



Strassenabwasser Schadstoffe aus dem Reifenabrieb

Lausanne, 30.4.24, Benoit Ferrari (Oekotox) & Florian Breider (EPFL)

oekotoxzentrum
centre ecotox

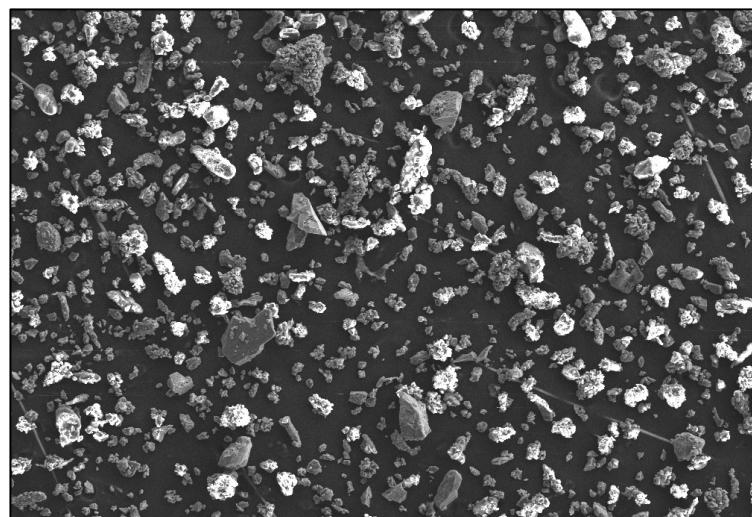
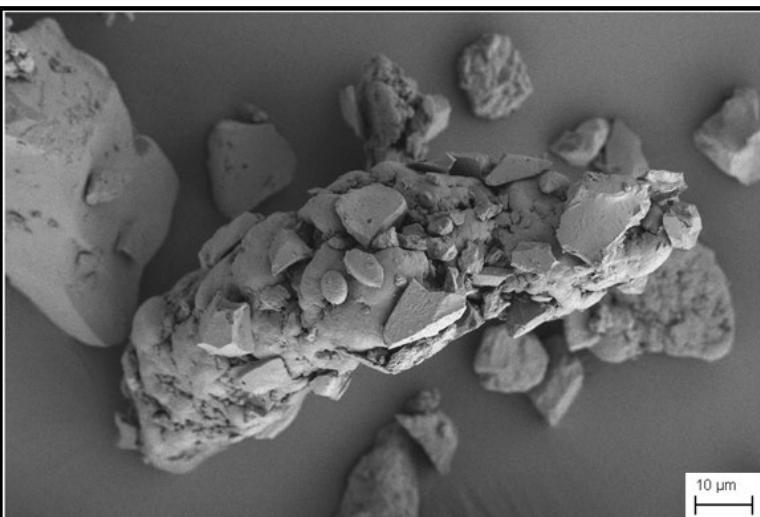
EPFL



Abriebpartikel von Reifen und Strasse



Abriebpartikel von Reifen und Strasse sind eine besondere Kategorie von Mikroplastik



