



Schlussbericht Teil I

Kurzbericht

zum Vorhaben

Stadt-Land-Fluss (SLF) – Daten und KI-gestützter Aufbau und Stärkung von Wertschöpfungsketten im Bereich der regionalen Ernährungssysteme - Teilvorhaben 3 - HNE Eberswalde
Laufzeit: 01.06.2024 bis 31.05.2024

Thema:

Künstliche Intelligenz (KI) in der Landwirtschaft, der Lebensmittelkette, der gesundheitlichen Ernährung und den Ländlichen Räumen (vom 11.02.2020)

Zuwendungsempfänger:

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) - FKZ: 2821KI003

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

I. Kurzbericht	Fehler! Textmarke nicht definiert.
1. Aufgabenstellung FÜR HOCHSCHULE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG EBERSWALDE (HNEE).....	1
2. Planung und Ablauf des Vorhabens	1
3. Resümee der wesentlichen Ergebnisse Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)	2
a) Arbeitspakete und Meilensteine	2
b) Zusammenfassung.....	3

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.

Teil I: Kurzbericht

1. Aufgabenstellung FÜR HOCHSCHULE FÜR NACHHALTIGE ENTWICKLUNG EBERSWALDE (HNEE)

Die Aufgaben der HNEE sind in Tab. 1 genannt. Im Forschungsprojekt Stadt-Land-Fluss (SLF) sollte unter Berücksichtigung bestehender Industriestandards eine Plattform als IKT-Ökosystem prototypisch implementiert werden. Dieses IKT-Ökosystem sollte aus verschiedenen IT-Schichten und interoperablen Komponenten bestehen und als Demonstrator für die zukünftige digitale Unterstützung regionaler Ernährungssysteme dienen. Die in der Anwendungsschicht des SLF-IKT-Ökosystems enthaltenen KI-Komponenten (Recommender, Logistikplanung, Chatbots) sollten exemplarisch KI-Technologien nutzen. Die technischen Arbeiten wurden durch partizipative Methoden, Schulungen, Evaluierungsprozesse sowie die Entwicklung von Geschäftsmodellen ergänzt.

2. Planung und Ablauf des Vorhabens

Der Projektarbeitsplan gliederte sich in aufeinander abgestimmte Arbeitspakete (APs) mit klaren Verantwortlichkeiten, die die Grundlage für die prototypische Implementierung und Evaluierung des digitalen, KI-gestützten regionalen Ernährungssystems SLF bildeten. In der Bedarfs- und Anforderungsanalyse (AP1), geleitet von der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE), wurden Anwendungsfälle und Anforderungen erfasst. Die Ergebnisse umfassen die Beschreibung des Ist-Zustandes der Lebensmittelversorgung, eine Foodshed-Analyse, die Identifikation relevanter Stakeholder und die Anforderungen an eine IKT-Vernetzungsplattform (Lastenheft). In AP3 „Erfassung von Prozess- und Ernährungsdaten“ wurden zunächst betriebliche Primärdaten definiert und ein Erhebungsmanagement konzipiert. In AP3.2 analysierte die HNEE die innerbetriebliche Vorverarbeitung dieser Daten entlang regionaler Wertschöpfungsketten (WSK), definierte Berechnungsalgorithmen, validierte diese und konzipierte Dashboards. Eine Funktionsanalyse betrieblicher EDV-/ERP-Systeme sowie die Erstellung eines Lastenheftes und die Umsetzung mit einem Demonstrator folgten. In AP3.3 wurde die Betreiberinstitution der Datenplattform festgelegt. AP4 beinhaltete im Rahmen von AP4.1 die exemplarische Berechnung des PCF für die Wertschöpfungsketten Kartoffel und Topinambur. Unter Leitung der HNEE wurden in AP6 die SLF-Dienste im Rahmen von Nutzer-test durch Domänenexperten evaluiert und darauf basierend Vorschläge zu Spezifikationsänderungen formuliert. Für die Nutzertests wurden teils händisch erhobenen, teils synthetischen Daten verwendet. Die Anbindung der SLF-Komponenten an die Warenwirtschaftssysteme der Anwenderbetriebe erfolgte konzeptionell. In AP7 konnten im Zuge eines Foresight-Prozesses unter Einbezug von Stakeholdern und Experten regionale Entwicklungspfade erörtert und Handlungsfelder für Politik und Wirtschaft identifiziert werden. Des Weiteren wurden Anforderungen an eine stufenübergreifende Nachhaltigkeitsbewertung definiert und der KSNL-Standard sowie weitere Bewertungssysteme hinsichtlich ihrer Eignung als SIA-Tool geprüft. 10 Betriebsbewertungen nach dem KSNL-Standard durch den Unterauftragnehmer Belanu dienten der Beurteilung als Grundlage.

Die Arbeiten wurden in AP8 durch Kommunikation und Verbreitung der Ergebnisse ergänzt. Die offene Architektur des flexiblen IKT-Ökosystems erlaubt Ergänzungen durch weitere innovative Komponenten in Folgeprojekten und bei einer weiteren Verwertung.

3. Resümee der wesentlichen Ergebnisse Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE)

a) Arbeitspakete und Meilensteine

Tabelle1: Arbeitspakete und Meilensteine

Arbeitspaket (AP) (lt. Planung im Antrag)	Bearbeitungszeit- raum (lt. Balkenplan im Antrag)	Zielerreichung HNEE Abkürzung: SLF Ergebnisdokument = D, Softwaremodul = SM
AP0 – Projektsteuerung – Beteiligung	06/2021 bis 05/2024	Abschluss des SLF-Projekts im Mai 2024
AP1 - Bedarfs- und Anforderungsanalyse - Leitung	06/2021 bis 02/2022	Maßgebliche Beteiligung an D1.1 - Beschreibung IST-Zustand; Leitung D1.2 – Anwendungsfälle und D1.3 Anforderungsanalyse; Mitwirkung an D1.4 - Mapping Akteurs- Marktlandschaft
AP2 - Entwurf der offenen SLF-Plattform und Referenzarchitektur - Beitrag	06/2021 bis 02/2024	Zur Entwicklung des maßgeblich von DFKI und FOKUS erstellten initialen MVP (Minimal Viable Prototype) wurde mit fachlicher Expertise u.a. durch die Entwicklung von Use Cases D1.2 beigetragen.
AP3 - Erfassung von Prozess- u. Ernährungsdaten - Leitung	06/2021 bis 05/2024	Leitung D3.1 Exemplarische Definition der Erfassungspunkte und Formate für Primärdaten, D3.2 Bewertung Innerbetriebliche Maßnahmen bzgl. Ressourcen, Kultur, Organisationsstruktur und Informationssystemen, D3.3 Bestätigung der Dashboards für alle Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette; Mitwirkung an D3.4 Umsetzung innerbetrieblicher Dashboards als Demonstrator (realisiert durch nearby GmbH)
AP 4 - KI-basiertes Ökosystem-Management - Beteiligung	12/2021 bis 02/2024	Leitung AP 4.1 „Ermittlung Ressourcen-Fußabdrucks“ sowie exemplarische Berechnung des PCF für die Wertschöpfungsketten Kartoffel u. Topinambur; Beteiligung Aufg. 4.3: Logistik-Planung für Lieferketten (Supply-Chains)
AP 5 - KI-Applikationen - Beteiligung	02/2022 bis 02/2024	Beteiligung Aufg. 5.1: KI-Applikationen für Verbraucher; Aufg. 5.2: KI-Applikationen für Lieferanten, Aufg. 5.3: KI-Applikationen für Erzeuger
AP6 – Pilot/Evaluierung - Leitung	02/2022 bis 02/2024	Leitung Aufg. 6.1: Aufbau der Pilot-Plattform mit Referenzdaten geänd. in D6.1: Erfassung eines Testdatensatzes; Aufg. 6.2: Überprüfung und Validierung der App für einen Anwendungsfall; Aufgabe 6.3: Community-Aufbau und Training geänd. in D6.3: Analyse des Open-Source-ERP-Systems Odoo hinsichtlich der Integration der SLF-Komponenten (realisiert durch Unterauftragnehmer nearby GmbH); Mitwirkung an D6.4: Ausbildungsmaterial zum Umgang mit der finalen Plattform und der finalen KI-Anwendung Erläuterungen zu den Änderungen siehe „Erzielte Ergebnisse“ zu AP 6
AP7 – Impact Assessment - Leitung	11/2022 bis 02/2024	Leitung Aufg. Aufgabe 7.1: Foresight-Prozess (D7.1 Dokumentation der Foresightanalyse), Aufg.7.2: Verknüpfung der Entwicklungspfade mit Szenarien (D7.2: Regionale Entwicklungspfade), Aufg. 7.3: Nachhaltigkeitsanalyse Nahrungsversorgungssysteme (D7.3: Dokumentation

Arbeitspaket (AP) (lt. Planung im Antrag)	Bearbeitungszeit- raum (lt. Balkenplan im Antrag)	Zielerreichung HNEE Abkürzung: SLF Ergebnisdokument = D, Softwaremodul = SM
		Vergleichende Nachhaltigkeitsanalyse); Aufg. 7.4: Impactanalyse unternehmensbezogener Veränderungen (D7.4: Dokumentation unternehmensbezogener Nachhaltigkeitsanalyse; 10 Nachhaltigkeitsberichte)
AP8 – Verbreitung, Business Plan - Beteiligung	06/2021 bis 05/2024	Beteiligung an Aufg. 8.1: Kommunikation und Stakeholdermanagement, Aufg. 8.2: Sustainable Business Plan Szenarien, Aufg. 8.3: Pilotierung Sustainable Business Plan. Mitarbeit an Ergebnisdokumenten; Beiträge und Reviews. 6 wissenschaftliche Veröffentlichungen

Meilensteine (M) (lt. Planung im Antrag)	Fälligkeit (lt. Balkenplan im Antrag)	Zielerreichung*
M1 SLF Architektur Spezifikationen und Anforderungen	02/2022	SLF D1.1: Beschreibung IST-Zustand; D1.2 – Anwendungsfälle; D1.3 Anforderungsanalyse
M2 SLF Techniken, Demonstrator und Tools, Erste Version	02/2023	D3.1. Innerbetriebliche Primärdatenerfassung demonstrativ umgesetzt und validiert SLF, D4.1 Definition der PCF-Berechnungsmethodik, Umsetzung der Berechnung für WSK
M3 SLF Evaluierungsergebnisse (1. Iteration)	05/2023	D6.2 Evaluation der KI-Komponenten erfolgt
M4 SLF Angepasste Techniken, Demonstrator und Tools, Finale Version	11/2023	D3.2/D3.3/D3.4 Informationskette innerbetriebliche Dashboards – öffentlicher Datenspeicher – KI Plattform demonstrativ umgesetzt und validiert
M5 SLF Evaluierungsergebnisse (2. It.)	02/2024	D6.2 Überprüfung und Validierung der Apps für einen Anwendungsfall
M6 SLF Regionales Ernährungssystem	05/2024	D7.1 Dokumentation der Foresightanalyse; D7.2: Regionale Entwicklungspfade; D7.3: Dokumentation Vergleichende Nachhaltigkeitsanalyse; D7.4: Dokumentation unternehmensbezogene Nachhaltigkeitsanalyse

Die Ergebnisdokumente (Dx.y) und die Veröffentlichungen sind beim Zuwendungsempfänger archiviert und können beim Berichtersteller angefordert werden (Hilke. Risius@hnee.de)

b) Zusammenfassung

Der Aufbau eines IKT-Ökosystems auf Basis einer Referenzarchitektur wurde prototypisch realisiert und wird empfohlen. Vorteile offener Standards für die Implementierung interoperabler, verteilter IT-Systeme in Ernährungssystemen wurden exemplarisch durch prototypische Entwicklung von KI-Komponenten und deren Integration und Evaluation nachgewiesen. Der dabei verfolgte Architekturansatz erleichtert die Integration weiterer Dienste und Daten sowie eine offene Kommunikation mit weiteren Systemen und Komponenten. Ein „vendor-lock-in“ wird dadurch vermieden. Dieser Ansatz fördert Flexibilität, Skalierbarkeit und Nachhaltigkeit.



Schlussbericht Teil II

Eingehende Darstellung

zum Vorhaben

Stadt-Land-Fluss (SLF) – Daten und KI-gestützter Aufbau und Stärkung von Wertschöpfungsketten im Bereich der regionalen Ernährungssysteme - Teilvorhaben 3 - HNE Eberswalde
Laufzeit: 01.06.2024 bis 31.05.2024

Thema:

Künstliche Intelligenz (KI) in der Landwirtschaft, der Lebensmittelkette, der gesundheitlichen Ernährung und den Ländlichen Räumen (vom 11.02.2020)

Zuwendungsempfänger:

Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde (HNEE) - FKZ: 2821KI003

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

I. Ausführliche Darstellung der Ergebnisse	1
1. Erzielte Ergebnisse	1
Arbeitspaket 1: Bedarfs- und Anforderungsanalyse	1
Arbeitspaket 2: Entwurf der offenen SLF-Plattform und Referenzarchitektur	7
Arbeitspaket 3: Erfassung von Prozess- und Ernährungsdaten	7
Arbeitspaket 4: KI-basiertes Ökosystem-Management	12
Arbeitspaket 5: KI-Applikationen.....	13
Arbeitspaket 6: Berlin-Brandenburg-Pilot - Planung und Evaluierung	13
Arbeitspaket 7: Impact Assessment.....	15
Arbeitspaket 8: Verbreitung, wirtschaftliche Verwendung, Zusammenarbeit, Business Plan	18
2. Verwertung.....	20
a) Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen.....	20
b) Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende	20
c) Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende	20
d) Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit	20
3. Erkenntnisse von Dritten	21
4. Veröffentlichungen	22
5. Literaturverzeichnis	23

Gefördert durch:



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.

