. Die Blockchain-Technologie ermöglicht es, Holzlieferungen und -zertifikate in Echtzeit zu überwachen, was die Einhaltung von Nachhaltigkeitsstandards erleichtert. Regulierende Instanzen können so effektiver gegen illegale Abholzung und unethische Praktiken vorgehen. Die Blockchain unterstützt die Regulierung und Überwachung der Branche, was zu einem nachhaltigeren und verantwortungsbewussteren Umgang mit natürlichen Ressourcen führt.

Insgesamt trägt die Anwendung von Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft nicht nur zu operativen Verbesserungen bei, sondern stärkt auch die Innovationskraft, Forschung und die Einhaltung von Standards in Deutschland.

Umsetzungs- und Transferstrategien für die Blockchain-Anwendung in der Forst- und Holzwirtschaft:

*Pilotprojekte und Kooperationen:* Die Umsetzung beginnt mit der Durchführung von Pilotprojekten in enger Zusammenarbeit mit ausgewählten Unternehmen und Forschungsinstituten. Dies ermöglicht eine praxisnahe Erprobung der Blockchain-Technologie in spezifischen Anwendungsfällen der Forst- und Holzwirtschaft. Der

Aufbau von Kooperationen ist entscheidend, um Erfahrungen zu teilen, Ressourcen zu bündeln und die Technologieimplementierung zu beschleunigen. Gemeinsame Projekte fördern zudem den Erfahrungsaustausch und tragen zur Entwicklung von Best Practices bei.

*Fördermittel und Unterstützung:* Die Beantragung von Fördermitteln, insbesondere im Rahmen von Digitalisierungs- und nachhaltigen Bioökonomie-Programmen, ist ein zentraler Schritt. Die Suche nach Unterstützung durch staatliche Stellen und Technologieförderungen stärkt die finanzielle Basis für die Implementierung von Blockchain-Lösungen. Diese Mittel können dazu verwendet werden, Pilotprojekte zu finanzieren, Schulungen zu organisieren und den Technologieeinsatz zu optimieren.

*Schulungen und Sensibilisierung:* Die Einführung von Blockchain erfordert ein tiefgehendes Verständnis bei den beteiligten Akteuren. Daher werden Schulungen und Sensibilisierungsmaßnahmen durchgeführt, um diese mit den Vorteilen und dem Einsatz von Blockchain vertraut zu machen. Der Aufbau von Netzwerken und der Austausch von Erfahrungen fördern nicht nur das Verständnis, sondern auch die Zusammenarbeit zwischen den verschiedenen Stakeholdern der Forst- und Holzwirtschaft.

*Replikation auf andere Branchen:* Nach erfolgreicher Implementierung und Erprobung in der Forst- und Holzwirtschaft erfolgt die Analyse der gewonnenen Erfahrungen und Erkenntnisse. Die Identifikation von übertragbaren Use Cases ermöglicht die Replikation der Technologie auf andere Branchen. Sektoren wie Landwirtschaft, Lebensmittelproduktion oder nachhaltige Energie können von den entwickelten Lösungen profitieren. Die Erweiterung auf andere Branchen trägt nicht nur zur Skalierung der Blockchain-Nutzung bei, sondern schafft auch Potenziale für Synergien und branchenübergreifende Innovationen.

### **c) Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende**

Die wissenschaftlichen Aussichten für eine positive Beeinflussung der Branche sind vielversprechend. Es ergeben sich neue Forschungsfelder, um beispielsweise die nachhaltigen Auswirkungen der Blockchain-Technologie in ökologischer, ökonomischer und sozialer Hinsicht zu untersuchen. Ziel ist es, die illegale Abholzung zu reduzieren, gute forstwirtschaftliche Praktiken zu fördern, Kosten zu senken und den Arbeitsaufwand zu verringern. Darüber hinaus wird ein Umweltmonitoring gewährleistet, das mit fundierten Zahlen, Daten und Fakten gesteuert werden kann. Die Automatisierung von Geschäftsprozessen bietet die Möglichkeit, die Verbesserungen, aber auch weitere Herausforderungen - insbesondere im Hinblick auf die Einführung von Standards, die über die gesamte Lieferkette hinweg festgelegt werden - noch genauer zu untersuchen. In diesem Zusammenhang ist es naheliegend, Kosten und Nutzen gegenüberzustellen und ökonomische Aussagen zu untersuchen. Die weitere Integration durch IoT, KI und maschinelles Lernen zeigt eine Brücke zwischen technischer Praxis und technischer Forschung, die in der Theorie vielversprechende Ansätze liefert.

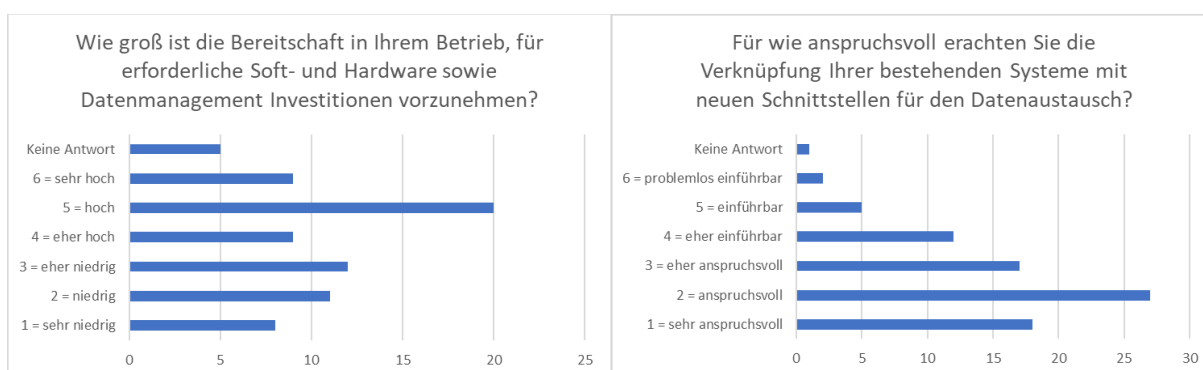
Eine Herausforderung für den Einsatz der Technologie ist die Integration bestehender Systeme und die digitale Datenerfassung entlang der gesamten Holzlieferkette. So müssen bestehende Softwareprogramme in Kombination mit der entsprechenden Hardware nahtlos in die Blockchain integriert werden, um Echtzeitdaten über Holzernte, Transport und Verarbeitung zu liefern. Dies erfordert eine sorgfältige Planung, um das operative Geschäft nicht zu gefährden. Eine Herausforderung ist die Interoperabilität zwischen bestehenden Systemen, an denen verschiedene Akteure entlang der Lieferkette beteiligt sind, die miteinander kommunizieren und Daten austauschen müssen. Aufgrund der großen Anzahl von Datenpunkten, insbesondere wenn Sensoren und IoT-Geräte eingesetzt werden, muss eine skalierbare Lösung angestrebt werden, um die wachsende Datenmenge zu verarbeiten und gleichzeitig die Leistung aufrechtzuerhalten. Die technischen Erfolgsaussichten für die Implementierung der digitalen Traceability in der Forst- und Holzwirtschaft sind vielversprechend, erfordern jedoch eine sorgfältige Integration bestehender Systeme. Die Herausforderung liegt in der nahtlosen Verbindung von Softwareprogrammen und Hardwarekomponenten, um Echtzeitdaten entlang der Holzlieferkette zu liefern. Die Interoperabilität zwischen verschiedenen Akteuren und die Skalierbarkeit der Lösung sind von zentraler Bedeutung, insbesondere bei der Bewältigung einer wachsenden Datenmenge aus Sensoren und IoT-Geräten. Best-Practice-Projekte werden eine Schlüsselrolle dabei spielen, technische Lösungen zu entwickeln und zu validieren, um die Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen und die Effizienz zu gewährleisten.

Die technischen Erfolgsaussichten für die Implementierung der Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft sind vielversprechend, erfordern jedoch eine Digitalisierung entlang den Wertschöpfungsketten. Diese Digitalisierung bietet das Grundgerüst zum Aufbau einer Nachverfolgbarkeit des Holzes durch die Verarbeitungsschritte und bietet die Datenbasis, mit der die Blockchain ihr volles Potenzial ausüben kann. Eine sorgfältige Integration bestehender Systeme stellt eine weitere Erfolgsaussicht dar, mit der bestehende Daten bereits abgerufen werden können, und somit Effizienzsteigerungen erreicht werden können. Best-Practice-Projekte werden eine Schlüsselrolle dabei spielen, technische Lösungen zu entwickeln und zu validieren, um die Herausforderungen erfolgreich zu bewältigen und die Effizienz der digitalen Nachverfolgbarkeit in Verbindung mit der Blockchain-Technologie zu gewährleisten.

## d) Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

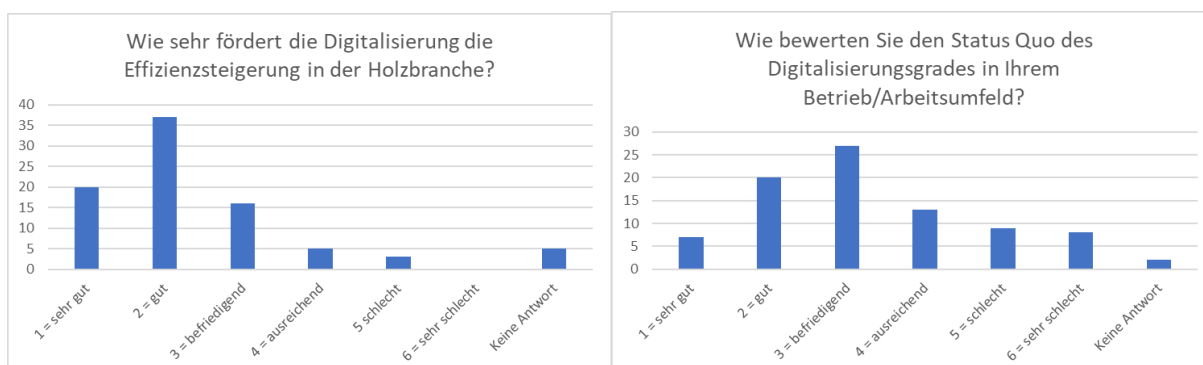
Im folgenden Abschnitt werden die Ergebnisse der Potenzialstudie in einem wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Kontext dargestellt, der von anderen Branchenvertretern sinnvoll akzeptiert wird und somit in der Forst- und Holzwirtschaft auf Resonanz stößt. Wichtig ist dabei die Integration dieser Technologie in bestehende Prozesse und Wertschöpfungsketten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die innovative Blockchain-Technologie nur in Kombination mit intelligenter Sensorik, dem Internet der Dinge (IoT), Schnittstellenlösungen entlang der forstlichen Lieferkette voll integriert arbeiten kann, um eine effiziente, nachhaltige und transparente Holzlieferkette zu gewährleisten. Im Projekt wurden 5 Potenzialbereiche identifiziert: Digitalisierung, Nachhaltigkeit, Tracking, Rechtliches und Zertifikate. Daraus ergeben sich für jeden Bereich einzelne Möglichkeiten in der Wissenschaft und in der Wirtschaft anzuknüpfen.

