



**Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde**

**Bachelorarbeit im Studiengang Landschaftsnutzung und Naturschutz
zur Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science**

Akzeptanz von Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen im Gartenbau

Vorgelegt von: Simon Hofer



Fachbereich Landschaftsnutzung und Naturschutz
Erstgutachterin: Dr. Stefanie Albrecht
Zweitgutachterin: M. Sc. Katja Searles
Abgabedatum: 24.06.2024

Zusammenfassung

Diese Arbeit hat das Ziel das Umsetzungspotenzial von Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen bei solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben in Berlin und Brandenburg zu untersuchen.

Das Thema Kreislaufwirtschaft und die Rückgewinnung von Nährstoffen aus Abfallströmen nimmt durch das schnelle Bevölkerungswachstum und die steigende Nachfrage nach Nahrungsmitteln immer mehr an Bedeutung zu. Die Nutzung von Recyclingdüngern aus menschlichen Fäkalien könnte hier zur Schließung von unterbrochenen Nährstoffkreisläufen und zur Reduktion der Nachfrage von synthetischen Düngemitteln einen Beitrag leisten.

Die vorliegende Arbeit untersucht die Akzeptanz von solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben hinsichtlich dieser neuartigen Dünger, da diese Art der Betriebsform auf eine nachhaltige und ökologische Wirtschaftsweise Wert legt. Jene Betriebe könnten eine potenzielle Zielgruppe sein, da diese auf geschlossene Kreisläufe ausgerichtet sind und natürliche Düngemittel bei ihnen Verwendung finden.

Im Theorieteil werden zunächst der Forschungsstand, die Grundlagen zu Recyclingdüngern, Nährstoffkreisläufe sowie solidarische Landwirtschaft erläutert. Der anschließende empirische Teil befasst sich mit der Umsetzung und Auswertung von Expert:inneninterviews auseinander. Die Ergebnisse der Untersuchung zeigen auf, welche Einstellungen und Bedenken die vier befragten Personen aus den Gartenbaubetrieben zu anthropogenen Recyclingdüngern aufweisen.

Grundsätzlich konnte festgestellt werden, dass eine Offenheit bezüglich der Nutzung anthropogener Recyclingdünger bei den Befragten besteht, hierbei konnten fördernde und hindernde Akzeptanzfaktoren identifiziert werden. Die Ergebnisse darauf hin, dass wegen der überwiegend fördernden Faktoren ein hohes Umsetzungspotenzial von Recyclingdüngern bei solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben zu erwarten ist. Es zeigen sich jedoch auch Herausforderungen in der Umsetzung von Recyclingdüngern: derzeit gibt es noch keine rechtlichen Grundlagen, die eine Nutzung der anthropogenen Düngemittel zulässt. Diese müsste angepasst werden, um eine Verwendung jener zu ermöglichen.

Abstract

The aim of this project is to investigate the implementation potential of recycled fertilizers from human excreta in solidarity-based horticultural businesses in Berlin and Brandenburg.

The rapid population growth and the increasing demand for food means that the topic of circular economy and the recovery of nutrients from waste streams is becoming more and more important. Recycled fertilizers from human excreta could help to close interrupted nutrient cycles and reduce the demand for synthetic fertilizers.

This study examines the acceptance of these innovative fertilizers among solidarity-based horticultural businesses, as this type of business values sustainable and ecological management. These farms could be a potential target group, as they are geared towards closed cycles and use natural fertilizers.

In the theoretical section, the state of research, the basics of recycled fertilizers, nutrient cycles and solidarity agriculture are first explained. The subsequent empirical part deals with the implementation and evaluation of expert interviews. The results of the study show the attitudes and concerns of the four interviewees from the horticultural businesses regarding anthropogenic recycled fertilizers.

In principle, it was found that the interviewees were open to the use of anthropogenic recycled fertilizers, and acceptance factors that promote and hinder this were identified. The results indicate that, due to the predominantly supportive factors, a high implementation potential of recycled fertilizers can be expected among horticultural businesses that operate in solidarity. However, there are also challenges in the implementation of recycled fertilizers: there is currently no legal basis that permits the use of anthropogenic fertilizers. This would have to be adapted to allow their use.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	V
1. Einleitung	1
1.1 Forschungsziel	3
1.2 Aufbau der Arbeit	5
2 Theorie	6
2.1 Forschungsstand	6
2.2 Recyclingdünger	9
2.2.1 Inhaltsstoffe von Fäkalien	11
2.2.2 Rechtliche Situation	12
2.3 Akzeptanzforschung	13
3 Methodik	17
3.1 Auswahl der Methode	17
3.2.1 Fallauswahl und Auswahl der befragten Expert:innen	18
3.2.2 Entwicklung des Leitfadens	20
3.2.3 Durchführung und Transkription	21
3.2.4 Qualitative Datenauswertung und -analyse	22
4 Ergebnisse	26
4.1 Fördernde Akzeptanzfaktoren	26
4.2 Hindernde Akzeptanzfaktoren	30
4.3 Zusammenfassung relevanter Ergebnisse	32
5 Diskussion	34
5.1 Ergebnisdiskussion	34
5.2 Handlungsempfehlungen für weitere Forschung (Ausblick)	40
5.3 Kritische Reflexion der Arbeit	42
6 Fazit	44
Literaturverzeichnis	45
Anhang	51

Abkürzungsverzeichnis

DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
DWA	Deutscher Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
F.I.T	Flüssigdünger aus Inhalten von Trockentoiletten
FAO	Food and Agriculture Organisation
Fraun- hofer	Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation
IAO	
H.I.T	Humusdünger aus Inhalten von Trockentoiletten
HNEE	Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde
Solawi	Solidarische Landwirtschaft
UBA	Umweltbundesamt
UN	United Nations

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Nährstoffzusammensetzung verschiedener getesteter Düngemittel.....	8
Tabelle 2 Gehalt der wichtigsten Nährelementen und organischem Kohlenstoff in Fäzes und Urin.	11
Tabelle 3 Übersicht über die gewählten Fallstudien	20
Tabelle 4 Interviewdauer mit den Expert:innen	21
Tabelle 5 Zusammengefasste Akzeptanzfaktoren der Studien aus Kapitel 2.1.....	24
Tabelle 6 Auflistung Häufigkeiten der Aussagen zu den Akzeptanzfaktoren.....	33
Tabelle 7 Vergleich der Akzeptanzdimensionen und -faktoren für Recyclingdünger aus verschiedenen Studien und eigener Erhebung	35

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Kreislaufwirtschaft im ökologischen Landbau.....	4
Abbildung 2 Bezugsrahmen der Akzeptanz mit Erweiterung.	14

1. Einleitung

Laut Berechnungen der Vereinten Nationen (UN) hat die weltweite Bevölkerung Stand November 2022 den Wert von acht Milliarden Menschen überschritten (Statistisches Bundesamt 2022). Nach Schätzungen der Vereinten Nationen wird die weltweite Bevölkerung voraussichtlich bis zum Jahr 2050 auf 9,8 Milliarden Menschen anwachsen (United Nations o.J.). Die Auswirkungen des rapiden Bevölkerungswachstums, der Verstädterung und des höheren Lebensstandards auf die Umweltgesundheit sind seit Jahrzehnten ein Hauptanliegen nationaler und globaler Entwicklungspolitik (Cumming 2009; Clarke 2013; Cordell et al. 2009; Rockström et al. 2009 zitiert nach Ganesapillai et al. 2016). Technologische Lösungen, welche darauf abzielen, diesen sich verschlechternden Zustand der Lebenserhaltungssysteme anzugehen, verkennen häufig die dynamische Verflechtung zwischen den Themenbereichen Ernährungssicherheit, Hygiene, Wasserversorgung, Abfallentsorgung und Ressourcenschutz und werden dadurch dem Ziel der nachhaltigen Entwicklung¹ nicht gerecht (Ganesapillai et al. 2016).

Agrar- und Ernährungssysteme stehen weltweit vor der Herausforderung die Erträge zu steigern oder zumindest zu stabilisieren und gleichzeitig negative Umweltauswirkungen zu minimieren, um einem prognostizierten Nachfrageanstieg von Lebensmitteln um 70 Prozent bis 2050 gerecht zu werden (UN-HABITAT 2009; UN-HABITAT 2010; FAO 2009; FAO 2010; de Fraiture 2007 zitiert nach Haq und Cambridge 2012). Neben einer besseren Verteilung von Lebensmitteln bedarf es hierzu auch einer Produktionssteigerung durch eine Intensivierung bereits bestehender Ackerflächen (Food and Agriculture Organization 2017). Dies impliziert einen intensiveren Einsatz von Düngemitteln, um höhere Erträge zu erwirtschaften (Rouphael und Colla 2020).

Synthetische Düngemittel² werden durch eine technische Aufbereitung mit dem Einsatz natürlicher Rohstoffe hergestellt (Umweltbundesamt 2023). Das Haber-Bosch-Verfahren, das zur Erzeugung von pflanzenverfügbarem Stickstoff verwendet wird, ist energieintensiv, von fossilen Brennstoffen wie Erdgas abhängig und mit hohen Treibhausgasemissionen verbunden (Wang et al. 2021). Phosphor wird aus endlichen, zu Neige gehendem

¹ Drei Kernelemente müssen für eine nachhaltige Entwicklung miteinander in Einklang gebracht werden: Wirtschaftswachstum, soziale Integration und Umweltschutz

² Synthetische Düngemittel werden durch chemische Verfahren hergestellt und können mineralische als auch organische Komponenten enthalten

Phosphatgestein gewonnen und der Abbau wird immer teurer und umweltschädlicher (Dethloff et al. 2015). Die Reichweite von abbauwürdigen Phosphorreserven wird auf 50 bis 200 Jahre geschätzt (Ulrich 2013). Der Einsatz von Stickstoff und Phosphor in der Landwirtschaft kann sich außerdem negativ auf die Qualität von Gewässern und die Bodenfruchtbarkeit auswirken (Umweltbundesamt 2023). Zehn bis 16 Prozent des kommunalen Energiebedarfs in Deutschland werden für die beiden Klärstufen Nitrifikation und Denitrifikation³ verwendet (Umweltbundesamt 2009 zitiert nach Krause et al. 2021). Düngemittel können neben den Nährstoffen auch Schwermetalle wie Blei, Cadmium oder Quecksilber enthalten (Umweltbundesamt 2023). Diese können sich bei intensiver Düngung im Boden anreichern und über die Pflanzen in die Nahrungskette sowie das Grundwasser gelangen (ebd.). Dies betrifft vor allem mineralische Dünger⁴ aus Rohphosphaten⁵, welche bereits von Natur aus einen erhöhten Schwermetallgehalt aufweisen (ebd.).

Vor diesem Hintergrund wird deutlich, dass das Nährstoffmanagement in der Landwirtschaft erheblich verbessert werden muss und alternative, kreislauffähige Stickstoff- und Phosphorquellen benötigt werden, um die weltweite Ernährungssicherheit nachhaltig sicherzustellen (Gerten et al. 2020). Diese sozial-ökologischen Belastungsgrenzen⁶ der Erde werden aktuell und im Zuge des linear-wirtschaftenden Produktionssystems in vielerlei Hinsicht überschritten, in erheblicher Weise trägt die Landwirtschaft dazu bei (Sundermann et al. 2022). Eine Schlüsselstrategie zur nachhaltigen Entwicklung ist die Kreislaufwirtschaft. In einer kreislauforientierten Wirtschaft werden Produkte, Materialien und Ressourcen so lange wie möglich genutzt, wodurch Abfall und Umweltbelastungen minimiert werden. Dieser nachhaltige Wirtschaftskreislauf fördert den Klimaschutz und reduziert Deutschlands Abhängigkeit von Importen (Bundesministerium für Bildung und Forschung o.J.). Die Bedeutung der Kreislaufwirtschaft wird in politischen Maßnahmen und Gesetzen hervorgehoben, wie beispielsweise im Aktionsplan für Kreislaufwirtschaft im Rahmen des „European Green Deal“ der europäischen Kommission (Häfner et al. 2023). Vor dem Hintergrund der eben erläuterten Herausforderungen ist es von großer Bedeutung innovative Lösungen zu entwickeln. Aus diesem Grund untersucht diese Arbeit die Potenziale und Herausforderungen der Nutzung menschlicher Fäkalien als

³ Chemischer Prozess zur Beseitigung von Stickstoffverbindungen im Abwasser

⁴ Mineralische Dünger werden industriell produziert und durch den Abbau und Verarbeitung von mineralischen Erzen gewonnen

⁵ Mineralischer Rohstoff, welcher hauptsächlich in der Düngemittelproduktion verwendet wird

⁶ Grenzen der Belastbarkeit der Erde, bei deren Überschreitung schwerwiegende Umweltveränderungen drohen, die wiederum soziale und ökologische Auswirkungen haben können

Ressource zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Produktion und zur Förderung nachhaltiger Entwicklung.

1.1 Forschungsziel

Zum Thema Recyclingdünger⁷ aus menschlichen Ausscheidungen existiert bisher wenig wissenschaftliche Literatur. Daher wurden im Rahmen dieser Bachelorarbeit nach eingehender Literaturrecherche eigene Daten mittels leitfadengestützter Interviews erhoben. Basierend auf der Auswertung der Interviews mit den Betrieben können Anpassungen und Verbesserungen der Dünger vorgenommen werden.

Der Arbeit liegt die Zielstellung zugrunde, Akzeptanzfaktoren einer bisher noch nicht legal eingeführten Innovation zu beforschen, mit der die Proband:innen noch keine Erfahrungen gemacht haben. Die Interviews befassen sich mit der Untersuchung der Wahrnehmung und Akzeptanz von Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen bei solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben⁸ in Berlin und Brandenburg. Mithilfe des Leitfadenfragebogens wurden die potenziellen Nutzer:innen dahingehend befragt, ob diese an einem anthropogenen Recyclingdünger interessiert sind, wie diese ihr Wissen dazu einschätzen und welche Erwartungen sie zu diesem Thema haben. Dabei wurden sowohl technische, ökologische und ökonomische Aspekte, als auch die praktische Umsetzbarkeit untersucht. Hierzu soll folgende Forschungsfrage bearbeitet werden:

"Welches Umsetzungspotenzial haben Recyclingdünger aus menschlichen Ausscheidungen bei solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben in Berlin und Brandenburg?"

Für ein besseres Verständnis der Arbeit werden im Folgenden die Schlüsselbegriffe der Forschungsfrage erläutert. Das **Umsetzungspotenzial** beschreibt die Einschätzung der Realisierbarkeit zur Nutzung von Recyclingdüngern. Als ein Beispiel für ein Umsetzungspotenzial wäre im Bereich der Berufsbildung für nachhaltige Entwicklung die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in die Abschlussprüfungen von Ausbildungsberufen (Reichwein 2015). **Gartenbau** bedeutet im Kontext dieser Arbeit, dass er im Gegensatz zum Ackerbau eine größere Wertschöpfung pro Flächeneinheit besitzt und damit

⁷ Dünger tierischer, pflanzlicher, mikrobieller oder mineralischer Herkunft oder aus der Abwasserreinigung

⁸ Wird im Laufe des Kapitels noch definiert

häufig auch nährstoffintensiver ist (Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz o.J.). Diese Definition trifft vor allem auf Betriebe des Gewächshausanbaus zu (ebd.).

Ein Beispiel für einen geschlossenen Nährstoffkreislauf in einem landwirtschaftlichen Betrieb stellt Abbildung 1 dar. Der innerbetriebliche Kreislauf ist geschlossen, wenn eine eigene Tierhaltung stattfindet und die Ausscheidungen der Tiere in Form von Mist oder Gülle wieder als organischer Dünger zum Pflanzenanbau verwendet werden. Im Fall von Gartenbaubetrieben, die keinen weiteren Betriebszweig mit Tierhaltung haben und die produzierten Nährstoffe aus den Pflanzen nach der Ernte den Betrieb verlassen, entstehen je nach Ausstattung der Betriebe unterschiedlich große Nährstofflücken.



Abbildung 1 Kreislaufwirtschaft im ökologischen Landbau. Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (o.J.)

Solidarische Landwirtschaft (Solawi) ist eine Form der Direktvermarktung in landwirtschaftlichen Betrieben. In der Solidarischen Landwirtschaft tragen mehrere private Haushalte die Kosten eines landwirtschaftlichen Betriebs und erhalten im Gegenzug einen Ernteertrag (Netzwerk solidarische Landwirtschaft e.V. 2024a). Das Netzwerk solidarische Landwirtschaft e.V. (2024a) schreibt zu ihrer Vision und den Grundprinzipien: „Unsere Vision ist eine gemeinschaftsgetragene, vielfältige, bedarfsgerecht entlohnte,

ökologische, und regionale Landwirtschaft, in der die Menschen unmittelbare Verantwortung für ihre lokale Grundversorgung übernehmen“. Diese Form der kleinbäuerlichen Agrarbetriebe fördert mit agrarökologischen Methoden die Biodiversität und nutzt lokale Nährstoffkreisläufe, um einen boden- und umweltschonenden Anbau von saisonalem Gemüse und Getreide zu ermöglichen (Solidarische Landwirtschaft 2021).

Das Ziel, die Akzeptanz von Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen zu untersuchen, ist besonders relevant bei solidarisch wirtschaftenden **Gartenbaubetrieben**, da diese Betriebe auf ökologische und nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken Wert legen. Die vom Ertrag entkoppelten Mitgliedsbeiträge ermöglichen eine landwirtschaftliche Praxis, welche die Produktqualität über Ertragsmaximierung stellt (Netzwerk Solidarische Landwirtschaft e.V. 2024).

1.2 Aufbau der Arbeit

In Kapitel 1 wird eine Einführung in die Ausgangslage und den Untersuchungsgegenstand sowie die Forschungsfrage der Arbeit gegeben. In Kapitel 2 wird der theoretische Hintergrund zum Thema dargestellt. Weiterhin wird der aktuelle Forschungsstand verschiedener Studien der Akzeptanzerhebung von Recyclingdüngern, rechtlicher Gegebenheiten und Grundlagen der Akzeptanzforschung vorgestellt. In Kapitel 3 wird die methodische Betrachtung der Interviews geschildert. Das Kapitel beinhaltet die Zielsetzung der Interviews, die Entwicklung des Leitfadens sowie die Fallauswahl der befragten Expert:innen und geht auf die Durchführung und Auswertung der Interviews ein. In Kapitel 4 werden die Ergebnisse der Interviews anhand der zentralen Elemente der Akzeptanzforschung vorgestellt. In Kapitel 5 werden die zuvor dargestellten Ergebnisse in Hinsicht auf die Forschungsfrage in den aktuellen wissenschaftlichen Forschungsstand eingebettet. Es findet außerdem eine kurze Diskussion der gewählten Methodik und die Betrachtung möglicher Fehlerquellen statt. Anschließend werden Schlussfolgerungen und Empfehlungen für die weitere Forschung gegeben. In Kapitel 6 wird ein Fazit im Hinblick auf die Forschungsfrage gezogen.