I. Ausführliche Darstellung der Ergebnisse

Ende Mai 2021 erhielten die Konsortialpartner die Zuwendungsbescheide zum Projektstart am 01.06.2022 und konnten die Prozederes für Stellenbesetzungen beginnen, die Stellenbesetzungen waren zum 01.08.2022 abgeschlossen. Die Cov19-Restriktionen erschwerten seit Projektbeginn die Projektarbeit; insbesondere waren gemeinsame Treffen bei Praxispartnern bis zum 24.11.2021 nicht möglich. Entsprechend verschoben sich die geplanten Bearbeitungsintervalle und Meilensteine.

Die Projektbearbeitung wurde entlang der Arbeitspakete (AP) organisiert. Für jedes AP ist ein Leadpartner und bei diesem ein/e verantwortliche/r AP-Leiter/in benannt. In den APs wurden überwiegend wöchentliche Intervalle für Web-Meetings etabliert. Nach Erfordernis stimmten sich die Bearbeiter/innen zusätzlich telefonisch ab. Insgesamt fanden sehr (zeit)intensive Abstimmungen statt. Insgesamt wurde sehr intensiv und mit hohem Abstimmungserfordernis an vielen Teilaufgaben gleichzeitig gearbeitet. Die Ergebnisse sind im folgenden Abschnitt näher beschrieben. Die HNEE war kontinuierlich an der fachlichen und administrativen Projektsteuerung, der Organisation von Workshops und Arbeitstreffen sowie der Koordination der Arbeiten der Projektteilnehmer:innen, des Zeitplans sowie Kosten- und Personalmanagement beteiligt.

1. Erzielte Ergebnisse

Tab. 1: Übersicht Arbeitspakete und Zielerreichung für das Teilvorhaben der HNEE

Arbeitspaket (AP) (lt. Planung im Antrag)	Bearbeitungszeit- raum (lt. Balkenplan im Antrag)	Zielerreichung HNEE Abkürzung: SLF Ergebnisdokument = D, Softwaremodul = SM
AP0 – Projektsteuerung – Beteiligung	06/2021 bis 05/2024	Abschluss des SLF-Projekts im Mai 2024
AP1 - Bedarfs- und Anforderungsanalyse - Leitung	06/2021 bis 02/2022	Maßgebliche Beteiligung an D1.1 - Beschreibung IST-Zustand; Leitung D1.2 – Anwendungsfälle und D1.3 Anforderungsanalyse; Mitwirkung an D1.4 - Mapping Akteurs- Marktlandschaft
AP2 - Entwurf der offenen SLF-Plattform und Referenzarchitektur - Beitrag	06/2021 bis 02/2024	Zur Entwicklung des maßgeblich von DFKI und FOKUS erstellten initialen MVP (Minimal Viable Prototype) wurde mit fachlicher Expertise u.a. durch die Entwicklung von Use Cases D1.2 beigetragen.
AP3 - Erfassung von Prozess- u. Ernährungsdaten - Leitung	06/2021 bis 05/2024	Leitung D3.1 Exemplarische Definition der Erfassungspunkte und Formate für Primärdaten, D3.2 Bewertung Innerbetriebliche Maßnahmen bzgl. Ressourcen, Kultur, Organisationsstruktur und Informationssystemen, D3.3 Bestätigung der Dashboards für alle Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette; Mitwirkung an D3.4 Umsetzung innerbetrieblicher Dashboards als Demonstrator (realisiert durch nearbuy GmbH)
AP 4 - KI-basiertes Ökosystem-Management - Beteiligung	12/2021 bis 02/2024	Leitung AP 4.1 „Ermittlung Ressourcen-Fußabdrucks“ sowie exemplarische Berechnung des PCF für die Wertschöpfungsketten Kartoffel u. Topinambur; Beteiligung Aufg. 4.3: Logistik-Planung für Lieferketten (Supply-Chains)
AP 5 - KI-Applikationen - Beteiligung	02/2022 bis 02/2024	Beteiligung Aufg. 5.1: KI-Applikationen für Verbraucher; Aufg. 5.2: KI-Applikationen für Lieferanten, Aufg. 5.3: KI-Applikationen für Erzeuger

Arbeitspaket (AP) (lt. Planung im Antrag)	Bearbeitungszeit- raum (lt. Balkenplan im Antrag)	Zielerreichung HNEE Abkürzung: SLF Ergebnisdokument = D, Softwaremodul = SM
AP6 – Pilot/Evaluierung - Leitung	02/2022 bis 02/2024	Leitung Aufg. 6.1: Aufbau der Pilot-Plattform mit Referenzdaten geänd. in D6.1: Erfassung eines Testdatensatzes; Aufg. 6.2: Überprüfung und Validierung der App für einen Anwendungsfall; Aufgabe 6.3: Community-Aufbau und Training geänd. in D6.3: Analyse des Open-Source-ERP-Systems Odoo hinsichtlich der Integration der SLF-Komponenten (realisiert durch Unterauftragnehmer nearbuy GmbH); Mitwirkung an D6.4: Ausbildungsmaterial zum Umgang mit der finalen Plattform und der finalen KI-Anwendung Erläuterungen zu den Änderungen siehe „Erzielte Ergebnisse“ zu AP 6
AP7 – Impact Assessment - Leitung	11/2022 bis 02/2024	Leitung Aufg. Aufgabe 7.1: Foresight-Prozess (D7.1 Dokumentation der Foresightanalyse), Aufg.7.2: Verknüpfung der Entwicklungspfade mit Szenarien (D7.2: Regionale Entwicklungspfade), Aufg. 7.3: Nachhaltigkeitsanalyse Nahrungsversorgungssysteme (D7.3: Dokumentation Vergleichende Nachhaltigkeitsanalyse); Aufg. 7.4: Impactanalyse unternehmensbezogener Veränderungen (D7.4: Dokumentation unternehmensbezogener Nachhaltigkeitsanalyse; 10 Nachhaltigkeitsberichte)
AP8 – Verbreitung, Business Plan - Beteiligung	06/2021 bis 05/2024	Beteiligung an Aufg. 8.1: Kommunikation und Stakeholdermanagement, Aufg. 8.2: Sustainable Business Plan Szenarien, Aufg. 8.3: Pilotierung Sustainable Business Plan. Mitarbeit an Ergebnisdokumenten; Beiträge und Reviews. 6 wissenschaftliche Veröffentlichungen

Arbeitspaket 1: Bedarfs- und Anforderungsanalyse

Zunächst wurden zu Projektbeginn 2021 mit den Projektpartnern die Inhalte zur Beschreibung des Ist-Zustandes in **AP 1.1** erarbeitet und eine erste Gliederung des Ergebnisdokuments D1.1 erstellt. Auf Grundlage zusätzlicher eigener Recherchen wurde eine erste Entwurfsfassung einer Foodshed-Analyse der Region Berlin-Brandenburg für die Warengruppen Milch, Getreide, Kartoffeln, Gemüse und Obst erstellt und dem Konsortium auf der SLF-Projektcloud zur Verfügung gestellt.

Ein zentrales Ziel des Verbundprojekts „Stadt-Land-Fluss“ war der daten- und KI- gestützte Ansatz, um WSK im Bereich der regionalen Ernährungssysteme zu unterstützen und um den Versorgungsgrad mit regionalen Lebensmitteln in Metropolen und Kommunen zu erhöhen. Dazu war eine Erfassung der derzeitigen Lebensmittelversorgungssituation in der Region Berlin-Brandenburg notwendig, zu der die folgende kapazitive Foodshed-Analyse (vgl. Schreiber et al., 2021) einen Beitrag leisten soll. Dazu wurden regionale Produktions- und Verbrauchsdaten (Amt für Statistik Berlin-Brandenburg, 2020, 2023) sowie nationale Versorgungsbilanzen (BMEL, 2020, 2023) und Angaben zu Lebensmittelverlusten (Kranert et al., 2012) zur näherungsweisen Modellierung des kapazitiven Selbstversorgungsgrads der Region Berlin-Brandenburg verwendet.

Die Ergebnisse der kapazitiven Foodshed-Analyse (*Tab.*) zeigen exemplarisch den anhand verfügbarer Daten modellierten Selbstversorgungsgrad (self sufficiency level SSL in %). Bislang können ausschließlich Produktion, Verbrauch und Verluste von Lebensmitteln bilanziert werden, Angaben

zu regionalen Wertschöpfungsketten und regionale Verarbeitungs- und Transportkapazitäten waren aus verfügbaren Daten nicht abzuleiten.

Zur Abschätzung des tatsächlichen Eigenversorgungspotentials über eine Bilanzierung von Produktion und Verbrauch hinaus soll zukünftig die Lebensmittelverfügbarkeit eines konkreten Produkts als Funktion der Verarbeitungs- und Transportkapazitäten entlang der Wertschöpfungskette betrachtet werden, um Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige und regionale Lebensmittelversorgung in der Region abzuleiten.

Weiterhin wurden mögliche Darstellungsformen für Prozesslandkarten und Wertschöpfungsketten ermittelt, diskutiert und Vergleiche zwischen verschiedenen Systemen (bpmn, yEd und UML) angestellt. Exemplarisch wurden Wertschöpfungsketten in allen Systemen erstellt. Das Referenzprodukt „Erdbeerjoghurt“ wurde in yEd und UML erstellt, das Referenzprodukt „Blumenkohl“ wurde vom Erzeuger bis zum Abnehmer (Gemeinschaftsverpflegung) in bpmn abgebildet. Die Prozesslandkarten wurden im Konsortium vorgestellt, erläutert und diskutiert. Es wurden Interviews mit den Praxispartnern TERRA Naturkost und Lienig Wildfrucht zur Ermittlung von Prozessabläufen und generellen Ist-Zuständen geführt und dokumentiert.

Ein Schaubild eines potenziellen zukünftigen Ernährungssystems in Berlin-Brandenburg wurde erstellt und den Konsortialpartnern vorgestellt. Es fand ein Austausch mit der Senatsverwaltung für Justiz, Verbraucherschutz und Antidiskriminierung (Ann-Christin Weber) zur Situation der Gemeinschaftsverpflegung an Berliner Schulen, Sichtung von unterschiedlichen Dokumenten (Ausschreibungsdokumenten) statt.

Nach der Einarbeitung in die theoretischen Grundlagen der Erfassung von User Stories und Use Cases nach Cockburn wurden im Arbeitspaket **AP 1.2** von der HNEE mögliche Anwendungsszenarien erstellt. In Abstimmung mit den beteiligten Konsortialpartnern wurden User Stories zur Wertschöpfungskette eines Referenzproduktes (Kartoffel vom Erzeuger bis hin zum Caterer), sowie zum Ressourcen-Fußabdruck, Erntekalkulationen, Beauftragung von Logistikern und Bestellprozessen, sowie Personas erstellt. Weiterhin wurden die Use Cases erstellt, die sich aus den genannten User Stories ableiten ließen, inklusive der Use Cases der Wertschöpfungskette vom Referenzprodukt „Kartoffel“. Außerdem wurden User Stories zu Solidarischer Landwirtschaft und Selbsterntefelder erstellt. Die HNEE wirkte bei der Erstellung der User Stories zum Minimal Viabale Prototype (MVP) (Kartoffelanbau, Verarbeitung, Transport) mit. Mit dem Partner Inter3 wurde ein Entwurf zur Warenkette für Kartoffeln / Szenario Gemeinschaftsverpflegung erstellt. Eine erste Arbeitsversion des Ergebnisdokuments D 1.2. wurde erstellt. Für das **AP 1.3** wurden hinsichtlich der Interviews und Workshops vorbereitende Recherchen durchgeführt und geeignete Interviewpartner identifiziert. Mit dem Partner grad9 fand ein intensiver Wissenstransfer und Diskurs hinsichtlich der anzuwendenden Nachhaltigkeitskriterien, der methodischen Vorgehensempfehlungen und der Umsetzung in Vorbereitung auf AP 1.3 statt. Im **AP 1.4** wurde eine Akteurs- und Marktanalyse zur IKT-Vernetzungsplattform durchgeführt. Die HNEE unterstützte bei der Recherche zu KI-Anwendungen im Bereich der Ernährungswirtschaft, insbesondere mit Fokus auf Farm-Management-Informationssysteme.

