



Kreislaufwirtschaft in Österreich stärken

Stakeholder-Prozess III: Kunststoffe und Landwirtschaft

Working Paper

Mai 2022

Autor: Paul Kuncio

Mitarbeit: Sophia Kratz

in Kooperation mit

dem European Environmental Bureau



Mit Unterstützung von Bund und Europäischer Union

 Bundesministerium
Landwirtschaft, Regionen
und Tourismus



Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung der
ländlichen Räume
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



in Kooperation mit

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

1	ZUSAMMENFASSUNG.....	1
2	EINLEITUNG.....	3
	2.1. Hintergrund.....	3
	2.2. Zielsetzung des Papiers.....	4
3	ROLLE UND VERSTÄNDNIS DER KREISLAUFWIRTSCHAFT.....	5
	3.1. Wie funktioniert eine Kreislaufwirtschaft.....	6
	3.2. Kunststoffe in einer Kreislaufwirtschaft.....	7
4	KUNSTSTOFFE UND LANDWIRTSCHAFT: Ausgangssituation.....	7
5	Quellen und Eintragungspfade.....	11
	5.1. Begriffsbestimmungen.....	13
	5.2. Controlled-Release Fertilisers (CRF).....	15
	5.3. Düngemittelzusätze – Fertiliser Additives.....	15
	5.4. Capsule suspension plant protection products (CSP).....	16
	5.5. Seed Coatings.....	17
	5.6. Mulch-, Gewächshausfolien und andere Folienprodukte.....	18
	5.7. Klärschlamm.....	19
	5.8. Kompost.....	20
	5.9. Littering.....	21
	5.10. Reifenabrieb.....	22
	5.11. Conclusio.....	22
6	Gefahren und Auswirkungen.....	23
7	Rechtliche Rahmenbedingungen.....	27
	7.1. Sekundärrecht der Europäischen Union.....	27
	7.2. Bundesgesetze.....	33
	7.3. Landesgesetze.....	36

8	Lösungsansätze	38
	8.1. Folienprodukte (Mulch-, Silo-, Gewächshausfolien).....	40
	8.1.1. Alternativen/Substitute.....	40
	8.1.2. erweiterte Herstellerverantwortung.....	42
	8.1.3. Gesetzliche Maßnahmen	44
	8.2. Kompostierung.....	46
	8.2.1. biologisch abbaubares Verpackungsmaterial für Lebensmittel	46
	8.2.2. Bewusstseinsbildung.....	47
	8.3. Klärschlamm.....	47
	8.3.1. Reduktion von Kunststoffeinträgen in die Kläranlage.....	49
	8.3.2. Verbot der landwirtschaftlichen Verwertung: Beispiel Schweiz.....	50
	8.3.3. gesetzliche Maßnahmen.....	50
9	Literaturverzeichnis.....	51

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Umweltdachverband hat im Rahmen des Projekts „Kreislaufwirtschaft in Österreich stärken“ unter anderem das Themenfeld „Kunststoffe und Landwirtschaft“ ausführlich untersucht. Neben einer umfangreichen Literaturrecherche fanden fünf Interviews mit Expert:innen und ein Runder Tisch statt, bei dem über die verschiedenen Kunststoffanwendungen, Eintragsquellen und mögliche Lösungsansätze zur Stärkung der Kreislaufwirtschaft, aber auch zur Vermeidung von Kunststoffeinträgen in landwirtschaftliche Böden gesprochen wurde.

Es haben sich **vielfältige Eintragsquellen** gezeigt, die einerseits in einem direkten Zusammenhang mit der Landwirtschaft stehen, wie etwa bei Mulch- und Silofolien, Polymerummantelungen für Saatgut oder Pflanzendünger. Andererseits gibt es zahlreiche Quellen außerhalb des Einflussbereiches der Landwirtschaft. Dazu zählen insbesondere Reifenabrieb und Littering. Im Fall von Kompost und Klärschlamm kommt es zwar zu einer landwirtschaftlichen Verwertung, jedoch wird zu einem weit früheren Zeitpunkt das Ausgangsmaterial mit Kunststoffen kontaminiert.

Das genaue Ausmaß der Kunststoffeinträge lässt sich nur abschätzen. Genaue und vergleichbare **Daten sind nur unzureichend vorhanden**. Auch sind die genauen Auswirkungen nicht ausreichend erforscht. Um diese Wissenslücken zu schließen, wurden Projekte wie PLASBO¹ oder MINAGRIS² gestartet, die sich einerseits mit der Harmonisierung der Monitoringmethoden für Plastik und Mikroplastik in Böden einsetzen und andererseits die Auswirkungen von Kunststoffen in landwirtschaftlichen Böden untersuchen. Eine genauere Untersuchung der Kunststoffanwendungen in der Landwirtschaft erfolgte in Deutschland durch eine Studie³ des Fraunhofer UMSICHT-Instituts in Zusammenarbeit mit Ökopol im Auftrag des Naturschutzbundes Deutschland.

Bei den Eintragsquellen bzw. Kunststoffanwendungen zeigt sich **in vielen Fällen ein sehr geringes Potenzial zur Stärkung der Kreislaufwirtschaft**. Reifenabrieb und Polymerummantelungen in Bodenverbessernern, Pflanzenschutzmittel oder Saatgut sind nicht dazu geeignet im Sinne einer Kreislaufwirtschaft verwendet zu werden, da die Kunststoffe unwiederbringlich direkt im Boden eingebracht werden. Lediglich bei den in der Landwirtschaft eingesetzten Folienprodukte wie Mulch- und Silofolien besteht ein entsprechendes Potenzial, die Kunststoffe einer Wiederverwendung bzw. einem Recycling zuzuführen. Im Falle von Kompost und Klärschlamm, bei denen eine landwirtschaftliche Verwendung grundsätzlich dem Sinne einer

¹ Umweltbundesamt: Harmonisierte Methoden für Plastik und Mikroplastik in Böden – PLASBO. URL: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/stoffradar/plasbo> (abgerufen am: 24.01.2022).

² MINAGRIS – Micro- and Nano-Plastics in Agricultural Soils: Sources, environmental fate and impacts on ecosystem services and overall sustainability. URL: <https://minagris.eu/index.php/project-info/about-us> (abgerufen am: 22.02.2022).

³ Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021.

Kreislaufwirtschaft entspricht, sind Maßnahmen gefragt, die dazu geeignet sind Kunststoffeinträge in das Ausgangsmaterial zu vermeiden.

Aufgrund der unzureichenden Kenntnisse über das Ausmaß der Kunststoffbelastung und deren Wirkung gilt es präventiv, entsprechend der Abfallhierarchie, Kunststoffe dort, wo dies möglich ist, zu vermeiden und ansonsten durch biologisch abbaubare Kunststoffe zu substituieren und/oder einem Recycling zuzuführen. Die in Kapitel 8 zusammengefassten ersten **Lösungsansätze** bilden einen breiten Ansatz, der nicht nur den Bereich Landwirtschaft betrifft, sondern die anderen relevanten Akteur:innen, wie die Forschung, Verpackungsindustrie, die Politik und die Gesetzgebung ansprechen.

Anhand der gewonnenen Erkenntnisse hat der Umweltdachverband mehrere Handlungsempfehlungen formuliert, die seines Erachtens zur Vermeidung von Kunststoffeinträgen in landwirtschaftliche Böden und zur Stärkung der Kreislaufwirtschaft

Handlungsempfehlungen:

- 1) Sektorenübergreifender Ansatz bei Maßnahmen zur Vermeidung von Kunststoffeinträgen und zur Stärkung der Kreislaufführung von landwirtschaftlichen Kunststoffanwendungen.
- 2) Ausbau der Grundlagenforschung mit ausreichender Finanzierung, um die Datenlage zu verbessern und das Wissen über die Auswirkungen auf den Boden auszubauen.
- 3) Schaffung einer standardisierten Bodenuntersuchung, damit Grenzwerte nach einem anerkannten Standard bundesweit festgelegt werden können.
- 4) Identifikation unnötiger Kunststoffprodukte und von Produkten mit guten Alternativen (Substitute).
- 5) Stärkung des Recyclings bei Kunststoffanwendungen im Bereich der Landwirtschaft, eventuell über die Einführung eines Systems der erweiterten Herstellerverantwortung.
- 6) Festlegung einer ausreichenden Abbaubarkeit aller umweltoffener Kunststoffanwendungen.
- 7) Vermeidung von intendiertem Mikroplastik in der Landwirtschaft.
- 8) Bildungsinitiative über die Pflichten zur Vermeidung und Verringerung von Kunststoffeinträgen im Bereich der Landwirtschaft sowie über kunststoffemissionsfreie Praktiken in der Landwirtschaft.

2 EINLEITUNG

Im Angesicht der voranschreitenden Klimakrise braucht es nachhaltige Lösungen, um die Klimaziele für das Jahr 2030 doch noch zu erreichen und dem Verlust der Artenvielfalt Einhalt zu gebieten. Das Konzept der Kreislaufwirtschaft schont die natürlichen Ressourcen und ist eine Voraussetzung, um unsere Klimaziele zu erreichen und der Biodiversitätskrise zu entgegen. Die Hälfte der gesamten Treibhausgasemissionen und mehr als 90 % des Verlusts an biologischer Vielfalt sowie der Wasserstress sind auf die Gewinnung von Ressourcen und deren Verarbeitung zurückzuführen. Das vorliegende Papier befasst sich mit der Rolle der Kreislaufwirtschaft in der Landwirtschaft am Beispiel von Kunststoffanwendungen und des Eintrags in Böden. Ein Thema, das aufgrund der verabschiedeten Plastikstrategie der Europäischen Kommission (siehe Ausführungen unter Punkt 3.2., den Bestimmungen des neuen Abfallpaketes (z.B. Verpackungs- und Verpackungsabfallrichtlinie) (siehe Ausführungen unter Punkt 3.2. Kunststoffe und Kreislaufwirtschaft) und dem zunehmenden Nachweisen über Mikroplastik in landwirtschaftlichen Böden (siehe Ausführungen unter Punkt 5 Quellen und Eintragungspfade) von höchster Priorität ist.

2.1. Hintergrund

Die meisten **Kunststoffe** sammeln sich **im Boden** an – und zwar **bis zu 32-mal mehr als im Wasser**. Zu diesem Ergebnis kommt ein Bericht⁴ des Instituts für Europäische Umweltpolitik (IEEP) und der Forschungseinrichtung Isqaper, der für eine intensivere Beschäftigung mit dem Thema plädiert. In dem Bericht wird erklärt, dass die falsche Verwertung von Kunststoffabfällen und die immer häufigere Verwendung von Kunststoffen in der Landwirtschaft die Hauptursachen für die Verschmutzung der Böden darstellen. Die Autor:innen schätzen, dass zwischen **63.000 und 430.000 t/J Mikroplastik auf landwirtschaftlichen Flächen in Europas Böden** gelangen.⁵

Wie in der Wirtschaft als Ganzes hat auch in der **Landwirtschaft** die Bedeutung **fossiler Kunststoffe** in den letzten 50 Jahren enorm zugenommen. Dies ist vor allem auf die vorteilhaften Eigenschaften des Materials (Langlebigkeit, Formbarkeit, geringes Gewicht) und die günstigen Kosten zurückzuführen. Der vermehrte Einsatz von Kunststoffen in der Landwirtschaft in Form von Gewächshäusern, Gewächstunneln, Verpackungen für Lagerung und Transport, Mulchfolien oder Silage brachte der Landwirtschaft und ihren Abnehmer:innen viele Vorteile. So konnte dadurch unter anderem der Pflanzenbau gesteigert, die Qualität der Lebensmittel verbessert oder der Anbau von Obst und Gemüse zu jeder Jahreszeit ermöglicht werden.

⁴ Isqaper, Institute for European Environmental Policy (2018): Plastic pollution in soil. URL: <https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/3a12ecc3-7d09-4e41-b67c-b8350b5ae619/Plastic%20pollution%20in%20soil.pdf?v=63695425214> (abgerufen am: 14.02.2022).

⁵ Vgl. Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 23 ff.

Trotz der vielfältigen Vorteile bringen fossile Kunststoffe aufgrund der sehr **hohen Abfallmengen und der Umweltverschmutzung** erhebliche Probleme mit sich. Laut Europäischer Kommission (2018)⁶ entstehen in Europa Kunststoffabfälle in Höhe von rund 25,8 Mio. t/J. Weniger als 30% dieser Abfälle werden für das Recycling gesammelt. Der Anteil der Landwirtschaft am gesamten Kunststoffabfallaufkommen in der EU liegt bei 5 % (Stand 2018). Weltweit betrachtet ist vor allem fehlendes oder unzureichendes Abfall- und Abwassermanagement die Hauptursache für Kunststoffverschmutzung, aber auch der einfache Gebrauch von Kunststoffprodukten verursacht eine Kontaminierung durch Abrieb oder Fragmentierung etwa bei Autoreifen, landwirtschaftlich genutzten Folien oder durch Kleidung aus Kunststofffasern. Auf diese Weise tritt Mikroplastik in die Umwelt⁷ ein und stellt die Landwirtschaft vor akute Herausforderungen.

Die Verunreinigungen entstehen durch **primäres und sekundäres Mikroplastik**. Primäres Mikroplastik gelangt etwa durch Düngemittel in den Boden; sekundäres Mikroplastik tritt durch den Zerfall von in der Landwirtschaft eingesetzten Kunststoffen (z.B. Mulche, Gewächshäuser), durch Kunststoff verunreinigten Biohausmüll in die Böden ein. Diese Verunreinigungen können nicht nur die betroffenen Ökosysteme schädigen, sondern auch die Nutzbarkeit landwirtschaftlicher Böden vermindern.

2.2. Zielsetzung des Papiers

Das vorliegende Papier ist Teil eines Stakeholder:innenprozesses, der gemeinsam mit den betroffenen Akteur:innen in der Landwirtschaft und weiteren relevanten Stakeholder:innen im Rahmen des Projektes „Kreislaufwirtschaft in Österreich stärken“ durchgeführt wird. Der Prozess hat zum Ziel, für die Problematik „Kunststoffe und Landwirtschaft“ zu sensibilisieren, relevante Akteur:innen zu identifizieren und zusammenzubringen, die Problematik gemeinsam mit den Betroffenen aufzuarbeiten, mögliche Zielkonflikte aufzuzeigen und erste Lösungsansätze im Sinne einer Kreislaufwirtschaft zu diskutieren.

Die Schwerpunktsetzung der Arbeit folgt den **Prioritäten einer Kreislaufwirtschaft**, d.h. die Vermeidung hat in der Betrachtung oberste Priorität. So die Vermeidung von Kunststoffen nicht möglich ist, gilt es Kunststoffe wiederzuverwenden bzw. als letzte Option vor der sonstigen/ thermischen Verwertung zu recyceln.

Aus systemischer, kreislauforientierter Perspektive werden mit der Ausarbeitung dieses Themenschwerpunktes die vorliegenden Aspekte behandelt:

- Zahlreiche Studien und Berichte⁸ fordern eine bessere Auseinandersetzung mit dem Thema Kunststoffe in der Landwirtschaft: Worin liegt die Problematik?

⁶ Europäische Kommission (2018): Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2df5d1d2-fac7-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_2&format=PDF (abgerufen am: 14.02.2022).

⁷ Vgl. Umweltbundesamt: Kunststoffe in der Umwelt. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt, 2019, S. 6.

⁸ Siehe: Isqaper, Institute for European Environmental Policy (2018): Plastic pollution in soil. URL: <https://ieep.eu/uploads/articles/attachments/3a12ecc3-7d09-4e41-b67c-b8350b5ae619/Plastic%20pollution%20in%20soil.pdf?v=63695425214> (abgerufen am: 14.02.2022)

- Gründe für Verunreinigungen der Böden und dahinterliegende Zusammenhänge und Prozesse
- Verunreinigungen durch primäres Mikroplastik (z.B. Düngemittel)
- Verunreinigungen durch sekundäres Mikroplastik (z.B. Zersetzung von Kunststoffmulchen)
- Wo werden Kunststoffe in der österreichischen Landwirtschaft eingesetzt? Was sind die Gründe dafür?
- Wer sind die relevanten Akteur:innen in Österreich, ihre Positionen und Lösungsvorschläge?
 - Wer sind die Verursacher:innen? Wer sind die Betroffenen?
 - Welche Zielkonflikte ergeben sich?
- Was sind geeignete Maßnahmen, um der Problematik entgegenzuwirken?
 - Maßnahmen zur Vermeidung von Kunststoffen
 - Maßnahmen zur Wiederverwendung von Kunststoffen
 - Welche Rolle spielen Substitute (z.B. Biokunststoffe) und welche Rahmenbedingungen existieren aktuell für ihre Nutzung?
 - Welche Rolle spielt das Recycling Kunststoffe?
 - Welche Rolle spielen die Änderungen landwirtschaftlicher Praktiken?
- Welche Rahmenbedingungen bräuchte es für die jeweiligen Maßnahmen?
- Welche Best-Practice Beispiele aus anderen EU-Mitgliedstaaten gibt es von denen Österreich lernen könnte?

3 ROLLE UND VERSTÄNDNIS DER KREISLAUFWIRTSCHAFT

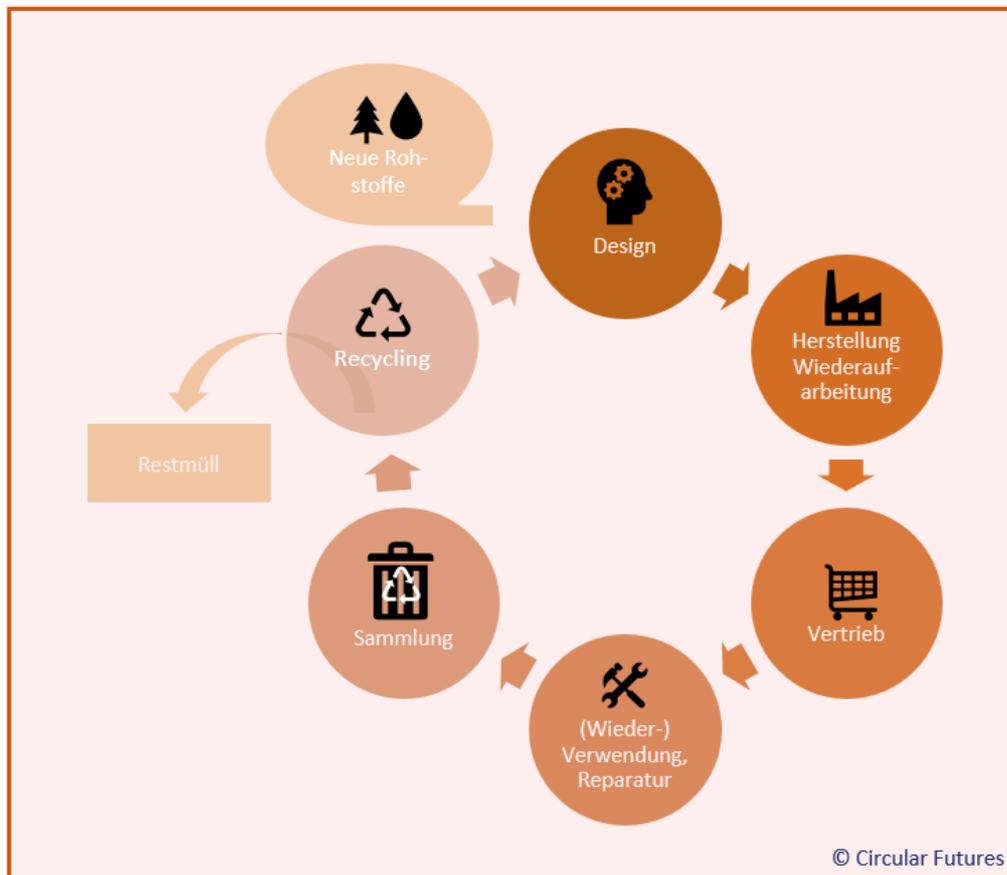
Der rasante Anstieg im globalen Verbrauch natürlicher Ressourcen und die daran gekoppelte Abfallmenge gehören zu den größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Die Ressourcen der Erde werden zunehmend knapper – das betrifft sowohl Rohstoffe als auch die Kapazität der Erde, Abfallprodukte des menschlichen Lebens aufzunehmen.

Die Frage, wie wir den Ressourcenverbrauch reduzieren und anfallenden Abfall sinnvoller verwerten können, hat in der gesellschaftlichen und politischen Debatte der letzten Jahrzehnte deutlich an Relevanz gewonnen und vielfältige Lösungsansätze hervorgebracht. Einen dieser Lösungsansätze bietet die Kreislaufwirtschaft, welches sich inzwischen in zahlreichen nationalen, regionalen und internationalen Strategien wiederfindet. Der Übergang von einer Linear- zu einer Kreislaufwirtschaft ist sowohl Gegenstand der UN-

Der Standard (2018): Auch landwirtschaftliche Flächen sind mit Plastikmüll verschmutzt. URL: <https://www.derstandard.at/story/2000094374713/auch-landwirtschaftliche-flaechen-sind-mit-plastikmuell-verschmutzt> (abgerufen am: 14.02.2022)

Die Zeit (2018): Unser Kompost ist voller Mikroplastik. URL: https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2018-04/plastik-mikroplastik-biomuell-umwelt-kompost-umweltverschmutzung?fbclid=IwAR3rGoB_hMDuOzX2Wono-VzpXNOOyLyuSQ7bbgcEaol_6Vt2LezKjS5BEf8 (abgerufen am: 14.02.2022).

Nachhaltigkeitsziele als auch des Ende 2015 verabschiedeten Kreislaufwirtschaftspaketes der Europäischen Kommission sowie des im März 2020 veröffentlichten EU-Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft.



3.1. Wie funktioniert eine Kreislaufwirtschaft

Im Wesentlichen zielt das Konzept der Kreislaufwirtschaft darauf ab, dass **Rohstoffe innerhalb eines Kreislaufs wiedergenutzt und recycelt** werden und am Ende **kaum noch Abfälle** entstehen. Damit unterscheidet es sich vom gegenwärtigen Wirtschaftssystem, das nach dem sogenannten Durchflussprinzip organisiert ist („take, make, consume and dispose“, auch als „lineare Wirtschaft“ bezeichnet).

Um dieses Ziel zu erreichen, setzt das Konzept der Kreislaufwirtschaft bereits beim **intelligenten Design von Produkten und Werkstoffen** an und **umfasst den gesamten Lebenszyklus** von Gütern und Dienstleistungen. Am Ende seines Lebenszyklus soll ein Produkt möglichst vollständig verwertet und die in ihm enthaltenen Rohstoffe zurückgewonnen werden können. In die Gesamtbetrachtung fallen auch Material-, Wasser- und Energiereduzierung sowie die CO₂ Produktion während der einzelnen Produktionsschritte.

Von der Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft verspricht man sich eine deutliche Entlastung der Umwelt. In dem Maß, in dem es gelingt, wertvolle Rohstoffe im Kreislauf zu halten, sinkt die Abhängigkeit der Unternehmen von zunehmend teuren und oftmals schwankenden Rohstoffimporten. Die Senkung der Produktionskosten von Sekundärrohstoffen steigert langfristig die Wettbewerbsfähigkeit. Neue Geschäftsmodelle, Produkte, Dienstleistungen und damit auch Arbeitsplätze können entstehen.

