

Entwicklung und Bewertung von Sammel- und Sortiersystemen für biologisch abbaubare Kunststoffe

Namrata Mhaddolkar



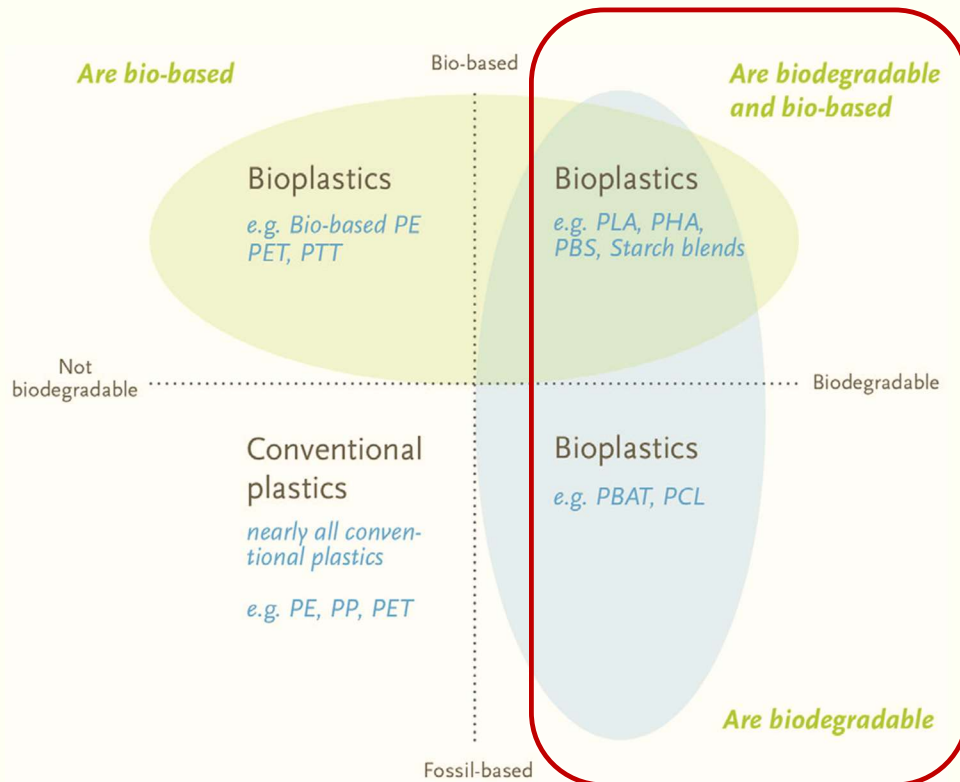
This project has received funding from the European Union's Horizon
2020 research and innovation programme under the Marie
Sklodowska-Curie grant agreement No. 859885.

Struktur

- Der Hintergrund
- Die Problemstellung
- Forschungsziele und Struktur des Promotionsprogramms
- **Papers**
- Zusammenfassung und Empfehlungen
- Zukünftige Forschungsaussichten



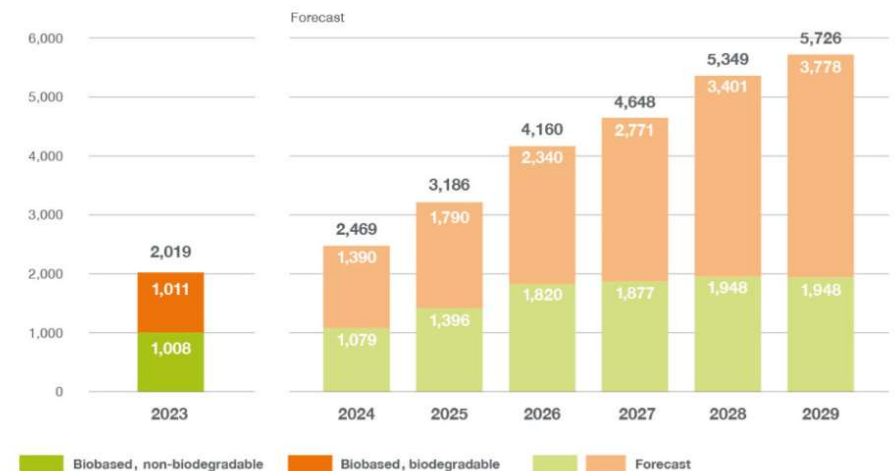
Der Hintergrund



Materialkoordinatensystem von Biokunststoffen

Image source: 2; Source:1-3

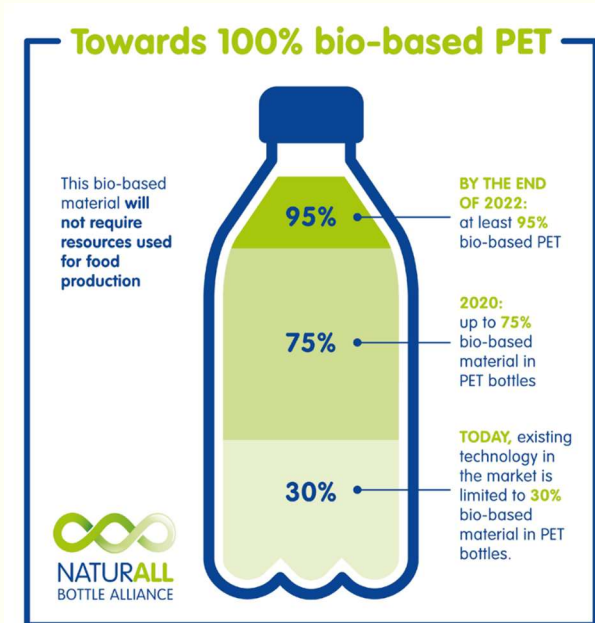
Global production capacities of bioplastics in 1,000 tonnes



Source: European Bioplastics, nova-institute (2024)

- Für die Zukunft wird eine Produktionssteigerung erwartet³.

Die Problemstellung



Abfallwirtschaft im Bereich Kunststoffe

Image source: 3; 4; 5; 6

Ziel und Forschungsziele

Ziel der Promotion:

Untersuchung produktorientierter Sammel- und Sortiersysteme für biologisch abbaubare Kunststoffe.

Vier Forschungsziele.

Image source: 3; 4

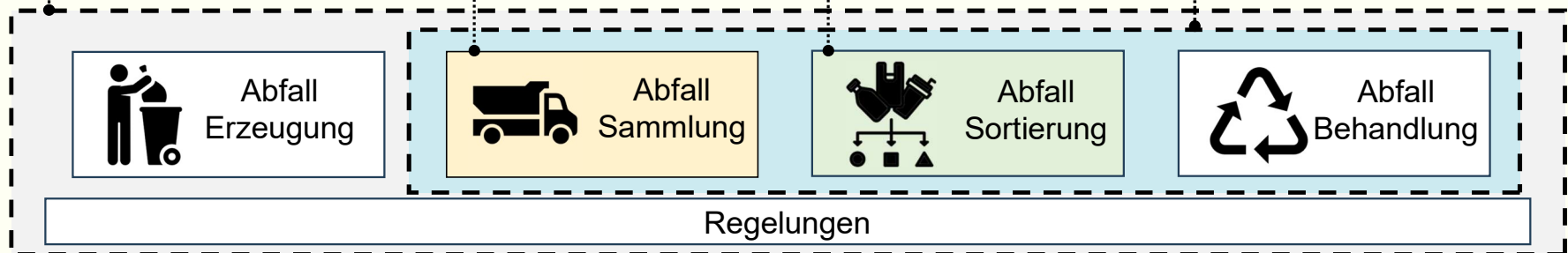
Forschungsziele

Ziel 1: Durchführung einer systematischen Überprüfung der bestehenden Herausforderungen bei der Sammlung biologisch abbaubarer Kunststoffabfälle auf systemischer und regulatorischer Ebene. **Paper I**

Ziel 2: Untersuchung der derzeitigen Sammelverfahren für biologisch abbaubare Kunststoffe und Abgabe von Empfehlungen für die künftige Umsetzung. **Paper II & III**

Ziel 3: Untersuchung des Einsatzes bestehender sensorbasierter Sortiertechnologien zur Erkennung und Sortierung biologisch abbaubarer Kunststoffe sowie Untersuchung der Auswirkungen von Verunreinigungen auf deren Erkennbarkeit und Sortierbarkeit. **Paper II, IV, & V**

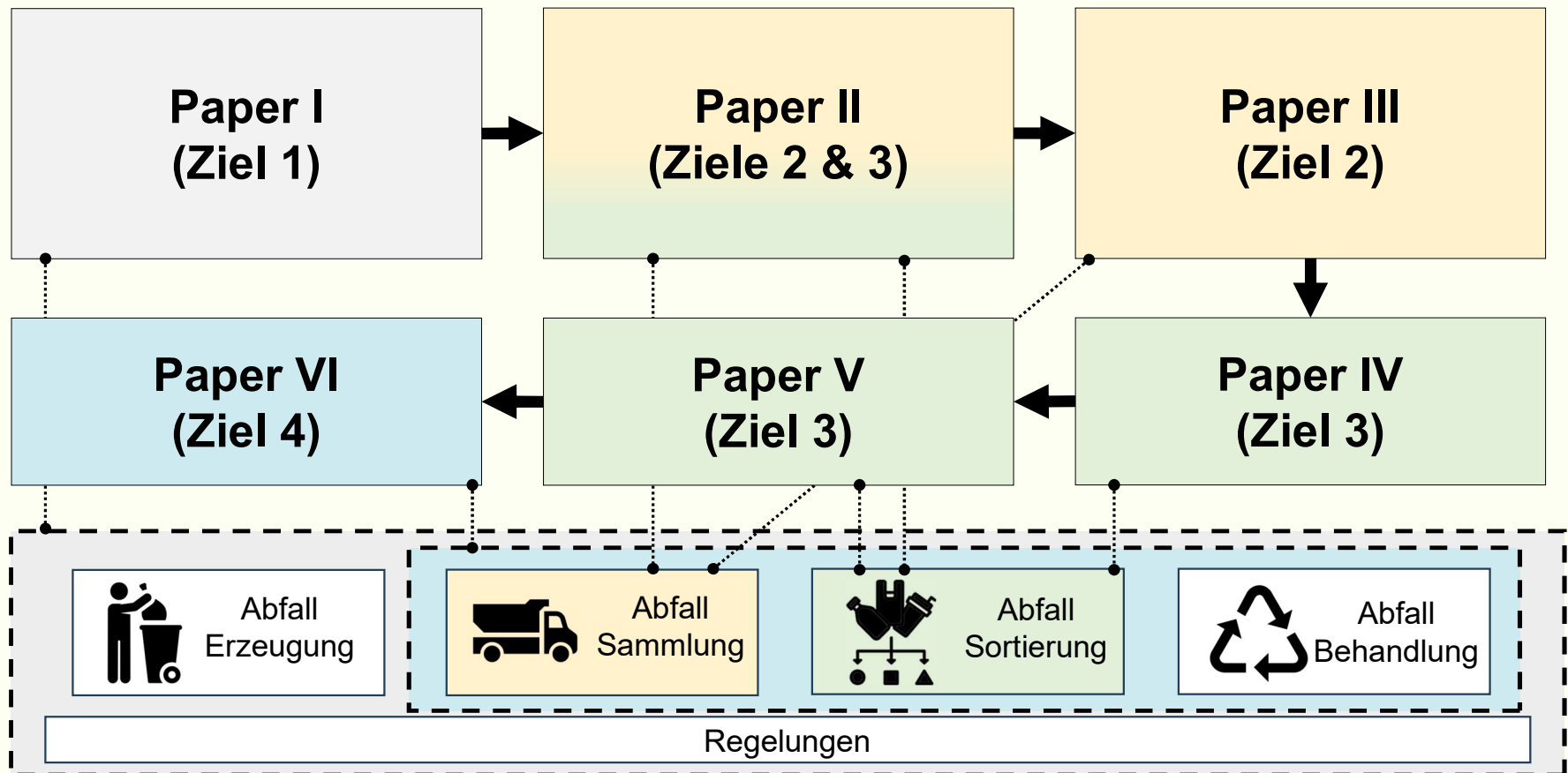
Ziel 4: Bewertung der Umweltverträglichkeit der Sammlung biologisch abbaubarer Kunststoffe in Verpackungsabfällen, Bioabfällen und Restmüll sowie der entsprechenden Abfallbehandlungsverfahren. **Paper VI**



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

PhD Struktur



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

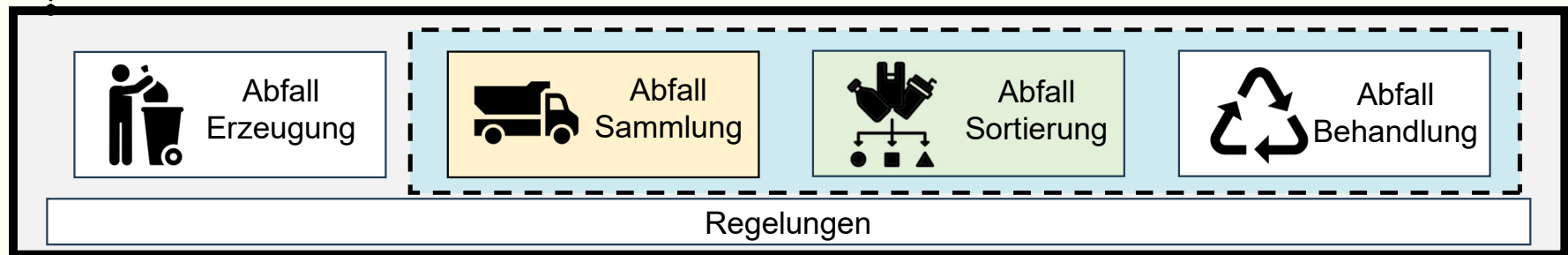
Image source: 3; 4

Paper I

Paper I (Ziel 1)

Ziel 1:

Durchführung einer systematischen Überprüfung der bestehenden Herausforderungen bei der Sammlung biologisch abbaubarer Kunststoffabfälle auf systemischer und regulatorischer Ebene.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

Warum?

Paper I

Ziel: Einen umfassenden Überblick über die Herausforderungen im Bereich der Abfallwirtschaft im Zusammenhang mit biologisch abbaubarem Kunststoff (BDP) zu gewinnen.

