



Research Institute of Organic Agriculture FiBL
info.suisse@fibl.org | www.fibl.org



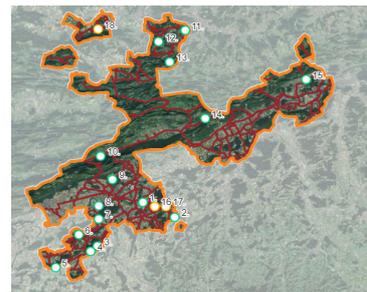
Einfluss des Reifenabriebs auf das Wachstum der Kulturpflanzen und die Qualität des Bodens entlang von Strassen

Dominika Kundel, Andreas Fliessbach, Andrea Wiget, Bernhard Stehle (FiBL); Gaby von Rohr (Amt für Umwelt, Solothurn); Alexandra Foetisch, Adrian Grunder (Universität Bern); Moritz Bigalke (TU Darmstadt)

Jahrestagung des VCS Thurgau 12. März 2025

Inhalt

- Plastik: Nutzen und Problem
- Reifenabrieb in Böden entlang von Landstrassen im Kanton Solothurn
- Auswirkungen von Reifenabrieb auf Pflanzen und Boden



0% 0.5% 1% 3%



Plastik

- Plastik: Umgangssprachliche Bezeichnung für **Kunststoffe**
- Kunststoffe sind synthetisch hergestellte Feststoffe aus **Polymeren** und **Additiven** (rund 10'000 versch. Chemikalien, allein 720 davon in landwirtschaftlich genutztem Plastik)
- Einteilung nach **mechanisch-thermischem Verhalten in 3 Gruppen**

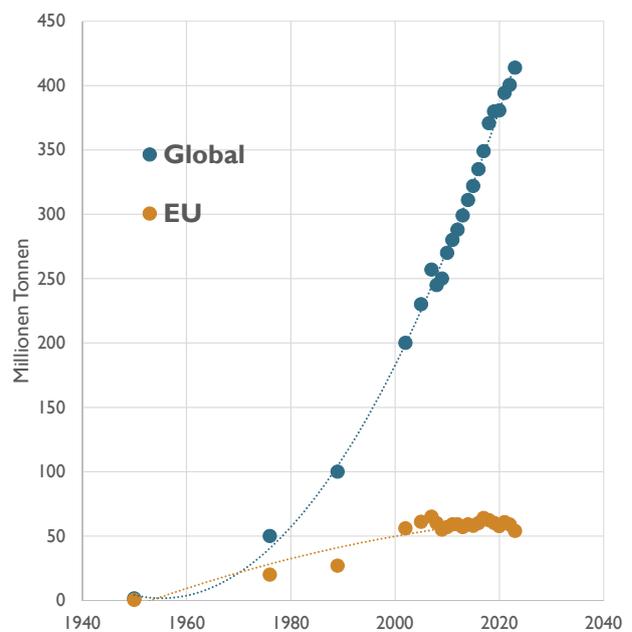
Thermoplaste	Elastomere	Duroplaste
		
lange lineare Moleküle unter Einwirkung von Wärme verformbar Verpackungen, Folien, Rohre Polyethylen (PE), Polypropylen (PP), Polystyrol (PS)	weitmaschig vernetzte Polymere hohe Dehnbarkeit und Elastizität Reifen, Schläuche, Dichtungen Naturkautschuk, synthetischer Kautschuk	Engmaschig vernetzte Polymeren Nach Härtung nicht mehr formbar Verbundwerkstoffe, elektrische Bauteile, Sanitärartikel, Trabant Epoxidharze, Phenolharze, Polyesterharze

FiBL

Quelle: Bonten, Kunststofftechnik, Hanser, 2020 3

Plastikproduktion

- In der Schweiz werden jährlich etwa 1 Million Tonnen Plastik eingesetzt
- Entsorgung von 780'000 Tonnen jährlich – 120kg pro Person
- Langlebigkeit – Wegwerfprodukte
- Wo bleibt der Rest?



