



Berichte über Landwirtschaft

Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft

BAND 104 / Ausgabe 04

Agrarwissenschaft Forschung --- Praxis

Verunreinigung einer Ackerfläche mit Makroplastik in Lüneburg, Niedersachsen

Von Mercedes Corrales und Oliver Schmidt

Inhaltsverzeichnis:

1 Einleitung	2
2 Methodik	2
2.1 Untersuchte Ackerfläche	2
2.2 Sammlung der Kunststoffabfälle	3
2.3 Quantifizierung und Analyse der Probe	4
3 Ergebnisse und Diskussion	5
3.1 Verunreinigung des Ackerlands	5
3.2 Verunreinigung nach Gebieten	6
3.2.1 Am Parkplatz	7
3.2.2 Parallel zum Spazierweg.	9
3.2.3 Der Zentralbereich, Siedlung und gegenüber der Landwirtschaft	10
3.3 Gefundene Kunststoffarten	11
4. Schlussfolgerungen:	11
Zusammenfassung	13
Summary	14
Literaturverzeichnis	14

1 Einleitung

Die Verunreinigung von terrestrischen Ökosystemen durch Kunststoffe ist in Deutschland und auch weltweit zu einem großen Problem geworden. Verschiedene Ursachen sind bekannt, wie Emissionen aus Haushalt und Industrie, atmosphärische Ablagerungen und landwirtschaftliche Aktivitäten, die direkt oder indirekt in die Umwelt gelangen (BLÄSING UND AMELUNG 2018). Die größten Verursacher sind der Pflanzenanbau und die Viehzucht mit insgesamt 10 Millionen Tonnen pro Jahr (FAO 2021).

In der Landwirtschaft wird eine Vielzahl von Produkten eingesetzt, die Kunststoffe in den Boden eintragen können. Beispiele sind Folien, die gegen Unkraut (Mulchfolien), als Frostschutz, zum Schutz vor Schädlingen (Vliese), für Gewächshäuser und für Tunnel benutzt werden (LEIFHEIT UND RILLIG 2020).

Die Ansammlung von Rückständen in Böden kann das Pflanzenwachstum sowie die Bodeneigenschaften negativ beeinflussen und gefährdet die langfristige Ernährungssicherheit. Folgeschäden bei Pflanzen sind geringere Ernteerträge, Pflanzenhöhe und Wurzelmasse und bei Böden geringere Wasserinfiltrationsrate, organischer Stoffgehalt, Bodenkohlenstoffspeicherung und pflanzenverfügbarer Phosphor (ZHANG ET AL. 2020).

Wissenschaftliche Studien zum Thema Verunreinigung von Ackerflächen durch Kunststoffe konzentrieren sich insbesondere auf Mikroplastik. Es gibt relativ wenige Studien über Makroplastik, weshalb diese Untersuchung durchgeführt wurde. Die Forschung ist eine Zusammenarbeit zwischen der Leuphana Universität in Lüneburg im Rahmen des Seminars "Wohin mit dem Abfall" im Modul "Wissenschaft produziert: methodisches Wissen" und dem Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (LAVES) in Niedersachsen.

Wir wollten herausfinden,

- inwieweit Makroplastik auf einer konventionellen Ackerfläche in Lüneburg vorkommt, die nicht mit Kompost gedüngt wird,
- welches Ausmaß die Verunreinigung angenommen hat,
- wodurch diese verursacht wird und
- um welche Sorten von Kunststoffen es sich handelt.

2 Methodik

2.1 Untersuchte Ackerfläche

Untersucht wurde eine 16,5 ha große Ackerfläche, auf der konventionelle Landwirtschaft in einer Vier-Jahres-Fruchtfolge betrieben wird. Es werden Kartoffeln, Roggen/Weizen, Rüben/Raps und Sommergerste/Weizen angebaut und nur Mineraldünger eingesetzt, aber kein zugekaufter Kompost. Zur Abdeckung der Mieten und Silos werden Vliese und Planen verwendet.

Die Ackerfläche wird von einem Parkplatz, einer Hauptstraße, einem Spazierweg, einer weiteren landwirtschaftlichen Fläche und einer Siedlung eingegrenzt. Der Parkplatz wird auch für Picknick benutzt. Die Siedlung ist durch einen Drahtzaun von der Ackerfläche getrennt.

In der Forschung ist der Begriff Makroplastik nicht einheitlich definiert. Oft werden darunter Kunststoffabfälle > 2,5 cm verstanden. Kunststoffabfälle zwischen 0,5 und 2,5 cm werden als Mesoplastik bezeichnet (SCHEURER UND BIGALKE 2018; LIU ET AL. 2018; GESAMP 2016). In dieser Studie gelten Kunststoffabfälle $\geq 0,5$ cm als Makroplastik.

Die gesamte Fläche des Ackerlands (16,5 ha) wurde durchsucht und in fünf Bereiche eingeteilt: am Parkplatz, parallel zum Spazierweg, gegenüber der Landwirtschaft, entlang der Siedlung und Zentralbereich. Um die Ursachen der Verunreinigung zu identifizieren, wurde bei der Sammlung diese Teilung berücksichtigt. Besonders belastete Stellen wurden in einem Streifen von 20 m am Rand der ersten Sammlung (parallel zum Spazierweg) gefunden. Deswegen wurde dieses Maß während der gesamten Untersuchung beibehalten und als Grenze zum Zentralbereich angenommen.