Part i (Systemisch):

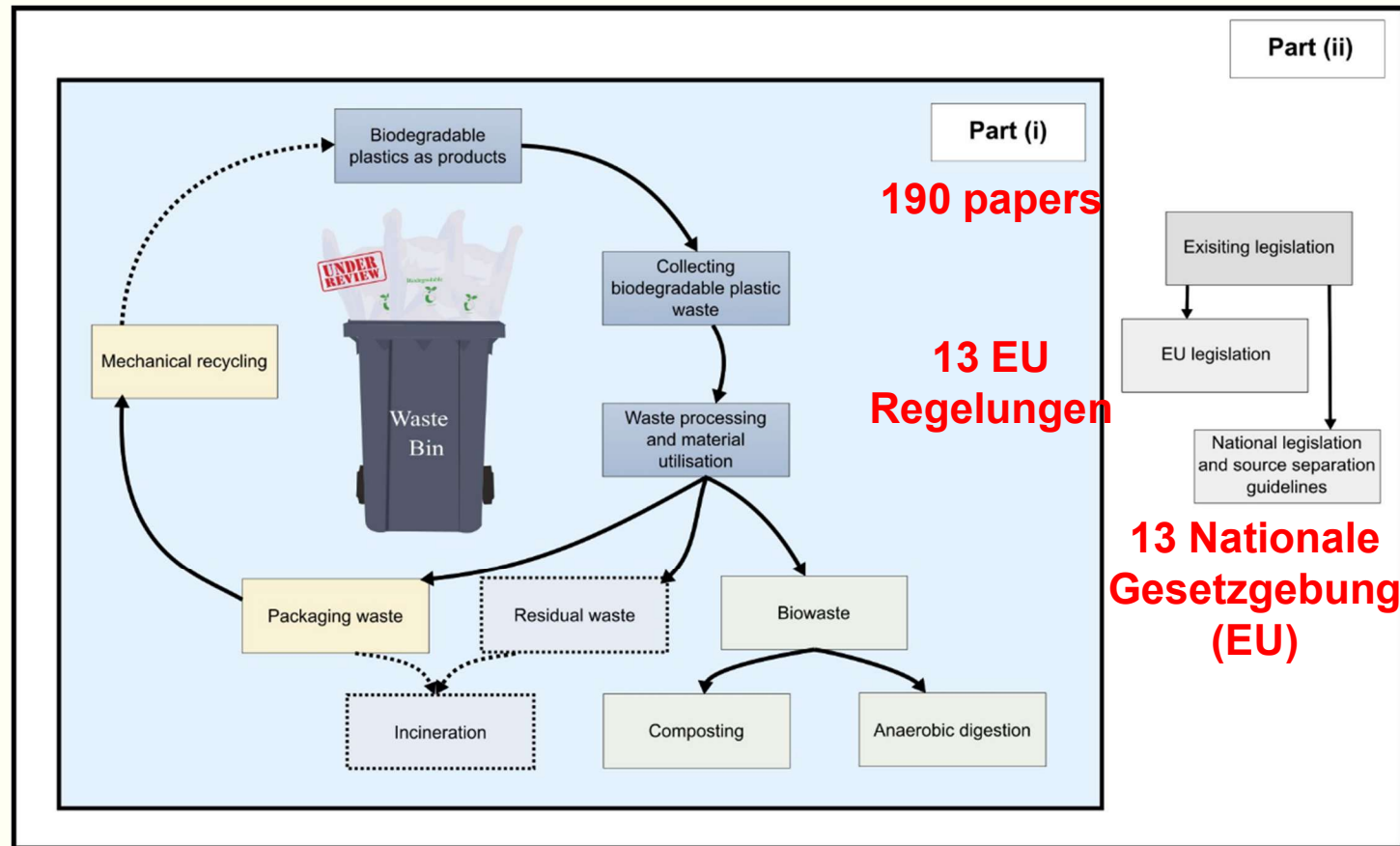
Welche Herausforderungen werden in der Fachliteratur im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung von BDPs genannt, wenn diese in den drei Abfallströmen gesammelt werden, um den jeweiligen Behandlungsverfahren zugeführt zu werden?

Part ii (Regulatorisch):

Was sehen die geltenden Rechtsvorschriften hinsichtlich ihrer Sammlungsmethoden vor?

Wie?

Paper I



Paper I

Identified challenges

Ergebnisse

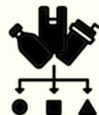
Part i (Systemic):



Geringe Mengen und viele verschiedene BDP-Sorten erschweren eine kosteneffiziente Abfallwirtschaft.



Bei Verbraucher besteht Verwirrung über die richtige Sammlung von BDPs.



Bei der Sortierung wurden bisher nur bestimmte BDP-Arten untersucht.



Beim mechanischen Recycling gibt es bisher nur Laborstudien. Der Nutzen des organischen Recyclings von BDPs ist noch nicht eindeutig geklärt.

Part ii (Regulatory):



Nur in zwei EU-Verordnungen wird auf deren Sammlung eingegangen.



Es gab Unstimmigkeiten zwischen den nationalen Vorschriften und den Sortierrichtlinien.

Image source: 4; 8

Paper I

Review Article

WM&R

Challenges and opportunities in managing biodegradable plastic waste: A review

Namrata Mhaddolkar^{1,2} , Thomas Fruergaard Astrup^{2,3},
Alexia Tischberger-Aldrian¹, Roland Pomberger¹
and Daniel Vollprecht⁴ 

Waste Management & Research
1–24

© The Author(s) 2024



Article reuse guidelines:

sagepub.com/journals-permissions

DOI: 10.1177/0734242X241279902

journals.sagepub.com/home/wmr

 Sage

Veröffentlicht am **August 12, 2024.**

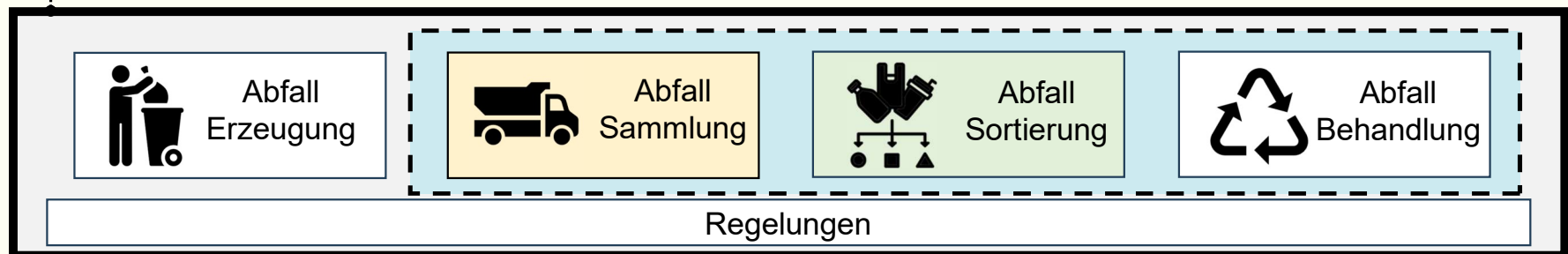
Research Ziel 1

Paper I

- Welche Herausforderungen werden in der Fachliteratur im Zusammenhang mit der Bewirtschaftung von BDPs genannt, wenn diese in den drei Abfallströmen gesammelt werden, um den jeweiligen Behandlungsverfahren zugeführt zu werden?
- Was sehen die geltenden Rechtsvorschriften hinsichtlich ihrer Sammlungsmethoden vor??

Ziel 1:

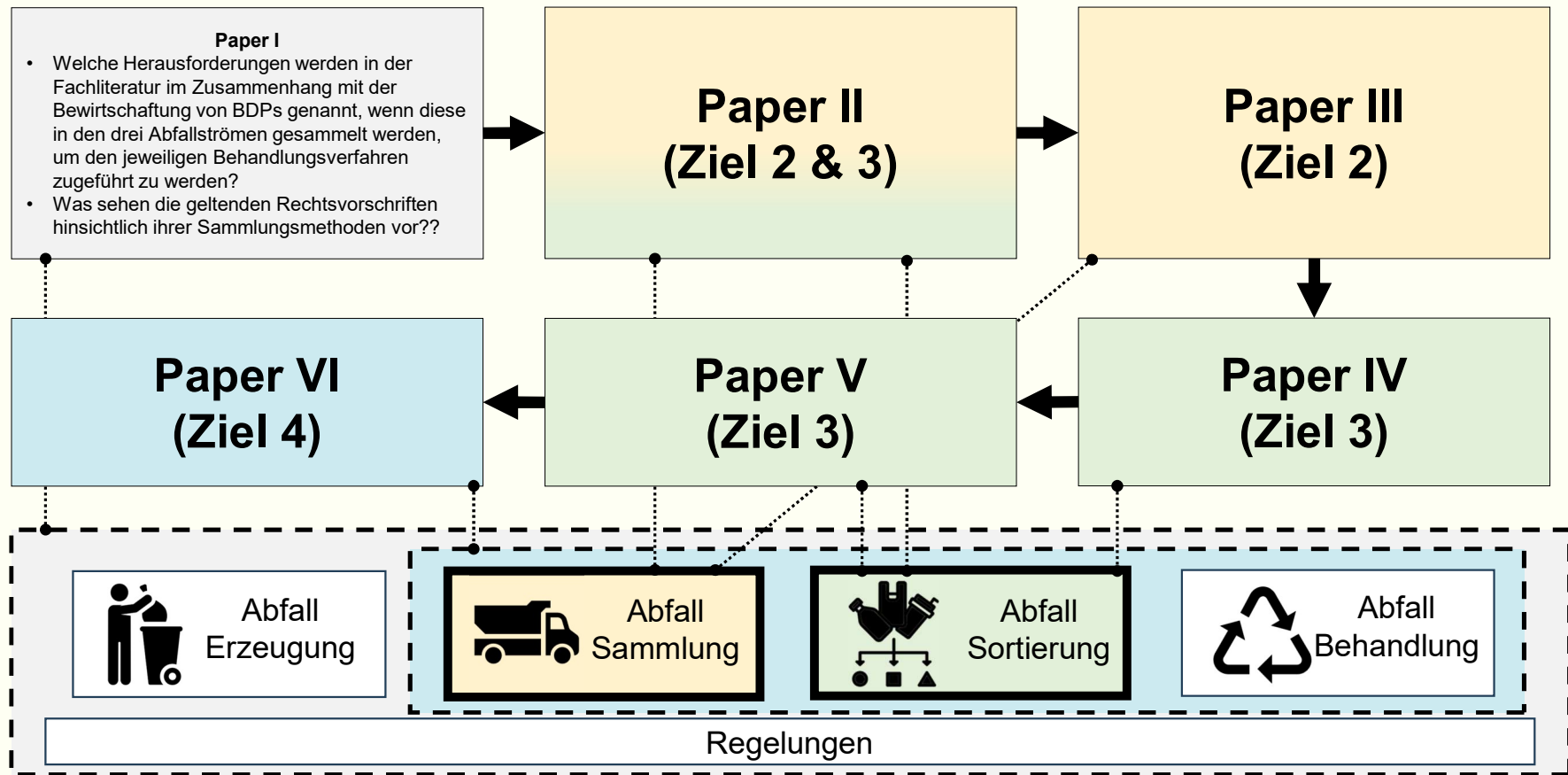
Durchführung einer systematischen Überprüfung der bestehenden Herausforderungen bei der Sammlung biologisch abbaubarer Kunststoffabfälle auf systemischer und regulatorischer Ebene.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

PhD Struktur



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

Paper II

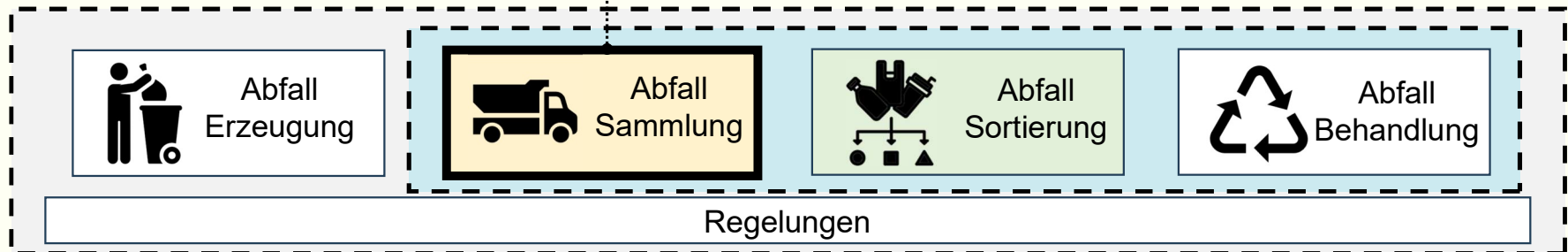
Ziel 2:

Die derzeitigen Sammelverfahren für biologisch abbaubare Kunststoffe untersuchen und Empfehlungen für die künftige Umsetzung aussprechen.

Paper II (Ziel 2 & 3)

Ziel 3:

Untersuchen Sie den Einsatz bestehender sensorbasierter Sortiertechnologien zur Erkennung und Sortierung biologisch abbaubarer Kunststoffe und untersuchen Sie den Einfluss von Verunreinigungen auf deren Erkennbarkeit und Sortierbarkeit.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

Warum?

Paper II

- In der Literaturübersicht wurden Studien zur Verunsicherung der Verbraucher bei der Sammlung von BDPs untersucht.
- Die Frage war daher: Zeigt sich diese Verunsicherung auch im tatsächlichen Sammlungsverhalten?
- Eine solche Abfallcharakterisierungsstudie, die sich speziell auf das Sammlungsverhalten der Verbraucher konzentriert, gab es bisher noch nicht.



Welche Arten von biologisch abbaubaren Kunststoffprodukten sind in den Abfallströmen Verpackungsabfall, Bioabfall und Restmüll enthalten?

Wie?

Paper II

- Durchgeführt im Rahmen von Praktika bei Saubermacher und TOMRA.
- Zwei Fallstudien – österreichischen und ein deutsches Stadtgebiet.
- Aus Verpackungsabfällen, Bioabfällen und Restmüll sortierte BDP-Produkte.
- Visuelle Identifizierungsmethode – Österreich.
- NIR-Sortierung + visuelle Identifizierungsmethode – Deutschland.



Image source: 9; 10; 11

Österreichisches Stadtgebiet

Paper II

Ergebnisse



Source: 5

Österreichisches Stadtgebiet

Paper II

Ergebnisse



Einkaufssackerl aus dem Supermarkt

Verpackungsabfälle – 90

Bioabfälle – 14

Restmüll – 33

Hilfsmittel für die Bioabfallsammlung

Verpackungsabfälle – 2

Bioabfälle – 46

Restmüll – 6

Gleiche Gegenstände, die in mehr als einem Abfallstrom vorkommen.

Source: 5

Paper II

Deutsches Stadtgebiet

Wie?

- Methodik – Teil von Ziel 3.
- Basierend auf der Arbeit während der Entsendung zur TOMRA Sorting GmbH.
- Erstellung einer umfassenden NIR-Datenbank auf der Grundlage von Neuware (Gruppe 1) und im Handel erhältlichen BDPs (Gruppe 2).
- Zur Optimierung der NIR-Datenbank wurden verunreinigte Proben aus dem österreichischen Stadtgebiet verwendet.
- Zur Identifizierung von BDPs wurde eine NIR-Sortierung in Kombination mit einer manuellen Sortierung der Ausschussfraktion durchgeführt.

Paper II

Deutsches Stadtgebiet

Ergebnisse

Items	Number of items		
	<i>Packaging waste</i>	<i>Bioabfälle</i>	<i>Restmüll</i>
Supermarket carrier bags	10	0	2
Dustbin bags	1	106	3
Wood-fibre nets	7	0	2
PLA single-use containers	2	0	0
Compostable packaging	1	0	0
Label-less claim	1	0	0
Total	22	106	7

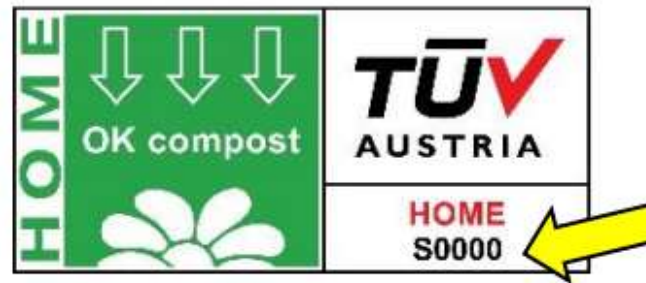
Gleiche Gegenstände, die in mehr als einem Abfallstrom vorkommen.

Source: 5

Ergebnisse

Paper II

Es wurden Beispiele für Greenwashing gefunden.