Tab. 2: Selbstversorgungsgrad (self sufficiency level SSL in %) in der Region Berlin-Brandenburg 2020 und 2023 für ausgewählte Warengruppe (verändert nach (Risius et al., 2023))

Warengruppe	Markterzeugung		marktverfügbar		Gesamtverluste ^{e)}		Verfügbarkeit (Nahrungsmittel)		Verbrauch pro Kopf ^{d)}		Verluste pro Kopf ^{d)}		Selbstversorgungsgrad (SSL)	
	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023	2021	2023
	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[t]	[kg]	[kg]	[kg]	[kg]	[%]	[%]
Milch ^{a)}	1.260.311,0	1.135.115,2	1.184.692,3	1.061.332,7	65.158,1	58.373,3	1.119.534,3	1.002.959,4	386,6	374,0	54,1	52,4	46,7	42,4
Weizen ^{b)}	320.244,1	270.278,9	200.825,6	169.492,4	20.082,6	16.949,2	180.743,1	152.543,1	87,5	86,0	20,1	19,8	33,3	28,0
Roggen ^{b)}	147.522,6	92.863,3	122.354,4	77.020,3	12.235,4	7.702,0	110.119,0	69.318,3	7,0	6,0	1,6	1,4	254,8	182,6
Hafer ^{b)}	8.375,7	10.720,6	5.252,4	6.722,9	525,2	672,3	4.727,1	6.050,6	4,7	4,0	1,1	0,9	16,1	23,9
Kartoffeln	363.082,6	323.196,0	153.126,1	136.304,4	13.812,9	12.295,5	74.113,1	65.971,3	57,4	54,1	14,9	14,1	20,8	19,3
Gemüse (Freiland und geschützter Anbau)	95.560,2	97.951,0	59.365,5	60.850,7	6.411,5	6.571,9	52.954,0	53.346,2	96,4	103,3	28,0	30,0	8,9	8,2
Erdbeeren	1.707,9	1.265,3	1.571,3	1.164,1	169,7	125,7	1.401,6	1.038,4	3,8	3,7	1,1	1,1	6,0	4,4
Baumobst	26.693,0	18.211,5	24.557,6	16.754,6	1.371,6	1.809,5	23.186,3	15.383,3	27,8	27,8	8,1	8,1	13,5	8,7
Strauchobst	1.944,1	2.191,6	1.785,8	2.016,3	192,8	217,8	1.592,9	1.798,5	5,0	5,1	1,5	1,5	5,1	5,6

^{a)} Vollmilchwert (BLE, 2020, 2023)

^{b)} Nahrungsverbrauch in Getreidewert (BLE, 2020, 2023)

^{c)} Prozess- und Verteilungsverluste (Kranert et al., 2012)

^{d)} Einwohnerzahlen in Berlin (2020: 3.664.088; 2023: 3.782.202) und Brandenburg (2020: 2.531.071; 2023: 2.581.667) (Amit für Statistik Berlin-Brandenburg, 2020, 2023)

^{e)} Konsumverluste (Kranert et al., 2012)

Des Weiteren unterstützte die HNEE bei der Erstellung eines Kriterienkatalogs zur Bewertung der Marktakteure sowie bei der Durchführung von Gesprächen mit potenziellen Akteuren.

Die HNEE hat 2022 im Arbeitspaket AP 1.1 mitgearbeitet und mit Textteilen zum Ergebnisdokument D1.1 beigetragen. Auf Grundlage zusätzlicher eigener Recherchen wurde eine Foodshed-Analyse der Region Berlin-Brandenburg für die Warengruppen Milch, Getreide, Kartoffeln, Gemüse und Obst erstellt und dem Konsortium auf der SLF-Projektcloud zur Verfügung gestellt und am 31.03.2022 dem Konsortium vorgestellt. Die Ergebnisse des Arbeitspakets 1.1 wurden dem Konsortium in Präsenz am 01.06.2022 mit der TU Berlin vorgestellt. Es wurden Interviews mit den Praxispartnern TERRA Naturkost und Lienig Wildfrucht sowie dem AWO-Gut Kemnitz zur Ermittlung von Prozessabläufen und generellen Ist-Zuständen geführt und dokumentiert. Nach der Einarbeitung in die theoretischen Grundlagen der Erfassung von User Stories und Use Cases nach Cockburn wurden im Arbeitspaket AP 1.2 von der HNEE mögliche Anwendungsszenarien erstellt. Das Ergebnisdokument D 1.2. wurde nach Feedback der technischen Seite im Januar 2022 aktualisiert und im April 2022 begutachtet und veröffentlicht. Im Vorfeld wurden dazu Bewertungsschemata für User Stories und Use Cases, erstellt und die Bewertung, auch ausgehend vom Feedback Anfang Januar 2022, finalisiert. Im Anschluss daran wurden die User Stories und Use Cases mit dem Konsortium und externen Partnern verifiziert und diskutiert.

Das Dokument D1.2 wurde in den Folgemonaten ergänzt, so dass die zweite Version im Mai 2022 und die dritte Version im Juli 2022 veröffentlicht werden konnten. Nötig wurden Überarbeitungen in Form von vier User Stories durch zusätzliche Erkenntnisse im Austausch mit Akteuren und dem Voranschreiten der anderen APs (insbesondere im Hinblick auf AP4-Inhalte). Weitere Prozesslandkarten für sämtliche Referenzprodukte wurden erstellt und Bezüge zwischen den Karten und den User Stories hergestellt und den Konsortialpartnern vorgestellt und mit diesen diskutiert.

Für das AP 1.3 wurden die von FOKUS konzipierten Anforderungstabellen befüllt und die Eintragungen von Anforderungen durch die jeweiligen AP-Leitungen koordiniert, die Anforderungen aus dem MVP erzeugt und die entsprechenden Anforderungen für die APs 2,3,4,5, und 6 erfasst.

Die Anforderungstabellen wurden im Mai 2022 fertiggestellt und in der aktuellen Version am 31.5.2022 veröffentlicht. Ferner wurden Datenquellen analysiert. Eine Prozessanalyse wurde durchgeführt, Bezüge zwischen User Stories und den Prozesslandkarten hergestellt sowie In- und Outputs betrachtet. Im AP 1.4 wurde eine Akteurs- und Marktanalyse zur IKT-Vernetzungsplattform durchgeführt. Die HNEE unterstützte bei der Recherche zu KI-Anwendungen im Bereich der Ernährungswirtschaft, insbesondere mit Fokus auf Farm-Management-Systeme. Des Weiteren unterstützte die HNEE bei der Erstellung eines Kriterienkatalogs zur Bewertung der Marktakteure sowie bei der Durchführung von Gesprächen mit potenziellen Akteuren.

Zur Foodshedanalyse wurde im Rahmen der 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau „One Step Ahead – einen Schritt voraus!“ vom 8.–10. März 2023 am FiBL in Frick in der Schweiz ein Beitrag präsentiert und als referierte Veröffentlichung im Tagungsband veröffentlicht (Risius et al., 2023). Weiterhin wurde zu dieser Tagung ein Beitrag zur „Analyse der Einkaufsentscheidungen von

Kantinen in Brandenburg im Hinblick auf Regionalität“ (Bauer et al., 2023) präsentiert und im Tagungsband veröffentlicht.

Das **Ergebnisdokument „D1.2 – Übersicht und Gewichtung von Anwendungsfällen“** ist methodisch in die Abschnitte Szenario, User Story und Use Case gegliedert. Diese Struktur dient zur präzisen Analyse und Entwicklung von Anforderungen an ein Ernährungssystem, das im Projektkontext entwickelt wurde. Die Szenarien stellen umfangreiche Abschnitte einer Wertschöpfungskette dar und beinhalten die Interaktionen mehrerer Akteure. Diese Szenarien werden durch mehrere aufeinander aufbauende User Stories detailliert beschrieben. Eine User Story ist eine konkrete, erzählerische Darstellung der Interaktion eines Nutzers mit dem System. Sie dient als Grundlage für die detaillierten Use Cases, welche die spezifischen Anforderungen und Abläufe innerhalb des Systems beschreiben. Kapitel 1 des Dokuments beschreibt das methodische Vorgehen und die Definitionen der verwendeten Begriffe. Kapitel 2 bis 4 widmen sich der Beschreibung unterschiedlicher Szenarien, die anhand der Wertschöpfungskette eines Referenzproduktes, wie zum Beispiel einer Kartoffel, veranschaulicht werden. Hierbei wird der Weg von der Erzeugung über die Verarbeitung bis hin zum Konsum durch einen Caterer dargestellt. Das Hauptziel des Dokuments ist es, eine strukturierte Übersicht und Gewichtung der relevanten Anwendungsfälle im SLF-Projekt zu liefern. Diese systematische Aufbereitung soll dazu beitragen, die Anforderungen an die geplanten digitalen Lösungen klar zu definieren und deren Implementierung zu unterstützen. Durch die Einbindung von User Stories und Use Cases wird sichergestellt, dass die entwickelten Lösungen praxisnah und nutzerzentriert gestaltet werden.

Die detaillierte Analyse und Gewichtung von Anwendungsfällen bildet eine essentielle Grundlage für den Erfolg des Projekts "Stadt-Land-Fluss". Die methodische Herangehensweise und die klare Strukturierung der Inhalte ermöglichen es, komplexe Wertschöpfungsketten zu verstehen und gezielt zu optimieren. Die kontinuierliche Weiterentwicklung und Anpassung des Dokuments spiegelt den dynamischen Charakter des Projekts wider und gewährleistet dessen Aktualität und Relevanz. Insgesamt bietet das Dokument eine fundierte Basis für die weiteren Schritte im Projekt und trägt maßgeblich zur Verwirklichung der Projektziele bei, indem es eine Brücke zwischen theoretischen Konzepten und praktischen Anwendungen schlägt.

Im **Ergebnisdokument D1.3 „Anforderungsanalyse auf Basis von Anwendungsfällen“** wird die Analyse der Anforderungen für die Entwicklung eines SLF-Ökosystems im regionalen Ernährungssystem von Berlin-Brandenburg beschrieben. Basierend auf den vorhergehenden Untersuchungen zum IST-Stand sowie zu Akteuren und wirtschaftlichen Interdependenzen wurden Anwenderszenarien entwickelt, die in User-Stories, Use-Cases und exemplarische Personas überführt wurden. Ziel der Analyse war es, die relevanten Prozesse in der Lebensmittel-Wertschöpfungskette zu identifizieren, die durch das SLF-IKT-Ökosystem beeinflusst werden, und die notwendigen Datenquellen sowie deren Verfügbarkeit zu ermitteln. Dabei lag der Fokus auf dem Verständnis der Prozessabläufe und der Identifikation von Datenquellen und -lücken. Bei der Analyse der Prozesse konnte auf das Fach- und Erfahrungswissen der beteiligten Konsortialpartner zurückgegriffen werden. Die Anforderungen wurden gemäß RFC 2119 in MUSS, SOLLTE und KANN kategorisiert und funktionalen sowie nicht-

funktionalen Anforderungen zugeordnet. Als zentrales Ergebnisdokument und Erweiterung dieses Dokuments ist die Anforderungstabelle zu Anwendungsfällen (**SLF-D1.3-Anforderungstabelle.xlsx**) zu betrachten, welche die Use Cases gewichtet nach RFC 2119 enthält. Die dokumentierten Anforderungen dienen der spezifischen Datenerhebung und der technischen Entwicklung der SLF-Komponenten. Die Untersuchung berücksichtigte insbesondere stakeholder-orientierte Parameter wie Verbraucheranforderungen und Nachhaltigkeitskriterien. Die Komplexität der Aufgabe ergab sich aus der Notwendigkeit, operative Prozesse und Kommunikationsflüsse zwischen den Akteuren zu durchdringen und die Anforderungen in digitale Formate zu übersetzen. Zudem wurden die spezifischen sprachlichen Besonderheiten der Agrar- und Ernährungswirtschaft berücksichtigt, um die SLF-Komponenten anwendergerecht zu gestalten.

Arbeitspaket 2: Entwurf der offenen SLF-Plattform und Referenzarchitektur

Zur Entwicklung des maßgeblich von DFKI und FOKUS erstellten initialen MVP (Minimal Viable Prototype) wurde mit fachlicher Expertise beigetragen. Die Beiträge bestehen in den im **Ergebnisdokument D1.3** beschriebenen Anwenderszenarien, die in User-Stories, Use-Cases und exemplarische Personas überführt wurden, als Grundlage für das MVP.