2.2 Sammlung der Kunststoffabfälle

Unter dem Begriff "Kunststoffabfälle" werden in unserer Untersuchung Fragmente, Teile von Objekten und Objekte aus Kunststoff verstanden. Die Sammlung wurde wegen stürmischen Wetters und schlechten Zustands des Bodens in drei Phasen manuell durchgeführt. In der ersten Phase am 24.11.2023 untersuchten fünf Studierende zweimal intensiv die Fläche "parallel zum Spazierweg" und einen Teil des Bereichs "gegenüber der Landwirtschaft". Dies war eine Fläche von insgesamt 13.640 m² [(567 m + 115 m) x 20 m]. Das Gebiet wurde vermessen und markiert.

Die Ackerfläche wurde wegen der Witterung nicht bestellt, weshalb die zweite Untersuchung nach Wetterverbesserung möglich wurde. In der zweiten Phase (am 10., 25. und 29. Februar 2024) sammelten vier Personen auf der gesamten Ackerfläche ein. In dieser Phase wurden nochmal die Teile "parallel zum Spazierweg" und "gegenüber der Landwirtschaft" untersucht. Dadurch sollte verhindert werden, dass ein Teil dieses Gebiets unbearbeitet blieb.

Nur die Kunststoffabfälle, die visuell auf dem Boden identifiziert werden konnten, wurden in diesen zwei Phasen aufgenommen. Die Sammlung erfolgte auf einer geradlinigen Bahn, wobei die Sammler einen Abstand von 1 m voneinander einhielten. Beim Aufnehmen wurde darauf geachtet, dass der Kunststoff nicht weiter fragmentierte. Als Orientierung bei der Aktion dienten die Furchen. Während der zweiten Phase wurde auf der Fläche "am Parkplatz" ein sehr stark belasteter Bereich identifiziert. Hier wurden große Mengen von Plastikfragmenten gefunden, die Teile einer alten Folie für Maissilage waren. Nach Angaben des Landwirts wurde das Ackerland vor dreißig Jahren zehn Jahre lang verpachtet. Aus dieser Zeit stammt die Folie für Maissilage. Diese wurde flach liegen gelassen. Ein großer Teil der Folie hatte sich im Boden festgesetzt und war auch von Pflanzen bedeckt. Nach Ablauf der Verpachtung wurden nur einige Teile entfernt und die Fläche weiter bewirtschaftet. Über die Zeit verteilten sich die Folienfragmente dann über eine größere Fläche (Abb.1).

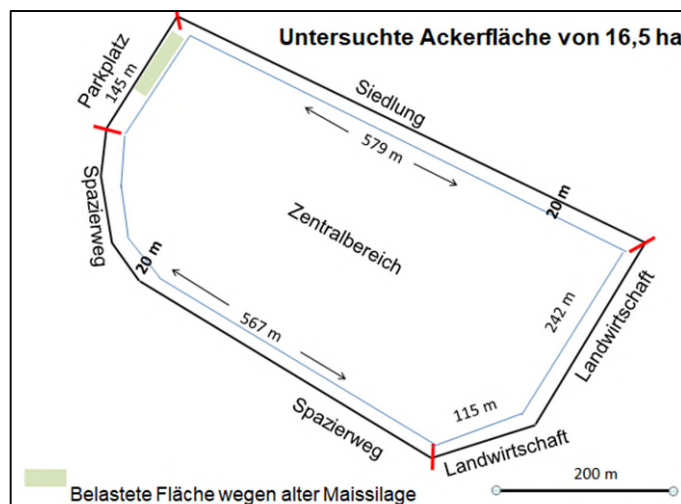


Abb. 1: Aufteilung der gesamten Fläche des Ackerlands: am Parkplatz, parallel zum Spazierweg, gegenüber der Landwirtschaft, entlang der Siedlung und Zentralbereich. Belastete Fläche am Parkplatz.

Dieser Teil der Ackerfläche wurde 2024 in einer dritten Phase (am 14. März, 7. und 28. April, 19. Mai und 25. Oktober) von zwei Personen untersucht. Auf diesem Teil der Ackerfläche wurden nicht nur Fragmente, die auf dem Boden waren, eingesammelt. Mit einer Schaufel wurden am 7. April einundzwanzig Löcher mit einer Tiefe von 50 cm und einem Durchmesser von 30 cm gegraben. Diese befanden sich jeweils 2 m voneinander entfernt.

Die in den drei Phasen gefundenen Kunststoffabfälle wurden während der Sammlung je nach Fundort einsortiert. Danach wurden sie über ein Sieb (Lochgröße 1 mm) unter Vermeidung von Beschädigungen manuell gewaschen. Teile über 20 cm wurden in einem Behälter auch von Hand gewaschen. Das Wasser wurde gesiebt, um Verlust von Partikeln zu verhindern.

Die Kunststoffabfälle wurden danach an der Luft (24 bis 48 Stunden) in einem geschlossenen Raum getrocknet. Anschließend wurden sie gezählt, in nummerierten Kästen aufbewahrt und von fünf Studierenden mit einer Präzisionswaage II (Ablesbarkeit 10 mg, Sartorius AG, Göttingen) gewogen.

2.3 Quantifizierung und Analyse der Probe

Für die Quantifizierung und Analyse der Proben wurden die Kunststoffabfälle mit einer Digitalkamera (Panasonic Lumix DMC-FZ300) fotografiert. Zur besseren Ausleuchtung und Vermeidung von Schatten wurde die Blitzfunktion genutzt. Sie wurden je nach Größe mit einer Pinzette oder von Hand auf eine nicht reflektierende Fläche gelegt.