Quelle: Statista.com

4

FiBL

Plastik in der Umwelt

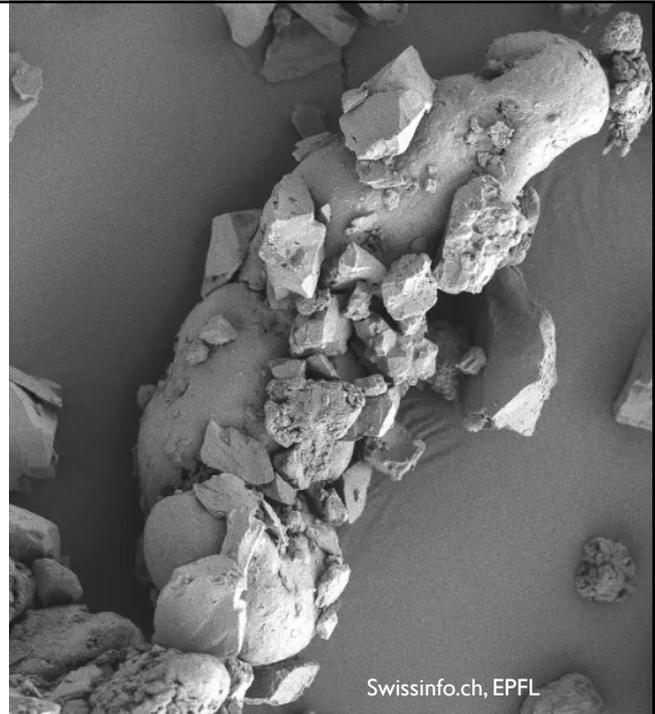
Bisher Fokus auf Recycling von Verpackungen und Abfall

Landwirtschaft benutzt gezielt Mulchfolien, Netze und viele andere Produkte aus Plastik

Mikroplastik aus Reifen macht 30-40% der Verschmutzung der Umwelt mit Plastik aus.

Jeder Reifen verliert ca 4 kg über seine Nutzungszeit

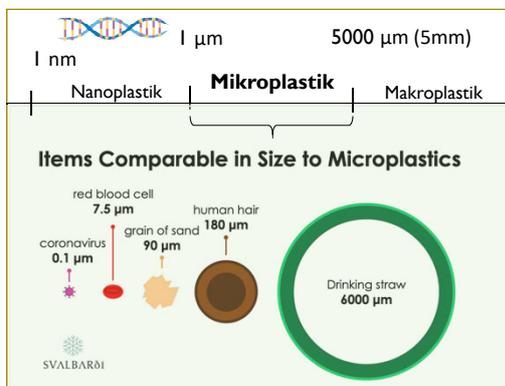
FiBL



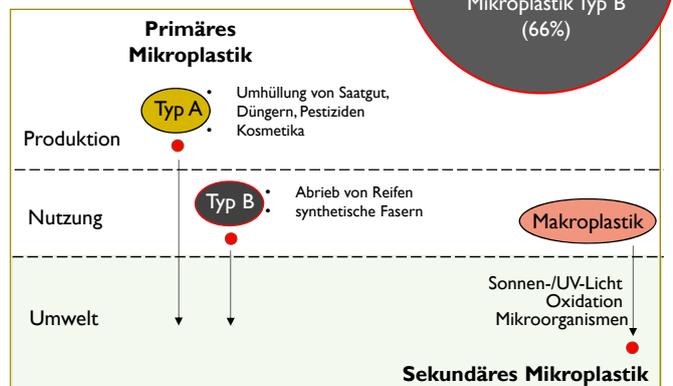
Swissinfo.ch, EPFL

(Mikro-)Plastik

- Mikroplastik: meint meist Kunststoffpartikel zwischen 1 µm und 5mm
- Primäres (Typ A und B) vs. sekundäres Mikroplastik



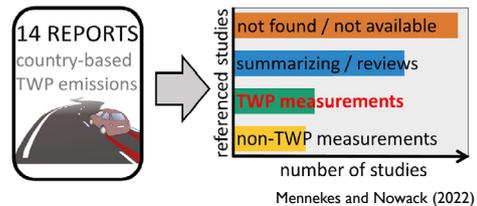
<https://svalbardi.com/blogs/water/microplastics>