Arbeitspaket 3: Erfassung von Prozess- und Ernährungsdaten

Für **AP3** wurden im ersten Projektjahr 2021 Recherchen zur Definition und Klassifikation der erforderlichen Daten durchgeführt. Es fanden Meetings mit dem Partner Fraunhofer FOKUS bezogen auf die Logistik statt. Eine erste Gliederung für das Ergebnisdokument D3.1 wurde erstellt. Auf der Grundlage des MVP wurde für das AP3 in regelmäßigen Arbeitstreffen zwischen HNEE, FOKUS und DFKI das detaillierte Vorgehen für die Bearbeitung von Domänentexten und Domänenwissen besprochen. Hierzu wurden zahlreiche Primärdaten ermittelt, Werkzeuge waren unter anderem Interviews und Prozesskarten. Ein Workshop-Konzept zur Ermittlung von Daten, Datenquellen und bereits vorhandener Datenverarbeitung sowie Verbraucheranforderungen an ein Produkt wurde erstellt.

Ab dem Jahr 2022 wurden nach der Erstellung der Gliederung für das Ergebnisdokument D3.1 folgende Arbeitsschritte durchgeführt:

- Erstellen eines Data Dictionaries und damit ersten Datenbankschemas für das MVP-Szenario als ersten Stand des Ergebnisdokumentes 3.1 im Juli
- Erstellen eines Datenbankschemas für Komponente 4.1
- Weitestgehender Abschluss von AP3.1 und dem dazugehörigen Ergebnisdokument
- Ermitteln von Primärdaten entlang unserer Referenz-Wertschöpfungsketten
- Unterteilung in Stammdaten und dynamische Daten
- Erhebungsorte, Eigentümer und vorhandene Datenquellen identifiziert
- Vollständige Bewertung der Datenquellen
- Erstellen einer Excel für die Datenerhebung in Komponente 4.3
- Festlegen des Erhebungsmanagements für die Daten im SLF-Projekt, dazu im Dokument 3.1 auch eine beispielhafte Erläuterung ergänzend zum allgemeinen Vorgehen
- Erstellen von ersten Inhalten für das Ergebnisdokument 3.3

- Erfassen von KPIs für alle Akteure der Referenz-Wertschöpfungsketten
- Darstellen von Berechnungsvorschriften für die KPIs
- Ermitteln der notwendigen Daten zur Ermittlung der KPIs
- Grundlegende Dashboard-Inhalte festgelegt

Im Arbeitspaket AP3 kam es durch erheblichen Krankenstand und die Kündigung der Mitarbeiterin zum 31.12.2022 sowie der erforderlichen Einarbeitungszeit des neuen Mitarbeiters in den Jahren 2022 und 2023 zu Verzögerungen. Mit Unterstützung eines Mitarbeiters, der einen Teil der Aufgaben in AP3 übernehmen konnte, wurde das Ergebnisdokument D3.1 "Erfassungspunkte und Formate für Primärdaten exemplarisch definiert" im Januar 2023 finalisiert. Das Dokument D3.2 "Innerbetriebliche Maßnahmen bzgl. Ressourcen, Kultur, Organisationsstruktur und Informationssystemen bewertet" wurde im Dezember 2023 fertiggestellt. Die Dokumente D3.3: "Dashboards für alle Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette bestätigt" sowie D3.4 "Innerbetriebliche Dashboards als Demonstrator umgesetzt" wurden gemeinsam mit dem Auftragnehmer und Partner nearby GmbH bearbeitet. Nearby war seit dem 19.08.2023 als Unterauftragnehmer der HNEE tätig, um die durch Ausscheiden von Mitarbeitern entstandenen Kapazitätslücken zu kompensieren. Seit 02/2024 war nearby SLF- Konsortialpartner.

Ergebnisdokumente

Im Arbeitspaket 3 (AP3) des SLF-Projekts "Erfassung von Prozess- und Ernährungsdaten", wurden Datenressourcen entlang der Wertschöpfungskette analysiert. Dies umfasste Aufgaben wie Datendefinition, Datenmodellierung, Echtzeitdaten, Crowd-Sourcing Daten, Repräsentation von Ernährungsdaten, Datenkorrelation und Datenanalyse. Ein wesentliches Ergebnis aus der Definition betrieblicher Primärdaten und Erhebungsmanagement (**Ergebnisdokument D3.1 – Definition betrieblicher Primärdaten und Erhebungsmanagement**) sind die Erfassungspunkte und Formate für verschiedenen Datenquellen von Referenzunternehmen entlang regionaler Lebensmittelketten in Berlin und Brandenburg. Die vorliegende Analyse von Konzepten und Definition verschiedener Daten-Ressourcen dient demnach als Arbeitsgrundlage im Kontext des Konsums regionaler Produkte für die Bestimmung von:

- Effizienz der Lieferketten, Transportwege
- Ermittlung der Klimawirkung eines Produkts

Eine erste Klassifikation und Definition von Primärdaten hilft dabei, Datenquellen von Referenzunternehmen entsprechend des Bedarfs für das SLF-Projekt zu identifizieren. Anhand der Erstellung eines Data-Dictionary für die Umsetzung des MVPs, wurde entwickelten Bewertungskriterien der Datenquellen aufgestellt. Die identifizierten Daten im Kontext der Anwendung für das SLF-Projekt stellen einen neuen Wert in der betrieblichen Nutzung dar. Kennzeichnend für die Tätigkeiten im Zuge der Digitalisierung sind daher das Erzeugen von Daten, ein zielgerichtetes Erhebungsmanagement und eine anwendungsbezogene Auswertung. Ein wesentliches Ergebnis aus der Erfassungspunkte und Formate für Primärdaten ist die Tatsache, dass die Datenverfügbarkeit noch begrenzt ist. Trotz aller Vorteile der Einführung von digitalen Geschäftsmodelle in der Ernährungswirtschaftssektor in der brandenburgischen Region, gibt es noch Skepsis gegenüber den neuen technologi-

schen Entwicklungen. Abgesehen davon, die Datenverfügbarkeit ist derzeit nicht immer gewährleistet, da einige Datenportale ihre hochaufgelösten Daten nur eingeschränkt kostenfrei zur Verfügung stellen. Als nächste Schritte werden im **Ergebnisdokument D3.2** Informationssystemen sowie innerbetriebliche Maßnahmen bzgl. Ressourcen, Organisationskultur bewertet. Neben erforderlichen Analysen der innerbetrieblichen Primärdaten von Referenzunternehmen sind hierfür umfangreiche Information der Datenformate und deren Verfügbarkeit erforderlich. Das vorliegende SLF-Ergebnisdokument befasst sich mit der Funktionsanalyse betrieblicher EDV-/ERP-Systeme im Kontext des erweiterten Datenmanagements und der vorhandenen Schnittstellen. Eine Kernfrage im Rahmen des Verbundprojekts "Stadt-Land-Fluss" (SLF) ist, dass eine hohe Nachfrage nach regionalen Lebensmitteln besteht, jedoch ein geringes Angebot verfügbar ist, was auf Kommunikationsmängel und Informationslücken zwischen Produzenten und Verbrauchern zurückgeführt wird.

Das vorliegende Dokument konzentriert sich auf die Bewertung innerbetrieblicher Maßnahmen hinsichtlich Ressourcen, Kultur, Organisationsstruktur und Informationssystemen im Kontext des erweiterten Datenmanagements. Dies baut auf Ergebnissen des Dokuments D3.1 auf, welches sich mit der Definition betrieblicher Primärdaten und Erhebungsmanagement befasst. Die Analyse wurde am Beispiel des Produkts "Kartoffel geschält, vakuumiert, geschnitten" sowie „Topinambursaftkonzentrat“ durchgeführt und umfasst die gesamte Wertschöpfungskette von der Primärproduktion über Verarbeitung, Logistik bis zum Caterer. Es wurden betriebliche EDV-/ERP-Systeme hinsichtlich ihrer Konfigurierbarkeit im erweiterten Datenmanagement und der vorhandenen Schnittstellen analysiert. Ein Lastenheft für erweitertes Datenmanagement wurde erstellt und den Konsortialpartnern am 28.05.2024 in der Endfassung zur Verfügung gestellt. Das Dokument enthält eine tabellarische Anforderungsanalyse zur Operationalisierung, Umsetzung und Bewertung innerbetrieblicher Maßnahmen bezüglich Ressourcen, Kultur, Organisationsstruktur und Informationssystemen.

Die Ergebnisse bestätigen die Erkenntnisse aus Vorgängerprojekten (Kramer et al. (2021)) zu Bedeutung und Herausforderungen der Digitalisierung in Unternehmen, insbesondere bei der Implementierung von ERP-Systemen in kleinen Lebensmittelunternehmen. Im vorliegenden Dokument werden Lastenhefte für das erweiterte Datenmanagement der beteiligten Akteure, nämlich Erzeuger, Verarbeiter, Logistiker und Caterer, abgeleitet. Insgesamt liefert dieses Dokument Handlungsanleitungen für die Weiterentwicklung und Verbesserung betrieblicher EDV-/ERP-Systeme im Kontext regionaler Ernährungssysteme und des erweiterten Datenmanagements.

Im **Ergebnisdokument D3.3 „Dashboards für alle Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette bestätigt“** werden mit maßgeblicher Beteiligung der nearby GmbH die Vorteile und Herausforderungen einer dezentralen Datenverwaltung im Vergleich zu zentralen Datenplattformen analysiert. Eine event-gesteuerte Kommunikation zwischen den Systemen wird als geeigneter Ansatz vorgestellt, um Datenschutz und aktuelle Datenverfügbarkeit bei gleichzeitiger Energieeffizienz zu gewährleisten. Zudem werden Empfehlungen zur Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxispartnern gegeben, um den Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis zu erleichtern. Der Einsatz von Micro-Frontends ermöglicht die Integration von Forschungsdiensten in bestehende IT-Systeme der Praxispartner. Ein zentraler Bestandteil des Dokumentes ist die Entwicklung einer

dienstorientierten Architektur für hybride Micro-Frontend-Dashboards, die eine dezentrale Datenhaltung ermöglichen. Diese Dashboards sollen den Unternehmen entlang der Wertschöpfungskette relevante Daten und Services bereitstellen, um betriebliche Entscheidungsprozesse zu unterstützen. Dazu gehört auch die Definition und Berechnung relevanter Key Performance Indicators (KPIs) und anderer Daten für verschiedene Akteure wie Erzeuger, Verarbeiter, Logistiker und Caterer. Die detaillierten Methoden zur Berechnung dieser KPIs sollen eine praxisnahe und datenbasierte Entscheidungsfindung ermöglichen. Abschließend werden die Entwicklung und Evaluierung von Demonstratoren, die die Funktionalität der entwickelten Dienste in realen Einsatzumgebungen zeigen sollen, beschrieben.

Durch die Einbindung der User aus der Praxis in den Forschungsprozess wird wertvolles Feedback gesammelt, was die Akzeptanz der Lösungen erhöht. Insgesamt zeigt das Dokument, wie KI und eine dezentrale Datenarchitektur die Wertschöpfungsketten in der regionalen Lebensmittelwirtschaft optimieren können, indem sie die Effizienz und Nachhaltigkeit in der Produktion und Logistik verbessern. Durch die Entwicklung einer dienstorientierten Architektur für hybride Micro-Frontend-Dashboards wurde eine flexible und skalierbare Plattform geschaffen, die es Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette ermöglicht, relevante Daten und Services effizient zu nutzen. Die Definition und Berechnung von Key Performance Indicators für Erzeuger, Verarbeiter, Logistiker und Caterer liefern wichtige Kennzahlen, die betriebliche Entscheidungsprozesse datenbasiert unterstützen und somit die Transparenz und Nachvollziehbarkeit in der Lebensmittelproduktion und -logistik erhöhen.

Ein wesentlicher Bestandteil des Arbeitspakets war die Untersuchung und Implementierung einer dezentralen Datenverwaltung. Im Vergleich zu zentralen Datenplattformen bietet die dezentrale Datenhaltung Vorteile hinsichtlich Datenschutz, Datensicherheit und Aktualität der Informationen. Die event-gesteuerte Kommunikation zwischen den Systemen trägt dazu bei, dass Daten nur bei Bedarf abgerufen und verarbeitet werden, wodurch eine hohe Datenintegrität gewährleistet wird. Die enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und Praxispartnern war ein weiterer Schlüsselfaktor für den Erfolg des Arbeitspakets. Durch die Einbindung der Nutzer in den Forschungsprozess konnte wertvolles Feedback gesammelt und die Akzeptanz der entwickelten Lösungen gesteigert werden. Die Nutzung von Micro-Frontends ermöglichte es, Forschungsdienste nahtlos in bestehende IT-Systeme der Praxispartner zu integrieren, was den Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis erleichterte.

Insgesamt zeigt das Arbeitspaket 3.3, dass durch die Kombination von Technologien wie KI und dezentraler Datenarchitekturen nachhaltige und effiziente Lösungen für die regionale Lebensmittelwirtschaft entwickelt werden können. Die Ergebnisse und Erkenntnisse dieses Arbeitspakets bieten wertvolle Impulse für zukünftige Forschungs- und Innovationsvorhaben im Bereich der regionalen Ernährungssysteme.