Wichtig für die Messung ist beim Fotografieren die Vermeidung von Reflektionen und ein guter Kontrast zwischen dem Hintergrund und den Abfällen. Deshalb wurde für die schwarzen Fragmente ein weißer Karton (65 cm x 77 cm) unterlegt bzw. für große Fragmente zwei Kartons. Weiße, transparente oder farbige Abfälle wurden gegen einen grauen Baumwollstoff (60 cm x 45 cm) fotografiert. Die Farbe Grau und das Material verhindern die Reflexion (Abb. 2).



Abb. 2: Schwarze Plastikabfälle wurden mit einem weißen Hintergrund aus Karton fotografiert und weiße, transparente und andere Farben gegen einen grauen Hintergrund aus Baumwollstoff.

Für jede Fotografie wurde mit einem Lineal ein Maßstab am unteren Rand eingefügt. Die Kartons und die Stoffe wurden auf einem Holztisch (1,80 x 0,90 m) fotografiert. Nach jedem Foto wurden die Kartons und die Stoffe mit einem Lappen aus Baumwolle gereinigt.

Wie von Stefano und Pleissner (2021) beschrieben, haben zwei Studierende die Flächen und Umfänge der gesammelten Kunststoffabfälle mit dem Open-Source-Programmpaket Fiji gemessen, das auf dem Bildverarbeitungsprogramm ImageJ2 basiert. Diese Bildverarbeitung erlaubt die Vermessung von Abfällen mit ungewöhnlichen Formen.

Die Fiji-Bildverarbeitung¹ ermöglicht die Flächenvermessung der einzelnen Kunststoffabfälle, was für die Analyse der Ergebnisse wichtig ist, da bei der Untersuchung sehr kleine und sehr große Teile gefunden wurden. Die Daten der Messungen wurden in eine Excel-Tabelle übertragen und analysiert. Die Summe der Fläche aller Kunststoffabfälle wurde auf die Größe des Untersuchungsgebietes bezogen, was der Bemessung des Verschmutzungsgrades entspricht (SEXLINGER ET AL. 2019).

Die Kunststoffarten wurden mittels FTIR-Mikroskopie (Bruker LUMOS, Germanium-Kristall/PermaVac-Detektor mit Stickstoffkühlung) identifiziert, welche auf der Fourier-Transform-Infrarotspektroskopie beruht. Für die Bestimmung wurden die Proben in eine spezielle Halterung eingespannt, um ggf. auch verschiedene Kunststoffschichten, z. B. von MultiLayer-Folien, identifizieren zu können. Die räumliche Auflösung beträgt hierbei 6 µm. Im Labor des Landesamts für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit in Lüneburg wurden vierzehn Proben so untersucht.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Verunreinigung des Ackerlands

Es wurden 6.529 Kunststoffabfälle auf der gesamten Ackerfläche von 16,5 ha gefunden, welche aus Fragmenten, Teilen von Objekten und Objekten bestanden. Dies waren 396 Teile pro Hektar. Bemerkenswert ist, dass der Großteil (5.769) zu der Folie für Maissilage gehört, die vor etwa 30

¹ Fiji (<https://imagej.net/Fiji>) ist eine gebündelte Version des Programms ImageJ (Fiji is just ImageJ“) und das weltweit führende Open-Source-Programm für die wissenschaftliche Bildverarbeitung und Bildanalyse. Es wird häufig verwendet, um Strukturen auf mikroskopischen Aufnahmen in der Medizin und Mikrobiologie zu zählen und zu vermessen (STEFANO UND PLEISSNER, 2021).

Jahren auf dem Feld belassen wurde. Dies bestätigt, dass Silagefolien eine Ursache für Kunststoffverunreinigungen in der Landwirtschaft sind.

Die Entfernung von Kunststoffen von Feldern ist arbeitsintensiv und die Entsorgung aufgrund der Anhaftung von Bodenpartikeln an den Folien kostspielig. Daher werden landwirtschaftliche Kunststoffe selten vollständig von den Feldern entfernt, sodass Kunststoffreste über Jahrzehnte bis Jahrhunderte im Boden verbleiben (DE SOUZA MACHADO ET AL. 2019).

STEFANO UND PLEISSNER (2021) untersuchten zwei konventionelle Ackerflächen, auf denen keine landwirtschaftlichen Kunststoffmaterialien wie Mulchfolien, Schutznetze oder Bewässerungssysteme verwendet wurden. Auf dem ersten Feld wurde mit Kompost aus organischem Hausmüll gedüngt und es wurden 9.247 Partikel gefunden, auf dem zweiten Feld ohne Kompostdüngung dagegen nur 220 Partikel pro Hektar. Dies zeigt, dass auch die Kompostdüngung Ackerflächen in erheblichem Ausmaß mit Kunststoffen verunreinigen kann. Bei Stefano und Pleissner wurden vor allem Kunststoffabfälle gefunden, die in direktem Zusammenhang mit Haushalts- und Gartenprodukten stehen. In unserer Untersuchung dominieren dagegen die Abfälle aus landwirtschaftlicher Anwendung.

Das Gesamtgewicht der gefundenen Kunststoffabfälle betrug 2,42 kg und ihre Gesamtfläche 18,1 m². Das größte Fragment hatte eine Fläche von 5.179,54 cm². Große Fragmente in einem guten Zustand zeigen, dass Kunststoff lange Zeit in der Natur verbleibt und je nach Belastung fragmentiert (Abb. 3).



Abb. 3: Das größte Fragment hatte eine Fläche von 5.179,54 cm².

