# Mikroplastik im Grünland – Auswirkungen auf Etablierung von Grünlandarten

H. Cornelsen, N. Wrage-Mönnig
Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Lehrstuhl für Grünland und Futterbauwissenschaften, Justus-von-Liebig-Weg 6, 18059 Rostock
Hanna.cornelsen@uni-rostock.de

## Einleitung und Problemstellung

Mikroplastik (MP) ist auch in landwirtschaftlich genutzten Böden zunehmend als neuer Kontaminant erkannt worden (Rong et al. 2023). Diese Partikel sind chemisch inert und sehr heterogen strukturiert. Ihr Durchmesser liegt bei kleiner gleich 5 mm. Die Eintragspfade dieser Partikel in terrestrische Ökosysteme sind vielfältig: Direkte Einträge sind möglich über die Verwendung von Mulchfolien oder die Klärschlammdüngung (Keller et al. 2020), allerdings können die Partikel auch über Niederschlag oder atmosphärische Deposition in Böden verlagert werden (Brahney et al., 2020). Die Schätzungen über reale MP-Konzentrationen sind regional sehr unterschiedlich und liegen entsprechend weit auseinander. Es wurden bereits vielfältige, MP-induzierte Veränderungen bodenchemischer sowie -physikalischer Parameter wie beispielsweise der Bodenporosität, des pH-Wertes, der Aggregatzusammensetzung, des Boden-Wasser-Haushalts und der generellen Bodenstabilität beobachtet (Rillig & Lehmann 2020). MP kann darüber hinaus negativ wirken auf die Vitalität und das Reproduktionsvermögen der Bodenfauna (Kim & An 2019). Solche tiefgreifenden Veränderungen innerhalb der Bodenstruktur haben auch Auswirkungen auf die unmittelbare Wachstumsumgebung von Pflanzen. Das Wissen über die Konsequenzen von MP im Boden für Wachstum und die Etablierung landwirtschaftlicher Nutzpflanzen steht zwar noch am Anfang, doch sind die bisher quantifizierten Effekte auf ober- und unterirdische pflanzliche Biomasse vielfältig. Neben einer Vielzahl negativer Effekte wie einer Reduktion der Keimungsrate, des Auflaufverhaltens sowie der Blattmasse (Esterhuizen et al. 2022) liegen auch Berichte über positive Effekte auf Keimung und Wurzelmasse vor (Lian et al. 2020). Grundlegend hängt die Ausprägung dieser Effekte dabei stark von Größe, Konzentration, Alter, Form, Gestalt und Zusammensetzung des MPs ab. So können auch zweckbezogene Additive, die im Laufe der Zeit aus dem Material ausgetragen werden, eine grundlegend andere Wirkung haben, als MP an sich (Lehmann et al. 2021). Die bisher beobachteten Veränderungen lassen vermuten, dass MP auch Einfluss nehmen kann auf die Wasserverfügbarkeit der Pflanzen, dessen Konsequenzen sich je nach Wachstumsstadium unterschiedlich ausprägen kann. Durch physikalische Blockade der Wurzelhaare und einem somit geänderten Wasseraufnahmevolumen könnte MP sich negativ auf den Wasserhaushalt der Pflanze auswirken und auch in Symptomen von Trockenstress resultieren. Die Hypothese der durchgeführten Untersuchungen zielt daher darauf ab, mithilfe der verwendeten Methoden einen möglichen durch MP ausgelösten Trockenstress von Weidelgräsern identifizieren zu können und somit den Kenntnisstand über die Auswirkungen von MP insbesondere auf juvenile Wachstumsstadien von Grünlandarten zu mehren.

## Material und Methoden

Arten und Formen von MP können eine jeweils andere Wirkung auf pflanzliches Wachstum erzeugen. PVC gehört mit einer Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten zu den weitweit am häufigsten eingesetzten Polymeren und fand daher sowohl in Reinform als primäres MP als auch in Form von recyceltem Material Verwendung in den Versuchen. Die hier dargestellten Teil-Ergebnisse entstammen einem Gefäßversuch im Freiland, der auf dem Versuchsgelände der Universität Rostock durchgeführt wurde. Deutsches Weidelgras (*Lolium perenne,* Sorte „Trivos“, DSV, Lippstadt, Deutschland) wurde als Modellpflanze verwendet. Da sich in Vorversuchen ein signifikanter Einfluss insbesondere des Polymers Polyvinylchlorid (PVC) gezeigt hatte, wurden für diese Versuchsreihe drei verschiedene Größenordnungen dieses Materials verwendet: micro_a; micro_b und macro (Details siehe Tab. 1). Im randomisierten Blockdesign (n=8) wurden die MP-Partikel mit einer Konzentration von jeweils 1 % mit 3000 g regionalem Oberboden in Mitscherlichgefäßen gemischt. Die Aussaatstärke betrug ca. 250 Samen pro Gefäß. Eine NPK-Düngung wurde als zusätzlicher Faktor in das Versuchsdesign aufgenommen (n=8).
Über eine Vegetationsperiode von 65 Tagen wurden verschiedene Parameter wie Auflaufgeschwindigkeit, Boden pH-Wert, Auflaufraten von Unkräutern, Chlorophyllgehalt und Temperatur der Blattoberflächen mittels Infrarotmessungen erfasst. Nach der Ernte wurden die