Die Europäische Kommission hat in den letzten Jahren zahlreiche Initiativen zur Kreislaufwirtschaft angestoßen und damit wichtige Änderungen der EU-Gesetzgebung zur Kreislaufwirtschaft auf den Weg gebracht. Im Dezember 2015 veröffentlichte die Europäische Kommission das sogenannte Kreislaufwirtschaftspaket und hat damit eine der maßgeblichsten Änderungen im Bereich der Umwelt- und Wirtschaftspolitik der letzten Jahre angestoßen.

3.2. Kunststoffe in einer Kreislaufwirtschaft

Als Teil ihres Aktionsplans zur Kreislaufwirtschaft legte die Kommission Anfang 2018 ihre sogenannte **Plastikstrategie** vor. Damit sollen die von Kunststoffen ausgehenden Probleme entlang der gesamten Wertschöpfungskette und unter Berücksichtigung ihres gesamten Lebenszyklus bewältigt werden. Die Strategie behandelt von der Rohstoffgewinnung bis zur Abfallentsorgung alle Aspekte des Umgangs mit Kunststoffen. Erstmals sind auch alle Akteur:innen angesprochen, die mit Kunststoffen zu tun haben: von den Produzent:innen über die Konsument:innen bis hin zu Recyclingunternehmen und Kunststoff-Verbänden. Zu den Kernelementen der Strategie gehören:

- Verbesserung des Produktdesigns: bis 2030 sollen alle in der EU in Verkehr gebrachten **Kunststoffverpackungen** wiederverwendet oder recycelt werden können
- Reduktion von **Einwegkunststoffen**: ein entsprechender Legislativvorschlag wurde von der Kommission noch im 2. Quartal 2018 vorgelegt, im 4. Quartal konnten sich EU-Kommission, EU-Parlament und EU-Rat auf einen gemeinsamen Gesetzestext der EU-Richtlinie „Zur Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt“ einigen. Im Juli 2019 trat die sogenannte Single Use Plastics Directive (SUP-Richtlinie) in Kraft. Ziel der Richtlinie ist es, Kunststoffabfälle im Meer, die durch Einwegkunststoffartikel und Fanggeräte verursacht werden, zu vermeiden oder zu verringern. Als "Einwegkunststoffartikel" gelten Produkte, die ganz oder teilweise aus Kunststoff hergestellt werden und in der Regel nur für den einmaligen oder kurzzeitigen Gebrauch bestimmt sind. Im Fokus stehen zehn Einwegprodukte aus Kunststoff, die in Europa am häufigsten an den Stränden und in den Meeren gefunden werden. Nach Angaben der Europäischen Kommission entfallen auf sie zusammen 70 % aller Abfälle im Meer.
- Entwicklung einheitlicher Vorschriften für die Bestimmung und Kennzeichnung **kompostierbarer und biologisch abbaubarer Kunststoffe**, Festlegung von Kriterien für ihre Verwendung
- Eindämmung der Umweltverschmutzung durch **Mikroplastik**, u.a. Prüfung politischer Optionen zur Verringerung der unbeabsichtigten Freisetzung von Mikroplastik aus Reifen, Textilien und Farben

4 KUNSTSTOFFE UND LANDWIRTSCHAFT: Ausgangssituation

Kunststoffe im Boden erhalten erst seit Kurzem verstärkte Aufmerksamkeit und wurden im Schatten der Plastikverschmutzung der Meere vernachlässigt. Dies hat zur Folge, dass die Forschung über die

ökologischen und agronomischen Auswirkungen von Mikroplastik⁹ auf terrestrische Ökosysteme, insbesondere auch auf landwirtschaftliche Flächen, noch am Anfang steht. In der Landwirtschaft kommen Kunststoffe in unterschiedlichster Weise zur Anwendung. Dies birgt zugleich die Gefahr, dass Kunststoffeinträge in landwirtschaftlich genutzte Böden stattfinden.

In den folgenden Bereichen werden Kunststoffe in der Landwirtschaft verwendet: als Verpackungs- und Schutzmaterialien (z.B. Silofolien), beim Kulturschutz (z.B. Tunnel, Folien, Vliese), im Düngemittel-, Pflanzenschutz- und Pflanzenschutzmittelbereich (z.B. Seed-Coatings, Netze) oder Betriebsmittel zur Kulturführung (z.B. Clips, Schnüre). Hierbei handelt es sich um die **zielgerichtete Anwendung von Kunststoffen**, die einerseits zu bewussten Kunststoffeinträgen (z.B. Polymerummantelung bei Düngemittel) führen, andererseits eine unbeabsichtigte Eintragsquelle (z.B. durch Kunststoffrückstände aus Mulchfolien) darstellen. Davon zu unterscheiden sind Eintragsquellen aus der **nicht zielgerichteten Anwendung** von Kunststoffen und somit **unbeabsichtigte Eintragsquellen**, wie etwa Klärschlamm, Kompost oder Littering.

Die Anwendung von Kunststoffen bringt zahlreiche **Vorteile** mit sich, insbesondere als hochwertige Betriebs- und Verpackungsmittel aufgrund der Hygieneigenschaften, des Gewichts und der Anwendungsvielfalt in der Futter- und Lebensmittelherstellung. Die **Nachteile** sind teils mangelnde recyclingfähige Kunststoffe, unzureichende Hygiene bei Mehrfachverwendungen und vor allem die Gefahr der Fragmentierung und einem damit einhergehenden Kunststoffeintrag als Mikroplastik. Die große Anzahl der Einflussfaktoren auf die Umweltmedien erschwert eine genauere **Einschätzung des Schadpotenzials** von Mikroplastik auf landwirtschaftliche Flächen. So hat das Umweltbundesamt in seinem Bericht¹⁰ aus dem Jahr 2015 **folgenden Handlungsbedarf** festgestellt:

- Vereinheitlichung der Begriffe und Methoden
- Untersuchung relevanter Umweltbereiche (Hot Spots)
- Bewertung der Schadwirkung von (Mikro-)Plastikteilchen

Neben der Umsetzung geeigneter Maßnahmen zum Schutz landwirtschaftlicher Flächen vor Mikroplastikeinträgen müssen das Ausmaß der Verschmutzung, die Wirkungen im Boden und das Austragspotential in die Gewässer dringend erforscht werden. Das Institute for European Environmental Policy (kurz IEEP) geht in einer Studie davon aus, dass die geschätzte Kontamination von Mikroplastik an Land um das vier bis 32-Fache höher ist als in den Ozeanen.¹¹ Von Bedeutung wird es daher sein, die verschiedenen Eintragsquellen zu identifizieren, um Lösungsansätze zur Vermeidung von Mikroplastikeinträgen in landwirtschaftliche Böden zu entwickeln und Kunststoffe in der Landwirtschaft einer Kreislaufwirtschaft zuzuführen. Eine **parlamentarische Anfrage**¹² **aus dem Jahr 2019** über Kunststoffe bzw. Mikroplastik in

⁹ Aus wissenschaftlicher Sicht bezeichnet man Partikeln unter 5 mm Durchmesser als Mikroplastik.

¹⁰ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2015, S. 6.

¹¹ Gionfra, Susanna: Plastic pollution in soil. IEEP/iSQAPER, 2018, S. 4.

¹² Doppelbauer, Karin/ Bernhard, Michael: 2796/JXXVI. GP – Anfrage, 2019.

Kompost und Klärschlamm macht ersichtlich, dass die Datengrundlage in Österreich unzureichend für die Entwicklung geeigneter Lösungsansätze ist. Laut Anfrage finden österreichweit weder Untersuchungen über die Mikroplastikkonzentration in Kompost und Klärschlamm noch zur Mikroplastikkonzentration in österreichischen Böden bzw. landwirtschaftlichen Nutzflächen statt. Seit 2019 sind dazu mehrere Projekte initiiert wie etwa PLASBO¹³ oder die Publikation „Mikroplastik im Klärschlamm“¹⁴ des Umweltbundesamts.

Das Thema Mikroplastik in Böden nimmt an Bedeutung zu. National sowie auch international besteht **keine einheitliche Methode, wie Kunststoffe in Böden nachgewiesen werden können**. Zusätzlich stellt es sich als sehr **schwierig bis unmöglich** dar, die **genauen Quellen (Polymerarten) über Proben zu identifizieren**. Eine **hohe Zahl verschiedener Kunststoffe in einer Vielzahl von Produkten** erschwert ein Monitoring und die Einschätzung des Schadpotenzials. Zudem enthalten Kunststoffe unterschiedliche Additive, die für die Gesundheit und für die Umwelt schädlich sein können. In einer Studie von Agroscope¹⁵ zu „Plastik in der Landwirtschaft“ wird etwa die in der **Schweiz auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebrachte Plastikmenge** auf 16.000 t/J geschätzt, wovon rund 160 t/J in den Böden verbleiben.

Neben der wissenschaftlichen Forschung bedarf es auch **politischer Strategien und rechtlicher Regelungen** zur Vermeidung von Kunststoffeinträgen in Böden. Im Sinne des **Vorsorgeprinzips** wird die Reduzierung und Vermeidung von Kunststoffeinträgen in Agrarböden erforderlich sein, unabhängig von der derzeit noch unzureichenden Kenntnis über das tatsächliche Ausmaß der Kunststoffeinträge und deren Auswirkungen. Zusätzlich erfordern die verschärften Vorgaben der geänderten EU-Abfallrahmenrichtlinien (ÄARRL) aus dem Jahr 2018 entsprechend der Abfallhierarchie weitere Maßnahmen der Mitgliedstaaten zur Abfallvermeidung.¹⁶ Der Einsatz von Kunststoffen in der Landwirtschaft und die Eintragungspfade von Mikroplastik sollen daher entsprechend dem Konzept der Kreislaufwirtschaft kritisch betrachtet werden, um in der Landwirtschaft eine Entlastung zu erreichen.

In Zukunft bedarf es strikterer nationaler Bestimmungen und sekundärer Unionsrechtsakte zur Verwendung von Kunststoffen in der Landwirtschaft. Hierzu gehören Vorgaben zu Kunststoffgrenzwerten im Boden sowie zur Düngemittelqualität. In **Vorarlberg** wurden etwa mit dem neuen **Bodenschutzgesetz**¹⁷ und der **Bodenqualitätsverordnung**¹⁸ emissionsseitige und immissionsseitige Grenz- und Vorsorgewerte eingeführt. Die von der Kommission neu beschlossene EU-Düngemittelverordnung¹⁹ enthält bereits erste

¹³Umweltbundesamt: Harmonisierte Methoden für Plastik und Mikroplastik in Böden – PLASBO. URL: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/stoffradar/plasbo> (abgerufen am: 24.01.2022).

¹⁴ Sexlinger, Katharina/ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in Klärschlamm. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2021.

¹⁵Kalberer, Andreas/ Kaweck-Wenger, Delphine/ Bucheli, Thomas: Plastik in der Landwirtschaft. In: Agroscope Science 89 (2019).

¹⁶ Siehe Artikel 9 ÄARRL (Richtlinie (EU) 2018/851)

¹⁷ Gesetz zum Schutz der Bodenqualität (BSchG), LGBl. Nr. 26/2018.

¹⁸ Verordnung der Landesregierung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz der Bodenqualität (Bodenqualitätsverordnung), LGBl. Nr. 77/2018.

¹⁹ Verordnung des europäischen Parlaments und des Rates mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003.

Grenzwerte für den Einsatz von Kunststoffen in der Landwirtschaft, insbesondere für Kompost, Gärrückstände und sonstige Polymere mit Ausnahme von Nährstoff-Polymeren.

Die EU hat 2018 eine **Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft** zur Verringerung der Umweltverschmutzung mit Kunststoffen vorgelegt.²⁰ In dieser Strategie wurde das Ziel festgelegt, dass bis 2030 alle Kunststoffverpackungen recyclingfähig oder wiederverwendbar gestaltet sein müssen. Weitere Kernelemente der Strategie sind die Reduktion von Einwegkunststoffen, die Entwicklung einheitlicher Vorschriften für die Bestimmung und Kennzeichnung kompostierbarer und biologisch abbaubarer Kunststoffe, sowie die Eindämmung der Umweltverschmutzung durch Mikroplastik. Die unübersichtliche Situation bei biologisch abbaubaren Kunststoffen soll durch Harmonisierung der Definition und Kennzeichnung verbessert werden. Diese sollen außerdem für einen besseren Überblick über Kompostierbarkeit und Abbaubarkeit sorgen und eine angemessene Abfallsammlung und -behandlung gewährleisten.²¹

EU-Kreislaufwirtschaftsaktionsplan 2020

Am **11. März 2020** veröffentlichte die **Europäische Kommission** ihren neuen **Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft (CEAP)**. Die Maßnahmen des neuen Aktionsplans zielen darauf ab, einen **starken und einheitlichen Rahmen für die Produktpolitik** zu schaffen. **Nachhaltige Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle sollen zur Norm** werden und die Konsummuster so verändert werden, dass von vornherein kein Abfall erzeugt wird.

Dieser **neue Rahmen für eine nachhaltige Produktpolitik** umfasst drei wesentliche Bausteine:

- Maßnahmen zur **Produktgestaltung**
- Maßnahmen zur **Stärkung der Position der Konsument:innen** und
- Maßnahmen **für nachhaltigere Produktionsprozesse**

Die Europäische Kommission kündigt im **neuen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft**²² an, sich neben Maßnahmen zur Reduktion von Kunststoffabfällen auch mit dem Vorhandensein von Mikroplastik in der Umwelt zu beschäftigen. Dazu werden zahlreiche Maßnahmen angekündigt:

- Beschränkung des gezielten Zusatzes von Mikroplastik, unter Berücksichtigung der Stellungnahme der Europäischen Chemikalienagentur²³
- Kennzeichnungs-, Standardisierungs-, Zertifizierungs- und Regulierungsmaßnahmen in Bezug auf unbeabsichtigte Freisetzung von Mikroplastik
- Methoden zur Messung von unbeabsichtigt freigesetzten Mikroplastik

²⁰ COM: 28 final Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft. Brüssel, Europäische Kommission, 2018.

²¹ Vgl. Circular Futures: EU Plastikstrategie. URL: <https://www.circularfutures.at/themen/kunststoffe/eu-plastikstrategie/> (abgerufen am: 24.08.2021).

²² COM: 98 final Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. Brüssel, Europäische Kommission, 2020.

²³ ECHA European Chemicals Agency: Annex XV Restriction Report. Helsinki, European Chemicals Agency (ECHA), 2019.

- Schließung der Lücken in Bezug auf die wissenschaftlichen Erkenntnisse über die Risiken und das Vorkommen von Mikroplastik in der Umwelt

Der Aktionsplan greift damit **wesentliche Problemfelder** auf, die auch für den Einsatz von Kunststoffen in der Landwirtschaft von **wesentlicher Bedeutung** sind. Die geplanten Maßnahmen werden direkten Einfluss auf die in der Landwirtschaft zum Einsatz kommenden Kunststoffe haben. Darüber hinaus wird sich die Europäische Kommission mit der **Beschaffung, Kennzeichnung und Verwendung von biobasierten Kunststoffen** und der Frage, wo die Verwendung echte Vorteile für die Umwelt mit sich bringt bzw. über die Verringerung fossiler Ressourcen hinausgeht, auseinandersetzen. Die Verwendung von biologisch abbaubaren oder kompostierbaren Kunststoffen soll einer Bewertung unterzogen werden, ob die Anwendung der Umwelt zuträglich sein kann und welche Kriterien für eine Anwendung biologisch abbaubarer Kunststoffe erfüllt werden müssen.

Als österreichischer Beitrag zur Umsetzung des EU_Aktionsplans für die Kreislaufwirtschaft und der EU-Plastikstrategie wird ein Aktionsplan gegen Mikroplastik durch das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) ausgearbeitet. Der fertige Aktionsplan wird für 2022 erwartet.²⁴

5 Quellen und Eintragungspfade

Wo werden Kunststoffe in der Landwirtschaft eingesetzt und welche Gründe gibt es dafür? Wodurch kommt es zu Verunreinigungen im Boden und was sind dahinterliegende Zusammenhänge und Prozesse? Um diese Fragen beantworten zu können, müssen die Quellen und Eintragungspfade eruiert werden, die zur Verunreinigung der Böden führen.

Kunststoffe in der Landwirtschaft werden auf unterschiedliche Weise eingesetzt. Die Quellen und Eintragungspfade von Kunststoffen, insbesondere von Mikroplastik, sind entsprechend vielfältig und können, einmal im Boden eingetragen, nur schwer zugeordnet werden. Relevante **Quellen für primäres Mikroplastik** in der Landwirtschaft sind insbesondere **Controlled-Release Fertilisers (CRF)**, **Düngemittelzusätze**, **Saatgutummantelungen** oder **Klärschlamm**. Zu den **Quellen des sekundären Mikroplastiks** zählen etwa **Mulch-, Gewächshaus- oder Silofolien**, **Klärschlamm als Düngemittel** und **Kompostdünger**. Nicht zu unterschätzende Eintragungspfade von sekundärem Mikroplastik stellen etwa auch **Reifenabrieb** oder **Littering** dar.²⁵ Eine Differenzierung zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik ist insofern von Bedeutung, da beide auf unterschiedliche Weise im Kreislauf bedacht werden müssen. Bei primärem Mikroplastik ist das Gestaltungspotenzial bei der Produktlebensdauer sowie der

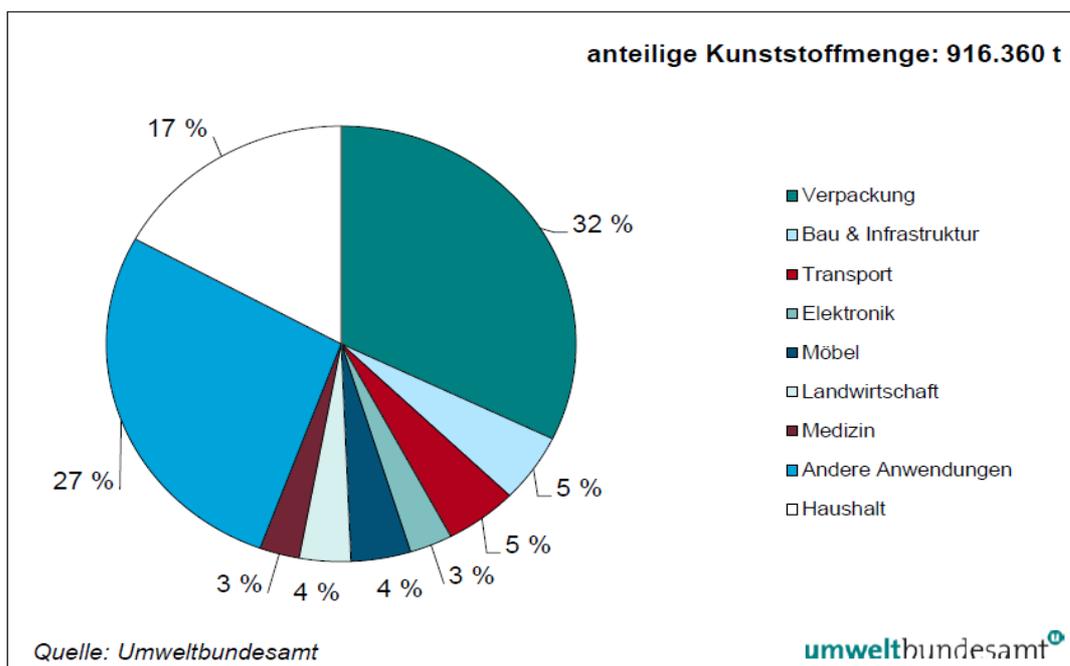
²⁴ BMK: Aktionsplan Mikroplastik. URL: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/kunststoffe/mikroplastik.html (abgerufen am: 03.02.2022).

²⁵ Vgl. Kalberer, Andreas/ Kaweck-Wenger, Delphine/ Bucheli, Thomas: Plastik in der Landwirtschaft. In: Agroscope Science 89 (2019), S. 9 ff; Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 59 ff.

Vermeidung im Sinne von refuse, rethink und reduce am größten. Bei der Reduzierung von sekundärem Mikroplastik, wie etwa bei der Fragmentierung von Mulchfolien, muss neben der Vermeidung insbesondere auf die Rückführung in den Kreislauf, etwa durch Rückholssysteme im Rahmen der erweiterten Herstellerverantwortung (vgl dazu Punkt 8.1.2), im Sinne von reuse, repair und repurpose geachtet werden.

Ein Blick auf die Kunststoffabfälle in Österreich suggeriert, dass die in der Landwirtschaft produzierte Kunststoffmenge im Verhältnis zu anderen Eintragsquellen klein ist. Ein Primäraufkommen von 36.654 t ist jedoch nicht unbeträchtlich, berücksichtigt man die derzeit noch unbekannte Menge an Kunststoffen, die jährlich beabsichtigt bzw. unbeabsichtigt in der Landwirtschaft in die Böden eingetragen werden.²⁶

Abbildung 1: REP-0650 - Kunststoffabfälle in Österreich: Primäraufkommen der Kunststoffabfälle nach Einsatzbereich (Referenzjahr 2015)



Eine umfangreiche Auseinandersetzung mit den Kunststoffanwendungen, den Eintragsquellen und deren Ausmaßen in der Landwirtschaft gibt es in Österreich noch nicht. Die zwei bedeutendsten Studien zu Kunststoffanwendungen und Kunststoffemissionen in der Landwirtschaft stellen jene von Agroscope Science (CH) „Plastik in der Landwirtschaft“ und die 2021 erschienene Studie des Fraunhofer Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT (DE) „Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden“ dar. Eine gleichwertige Auseinandersetzung mit dieser Problematik wird notwendig sein, um das Ausmaß und die Auswirkungen der Kunststoffemissionen in Österreich abschätzen zu können. Nachfolgend werden die größten Eintragsquellen dargestellt.

²⁶ Stoifl Barbara, Bernhardt Antonia, Karigl Brigitte, Lampert Christoph, Neubauer Milla, Thaler Peter: Kunststoffabfälle in Österreich, Umweltbundesamt GmbH (2017) S. 48 f.

5.1. Begriffsbestimmungen

Kunststoff:

Kunststoff ist ein Material, das meist aus einer Polymerart oder mehreren oder aus einer Polymerart und Hilfsstoffen (Additive) zusammengesetzt ist und definierte mechanische, physikalische und chemische Eigenschaften hat. Die Herkunft der Rohstoffe (organisch oder anorganisch, synthetisch oder natürlich) ist in diesem Begriff nicht definiert.²⁷

Plastik oder „konventioneller“ Kunststoff:

Als Plastik werden synthetisch (üblicherweise aus fossilen Rohstoffen) hergestellte, nicht-metallische Polymere mit hohem Molekulargewicht, welche aus sich wiederholenden Makromolekülen bestehen, bezeichnet. Der Begriff Plastik umfasst demnach Gummi, Elastomere, Textilfasern und technische Fasern.²⁸

Biokunststoffe:

Biokunststoffe sind sogenannte Biopolymere und stellen eine innovative Materialklasse dar. Häufig wird diese Bezeichnung für Kunststoffe verwendet, die zwar biologisch abbaubar sind, jedoch aus konventionellen petrochemischen Grundstoffen bestehen. Biokunststoffe können nach ihren Eigenschaften „Herkunft“ (biobasiert, fossil) und „biologische Abbaubarkeit“ (abbaubar, nicht abbaubar) unterteilt werden. Eine Unterscheidung wird durch sogenannte „Blends“ (Mischungen mit anderen Kunststoffen), die als Biokunststoffe vermarktet werden, erschwert.

