# SACHLICHER FACHBERICHT

Mulke Topfkräuter GmbH

Topfkräuter nachhaltig verpacken – verbrauchergeleitete Entwicklung und Erprobung neuer Lösungen

FKZ: 281A706 D 20

Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2022 – 31.12.2025

# Inhalt

I. Kurzbericht ..... 4
1. Ursprüngliche Aufgabenstellung, sowie wissenschaftlicher und technischer Stand ..... 4
2. Ablauf des Vorhabens ..... 4
3. Wesentliche Ergebnisse, sowie ggf. die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen ..... 4
II. Eingehende Darstellung ..... 6
1. Inhaltlicher Bericht (die im Rahmen des Vorhabens durchgeführten Arbeiten) ..... 6
1.1. Einleitung ..... 6
1.2 Stand des Wissens ..... 6
1.2.1 Die Lieferkette von Topfkräutern und deren Verpackungen ..... 6
1.2.2 Verbraucherverhalten und -präferenzen gegenüber Plastik- und plastikfreien Verpackungen ..... 7
1.3 Erkundungsphase ..... 8
1.3.1 Vorgehen und Methodik ..... 8
1.3.2 Ergebnisse ..... 9
1.4 Entwicklungsphase ..... 10
1.5 Ökologische Evaluation ..... 10
1.6 Erprobungsphase ..... 10
1.6.1 Verkaufstest ..... 11
1.6.2 Betriebswirtschaftliche Analyse ..... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
1.7 Literatur ..... 11
2. Darstellung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises (1/2 – 1 Seite) 13
3. Darstellung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit ..... 13
4. Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses (- auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft – im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans) ..... 14
5. Darstellung der während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen ..... 14
6. Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 5 der NKBF/NABF ..... 15
III. Erfolgskontrollbericht ..... 15
1. Das wissenschaftlich-technische Ergebnis des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen ..... 15
2. Fortgeschriebener Verwertungsplan ..... 15
3. Angaben zu Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben ..... 15
4. Angaben über die Einhaltung der Ausgaben- und der Zeitplanung ..... 15

# I. Kurzbericht

## 1. Ursprüngliche Aufgabenstellung, sowie wissenschaftlicher und technischer Stand

Das Verbundprojekt ExtraHerb verfolgte das Ziel, plastikfreie bzw. plastikreduzierte Verpackungslösungen für Topfkräuter zu entwickeln, zu testen und hinsichtlich ihrer Verbraucherakzeptanz zu bewerten. Hintergrund sind die steigenden Nachhaltigkeitsanforderungen im Lebensmitteleinzelhandel sowie politische Vorgaben zur Reduktion von Kunststoff entlang der Wertschöpfungskette. Da Topfkräuter wegen ihrer Empfindlichkeit bislang überwiegend in Kunststofftöpfen, Plastiktüten und Trays vermarktet werden, besteht ein hoher Bedarf an alternativen Lösungen. Zwar existierten erste Forschungsarbeiten zu biologisch abbaubaren und pflanzbaren Töpfen, jedoch fehlten Daten zur Praxistauglichkeit im Anbau, in der Logistik und im Haushalt. Auch integrative Studien, die technische, logistische und verbraucherbezogene Anforderungen gemeinsam betrachten, lagen nicht vor. ExtraHerb setzte hier an und verfolgte einen nutzerzentrierten, empirisch fundierten Entwicklungsansatz.

## 2. Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben war in drei Phasen strukturiert: Erkundung, Entwicklung und Erprobung. In der ***Erkundungsphase*** wurden zunächst die bestehenden Verpackungsoptionen erfasst und bewertet. Dazu wurden die Produktion- und Logistikprozesse der Partnerbetriebe analysiert, um die Anforderungen entlang der Wertschöpfungskette abzubilden. Zudem wurde im Rahmen einer Haushaltsstudie, die sowohl im Sommer als auch im Winter durchgeführt wurde, Basilikum, Petersilie und Minze in Kunststoff- und pflanzbaren Töpfen in 25 Haushalten über jeweils zwei Wochen begleitet, um den tatsächlichen Umgang, die Nutzungsmuster und die Entsorgungswege zu beobachten. In der ***Entwicklungsphase*** wurden gemeinsam mit Verpackungsherstellern, Erzeugerbetrieben und dem Lebensmitteleinzelhandel verschiedene plastikfreie Verpackungskonzepte identifiziert, bewertet und weiterentwickelt. In zwei interdisziplinären Workshops wurden mithilfe kreativer Methoden konkrete Konzeptentwürfe für unterschiedliche Konsumentensegmente erarbeitet. Parallel dazu fanden Fokusgruppen mit Verbraucherinnen und Verbrauchern statt, um deren Erwartungen und Nutzungsmuster zu verstehen. In der ***Erprobungsphase*** wurden die im Projekt entwickelten Verpackungslösungen getestet und ihre praktische Umsetzbarkeit sowie ihre Akzeptanz am Markt untersucht. Hierzu wurden verschiedene Testformate eingesetzt: standardisierte Haltbarkeitstests (durchgeführt durch die Hochschule Osnabrück), ein Verkaufsexperiment, eine Online-Verbraucherstudie, eine betriebswirtschaftliche Bewertung der Verpackungsalternativen, sowie Maßnahmen zur Sicherstellung der Übertragbarkeit und Weiterführung der Ergebnisse.

## 3. Wesentliche Ergebnisse, sowie ggf. die Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen

Die Mulke Topfkräuter GmbH leistete im Projekt ExtraHerb einen wesentlichen Beitrag zur praktischen Umsetzung der Forschungsarbeiten entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Das Unternehmen wirkte von Beginn an aktiv in der Erkundungs-, Entwicklungs- und Erprobungsphase mit und stellte damit die Grundlage für die empirische Untersuchung alternativer, plastikfreier Verpackungslösungen.

