



Universität Stuttgart

Inst. für Biomaterialien und biomolekulare Systeme (IBBS)

Forschungseinheit

Biodiversität & wissenschaftliches Tauchen (BioDiv)



Ökologischen Fußabdruck von synthetischen Zuschlagstoffen auf Reitplätzen

Prof. Dr. Franz Brümmer
Universität Stuttgart

LUBW-Kolloquium 2023 Kreislaufwirtschaft
Karlsruhe 09. Februar 2023



Plastik – eine Erfolgsgeschichte! ...auch im Sport!

- Plastik wird überall genutzt
- Plastik wird überall benötigt
- Plastik ist überall!
- Ohne Plastik geht es nicht und geht (fast) Nichts!
- Plastik ist extrem haltbar und vielseitig! Toller Werkstoff!

Ein ALLESKÖNNER!

- Plastikinseln in den Ozeanen, in der Tiefsee, in Flüssen und Seen, in Tieren, im Boden, in der Luft, im Menschen, ...
- Unvorstellbar große Mengen in den Meeren!
- Mikroplastik, Nanoplastik, ...

Eine große Gefahr für die Umwelt!

Nicht der Kunststoff ist das Problem, sondern wie wir damit umgehen und das Plastik entsorgen!



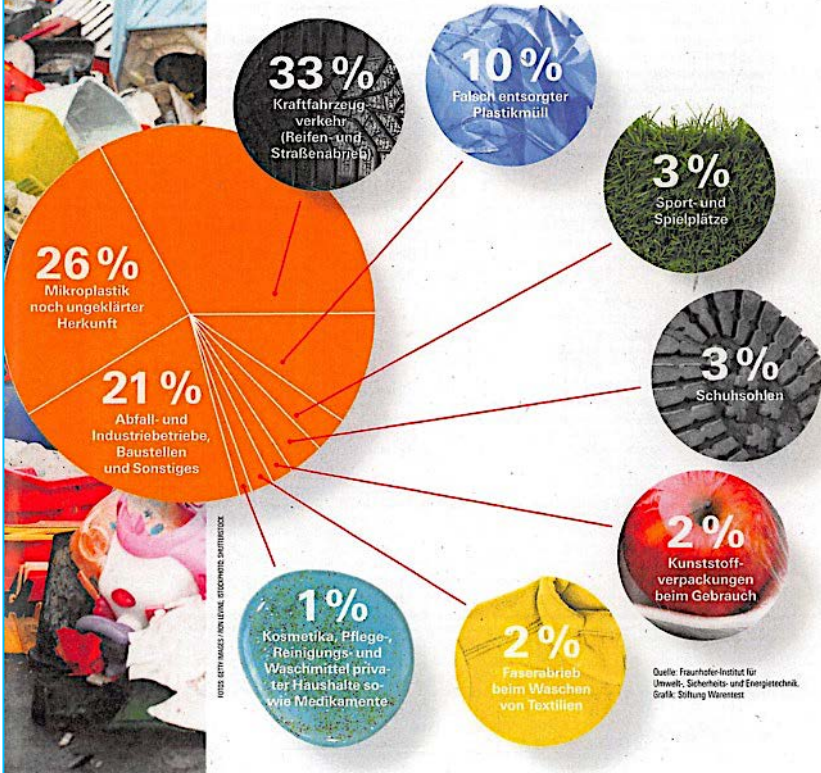
www.teamkunststoff.de



Wo Mikroplastik herkommt

Mikroplastik gelangt in Deutschland aus mindestens 51 verschiedenen Quellen in die Umwelt. Die größte Quelle der kleinen Partikel ist der Kraftfahrzeugverkehr. Doch auch wer zu Fuß geht, hinterlässt Mikroplastik.

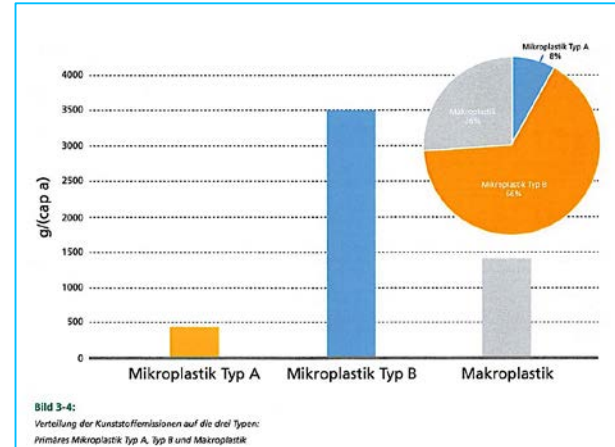
(Abweichungen von 100 Prozent, da gerundet)



Kunststoffemissionen in D:

Makroplastik: 116.000 t/a bzw. 1.405 g/(cap a)

Mikroplastik: 333.000 t/a bzw. 4.000 g/(cap a)



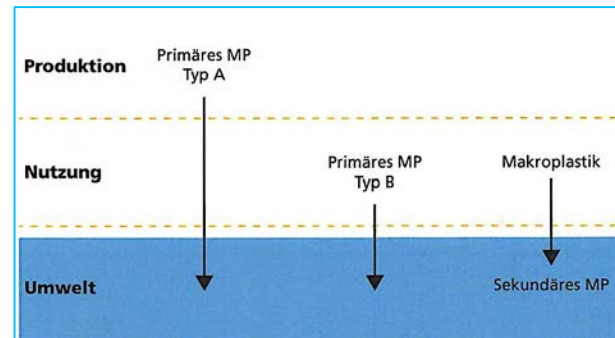
Mikroplastik
1nm ≤ x ≤ 5mm

Primäres MP:

eigens für spezifischen Zweck hergestellt

Sekundäres MP:

Entsteht durch Zerfall von Kunststoffen bei der Nutzung, durch Umwelteinflüsse, ...



