

Forschungsprojekt

Mikrokunststoffe in Komposten und Gärprodukten

Die Ergebnisse des Forschungsprojektes ‚Mikrokunststoffe in Komposten und Gärprodukten aus Bioabfallverwertungsanlagen und deren Eintrag in Böden - Erfassen, Bewerten, Vermeiden (MiKoBo)‘ zeigen, dass Qualitätskomposte problemlos als Dünger eingesetzt werden können. Um die Einträge von Mikrokunststoffen in die Umwelt weiter zu reduzieren, sollte - neben vielen andern Eintragungspfaden - die Sortenreinheit der gesammelten Bioabfälle und die Prozess-abläufe in den Anlagen weiter verbessert werden.



Mikrokunststoffen (MKS) in der Umwelt wird eine hohe Aufmerksamkeit in der Öffentlichkeit geschenkt. Hierbei bestehen im Hinblick auf die Belastung und Gefährdung terrestrischer Ökosysteme durch MKS erhebliche Wissenslücken. Auch Komposte und Gärprodukte aus Bioabfallbehandlungsanlagen werden als mögliche Quelle für MKS in Böden genannt. Ziel des MikoBo-Projektes war daher die Bestimmung und Quantifizierung von MKS in Komposten und Gärprodukten sowie die Bewertung der potenziellen ökologischen Auswirkungen von MKS auf Bodenlebewesen und -funktionen. Der Projektbericht ist auf der [Internetseite](#) der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg veröffentlicht. Das Projekt umfasste drei Themenfelder:

1. Methodenentwicklung, Probenverarbeitung, Analytik, Prüf- und Referenzmaterialien
2. Kompostierungs- und Vergärungsprozesse
3. Auswirkungen auf Bodenorganismen und-funktionen.

Ergebnisse

Die entwickelte Methode zum Nachweis von MKS-Partikeln in komplexen Umweltmatrizes beinhaltet eine Kombination aus Dichtentrennung, enzymatisch-oxidativer Verdauung zur Verringerung der organischen Reste in der Kunststofffraktion und spektroskopischer Untersuchung. Zur Erfassung und Bewertung des Verhaltens von MKS in der Umwelt, in den Kompostierungs- und Fermentationsversuchen sowie den Ökotoxizitätsuntersuchungen wurden definierte Kunststoffe (Polyethylen (PE) und biologisch abbaubare Kunststoffe (BAK) hergestellt und eingesetzt.

Es wurden 14 Komposte und Gärprodukte aus Bioabfallbehandlungsanlagen in Baden-Württemberg auf MKS > 1 mm untersucht. Alle untersuchten Chargen hielten die BGK-Qualitätsanforderungen ein. In Grün- und Biogutkomposten war eine sehr geringe Anzahl an Partikeln > 1mm enthalten. Komposte aus kombinierten Anlagen (Vergärung und Kompostierung) dagegen enthielten eine vergleichsweise höhere Anzahl an Partikeln > 1 mm, anlagenabhängig mit relevanten Gehalten an BAK. Flüssige Gärprodukte aus den Kombianlagen enthielten keine MKS > 1 mm, jedoch eine relativ hohe Anzahl an Partikeln < 1 mm, davon waren ca. die Hälfte BAK-Partikel. Komposte aus den Anlagen konnten im Rahmen des Projektes nicht auf die Fraktion < 1 mm untersucht werden.

In den Versuchen mit den zugegebenen Referenzmaterialien im Labormaßstab zeigte sich, dass besonders bei den BAK in Verbindung mit der Bewegung der Substrate in den Reaktoren eine

Fragmentierung durch den biologischen Prozess stattgefunden hat (s. Bild 1).

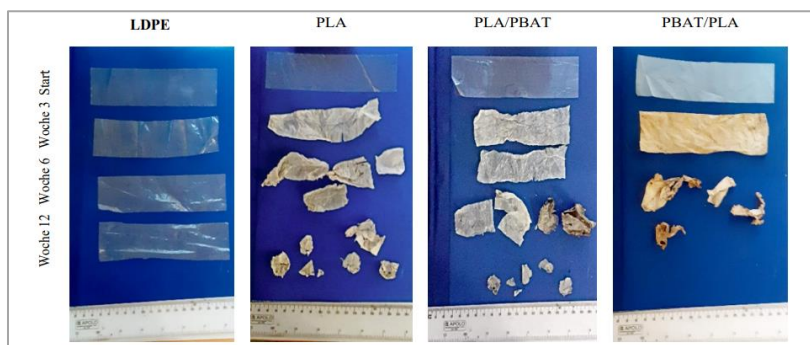


Abbildung 1: Referenzmaterial in Abhängigkeit von der Rottezeit.

Während bei den mesophil-statischen Anaerobversuchen eine geringe Anzahl an Partikeln gemessen wurde (BAK), lag bei den thermophil-dynamischen Anaerobversuchen die Anzahl in dieser Fraktion weitaus höher. Hierbei wurden neben BAK auch PE-Partikel gefunden.

Beim Feldversuch wurde eine Hintergrundbelastung an MKS $< 0,5$ mm in landwirtschaftlich genutzten Böden von etwa 300 Partikeln/kg Boden ermittelt (s. Bild 2). Für den Feldversuch wurden 20 kg MKS/ha entsprechend ca. 1,6 Mrd. Partikel $< 0,5$ mm zugegeben. Bei den Versuchen konnten keine Auswirkungen auf die untersuchten Bodenfunktionen und Ernteerträge festgestellt werden. Parzellen, auf denen Kompost und Gärprodukte ausgebracht wurden, wiesen erhöhte Enzym- bzw. Bodenaktivitäten auf. Ein Laborexperiment zeigte keinen bis geringen Abbau von BAK-Partikeln innerhalb von 230 Tagen im Boden. Bei den biologisch vorbehandelten (fermentierten) MKS wurden nach 202 Tagen BAK zu 26 % abgebaut. Herkömmliche Kunststoffe wurden nicht abgebaut.