Quelle: Fraunhofer UMSICHT <https://www.asg-goe.de/pdf/LR0219-Schwerpunkt-Plastik.pdf>

Reifenabrieb: Verbreitungswege und Umweltbelastungen

- In DE und CH: ~1kg Reifenabrieb pro Person und Jahr
- Kaum direkte Messungen, aber:
 - Review Artikel
 - Daten über Verkauf und Recycling
 - Indirekte Methoden: Messung von e.g. Zink



- Standardmethoden, die in möglichst jedem Labor durchführbar sind fehlen
- **Weitere Messungen der Bodenbelastung dringend nötig für eine umfassende Risikoanalyse**

FiBL

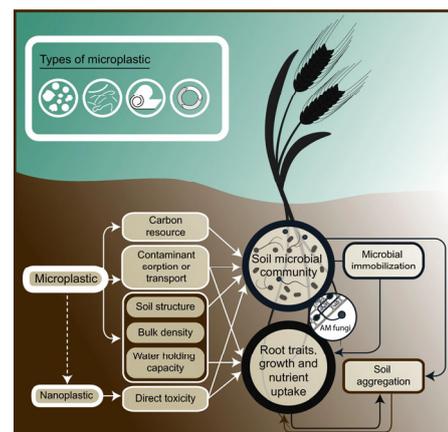
Menekes, D., & Nowack, B. (2022). Tire wear particle emissions: Measurement data where are you? *Science of The Total Environment*, 830, 154655.

7

Auswirkungen von Mikroplastik auf Pflanzen

Hypothetische Auswirkungen auf Pflanzen durch:

- Veränderung der physikalischen Bodeneigenschaften
- Nährstoff-Immobilisierung
- Transport oder Adsorption von Schadstoffen
- Veränderungen der mikrobiellen Gemeinschaft im Boden und der Wurzelsymbionten
- Direkte Toxizität, e.g. durch Additive
- **Kaum publizierte Studien über die Auswirkungen von Reifenabrieb auf das Bodensystem!**



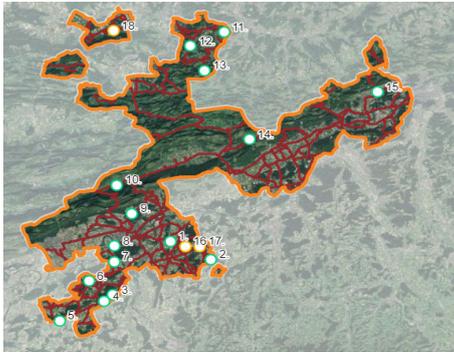
Rillig et al. 2019: **Microplastic effects on plants**
<https://doi.org/10.1111/nph.15794>