Quellen für Mikroplastik in der Umwelt – „MP cycling in the ecosystems“

S. Zhang et al. / Trends in Analytical Chemistry 111 (2019) 62–72

63

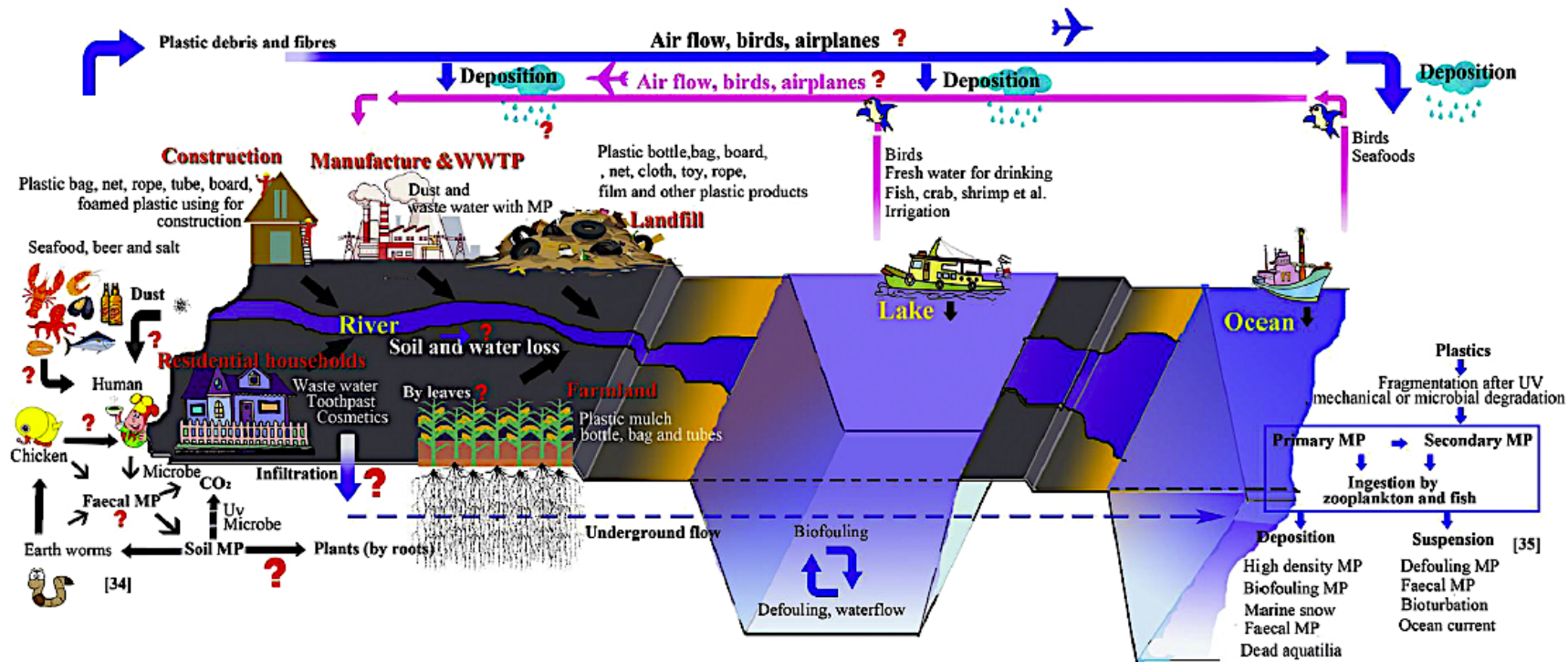


Fig. 1. MP cycling in the ecosystems (Part of terrestrial ecosystem refers to Ref. [34], and part of marine ecosystem refers [35]).

Bundesanstalt für Sportwissenschaft

DSB

Faktenpapier
FÜLLSTOFFE IN KUNSTSTOFFFRASENSYSTEMEN IM SPORT
 Informationen und aktuelle Entwicklungen



such online unter www.bisp.de und www.dosb.de/mikroplastik



Mikroplastik im Spiel

Was Sportvereine und Aktive nun können

NE Nachhaltig handeln
 Baden-Württemberg

BEI
 MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

DEUTSCHER FUSSBALL-BUND

DFB-HANDLUNGSEMPFEHLUNG FÜR FUSSBALLVEREINE & KOMMUNEN
MIKROPLASTIKAUSTRAG BEI BESTEHENDEN KUNSTSTOFFFRASENPLÄTZEN



Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz
 Baden-Württemberg



Kunststoffhaltige Tretschichten auf Reitplätzen

LANUV-Arbeitsblatt 53

LANUV
 Kompetenz für ein
 lebenswertes Land

FL
 Fachverband
 Forschungsinstitut
 Landschaftspflege e.V.

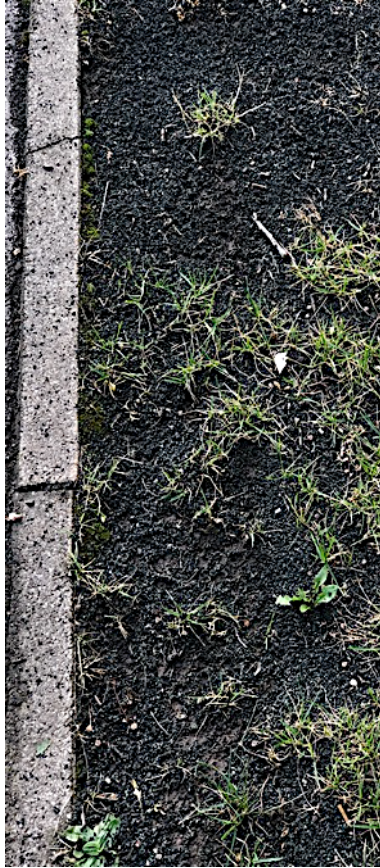


Fachbericht Kunststoffsportböden
 Nachhaltige Kunststoffbelagsauswahl für Sportfreianlagen

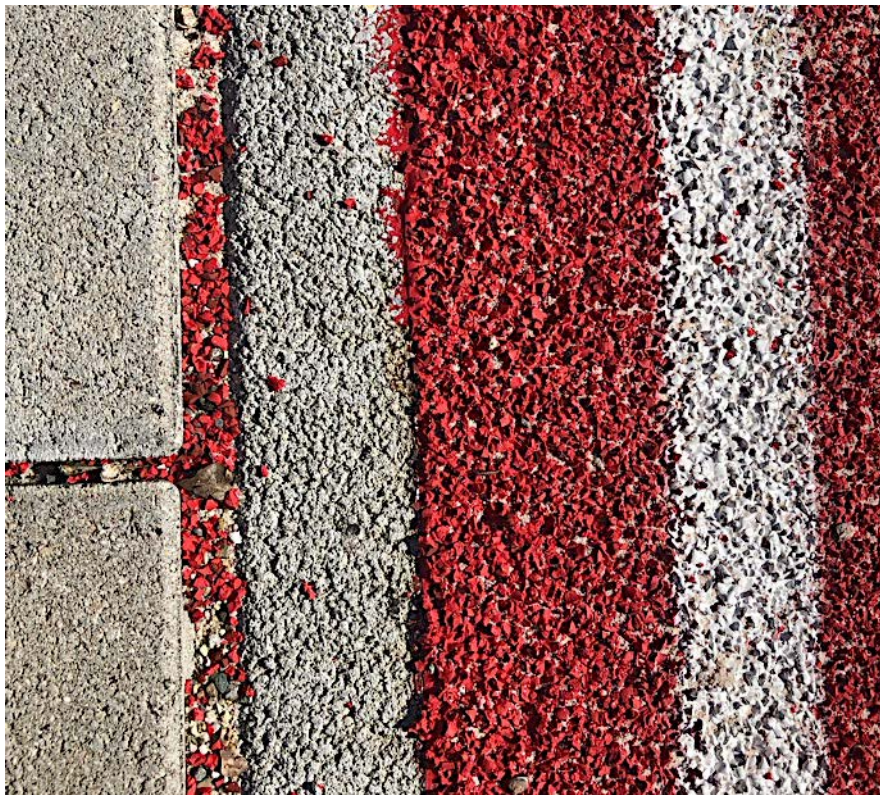
Ausgabe 2022

Mikroplastik als Einfüllstoff ca. 30 t pro Spielfeld (je nach Bauart & Größe)