In der Erkundungsphase übernahm Mulke die vollständige Produktion der Modellkräuter Basilikum, Petersilie und Minze entsprechend dem vorgegebenen Versuchsdesign. Die Pflanzen wurden sowohl in PCR-Kunststofftöpfen als auch in biologisch abbaubaren Pottburri-Töpfen kultiviert. Mulke organisierte die Aussaat- und Transporttermine, lieferte Informationen zu verwendeten Materialien und betrieblichen Abläufen und stellte sicher, dass die Pflanzen mit Datenloggern ausgestattet über die reguläre Logistikkette transportiert werden konnten. Damit ermöglichte das Unternehmen die Analyse realer Temperatur- und Feuchtigkeitsbedingungen sowie die Bewertung der Verpackungen unter Marktbedingungen.

In der Entwicklungsphase brachte Mulke seine gartenbauliche Expertise in zwei interdisziplinären Workshops ein. Besonders wichtig waren praxisnahe Einschätzungen zur Umsetzbarkeit alternativer Verpackungsmaterialien sowie betriebliche Informationen zu Produktionsprozessen, Logistikanforderungen und ökologischen Bewertungskriterien. Die Beiträge flossen direkt in die Ausarbeitung neuer nachhaltiger Verpackungskonzepte ein.

Für die ökologische Bewertung stellte die Mulke Topfkräuter GmbH umfassende und detaillierte Datengrundlagen zur Verfügung, die für die Erstellung der $CO_2$-Bilanz erforderlich waren. Dazu gehörten sowohl konkrete Produktionskennzahlen als auch Informationen zu eingesetzten Energieträgern, zum Stromversorger und zu verwendeten Verpackungsmaterialien.

Für den Verkaufstest im Rahmen der Erprobungsphase übernahm Mulke ebenfalls zentrale Aufgaben. Das Unternehmen produzierte 100 Basilikumtopfkräuter, lieferte diese termingerecht an die Hochschule Geisenheim und stimmte die logistischen Abläufe eng mit dem Forschungsteam ab. Zudem korrespondierte Mulke mit dem Paperpot-Hersteller Ellepot, um papierbasierte Pflanzsysteme für den Test bereitzustellen. Die Umsetzung scheiterte jedoch an fehlendem geeignetem Substrat sowie krankheits- und urlaubsbedingten Verzögerungen beim Hersteller. Trotz dieser Einschränkungen konnten zwei Verpackungsvarianten getestet werden: ein klassischer Kunststofftopf sowie ein plastikfreier Papiertrichter ohne Topf.

**Zusammenarbeit mit anderen Forschungseinrichtungen und Partnern**: Das Projekt wurde im Verbund durchgeführt, wobei die Hochschule Geisenheim University die Koordination übernahm. Wesentliche Beiträge leisteten:

- die Hochschule Osnabrück im Bereich Verpackungsevaluierung und Konzepterstellung,
- GreenSurvey GmbH, die die Ökobilanzierungen der Verpackungskonzepte durchführte,
- Verpackungshersteller (u. a. Pottburri GmbH, HZI Gruppe, Verpackungskontor Krumbein),
- Erzeugerbetriebe (Gartenbauzentrale Papenburg, Mulke Topfkräuter GmbH),
- Handelsunternehmen (z. B. EDEKA, Klaas + Kock),
- Beratungsinstitutionen wie die Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

Die enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Beratung ermöglichte eine praxisnahe Bewertung der entwickelten Lösungen und schuf die Grundlage für eine erfolgreiche Weiterentwicklung nachhaltiger Verpackungskonzepte im Topfkräutersegment.

# II. Eingehende Darstellung

## 1. Inhaltlicher Bericht (die im Rahmen des Vorhabens durchgeführten Arbeiten)

### 1.1. Einleitung

Topfkräuter zählen zu den wenigen Lebensmitteln, die im Haushalt weiterleben und über mehrere Tage oder Wochen genutzt werden können. Damit nehmen sie eine besondere Stellung im Lebensmitteleinzelhandel ein. Ihre Produktion und Vermarktung sind jedoch bislang stark von Kunststoffverpackungen geprägt – insbesondere PCR-Kunststofftöpfen und Plastiktüten. Vor dem Hintergrund politischer Zielsetzungen zu Plastikvermeidung und zur Förderung nachhaltiger Verpackungslösungen besteht ein zunehmender Bedarf, funktionale und umweltfreundliche Alternativen zu entwickeln und ihre Praxistauglichkeit entlang realer Wertschöpfungsketten zu prüfen.

Gleichzeitig fehlt es an empirischen Erkenntnissen darüber, wie sich plastikfreie Verpackungen unter realen Transport- und Lagerbedingungen verhalten, wie sie von Verbraucherinnen und Verbrauchern genutzt werden und welche Auswirkungen sie auf die Qualität der Kräuterpflanzen haben. Bestehende Studien weisen darauf hin, dass die Leistungsfähigkeit alternativer Verpackungsmaterialien im Umgang mit Feuchtigkeit, Temperatur oder mechanischer Belastung bisher nur unzureichend untersucht ist (z. B. Jedermann et al., 2014; Mercier et al., 2017 ). Auch zur Wahrnehmung nachhaltiger Verpackungen durch Verbraucherinnen und Verbraucher liegen bislang nur begrenzte Erkenntnisse vor (Magnier & Crié, 2015; Steenis et al., 2017).