²⁷ Vgl. etwa § 2 Abs 10 Z 2 AWG 2002, BGBl I Nr 102/2002 idgF.

²⁸ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2015, S. 10.

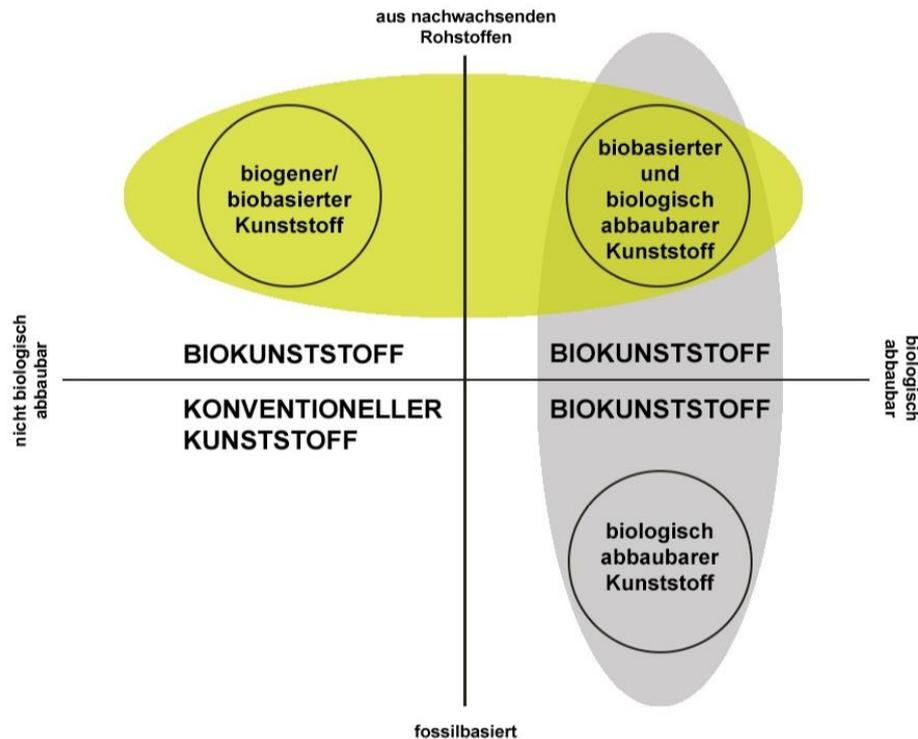


Abbildung 2: Quelle European Bioplastics 2018

Mikroplastik:²⁹

Für den Begriff Mikroplastik gibt es keine standardisierte Definition. Es hat sich ein Größenbereich von 1 µm bis 5 mm über die Jahre hinweg durchgesetzt. Eine Einteilung der Mikroplastikpartikel in große (1 mm bis 5 mm) und kleine (1 µm bis 1 mm) Mikroplastikpartikel scheint sich zu etablieren. Bei Mikroplastikpartikel von kleiner als 1 µm wird von Nanoplastik gesprochen.

Ausgehend von der Herkunft kann zwischen primärem und sekundärem Mikroplastik unterschieden werden. Primäres Mikroplastik wird gezielt bei der Herstellung eines Produktes eingesetzt. Sekundäres Mikroplastik umfasst sämtliche Partikel, die durch Fragmentierungen durch Sonnen-/UV-Licht, Mikroorganismen, Oxidation oder durch Abrieb von Makroplastik oder größeren Kunststoffteilen entstehen.

Meso- und Makroplastik:

Die Begriffe *Meso- und Makroplastik* sind ebenso wie Mikroplastik nicht einheitlich definiert. In verschiedenen Publikationen lassen sich für *Mesoplastik* Bereiche von 5 mm bis 2,5 cm bzw. für Makroplastik mehr als 2,5 cm finden.³⁰

²⁹ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2015, S. 10 f.

³⁰ Vgl. Scheurer, Michael/ Bigalke, Moritz: Microplastic in Swiss Floodplain Soils. In: Environ. Sci., 52, 6 (2018).

5.2. Controlled-Release Fertilisers (CRF)

Bei den Controlled-Release Fertilisers (kurz CRFs) handelt es sich um Düngemittelgranulate, die Nährstoffe allmählich in den Boden abgeben. CRFs bestehen aus einer nicht löslichen aber einer durchlässigen Membranummantelung (Coating), die es den Nährstoffen erlaubt, langsam in den Boden zu gelangen. Diese Technik hat den Vorteil einer erhöhten Effizienz bei der Nährstoffverwendung, eines reduzierten Nährstoffverlustes (sog. Run-offs) sowie den Vorteil der Vermeidung von Nährstofffixierungen im Boden.

Besondere Bedeutung haben CRFs in der **Zierpflanzenproduktion**. Dort werden auf 90 % der rund 25.000 Blumenfelder in der EU CRFs für die Düngung angewendet. Aufgrund der hohen Effektivität besteht die hohe Wahrscheinlichkeit, dass diese Technik in Zukunft auch in der Landwirtschaft zur Anwendung kommt. Der Gebrauch von CRF hat aber auch den Eintrag von Polymeren zur Folge, da Kunststoffe für die Coatings verwendet werden. Das derzeit geringe Anwendungsausmaß in der Landwirtschaft kann sich durch eine zu erwartende Preissenkung in der Coating-Industrie rasant erhöhen. Bei der Annahme, dass CRFs 1 % des Gesamtverbrauchs von Düngemittel ausmachen (bei einer Polymerkonzentration von 1 bis 12 %), können **in der EU zwischen 1.000 und 15.000 t/J Polymermaterial** in Böden eingetragen werden.³¹

Der Eintrag in den Boden findet durch Ausbringung von CRFs statt. Im Hauptanwendungsbereich der Zierpflanzenproduktion erfolgt der Anbau überwiegend in Töpfen oder Kisten. Dies führt trotz bewusstem Kunststoffeintrag zu einem relativ geringen Eintragungspotenzial. Auf Seite der Konsumenten kann es aber durch Wegwerfen von Zierpflanzen auf den Kompost zu indirekten Einträgen in Gärten und Feldern kommen. Eine Eintragung in den Boden verhindert eine Rohstoffrückgewinnung weswegen der **Vermeidung solcher Kunststoffeinträge besondere Bedeutung zukommt**, sofern keine biologisch abbaubaren Alternativen vorhanden sind.

Kreislaufwirtschaftsstrategien zur Verlängerung der Produktlebensdauer, wie z.B. durch Wiederverwendung, können auf Controlled-Release Fertilisers ebenso wenig angewandt werden wie Recycling und die sekundäre Rohstoffherstellung. Oberste Prämisse muss demnach auf vorgelagerter Stufe die Verringerung oder Vermeidung von Kunststoffen sein, um zusätzliche Einträge in den Boden zu vermeiden.

5.3. Düngemittelzusätze - Fertiliser Additives

Polymere werden als Düngemittelzusätze, insbesondere als Antiklumpmittel, Körnungs- und Sprühkristallisationshilfen, Anti-Staub-Mittel und vieles mehr, eingesetzt. Abhängig davon, welcher Typ von Düngemittel dem Material beigemischt wird, werden wasserunlösliche Pasten und Wachse oder wasserlösliche Pulver verwendet. Ein namentlich nicht genanntes Unternehmen allein hat laut Fertilizers Europe (2018)³² bekannt

³¹ ECHA European Chemicals Agency: Annex to the Annex XV Restriction Report. Helsinki, European Chemicals Agency (ECHA), 2019, S. 113 ff; Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 102 ff.

³² Fertilizers Europe: Position paper on microplastics restriction, 2018.

gegeben, 1.800 t/J Polyethylenpolymere zu verwenden.³³ Informationen über polymere Düngemittelzusätze sind nur beschränkt verfügbar. Als Arbeitseinschätzung geht die ECHA mangels besserer Informationen davon aus, dass rund 2/3 des Düngemittelleinsatzes von 12,5 Mio. t/J in den EU-Mitgliedstaaten mit sogenannten „*anti-caking agents*“³⁴ verbessert würden. Dies ergibt ein geschätztes Ausmaß von 4.000 bis 20.000 t, mit einer zentralen Einschätzung von 12.000 t/J von Mikroplastik, die in der EU durch die Verwendung von Polyethylenen in Mehrnährstoffdüngern eingetragen werden. Wasserlösliche Pulver als Düngemittelzusatz stellen einen weit geringeren Anteil dar. Es hat sich aber herausgestellt, dass sich wasserlösliche Düngemittelzusätze nicht vollständig im Wasser auflösen. Der Einsatz solcher Düngemittelzusätze stellt damit ebenfalls eine Eintragsquelle von Mikroplastik dar.³⁵ Im Gegensatz zu den CRFs werden die Düngemittelzusätze verstärkt in der Landwirtschaft eingesetzt, weswegen hier ein höheres Risiko für Kunststoffeinträge zu erwarten ist.

Wie auch bei den CRFs handelt es sich hier um eine bewusste Kunststoffanwendung mit direktem Eintragsweg in den Boden. Dies hat zur Folge, dass die verwendeten Kunststoffe als Mikroplastik unwiederbringlich im Boden landen und keiner weiteren Nutzung bzw. Wiederverwertung zugeführt werden können.

5.4. Capsule suspension plant protection products (CSP)³⁶

Eine ähnliche Anwendung wie CRFs findet auch bei den CSPs statt, indem maßgeschneiderte Kapseln mit Pflanzenschutzmittel befüllt und für eine verlängerte Abgabe optimiert werden. Diese Technik hat eine Vielzahl an Vorteilen, wie etwa eine reduzierte dermale Toxizität, einen besseren Umweltfußabdruck wegen reduzierter Flüchtigkeit von aktiven Inhaltsstoffen und geringerer Phototoxizität. CSPs verwenden Polymere wie Polystrol, Polyacrylamid, Polyester und viele andere Materialien für das „*Coating*“. Alternativen aus natürlichen Produkten (Chitosan, Alginat und Cellulose) sind für die Verkapselung von Wirkstoffen zwar geeignet, weisen aber zahlreiche Nachteile auf. Ein wesentlicher Nachteil ist die hohe Wasserdurchlässigkeit. Dies macht die Kapseln anfälliger für relativ hohe Stoffabgaben ans Wasser. Die Folge daraus ist der Verlust der kontrollierten Abgabe der Stoffe.

Für das Jahr 2016 wird geschätzt, dass in der EU etwa 500 t Mikroplastik durch CSPs emittiert wurden, wobei von einer Schwankung von 100 bis 700 t ausgegangen wird. Diese Anwendung von Kunststoffen bei Pflanzenschutzmitteln stellt die dritte Variante von in der Landwirtschaft zum Einsatz gelangten Kunststoffen

³³ ECHA European Chemicals Agency: Annex to the Annex XV Restriction Report. Helsinki, European Chemicals Agency (ECHA), 2019, S. 118.

³⁴ ECHA European Chemicals Agency: Annex to the Annex XV Restriction Report. Helsinki, European Chemicals Agency (ECHA), 2019, 113 ff; Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödig, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 117 ff.

³⁵ ECHA European Chemicals Agency: Annex to the Annex XV Restriction Report. Helsinki, European Chemicals Agency (ECHA), 2019, S. 118.

³⁶ Eine Kapselsuspensionsformulierung (CS) ist eine Kombination aus einem in einer Polymerhülle eingekapselten Wirkstoff, der in Wasser mit einem Dispergier- und Benetzungsmittel suspendiert ist. CS-Formulierungen gehören nach wie vor zu den fortschrittlichsten Formulierungstypen für Pflanzenschutzmittel weltweit.

dar, bei der Kunststoffe durch bewussten und direkten Eintrag in den Boden gelangen. Auch hier kommt der Vermeidung bzw. Verringerung der eingesetzten Kunststoffe höchste Priorität zu.³⁷

5.5. Seed Coatings

Bei Seed Coatings werden nicht abbaubare Polymere verwendet, die überwiegend mit nicht wasserlöslichem Polymer-Latex gemischt mit synthetisch organischen und/oder nicht organischen Partikeln einen schützenden Film über die Samen bilden. Seed Coatings können Wirkstoffe, wie Düngemittel oder Wachstumsregulatoren, beinhalten und beeinflussen den Aussaatprozess, Keimung und Ausbeute positiv, während auf Pflanzenschutzmittel verzichtet werden kann.

Die verwendeten Substanzen Seed Coatings sind denen der CSPs für Samen sehr ähnlich. **In der EU sind 80 % der kommerziell gelieferten Samen polymer behandelt.** Welche Polymerkonzentration diese aufweisen, hängt von der angewandten Technologie ab. Fließfähige Suspensionen, die nur geringe Mengen an Polymeren enthalten, werden überwiegend für Weizen- und Gerstensamen verwendet. Filmbeschichtungen kommen etwa bei Sonnenblumen und Mais zur Anwendung, um Nährstoffe, Insektizide und Fungizide auf den Samen zu speichern. Schätzungen zu Folge werden **rund 500 t/J polymere Materialien** in der EU durch Seed Coatings in den Boden eingetragen.³⁸ Eine tatsächliche Analyse wird dadurch erschwert, dass die Polymere als gelöste (Makro-)moleküle in den Formulierungen vorkommen und mit der derzeitigen Mikroplastik-Analytik nicht festgestellt werden können.³⁹

Laut Saatgut Austria wird in Österreich jährlich Saatgut im Wert von rund 140 Mio. Euro umgesetzt. Etwa 6.000 Landwirt:innen sind in der Saatgutvermehrung tätig, wobei Getreide und Mais den Großteil der Vermehrungsfläche einnehmen. Zertifiziertes Biosaatgut in Österreich wird witterungsbedingt v.a. in den östlichen Bundesländern produziert. In Summe sind in der Pflanzenzüchtung, Saatgutproduktion und im direkten Saatgutverkauf etwa 25 Unternehmen tätig.⁴⁰ 2019 wurde auf einer Fläche von ca. 39.300 ha Saatgut vermehrt (2018: 37.700 ha). Die Vermehrungsfläche für Bio-Saatgut betrug 8.850 ha (2018: 7.552 ha). In welcher Menge polymer behandeltes Saatgut zum Einsatz kommt, ist unbekannt. An dieser Stelle bedarf es einer entsprechenden Mitarbeit der Saatguthersteller:innen und Saatgutimporteuer:innen, um brauchbare Zahlen zu erlangen.

Die Kunststoffanwendung bei Seed Coatings stellt ebenfalls, wie bei den zuvor erläuterten Eintragsquellen, einen direkten Eintragspfad in den Boden dar. Der Einsatz von Kreislaufwirtschaftsstrategien zur Verlängerung der Produktlebensdauer ist hier daher nicht denkbar. Aus diesem Grund gilt es hier bereits auf der

³⁷ Vgl. Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 107 f.

³⁸ ECHA European Chemicals Agency: Annex to the Annex XV Restriction Report. Helsinki, European Chemicals Agency (ECHA), 2019, S. 121.

³⁹ Vgl. Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2015, S. 10.

⁴⁰ Die österreichische Saatgutwirtschaft: Factsheet Saatgut Austria. URL: <http://www.saatgut-austria.at/ME-DIA/2018%2003%20Saatgutwirtschaft%20-%20Marktübersicht.pdf> (abgerufen am: 12.11.2020).

vorgelagerten Stufe die Einträge zu verringern bzw. verhindern, indem alternative Technologien oder Substitute gefunden werden.

5.6. Mulch-, Gewächshausfolien und andere Folienprodukte

Für die Isolierung zum Schutz von Jungpflanzen oder Feldfrüchten wird Kunststoffmulchfolie verwendet. Dies hat ökonomische Vorteile, da sie für einen erhöhten Ernteertrag und bessere Erntequalität sorgt, Bodenerosion verhindert und den Schädlingsdruck verringert.⁴¹ Zwar mag der Einsatz von Mulchfolien die Produktivität steigern, gleichzeitig besitzen bestimmte Eigenschaften der Mulchfolie auch negative Auswirkungen auf die Umwelt. Hergestellt werden Mulchfolien vielfach aus Polyethylen (PE), welches sich sehr langsam im Boden zersetzt und für Kunststoffeinträge in den Boden sorgt. Nicht zu unterschätzen ist der damit verbundene Aufwand, gebrauchte Mulchfolien vollständig einzusammeln und zu recyceln. Ähnlich stellt sich die Verwendung von Gewächshausfolien dar. Diese wurden ebenfalls als Quelle für Kunststoffeinträge in landwirtschaftliche Böden identifiziert.

Zu den weiteren in der Landwirtschaft eingesetzten Folienprodukten zählen etwa Siloballenfolien oder Bändchengewebe oder hydroponische Substrate mit Kunststoffhüllen. Mit Einträgen in landwirtschaftlich genutzte Böden durch Siloballenfolien wird nur in einem geringen Ausmaß gerechnet, da eine geschützte Lagerung und mehrschichtige Verpackung das Risiko des Zerfalls reduzieren. Ähnliches wird auch auf Gewächshausfolien und Witterungsschutz zutreffen, wohingegen Mulchfolien aufgrund von Wettereinfluss, Erdreich, Pflanzenschutzmitteln und mechanischer Bearbeitung stärkeren Beanspruchungen ausgesetzt sind und daher eher zum Zerfall tendieren. Außerdem wird bei Folien ein direkter Zusammenhang zwischen Foliendicke und Zerfallsrate vermutet.⁴² Bei den hydroponischen Kulturverfahren, die für den Gartenbau von Bedeutung sind, ist auf einen sachgerechten Gebrauch und eine sorgfältige Entsorgung zu achten, damit es zu keinen Kunststoffeinträgen kommt. Hierzu wurde ein Leitfaden zum sachgerechten Umgang mit Substraten aus dem hydroponischen Anbau (Substratkultur) erstellt.⁴³

In der Landwirtschaft zur Anwendung kommende Folienprodukte sind Kunststoffe, die durch den Verbleib auf Ackerflächen oft als sekundäres Mikroplastik in die Böden eingetragen werden. Das von diesem Eintrag ausgehende Ausmaß ist unklar. Fest steht, dass diese Produkte **im Sinne der Kreislaufwirtschaft geeignet sind für eine Wiederverwendung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, das Recycling und die Herstellung von Sekundärrohstoffen**. Um eine möglichst effiziente Rohstoffverwendung zu gewährleisten, muss bereits bei der Herstellung und Verwendung der Rohstoffe angesetzt werden.

⁴¹ Vgl. Kalberer, Andreas/ Kawecki-Wenger, Delphine/ Bucheli, Thomas: Plastik in der Landwirtschaft. In: Agroscope Science 89 (2019), S. 7.

⁴² Vgl. Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 29 ff; Vgl. Kalberer, Andreas/ Kawecki-Wenger, Delphine/ Bucheli, Thomas: Plastik in der Landwirtschaft. In: Agroscope Science 89 (2019), S. 7.

⁴³ BMLRT (2020): Leitfaden zum sachgerechten Umgang mit Substraten aus dem hydroponischen Anbau (Substratkultur). Wien, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus.

Zur Vollständigkeit wird noch die Verwendung diverser Hilfsmittel in der Produktion erwähnt. Dazu zählen etwa Bewässerungssysteme, Pflanzentöpfe und Pflanzenhilfen (z.B. Spann- und Bindedrähte, Pflanzpfähle). Genaue Angaben zu den Anwendungsmengen und möglichen Einträge in den Boden sucht man vergeblich. Eine Abschätzung der Polymeremission für Deutschland durch das Fraunhofer-UMSICHT Institut ergibt eine Gesamtemission von ca. 179 t/J.⁴⁴

5.7. Klärschlamm

Klärschlamm als Abfallprodukt aus Abwasserreinigungsanlagen enthält wertvolle Nährstoffe wie Stickstoff oder Phosphor, kann aber auch umweltschädigende Stoffe wie etwa biologisch schwer abbaubare organische Substanzen mit hohen Konzentrationen an Schwermetallen oder Mikroplastik enthalten. Einer der Verwertungswege von Klärschlamm besteht in der landwirtschaftlichen Verwertung. In **Oberösterreich** sind im Jahr 2018 in kommunalen und betrieblichen Abwasserreinigungsanlagen 42.612 t Trockenmasse Klärschlamm angefallen. Davon wurden **22.050 t Trockenmasse der landwirtschaftlichen Verwertung** zugeführt.⁴⁵ Laut Statusbericht 2019⁴⁶ wurden 2017 **bundesweit** rund 238.000 t Trockensubstanz (TS) Klärschlämme behandelt, wobei etwa **20 % (ca. 47.600 t) auf landwirtschaftliche Flächen aufgebracht** wurden.

Die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm kann damit als bedeutender Eintragspfad von Kunststoffen auf landwirtschaftliche Böden identifiziert werden. Ein Kilogramm Klärschlamm enthält laut der UBA-Studie „Mikroplastik im Klärschlamm“⁴⁷ durchschnittlich zwischen 85.221 bis 103.175 Stücke Mikroplastikpartikel. Proben aus Ackerböden, bei dem Klärschlammdüngung zur Anwendung kam, haben eine Kontaminierung von 1.100 bis 3.500 Stück/kg mit einer Partikelgröße von mehr als ca. 20 µm aufgewiesen.

Ohne entsprechende Technologie und Reinigungsprozesse vor der Ausbringung kommt der Vermeidung von Kunststoffeinträgen im Klärschlamm aufgrund der Klärschlammdüngung große Bedeutung zu. Eine Studie der ÖWAV von 2018 geht davon aus, dass Schadstoffe im Klärschlamm durch dessen Verbrennung und die darauffolgende gezielte Extraktion von Wertstoffen wie zum Beispiel Phosphor zu umgehen ist. Dennoch muss auch hier die Möglichkeit einer Schadstoffremobilisierung in Betracht gezogen werden.⁴⁸

Laut KBVÖ macht es sowohl ökonomisch als auch ökologisch nachhaltig Sinn gute Klärschlammqualitäten wie sie in der Kompostverordnung als „Qualitätsklärschlamm“ (SN 92201) verankert sind, auch in Zukunft in dem Stand der Technik entsprechenden Kompostanlagen verwerten zu lassen. Daten der

⁴⁴ Vgl. Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 94 ff.

⁴⁵ Land Oberösterreich: Klärschlammfall und -verwertung in Oberösterreich 2020. URL: <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/116626.htm> (abgerufen am: 17.01.2022).

⁴⁶ BMNT: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich, Statusbericht 2019. Wien, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2019.

⁴⁷ Sexlinger, Katharina/ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in Klärschlamm. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2021, S. 13.

⁴⁸ Kretschmer, Florian/ Zingerle, Thomas/ Ertl, Thomas: Perspektive der künftigen Klärschlammbewirtschaftung in Österreich. ÖWAV, 70 (2018), S. 579–587.