### Digitalisierung



Durch eine erfolgreiche Digitalisierung der Industrie kann die Technologie im operativen Geschäft unterstützen. Über APIs soll die Blockchain nahtlos in bestehende Anwendungen integriert werden können und so Interoperabilitätsprobleme beseitigen. Automatisierte und digitalisierte Prozesse, wie zum Beispiel ein durch Sensorik unterstützter Werkseingang im Sägewerk, können eine Transaktion, eine Buchung im Warenwirtschaftssystem und eine Zahlung automatisiert abwickeln. Der Status quo der Blockchain-Technologie kann als gegeben betrachtet werden. Der Fokus muss aktuell auf die Digitalisierung gelegt werden. Daher wurden in den Befragungen folgende Aspekte hinterfragt, um mehr Informationen über die Bereitschaft und den Stand der Digitalisierung zu erhalten.

Der Mittelwert von 2,57 aus der Online-Befragung zeigt, dass jede Schnittstellenlösung eine Herausforderung für die Akteure darstellt. Aus diesem Grund muss eine Integration im Vorfeld gut vorbereitet und bereits in Prototypen entlang der Supply Chain auf Herausforderungen und Fehlerquellen getestet werden. Der Anspruch an den Digitalisierungsgrad ist hoch. Die Umsetzung erfordert jedoch eine hohe Investitionsbereitschaft in Soft- und Hardware. Die Ergebnisse der Online-Befragung zeigen mit einem Mittelwert von 3,71 eine hohe Investitionsbereitschaft der Akteure. Betrachtet man zusätzlich den Status Quo mit einem Mittelwert von 3,25, wird deutlich, dass diese Investitionen notwendig sind, um den Digitalisierungsgrad in den Betrieben voranzutreiben. Insgesamt trägt die Digitalisierung zur Effizienzsteigerung bei, was die Durchschnittsnote 2,19 bestätigt – auch stetig steigende Anforderungen durch Gesetzgeber und Kunden sind damit zu bewältigen.



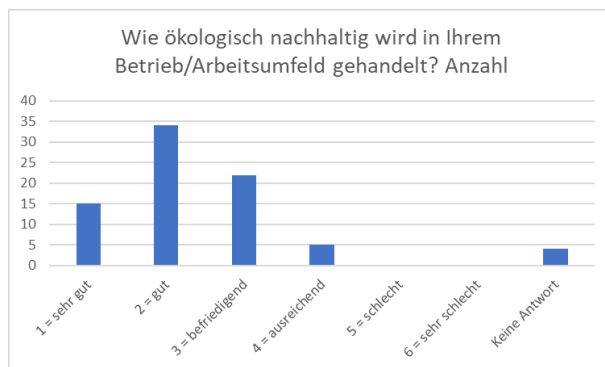
Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Blockchain-Technologie nur mit einem hohen Grad an Digitalisierung und Automatisierung eingeführt werden kann. Einzelne Vorreiterunternehmen können hier als Pilotprojekte dienen, um Prototypen entlang der Supply Chain zu etablieren. Für eine vollintegrierte, medienbruchfreie Lösung müssen vor- und nachgelagerte Prozesse angebunden werden, was zu Herausforderungen führen kann. Die steigenden Anforderungen an die Branche können mit Hilfe der Digitalisierung und der Blockchain-Technologie gelöst und damit der Aufwand reduziert werden.

## Nachhaltigkeit

Um Nachhaltigkeitsaspekte in der Forstwirtschaft mit der Blockchain-Technologie zu verfolgen, muss die Energieeffizienz - und damit die Stromerzeugung - in Verbindung mit dem CO<sub>2</sub>-Ausstoß hinterfragt werden. Daher muss zu Beginn dieses Abschnitts darauf hingewiesen werden, dass traditionelle Blockchain-Konsensmechanismen wie Proof of Work (PoW), auf denen Bitcoin basiert, für diese Anwendungsfälle und Überlegungen entlang der Forst- und Holzlieferkette nicht zielführend sind. Die Herausforderung des hohen Stromverbrauchs wurde durch den Konsensmechanismus Proof of Stake gelöst, der den Energiebedarf des Betriebsprozesses um mehr als 99% reduziert. Ethereum und Hyperledger Fabric bauen beispielhaft darauf auf und bieten eine Möglichkeit, über Nachhaltigkeitstracking sprechen zu können. An dieser Stelle soll daher deutlich darauf hingewiesen werden, dass die Blockchain-Technologie je nach Konsensmechanismus nicht zwangsläufig ein "Klimasünder" sein muss. Daher kann im Zusammenhang mit der DLT-Technologie von Nachhaltigkeitsaspekten gesprochen werden. Dabei sind die Aspekte Ökonomie, Ökologie und Soziales zu beachten.

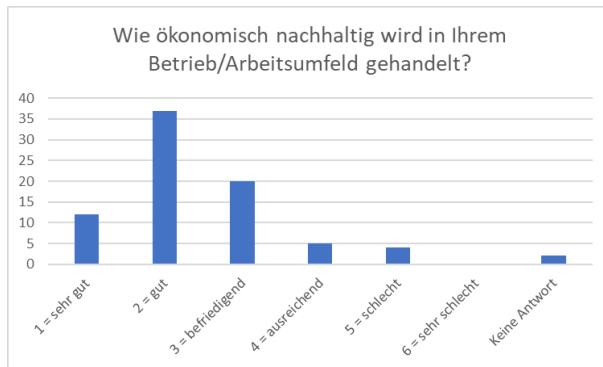
### Ökologisch

Mit einem Mittelwert von 2,22 geben die befragten Betriebe an, dass Sie ökologisch gut handeln. In den Medien wird die Forstwirtschaft häufig als Zerstörer der Wälder dargestellt. Der Zwiespalt zwischen diesen beiden Meinungen ist offensichtlich, weshalb handfeste und nachverfolgbare Bewertungskriterien geschaffen werden sollten. Bereits bestehende gesetzliche Auflagen und Zertifizierungen sollen dabei unterstützen. Die Blockchaintechnologie gibt die Möglichkeit die Einhaltung dieser Auflagen zu überprüfen und kann dadurch die Lücke zwischen Praxis und Öffentlichkeit schließen. Handfeste Bewertungskriterien können transparent an den Endkunden übermittelt werden. Auch in Hinsicht auf die SDGs sind konkrete Aussagen möglich, sofern man diese ab einem gewissen Zeitpunkt identifiziert und nachverfolgt.



### Ökonomisch

Gleichzeitig ist neben der ökologischen auch die ökonomische Nachhaltigkeit ein wichtiger Aspekt für den Fortbestand der Waldbewirtschaftung. Ziel muss es daher sein, jährliche Erträge zu erwirtschaften, um die Bewirtschaftung dauerhaft aufrechterhalten zu können. Auch hier sind die Bewertungen vergleichbar. Die ökonomische Nachhaltigkeit ist mit einem Wert von 2,38 ein wichtiger Faktor. Aufgrund des Klimawandels und der damit verbundenen Kalamitäten muss dieser Aspekt besonders berücksichtigt werden. Zudem unterliegt der Holzpreis - gekoppelt an die Bauwirtschaft - starken Preisschwankungen. Ziel muss es daher sein, die Kosten langfristig zu senken, um die Erträge zu stabilisieren. Wie bereits erwähnt, sind Effizienzsteigerungen durch Technologie möglich. So kann Personal gezielter eingesetzt und Standards automatisiert bearbeitet werden.



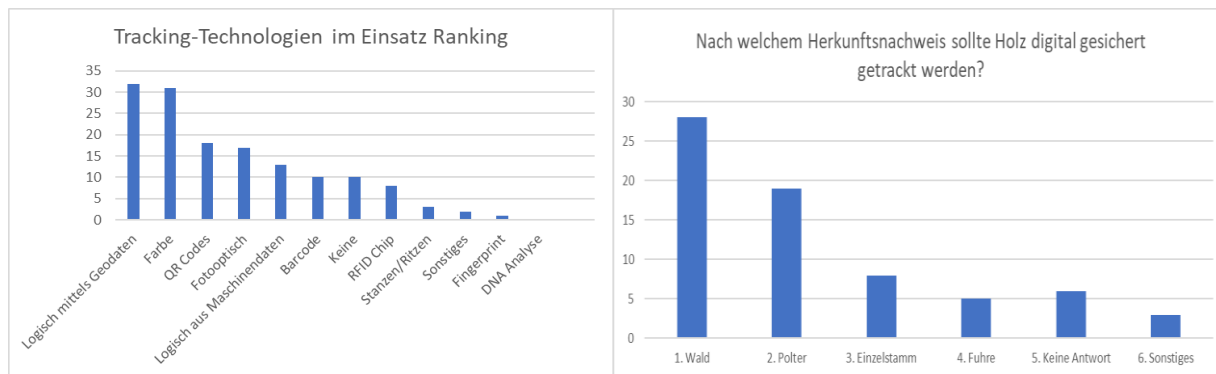
## Soziales

Die Aussichten, dem Fachkräftemangel mit Hilfe von Digitalisierung und Automatisierung entgegenzuwirken, wie bereits beschrieben, werden von den Unternehmen im Durchschnitt mit 2,92 als eher gut eingeschätzt. Während einfache Tätigkeiten automatisiert und im Hintergrund ablaufen können, muss an dieser Stelle gleichzeitig berücksichtigt werden, dass für die Einführung, Wartung und laufende Anpassung solcher Systeme zusätzliches Fachpersonal benötigt wird. Einfache operative Tätigkeiten wie Datentransfer, standardisierte Kommunikation zwischen den Partnern, Rechnungsstellung und Bezahlung können durch Technologie vereinfacht werden und schaffen Freiräume für das Personal für Tätigkeiten, die über den Standard hinausgehen.