3.2 Verunreinigung nach Gebieten

Die fünf untersuchten Bereiche (am Parkplatz, parallel zum Spazierweg, gegenüber der Landwirtschaft, entlang der Siedlung und Zentralbereich) waren unterschiedlich stark belastet. Am stärksten betroffen waren die Bereiche "am Parkplatz" und "parallel zum Spazierweg". Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Studien von STEFANO UND PLEISSNER (2021), so lässt sich feststellen, dass Littering eine wesentliche Ursache für die Kunststoffverunreinigung auf Ackerflächen darstellt. In unserer Studie ist das die zweitgrößte Ursache.

3.2.1 Am Parkplatz

Dieses Gebiet grenzt an einen Parkplatz, einen Landweg und ein Gebiet des Ackerlands, auf dem sich früher die Maissilage befand. Zusätzlich zur Straßennähe wird dieser Parkplatz gerne für Picknicks genutzt. Es werden verpackte Lebensmittel konsumiert, die Verpackungen achtlos weggeworfen und mit dem Wind auf der angrenzenden Ackerfläche verstreut. In unserer Untersuchung war dieser Teil der Ackerfläche mit insgesamt 6.003 Kunststoffabfällen am stärksten betroffen. Aufgesammelt wurden 317 Abfälle von Verpackungen (Becher, Verpackungen von Süßwaren, Joghurt, Würstchen, Verpackungen von Taschentüchern, Fragmente von Kunststofftüten) und von in der Landwirtschaft eingesetzten Kunststoffen wie Teile von Silageabdeckungen (Abb. 4).



Abb. 4: Gefundene Verpackungen wie Becher, Verpackungen von Süßwaren, Taschentüchern und Würstchen, Fragmente von Kunststofftüten und von in der Landwirtschaft eingesetzten Kunststoffen wie Teile von Silageabdeckungen.

Auf der gleichen Fläche wurde die vor ca. 30 Jahren eingesetzte Folie zur Abdeckung der Maissilage gefunden, welche mit der Zeit durch das Klima, landwirtschaftliche Aktivitäten und das Wachstum von Pflanzenwurzeln sehr stark fragmentiert war. Zahlreiche Fragmente klebten am Boden fest. Dies erschwerte den Transport durch den Wind in andere Gebiete der Ackerfläche, was erklärt, warum nach so vielen Jahren die höchste Konzentration in diesem Gebiet des Ackerlandes zu finden ist. Schwarze Fragmente mit unterschiedlichen Formen und Größen bedeckten dieses Areal. Kleine Fragmente waren im Boden eingebettet. Mit zunehmender Ansammlung von Kunststoffabfall im Bodensystem zerfällt dieser in feinere Fraktionen und kann in Makro- und Mikroaggregate eingebaut werden. Dies stört die Stabilität der Bodenaggregate (LIANG ET AL. 2021).

Diese starke Verunreinigung erhöhte die Menge der gefundenen Kunststoffabfälle erheblich mit insgesamt 5.686 Fragmenten auf 900 m², also 62 Fragmente pro m² (Abb. 5).



Abb. 5: Gefundene Fragmente der ca. 30 Jahre alten Folie zur Abdeckung der Maissilage.

Davon wurden 170 in einer Tiefe von 3 bis 50 cm gefunden. Einige waren vollständig im Wurzelwerk verfangen und wiesen eine große Anzahl kleiner Löcher auf, die durch das Wachstum der Pflanzenwurzeln entstanden. Man kann davon ausgehen, dass in diesem Bereich eine beträchtliche Menge an Mikroplastik vorhanden ist (Abb. 6).



Abb. 6: Pflanzenwurzeln können durch ihr Wachstum Kunststoff fragmentieren und so Mikroplastik erzeugen.

Nach Beobachtungen einiger Wissenschaftler kann Mikroplastik mikrobielle Prozesse im Boden beeinflussen. Übertragen auf andere Böden und Kunststoffarten deuten die hier beobachteten Prozesse darauf hin, dass Mikroplastik ein relevanter und langfristiger anthropogener Stressfaktor und Treiber des globalen Wandels in terrestrischen Ökosystemen ist (DE SOUZA MACHADO ET AL. 2018). Anders als bei Untersuchungen auf Ackerflächen, die mit Kompost aus der Biotonne gedüngt werden und bei denen keine landwirtschaftlichen Folien zum Einsatz kommen, wurden hier große Fragmente (zwischen 1.044,37 cm² und 5.179,54 cm²) sowohl an der Oberfläche als auch halb vergraben gefunden.

Die gefundenen Fragmente wurden nicht nur gesammelt, sondern auch beobachtet. Es wurde festgestellt, dass sie ständig in Bewegung sind. Bei Regen können sie in den Boden einsinken, aber auch durch Bodenerosion wieder an die Oberfläche gelangen. Risse in Böden können ihre Position beeinflussen. Im Winter weitet der Schneedruck die Risse und manche werden teilweise verschüttet. Durch Regen, Bodenbearbeitung und Ackerbau können sie die Oberfläche erreichen oder tiefer als zuvor eindringen.

Pflanzen können auch ihre Position im Boden beeinflussen. Während ihres Wachstums suchen Wurzeln nach Nährstoffen sowie Wasser und müssen dabei Hindernisse überwinden. Trifft die

Wurzel auf ein Fragment oder Objekt aus Kunststoff, versuchen die Wurzelspitzen durch das Material hindurchzuwachsen. Auf diese Weise verbleiben kleine Partikel in verschiedenen Bodenschichten. Außerdem kann Kunststoff in den Wurzeln der Pflanzen hängen bleiben und wird weder durch Wind noch Regen in Bewegung gehalten.