Mitgliedsbetriebe des KBVÖ belegen, dass aktuell nahezu ausschließlich kommunale Qualitätsklärschlämme verarbeitet werden, mit dem Ziel, die Qualitätsklärschlammkomposte vorwiegend zur Düngung (insbesondere N und P) für die landwirtschaftliche Nutzung verfügbar zu machen. Klärschlämme mit der Schlüsselnummer 92212 sollen zukünftig von der Kompostierung ausgeschlossen werden

Im Gegensatz zu den zuvor erläuterten Eintragsquellen handelt es sich bei im Klärschlamm enthaltenen Mikroplastik um primäres und sekundäres Mikroplastik. Kunststoffeinträge in Klärschlamm finden über verschiedene Wege, wie etwa durch Kunststofffasern in Waschmaschinenabläufen oder über Produkte die Mikroplastik enthalten, statt.⁴⁹ Entsprechend dem Konzept der Kreislaufwirtschaft muss an vorgelagerten Stellen die Entstehung und der Eintrag von Kunststoffen reduziert oder vermieden werden.⁵⁰

5.8. Kompost

Kompost ist das Endprodukt der Kompostierung oder Rotte, bei der durch Destruenten (Mikroorganismen, Ringelwürmern, Asseln und anderen Kleintiere) organisches Material zersetzt wird. In Österreich werden in über 400 Kompostieranlagen mehr als 1 Mio. t an biogenen Abfällen behandelt und teils wieder in den Wirtschaftskreislauf rückgeführt. Bei der landwirtschaftlichen Kompostierung werden getrennt gesammelte biogene Abfälle durch Landwirt:innen als Kompost auf den eigenen landwirtschaftlichen Flächen eingesetzt. Organische Düngemittel, welche aus dem Haushalt und aus industriell recyceltem Bioabfall stammen, werden zunehmend als umweltfreundliche Praxis auf landwirtschaftliche Flächen aufgetragen. Aktuelle Studien haben gezeigt, dass die Verwendung von Bioabfall eine potenzielle Quelle für Mikroplastikeinträge in ländlichen Gebieten darstellt. Grund dafür ist die Kontamination von Bioabfällen aus Haushalten und Industrie mit Plastik.⁵¹ Laut ÖWAV stellen hier Verpackungskunststoffe den größten Anteil dar.⁵² In Italien ergab eine Untersuchung eine durchschnittliche Kontamination von 4,9 % des in Italien gesammelten Komposts mit nicht abbaubaren Kunststoffen. Zwar kann durch Siebung und Überprüfung die Kunststoffmenge im Dünger zum Teil stark reduziert werden, aber kleine Plastikpartikel können kaum vollständig aus dem Kompost beseitigt werden.⁵³ Untersuchungen zeigen, dass auch Biogut-Komposte und -gärreste mit Mikroplastik belastet sind, wobei die Höhe der Belastung je nach Anlagentechnik schwanken kann. Gärprodukte aus landwirtschaftlichen Vergärungsanlagen, die primär nachwachsende Rohstoffe und/oder Grüngut sowie Gülle verwenden, scheinen hingegen weniger mit Mikroplastik-Partikeln belastet zu sein.⁵⁴

⁴⁹ Vgl. Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2015, S. 19.

⁵⁰ Siehe für Lösungsansätze Punkt 8.4.

⁵¹ Weithmann, Nicolas/ Möller, Julia N. / Löder, Martin G. J./ Piehl, Sarah/ Laforsch, Christian/ Freitag, Ruth: Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastics into environment. *Science Advances*, 4 (2018).

⁵² Zafiu, Christian/ Binner, Erwin/ Hirsch, Cornelia/ Vay, Benedikt/ Huber-Humer, Marion: Makro- und Mikroplastik in österreichischen Komposten. *ÖWAV*, 72 (2020), S. 410–420.

⁵³ Novamont (2018): Increasing amounts of bioplastics found in bio-waste. PR Newswire.

⁵⁴ Freitag, Ruth: Mikroplastik im Kompost. URL: <https://www.git-labor.de/forschung/umwelt/mikroplastik-im-kompost> (abgerufen am: 14.02.2022).

Die Verwendung von Kompost als Dünger kann zu direkten Kunststoffeinträgen in den Böden führen. Die Kontaminierung von Kompost mit Mikroplastik variiert stark und lässt sich schwer feststellen. Das genaue Ausmaß ist weitgehend unbekannt. Aus Sicht der Kreislaufwirtschaft stellt sich die Kompostierung grundsätzlich als besonders wertvolle Verwertungsmöglichkeit dar. Die Vermeidung von Kunststoffeinträgen durch Kompost kann neben der mechanischen Siebung zur Reinigung des Komposts nur durch präventive Maßnahmen zur Vermeidung der Kontaminierung des Komposts mit Kunststoffen erfolgen. Die ÖWAV (Stand 2020) betrachtet die Vermeidung von konventionellen Kunststoffen insbesondere in Einwegprodukten als einzig reelle Möglichkeit für die Vermeidung von Mikroplastik in Komposten.⁵⁵

5.9. Littering

Das achtlose Wegwerfen von Müll als externe Eintragsquelle stellt aufgrund eines gut funktionierenden Abfallsystems in Österreich im internationalen Vergleich ein geringeres Problem dar. Mangels Umweltbewusstseins werden dennoch nicht unbeachtliche Mengen an Kunststoffverpackungen, Tragetaschen, Einweggeschirr oder sonstigem Kunststoffabfall in die Umwelt eingetragen. Genaue Angaben zu den eingetragenen Kunststoffmengen gibt es nicht. Schätzungen des Umweltbundesamts gehen von einem Littering-Anteil von weniger als 0,5 %⁵⁶ der Gesamtmenge an Kunststoffabfällen aus.⁵⁷ In der Studie des Umweltbundesamtes zu Mikroplastik von 2015 wird festgehalten, dass der überwiegende Anteil des Litterings aus Plastik besteht. Dazu zählen besonders Getränkeverpackungen, Jausenverpackungen, kleine Kunststoffsackerl und auch Take-Away-Verpackungen entlang von Durchzugsstraßen. In einem geringen Ausmaß kommt es auch durch Verwehung zu Einträgen von landwirtschaftlichen Produktionshilfsmitteln (Abdeckplanen, Baumschutzhüllen).⁵⁸ Die Einträge erfolgen unregelmäßig, können durch Wettereinfluss wie etwa Windverfrachtungen stark variieren und daher nur schwer geschätzt werden. In der Schweiz wird der jährliche Littering-Anteil auf 80t/J bei einer Schwankungsbreite von +/- 30t geschätzt.⁵⁹

Der indirekte Eintrag von Kunststoffen in den Boden durch Littering stellt sich aus Sicht der Landwirtschaft insbesondere durch die niedrigen Zersetzungsraten, das Vorhandensein von Additiven und die Gefahr, dass unentdeckte bereits zerkleinerte Plastikstücke etwa im Heu vorkommen, als problematisch dar. Primär gilt es daher, Littering so weit wie möglich zu vermeiden und jegliche Abfälle einer Abfallbehandlung zuzuführen bzw. wiederverwertbare Stoffe durch Recycling, Sekundärrohstoffgewinnung oder Upcycling im Sinne der Kreislaufwirtschaft zurückzuführen.

⁵⁵ Zafiu, Christian/ Binner, Erwin/ Hirsch, Cornelia/ Vay, Benedikt/ Huber-Humer, Marion: Makro- und Mikroplastik in österreichischen Komposten. ÖWAV, 72 (2020), S. 410–420.

⁵⁶ Bei rund 0,9 Mio. t Kunststoffabfällen ergibt sich eine Menge von etwa 4.500 t/J die durch Littering in die Umwelt freigesetzt werden.

⁵⁷ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2015, S. 16/ 102.

⁵⁸ Vgl. Stoifl, Barbara / Oliva, Judith: Littering in Österreich. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2020, S. 102.

⁵⁹ Kalberer, Andreas/ Kaweck-Wenger, Delphine/ Bucheli, Thomas: Plastik in der Landwirtschaft. In: Agroscope Science 89 (2019), S. 4.

5.10. Reifenabrieb

Der Verkehrssektor trägt wesentlich zur Schadstoffbelastung durch CO₂-Emissionen in der Luft bei. Aber auch der Reifenabrieb verursacht Staubemissionen (etwa PM₁₀) die Mikroplastik enthalten. In Frankreich, den USA und Japan wurden bei Bodenproben von Straßenrändern in drei Flussgebieten Reifenabrieb gefunden. Aus einer Studie des Fraunhofer Instituts für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik wurden 51 relevante Quellen für Mikroplastik identifiziert. Reifenabrieb konnte als größter Verursacher von Mikroplastik festgestellt werden, indem beinahe 998 g Mikroplastik jährlich pro Person in Deutschland verursacht werden.⁶⁰ Das würde für Österreich eine geschätzte Menge von rund 8.800 t/J Mikroplastik durch Reifenabrieb bedeuten. Das Umweltbundesamt hat für Österreich eine Reifenabriebmenge mit 6.766 t/J berechnet (Stand 2015). Zwar ist noch unklar ob und inwieweit die Entwässerungseinrichtungen und Straßenbahnketten eine ausreichende Reinigungsfunktion erfüllen, doch es kann davon ausgegangen werden, dass diese nicht ausreichen, um Kunststoffeinträge in landwirtschaftlichen Nutzflächen zu vermeiden.⁶¹

Die zum Teil sehr feinen Kunststoffpartikel, die durch den Reifenabrieb entstehen, stellen eine indirekte Eintragsquelle von Mikroplastik in den Boden dar. Neben straßenbaulichen Maßnahmen werden Entwicklungen im Bereich der verwendeten Rohstoffe bei der Reifenherstellung notwendig sein.

5.11. Conclusio

Die Eintragsquellen von Kunststoffen in den Boden erweisen sich als zahlreich. Das Ausmaß der Kunststoffemissionen kann mangels verfügbarer Daten aber nicht im Detail festgestellt werden. Die bisherigen Abschätzungen auf EU-Ebene, der Schweiz und Deutschland bestätigen aber die Befürchtung, dass eine beträchtliche Menge Kunststoffe jährlich in Böden eingetragen wird.

Zu den typischen Kunststoffanwendungen in der Landwirtschaft, die zum Eintrag von Kunststoffen in die Böden führen können, zählen:

- Folien für Gewächshäuser und -tunnel, Mulchfolien, Silagefolien
- Bewässerungssysteme
- Pflanzentöpfe, -container und -hilfen
- Erntekisten
- Polymerummantelungen für Saatgut, Düngemittel und Pflanzenschutzmittel

⁶⁰ Bertling, Jürgen/ Bertling, Ralf/ Hamann, Leandra: Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie. Oberhausen, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, 2018, S. 10.

⁶¹ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2015, 17 f; Vgl. Sieber, Ramona/ Kawecki, Delphine/ Nowack, Bernd: Dynamic probabilistic material flow analysis of rubber release from tires into the environment. In: Environmental Pollution, 258 (2020); Baensch-Baltruschat, Beate/ Kocher, Birgit/ Stock, Friederike/ Reifferscheid, Georg: Tyre and road wear particles (TRWP) – A Review of generation, properties, emissions, human health risk, ecotoxicity, and fate in the environment. In: Science of The Total Environment, 733 (2020).

Während von Bewässerungssystemen, Pflanzentöpfe, -container und -hilfen, sowie Erntekisten vergleichsweise weniger Kunststoffeinträge zu erwarten sind, zeigen die verfügbaren Daten, dass Folienprodukte und Polymerummantelungen wesentliche Quellen für Kunststoffeinträge darstellen.

Unterschieden werden können Eintragsquellen in direkte und indirekte Eintragsquellen. Bei direkte Eintragsquellen besteht ein ursächlicher Zusammenhang mit der Landwirtschaft, wohingegen bei den indirekten Eintragsquellen die Entstehung durch Dritte verursacht werden. Direkte Eintragsquellen sind etwa die Folienprodukte oder Polymerummantelungen für Saatgut und Düngemittel. Bei indirekten Eintragsquellen handelt es sich um Reifenabrieb, Littering oder auch um kontaminierten Klärschlamm. Mit Blick auf den Eintrag von Kunststoffen in den Boden kann zwischen **intendierten bzw. nicht-intendierten Eintragsquellen** unterschieden werden.⁶² Für zu entwickelnde Maßnahmen zur Stärkung der Kreislaufwirtschaft und zur Vermeidung von Kunststoffeinträge bedeutet dies, dass Maßnahmen zum einen die Landwirtschaft direkt adressieren müssen, zum anderen aber auch andere Sektoren. Im Falle von Kompost und Klärschlamm gelangen Kunststoffe vor der landwirtschaftlichen Verwertung in das Ausgangsmaterial, weswegen hier andere Stakeholder für die Entwicklung von Maßnahmen erforderlich sind.

In weiterer Folge und insbesondere im Kapitel 8 „Lösungsansätze“ soll der Aspekte der Kreislaufwirtschaft eine wesentliche Rolle spielen, weswegen sich die Ausführungen überwiegend auf die Eintragsquellen Folienprodukte, Klärschlamm und Kompost konzentrieren. Die vollumfängliche Behandlung sämtlicher Eintragsquellen würde den Rahmen des Working Papers überschreiten.

direkte Eintragsquellen	indirekte Eintragsquellen
Düngemittel(-zusätze) (CRF)	Klärschlamm
Pflanzenschutzmittel (CSP)	Kompost
Saatgutummantelungen	Reifenabrieb
Mulch-, Gewächshausfolien und andere Folienprodukte	Littering

6 Gefahren und Auswirkungen

Von Kunststoffen, insbesondere Mikroplastik, können verschiedene Gefahren ausgehen. Sie stellen daher ein Risiko für Umwelt und Gesundheit dar. Ein fundiertes Wissen über die tatsächlichen Folgen von

⁶² Vgl. Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 52 ff.

Kunststoffen im Boden existiert aber noch nicht. In Kunststoffen enthaltene Zusatzstoffe, wie etwa Weichmacher, Flammschutzmittel u.Ä. können in die Umwelt freigesetzt werden. Im Boden befindliche Kunststoffe können auch zu Schadstoffanreicherungen führen und somit für Umwelt und Gesundheit schädliche Mengen konzentrieren. Ökotoxikologische Untersuchungen unter Laborbedingungen zeigten vor allem bei hohen Mikroplastikkonzentrationen entsprechende negative Effekte. Mit welchen langfristigen Auswirkungen nun aber für den Boden und die Landwirtschaft zu rechnen ist, wurde bisher unzureichend erforscht. Daher sind auch im Sinne des Vorsorgeprinzips Maßnahmen zur Reduzierung von Kunststoffeinträgen zu setzen.

Uneinheitliche Methoden und unzureichende Datenlage

Die mangelnde Wahrnehmung und die fehlenden Methoden zur Plastikquantifizierung im Boden haben zur Folge, dass nur sehr unzureichend Daten vorhanden sind. Die Untersuchungen stehen noch am Anfang und es existieren nur wenige Studien zum Thema Kunststoffe im Boden. Die Probenmatrix (Textur, organische Substanz) stellt die Identifikation und Quantifizierung von Kunststoffen im Boden vor Herausforderungen. Angewandte analytische Methoden sind etwa die visuelle Sortierung unter dem Mikroskop, die Identifizierung durch Raman Spektroskopie, FT-IR sowie thermoanalytische Verfahren.⁶³ Die unterschiedlich verwendeten Methoden und Analyseeinheiten erschweren den Vergleich und eine Interpretation der Daten. Zumeist sind nur Schätzungen der in Böden eingetragenen Kunststoffmengen verfügbar und lassen nur sehr unsichere Schlussfolgerungen zu. In diesem Bereich besteht ein sehr großer Forschungsbedarf. Der Aufbau einer entsprechenden Datenlage zur Menge an Kunststoffen in der Umwelt und zum Abbauverhalten in Böden wird notwendig sein, um eine entsprechende Folgenabschätzung sowie entsprechende Maßnahmen zur Beschränkung der Mikroplastikemissionen vornehmen zu können.⁶⁴ Das Umweltbundesamt soll im Rahmen des Projekts „PLASBo“ – ein Projekt an dem BMLRT, die Bundesländer und die AGES beteiligt sind – bis zum Frühjahr 2023 ein harmonisiertes Konzept zur Probenahme und Bestimmung von Plastik und Mikroplastik in Böden erarbeiten.⁶⁵

Ungewisse Auswirkungen

In Verbindung mit der derzeit noch unzureichenden Datenlage steht auch eine mangelnde Analyse der Auswirkungen von Kunststoffen in Böden. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass vor allem Mikroplastik Effekte auf die Bodenstruktur, Bodenorganismen und eventuell den menschlichen Organismus haben kann. Zwar scheint es unwahrscheinlich, dass Mikroplastik über den Boden in das Grundwasser

⁶³ Vgl. Bläsing, Melanie/ Amelung, Wulf: Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. In: Science of the Total Environment, 612 (2018), S. 422-435.

⁶⁴ Sexlinger, Katharina/ Humer, Monika/ Scheffknecht, Christoph: Kunststoffe im Boden. Umweltinstitut – Bericht UI04/2019, Institut für Umwelt- und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, 2019, S. 5.

⁶⁵ Umweltbundesamt: Harmonisierte Methoden für Plastik und Mikroplastik in Böden – PLASBO. URL: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/stoffradar/plasbo> (abgerufen am: 14.04.2021).

transportiert wird; in Regionen mit hohem Grundwasserspiegel und grobkörnigen Böden mit einem hohen Anteil an Makroporen ist dies aber möglich. Neue Studien belegen auch, dass Nanoplastikpartikel über die Wurzel der Pflanzen aufgenommen werden können und Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum haben.⁶⁶ Mikroplastikpartikel an der Oberfläche von Salat bzw. Wurzelgemüse oder Plastikadditive die durch Aufnahme von Nutztieren können auch in den menschlichen Organismus gelangen.⁶⁷ Aufgrund der fehlenden Daten zum Ausmaß dieser Effekte muss im Sinne des Vorsorgeprinzips jeglicher Eintrag von Kunststoffen in den Boden so gut wie möglich vermieden werden. Zeitgleich bedarf es intensiver Forschung über die Auswirkungen von Kunststoffen, insbesondere Mikroplastik in Böden. Fehlende Methoden zur Simulation von Verhalten, Exposition und Wirkung von Kunststoffpartikeln in der Umwelt führten dazu, dass auch die in Ökobilanzen üblichen Wirkungsabschätzungsmethoden keine Umweltauswirkungen durch Mikroplastik- bzw. Kunststoffemissionen berücksichtigen.⁶⁸

In der Literatur wird zwischen physikalischen und chemischen Auswirkungen unterschieden, wobei davon ausgegangen wird, dass bei größeren Plastikteilen die physikalischen, bei kleineren Teilchen die chemischen Folgen dominieren.

Das Projekt „Micro- and Nano-Plastics in Agricultural Soils: Sources, environmental fate and impacts on ecosystems services and overall sustainability (MINAGRIS)“ widmet sich europaweit der Frage potenzieller schädlicher Auswirkungen von Plastikmüll auf die Bodenbiodiversität, Bodenfunktionen, mit dem Ziel, indem ein tieferes Verständnis und Werkzeuge zur Verfügung gestellt werden, um die Auswirkungen von Mikro- und Nanoplastik in landwirtschaftlichen Böden auf die Biodiversität, Pflanzenproduktivität und Ökosystemleistungen zu bewerten und Empfehlungen zu geben.⁶⁹

⁶⁶ Bauernzeitung: Studie: Verringertes Pflanzenwachstum durch Nanoplastik. URL: <https://www.bauernzeitung.de/agrarpraxis/ausforschung-und-entwicklung/studie-verringertes-pflanzenwachstum-durch-nanoplastik/> (abgerufen am: 03.02.2022).

⁶⁷ Scheurer, Michael/ Bigalke, Moritz: Microplastic in Swiss Floodplain Soils. In: Environ. Sci. Technol., 52, 6 (2018), 3591 – 3598; Sexlinger, Katharina/ Humer, Monika/ Scheffknecht, Christoph: Kunststoffe im Boden. Umweltinstitut – Bericht UI04/2019, Institut für Umwelt- und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, 2019, S. 7.

⁶⁸ Vgl. Kalberer, Andreas/ Kawecki-Wenger, Delphine/ Bucheli, Thomas: Plastik in der Landwirtschaft. In: Agroscope Science 89 (2019), S. 20 f.

⁶⁹ <https://minagris.eu/index.php/project-info/about-us> (abgerufen am: 22.02.2022).

Tabelle 1: Kalberer et al., 2019

Tabelle 6: Auflistung von Beispielen physikalischer und chemischer Effekte, verursacht durch Plastikverunreinigung

Physikalische Effekte	Chemische Effekte
Limitierung des Stoffaustausches (Gase, Wasser, Mineralstoffe, etc.) (Steinmetz et al., 2016)	Ausfällung von Additiven, Restmonomeren, etc. (CONTAM, 2016, Whitacre, 2014)
Verfangen von Organismen (Barnes et al., 2009)	Plastik als Vektor für POPs wie z. B. Pestizide (Andrady et al., 2011)
Sättigung oder Blockierungen im Verdauungstrakt (Barnes et al., 2009; Rehse et al., 2016)	Plastik als Vektor für Schwermetalle (Brennecke et al., 2016; Hodson et al., 2017)
Verletzungen durch z. B. innere Schnittwunden (Barnes et al., 2009; Rehse et al., 2016)	

Hinsichtlich des Einflusses auf die Bodeneigenschaften haben de Souza Machado et al. (2018)⁷⁰ die allgemeinen Folgen von unterschiedlichen Polymertypen untersucht. Weitere Studien sind in der Arbeit, die neue Erkenntnisse zu den Auswirkungen liefern werden.⁷¹

Tabelle 2: Kalberer et al., 2019

Tabelle 7: Auswirkungen verschiedener Plastikpolymere auf die Bodeneigenschaften nach De Souza Machado et al., (2018b)

	Polyester (Fasern)	Polyacryl (Fasern)	Polyethylen (Fragmente)
Wasserspeicherung	Verbesserung	kein klarer Trend	kein klarer Trend
Dichte	Verminderung	Verminderung	Verminderung
Mikrobakterielle Aktivität	Verminderung	Verminderung	kein klarer Trend
Veränderung in Struktur und Funktion	JA	JA	JA

Quelle für Schadstoffe

Mikroplastik kann eine Quelle für Schadstoffe darstellen. Entweder werden diese bereits bei der Kunststoffherstellung zugegeben (Additive) oder während der Verweildauer in der Umwelt absorbiert. Im Durchschnitt bestehen 4 % des Gewichts von Kunststoffen aus Additiven und beinhalten Stoffe wie Weichmacher, Flammschutzmittel, Farbstoffe o.Ä., die toxisch oder hormonell wirksam sein können. Diese Additive sind oftmals nur sehr schwach oder gar nicht an die Polymermoleküle gebunden und werden somit im Laufe der Zeit aus dem Plastik ausgewaschen. Es handelt sich dabei etwa um polybromierte Diphenylether (PBDE) und andere bromierte Flammschutzmittel sowie Nonylphenol, Bisphenol A (BPA) und

⁷⁰ De Souza Machado, Anderson Abel/ Kloas, Werner/ Zarfl, Christiane/Hempel, Stefan/ Matthias C. Rillig (2018): Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/gcb.14020> (abgerufen am: 14.02.2022).