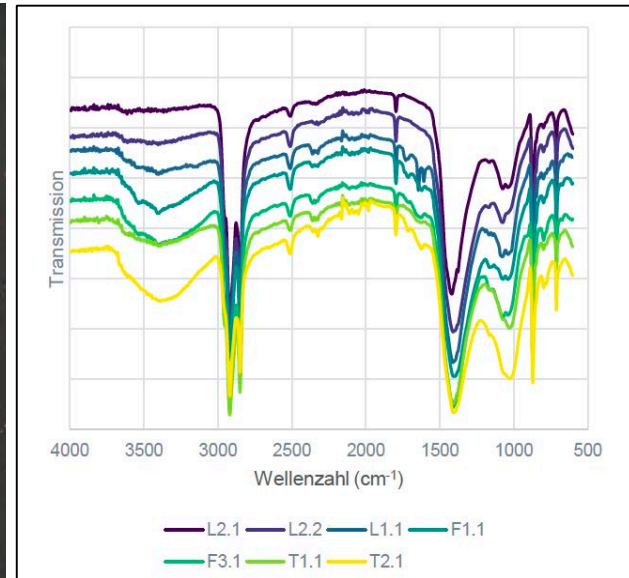
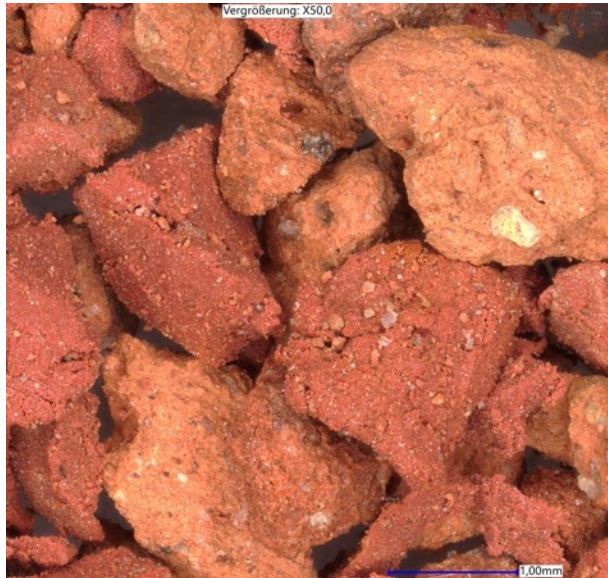
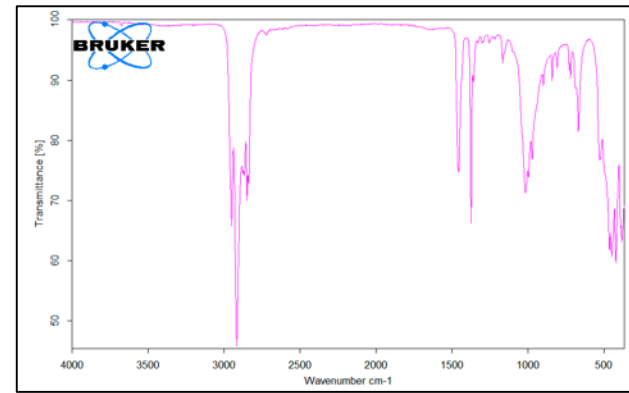




Tennisplatzbeläge / Austrag / Zusammensetzung



Tennisplatzbeläge / Austrag / Zusammensetzung





Universität Stuttgart

Reitanlagen



Tretschichten von Reitplätzen

- Sand
- Sand mit Zuschlagstoffen

Zuschlagstoffe (Verbesserung Trittfestigkeit und Wasserspeicherfähigkeit):

Holzschnitzel, Frässpäne,
Gatterspäne (Weichholz)