FiBL

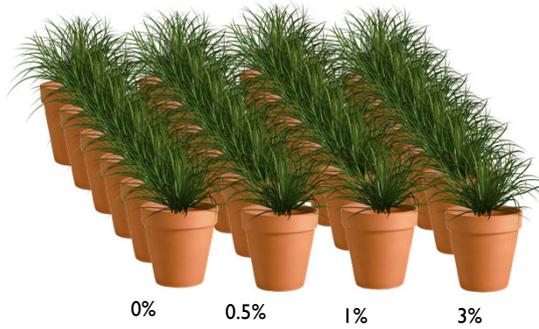
10

Eintrag und Auswirkung von Reifenabrieb in Böden

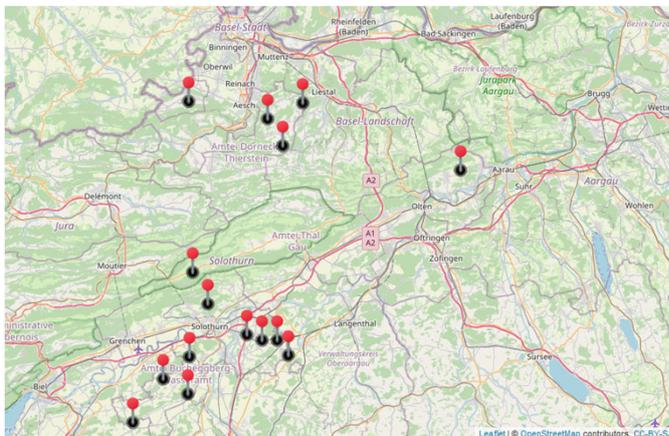
Messkampagne in Solothurn



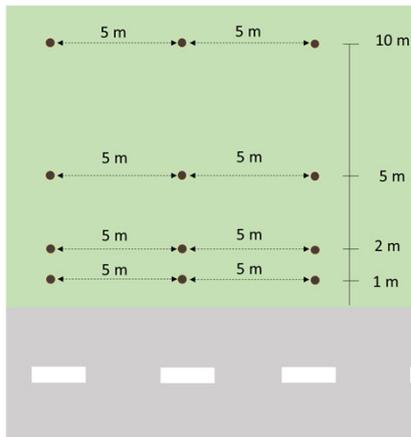
Wachstumsexperiment mit Reifenpartikeln



Reifenabrieb in Böden entlang von Landstrassen: Standorte



Reifenabrieb in Böden entlang von Landstrassen: Beprobungsschema



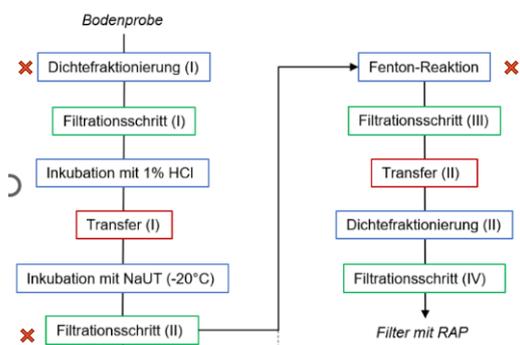
- Beprobung in Abstand von 1, 2, 5, 10m zum Strassenrand
- Je Distanz 3 Proben aus 0-10 cm Tiefe → 1 Mischprobe/Distanz
- 4 Distanzen x 15 Orten = 60 Proben

FiBL

13

Extraktion von Reifenabrieb aus Boden

- Methodik und Durchführung: Adrian Grunder, Alexandra Foetisch & Andrea Wiget basierend auf Scheurer und Bigalke (2018) und Olsen et al. (2020)
- Besonderheit: kostengünstige und leicht zugängliche Methode



Quantifizierung von Reifenabrieb im Boden

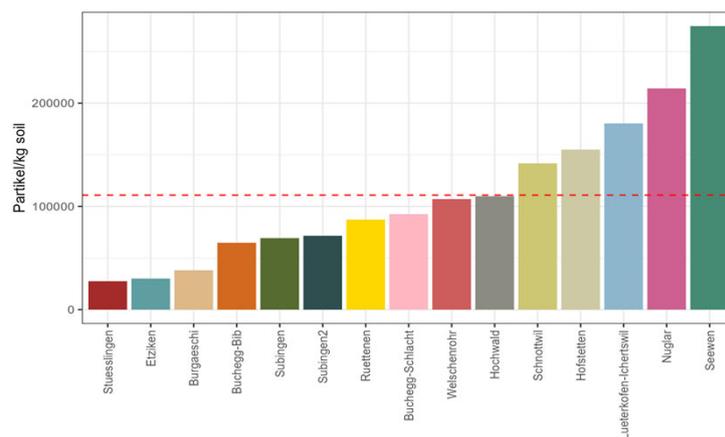


- Leica Stereomikroskop M205C mit Kuppelbeleuchtung zur Quantifizierung der Partikel
- GRYPHAX® SUBRA Kamera für das Fotografieren der Filter
- Pro Filter mit $d=20\text{mm}$: ~150 Aufnahmen
- Homemade Scan-Vorrichtung (rechts) bewegte den Filter von Aufnahmen zu Aufnahme: Danke an Joris Mohler (Zivi am FiBL)
- Identifikation und Quantifizierung der Partikel mittels KI

FiBL

15

Standortunterschiede



Anzahl extrahierter RA-Partikel an den 15 untersuchten Standorten, dargestellt als Mittelwert aus den 4 untersuchten Distanzen (1 m, 2 m, 5 m, 10 m). Die rote Linie zeigt die mittlere Anzahl Partikel über alle Standorte an.