Im Rahmen des Projekts Stadt-Land-Fluss erfolgte eine erste prototypische Nutzung des SLF-Tourenplaners durch den Partner nearbuy, um das Zusammenspiel verteilter Systeme zu demonstrieren (Demonstration am 24.11.2023 und 08.05.2024). Zudem wurde im Rahmen von D3.3. Kapitel 2 ein

hybrides Micro Frontend Dashboard eingeführt, das es ermöglicht, Drittsysteme vom Dashboard eines Hostsystems anzusteuern und Aktionen anzustoßen (vgl. D3.3, Kapitel 2). Beide Arbeiten wurden zusammengeführt und prototypisch umgesetzt. Dafür wurde ein Microservice entwickelt, der parallel auf die Schnittstellen von nearby und den SLF-Tourenplaner zugreift, um zwischen den beiden bestehenden Diensten zu vermitteln. Er implementiert ein in D3.3 (Kapitel 2) beschriebenes Micro Frontend, welches in das Dashboard des Host-Services (hier: nearby) eingebettet wird. Über dieses Micro Frontend kann die Planung einer neuen klima-freundlichen Route basierend auf Daten in nearby im SLF-Tourenplaner angestoßen und das Ergebnis angezeigt werden.

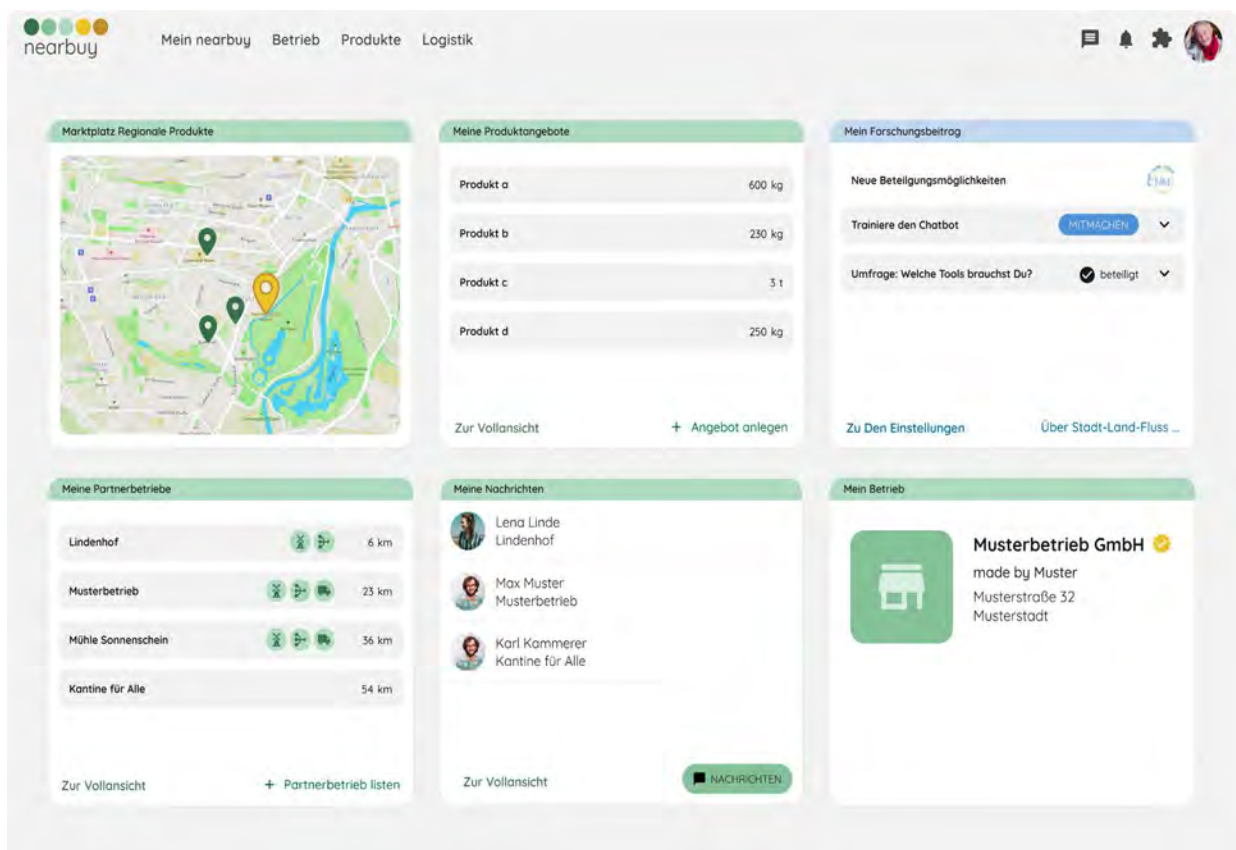


Abb. 1 Beteiligungsmöglichkeiten über ein Micro Frontend auf dem Dashboard (D3.3)

Der Ansatz der Micro Frontends Dashboards hat sich für die praxisnahe Forschung angeboten. Um frühzeitig mit Realdaten arbeiten zu können und einen leichten Transfer von der Forschung in die Praxis zu erreichen, bot sich eine Kooperation mit mindestens einem Enabler (d.h., IT-Partner, deren Dienst die Praxispartner aus Land- und Ernährungswirtschaft (Adopter) nutzen) von Beginn an. Anstelle ein eigenes Dashboard aufzubauen, wurde die Plattform des Enablers als hybrides Micro Frontends Dashboard auf- oder ausgebaut. Auf diese Weise wurden die Untersuchungspersonen erreicht. In einer Die Beteiligungsmöglichkeiten der Praxispartner bzw. Adopter sind über ein Micro Frontend auf dem Dashboard des Users sichtbar und zugänglich (Abb. 1).

Es wurde gezeigt, dass die Anwender*in durch den Service - der nicht offensichtlich als eigenständiger Service erkennbar ist - eine klimafreundliche Tour planen und dabei auf die Daten von nearby wie z.B. Bestellungen einschl. Bestell- und Kund*innendaten zugreifen kann, ohne dafür das System zu wechseln. Für die Anwender*in verläuft der Prozess wie aus einem Guss (siehe auch D3.3). Der demonstrierte Microservice, der zwischen zwei Systemen vermittelt, ist dazu da, die Interoperabilität

der beiden Systeme zu gewährleisten, ohne Änderungen an den Systemen selbst vorzunehmen. Aus den in D3.3 formulierten Anforderungen wurde der Demonstrator Micro Frontend des SLF-Tourenplaners für Dashboardkomponente umgesetzt. Das Konzept des Microservices ist in *Abb. 2* dargestellt.

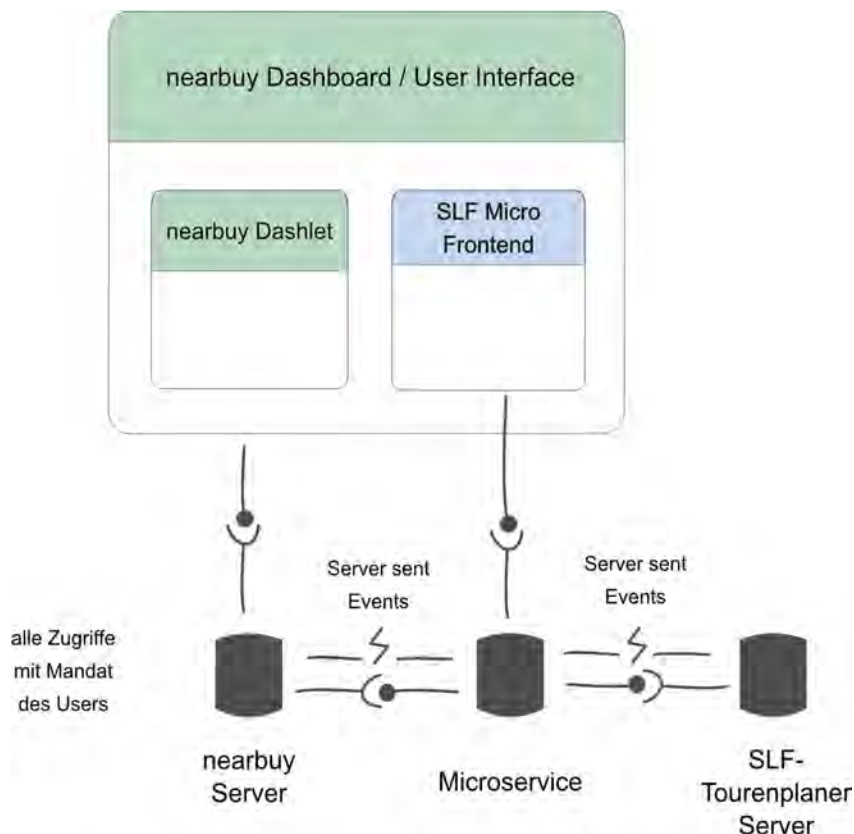


Abb. 2 Konzept des Microservices (D3.4)

In der Demonstration wurde die Schnittstelle mit dem SLF-Tourenplaner und nearbuy genutzt bzw. zwischen beiden Schnittstellen vermittelt. Realisierbar ist diese Lösung durch die konsequente Nutzung moderner Webstandards im SLF-Projekt wie OAuth v2 (Authentifizierung), REST (Schnittstelle) und Micro Frontends. Es wurde gezeigt, dass der Service - der für die Anwender*innen nicht als eigen-ständiger Service erkennbar ist - das Zusammenspiel verteilter Systeme ermöglicht und das Micro Frontend realisieren kann - ohne dass an den Systemen selbst Änderungen vorgenommen werden müssen. Das Zusammenspiel verteilter Systeme wird zukünftig eine größere Rolle spielen, damit Dienste, die einander sinnvoll ergänzen, miteinander interagieren können. Ein solcher Service kann den Aufwand dafür reduzieren und Mehrwerte erzeugen, die über die individuellen Fähigkeiten der angebotenen Systeme hinausgehen.

Arbeitspaket 4: KI-basiertes Ökosystem-Management

Für das Arbeitspaket AP4 erfolgten 2021 erste Recherchetätigkeiten zur methodischen Herangehensweise zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks. 2022 erfolgte für das Arbeitspaket AP4 nach ersten Recherchetätigkeiten zur methodischen Herangehensweise zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks die Festlegung der Methodik für die PCF-Bestimmung. Außerdem wurde eine papierbasierten Simulation als umfassender Use Case für die PCF Berechnung für das Referenzprodukt „gekochte Salzkartoffel“ anhand der ISO 14067 erstellt. Dazu wurden zwei Algorithmen in einem zweigeteilten

zur PCF-Bestimmung verfasst. Die Gliederung für das Begleitdokument 4.1.1 wurde nach der Einarbeitung in die theoretischen Grundlagen, Konzepte der methodischen Herangehensweise des Produkt Carbon Footprints (PCF) erstellt. Die PCF-Methodologie wurde mit Hilfe von Tabellen und Abbildungen dargestellt und in Arbeitstreffen mit dem Projektpartner TERRA diskutiert. Das so genannte PCF-Drehbuch wurde im Rahmen eines Konsortialtreffens vorgestellt, erläutert und diskutiert.

Für das **Arbeitspaket AP4** erfolgte 2023 im Rahmen des AP 4.1 „Ermittlung Ressourcen-Fußabdrucks“ die exemplarische Berechnung des PCF für die Wertschöpfungsketten Kartoffel und Topinambur. Unter Leitung des DFKI wurde der PCF (CO₂-Fußabdruck) in das SLF-Ökosystem eingebunden.

Die von der HNEE erarbeiteten Ergebnisse zur Ermittlung des CO₂-Fußabdrucks wurden im Rahmen der 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau „One Step Ahead – einen Schritt voraus!“ vom 8.–10. März 2023 am FiBL in Frick in der Schweiz präsentiert und als referierte Veröffentlichung im Tagungsband veröffentlicht (Keller et al., 2023a). Ferner erfolgte eine Posterpräsentation zur 43. GIL-Jahrestagung vom 13.-14. Februar 2023 in Osnabrück (Keller et al., 2023b). Ferner wurden die Ergebnisse der Analyse der Nachhaltigkeit der Wertschöpfungskette von Topinambur anhand des Product Carbon Footprints im Rahmen der 17. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau „Landwirtschaft und Ernährung – Transformation macht nur gemeinsam Sinn“ vom 5.–8. März 2024 an der Justus-Liebig-Universität Gießen präsentiert und als referierte Veröffentlichung in den Tagungsbänden veröffentlicht (Guerler et al., 2024a). Eine weitere Publikation erfolgte im Tagungsband zur 44. GIL – Jahrestagung „Biodiversität fördern durch digitale Landwirtschaft: Welchen Beitrag leisten KI und Co?“ vom 27.-28. Februar 2024 an der Universität Hohenheim in Stuttgart-Hohenheim (Guerler et al., 2024b).

Arbeitspaket 5: KI-Applikationen

Im AP5 wurde Domänenwissen für die relevanten MVP-Use Cases zusammengetragen wie beispielsweise Informationen zum Kartoffelanbau, zu verschiedenen Kartoffelprodukten sowie Dialogdaten für das MVP gesammelt. Mit dem DFKI wurde die Umsetzung der Use Cases und Sprachmodelle abgestimmt.