Baumwoll-, Schafwollmaterial

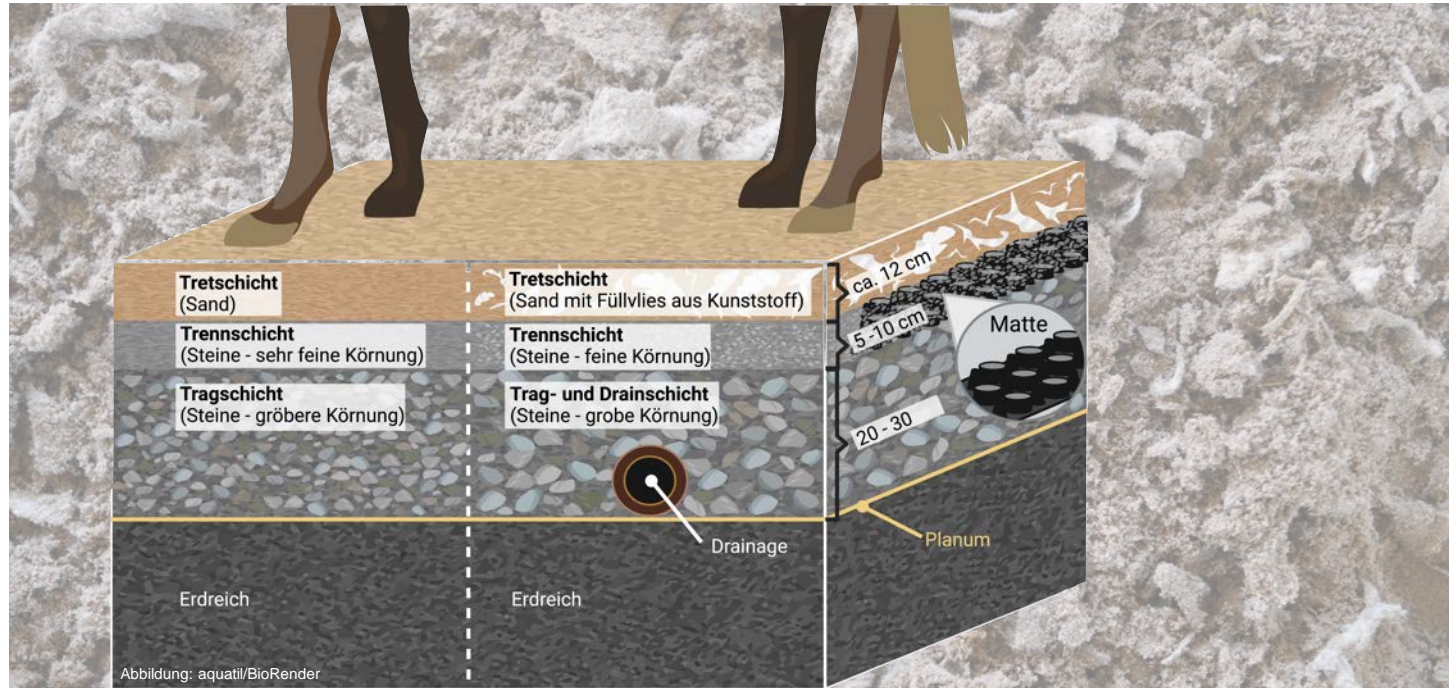
synthetische Zuschlagstoffe

Kunststoffe und Textilreste
(Teppichreste, Faserbündel)

(Ebbe-Flut-Plätze)

Aufbau eines Reitplatzes

Beispiel: Dreischichtbauweise



- Trettschicht: sportfunktionale und sicherheitstechnische Eigenschaften
- Trennschicht: Verhinderung der Vermischung der Trag- und Trettschicht

Aufbau eines Reitplatzes

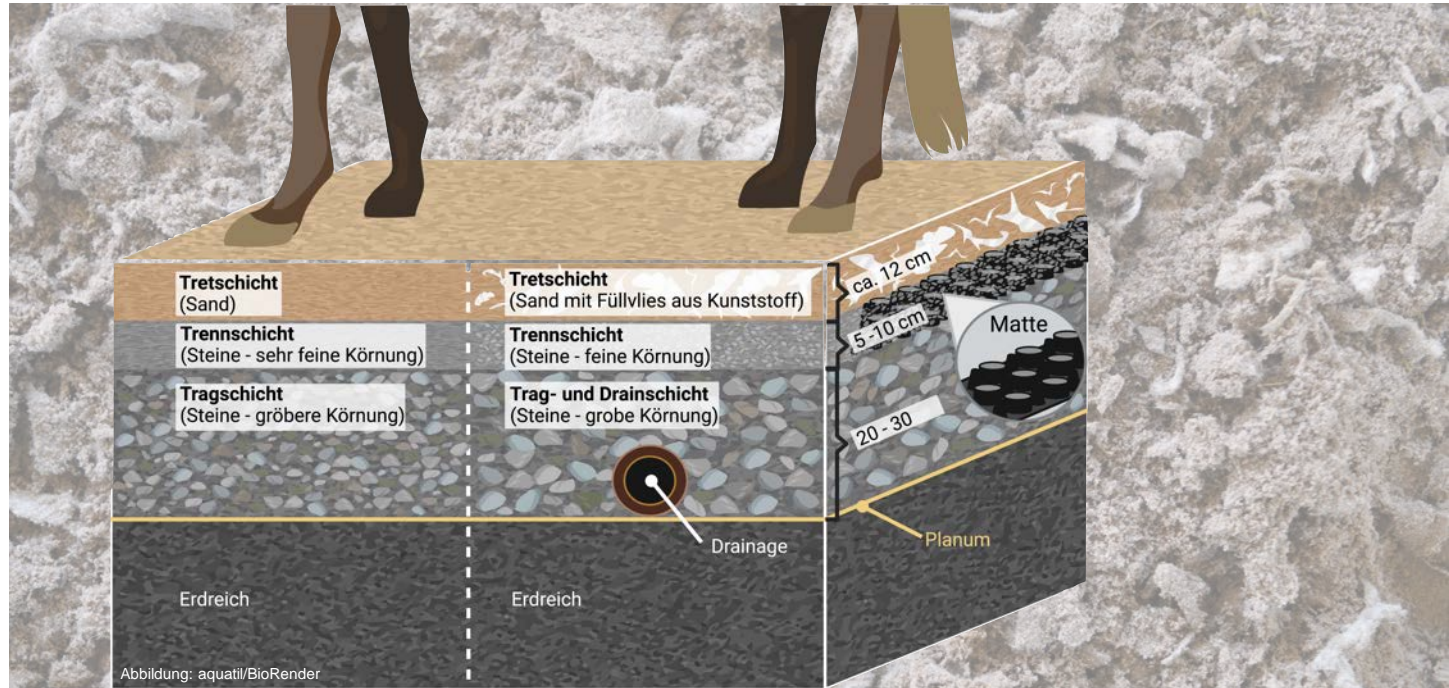
Beispiel: Dreischichtbauweise



- Reitplatzmatten als Trennschicht
- Puffer um hohe Stoßkräfte zu absorbieren

Aufbau eines Reitplatzes

Beispiel: Dreischichtbauweise



- Trettschicht: sportfunktionale und sicherheitstechnische Eigenschaften
- Trennschicht: Verhinderung der Vermischung der Trag- und Trettschicht
- Tragschicht: Ableitung von überschüssigem Wasser

Sand-Kunststoffgemische
synthetische Zuschlagstoffe



Vollsynthetische
Reitbodenbeläge



Synthetische Zuschlagstoffe: Zahlen und Definition



Synthetische Zuschlagstoffe / (Ab-)Nutzung / Zerrieb / Vermischung / Mikroplastik



Synthetische Zuschlagstoffe: Zahlen und Definition

Die Zugabemengen der synthetischen Zuschlagstoffe betragen zwischen 1 und 3 kg pro m², mit einem Massenanteil in der Tretschicht von ungefähr 0,6 bis 1,8 % (Hemker *et al.*, 2022)