Pflanzenteile nach ober- und unterirdischer Biomasse getrennt auf Frischmasse, Trockenmasse, verschiedene Wurzelparameter sowie im Isotopenverhältnis-Massenspektrometer (IRMS) auf δ13C-Signaturen der Blattmasse untersucht.

Tab. 1: Versuchsdesign Mikroplastikversuch im Freiland (Polymergröße, Aufwandmenge, Anzahl n). Versuchspolymer war *Polyvinylchlorid* (PVC), Versuchspflanze *Lolium perenne*.

| Bezeichnung | Größe in mm | PVC-Art | n | Aufwandmenge in g |
|---|---|---|---|---|
| Kontrolle | / | / | 16 | / |
| micro_a | < 0,25 | Pulver | 16 | 30 |
| micro_b | 4-8 | Pellets | 16 | 30 |
| macro | > 8 | Mahlgut | 16 | 30 |

**Ergebnisse und Diskussion**

In dem hier vorgestellten Teil des Versuchs konnte kein klarer Trend in dem Einfluss verschieden großer MP-Partikel auf das Wachstum von Lolium perenne festgestellt werden. Für die verschiedenen Auswertungsparameter zeigten sich unterschiedliche Trends. Die Blatttemperaturen (hier nicht dargestellt) beispielsweise zeigten sich als vielversprechender Ansatz, um eine potenziell geänderte Stomata Regulierung und damit einen Hinweis auf einen veränderten Wasserhaushalt innerhalb der Pflanze feststellen zu können. Hier zeigten vor allem die kleineren Größenbereiche von MP Auffälligkeiten, die jedoch nicht in signifikant höheren Blatttemperaturen zu messen waren. Diese Messung ist im Freiland sehr störanfällig und hochgradig von nicht beeinflussbaren äußeren Parametern wie Wind und rapiden Temperaturwechseln abhängig. Diese Auswertungsart soll daher insbesondere unter kontrollierten Laborbedingungen erneut geprüft werden. Bezogen auf die Wurzellänge unterschieden sich die Varianten ebenfalls nicht signifikant voneinander. Die höchsten Werte bei den Gesamtwurzellängen wurden bei der Variante „micro_b“ erzielt (siehe Abb. 1), welches die Partikelgrößen 4-8 mm beschreibt. Die geringste Wurzellänge wurde bei der Gruppe der größeren PVC-Partikel (> 8) beobachtet. Dieser Effekt war nicht signifikant. Diese Beobachtung steht im Kontrast zu vorausgegangenen Versuchen, in denen die Auswirkungen von MP größer waren, je kleiner die verwendeten Polymere waren. Dass die Pflanzen ein generell durch MP verändertes Wurzelwachstum zeigen, konnte in diesem Versuch nicht bestätigt werden. Die Hypothese, durch MP indirekt induzierten Trockenstress in diesem Freilandversuch nachzuweisen, konnte somit ebenfalls nicht bestätigt werden.