Kunststoff, insbesondere Thermoplaste, verändert seine Form. Unter dem Druck des Bodens kann er sich biegen oder dehnen sowie eine horizontale oder vertikale Position einnehmen. SEXLINGER ET AL. (2019) beobachteten, dass Kunststoffpartikel je nach Größe mittels verschiedener Prozesse in die Bodenmatrix gelangen können. Durch Bioporen (Regenwurm- oder Wurzelgänge), Bodenbearbeitung (Pflügen, Ernten), Rissformationen und Bioturbation (z. B. Transport durch Regenwürmer) werden die Fragmente vertikal oder horizontal im Boden verteilt.

Je nach Form, Lage, Gewicht und Windstärke können diese Fragmente einige Zentimeter oder Meter weit getragen werden. Die größte Konzentration an Fragmenten (5.686) der alten Folie für Maissilage wurde in der Nähe des Areals gefunden, auf dem diese zurückgelassen wurde. Sie wurden aber auch auf anderen Bereichen des Ackerlands aufgesammelt, so 55 Teile im Zentralbereich und 28 am Spazierweg.

3.2.2 Parallel zum Spazierweg.

Dieses Gebiet verläuft parallel zu einem Spazierweg. Spaziergänger sind während der ganzen Woche anzutreffen. Einige bringen ihre Hunde mit. Auf der gegenüberliegenden Seite der Feldstraße befindet sich ein Lagerplatz für landwirtschaftliche Materialien inklusive Silagefolien. Das ist der am zweitstärksten belastete Teil. Littering durch die Spaziergänger und landwirtschaftliche Abfälle sind die Hauptursache der Verunreinigung. Es wurden 337 Kunststoffabfälle gefunden wie eine Kunststoffflasche, Teile von Einwegverpackungen von Lebensmitteln, Fragmente von Kunststofftüten, Kunststofftüten für Hundekot sowie in der Landwirtschaft verwendete Kunststoffe wie Handschuhe, Fragmente von Silagefolie und andere, nicht identifizierbare Teile (Abb. 7).



Abb. 7: Gefundene Kunststoffabfälle von Littering und landwirtschaftlichen Aktivitäten.

Kunststofftüten für Hundekot verunreinigen terrestrische Ökosysteme, da manche Hundehalter diese nicht ordnungsgemäß entsorgen. Auf diese Weise wird der Boden doppelt mit Kot und Kunststoffen belastet. Hundekot enthält Schwermetalle sowie Stickstoff- und Phosphorverbindungen (YAVOR ET AL. 2020). Zudem können durch Hundekot Zoonosen übertragen und Weidetiere gefährdet werden.

3.2.3 Der Zentralbereich, Siedlung und gegenüber der Landwirtschaft

Der Zentralbereich war nicht so stark belastet. Lediglich 175 Kunststoffabfälle wurden aufgesammelt: Fragmente von Plastiktüten, eine Plastikgabel, Lebensmittelverpackungen, Handschuhe, die in der Landwirtschaft verwendet werden, Fragmente der alten schwarzen Silagefolie und andere landwirtschaftliche Materialien. Durch Wind und Bodenbearbeitung werden diese insbesondere vom Parkplatzgebiet herübergetragen, so auch die 55 Fragmente der alten Abdeckung der Maissilage.



Abb. 8: Im Zentralbereich gefundene Kunststoffabfälle.

Weniger belastet war die Fläche "an der Siedlung". Hier wurden nur acht Teile (landwirtschaftliches Material, Kunststoffgriff und Kinderspielzeug) gefunden (Abb. 9). Die Siedlung ist von einzelnen Häusern mit gepflegten Gärten geprägt. Die Gärten sind durch einen Metallzaun von der Ackerfläche getrennt, was den Eintrag von Kunststoffabfällen verhindert. Bäume schützen dieses Gebiet vor dem Wind, was erklärt, warum hier kaum Kunststoffabfälle von dem Bereich "am Parkplatz" gefunden wurden.



Abb. 9: Gefundene Kunststoffabfälle auf der Fläche an der Siedlung (landwirtschaftliches Material, Kinderspielzeug und Kunststoffgriff)

Die geringste Anzahl an Kunststoffabfällen wurde im Bereich "gegenüber der Landwirtschaft" gefunden. Dieses Areal liegt an der Grenze zu einem Ackerland, auf dem keine Folie für den Anbau verwendet wird. Hier wurden lediglich 6 Fragmente von Lebensmittelverpackungen sowie zwei Flaschen und Fragmente von einer Silagefolie gefunden.



Abb. 10 Gefundene Kunststoffabfälle im Bereich "gegenüber der Landwirtschaft".

3.3 Gefundene Kunststoffarten

Über die FTIR-Mikroskopie wurden folgende Kunststoffe nachgewiesen: Polyethylen, PE-HD (High-Density-Polyethylen) mit Additiven, PVC (Polyvinylchlorid), PVC mit Additiven, Polyethylen (mehrschichtig), PE-LD (Low-Density-Polyethylen), Polystyrol, Polypropylen und Polyethylen mit Stärke. Die gefundene Silagefolie bestand aus Polyethylen.

Polyethylen (PE) gehört zu den unlöslichen Polymeren und wird häufig zur Herstellung von Folien verwendet. Durch UV-Strahlung, mechanischen Abrieb und Oxidation kann es verwittern, was zu Veränderungen seiner physikalischen und chemischen Eigenschaften führt. Zum einen wird die Oberfläche des Polymers nach der Verwitterung rauer, wodurch der Kunststoff brüchiger wird und somit leichter kleine Fragmente und sogar Mikroplastik und Nanoplastik entstehen. Andererseits erhöht sich nach der Entsorgung und dem Eintrag in die Umwelt die Fähigkeit von verwittertem Kunststoff, organische Stoffe oder Schadstoffe zu absorbieren (LIANG ET AL. 2022).