Arbeitspaket 6: Berlin-Brandenburg-Pilot - Planung und Evaluierung

In Vorbereitung auf die Evaluierung und Pilotierung wurden Daten für die Logistik-Komponente (AP 4.3) erhoben und im JSON-Format für weitere Testzwecke aufbereitet. Ferner wurden Daten für das MVP ausgehend von dem Data Dictionary erhoben und im Juni 2022 an die technischen Partner übergeben. Excel-Listen aller im Data Dictionary gelisteten Daten wurden verfasst; es handelt sich teilweise um reale Daten, teilweise wurden Daten synthetisch generiert.

Im Arbeitspaket AP6 wurde gemeinsam mit den Konsortialpartnern ein Pilotierungskonzept in Anlehnung an die in AP8 definierten Zielgruppen erstellt, das als Begleitdokument den methodischen Rahmen für den Pilotierungsprozess absteckte. Zuvor wurden bereits im **Ergebnisdokument D6.1** wesentliche Referenzdaten definiert, um den Datenabruf für einen Anwendungsfall zu simulieren.

Darüber hinaus wurde ein erster Entwurf zur Schnittstellenkonzeption aufgesetzt, welcher Datenflüsse innerhalb des SLF-Ökosystem über Kontextdiagramme beschreibt. Unter Berücksichtigung des einzuhaltenden Technologiereifegrads wurde auf eine Überprüfung der Komponenten in relevanter Einsatzumgebung (TRL 5) über APIs verzichtet. Ein chargengenauer Datenabruf setzt eine Vernetzung von SLF-Komponenten und Warenwirtschaftssystemen und somit einen höheren TRL voraus. Stattdessen wurden die SLF-Dienste im Rahmen von Nutzertests in Laborumgebung unter Hinzunahme teils händisch erhobener, teils synthetischer Daten mit Erzeugern, Verarbeitern, Logistikern und Gemeinschaftsverpflegern evaluiert. Die Anbindung der SLF-Komponenten mittels Schnittstellen an die Warenwirtschaftssysteme der Anwenderbetriebe wurde an anderer Stelle konzeptionell umgesetzt (vgl. Ergebnisdokument D6.3). Die Evaluierung des SLF-IKT-Ökosystems verfolgt das Ziel, das System anhand definierter Wertekriterien (Funktionalität, Vollständigkeit, Usability und Akzeptanz) zu bewerten und Verbesserungspotenziale zu identifizieren. Hierzu wurden potenzielle Nutzer eingeladen, das System in einem realistischen Anwendungsszenario über vorgegebene Testaufgaben zu testen und ihre Meinungen und Empfindungen durch Interviews und Fragebögen zu äußern. Dieser Ansatz wird als formativ-orientierte Evaluierung klassifiziert. Neben quantitativen und qualitativen Fragebögen wurde der Thinking-Aloud-Ansatz herangezogen, um auch spontane Emotionen und Gedanken zu erfassen. Gegenstand des Evaluierungsberichts sind drei entwickelte Forschungsdemonstratoren – Chatbot, Tourenplaner und Recommender. Im Vorfeld und während der Evaluierung und Validierung wurde zur Verifizierung der Bedürfnisse der Stakeholder im Agrar- und Ernährungssystem nach geeigneten digitalen Daten- und Informationserfordernissen zwei Umfragen durchgeführt.

In Vorbereitung auf die Tests wurden Erhebungsmaterialien, Aufgabenstellungen, Schulungsunterlagen sowie ein Evaluationskonzept und ein Prüfleitfaden erstellt. Der Prüfleitfaden überträgt die in der Vorhabensbeschreibung definierten Evaluationskriterien in den aktuellen Projektkontext und definiert grundlegende Systemanforderungen. Von August 2023 bis März 2024 wurden in zwei Iterationen die Dienste des SLF-Ökosystems (Chatbot, Tourenplaner und Recommender) in den Praxisbetrieben AWO-Gut Kemnitz gGmbH, Lienig Wildfruchtverarbeitung GmbH, TERRA und WSG Wildau evaluiert. Alle Ergebnisse wurden mit Vorschlägen zur Spezifikationsänderung in einem umfangreichen Bericht zusammengetragen (siehe **Ergebnisdokument D6.2**); teilweise auch in Zwischenberichten je Dienst. Mit diesem Dokument werden die angestrebten Ergebnisse zu den Meilensteinen M 3 – SLF Evaluierungsergebnisse erste Version (1. Iteration) und M 5 – SLF Evaluierungs- und Folgenabschätzungsergebnisse (2. Iteration) vorgelegt.

Die abschließende Bewertung der einzelnen prototypischen Komponenten des SLF-IKT-Ökosystems zeigt sowohl Stärken als auch Optimierungspotenziale auf. Aufgrund des gewählten REST-Service-Ansatzes ist das SLF-Ökosystem grundsätzlich hochgradig kompatibel zu modernen Systemen. Der SLF-Chatbot wird als leicht navigierbar, jedoch Fehleingaben gegenüber als unflexibel bewertet. Es wird empfohlen, die Interaktivität der Eingabefelder zu verbessern und Exportmöglichkeiten für Inhalte zu schaffen. Der SLF-Tourenplaner deckt die Basisfunktionen in Verbindung mit weiteren bereits vorhandenen Funktionen der Planung von möglichst kurzen Rundtouren, Visualisierung der Route, und Adressdaten-banken erfolgreich ab, indem Touren gefunden wurden, die

gegenüber bisherigen Touren emissionsärmer sind. Jedoch werden Verbesserungen hinsichtlich Funktionsumfang und Benutzerfreundlichkeit vorgeschlagen. Der SLF-Recommendier wird von den Benutzern positiv wahrgenommen, die Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten bei der Produktauswahl als praxisrelevant erachtet, steht allerdings im Zielkonflikt mit dem Kriterium Preis. Das Layout wurde als wenig intuitiv bewertet. Insgesamt liefert die Evaluierung wertvolle Einblicke zur Optimierung des SLF-IKT-Ökosystems, um dessen Wirksamkeit, Nutzerakzeptanz und -freundlichkeit zu maximieren und die angestrebten Ziele effektiv zu erreichen.

Das **Ergebnisdokument D6.3 „Analyse des Open-Source-ERP-Systems Odoo** hinsichtlich der Integration der SLF-Komponenten“ Analyse beschreibt, ob und auf welche Weise das Stadt-Land-Fluss (SLF) Ökosystem bzw. die SLF-Komponenten und das ERP-System Odoo miteinander kommunizieren und interagieren können. Die Idee des Zusammenspiels mehrerer Systeme (in diesem Fall: SLF und Odoo) ist es, dass sie sich sinnvoll ergänzen und das ERP-System Odoo durch die Anbindung der SLF-Komponenten seinen Nutzer*innen neue Funktionen zur Verfügung stellen, die vom SLF-Ökosystem bereitgestellt werden. Die Analyse zeigt, dass Odoo durch seine Struktur und seine Anpassungsfähigkeit mittels Odoo Studio eine grundsätzliche Plattform bietet, um spezifische Funktionen und Apps zu entwickeln. Es wird herausgestellt, dass trotz der Flexibilität von Odoo, bestimmte Einschränkungen bestehen. Dazu gehören die fehlende Unterstützung moderner Authentifizierungsverfahren und eine eingeschränkte API-Funktionalität, die die Kommunikation und Interaktion komplex gestalten. Die Ergebnisse verdeutlichen die Notwendigkeit einer erweiterten API-Unterstützung und die Implementierung moderner Sicherheitsstandards in Odoo, um eine sichere Kommunikation zwischen den ERP-Systemen und den SLF-Komponenten zu gewährleisten. Es konnte festgestellt werden, dass durch eine solche Erweiterung nicht nur die Interoperabilität verbessert, sondern auch die Effizienz und Skalierbarkeit von Geschäftsprozessen signifikant gesteigert werden kann.

Um eine belastbare Basis für die Auswahl geeigneter Schulungsformate zu ermitteln, wurde von der TUB ein erster Entwurf eines Fragebogens erstellt, der gemeinsam diskutiert und mit Fragen zum Informationsaustausch innerhalb von Wertschöpfungsketten ergänzt wurde. Die Umfrage erfolgte 2023 auf relevanten Fachmessen vor Ort. Aufbauend auf diese Vorarbeit und in enger Abstimmung mit Praxisexperten konnten durch TUB ein Handbuch und komponentenspezifische Videotutorials erarbeitet werden (siehe **Ergebnisdokument D6.4**).

Arbeitspaket 7: Impact Assessment

Im Arbeitspaket AP7 wurde aufbauend auf den Recherchen zur methodischen Herangehensweise und diesbezüglichen Abstimmungen zwischen dem Unterauftragnehmer inter3 und der HNEE für den Foresightprozess in AP7 weitere Überlegungen zur konkreten zeitlichen Planung und Methodenwahl angeführt. Um gleichzeitig den Ansprüchen einer Foresight- als auch einer Impactanalyse gerecht zu werden, wurde entschieden, das Erkenntnisinteresse des Arbeitspaketes vornehmlich über eine Szenarioanalyse zu realisieren. Hieran anknüpfend wurde ein Zeitplan erstellt, ein Workshopkonzept verfasst sowie Interviewleitfäden erarbeitet. Diese Materialien dienten der Durchführung von fünf jeweils einstündigen Interviews mit verschiedenen Stakeholdern, die anschließend

transkribiert und inhaltsanalytisch ausgewertet wurden, sowie der Durchführung eines Workshops im März 2024. In Vorbereitung auf die Interviews wurden verschiedene Positions- und Strategiepapiere inhaltsanalytisch ausgewertet und Einflussfaktoren auf die künftige Entwicklung von Wertschöpfungsketten identifiziert. Alle Arbeiten erfolgten im engen Austausch mit inter3.

Weiterhin war es das Ziel des Arbeitspaktes 7, im Rahmen des Impact Assessments (SIA) ein Bewertungstool zu konzipieren, das die Nachhaltigkeitswirkungen messbar macht, die durch den Einsatz des SLF-Ökosystems erreicht werden können. Hierzu war anfänglich zu erforschen, ob und in welchem Umfang Indikatoren von bereits etablierten Nachhaltigkeitsbewertungssystemen wie z.B. SMART oder KSNL zur Bewertung von Veränderungen in der Unternehmenskultur, -organisation, -ressourcen und -erfolg herangezogen werden können. Ein besonderer Fokus lag auf dem „Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft“ (KSNL) der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) (KTBL, 2008). Grund ist, dass mit diesem System skalierte Indikatoren entwickelt wurden. Somit ist eine quantitative Vergleichbarkeit möglich. Ein weiterer Grund ist, dass die Berechnung der indizierten Parameter Erfahrung erfordert und deshalb durch vom Systemgeber bestätigte Sachkundige erfolgen sollte. Auch diese Voraussetzung ist beim KSNL gegeben. Anhand der Auswertung von acht KUL-Bewertungen, einer KTL- und einer KSL-Bewertung wurden die erhobenen Indikatoren darauf geprüft, inwiefern sie für ein Sustainable Food Chain Impact Assessment geeignet sind und ob sie ggfs. um weitere Kennzahlen ergänzt werden müssen.

Mit Belanu, einer Beratungsfirma für landwirtschaftliche Unternehmen, welche Bewertungen mit dem KSNL-Standard durchführt, war eine sachkundige Organisation mit der Bewertung von zehn Betrieben beauftragt. Dabei wurde Belanu als Unterauftragnehmer bei der Kontakt- und Datenaufnahme mit und in Unternehmen von der HNEE begleitet. Das ermöglichte der HNEE, einen besseren Einblick in die Methoden zu gewinnen und Kompetenz bezüglich der Datengewinnung, -herkunft und -verarbeitung aufzubauen. Die Nachhaltigkeitsberichte des Unterauftragnehmers BELANU wurden zur weiteren Analyse an HNEE übergeben, D7.3-D7.4.

Die **Ergebnisdokumente D7.1** „Dokumentation der Foresightanalyse“ und **D7.2** „Regionale Entwicklungspfade“ sind in einem Dokument zusammengefasst. Diese Studie bedient sich einem qualitativen Szenarioansatz zur Herleitung von plausiblen Zukunftsszenarien und Evaluation von Handlungsoptionen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass technologische Innovationen und ihre Integration in Betrieben entscheidend sind, um Umweltauswirkungen zu minimieren und Wertschöpfungsprozesse regional zu organisieren. Gleichzeitig zeigen sie die Notwendigkeit auf, politische Rahmenbedingungen und Bildungsangebote anzupassen, um die digitalen Kompetenzen der Akteure zu verbessern und die Akzeptanz neuer Technologien zu fördern. Die Analyse betont die Wichtigkeit einer koordinierten Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Sektoren und Ebenen, um eine umfassende Transformation des Ernährungssystems zu erreichen. Die Studie schließt mit einer Reihe von empfohlenen Handlungsfeldern für politische Entscheidungsträger und Wirtschaftsakteure, die darauf abzielen, die regionalen Wertschöpfungsketten zu stärken und die Resilienz gegenüber ökonomischen und ökologischen Herausforderungen zu erhöhen. Sie fordert eine stärkere Förderung der

Regionalisierung von Lebensmittelketten und die Entwicklung von Anreizen für nachhaltige Wirtschaftspraktiken.