Source: 5; 10; 12; 13

Paper II

Special Issue Article

WM&R

Consumers confused 'Where to dispose biodegradable plastics?': A study of three waste streams

Waste Management & Research
1–12

© The Author(s) 2024

Article reuse guidelines:

sagepub.com/journals-permissions

DOI: 10.1177/0734242X241231408

journals.sagepub.com/home/wmr

 Sage

Namrata Mhaddolkar^{1,2}, Alexia Tischberger-Aldrian¹,
Thomas Fruergaard Astrup² and Daniel Vollprecht³

Veröffentlicht am **January 19, 2024.**

Paper II

Ziel 2:

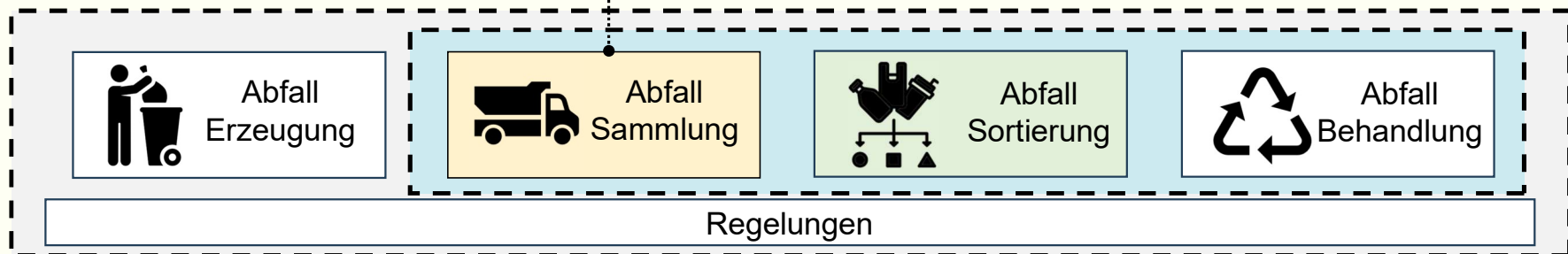
Die derzeitigen Sammelverfahren für biologisch abbaubare Kunststoffe untersuchen und Empfehlungen für die künftige Umsetzung aussprechen.

Paper II

- Welche Arten von biologisch abbaubaren Kunststoffprodukten kommen in den Abfallströmen „Verpackungsabfälle“, „Bioabfälle“ und „Restmüll“ vor?

Ziel 3:

Untersuchen Sie den Einsatz bestehender sensorbasierter Sortiertechnologien zur Erkennung und Sortierung biologisch abbaubarer Kunststoffe und untersuchen Sie den Einfluss von Verunreinigungen auf deren Erkennbarkeit und Sortierbarkeit.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

PhD Struktur

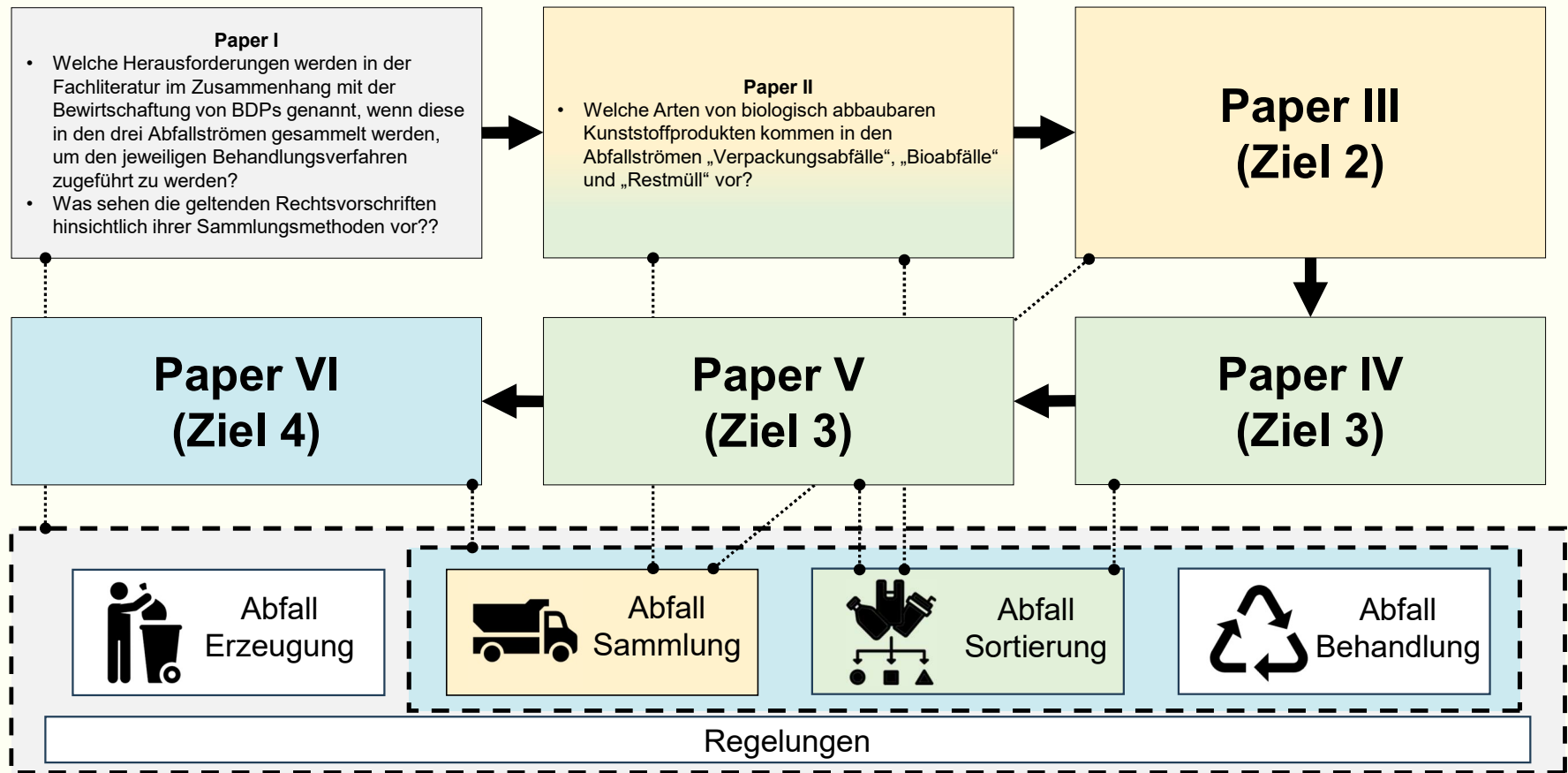
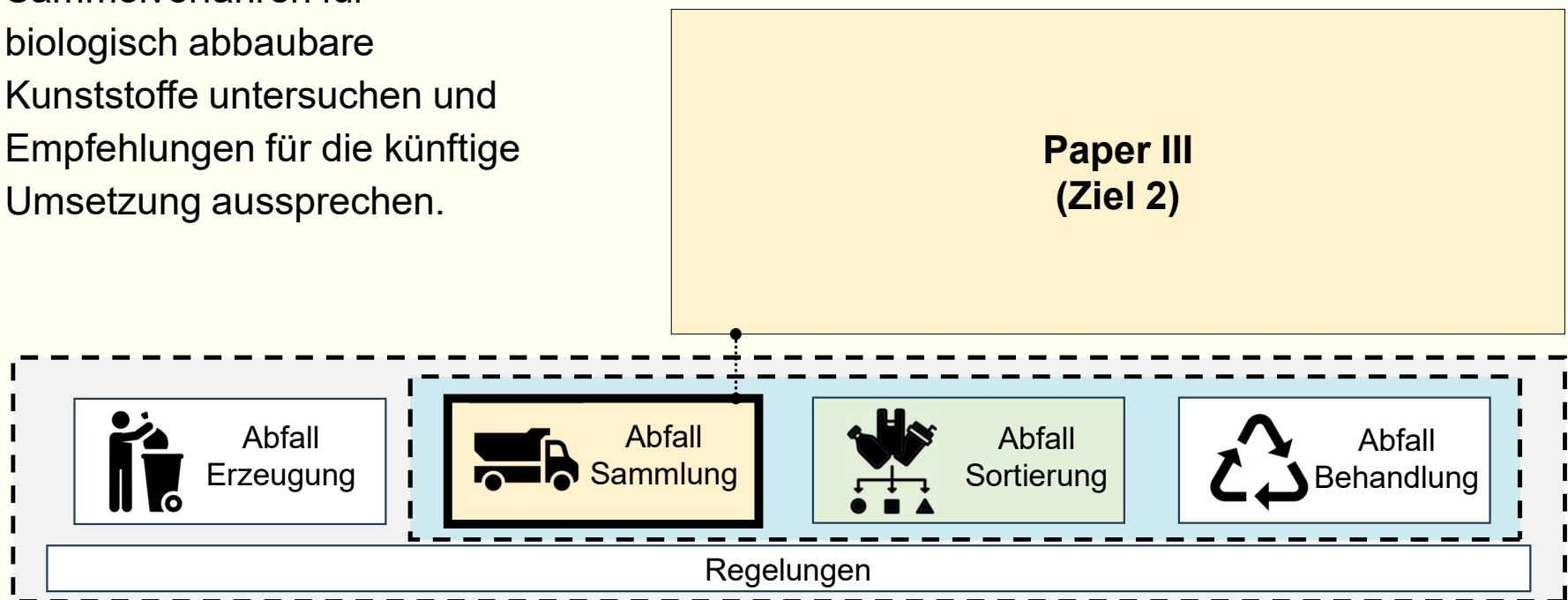


Image source: 3; 4

Research Ziel 2

Ziel 2:

Die derzeitigen
Sammelverfahren für
biologisch abbaubare
Kunststoffe untersuchen und
Empfehlungen für die künftige
Umsetzung aussprechen.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

Warum?

Paper III

- Verbraucher (Abfallerzeuger) spielen eine wichtige Rolle in der Abfallwirtschaft.
- Unter der Annahme, dass eine etablierte Sammelinfrastruktur und klare Sortierrichtlinien für Bioabfälle vorhanden sind, bestand das Ziel darin, die wichtigsten Motivationsfaktoren für eine Verbesserung der Mülltrennung an der Quelle zu ermitteln.

Welche relative Bedeutung haben die wichtigsten Motivationsfaktoren, die das Verhalten der Abfallerzeuger bei der Mülltrennung an der Quelle beeinflussen?

Wie?

Paper III

- Basierend auf der Masterarbeit.
- **24** zentrale Motivationsfaktoren aus **43 Papers**: jeweils 12 für **nicht-demografische** und **demografische** Faktoren.
- **Eine Expertengruppe** und **zwei Bevölkerungsgruppen** (Leoben und Barcelona) haben die oben genannten Faktoren bewertet.
- Zur Ermittlung der relativen Bedeutung der Faktoren durch jede Gruppe wurde eine **Pairwise Comparison Matrix** eiche verwendet.
- Die Interpretation bezieht sich auf biologisch abbaubare Kunststoffe.

Paper III

Identifizierte Faktoren:

Nicht- demografische Faktoren

Appearance and design of infraStruktur	Environmental education
Awareness campaigns	Governmental regulations
Beliefs and values	Habits
Convenience of the collection system	Provided information
Economic incentives	Social pressure
Environmental concern	Trust in system

Demografische Faktoren

Age	Level of education
Employment status	Location
Family situation	Personal barriers
Gender	Political preferences
Heritage and culture	Social status
Income	Type of dwelling

Ergebnisse

Das Ranking :

Nicht- demografische Faktoren

<u>Ranks based on importance</u>	<u>Experts group</u>	<u>Barcelona group</u>	<u>Leoben group</u>
First	Convenience of the collection system	Beliefs and values	Habits
Second	Beliefs and values	Environmental concern	Beliefs and values
Third	Environmental concern	Habits	Environmental concern
<i>Least</i>	<i>Provided information</i>	<i>Social pressure</i>	<i>Awareness campaigns</i>

Demografische Faktoren

<u>Ranks based on importance</u>	<u>Experts group</u>	<u>Barcelona group</u>	<u>Leoben group</u>
First	Location	Level of education	Level of education
Second	Level of education	Location	Heritage and culture
Third	Heritage and culture & Family situation	Type of dwelling	Personal barriers
<i>Least</i>	<i>Age</i>	<i>Gender</i>	<i>Gender</i>

Paper III

Discover Sustainability

Research

Determining the relative importance of key drivers influencing source separation behaviour of waste producers

Namrata Mhaddolkar^{1,3} · Severin Fuchs^{1,2} · Lázaro V. Cremades²

Received: 16 June 2024 / Accepted: 8 January 2025

Published online: 20 January 2025

© The Author(s) 2025 [OPEN](#)

Veröffentlicht am **January 20, 2025.**

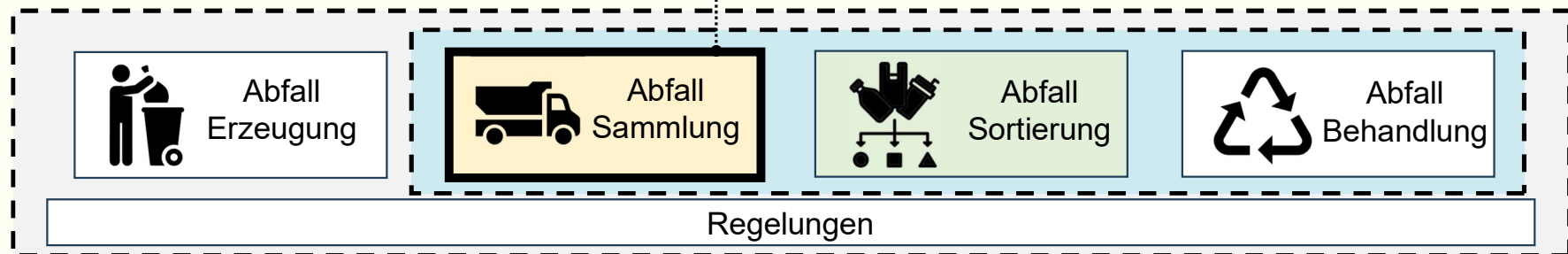
Research Ziel 2

Ziel 2:

Untersuchen Sie den Einfluss von Verunreinigungen auf die Erkennbarkeit und Sortierbarkeit biologisch abbaubarer Kunststoffe.