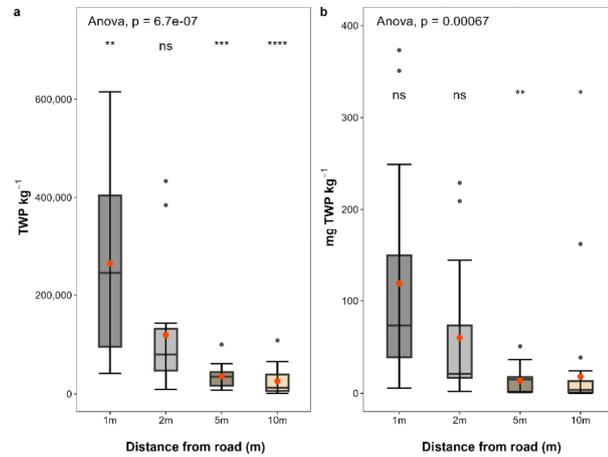
FiBL

Kundel, D., Wiget, A., Fiessbach, A., Bigalke, M., Weber, C.J., 2025. Tracks of travel: unveiling tire particle concentrations in Swiss cantonal road soils. *Microplastics and Nanoplastics* 5, 6.

16

Distanz von der Strasse

- Die Partikelzahl variierte sehr stark
- Höchste Partikelanzahl in der Nähe der Strasse bei 1m Distanz
- In 10m Entfernung ist immer noch eine erhöhte Partikelanzahl zu finden
- Anzahl der Reifenabrieb Partikel: 1'190 bis 615'000 pro kg Boden
- Die aus der Partikelzahl berechnete Masse betrug 0.02 bis 372 mg pro kg Boden



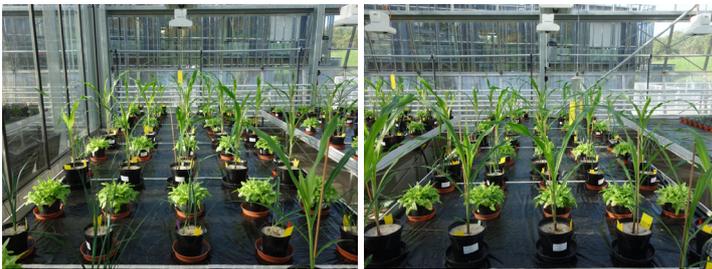
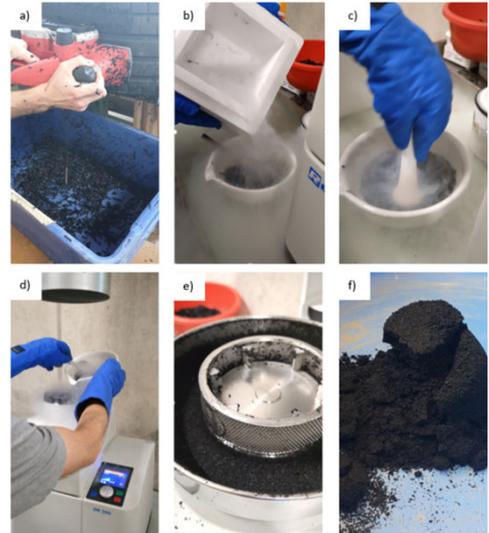
Auswirkungen von Reifenabrieb auf Pflanze und Bodensystem