Aus den entwickelten Zukunftsannahmen wurden im Zusammenhang mit den Ergebnissen der Konsistenzanalyse die Szenarien als Pfade angetragen. Die Pfade stellen drei konsistente Annahmekombinationen aus einer Vielzahl an möglichen Varianten dar, die sich deutlich voneinander unterscheiden. In jedem Pfad gibt es Einflussfaktoren, die besonders stark gewichtet wurden. Dies ist insbesondere durch die gemeinsam gewählten Schwerpunktsetzungen während des Workshops und der durchgeführten Interviews zu begründen. Zudem fand die Auswahl der Pfade auch entsprechend der in strategischen Entscheidungen der Unternehmen zu berücksichtigenden Aspekte statt. Die SLF - Zukunftsannahmen enthalten – abweichend von der Herangehensweise von Fraunhofer ISI und ZALF (Warnke et al., 2018) – jeweils mehrere Aspekte und können als Kurz-Szenarien angesehen werden.



Szenario I:
Stadt-Land-Datenfluss

- Hoher Digitalisierungsgrad
- Unkomplizierte und praxisnahe politische Unterstützung
- Starke Bildungsarbeit
- Standardisierte und offene Dateninfrastruktur
- Digitale Wertschöpfungsnetze



Szenario II:
Voller Marktplatz

- Hohe Kooperationskultur und Selbstorganisation
- Höhere Nachfrage nach bioregionalen Produkten
- Hoher wirtschaftlicher Druck
- Starke Folgen der globalen Erwärmung
- Staat zieht sich zurück



Szenario III:
Papierstau im Bürokratie-dschungel

- Geringer Digitalisierungsgrad
- innovationsfeindliche und kostenintensive Bürokratie
- Eingeengte finanzielle und personelle Ressourcen

Abb. 3 Entwickelte Zukunftsszenarien (D7.1-7.2)

Die ausgewählten Zukunftsannahmen für die Schlüsselfaktoren wurden unter Einbeziehung der Ergebnisse aus der Konsistenzanalyse zu Szenarien verdichtet. Zu jedem der drei Szenarien werden jeweils zunächst Grundannahmen formuliert und Hintergrundinformationen gegeben. Anschließend werden die Rahmenbedingungen der Szenarien beschrieben und aus beiden schließlich Konsequenzen für das Szenariofeld abgeleitet. (Abb. 3).

Mit dem **Ergebnisdokument D 7.3/ 7.4** „Dokumentation unternehmensbezogene/ vergleichende Nachhaltigkeitsanalyse“ wurde untersucht, ob sich das Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft (KSNL) für ein Impact Assessment im Rahmen des Projektes SLF eignet. Dazu wurden insgesamt 10 Betriebe nach dem KSNL-Standard bewertet. Auf dieser Grundlage war es möglich konkrete

Einschätzungen zum Erhebungsaufwand und zur Datenherkunft zu geben. Andere stufenübergreifende Bewertungssysteme in der Agrar- und Ernährungswirtschaft wurden vergleichend herangezogen. Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass sich der Bewertungsstandard KSNL für eine SIA eignet, wenn er stärker um wertschöpfungskettenbezogene Kriterien mit Blick auf die intendierten Wirkungsziele der SLF-Komponenten ergänzt wird.

Arbeitspaket 8: Verbreitung, wirtschaftliche Verwendung, Zusammenarbeit, Business Plan

Zum Projektstart hat HNEE **AP8.1** bei der Identifikation der Stakeholder sowie bei der Entwicklung des Kommunikations- und Stakeholdermanagementplans maßgeblich mitgewirkt. HNEE war während der gesamten Projektlaufzeit ein wichtiger Partner hinsichtlich Kontaktvermittlung und –pflege relevanter Stakeholder. Zudem beteiligte sich die HNEE an internen Workshops zur Weiterentwicklung des Geschäftsmodells.

HNEE hat zahlreiche projektbezogene Fachveranstaltungen besucht, um das SLF-Netzwerk zu vergrößern und Kontakte herzustellen sowie im Rahmen des Wissenstransfers über Projektinhalte zu informieren und neues Wissen ins Projekt einzubringen. Erfolgreich konnten so einige Unterstützer/innen und Partner/innen identifiziert werden, wie das Cluster Ernährungswirtschaft, die Regiothek, DigiFood und das Agrotechvalley. Zudem wurde an der Vorbereitung geeigneter Marketingmittel mitgewirkt.

HNEE war als Co-Autorin und Moderatorin maßgeblich an der Erstellung der Positionspapiere 1 und 2 und deren abstimmungsintensiven Erstellungsprozess beteiligt. So stellen die Autor*innen im ersten Positionspapier „Förderung regionaler und resilienter Wertschöpfung der Land- und Ernährungswirtschaft durch konsequente Digitalisierung“, das am 16.02.2024 veröffentlicht wurde, fest, dass die Region trotz eines erheblichen Potenzials zur Selbstversorgung durch einen niedrigen Selbstversorgungsgrad gekennzeichnet ist, was insbesondere während globaler Krisen die Verwundbarkeit überregionaler Handels- und Produktionsnetzwerke verdeutlicht. Das Projekt konzentriert sich auf die Schaffung eines digitalen Ökosystems, das es ermöglicht, die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der gesamten Wertschöpfungskette zu erhöhen. Das SLF-IKT-Ökosystem wurde entwickelt, um die Vernetzung der verschiedenen Akteure entlang der Wertschöpfungsketten zu erleichtern und die Effizienz sowie Nachhaltigkeit der regionalen Produktion und Vermarktung von Lebensmitteln zu steigern. Integrierte Analyse- und Empfehlungsdienste sowie Matching-Funktionen sollen es den Akteuren ermöglichen, ihre Entscheidungen hinsichtlich Regionalität und Nachhaltigkeit zu optimieren. Es wird betont, dass die Digitalisierung eine grundlegende Voraussetzung für die Förderung regionaler Wirtschaftskreisläufe ist, da sie die Sichtbarkeit und den Austausch von Informationen über Angebote und Bedarfe verbessert. Das Papier hebt die Notwendigkeit hervor, eine durchgängige digitale Infrastruktur zu schaffen, die einen verlustfreien Datenaustausch gewährleistet und die verschiedenen Akteure der Wertschöpfungsketten miteinander verbindet. Es wird kritisiert, dass die bisher entwickelten digitalen Lösungen oft isoliert voneinander existieren und somit die systemübergreifende Datenkommunikation behindern. Eine umfassende Digitalisierung der Land- und Ernährungswirtschaft erfordert daher die Integration bestehender und zukünftiger digitaler

Services, die interoperabel, modular, skalierbar und sicher sind. Darüber hinaus werden verschiedene Empfehlungen zur Überwindung bestehender Herausforderungen gegeben, darunter der Aufbau von digitalem Know-how in den kommunalen Verwaltungen, die Förderung innovativer Komponenten und Geschäftsmodelle sowie die Schaffung einer digitalen Infrastruktur, die die Nachhaltigkeitsleistungen und Transformationsfortschritte in regionalen Wertschöpfungsräumen sichtbar macht. Abschließend wird darauf hingewiesen, dass die Erkenntnisse und Technologien des SLF-Projekts auch in anderen Regionen adaptiert werden könnten, um ähnliche Herausforderungen zu adressieren und zur Förderung nachhaltiger und regionaler Wertschöpfungsketten beizutragen.

Das am 12.06.2024 auf der SLF-Projekt-Website veröffentlichte zweite Positionspapier „Potentiale digitaler und KI-Unterstützung regionaler Wertschöpfungsketten“ beschreibt das SLF-Projekt, das auf die Stärkung regionaler Wertschöpfungsketten in der Agrar- und Ernährungswirtschaft der Region Berlin-Brandenburg durch den Einsatz von Daten- und KI-gestützten Lösungen abzielt. Die Region ist durch einen niedrigen Selbstversorgungsgrad gekennzeichnet, was besonders während globaler Krisen, wie der COVID-19-Pandemie und dem Ukraine-Krieg, die Anfälligkeit überregionaler Handels- und Produktionsnetzwerke verdeutlicht hat. Das Projekt zielte darauf ab, diese Wertschöpfungsketten resilienter und nachhaltiger zu gestalten, indem es digitale Lösungen entwickelt, die die regionale Produktion, Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln effizienter machen. Ein zentrales Element des Projekts ist das SLF-IKT-Ökosystem, ein digitales Netzwerk, das verschiedene Akteure entlang der Wertschöpfungsketten miteinander verbindet und die Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Warenströme erhöht. Zu den entwickelten Komponenten gehören unter anderem ein personalisierter Recommender zur Optimierung der Angebots- und Bedarfsplanung, ein emissionsreduzierender Tourenplaner und ein KI-gestützter Chatbot, der den Nutzern den Zugang zu den digitalen Plattformen erleichtert. Diese digitalen Werkzeuge sollen es ermöglichen, die regionale Wertschöpfung zu steigern, die Umweltauswirkungen zu minimieren und die Anpassungsfähigkeit der Betriebe an sich verändernde Marktbedingungen zu verbessern. Das Positionspapier betont die Notwendigkeit einer durchgängigen digitalen Infrastruktur und eines kooperativen Geschäftsmodells, das auf offenen Standards und modularen, skalierbaren IT-Lösungen basiert. Diese Ansätze sollen nicht nur die Effizienz und Nachhaltigkeit der regionalen Agrar- und Ernährungswirtschaft verbessern, sondern auch die Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) in der Region stärken. Abschließend wird darauf hingewiesen, dass die im SLF-Projekt gewonnenen Erkenntnisse und entwickelten Technologien auch in anderen Regionen adaptiert und zur Förderung nachhaltiger und regionaler Wertschöpfungsketten eingesetzt werden könnten.

Gemeinsam mit pro agro, GHS und SIBB wurde eine Umfrage zur potenziellen Nutzung der entwickelten Services erstellt, welche bei den Fachmessen sowie über die Netzwerke/Community verteilt wurde.

2. Verwertung

a) Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen

Nach aktuellem Kenntnisstand bestehen und bestanden keine Schutzrechte im Bereich von Bewertungsmethoden, die der Projektdurchführung entgegenstehen. Es wurde eine vollständige Dissemination aller Projektergebnisse für mit einem möglichst niederschweligen Verwertungszugang für Dritte favorisiert. Daher sind für diesen Bereich keine Schutzrechtsanmeldung erfolgt.

b) Wirtschaftliche Erfolgsaussichten nach Projektende

„Kerngeschäft“ der HNEE sind die Lehre und die Forschung in den hochschulweiten Schwerpunkten. Vor diesem Hintergrund war eine wirtschaftliche Verwertung der Projektergebnisse auf überwiegend indirekte Weise vorgesehen: Die im Projekt entwickelten neuen Produkte, Technologien und Dienstleistungen zum KI-basierten nachhaltigen Management regionaler Wertschöpfungsketten wurden kurz- und mittelfristig zur Aktualisierung von Studieninhalten verwendet. Dadurch steigt die Nachfrage nach Absolventen, die Attraktivität der Studienangebote nimmt zu. Weiterhin wurde angestrebt, dass sich durch die Zusammenarbeit mit den Projektpartnern Folgeeffekte in Form von studentischen Arbeits- und Projektthemen sowie Praktikums- und Arbeitsplätzen ergeben. Ferner wurde regelmäßig geprüft, ob sich Konzepte für neue kostenpflichtige Studien- oder Weiterbildungsangebote ergeben. Für eine direkte wirtschaftliche Verwertung wurde kontinuierlich geprüft, welche Folgeprojekte sich aus den Projektergebnissen und weiteren Erkenntnissen ergeben. Die Verwertungsaktivitäten aller Partner wurden unterstützt, indem HNEE die Projektergebnisse über eigene Kommunikations- und Publikationskanäle kommuniziert. Sollten sich nach Projektende Anhaltspunkte für neue F&E-Projekte ergeben, werden zunächst die Beteiligungsmöglichkeiten der Partner dieses Verbundprojektes geprüft, bevor andere Projektpartner gesucht werden.

c) Wissenschaftliche und/oder technische Erfolgsaussichten nach Projektende

Kerngeschäft der HNEE sind Lehre und Forschung. Ein kurzfristiger Ergebnistransfer zur Plattform und den KI-Anwendungen erfolgte bereits innerhalb der Projektlaufzeit. Die Ergebnisse aus den APs 1, 3 und 8 wurden publiziert sowie in Lehre (Vorlesungsreihe Digitalisierung in der Agrar- und Ernährungswirtschaft) und Weiterbildung direkt verwertet. Die APs 6 und 8 bereiteten die Ergebnisverwertung in anderen Regionen vor. Hier begleitete die HNEE die Entwicklung beruflicher Weiterbildungskonzepte zum Transfer. Die Methoden zur Erhebung und Weiterverarbeitung der Prozess- und Ernährungsdaten aus AP 3 sind Grundlagen für Folgeprojekte z.B. zur Entwicklung weiterer Informationsinhalte entlang der Kette oder die Integration von Sensordaten in KMU.

d) Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit

Die Anschlussfähigkeit wird u. a. durch sich verändernde Stakeholder Anforderungen in der Lebensmittelbranche, durch sich verändernde gesetzliche und privatwirtschaftliche Rahmenbedingungen oder auch durch neue technische Entwicklungen im IT-Hardwarebereiche beeinflusst. Die zunehmende Leistungsfähigkeit von IT-Systemen, z.B. in den Bereichen Datenübertragung, -sicherheit,

Web-Schnittstellen und KI wird weitere Entwicklungen hin zu agilen, vernetzten Lebensmittel-Verarbeitern auch für KMU auslösen. Z. B. betrachtet HNEE die Integration von Daten aus unterschiedlichsten Farm-Managementsystemen der Primärerzeugung sowie ihr vor- und nachgelagerter Stufen (EDI-agro) als notwendige Weiterentwicklung. Auch die im Projekt durchgeführten Workshops ergaben Hinweise auf weiterführende Fragestellungen und Lösungsansätze. Ein wichtiger Effekt des Vorhabens war die Erweiterung des wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Netzwerks der HNEE durch Austausch und Kooperation mit dem Agrotech Valley Forum e.V. /Agri-Gaia, der Regiothek und dem Bundesverband Regionalbewegung sowie den Netzwerken Landlogistik.eu, Cluster Ernährungswirtschaft Berlin-Brandenburg, Fördergemeinschaft Ökologischer Landbau (FÖL) im Rahmen des DigiFood-Projektes und Agrarmarketing MV.