## Tracking

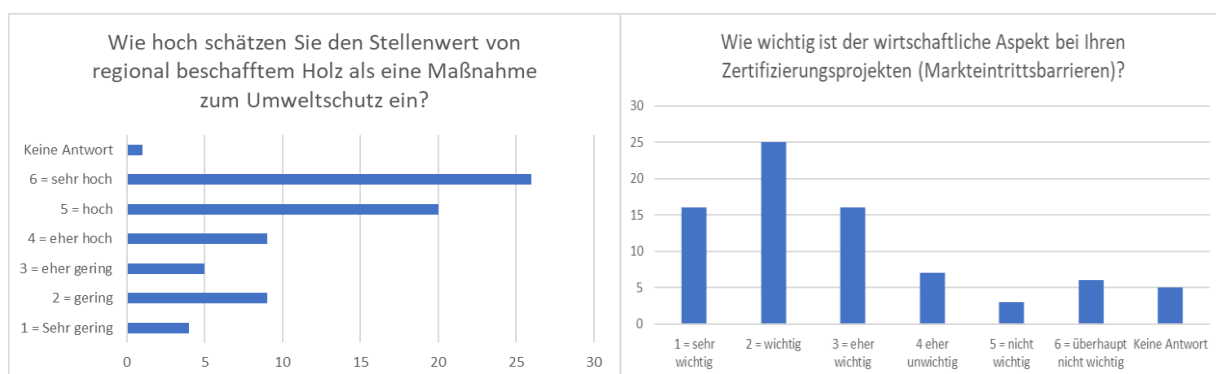
Durch die Erfassung aller relevanten Daten von der Ernte bis zum Verbraucher ermöglicht die Blockchain eine unveränderbare und transparente Aufzeichnung aller Prozesse und Manipulationen in Raum und Zeit. Jeder Block enthält Daten zu jedem gefällten Baum, einschließlich des Standorts, der Holzart und des Erntezeitpunkts. Weitere Informationen zu Zertifizierungen, Einhaltung der SDGs etc. können hinzugefügt werden. Diese dezentrale Struktur gewährleistet die Integrität der Informationen und bietet allen Beteiligten der Lieferkette eine transparente Sicht auf den gesamten Prozess. Die von Sensoren und IoT-Geräten gesammelten Daten werden in Echtzeit auf die Blockchain übertragen und ermöglichen so eine kontinuierliche Überwachung der Holzlieferkette. Bisher spielt die Integration von gesammelten Daten und Farbmarkierungen oder QR-Codes die Hauptrolle. Für den Einsatz der DLT-Technologie spielt der Einsatz von Sensortechnik eine Schlüsselrolle, um der Automatisierung gerecht zu werden. Hier können beispielsweise RFID-Tags eine effiziente Logistik unterstützen, indem sie in Holztransport integriert die Auslastung verfolgen und gleichzeitig den Wareneingang papierlos bestätigen. Dabei wird die eintreffende Ladung in Echtzeit im Warenwirtschaftssystem verbucht, was wiederum die Mitarbeiter in der Warenannahme entlastet. Eine bisher wenig verbreitete Sonderstellung nimmt die Fingerprinttechnologie ein, die laut Umfrage nur einmal genannt wurde. Hier besteht zukünftiger Forschungsbedarf, um eine praxisnahe Integration dieser Technologie zu untersuchen. Durch die eindeutige Identifizierung eines einzelnen Stammes kann auf die künstliche Anbringung von Tracking-Technologien verzichtet und somit die natürlich gegebene Eindeutigkeit eines Stammes genutzt werden.



Aufgrund der guten forstlichen Praxis ist ein Herkunftsnachweis ab Wald wirtschaftlich realistisch. Aus wissenschaftlicher Sicht ist eine Untersuchung der Rückverfolgbarkeit in Kombination mit der o.g. Fingerprinttechnologie ab dem Einzelstamm zu prüfen, da hier eine natürliche Möglichkeit der Rückverfolgbarkeit gegeben ist.

## Zertifizierung

Zertifizierungen spielen im Forstsektor eine Rolle, um bestimmte Markteintrittsbarrieren zu überwinden. So verlangt ein Großteil der Papierindustrie eine FSC-Zertifizierung, um Holz liefern zu können. Diese Tendenz kann auch durch die Befragung mit einem Mittelwert von 2,64 bestätigt werden. Zertifizierungen können aber auch in einem weiteren Kontext verstanden werden. So ist in der Schweiz das Label Schweizer Holz ein wichtiger Faktor für Regionalität. Dieser Faktor der Regionalität spielt in der Befragung mit einem Wert von 4,51 auch für den Umweltschutz eine große Rolle und bietet somit das Potenzial, zertifiziert oder durch die Blockchaintechnologie bestätigt zu werden.



Smart Contracts als integraler Bestandteil der 2. Blockchain Generation ermöglichen automatisierte Reaktionen auf bestimmte Ereignisse. Im Rahmen des Lieferkettenmanagements können diese beispielsweise automatisch Zahlungen auslösen, wenn bestimmte Bedingungen wie die Anlieferung des Holzes im Sägewerk erfüllt sind. Dabei kann das Holz durch eine Nachhaltigkeitszertifizierung für Regionalität oder besonders gute Waldbewirtschaftung einen Aufpreis erhalten. Diese kann entlang der Chain of Custody automatisiert überwacht werden und eine nachhaltige Waldbewirtschaftung bestätigen. Gleichzeitig können durch Smart Contracts Zertifikatsbestände überwacht und bei Unterschreiten von Schwellenwerten Bestellvorgänge ausgelöst werden. Darüber hinaus können Smart Contracts, wenn ein ungewöhnlicher Holzeinschlag oder eine Anomalie in der Umwelt festgestellt wird (z.B. Global Forest Watch), auf diese Anomalie reagieren und eine Transaktion nicht ausführen, da eine bestimmte Bedingung für die automatisierte Ausführung nicht erfüllt ist. Ein Beispiel hierfür ist der Handel mit Zertifikaten. Zertifizierungsstellen können, die in der Blockchain gespeicherten Daten verifizieren und bestätigen, dass das Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Diese Bestätigung wird ebenfalls in der Blockchain gespeichert, wodurch ein unbestreitbarer Nachweis über die Herkunft des Holzes entsteht und die Glaubwürdigkeit von Nachhaltigkeitszertifikaten gestärkt wird. Der FSC forscht bereits an einer Blockchain-Lösung und hat bereits Artikel zu diesem Thema veröffentlicht.

Ein weiteres Potenzial bieten Ökosystemleistungen, die bisher nicht vergütet werden. Der Erhalt von natürlichen Lebensräumen oder die Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen kann durch eine Zertifizierung zusätzlich bestätigt werden und so beispielsweise die Teilnahme am CO<sub>2</sub>-Zertifikatehandel ermöglichen, sofern die gesetzten Umweltziele erreicht werden.



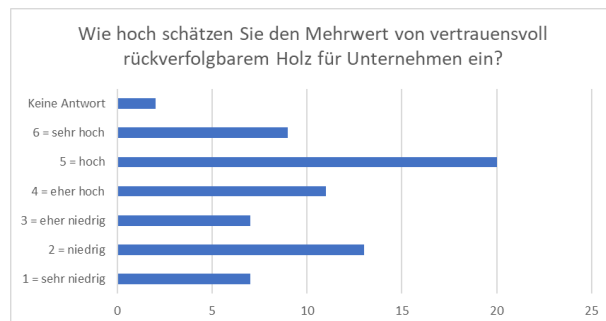
Der Endverbraucher kann die Herkunft des Holzproduktes z.B. über eine mobile App mit QR-Code-Scan nachvollziehen. Informationen wie der Ort der Holzernte und die nachhaltige Waldbewirtschaftung können angezeigt werden. Diese Transparenz stärkt das Vertrauen der Verbraucher in die Herkunft ihrer Holzprodukte und schafft einen direkten Kanal für umfassende Informationen.

Das dezentrale Blockchain-Netzwerk schafft eine gemeinsame und standardisierte Plattform für alle Beteiligten, die beispielsweise auch die Bewertung von Ökosystemdienstleistungen und die Überprüfung der Einhaltung der SDGs ermöglicht. Informationen werden transparent und sicher ausgetauscht, was die Effizienz der Zusammenarbeit erhöht. Weitere Aufklärungsarbeit ist notwendig, um Ängste und Bedenken gegenüber der neuen Technologie abzubauen. Prototypen sind notwendig, um praxisnahe Forschung zu betreiben und weitere Herausforderungen zu identifizieren. Für eine voll integrierte und funktionsfähige Blockchain-Lösung ist die Einbindung aller Akteure notwendig, um die Vorteile zu nutzen und die Effizienz zu steigern.

## Rechtliches

Im Hinblick auf die neue Holzhandelsverordnung der Europäischen Union zur Vermeidung von Entwaldung (EUDR), die ab 2024 in Kraft treten wird, um den Handel mit illegal geschlagenem Holz stärker zu bekämpfen und eine nachhaltige Waldbewirtschaftung zu fördern, kann die Blockchain-Technologie eine Lösung sein, um die geforderten Anforderungen zu erfüllen. Die Verordnung verlangt von Unternehmen, die Holzprodukte auf den EU-Markt bringen, eine sorgfältige Überprüfung der Lieferkette. Dazu gehört die Dokumentation von Herkunft, Art und Menge des Holzes sowie die Einhaltung aller geltenden Gesetze und Vorschriften. Darüber hinaus müssen Importeure, Händler und andere Akteure der Holzlieferkette die Angaben ihrer Lieferanten überprüfen und das Risiko illegaler Herkunft im Rahmen einer Sorgfaltsprüfung bewerten. Zu diesem Zweck sind alle EU-Mitgliedstaaten verpflichtet, geeignete Durchsetzungsmaßnahmen festzulegen und sicherzustellen, dass Verstöße gegen die Verordnung angemessen geahndet werden. Die Blockchain-Technologie bietet in Kombination mit den bereits beschriebenen Digitalisierungs- und Automatisierungstechnologien großes Potenzial, diesen Anforderungen gerecht zu werden.