Das Projekt ExtraHerb verfolgt daher das Ziel, plastikfreie Verpackungslösungen für Topfkräuter ganzheitlich zu bewerten – sowohl hinsichtlich ihrer funktionalen Eignung entlang der Lieferkette als auch hinsichtlich ihrer Akzeptanz und Handhabung im Haushalt. Dazu werden produktionstechnische, logistische und verbraucherbezogene Perspektiven integriert.

### 1.2 Stand des Wissens

#### 1.2.1 Die Lieferkette von Topfkräutern und deren Verpackungen

Topfkräuter werden in Gewächshäusern kultiviert, verpackt und über Kooperationen, Zentrallager bis in den Lebensmitteleinzelhandel transportiert und weiter in den Haushalten der Verbraucher:innen genutzt. Entlang dieser Wertschöpfungskette werden sie häufig gemeinsam mit anderen Lebensmitteln kühl gelagert und transportiert, obwohl Kräuter empfindlich auf niedrige Temperaturen reagieren und Kältestress zu Qualitätsverlusten führen kann (Jedermann et al., 2014; Mercier et al., 2017).

Die heute überwiegend genutzten Verpackungskomponenten bestehen aus Kunststoff: Töpfe, Folientüten und Trays. Kunststofftöpfe dominieren den Markt, da sie kostengünstig, hygienisch und nahtlos in automatisierte Produktionsprozesse integrierbar sind. Während Folientüten Schutz und Verbraucherinformationen bieten, verhindern Kunststofftrays Wasserverluste während Transport und Verkauf. Trotz sekundärer Kartonverpackungen bleibt die primäre Verpackung klar kunststoffbasiert.

Vor dem Hintergrund nationaler und europäischer Ziele zur Kunststoffreduktion rückt die Entwicklung alternativer Verpackungen stärker in den Fokus. Grundsätzlich werden bio-basierte und biologisch abbaubare Materialien unterschieden. Bio-basierte Kunststoffe

bestehen aus nachwachsenden Rohstoffen, sind jedoch nicht zwingend biologisch abbaubar (PlasticsEurope, 2023). Biologisch abbaubare Verpackungen zerfallen unter geeigneten Bedingungen in Wasser, $CO_2$ und Biomasse; ein Teil davon ist industriell oder haushaltskompostierbar. Für Topfkräuter werden u. a. Papierverpackungen, Papier-Kunststoff-Kombinationen, Post-Consumer-Rezyklat (PCR), bio-basierte Töpfe sowie pflanzbare, vollständig kompostierbare Töpfe diskutiert (Stamm et al., 2025).

Forschungsergebnisse zeigen, dass alternative Topfmaterialien die Kulturbedingungen beeinflussen können, etwa Wasserhaushalt und Nährstoffverfügbarkeit, und damit die Pflanzenentwicklung (Evans & Karcher, 2004; Stamm et al., 2025). Gleichzeitig bestehen praktische Hemmnisse für eine breite Umsetzung, wie höhere Materialpreise oder notwendige Anpassungen in Produktion und Logistik (Nambuthiri et al., 2015). Empirische Erkenntnisse zur Leistung pflanzbarer oder anderer biologisch abbaubarer Töpfe unter realen kommerziellen Lieferkettenbedingungen sind bislang begrenzt (Mészáros et al., 2023).

Da die Markteinführung nachhaltiger Alternativen nicht nur von technischen, sondern auch von Verbraucherakzeptanz abhängt, fokussiert sich der folgende Abschnitt auf das Verhalten und die Bewertung der Endkonsument:innen.

### 1.2.2 Verbraucherverhalten und -präferenzen gegenüber Plastik- und plastikfreien Verpackungen

In der Bevölkerung wächst die Ablehnung von Kunststoffverpackungen aufgrund steigenden Umweltbewusstseins (Magnier & Crié, 2015). Trotz dieser Haltung bleiben Kunststoffverpackungen aufgrund ihrer praktischen Vorteile – wie Produktschutz und einfache Handhabung – für viele Verbraucher:innen attraktiv (Fogt Jacobsen et al., 2022; Rhein & Schmid, 2020). Kurzfristige Nutzenüberlegungen überlagern häufig langfristige Umweltaspekte (Ketelsen et al., 2020), wobei soziale und persönliche Faktoren die Bereitschaft zur Plastikreduktion zusätzlich beeinflussen (Heidbreder et al., 2019; Siddiqui et al., 2023).

Gleichzeitig steigt das Interesse an nachhaltigen Verpackungen. Bio-basierte und biologisch abbaubare Materialien werden meist positiv wahrgenommen und häufig mit Umweltvorteilen assoziiert (Allison et al., 2021). Für solche Alternativen besteht zudem eine erhöhte Zahlungsbereitschaft (Herrmann et al., 2022). Allerdings zeigen Studien, dass Verbraucher:innen die Nachhaltigkeit von Verpackungen oft falsch einschätzen, etwa aufgrund visueller Eindrücke oder mangelnden Wissens (Herbes et al., 2020). Auch biologisch abbaubare Verpackungen werden häufig nicht korrekt entsorgt, was ökologische Risiken birgt (Taufik et al., 2020).

Für Topfkräuter gibt es bislang nur wenige Untersuchungen. Vorhandene Studien zeigen jedoch, dass Verbraucher:innen nachhaltigen Pflanztöpfen gegenüber offen sind und biologisch abbaubare Varianten gegenüber Recyclingtöpfen bevorzugen (Dilkes-Hoffman et al., 2019; Yue, Hall, Behe, & Campbell, 2010). Zudem besteht eine höhere Zahlungsbereitschaft für biologisch abbaubare Töpfe bei essbaren Pflanzen (Gabriel & Menrad, 2015). Die meisten Arbeiten basieren jedoch auf Fragebogendaten und erfassen daher nur begrenzt das tatsächliche Nutzungs- und Entsorgungsverhalten.