Auch Kunststoffadditive haben vielfältige, meist negative Auswirkungen auf den Boden, indem sie aus Mikro- und Makroplastik freigesetzt werden oder als Teil von Agrarkunststoffen direkt in das Ökosystem gelangen. Sie beeinflussen die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften des Bodens (FAO 2025). Besonders problematisch können dabei Kunststoffe sein, die vor mehreren Jahrzehnten hergestellt wurden, da diese Additive enthalten können, die mittlerweile beschränkt sind.

4. Schlussfolgerungen:

Der Wissensstand über Vorkommen, Auswirkungen und Verhalten von Kunststoff auf Böden befindet sich derzeit noch im Anfangsstadium. Während die Verunreinigung der Gewässer in den letzten

Jahren erhöhte Aufmerksamkeit erlangte und somit dieser Bereich auch mehr erforscht wurde, ist die Kontamination von terrestrischen Systemen und Böden noch relativ unerforscht. Und das, obwohl laut Schätzungen die Kontamination an Land vier- bis dreiundzwanzigmal größer ist als in den Weltmeeren (HORTON ET AL., 2017).

Andererseits konzentrieren sich die durchgeführten Studien auf die Analyse von Mikroplastik, wodurch die Untersuchung der Kontamination mit Makroplastik etwas in den Hintergrund tritt. Mit unserer Forschung wollen wir einen Beitrag zu diesem Thema leisten. Wir wollten herausfinden, inwieweit man Makroplastik im Boden eines konventionellen Ackers in Lüneburg findet, der nicht mit Kompost gedüngt wird, welches Ausmaß diese Verunreinigung angenommen hat, was ihre Ursache ist und um welche Art von Kunststoffen es sich handelt.

Die Ergebnisse unserer Forschung bestätigen die Problematik des Vorhandenseins von Kunststoff auf landwirtschaftlichen Flächen. Unsere Untersuchung zeigt, dass Silagefolien in der Landwirtschaft zu erheblicher Verunreinigung führen können. Die größte Kontaminationsquelle auf der untersuchten Ackerfläche war eine vor ca. 30 Jahren zurückgelassene Silagefolie für Mais. Nach Information der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO 2021) wird nur ein kleiner Teil der in der Landwirtschaft eingesetzten Kunststoffe gesammelt und recycelt, und dies vor allem in den Industrieländern. Es gibt Hinweise darauf, dass andernorts der Großteil der Kunststoffe verbrannt, vergraben oder deponiert wird. Dies wird in der Regel nicht erfasst.

Nach 30 Jahren wurden große Fragmente gefunden, was bestätigt, dass das Material über viele Jahrzehnte in der Natur verbleibt. Daraus entsteht Mikroplastik, auch unter Beteiligung der Bodenfauna wie Regenwürmer, Bodenmesofauna (Springschwänze oder Milben) und grabende Säugetiere (z. B. Maulwürfe) (RILLING 2012). In unserer Untersuchung stellten wir fest, dass auch Pflanzen über ihre Wurzelspitzen zur Bildung von Mikroplastik beitragen können.

Eine weitere wichtige Quelle der Verunreinigung auf der untersuchten Ackerfläche ist Littering. Besonders betroffen sind die Bereiche in der Nähe von Straßen, Parkplätzen und die Fläche parallel zum Spazierweg. Einmalverpackungen von Lebensmitteln sind hier die Hauptverschmutzer.

Kunststoffe sind als Mulchfolien, Netze, Lagerbehälter und in vielen anderen Anwendungen zu einem unverzichtbaren Bestandteil der landwirtschaftlichen Produktion geworden. Ihre weitverbreitete Verwendung hat jedoch zu einer Anreicherung großer Mengen im Boden geführt. Rationaler Einsatz und Reduzierung, Sammlung, Wiederverwendung und innovatives Recycling sind entscheidende Maßnahmen, um die Kunststoffverschmutzung durch die Landwirtschaft einzudämmen (HOFMANN ET AL. 2023).

Um eine Reduzierung zu erreichen, es ist wichtig, dass Landwirte sich zunächst der Problematik bewusstwerden und sich mit dem Thema beschäftigen. Einfache und pragmatische Lösungen sind gefragt, welche sich in der Praxis umsetzen lassen. Dies erfordert den Austausch neuer Erkenntnisse, zu dem die Wissenschaft einen sehr wichtigen Beitrag leisten kann. Unsere Erfahrungen in diesem Projekt zeigen, dass über neue Ideen der Einsatz von Kunststoffen reduziert werden kann, wenn die Landwirte zu einer Zusammenarbeit bereit sind.

Ackerflächen sind Ökosysteme für Nutztiere und Pflanzen, aber auch für Wildtiere. Sie sind eine langfristige Einnahmequelle, wenn sie unter Beibehaltung des ökologischen Gleichgewichts genutzt werden. Kunststoff ist ein Material, das kurzfristig billig ist, aber im Laufe der Zeit die Erhaltung der Ackerflächen erschwert.

Littering ließe sich durch eine Einschränkung der Massenproduktion von Kunststoffverpackungen sowie über die Umsetzung des Unverpackt-Konzepts reduzieren. Einige Produkte werden unnötig verpackt und andere haben Doppelverpackungen. Darüber hinaus muss ein Umdenken bei Verbraucherinnen und Verbrauchern stattfinden, die leider immer noch (meist aus Bequemlichkeit) ihre Abfälle achtlos in der Natur belassen, statt diese ordnungsgemäß zu entsorgen.