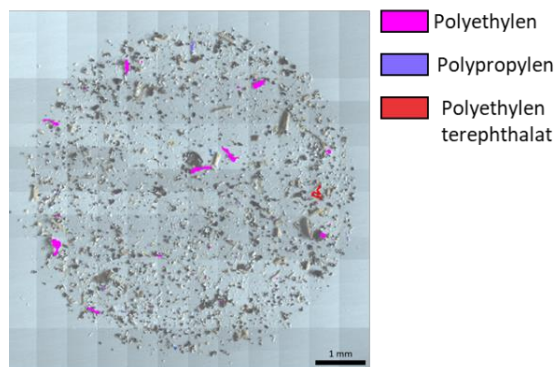


Abbildung 2: Plastikpartikel < 1 mm (markiert)

Ökotoxikologische Laboruntersuchungen betrachteten das Verhalten von Bodenlebewesen bei verschiedenen MKS-Gehalten. Nematoden zeigten die Aufnahme von MKS in den Verdauungstrakt und eine Reduktion der Reproduktionsrate bei hohen MKS-Gehalten. Bei Springschwänzen war die Nachkommenzahl bei hohen MKS-Gehalten verringert; hierbei zeigte PE eine höhere Wirkung als BAK. Regenwürmer haben fermentierte Kunststoff-Fragmente wie ihre natürliche Nahrung in den Boden eingezo-gen.

Schlussfolgerungen

Es wurde eine Methodik entwickelt, die eine Partikelanalyse an komplexen Matrices wie Komposten und Gärprodukten bis hin zu einer Korngröße von $10 \mu\text{m}$ ermöglicht.

Kunststoffe werden im Rahmen der mechanischen und biologischen Prozesse in Bioabfallbehandlungsanlagen teilweise fragmentiert. Dies betrifft besonders die BAK, aber auch herkömmliche Kunststoffe. Besonders bei flüssigen Gärprodukten aus kombinierten Anlagen besteht weiterer Untersuchungsbedarf hinsichtlich der Fraktion $< 0,5$ mm.

MKS können potenziell relevante Akteure des Bodennahrungsnetzes beeinträchtigen. Hierbei ist hinsichtlich der Toxizität die Konzentration entscheidend. Auch hier besteht weiterer Forschungsbedarf besonders hinsichtlich der Korngrößenverteilung und Vorbehandlung der Kunststoffe.

Im Feldversuch, in dem MKS entsprechend einer Akkumulation von 7 bis 20 Jahren Kompostgabe zugesetzt wurden, konnten keine Auswirkungen auf die Aktivitäten am Kohlenstoffumsatz beteiligter Enzyme ebenso wenig wie auf den mikrobiellen Kohlenstoff sowie die Bodenfunktion insgesamt festgestellt werden. Auch wurden die Ernteerträge durch die MKS nicht beeinträchtigt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen an Kompostierungsanlagen zeigen, dass Qualitätskomposte problemlos als Dünger eingesetzt werden können. Auch bei kombinierten Bioabfallvergärungs- und Kompostierungsanlagen, bei denen eine vergleichsweise höhere Partikelzahl an MKS festgestellt wurde, ist, vor dem Hintergrund der Substitution von Mineraldüngern und der Hintergrundbelastung der Böden, der Nutzen überwiegend. Darüber hinaus werden durch Biogasanlagen fossile Energieträger substituiert.

Es ist hervorzuheben, dass der Einsatz von Komposten und Gärprodukten zum Klima- und Ressourcenschutz beiträgt. Diese leisten durch ihre Düngewirkung, Humusversorgung und Wasserhaltekapazität einen wichtigen Beitrag zur Fruchtbarkeit der Böden und zum Bodenschutz. Der Kunststoffeintrag durch Komposte und Gärprodukte in landwirtschaftliche Böden ist nur ein Eintragspfad von vielen. Es müssen für eine Gesamtbewertung auch andere Eintragspfade wie z. B. atmosphärische Deposition, Littering, landwirtschaftliche Mulchfolien, Hüllpolymere von Düngemitteln oder Abrieb von Beschichtungen landwirtschaftlicher Maschinen berücksichtigt werden.

Unbestritten ist es, aus Vorsorgegründen die Akkumulation von Kunststoffen in Böden so gering wie möglich zu halten. Daher sollte die Freisetzung von Kunststoffpartikeln bei der Applikation von Komposten und Gärprodukten so weit wie möglich vermieden werden, um mögliche negative Auswirkungen auf terrestrische Ökosysteme auszuschließen. Es sollte daher durch hohe Sortenreinheit bei der Sammlung der Eintrag von nicht vollständig abbaubaren Kunststoffen in die Bioabfallbehandlung minimiert werden und im Anlagenprozess durch organisatorische und technische Maßnahmen auf eine Minimierung der Kunststoffe in den erzeugten Produkten hingewirkt werden.

Projektförderung und Projektkonsortium

Das Projekt wurde vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft des Landes Baden-Württemberg im Rahmen des Programms Lebensgrundlage Umwelt und ihre Sicherung gefördert. Das Projektkonsortium bestand aus: Fraunhofer Institut für Chemische Technologie (Projektkoordination); Universität Bayreuth: Lehrstuhl für Bioprozesstechnik, Lehrstuhl für Tierökologie I; Universität Hohenheim: Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Universität Stuttgart: Institut für Biomaterialien und biomolekulare Systeme, Institut für Kunststofftechnik, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft. (Prof. Martin Kranert a. D.)