⁷¹ Vgl. Büks, Frederick/ Kaupenjohann, Martin: The impact of microplastic weathering on interactions with the soil environment: a review, SOIL Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/soil-2021-67>, in review, 2021 (abgerufen am: 15.02.2022).

Phthalate. Aus mehreren Studien geht hervor, dass durch den Einsatz von Mulchfolien, Kunststofffolien bei Treibhäusern (Folientunnel) und Klärschlamm Phthalate in landwirtschaftliche Böden Eingang finden. Durch Anlagerung und Anreicherung persistenter organischer Stoffe können Kunststoffe auch als Senke für Chemikalien dienen. Diese können krankheitserregend, giftig, kanzerogen oder hormonell aktiv sein und im Falle einer Aufnahme potentiell an den Organismus abgegeben werden. Aufgrund der wie oben erläuterten geringen Datenlage lässt sich eine tatsächliche Gefährdung durch Mikroplastik nur schwer einschätzen. Es müssen daher auch im Sinne des Vorsorgeprinzips Maßnahmen zur Vermeidung von Kunststoffeinträgen getroffen werden.⁷²

7 Rechtliche Rahmenbedingungen

In der novellierten EU-Abfallrahmenrichtlinie (ÄARRL) wird in den Erwägungsgründen Bezug zur Kreislaufwirtschaft genommen, wonach die Richtlinie unter anderem das Ziel verfolgt eine nachhaltigere Materialwirtschaft zu gestalten und die Grundsätze der Kreislaufwirtschaft zu fördern.⁷³ Ein wesentlicher Punkt der Kreislaufwirtschaft wird im selben Erwägungsgrund noch erwähnt:

„Damit eine wirklich kreislauforientierte Wirtschaft entsteht, müssen in Bezug auf die Nachhaltigkeit von Erzeugung und Verbrauch zusätzliche Maßnahmen getroffen werden, indem der gesamte Lebenszyklus von Produkten in einer Art und Weise betrachtet wird, die Ressourcen erhält und den Kreislauf schließt.“

Hinsichtlich des Themas „Kunststoffe und Landwirtschaft“ sind daher Bestimmungen auf Unionsebene sowie auf Bundes- und Landesebene von Bedeutung. Entlang des Wertschöpfungskreislaufs kann an verschiedenen Stellen die Kreislaufwirtschaft gestärkt werden. Ein solch breiter Ansatz sprengt jedoch gänzlich den Rahmen des vorliegenden Working Papers. Aus diesem Grund wird nachfolgend auf jenen rechtlichen Rahmen eingegangen, der für den Einsatz von Kunststoffen sowie deren möglichen Eintrag in den Boden relevant ist. Im Sinne der Abfallhierarchie liegt der Schwerpunkt dabei auf Maßnahmen zur Abfallvermeidung, Wiederverwendung und Vorbereitung zur Wiederverwendung.

Die nationale Rechtsordnung sowie das Unionsrecht mit seinen Verordnungen und Richtlinien bilden den Rechtsrahmen für die Verwendung von Kunststoffen. Entsprechende Bestimmungen finden sich in unterschiedlichen Anwendungsbereichen, wie etwa dem Düngemittelrecht oder dem Abfallwirtschaftsrecht.

7.1. Sekundärrecht der Europäischen Union

Die Europäische Union hat weitreichende Kompetenzen von den Mitgliedstaaten übertragen bekommen oder teilt diese mit den Mitgliedstaaten. Im Bereich der geteilten Zuständigkeit können sowohl die EU als auch die Mitgliedsländer Rechtsvorschriften erlassen. Die Mitgliedstaaten sind insofern eingeschränkt, als

⁷² Vgl. Sexlinger, Katharina/ Humer, Monika/ Scheffknecht, Christoph: Kunststoffe im Boden. Umweltinstitut – Bericht UI04/2019, Institut für Umwelt- und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, 2019, S. 8.

⁷³ Erwägungsgrund I Richtlinie (EU) 2018/851 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG; ABI L150/2018 S. 109 ff.

dass dies nur dann zulässig ist, wenn die EU noch keine Vorschriften zu den jeweiligen Bereichen erlassen hat oder dies nicht beabsichtigt. Zu den geteilten Zuständigkeiten zählen etwa die Landwirtschaft, Umwelt und öffentliche Gesundheit. Kunststoffe finden sich in verschiedenen Sekundärrechtsakten aus verschiedenen Kompetenzbereichen der Europäischen Union wieder. In Folge wird auf relevante Sekundärrechtsakte eingegangen, welche die Regulierung von Kunststoffen betreffen:

Die **EU-Abfallrichtlinie 2018**⁷⁴ führt neue angestrebte Zielvorgaben zur Abfallvermeidung ein. Für Bioabfälle wird entweder eine getrennte Sammlung und Recycling an der Quelle oder eine getrennte Sammlung ohne die Vermischung mit anderen Abfällen bis 31. Dezember 2023 vorgesehen (Art 22). Dies soll die Nutzung der Bioabfälle als Düngemittel stärken. Neben Zielquoten für die Vorbereitung zur Wiederverwendung und Recyclingzielen von Siedlungs- und Verpackungsabfällen sind die darin vorgesehenen Mindestanforderungen an die **Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung** hervorzuheben. Art 14 legt etwa fest, dass die Kosten der Abfallbewirtschaftung, einschließlich der Kosten für die notwendige Infrastruktur und deren Betrieb, vom ursprünglichen Abfallerzeuger oder von den gegenwärtigen oder früheren Abfallbesitzern getragen werden.⁷⁵ Zu den in Art 8a verankerten Mindestanforderungen zählen etwa die genaue Definition der Rollen und Verantwortlichkeiten aller einschlägig beteiligten Akteure, die Festlegung messbarer Abfallbewirtschaftungsziele im Einklang mit der Abfallhierarchie oder etwa ein Berichterstattungssystem zur Erhebung von Daten über Produkte, die von unter das Regime fallenden Herstellern in Verkehr gebracht werden.

Die geänderte Abfallrahmenrichtlinie der Europäischen Union

Die sog. Abfallrahmenrichtlinie bzw. *Richtlinie 2008/98/EG vom 19. November 2008 über Abfälle* setzt den rechtlichen Rahmen für die Abfallgesetzgebung der Mitgliedstaaten. Diese Richtlinie wurde mit der *Richtlinie 2018/851/EU zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG vom 30. Mai 2018* („Änderungsabfallrahmenrichtlinie“ - ÄARRL) novelliert.

⁷⁴ Richtlinie (EU) 2018/851 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle.

⁷⁵ Siehe dazu 6.X erweiterte Herstellerverantwortung

Gegenstand und Anwendungsbereich der Abfallrahmenrichtlinie

Die ÄARRL 2018 änderte unter anderem den in Artikel 1 ARRL 2008 festgelegten Gegenstand und Anwendungsbereich der Abfallrahmenrichtlinie. Gemäß **Artikel 1 ÄARRL 2018** werden mit der Abfallrahmenrichtlinie

*„Maßnahmen festgelegt, die dem **Schutz der Umwelt** und der **menschlichen Gesundheit** dienen, indem die Erzeugung von Abfällen und die schädlichen Auswirkungen der Erzeugung und Bewirtschaftung von Abfällen vermieden oder verringert, die Gesamtauswirkungen der Ressourcennutzung reduziert und die Effizienz der Ressourcennutzung verbessert werden, und welche für den Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft und für die Sicherstellung der langfristigen Wettbewerbsfähigkeit der Union entscheidend sind.“*

Die Abfallrahmenrichtlinie legt in Artikel 4 Absatz 1 eine **5-stufige Abfallhierarchie** fest. Rechtsvorschriften und politische Maßnahmen der Mitgliedstaaten müssen im Bereich der Abfallvermeidung und -bewirtschaftung grundsätzlich der dort festgelegten Prioritätenfolge entsprechen:

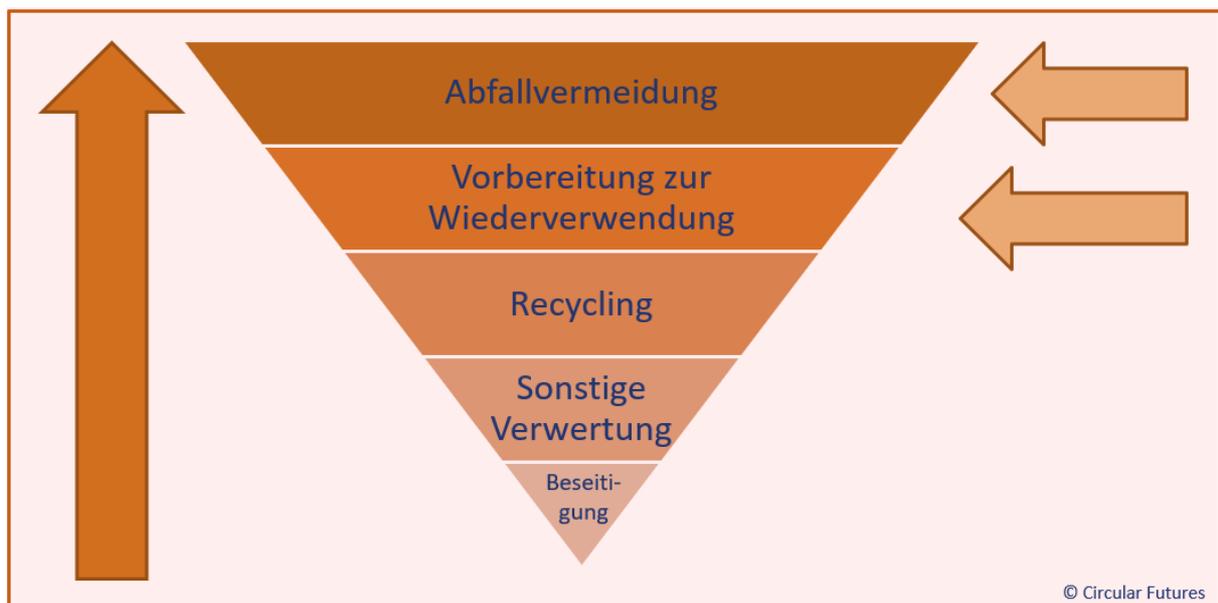


Abbildung 3: Die fünfstufige Abfallhierarchie gemäß Artikel 4 Abs. 1 ARRL

Nach der Abfallhierarchie der EU (Artikel 4 ARRL) haben Maßnahmen zur Abfallvermeidung und Wiederverwendung höchste Priorität in der Abfallbewirtschaftung und Abfallpolitik. Die Anwendung der Abfallhierarchie sollte dabei immer das beste Ergebnis unter dem Aspekt des Umweltschutzes erbringen. Das kann bedeuten, dass bestimmte Abfallströme von der Hierarchie abweichen, wenn dies durch

Lebenszyklusdenken hinsichtlich der gesamten Auswirkungen der Erzeugung und Bewirtschaftung dieser Abfälle gerechtfertigt ist.⁷⁶

Die der Abfallhierarchie zugrundeliegenden Begrifflichkeiten sind in Artikel 3 der ARRL genauer definiert. Die für den vorliegenden Stakeholder-Prozess relevanten Begriffe der „Vermeidung“, „Wiederverwendung“ und „Vorbereitung zur Wiederverwendung“ sind wie folgt definiert:

Definitionen Vermeidung, Wiederverwendung, Vorbereitung zur Wiederverwendung, Recycling	
Vermeidung Artikel 3 Nr. 12 ARRL	Maßnahmen , die ergriffen werden, bevor ein Stoff, ein Material oder ein Erzeugnis zu Abfall geworden ist und die Folgendes verringern: a) die Abfallmenge , auch durch die Wiederverwendung von Erzeugnissen oder die Verlängerung ihrer Lebensdauer; b) die schädlichen Auswirkungen des erzeugten Abfalls auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit oder c) den Gehalt an schädlichen Stoffen in Materialien und Erzeugnissen;
Wiederverwendung Artikel 3 Nr. 13 ARRL	Jedes Verfahren, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile, die keine Abfälle sind, wieder für denselben Zweck verwendet werden, für den sie ursprünglich bestimmt waren;
Vorbereitung zu Wiederverwendung Artikel 3 Nr. 16	Jedes Verwertungsverfahren der Prüfung, Reinigung oder Reparatur, bei dem Erzeugnisse oder Bestandteile von Erzeugnissen, die zu Abfällen geworden sind, so vorbereitet werden, dass sie ohne weitere Vorbehandlung wiederverwendet werden können;
Recycling Artikel 3 Z 17 RL 2008/98/EG	Jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfallmaterialien zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden. Es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, aber nicht die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.

Abbildung 4: Relevante Begriffe der Abfallhierarchie in den Definitionen der ARRL

Der neu hinzugefügte **Artikel 4 Absatz 3 der ÄARRL** sieht vor, dass die Mitgliedstaaten *wirtschaftliche Instrumente und andere Maßnahmen* einsetzen, um Anreize für die wirksame Anwendung der Abfallhierarchie zu schaffen. Beispiele für Wirtschaftsinstrumente sowie andere Maßnahmen, mit denen

⁷⁶ Siehe Artikel 4 Abs. 2 S.1 ARRL

die Abfallhierarchie weiter umgesetzt und die Wiederverwendung und das Recycling wirtschaftlich attraktiver gemacht werden können, enthält der ebenfalls neu eingefügte **Anhang IVa der ÄARRL**. Diese Instrumente sollen in erster Linie von den Mitgliedstaaten eingerichtet und genutzt werden und nicht auf EU-Ebene. Bisher setzen die Mitgliedstaaten wirtschaftliche Instrumente in unterschiedlichem Ausmaß für die Abfallbewirtschaftung ein. Sie werden nicht überall systematisch oder in vollem Umfang eingesetzt.⁷⁷

Die ÄARRL verpflichtet die Mitgliedstaaten explizit dazu, *Maßnahmen zur Abfallvermeidung* (Artikel 9 Abs. 1 ÄARRL) und *Maßnahmen zur Förderung der Vorbereitung zur Wiederverwendung zu ergreifen* (Artikel 11 Abs. 1 ÄARRL). Artikel 9 Abs. 1 ÄARRL verpflichtet die Mitgliedstaaten, Maßnahmen zu treffen, welche die Entstehung von Abfall vermeiden. Die zu treffenden Maßnahmen sollten unter anderem darauf abzielen

- *Nachhaltige Produktions- und Konsummodelle zu fördern (lit a)*
- *Das Design, die Herstellung und die Verwendung von Produkten zu fördern, die ressourceneffizient, langlebig (auch in Bezug auf ihre Lebensdauer, und auf den Ausschluss geplanter Obsoleszenz), reparierbar, wiederverwendbar oder aktualisierbar sind (lit b)*
- *Die Wiederverwendung von Produkten und die Schaffung von Systemen zur Förderung von Aktivitäten zur Reparatur und der Wiederverwendung zu unterstützen (lit d)*
- *Die Entstehung von Abfällen zu reduzieren, insbesondere von Abfällen, die sich nicht für die Vorbereitung zur Wiederverwendung oder das Recycling eignen (lit i)*
- *Die Produkte zu ermitteln, die Hauptquellen der Vermüllung insbesondere der Natur und der Meeresumwelt sind, und zur Vermeidung und Reduzierung des durch diese Produkte verursachten Müllaufkommens geeignete Maßnahmen zu treffen; [...]*
- *Informationskampagnen zu entwickeln und zu unterstützen, in deren Rahmen für Abfallvermeidung und Vermüllung sensibilisiert wird (lit m)*

Die **Verordnung (EG) Nr. 834/2007** des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen⁷⁸ (**kurz Bio-Verordnung**) beschränkt den Einsatz von im Landbau verwendeten Erzeugnissen und Stoffen (vgl. Art 16 leg cit). Eine Beschränkung hinsichtlich des Kunststoffeinsatzes, wie etwa durch Mulchfolien gebräuchlich, liegt jedoch nicht vor, da diese nicht dem Regelungsgegenstand der Bio-Vo unterliegen.

⁷⁷ Vgl. Bizjak, Darko/ Barczak, Piotr: Explained: Economic incentives to reduce waste. Brüssel, European Environmental Bureau EEB, 2020.

⁷⁸ Abl L 189/2007.

Die neue **Düngemittelverordnung**⁷⁹ enthält Grenzwerte für Kunststoffe in Kompost (CMC 3), anderen Gärrückständen als Gärrückstände von frischen Pflanzen (CMC 5) und sonstigen Polymeren mit Ausnahme von Nährstoff-Polymeren (CMC 9) wie etwa für CRFs⁸⁰. Demnach dürfen **Kompost und andere Gärrückstände** höchstens 3 g/kg Trockenmasse an makroskopischen Verunreinigungen über 2 mm in Form von Glas, Metall oder Kunststoff und insgesamt höchstens 5 g/kg Trockenmasse an makroskopischen Verunreinigungen aufweisen. Dieser Wert darf ab 16. Juli 2026 höchstens 2,5g/kg Trockenmasse an Kunststoff über 2mm enthalten. Für CMC 9 müssen Polymere ab 2026 den festgelegten Kriterien der biologischen Abbaubarkeit gem Art 42 Abs 6 entsprechen, weswegen lt Landwirtschaftskammer Österreich die Düngemittelproduzenten an entsprechenden Lösungen arbeiten. Anhang II ist eine abschließende Liste, die die Merkmale und qualitativen Anforderungen aller möglichen Einsatzmaterialien abdeckt. **Die Liste enthält keinen Klärschlamm.** Stattdessen sollten Phosphor-Rezyklate, wie z.B. Struvit, das aus Klärschlammaschen, Faulschlamm oder Zentrat (Zentrifugat) gewonnen wird, gefördert werden und von einem leichteren EU-weiten Marktzugang profitieren. Die Regelungen der **EU-Klärschlammrichtlinie**⁸¹, die nach wie vor die direkte Ausbringung von Klärschlamm auf landwirtschaftliche Böden erlaubt, bleiben in dieser Hinsicht jedoch unverändert.⁸² Die EU-Kommission hat die EU-Klärschlammrichtlinie überprüft und bei Feststellung eines Änderungsbedarfs eine Überarbeitung angekündigt.⁸³ Im Unionsrecht sind ansonsten keine Beschränkungen für die direkte Einbringung von Klärschlamm als Düngemittel etabliert.

Für den **Schutz des Bodens** gibt es in der Union kein umfassendes und kohärentes Regelwerk. Bestehende EU-Politiken in Bereichen wie Landwirtschaft, Wasser, Abfall, Chemikalien und Verhütung der industriellen Verschmutzung tragen indirekt zum Schutz der Böden bei. In der EU-Bodenstrategie für 2030 sieht nun einen Rahmen und konkrete Maßnahmen für Schutz, Wiederherstellung und nachhaltige Nutzung von Böden vor und kündigt ein „Bodengesundheitsgesetz“ bis 2023 an.⁸⁴ Das siebte Umweltaktionsprogramm⁸⁵ erkennt an, dass die Verschlechterung der Bodenqualität eine ernsthafte Herausforderung darstellt. Es sieht vor, dass bis 2020 der Boden in der Union nachhaltig bewirtschaftet, der Boden angemessen geschützt wird und die Sanierung verunreinigter Standorte weit fortgeschritten ist, und verpflichtet die EU und ihre Mitgliedstaaten zu verstärkten Anstrengungen zur Verringerung der Bodenerosion und zur Erhöhung der organischen Bodensubstanz sowie zur Sanierung verunreinigter Standorte. Die EU-Kommission adressiert

⁷⁹ Verordnung (EU) 2019/1009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngemittelprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003, Abl L 170/2019.

⁸⁰ Siehe Kapitel 5.3. Controlled-Release Fertilisers.

⁸¹ Richtlinie 86/278/EWG des Rates vom 12. Juni 1986 über den Schutz der Umwelt und insbesondere der Böden bei der Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft.

⁸² Stubenrauch, Jessica/ Ekardt, Felix: Plastic Pollution in Soils: Governance Approaches to Foster Soil Health and Closed Nutrient Cycles. In: *Environments*, 7, 38 (2020), S. 6.

⁸³ Vgl. Europäische Kommission: Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft – Bewertung. URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12328-Verwendung-von-Klaerschlamm-in-der-Landwirtschaft-Bewertung_de (abgerufen am: 03.02.2022).

⁸⁴ COM (2021): 699 final EU Soil Strategy for 2030. Brüssel, Europäische Kommission.

⁸⁵ BESCHLUSS Nr. 1386/2013/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTES UND DES RATES vom 20. November 2013 über ein allgemeines Umweltaktionsprogramm der Union für die Zeit bis 2020 „Gut leben innerhalb der Belastbarkeitsgrenzen unseres Planeten“

die Mikroplastik-Problematik in ihrer „European Mission: A Soil Deal for Europe“ und sieht entsprechende Reduktionsziele darin vor.⁸⁶

Die REACH-Verordnung⁸⁷ dient dazu, den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt vor den Risiken, die durch Chemikalien entstehen können, zu verbessern und zugleich die Wettbewerbsfähigkeit der chemischen Industrie der EU zu erhöhen. Aufgrund der Abstimmung auf die Gefahrstoffe gilt die REACH-VO nahezu für alle Produktgruppen, chemische Stoffe und Stoffgemische. Die Verordnung wirkt sich somit unmittelbar auf die Akteure der Kunststoffwertschöpfungskette wie etwa Hersteller von Zusatzstoffen, Kunststoffhersteller oder Kunststoffverarbeiter aus.

Die Richtlinie 2019/904⁸⁸ über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt legt Vorgaben für Kunststoff-Einwegprodukte fest. Die Mitgliedstaaten haben Maßnahmen zur Verringerung von Umweltauswirkungen ausgehend von Kunststoffprodukten zu setzen. Zudem wurde mit der Richtlinie die Verwendung/ Einführung von Einwegkunststoffen aus oxo-abbaubaren Kunststoffen verboten. Unter anderem belegt die Richtlinie Einwegprodukte wie etwa Strohhalme, Wattestäbchen, Teller und Besteck mit einem generellen Verbot und soll damit die Kunststoffeinträge in die Umwelt verringern. Ausdrücklich erwähnt wird in der Richtlinie die Meeresverschmutzung durch Plastik, jedoch hat ein Verbot von Kunststoffprodukten auch positive Auswirkung auf die Kontamination der Böden und somit auch auf landwirtschaftliche Flächen. In den Erwägungen wird auf die Notwendigkeit eines umfassenden Konzepts für dieses Problem hingewiesen.

7.2. Bundesgesetze

Auf Bundesebene findet sich der Begriff „Kreislaufwirtschaft“ im Abfallwirtschaftsgesetz 2002, welche Maßnahmen für die Abfallvermeidung und -verwertung vorsieht. In Art 14 Abs I ist eine Verordnungsermächtigung für den Bundesminister für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft⁸⁹ vorgesehen, entsprechende Maßnahmen zur Verringerung der Abfallmengen und Schadstoffgehalte sowie zur Förderung der Kreislaufwirtschaft festzulegen. Klar ersichtlich ist der verhältnismäßig spät eingreifende Ansatz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft unter Berücksichtigung der Wertschöpfungskette.