Paper III

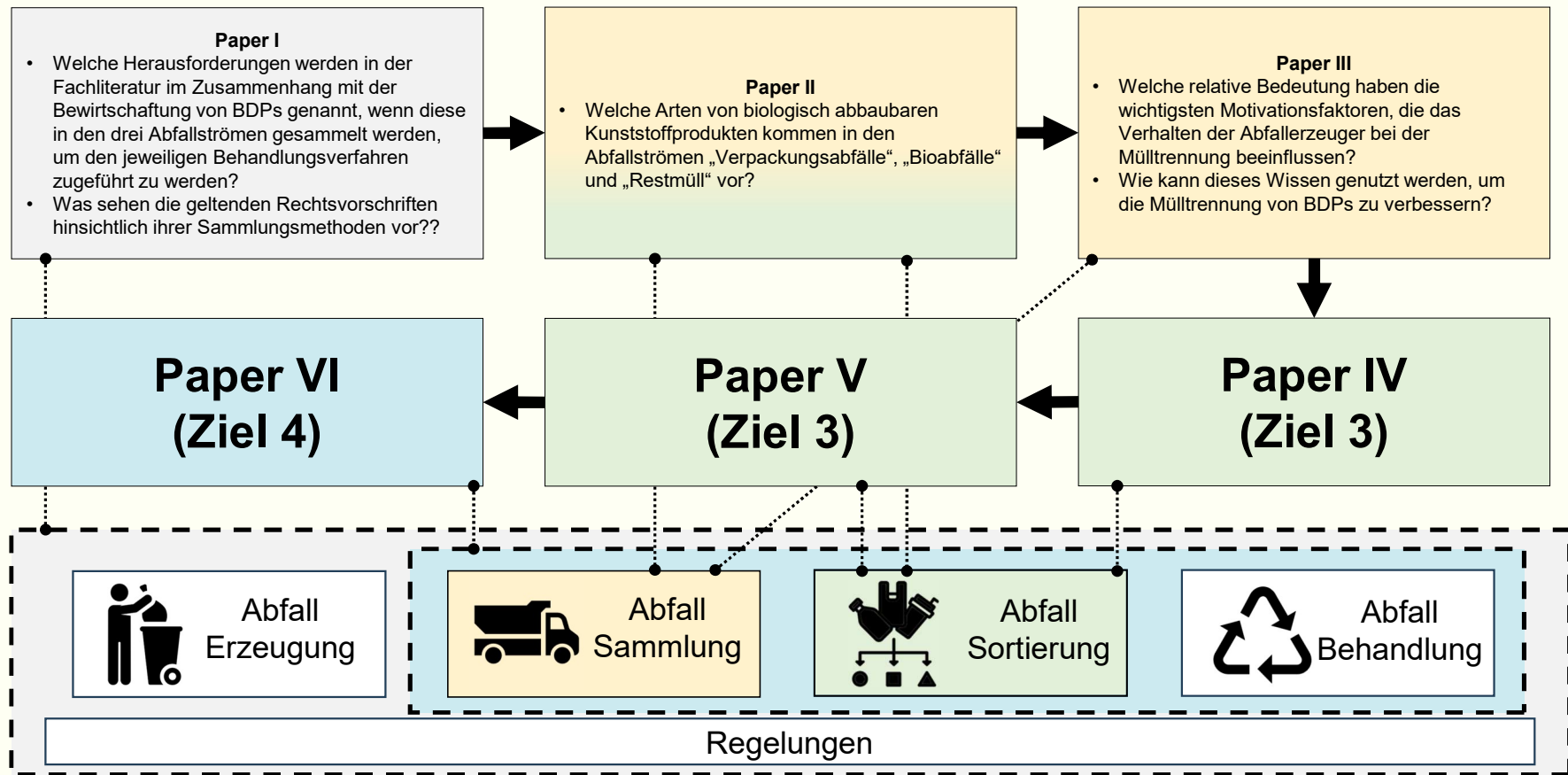
- Welche relative Bedeutung haben die wichtigsten Motivationsfaktoren, die das Verhalten der Abfallerzeuger bei der Mülltrennung beeinflussen?
- Wie kann dieses Wissen genutzt werden, um die Mülltrennung von BDPs zu verbessern?



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

PhD Struktur



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

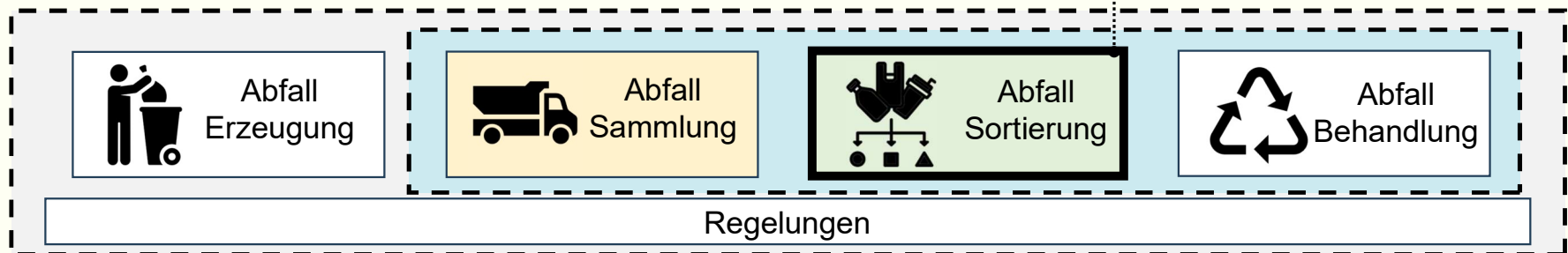
Image source: 3; 4

Research Ziel 3

Ziel 3:

Untersuchen Sie den Einfluss von Verunreinigungen auf die Erkennbarkeit und Sortierbarkeit biologisch abbaubarer Kunststoffe.

**Paper IV
(Ziel 3)**



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

Warum?

Paper IV

Die erste Studie im Rahmen meiner Doktorarbeit.

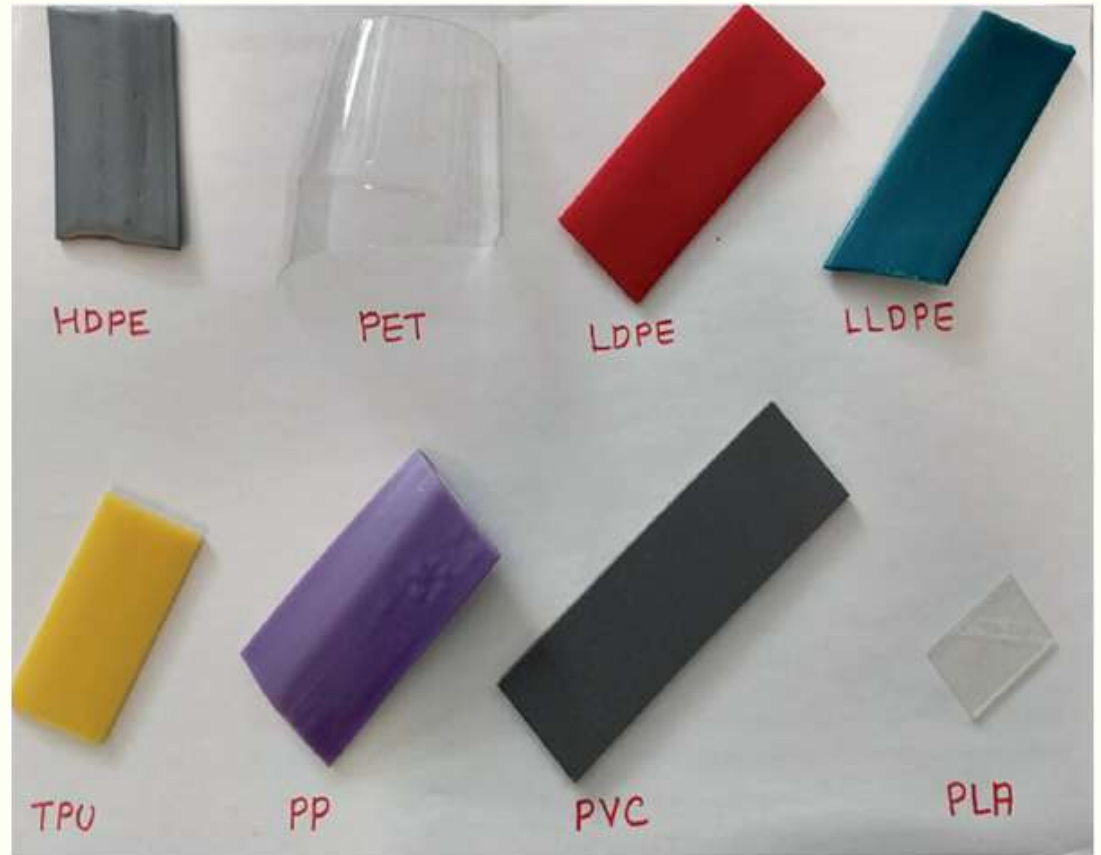
Kann der vorhandene Nahinfrarot-Sortierer zum Sortieren von PLA-Produkten verwendet werden?

Es wurden nur bestimmte Arten von PLA-Produkten auf ihre Sortierbarkeit getestet.

Wie?

Spektrum von Polymilchsäure (PLA) im Vergleich zu 7 herkömmlichen Kunststoffen.

Paper IV

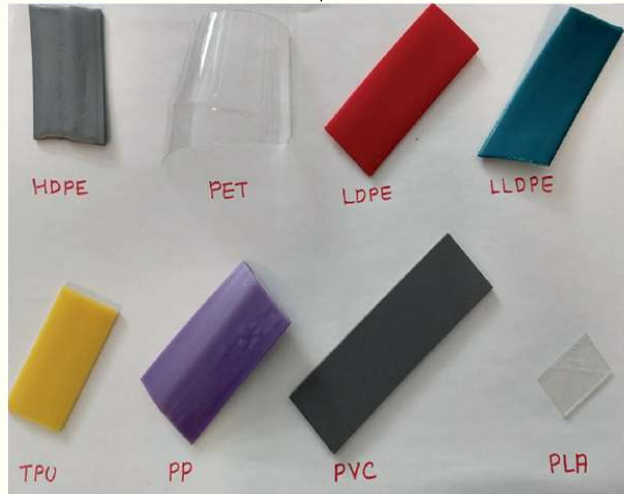
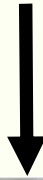


Source: 7

Wie?

Paper IV

NIR-Rezept erstellt



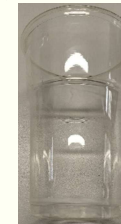
10 PLA-Produkte wurden erkannt und
ausgeworfen



Lid-Cup 1



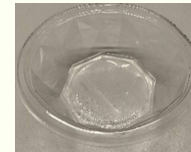
Cup 1



Cup 2



Lid-Container-
Takeaway



Container



Cutlery 1_Knife



Cutlery
2_Spoon



3D Print 1



3D Print 2

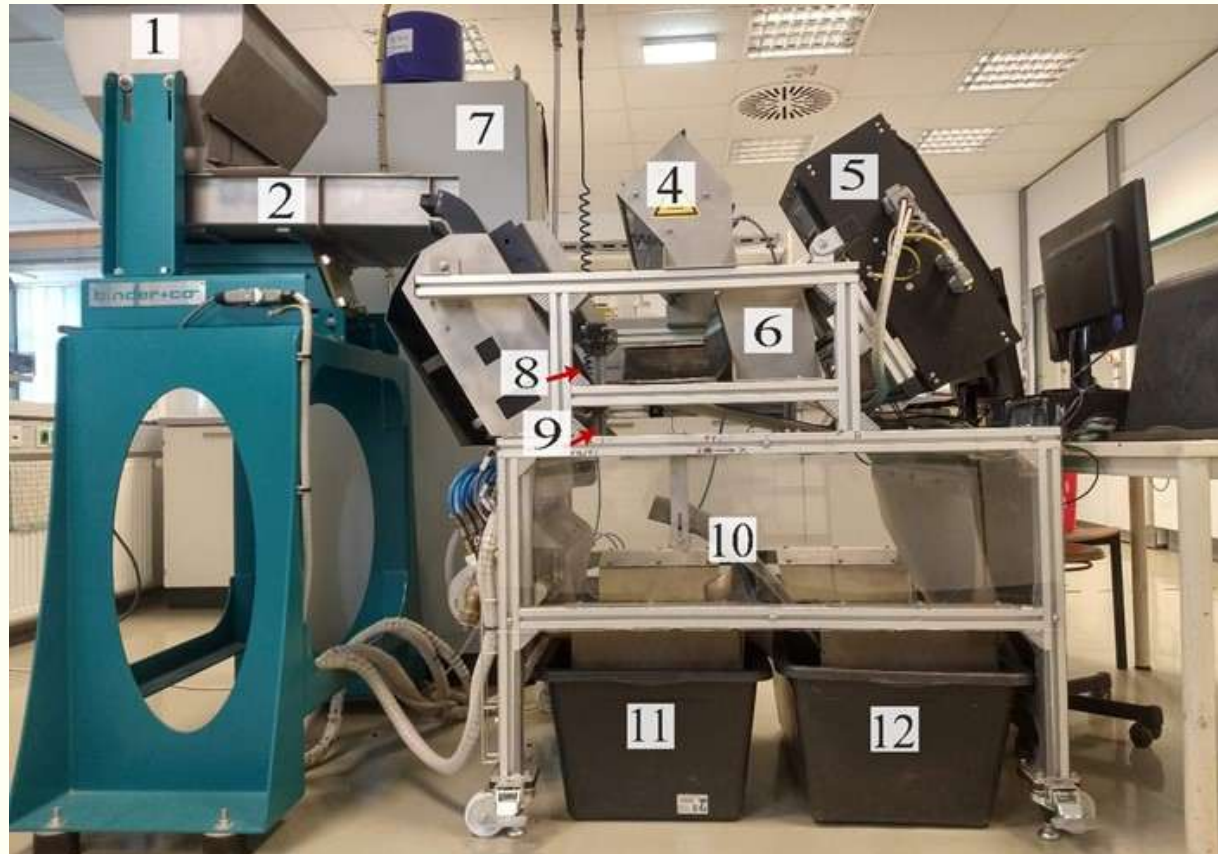


Bottle opener

Source: 7

Wie?

Paper IV



NIR-Sortierer in Rutschenbau- weise bei MUL

Legend

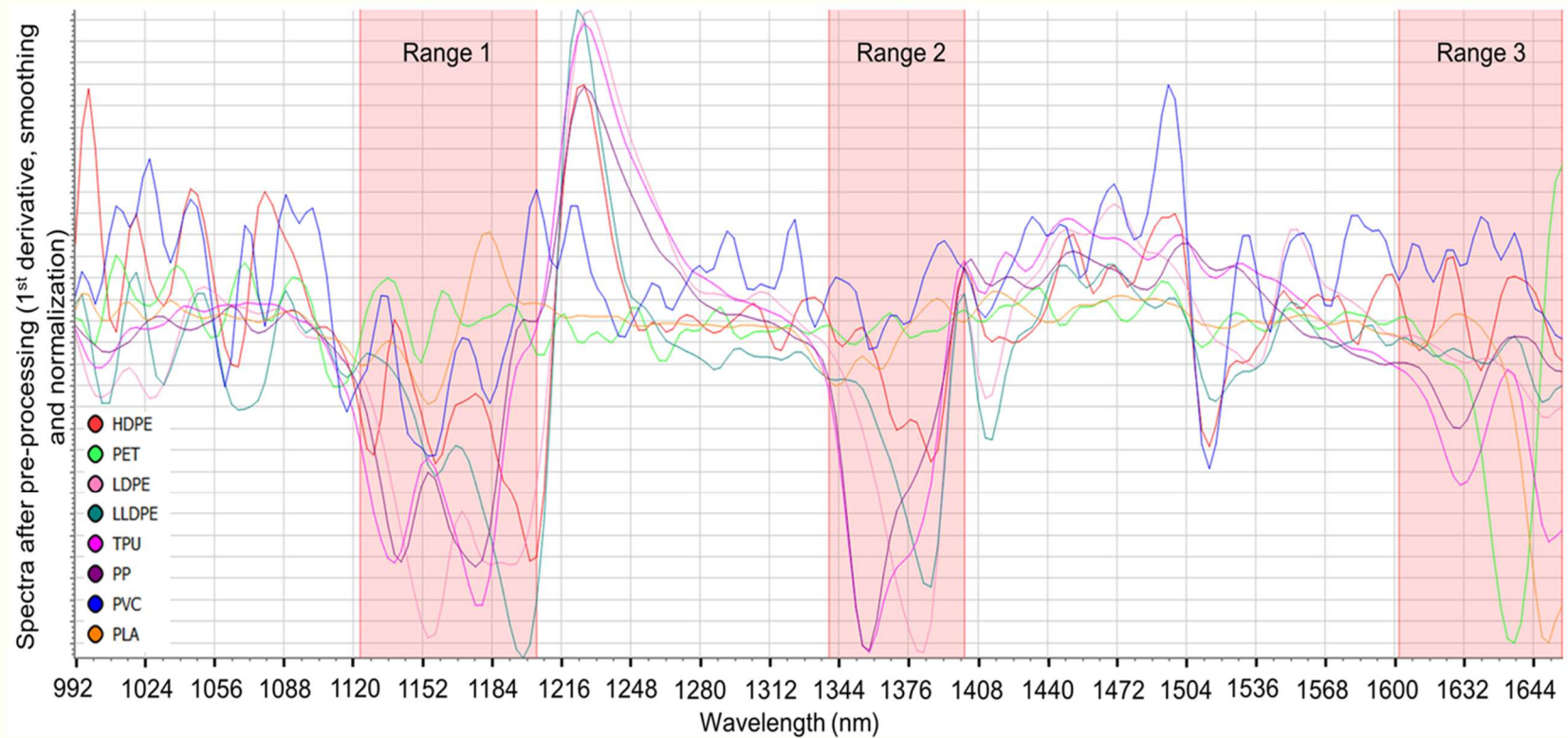
1. Chute
2. Conveyor belt
3. Sample material
4. NIR light emitter
5. Hyperspectral imaging system and VIS Camera
6. VIS light emitter
7. Control unit
8. Backlight
9. Air nozzle
10. Splitter
11. Reject
12. Eject