- Wachstumsexperiment im Gewächshaus
- Herstellung von Reifenpartikel <350 um



Auswirkungen von Reifenabrieb auf Pflanze und Bodensystem

- Wachstumsexperiment im Gewächshaus
- Herstellung von Reifenpartikel <math>< 350 \mu\text{m}</math>
- drei Kulturen
 - *Allium porrum* var. *Fantic* (Lauch)
 - *Lactuca sativa* var. *Till* (Salat)
- 5 Konzentrationen Reifenabrieb mit N=8:
0%, 0.1%, 0.5%, 1%, 3% (w/w)



Messungen

In der Pflanze

- Sprossbiomasse
Wachstumsparameter
- Höhe
 - Stamm/Kopfdurchmesser
 - SPAD Werte

- Nährstoffe: C, N, S, P, K, Ca, Mg, Fe
- Schadstoffe: Cd, Cu, Zn, Pb, Ni

- Wurzelbiomasse
- Wurzellänge



Reifenabrieb

Im Boden

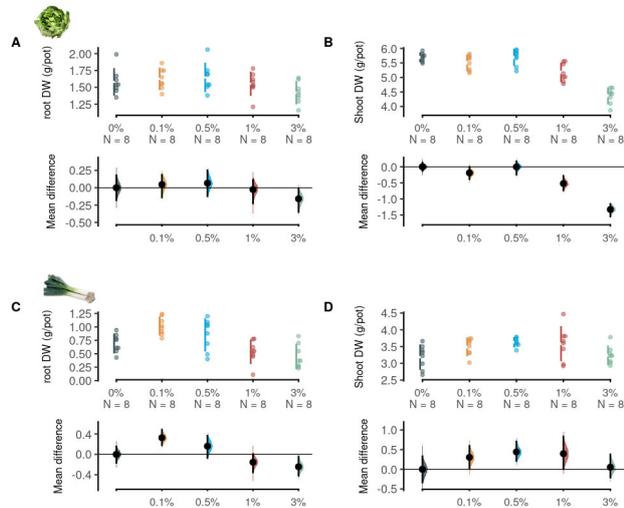
- Kolonisierung mit Arbuskulären Mykorrhizapilzen (AMF)
- Enzym-Aktivitäten der Nährstoffkreisläufe
- Community Level Physiological Profiles (CLPP/MicroResp) → funktionelle Diversität, Stressindikatoren u.a.

FiBL

20

Pflanzenentwicklung

- bei hohen Partikelkonzentrationen: Kultur- und zeitabhängige Beeinflussung von e.g.
 - SPAD (Blatt-Chlorophyll-Konzentrationen, e.g. bei Salat)
 - Stammdurchmesser (e.g. Lauch)



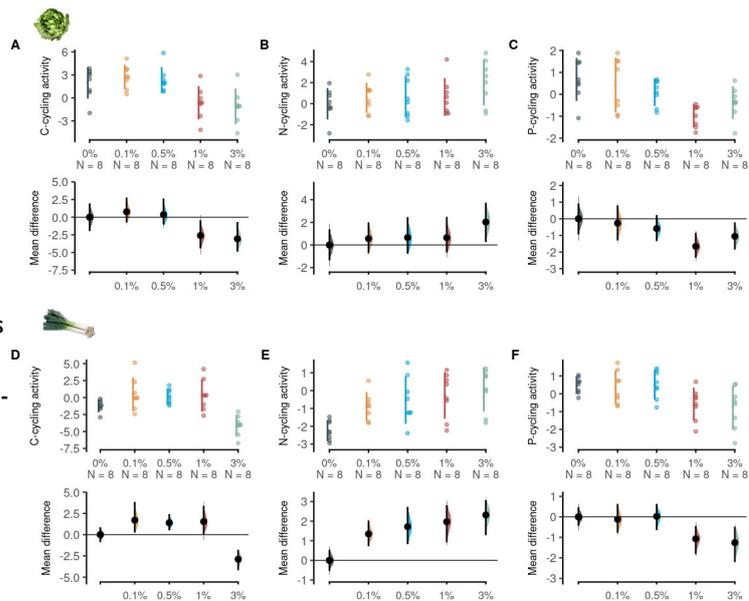
FiBL

Kundel, D., Bigalke, M., Stehle B.M., Hammer, M., Nitzsche, K.N., Fliessbach, A.: Driving Soils to Change: Tyre Wear Particles Modulate Microbial-Mediated Soil Functions and Performance of Vegetable Crops. *Submitted to Applied Soil Ecology*