2 Theorie

2.1 Forschungsstand

Um das Wohlergehen der Menschen innerhalb der aktuellen ökologischen Grenzen zu verbessern, ist es erforderlich, dass natürliche Ressourcen effizienter verwendet und Abfälle einer produktiven Nutzung zugeführt werden (United Nations Environment Programme 2011). Elementar hierfür ist die Schließung von Nährstoff- und Wasserkreisläufen zur Verbesserung der Trinkwasserversorgung und der sanitären Grundversorgung (Jimenez et al. 2009). Dies kann beispielsweise durch die Verwendung von Klärschlamm-⁹ oder aufbereiteten Inhalten aus Trenntoiletten¹⁰ geschehen (Hübner 2021). Letztere Variante ermöglicht eine wasserlose, separate Erfassung der Fest- und Flüssigstoffe menschlicher Fäkalien (ebd.). Laut eines Forschungsberichts von Hübner (2021, S.3) ist die „Rückgewinnung von Nährstoffen aus diesen getrennten und unverdünnten Stoffströmen [...] aus ökonomischer, sowie aus ökologischer Sicht besonders vielversprechend.“ Ebenfalls könnten durch eine effektivere Nutzung von menschlichen Ausscheidungen die Lebensmittelproduktion gesteigert, Umweltverschmutzungen reduziert und wasserübertragene Krankheiten verringert werden (Heinonen-Tanski und Wijk-Sijbesma 2005).

Die separate Erfassung von Fest- und Flüssigstoffen der menschlichen Fäkalien bietet zudem den Vorteil, dass die Stoffströme genauer analysiert und gezielter behandelt werden können (Krause et al. 2020a). Dadurch ist es möglich Krankheitserreger, Schadstoffe (z.B. Schwermetalle, Arzneimittelrückstände) und Nährstoffe zu identifizieren (ebd.). Eine Alternative zur Aufbereitung in zentralisierten Anlagen, wie in einem Klärwerk, besteht in der dezentralen Aufbereitung und lokalen Weiterverwertung von Fäkalien, wie dies von Finizio praktiziert wird (s. Kapitel 2.2) (Hübner 2021). Diese dezentrale Herangehensweise verkürzt Transportwege und ermöglicht gleichzeitig die Nutzung von Reststoffen (Larsen et al. 2013). Dadurch kann sie zur Schonung von nicht erneuerbaren Ressourcen beitragen, indem sie durch aufbereitete Fäkalien ersetzt werden (ebd.).

⁹ Klärschlamm: Abfallprodukt, bleibt nach der Reinigung von Abwasser in der Kläranlage zurück. Klärschlammasche: Verbrannter Klärschlamm, um Volumen zu reduzieren und potenziell schädliche Bestandteile zu eliminieren

¹⁰ Wasserlose Toilette, die den festen und flüssigen Teil menschlicher Ausscheidungen getrennt voneinander auffängt

Menschliche Ausscheidungen stellen eine natürliche Ressource dar, die in allen Gesellschaften immer verfügbar ist (Heinonen-Tanski und Wijk-Sijbesma 2005). Die Nutzung von menschlichen Ausscheidungen als Dünger war in Europa bis in die Hälfte des 20. Jahrhunderts üblich (van Wijk-Sijbesma 1997). Die Einführung wasserbasierter Toiletten und Kanalisationssystemen, sowie die zunehmende Verstädterung haben zu einer abkehrenden Nutzung von Fäkalien geführt (Rockefeller 1998; Ferguson 2014). Die Abkehr von der Verwendung menschlicher Fäkalien ist auf die mögliche Übertragung von pathogenen Mikroorganismen zurückzuführen, was eine potenzielle Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt (Schönning und Stenström 2004). Aus soziokultureller Perspektive stellt die weitverbreitete Tabuisierung von Fäkalien ein weiteres Problem dar (Krause und Jacobsen 2011). Obwohl diese Sichtweise aus hygienischer Sicht gerechtfertigt scheint und berücksichtigt werden sollte, hat sie über lange Zeit hinweg dazu geführt, dass nur wenige Fortschritte in der Forschung erzielt werden konnten (ebd.).

Die Forschung zu anthropogenen Recyclingdüngern entwickelt sich fortlaufend und befindet sich in einem vergleichsweise jungen Stadium. Dies zeigt sich durch das Positionspapier von Adam et al. (2024), dass die Notwendigkeit rechtlicher Anpassungen von Recyclingdüngern betont. Jenes deutet darauf hin, dass die Forschung und Anwendung in diesem Bereich noch nicht vollständig etabliert ist und weitere Entwicklungen erforderlich sind (ebd.). Vor allem beschäftigt sich die Forschung mit der Umsetzung und Optimierung von Technologien der Aufbereitung, um eine sichere und hygienische Verwendung von Recyclingdüngern in der Landwirtschaft möglich zu machen. Häfner et al. (2023) stellten eine positive Düngewirkung basierend auf der Verfügbarkeit sowie dem Gehalt an Pflanzennährstoffen für nitrifizierten Urin und für Kompost aus Fäkalien fest (ebd.). In dieser Studie wurden zwei nitrifizierte Urindünger und ein Fäkalienkompost separat oder in Kombination ausgebracht und mit dem organischen Handelsdünger Vinasse¹¹ verglichen (ebd.). Diese Studie untersuchte in einem Feldversuch die Aufnahme von Arzneimitteln von Weißkohl auf verschiedenen Bodentypen durch die Anwendung der unterschiedlichen Dünger (ebd.). Die beiden nitrifizierten Urindünger erbrachten marktfähige Erträge, die mit denen von Vinasse in allen Bodentypen vergleichbar sind (ebd.). Die Kombination von Fäkalienkompost mit einem nitrifizierten Urindünger führte im Vergleich zur Ausbringung des Komposts an sich zu einem höheren marktfähigen Ertrag (ebd.). Die Weißkohlpflanzen wurden außerdem auf 310 verschiedene

¹¹ Pflanzlicher Dünger, der bei der Verarbeitung von Zuckerrüben entsteht

Substanzen getestet und lediglich in den essbaren Teilen des Kohls wurden geringe Spuren von Carbamazepin¹² und Ibuprofen nachgewiesen (ebd.). Langzeiteffekte der pharmazeutischen Rückstände auf den Boden müssen jedoch noch untersucht werden (ebd.).

Tabelle 1 zeigt die Nährstoffverteilung verschiedener im Rahmen der Studie von Häfner et al. (2023) untersuchten organischen Düngemittel.

	Unit	Vinasse	Aurin	CROP	Unit	Fecal compost
DM content	%	NA	26	ND	%	49.6
N total	g l ⁻¹	58.5*	78.0	6.8	g kg ⁻¹ DM	19.4
NH ₄ ⁺ -N	g l ⁻¹	NA	40.5	2.3	g kg ⁻¹ DM	<1
NO ₃ ⁻ -N	g l ⁻¹	NA	37.5	4.4	g kg ⁻¹ DM	0.47
P	g l ⁻¹	1.7	3.1	0.3	g kg ⁻¹ DM	4.0
K	g l ⁻¹	64.8	23.0	1.7	g kg ⁻¹ DM	12.8
Ca	g l ⁻¹	NA	0.4	2.8	g kg ⁻¹ DM	21.2
Mg	g l ⁻¹	0.3	0.08	0.11	g kg ⁻¹ DM	3.9
Na	g l ⁻¹	NA	27.4	2.5	g kg ⁻¹ DM	2.4
S	g l ⁻¹	2.6	3.6	0.49	g kg ⁻¹ DM	ND
Cl	g l ⁻¹	NA	47.7	4.7	mg kg ⁻¹ DM	ND
B	mg l ⁻¹	NA	120	1.7	mg kg ⁻¹ DM	ND
Fe	mg l ⁻¹	NA	26.2	0.2	mg kg ⁻¹ DM	5,900
Mn	mg l ⁻¹	NA	4.4	3.9	mg kg ⁻¹ DM	ND
Zn	mg l ⁻¹	NA	0.6	0.7	mg kg ⁻¹ DM	103
Cu	mg l ⁻¹	NA	0.4	0.1	mg kg ⁻¹ DM	26

Tabelle 1 Nährstoffzusammensetzung verschiedener getesteter Düngemittel. Quelle: Häfner et al. (2023)

Laut der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) (2015) könnte eine Auswechslung einer herkömmlichen Spültoilette, hin zu einer Wasserspar- oder Trockentoilette, 15.000 bis 30.000 Liter Trinkwasser pro Jahr und Person einsparen. Recyclingdünger anthropogenen Ursprungs können je nach Makronährstoff¹³ 17 bis 25 Prozent der in Deutschland eingesetzten mineralischen Dünger ersetzen und somit einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz leisten (DWA 2015).

¹² Arzneimittel: Antiepileptika

¹³ Essenzielle Nährelemente, die Pflanzen in großen Mengen für ihr Wachstum benötigen (Stickstoff, Phosphor, Kalium)

Neben der Untersuchung der Düngewirkung und Sicherheit von Recyclingdüngern wurden auch Daten zu Akzeptanzfaktoren in verschiedenen Studien aufgenommen. Jedelhauer et al. (2015) untersuchten die Akzeptanz von recyceltem Phosphatdünger aus Abwasser und Klärschlamm von ökologisch wirtschaftenden Landwirt:innen. Utai et al. (2020) analysierten Präferenzen von konventionellen Landwirt:innen für Düngemittel aus häuslichem Abwasser und Küchenabfällen. Kraus et al. (2019) betrachteten die Einsatzmöglichkeiten für Nährstoffzyklate im Ökolandbau. Searles (2024) untersuchte die Akzeptanz von Düngern aus menschlichen Ausscheidungen im Ökolandbau. Im Gegensatz zum Forschungsstand bezüglich der Akzeptanzfaktoren in der konventionellen Landwirtschaft sowie dem Ökolandbau fehlen bisher Untersuchungen zur Akzeptanz von Recyclingdüngern bei solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben. Der Vergleich der genannten Studien wird in Kapitel 5.2 ausgeführt.

2.2 Recyclingdünger

Damit Pflanzen sich gut entwickeln und wachsen können, benötigen sie neben ausreichend Wasser auch Nährstoffe wie beispielsweise Stickstoff, Phosphor und Kalium sowie Spurenelemente (zum Beispiel Kupfer und Zink) (Umweltbundesamt 2023). Pflanzen entziehen dem Boden während ihres Wachstums diese Nährstoffe (ebd.). Werden die entzogenen Nährstoffe nach der Ernte nicht ersetzt, lässt die Fruchtbarkeit und das landwirtschaftliche Ertragspotenzial nach (ebd.). Um diesen Faktoren entgegenzuwirken, sollten die entzogenen Nährstoffe in den Boden zurückgeführt werden. Deshalb ist eine an den Boden angepasste Nährstoffversorgung mit Düngemitteln empfohlen (ebd.).

Es wird zwischen mineralischen und organischen Düngemitteln differenziert (Umweltbundesamt 2023). Tierische Ausscheidungen wie Jauche und Gülle gelten als organische Düngemittel (ebd.). Ebenfalls gehören auch organische Reststoffe wie Bioabfall, Klärschlamm¹⁴ und Gärreste¹⁵ zu den organischen Düngern (ebd.). Organische Dünger enthalten neben bodenverbessernder organischer Substanz eine Vielzahl an Nährstoffe, die die Bodenfruchtbarkeit steigern (Finck 1992 zitiert nach Clemens et al. 2008). Im Gegensatz dazu werden mineralische Düngemittel eingesetzt, um Pflanzen mit ausgewählten

¹⁴ Schlamm, der in Kläranlagen durch die Reinigung der Abwässer anfällt

¹⁵ Gärreste sind flüssige oder feste Rückstände, die bei der Vergärung von Biomasse in einer Biogasanlage zurückbleiben

Nährstoffen gezielt zu versorgen (ebd.). Der Zeitraum der Nährstofffreisetzung und Verfügbarkeit für die Pflanzen ist bei organischen und mineralischen Düngemitteln unterschiedlich. „Im Vergleich zu mineralischen Düngern weisen organische Dünger i.d.R. geringere Nährstoffgehalte auf und verfügen nur über eine geringere Anfangswirkung, da die Nährstoffe in pflanzlichem oder tierischem Gewebe gebunden und damit für die Pflanzen nicht verfügbar sind [...]. Erst der Abbau der organischen Substanz und die Mineralisation durch Mikroorganismen überführen die organisch gebundenen Nährstoffe in eine mineralische und damit pflanzenverfügbare Form“ (Albracht 2017, S.58).

Recyclingdünger sind Dünger aus tierischer, pflanzlicher, mikrobieller oder mineralischer Herkunft oder aus der Abwasserreinigung (UBA o.J.). Diese können beispielsweise Kompost, festes und flüssiges Gärgut, verrottetes pflanzliches Material oder Klärschlamm sein (ebd.). Beispiele für Recyclingdünger sind „Humusdünger aus Inhalten von Trockentoiletten“ (H.I.T) und „Flüssigdünger aus Inhalten von Trockentoiletten“ (F.I.T) von Finizio – Future Sanitation GmbH¹⁶ (im Folgenden „Finizio“). Finizio besitzt derzeit die deutschlandweit einzige Zulassung, um mit Inhalten aus Trockentoiletten Dünger herzustellen und diese zu testen (Finizio o.J.). Diese Recyclingdünger von Finizio wurden beispielhaft ausgewählt, da die Auswahl der Fallstudie (s. Kapitel 3.2.1) auch mit Rücksicht auf die Entfernung von der Verwertungsanlage von Finizio getroffen wurde und sich deshalb die Recyclingdünger dieses Unternehmens für die Untersuchung eignen. Die Herstellung wird auf der Website von Finizio (o.J.) näher beschrieben. Um den H.I.T herzustellen wird der gesammelte Kot zusammen mit Grünschnitt und Tonmineralien aufbereitet.

Eine ähnliche Variante der Aufbereitung von menschlichen Ausscheidungen wurde bereits durch präkolumbianische Bewohner:innen Amazoniens zwischen 60 und 1640 nach Christus praktiziert: Die Herstellung einer fruchtbaren Erde – die sogenannte „Terra Preta¹⁷“ (Glaser 2014). Die Hauptbestandteile sind Pflanzenkohle, kompostierte Küchenabfälle, menschliche oder tierische Exkremente und anderen organischen Stoffe (Glaser 2021).

Bei der Herstellung von F.I.T. wird Urin, um die darin enthaltenen Nährstoffe stabil und für die Pflanzen nutzbar zu machen, in einer Recyclinganlage aufbereitet. Hauptsächlich

¹⁶ Die Finizio - Future Sanitation GmbH ist ein Start-Up aus Eberswalde, welches auf dem Gelände der Kreiswerke Barnim GmbH in Eberswalde die erste skalierbare Verwertungsanlage zur Herstellung von qualitätsgesicherten Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen betreibt.

¹⁷ Portugiesisch: Schwarze Erde

wird dort der enthaltene Stickstoff in Nitrat umgewandelt (Finizio o.J.). Ein weiteres Beispiel für einen Recyclingdünger stellt der Flüssigdünger „Aurin“ dar. Die weltweit erste Zulassung dieses Recyclingdüngers aus menschlichem Urin erfolgte in der Schweiz im Jahr 2018 (Krause et al. 2020). Der Flüssigdünger ist mittlerweile auch in Österreich und Liechtenstein für den Gartenbau zugelassen (VunaNexus 2021).

2.2.1 Inhaltsstoffe von Fäkalien

Sowohl Urin als auch Fäzes¹⁸ enthalten verschiedene Nährstoffe. Die Menge der ausgeschiedenen Nährstoffe hängt von der Ernährung ab sowie der Verdauung der Nahrung, welche die Aufteilung der Nährstoffe zwischen Urin und Kot bestimmt (Jönsson et al. 2004). Ebenso beeinflussen die Veränderung im Tages- und Nachtzeitraum und die Einnahme von Arzneimitteln und Hormonen die Zusammensetzung und Konzentration der Nährstoffe (Tettenbron et al. 2007). Die Menge des menschlichen Urins macht nur 0,4 bis 1 Prozent der täglichen Abwassermenge aus, beinhaltet aber 88 Prozent des Stickstoffgehalts, 67 Prozent des Phosphorgehalts und 73 Prozent des Kaliumgehalts (Nagy et al. 2019). Aus diesem Grund konzentrieren sich die meisten Forschungen zur Nutzung von menschlichen Ausscheidungen auf den Urin (Jönsson et al. 2004). Fäzes hingegen sind reich an Phosphor und Kalium und enthalten den größten Teil des Kohlenstoffs (ebd.). Angesichts des hohen Nährstoffgehalts und Anteils an organischem Kohlenstoff stellen sowohl Urin als auch Fäzes eine kosteneffiziente und nachhaltige Option zur Düngung durch Nährstoffrückführung dar (Krause und Jacobsen 2011). Die direkte Zufuhr der für Pflanzen notwendigen Nährstoffe (Stickstoff, Phosphor und Kalium) und organischem Kohlenstoff, die sowohl im Urin als auch in den Fäzes enthalten sind (Tabelle 2), gleicht damit dem durch die Ernte von Nutzpflanzen vorangegangenen Entzug von Nährstoffen aus dem Boden wieder aus (ebd.).

kg / ppa	N	P	K	C _{org}	Masse _{frisch}	Masse _{trocken}
Urin	4	0,4	0,9	2,4	440	22
Fäzes	0,6	0,2	0,4	7,8	25-50	12,8
Fäkalien	4,6	0,6	1,3	10,2		

Tabelle 2 Gehalt der wichtigsten Nährelementen und organischem Kohlenstoff in Fäzes und Urin. Quelle: Krause und Jacobsen (2011)

¹⁸ Kot, Ausscheidungen

Menschliche Ausscheidungen können Schwermetalle und organische Schadstoffe wie Hormone, Arzneimittel und deren Rückstände enthalten (Harder et al. 2019). Die Schwermetallkonzentrationen im Urin sind im Allgemeinen im Verhältnis zu den Nährstoffen sehr niedrig (Jönsson et al. 1997). Frischer Urin, insbesondere von gesunden Personen, enthält nur wenige Krankheitserreger (Heinonen-Tanski und Van Wijk-Sijbesma 2005). Fäzes stellen im Vergleich zum Urin eine viel höhere Schwermetallbelastung dar (Jönsson et al. 2004).

2.2.2 Rechtliche Situation

Die wasserlose Sammlung sowie die Verwertung von Fäkalien sind bisher weder auf nationaler noch auf europäischer Ebene geregelt (Krause et al. 2020). Trotz des vielversprechenden Potenzials von Recyclingdüngern stellen rechtliche Rahmenbedingungen derzeit noch eine Hürde dar, um Rohstoffe anthropogenen Ursprungs als Dünger nutzbar zu machen (ebd.). In Deutschland wird die Entwicklung hin zu dezentralen und alternativen Sanitärsystemen nicht durch den Innovationsmangel oder fehlenden technischen Fortschritt gebremst, sondern durch eine unklare Rechtslage, die die Verwendung von anthropogenen Recyclingdüngern verhindert (ebd.). Es fehlen eindeutige rechtliche Rahmenbedingungen, wie beispielsweise eine angepasste Düngemittelverordnung, die die Anwendung von anthropogenen Recyclingdüngern zulässt (ebd.). „Laut Deutschem Düngerecht muss die Qualitätssicherung die sachgerechte Anwendung eines Düngeprodukts sicherstellen, sodass die Bodenfruchtbarkeit, Pflanzengesundheit und Umwelt, aber auch die Gesundheit von Mensch und Tier nicht beeinträchtigt oder gefährdet wird“ (Krause et al. 2020, S.6)

Aus einer Risikoanalyse zur gartenbaulichen Eignung von Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen von Krause et al. (2020a) lassen sich konkrete Forderungen an die Eigenschaften und Merkmalen für Recyclingdünger ableiten. In diesem Zuge wurde die Normierung „DIN SPEC 91421“ entwickelt, bei der Anforderungen an die Qualität und die Unbedenklichkeit von Recyclingdüngern aus Ausgangssubstraten menschlicher Herkunft festgelegt werden (Krause et al. 2020a). Dies betrifft beispielsweise die Nährstoffgehalte, Pflanzenverfügbarkeit, den Nachweis einer Düngewirkung und die Handhabbarkeit des Produktes (ebd.). Mit einer DIN SPEC könnten Recyclingdünger standardisiert werden, welcher der erste Schritt in Richtung Legalisierung wäre (ebd.).