Insgesamt zeigt der Forschungsstand, dass sowohl technische Eigenschaften nachhaltiger Verpackungen als auch (reale) Verbraucherpraktiken berücksichtigt werden müssen. Diese Perspektiven wurden bisher selten gemeinsam analysiert – eine Lücke, die das Projekt ExtraHerb adressiert.

## 1.3 Erkundungsphase

Die Erkundungsphase hatte das Ziel typische Handlings- und Verwendungsszenarien zu beschreiben und bereits die praktische Eignung plastikfreier Verpackungslösungen für Topfkräuter entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu untersuchen. Dafür wurden die Topfkräuter von der Produktion über die Logistikkette in die Märkte bis zur Verwendung in den Haushalten begleitet und verschiedene Parameter erfasst. Dieser Prozess wurde maßgeblich von der Hochschule Geisenheim in enger Zusammenarbeit mit der Hochschule Osnabrück durchgeführt. Die Hochschule Osnabrück konzentriert ihre Arbeiten auf die pflanzenphysiologischen Untersuchungen und Messung relevanter Umwelt-faktoren (AP 1.1), während die Hochschule Geisenheim auf der Forschungsebene das Verbraucherverhalten in den Haushalten mittels einer Haushaltsstudie untersuchte (AP 1.2).

### 1.3.1 Vorgehen und Methodik

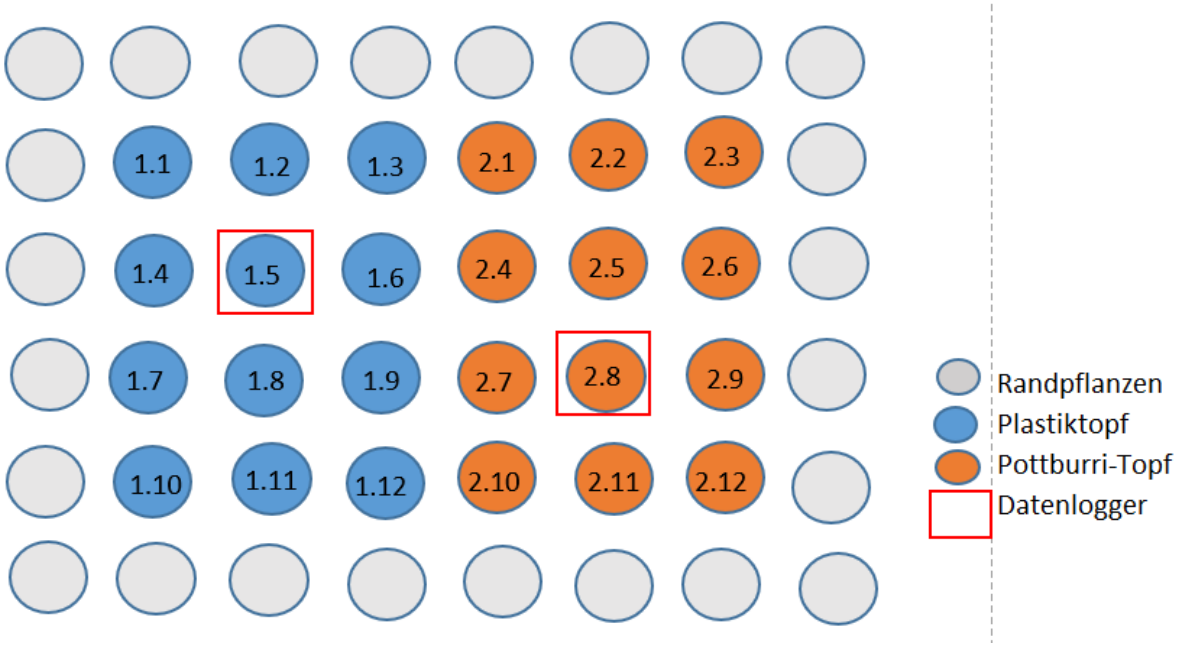
***Gemeinsames Forschungsdesign: Ganzheitliche Betrachtung entlang der Wertschöpfungskette***

Um ein möglichst umfassendes Bild zu gewinnen und unterschiedliche logistische Strukturen abzubilden, wurden zwei Lieferketten sowohl im Sommer 2023 als auch im Winter 2023/2024 an verschiedenen Standorten in Deutschland untersucht. Die direkte Lieferkette in Süddeutschland umfasste den Transport der Kräuter unmittelbar vom Erzeuger Mulke Topfkräuter GmbH über das Zentrallager von Edeka bis in den jeweiligen Einzelhandelsmarkt. Die Kräuter wurden in den LEH-Märkten abgeholt und in die zuvor ausgewählten Haushalte gebracht. Es wurden die Modellkräuter Basilikum, Petersilie und Minze ausgewählt, da sie zu den umsatzstärksten Kräutern im deutschen Lebensmitteleinzelhandel gehören (AMI, 2020) und sich hinsichtlich Wasserbedarf, Wachstumsverhalten und Temperaturempfindlichkeit unterscheiden. Dies ermöglichte die Bewertung der Verpackungen unter unterschiedlichen Belastungen während des Transports, der Lagerung und der Nutzung in den Haushalten. Es wurden sowohl Plastik-, als auch plastikfreie Verpackungen getestet. Die Plastikverpackung bestand aus Kunststofftopf und Plastiktrichter; die plastikfreie Verpackung war ein einpflanzbarer Topf aus Nawaro, sowie ein Papiertrichter.