Kunststoffabfälle auf landwirtschaftlichen Flächen lassen sich durch lebende Zäune (Hecken aus Bäumen und Sträuchern) vermeiden. Der Müll lässt sich leicht einsammeln und so wird seine Ausbreitung auf landwirtschaftlich genutzte Gebiete verhindert.

Eine Zusammenarbeit der Landwirte mit den Gemeinden könnte die Situation ebenso verbessern, z. B. durch Mülltonnen und Schilder auf Parkplätzen vor Ackerflächen. Informationstafeln über die negativen Auswirkungen von Kunststoff auf die Bodenfauna und Pflanzen könnten sich positiv auf das Littering auswirken. Menschen, die während eines Spaziergangs essen wollen, könnten sich über ein unverpacktes Produkt freuen. Hundebesitzer können Weide- und Wildtiere sowie Pflanzen schützen, indem sie die Kottüten ordnungsgemäß entsorgen.

Zusammenfassung

Verunreinigung einer Ackerfläche mit Makroplastik in Lüneburg, Niedersachsen

Die Kunststoffverunreinigung von landwirtschaftlichen Gebieten ist national und auch weltweit ein gravierenderes Problem. Trotzdem ist es wenig erforscht. Unsere Studie zielt darauf ab, zur Weiterentwicklung dieses Forschungsgebiets beizutragen. Untersucht wurde eine 16,5 ha große Ackerfläche. Wir wollten herausfinden, inwieweit Makroplastik auf einer konventionellen Ackerfläche in Lüneburg vorkommt, die nicht mit Kompost gedüngt wird, welches Ausmaß die Verunreinigung angenommen hat, wodurch diese verursacht wird und um welche Arten von Kunststoff es sich handelt.

Eine erhebliche Verunreinigung konnte festgestellt werden. Es wurden 6.529 Kunststoffabfälle (Fragmente, Teile von Objekten und Objekte) auf der gesamten Ackerfläche von 16,5 ha gefunden, was 396 Teilen pro Hektar entspricht. Das Gesamtgewicht betrug 2,42 kg und die Gesamtfläche 18,1 m². Die Hauptquelle der Verunreinigung waren Materialien aus der Landwirtschaft und als Nebenquelle Littering. Mit 88,7 % des gefundenen Kunststoffs war eine 30 Jahre alte Abdeckfolie einer Maissilage die Hauptursache für die Kontamination.

Über die FTIR-Mikroskopie wurden folgende Kunststoffe nachgewiesen: Polyethylen, PE-HD (High-Density-Polyethylen) mit Additiven, PVC (Polyvinylchlorid), PVC mit Additiven, Polyethylen (mehrschichtig), PE-LD (Low-Density-Polyethylen), Polystyrol, Polypropylen und Polyethylen mit Stärke. Die gefundene Silagefolie bestand aus Polyethylen.

Summary

Contamination of farmland in Lüneburg, Lower Saxony, with macroplastics

Pollution of agricultural areas with plastic is a serious problem both nationally and globally. Nevertheless, this problem is poorly investigated. Our study aims to contribute to the further development of this field of research. A 16.5-hectare field was examined. We wanted to determine the extent of macroplastics on a conventional farmland in Lüneburg that is not fertilized with compost from households, the extent of the contamination, its causes, and the types of plastics involved.

Significant contamination was found. A total of 6,529 pieces of plastic waste (fragments, parts of objects, and individual items) were found across the entire 16.5-hectare field, corresponding to 396 pieces per hectare. The total weight was 2.42 kg, and the total surface area was 18.1 m². The primary source of contamination was agricultural waste, with littering as a secondary source. A 30-year-old silage cover was the primary source of contamination, accounting for 88.7% of the plastic found.

FTIR microscopy identified the following plastics: polyethylene, high-density polyethylene (HDPE) with additives, PVC (polyvinyl chloride), PVC with additives, multilayer polyethylene, low-density polyethylene (LDPE), polystyrene, polypropylene, and polyethylene with starch. The silage cover itself was made of polyethylene.

Literaturverzeichnis

BLÄSING, Melanie und Wulf AMELUNG, 2018. *Plastics in soil: Analytical methods and possible sources*. Science of The Total Environment, 612, 422-435. Verfügbar unter:

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.086>

CHEN, Liyuan, Lu YU, Yujun LI, Bingjun HAN, Jiaodi ZHANG, SHU TAO und Wenxin LIU, 2022. *Spatial distributions, compositional profiles, potential sources, and influencing factors of microplastics in soils from different agricultural farmlands in China: a national perspective*. Environmental Science & Technology, 56, 16964–16974. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1021/acs.est.2c07621>

DE SOUZA MACHADO, Anderson Abel, Chung Wai LAU, Jennifer TILL, Werner KLOAS, Anika LEHMANN, Roland BECKER und Matthias C RILLIG, 2018. *Impacts of Microplastics on the Soil Biophysical Environment*. Umweltwissenschaften und -technologie, 52 (17), 9656-9665. Verfügbar unter:

<https://doi.org/10.1021/acs.est.8b02212>

DE SOUZA MACHADO, Anderson Abel, Chung WAI LAU, Werner KLOAS, Joana BERGMANN, Julien B BACHELIER, Erik FALTIN, Roland BECKER, Anna S GÖRLICH und Matthias C RILLIG, 2019. *Microplastics can change soil properties and affect plant performance*. Environmental Science & Technology, 53, 6044–6052. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b01339>

FAO (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION), 2021. *Assessment of agricultural plastics and their sustainability. A call for action*. Rome. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.4060/cb7856en>.