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz bildet in Deutschland die Grundlage des Abfallrechts und wird durch verschiedene Verordnungen ergänzt und konkretisiert (Krause et al. 2020). Diese gelten jedoch ausschließlich für Bioabfälle, Klärschlamm oder tierische Gülle (ebd.). Der Umgang mit menschlichen Fäzes und Urin, insbesondere wenn sie getrennt vom Wasser gesammelt werden, ist in der deutschen Gesetzgebung nicht festgelegt (ebd.). Zusätzlich zum Abfallrecht unterliegen Recyclingdünger auch den Bestimmungen des Düngerechts (ebd.). Das Düngegesetz und die Düngemittelverordnung bilden die gesetzliche Grundlage für die Herstellung und den Vertrieb von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Pflanzenhilfsmitteln und Kultursubstraten (ebd.). Die Düngemittelverordnung beinhaltet eine abschließende Liste von zugelassenen Ausgangsstoffen für Düngemittel, zu denen menschliche Fäzes und Urin nicht gehören (ebd.).

Aus der Sicht von Finizio (o.J.) gäbe es derzeit folgende Möglichkeiten, eine Legalisierung von Recyclingdüngern zu ermöglichen:

- Aufnahme menschlicher Ausscheidungen in die Positivliste¹⁹ der Düngemittelverordnung und diesen zu einem offiziellen Dünger machen
- Ausweisung von Recyclingdünger in der Positivliste auf EU-Ebene
- Deklaration der Trockentoiletteninhalte als Bioabfall
- Gleichsetzung von Klärschlamm und Recyclingdünger auf rechtlicher Ebene, aber mit eingeschränkter Verwendung in der Landwirtschaft

2.3 Akzeptanzforschung

Im aktuellen wissenschaftlichen Diskurs findet sich keine allgemein anerkannte, einheitliche Definition für den Akzeptanzbegriff (Quiring 2006, Lucke 1995 zitiert nach Schäfer und Keppler 2013). „Weitgehende Einigkeit sowohl in der allgemeinen wie auch in der wissenschaftlichen Begriffsverwendung besteht darüber, dass Akzeptanz oder Akzeptieren mit Begriffen wie Annehmen, Anerkennen, Einwilligen, Bejahen, Zustimmung, oder Billigen umschrieben werden kann“ (Hüsing et al. 2002; Pfeifer 1997; Meixner1995; Brockhaus 1986 zitiert nach Schäfer und Keppler 2013, S. 11). Der Akzeptanzbegriff ist in den letzten Jahren vor allem ein Schlüsselbegriff politischer, gesellschaftlicher und

¹⁹ Positivlisten legen fest, welche Elemente, Substanzen, Produkte oder Verfahren in einem bestimmten Kontext erlaubt, zugelassen oder empfohlen sind

wirtschaftlicher Debatten geworden (Simon 2001 zitiert nach Hansen-Casteel 2020). Der Begriff wird im gesellschaftlichen Kontext oft mit der Umsetzung von politischen Entscheidungen in Zusammenhang gebracht, wohin im Gegensatz der Begriff im ökonomischen Sinne mit dem Einführen neuer Dienstleistungen oder Produkte verknüpft wird (ebd.).

Bei der Akzeptanzforschung wird zwischen drei Hauptkomponenten unterschieden: Akzeptanzsubjekt (Nutzer:innen), Akzeptanzobjekt (Technologie) und dem Akzeptanzkontext (bestehende Rahmenbedingungen) (Schäfer und Keppler 2013). Diese drei Komponenten wirken bei der Entstehung der Akzeptanz zusammen und müssen für eine Präzisierung, wie beispielsweise die einer Forschungsfrage, jeweils gesondert beschrieben werden (ebd.). Dem Akzeptanzbegriff können verschiedene Dimensionen zugeordnet werden, wobei hier zwischen einer Einstellungs-, Handlungs- und Wertdimension differenziert wird (ebd.) (s. Abbildung 2). Diese Dimensionen gehen vom Subjekt aus bzw. beziehen sich auf dieses (Hansen-Casteel 2020). Die Einstellungsdimension beschreibt, ob die Haltung des Akzeptanzsubjekts positiv oder negativ gegenüber dem Akzeptanzobjekt ist (Schäfer und Keppler 2013). Bei der Handlungsdimension wird geprüft, ob aus den Einstellungen tatsächliche Handlungen resultieren (ebd.). Die Wertdimension wird auch als normative Dimension bezeichnet und kann als Teil der Einstellungsdimension betrachtet werden (ebd.). Dethloff (2004) betont, die Wertdimension bei der Akzeptanzentstehung „Akzeptanz und Nicht-Akzeptanz resultieren aus positiver (Duldung, Toleranz) und negativer (Ablehnung) Wertschätzung“ (Dethloff 2004, S.19). Um diese drei übergeordneten Akzeptanzdimensionen zu differenzieren, kann Akzeptanz definiert werden als „dass jemand (bzw. ein näher zu definierendes Akzeptanzsubjekt) etwas (das Akzeptanzobjekt) innerhalb der jeweiligen Rahmen- oder Ausgangsbedingungen (Akzeptanzkontext) akzeptiert oder annimmt.“ (Schäfer und Keppler 2013, S.16).

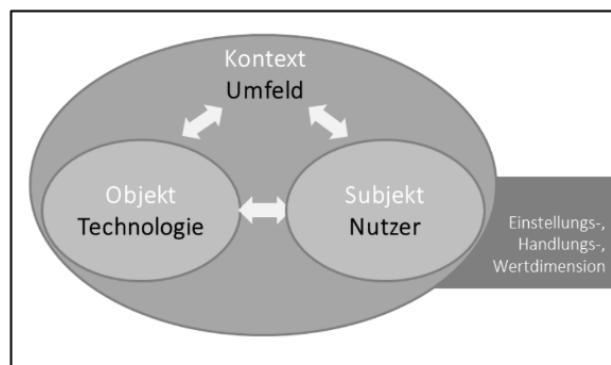


Abbildung 2 Bezugsrahmen der Akzeptanz mit Erweiterung. Quelle: Hansen-Casteel (2020)

Diese Faktoren sind zentrale Bestandteile von sogenannten Akzeptanzmodellen (Schäfer und Keppler 2013). Diese Modelle helfen dabei, die in empirischen Studien gesammelten oder aus bestehenden Theorien abgeleiteten Einflussfaktoren zu gliedern und diese in Beziehung zu setzen (ebd.). In den Veröffentlichungen von Schäfer und Keppler (2013), Hansen-Casteel (2020) und Thim (2017) werden mehrere Akzeptanzmodelle vorgestellt und erläutert. Darunter zum Beispiel das Modell von Huijts et al. (2012) speziell zur Akzeptanz regenerativer Energietechnologien.

Der Untersuchungsgegenstand der anthropogenen Recyclingdünger kann gegenwärtig noch als ein neuartiges System angesehen werden. Die erfolgreiche Umsetzung von Innovationen erfordert neben den technischen Voraussetzungen auch ein stabiles Netzwerk und eine breite gesellschaftliche Akzeptanz (Fraunhofer IAO 2022). Flexible Interaktionsmöglichkeiten zwischen den Akteur:innen aus der Wissenschaft, Kommunalpolitik, Wirtschaft und der Gesellschaft sind entscheidend für den Erfolg eines Netzwerks (ebd.). Es ist darüber hinaus wichtig, den Nutzen für strukturschwache Regionen in den Vordergrund zu stellen (ebd.). Dies erfordert nicht nur einen ständigen Wissensaustausch mit den Netzwerkpartner:innen, sondern auch mit der kommunalen Bevölkerung (ebd.). Aufkommende Risiken und Kritikpunkte müssen daher in einem lösungsorientierten Dialog mit den Menschen vor Ort geklärt werden (ebd.). Lediglich die aktive Einbindung aller Beteiligten kann zu dem Ziel einer möglichst breiten gesellschaftlichen Akzeptanz für nachhaltige Innovation, wie zum Beispiel Recyclingdünger es sind, führen (ebd.). Wie solch ein innovatives System beispielsweise aussehen kann, zeigt die Entwicklung einer Verwertungsanlage für Trockentoiletteninhalte durch Finizio.

Nach Huijts et al. (2012) hängt die Akzeptanz einer Innovation von einer Vielzahl von Faktoren ab, darunter Kosten, Risiken und Nutzen, positive und negative Emotionen gegenüber der Innovation, soziale Normen sowie die Mühen und Schwierigkeiten bei der Anwendung der Innovation. Zusätzlich spielen laut den Autor:innen auch die „persönlicher Wahrnehmung, von der Wirkung der Innovationsadoption, von Vertrauen und Gerechtigkeit sowie von Wissen und Erfahrung des Konsumenten ab“ (Jedelhauser et al. 2015, S.2). Wird eine positive Resonanz erzielt, wenn technische Innovationen eingeführt werden, kann von Akzeptanz gesprochen werden (Endruweit und Trommsdorff 1989). „Grundlegend für das hier verwendete Konzept von Technikakzeptanz ist die vor allem im Rahmen der Diffusionsforschung [...] entwickelte These, dass die Verbreitungschancen einer Innovation nicht von objektiv messbaren Eigenschaften einer Technik, sondern

vielmehr von den subjektiv wahrgenommenen Eigenschaften einer Innovation bestimmt werden“ (Rogers 1995 zitiert nach Starkl et al. 2005, S.162). Entscheidend ist, dass die potenziellen Nutzer:innen das ganze System mitsamt beispielsweise den gesetzlichen Rahmenbedingungen oder dem Kosten-Nutzen Vergleich einer technischen Innovation einbeziehen (Starkl et al. 2005).

3 Methodik

3.1 Auswahl der Methode

Um abwägen zu können, ob sich eine qualitative oder quantitative Methode besser zur Erhebung der Daten eignet, wird im folgenden Abschnitt ein kurzer Überblick über das Thema gegeben. Grundsätzlich findet sich zu dem Thema „Akzeptanz von Recyclingdüngern“ bisher kaum Literatur. Es gibt aber zahlreiche Literatur zu Akzeptanzerhebungen im Allgemeinen. Im Nachfolgenden wird dargestellt, warum die Datenerhebung durch Interviews erfolgte und aus welchem Grund sich das leitfadengestützte Interview als Befragungsart eignet.

Diese Arbeit basiert auf den Grundlagen der empirischen Sozialforschung.

„Unter Empirischer Sozialforschung wird eine Gesamtheit von Methoden, Techniken und Instrumenten zur wissenschaftlich korrekten Durchführung von Untersuchungen [...] sozialer Phänomene verstanden.“ (Häder 2015, S.12)

Um die richtige empirische Methode auszuwählen, ist der entscheidende Faktor das entsprechende Forschungsinteresse. Grundsätzlich wird unterschieden zwischen qualitativen oder quantitativen Erhebungsmethoden. Während quantitative Methoden für ein theoriegeleitetes und deduktives Vorgehen stehen, welche durch standardisierte Datenerhebungen und die Anwendung statistischer Tests auf diese Daten nach Kausalzusammenhängen sucht, wird bei der qualitativen Methode theoriegenerierend und induktiv nach Kausalmechanismen geforscht, welche unter bestimmten Bedingungen bestimmte Effekte hervorbringen (Gläser und Laudel 2010).

Da in der vorliegenden Arbeit die subjektiven Sichtweisen der Interviewpartner:innen erfasst werden sollten, wurde ein qualitativer Forschungsansatz gewählt (Flick 2019). Die Daten wurden durch ein semi-strukturiertes Leitfadeninterview erhoben. Grund für die Auswahl dieser Methode ist die zum Teil vorgegebene Struktur, die der Leitfaden bietet, jedoch ist das Interview nicht so geschlossen, dass den Ideen und Sichtweisen der Befragten nicht auch Ausdruck verliehen werden kann (Loosen 2016). Da sich die Arbeit thematisch im Gebiet der Akzeptanzforschung verorten lässt, ist es in diesem von großer Bedeutung, die Perspektiven der Nutzer:innen neuer Innovationen zu erfassen (Reichwald 1982).

Die erhobenen Daten wurden durch eine inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016) ausgewertet. Das Ziel dabei ist es, Gründe für eine Annahme oder Ablehnung von einer konkreten Innovation durch die potenziellen Nutzer:innen zu erforschen (ebd).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde versucht, spezifische Gütekriterien für qualitative Forschung zu beachten, da diese nicht direkt aus der quantitativen Forschung übernommen werden können. Die verwendeten Kriterien Reliabilität und Validität orientieren sich an Flick (2009). Es wird jedoch betont, dass die beiden Kriterien in ihrer Gesamtheit nicht eingehalten werden konnten, da dies den Umfang einer solchen Abschlussarbeit deutlich übersteigen würde.

Die Reliabilität, also die Zuverlässigkeit der Messmethode, wird durch das semi-strukturierte Leitfadeninterview zumindest in gewisser Weise gewährleistet, da viele Fragen bereits im Vorhinein beschlossen und somit standardisiert sind und zwei Probeinterviews durchgeführt wurden (ebd). Das Kriterium der Validität konnte kaum umgesetzt werden, da dies innerhalb des Umfangs dieser Arbeit nicht möglich war. Eine Forschung gilt beispielsweise dann als valide, wenn die befragten Expert:innen zu den Forschungsergebnissen abermals befragt werden (ebd). Es wurde jedoch angestrebt, die beiden genannten Kriterien bestmöglich einzuhalten, indem verschiedene Personen in einen reflexiven Austausch bezüglich der Datenerhebung und –auswertung gegangen sind.

3.2 Eigenes Vorgehen

3.2.1 Fallauswahl und Auswahl der befragten Expert:innen

Die Auswahl der Interviewpartner:innen erfolgte anhand verschiedener Kriterien. Diese sollten möglichst einheitlich sein, weshalb sich im Rahmen dieser Arbeit auf die Untersuchung solidarisch wirtschaftender Gartenbaubetriebe im geografischen Untersuchungsraum Berlin und Brandenburg fokussiert wurde. Recyclingdünger könnten hier eine Alternative zu externen Düngemitteln bieten, um Nährstofflücken zu schließen, da Gartenbaubetriebe meist keine eigene Tierhaltung betreiben (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung o.J.a). Solawis legen häufig Wert auf ökologische, nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken und stehen innovativen Lösungen möglicherweise eher offener gegenüber (s. Kapitel 1.2). Die Verwendung von Recyclingdüngern würde zu einem solchen

Ansatz einer kreislaufbasierten, ressourcenschonenden und umweltfreundlichen Bewirtschaftung passen (s. Kapitel 1.2). Durch eine Direktvermarktung der Produkte an die Solawi-Mitglieder haben die Betriebe einen engen Kontakt zu ihren Abnehmer:innen (s. Kapitel 1.2). Dadurch wird eine Aufklärung und Schaffung von Akzeptanz für neuartige Düngemitteln bei den Endverbrauchern potenziell erleichtert. In diesem Sinne machen eine ökologische Ausrichtung, der nährstoffintensive Bedarf, die Innovationsoffenheit und die Kund:innennähe solidarisch wirtschaftender Gartenbaubetriebe zu einer prädestinierten Nutzer:innengruppe von Recyclingdüngern (s. Kapitel 1.2).

Die Auswahl der Stichprobe erfolgte in Absprache mit den Betreuer:innen dieser Arbeit und anhand der Auswahl der zu interviewenden Betrieben im geografischen Untersuchungsraum. Mit Hilfe der Website ‚Netzwerk solidarische Landwirtschaft‘ wurden Gartenbaubetriebe mit solidarischer Landwirtschaft identifiziert. Diese Website bietet unter anderem einen kartografischen Überblick über Solawis in Deutschland und deren Kontakte. Ebenfalls wurde über die Koordinatorin des Innovationszentrums für nachhaltige Ernährungssysteme Judith Möring an der Hochschule für nachhaltige Entwicklung (HNEE) Kontakte zu solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben hergestellt. Die Betriebe wurden per E-Mail und/oder telefonisch kontaktiert. Es wurden insgesamt 16 Betriebe in Berlin (1) und Brandenburg (15), aus den Landkreisen Barnim (4), Uckermark (1), Oberhavel (2), Märkisch-Oderland (4.), Prignitz (1), Potsdam (2), Landkreis Oder-Spree (1), kontaktiert. Am 08. Februar 2024 wurden erstmals sechs Betriebe per E-Mail angefragt. Daraufhin folgten fünf Absagen und eine Zusage. Daraufhin wurde die Suche ausgeweitet und am darauffolgenden Tag drei weitere Betriebe angefragt, die zu zwei weiteren Zusagen führten. Da eine Anzahl von fünf bis sechs Interviews angedacht war, wurde aufgrund der geringen Antwortquote der geografische Untersuchungsraum vergrößert. Als Bezugspunkt des geografischen Raums wurde die Verwertungsanlage in Eberswalde der Finizio GmbH verwendet, da dieses Unternehmen deutschlandweit die einzige Berechtigung zur Herstellung und zum Testen von Recyclingdüngern aus menschlichen Fäkalien besitzt. Der Radius von anfangs geplanten 100 Kilometern Entfernung von der Verwertungsanlage wurde aufgrund der geringen Interviewzusagen auf 150 Kilometer ausgeweitet. Innerhalb dieses Radius wurden sieben weitere Betriebe am 19. Februar 2024 kontaktiert, was zu einer weiteren Zusage führte. Das ergibt eine Summe von insgesamt vier Interviews. Diese vier Betriebe sowie deren Basisinformationen sind in Tabelle 3 dargestellt.

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Lage	Prignitz	Berlin	Oder-Spree	Barnim
Flächenbewirtschaftung (Gemüse) in Hektar	4	10	2	1
Vermarktung	Solawi/ Direktvermarktung	Solawi/ Direktvermarktung/ Supermarkt	Solawi	Solawi
Landwirtschaftliche Kulturen (Anzahl Sorten)	80	36	50+	40-50
Landwirtschaftliche Organisation/ Zertifizierung	Verbund Ökohöfe/ Demeter	Biokreis e.V.	EU-Bio-Zertifizierung	-
Nährstoffrecycling/ Düngung	Kompostierung (Feststoffe Trockentoilette, Pferdemist Ernterückstände und Küchenabfälle), Brennesseljauche, Ackerbodendichtsaa	Kompostierung	Kompostierung (Ziegenmist + Pferdemist), Brennesseljauche	Mulchen, Gründüngung, Kompostierung
Externer Düngerbedarf	Tiermist von anderen Betrieben,	Pferdemist von benachbartem Betrieb, Patentkali, Diaglutin, Vinasse, Hornspäne, Haarmehlpellets	Schafwollpellets, Grünschnittkompost, Silage	Dolomit, Kalziumkarbonat, Haarmehlpellets, Hornspäne, Kieserit, Kalium, Schwefel, Grünschnittkompost, Tiermist von benachbartem Betrieb
Potenzielle Abnahmemenge Humusdünger (pro Jahr in Tonnen)	10-20	-	10-15	10-20
Zeitpunkt der Düngung	-	Mit dem Pflanzen der Kulturen und Kopfdüngung	Vor dem Pflanzen, Kopfdüngung	Mitte März – Mitte Mai
Nutzung von Trockentoiletten	Ja	Ja	Nein	Ja
Eigene Kompostierung der Trockentoiletteninhalte	Ja	Nein	Nein	Ja

Tabelle 3 Übersicht über die gewählten Fallstudien (eigene Darstellung)

Für die Aufzeichnung gaben alle Interviewpartner:innen ihr Einverständnis, dabei wurde ihnen die Anonymisierung der Aussagen zugesichert.