Im Durchschnitt wird der Mehrwert von Holz mit verlässlicher Rückverfolgbarkeit mit 3,76 als eher hoch eingeschätzt. Betrachtet man die einzelnen Antworten, so zeigt sich ein differenziertes Meinungsbild, bei dem die Befragten zwischen hoch und niedrig wählen konnten. Da der Großteil der Befragten aus der DACH-Region und damit aus Europa stammt, kann bereits von einem hohen Standard der Waldbewirtschaftung ausgegangen werden. Dies bedeutet, dass illegaler Holzeinschlag und Handel bereits stark eingeschränkt sind.



Insgesamt zeigt die Anbindung einer vollintegrierten, medienbruchfreien Blockchain-Lösung entlang der gesamten Holzlieferkette vielversprechende Potenziale für die Forst- und Holzwirtschaft und treibt die Digitalisierung durch hohe Anforderungen an den Digitalisierungs- und Automatisierungsgrad voran. Das Tracking und Tracing von Holz wird durch diese Lösungen deutlich verbessert, wodurch illegaler Holzeinschlag und -handel bekämpft und gleichzeitig eine nachhaltige Waldbewirtschaftung gefördert werden kann. Gesetzliche Anforderungen und die Zertifizierung nachhaltiger Holzprodukte werden transparenter und effizienter überwacht. Die Akteure entlang der Lieferkette erhalten Informationen in Echtzeit und können so ihre Produktionskapazitäten verbessern und besser auslasten. Dies führt in der Regel zu Kosteneinsparungen und damit zu einer verbesserten Wettbewerbsfähigkeit. Vorreiter, die diese Technologie einsetzen, können so frühzeitig von einer Gewinnmaximierung profitieren. Gleichzeitig können neue Märkte durch die Bewertung von Ökosystemdienstleistungen entstehen oder eine bessere Teilnahme am Kohlenstoffmarkt ermöglicht werden. Dies wird durch weiter steigende Preise für Kohlenstoffzertifikate und -steuern weiter gefördert und kann so den Akteuren der Holzlieferkette zugutekommen. Zu klärende Fragen ergeben sich in Bezug auf den Datenschutz und die Transparenz der Lieferketten, die in Praxisprojekten geklärt werden müssen. Der Einbezug und die Meinung der Akteure entlang der realen Holzlieferkette kann gefördert werden. Eine transparente, effiziente und nachhaltige Holzlieferkette dient neben dem verantwortungsvollen Umgang mit Ressourcen der Wirtschaftlichkeit und maximiert die Wettbewerbsfähigkeit und damit die Attraktivität von Arbeitgebern, was in Hinblick auf den demographischen Wandel eine enorme Herausforderung darstellt.

### 3. Erkenntnisse von Dritten

#### *Tracy of Sweden*

Die Fingerprint-Technologie ist eine Methode zur Identifizierung und Authentifizierung von Holz in der gesamten Forst- und Holzlieferkette. Jeder Baum bildet im Laufe seines Lebens Jahresringe, die auf äußere Umweltbedingungen wie Klima, Niederschlag und Temperatur reagieren und einzigartige Muster bilden, ähnlich einem Fingerabdruck, der von den Umweltbedingungen jedes Jahres unterschiedlich beeinflusst wird.

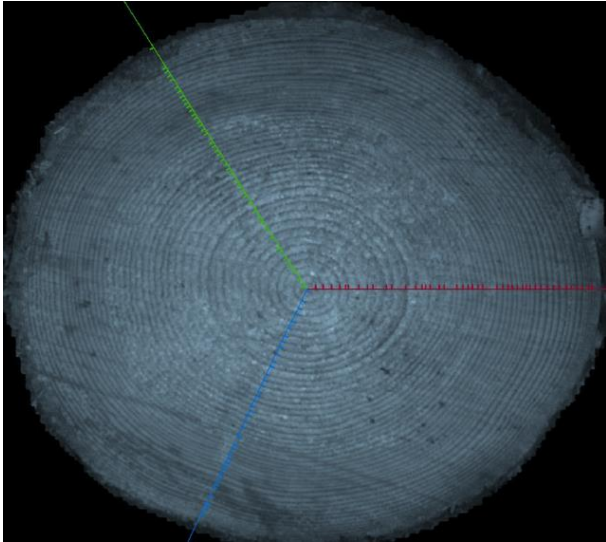


Abbildung 1: Quelle: Tracy of Sweden

Mit fotooptischen Verfahren wie hochauflösenden Scans und digitaler Bildverarbeitung auf KI-Basis können diese Jahresringe genau analysiert werden. Die gewonnenen Daten ergeben einen einzigartigen "Fingerabdruck" für jedes Holzstück. Anhand dieses Fingerabdrucks kann die Herkunft des Holzes überprüft und sichergestellt werden, dass es aus nachhaltiger Forstwirtschaft stammt. Unter Laborbedingungen wurde eine Erkennungsrate von 98%, in Feldversuchen von 97% erreicht.

Die schwedische Firma Tracy hat dieses Verfahren patentiert und bietet damit eine Schlüsseltechnologie für den Einsatz der Blockchain in der Chain of Custody. Durch die Jahrringanalyse steht neben der eindeutigen Stammentifikation auch die Qualitätssortierung im Fokus, was zu einer höheren Ausbeute entlang der gesamten Lieferkette führt. So können im Wald zurückgelassene bzw. übersehene Sortimentsteile berücksichtigt, die Ausnutzung der Stammabschnitte verbessert und die Gesamtausbeute im Sägewerk erhöht werden. Ein Aufpreis für qualitätsorientierten Einkauf ist bereits zu beobachten.

In Kombination mit der Blockchain-Technologie können illegaler Holzeinschlag und illegaler Holzhandel bekämpft werden, indem die Herkunft des Holzes bis zu den Geodaten der nachhaltig bewirtschafteten Wälder zurückverfolgt werden kann. Dies schafft die notwendige Transparenz in der Holzlieferkette und ermöglicht eine bessere Überwachung der Umweltauswirkungen.

#### *Fa. Egger – Eugen Buss Digitale Technologien in der Lieferkette Holz*

Mit dem Thema Blockchain in der Forstlogistikkette beschäftigte sich auch die Firma Egger in Zusammenarbeit mit Eugen Bus von der Fachhochschule Südwestfalen. Ziele des Projekts waren die Rückverfolgbarkeit regionaler und zertifizierter Holzherkünfte, die Meldung abgefahrener Holzpolter durch die Spediteure und die automatisierte Erfassung von Holzbereitstellungsmeldungen. Die mit der Blockchain verfolgte Lieferkette beginnt beim Polter. Die Lagerorte der Polter werden vom Forstbetrieb in der Holzbereitstellungsmeldung mit den relevanten Informationen und Zertifikaten in der Blockchain hinterlegt. Der Spediteur wird mit dem Transport der Polter zum Sägewerk beauftragt und hinterlegt die Informationen in der Blockchain. Eine Statusmeldung der Polter nach abholbereit, in Arbeit und fertiggestellt ist jederzeit abrufbar. Beim Wareneingang erfolgt eine Qualitäts-, Gewichts- und Feuchtigkeitskontrolle, bevor das Holz auf dem Lagerplatz zwischengelagert wird. Dort wird das angelieferte Holz mit dem Holz anderer Lieferanten aus einer bestimmten Einschlagsperiode gemischt und die entsprechenden Informationen in der Blockchain gespeichert. Für die Weiterverarbeitung wird das Holz gehackt oder gesägt. Nach der Produktion von Span- oder MDF-Platten wird bei der Kommissionierung ein QR-Code auf das Paket aufgebracht. So kann der Kunde die Herkunft der Platten lückenlos zurückverfolgen.

Ein weiteres wichtiges Ergebnis des Projektes war eine Nachhaltigkeitsbewertung der Blockchain-Technologie auf Basis von Daten des Deutschen Bundestages - Wissenschaftliche Dienste - Energieverbrauch von Kryptowährungen. Dabei werden neue Blockchain-Systeme wie Ethereum und Cardano mit dem Energieverbrauch des Visa-Netzwerks verglichen und zeigen eine erhebliche Einsparung gegenüber dem Energiebedarf von Bitcoin.

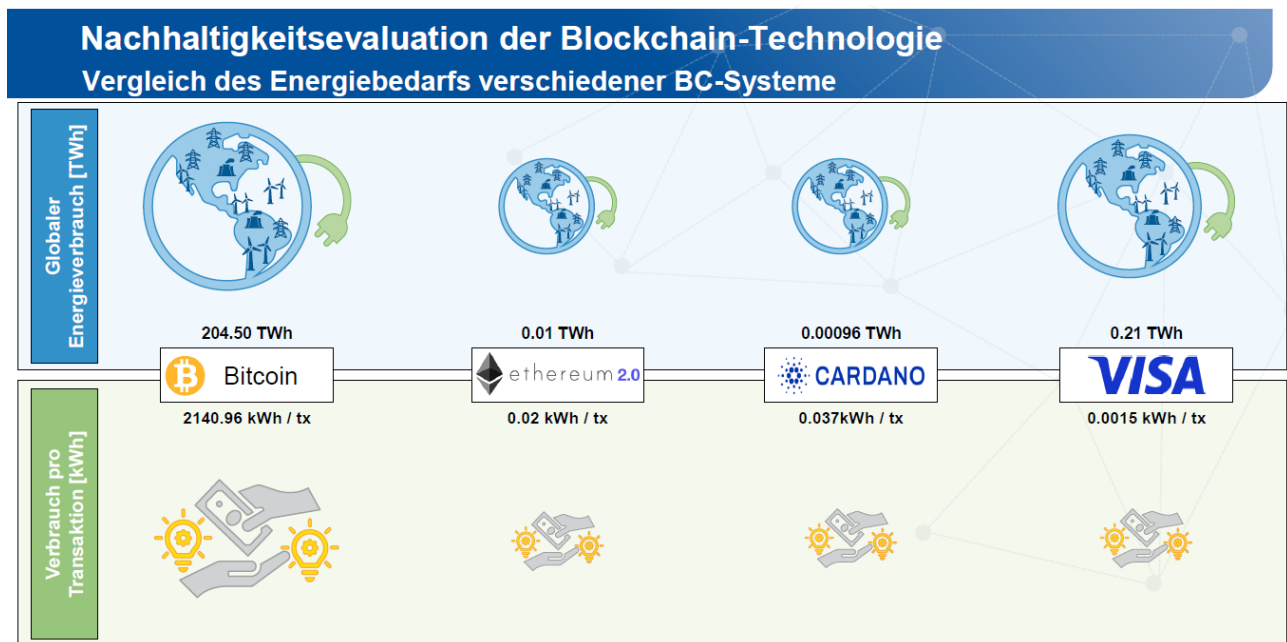


Abbildung 2: Quelle: Eugen Buss

Grundlage: <https://www.bundestag.de/resource/blob/894044/1e5bfad6ca73dee5558a9eae40a4a711/WD-5-043-22-pdf-data.pdf>; Platt et al. 21 Veröffentlichungen