***Durchgeführte Arbeiten von Mulke Topfkräuter GmbH***

Die Firma Mulke beteiligte sich zunächst am von der Hochschule Geisenheim organisierten Kick-off-Treffen. Anschließend fand ein kontinuierlicher Austausch zwischen den beteiligten Partnern – den Hochschulen Osnabrück und Geisenheim sowie der Firma Mulke – statt. Dieser diente der Abstimmung zur Herstellung der Modellpflanzen und umfasste unter anderem Terminabsprachen zu Aussaat und Transport, Informationen zu aktuell eingesetzten Verpackungsmaterialien, die Planung der Umlaufzeiten sowie den Einsatz und die Platzierung der Datenlogger.

Die Firma Mulke übernahm die Produktion der Pflanzen entsprechend dem von der Hochschule Osnabrück erarbeiteten Versuchsplan. Der Versuch begann zum Ende des Jahres 2022. Dabei kamen zwei verschiedene Topftypen zum Einsatz: zum einen ein PCR-Topf (Post-Consumer-Recycling) des Herstellers Osko, zum anderen ein einpflanzbarer Topf aus nachwachsenden Rohstoffen des Unternehmens Pottburri. Das Versuchsdesign, beispielhaft für Basilikum, ist in Abbildung 1 dargestellt.




### 1.3.2 Ergebnisse

Die produzierten Topfkräuter wurden anschließend mit Datenloggern ausgestattet und über die reguläre Handelskette transportiert, beginnend beim Edeka-Zentrallager in Heddesheim bis hin zum Edeka-Markt Grisse in Geisenheim.

Abb. 2: Produktion von Minze in der Gärtnerei Mulke mit Osko- und Pottburri-Topf

### 1.4 Entwicklungsphase

Das Ziel der Entwicklungsphase (AP2) war es, auf Basis der Daten aus der Erkundungsphase nachhaltigere und verwendungsfreundliche Verpackungskonzepte zu entwickeln. Dazu wurden unter anderem zwei Expertenworkshops (AP2.2) durchgeführt, an denen Fa. Mulke teilnahm.

Insgesamt wurden zwei Workshops mit Fachpersonen aus verschiedenen Bereichen der Wertschöpfungskette durchgeführt. Beteiligt waren Vertreterinnen und Vertreter aus der Verpackungsindustrie (Pottburri GmbH, HZI Gruppe, Verpackungskontor Krumbein GmbH & Co. KG), aus gärtnerischen Betrieben (Gartenbauzentrale Papenburg, Mulke Topfkräuter GmbH), aus dem Lebensmitteleinzelhandel (Edeka), aus Beratungsorganisationen (Landwirtschaftskammer Niedersachsen, GreenSurvey GmbH) sowie aus der Wissenschaft (Hochschule Osnabrück, Hochschule Geisenheim).

Fa. Mulke brachte ihre gartenbauliche Fachkompetenz aktiv in den Workshop ein und unterstützte so maßgeblich dessen erfolgreiche Durchführung. Bei der Entwicklung nachhaltiger Verpackungskonzepte leistete die Firma Mulke kontinuierliche Beiträge aus Produzentensicht. Dazu gehörten Einschätzungen zur praktischen Umsetzbarkeit alternativer Verpackungsmaterialien sowie die Bereitstellung qualitativer und quantitativer Informationen, etwa zu Produktions- und Distributionsprozessen oder zur ökologischen Bewertung verschiedener Verpackungslösungen.

Die im Workshop erarbeiteten Ergebnisse sind im Zwischenbericht der Hochschule Geisenheim dokumentiert.

### 1.5 Ökologische Evaluation

Das Ziel der ökologischen Evaluation war es, den $CO_2$-Fußabdruck der alternativen Verpackungslösungen zu berechnen und mit den herkömmlichen Plastik-Verpackungen zu vergleichen.

Für die ökologische Bewertung stellte die Mulke Topfkräuter GmbH umfassende und detaillierte Datengrundlagen zur Verfügung, die für die Erstellung der $CO_2$-Bilanz erforderlich waren. Dazu gehörten sowohl konkrete Produktionskennzahlen als auch Informationen zu eingesetzten Energieträgern, zum Stromversorger und zu verwendeten Verpackungsmaterialien. Insbesondere im Jahr 2023 fanden zahlreiche Abstimmungen und Rückfragen zwischen Mulke und Green Survey statt – telefonisch, per E-Mail und über Messenger –, um die Wertschöpfungskette des Betriebs möglichst präzise abzubilden und eine fundierte Berechnung der Umweltwirkung zu gewährleisten.

Die Ergebnisse der Ökologischen Evaluation sind dem Abschlussbericht von Green Survey zu entnehmen.

### 1.6 Erprobungsphase

Das Ziel der Erprobungsphase (AP4) war es die entwickelten Verpackungslösungen zu prüfen und auf ihre Praxistauglichkeit, sowie Marktakzeptanz zu testen. Dazu wurden standardisierte Haltbarkeitstests (AP4.1 durch HS Osnabrück durchgeführt), ein Verkaufstest (AP4.2), eine Online-Verbraucherstudie (AP4.3), eine Betriebswirtschaftliche Analyse (AP4.4) und eine Sicherstellung der Anschlussfähigkeit (AP4.5) durchgeführt. Fa. Mulke wirkte beim Verkaufstest mit.