24 - 93 %

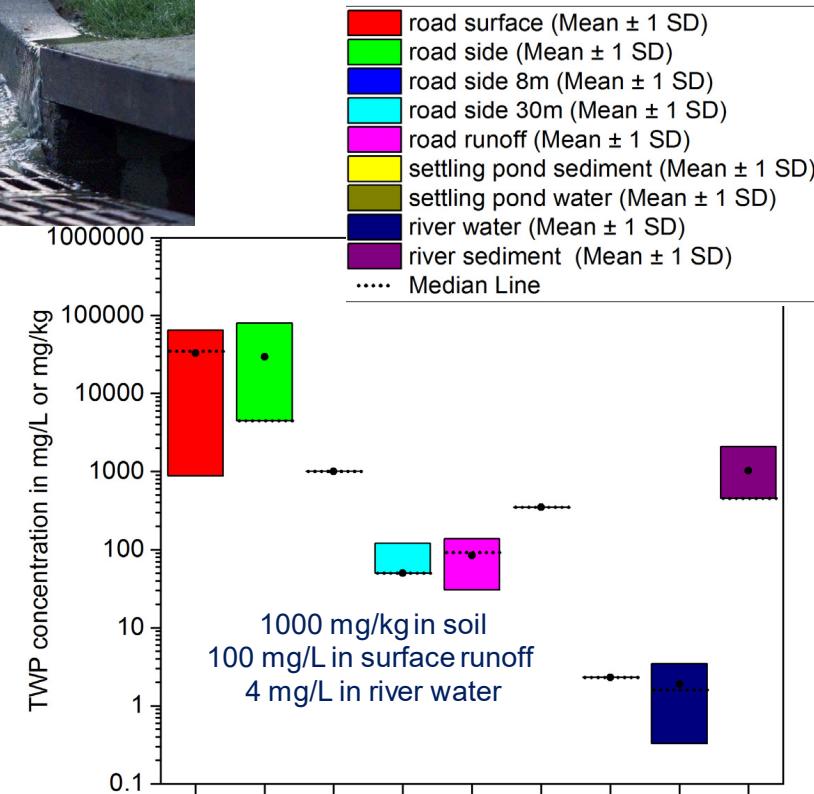
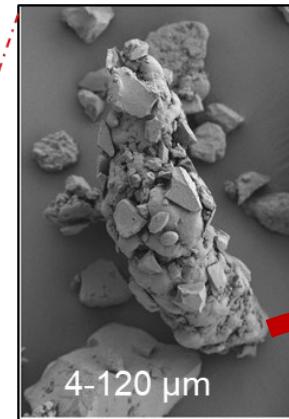


Schadstoffe aus dem Reifenabrieb

Reifen- und Strassenabriebpartikel (TRWP)



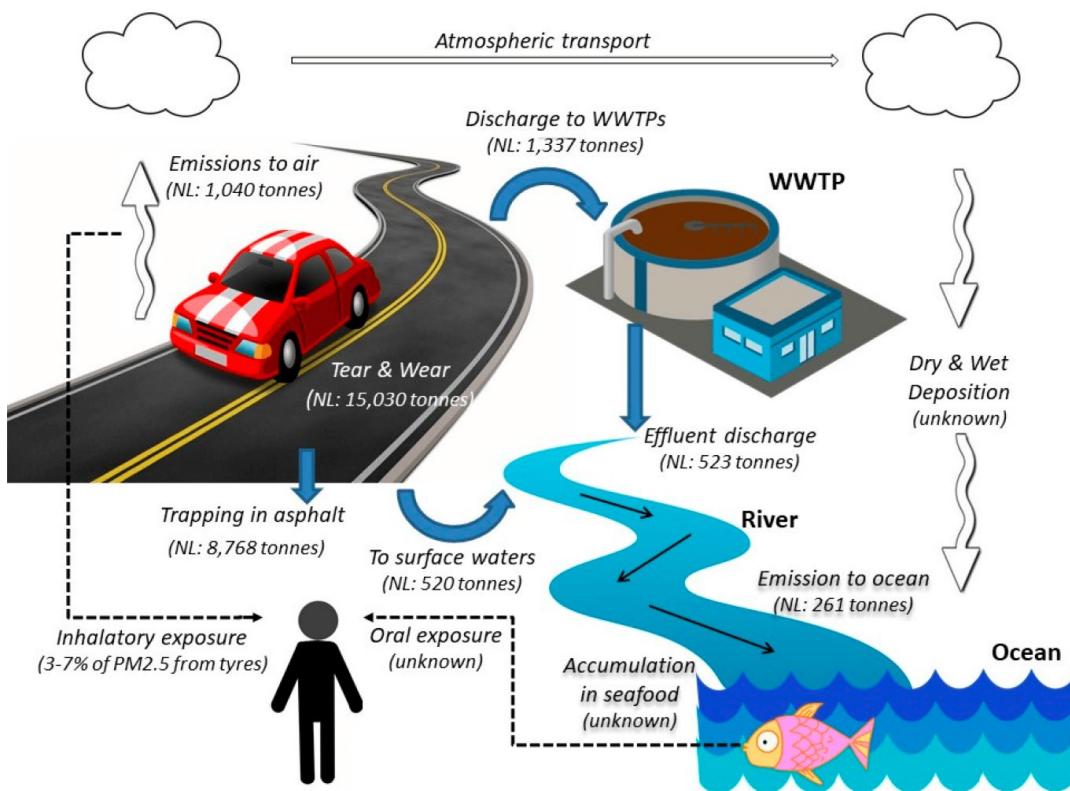
Thorpe et al., 2008;
Wagner et al., 2018;
Panko et al., 2013;
Kreider et al., 2010