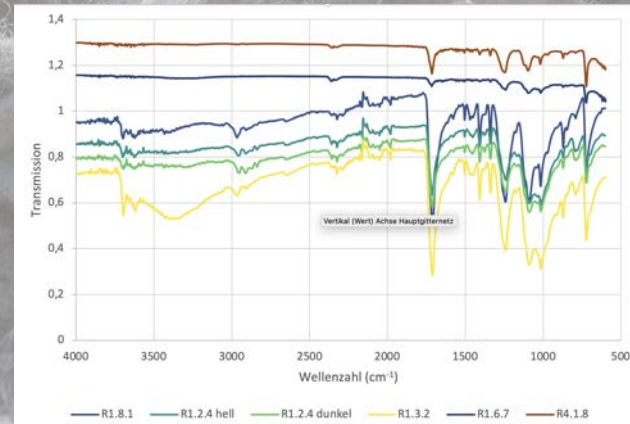
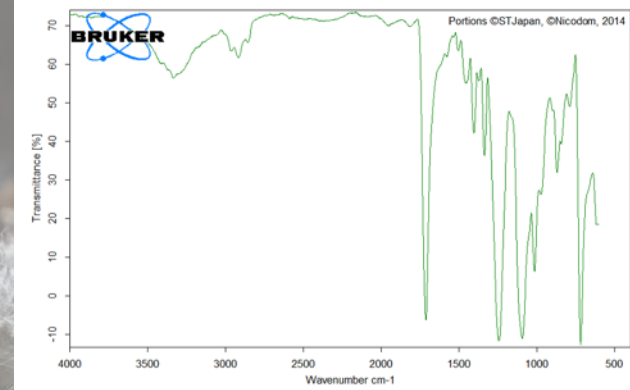
Rund 100 t/a Mikroplastik gelangen durch Reitplätze in die Umwelt (Bertling *et al.*, 2018).

Mikroplastik ist ein fester polymerhaltiger Partikel mit eventuellen Zusatzstoffen und hat eine Größe von 1 nm – 5 mm bzw. bei Fasern eine Länge von 3 nm – 15 mm und ein Längen/Durchmesser-Verhältnis von >3 (ECHA, 2019).

Was für polymere Zuschlagstoffe werden verwendet?

Bestimmung der Kunststoffart durch Fourier-Transform-Infrarot-Spektroskopie am Institut für Kunststofftechnik (IKT) der Universität Stuttgart.

Bei den Zuschlagsstoffen der Proben handelt es sich nach Vergleich der FTIR-Spektren mit der Bruker-Datenbank um PET (Polyethylenterephthalat).



Weitere Kunststoffe in Reitsportanlagen?

Ablagerungen an Wänden sind aus Polyester - kein Kunststoffe aus der Tretschicht, sondern um Fasern u.a. aus Kleidung bzw. Pferdedecken.

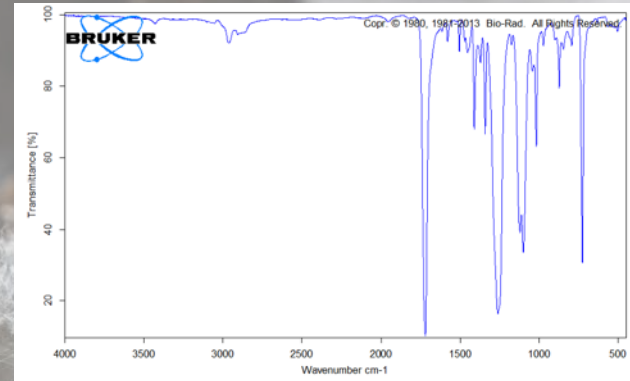
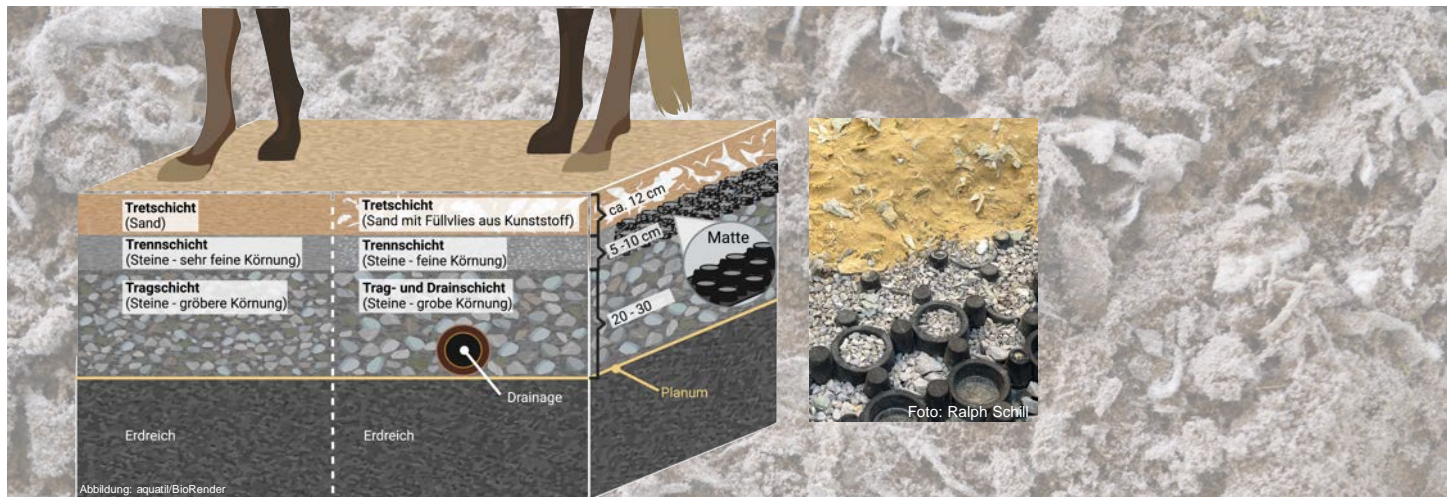


Foto: Franz Brümmer



Foto: Franz Brümmer

Weitere Kunststoffe in Reitsportanlagen?



Austrag (Mikro-)Plastik von Reitanlagen

Beprobungen an 19 Reitplätzen (11 Anlagen)

15 mit synth. Zuschlagstoffen

bei allen Plätzen:

Kunststoffaustrag aus Reitplatz

Kunststoff auf den Wegen

Kunststoff in den Entwässerungsgräben

Kunststoff in Abwasserschächten

Direkter Austrag über

Pferd & Reiter, über Geräte und Verwehungen



Austrag in die Umwelt



Wie entsteht das Mikroplastik auf Reitplätzen?