⁸⁶Vgl. Europäische Kommission: EU Mission: A Soil Deal for Europe. URL: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/soil-health-and-food_de#documents (abgerufen am: 03.02.2022).

⁸⁷ VERORDNUNG (EG) Nr. 1907/2006 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission.

⁸⁸ RICHTLINIE (EU) 2019/904 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 5. Juni 2019 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt, Abl. L 155/2019.

⁸⁹ Entsprechend der aktuellen Ressortverteilung liegt die Vollziehung dieses Bundesgesetzes in der Kompetenz von Bundesministerin für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).

Im **Bundesverfassungsgesetz Umweltschutz**⁹⁰ bekennt sich Österreich zur Reinhaltung des Bodens als Maßnahme des umfassenden Umweltschutzes. Aufgrund der kompetenzrechtlichen Aufgabenverteilung wurde dieses Bekenntnis u.a. durch einzelne Landesbodenschutzgesetze umgesetzt. Als Querschnittsmaterie gibt es aber keine Gesamtzuständigkeit, weswegen sich der Bodenschutz in verschiedensten Regelungen, wie etwa in Produktnormen, verhaltenssteuernden, anlagenbezogenen Normen oder auch Strafnormen, wiederfindet.

Düngemittelrecht

Das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Kultursubstraten, Bodenhilfsstoffen und Pflanzenhilfsmitteln wird durch das Düngemittelgesetz 2021⁹¹ und die Düngemittelverordnung 2004⁹² geregelt. Düngemittelprodukte dürfen nur in Verkehr gebracht werden, wenn diese einem Typen der Düngemittelverordnung entsprechen oder nach einer Zulassung gemäß Düngemittelgesetz 2021) durch das Bundesamt für Ernährungssicherheit. Kompetenzrechtlich ist der Bund nur für die Regelung des geschäftlichen Verkehrs zuständig. Hinsichtlich des Ausbringens von Düngemitteln sind die Bundesländer zuständig, die teils Regelungen in Bodenschutzgesetzen erlassen haben. Diese zielen darauf ab, die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit landwirtschaftlicher Böden zu erhalten und zu verbessern, insbesondere durch Schutz vor Schadstoffeinträgen sowie Verhinderung von Bodenerosion und Bodenverdichtung.

Das Düngemittelgesetz regelt die grundsätzlichen Anforderungen an das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln. In der Düngemittelverordnung werden folgende Grenzwerte festgelegt:

Grenzwerte: für kleines Mikroplastik (< 2mm) gibt es emissionsseitig österreichweit keine gesetzliche Regelung

In der Kompostverordnung⁹³ und der Düngemittelverordnung⁹⁴ gibt es festgelegte Grenzwerte. Sie gelten für sämtliche in Österreich in Verkehr gebrachte Komposte und Düngemittel.

Düngemittelverordnung Anlage 2

Glas, Metalle und Kunststoffe	> 2mm	0,4 Mass.-%
Kunststoffe	> 2mm	0,1 Mass.-%

⁹⁰ Bundesverfassungsgesetz über die Nachhaltigkeit, den Tierschutz, den umfassenden Umweltschutz, die Sicherstellung der Wasser- und Lebensmittelversorgung und die Forschung, BGBl I Nr 11/2013.

⁹¹ BGBl. Nr. 103/2021.

⁹² BGBl. II Nr. 100/2004.

⁹³ BGBl. II, Nr. 292/2001 idgF.

⁹⁴ BGBl. II Nr. 100/2004 idgF.

Abfallwirtschaftsgesetz 2002 (AWG)

Das Abfallwirtschaftsgesetz 2002 wurde im Rahmen der AWG-Rechtsbereinigungsnovelle 2019 geändert. Das Verbot von Einwegkunststofftragetaschen, das mit 1. Jänner 2020 in Kraft getreten ist, stellt dabei einen wesentlichen Bestandteil dar. Ein Verbot von Einwegprodukten aus Kunststoffen sieht auch die Richtlinie 2019/904 der EU-Kunststoffstrategie (Single Use Plastics Directive) vor und wurde vor Ende der Umsetzungsfrist in Österreich in Bezug auf Einwegkunststofftragetaschen umgesetzt. Eine wesentliche Ausnahme besteht für sehr leichte Tragetaschen, die entsprechend dem Stand der Technik eigenkompostierbar sind und aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt werden.

In den Zielen⁹⁵ des AWG ist auch die im Unionsrecht festgelegte **Abfall-Hierarchie** aufgeführt:

1. Abfallvermeidung
2. Vorbereitung zur Wiederverwendung
3. Recycling
4. Sonstige Verwertung, z.B. energetische Verwertung
5. Beseitigung

Unter Berücksichtigung des Wertschöpfungskreislaufes gilt es entsprechend der Abfall-Hierarchie auch § 9 AWG 2020 zu berücksichtigen, indem die **Ziele einer nachhaltigen Abfallvermeidung** erläutert werden. Entsprechend der technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten sind Produkte so herzustellen, zu be- oder verarbeiten oder sonst zu gestalten, dass die Produkte langlebig und reparaturfähig sind und die nach ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung verbleibenden Abfälle erforderlichenfalls zerlegt oder bestimmte Bestandteile getrennt werden können und dass die Abfälle, die Bestandteile oder die aus den Abfällen gewonnenen Stoffe weitgehend verwertet (einschließlich wiederverwendet) werden können.

Aus diesen Vorgaben lassen sich klare Anforderungen für das Produktdesign ableiten, womit ersichtlich wird, dass der Vermeidungsprozess bereits vor der Herstellung eines (Kunststoff-)Produkts beginnt. Auch enthält diese Bestimmung das Ziel Vertriebsformen durch Rücknahme- oder Sammel- und Verwertungssysteme so zu gestalten, dass beim Letztverbraucher möglichst geringe Abfallmengen anfallen.

Kompostverordnung⁹⁶

Die Kompostverordnung des Bundes legt den Anwendungsbereich von Kompost fest. Zu diesen zählen die Landwirtschaft, der Landschaftsbau, die Landschaftspflege sowie Rekultivierungsschichten, Erdenherstellung und Biofilterbau.⁹⁷ Die bundesweit einheitlich verbindlichen Regelungen der Kompostverordnung für die Herstellung, das In-Verkehr-Bringen und die Kennzeichnung von Kompost als Produkt stellen Qualitätsanforderungen an die Endprodukte und an das Ausgangsmaterial. In der Kompostverordnung werden, wie

⁹⁵ § 1 Abs 2 AWG 2002, BGBl I Nr. 102/2002 idgF.

⁹⁶ BGBl. II, Nr. 292/2001 idgF.

⁹⁷ Vgl. §§ 5 ff Kompostverordnung, BGBl II Nr 292/2001.

auch in der Düngemittelverordnung, Grenzwerte für Fremdstoffe in der Landwirtschaft und Landschaftsbau festgelegt.

Kompostverordnung:

Kompost Landwirtschaft	(> 2mm bzw. >20 mm)	0,2 bzw. 0,02 Gew.-%
Kompost Landschaftsbau	(> 2mm bzw. > 20mm)	0,4 bzw. 0,04 Gew.-%

7.3. Landesgesetze

Auf Landesebene sucht man vergeblich einen Bezug zur Kreislaufwirtschaft in den Materiengesetzen. Einzig in Vorarlberg findet sich Hinweis zur Kreislaufwirtschaft: In § 12 Abs 2 Bodenqualitätsverordnung von Vorarlberg ist eine Ausnahme von den Aufzeichnungspflichten beim Einsatz von hofeigenen Düngern vorgesehen, die im Rahmen der innerbetrieblichen Kreislaufwirtschaft auf den Boden zurückgeführt werden.

Den Ländern kommen gemäß der verfassungsrechtlichen Kompetenzverteilung unterschiedliche Regelungsbereiche zu, wie etwa der Bodenschutz oder Naturschutz. Als Teilbereich des Umweltschutzes ist Bodenschutz im Bundesverfassungsgesetz über den umfassenden Umweltschutz⁹⁸ verankert. Der Boden stellt verfassungsrechtlich nach § 3 Abs 2 leg cit ein Umweltschutzgut dar. Gemäß der Kompetenzverteilung des B-VG⁹⁹ zählt der Bodenschutz zur Landeskompetenz in Gesetzgebung und Verwaltung.

In sechs Bundesländern liegen Bodenschutzgesetze¹⁰⁰ vor. Neben den Bodenschutzgesetzen gibt es noch auf Grundlage der jeweiligen Bodenschutzgesetze erlassene Kompost- und Klärschlammverordnungen in den Bundesländern.

Bodenschutz

Das **Vorarlberger Bodenschutzgesetz**¹⁰¹ und die **Bodenqualitätsverordnung**¹⁰² enthalten Begrenzungen von Kunststoffeinträgen durch emissionsseitige und immissionsseitige Grenz- und Vorsorgewerte im Boden. Ziel ist die Sicherung der Bodengesundheit, insbesondere unter Bedachtnahme auf die Qualität von Lebens- und Futtermitteln und von Wasser. Die Bodenfruchtbarkeit ist zu erhalten und beeinträchtigte Böden im Hinblick auf Bodengesundheit und Bodenfruchtbarkeit wiederherzustellen. Die Bodenqualitätsverordnung sieht dazu folgende Grenz- und Vorsorgewerte vor:

98 Bundesverfassungsgesetz über die Nachhaltigkeit, den Tierschutz, den umfassenden Umweltschutz, die Sicherstellung der Wasser- und Lebensmittelversorgung und die Forschung, BGBl. I Nr. 111/2013 idF BGBl. I Nr. 82/2019.

99 Art 10 bsi Art 15 B-VG.

100 Bgld. Bodenschutzgesetz, LGBl. Nr. 87/1990; NÖ Bodenschutzgesetz, LGBL. 6160-5; Oö. Bodenschutzgesetz 1991, LGBl. Nr. 63/1997; Oö. Bodengrenzwerte-Verordnung 2006; Sbg. Bodenschutzgesetz, LGBL. Nr. 80/2001; Steiermärkisches landwirtschaftliches Bodenschutzgesetz, LGBl. Nr. 66/1987; VlbG. Gesetz zum Schutz der Bodenqualität (BSchG), LGBL. Nr. 26/2018.

101 Gesetz zum Schutz der Bodenqualität (BSchG), LGBl. Nr. 26/2018.

102 Verordnung der Landesregierung zur Durchführung des Gesetzes zum Schutz der Bodenqualität, LGBl. Nr. 77/2018.

§ 5 Abs 1	Bodengrenzwerte	Summe der Fremdstoffe aus Kunststoff und Gummi, sowie Verbundstoffen mit Anteilen davon (Kunststoffgehalt)	200 mg/kg TM
		Flächensumme der Fremdstoffe aus Kunststoff und Gummi, sowie Verbundstoffen mit Anteilen (optischer Verunreinigungsgrad	10 cm ² /m ²
§ 5 Abs 2	Vorsorgewerte	Summe der Fremdstoffe aus Kunststoff und Gummi, sowie Verbundstoffen mit Anteilen davon (Kunststoffgehalt)	100 mg/kg TM
		Flächensumme der Fremdstoffe aus Kunststoff und Gummi, sowie Verbundstoffen mit Anteilen (optischer Verunreinigungsgrad	5 cm ² /m ²

In § 13 Abs 1 Bodenqualitätsverordnung werden für Fremdstoffe und organische Schadstoffe Stoffgrenzwerte für alle zur Ausbringung auf den Boden bestimmten Materialien festgelegt, die überprüft und nicht überschritten werden dürfen. Für absichtlich beigegebene Kunststoffe, insbesondere fragmentierbare Kunststoffe, gilt ein Verbot gemäß Abs 3 leg cit. Zu erwähnen ist an dieser Stelle noch § 16 Abs 2 VlbG Bodenqualitätsverordnung, in dem eine Ausnahme von der Untersuchung von Materialien vor Ausbringung vorgesehen ist, sofern es sich dabei um hofeigene Dünger handelt.

Klärschlamm- und Kompostverordnungen der Länder¹⁰³

Jedes Bundesland, mit Ausnahme von Tirol, hat eigene Klärschlamm- und Kompostverordnungen. Darin wird die Verwendung von Klärschlamm und Kompost geregelt, deren primäres Ziel die Vermeidung schädlicher Schadstoffanreicherungen im Boden ist. Von besonderem Interesse sind beim Thema Kunststoffe und Landwirtschaft jene Bestimmungen, die auf eine landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm abzielen. Denn mit Ausnahme der Bundesländer Salzburg¹⁰⁴, Tirol und Wien ist die landwirtschaftliche Verwertung in Österreich erlaubt.

¹⁰³ Bgld. Klärschlamm- und Müllkompostverordnung, LGBl. Nr 82/1991; NÖ Klärschlammverordnung, LGBl. 6160/2-0; Oö. Klärschlammverordnung 2006; Klärschlamm-Bodenschutzverordnung, LGBl Nr 85/2002; Bodenschutzprogrammverordnung, LGBl. Nr. 87/1987; Steiermärkisches Klärschlammverordnung 2007, LGBl. Nr. 89/2007; VlbG. Bodenqualitätsverordnung, LGBl. Nr. 77/2018.

¹⁰⁴ Vgl. § 4 Z 2 Klärschlamm-Bodenschutzverordnung, LGBl Nr 85/2002.

Die landesgesetzlichen Bestimmungen, mit Ausnahme von Vorarlberg, sehen Grenzwerte für Schadstoffe, maximale Ausbringungsmengen für Klärschlamm und Nährstoffe vor, beinhalten aber keine entsprechenden Grenzwerte für Kunststoffe bzw. Mikroplastik.¹⁰⁵

8 Lösungsansätze

Das Problemfeld Kunststoffe und Landwirtschaft kann nicht mit „*End-of-Pipe*“ Maßnahmen gelöst werden. Vielmehr bedarf es Regelungen auf mehreren Ebenen. Der **Vermeidung von Kunststoffeinträgen** in landwirtschaftliche Böden kommt prioritäre Bedeutung zu. Einmal eingetragen kommt es zu einer Vermengung mit dem Ausgangsmaterial (Erde, Kompost, Klärschlamm). Eine vollständige Abtrennung kann danach kaum oder nicht mehr erfolgen. Werden Kunststoffe im Laufe von Prozessen zerkleinert, erschwert oder verhindert es eine effiziente Abtrennung. Angesichts des Zeitraumes, in dem absichtlich oder unabsichtlich Kunststoffe in Böden eingetragen wurden, ohne die damit verbundenen Auswirkungen zu bedenken, bedarf es dringend Lösungen. Diese müssen in erster Linie darauf ausgerichtet sein, Kunststoffeinträge zu verhindern und somit weitreichende Folgen für die Landwirtschaft, für die Umwelt, den Boden und das Wasser zu vermeiden.

In anderen Fällen, wie zum Beispiel beim Gebrauch von Mulchfolien, kann der **Einsatz von Kunststoffen** erfolgen. Allerdings muss das unter der Prämisse geschehen, die eingesetzten Kunststoffe für die **Umwelt schonend einzusetzen und im Sinne der Kreislaufwirtschaft** eine Wiederverwendung oder Rückführung als Sekundärrohstoff für die Herstellung eines neuen Produktes zu gewährleisten. Dem **Produktdesign** kommt daher **besondere Bedeutung** zu, um Kunststoffeinträge in der Natur zu vermeiden.

Was sind nun geeignete Maßnahmen, um den Eintrag von Kunststoffen in den Boden zu verringern und die Kreislaufwirtschaft zu stärken? Kann eine Änderung landwirtschaftlicher Praktiken dazu beitragen die Einträge zu reduzieren, gibt es geeignete Substitute, wie etwa Biokunststoffe, und spielt Recycling fossiler Kunststoffe dabei eine Rolle?

Maßnahmen zur Verringerung von Kunststoffeinträgen und der möglichst effizienten Rückführung in den Kreislauf bedarf der Mitwirkung verschiedener Akteure, abhängig von der jeweils getroffenen Maßnahme. Beim Runden Tisch wurde auch deutlich, dass sich diese besser abstimmen müssten und die Maßnahmen nicht zu Lasten der Konsument:innen sein dürften.

¹⁰⁵ Vgl. §§ 1 ff Oö. Klärschlammverordnung, LGBl Nr 62/2006; § 3 Stmk Klärschlammverordnung 2007, LGBl Nr 89/2007.

Tabelle 3: Bertling, Zimmermann, Rödiger, in Kunststoffe in der Umwelt S. 52.

Maßnahmenart	Akteure
Alternativen/Substitute (Werkstoffe, Technologien)	Forschung und Entwicklung
Anwendung	Landwirtschaft
Regulatorik/Systeme	Politik, Gesetzgebung
Bildung	Verbände, Behörden

Das Fraunhofer UMSICHT Institut hat in der neuesten Studie „Kunststoffe in der Umwelt“ folgende Maßnahmen in Bezug auf Kunststoffanwendungen in der Landwirtschaft als besonders vielversprechend aufgezählt¹⁰⁶:

- *Auswahl und Entwicklung von Kunststoffen, die eine an die anwendungsseitigen Erfordernisse und die spezifischen Umweltbedingungen angepasste Abbaubarkeit besitzen (möglichst lange Nutzungsdauer (Latenzphase), anschließend schneller Abbau)*
- *Dort wo möglich sollte allerdings die Rezyklierbarkeit Vorrang besitzen. Dennoch sollte bei allen umweltoffen eingesetzten Polymeren eine – wenn auch langsame – Abbaubarkeit als Notfallkriterium vorhanden sein, um einen dauerhaften Anstieg der Gehalte in der Umwelt zu vermeiden.*
- *Entwicklung einer geeigneten, schnellen und günstigen Messtechnik für Kunststoffgehalte in Böden*
- *Prüfung des Einsatzes von Biomasse oder dickeren Folien zur Abdeckung als Alternative zu dünnen Folien*
- *Herabsetzung der Grenz- und Schwellenwerte für Kunststoff-Fremdstoffbestandteile auf technisch mögliche sinnvolle Werte bei gleichzeitiger Heraufsetzung der Anforderungen für die Probenahme*
- *Regulierung, Standardisierung und Zertifizierung von anwendungsspezifischen Abbauzeiten unter Berücksichtigung eingesetzter Mengen, Nutzungsdauer sowie von Bodentyp und Mikroklima*
- *Informationsoffensive zu den Rechtspflichten sowie zu technischen und anwendungsseitigen Möglichkeiten der Emissionsminderung, der Verringerung des Verbrauchs und der Kreislaufführung der Kunststoffe*

Der Vermeidung kommt abseits von den technisch orientierten Maßnahmen oberste Priorität zu. Auch der Substitution von konventionellen Kunststoffen durch Naturstoffe sind bei der Maßnahmenfindung zu berücksichtigen. Die im Rahmen der Expert:innen-Interviews und dem Runden Tisch diskutierten Lösungsansätze und Anregungen wurden in das Kapitel eingearbeitet und an geeigneten Stellen hervorgehoben.

¹⁰⁶ Vgl. Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 54.

8.1. Folienprodukte (Mulch-, Silo-, Gewächshausfolien)

Beim Einsatz von Kunststoffprodukten in der Landwirtschaft gilt es die Freisetzung von Kunststoffen in die Umwelt auf ein möglichst geringes Ausmaß zu reduzieren und zu optimieren. Dies kann durch alternative Werkstoffe oder neue Technologien erfolgen. Mit einer hohen Recyclingquote können Kunststoffe möglichst lang im Kreislauf gehalten werden. Eine „Notfallabbaubarkeit“ für recyclingfähige Kunststoffe könnte zusätzlich dazu beitragen eine Kunststoffanreicherung zu vermeiden.

Die Diskussionsrunde beim Runden Tisch hat gezeigt, dass grundsätzlich der Einsatz von biologisch abbaubaren Folien begrüßt wird. Herausforderungen bei deren Einsatz ergäben sich aber dahingehend, dass abbaubare Folienprodukte derzeit kein wirtschaftlich vergleichbares Produkt darstellten, da die Substitute im Vergleich zu Plastikfolien deutlich teurer wären. Daher müssten Anreizsysteme bzw. ermöglichende Bedingungen bspw. in Form von Förderungen geschaffen werden. Die Rolle politischer Akteur:innen wurde diskutiert und erklärt, dass dieser Einfluss auf den Handel nehmen müssten, um günstigere Preise zu erzielen.

8.1.1. Alternativen/Substitute

Biobasierte und biologisch abbaubare Kunststoffe können dem Ersatz von traditionellen, aus fossilen Rohstoffen hergestellte Kunststoffe dienen. Im Fall von biologisch abbaubaren Kunststoffen ist eine Substituierung nur dort sinnvoll, wo die Kunststoffe auch wirklich ihren Zweck erfüllen können und einen ökologischen Vorteil erzielen. Bei einigen Anwendungsfällen weisen diese nämlich **mechanische Schwächen** auf, die bei konventionellen und biobasierten Kunststoffen nicht auftreten. Ein gänzlicher Ersatz könnte auch unter dem Aspekt der Lebensmittelknappheit kontraproduktiv sein, da die landwirtschaftlichen Kapazitäten nicht ausreichen und den Flächenverbrauch steigern könnten. Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen stellen somit potenzielle Konkurrenten zur Nahrungs- und Futtermittelproduktion dar.¹⁰⁷ Aus Sicht der Landwirtschaftskammer kann die Nutzung regional nachwachsender Rohstoffe ein Lösungsansatz sein, ohne dabei die Konkurrenz für Lebensmittel- und Futterproduktion zu steigern.

Die **Anwendung von Biomasse** zur Abdeckung der landwirtschaftlichen Böden stellt eine gänzlich kunststofflose Lösung dar. Sudangras, Ölrettich, Raps oder Ackerbohnen stellen hier Alternativen dar. Bei Bahnware (Mulchfolien) werden statt herkömmlichen Kunststoffen Baumwolle, Flachsmatten oder Mulchpapiere verwendet.¹⁰⁸

Von besonderer Bedeutung bei der Substituierung bzw. dem Einsatz alternativer Kunststoffe ist eine genaue Unterscheidung der verschiedenen Arten und deren Eigenschaften:

¹⁰⁷ Frischenschlager, Helmut/ Reinberg, Veronika/ Kisser, Johannes: Roadmap 2050 Biobasierter Kunststoff - Kunststoff aus nachwachsenden Rohstoffen. Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2018, S. 23.

¹⁰⁸ Vgl. Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021, S. 76.