### 1.6.1 Verkaufstest

Das Ziel des Verkaufstests bestand darin, zwei unterschiedliche Verpackungsvarianten – eine herkömmliche Kunststoffverpackung und eine vollständig plastikfreie Alternative – direkt in einer realen Verkaufssituation miteinander zu vergleichen. Untersucht werden sollte, wie beide Varianten von Verbraucherinnen und Verbrauchern angenommen werden, ob sich Unterschiede im Kaufverhalten oder in der Zahlungsbereitschaft zeigen und welche spontanen Überlegungen oder Präferenzen die Kaufentscheidung beeinflussen. Dadurch sollte die Praxistauglichkeit der plastikfreien Verpackung überprüft werden.

Für die Vorbereitung des Experiments leistete die Firma Mulke einen zentralen Beitrag. Sie produzierte insgesamt 100 Topfkräuter für den Verkaufstest und stellte die Pflanzen termingerecht zur Verfügung und übernahm den Transport der Topfkräuter. Darüber hinaus stand sie mit dem Hersteller der Paperpots (Ellepot) in Kontakt, um geeignete papierbasierte Pflanzsysteme zu beschaffen. Die geplante Nutzung der Paperpots ließ sich jedoch nicht realisieren, da kein passendes Substrat verfügbar war und es auf Seiten des Herstellers aufgrund von Krankheit und Urlaub zu Verzögerungen kam. Zudem stimmte sich die Firma Mulke kontinuierlich mit der Hochschule Geisenheim hinsichtlich Organisation, Logistik und praktischer Umsetzung des Versuchs ab.

Am 30. und 31. August 2025 auf dem OpenCampus der Hochschule Geisenheim wurde das Verkaufsexperiment durchgeführt. An beiden Tagen wurden zwischen 10:00 und 18:00 Uhr Topf-Basilikumpflanzen angeboten, die sich ausschließlich hinsichtlich ihrer Verpackung unterschieden: Eine Variante wurde in einem herkömmlichen Kunststofftopf mit Kunststoffhülle präsentiert, die andere vollständig plastikfrei in einem Papiertrichter ohne Topf. Auf explizite Hinweise zu den Verpackungsarten wurde verzichtet, um mögliche Beeinflussungen zu vermeiden; einzig ein Schild informierte darüber, dass es sich um regional erzeugten Bio-Basilikum handelte. Der Verkauf erfolgte nach dem „Pay what you want"-Prinzip, sodass die Kundinnen und Kunden den Preis frei bestimmen konnten.

Ergebnis: Insgesamt wurden 61 Pflanzen in der Kunststoffverpackung und 68 Pflanzen in der papierbasierten Variante verkauft. Für die Kunststoffvariante ergab sich ein Gesamtumsatz von 142,20 €, für die plastikfreie Variante von 148,99 €. Dies entspricht einem durchschnittlichen Zahlungsbetrag von 2,33 € pro Pflanze in Kunststoffverpackung und 2,19 € pro Pflanze in der plastikfreien Verpackung.

In Gesprächen mit den Käuferinnen und Käufern zeigte sich, dass verschiedene Aspekte die Kaufentscheidung beeinflusst hatten, darunter das visuelle Erscheinungsbild der Verpackung, Überlegungen zur Transportfähigkeit, der Wunsch, Kunststoff zu vermeiden, die Möglichkeit des Auspflanzens sowie in einigen Fällen auch die geringe Relevanz der Verpackung insgesamt.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass beide Verpackungsvarianten ähnlich gut nachgefragt wurden.

## 1.7 Literatur

Allison, A. L., Lorencatto, F., Michie, S., & Miodownik, M. (2021). Barriers and Enablers to Buying Biodegradable and Compostable Plastic Packaging. *Sustainability*, *13*(3), 1463. https://doi.org/10.3390/su13031463

AMI (2020). AMI Markt Report Kräuter 2020. *Agrarmarkt Informatons-Gesellschaft MbH*.

Dilkes-Hoffman, L. S., Pratt, S., Laycock, B., Ashworth, P., & Lant, P. A. (2019). Public attitudes towards plastics. *Resources, Conservation and Recycling*, *147*, 227–235. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.05.005

Drechsel, P., Kracklauer, A. H., Menrad, K [Klaus], & Decker, T. (2025). Packaging for a greener tomorrow: A structural equation model of consumer intentions to purchase environmentally friendly packaged foods in Germany. *Cleaner and Responsible Consumption*, *17*, 100275. https://doi.org/10.1016/j.clrc.2025.100275

Evans, M. R., & Karcher, D. (2004). Properties of Plastic, Peat, and Processed Poultry Feather Fiber Growing Containers. *HortScience*, *39*(5), 1008–1011. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.39.5.1008

Filho, W. L., Barbir, J., Abubakar, I. R., Paço, A., Stasiskiene, Z., Hornbogen, M., Christin Fendt, M. T., Voronova, V., & Klõga, M. (2022). Consumer attitudes and concerns with bioplastics use: An international study. *PloS One*, *17*(4), e0266918. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0266918

Flick, U. (2018). *An introduction to qualitative research* (6th edition). SAGE.