Schadstoffe aus dem Reifenabrieb

Emissionsrate :
2 - 10 mg/km/Fz.
0.8kg/Cap/IR
6.000.000 T/A weltweit



Deutschland

Swiss Confederation
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bern, [Datum]

Reifenabrieb als grösste Quelle von Mikroplastik. Massnahmen zur Verminderung

Bericht des Bundesrates
in Erfüllung des Postulates 19.3559 Schneider Schüttel vom 06.06.2019

13 - 21 kt/a

16 - 39 % Oberflächenwasser

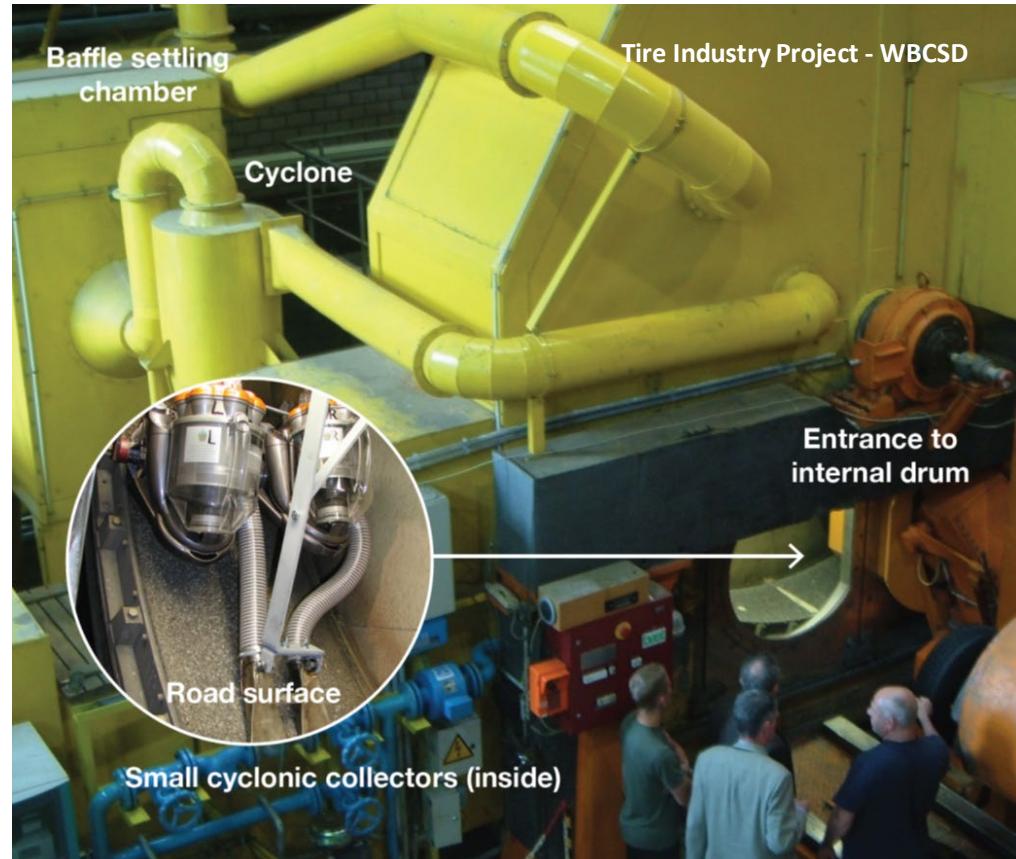
36 - 57 % Boden

Schweiz

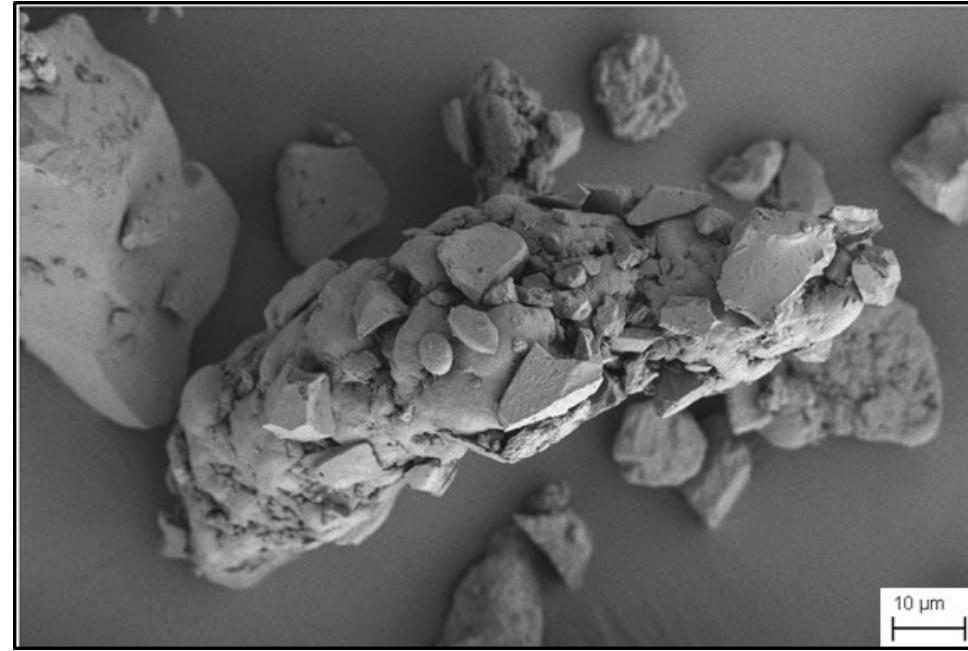


Partikel von Reifen- und Strassenabrieb

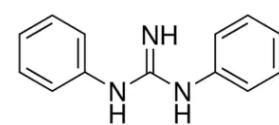
Physikalische und chemische Eigenschaften



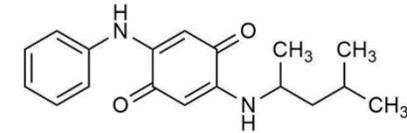
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