Image source: Author

Ergebnisse

Vergleich der Spektren:

Paper IV

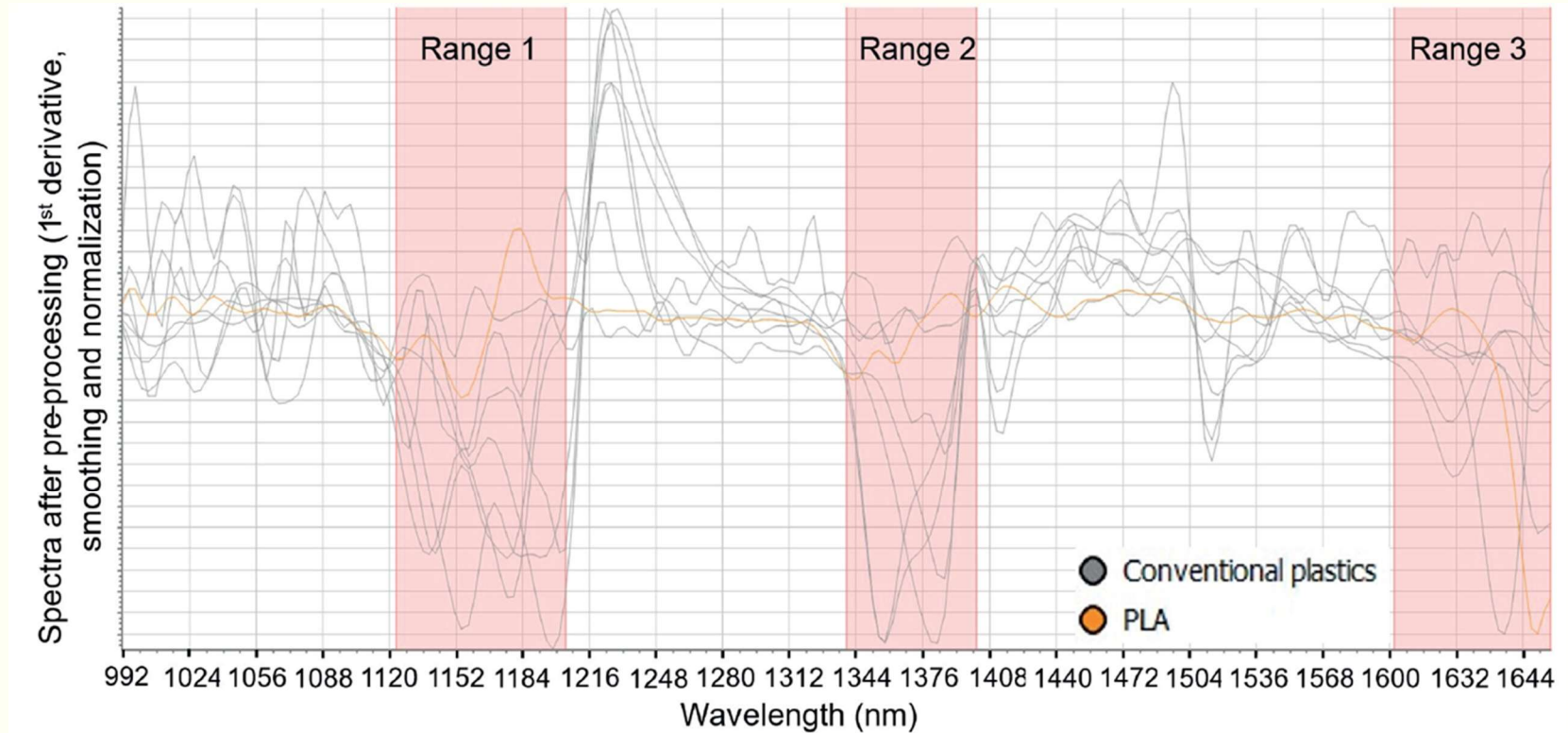


Source: 7

Ergebnisse

Vergleich der Spektren:

Paper IV



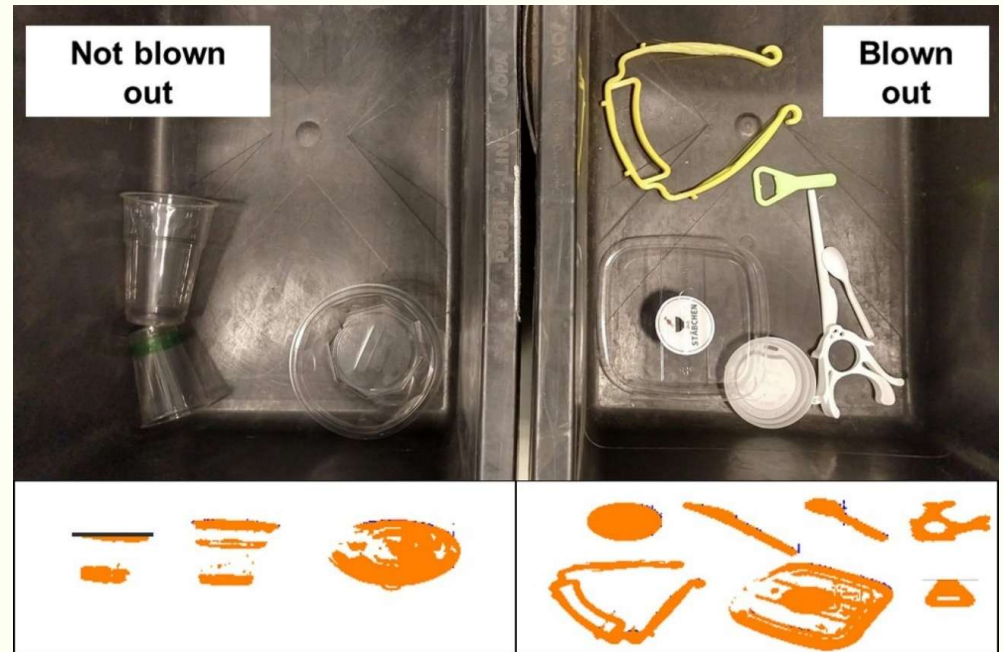
Source: 7

Ergebnisse

Prüfung der Erkennbarkeit:

- 10 Produkte wurden als PLA identifiziert.
- Die Einstellungen der Hintergrundbeleuchtung hatten Auswirkungen auf den Auswurf von 3 transparenten PLA-Produkten.
- Maximale Einstellung der Hintergrundbeleuchtung – 9 %.

Paper IV



Source: 7

Paper IV



NEAR-INFRARED IDENTIFICATION AND SORTING OF POLYLACTIC ACID

Namrata Mhaddolkar *, Gerald Koinig and Daniel Vollprecht

Waste Processing Technology and Waste Management (AVAW), Montanuniversität Leoben, Franz-Josef-Straße 18, 8700 Leoben, Austria

Veröffentlicht am **September 14, 2022.**

Research Ziel 3

Ziel 3:

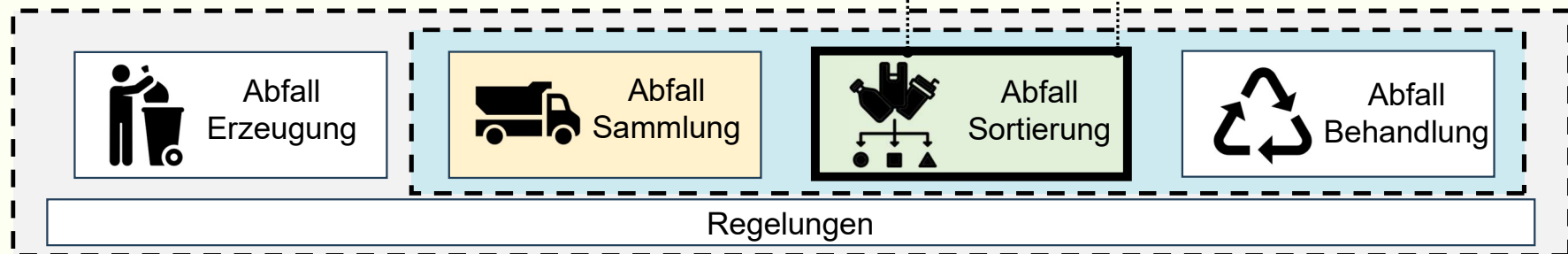
Untersuchen Sie den Einfluss von Verunreinigungen auf die Erkennbarkeit und Sortierbarkeit biologisch abbaubarer Kunststoffe.

Paper II

- Welche Arten von biologisch abbaubaren Kunststoffprodukten kommen in den Abfallströmen „Verpackungsabfälle“, „Bioabfälle“ und „Restmüll“ vor?

Paper IV

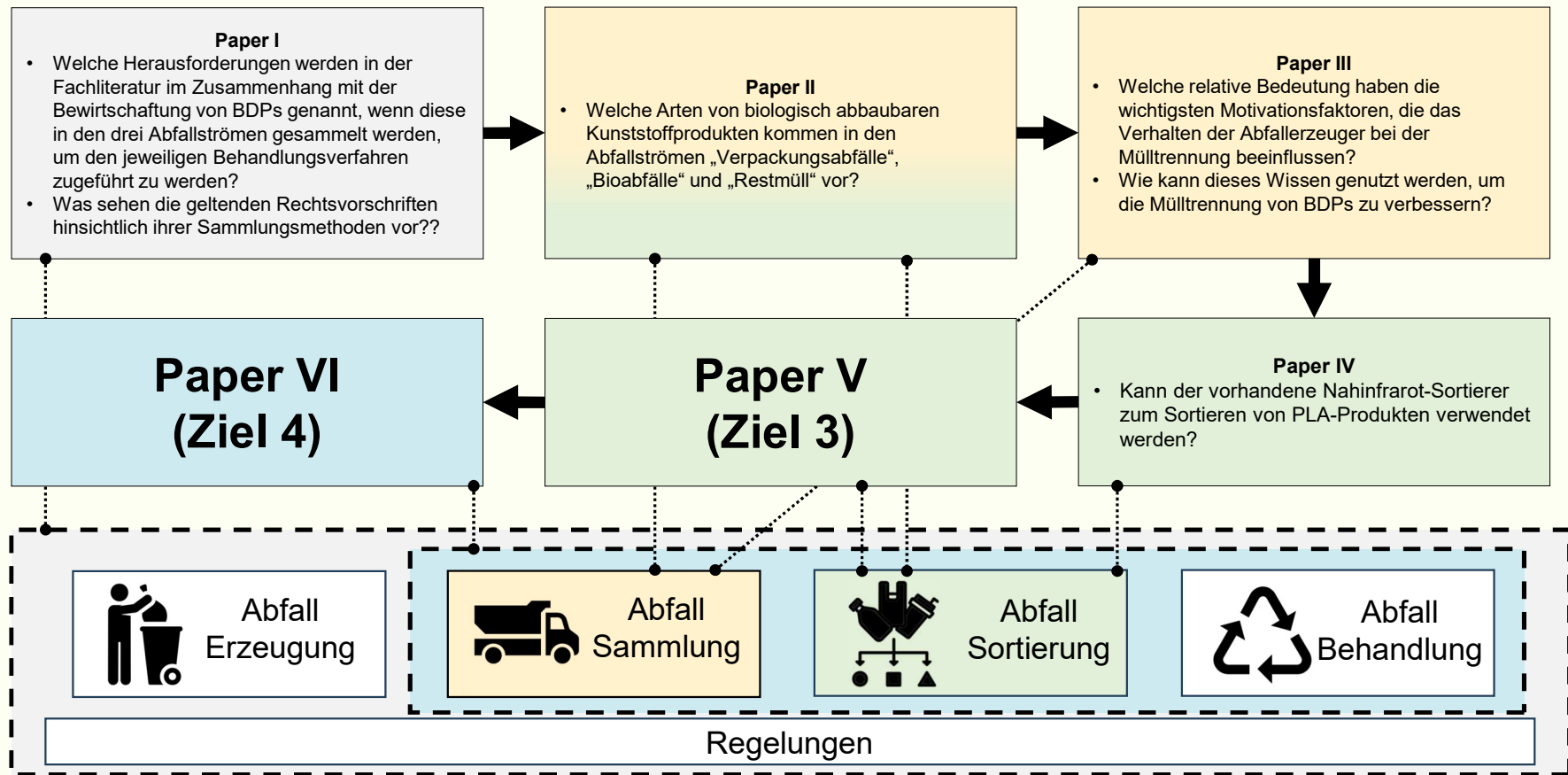
- Kann der vorhandene Nahinfrarot-Sortierer zum Sortieren von PLA-Produkten verwendet werden?



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

PhD Struktur



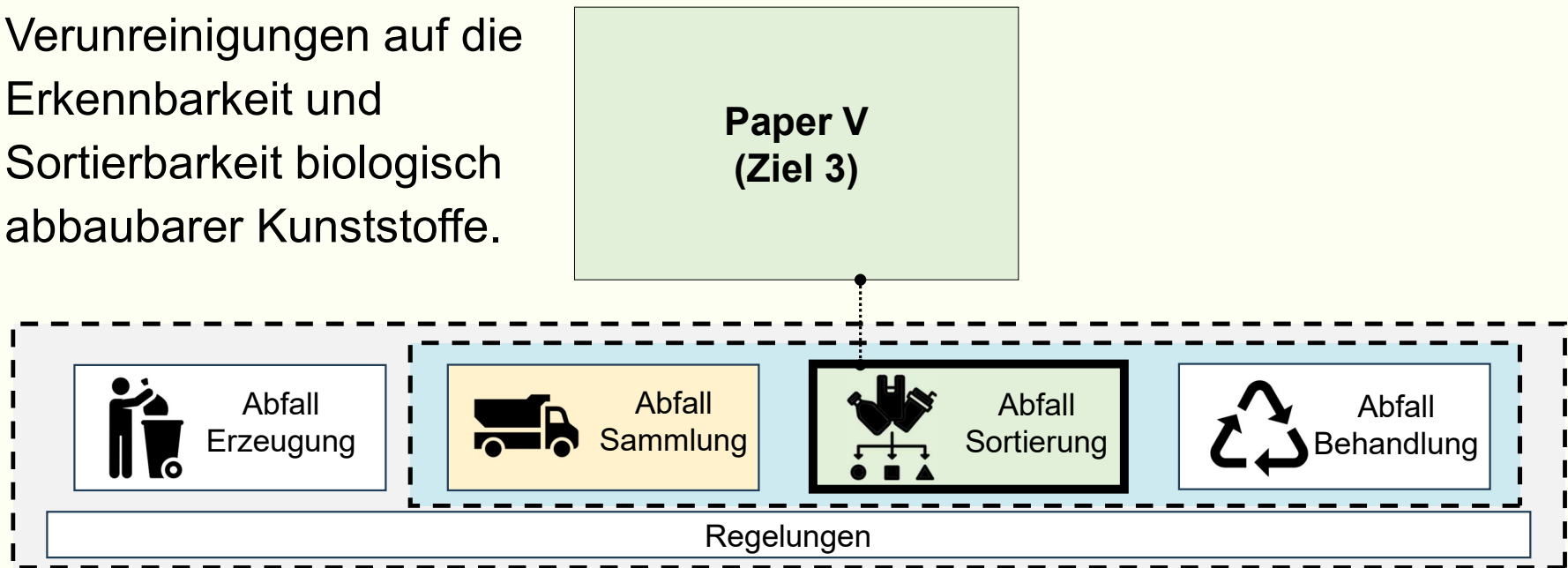
Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

Paper V

Ziel 3:

Untersuchen Sie den Einfluss von Verunreinigungen auf die Erkennbarkeit und Sortierbarkeit biologisch abbaubarer Kunststoffe.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

Warum?