#### 4. Veröffentlichungen

Veröffentlichungen zum Thema:

- **Systematics of Forestry Technology for Tracing the Timber Supply Chain**

(Alexander Kaulen, Lukas Stopfer, Kai Lippert, Thomas Purfürst)

<https://doi.org/10.3390/f14091718>

Ausstehende Veröffentlichung zum Thema:

- **Literature Review – Potential of Blockchain Technology in Wood Supply Chains**

(Lukas Stopfer, Alexander Kaulen, Thomas Purfürst)

(eingereicht Oktober 2023 bei Science Direct - Computers and Electronics in Agriculture)

- **Forst Blockchain expert survey**

(Lukas Stopfer, Thomas Purfürst)

Erkenntnisse der Studie werden zusammengefasst und Hypothesen/Theorien daraus abgeleitet

(Einreichung geplant für März 2024)

Ausblick:

- **Blockchaintechnologie in der Forstwirtschaft – Energieverbrauch**

(Lukas Stopfer, Thomas Purfürst)

# ANHANG

## Teilvorhaben 1: 2221NR077A MRK Consulting GmbH

### 1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens

- Koordination des Gesamtprozesses inklusive standardisierter Arbeitsmaterialien
- Reporting und Kommunikation mit Fördermittelgeber
- Abstimmung zwischen Projektpartnern und Dritten
- Controlling von Kosten, Terminen und Meilensteinen
- Ermittlung und Akquise geeigneter Interviewpartner
- Konzeption eines standardisierten Gesprächsleitfadens für die Befragungen
- Organisation und Durchführung der Datenerhebung
- Dokumentation und Transkription der Interviews
- Aufsetzen eines Umfragetools zur Generierung weiterer Informationen

### 2. Bearbeitete Arbeitspakete

#### Arbeitspaket 1: Projektleitung und -steuerung

Die MRK Management Consultants GmbH übernahm in enger Abstimmung mit allen Beteiligten die Aufgaben der Projektleitung und -steuerung. Aufgrund der Verbundstruktur des Projektes war eine kontinuierliche Abstimmung und Koordination zwischen den Partnern von wesentlicher Bedeutung.

Die Kick-off-Veranstaltung mit allen Verbundpartnern wurde im Dezember 2022 in Dresden organisiert und in Präsenz aller Partner durchgeführt. Dieses Treffen ermöglichte ein gründliches Review des eingereichten Projektantrags, die Festlegung konkreter Aufgabenverteilungen und die Besprechung des Zeitplans.

Vor dem eigentlichen Start des Projekts fanden mehrere virtuelle Meetings statt. Diese dienten der Schaffung von Grundlagen für eine effiziente Zusammenarbeit und der Förderung des Informationsaustauschs zwischen den Partnern.

Zu Beginn des Projekts wurden monatliche Jour Fixe durchgeführt, in denen der jeweilige Arbeitsstand präsentiert sowie anstehende Aufgaben und aufkommende Fragen besprochen wurden. Sie dienten auch dazu, dass alle relevanten Akteure die notwendige Unterstützung für die Erreichung der Projektziele erhielten und die Aufgaben partnerschaftlich koordiniert wurden.

Mit dem Fortschreiten des Projekts wurden zusätzliche Jour Fixe in Form von kleinen Workshops eingeführt. In diesen Workshops wurden anstehende Projektarbeiten orchestriert, um parallel von mehreren Partnern durchgeführt zu werden. Dazu gehörten die Entwicklung von Leitfadeninterviews, die Ausarbeitung der Fragen für die Online-Umfrage mit LimeSurvey sowie die Vor- und Nachbereitung des Expertenworkshops.

#### **Zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten:**

Während der Projektleitung und -steuerung wurden nicht nur die organisatorischen Aspekte erfolgreich gemanagt, sondern es wurden auch zusätzliche Fähigkeiten entwickelt und neue Erkenntnisse gewonnen.

Dazu gehören:

1. *Effektive virtuelle Zusammenarbeit:* Die konsequente Nutzung digitaler Werkzeuge, wie Microsoft Teams, haben gezeigt, wie effektiv eine Zusammenarbeit trotz räumlicher Distanz sein kann. Die entwickelten Fähigkeiten in der virtuellen Kommunikation trugen zur Flexibilität und Effizienz bei der Arbeit des Projektteams bei.
2. *Planung und Durchführung von Kick-off-Veranstaltungen:* Die Organisation und Umsetzung der Kick-off-Veranstaltung haben die Fähigkeit zur Planung und Durchführung von wichtigen Auftaktveranstaltungen gestärkt, um alle Beteiligten auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen.

3. *Flexibles Projektmanagement:* Die kontinuierliche Anpassung des Projektplans und die Einführung von zusätzlichen Jour Fixe in Form von Workshops zeugen von der Fähigkeit zur flexiblen Steuerung des Projekts gemäß den sich entwickelnden Anforderungen.
4. *Koordination und Abstimmung in einem Verbundprojekt:* Die erforderlichen engen Abstimmungen und die Koordination zwischen den einzelnen Projektpartnern führten zu einer wesentlichen Verbesserung der Organisationsfähigkeit, die sicherstellte, dass alle Aktivitäten partnerschaftlich und zielgerichtet durchgeführt wurden.
5. *Nutzung von Hilfsmitteln zur Zielerreichung (LimeSurvey, Miro und Mentimeter):* Das Team erarbeitete sich den Umgang und die Orchestrierung der Partner mit verschiedenen digitalen Werkzeugen, wie z.B. LimeSurvey, welches für die Erstellung einer professionellen Online-Umfrage zum Einsatz kam und mit dessen Hilfe man die Antworten statistisch auswerten kann. Mit Miro konnte für alle Teilnehmer am Expertenworkshop eine gemeinsame Arbeitsebene erstellt werden, die unter Anleitung der Gastgeber die themenbezogene Zusammenarbeit aller an einem virtuellen Whiteboard möglich machten. Für die Realisierung waren umfassende Vorarbeiten vonnöten, die darauf abzielten, sämtliche Akteure in einem virtuellen Dialog zusammenzuführen. Diese Werkzeuge ermöglichten eine effiziente Datenerhebung und Interaktion mit den Projektbeteiligten.
6. *Erarbeiten und Durchführen von Interviews:* Die aufwendige Entwicklung von Leitfadeninterviews im Rahmen einer effektiven Teamarbeit führte zu neuen Erkenntnissen bezüglich Herangehensweisen und einer vertieften Auseinandersetzung mit der Thematik. In den eigentlichen Interviewdurchführungen mit unbekannten, freiwilligen Interviewpartnern wurde die eigene Expertise und soziale Interaktion basierend auf dem Leitfadenansatz ausgebaut.

Diese Arbeiten haben die Effizienz in der Projektleitung und –steuerung gesteigert und hatten somit einen positiven Einfluss auf den gesamten Projekterfolg.

### **Arbeitspaket 3: Datenerhebung – Interviews und Umfrage**

Im Rahmen des Arbeitspaketes 3 wurde eine umfassende Datenerhebung durchgeführt, die leitfadengestützte Experteninterviews und eine Onlineumfrage mit LimeSurvey umfasste. Ziel war es, eine breitere Perspektive auf das Thema Digitalisierung und Einsatz der Blockchain-Technologie im Forstwesen bzw. der Forstwirtschaft zu gewinnen. Die wichtigsten Ergebnisse und die Entwicklung von zusätzlichen Erkenntnissen und Fähigkeiten sind nachfolgend aufgelistet:

1. *Identifikation von Stakeholdern:* Zu Beginn wurden verschiedene Stakeholder-Gruppen in der Forstwirtschaft/ Forstwesen identifiziert. Darunter befanden sich Waldbesitzer, Forstbetriebe & Förster, Holzernteunternehmen, Spediteure, Holzverarbeitungsunternehmen (Sägewerke), Serviceunternehmen, Maschinenhersteller und Vertreter aus Verbänden und der Forschung.
2. *Anfrage und Akquise von Interviewpartnern:* Weit über 100 potenzielle Interviewpartner wurden branchen- und länderübergreifend angefragt. Es wurde der persönliche Kontakt gesucht und aufgenommen, um Interesse an unserem themenbezogenen Interview zu erfragen und die Zwecke der Studie zu erklären. 40 Experteninterviews wurden abgeschlossen.
3. *Standardisierte Gesprächsleitfäden:* Für jede Stakeholder-Gruppe wurde ein standardisierter Gesprächsleitfaden entwickelt, der offene und einige wenige geschlossene Fragen zu Erfahrungen, Herausforderungen und Potenzialen des Einsatzes von Digitalisierung und der Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft enthält. Die Leitfäden wurden an die spezifischen Bedürfnisse der jeweiligen Interviewpartner angepasst.
4. *Durchführung der Interviews:* Die Interviews wurden telefonisch oder per Videokonferenz durchgeführt, je nach Präferenz der Interviewten. Es wurde eine vertrauensvolle Atmosphäre geschaffen, um offene und ehrliche Antworten zu erhalten. Die Gespräche wurden digital aufgezeichnet oder mitgeschrieben.
5. *Transkription und Anonymisierung:* Nach Abschluss wurden die Aufzeichnungen sorgfältig transkribiert und alle Informationen anonymisiert, um Vertraulichkeit und Datenschutzrichtlinien zu wahren. Anschließend wurden die Antworten und neuen Informationen der einzelnen Interviewpartner gegenübergestellt und ausgewertet.
6. *Umfragetool für zusätzliche Informationen:* Um zusätzliche quantitative Daten zu sammeln, wurde eine anonymisierte Onlineumfrage mit LimeSurvey gestartet. Ein neuer Fragebogen basierte auf den Erkenntnissen aus den zuvor durchgeführten Experteninterviews. Von den zahlreichen beworbenen Teilnehmern aus der Forstbranche haben 67% die Umfrage vollständig ausgefüllt und so zu einer guten und auswertbaren Datengrundlage verholfen.

