

An der Bodenoberfläche einer für Obst- und Weinbau genutzten Fläche eingesammelte Kunststofffragmente: links verschiedenartiges Binde- und Heftmaterial, rechts unten Pheromondispenser, rechts oben sonstiges Material, wie Mähfaden, Fragmente von Kisten und Verpackungsrückstände.

# Plastik im Boden

## Ein noch unbekanntes Problem im Obst- und Weinbau?

Raphael Pinheiro Machado Rehm, Sven Grashey-Jansen, Institut für Geographie, Universität Augsburg

Martin Thalheimer, Versuchszentrum Laimburg

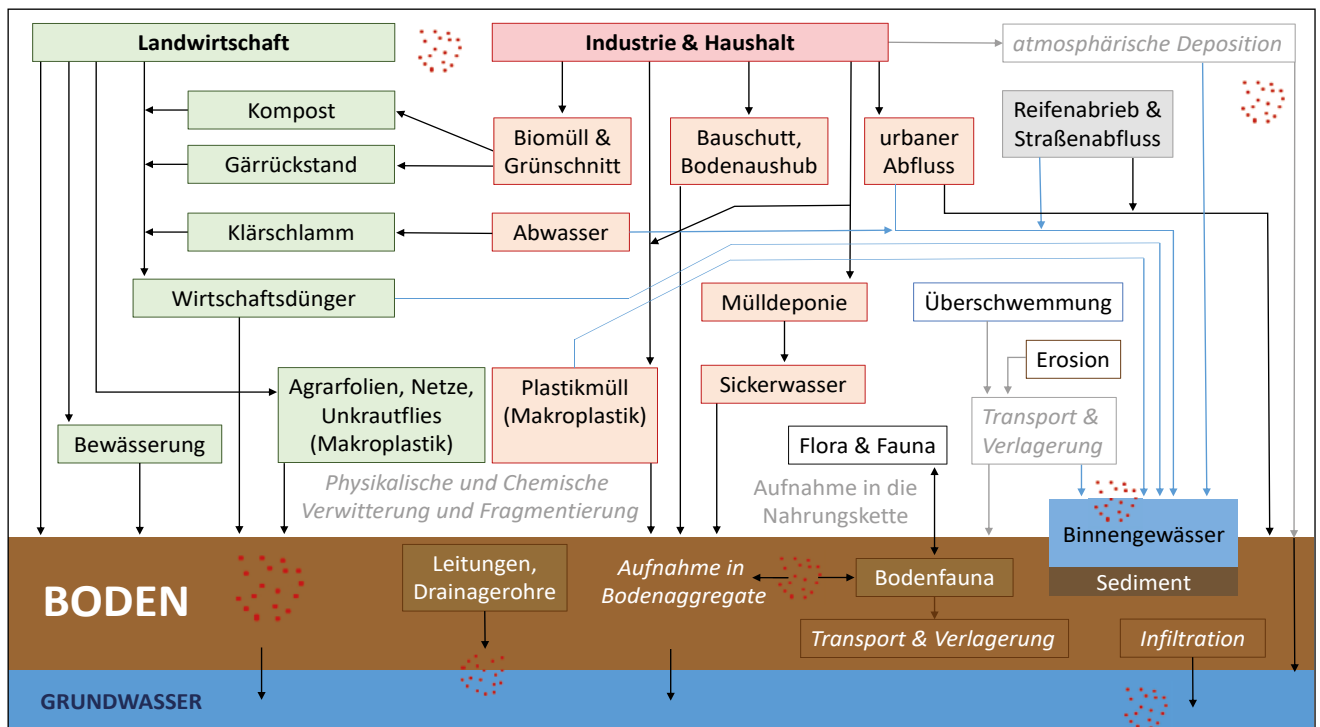
**E**in Alltag ohne Plastik ist heutzutage kaum mehr möglich. Aufgrund ihrer vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten und geringen Kosten sind Kunststoffprodukte Teil des täglichen Lebens – in vielen Fällen aber nur mit einer sehr kurzen Nutzungsdauer. Das führt zu sehr hohen Verbrauchs- und Verlusten im Stoffkreislauf. Weltweit werden etwa 400 Millionen Tonnen Kunststoff pro Jahr produziert. Ein Drittel des anfallenden Plastikmülls soll nach Abschätzungen in die Umwelt gelangen und stellt eine immer stärkere Belastung für die Ökosysteme dar. Besonders problematisch ist der