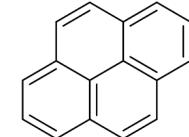
Thibault Masset / EPFL



1,3-Diphenylguanidin
Vulkanisierungsbeschleuniger



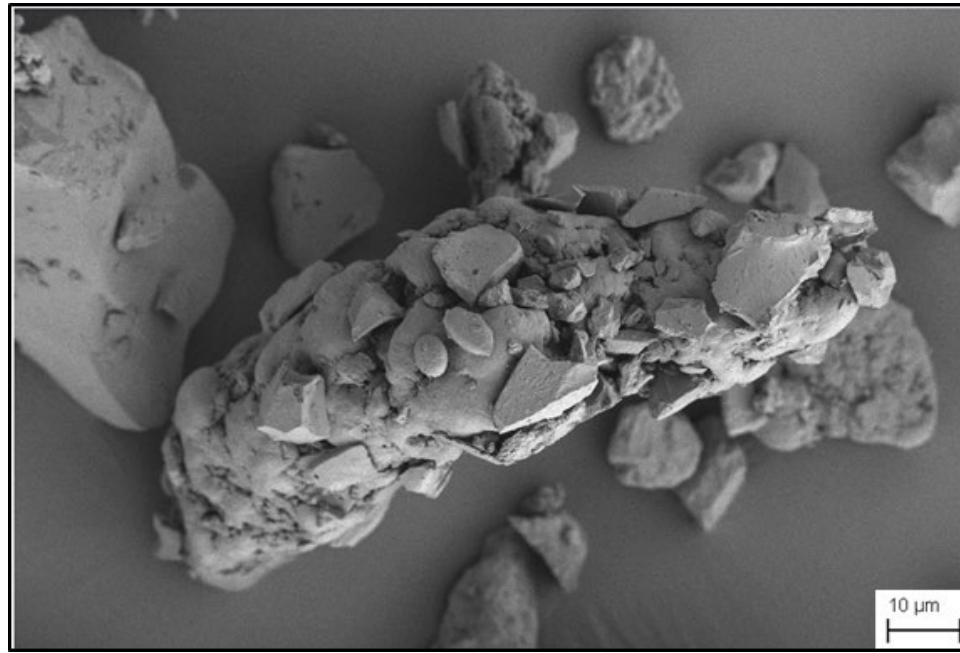
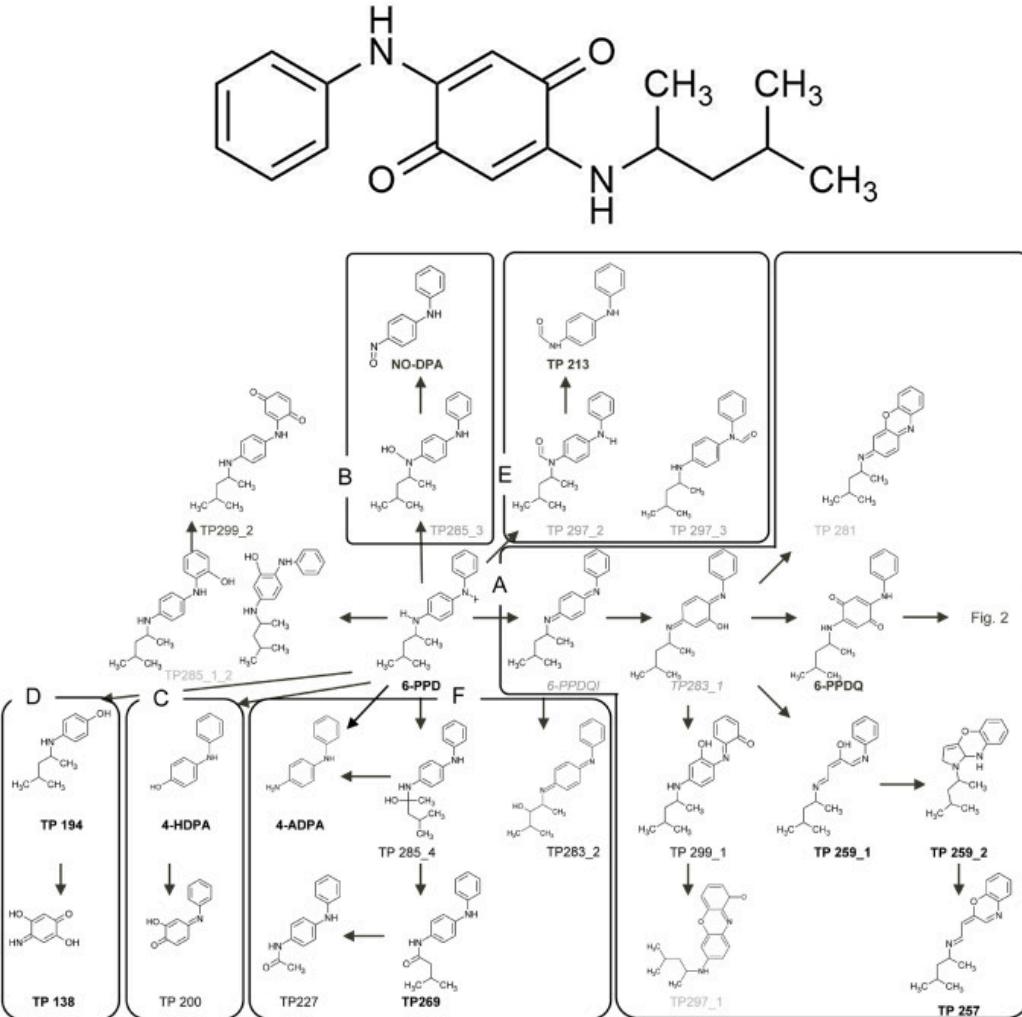
6PPD-Chinon
Transformationsprodukt von 6PPD