21

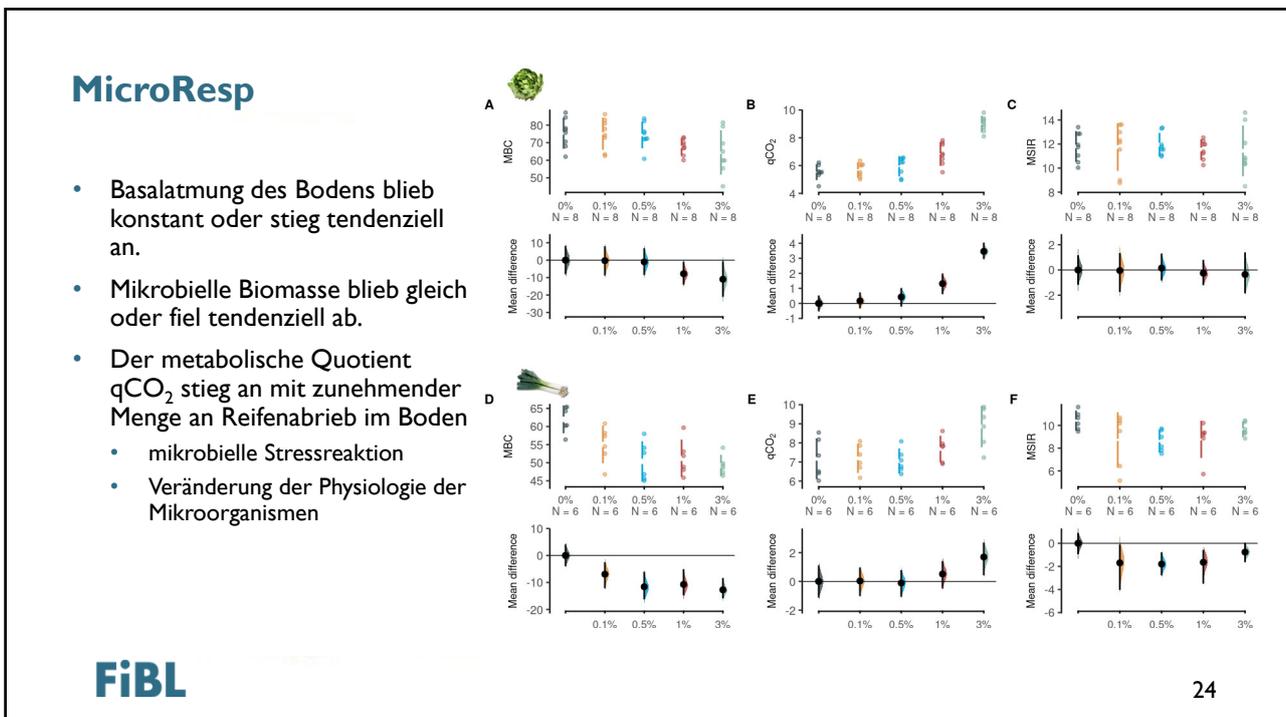
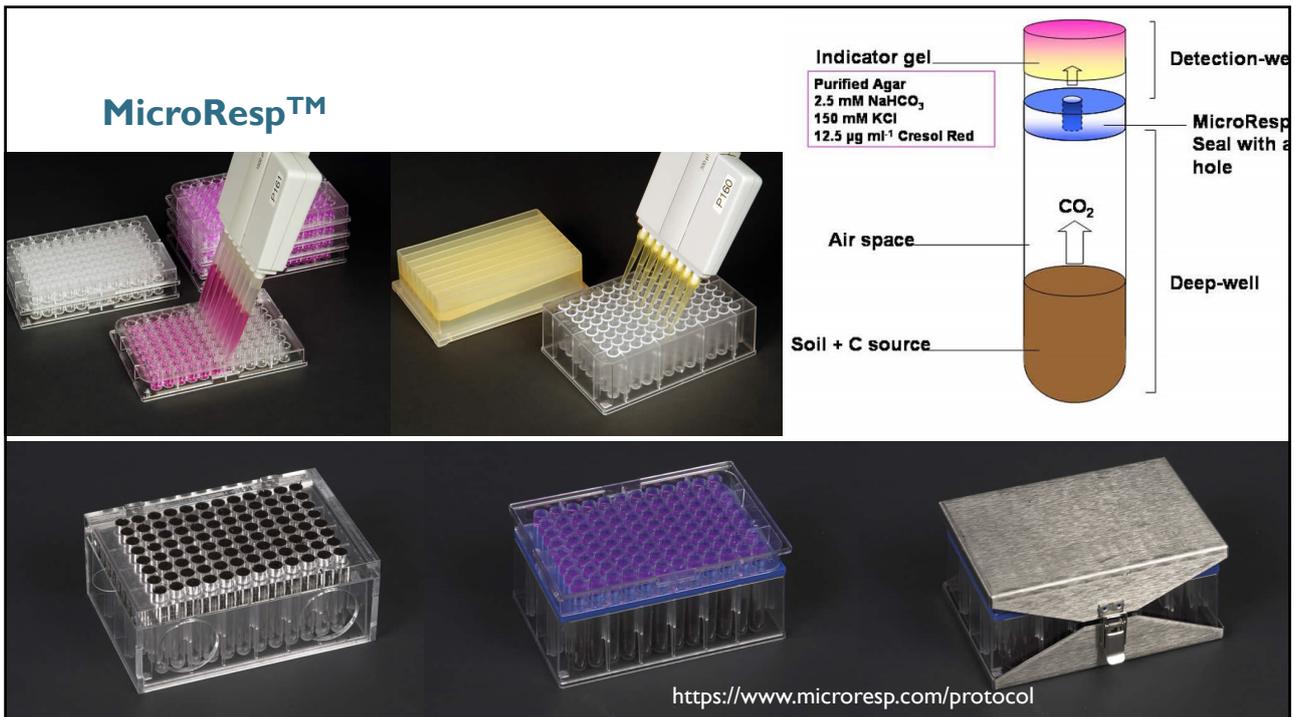
Boden Enzyme