3.2.2 Entwicklung des Leitfadens

Grundlage für die Befragungen bildet der Leitfaden von Searles (2024), welcher bereits für Interviews zur Akzeptanz von Recyclingdüngern im Ökolandbau genutzt wurde. Der Leitfaden ist in folgende Abschnitte aufgeteilt: Vorstellung Interviewpartner:in, Nährstoffeinsatz, Akzeptanzfaktoren und Abschluss des Gesprächs. Für die Expert:innenbefragung wurde der Grundlagenleitfaden auf solidarisch wirtschaftende Gartenbaubetriebe in Berlin und Brandenburg angepasst. Dieser wurde um das Themenfeld Nutzung von Trockentoiletten erweitert, da auf den Websites der Solawis diese Information teilweise

angegeben war. Ebenfalls wurden die Fragen bezüglich des Themenfeldes Vorstellung der Betriebe von Anbauverbänden im Ökolandbau auf den Bereich des Gartenbaus abgeändert. Vor der Durchführung der Interviews wurden zwei Pretests mit Freund:innen durchgeführt, um die Interviewdauer und die Verständlichkeit der Fragen zu überprüfen. Es wurden daraufhin noch abschließende Anpassungen des Leitfadens vorgenommen.

Der erstellte Leitfaden befindet sich im Anhang.

3.2.3 Durchführung und Transkription

Es wurden insgesamt vier Interviews durchgeführt. Die Interviews wurden 2024 in den Kalenderwochen neun und zehn durchgeführt. Den Expert:innen wurde vor dem Interview eine kurze Beschreibung der Bachelorarbeit übermittelt.

Für die Anzahl der befragten Personen waren zwei Faktoren wichtig: Die Zusagen der potenziell interviewten Betriebe sowie deren zeitliche Kapazitäten.

Die Dauer der Interviews lag im Durchschnitt bei etwa 33 Minuten. Alle befragten Personen sind die geschäftsführenden Personen der kontaktierten Betriebe. Die Interviews mit den Betrieben dauerten im Durchschnitt 33 Minuten (s. Tabelle 4).

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Dauer der Interviews in Minuten	31	30	33	39

Tabelle 4 Interviewdauer mit den Expert:innen (eigene Darstellung)

Nach der schriftlichen Zusage der Betriebe wurde den Interviewpartner:innen eine DSGVO-konforme Einwilligungserklärung für die Durchführung der Expert:inneninterviews zugeschickt, die von allen Befragten unterschrieben und zurückgesandt wurde. Es wurde angeboten die Interviews entweder persönlich vor Ort oder online durchzuführen. Ersteres hat den Vorteil eine persönlichere Erzählatmosphäre zu schaffen (Gläser und Laudel 2010). Dafür braucht es jedoch geeignete Räumlichkeiten, beispielsweise ein Büro oder Arbeitsräume, um ungestört Interviews mit akustischer Aufzeichnung durchzuführen. Durch die abgelegenen Lagen der Betriebe, die Schwierigkeit der Erreichung mit öffentlichem Verkehrsmittel und das Fehlen eines Autos wurde sich entschieden alle Interviews online mittels Videoanruf durchzuführen. Ähnlich wie bei Telefoninterviews,

ist der Nachteil dieser Durchführung, dass Interviews ggf. distanzierter und unpersönlicher sind (Gläser und Laudel 2010). Im Vergleich zu reinen Telefoninterviews können bei Videoanrufen jedoch visuelle Informationen wahrgenommen werden, wenn auch schlechter als bei persönlich-physischen Interviews (ebd.). Um auch digital eine möglichst offene und vertraute Atmosphäre zu erzeugen, wurde vor dem eigentlichen Interview ein kleines Einstiegsgespräch geführt. Dieses Einstiegsgespräch sollte dazu beitragen, dass eine offene und entspannte Erzählatmosphäre geschaffen wird. Für die digitale Durchführung per Videoanruf wurde die Plattform *Microsoft Teams* gewählt. Die Plattform bietet zudem die Möglichkeit, das Videotelefonat aufzuzeichnen (als Video sowie als Audiodatei). Die Audiodatei konnte später für die Transkription der Interviews verwendet werden, ohne dass externe Technik wie ein Aufnahmegerät von Nöten war. Vor dem Start der Aufnahme wurden die Befragten nochmals über den Rahmen der Befragung, den Hintergrund und das Thema der Abschlussarbeit sowie die angestrebte Interviewlänge informiert.

Das Transkribieren ist notwendig, um ein Interview anschließend auswerten zu können. Unterstützend wurde mit der Website „Trint.com“ (Trint o.J.) gearbeitet. Diese Website digitalisiert die Audiodateien und erstellt ein erstes Textskript. Anschließend müssen die erstellten Transkripte kontrollgelesen und ggf. verbessert werden. Dabei wurden die Transkriptionsregeln nach Kuckartz (2016) verwendet. Die Transkripte wurden anschließend nach Empfehlung von Kuckartz (2016) anonymisiert und formatiert. Die befragten Personen werden im weiteren Verlauf der Arbeit mit dem Kürzel P1 bis P4 gekennzeichnet.

Bei den Interviewtranskripten von P1 und P3 wurden jeweils die Gesprächsteile nach der abschließenden Frage beziehungsweise der abschließenden Gedanken nicht transkribiert, da diese keine relevanten Inhalte für die Forschung enthalten.

Die Transkripte der geführten Interviews sind aus Datenschutzgründen nicht dem Anhang beigelegt.

3.2.4 Qualitative Datenauswertung und -analyse

Innerhalb der qualitativen Inhaltsanalyse gibt es verschiedene Methoden, beispielsweise die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) oder nach Kuckartz (2016). In beiden Auslegungen werden „die qualitativen Daten systematisch und mit Hilfe von Kategorien analysiert“ (Kuckartz, 2016, S. 6). Bei der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz

(2016) liegt der Fokus stärker auf der „Analyse nach der Codierphase²⁰“, die „stärker qualitativ und hermeneutisch akzentuiert ist“ (ebd.). Für die Auswertung der Interviews wurde sich für die inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016) entschieden. Unterstützend wurde zudem die Software MAXQDA hinzugezogen.

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde sich mit verschiedenen Akzeptanzmodellen wie in Kapitel 2.3 beschrieben, auseinandergesetzt. Jedoch passen die spezifischen Annahmen und Prämissen dieser Modelle nicht zur Ausgangssituation und vorliegenden Datelage dieser Arbeit. Diese Modelle lassen sich gut auf bereits etablierte Innovationen anwenden, jedoch sind sie für die Analyse von noch nicht eingeführten und legalen Innovationen wie die der Recyclingdünger unpassend. Die Recyclingdünger befinden sich noch in der Entwicklungsphase und dadurch können die aufgenommenen Daten noch nicht den späteren Prozessschritten zugeordnet werden. Eine Strukturierung mithilfe eines Akzeptanzmodells würde Sinn ergeben, wenn die Technologie bereits eingesetzt und getestet wird und die Einordnung der Daten dadurch möglich wird. Die Verwendung eines dieser Modelle hätte daher zu einer Einengung oder Verzerrung der Analyse führen können, da nicht alle relevanten Aspekte berücksichtigt oder irrelevante Faktoren fälschlicherweise miteinbezogen werden.

Stattdessen wurde die Analyse auf die grundlegenden kontextunabhängigen Elemente der Akzeptanz begrenzt. Es wurde sich auf Objekt, Subjekt und Kontext sowie die dem Subjekt untergeordneten Akzeptanzdimensionen Einstellungen, Handlungen und Werte fokussiert. Dadurch können die Beziehungen zwischen diesen Kernelementen unvoreingenommen untersucht werden, ohne sich auf möglicherweise nicht passende Modellannahmen zu beschränken. Es wurde sich gleichermaßen auf die Hauptakzeptanzelemente fokussiert. Die Aufteilung ermöglicht eine umfassende und differenzierte Betrachtung der relevanten Einflussfaktoren. Die Untergliederung des Subjekts in die drei Akzeptanzdimensionen ermöglicht es, die subjektbezogenen Akzeptanzfaktoren bei den Gartenbaubetrieben differenziert zu erfassen und detaillierter zu analysieren. Ihre Einstellungen, Handlungen und Werte in Bezug auf die Recyclingdünger werden somit umfassend beleuchtet. Da das Thema der Nutzung von Düngern aus menschlichen Fäkalien, wie in Kapitel 2.1 beschrieben, ein sehr sensibles Thema ist, sind die Einstellungen der Befragten sehr relevant. Ebenfalls spielt für solidarisch wirtschaftende Gartenbaubetriebe

²⁰ Codieren bezeichnet die Zuordnung von Codes zu Textsegmenten, Bildausschnitten oder Videoclips in der Software MAXQDA

Nachhaltigkeit eine große Rolle (s. Kapitel 1.1). Aus diesem Grund ist der Einbezug der Einstellungen und Werte in die Analyse als wichtig zu erachten. Mithilfe der Handlungsdimension lässt sich zudem auch ein Teil des Umsetzungspotenzials der Recyclingdünger bei den Betrieben ableiten. Durch die gleichzeitige Berücksichtigung der drei Hauptakzeptanzelemente lässt sich ein ganzheitliches Bild zu den fördernden und hindernden Faktoren gewinnen. Diese Herangehensweise ermöglicht eine offenere und flexiblere Betrachtung der Akzeptanzsituation und erhöht dadurch die Validität der Ergebnisse, da keine potenziell irrelevanten Modellannahmen die Analyse verzerren könnten.

Um das Kategoriensystem zu erstellen und die Aussagen in den Interviews klassifizieren zu können wurden die Akzeptanzfaktoren der Studien von Jedelhauser et al. (2015), Utai et al. (2020), Kraus et al. (2019), Searles (2024) zusammengefasst und tabellarisch dargestellt (s. Tabelle 5). Die Einteilung der Faktoren in akzeptanzfördernde und -hindernde Faktoren sowie die Einteilung der Akzeptanzelemente basieren auf der Interpretation durch den Autor. Durch diese vorbereitende Klassifizierung der Faktoren wird die Codierung der Interviews erleichtert.

Akzeptanzelement	Akzeptanzfördernde Faktoren	Akzeptanzhindernde Faktoren
Akzeptanzobjekt	- Wirksamkeit/Nutzungseffizienz - Geringe Umweltwirkungen bei der Produktion - Schadstofffreiheit - Pflanzenbauliche Wirkung - Produktinformationen - Einheitliche Qualitätsstandards und Produktsicherheit - Nutzerorientierte Gestaltung - Individuelle Nährstoffzusammensetzung	- Schwermetallgehalt - Medikamentenrückstände - Äußerlich erkennbarer Unterschied zu Mineraldüngern
Akzeptanzsubjekt	- Unauffälliger Geruch - Transparenz	Image
Akzeptanzkontext	-	- Rechtliche Zulässigkeit - Kosten-Nutzen Verhältnis - Preis - Lokale und ausreichende Verfügbarkeit

Tabelle 5 Zusammengefasste Akzeptanzfaktoren der Studien aus Kapitel 2.1 (eigene Darstellung)

Das vollständige Kategoriensystem mit den Haupt- und Subkategorien, den jeweiligen Definitionen sowie den Codierregeln befindet sich im Anhang.

In der ersten Phase wurde das Material gesichtet und erste Anmerkungen geschrieben sowie wichtige Textstellen markiert. Für die Erstellung des Kategoriensystems wurden im zweiten Schritt Codes anhand der vorhandenen Literatur deduktiv erstellt (Phase 2). Übergeordnet wurde im Sinne der Forschungsfrage die Codierung in fördernde und hindernde Faktoren aufgeteilt, um damit später das Umsetzungspotenzial der Recyclingdünger ableiten zu können. Weiterhin wurden die beiden Faktoren in die drei Akzeptanzelemente Objekt, Subjekt und Kontext untergliedert. Als letzter Schritt wurde das Subjekt in die Dimensionen Einstellungen, Handlungen und Werte unterteilt (s. Abbildung 2). In der ersten Codierphase wurden nun die Texte sequenziell durchgegangen und Textabschnitte den Kategorien zugewiesen (Kuckartz 2016) (Phase 3). Es folgte die zweite Codierphase: „Hierfür wurden alle mit den Hauptkategorien codierten Textstellen [...] in einem erneuten Materialdurchlauf den neu gebildeten Subkategorien zugeordnet“ (Kuckartz 2016, S.182) (Phase 4). Dafür wurde Schritt für Schritt jede Hauptkategorie einzeln bearbeitet. Damit ist die Systematisierung und Strukturierung des Materials abgeschlossen (Kuckartz 2016) (Phase 5).

4 Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Interviews anhand der gebildeten Haupt- und Subkategorien genauer erläutert. Aufgrund der Überschneidungen einzelner Themenbereiche wurden einige Aussagen mehreren Haupt- und Subkategorien zugeordnet. Eine Erwähnung entspricht dabei einer Textpassage, die im Codiervorgang einer Haupt- oder Subkategorie zugeordnet wurde. Die Begriffe „Kategorie“ und „Code“ werden in diesem Fall synonym verwendet. Mithilfe der kategorienbasierten Auswertung nach Kuckartz (2016) werden die Ergebnisse der bei MAXQDA gebildeten Kategorien vorgestellt, die sich an der Forschungsfrage orientieren. Der Fokus liegt auf qualitativen Zusammenhängen, weniger auf quantitativen Aufzählungen. Zitate der interviewten Personen werden mit Anführungszeichen gekennzeichnet.

4.1 Fördernde Akzeptanzfaktoren

Um die fördernden Akzeptanzfaktoren herauszufiltern, wurden anhand dieser Hauptkategorie drei Subkategorien (Objekt, Subjekt, Kontext) gebildet. Anhand dieser Subkategorien erfolgt eine Auswertung der Interviews. Für die Darstellung der Ergebnisse wurden Zitate aus den Interviews verwendet. Diese Aussagen belegen die Ergebnisse und geben als verbale Daten einen Einblick in die geführten Interviews (Kuckartz 2016).

Objekt (Technologie)

Diese Kategorie beschreibt die technologischen Aspekte und Eigenschaften des Recyclingdüngers aus menschlichen Fäkalien. Als wichtige Produktinformationen ist die Herkunft mehrfach genannt worden. P3 erhofft sich von Recyclingdüngern gegenüber herkömmlichen Düngemitteln folgende 2 Aspekte: Zum einen sollten die Dünger durch eine lokale Produktion kürzere Transportwege haben „dass es nicht so von weit her kommt“ (P3, Absatz 90) und zum anderen empfindet P3 den Einsatz von kompostierten Materialien als natürlicher im Vergleich zu industriell hergestellten Düngemitteln, die anderenorts Nährstoffe entziehen

„irgendwo was Kompostiertes zu holen fühlt sich ganz, ganz anders an, als eben das haben wir gerade in der Diskussion, ob wir wirklich so abgebagerte oder irgendwie hergestellte Zusatznährstoffe irgendwo holen, die dann woanders fehlen“ (P3, Absatz 90).

Die Befragten Betriebe legen alle Wert auf eine lokale Herstellung sowie kurze Transport- und Lieferwege. Die Befragten betonten die Relevanz detaillierter Nährstoffangaben für die Akzeptanz von Recyclingdüngern. Wie das folgende Zitat verdeutlicht: „Also klar auf die Nährstoffwerte, so NPK und was alles da drinnen ist, würde ich sagen, das ist wichtig, dass es drauf steht“ (P3, Absatz 79). Dies deckt sich mit der Aussage zu den Produktinformationen zum Dünger: „umso mehr Hinweisblätter es auch gibt [...] wie viel Stickstoff, wie viel Phosphor, was alles so drin ist“ (P1, Absatz 12).

Die Befragten betonten die Relevanz von Anwendungshinweisen zur Düngerverwendung. Es wurden vor allem die Einsatzgebiete und die Ausbringungsmenge als relevant erachtet: „wie man es dann im Idealfall auch anwendet und vielleicht auch für welche Kultur, welche Mengen“ (P1, Absatz 12) und „Ausbringungsmenge ist natürlich auch immer praktisch wenn das mit draufsteht“ (P3, Absatz 79). P3 würde es als fördernd empfinden, wenn Informationen zu allgemeinen Rückständen wie Medikamentenrückstände oder Spurenelemente der Düngemittel aufgeführt werden würden: „so ein Zettel zu Reststoffen. Das war auf jeden Fall auch so - das wurde sehr viel gefragt. Das ob dann noch quasi auch Medikamentenrückstände oder andere Sachen da drin [sind].“ (P3, Absatz 98). Um eine potenzielle Etablierung von Recyclingdüngern in solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben zu ermöglichen, spielt die Transparenz des Herstellungsprozesses auch eine Rolle:

„Also wenn ich es jetzt aus meiner, vor allem auch politischen Perspektive betrachte, dann geht es mir, würde es mir auch darum gehen wie sind die Arbeitsbedingungen? Wie wird es da letztendlich produziert? Ist es naturschonend und oder entstehen Abfallprodukte, die dann doch wieder zu Belastung führen? Gibt es kurze Wege? Wie sicher ist das Produkt?“ (P1, Absatz 24)

In der Subkategorie Qualitätssicherung, wurden zwei weitere Unterkategorien identifiziert: Die Zusammensetzung und Wirkung des Düngers sowie Qualitätszertifikate. Bezüglich der Zusammensetzung und Düngewirkung legten die Befragten Wert auf eine konstante Düngeleistung, konstante Nährstoffgehalte und eine gute Wasserspeicherkapazität wie die folgenden Zitate verdeutlichen: „Und dann natürlich, genau ist das so ein Allrounddünger. Genau ist das jetzt hier ein NPK-Dünger oder so? Ist natürlich wichtig die Zusammensetzung, also die Wirkweise, klar“ (P2, Absatz 34). Ebenfalls sollte der

Dünger eine gutes C/N-Verhältnis²¹ aufweisen: „Und [...] das C/N-Verhältnis angenehm ist. Eher so ein bisschen so kohlenstofflastig, aber auch nicht so sehr. Um die 30:1“ (P4, Absatz 42). Ebenfalls sollte die Wasserspeicherkapazität des Düngers hoch sein: „Die Wasserspeicherkapazität sollte schon größer als beim Grünschnittkompost [sein]“ (P4, Absatz 72). Darüber hinaus wurde die Bedeutung von Qualitätszertifikaten wie das RAL-Gütezeichen²² für Recyclingkomposte (beispielsweise H.I.T. in Kapitel 2.2) hervorgehoben, die auf eine besondere Qualität, Sicherheit und Zuverlässigkeit hinweisen: „So ehrlich gesagt, diesen RAL-Siegel muss das schon haben“ (P4, Absatz 66).