Fogt Jacobsen, L., Pedersen, S., & Thøgersen, J. (2022). Drivers of and barriers to consumers' plastic packaging waste avoidance and recycling - A systematic literature review. *Waste Management (New York, N.Y.)*, *141*, 63–78. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.021

Gabriel, A., & Menrad, K [K.] (2015). MARKET ACCEPTANCE AND CONSUMERS' WILLINGNESS-TO-PAY FOR PLANTS IN BIODEGRADABLE POTS. *Acta Horticulturae*(1099), 297–305. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1099.34

Heidbreder, L. M., Bablok, I., Drews, S., & Menzel, C. (2019). Tackling the plastic problem: A review on perceptions, behaviors, and interventions. *Science of the Total Environment*, *668*, 1077–1093. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.437

Herbes, C., Beuthner, C., & Ramme, I. (2020). How green is your packaging—A comparative international study of cues consumers use to recognize environmentally friendly packaging. *International Journal of Consumer Studies*, *44*(3), 258–271. https://doi.org/10.1111/ijcs.12560

Herrmann, C., Rhein, S., & Sträter, K. F. (2022). Consumers' sustainability-related perception of and willingness-to-pay for food packaging alternatives. *Resources, Conservation and Recycling*, *181*, 106219. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106219

Jedermann, R., Nicometo, M., Uysal, I., & Lang, W. (2014). Reducing food losses by intelligent food logistics. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, *372*(2017), 20130302. https://doi.org/10.1098/rsta.2013.0302

Ketelsen, M., Janssen, M., & Hamm, U. (2020). Consumers' response to environmentally-friendly food packaging - A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, *254*, 120123. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120123

Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Methoden, Praxis, Computerunterstützung : Grundlagentexte Methoden* (5 [überarbeitete] Auflage). *Grundlagentexte Methoden*. Beltz Juventa. https://www.beltz.de/fileadmin/beltz/leseproben/978-3-7799-6231-1.pdf

Magnier, L., & Crié, D. (2015). Communicating packaging eco-friendliness. *International Journal of Retail & Distribution Management*, *43*(4/5), 350–366. https://doi.org/10.1108/ijrdm-04-2014-0048

Mercier, S., Villeneuve, S., Mondor, M., & Uysal, I. (2017). Time-Temperature Management Along the Food Cold Chain: A Review of Recent Developments. *Comprehensive*

*Reviews in Food Science and Food Safety*, *16*(4), 647–667. https://doi.org/10.1111/1541-4337.12269

Mészáros, E., Bodor, A., Kovács, E., Papp, S., Kovács, K., Perei, K., & Feigl, G. (2023). Impacts of Plastics on Plant Development: Recent Advances and Future Research Directions. *Plants (Basel, Switzerland)*, *12*(18). https://doi.org/10.3390/plants12183282

Nambuthiri, S., Fulcher, A., Koeser, A. K., Geneve, R., & Niu, G. (2015). Moving Toward Sustainability with Alternative Containers for Greenhouse and Nursery Crop Production: A Review and Research Update. *HortTechnology*, *25*(1), 8–16. https://doi.org/10.21273/HORTTECH.25.1.8

Patton, M. Q. (2015). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice* (Fourth edition). SAGE.

PlasticsEurope. (2023, October 19). *Annual production of plastics worldwide from 1950 to 2022 (in million metric tons) [Graph]*. https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/

Rhein, S., & Schmid, M. (2020). Consumers' awareness of plastic packaging: More than just environmental concerns. *Resources, Conservation and Recycling*, *162*, 105063. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105063

Siddiqui, S. A., Profeta, A., Decker, T., Smetana, S., & Menrad, K [Klaus] (2023). Influencing Factors for Consumers' Intention to Reduce Plastic Packaging in Different Groups of Fast-Moving Consumer Goods in Germany. *Sustainability*, *15*(9), 7625. https://doi.org/10.3390/su15097625

Stamm, E. R., Hill, M. C., Bartley, P. C., Adhikari, S., & Peresin, M. S. (2025). Cultivating Sustainability: Biodegradable Containers in Horticultural Production. *HortScience*, *60*(10), 1699–1711. https://doi.org/10.21273/HORTSCI18780-25

Steenis, N. D., van Herpen, E., van der Lans, Ivo A., Ligthart, T. N., & van Trijp, H. C. (2017). Consumer response to packaging design: The role of packaging materials and graphics in sustainability perceptions and product evaluations. *Journal of Cleaner Production*, *162*, 286–298. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.036

Taufik, D., Reinders, M. J., Molenveld, K., & Onwezen, M. C. (2020). The paradox between the environmental appeal of bio-based plastic packaging for consumers and their disposal behaviour. *The Science of the Total Environment*, *705*, 135820. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135820

van der Werff, E., Steg, L., & Keizer, K. (2013). The value of environmental self-identity: The relationship between biospheric values, environmental self-identity and environmental preferences, intentions and behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, *34*, 55–63. https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2012.12.006

Yue, C., Hall, C. R., Behe, B. K., & Campbell, B. L. (2010). Investigating Consumer Preference for Biodegradable Containers. *Journal of Environmental Horticulture*, *28*(4), 239–243.

## 2. Darstellung der wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Größte Position waren Personalkosten, vor allem der Betriebsleitung. Die eingesetzte Zeit diente dem Austausch innerhalb des Konsortiums, der gezielten Produktion von Topfkräuterchargen für Studien (z.B. Haushaltsstudie, Verkaufstests), der Mitwirkung an den Workshops sowie der Projektadministration.

Weitere Position waren Materialien, hier insbesondere Betriebsmittel der Topfkräuterproduktion bzw. zum Selbstkostenpreis erzeugte Topfkräuter für Projektzwecke.