FAO (FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION), 2025. *State of research on the Impacts of plastic pollution on soil health and crops*. Rome. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.4060/cd6407en>.

GESAMP (JOINT GROUP OF EXPERTS ON THE SCIENTIFIC ASPECTS OF MARINE ENVIRONMENTAL PROTECTION), 2016. *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of*

a global assessment (Kershaw, P.J., and Rochman, C.M., eds). GESAMP Reports and Studies. 93. Verfügbar unter: <https://www.gesamp.org/publications/microplastics-in-the-marine-environment-part-2>

HOFMANN, THILO, Subhasis GHOSH, Nathalie TUFENKJI, Jan Franklin ADAMOWSKI, Stéphane BAYEN, Qiqing CHEN, Philip DEMOKRITOU, Markus FLURY, Thorsten HÜFFER und Matthias C RILLIG, 2023. *Plastics can be used more sustainably in agriculture*. Communications Earth & Environment, 4, 332. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00982-4>.

HORTON, ALICE A., Alexander WALTON, David J. SPURGEON, Elma LAHIVE und Claus SVENDSEN, 2017. *Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understandings to identify the knowledge gaps and future research priorities*. Science of the Total Environment, 586, 127-141. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190>.

LEIFHEIT, Eva F und Matthias C RILLIG, 2020. *Mikroplastik in landwirtschaftlichen Böden - eine versteckte Gefahr?* Berichte über Landwirtschaft. Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft. 98(1). Verfügbar unter: <https://buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/279>

LI, Cheng, Jiayi CHEN, Jihua WANG, Ping HAN, XunXia LUAN, Xupu MA und Anxiang LU, 2016. *Phthalate esters in soil, plastic film, and vegetable from greenhouse vegetable production bases in Beijing, China: Concentrations, sources, and risk assessment*. Science of the Total Environment, 568, 1037 – 1043. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.077>.

LIANG, YUN, Anika LEHMANN, Gaowen YANG, Eva F LEIFHEIT und Matthias C RILLIG, 2021. *Effects of microplastic fibers on soil aggregation and enzyme activities are organic matter dependent*. Frontiers in Environmental Science, 9, 650155. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.650155>

SHI, LIANG, Yanan HOU, Zanning CHEN, Yuan BU, Xiyang ZHANG, Zhenguo SHEN und Yahua CHEN, 2022. *Impact of polyethylene on soil physicochemical properties and characteristics of sweet potato growth and polyethylene absorption*. Chemosphere, 302, 134734. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134734>

STEFANO, NIKOLAS und Daniel PLEISSNER, 2021. *Quantification and analysis of surface macroplastic contamination on arable areas*. Journal of Soils and Sediments, 22(3), 757-768. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/s11368-021-03114-7>

ORTH, PETER, Jürgen BRUDER und Manfred RINK, 2022. *Kunststoffe im Kreislauf: Vom Recycling zur Rohstoffwende*. Springer Vieweg. Verfügbar unter <https://doi.org/10.1007/978-3-658-37814-1>

RILLIG, Matthias C. 2012. *Microplastic in Terrestrial Ecosystems and the Soil?* Environmental Science and Technology, 46, 6453-6454. Verfügbar unter <https://doi.org/10.1021/es302011r>

SEXLINGER, Katharina, Monika HUMER und Christoph SCHEFFKNECHT, 2019. *Kunststoff im Boden Untersuchungen zu Kunststoffverunreinigungen in Landwirtschaftlichen Böden Vorarlbergs*. Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz. Verfügbar unter: https://www.mikroplastikfrei.at/wp-content/uploads/2020/09/03_Kunststoffe-im-Boden_StudieVBG.pdf

SCHEURER, Michael und Moritz BIGALKE, 2018. *Microplastic in Swiss Floodplain Soils*. Environ. Sci. Technol., 52(6), 3591 – 3598. Scheurer M, Bigalke M. Microplastics in Swiss Floodplain Soils. Environmental Science & Technology, 52(6), 3591-3598. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b06003>

WEBER, Collin J., Alexander SANTOWSKI und Peter CHIFFLARD, 2022. *Investigating the dispersal of macro- and microplastics on agricultural fields 30 years after sewage sludge application*. Scientific Reports, 12, 6401. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1038/s41598-022-10294-w>

YAVOR, Kim Maya, Annekatrin LEHMANN und Matthias FINKBEINER, 2020. *Environmental Impacts of a Pet Dog: An LCA Case Study*. Sustainability, 12(8), 3394. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.3390/su12083394>

ZHANG, Dan, Ee Ling NG, Wanli HU, Hongyuan WANG, Pablo GALAVIZ, Hude YANG, Wentao SUN et al., 2020. *Plastic pollution in croplands threatens long-term food security*. Global Change Biology, 26(6), 3356–3367. <https://doi.org/10.1111/gcb.15043>

Anschrift der Autoren

Dr. Mercedes Corrales

Lehrbeauftragte

Leuphana Universität Lüneburg

Heidestr. 42, 21244 Buchholz

corralescarvajal@yahoo.de

mercedes.corrales_carvajal@leuphana.de

Diplom-Lebensmittelchemiker Oliver Schmidt

Institutsleiter (LAVES) Institut für Bedarfsgegenstände

Am Alten Eisenwerk 2a, 21339 Lüneburg.

Oliver.Schmidt@laves.niedersachsen.de