Subjekt (Nutzer)

Diese Kategorie beschreibt die subjektive Sichtweise und Einstellung der befragten Gartenbaubetriebe. Die Kategorie wurde weiterhin in die drei Subkategorien Einstellungsdimension, Handlungsdimension sowie Wertdimension unterteilt. Innerhalb der Einstellungsdimension wurde von den befragten Gartenbaubetrieben die Geruchswahrnehmung als relevant gesehen. Insbesondere wurde eine Geruchsneutralität des Düngers angesprochen, wie das folgende Zitat verdeutlicht: „Ich glaube, wenn, umso geruchsneutraler, umso höher wird wahrscheinlich die Akzeptanz sein, das einzusetzen“ (P1, Absatz 20). P3 und P4 empfanden eine Gleichgültigkeit gegenüber des Geruchs: „Wenn es hilft, dann kann es meinerwegen auch stinken“ (P3, Absatz 57). Innerhalb der Kategorie Handlungsdimension gaben P1, P2 und P4 an, bereits eigene Trockentoiletten zu nutzen. P1 erläuterte, dass bei Besuchen von Solawi-Mitgliedern auf ihrem Hof Trockentoiletten vorhanden sind und eine Kompostierung der Fäkalien angestrebt wird:

„Im Bereich bei uns selber auf dem Hof und wenn Solawistas auf den Hof kommen und hier mithelfen, haben wir ein Kompostklo, eine Trenntoilette, wo wir zumindest schon mal den Schritt geschafft haben, flüssig und fest zu trennen, aber scheitern regelmäßig an der Aufarbeitung.“ (P1, Absatz 6)

In der Kategorie Wertdimension spielte für die befragten Gartenbaubetriebe die Ethik des Recyclingdüngers eine wichtige Rolle. Dabei umfassten die ethischen Aspekte Arbeitsbedingungen, Produktionsbedingungen, Düngerherkunft, Transparenz und Nachhaltigkeit. Wie das folgende Zitat verdeutlicht, bevorzugten die Befragten natürliche Prozesse

²¹ Das C/N-Verhältnis beschreibt die Gewichtsanteile von Kohlenstoff (C) und Stickstoff (N) zum Beispiel von Böden oder Kompost. Je höher der Anteil von C im Verhältnis zum Anteil an N des organischen Düngemittels, desto höher ist seine Abbaustabilität und Humuswirksamkeit.

²² Steht für „Reichs-Ausschuss für Lieferbedingungen“ (RAL)

gegenüber industriellen: „ich würde schon natürliche Prozesse bevorzugen, die unter dem freien Himmel stattfinden, eher als in Reaktoren, würde ich sagen“ (P4, Absatz 80).

Zudem spielt das ökologische Bewusstsein zur Förderung natürlicher Prozesse, Schließung von Kreisläufen und die Verringerung globaler Auswirkungen (z.B. Transportwege, Klimabilanz, Eutrophierung²³, Abbau von Mineralen) eine Rolle bei der Düngerauswahl:

„ich würde es zum Beispiel nicht nur machen, weil ich an Dünger rankommen will, sondern weil ich wichtig finde, das gestörte Kreislaufsysteme wieder zu geschlosseneren Kreislaufsystemen werden und diese Problemlagen entschärft werden.“ (P1, Absatz 26)

Kontext (Umfeld)

Dieser Abschnitt beschreibt die Rahmenbedingungen für die Nutzung von Recyclingdüngern im Kontext der Solawi-Mitglieder, potenzieller Abnehmer:innen oder der Gesellschaft im Allgemeinen. Für alle befragten Betriebe war die wichtigste Voraussetzung eine rechtliche Zulassung der Recyclingdünger, insbesondere für den biologischen Anbau, wie das folgende Zitat verdeutlicht: „Also bei uns ist ganz wichtig natürlich in erster Linie, ist es zugelassen, im Bioanbau?“ (P2, Absatz 34). Die Befragten betonten die Bedeutung einer transparenten Kommunikation, um die Solawi-Mitglieder und Verbraucher:innen von der Sinnhaftigkeit und Unbedenklichkeit der angewendeten Praktiken zu überzeugen und deren Vertrauen zu gewinnen. P3 hob die Wichtigkeit von Recyclingdüngern hervor und erläuterte die Notwendigkeit, den Mitgliedern die Vorteile zu erklären:

„Aber ich glaube, wir würden eher das natürlich schön finden [...] was uns daran wichtig ist und warum wir das gerne ausprobieren wollen. Und den Leuten halt dann auch erklären, warum das toll und wichtig ist und warum wir das unbedenklich finden und ich glaube damit könnten wir die aller, aller allermeisten auf jeden Fall abholen. Indem wir das einfach erzählen und unser Wissen teilen. Und die ganz, ganz wenigen, die vielleicht darüber hinaus noch irgendwie Sorgen oder Probleme damit hätten, für die, glaube ich, wäre es wahrscheinlich relativ interessant dann zu wissen, wie so die offizielle Anerkennung ist. Also was jetzt so [...] irgendwelche Untersuchungen ergeben [...] oder es ist sowieso offiziell anerkannt. Dann wäre wahrscheinlich für die noch so eine Information wichtig.“ (P3, Absatz 97)

P1 äußerte den Wunsch nach einer Open-Source-Technologie zur lokalen Fäkalienaufbereitung und lokaler Kooperationen mit anderen Einrichtungen wie zum Beispiel Schulen.

²³ Anreicherung von Nährstoffen in einem Ökosystem

Dadurch könnten Nährstoffkreisläufe im ländlichen Raum geschlossen werden, ohne lange Transportwege zu einer dezentralen Aufbereitungsanlage:

„Und wenn ich jetzt das zu Ende denke und ich könnte mir ein Konzept zusammenstellen, [...] würde ich eigentlich interessanter finden, wenn [...] eine Open Source Technik entwickelt wird oder vielleicht sogar Kompostsysteme, die man sich auf den Hof stellen kann. Und ich zum Beispiel mit dem, was weiß ich, mit der nächstgelegenen freien Schule hier in der Region kooperiere, die mit Gemüse versorge, die bereit sind, sich Trockentoiletten einzubauen und ich eine direkte Rückführung in hier dem ländlichen Raum organisieren kann und es nicht erst abgeholt wird, zu einer Firma geht, die bereitet es auf und bringt es wieder zurück. Das sind ja schon wieder eigentlich gestörte Kreisläufe und Energieressourcen, die draufgehen“ (P1, Absatz 22).

Zudem wünschen sich die Befragten einen Austausch von Erfahrungswerten mit Partnerbetrieben bezüglich der Düngewirkung von Recyclingdüngern: „Also ich glaube, es wäre total schlau, im Grunde Projektpartnerbetriebe sich heranzuholen, die dann auch mal so Testdurchläufe machen und dann auch Erfahrungswerte mitteilen“ (P1, Absatz 28).

4.2 Hindernde Akzeptanzfaktoren

Um die hindernden Akzeptanzfaktoren herauszufiltern, wurden wie im vorangegangenen Kapitel anhand der drei Subkategorien Objekt, Subjekt und Kontext die Interviews ausgewertet.

Objekt (Technologie)

Dieser Abschnitt thematisiert die Kompatibilität und Produktsicherheit als wichtige Akzeptanzfaktoren von Recyclingdüngern aus Sicht der befragten Gartenbaubetriebe. In Bezug auf die Kompatibilität wurde die Konsistenz der Düngemittel als entscheidend angesehen, um eine regelmäßige Ausbringung zu ermöglichen. Dies verdeutlichen folgende Zitate: „eine bestimmte Konsistenz, muss es halt haben, dass es eine regelmäßige Ausbringung möglich ist.“ (P2, Absatz 18) und „in welcher Konsistenz kommen die halt. Also, wie kann ich es ausbringen?“ (P2, Absatz 34). Zudem müssen die passenden technischen Geräte für die Ausbringung vorhanden sein. Bezüglich der Produktsicherheit wurde die Einhaltung der Grenzwerte der Düngemittelverordnung und die Vermeidung von Medikamentenrückständen als wichtig erachtet, wie die folgenden Zitate zeigen: „dass es [das Düngemittel, *Anm. des Autors*] die Öko-Verordnung einhält. Da gibt es ja

immer Grenzwerte für Cadmium [...]. Das wir es überhaupt einsetzen dürfen und nicht riskieren [...] unsere Bio-Zulassung zu verlieren“ (P1, Absatz 12) und

„ansonsten so Medikamenten wäre so ein Bedenken bei mir so Rückstände von Medikamenten. Die größten sind die Schmerzmittel, aber wie auch immer - alles, Antibabypille, alles, was man Grundwasser findet, sollte man nicht im Dünger finden.“ (P4, Absatz 66)

Subjekt (Nutzer)

In der Kategorie Einstellungsdimension wurde die Geruchsbelastung von Recyclingdüngern als potenzielles Problem angesehen, falls diese nach unbehandelten Fäkalien riechen, wie das folgende Zitat verdeutlicht:

„Ich glaube [...] wenn es in die Richtung geht, wo menschliche Dünger sozusagen ursprünglich - und es riecht in die Richtung danach [...]. Ich glaube, das wäre problematisch insgesamt.“ (P2, Absatz 22)

Zudem wurde die Transparenz in der Kommunikation mit den Solawi-Mitgliedern über die Nutzung anthropogener Düngemittel als Herausforderung gesehen, da Bedenken aufkommen könnten:

„weil es [ist] für die Mitglieder auch sehr wichtig, glaube ich, weil das ist natürlich ein Vermittlungsproblem. Viele werden mitgehen, aber einige werden auch sagen [...] ich will auch kein Gemüse essen, wo Urin raufkommt. Also da muss man schon, glaube ich, sehr klar kommunizieren können.“ (P1, Absatz 12)

Zur Handlungs- und Wertdimension wurde in Bezug auf hindernde Akzeptanzfaktoren keine relevanten Aussagen getätigt.

Kontext (Umfeld)

Die Kosten des Recyclingdüngers betreffend führten alle Betriebe an, dass eine Bezahlbarkeit des Produktes sichergestellt sein muss, damit die Lebensmittel für die Endkonsument:innen erschwinglich bleiben: „Ja, es ist wahrscheinlich eine Preisfrage am Ende“ (P2, Absatz 54) und „natürlich auch am Ende eine Bezahlbarkeit“ (P1, Absatz 24). P2 thematisierte den Energieaufwand des Recyclingdüngers bei der Herstellung als Kosten- und Nachhaltigkeitsfaktor:

„Mit welchem Energieaufwand wird zum Beispiel [...] dieser Dünger hergestellt? Ist es denn letztendlich ökologischer als andere Düngemittel? [...] ich meine, es muss sich am

Ende ja auch rentieren, irgendwie. Deswegen wenn es da energetisch sehr aufwendig ist, wird es wahrscheinlich auch auf dem Markt nicht bestehen.“ (P2, Absatz 56)

Ein letzter Faktor stellte die Verfügbarkeit/Menge der Recyclingdünger dar. P4 führt an, dass sich die Abnahme der Recyclingdünger aus ökologischer Sicht erst ab einer gewissen Menge sowie der Art der Verpackung für den Betrieb lohnt.

4.3 Zusammenfassung relevanter Ergebnisse

Als eine Grundvoraussetzung für die befragten Gartenbaubetriebe muss eine rechtliche Zulassung der Dünger allgemein und speziell im biologischen Anbau gegeben sein. Eine Transparenz der Medikamentenrückständen, Düngerherkunft und Herstellungsbedingungen sind als sehr wichtig befunden worden. Die Akzeptanz würde durch Aspekte wie Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft gesteigert werden. Ebenfalls notwendig für die Akzeptanz sind eine gesicherte Qualität der Düngemittel, eine gute Düngewirkung und die Einhaltung der Grenzwerte für Schadstoffe. Erfahrungswerte durch Testdurchläufe der Recyclingdünger in anderen Betrieben wären ebenfalls akzeptanzfördernd. Die Akzeptanz von Recyclingdüngern könnte durch verschiedene Faktoren beeinträchtigt werden. Ein wesentlicher Punkt dabei sind Bedenken bezüglich möglicher Rückstände im Boden oder in den angebauten Nahrungsmitteln. Auch die fehlende Kompatibilität mit den vorhandenen technischen Geräten könnte ein hindernder Faktor sein. Ein weiteres potenzielles Hindernis könnte die ausreichende Verfügbarkeit der Düngemittel darstellen. Die Betriebe müssen sich darauf verlassen können, dass sie die benötigten Mengen regelmäßig und zuverlässig beziehen können. Der Energieaufwand für die Düngerherstellung wurde ebenfalls kritisch hinterfragt. Eine mögliche Geruchsbelastung, die mit der Düngerverwendung einhergeht, könnte zudem ein hindernder Faktor sein. Bedenken wurden auch hinsichtlich der Akzeptanz der Dünger bei den Solawi-Mitgliedern geäußert. Eine transparente Kommunikation über den Einsatz von anthropogenen Recyclingdüngern ist zwar notwendig, könnte aber auch zu Diskussionen und möglicherweise auch zu Ablehnung führen.

Beim Codierungsvorgang wurde wie in Tabelle 6 dargestellt, eine höhere Anzahl an Codings bzw. Aussagen getätigt, die den fördernden Faktoren zuzuordnen sind.

Hauptkategorien	Fördernde Akzeptanzfaktoren	Hindernde Akzeptanzfaktoren
Anzahl Codings pro Hauptkategorie	55	25

Tabelle 6 Auflistung Häufigkeiten der Aussagen zu den Akzeptanzfaktoren (eigene Darstellung)

5 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Erkenntnisse aus der Datenerhebung mit dem Forschungsstand verglichen und untereinander in Beziehung gesetzt. Im Anschluss wird ein Ausblick auf weitere Forschung und Handlungsempfehlungen gegeben. Abschließend werden eine kritische Reflexion und Limitationen der Arbeit präsentiert.

5.1 Ergebnisdiskussion

Es werden die in Kapitel 2.1 genannten Studien zur Akzeptanz von Recyclingdünger, mit der vorliegenden Erhebung verglichen (s. Tabelle 7) und drei zentrale Ergebnisse ausführlicher diskutiert. Dieser Vergleich soll einen Überblick über die Überschneidungen, Widersprüche und neuen Erkenntnisse der vorliegenden Daten geben.

Die in Tabelle 7 gelisteten Faktoren wurden aus den einzelnen Studien zusammengeführt, um diese visuell besser miteinander vergleichen zu können. Die Faktoren wurden zusammengefasst, wenn diese der gleichen Bedeutung, aber nicht dem gleichen Wortlaut entsprechen. Sie wurden, wie in Kapitel 2.3 beschrieben, entsprechend den zentralen Akzeptanzelemente zugeordnet. Um die Ergebnisse der vorliegenden Erhebung in den Stand der Forschung einordnen zu können, wird sich, wie in der gesamten Arbeit, an den Aspekten des Akzeptanzobjekts, -subjekts- und -kontexts orientiert. Zusätzlich wurde sich im Rahmen der Diskussion spezifischer mit drei zentralen Ergebnissen aus der eigenen Erhebung auseinandergesetzt: Die **Produktsicherheit**, die **Zusammensetzung und Düngewirkung** (beim Objekt) sowie die Wichtigkeit des **ökologischen Handelns** (beim Kontext). Da es den Umfang der Arbeit übersteigen würde auf alle Akzeptanzfaktoren einzeln einzugehen, wurde sich auf diese Faktoren der eigenen Erhebung fokussiert. Zu diesen Faktoren findet sich am meisten Literatur und sie lassen sich dadurch sinnvoll in den Kenntnisstand integrieren.

Akzeptanzdimensionen- und faktoren	Eigene Erhebung	Studie von Jedelhauser et al. (2015)	Studie von Utai et al. (2020)	Studie von Kraus et al. (2019)	Studie von Searles (2024)
Objekt (Technologie)					
Produktinformationen	x		x		x
Wirksamkeit	x	x		x	x
Nährstoffzusammensetzung	x		x		
Schadstofffreiheit	x	x	x	x	
Qualitätsstandards	x				x
Kompatibilität	x	x			x
Äußerlich erkennbarer Unterschied zu chemisch-synthetischen Mineraldüngern		x			
Transparenz des Herstellungsprozesses	x	x		x	x
Subjekt (Nutzer)					
Transparenz gegenüber Endverbrauchern	x				x
Image		x			
Geruchswahrnehmung	x				x
Ökologisches Bewusstsein	x				
Ethische Faktoren	x				
Kontext (Umfeld)					
Preis	x	x	x	x	x
Energieaufwand	x	x			
Rechtliche Zulässigkeit	x	x		x	x
Verfügbarkeit des Düngers	x		x		x
Erfahrungswerte	x				
Wissenstransfer	x				

Tabelle 7 Vergleich der Akzeptanzdimensionen und -faktoren für Recyclingdünger aus verschiedenen Studien und eigener Erhebung (eigene Darstellung)

Objekt (Technologie)

In Bezug auf das Akzeptanzobjekt zeigen sich einige Übereinstimmungen, aber auch Unterschiede zwischen der vorliegenden Erhebung und den anderen Studien. Die Ergebnisse zum Faktor Wirksamkeit deckten sich mit den Studien von Jedelhauser et al. (2015), Kraus et al. (2019) und Searles (2024). Ebenso stimmten die Faktoren Schadstofffreiheit mit den Studien von Jedelhauser et al. (2015), Utai et al. (2020) und Kraus et al. (2019)

sowie die Transparenz des Herstellungsprozesses mit Jedelhauser et al. (2015), Kraus et al. (2019) und Searles (2024) überein.

In Bezug auf den Faktor Produktinformationen zeigte sich eine weitgehende Übereinstimmung mit den Studien von Utai et al. (2020) und Searles (2024). Die Kompatibilität deckt sich mit den Untersuchungen von Jedelhauser et al. (2015) und Searles (2024). Darüber hinaus wurden in der vorliegenden Erhebung zusätzlich die Qualitätsstandards, die mit Searles (2024) übereinstimmen sowie die Nährstoffzusammensetzung, die sich mit Utai et al. (2020) deckte, als relevante Faktoren identifiziert.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zur **Zusammensetzung und Düngewirkung** betreffend, fordern die Betriebe Informationen zum Düngeeffekt und der Nährstoffzusammensetzung:

„Und ansonsten wäre es natürlich, glaube ich, für welche Firma auch immer das macht super, umso mehr Hinweisblätter es auch gibt, was man, was für ein Effekt dieser Dünger hat, welche Spurenelemente oder Düngerwirkung er entfaltet, wie viel Stickstoff, wie viel Phosphor, was alles so drin ist.“ (P1, Absatz 12)

Häfner et al. (2023) stellten für die nitrifizierten Urindünger Aurin und CROP sowie ein Fäkalienkompost eine positive Düngewirkung fest. Finizio nutzt ähnliche Herstellungsverfahren für ihre Düngemittel, wie in Kapitel 2.2 beschrieben. Aurin, CROP und der Fäkalienkompost wurden mit dem im ökologischen Landbau zugelassenen organischen Handelsdünger Vinasse verglichen. Wie in Tabelle 1 verdeutlicht, weist Aurin im Vergleich einen höheren Anteil an Gesamtstickstoff und Phosphor, der Fäkalienkompost einen höheren Anteil an Phosphor und Kalium auf. Es deutet dadurch auf eine ähnliche Düngewirkung hin und könnte dementsprechend auch auf eine höhere Akzeptanz bei den Gartenbaubetrieben hinweisen. Ebenfalls könnte dieser Faktor gefördert werden, wenn andere Betriebe ihre Erfahrungsberichte zur Nutzung von Recyclingdüngern teilen würden (s. Kapitel 4.1). Zudem legt die in Kapitel 2.2.2 beschriebene DIN SPEC Qualitätskriterien für die sichere Anwendung von Recyclingdüngern aus Trockentoiletten im Gartenbau fest. Dies kann dazu beitragen, Bedenken bei den Nutzer:innen zu reduzieren und die Bereitschaft der Nutzung zu erhöhen. Auf lange Sicht gesehen könnte diese Vertrauensbildung den Weg für einen breiteren Markt für Recyclingdünger schaffen und die Akzeptanz erhöhen.