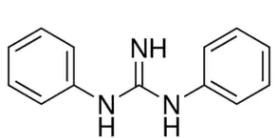
Pyren
PAK



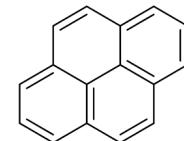
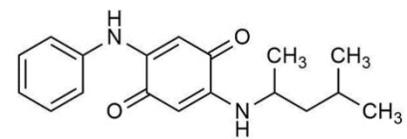
Partikel von Reifen- und Strassenabrieb. Physikalische und chemische Eigenschaften



Thibault Masset / EPFL



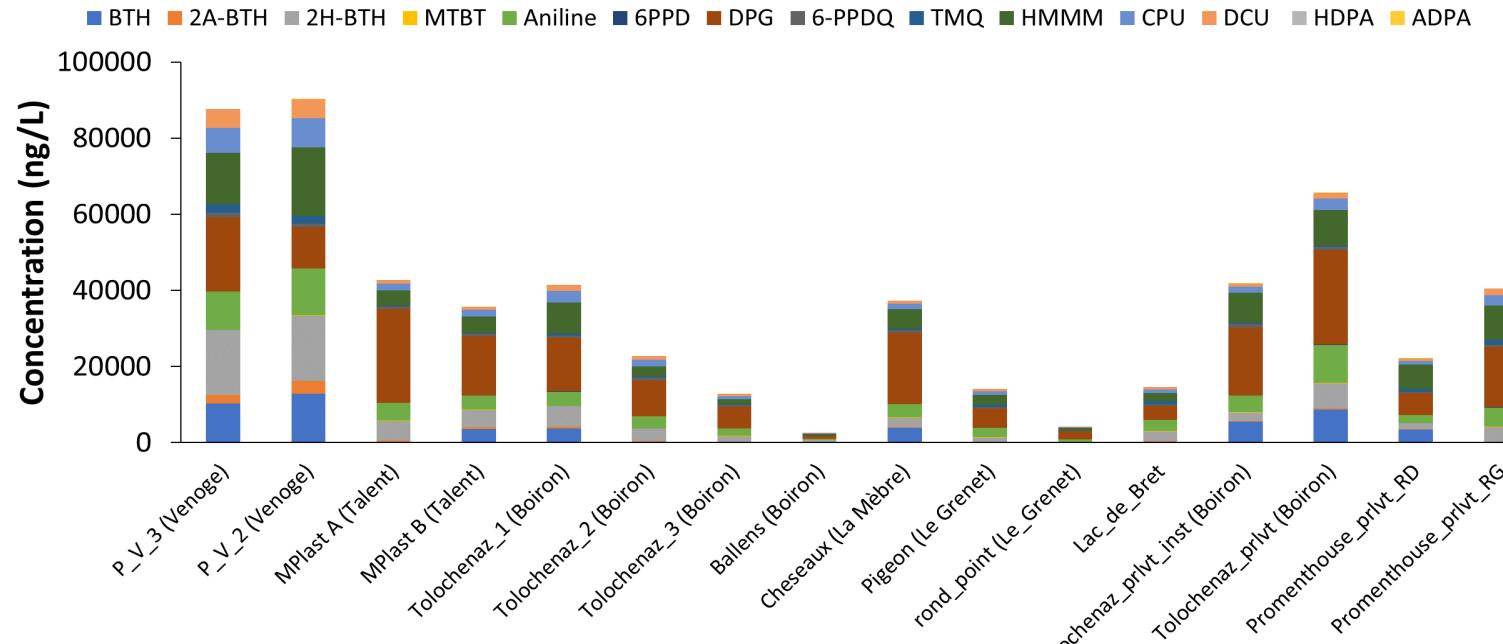