Biobasierte Kunststoffe – Eine genaue Unterscheidung und entsprechende Information zur Bewusstseinsbildung ist notwendig. Sog. BioPET oder BioPE Produkte werden aus biologischen Rohstoffen hergestellt, wobei sich dessen chemisches Grundgerüst nicht von konventionellen Kunststoffen unterscheidet. Ihr Einsatz führt genauso zur Anreicherung von Kunststoffen im Boden. Biobasierte Kunststoffe können zum Teil ebenso wie traditionelle Kunststoffe einem Recycling zugeführt werden. In der Praxis erscheint es aufgrund fehlender sortenreiner Trennung der Kunststoffarten organisatorisch und wirtschaftlich nicht umsetzbar.¹⁰⁹ Bereits vorhandene Prozesse und Kapazitäten können etwa für BioPET im Rahmen des mechanischen Recyclings genutzt werden. Auch für das chemische Recycling gibt es bereits Verfahren, die sich aber noch in der Pilotphase befinden.¹¹⁰

Biologisch abbaubare Kunststoffe – Im Gegensatz zu den oxo-abbaubaren Kunststoffen¹¹¹ können biologisch abbaubare Kunststoffe mit Hilfe von Mikroorganismen biologisch in natürliche Elemente zersetzt werden. Eine Aussage über welchen Zeitraum diese Kunststoffe abgebaut werden, kann aber nicht getroffen werden. Abhängig von den Umweltbedingungen, wie etwa Abbau im Kompost, Boden, Wasser oder in Deponien, kann die Dauer des Abbauprozesses stark variieren. Bei der Frage der Vermeidung von Stoffeinträgen kommt es primär auf die Frage der Abbaubarkeit des Kunststoffs an und nicht darauf, ob das Ausgangsmaterial fossiler oder biologischer Herkunft ist. Eine klare und einheitliche Zertifizierung (z.B. EN 13432¹¹²) und eine Kennzeichnung sollen verhindern, dass nicht abbaubare Kunststoffe irrtümlich im Bioabfall und in der Kompostierung landen.

Für abbaubare Mulchfolien definiert die EN 17033 die Anforderungen und Prüfverfahren für biologisch abbaubare Mulchfolien für den Einsatz der Landwirtschaft und den Gartenbau. Die Abbaubarkeit wird nach dieser Norm in einem Standardboden unter Standardtemperaturen anhand der entstandenen Menge an Kohlendioxid gemessen. **Bei Erfüllung der Anforderungen nach EN 13432 bzw. 17033 kann eine Belastung des Bodens nahezu ausgeschlossen werden. Im Sinne des Umweltschutzes sind daher biologisch abbaubare Folien bevorzugt zu verwenden.** Um einen weiteren Ersatz herkömmlicher Kunststoffe durch biologisch abbaubare Kunststoffe zu erreichen, bedarf es weiterer Verbesserungen bei der Qualität und den Anforderungen. Bio-Mulchfolien etwa erfüllen noch nicht die Anforderungen aller Anwendungsbereiche. Insbesondere hinsichtlich Frostschutzes, Festigkeit und Haltbarkeit, Wasser, Licht- und Luftdurchlässigkeit besteht noch Verbesserungspotenzial.

¹⁰⁹ ÖWAV-Arbeitsausschuss „Biogene Abfälle“ der Fachgruppe „Abfallwirtschaft und Altlastensanierung: „Bio-Kunststoffe“ und die biologische Abfallverwertung. Wien, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, 2021, S. 12.

¹¹⁰ Frischenschlager, Helmut/ Reinberg, Veronika/ Kisser, Johannes: Roadmap 2050 Biobasierter Kunststoff - Kunststoff aus nachwachsenden Rohstoffen. Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2018, S. 33 f.

¹¹¹ Kunststoffe, die Zusatzstoffe enthalten, die durch Oxidation einen Zerfall des Kunststoffs in Mikropartikel oder einen chemischen Abbau herbeiführen; Vgl. Richtlinie (EU) 2019/904 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt.

¹¹² Die EN 13432 definiert Anforderungen an die Verwertung von Verpackungen durch Kompostierung und biologischen Abbau. Die biologische Abbaubarkeit der Verpackungsmaterialien nach dieser Norm wird in wässrigen Medien anhand der entstandenen Menge an Kohlendioxid gemessen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es **dringenden Informations- und Handlungsbedarf** hinsichtlich einer klaren Deklaration und der Unterscheidung biobasierter und biologisch abbaubarer Materialien gibt. Insbesondere der Kompost & Biogas Verband machte beim Runden Tisch deutlich, dass auch bei abbaubaren Folienprodukten das oberste Ziel die Wiederverwendung bzw. das Recycling wäre, da auch bei abbaubaren Produkten die Gefahr zu groß wäre, dass Mikroplastik zurückbleibe. In Bezug auf die Zertifizierung abbaubarer Folienprodukte wurde kontrovers diskutiert: Einerseits wurde vertreten, dass aus dem Zertifikat hervorgehen müsse, unter welchen Bedingungen biologisch abbaubare Folien abbaubar sind, andererseits wurde dafür plädiert, die Definition „biologisch abbaubar“ gar nicht erst in die Kennzeichnung aufzunehmen, um Wiederverwendung und Recycling zu stärken. Es wurde betont, dass zertifizierte Produkte suggerierten, dass es bei ihrer Verwendung zu keinem Mikroplastik-Eintrag kommen könnte. Bestehende Wissenslücken über das genaue Abbauverhalten unter realen Bedingungen müssen geschlossen und die notwendige Forschung vorangetrieben werden. Das Ziel kann auch nicht sein, gänzlich herkömmliche Kunststoffe durch biobasierte oder biologisch abbaubare Kunststoffe zu ersetzen. Es gilt auch hier, dass die Vermeidung von Kunststoffabfall oberste Priorität hat und auf einen ökologischen Vorteil bei der Substitution abzustellen ist. Um einen entsprechenden Anreiz für die Verpackungsindustrie und für die landwirtschaftliche Lebensmittelproduktion zu geben, müssen die Substitute auch wirtschaftlich vergleichbar mit den derzeitigen Verpackungen sein.

Weiters kam beim Runden Tisch zur Sprache, an die Quellen von Mikroplastik zu gehen und zu analysieren, wo Mikroplastik ins System eintritt. Einerseits wurde diskutiert, in Bezug auf verunreinigten Abfall die Verpackungen im Lebensmittelbereich zu verbessern und zu vermeiden, andererseits das Thema Reifenabrieb zu bedenken und bei Materialumstellungen bei Asphalt und Reifen anzusetzen.

8.1.2. erweiterte Herstellerverantwortung

Erweiterte Systeme der Herstellerverantwortung sind ein Mittel, um sicherzustellen, dass das "Verursacherprinzip" bei der Abfallbewirtschaftung angewendet wird. Unter dem „Regime der erweiterten Herstellerverantwortung“ iSd EU-Abfallrahmenrichtlinie 2018¹¹³ wird ein Bündel von Maßnahmen verstanden, die von Mitgliedstaaten getroffen werden, um sicherzustellen, dass die Hersteller der Erzeugnisse die finanzielle Verantwortung oder die finanzielle und organisatorische Verantwortung für die Bewirtschaftung in der Abfallphase des Produktlebenszyklus übernehmen.¹¹⁴ In Art 8a der Richtlinie werden Mindestanforderungen für Systeme der erweiterten Herstellerverantwortung festgelegt.

¹¹³ RICHTLINIE (EU) 2018/851 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 30. Mai 2018 zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle, ABI L 150/2018 150 ff.

¹¹⁴ Art 3 Z 21 EU-Abfallrahmen-RL 2018.

In der EUNOMIA-Studie „Study to Support the Preparation of the Commission's Guidance for Extended Producer Responsibility Schemes“¹¹⁵ wurden vier EPR Schemes untersucht. Diese unterscheiden sich etwa in den Punkten, wem Gebühren in Rechnung gestellt werden und zu welchem Zeitpunkt sie erhoben werden. Die Art und Weise der Gebührenfestlegung ist jedoch relativ konsistent. Die Mehrheit der Systeme legt die Gebühren nach den Kosten am Ende der Lebensdauer fest. Damit wird anerkannt, dass verschiedene landwirtschaftliche Kunststoffe und Anwendungen aufgrund der Nachfrage nach Sekundärmaterial, des Umfangs und der Wahrscheinlichkeit einer Verunreinigung sowie ihrer Recyclingfähigkeit unterschiedliche Kosten am Ende ihrer Lebensdauer verursachen. In einigen Systemen erfolgt dies über eine einfache Einteilung in Gruppen.

Die untersuchten EPR-Programme für landwirtschaftliche Kunststoffe verwenden die Gebühren nicht, um gezielt Anreize für die Verwendung bestimmter Materialien zu schaffen oder von der Verwendung anderer Materialien abzuschrecken. Vielmehr wurde der Schwerpunkt daraufgelegt, sicherzustellen, dass die unterschiedlichen End-of-Life-Kosten gedeckt werden. Laut der Studie besteht aber die Möglichkeit, die Gebühren in Zukunft zu modulieren. Die Modulation der Gebühren über die Einbeziehung und Berücksichtigung von Rezyklatanteilen (Sekundärrohstoffen) wurde mit einigem Interesse von Seiten der Systemanbieter diskutiert. Eine solche Maßnahme könnte dazu beitragen, die Nachfrage nach Sekundärrohstoffen in landwirtschaftlichen Kunststoffen zu erhöhen und die Wirtschaftlichkeit des Recyclings für diese Materialien insgesamt zu verbessern. Dies könnte für den Sektor von besonderem Nutzen sein, da viele der Systemanbieter von Schwierigkeiten berichten, nach den chinesischen Importbeschränkungen Wiederaufbereitungskapazitäten für ihre Folien zu finden. Zu berücksichtigen sind auch andere politische Maßnahmen, die möglicherweise größere Veränderungen auf effizientere Weise bewirken könnten. Ein verbrauchsorientierter Anreiz am Verkaufsort (z.B. Steuer, Abgabe, Entgelt) könnte gegebenenfalls besser geeignet sein, vor Einweganwendungen abzuschrecken und eine Akzeptanz für wiederverwendbare Alternativen zu fördern, als ein herstellungsorientierter Anreiz über die Gebührenmodulation.

In Bezug auf EPR-Systeme wurde beim Runden Tisch diskutiert, dass eine Umsetzung dieser vor allem eine Frage der Kosten wäre. Des Weiteren müssten die rechtlichen Rahmenbedingungen von politischer Seite vorgegeben werden und der Wille aus der Wirtschaft kommen. Anreizsysteme wären denkbar. Allgemein müsste sich der Status quo bewegen und Fragen von Recycling und Re-Use diskutiert werden.

Beispiel: EPR Deutschland

In Deutschland gibt es seit 2015 ein freiwilliges System für die Sammlung und Verwertung (Erntekunststoffe Recycling Deutschland, ERDE)¹¹⁶ von landwirtschaftlichen Kunststofffolien. Die Aktivitäten werden von

¹¹⁵ Hogg, Dominic/ Sherrington, Chris/ Papineschi, Joe/ Hilton, Mark/ Massie, Alex/ Jones, Peter: Study to Support Preparation of the Commission's Guidance for Extended Producer Responsibility Schemes, Report for DG Environment of the European Commission. Bristol, Eunomia Research & Consulting Ltd, 2020.

¹¹⁶ Erntekunststoffe Recycling Deutschland – ERDE. URL: <https://www.erde-recycling.de/ueber-erde/was-ist-erde.html> (abgerufen am: 18.06.2020).

Mitgliedsunternehmen finanziert, den Hersteller:innen und Importeur:innen dieser Produkte. Der Erfolg von ERDE hängt von der freiwilligen Teilnahme ab. Derzeit sind elf Hersteller:innen am Programm beteiligt und mehr als 20 Sammelpartner:innen auf der Website gelistet. Das System umfasst Silofolien, Unterschichtfolien, Siloschläuche, Silo-Stretchfolien und Netzersatzfolien. Es gibt Pläne, das System um weitere Produkte zu erweitern, wie etwa Plastik im Spargelanbau, Gewächshaus- und Tunnelfolien und Mulchfolien.

Das System wird durch Gebühren an die Landwirtinnen und an die Hersteller:innen für am Markt platziertes Material finanziert. Landwirt:innen zahlen pro Kilogramm, wobei die Gebühren variieren können, abhängig von den Sammelstellen. Hersteller:innen zahlen Gebühren je Tonne, die am Markt platziert werden. Der Anreiz für Landwirtinnen besteht unter anderem darin, dass die Kosten über das Sammelsystem niedriger sind als jene bei der selbständigen Entsorgung. Die Vermeidung verschmutzter Folien wird ebenfalls unterstützt, da die Gebührenstruktur nach Gewicht bemisst und so Landwirt:innen dazu anhält die Kontamination möglichst gering zu halten. Die Kalkulation der Gebühren für die Hersteller:innen basiert auf der umgekehrten Wertschöpfungskette für das gesammelte Material. Inkludiert sind mit der Sammlung verbundene Kosten und etwaige Einnahmen aus dem Recycling oder mögliche Kosten für die Verbrennung. Dies ist bedeutend für eine zukünftige Ausweitung des Systems auf nicht recycelbare Materialien, bei denen jene zusätzlichen Kosten am Ende der Lebensdauer berücksichtigt werden würden.

2018 sammelte ERDE 13.000 t Agrarfolien ein, was einer Sammelquote von etwa 25 % entspricht.

8.1.3. Gesetzliche Maßnahmen

Der Einsatz von biologisch abbaubaren Mulchfolien wird nicht in der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates vom 28. Juni 2007 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen (kurz Bio-Verordnung) als erlaubtes Betriebsmittel aufgelistet, wird aber in der Praxis verwendet. Für die biologische Landwirtschaft ist der Einsatz von biologisch abbaubaren Mulchfolien aus oben genannten Gründen von besonderem Interesse. Diese werden aber weder als Düngemittel noch als Bodenverbesserer für die biologische Landwirtschaft genannt. Die Verwendung und die Einarbeitung von abbaubaren Mulchfolien erfolgen somit in einem rechtlichen Graubereich und bedürfen einer Regelung. **An dieser Stelle soll nochmals hervorgehoben werden, dass das Verbot von Einwegkunststoffen aus oxo-abbaubaren Kunststoffen auf oxo-abbaubare Mulchfolien ausgeweitet werden sollte.**¹¹⁷

Nach der Kompetenzverteilung des B-VG kommt den Bundesländern der Bodenschutz zu. Somit ist der Einsatz in den Bodenschutzgesetzen der Länder geregelt. Da bisher der Einsatz nicht als Gefahr für den Boden eingestuft wird, wurden keine Maßnahme bezüglich der Anwendung von Mulchfolien bzw. anderen Folienprodukten getroffen.

¹¹⁷ Vgl. Seite 26; Richtlinie (EU) 2019/904 über die Verringerung der Auswirkungen bestimmter Kunststoffprodukte auf die Umwelt.

Verbot von intendiertem Mikroplastik – Die Verwendung absichtlich zugefügter Mikroplastik-Teilchen in Produkten, die unmittelbar Luft, Wasser oder Boden belasten (z.B. verkapselte Düngemittel, Pflanzenschutzmittel und Saatgut, Kosmetik, Wasch- und Reinigungsmittel, Wachse und Polituren) soll, wo es möglich ist, verboten werden. Ein erster Schritt erfolgte auf EU-Ebene mit der Europäischen Chemikalienverordnung (Verordnung (EG) 1907/2006) sowie der Richtlinie 2019/904 und dem Verbot von bestimmten Einwegplastikprodukten.

Im Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft vom März 2020 verpflichtet sich die Europäische Kommission, absichtlich hinzugefügtes Mikroplastik einzuschränken und Methoden zu entwickeln, um die unbeabsichtigte Freisetzung von Mikroplastik zu messen und zu harmonisieren. Geplant ist auch die Entwicklung von Kennzeichnungs-, Standardisierungs-, Zertifizierungs- und Regulierungsmaßnahmen in Bezug auf unbeabsichtigte Freisetzung von Mikroplastik.

Abfallberatungspflicht: Eine Möglichkeit zur Vermeidung einer unsachgemäßen Entsorgung, Verwitterung oder Verwehung wäre eine Informationspflicht zur Aufklärung von Landwirt:innen und Landwirtschaftsbetrieben zu vorhandenen Rechtspflichten.

Aus Sicht der Teilnehmenden wäre es wünschenswert, Alternativen zu Plastikfolien zu suchen bzw. die bereits vorhandenen Alternativen zu unterstützen und dafür größere Aufmerksamkeit zu schaffen. Von Seiten des Kompost & Biogas Verbands Österreich wird ein zusätzlich generelles Verbot nicht-zertifizierter Kunststoffprodukte eingebracht. Es wurde **vorgeschlagen, ein Pilotprojekt** zu initiieren, welches die schon am Markt befindlichen Produkte analysiert. Beispielsweise gäbe es Silofolien, welche bereits aus Zellulose hergestellt werden könnten, was aber einen hohen Entwicklungsaufwand bedeutet und technisch sehr herausfordernd ist. Daher müsste es mehr Gelder für die Produktentwicklung geben. Eine Entwicklung würde außerdem eine Bedarfserhebung benötigen.

Im Fall von EU-Richtlinien, welche gewisse Produkte ablösen sollen, wäre aus Sicht der Teilnehmenden die Politik aber auch Umweltorganisationen gefragt. Einerseits müssten Lösungen für Produkte in der Landwirtschaft, allen voran zertifiziert abbaubare Produkte, entwickelt werden sowie die Förderung anderer Materialien. Andererseits müsse man sich bewusst machen, dass ein Verbot von Einmalprodukten schwer umsetzbar ist – dafür müsste zunächst analysiert werden, wie sich das praktisch umsetzen ließe und bspw. Folien überhaupt mehrfach verwendet werden können. Allgemein bräuchte es, Sparten und Maßnahmen übergreifend, umfassende Konzepte.

Weiters wurde eine Erhebung des „Stands der Dinge“ diskutiert: Was sind die Auswirkungen von Mikroplastik im Boden? Wie hoch ist das Risiko durch den Mikroplastik Eintrag? Auch hier läge die Verantwortung vor allem bei der Politik und beim Handel und müsse von den Verbraucher:innen weggehen. Ergänzend dazu wäre ein Clustern, wo die Kunststoff-Einträge erfolgen, sinnvoll. Basierend auf diesen Analysen könnte eine Priorisierung von Schritten erfolgen, welche als erstes umgesetzt werden könnten/müssten. Was rasch

umgesetzt werden kann, sollte direkt angegangen werden. Prozesse, die mehr Zeit beanspruchen, müssen dann im Nachgang geschehen.

8.2. Kompostierung

Wie im Kapitel 5.8. festgestellt, stellt die Kompostierung von organischen Abfällen aus Sicht der Kreislaufwirtschaft eine sinnvolle Verwertungsart dar. Wegen der Kontamination mit Kunststoffen, insbesondere Mikroplastik, aufgrund von falscher Sammlung, könnte sie auch eine zunehmende Belastung für landwirtschaftliche Böden darstellen.

Der Wertschöpfungskreislauf – Das Ausgangsmaterial für die Kompostierung kommt aus organischen Abfällen aus dem Haushalt und dem Gewerbe. Zu diesen organischen Abfällen zählen Grünschnitt wie etwa Garten- und Parkabfälle und Bioabfall, also der Inhalt der Biotonne. Besonders der Bioabfall, welcher sich für die Vergärung mit anschließender Kompostierung der Gärreste eignet, könnte Fremdstoffe wie Kunststoffe aus Verpackungsmaterial enthalten.

Abhängig von den Verwertungsanlagen gibt es verschiedene Verfahren zur Reinigung des Bioabfalls von Kunststoffen. Besonders jene Verwertungsanlagen, die sich auf die Herstellung von Qualitätskompost als stoffliche Verwertungsprodukte spezialisieren, betreiben einen hohen Aufwand um Fremdstoffe wie Kunststoff aus dem Biomaterial zu entfernen.

8.2.1. biologisch abbaubares Verpackungsmaterial für Lebensmittel

Ein Vorschlag des österreichischen Kompost und Biogas Verbands sieht vor, herkömmliche Lebensmittelverpackungen aus Kunststoffen durch biologisch abbaubare Verpackungen zu ersetzen, um den Anteil von Kunststoffen im Kompost zu verringern und somit eine Reduzierung der Kunststoffeinträge in den Boden zu erreichen.

Eine solche Maßnahme kann zum einen nur mit entsprechenden gesetzlichen Anpassungen sowie einer eindeutigen wissenschaftlichen Grundlage über die Abbaubarkeit der biologisch abbaubaren Kunststoffe unter realen Bedingungen erfolgen. Zum anderen werden entsprechende Normen (z.B. EN 14995 oder EN 13432) notwendig sein, die eine entsprechende Kompostierbarkeit gewährleisten und den zu erfüllenden Standard verbindlich festlegen.

Auch sollte das primäre Ziel, die **Reduktion des verwendeten Verpackungsmaterials** unabhängig vom Ausgangsmaterial, sein. Der Ersatz durch biologisch abbaubare Verpackungsmaterialien kann die Kunststoffbelastung zwar reduzieren, hat aber auch Nachteile. Das Verpackungsmaterial muss sich ausreichend schnell zersetzen, damit es nicht in den Kompostieranlagen mit anderen Fremdstoffen ausgesiebt wird. Hierfür werden gesetzliche Rahmenbedingungen notwendig sein, damit eine Einhaltung der entsprechenden Normen (z.B. EN 13432) gewährleistet wird.

Das deutsche Umweltbundesamt sieht keine Vorteile biologisch abbaubarer Verpackungen im Vergleich zu Verpackungen aus konventionellen oder biobasierten Kunststoffen. Die mehrmalige Nutzung durch Recycling von herkömmlichen Kunststoffverpackungen biete einen entscheidenden Vorteil. Biologisch abbaubare Kunststoffe könnten eine mangelnde Stabilität während der Nutzung aufweisen und eigneten sich nicht ausnahmslos als Lebensmittelkontaktmaterial. Dies liege an der Eigenschaft, dass biologisch abbaubare Kunststoffe für Mikroorganismen leichter besiedelbar sind, welche Produkte oder Lebensmittel kontaminieren können.¹¹⁸ Dieser Aussage stehen zwei Studien der BOKU Wien entgegen, wonach eine **geringere bakterielle Belastung von biologisch abbaubaren Kunststoffen, sowie keine Nachteile gegenüber herkömmlicher Lebensmittelverpackungen** aus Polyethylen festgestellt werden konnten.¹¹⁹

8.2.2. Bewusstseinsbildung

Die Kontaminierung von Bioabfall, der für die Kompostierung weiterverarbeitet wird, erfolgt durch falsch entsorgte Kunststoffbeutel oder Verpackungen, die samt biogenem Material in der Biotonne landen. Unter Berücksichtigung des oben angeführten Lösungsansatzes, die Verpackungsmaterialien durch biologisch abbaubare Lebensmittelverpackungen zu ersetzen, wird eine umfangreiche Information unabdingbar sein, um nicht Gefahr zu laufen, dass die Bevölkerung und Händler:innen nicht zwischen kompostierbaren und nicht kompostierbaren Verpackungen unterscheidet. Allerdings wurde beim Runden Tisch vom Kompost & Biogas Verband festgestellt, dass Bewusstseinsbildung in der Vergangenheit nur mäßigen Erfolg verzeichnet hätte. Die Umsetzung neuer Regeln und Richtlinien müsste mit der Aufklärung über deren Effekte einhergehen – Konsument:innen müssten bspw. darauf vorbereitet werden, dass es nicht mehr nur das perfekte Gemüse geben könnte, wenn gewisse Folienprodukte nicht mehr eingesetzt werden können. In diesem Zusammenhang wurde auch auf „Convenience“-Produkte (z.B. gewaschener Schnittsalat in Plastikverpackung) und anderer Fertigprodukte im Lebensmittelbereich hingewiesen. Die primären Gründe für solche Produkte seien überwiegend wirtschaftlicher Natur. Als verantwortliche Akteure werden dazu die Lebensmittelindustrie und der Handel genannt.