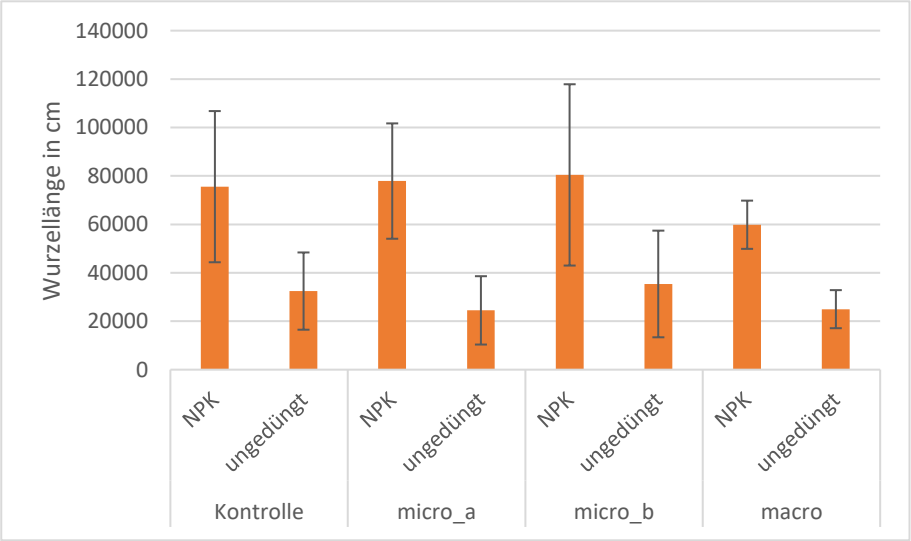


Abb. 1: Gesamtwurzellänge von Weidelgras (*Lolium perenne*) in cm, gezeigt für die verschiedenen Behandlungen mit Mikroplastik (Kontrolle, micro_a, micro_b, macro) sowie die zwei unterschiedlichen Düngevarianten (NPK; ungedüngt). Dargestellt sind Mittelwerte sowie Standardabweichungen.

## Schlussfolgerung

Insbesondere in kontrollierten Laborversuchen ließ sich in der Vergangenheit zeigen, dass MP negative Auswirkungen auf das Wachstum von Gräsern haben kann. Im Speziellen trifft der Einfluss dieses Stressors dabei die juvenilen Wachstumsstadien initiale Keimung und Jugendentwicklung. Trockenstress als ein Resultat von Mikroplastik im Boden konnte unter den hier getesteten Bedingungen jedoch nicht festgestellt werden. Dabei sind die konkreten Auswirkungen von MP wie gezeigt insbesondere unter Freilandbedingungen schwer quantifizierbar. Schätzungen darüber, welche realen Mikroplastik-Konzentrationen in den verschiedenen Böden überhaupt vorliegen, sind bislang nur rudimentär vorhanden. Allerdings ist in Anbetracht einer kontinuierlich steigenden Nachfrage nach Polymerprodukten in den nächsten Dekaden mit einer Zunahme der globalen Mikroplastik-Kontamination zu rechnen. Auch wenn eine Vielzahl politischer und gesellschaftlicher Anstrengungen um eine Eindämmung von Kunststoffabfällen in der Umwelt bemüht ist. Es bleibt daher essenziell, weiterhin an detaillierten Versuchsergebnissen zu arbeiten, die Aufschluss darüber geben können, wie genau dieser Kontaminant das pflanzliche Wachstum beeinflussen kann und ob diesem Prozess eventuell kompensatorische Mechanismen zu Grunde liegen können. Insbesondere die isotopischen Analysen des Pflanzenmaterials sind hierbei ein Ansatz, mit dem wir weiter daran arbeiten, Kenntnisse über die Zusammenhänge von Mikroplastik und dem Wassermanagement von Wirtschaftsgräsern zu mehren.

## Literatur


Brahney, J., Hallerud, M., Heim, E., Hahnenberger, M., & Sukumaran, S. (2020): Plastic rain in protected areas of the United States. Science (New York, N.Y.), 368(6496), 1257–1260. https://doi.org/10.1126/science.aaz5819.

Esterhuizen, M., Vikfors, S., Penttinen, O.-P., Kim, Y. J., & Pflugmacher, S. (2022): Lolium multiflorum germination and growth affected by virgin, naturally, and artificially aged high-density polyethylene microplastic and leachates. Frontiers in Environmental Science, 10, Article 964230. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.964230.

Keller, A. S., Jimenez-Martinez, J., & Mitrano, D. M. (2020): Transport of Nano- and Microplastic through Unsaturated Porous Media from Sewage Sludge Application. Environmental Science & Technology, 54(2), 911–920. https://doi.org/10.1021/acs.est.9b06483.

Kim, S. W., & An, Y.-J. (2019): Soil microplastics inhibit the movement of springtail species. Environment International, 126, 699–706. https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.02.067.

Lehmann, A [Anika], Leifheit, E. F., Gerdawischke, M., & Rillig, M. C. (2021): Microplastics have shape- and polymer-dependent effects on soil aggregation and organic matter loss – an experimental and meta-analytical approach. Microplastics and Nanoplastics, 1(1). https://doi.org/10.1186/s43591-021-00007-x.

Lian, J., Wu, J., Xiong, H., Zeb, A., Yang, T., Su, X., Su, L., & Liu, W. (2020): Impact of polystyrene nanoplastics (PSNPs) on seed germination and seedling growth of wheat (Triticum aestivum L.). Journal of Hazardous Materials, 385, 121620. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121620.

Rillig, M. C., & Lehmann, A [A.] (2020): Microplastic in terrestrial ecosystems. Science (New York, N.Y.), 368(6498), 1430–1431. https://doi.org/10.1126/science.abb5979.

Rong, L., Wang, Y., Meidl, P., Wang, L., & Sun, H. (2023): Microplastics affect soybean rhizosphere microbial composition and function during vegetative and reproductive stages. Ecotoxicology and Environmental Safety, 252, 114577. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.114577.