3. Erkenntnisse von Dritten

Im Förderprojekt X-KIT¹ wurde eine auf Künstlicher Intelligenz basierende Plattform für die landwirtschaftliche Praxis entwickelt, die Sensordaten und maschinelles Lernen kombinierte, um Entscheidungshilfen für ressourcenschonende Bewirtschaftung zu bieten. Der Fokus lag auf der Optimierung von landwirtschaftlichen Prozessen durch die Integration von Daten aus verschiedenen Quellen wie Boden- und Wetterdaten sowie landwirtschaftlichen Maschinen, um die Effizienz und Nachhaltigkeit in der Landwirtschaft zu steigern. Zum Projekt X-Kit bestand während der Projektlaufzeit ein intensiver Austausch. Unter anderem anlässlich des X-Kit Meetings am 25. und 26. April 2024 in Kaiserslautern am Fraunhofer IESE wurden Ergebnisse des SLF-Projekts vorgestellt. Dies gilt ebenso für das Projekt Agri-Gaia², in dem eine offene, KI-basierte Plattform für die Agrarwirtschaft entwickelt wurde, die landwirtschaftliche Prozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette digitalisiert und optimiert. Ziel war durch die Kombination von Künstlicher Intelligenz und Edge-Cloud-Technologien innovative Lösungen zu schaffen, die sowohl große als auch kleine landwirtschaftliche Betriebe bei der effizienteren Nutzung von Ressourcen und der Steigerung der Nachhaltigkeit unterstützen. Das Projekt fördert die Integration verschiedener Akteure in ein gemeinsames digitales Ökosystem. Das Projekt NaLamKI³ entwickelt KI-basierte Dienste für die Landwirtschaft, die Daten von Landmaschinen, Satelliten und Drohnen auswerten, um nachhaltige landwirtschaftliche Prozesse zu optimieren, einschließlich der Einsparung von Ressourcen und der Früherkennung von Pflanzenkrankheiten.

Als Antwort auf die Folgen des Klimawandels und die Vulnerabilität von heimischen Kulturen versucht KIWERTa⁴ Wertschöpfungsketten für Kichererbsen in Berlin-Brandenburg aufzubauen. Im Austausch mit der Wertschöpfungskettenmanagerin wurden Herausforderungen deutlich, welche die Relevanz von vernetzten digitalen Systemen zur Informationsbereitstellung entlang des Wertschöpfungsprozesses hervorheben. Zu den Herausforderungen zählen fehlendes Wissen über ortsspezifische Anbaupraktiken oder fehlende Informationen bei der Saatgutbeschaffung. Wie auch in

¹ <https://www.iese.fraunhofer.de/de/projekt/x-kit.html>

² <https://www.agri-gaia.de>

³ <https://nalamki.de>

⁴ <https://www.kichererbse-brandenburg.de/>

SLF konstatiert wurde, fehlt es insbesondere an Verarbeitungsinfrastruktur, in diesem Fall, um Ki-chererbsen vollständig regional zu produzieren. Softwareanwendungen wie sie in SLF erforscht wurden könnten praxisnahe Projekte wie KIWERTa unter der Voraussetzung eines höheren technologischen Reifegrades bei der Vernetzung und Informationsbeschaffung unterstützen.

4. Veröffentlichungen

Folgende referierte Tagungsbeiträge und Posterpräsentationen wurden während der Projektlaufzeit veröffentlicht, verbunden mit Vorträgen vor Ort:

- Risius, H., Röpert, Ch., Recklies, R., Herfurth, P, Kramer, E. (2023): Möglichkeiten und Grenzen einer Foodshed-Analyse zur Abschätzung des regionalen Selbstversorgungsgrads in der Region Berlin-Brandenburg. In: Bibic, V., Schmidtke, K. (2023): Proc. 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 7. bis 10. März 2023, Frick (CH), S. 688-689
- Keller, M., Recklies, R., Risius, H., Röpert, Ch., Menacho, Z., Kramer, E. (2023a): Rahmenkonzept für die Berücksichtigung der menschlichen Arbeitskraft bei der Ermittlung des Product Carbon Footprint (PCF) in landwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten. In: Bibic, V., Schmidtke, K. (2023): Proc. 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 7. bis 10. März 2023, Frick (CH), S. 686-687
- Keller, M., Recklies, R., Risius, H., Röpert, C., Menacho Porras, Z., & Kramer, E. (2023b). Rahmenkonzept für die Berücksichtigung der menschlichen Arbeitskraft bei der Ermittlung des Product Carbon Footprint (PCF) in landwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten. Resiliente Agri-Food-Systeme. 43. GIL-Jahrestagung vom 13.-14. Februar 2023 in Osnabrück, Osnabrück, Germany.
- Bauer, C., Röpert, Ch., Keller, M., Risius, H., Kramer, E. (2023): Analyse der Einkaufsentscheidungen von Kantinen in Brandenburg im Hinblick auf Regionalität. In: Bibic, V., Schmidtke, K. (2023): Proc. 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 7. bis 10. März 2023, Frick (CH), S. 664-667
- Hakan Guerler , Hilke Risius, Richard Albrecht, Julian Rosenbaum, Christin Röpert, Frank Lienig und Eckart Kramer (2024b): Analyse des Product Carbon Footprints im Produktions- und Verarbeitungsprozess von Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.); In: C. Hoffmann et al.: Biodiversität fördern durch digitale Landwirtschaft: Welchen Beitrag leisten KI und Co?, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik in der Landwirtschaft, Bonn 2024
- Hakan Guerler , Hilke Risius, Richard Albrecht, Julian Rosenbaum, Christin Röpert, Frank Lienig und Eckart Kramer (2024a): Analyse der Nachhaltigkeit der Wertschöpfungskette von Topinambur anhand des Product Carbon Footprints. In: Landwirtschaft und Ernährung – Transformation macht nur gemeinsam Sinn, 17. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 5.–8. März 2024, Justus-Liebig-Universität Gießen, Verlag Dr. Köster, Berlin.

Basierend auf Arbeiten in den relevanten Teilprojekten sind nach Ende des Förderzeitraums weitere Publikation geplant. Die erzielten Ergebnisse werden – mindestens im Form des Sachberichtes zum Verwendungsnachweis - innerhalb von neun Monaten nach Abschluss des Vorhabens (bis zum 28.02.2025) veröffentlicht und damit fachlich interessierten Stellen der Bundesrepublik Deutschland zugänglich gemacht.

5. Literaturverzeichnis

- Amt für Statistik Berlin-Brandenburg. (2022). Statistik Berlin Brandenburg Wirtschaftsbereiche Land- und Forstwirtschaft. Basisdaten. Statistik Berlin Brandenburg Wirtschaftsbereiche Land- und Forstwirtschaft. <https://www.statistik-berlin-brandenburg.de/land-und-forstwirtschaft>
- BMEL. (2021, Oktober 21). Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Ernährung, Fischerei: Ernährungswirtschaft – Versorgungsbilanzen. <https://www.bmel-statistik.de/ernaehrung-fischerei/versorgungsbilanzen/>
- Kramer, E., Marz, O., Baum, M., Reckin, R., & Röpert, C. (2021). Unternehmensressourcenplanung in kleinen Lebensmittelunternehmen – Gestaltungsfelder, Maßnahmen, Software. In D. Beverungen, J. H. Schumann, V. Stich, & G. Strina (Hrsg.), Dienstleistungsinnovationen durch Digitalisierung (S. 333–386). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-63099-0_9
- Kranert, M., Hafner, G., Barabosz, J., Schuller, H., Leverenz, D., Kölbig, A., Schneider, F., Lebersorger, S., & Scherhauser, S. (2012). Ermittlung der weggeworfenen Lebensmittelmengen und Vorschläge zur Verminderung der Wegwerfrate bei Lebensmitteln in Deutschland. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ernaehrung/Lebensmittelverschwendung/Studie_Lebensmittelabfaelle_Langfassung.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- KTBL (Hrsg.). (2008). Kriteriensystem nachhaltige Landwirtschaft: (KSNL); ein Verfahren zur Nachhaltigkeitsanalyse und Bewertung von Landwirtschaftsbetrieben. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft.
- Schreiber, K., Hickey, G. M., Metson, G. S., Robinson, B. E., & MacDonald, G. K. (2021). Quantifying the foodshed: A systematic review of urban food flow and local food self-sufficiency research. 16(2), 023003. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abad59>
- Warnke, P., Dönitz, E., Opitz, I., Zoll, F., Doernberg, A., Specht, K., Siebert, R., & Piorr, A. (2018). Szenarien zur Zukunft der Nahrungsmittelversorgung: Chancen und Herausforderungen für alternative Versorgungsnetzwerke. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI.

Im Rahmen der Projektbearbeitung entstandene Veröffentlichungen:

- Cuno, S., Kramer, E., Reithinger, N., Lämmel, P. (2021): Datenplattformen und KI-Werkzeuge zur Stärkung der regionalen Ernährungssysteme. Stadtforschung und Statistik : Zeitschrift des Verbandes Deutscher Städtestatistiker, 34 (2021) 2, S. 91-96. ISSN 0934-5868
- Risius, H., Röpert, Ch., Recklies, R., Herfurth, P, Kramer, E. (2023): Möglichkeiten und Grenzen einer Foodshed-Analyse zur Abschätzung des regionalen Selbstversorgungsgrads in der Region Berlin-Brandenburg. In: Bibic, V., Schmidtke, K. (2023): Proc. 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 7. bis 10. März 2023, Frick (CH), S. 688-689
- Keller, M., Recklies, R., Risius, H., Röpert, Ch., Menacho, Z., Kramer, E. (2023): Rahmenkonzept für die Berücksichtigung der menschlichen Arbeitskraft bei der Ermittlung des Product Carbon Footprint (PCF) in landwirtschaftlichen Wertschöpfungsketten. In: Bibic, V., Schmidtke, K. (2023): Proc. 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 7. bis 10. März 2023, Frick (CH), S. 686-687
- Bauer, C., Röpert, Ch., Keller, M., Risius, H., Kramer, E. (2023): Analyse der Einkaufsentscheidungen von Kantinen in Brandenburg im Hinblick auf Regionalität. In: Bibic, V., Schmidtke, K. (2023): Proc. 16. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 7. bis 10. März 2023, Frick (CH), S. 664-667
- Guerler, H., Risius, H., Albrecht, R., Rosenbaum, J., Röpert, Ch., Lienig, F., Kramer, E. (2024b): Analyse der Nachhaltigkeit der Wertschöpfungskette von Topinambur anhand des Product Carbon Footprints. In: Landwirtschaft und Ernährung –Transformation macht nur gemeinsam Sinn, 17. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 5.–8. März 2024, Justus-Liebig-Universität Gießen, Verlag Dr. Köster, Berlin. 7.3.2024,

Guerler, H., Risius, H., Albrecht, R., Rosenbaum, J., Röpert, Ch., Lienig, F., Kramer, E. (2024): Analyse des Product Carbon Footprints im Produktions- und Verarbeitungsprozess von Topinambur (*Helianthus tuberosus* L.). 44. GIL - Jahrestagung, Biodiversität fördern durch digitale Landwirtschaft. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.. PISSN: 1617-5468. ISBN: 978-3-88579-738-8. pp. 83-94. Stuttgart. 27.-28. Februar 2029