Aus den qualitativen Daten der vorliegenden Arbeit geht ebenfalls hervor, dass die befragten Personen vor allem Bedenken bezüglich der **Produktsicherheit** (Medikamentenrückstände, Spurenelemente) haben:

„ein Bedenken [wäre] bei mir so Rückstände von Medikamenten. Die größten sind die Schmerzmittel, aber wie auch immer - alles, Antibabypille, alles, was man Grundwasser findet, sollte man nicht im Dünger finden.“ (P4, Absatz 66)

Die in Tabelle 7 genannten Studien bestätigen ebenfalls die Bedenken von Schadstoffen bei den untersuchten Proband:innen. Wie in Kapitel 2.6 geschildert, können menschliche Ausscheidungen Schwermetalle und Rückstände von Medikamenten beinhalten. Jedoch lässt sich diese Problematik wie in Kapitel 2.1 beschrieben, durch eine Trennung der Stoffströme verringern. Durch die separate Sammlung können die Krankheitserreger sowie Schad- und Nährstoffe spezifischer behandelt werden. Die Bedenken der Proband:innen lassen sich weiter durch die Studie von Häfner et al. (2023) wie in Kapitel 2.1 beschrieben entkräften. Wie dort beschrieben, wurden die Pflanzen auf verschiedene Substanzen getestet und lediglich geringe Rückstände von Medikamenten nachgewiesen. Die Studie von Utai et al. (2020) weist zudem auf einen geringeren Schwermetallgehalt von „Struvit“²⁴ als von herkömmlichen Rohphosphatdüngern hin. Es wurden jedoch bisher keine Langzeitstudien dazu durchgeführt. Somit lässt sich zu diesen Bedenken noch keine finale Aussage treffen, ob diese berechtigt sind oder nicht. Hier wird deutlich, dass eine gründliche Aufbereitung und Hygienisierung der Recyclingdünger essenziell ist, um Gesundheitsrisiken auszuschließen. Des Weiteren wurde auch die **Einhaltung von Schadstoffgrenzwerten** als Voraussetzung genannt, da die Gartenbaubetriebe die Düngemittel sonst nicht im biologischen Anbau verwenden könnten:

„Das wir es überhaupt einsetzen dürfen und nicht riskieren unseren (..) Bio, unsere Bio-Zulassung zu verlieren, was auch bei den jetzigen Komposterden die wir zukaufen immer die Grundvoraussetzung ist, dass es die Düngeverordnung einhält, nicht die Düngeverordnung, (..) die Grenzwerte einhält.“ (P1, Absatz 12)

²⁴ Struvit, oder auch Magnesium-Ammonium-Phosphate ist ein Produkt, das bei der Aufbereitung von Abwasser oder Klärschlämmen entstehen kann

Dieses Kriterium ist aktuell noch nicht erfüllt, da es wie in Kapitel 2.7 beschrieben noch keine rechtliche Zulassung von Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen gibt.

Subjekt (Nutzer)

In Übereinstimmung mit Searles (2024) wurden in der vorliegenden Erhebung die Transparenz gegenüber Endverbraucher:innen und die Geruchswahrnehmung als relevante Faktoren identifiziert. Im Gegensatz zu den Studien von Jedelhauser et al. (2015), Utai et al. (2020), Kraus et al. (2019) und Searles (2024) wurden in der vorliegenden Erhebung zusätzlich das ökologische Bewusstsein und ethische Aspekte als relevant ermittelt.

Die befragten Betriebe verdeutlichten die Wichtigkeit eines **ökologischen Handelns**. Wie in Kapitel 2.1 erläutert, könnte der Einsatz von Recyclingdüngern einen signifikanten Anteil des in Deutschland eingesetzten mineralischen Düngers ersetzen und dadurch einen wichtigen Beitrag zum Klima- und Ressourcenschutz leisten. Das lässt sich wie in Kapitel 1.1 beschrieben durch die Grundprinzipien und Visionen der solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetriebe auf ökologische und nachhaltige landwirtschaftliche Praktiken bekräftigen. Das bestätigt sich zudem durch Tabelle 3 da die Gartenbaubetriebe einen biologischen Anbau und Nährstoffrecycling durch Kompostierung betreiben. Weiterhin nutzen drei der vier befragten Betriebe eigene Trockentoiletten und zwei dieser drei Betriebe streben eine eigene Kompostierung der Trockentoiletteninhalte an. Wie in Kapitel 2.2 angeführt, würde die Nutzung von Trockentoiletten und die aus den Inhalten entstehenden Dünger, einen großen Anteil am Trinkwasserverbrauch einsparen. Alle befragten Betriebe nutzen als externe Nährstoffversorgung organische Düngemittel wie beispielsweise Tiermist von benachbarten Betrieben, Haarmehlpellets oder Hornspäne. All diese Faktoren deuten auf das Ziel der Proband:innen von geschlossenen Kreisläufen und eines umweltschonenden Handelns hin.

Kontext (Umfeld)

In Bezug auf den Akzeptanzkontext zeigt sich eine einheitliche Übereinstimmung bei dem Faktor Preis mit Jedelhauser et al. (2015), Utai et al. (2020), Kraus et al. (2019) und Searles (2024). Ebenso wurde eine Überschneidung mit der rechtlichen Zulässigkeit in den Untersuchungen von Jedelhauser et al. (2015), Kraus et al. (2019) und Searles (2024) festgestellt. Weitgehende Übereinstimmung bestand zudem hinsichtlich der Verfügbarkeit des Düngers mit Utai et al (2020) und Searles (2024). Der Energieaufwand wurde als

relevanter Faktor in der Studie von Jedelhauser et al. (2015) identifiziert. Im Gegensatz zu den genannten Studien von Jedelhauser et al. (2015), Utai et al. (2020), Kraus et al. (2019) und Searles (2024) wurden in der vorliegenden Erhebung zusätzlich die Erfahrungswerte und der Wissenstransfer als kontextuelle Akzeptanzfaktoren identifiziert.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass neben den in den anderen Studien identifizierten Faktoren, weitere spezifische Aspekte für die Akzeptanz von Recyclingdüngern in solidarisches wirtschaftenden Gartenbaubetrieben relevant sind. Um die Akzeptanzsituation umfassend zu analysieren ist eine, wie in Kapitel 5.2 bereits erwähnte ganzheitliche Betrachtung der Akzeptanzelemente essenziell.

Zusammengefasst lassen sich Überschneidungen der Akzeptanzfaktoren vor allem bei der Wirksamkeit, der Schadstofffreiheit, der Transparenz des Herstellungsprozesses, dem Preis und der rechtlichen Zulässigkeit erkennen (s. Tabelle 7). Neben den bereits bekannten Faktoren wurden auch neue, spezifische Kriterien identifiziert: Anwendungshinweise, ethische Faktoren, weitere ökologische Faktoren, die Wichtigkeit der Transparenz gegenüber den Endverbraucher:innen, den Wunsch nach einem Wissenstransfer und Erfahrungswerten. Insgesamt zeigt der Vergleich, dass einige Kernfaktoren über die Studien hinweg ähnlich sind, die vorliegende Erhebung jedoch auch neue, bisher nicht berücksichtigte Aspekte aufzeigt. Dies unterstreicht die Notwendigkeit einer ganzheitlichen Betrachtung der Akzeptanzdimensionen in unterschiedlichen Kontexten. Zu berücksichtigen ist trotzdem, dass in den Studien (s. Kapitel 2.1) die Akzeptanz zu unterschiedlichen Arten von Recyclingdüngern und landwirtschaftlichem Anbau untersucht wurde und deshalb die Übertragung der Ergebnisse nur teilweise möglich ist. Um eine breitere Akzeptanz von Recyclingdüngern zu erreichen, ist es erforderlich, sowohl die rechtliche Ausgangslage anzupassen als auch die identifizierten Akzeptanzfaktoren zu berücksichtigen. Durch diese Herangehensweise werden diese beiden wesentlichen Aspekte adressiert, welche für eine erfolgreiche Implementierung und Verbreitung von Recyclingdüngern notwendig sind. Auf der einen Seite schafft die Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen die notwendigen Voraussetzungen auf regulatorischer Ebene. Auf der anderen Seite gewährleistet die Berücksichtigung der Akzeptanzfaktoren, dass die Bedürfnisse und Bedenken der potenziellen Nutzer:innen in den Prozess einbezogen werden.

5.2 Handlungsempfehlungen für weitere Forschung (Ausblick)

Bei allen befragten Gartenbaubetrieben zeigt sich deutlich ein Bewusstsein für Nachhaltigkeit und eine geschlossene Kreislaufwirtschaft. Alle befragten Personen weisen bereits einen gewissen Kenntnisstand über Recyclingdünger auf, haben bisher jedoch noch keine direkten Erfahrungen in der Nutzung mit diesem machen können. Das Ziel der in diesem Kapitel beschriebenen Handlungsempfehlungen sind, die Forschung zu Recyclingdüngern zu vertiefen, sodass ein umfassenderes Verständnis erlangt und geeignete Maßnahmen dadurch abgeleitet werden können.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden vier solidarisch wirtschaftende Gartenbaubetriebe zur Akzeptanz von Recyclingdüngern aus menschlichen Fäkalien befragt (s. Kapitel 3.2.1). Die **Stichprobengröße** lässt vermuten, dass nicht alle relevanten Themenfelder und Aspekte vollumfänglich abgedeckt werden konnten, es jedoch empfehlenswert scheint, bei einer Folgeuntersuchung mit einer größeren Stichprobe zu arbeiten. Dadurch könnte die Aussagekraft der Ergebnisse erhöht und weitere mögliche Erkenntnisse zu den Akzeptanzfaktoren dazu gewonnen werden. Eine umfangreichere Datenlage würde die Möglichkeit geben, die Ergebnisse ausführlicher zu analysieren und fundiertere Schlussfolgerungen ziehen zu können.

Da diese Erhebung den Fokus auf Gartenbaubetriebe in Berlin und Brandenburg hat (s. Kapitel 3.2.1), könnte ein **Vergleich mit anderen solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben** Einblick in Gemeinsamkeiten und Unterschiede hinsichtlich deren Ansprüche zu Recyclingdüngern geben. Um ein möglichst umfassendes Bild zur gegenwärtigen Akzeptanzsituation zu bekommen, sollten bei einer Folgestudie Betriebe mit verschiedener Größe und Ausrichtung (zum Beispiel Gewächshaus- oder Freilandanbau) miteinbezogen werden. Zudem empfiehlt sich, Solawis aus unterschiedlichen Regionen zu befragen. Dadurch könnten Faktoren wie Klima, Boden oder Anbaumethoden in Bezug auf Recyclingdünger spezifisch auf die Anforderungen der Gartenbaubetriebe untersucht werden.

Weiterhin könnte versucht werden, gezielt den Einfluss von **Informationskampagnen** und das **Teilen von Erfahrungswerten** zu Recyclingdüngern auf deren Akzeptanz zu untersuchen (s. Kapitel 4). Durch das Teilen von Erfahrungswerten von anderen Betrieben bezüglich der Qualitäts- und Produktsicherheit könnte potenziellen Nutzer:innen als vertrauensbildende Maßnahme diene. Zudem könnte ein Nachweis der Unbedenklichkeit als

auch einer konstanten Nährstoffzusammensetzung und Düngewirkung von anderen Betrieben, bestehende Vorbehalte zu Recyclingdüngern verringern. Dieser Erfahrungsaustausch könnte beispielsweise in Form von Fachtagungen oder Plattformen digitaler Art organisiert werden. Ein Vorbild hierfür könnte die Website „YaraPlus“ (Yara International ASA, O.J.) sein, denn sie bündelt verschiedene digitale Tools und Serviceangebote rund um das Thema Düngung. Es würde sich anbieten, ein ähnliches Konzept für Recyclingdünger zu erstellen, um damit Erfahrungsberichte, Informationen und Beratung zusammenzutragen und den Austausch zwischen verschiedenen Gartenbaubetrieben zu diesem Thema zu fördern. Zu dem Erfahrungsaustausch besteht zusätzlich die Möglichkeit, über eine gezielte Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit der Vorteile gegenüber mineralischen Düngemitteln das Vertrauen zu Recyclingdüngern erhöhen. Diese Maßnahmen sollten zum Beispiel durch Verbände oder Wissenschaftseinrichtungen organisiert werden und gezielt Gartenbaubetriebe sowie die Endverbraucher:innen der Produkte ansprechen.

Eine Grundvoraussetzung für die Nutzung von Recyclingdüngern stellt die **rechtliche Zulassung** dar. Dies wurde wiederholt in den Interviews als entscheidender Faktor angesprochen. Die Betriebe würden ohne diese Zulassung den Kauf eines solchen Düngers erst gar nicht in Betracht ziehen, weshalb es von großer Bedeutung ist, den Prozess der Zulassung zu fördern, die Kommunikation auf politischer Ebene sowie das Sammeln von Informationen und Daten zur Unbedenklichkeit der Dünger zu intensivieren. Wie Finizio in Kapitel 2.2.2 angeführt hat, würde die Integration der Recyclingdünger in die bestehende Düngemittelverordnung, die Aufnahme von Düngern aus menschlichen Fäkalien in die Positivlisten oder die Gleichstellung mit Klärschlamm eine Zulassung der Dünger fördern.

Ebenfalls spielen die **Kosten** des Düngers bei den befragten Betrieben eine große Rolle. In der Markteinführungsphase müssten diese voraussichtlich noch durch staatliche Subventionen und Förderprogramme unterstützt werden, sodass die Dünger eine Wettbewerbsfähigkeit aufweisen und für die Betriebe bezahlbar bleiben. Pilotprojekte, welche Düngemittel aus menschlichen Fäkalien aufbereiten, sollten finanziell gefördert werden, durch geeignete Förderprogramme ließe sich eine notwendige Infrastruktur und Logistik unterstützen. Eine finanzielle Unterstützung von Pilotprojekten und Subventionen zur Senkung der Kosten könnten eine Markteinführung von Recyclingdüngern erleichtern und die Akzeptanz bei den Abnehmer:innen potenziell erhöhen.

Es gibt derzeit noch viele offene Fragen für die Wissenschaft, die es zu untersuchen gilt, um Düngemittel aus menschlichen Ausscheidungen einsetzen zu können. Die Schaffung einer rechtlichen Basis, gezielte Anpassungen der Gesetzgebung sowie praktische Erprobungen würden die Akzeptanz von Recyclingdüngern bei solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben voraussichtlich erhöhen.

Bei Vergleichen mit der hier vorliegenden Arbeit kann derselbe Interviewleitfaden zur Befragung verwendet werden, um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu ermöglichen.

5.3 Kritische Reflexion der Arbeit

Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass diese Bachelorarbeit die erste Untersuchung mit dem Schwerpunkt der Befragung von solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben zur Akzeptanz von Recyclingdüngern ist, es finden sich zurzeit nur wenig vergleichbare Arbeiten, die zur Orientierung dienen könnten. Einige mögliche Limitationen und Fehlerquellen müssen daher berücksichtigt werden.

An erster Stelle ist als mögliche Fehlerquelle die fehlende Erfahrung des Autors in der Führung von Interviews und allgemein im sozialwissenschaftlichen Bereich zu erwähnen. Eine für die Interviewführung benötigte Präzision in der Fragestellung zur Beantwortung der Forschungsfrage war zudem im Forschungsprozess nicht von Anfang an vorhanden. Das könnte die Qualität der Datenerhebung beeinträchtigt haben. Durch eine eingeschränkte Erfahrung wurden Aussagen teilweise Kategorien zugeordnet, welche möglicherweise mit fachlicherem Hintergrund einer anderen Kategorie zugewiesen worden wären. Der gesamte Prozess der Datenauswertung wurde zudem nicht chronologisch wie von Kuckartz (2016) beschrieben ausgeführt, da sich teilweise im Nachhinein geringfügige Änderungen ergaben, die die vorherigen Schritte beeinflussten – somit mussten diese dann z.T. erneut bearbeitet werden. Trotz der nicht vollständig eingehaltenen Abfolge der Auswertungs- und Analyseschritten wurde darauf geachtet, dass diese dennoch bestmöglich bearbeitet wurden.

Da das Thema der Akzeptanz von Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen kaum erforscht ist und es an sich schon schwierig ist, die Akzeptanz der Nutzer:innen in ihren einzelnen Facetten zu erfassen, wurde versucht, das Thema durch eine umfangreiche Ausführung der Theorie herunterzubrechen. Trotz dieser Limitationen konnte durch

die qualitative Vorgehensweise, welche das Ziel hatte, das Verständnis aus subjektiver Perspektive der Expert:innen zu erfassen, ein fundierter Einblick in die Akzeptanzsituation gewonnen und die Forschungsfrage beantwortet werden.

6 Fazit

Im folgenden Kapitel werden die wichtigsten Erkenntnisse in Bezug auf die Forschungsfrage zusammengefasst:

"Welches Umsetzungspotenzial haben Recyclingdünger aus menschlichen Ausscheidungen bei solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben in Berlin und Brandenburg?"

Basierend auf den Ergebnissen der durchgeführten Interviews lässt sich schließen, dass die befragten Gartenbaubetriebe grundsätzlich offen für die Nutzung von Recyclingdüngern aus menschlichen Ausscheidungen sind. Es bestehen allerdings noch Bedenken hinsichtlich der Schadstoffbelastung, der Akzeptanz der Solawi-Mitglieder und der rechtlichen Rahmenbedingungen. Die Betriebe legen vor allem großen Wert auf geschlossene Kreisläufe. Da die meisten Betriebe keine eigene Tierhaltung haben, sind sie auf externe Düngemittel angewiesen. Recyclingdünger könnten hier eine lokale und nachhaltige Alternative darstellen. Es wurde auch deutlich, dass eine Aufklärung und Transparenz bezüglich des Herstellungsprozesses und der Inhaltsstoffe der Dünger erforderlich sind, um die Akzeptanz bei den solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben und ihren Mitgliedern zu erhöhen. Die rechtlichen Hürden wurden von den Betrieben als größte Herausforderung für die Einführung von Recyclingdüngern identifiziert. Deshalb ist eine Anpassung der rechtlichen Rahmenbedingungen obligatorisch, um die Nutzung der Recyclingdünger zu ermöglichen. Ein Teil der Betriebe nutzt selbst Trockentoiletten, was auf eine Aufgeschlossenheit gegenüber anthropogenen Düngern hinweist. Es zeigt sich durch die ökologische und nachhaltige Ausrichtung der Betriebe, dass eine grundsätzliche Offenheit gegenüber alternativen Düngerquellen besteht, sofern Sicherheitsaspekte und rechtliche Fragen geklärt sind. Wenn weitere fördernde Akzeptanzkriterien erfüllt sein sollten, könnte dies auf ein hohes Umsetzungspotenzial für Recyclingdünger bei solidarisch wirtschaftenden Gartenbaubetrieben hinweisen. Dies lässt sich auch durch die in Tabelle 6 aufgelistete Verteilung der Aussagen zu fördernden und hindernden Faktoren bekräftigen. Aufgrund der derzeit noch sehr geringen Studienanzahl in diesem Themengebiet empfiehlt es sich jedoch, weitere Untersuchungen durchzuführen.