Eintrag von sogenanntem Mikroplastik, also feste und nicht lösliche Kunststoffpartikel mit einer Größe zwischen 1 µm und 5 mm. Aufgrund der hohen Persistenz von Plastik zersetzt sich dieses nur sehr langsam (Jahrzehnte bis Jahrhunderte) und zerfällt mit der Zeit in immer kleiner werdende Fragmente (sekundäres Mikroplastik). Zusammen mit den gezielt in Form von Fasern, Kügelchen oder Pellets hergestellten Mikropartikeln (primäres Mikroplastik) für Verbraucherprodukte wie z.B. Kosmetik, erfolgt ein extremer Anstieg der Menge von kleinen Plastikpartikeln in der Umwelt. Das ubiquitäre

Vorkommen und die hohe Akkumulation in terrestrischen Lebensräumen wird zunehmend von Forschung, Öffentlichkeit und Regierungsbehörden wahrgenommen. Doch auch wenn das Bewusstsein für mögliche Risiken stark zunimmt, so ist der tatsächliche Einfluss auf die Ökosysteme noch weitgehend unbekannt.

Bereits 1970 wurde erstmals Mikroplastik im offenen Meer nachgewiesen. In den letzten Jahren wurde es auch in anderen Lebensräumen gezielt dokumentiert und untersucht. So konnten die Kunststoffpartikel mittlerweile nicht nur im Meer, sondern auch

Grafik: Potenzielle Quellen und Eintragspfade von Mikroplastik in die terrestrische Umwelt.



in Seen, Flüssen, der Luft und auch im Boden gefunden werden. Die Anreicherung wurde bisher vor allem in Gewässern untersucht, was bereits zu großem Erkenntnisgewinn in Bezug auf Quellen, Verbleib und Auswirkungen beigetragen hat. Die Belastung von Böden ist dagegen noch kaum untersucht und stellt ein großes und bisher noch weitgehend unerforschtes Umweltproblem dar. Denn ausgereifte Untersuchungsmethoden müssen hierfür erst noch entwickelt werden (siehe Infokasten). Das Fehlen von

standardisierten Vorgehensweisen für die Probenahme und Detektion von Mikroplastik, führt zu einer hohen Varianz an Methoden und extrem unterschiedlicher Qualität der Ergebnisse, was eine Vergleichbarkeit von Daten und eine Risikoeinschätzung erschwert.

### Eintragspfade in den Boden

Speziell in den Boden gelangen die kleinen Plastikpartikel einerseits als

sekundäres Mikroplastik, das sich in Form von Bruchstücken vom Makroplastik wie z.B. einer weggeworfenen Plastiktüte oder Plastikflasche löst. Andererseits kann primäres Mikroplastik beispielsweise über den Abwasserpfad eingetragen werden. In Pulverform eingesetztes Plastik in Zahnpasten und Peeling-Cremes sowie gelöste Fasern beim Waschen von synthetischer Kleidung, werden in den Kläranlagen nicht vollständig zurückgehalten und gelangen so in Flüsse, Seen und das Grundwasser (siehe Grafik). Nicht landwirtschaftlich genutzte Böden erhalten Kunststoffeinträge deshalb hauptsächlich durch Hochwasser und Müll, oder durch atmosphärische Einträge. So konnte selbst in unbesiedelten Naturschutzgebieten der Schweizer Alpen in Auenböden bis zu 55 mg Mikroplastik pro kg Boden nachgewiesen werden. Als Quelle werden weggeworfener Müll (Makroplastik) der Touristen und atmosphärische Deposition angenommen.