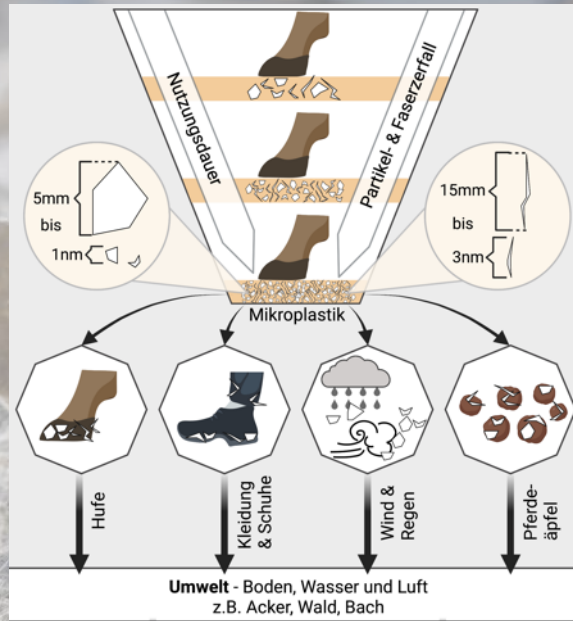
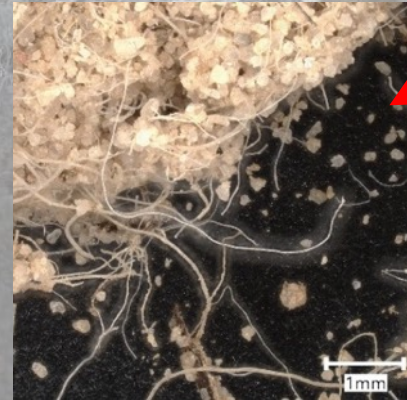
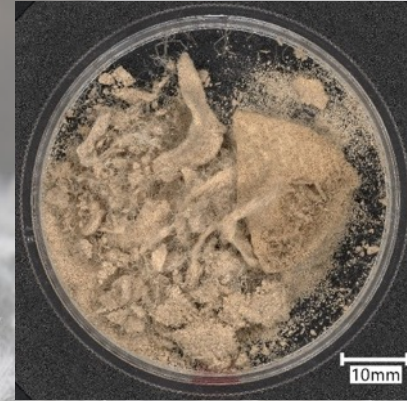


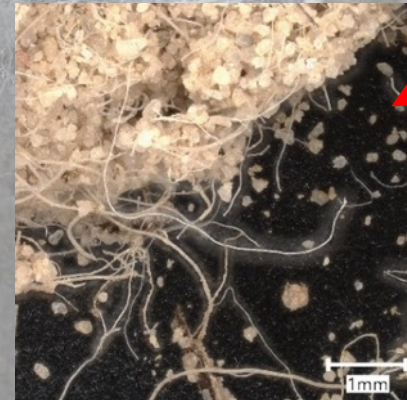
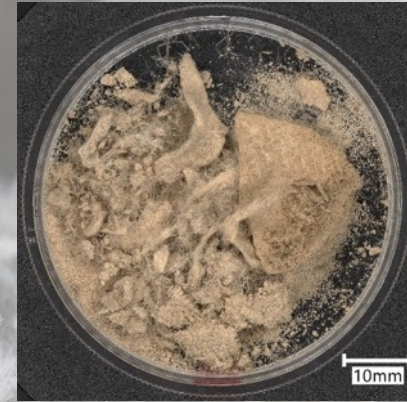
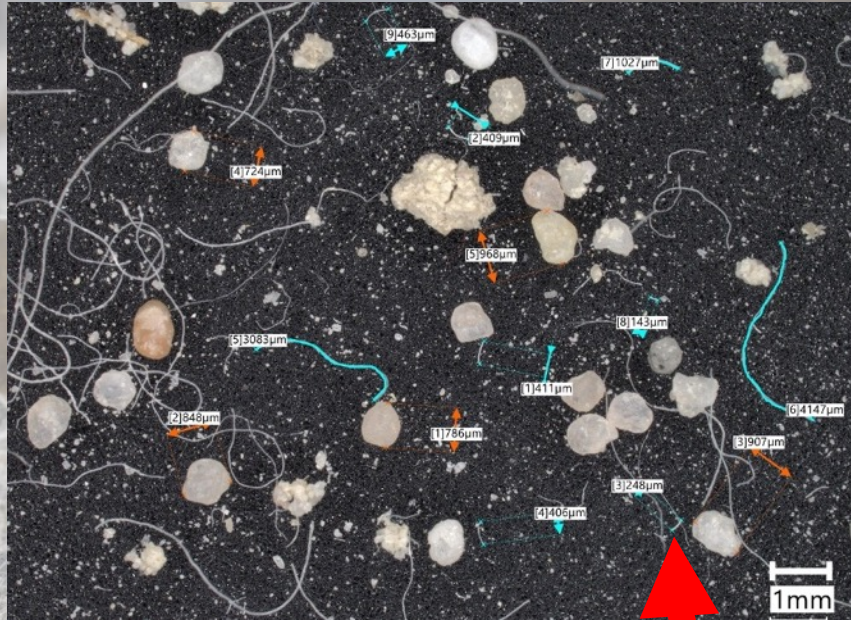
Abbildung: aquati/BleRänder



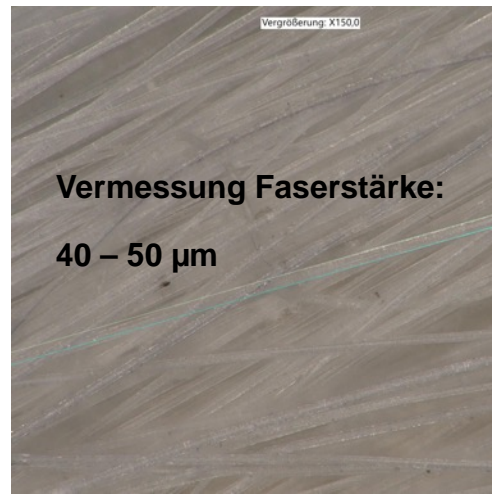
alle Fotos: aquati

Mikroskopische und mikroskopische Aufnahmen von Sand mit synthetischen Zuschlagstoffen einer Tretschicht.

Wie entsteht das Mikroplastik auf Reitplätzen?



Der Länge nach vermessene synthetische Fasern einer Tretschicht.

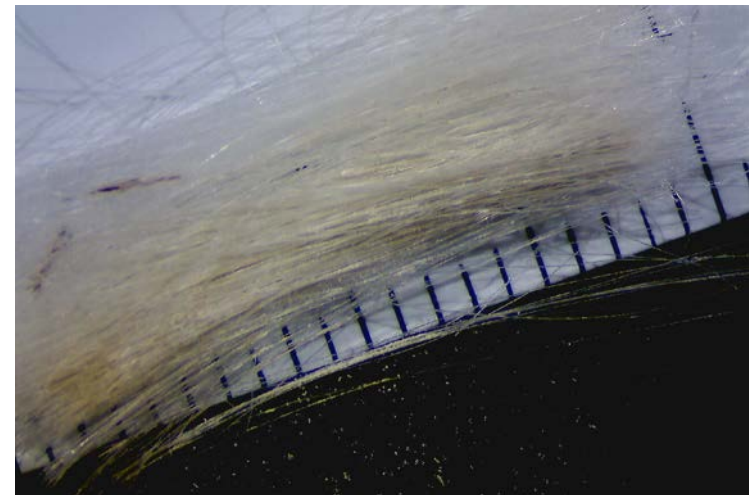


Vermessung Faserstärke:

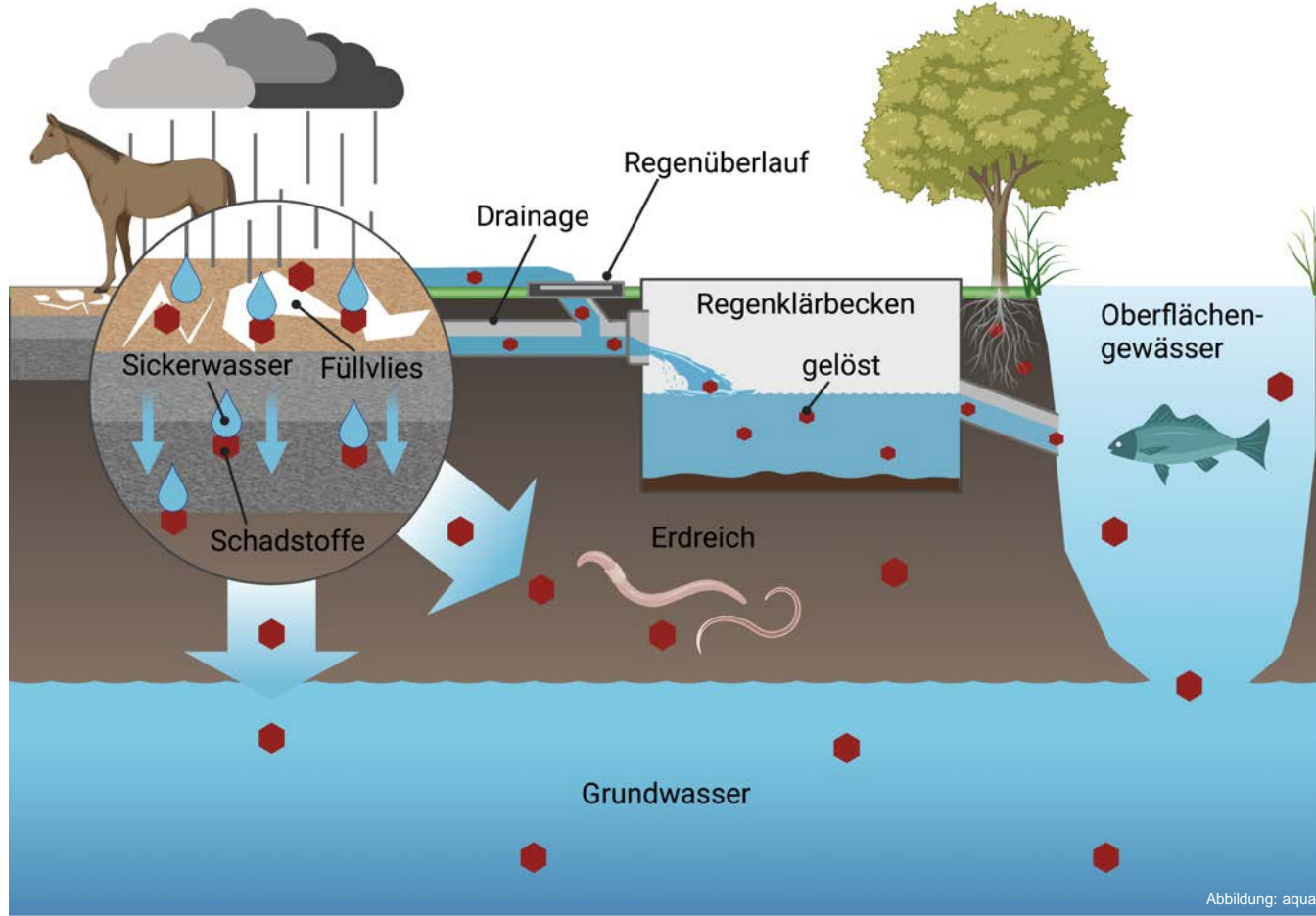
40 – 50 μm

Betrachtung nach ECHA-Definition
Länge: $3\text{nm} \leq x \leq 15\text{mm}$

Länge/Durchmesser - Verhältnis: >3



Auswirkungen auf Lebewesen



Chemische Analyse möglicher Schadstoffe

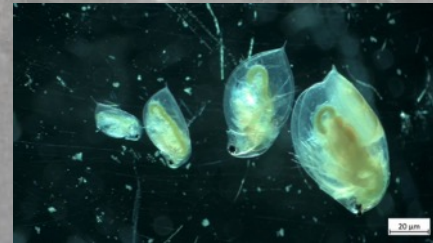
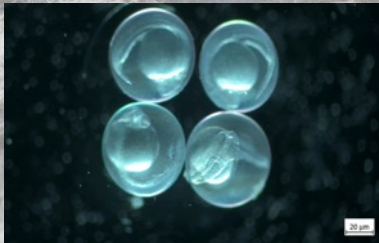
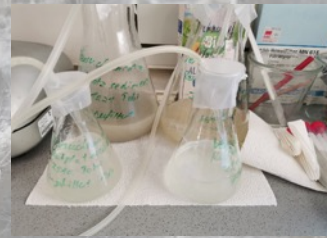
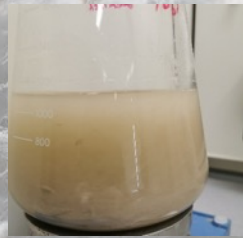
Chemische Analyse von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen sowie Fluor, Chlor und Brom und 14 Schwermetallen - fast keine Werte über den angegebenen Orientierungswerten (LANUV, 2021).

PAK (mg/kg)	R1.4.3	R1.6.4	R1.8.1	R4.1.7
<u>Benzo(a)anthracene</u>	0	0	0	0
<u>Benzo(b)fluoranthene</u>	0	0	0	0
<u>Benzo(j)fluoranthene</u>	0	0	0	0
<u>Benzo(k)fluoranthene</u>	0	0	0	0
<u>Benzo(a)pyrene</u>	0	0	0	0
<u>Benzo(e)pyrene</u>	0	0	0	0
<u>Chrysene</u>	0	0	0	0
<u>Dibenzo(a,h)anthracene</u>	0	0	0	0
Summe 8 PAK (mg/kg)	0	0	0	0
<u>Benzo(g,h,i)perylene</u>	0	0	0	0
<u>Indeno(1,2,3-cd)pyrene</u>	0	0	0	0
<u>Naphthalene</u>	0	0	0	0
<u>Anthracene</u>	0	0	0	0
<u>Fluoranthene</u>	0	0	0	0
<u>Phenanthrene</u>	0	0	0	0.32
<u>Pyrene</u>	0	0	0	0
Summe Anthracen, Fluoranthene, Phenanthren, Pyren	0	0	0	0.32
Summe 15 PAK (mg/kg)	0	0	0	0.32
<u>Acenaphthylene</u>	0	0	0	0
<u>Acenaphthene</u>	0	0	0	0
<u>Fluorene</u>	0	0	0	0