8.3. Klärschlamm

Als Nebenprodukt der Abwasserwirtschaft beinhalten Klärschlämme zahlreiche Schadstoffe, unter anderem auch Kunststoffe bzw. Mikroplastik. Die Kunststoffe landen über die Abwasserkanäle in den Kläranlagen und bleiben schlussendlich im Klärschlamm zurück. Um diesen Klärschlamm umweltschonender verwenden zu können, müssten primär die Einträge von Kunststoffpartikeln in das Abwasser und somit in

¹¹⁸ Umweltbundesamt: Häufig gestellte Fragen – FAQ. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/biobasierte-biologisch-abbaubare-kunststoffe/#haufig-gestellte-fragen-faq> (abgerufen am: 23.09.2021).

¹¹⁹ Fritz, Ines: Der Brotsack – Frischhaltevermögen für Obst, Gemüse und Gebäck. URL: <https://www.noeg.at/noe/Abfall/Frischhalteversuch.pdf> (abgerufen am: 14.02.2022); Universität für Bodenkultur Wien: Bericht Studie zum Einfluss von Verpackungen auf die Haltbarkeit (Lagerungsdauer) von Salatgurken. URL: [https://www.noeg.at/noe/Abfall/Studie_zum_Einfluss_von_Verpackungen_auf_die_Haltbarkeit_\(La.pdf](https://www.noeg.at/noe/Abfall/Studie_zum_Einfluss_von_Verpackungen_auf_die_Haltbarkeit_(La.pdf) (abgerufen am: 02.11.2021).

den Klärschlamm vermindert werden. Andererseits besteht die Möglichkeit, die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlamm zur Vermeidung von Kunststoffeinträgen in den Boden einzuschränken. So enthalten die Regelungen des AMA-Gütesiegels bereits Ausbringungsverbote von Klärschlamm. Dies bedeutet jedoch, dass der Schlamm verbrannt werden muss, was weitere Umweltbelastungen verursacht und dem Boden die nützlichen Phosphate und organischen Stoffe nicht zugeführt werden. Im Rahmen des Projekts „StraPhos – Zukunftsfähige Strategien für ein österreichisches Phosphormanagement“ wurde ein ausführlicher Endbericht zur Phosphorrückgewinnung ausgearbeitet, in der sich gezeigt hat, dass die Rückgewinnung aufgrund fehlender Monoverbrennungsinfrastrukturen nicht wirtschaftlich ist und entsprechende Anreize erst geschaffen werden müssen.¹²⁰

Der KBVÖ (2021) sieht es aber jedenfalls als zielführend an, Klärschlämme, die nicht den Anforderungen für Qualitätsklärschlamm (SN 92201) entsprechen, einer Monoverbrennung mit anschließender Phosphorrückgewinnung zuzuführen. Hier können thermische Verwertungsverfahren durchaus Sinn ergeben und der Nachsorge dienen. In diesem Fall wäre die technische Phosphorrückgewinnung zu wirtschaftlichen Konditionen wünschenswert, um diesen wichtigen Nährstoff nicht zu verlieren. Für eine Umsetzung ist eine evidenzbasierte Eruiierung von Grenzwerten für Klärschlamm notwendig. Eine undifferenzierte Betrachtung und ein einseitiger Verwertungszwang bringen wesentliche Nachteile mit sich. Zum einen wäre bei einer Verbrennung von Klärschlamm ein deutlich höherer Energieaufwand notwendig und zum anderen sind enorme zusätzliche Kosten zu berücksichtigen. Des Weiteren geht aus langjährigen Versuchen hervor, dass viele Schadstoffe nur in verhältnismäßig geringem Ausmaß im Qualitätsklärschlammkompost vorhanden sind und in den letzten Jahrzehnten, aufgrund der etablierten Grenzwerte, deutlich zurückgegangen sind. Die Phosphorrückgewinnung nach einer Monoverbrennung ist derzeit noch nicht ausreichend erforscht.¹²¹

Über verschiedene Wege können Kunststoffe im Abwasser und schlussendlich in den Kläranlagen landen.¹²² Enthalten sind etwa Kunststofffasern in der Kleidung, welche über den herkömmlichen Waschgang über das Waschmaschinen Wasser in den Abwasserkreislauf gelangen. Zahlreiche Kosmetikprodukte wie etwa Haarpflegemittel oder Duschgels enthalten auch flüssige Kunststoffe, die das Abwasser bereits mit Kunststoffen belasten. Um die Kunststoffbelastung des Abwassers zu reduzieren, bedarf es einer Reduktion von Kunststoffanwendungen in verschiedenen Sektoren wie der Textil- und der Kosmetikbranche. Auch über die Prozessabwässer der Kunststoffindustrie oder über Beschichtungen der Metallindustrie gelangen Kunststoffe ins Abwasser. Ein erster Schritt in die Richtung ist der Vorschlag der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA), der ein Verbot von Mikroplastik in Produkten wie Kosmetika, Wasch- und Reinigungsmittel enthält. Des Weiteren kann synthetische Kleidung so gestaltet werden, dass die Ablösung

¹²⁰ Amann Arabel/ Damm Maximilian/ Peer Sandra/ Rechberger Helmut/ Weber Nikolaus/ Zessner Matthias/ Ottavia Zoboli: StraPhos – Zukunftsfähige Strategien für ein österreichisches Phosphormanagement, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2021).

¹²¹ KBVÖ, 2021 zit. nach Penckert, 2021.

¹²² Sexlinger, Katharina/ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in Klärschlamm. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2021, S. 4.

von Mikrofasern während des Gebrauchs und des Waschens minimiert wird. Die Filterung des Abwassers von Waschmaschinen wird erforscht und entwickelt.

Aus der Studie „Mikroplastik in Klärschlämmen“ des Umweltbundesamts ergibt sich, dass das Kanalsystem und der Urbanisierungsgrad einen wesentlichen Einfluss auf die Menge an Mikroplastik zu haben scheinen. Besonders hohe Mikroplastikbelastungen stehen vermutlich im Zusammenhang mit Einleitungen aus der Kunststoffindustrie.¹²³

8.3.1. Reduktion von Kunststoffeinträgen in die Kläranlage

Die zahlreichen Faktoren und die Vielfalt der Eintragsquellen machen Maßnahmen erforderlich, die bereits den Eintrag von Kunststoffen in das Abwassersystem reduzieren. Dazu wird es notwendig sein die Quellen, wie etwa Reifenabrieb, Waschmaschinenabwasser oder Industrie genauer zu untersuchen.

Das Umweltbundesamt hält in seiner Studie „Mikroplastik in Klärschlämmen“ fest, dass eine genaue Zuordnung der gefundenen Polymerarten auf potentielle Eintragspfade nur begrenzt möglich ist. Aufgrund der ausgesprochen hohen Vielfalt an Quellen werden unterschiedliche Bereiche und Akteure tätig werden müssen, um hier zu einer tatsächlichen Reduktion zu gelangen.

Laut KBVÖ stellt sich daher die Frage, ob eine weitgehende Vermeidung/Abscheidung von Mikroplastik in den Klärschlamm nicht zielführender ist. Derzeit wird an Verfahren zur Entfernung von Mikroplastik in Kläranlagen gearbeitet. Beispielsweise hat das Unternehmen ECOFARIO ein auf Hydrozyklontechnologie basiertes Separationsverfahren entwickelt. Diese Technik kann als mechanische Endstufe in kommunalen oder industriellen Kläranlagen installiert werden und die im Klärschlamm enthaltene Mikroplastikfracht und damit verbundene Schadstoffe reduzieren. Das System ist in fast jeden Abwasser- und Prozesswasserkreislauf integrierbar (KBVÖ, 2021 zit. nach Ecofario, 2021). Ein zweites Verfahren wurde von Wasser 3.0 PE-X entwickelt. Diese Variante stellt die erste filterfreie Verfahrenslösung dar. Grundlage dieses Baukastensystems bilden Agglomerations-Fixierung für Mikroplastik, Funktionsdesign für Mikroschadstoffe und Chelatisierung für anorganische Verbindungen (Kationen und Anionen). Für die Anwendung dieses Systems wurden bereits publizierte Langzeitstudien für die Bereiche Abwasser, Meerwasser und spezifische industrielle Prozesswässer durchgeführt.¹²⁴

Neben technischen Lösungen wurden beim Runden Tisch auch Maßnahmen der Bewusstseinsbildung angesprochen. Denn es herrsche noch immer ein mangelndes Bewusstsein in der Bevölkerung. Hinzukomme auch das Problem der fehlenden Kostenwahrheit, denn zahlreiche umweltschonendere Produkte sind wesentlich teurer als nicht nachhaltige Produkte.

¹²³ Sexlinger, Katharina/ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in Klärschlamm. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2021, S. 4.

¹²⁴ KBVÖ, 2021 zit. nach Wasser 3.0, 2021.

8.3.2. Verbot der landwirtschaftlichen Verwertung: Beispiel Schweiz

Die Schweiz hat mit der Chemikalien-Risikoreduktions-Verordnung (ChemRRV) im Jahr 2003 die Ausbringung von Klärschlamm auf Feldern verboten. Der Bundesrat hat stufenweise ein Verbot eingeführt, beginnend mit dem Einsatz im Futter- und Gemüsebau und einer Übergangsfrist von drei Jahren (bis 2006) und verfolgte damit die Umsetzung des Vorsorgeprinzips beim Boden- und Gesundheitsschutz.

Mit dem Verbot von Klärschlamm Düngung in der Landwirtschaft wird ein an sich sinnvoller Nährstoffkreislauf unterbrochen, da im Klärschlamm Pflanzennährstoffe wie Phosphor und Stickstoff enthalten sind. Angesichts der ebenfalls enthaltenen Schadstoffe hat die Landwirtschaft die Verwendung von Klärschlamm als Dünger in der Schweiz weitgehend abgelehnt. Damit verbunden war die Befürchtung irreversible Bodenschäden, Risiken für die Gesundheit und eine Beeinträchtigung der Qualität der Lebensmittel zu riskieren.

Ausnahme von kleinen Kläranlagen – Vom Verbot ausgenommen wurden sehr kleine Kläranlagen in weit abgelegenen Regionen mit der Begründung, dass der dort enthaltene Klärschlamm weniger Schadstoffe enthält und ein Abtransport unverhältnismäßig sei.

Laut KBVÖ (2021) macht es sowohl ökonomisch als auch ökologisch nachhaltig Sinn, Klärschlammqualitäten, wie sie in der Kompostverordnung als „Qualitätsklärschlamm“ (SN 92201) verankert sind, auch in Zukunft in Kompostanlagen, welche dem Stand der Technik entsprechen, verwerten zu lassen. Dafür soll laut KBVÖ vor allem die Klärschlammqualität und nicht die Kläranlagengröße ausschlaggebend sein.¹²⁵

8.3.3. gesetzliche Maßnahmen

Auch im Fall der landwirtschaftlichen Verwertung werden strengere Grenzwerte bzw. im Fall von Qualitätsklärschlamm (SN92201) die Einführung von Grenzwerten für Kunststoffe und nicht nur für Schwermetalle vorgebracht. Bei der Einführung strengerer Grenzwerte müssen auch die Kapazitäten der zuständigen Behörde beachtet werden, um entsprechende Kontrollen durchzuführen.

Neben strengeren Grenzwerten wurde etwa im Rahmen des durchgeführten Runden Tisches die Vereinheitlichung der landesrechtlichen Bestimmungen angesprochen. Um aber effektiv und zielgerichtet die rechtlichen Rahmenbedingungen anzupassen, bedarf es für die Politik, der Verwaltung und schlussendlich für den Gesetzgeber ausreichender Daten, um Entscheidungen treffen zu können.

¹²⁵ Kompost und Biogas Verband Österreich, Position zur Klärschlammverwertung und Phosphorrückgewinnung (2021).

9 Literaturverzeichnis

- Amann Arabel/ Damm Maximilian/ Peer Sandra/ Rechberger Helmut/ Weber Nikolaus/ Zessner Matthias/ Ottavia Zoboli: StraPhos – Zukunftsfähige Strategien für ein österreichisches Phosphormanagement, Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2018.
- Baensch-Baltruschat, Beate/ Kocher, Birgit/ Stock, Friederike/ Reifferscheid, Georg: Tyre and road wear particles (TRWP) – A Review of generation, properties, emissions, human health risk, ecotoxicity, and fate in the environment. In: Science of The Total Environment, 2020.
- Bertling, Jürgen/ Bertling, Ralf/ Hamann, Leandra: Kunststoffe in der Umwelt: Mikro- und Makroplastik. Ursachen, Mengen, Umweltschicksale, Wirkungen, Lösungsansätze, Empfehlungen. Kurzfassung der Konsortialstudie. Oberhausen, Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT, 2018.
- Bertling, Jürgen/ Zimmermann, Till/ Rödiger, Lisa: Kunststoffe in der Umwelt: Emissionen in landwirtschaftlich genutzte Böden. Oberhausen, Fraunhofer UMSICHT, 2021.
- Bizjak, Darko/ Barczak, Piotr: Explained: Economic incentives to reduce waste. Brüssel, European Environmental Bureau EEB, 2020.
- Bläsing, Melanie/ Amelung, Wulf: Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. In: Science of the Total Environment, 612 (2018), S. 422-435.
- BMLRT: Leitfaden zum sachgerechten Umgang mit Substraten aus dem hydroponischen Anbau (Substratkultur). Wien, Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus, 2020.
- BMNT: Die Bestandsaufnahme der Abfallwirtschaft in Österreich, Statusbericht 2019. Wien, Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus, 2019.
- COM: 28 final Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft. Brüssel, Europäische Kommission, 2018.
- COM: 98 final Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa. Brüssel, Europäische Kommission, 2020.
- COM: 699 final EU Soil Strategy for 2030. Brüssel, Europäische Kommission, 2021.
- Doppelbauer, Karin/ Bernhard, Michael: 2796/JXXVI. GP – Anfrage, 2019.
- ECHA European Chemicals Agency: Annex to the Annex XV Restriction Report. Helsinki, European Chemicals Agency (ECHA), 2019.
- ECHA European Chemicals Agency: Annex XV Restriction Report. Helsinki, European Chemicals Agency (ECHA), 2019.

- Fertilizers Europe: Position paper on microplastics restriction, 2018.
- Frischenschlager, Helmut/ Reinberg, Veronika/ Kisser, Johannes: Roadmap 2050 Biobasierter Kunststoff - Kunststoff aus nachwachsenden Rohstoffen. Wien, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, 2018.
- Gionfra, Susanna: Plastic pollution in soil. IEEP/ iSQAPER, 2018.
- Hogg, Dominic/ Sherrington, Chris/ Papineschi, Joe/ Hilton, Mark/ Massie, Alex/ Jones, Peter: Study to Support Preparation of the Commission's Guidance for Extended Producer Responsibility Schemes, Report for DG Environment of the European Commission. Bristol, Eunomia Research & Consulting Ltd, 2020.
- Kalberer, Andreas/ Kawecki-Wenger, Delphine/ Bucheli, Thomas: Plastik in der Landwirtschaft. In: Agroscope Science Nr. 89, 2019.
- Kretschmer, Florian/ Zingerle, Thomas/ Ertl, Thomas: Perspektive der künftigen Klärschlammbewirtschaftung in Österreich. ÖWAV, Nr. 70, 2018, 579–587.
- Kompost und Biogas Verband Österreich, Position zur Klärschlammverwertung und Phosphorrückgewinnung, 2021.
- Liebmann, Bettina: Mikroplastik in der Umwelt. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2015.
- Novamont: Increasing amounts of bioplastics found in bio-waste. PR Newswire, 2018.
- ÖWAV-Arbeitsausschuss „Biogene Abfälle“ der Fachgruppe „Abfallwirtschaft und Altlastensanierung: „Bio-Kunststoffe“ und die biologische Abfallverwertung. Wien, Österreichischer Wasser- und Abfallwirtschaftsverband, 2021.
- Scheurer, Michael/ Bigalke, Moritz: Microplastic in Swiss Floodplain Soils. In: Environ. Sci. Technol., 52, 6 (2018), 3591 – 3598.
- Sexlinger, Katharina/ Liebmann, Bettina: Mikroplastik in Klärschlamm. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2021.
- Sexlinger, Katharina/ Humer, Monika/ Scheffknecht, Christoph: Kunststoffe im Boden. Umweltinstitut – Bericht UI04/2019, Institut für Umwelt- und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg, 2019.
- Sieber, Ramona/ Kawecki, Delphine/ Nowack, Bernd: Dynamic probabilistic material flow analysis of rubber release from tires into the environment. In: Environmental Pollution, 258 (2020).
- Stoifl, Barbara / Oliva, Judith: Littering in Österreich. Wien, Umweltbundesamt GmbH, 2020.
- Stoifl, Barbara / Bernhardt, Antonia / Karigl, Brigitte / Lampert, Christoph / Neubauer, Milla / Thaler Peter: Kunststoffabfälle in Österreich, Umweltbundesamt GmbH (2017) 48 f.

Stubenrauch, Jessica/ Ekardt, Felix: Plastic Pollution in Soils: Governance Approaches to Foster Soil Health and Closed Nutrient Cycles. In: *Environments*, 7, 38 (2020).

Umweltbundesamt: *Kunststoffe in der Umwelt*. Dessau-Roßlau, Umweltbundesamt, 2019.

Weithmann, Nicolas/ Möller, Julia N. / Löder, Martin G. J./ Piehl, Sarah/ Laforsch, Christian/ Freitag, Ruth: Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastics into environment. *Science Advances*, 4 (2018).

Zafiu, Christian/ Binner, Erwin/ Hirsch, Cornelia/ Vay, Benedikt/ Huber-Humer, Marion: Makro- und Mikro-kunststoffe in österreichischen Komposten. *ÖWAV*, 72 (2020), S. 410–420.

Online-Quellen

- Bauernzeitung: Studie: Verringertes Pflanzenwachstum durch Nanoplastik. URL: <https://www.bauernzeitung.de/agrarpraxis/aus-forschung-und-entwicklung/studie-verringertes-pflanzenwachstum-durch-nanoplastik/> (abgerufen am: 03.02.2022)
- BMK: Aktionsplan Mikroplastik. URL: https://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/kunststoffe/mikroplastik.html (abgerufen am: 03.02.2022)
- Büks, Frederick/ Kaupenjohann, Martin: The impact of microplastic weathering on interactions with the soil environment: a review, SOIL Discuss. [preprint], <https://doi.org/10.5194/soil-2021-67>, in review, 2021 (abgerufen am: 15.02.2022)
- Circular Futures: EU Plastikstrategie. URL: <https://www.circularfutures.at/themen/kunststoffe/eu-plastikstrategie/> (abgerufen am: 24.08.2021)
- De Souza Machado, Anderson Abel/ Kloas, Werner/ Zarfl, Christiane/Hempel, Stefan/ Matthias C. Rillig (2018): Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/gcb.14020> (abgerufen am: 14.02.2022)
- Der Standard (2018): Auch landwirtschaftliche Flächen sind mit Plastikmüll verschmutzt. URL: <https://derstandard.at/2000094374713/Auch-landwirtschaftliche-Flaechen-sind-mit-Plas-tikmuell-verschmutzt> (abgerufen am: 14.02.2022)
- Die Zeit (2018): Unser Kompost ist voller Mikroplastik. URL: https://www.zeit.de/wissen/umwelt/2018-04/plastik-mikroplastik-biomuell-umwelt-kompost-umweltverschmutzung?fbclid=IwAR3rGoB_hMDuOzX2WonoVzpXNQOyLyuSQ7bbgcEaol_6Vt2LezKjS5BEf8 (abgerufen am: 14.02.2022)
- Die österreichische Saatgutwirtschaft: Factsheet Saatgut Austria. URL: <http://www.saatgut-austria.at/MEDIA/2018%2003%20Saatgutwirtschaft%20-%20Marktübersicht.pdf> (abgerufen am: 12.11.2020)
- Erntekunststoffe Recycling Deutschland – ERDE. URL: <https://www.erde-recycling.de/ueber-erde/was-ist-erde.html> (abgerufen am: 18.06.2020)
- Europäische Kommission (2018): Eine europäische Strategie für Kunststoffe in der Kreislaufwirtschaft. URL: https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:2df5d1d2-fac7-11e7-b8f5-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_2&format=PDF (abgerufen am: 14.02.2022)
- Europäische Kommission: Verwendung von Klärschlamm in der Landwirtschaft – Bewertung. URL: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12328-Verwendung-von-Klaerschlamm-in-der-Landwirtschaft-Bewertung_de (abgerufen am: 03.02.2022).

Europäische Kommission: EU Mission: A Soil Deal for Europe. URL: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/eu-missions-horizon-europe/soil-health-and-food_de#documents (abgerufen am: 03.02.2022).

Freitag, Ruth: Mikroplastik im Kompost. URL: <https://www.git-labor.de/forschung/umwelt/mikroplastik-im-kompost> (abgerufen am: 14.02.2022)

Fritz, Ines: Der Brotsack - Frischhaltevermögen für Obst, Gemüse und Gebäck. URL: <https://www.noe.gv.at/noe/Abfall/Frischhalteversuch.pdf> (abgerufen am: 14.02.2022)

Land Oberösterreich: Klärschlammanfall und -verwertung in Oberösterreich 2020. URL: <https://www.land-oberoesterreich.gv.at/116626.htm> (abgerufen am: 17.01.2022)

MINAGRIS – Micro- and Nano-Plastics in Agricultural Soils: Sources, environmental fate and impacts on ecosystem services and overall sustainability. URL: <https://minagris.eu/index.php/project-info/about-us> (abgerufen am: 22.02.2022)

Umweltbundesamt: Harmonisierte Methoden für Plastik und Mikroplastik in Böden – PLASBO. URL: <https://www.umweltbundesamt.at/umweltthemen/stoffradar/plasbo> (abgerufen am: 24.01.2022)

Umweltbundesamt: Häufig gestellte Fragen – FAQ. URL: <https://www.umweltbundesamt.de/biobasierte-biologisch-abbaubare-kunststoffe#haufig-gestellte-fragen-faq> (abgerufen am: 23.09.2021)

Universität für Bodenkultur Wien: Bericht Studie zum Einfluss von Verpackungen auf die Haltbarkeit (Lagerungsdauer) von Salatgurken. URL: [https://www.noe.gv.at/noe/Abfall/Studie zum Einfluss von Verpackungen auf die Haltbarkeit_\(La.pdf](https://www.noe.gv.at/noe/Abfall/Studie_zum_Einfluss_von_Verpackungen_auf_die_Haltbarkeit_(La.pdf) (abgerufen am: 02.11.2021)

Wasser 3.0 (2021): Mikroplastik entfernen – Wasser 3.0, URL: <https://wasserdreinull.de/forschung/remove/> (abgerufen am 18.02.2022)