Bei landwirtschaftlich genutzten Böden können die Quellen für Mikroplastik sehr unterschiedliche sein. Häufig stellt das Aufbringen von organischen Düngern wie Kompost oder Klärschlamm

Möglichkeiten zur Bestimmung bieten optische Spektroskopie-Methoden wie die FTIR-, Raman- und SWIR-Spektroskopie. Die technische Kopplung von optischer Vergrößerung mit den spektroskopischen Methoden erlaubt die Detektion kleinster Mikroplastikpartikel. Die Herausforderung liegt jedoch in der Trennung der Plastikpartikel von der Bodenmatrix, was mit abnehmender Partikelgröße sehr aufwändig und methodisch schwierig wird. Dadurch können, verglichen mit Gewässerproben, auch nur sehr kleine Probemengen bearbeitet werden, was die Nachweisbarkeit erschwert. Thermoanalytische Verfahren liefern Massenbilanzen, benötigen keine Probenaufbereitung und können häufig vorkommende Polymerarten (PE, PP, PS und PET) zuverlässig erfassen. Doch die Quantifizierungsgrenze liegt je nach Kunststoffart und Bodenmatrix bis zu 30 µg pro Gramm (entspricht bei 250 µm Größe ca. 20 Partikeln). Eine Menge, die in den nicht aufkonzentrierten Bodenproben oft nicht erreicht wird.



Bei der Installation von Hagelschutzsystemen und dem Einbinden der Obstbaumstämme mit Schutzhüllen fallen durch den Verschnitt große Mengen von feinmaschigem PVC-Gewebe an. Kleine Fragmente werden nicht eingesammelt und verbleiben auf dem Boden. Das gilt auch für die sehr kurzlebigen Pheromondispenser.

und die Bewässerung mit belastetem Wasser die Hauptquellen für Mikroplastik dar. Sie alle können signifikante Mengen der synthetischen Polymere enthalten. Auch der Einsatz von Folien oder anderen Produktionsmitteln kann als entscheidender Eingangspfad für Plastik auf landwirtschaftlichen Flächen dienen (siehe Grafik).

## Plastikquellen im Obst- und Weinbau

Für den Obst- und Weinbau in Südtirol stellen Bindematerial und Pheromondispenser sicherlich die Haupteintragsquellen für Kunststoffe dar. Im Obstbau werden Pheromondispenser in der Anzahl von jährlich 500-1.000 Stück pro Hektar ausgebracht und in der Regel nicht wieder eingesammelt. Sie enden folglich mit dem Schnittholz im Boden. Auch Bindematerial aus Kunststoff wird im Obst- und Weinbau sehr vielfältig eingesetzt. Dabei kommen häufig Produkte aus PVC zum Einsatz, besonders wenn eine lange Haltbarkeit des Materials erwünscht ist, wie beispielsweise bei Bindschläuchen zum Anbinden von Stämmen am Stützgerüst. Gelegentliche Einträge aus Kunst-

stoff ergeben sich zusätzlich aus anfallendem Verschnitt bei der Erstellung von Bewässerungsanlagen sowie bei Hagelschutzsystemen und dem Anbringen von Obstbaum-Schutzhüllen. Ansonsten kann bei diesen Strukturen davon ausgegangen werden, dass am Ende der Lebensdauer der Struktur der Großteil des Materials wieder aus der Anlage entfernt wird. Die Ausbringung von Kompost, welcher Fremdstoffanteile in Form von Plastik enthalten kann, stellt ebenfalls eine mögliche Eintragsquelle dar. Vermutlich unwesentlich dürfte hingegen der Eintrag von Mikroplastik über die Bewässerung sein, da im Südtiroler Obst- und Weinbau noch weitgehend unbelastete Wasservorkommen zur Verfügung stehen. Mähfäden aus Kunststoff, die bei der mechanischen Unkrautbekämpfung immer häufiger eingesetzt werden, stellen wiederum eine erhebliche Eintragsquelle von Plastikpartikeln in Obst- und Weinbauflächen dar. Durch den Abrieb und den Fadenverschleiß gelangen kleine Bruchstücke fein verteilt auf und in den Boden. Auch Folienmaterial, das als Mulch oder Abdeckung ausgebracht wird, stellt eine direkte Quelle für die Belas-

tung mit Plastik bzw. Mikroplastik dar. Vor allem durch UV-Strahlung der Sonne wird das Kunststoffmaterial brüchig und durch zusätzliche mechanische Belastungen in immer kleinere Bruchstücke zerlegt. Sonstige Eintragspfade wie Müll, Reifenabrieb, atmosphärischer Eintrag oder Straßenabfluss können je nach Umgebung entsprechend hoch oder niedrig ausfallen.