Literaturverzeichnis

- Adam R.; Jung E.; Schröder C.; Beneker C.; Calmet A.; Kirsten C.; Krause A. (2024): Auswahl und Vereinheitlichung eines Abfallschlüssels für Trockentoilettenhinhalte. Berlin, Eberswalde, Großbeeren, Leipzig. Online verfügbar unter https://zirkulierbar.de/wp-content/uploads/2024/04/PP3_Abfallschluesselnummer_Erratum.pdf, zuletzt geprüft am 02.06.2024.
- Albracht, R. (2017): Rasendüngung mit natürlichen organischen N-Quellen. *Rasen-Turf-Gazon*, 48(3), 57-61. Online verfügbar unter https://www.golfmanager-greenkeeper.de/fileadmin/content/Importe_gk_ra/2017/ra0317_s57_61.pdf, zuletzt geprüft am 20.05.2024.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (o.J.): Bio-Landwirtschaft. *Ökolandbau.de*. Online verfügbar unter <https://www.oekolandbau.de/bio-im-alltag/bio-wissen/bio-landwirtschaft/>, zuletzt geprüft am 10.06.2024.
- Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (o.J.a): Gemüsebau: Was ändert sich durch die Umstellung? *Ökolandbau.de*. Online verfügbar unter <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/umstellung/ablauf-und-planung/oeko-was-ist-anders/gemuesebau-was-aendert-sich-durch-die-umstellung/>, zuletzt geprüft am 02.06.2024.
- Bundesministerium für Bildung und Forschung (o.J.): Forschung. *Forschungen zur Kreislaufwirtschaft*. Online verfügbar unter https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/umwelt-und-klima/ressourcen/ressourcen_node.html, zuletzt geprüft am 01.05.2024.
- Clemens, J.; Nisipeanu, P.; Muskulus, A.; Rieß, P.; Arnold, U.; Vinnerås, B.; Winker, M. (2008): Produkte aus neuartigen Sanitärsystemen in der Landwirtschaft. In: *Korrespondenz Abwasser, Abfall*, 10(55), 1120-1125.
- Desmidt, E.; Ghyselbrecht, K.; Zhang, Y.; Pinoy, L.; Van der Bruggen, B.; Verstraete, W.; et al. (2015): Global phosphorus scarcity and full-scale P-recovery techniques: A review. *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, 45(4), DOI:10.1080/10643389.2013.866531.
- Dethloff, C. (2004): Akzeptanz und Nicht-Akzeptanz von technischen Produktinnovationen. Lengerich [u.a.]: Pabst Science Publishers.
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (2015): *Neuartige Sanitärsysteme*. 2. Aufl., Weimar: Bauhaus-Universitätsverlag.
- Endruweit, G.; Trommsdorff, G. (1989): *Wörterbuch der Soziologie*. München: Deutscher Taschenbuch Verlag.
- Food and Agriculture Organization (2017): *The future of food and agriculture*. Rom: Trends and Challenges.
- Ferguson, D. T. (2014): Nightsoil and the “Great Divergence”: Human waste, the urban economy, and economic productivity, 1500-1900. *Journal of Global History*, 9(3), 379–402.
- Flick, U. (2019): *Qualitative Sozialforschung. Eine Einführung*. 9. Aufl. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt Taschenbuch Verlag.
- Fraunhofer IAO (2022): *Nachhaltige Innovationen für die Nährstoffwende*. Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation. Online verfügbar unter <https://www.iao.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/aktuelles/nachhaltige-innovationen-fuer-die-naehrstoffwende.html>, zuletzt geprüft am 11.04.2024.

- Ganesapillai, M.; Simha, Prithvi; Gupta, Kunal; Jayan, Mahesh (2016): Nutrient Recovery and Recycling from Human Urine: A Circular Perspective on Sanitation and Food Security. In: *Procedia Engineering*, 148, 346–353. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.461>, zuletzt geprüft am 08.06.2024.
- Gerten, D.; Heck, V.; Jägermeyr, J. et al. (2020): Feeding ten billion people is possible within four terrestrial planetary boundaries. *Nat Sustain* 3, 200–208. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0465-1>, zuletzt geprüft am 05.05.2024.
- Glaser, B. (2014): Agroecology, Ecosystems, and Sustainability. In: Benkeblia, N. (Hrsg.) *Advances in Agroecology*, Boca Raton: CRC Press, 1–40.
- Glaser, B. (2021): Terra Preta – Fakten und Mythen: Die schwarze Wundererde aus dem Amazonasgebiet. *Biologie in Unserer Zeit*, 51(4), 360–367. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.11576/biuz-4824>, zuletzt geprüft am 08.06.2024.
- Gläser, J.; Laudel, G. (2010): Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse. Instrumente rekonstruierender Untersuchungen. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Häder, M. (2015): Empirische Sozialforschung. Eine Einführung. 3. Aufl. Wiesbaden: Springer VS.
- Häfner F.; Monzon Diaz O.R.; Tietjen S.; Schröder C.; Krause A. (2023): Recycling fertilizers from human excreta exhibit high nitrogen fertilizer value and result in low uptake of pharmaceutical compounds. *Front. Environ. Sci.*, 10, 1-21. Online verfügbar unter <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.1038175/pdf?isPublishedV2=False>, zuletzt geprüft am 15.05.2024.
- Hansen-Casteel, S. (2020): Indikatorenbasiertes Modell für die prospektive Technologieakzeptanz-Abschätzung. Dissertation. Aachen: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule. Online verfügbar unter <https://publications.rwth-aachen.de/record/788930/files/788930.pdf>, zuletzt geprüft am 23.05.2024.
- Haq, G.; Cambridge, H. (2012): Exploiting the co-benefits of ecological sanitation. In: *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 4(4), 431–435. DOI: 10.1016/j.cosust.2012.09.002.
- Harder, R.; Wielemaker, R.; Larsen, T. A.; Zeeman, G.; Öberg, G. (2019): Recycling nutrients contained in human excreta to agriculture: Pathways, processes, and products. In: *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49(8), 695–743. DOI: 10.1080/10643389.2018.1558889.
- Heinonen-Tanski, H.; Van Wijk-Sijbesma, C. (2005): Human excreta for plant production. *Bioresource Technology*, 96(4), 403–411. DOI: 10.1016/j.biortech.2003.10.036.
- Hübner T. (2021) Forschungsbericht zum BMBF-Projekt „BioFAVOR II - Entwicklung und Evaluierung eines Demonstrators für die dezentrale Verwertung menschlicher Fäkalien“, Leipzig: Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ), Online verfügbar unter https://www.ufz.de/export/data/2/258413_Forschungsbericht%20biofavor%20ufz%20website.pdf, zuletzt geprüft am 03.04.2024.
- Huijts N.M.A., Molin E.J.E., Steg L. (2012): Psychological factors influencing sustainable energy technology acceptance: A review-based comprehensive framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 525-531. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.08.018>, zuletzt geprüft am 18.03.2024.

- Jedelhauser, M.; Aschenbrenner, M.; Vjestica, L.; Wierer, V.; Fischinger, S.; Binder, C.R. (2015): Kriterien für die Akzeptanz von recyceltem Phosphatdünger aus Abwasser und Klärschlamm – Ergebnisse einer Praxisbefragung von ökologisch wirtschaftenden Landwirten. 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Online verfügbar unter <http://orgprints.org/view/projects/int-conf-wita-2015.html>, zuletzt geprüft am 11.05.2024.
- Jimenez, B.; Drechsel, P.; Kone, D.; Bahri, A.; Raschid-Sally, L.; Qadir, M. (2010): Wastewater, sludge and excreta use in developing countries: an overview. In: Drechsel, P.; Scott, C. A.; Raschid-Sally, L.; Redwood, M.; Bahri, A. (Hrsg.). Wastewater irrigation and health: assessing and mitigating risk in low-income countries. London, UK: Earthscan; Ottawa, Canada: International Development Research Centre (IDRC); Colombo, Sri Lanka: International Water Management Institute (IWMI), 3-27.
- Jönsson, H.; Stenström, T., Svensson, J.; Sundin, A. (1997): Source separated urinenutrient and heavy metal content, water saving and fecal contamination. *Water Science and Technology*, 35, 145–152.
- Jönsson, H.; Stinzing, A. R.; Vinneras, B.; Salomon, E. (2004): Guidelines on the use of urine and faeces in crop production. *EcoSanRes*, 2,1–35.
- Kraus, F.; Zamzow, M.; Hoffmann, C.; Bessai, A.; Fischinger S.; Muskulus, A.; Kabbe, C. (2019): Einsatzmöglichkeiten für Nährstoffzyklate im Ökolandbau - Abschlussbericht des Projektes nurec4org. Kompetenzzentrum Wasser Berlin. Online verfügbar unter https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-33651_01-Hauptbericht.pdf, zuletzt geprüft am 12.05.2024.
- Krause, A.; von Hirschhausen, C.; Schröder, E.; Augustin, F.; Häfner, F.; Bornemann, G.; Sundermann, G.; Korduan, J.; Udert, K.M.; Deutsch, L.; Reinhardt, M.L.; Götzemberger, R.; Hoffmann, S.; Becker-Sonnenschein, S. (2021): Ressourcen aus der Schüssel sind der Schlüssel – Wertstoffe zirkulieren, Wasser sparen und Schadstoffe eliminieren. Diskussionspapier zur Sanitär- und Nährstoffwende. Berlin, Hamburg, Zürich. Online verfügbar unter <https://www.naehrstoffwende.org/diskussionspapier-naehrstoff-und-sanitaerwende/>, zuletzt geprüft am 02.05.2024.
- Krause, A.; Häfner, F.; Augustin, F.; Harlow, E.; Boness, J. O.; Udert, K. M. (2020a): RISIKOANALYSE - Zur Anwendung von Recyclingdüngern aus menschlichen Fäkalien im Gartenbau. DOI: 10.31030/3213808.
- Krause, A.; Häfner, F.; Harlow, E.; Augustin, F.; Schröder, E.; Hübner, T. et al. (2020): DIN-SPEC-91421 - Qualitätssicherung von Recyclingprodukten aus Trockentoiletten zur Anwendung im Gartenbau. Online verfügbar unter https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&opi=89978449&url=https://zirkulierbar.de/wp-content/uploads/2022/12/DIN-SPEC-91421.pdf&ved=2ahU-KEwjik4OR5PGGAxXSIP0HHYLDA2IQFnoECBUQAQ&usg=AOvVaw2ux9nE-SUET6f0HmIE_h9QI, zuletzt geprüft am 06.04.2024.
- Krause, A.; Jacobsen, S. (2011): Aspekte der Hygienisierung im Kontext der Entwicklung eines neuen Sanitär-Ansatzes. Berlin: Technische Universität. Online verfügbar unter https://www.kompotoi.ch/wp-content/uploads/2021/03/Krause_und_Jacopsen_2011_Aspunkte_der_Hygienisierung.pdf, zuletzt geprüft am 03.05.2024.
- Kuckartz, U. (2016): Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung. 3. Aufl., Weinheim: Beltz Verlagsgruppe.
- Larsen, T.A.; Udert, K.M.; Lienert, J. (2013). Source Separation and Decentralization for Wastewater Management. Online verfügbar unter <https://iwaponline.com/ebooks/book-pdf/613432/wio9781780401072.pdf>, zuletzt geprüft am 03.06.2024.

- Loosen, W. (2016): Das Leitfadeninterview – eine unterschätzte Methode. In: Averbek-Lietz, S., Meyen, M. (Hrsg.), Handbuch nicht standardisierte Methoden in der Kommunikationswissenschaft. Wiesbaden: Springer VS, 139-155.
- Nagy, J.; Zseni, A.; Toth, A. J. (2019): The utilization of human excreta and human urine in the agriculture as a fertilizer. Online verfügbar unter <https://real.mtak.hu/93181/>, zuletzt geprüft am 12.05.2024.
- Netzwerk Solidarische Landwirtschaft e.V. (2024): Was ist solidarische Landwirtschaft? Online verfügbar unter <https://www.solidarische-landwirtschaft.org/das-konzept/was-ist-solawi>, zuletzt geprüft am 12.06.2024.
- Netzwerk Solidarische Landwirtschaft e.V. (2024a): Startseite: Netzwerk Solidarische Landwirtschaft e.V. Online verfügbar unter <https://www.solidarische-landwirtschaft.org/das-konzept/vision-und-grundprinzipien/#accordionHead8056> zuletzt geprüft am 14.06.2024.
- Netzwerk Solidarische Landwirtschaft e.V. (2024b): Vision und Grundprinzipien. Online verfügbar unter <https://www.solidarische-landwirtschaft.org/startseite/> zuletzt geprüft am 14.06.2024.
- Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (o.J.): Gartenbau in Niedersachsen. Online verfügbar unter https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/landwirtschaft/pflanzen_und_dungemanagement/gartenbau-in-niedersachsen-145451.html, zuletzt geprüft am 23.05.2024.
- Quiring, O. (2006): Methodische Aspekte der Akzeptanzforschung bei interaktiven Medientechnologien. Münchener Beiträge zur Kommunikationswissenschaft, 6. DOI: 10.5282/ubm/epub.1348.
- Reichwald, R. (1982): Neue Systeme der Bürotechnik - Beiträge zur Büroarbeitsgestaltung aus Anwendersicht. Berlin: Schmidt.
- Reichwein, W. (2015): Berufsbildung für eine nachhaltige Entwicklung in Unternehmen: Eine explorative Studie am Beispiel der industriellen Elektroberufe. Berlin: wvb Wissenschaftlicher Verlag.
- Rockefeller, A. A. (1998): Civilization and sludge: Notes on the history of the management of human excreta. *Capitalism Nature Socialism*, 9, 3–18.
- Rouphael, Y.; Colla, G. (2020): Biostimulants in Agriculture. *Frontiers Media SA*. Online verfügbar unter <https://directory.doabooks.org/handle/20.500.12854/73710>, zuletzt geprüft am 13.06.2024.
- Schäfer, M.; Keppler, D. (2013): Modelle der technikorientierten Akzeptanzforschung (discussion paper 34/2013). Berlin: Zentrum Technik und Gesellschaft.
- Schönning, C.; Stenström, T. A. (2004): Guidelines on the Safe Use of Urine and Faeces in Ecological Sanitation Systems. Online verfügbar unter http://www.ecosanres.org/pdf_files/Fact_sheets/ESR5lowres.pdf, zuletzt geprüft am 09.01.2024.
- Searles K. (2024): Menschliche Ausscheidungen als Dünger – Akzeptanzbefragung im Ökolandbau, Beitrag 17. Wissenschaftstagung Ökolandbau. Gießen: Justus-Liebig-Universität.
- Starkl, M.; Binner, E.; Fürhacker, M.; Holubar, P.; Koeck, S.; Lenz, K.; Mascher, F.; Ornetzeder, M.; Polak, M.; Haberl, R. (2005): Nachhaltige Strategien der Abwasserentsorgung im ländlichen Raum – SUS-SAN. Forschungsprojekt. Endbericht. Online verfügbar unter https://info.bml.gv.at/dam/jcr:d754a7c9-8a9d-4960-9927-40bcf6f6b049/Strategien_Abwasserentsorgung_im_laendlichen_Raum_endbericht_final_neu%5B1%5D.pdf, zuletzt geprüft am 17.05.2024.

- Statistisches Bundesamt (2022): Weltbevölkerung 2023: Mehr als acht Milliarden Menschen auf der Erde. Online verfügbar unter <https://www.destatis.de/DE/Themen/Laender-Regionen/Internationales/Thema/bevoelkerung-arbeit-soziales/bevoelkerung/Weltbevoelkerung.html>, zuletzt geprüft am 22.03.2024.
- Sundermann G.; Reinhardt M.L.; Krause A.; von Hirschhausen C.; Nadler F.; Häfner F.; Henze I.; Hildebrandt J.; Spiering R.; Götzenberger R.; Otto T.; Hildebrandt U. (2021): Die Zukunft is(s)t nachhaltig, regional und zirkulär – Diskussionspapier zur Nährstoff- und Agrarwende, Regionale Nährstoff- und Nahrungsmittelkreisläufe schließen, Ressourcen sparen und Umweltschäden reduzieren. Online verfügbar unter <https://www.naehrstoffwende.org/diskussionspapier-naehrstoff-und-agrarwende/>, zuletzt geprüft am 03.04.2024.
- Tettenbron, F.; Behrendt, J.; Otterpohl, R. (2007): Resource recovery and removal of pharmaceutical residues Treatment of separate collected urine. Technische Universität Hamburg. Online verfügbar unter <https://publications.kompetenz-wasser.de/pdf/Tettenbron-2007-279.pdf>, zuletzt geprüft am 08.06.2024.
- Thim, C. (2017): Technologieakzeptanz in Organisationen: Ein Simulationsansatz. Dissertation. Potsdam: Universität Potsdam.
- Trint (o.J.): Transcribe video and audio to text. Content editor. Online verfügbar unter <https://trint.com>, zuletzt geprüft am 10.04.2024.
- Ulrich, A.E. (2013): Peak phosphorus: Opportunity in the making. Exploring global phosphorus management and stewardship for a sustainable future. Dissertation. Zürich: Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
- Umweltbundesamt (2020): Stickstoff- und Phosphoreinträge aus Punktquellen und diffusen Quellen in die Oberflächengewässer in Deutschland. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/fliessgewaesser/eintraege-von-naehr-schadstoffen-in-die#weniger-schwermetalleintraege>, zuletzt geprüft am 04.05.2024.
- Umweltbundesamt (2023): Düngemittel. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/umweltbelastungen-der-landwirtschaft/duengemittel#duengemittel-was-ist-das>, zuletzt geprüft am 22.03.2024.
- United Nations (o.J.): Department of Economic and Social Affairs. Online verfügbar unter <https://www.un.org/tr/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100>, zuletzt geprüft am 22.05.2024.
- United Nations Environment Programme & International Resource Panel (2011): Decoupling Natural Resource Use and Environmental Impacts from Economic Growth. Online verfügbar unter <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/9816>, zuletzt geprüft am 22.05.2024.
- Utai, K.; Narjes, M.; Krimly, T.; Lippert, C. (2022): Farmers' preferences for fertilizers derived from domestic sewage and kitchen waste: A discrete choice experiment in Germany. German journal of agricultural economics, 71(4), 169-183.
- Van Wijk-Sijbesma, C.A. (1997): Men and women, water and waste: gender aspects in the Dutch water sector. IHE UNESCO Institute for Water Education SUMWS/012. unpublished report. Online verfügbar unter <https://www.ircwash.org/resources/men-and-women-water-and-waste-gender-aspects-dutch-water-sector>, zuletzt geprüft am 02.05.2024.
- VunaNexus (2021): Urine recycling Technology. Online verfügbar unter <https://www.vunanexus.com/urin-recycling-technologie>, zuletzt geprüft am 10.05.2024.

- Wang, M.; Khan, M. A.; Mohsin, I.; Wicks, J.; Ip, A. H.; Sumon, K. Z. et al. (2021): Can sustainable ammonia synthesis pathways compete with fossil-fuel based Haber–Bosch processes? *Energy Environ. Sci.* 14(5), 2535–2548. DOI:10.1039/D0EE03808C.
- Yara International ASA (o.J.): YaraPlus. Die All-In-One-Plattform rund um die Düngung. Online verfügbar unter <https://yaraplus.de>, zuletzt geprüft am 10.06.2024.