- Messung der Enzymaktivitäten mit fluorometrischen Tests im Kreislauf von
 - Kohlenstoff (C)
 - Stickstoff (N)
 - Phosphor (P)
- Reduzierte Aktivität von Enzymen des C- und P-Kreislaufs
- Erhöhte Aktivität von Enzymen des N-Kreislaufs



FiBL

22



Zusammenfassung

- Methode zur Extraktion & Quantifizierung von Reifen aus Böden geeignet für Labors mit Standard-Ausrüstung
- Messkampagne im Kt. Solothurn → Verbesserung der Datenbasis
- Bei mittleren und hohen Reifenpartikel-Konzentration vielfältige Auswirkungen auf die pflanzliche Entwicklung, Biomasse, bodenbiologische Prozesse
- Die Fakten sind eindeutig, aber die Datenbasis ist noch sehr klein

Outreach

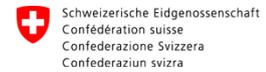
Citizen science:
Smartphone App für Plastik
Detektive

Kurzvideo über die Mikroplastik
Projekte

https://www.youtube.com/watch?v=_CR7IGC8N6Q



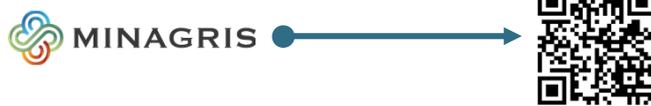
**Diese Studie wurde finanziert vom Bundesamt
für Landwirtschaft
Dezember 2021- Januar 2024**



**Begleitend zum EU Horizon 2020 Projekt
„MINAGRIS“ (Micro- and NANO-plastics in
AGRIcultural Soils)**



Horizon 2020
Programme



FiBL

27

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

- Fragen?

FiBL

28