Die beispielhaft auf der Oberfläche von wenigen Hundert Quadratmetern eines kürzlich umgepflügten Bodens, welcher in der Vergangenheit Standort sowohl für Obst- und Weinbau war, eingesammelten Plastikfragmente sind im Bild auf S. 13 ersichtlich. Als vorherrschende Rückstände sind verschiedene Formen von Bindematerial und Pheromondispenser erkennbar. Zudem fanden sich bei bodenkundlichen Untersuchungen auf Obstbauflächen in einer Tiefe bis zu 60 cm zahlreiche Plastikrückstände in Form von Folienresten und Segmenten von alten Bewässerungsschläuchen in den Böden.

## Unbekannte Folgen

Nach ersten Abschätzungen soll die



Die Folienreste und Segmente alter Bewässerungsschläuche im Boden stammen aus der Bewirtschaftung der Anlagen.

terrestrische Verschmutzung mit Mikroplastik die der Meere je nach Umgebung um das vier- bis 23-fache übersteigen. Die Mobilität von Mikroplastik im Boden hängt hauptsächlich von der Partikelgröße und der Textur des Bodens ab.

Durch Prozesse der Bodenbearbeitung (Rigolen, Umpflügen, Anpflanzen von Neuanlagen) oder natürliche Vorgänge (Versickerung von Wasser, Aktivität der Bodentiere) können die Mikroartikel auch in tiefere Bodenschichten verteilt werden. Ob die Böden dabei nur eine langfristige Zwischenstation oder eine permanente Senke für Mikroplastik darstellen, muss erst noch geklärt werden. Es gibt Vermutungen, dass Plastikpartikel bei der natürlichen Bildung von Bodenaggregaten mit aufgenommen werden. Dadurch wären sie vor der UV-Strahlung bzw. den Oxidationsprozessen geschützt und auch eine Zersetzung durch Mikroorganismen könnte nicht stattfinden. Daraus ergibt sich eine sehr lange Verweildauer dieser Partikel im Boden, mit geschätzten Zeiträumen von bis zu mehreren Jahrhunderten.

Unbestritten ist, dass die Anreicherung von Mikroplastik zwangsläufig zu Ver-

änderungen in der chemisch-physikalischen Beschaffenheit der Böden führt, was negative Auswirkungen auf die Bodenfauna haben kann. Ob und inwiefern durch Mikroplastik im Boden Nährstoffe immobilisiert oder Schadstoffe mobilisiert werden, ist noch unklar. Aber erste Studien haben bereits gezeigt, dass Mikroplastik beispielsweise von Regenwürmern aufgenommen wird. Durch die Aufnahme in die Bodenfauna wäre der Weg in die oberirdische Nahrungskette geöffnet. Doch genaue Folgen sind schwer abzuschätzen, weil Plastik bei seinem Zerfall neue physikalische und chemische Eigenschaften gewinnen kann. Auch wenn noch viele Fragen offen sind, so wissen wir heute, dass der Plastikmüll in die Umwelt gelangt und sich nicht nur im Meer, sondern auch in den Böden akkumuliert.

### Ausblick

Diesem globalen Problem kann langfristig nur dadurch begegnet werden, dass weitere Kunststoffeinträge in die Böden so weit wie möglich vermieden werden, bzw. dass vorzugsweise Materialien mit geringerer Beständig-

keit Verwendung finden. Im Falle des Obstbaus kommen beispielsweise seit einigen Jahren vermehrt Aerosoldispenser zum Einsatz, welche neben dem geringeren Arbeitsaufwand zur Ausbringung als weiteren Vorteil die Vermeidung des entsprechenden Kunststoffeintrags in den Boden mit sich bringen.

Beim Bindematerial hingegen stehen für weniger dauerhafte Anwendungen, wie z.B. das Binden von Rebtrieben, kunststofffreie Alternativen zur Verfügung, wie etwa mit Papier ummantelter Draht. Generell ist es jedoch sicherlich notwendig, die in diesem Sektor tätigen Fachkräfte zu informieren und für diese Problematik zu sensibilisieren, um dadurch einen insgesamt bedachteren Umgang mit schwer abbaubaren Kunststoffen in der Landwirtschaft zu erreichen.

Raphael Pinheiro Machado Rehm promoviert über Mikroplastik in Böden. Seine Arbeit wird im Rahmen des BMBF-Projektes „Mikroplastik in Binnengewässern (MIC-BIN)“ gefördert.