Halogene (Ma.-% TS)	LANUV	Eurofins						
		Bestimmungsgrenze	R1.3.7	R1.4.6	R4.1.8	R4.2.1	R1.6.7	R1.2.8
Fluor, ges.	n.b ($< 0,005$)	0.005	0.013	$<0,005$	$<0,005$	$<0,005$	$<0,005$	$<0,005$
Chlor, ges.	0.07	0.007	0.902	0.401	0.01	$<0,007$	0.701	$<0,005$
Brom, ges.	0.03	0.005	$<0,005$	0.012	$<0,005$	$<0,005$	0.016	$<0,005$
Schwermetalle (mg/kg TS)								
Antimon	270	1	<1	<1	<1	1	<1	<1
Arsen	10	0.8	$<0,8$	1,2 \pm 0,24	$<0,8$	$<0,8$	1,2 \pm 0,24	$<0,8$
Blei	40	2	3 \pm 0,6	4 \pm 0,8	<2	<2	5 \pm 1	2 \pm 0,4
Cadmium	0.2	0.2	$<0,2$	$<0,2$	$<0,2$	$<0,2$	$<0,2$	$<0,2$
Chrom, ges.	30	1	2 \pm 0,4	2 \pm 0,4	<1	2 \pm 0,4	1 \pm 0,2	2 \pm 0,4
Cobalt	25	1	4	<1	<1	4	5	2
Kupfer	10	1	1 \pm 0,2	1 \pm 0,2	<1	<1	2 \pm 0,4	<1
Molybdän	4	2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nickel	15	1	2 \pm 0,4	1 \pm 0,2	<1	2 \pm 0,4	2 \pm 0,4	1 \pm 0,2
Quecksilber	0.2	0.07	$<0,07$	$<0,07$	$<0,07$	$<0,07$	$<0,07$	$<0,07$
Selen	3	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Thallium	0.5	0.2	$<0,2$	$<0,2$	$<0,2$	$<0,2$	$<0,2$	$<0,2$
Vanadium	200	1	2	1	<1	4	1	<1
Zink	30	1	7 \pm 1,3	8 \pm 1,4	7 \pm 1,3	13 \pm 2,3	15 \pm 2,7	3 \pm 0,54

Ökotoxikologische Analyse

Entwicklungstoxische und akuttoxische Potentiale von Eluaten aus Reitplatzsedimenten auf Zebrafischembryonen (*Danio rerio*) und Wasserfloh (*Daphnia magna*)

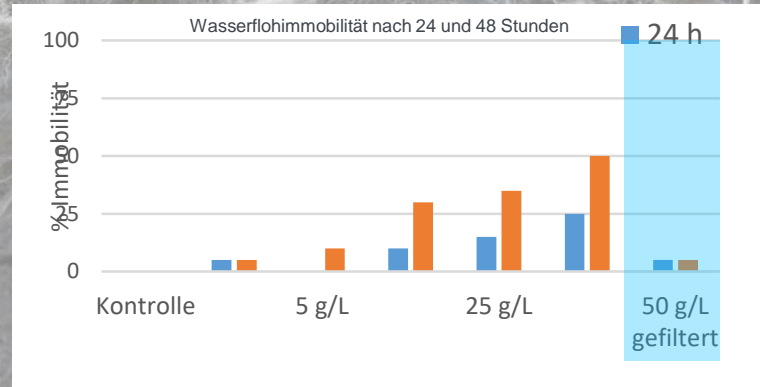
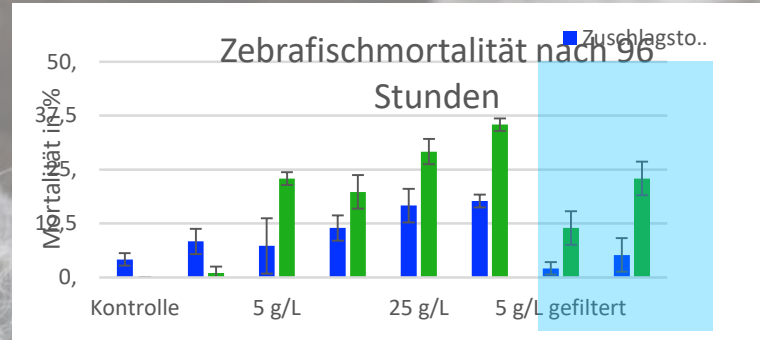


Zebrafischembryonen

- erhöhte Mortalität, geringere Schlupfrate bei Kunststoff als Zuschlagstoff
- geringere Mortalität bei Holz als Zuschlagstoff
- in gefilterten Eluaten geringer - partikelabhängige Wirkungen

Wasserflöhe

- deutliche Immobilität der Wasserflöhe bei hohen Konzentrationen
- geringere Effekte bei den gefilterten Ansätzen - partikelabhängige Wirkungen



Reitplätze mit kunststoffhaltigen Tretschichten

Zusammenfassung

- Mikroplastik: Synthetische Zuschlagsstoffe werden zu sekundärem Mikroplastik
- Primäres Mikroplastik auf Reitplätzen – Faserbündel(?)
- Kunststoffe: Polyethylenterephthalat (PET), Polyester u.a. aus Kleidung bzw. Pferdedecken, aber auch nicht charakterisierbare Kunststoffe
- Austragspfade: Pflegemaßnahmen, Wind und Regen, Schuhe und Hufe
- Chemische Analyse: keine auffallenden Grenzwertüberschreitungen bei polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen, Fluor, Chlor, Brom und 14 Schwermetallen
- Ökotoxikologische Analyse: deutliche Reaktion von Fischembryonen und Wasserflöhe auf die Eluate



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

Das Projekt wurde gefördert durch das Ministerium
für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft

Reitplätze mit kunststoffhaltigen Tretschichten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Quidquid agis, prudenter agas et respice finem.

„Was auch immer du tust, tue es klug und bedenke die Folgen.“





Universität Stuttgart
IBBS

Biodiversität & wissenschaftliches Tauchen

Vielen Dank!



Prof. Dr. Franz Brümmer

E-Mail franz.bruemmer@bio.uni-stuttgart.de

Telefon +49 (0) 711 685-65083

www.uni-stuttgart.de/bio

Universität Stuttgart

Pfaffenwaldring 57

70569 Stuttgart