Anhang

Codierleitfaden

Code	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Codierregel
OK1	Fördernde Akzeptanzfaktoren	Alle Aussagen, die sich auf fördernde Faktoren der Akzeptanz von Recyclingdüngern beziehen (Bezieht sich auf UK1.1 bis UK1.3.3)		
UK1.1	Objekt (Technologie)	Diese Kategorie beschreibt die technologischen Aspekte und Eigenschaften des Recyclingdüngers selbst		In Abgrenzung zu UK2.1 bezieht sich rein auf fördernde Akzeptanzfaktoren
UK1.1.1	Produktinformationen	Umfasst Informationen über den Recyclingdünger selbst, wie Inhaltsstoffe, Anwendungshinweise, Ausbringungsmengen, Produktionsbedingungen und Preisgestaltung	„Also klar auf die Nährstoffwerte, so NPK und was alles da drinnen ist, würde ich sagen, das ist wichtig, dass es drauf steht. (...) Die Ausbringung - also, ne, so jetzt (lacht) - einfach noch drüber nachdenken was auf so einem Etikett stehen muss. Ausbringungsmenge ist natürlich auch immer praktisch wenn das mit draufsteht.“ (P3, Absatz 79)	
UK1.1.1.1	<i>Herkunft</i>	Transparente Informationen über die Düngerherkunft	„Wo es herkommt, finde ich, fehlt oft auch.“ (P3, Absatz 79)	
UK1.1.1.2	<i>Nährstoffangaben</i>	Detaillierte Angaben zu den enthaltenen Nährstoffen und deren Konzentrationen	„Also klar auf die Nährstoffwerte, so NPK und was alles da drinnen ist, würde ich sagen, das ist wichtig, dass es drauf steht.“ (P3, Absatz 79)	
UK1.1.1.3	<i>Anwendungshinweise</i>	Anleitungen und Empfehlungen zur richtigen und effektiven Anwendung von Düngern in verschiedenen Anwendungsbereichen	„wie man es dann im Idealfall auch anwendet und vielleicht auch für welche Kultur, welche Mengen.“ (P1, Absatz 12)	
UK1.1.1.4	<i>Rückstände</i>	Informationen über potenzielle Rückstände, die nach der Anwendung des Recyclingdüngers verbleiben könnten	„wie J. vorhin schon meinte, so ein Zettel zu Reststoffen.“ (P3, Absatz 98)	
UK1.1.2	Transparenz der Herstellung	Offenheit und Transparenz bezüglich der Produktionsprozesse von Düngemitteln	„Also wenn ich es jetzt aus meiner, vor allem auch politischen Perspektive betrachte, dann geht es mir, würde es mir auch darum gehen wie sind die Arbeitsbedingungen? Wie wird es da letztendlich produziert? Ist es (.) natur-schonend und oder entstehen Abfallprodukte,	

Code	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Codierregel
			die dann doch wieder zu Belastung führen? Gibt es kurze Wege?“ (P1, Absatz 24)	
UK.1.1.3	Qualitätssicherung	Informationen über Maßnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit und Wirksamkeit von Düngern	„Und dass es die Düngeverordnung, also (.) dass es die Öko-Verordnung einhält. Da gibt es ja immer Grenzwerte für Cadmium (.)“ (P1, Absatz 12)	
UK1.1.3.1	<i>Zusammensetzung und Düngewirkung</i>	Detaillierte Angaben über die Bestandteile des Recyclingdüngers und deren spezifische Wirkung auf das Pflanzenwachstum	„Ist natürlich wichtig die Zusammensetzung, also die Wirkweise, klar.“ (P2, Absatz 34)	
UK1.1.2	<i>Qualitätszertifikate</i>	Gütesiegel, die die Qualität und Sicherheit des Recyclingdüngers bestätigen	„So ehrlich gesagt, diesen RAL-Siegel muss das schon haben.“ (P4, Absatz 66)	
UK1.2	Subjekt (Nutzer)	Diese Kategorie beschreibt die persönliche Sichtweise und Einstellung der befragten Personen/ Gartenbaubetriebe		In Abgrenzung zu UK2.2 bezieht sich rein auf fördernde Akzeptanzfaktoren
UK1.2.1	Einstellungsdimension	Diese Kategorie beschreibt ob die befragten Personen eine positive oder negative Einstellung gegenüber der Innovation haben		In Abgrenzung zu UK2.2.1 bezieht sich rein auf Einstellungen die Akzeptanzfördernd sind
UK1.2.1.1	<i>Geruchswahrnehmung</i>	Die subjektive Wahrnehmung des Geruchs des Recyclingdüngers	„Ich glaube wenn, umso geruchsneutraler, (..) umso höher wird wahrscheinlich die Akzeptanz sein, das einzusetzen.“ (P1, Absatz 20)	In Abgrenzung zu UK2.2.1.3 bezieht sich diese Kategorie auf die fördernde Wirkung einer Geruchsneutralität
UK1.2.2	Handlungsdimension	Beschreibt das tatsächliche Verhalten und die Handlungen der Nutzer		
UK1.2.2.1	<i>Nutzung von Trockentoiletten</i>	Umfasst Aussagen zur Nutzung von Trockentoiletten	„haben wir ein Kompostklo, (..) eine Trenntoilette, wo wir zumindest schon mal den Schritt geschafft haben, flüssig und fest zu trennen, aber scheitern regelmäßig an der Aufarbeitung.“ (P1, Absatz 6)	
UK1.2.3	Wertdimension	Bezieht sich auf grundlegende Werte, die Einstellungen und Handlungen beeinflussen können		
UK1.2.3.1	<i>Ethische Faktoren</i>	Moralische Überlegungen und Prinzipien, die eine Person bei ihrer Entscheidung leiten	„[...] ich glaube irgendwo was Kompostiertes zu holen fühlt sich ganz, ganz anders an, als eben das haben wir gerade in der Diskussion, ob wir wirklich so abgebagerte oder irgendwie hergestellte Zusatznährstoffe irgendwo holen, die dann woanders fehlen.“ (P3, Absatz 90)	

Code	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Codierregel
UK1.2.3.2	Ökologisches Bewusstsein	Wissen und Sensibilität gegenüber Umweltfragen und ihre Auswirkungen ihres Handelns auf die Umwelt	„ich würde es zum Beispiel nicht nur machen, weil ich an Dünger rankommen will, sondern weil ich wichtig finde, das gestörte Kreislaufsysteme wieder zu geschlosseneren Kreislaufsystemen werden und diese Problemlagen entschärft werden“ (P1, Absatz 26)	
UK1.3	Kontext (Umfeld)	Dieser Code beschreibt die Rahmenbedingungen der Recyclingdünger und Trockentoiletten im Kontext der Solawi-Mitglieder, potenzieller Abnehmer oder allgemein der Gesellschaft		In Abgrenzung zu UK2.3 bezieht sich rein auf fördernde Akzeptanzfaktoren
UK1.3.1	Rechtliche Zulassung	Gesetzliche Vorschriften und Zulassungsverfahren, die erforderlich für die Akzeptanz sind	„Erstens, (.) das ist erstens, dass es legal ist, weil es für die Mitglieder auch sehr wichtig, glaube ich, weil das ist natürlich ein Vermittlungsproblem.“ (P1, Absatz 12)	
UK1.3.2	Wissenstransfer	Die Weitergabe und Verbreitung von Informationen und Wissen zu Recyclingdüngern und anderen innovativen Ideen für zirkuläre Nährstoffströme	„Aber ich glaube, wir würden eher das natürlich schön finden, das auch zu erzählen, (..) was uns daran wichtig ist und warum wir das (..) gerne ausprobieren wollen.“	
UK1.3.3	Erfahrungswerte	Bezieht sich auf die Weitergabe von Erfahrungswerten zur Nutzung von Recyclingdüngern	„Also ich glaube, es wäre total schlau, (...) im Grunde Projektpartnerbetriebe sich heranzuholen, die dann auch mal so Testdurchläufe machen und dann auch Erfahrungswerte mitteilen. Gerade wenn man auch das abzielt auf kleinere Strukturen wie Solawi Höfe oder so, die oft kleiner sind.“ (P1, Absatz 28)	
OK2	Hindernde Akzeptanzfaktoren	Alle Aussagen, die sich auf hindernde Faktoren der Akzeptanz von Recyclingdüngern beziehen (Bezieht sich auf UK2.1 bis UK2.3.4)		
UK2.1	Objekt (Technologie)	Diese Kategorie beschreibt die technologischen Aspekte und Eigenschaften des Recyclingdüngers selbst		In Abgrenzung zu UK1.1 bezieht sich rein auf hindernde Akzeptanzfaktoren
UK2.1.2	Kompatibilität	Mögliche Schwierigkeiten bei der Integration von Recyclingdüngern in bestehende landwirtschaftliche Praktiken	„Das ist halt genau, in welcher Konsistenz kommen die halt. Also, wie kann ich es ausbringen? [...]Würde es bei uns so passen?“ (P2, Absatz 34)	

Code	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Codierregel
UK2.1.3	Produktsicherheit	Bedenken hinsichtlich möglicher Risiken oder Nebenwirkungen bei der Anwendung von Recyclingdüngern	„Und ansonsten so Medikamenten wäre so ein Bedenken bei mir (...) so Rückstände (...) von Medikamenten.“ (P4, Absatz 66)	
UK2.2	Subjekt (Nutzer)	Diese Kategorie beschreibt die persönliche Sichtweise und Einstellung der befragten Personen/ Gartenbaubetriebe		In Abgrenzung zu UK1.2 bezieht sich rein auf hindernde Akzeptanzfaktoren
UK2.2.1	Einstellungsdimension	Diese Kategorie beschreibt ob die befragten Personen eine positive oder negative Einstellung gegenüber der Innovation haben		In Abgrenzung zu UK1.2.1 bezieht sich rein auf Einstellungen die Akzeptanzhindernd sind
UK2.2.1.1	<i>Geruchsbelastung</i>	Negative Wahrnehmung oder Befürchtungen bezüglich unangenehmer Gerüche bei der Anwendung von Recyclingdüngern	„Ich glaube, dass es, wenn es dann, wenn die Verbindung da ist, wenn es in die Richtung geht, (...) wo menschliche Dünger sozusagen ursprünglich - und es riecht in die Richtung danach, dann wäre es natürlich, glaube ich. Ich glaube, das wäre problematisch insgesamt.“ (P2, Absatz 22)	In Abgrenzung zu UK1.2.1.3 bezieht sich diese Kategorie auf die hindernde Wirkung von unangenehmen Gerüchen vom Dünger ausgehend
UK2.2.1.2	<i>Transparenz gegenüber Solawi-Mitgliedern</i>	Mögliche Vorbehalte bezüglich der Offenlegung der Nutzung von Recyclingdüngern gegenüber Solawi-Mitgliedern	„weil es für die Mitglieder auch sehr wichtig, glaube ich, weil das ist natürlich ein Vermittlungsproblem. Viele werden mitgehen, aber einige werden auch sagen, was, ich will auch kein Gemüse essen, wo Urin raufkommt.“ (P1, Absatz 12)	
UK2.3	Kontext (Umfeld)	Dieser Code beschreibt die Rahmenbedingungen der Recyclingdünger und Trockentoiletten im Kontext der Solawi-Mitglieder, potenzieller Abnehmer oder allgemein der Gesellschaft		In Abgrenzung zu UK1.3 bezieht sich rein auf hindernde Akzeptanzfaktoren
UK2.3.1	Kosten	Die Kosten, die mit der Herstellung, dem Transport und der Anwendung von Recyclingdüngern verbunden ist	„Ja, es ist wahrscheinlich eine Preisfrage am Ende.“ (P2, Absatz 54)	
UK2.3.3	Energieaufwand	Bezieht sich auf den Energieaufwand, der für die Herstellung von Recyclingdüngern erforderlich ist	„Mit welchem Energieaufwand wird zum Beispiel so eine - die Herstellung dieser Dünger hergestellt? [...] Deswegen wenn es da energetisch sehr aufwendig ist, (...) wird es wahrscheinlich auch auf dem Markt nicht bestehen“ (P2, Absatz 56)	
UK2.3.4	Verfügbarkeit/Menge	Mögliche Einschränkungen in der Zugänglichkeit oder der verfügbaren	„Insofern wäre auch die Frage jetzt, habe ich den Hersteller in Eberswalde, der mir den Dünger nur in 30 Liter Säcke einpackt. Dann	

Code	Kategorie	Definition	Ankerbeispiel	Codierregel
		Menge von Recyclingdüngern	ist regional schön, aber dann kauf ich es lieber aus Hannover.“ (P4, Absatz 82)	

Interviewleitaden

Min	Was / Fragen	Wozu	Material
	<u>Einstieg</u> • Begrüßung, Vorstellung des Gesprächsleiters: ➤ Simon Hofer, studiere Landschaftsnutzung und Naturschutz an HNE Eberswalde • Kurze Vorstellung Bachelorarbeit: ➤ Diese Bachelorarbeit ist im Forschungsprojekt „zirkulierBAR“ verankert. In Zusammenarbeit mit dem Start-Up Finizio werden in Eberswalde auf einer Forschungsanlage Humus- und Flüssigdünger (H.I.T. und F.I.T.) aus Trockentoiletteninhalten hergestellt. Das Projekt zirkulierBAR kümmert sich um den wissenschaftlichen Teil und untersucht Qualitätsparameter, Schadstoffe, Düngewirkung, gesellschaftliche Akzeptanz sowie abfall- und düngerechtliche Rahmenbedingungen der Recyclingdünger. • Thematische Einführung: ➤ <i>Rechtliche Rahmenbedingungen</i> stellen noch eine Hürde für die Zulassung des Recyclingdüngers dar. Grundlage bildet das Kreislaufwirtschaftsgesetz. Dieses Gesetz regelt aber nur den Umgang mit den Ausgangsstoffen Klärschlamm, tierischer Gülle und Bioabfällen, nicht den Umgang mit getrennt gesammelten menschlichen Fäkalien ohne Vermischung mit Wasser. • Erklärung, warum ausgewählte Person relevant für das Forschungsvorhaben ist: ➤ Möchte sie gerne interviewen, da sie besondere Erfahrungen und Sichtweisen aus dem Gartenbau mitbringen, über die ich mich gerne mit Ihnen austauschen möchte. • Ziel und Ablauf der Diskussion: ➤ Ich würde gerne erfahren, ob Sie sich schon einmal mit der Thematik auseinandergesetzt haben, wie Sie zu dazu stehen und welche Anforderungen an den Dünger erfüllt sein sollten, wenn diese zugelassen werden. ➤ Die Ergebnisse der Untersuchung ermöglichen es Finizio die Dünger gemäß den Vorstellungen von landwirtschaftlichen Betrieben in der Region anzupassen.	• Ankommen und angenehme Atmosphäre schaffen • Vorstellung des Ablaufs und der Ziele der Diskussion	• Einverständniserklärung • Aufnahmegerät

Min	Was / Fragen	Wozu	Material
	<u>Hinweise zum Ablauf, Aufnahme des Interviews, Einverständniserklärung, Verwertung Ergebnisse, Anonymisierung der persönlichen Daten, Bedanken für Teilnahme</u>		
	<u>Vorstellung Interviewpartner:in</u> • Name • Aufgabenbereich (beruflicher Hintergrund) • Wie viel Fläche bewirtschaftet ihr und welche Kulturen werden bei euch hauptsächlich angebaut? • Wie viele verschiedene Kulturen bauen Sie an? • Sind Sie Mitglied in einem Anbauverband? (z.B. Demeter, Bioland, Naturland) • Welche Vertriebswege nutzen Sie für ihre Erzeugnisse? (z.B. Märkte, Gastronomie)	• Kennenlernen • Aufwärmen/ ins Sprechen kommen	
	<u>Nährstoffeinsatz</u> • Relevanz/Beschäftigung mit P und N-Recycling bei ihrem Betrieb bisher: → Geschlossene Betriebskreisläufe sind das Ideal in der Landwirtschaft. • Können Sie sagen, wo in Ihrem innerbetrieblichen Nährstoffkreislauf Lücken bestehen, die Sie zwingen, Düngemittel von externen Quellen zu beziehen, um diesen Kreislauf zu wieder schließen? • Woher beziehen Sie ihre Düngemittel? (z.B. eigener Betrieb, Händler, Nachbar m. Tieren) • Können Sie sagen, zu welchem Zeitpunkt und in welcher Häufigkeit Sie düngen? • Wie gehen Sie mit den organischen Abfällen um, die in ihrem Betrieb anfallen? / Spielt eine Nährstoffrückgewinnung bei Ihnen bisher ein Thema? / Falls ja, welche Methoden verwenden Sie und was ist für Sie daran wichtig? (z.B. Kompostierung, Gründüngung, Mulchen)	Gemeinsame Wissensbasis schaffen	

Min	Was / Fragen	Wozu	Material
	Falls in Besitz von eigenen Trockentoiletten: • Wie werden die gesammelten Inhalte der Trockentoiletten von Ihnen verwertet? • Finden eine Hygienisierung und Kompostierung der gesammelten Inhalte statt? • Nutzen Sie den hergestellten Kompost für ihren eigenen Anbau? / Falls ja, wie werden die Endverbraucher informiert und wie ist das Stimmungsbild? • Dürfen alle Menschen die Trockentoiletten nutzen unabhängig ihres Gesundheitszustandes? (z.B. Antibiotikanutzung, andere Medikamente)		
	<u>Akzeptanzfaktoren:</u> <u>Welche Eigenschaften sollte ein Recyclingdünger erfüllen?</u> • <u>Aufgabenbezogenheit</u> ➤ <i>Düngewirkung: (Nutzen)</i> - Welche Anforderungen haben Sie an die Düngewirkung dieses alternativen Düngers? / Wie sollten sich die Nährstoffgehalte zusammensetzen? ➤ <i>Benutzerfreundlichkeit/Handhabung:</i> - Nutzen Sie Geräte zur Ausbringung der Düngemittel, wenn ja, welche? - Welche Konsistenz/Form sollten die Dünger haben, dass sie zu ihren Geräten passen? - Welche Rolle spielt der Geruch von Düngemitteln für Sie? ➤ <i>Verfügbarkeit: Menge, Zugang</i> - Können Sie abschätzen, welche Menge an Recyclingdünger potenziell eingesetzt werden könnte? (Einheit Kg/Ha) - Können Sie sagen in welcher Menge Sie Handelsdünger zukaufen? ➤ <i>Produktinformation: Angaben zu Inhaltsstoffen, Nachweis zu Rückständen</i> - Welche Produktinformationen sind Ihnen beim Düngemittelkauf wichtig? → z.B. im Sinne der Qualitätssicherung (z.B. Inhaltsstoffe oder Nachweis von Rückständen (Arzneimittelrückstände, Schwermetalle etc.))	Sichtbarmachen von: Akzeptanzfaktoren und Hürden	

Min	Was / Fragen	Wozu	Material
	• Weitere Faktoren ➤ Regionalität Wie wichtig ist Ihnen eine regionale Herstellung der Düngemittel? ➤ Herstellungsverfahren: Welche Anforderungen an die Herstellung sind Ihnen wichtig? → z.B. energiearm, wassersparend (Nachhaltigkeit) ➤ Gesellschaftliche Akzeptanz Spielt die Akzeptanz der Endverbraucher eine Rolle beim Absatz der Erzeugnisse? (Kontaktpflege zu z.B. Solawi-Mitgliedern oder Gastronomiebetrieben) Welcher dieser Faktoren ist für sie persönlich am wichtigsten und warum?		
	Abschluss - Wrap up Den Kreislauf von Teller/Mensch zu Acker zu schließen, also Nährstoffe aus menschlichen Ausscheidungen zu rezyklieren ist ein Kernanliegen der Nährstoffwende. Ein wichtiger Schritt dabei sind die Recyclingdünger und ihr Einsatz in der Landwirtschaft. • Würden Sie selbst die Nutzung einer dezentralen Sanitärversorgung mit Trockentoiletten und eigener Kompostierung in Betracht ziehen, wenn die Recyclingdünger zugelassen werden? • Würden Sie die Recyclingdünger kaufen bzw. austesten, wenn sie zugelassen wären? • Möchten Sie einen Punkt hervorheben, der Ihnen persönlich wichtig ist oder ergänzen, der Ihnen während unseres Gesprächs zu kurz kam?	• Zusammenfassung der wichtigsten Punkte • Ergänzungen von Punkten, die vergessen wurden	
	Danksagung und Verabschiedung Ich bedanke mich herzlich bei dir für das Interview. <i>[Aufzeichnung stoppen. Uhrzeit erfassen]</i>	• Diskussion schließen • Wertschätzung für Teilnahme entgegenbringen	

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich diese Bachelorarbeit selbstständig ohne Hilfe Dritter und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst habe. Alle den benutzten Quellen wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen sind als solche einzeln kenntlich gemacht.

Diese Arbeit ist bislang keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden und auch nicht veröffentlicht worden.

Ich bin mir bewusst, dass eine falsche Erklärung rechtliche Folgen haben wird.

Eberswalde, 24.06.2024

Ort, Datum, Unterschrift