Paper V

Häufig vorkommende biologisch abbaubare Kunststoffprodukte im Abfall:
aus dem Lebensmittelbereich.



Lebensmittelverpackungen



Einkaufstüten aus dem Supermarkt



Verpackungen für Speisen zum Mitnehmen



Hilfsmittel für die Bioabfall-Sammlung

Das NIR-Spektrum und die Materialklassifizierung werden durch die Eindringtiefe der NIR-Strahlung beeinflusst.

Wie wirkt sich eine Oberflächenverunreinigung auf die Nahinfrarotspektren biologisch abbaubarer Kunststoffe aus?

Source: 5

Wie?

Paper V

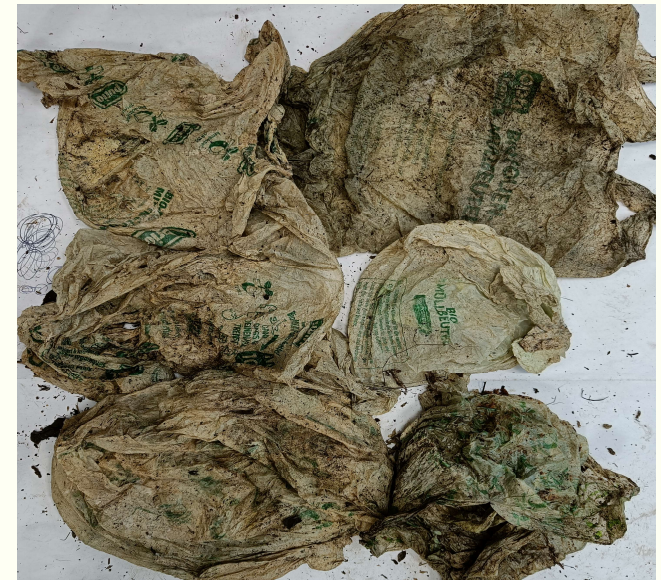
Künstlich herbeigeführte Kontamination im Labormaßstab

- 8 Lebensmittelkontaminanten in gleichen Mengen.



Praktische Verunreinigungen aus drei Abfallströmen

- Kontaminierte Proben aus Paper II – Österreichisches Stadtgebiet.

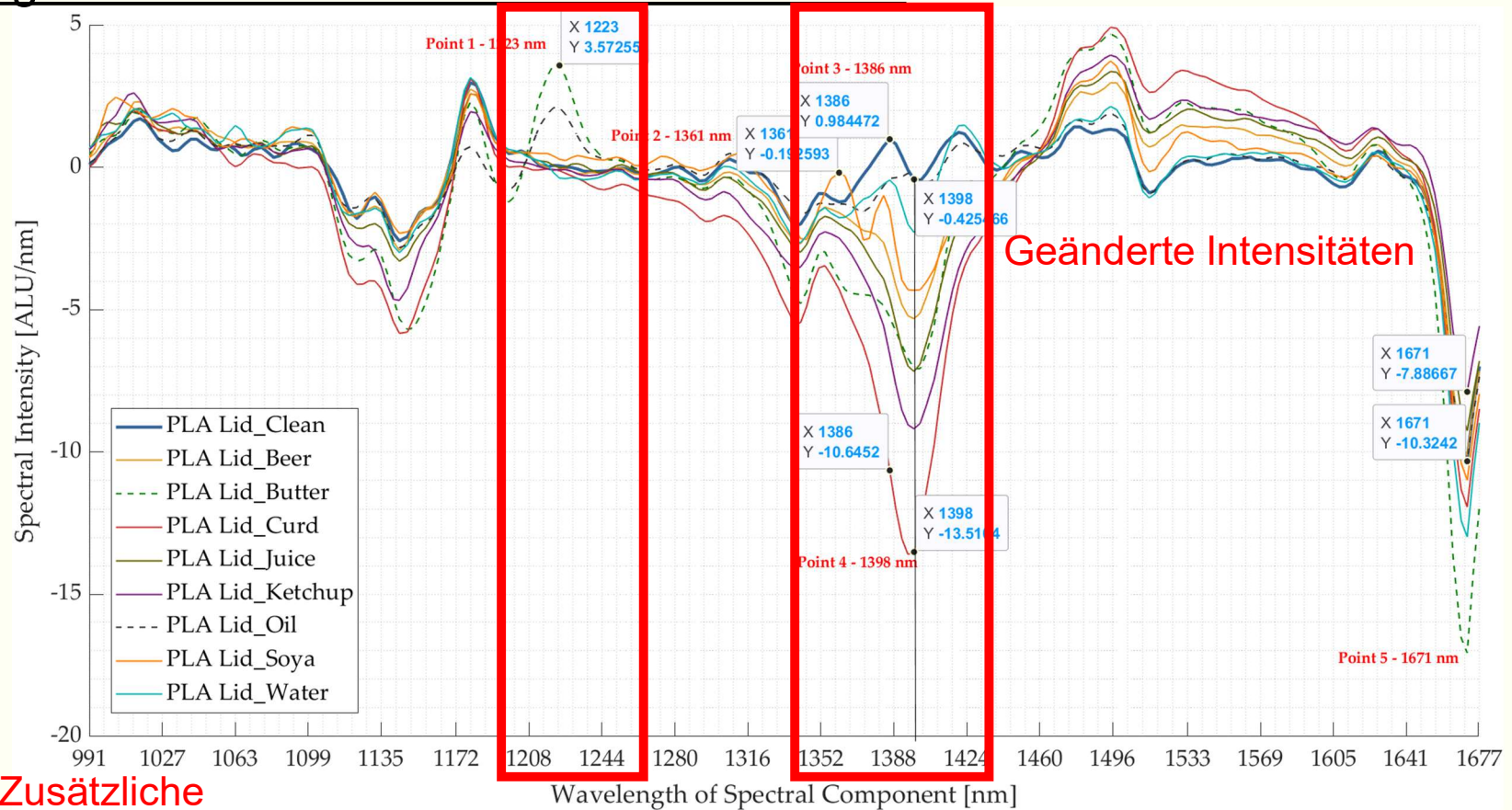


Source: 5

Paper V

Künstlich herbeigeführte Kontamination im Labormaßstab

Ergebnisse



Zusätzliche
Absorptionsbanden aufgrund
von Verunreinigungen

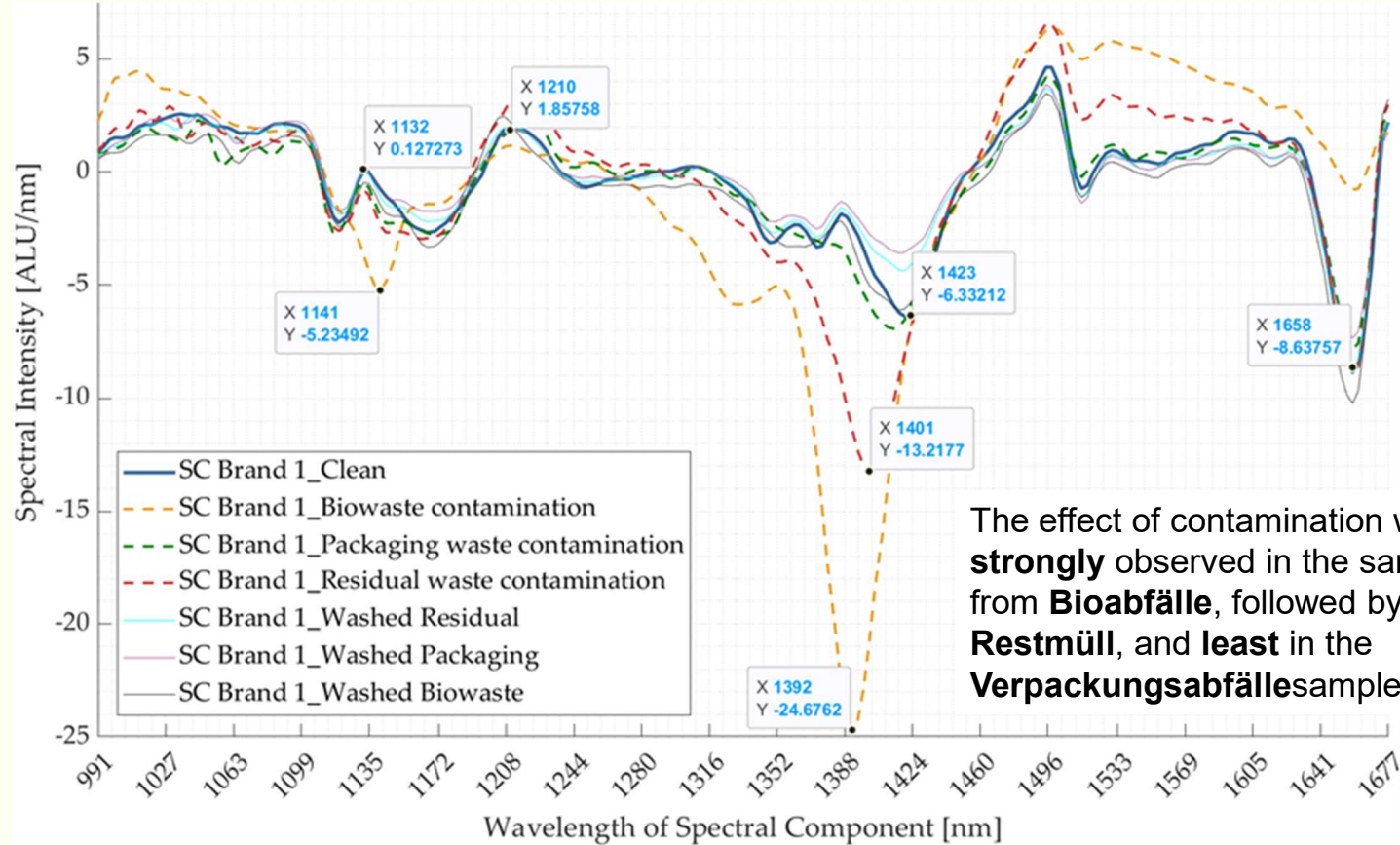
Source: 8



Paper V

Praktische Verunreinigungen aus drei Abfallströmen

Ergebnisse



The effect of contamination was **strongly** observed in the samples from **Bioabfälle**, followed by that from **Restmüll**, and **least** in the **Verpackungsabfälle** samples.

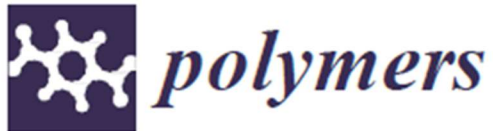
Source: 8

Paper V

- Experiment 1:
 - 1208–1236 nm wird durch das Vorhandensein von Fettsäuren beeinflusst.
 - 1352–1424 nm wird offenbar durch den Feuchtigkeitsgehalt beeinflusst.
- Experiment 2:
 - 1352–1424 nm in den Spektren von drei kontaminierten Proben – Feuchtigkeit.
 - 1123–1157 nm in den Spektren von mit Bioabfällen kontaminierten Proben – aufgrund des Vorhandenseins von Erde.
- Somit beeinflusst die Kontamination das Spektrum.
- Zwei Optionen wurden vorgeschlagen: Entweder werden die betroffenen Spektren weggelassen oder die NIR-Datenbank wird mit den Spektren der kontaminierten Proben optimiert.
- Letzteres scheint besser zu sein, da dabei keine wichtigen Spektralinformationen weggelassen werden.

Source: 8

Paper V



Article

Effect of Surface Contamination on Near-Infrared Spectra of Biodegradable Plastics

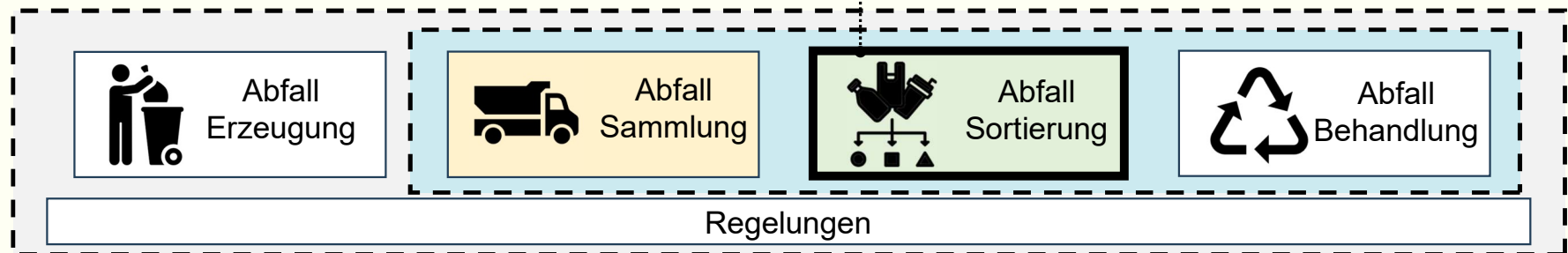
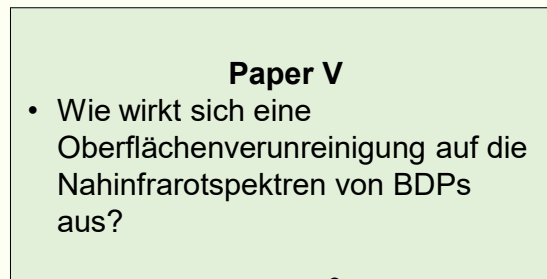
Namrata Mhaddolkar ¹ , Gerald Koinig , Daniel Vollprecht , Thomas Fruergaard Astrup ^{2,4}
and Alexia Tischberger-Aldrian ^{1,*}

Veröffentlicht am **August 19, 2024.**

Research Ziel 3

Ziel 3:

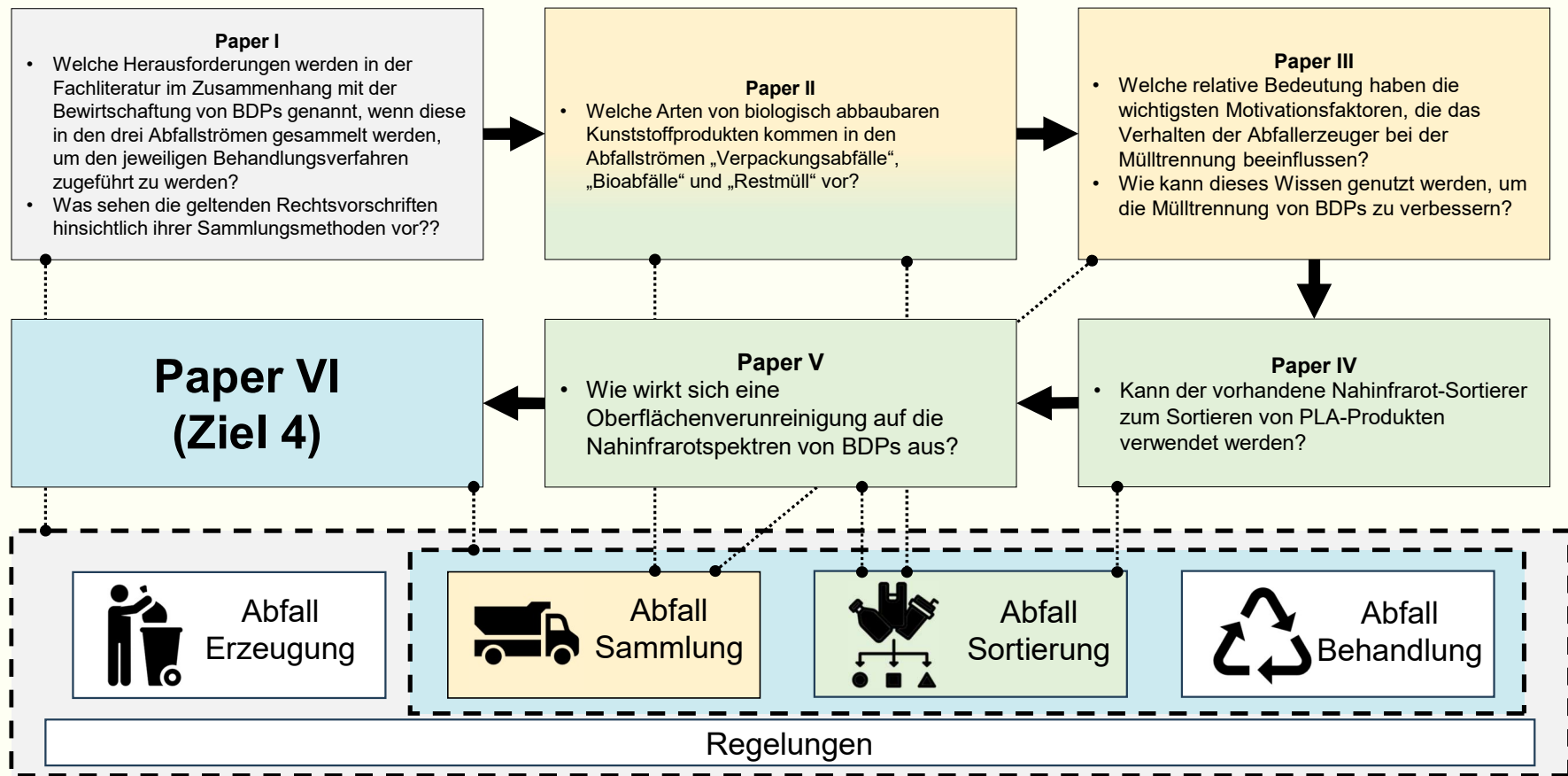
Untersuchen Sie den Einfluss von Verunreinigungen auf die Erkennbarkeit und Sortierbarkeit biologisch abbaubarer Kunststoffe.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

PhD Struktur



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

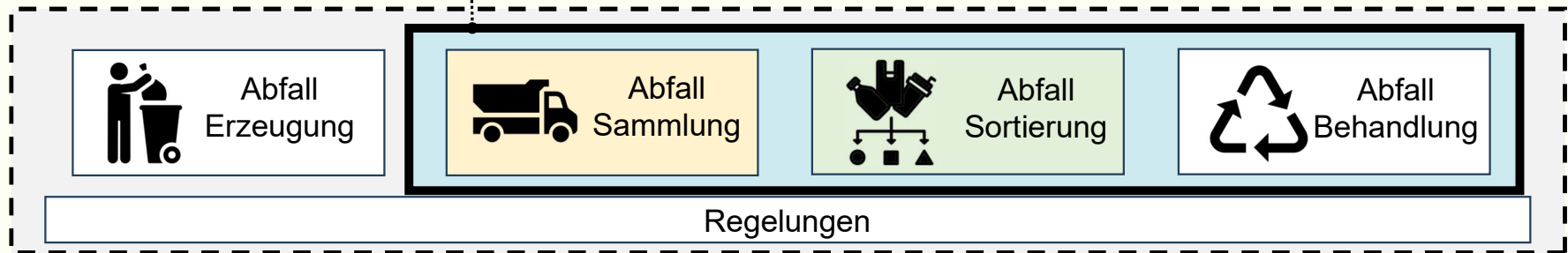
Image source: 3; 4

Paper VI

Paper VI (Ziel 4)

Ziel 4:

Bewerten Sie die Umweltverträglichkeit der Sammlung biologisch abbaubarer Kunststoffe in Verpackungsabfällen, Bioabfällen und Restmüll sowie der entsprechenden Abfallbehandlungsverfahren.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

Warum?

Paper VI

- Ausgehend von der Verunsicherung der Verbraucher hinsichtlich der Sammlung biologisch abbaubarer Kunststoffe – qualitative Untersuchungen und Untersuchungen zur Abfallcharakterisierung.
- Trägt ebenfalls zu Ziel 2 bei.

Welche ökologischen Folgen hat die Sammlung biologisch abbaubarer Kunststoffe in einem der drei Abfallströme mit der jeweils entsprechenden Abfallbehandlung?

Wie?

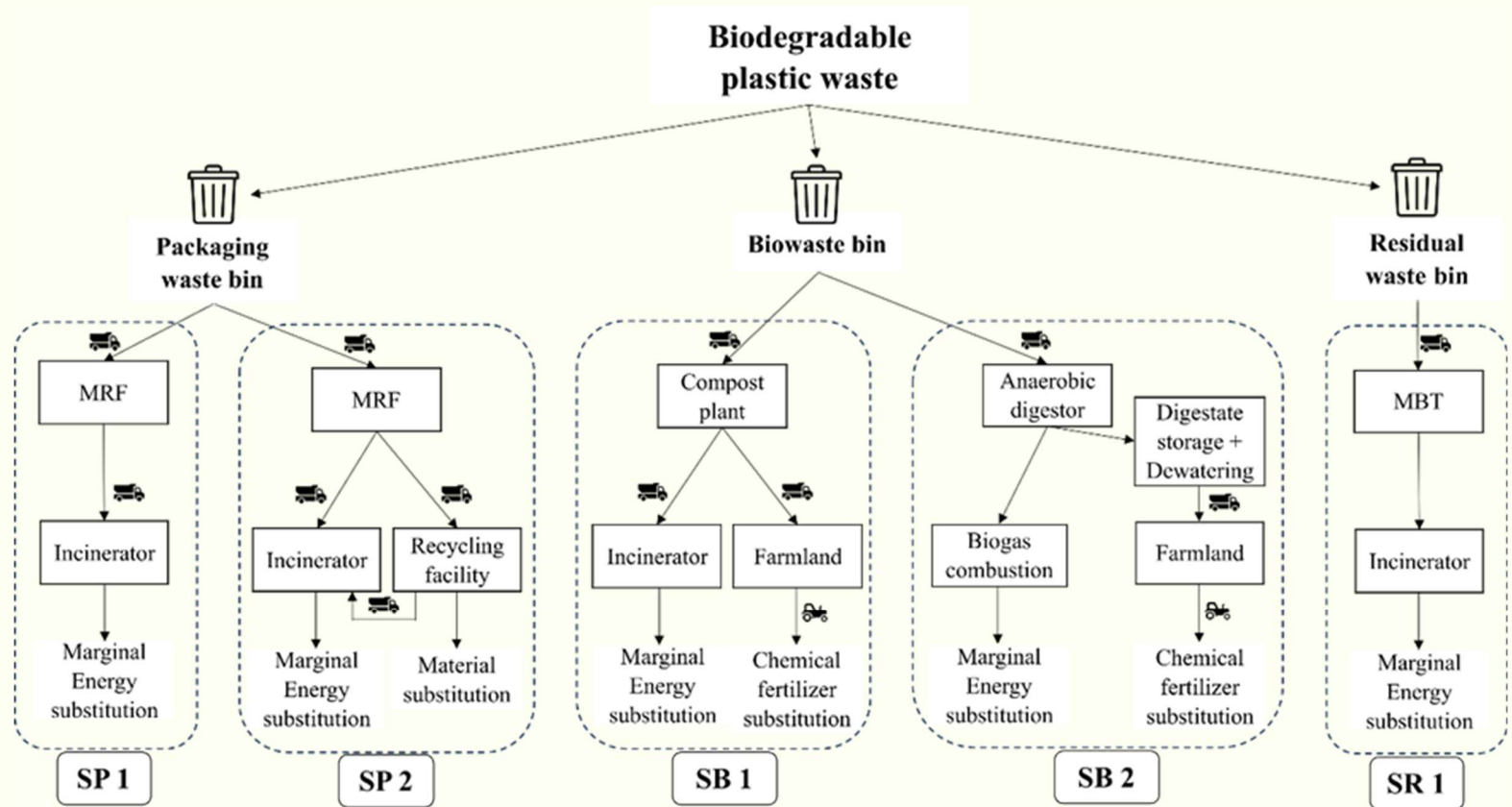
Paper VI

- Funktion – Sammlung und Aufbereitung von biologisch abbaubarem Kunststoffabfall mit einem geringen Anteil an nicht trennbaren Lebensmittelabfällen in fünf Verwertungswegen.
- Funktions Einheit – 1,25 kg (1 kg biologisch abbaubarer Kunststoff + 0,25 kg Lebensmittelabfälle).
- Von der DTU entwickelte Easetech-Software.
- 97 Parameter – Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse.
- Analyse von 3 Sensitivitätsszenarien., „Environmental Footprint 3.0“-Methode ohne Langzeitberechnungen und mit 16 Wirkungskategorien.

Paper VI

Systems Boundary

Wie?



Source: 9

Paper VI

Analyse der Beiträge – Allgemeines

Ergebnisse

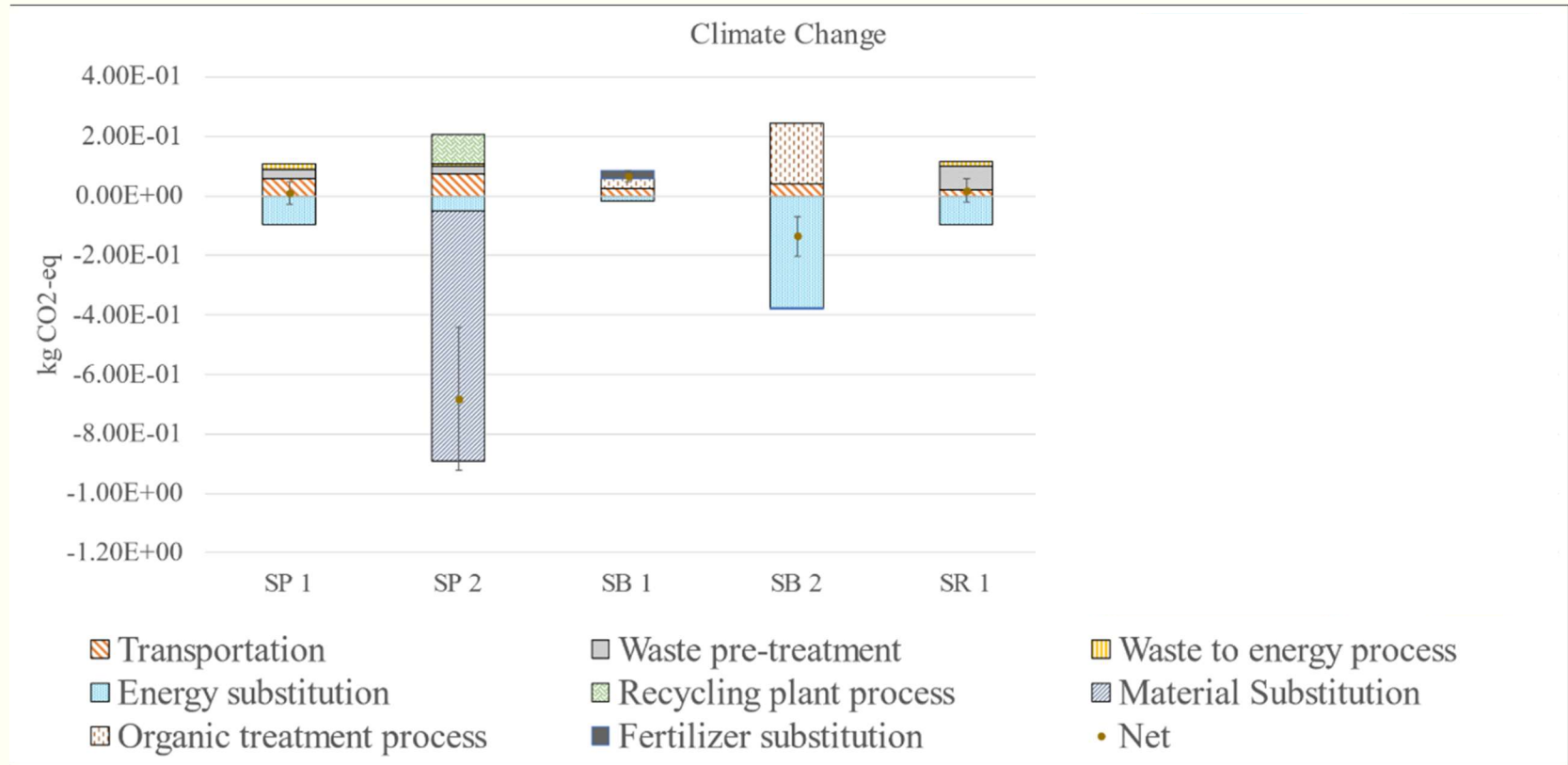
- Die Sammlung dieser Kunststoffe als Verpackungsabfälle für das mechanische Recycling (SP2) führte in den meisten der 16 Wirkungskategorien (ICs) zu maximalen ökologischen Einsparungen.
- Die Sammlung zusammen mit Bioabfällen für die anaerobe Vergärung (SB2) erzielte das zweitbeste Nettoergebnis.

Source: 9

Paper VI

Beitragsanalyse – Klimawandel

Ergebnisse



Source: 9

Paper VI



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Waste Management

journal homepage: www.elsevier.com/locate/wasman



Research Paper

Biodegradable plastics – Where to throw? A life cycle assessment of waste collection and management pathways in Austria

Namrata Mhaddolkar^{a,b}, Concetta Lodato^b, Alexia Tischberger-Aldrian^{a,*}, Daniel Vollprecht^c,
Thomas Fruergaard Astrup^{b,d}



Veröffentlicht am **October 17, 2024.**

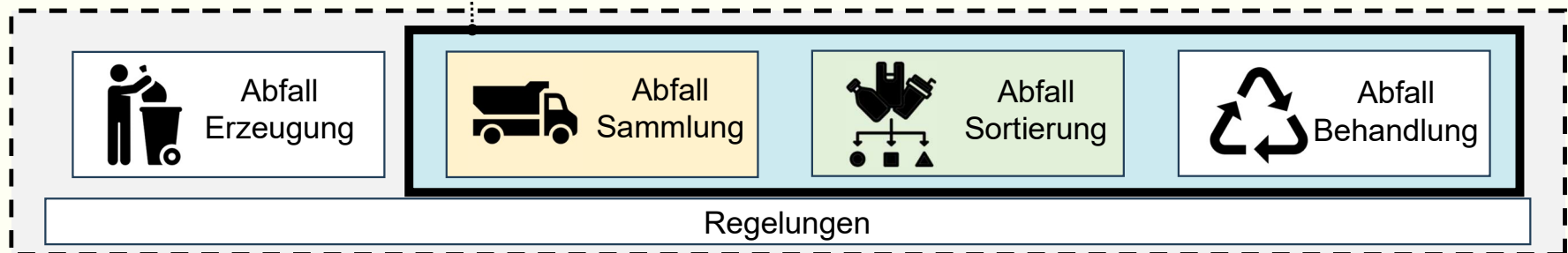
Paper VI

Paper VI

- Welche ökologischen Folgen hat die Sammlung von BDPs in einem der drei Abfallströme mit der jeweiligen Abfallbehandlung?