7. *Datengrundlage für Analyse:* Durch die Ermittlung und Akquise geeigneter Interviewpartner sowie die Organisation und Durchführung der Datenerhebung der Online-Umfrage wurde eine solide Datengrundlage geschaffen. Diese ermöglichte die Analyse der Potenziale eines Einsatzes der Blockchain-Technologie und die der Forstwirtschaft/ Forstwesen noch bevorstehenden Herausforderungen, um die Akzeptanz in der Branche zu erhöhen.
8. *Experten-Workshop:* Ein erfolgreich durchgeführter Online-Experten-Workshop hat in der dort stattfindenden Diskussion weitere Erkenntnisse über Chancen und Herausforderungen der Technologie in der Forstwirtschaft erbracht.

#### **Zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten:**

Die Datenerhebung hat nicht nur zu einem tieferen Verständnis der Thematik geführt, sondern auch zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten entwickelt:

1. *Effektive Kommunikation:* Die Kommunikation mit verschiedenen Stakeholdern und die Anpassung der Gesprächsleitfäden an ihre Bedürfnisse haben die Fähigkeiten in der effektiven Kommunikation gestärkt.
2. *Projektmanagement:* Die Organisation von Interviews, die Koordination von Terminen und die Verwaltung der Datenerhebung haben das Projektmanagement verbessert.
3. *Datenschutz und Ethik:* Die sorgfältige Anonymisierung der Daten und die Einhaltung von Datenschutzrichtlinien haben das Bewusstsein für ethische und rechtliche Aspekte gestärkt.
4. *Flexibilität und Anpassung:* Die Anpassung der Gesprächsleitfäden und Methoden je nach Stakeholder-Gruppe hat die Fähigkeit zur Flexibilität und Anpassung unterstrichen.

Insgesamt hat das Arbeitspaket 3 nicht nur wertvolle Daten gesammelt, sondern auch die Kompetenzen im Bereich der Datenerhebung und -analyse erweitert.

#### **Arbeitspaket 4: Analyse und Ausblick und Wissenstransfer**

Arbeitspaket 4 spielte eine entscheidende Rolle im Gesamtprojekt, indem es sich auf die systematische Analyse der gesammelten Daten fokussierte und konkrete Handlungsempfehlungen zur Implementierung von Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft entwickelte.

1. *Analyse des Interviews:* Eine gründliche Auswertung der gesammelten Informationen aus vorherigen Interviews wurde durchgeführt. Die Hauptaussagen wurden extrahiert und kategorisiert, um Schlüsselaspekte zu identifizieren und zu clustern.
2. *Ableitung des Online-Fragebogens:* Die Ergebnisse der Interviews dienten als Grundlage für die Definition eines Online-Fragebogens, der mithilfe eines Statistik-Tools ausgewertet wurde.
3. *Validierung durch Experten:* Ein Experten-Workshop wurde abgehalten, um Vertreter aus verschiedenen Kernbereichen des Projekts einzubeziehen. Dies ermöglichte Diskussionen über die Erkenntnisse sowie die Identifikation neuer Aspekte, insbesondere hinsichtlich der Potenziale, die sich durch den Einsatz von Blockchain in der Forst- und Holzwirtschaft ergeben.
4. *Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Handlungsempfehlungen:* Das zentrale Ziel bestand darin, die Wirtschaftlichkeit mittels eines multikriteriellen Verfahrens zu evaluieren. Dadurch sollten potenzielle Vorteile und Herausforderungen bei der Einführung der Technologie herausgearbeitet werden. Die resultierende Analyse führte zu Handlungsempfehlungen, um identifizierte Potenziale optimal zu nutzen und mögliche Barrieren zu überwinden.
5. *Definition nächster Schritte:* Der Output des Arbeitspakets umfasste eine detaillierte Aufbereitung und Analyse der gesammelten Informationen. Ein umfassender "Fahrplan" wurde entwickelt, der als Leitfaden für zukünftige Projekte und Ansätze im Bereich der Blockchain-Anwendung in der Forst- und Holzwirtschaft diente. Dieser Fahrplan bildete die Grundlage für die Initiierung von Entwicklungs- und Implementierungsprojekten.
6. *Verbreitung der Ergebnisse:* Um die Erkenntnisse zu verbreiten, wurden Präsentationen auf relevanten Fachveranstaltungen der Branche abgehalten. Diese Aktivitäten zielten darauf ab, das Bewusstsein für die Potenziale der Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft zu schärfen und einen breiten Austausch darüber zu fördern.

#### **Zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten:**

Aus den beschriebenen Ergebnissen und Perspektiven eines Projektleiters und -steuerers ergeben sich zusätzliche Fähigkeiten und Erkenntnisse, die für die erfolgreiche Umsetzung von Projekten Anwendung und Analyse von Prozessen von Bedeutung sind:

1. *Projektmanagement:* Fähigkeiten im Projektmanagement für die Planung und Umsetzung von Pilotprojekten

2. *Branchenverständnis*: Ein tiefes Verständnis für die Forst- und Holzwirtschaft
3. *Datenmanagement und -sicherheit*: Kompetenzen im effizienten Datenmanagement und der sicheren Integration
4. *Wirtschaftlichkeitsbewertung*: Kenntnisse in der Bewertung von Wirtschaftlichkeit, insbesondere im Kontext von Blockchain-Projekten und Prozesskettenoptimierung
5. *Kommunikationsfähigkeiten*: Die Fähigkeit, komplexe technologische Konzepte überzeugend zu kommunizieren
6. *Interdisziplinäre Zusammenarbeit*: Zusammenarbeit mit Experten aus verschiedenen Fachbereichen
7. *Change-Management*: Fähigkeiten im Change-Management unterstützen die Akzeptanz neuer Technologien
8. *Networking*: Der Aufbau und die Pflege von Netzwerken, insbesondere in der Forst- und Holzwirtschaft

### **3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens**

Die MRK Management Consulting GmbH koordinierte ein Verbundprojekt zur Digitalisierung und Blockchain im Forstwesen. Die Projektleitung umfasste Abstimmung, Reporting, Kostenkontrolle und Koordination der Partner. Es wurde sich auf die Datenerhebung durch Experteninterviews und eine LimeSurvey-Umfrage fokussiert. Stakeholder wurden identifiziert, Interviews durchgeführt, Gesprächsleitfäden erstellt, und eine Umfrage erstellt. Aus den transkribierten und analysierten Interviews, konnte ein Online-Fragebogen abgeleitet werden. Es konnten Fähigkeiten im Projektmanagement, Branchenverständnis, Datenmanagement, Wirtschaftlichkeitsbewertung, Kommunikations- und Netzwerkfähigkeiten sowie interdisziplinäre Zusammenarbeit und Change-Management-Kompetenzen gestärkt und ausgebaut werden.

## Teilvorhaben 2: 2221NR077B Universität Freiburg

### 1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens

Darstellung der derzeitigen Lage der Forstwirtschaft und verschiedener Herausforderungen, die durch Technologieeinsatz gelöst werden sollen

Skizzierung der aktuellen Arbeitsprozesse mit Beteiligten und Schnittstellen

Beschreibung der Blockchain-Technologie und bisheriger Einsatzgebiete

Ermittlung von Voraussetzungen beim Einsatz von Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft Formulieren von Annahmen zur Validierung in der Datenerhebung

### 2. Bearbeitete Arbeitspakete

#### Arbeitspaket 2: Darstellung Ist-Situation und Herausforderungen i. d. Forstwirtschaft

Im Rahmen einer umfassenden Desk-Research haben wir die aktuelle Situation der Branche analysiert.

Hierbei wurden verschiedene Herausforderungen identifiziert, darunter:

Mangelnde Transparenz & Standardisierung:

- Die derzeitigen Prozesse und Datenflüsse in der Forstwirtschaft sind oft intransparent, was zu Schwierigkeiten bei der Rückverfolgbarkeit von Holz und der Bekämpfung von illegaler Abholzung führt. Zudem treffen an Schnittstellen inkompatible Systeme aufeinander, was durch fehlende Digitalisierung zu weiteren Herausforderungen führt.
- Das zeigt die Herausforderung der Interoperabilität von Systemen und ist mit enormen Auswendungen und Kosten verbunden entsprechende Schnittstellen zu schaffen.

Hoher administrativer Aufwand:

- Die Verwaltung von Dokumenten, Zertifizierungen und Genehmigungen ist zeitaufwendig und fehleranfällig, was die Effizienz der oft manuell durchgeführten Arbeitsprozesse beeinträchtigt.
- Gerade in Hinblick auf den demographischen Wandel und Fachkräftemangel erzeugt dies nachhaltigen Druck auf die Angestellten.

Vertrauensdefizit:

- Aufgrund fehlender Vertrauensmechanismen zwischen den Akteuren der Branche gibt es häufig Unsicherheiten und Konflikte bei der Zusammenarbeit. Allein ein fehlendes Eichmaß beim Holzverkauf ist ein gutes Beispiel, dass auch der Gesetzgeber Herausforderungen zu bewältigen hat.