3. **Darstellung der Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit**

Die von der Fa. Mulke erbrachten Leistungen waren für den Fortschritt des Verbundprojekts in mehrfacher Hinsicht erforderlich und fachlich angemessen. Neben der kontinuierlichen Einbringung praxisnaher Expertise aus der Erzeugung — insbesondere zur Praktikabilität alternativer Verpackungsmaterialien — leistete die Fa. Mulke durch die Bereitstellung umfassender quantitativer und qualitativer Informationen zu Produktions- und Distributionsprozessen sowie zur ökologischen Bewertung einen wesentlichen Beitrag zur fundierten Entwicklung und Bewertung nachhaltiger Verpackungskonzepte. Von zentraler Bedeutung war zudem, dass die Fa. Mulke die benötigten Topfkräuter produzierte und zur Verfügung stellte. Ohne dieses Pflanzenmaterial hätten zentrale Versuchsteile des Projekts nicht durchgeführt werden können, sodass die praktische Umsetzbarkeit der entwickelten Konzeptideen nicht überprüfbar gewesen wäre. Angesichts der projektbedingten zeitlichen Verzögerungen waren die kontinuierlichen Beiträge der Fa. Mulke darüber hinaus entscheidend, um die Arbeitsinhalte trotz veränderter Rahmenbedingungen zielgerichtet fortzuführen. Insgesamt waren die durchgeführten Arbeiten somit sowohl notwendig als auch in Umfang und Tiefe angemessen, um die wissenschaftlichen und praktischen Zielsetzungen des Projekts zu erreichen.

4. **Darstellung des voraussichtlichen Nutzens, insbesondere der Verwertbarkeit des Ergebnisses (- auch konkrete Planungen für die nähere Zukunft – im Sinne des fortgeschriebenen Verwertungsplans)**

Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse bieten für die Mulke Topfkräuter GmbH einen wichtigen Mehrwert, auch wenn die vollständige Umsetzung nachhaltiger Verpackungslösungen nicht allein vom Unternehmen realisiert werden kann. Vielmehr stellen die Ergebnisse zentrale Impulse für die gesamte Branche dar und unterstützen Mulke dabei, sich auf künftige Veränderungen im Markt einzustellen. Das Projekt hat wertvolle Einblicke in das Verbraucherverhalten, in Nutzungs- und Haltbarkeitsaspekte sowie in die Anforderungen an alternative Verpackungsmaterialien geliefert. Diese Erkenntnisse ermöglichen es Mulke, zukünftige Entwicklungen besser einzuschätzen, Trends frühzeitig zu erkennen und interne Entscheidungsprozesse – etwa im Hinblick auf Produkt- und Verpackungsinnovationen – fundierter zu gestalten. Gleichzeitig dienen die Ergebnisse als Grundlage, um gemeinsam mit Partnern aus Produktion, Verpackungsindustrie und Handel mögliche Strategien zur Reduktion von Kunststoffverpackungen zu diskutieren und weiterzuentwickeln. Die im Projekt entstandenen Teststandards und Marktinformationen können dabei helfen, neue Ansätze zu prüfen und sich im wettbewerblichen Umfeld zu positionieren. Insgesamt trägt das Projekt dazu bei, Mulke fachlich und strategisch auf den Wandel hin zu nachhaltigeren Verpackungslösungen vorzubereiten und schafft damit wichtige Orientierungspunkte für die eigene Weiterentwicklung sowie für die Branche insgesamt.

5. **Darstellung der während der Durchführung des Vorhabens dem Zuwendungsempfänger bekannt gewordenen Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen**

Die Darstellung des während der Durchführung des Vorhabens bekannt gewordenen Fortschritts auf dem Gebiet des Vorhabens bei anderen Stellen finden sich in detaillierter Form

in den Abschlussberichten der Hochschule Geisenheim, der Hochschule Osnabrück und bei GreenSurvey.

### 6. Darstellung der erfolgten oder geplanten Veröffentlichungen der Ergebnisse nach Nr. 5 der NKBF/NABF

Veröffentlichungen, die im Zusammenhang von ExtraHerb entstanden sind, finden sich in dem Abschlussbericht der Hochschule Geisenheim.

# III. Erfolgskontrollbericht

### 1. Das wissenschaftlich-technische Ergebnis des Vorhabens, die erreichten Nebenergebnisse und die gesammelten wesentlichen Erfahrungen

Die wissenschaftlich-technischen Ergebnisse von ExtraHerb finden sich in den Abschlussberichten der Hochschule Geisenheim, der Hochschule Osnabrück und bei GreenSurvey GmbH.

### 2. Fortgeschriebener Verwertungsplan

Siehe beigefügter Verwertungsplan.

### 3. Angaben zu Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben

Es wurden keine Arbeiten ausgeführt, die zu keiner Lösung geführt haben.

### 4. Angaben über die Einhaltung der Ausgaben- und der Zeitplanung

Durch eine längerfristige Erkrankung der für Koordination und inhaltliche Bearbeitung zuständigen Person an der Hochschule Geisenheim kam es zu erheblichen Verzögerungen im Projektablauf. Die Konzeption und Vorbereitung der Erkundungsphase konnten daher nicht wie geplant umgesetzt werden, sodass der ursprünglich für Ende 2022 vorgesehene Start der Datenerhebung erst im Verlauf des Jahres 2023 erfolgen konnte. Die entstandene Verzögerung von rund sechs bis acht Wochen wirkte sich auf die nachfolgenden Arbeitsschritte aus und beeinflusste den gesamten weiteren Projektfortschritt.

Zudem ließ sich der Expertenworkshop aufgrund von Schwierigkeiten bei der Terminabstimmung zwischen allen beteiligten Partnern erst im Jahr 2024 realisieren, was die zeitliche Verschiebung weiter verstärkte. Erschwerend kamen langanhaltende Lieferschwierigkeiten bei einzelnen alternativen, plastikfreien Verpackungsmaterialien hinzu, die geplante Versuche erneut verzögerten.

Insgesamt führte die Summe dieser Faktoren zu einem deutlichen Zeitversatz, der durch einen bewilligten Antrag auf kostenneutrale Verlängerung des Projekts bis Ende 2025 aufgefangen wurde.

Die für die Firma Mulke bewilligten Mittel wurden nicht vollständig ausgeschöpft. Insbesondere bei Materialien und Dienstreisen blieben Restmittel vorhanden.