Ziel 4:

Bewerten Sie die Umweltverträglichkeit der Sammlung biologisch abbaubarer Kunststoffe in Verpackungsabfällen, Bioabfällen und Restmüll sowie der entsprechenden Abfallbehandlungsverfahren.



Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Image source: 3; 4

PhD Struktur

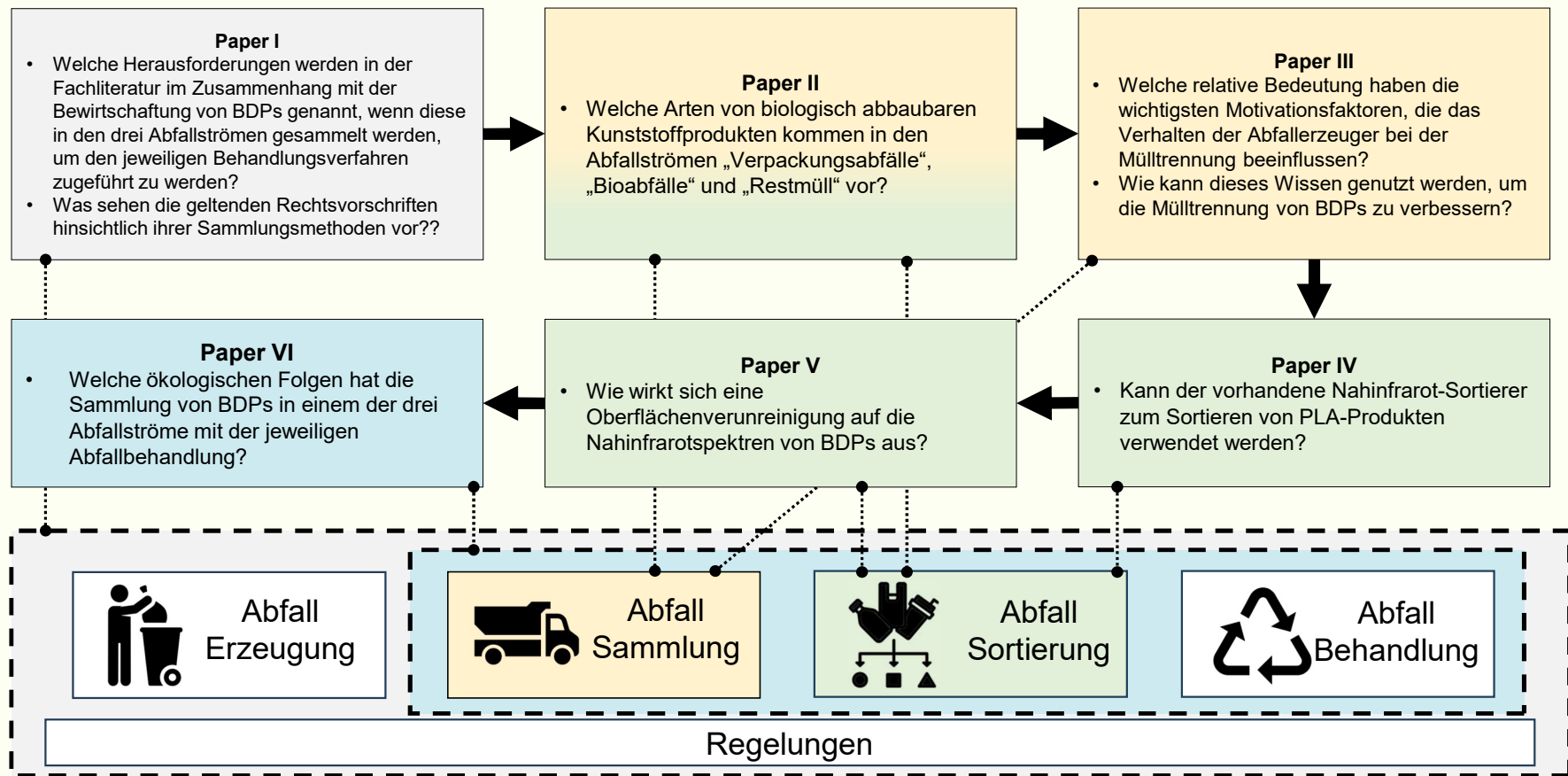


Image source: 3; 4

Abfallwirtschaft bei biologisch abbaubaren Kunststoffen

Zusammenfassung

- Der Schwerpunkt meiner Doktorarbeit lag auf der **produktspezifischen Sammlung und Sortierung von biologisch abbaubaren Kunststoffen (BDPs)**.
- Die bisherige Forschung beschäftigte sich hauptsächlich mit dem Recycling. Sammlung und Sortierung wurden dagegen wenig untersucht.
- Nur **zwei EU-Verordnungen** erwähnten die Sammlung von BDPs. Außerdem gab es Unterschiede zwischen den nationalen Trennrichtlinien und den jeweiligen Abfallsammelsystemen.
- Bei den Verbraucher zeigte sich eine **Verunsicherung bei der richtigen Sammlung**. Außerdem wurden Produkte mit **Greenwashing-Kennzeichnungen** gefunden.
- Die wichtigsten Faktoren für das Trennverhalten wurden identifiziert und bewertet.
- BDPs konnten mit einem **NIR-Sortiersystem** erkannt und aussortiert werden. Oberflächenverunreinigungen, insbesondere **Feuchtigkeit und Fettsäuren**, beeinflussten dabei das NIR-Spektrum.
- Die Waste-LCA zeigte, dass die **gemeinsame Sammlung von BDPs mit Verpackungsabfällen für das mechanische Recycling** unter den untersuchten Annahmen den größten ökologischen Nutzen hatte.

Empfehlungen

- Verbraucher:innen sollten **klare und einheitliche Regeln zur Mülltrennung** erhalten.
- Biologisch abbaubare Verpackungen für das **mechanische Recycling** sollten kein Kompostierbarkeitssiegel tragen, um Verwirrung zu vermeiden.

Empfehlungen



Disposal options

 Bag
Plastic

→  Leicht- & Metallverpackungen und Getränkekarton-Sammlung

SPAR Natur*pur Bio-Karotten 500 G



Which end-of-life option is appropriate for products that carry the Seedling?

A product marked with the Seedling logo is ideally disposed of in the organic waste collection intended for industrial composting facilities. However, if no separate collection of organic waste is available, the product might be disposed of in the residual waste bin. More detailed information on regional specifications can be obtained from the respective municipalities or waste management authorities.

Guidelines for the use of the Seedling Logo by EUBP.

Image source: 14; 15

Empfehlungen

- Verbraucher:innen sollten **klare und einheitliche Regeln zur Mülltrennung** erhalten.
- Biologisch abbaubare Verpackungen für das **mechanische Recycling** sollten kein Kompostierbarkeitssiegel tragen, um Verwirrung zu vermeiden.
- **Greenwashing** durch falsche oder irreführende Kennzeichnungen sollte kontrolliert und verhindert werden.
- Für Verpackungen sollten **möglichst wenige Arten biologisch abbaubarer Kunststoffe** eingesetzt werden, damit ausreichend Abfall für eine wirtschaftliche Recyclinginfrastruktur vorhanden ist.
- Biologisch abbaubare Kunststoffe sollten in die **Ziele der Kreislaufwirtschaft** einbezogen werden.
- Der Einsatz von **fossilbasierten biologisch abbaubaren Kunststoffen** sollte stärker diskutiert und kritisch bewertet werden.



Namrata Mhaddolkar

M.Eng.

Wissenschaftliche Mitarbeiterin

Telefon: +43 3842 / 402-5112

Mobil: +43 676 / 84 53 86-5112

Fax: +43 3842 / 402-5102

E-Mail: namrata.mhaddolkar@unileoben.ac.at

Vielen Dank!



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie grant agreement No. 859885.

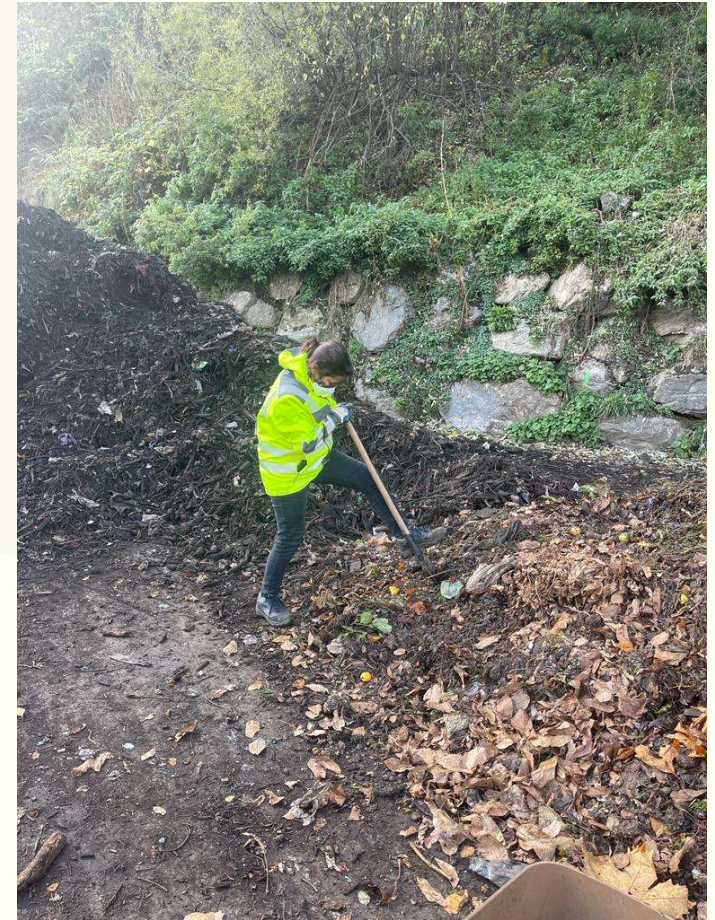


Image Sources

1. https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/tackling_increasing_plastic_waste.html
2. [European bioplastics](#)
3. [Quality Products Preferred - Waste Icon Png](#)
4. [waste sorting by Rafiico Creative Studio on IconScout](#)
5. <https://www.sustainableplastics.com/article/20170303/PNE/170309962/nestle-and-danone-teaming-on-bio-based-pet-bottles>
6. <https://materbi.com/en/applications/carrier-bags/>
7. Namrata Mhaddolkar, Thomas Fruergaard Astrup, Alexia Tischberger-Aldrian, Roland Pomberger, and Daniel Vollprecht. "Challenges & opportunities in managing biodegradable plastic waste – areview" Waste Management & Research (2024): 10.1177/0734242X241279902.
8. https://www.flaticon.com/free-icon/is-not-equal-to_262000
9. <https://www.dincertco.de/din-certco/en/main-navigation/products-and-services/certification-of-products/environmental-field/industrial-compostable-products/>
10. <https://www.dincertco.de/din-certco/en/main-navigation/products-and-services/certification-of-products/environmental-field/products-made-of-compostable-materials-for-home-and-garden-composting/>
11. <https://okcert.tuvaustria.com/solutions/>
12. <https://www.holding-graz.at/en/waste/lightweight-and-metal-packaging/>
13. <https://www.holding-graz.at/en/waste/organic-waste/>
14. <https://www.holding-graz.at/en/waste/separation-of-residual-waste/>
15. <https://www.kpmanalytics.com/blog/near-infrared-measurements-how-do-they-work>

Data Sources

1. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2023/>
2. <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics-market-development-update-2023-2/#>
3. <https://www.european-bioplastics.org/market/#>
4. Namrata Mhaddolkar, Thomas Fruergaard Astrup, Alexia Tischberger-Aldrian, Roland Pomberger, and Daniel Vollprecht. "Challenges and opportunities in managing biodegradable plastic waste: A review" Waste Management & Research (2024): [10.1177/0734242X241279902](https://doi.org/10.1177/0734242X241279902).
5. Namrata Mhaddolkar, Alexia Tischberger-Aldrian, Thomas Fruergaard Astrup, and Daniel Vollprecht. "Consumers confused 'Where to dispose biodegradable plastics?': A study of three waste streams." Waste Management & Research (2024): [10.1177/0734242X241231408](https://doi.org/10.1177/0734242X241231408).
6. Namrata Mhaddolkar, Severin Fuchs, and Lázaro V. Cremades. "Determining the relative importance of key drivers influencing source separation behaviour of waste producers." Discover Sustainability (2024). <https://doi.org/10.1007/s43621-025-00820-x>.
7. Namrata Mhaddolkar, Gerald Koinig, and Daniel Vollprecht. "Near-infrared identification and sorting of polylactic acid." Detritus 20 (2022): [10.31025/2611-4135/2022.15216](https://doi.org/10.31025/2611-4135/2022.15216).
8. Namrata Mhaddolkar, Gerald Koinig, Daniel Vollprecht, Thomas Fruergaard Astrup, and Alexia Tischberger-Aldrian. "Effect of Surface Contamination on Near-Infrared Spectra of Biodegradable Plastics." Polymers (2024): [10.3390/polym16162343](https://doi.org/10.3390/polym16162343).
9. Namrata Mhaddolkar, Concetta Lodato, Alexia Tischberger-Aldrian, Daniel Vollprecht, and Thomas Fruergaard Astrup. "Biodegradable plastics – Where to throw? A life cycle assessment of waste collection and management pathways in Austria." Waste Management (2024): [10.1016/j.wasman.2024.10.018](https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.10.018).
10. https://www.tuv-at.be/fileadmin/user_upload/docs/download-documents/GEN/BlackList.pdf
11. <https://www.impact-solutions.co.uk/biodegradable-plastic/en-14995-plastics-evaluation-of-compostability/>
12. <https://www.nature-pack.com/wp-content/uploads/Vincotte-Requirements-for-EN-13432.pdf>
13. https://be.tuvaustria.com/wp-content/uploads/sites/73/2024/03/ID-138_graphical_chart_use_logos_EN.pdf
14. <https://www.european-bioplastics.org/progress-and-challenges-at-inc-5-negotiations-in-busan/>
15. Guidelines for the use of the Seedling Logo by European Bioplastics.
16. <https://www.ara.at/recyclingguide>
17. <https://verive.eu/factsheet-whats-pla-and-why-do-we-use-it-for-food-packaging/>
18. PRESERVE Project
19. [https://www.eurofins.de/food-analysis/food-news/food-testing-news/recycled-plastics-in-food-packaging/#:~:text=The%20new%20Recycling%20Regulation%20\(EU\)%202022%2F1616%20stipulates%20that,or%20a%20%22novel%20technology%22.](https://www.eurofins.de/food-analysis/food-news/food-testing-news/recycled-plastics-in-food-packaging/#:~:text=The%20new%20Recycling%20Regulation%20(EU)%202022%2F1616%20stipulates%20that,or%20a%20%22novel%20technology%22.)