Blockchain-Technologie und deren Einsatzmöglichkeiten

Die Blockchain-Technologie bietet vielversprechende Lösungsansätze für die genannten Herausforderungen. Sie ermöglicht die sichere und transparente Verwaltung und Überprüfung von Informationen über den gesamten Lebenszyklus von Holzprodukten. Durch die dezentrale und unveränderbare Natur der Blockchain könnte Vertrauen, Nachverfolgbarkeit und Effizienz verbessert werden. Mit der neuen Generation dieser Technologie kann der Energieverbrauch durch Verschlüsselungs-Algorithmen und Speicherung kleinster Datenmengen der Kette weitestgehend reduziert werden.

Beispiele für den Einsatz von Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft umfassen:

Herkunfts- und Nachhaltigkeitsnachweise zur Erfüllung der EUDR:

- Durch die Nutzung von Blockchain können Informationen zur Herkunft und zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Holzprodukten in einer fälschungssicheren und transparenten Art und Weise festgehalten werden. Bereits in internationalen Projekten sind hierzu Holzprodukte nachverfolgt worden.

Lieferkettenmanagement:

- Die Blockchain ermöglicht eine effiziente Verfolgung des Holzflusses entlang der gesamten Lieferkette, was die Transparenz verbessert und die Identifizierung von Engpässen oder potenziellen Problemen erleichtert. Gleichzeitig können damit Zertifikate validiert und geprüft werden.



## Digitale Verträge und Zahlungen:

- Smart Contracts auf der Blockchain können die Verwaltung von Verträgen und Zahlungen automatisieren, was den administrativen Aufwand reduziert und die Vertrauenswürdigkeit erhöht.

## Zertifikate:

- Neben der klassischen FSC/PEFC-Zertifizierung im Forstbereich sind weitere Umweltzertifizierungen denkbar. Dies kann beispielsweise die aktive Teilnahme am Kohlenstoffhandel oder eine Zertifizierung von Ökosystemdienstleistungen sein. Damit kann auch die Einhaltung der SDGs überprüft werden. Eine regionale Zertifizierung wie z.B. Herkunft Schweizer Holz kann ebenfalls eine Anwendung der Technologie sein.

Auf Basis der Desk-Research wurde innerhalb des Konsortiums ein Brainstorming durchgeführt, das als Grundlage für die Erstellung der Leitfadeninterviews diente. Dabei wurden Schlüsselthemen identifiziert, die den aktuellen Stand der Technik beinhalten. Dabei wurden Technologietrends hinsichtlich Digitalisierung und Automatisierung berücksichtigt.

## Arbeitspaket 3: Datenerhebung – Interviews und Umfrage

Im Rahmen des Arbeitspaketes 3 wurde eine umfassende Datenerhebung durchgeführt, die leitfadengestützte Experteninterviews und eine Onlineumfrage mit LimeSurvey umfasst. Ziel war es, eine breitere Perspektive auf das Thema Digitalisierung und Einsatz der Blockchain-Technologie im Forstwesen bzw. der -wirtschaft zu gewinnen. Die wichtigsten Ergebnisse und die Entwicklung von zusätzlichen Erkenntnissen und Fähigkeiten sind nachfolgend aufgelistet:

1. *Identifikation von Stakeholdern:* Zu Beginn wurden verschiedene Stakeholder-Gruppen in der Forstwirtschaft/ Forstwesen identifiziert. Darunter befinden sich Waldbesitzer, Forstbetriebe & Förster, Holzernteunternehmen, Spediteure, Holzverarbeitungsunternehmen (Sägewerke), Serviceunternehmen, Maschinenhersteller und Vertreter aus Verbänden und der Forschung.
2. *Anfrage und Akquise von Interviewpartnern:* Weit über 100 potenzielle Interviewpartner wurden branchen- und länderübergreifend angefragt. Es wurde der persönliche Kontakt gesucht und aufgenommen, um Interesse an unserem themenbezogenen Interview zu erfragen und die Zwecke der Studie zu erklären. 40 Experteninterviews wurden abgeschlossen.
3. *Standardisierte Gesprächsleitfäden:* Für jede Stakeholder-Gruppe wurde ein standardisierter Gesprächsleitfaden entwickelt, der offene und wenige geschlossene Fragen zu Erfahrungen, Herausforderungen und Potenzialen des Einsatzes von Digitalisierung und der Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft enthielt. Die Leitfäden wurden an die spezifischen Bedürfnisse der jeweiligen Interviewpartner angepasst.
4. *Durchführung der Interviews:* Die Interviews wurden telefonisch oder per Videokonferenz durchgeführt, je nach Präferenz der Interviewten. Es wurde eine vertrauensvolle Atmosphäre geschaffen, um offene und ehrliche Antworten zu erhalten. Die Gespräche wurden digital aufgezeichnet oder mitgeschrieben.
5. *Transkription und Anonymisierung:* Nach Abschluss wurden die Aufzeichnungen sorgfältig transkribiert und alle Informationen anonymisiert, um Vertraulichkeit und Datenschutzrichtlinien zu wahren. Anschließend wurden die Antworten und neuen Informationen der einzelnen Interviewpartner gegenübergestellt und ausgewertet.
6. *Umfragetool für zusätzliche Informationen:* Um zusätzliche quantitative Daten zu sammeln, wurde eine anonymisierte Onlineumfrage mit LimeSurvey gestartet. Ein neuer Fragebogen basierte auf den Erkenntnissen aus den zuvor durchgeführten Experteninterviews. Von den zahlreichen beworbenen Teilnehmern aus der Forstbranche haben 67% die Umfrage vollständig ausgefüllt und so zu einer soliden und auswertbaren Datengrundlage verholfen.
7. *Datengrundlage für Analyse:* Durch die Ermittlung und Akquise geeigneter Interviewpartner sowie die Organisation und Durchführung der Datenerhebung der Online-Umfrage wurde eine solide Datengrundlage geschaffen. Diese ermöglicht die Analyse der Potenziale eines Einsatzes der Blockchain-Technologie und die der Forstwirtschaft/ Forstwesen noch bevorstehenden Herausforderungen, um die Akzeptanz in der Branche zu erhöhen.
8. *Experten-Workshop:* Ein erfolgreich durchgeführter Online-Experten-Workshop hat in der dort stattfindenden Diskussion weitere Erkenntnisse über Chancen und Herausforderungen der Technologie in der Forstwirtschaft erbracht.

### **Zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten:**

Die Datenerhebung hat nicht nur zu einem tieferen Verständnis der Thematik geführt, sondern auch zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten entwickelt:

1. *Effektive Kommunikation:* Die Kommunikation mit verschiedenen Stakeholdern und die Anpassung der Gesprächsleitfäden an ihre Bedürfnisse haben die Fähigkeiten in der effektiven Kommunikation gestärkt.
2. *Projektmanagement:* Die Organisation von Interviews, die Koordination von Terminen und die Verwaltung der Datenerhebung haben das Projektmanagement verbessert.
3. *Datenschutz und Ethik:* Die sorgfältige Anonymisierung der Daten und die Einhaltung von Datenschutzrichtlinien haben das Bewusstsein für ethische und rechtliche Aspekte gestärkt.
4. *Flexibilität und Anpassung:* Die Anpassung der Gesprächsleitfäden und Methoden je nach Stakeholder-Gruppe hat die Fähigkeit zur Flexibilität und Anpassung unterstrichen.

Insgesamt hat das Arbeitspaket 3 nicht nur wertvolle Daten gesammelt, sondern auch die Kompetenzen im Bereich der Datenerhebung und -analyse erweitert.

### **Arbeitspaket 4: Analyse und Ausblick und Wissenstransfer**

Arbeitspaket 4 war ein maßgeblicher Bestandteil des Gesamtprojekts, das sich auf die systematische Analyse der gesammelten Daten konzentrierte und konkrete Handlungsempfehlungen zur Implementierung von Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft entwickelte.

*Analyse des Interviews:* Eine gründliche Auswertung der gesammelten Informationen aus den vorherigen Interviews wurde durchgeführt. Die Hauptaussagen der Befragten wurden extrahiert und kategorisiert, um die Schlüsselaspekte zu identifizieren und zu clustern.

*Ableitung des Online-Fragebogens:* Die Auswertung der Interviews bildete die Grundlage für die Definition des Online-Fragebogens, die mittels eines Statistik-Tools ausgewertet werden konnten.

*Validierung durch Experten:* Ein Experten-Workshop wurde abgehalten, um Vertreter aus den verschiedenen Kernbereichen, auf die sich im Projekt fokussiert wurde, zur Diskussion über die Erkenntnisse zu erlangen, sowie neue Aspekte aufdecken zu können, die bisher nicht aufgenommen werden konnten. Hierdurch konnten Potenziale ermittelt werden, die sich durch den Einsatz von Blockchain in diesem Sektor ergeben. Dabei wurden sowohl technische als auch wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt, um eine umfassende Bewertung vorzunehmen.

*Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Handlungsempfehlungen:* Ein zentrales Ziel bestand darin, die Wirtschaftlichkeit mittels eines multikriteriellen Verfahrens zu evaluieren. Dadurch sollten die potenziellen Vorteile und Herausforderungen bei der Einführung dieser Technologie herausgearbeitet werden. Basierend auf dieser Analyse wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet, um die identifizierten Potenziale bestmöglich zu nutzen und mögliche Barrieren zu überwinden.

*Definition nächster Schritte:* Der Output dieses Arbeitspakets umfasste eine detaillierte Aufbereitung und Analyse der gesammelten Informationen. Darüber hinaus wurde ein umfassender "Fahrplan" entwickelt, der als Leitfaden für weitere Projekte und Ansätze diente. Dieser Fahrplan bildete die Grundlage für die Initiierung von Entwicklungs- und Implementierungsprojekten im Bereich der Blockchain-Anwendung in der Forst- und Holzwirtschaft.

Um die erzielten Erkenntnisse und Ergebnisse zu verbreiten, wurden Präsentationen auf einschlägigen Fachveranstaltungen der Branche gehalten, um die Ergebnisse einem breiteren Publikum zugänglich zu machen und einen kontinuierlichen Dialog zu fördern. Diese Aktivitäten dienten dazu, das Bewusstsein für die Potenziale der Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft zu schärfen und einen breiten Austausch darüber zu ermöglichen.

### **3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens**

Im Rahmen unserer Desk-Research haben wir die aktuellen Herausforderungen in der Forstwirtschaft identifiziert, darunter mangelnde Transparenz, hoher administrativer Aufwand und ein Vertrauensdefizit. Die Blockchain-Technologie bietet vielversprechende Lösungsansätze für diese Herausforderungen. Beispiele für den Einsatz von Blockchain in der Forstwirtschaft umfassen Herkunfts- und Nachhaltigkeitsnachweise, Lieferkettenmanagement sowie digitale Verträge und Zahlungen. Die Blockchain ermöglicht eine sichere und transparente Erfassung, Verwaltung und Überprüfung von Informationen über den gesamten Holzproduktlebenszyklus, was zu mehr Vertrauen, Nachverfolgbarkeit und Effizienz führt.

## Teilvorhaben 3: 2221NR077C Xylene GmbH

### 1. Ziel und Gegenstand des Teilvorhabens

- Skizzierung der aktuellen Arbeitsprozesse mit Beteiligten und Schnittstellen
- Beschreibung der Blockchain-Technologie und bisheriger Einsatzgebiete
- Ermittlung von Voraussetzungen beim Einsatz von Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft  
Formulieren von Annahmen zur Validierung in der Datenerhebung
- Auswertung und Analyse der durchgeführten Interviews und Zusammenfassung der Ergebnisse
- Betrachtung der Wirtschaftlichkeit und Ableiten von Potenzialen und Handlungsempfehlungen
- Verfügbarmachung der Ergebnisse an thematisch verwandte Projekte in der Forstwirtschaft

### 2. Bearbeitete Arbeitspakete

#### Arbeitspaket 3: Datenerhebung – Interviews und Umfrage

Im Rahmen des Arbeitspaketes 3 wurde eine umfassende Datenerhebung durchgeführt, die leitfadengestützte Experteninterviews und eine Onlineumfrage mit LimeSurvey umfasst. Ziel war es, eine breitere Perspektive auf das Thema Digitalisierung und Einsatz der Blockchain-Technologie im Forstwesen bzw. Der -wirtschaft zu gewinnen. Die wichtigsten Ergebnisse und die Entwicklung von zusätzlichen Erkenntnissen und Fähigkeiten sind nachfolgend aufgelistet:

1. *Identifikation von Stakeholdern:* Zu Beginn wurden verschiedene Stakeholder-Gruppen in der Forstwirtschaft/ Forstwesen identifiziert. Darunter befinden sich Waldbesitzer, Forstbetriebe & Förster, Holzernteunternehmen, Spediteure, Holzverarbeitungsunternehmen (Sägewerke), Serviceunternehmen, Maschinenhersteller und Vertreter aus Verbänden und der Forschung.
2. *Anfrage und Akquise von Interviewpartnern:* Weit über 100 potenzielle Interviewpartner wurden branchen- und länderübergreifend angefragt. Es wurde der persönliche Kontakt gesucht und aufgenommen, um Interesse an unserem themenbezogenen Interview zu erfragen und die Zwecke der Studie zu erklären. 40 Experteninterviews wurden abgeschlossen.
3. *Standardisierte Gesprächsleitfäden:* Für jede Stakeholder-Gruppe wurde ein standardisierter Gesprächsleitfaden entwickelt, der offene und wenige geschlossene Fragen zu Erfahrungen, Herausforderungen und Potenzialen des Einsatzes von Digitalisierung und der Blockchain-Technologie in der Forstwirtschaft enthält. Die Leitfäden wurden an die spezifischen Bedürfnisse der jeweiligen Interviewpartner angepasst.
4. *Durchführung der Interviews:* Die Interviews wurden telefonisch oder per Videokonferenz durchgeführt, je nach Präferenz der Interviewten. Es wurde eine vertrauensvolle Atmosphäre geschaffen, um offene und ehrliche Antworten zu erhalten. Die Gespräche wurden digital aufgezeichnet oder mitgeschrieben.
5. *Transkription und Anonymisierung:* Nach Abschluss wurden die Aufzeichnungen sorgfältig transkribiert und alle Informationen anonymisiert, um Vertraulichkeit und Datenschutzrichtlinien zu wahren. Anschließend wurden die Antworten und neuen Informationen der einzelnen Interviewpartner gegenübergestellt und ausgewertet.
6. *Umfrage tool für zusätzliche Informationen:* Um zusätzliche quantitative Daten zu sammeln, wurde eine anonymisierte Onlineumfrage mit LimeSurvey gestartet. Ein neuer Fragebogen basierte auf den Erkenntnissen aus den zuvor durchgeführten Experteninterviews. Von den zahlreichen beworbenen Teilnehmern aus der Forstbranche haben 67% die Umfrage vollständig ausgefüllt und so zu einer soliden und auswertbaren Datengrundlage verholfen.
7. *Datengrundlage für Analyse:* Durch die Ermittlung und Akquise geeigneter Interviewpartner sowie die Organisation und Durchführung der Datenerhebung der Online-Umfrage wurde eine solide Datengrundlage geschaffen. Diese ermöglicht die Analyse der Potenziale eines Einsatzes der Blockchain-Technologie und die der Forstwirtschaft/ Forstwesen noch bevorstehenden Herausforderungen, um die Akzeptanz in der Branche zu erhöhen.
8. *Experten-Workshop:* Ein erfolgreich durchgeführter Online-Experten-Workshop hat in der dort stattfindenden Diskussion weitere Erkenntnisse über Chancen und Herausforderungen der Technologie in der Forstwirtschaft erbracht.

### **Zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten:**

Die Datenerhebung hat nicht nur zu einem tieferen Verständnis der Thematik geführt, sondern auch zusätzliche Erkenntnisse und Fähigkeiten entwickelt:

1. *Effektive Kommunikation:* Die Kommunikation mit verschiedenen Stakeholdern und die Anpassung der Gesprächsleitfäden an ihre Bedürfnisse haben die Fähigkeiten in der effektiven Kommunikation gestärkt.
2. *Projektmanagement:* Die Organisation von Interviews, die Koordination von Terminen und die Verwaltung der Datenerhebung haben das Projektmanagement verbessert.
3. *Datenschutz und Ethik:* Die sorgfältige Anonymisierung der Daten und die Einhaltung von Datenschutzrichtlinien haben das Bewusstsein für ethische und rechtliche Aspekte gestärkt.
4. *Flexibilität und Anpassung:* Die Anpassung der Gesprächsleitfäden und Methoden je nach Stakeholder-Gruppe hat die Fähigkeit zur Flexibilität und Anpassung unterstrichen.

Insgesamt hat das Arbeitspaket 3 nicht nur wertvolle Daten gesammelt, sondern auch die Kompetenzen im Bereich der Datenerhebung und -analyse erweitert.

### **Arbeitspaket 4: Analyse und Ausblick und Wissenstransfer**

Arbeitspaket 4 war ein maßgeblicher Bestandteil des Gesamtprojekts, das sich auf die systematische Analyse der gesammelten Daten konzentrierte und konkrete Handlungsempfehlungen zur Implementierung von Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft entwickelte.

*Analyse des Interviews:* Eine gründliche Auswertung der gesammelten Informationen aus den vorherigen Interviews wurde durchgeführt. Die Hauptaussagen der Befragten wurden extrahiert und kategorisiert, um die Schlüsselaspekte zu identifizieren und zu clustern.

*Ableitung des Online-Fragebogens:* Die Auswertung der Interviews bildete die Grundlage für die Definition des Online-Fragebogens, die mittels eines Statistik-Tools ausgewertet werden konnten.

*Validierung durch Experten:* Ein Experten-Workshop wurde abgehalten, um Vertreter aus den verschiedenen Kernbereichen, auf die sich im Projekt fokussiert wurde, zur Diskussion über die Erkenntnisse zu erlangen, sowie neue Aspekte aufdecken zu können, die bisher nicht aufgenommen werden konnten. Hierdurch konnten Potenziale ermittelt werden, die sich durch den Einsatz von Blockchain in diesem Sektor ergeben. Dabei wurden sowohl technische als auch wirtschaftliche Gesichtspunkte berücksichtigt, um eine umfassende Bewertung vorzunehmen.

*Bewertung der Wirtschaftlichkeit und Handlungsempfehlungen:* Ein zentrales Ziel bestand darin, die Wirtschaftlichkeit mittels eines multikriteriellen Verfahrens zu evaluieren. Dadurch sollten die potenziellen Vorteile und Herausforderungen bei der Einführung dieser Technologie herausgearbeitet werden. Basierend auf dieser Analyse wurden Handlungsempfehlungen abgeleitet, um die identifizierten Potenziale bestmöglich zu nutzen und mögliche Barrieren zu überwinden.

*Definition nächster Schritte:* Der Output dieses Arbeitspakets umfasste eine detaillierte Aufbereitung und Analyse der gesammelten Informationen. Darüber hinaus wurde ein umfassender "Fahrplan" entwickelt, der als Leitfaden für weitere Projekte und Ansätze diente. Dieser Fahrplan bildete die Grundlage für die Initiierung von Entwicklungs- und Implementierungsprojekten im Bereich der Blockchain-Anwendung in der Forst- und Holzwirtschaft.

Um die erzielten Erkenntnisse und Ergebnisse zu verbreiten, wurden Präsentationen auf einschlägigen Fachveranstaltungen der Branche gehalten, um die Ergebnisse einem breiteren Publikum zugänglich zu machen und einen kontinuierlichen Dialog zu fördern. Diese Aktivitäten dienten dazu, das Bewusstsein für die Potenziale der Blockchain-Technologie in der Forst- und Holzwirtschaft zu schärfen und einen breiten Austausch darüber zu ermöglichen.

### **3. Wesentliche Ergebnisse des Teilvorhabens**

Kernerkenntnis aus der Analyse war die Notwendigkeit von Pilot-Projekten, Case Studies sowie Beispielprojekte, welche die Umsetzung der Nachverfolgbarkeit zu Datenerhebung und die Einbindung der Blockchain-Technologie zur vertraulichen Handhabung der Daten sowie als Validierungsmechanismus für den Herkunftsnachweis vorzeigen können. Diese Einführungen in Beispielprojekten können Unsicherheiten auf der wirtschaftlichen, sowie technischen Ebene beseitigen und den Return-on-Invest eindeutig vorzeigen.