Vulkanisierungsbeschleuniger





Schadstoffe aus dem Reifenabrieb in der Umwelt

Konzentration von mit Reifen in Verbindung gebrachten Chemikalien im Wasser von Flüssen in der Nähe von städtischen Gebieten

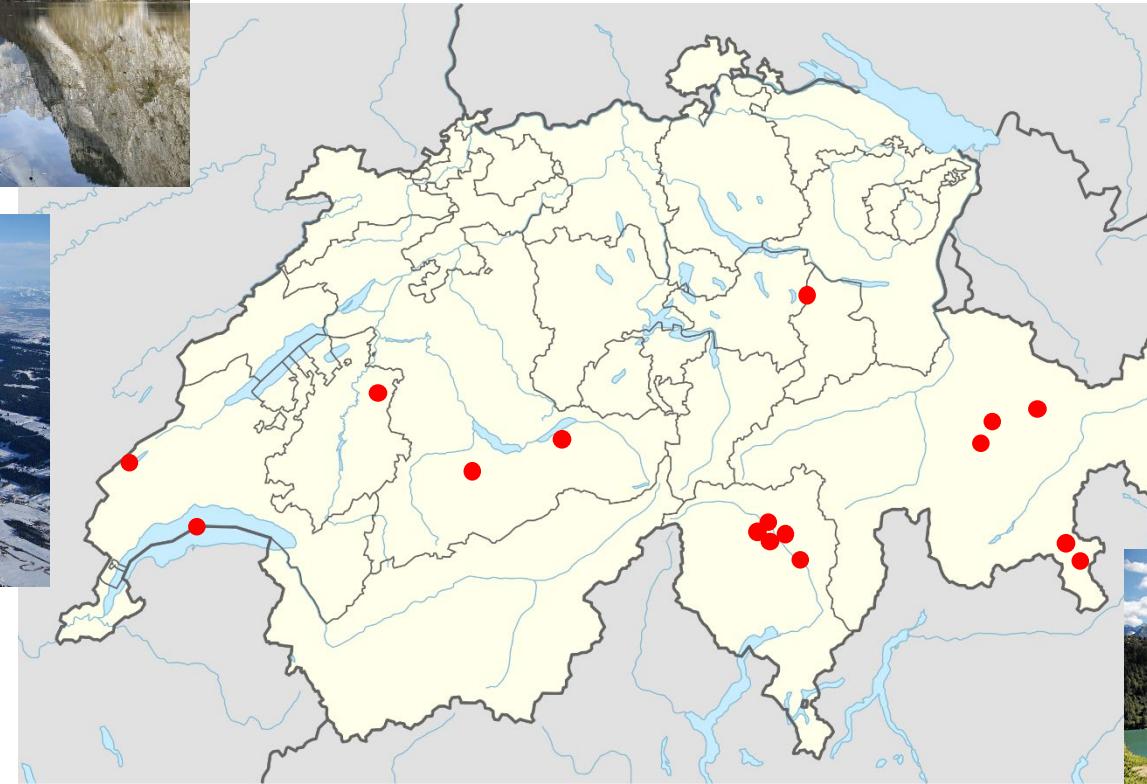




Schadstoffe aus dem Reifenabrieb in der Umwelt



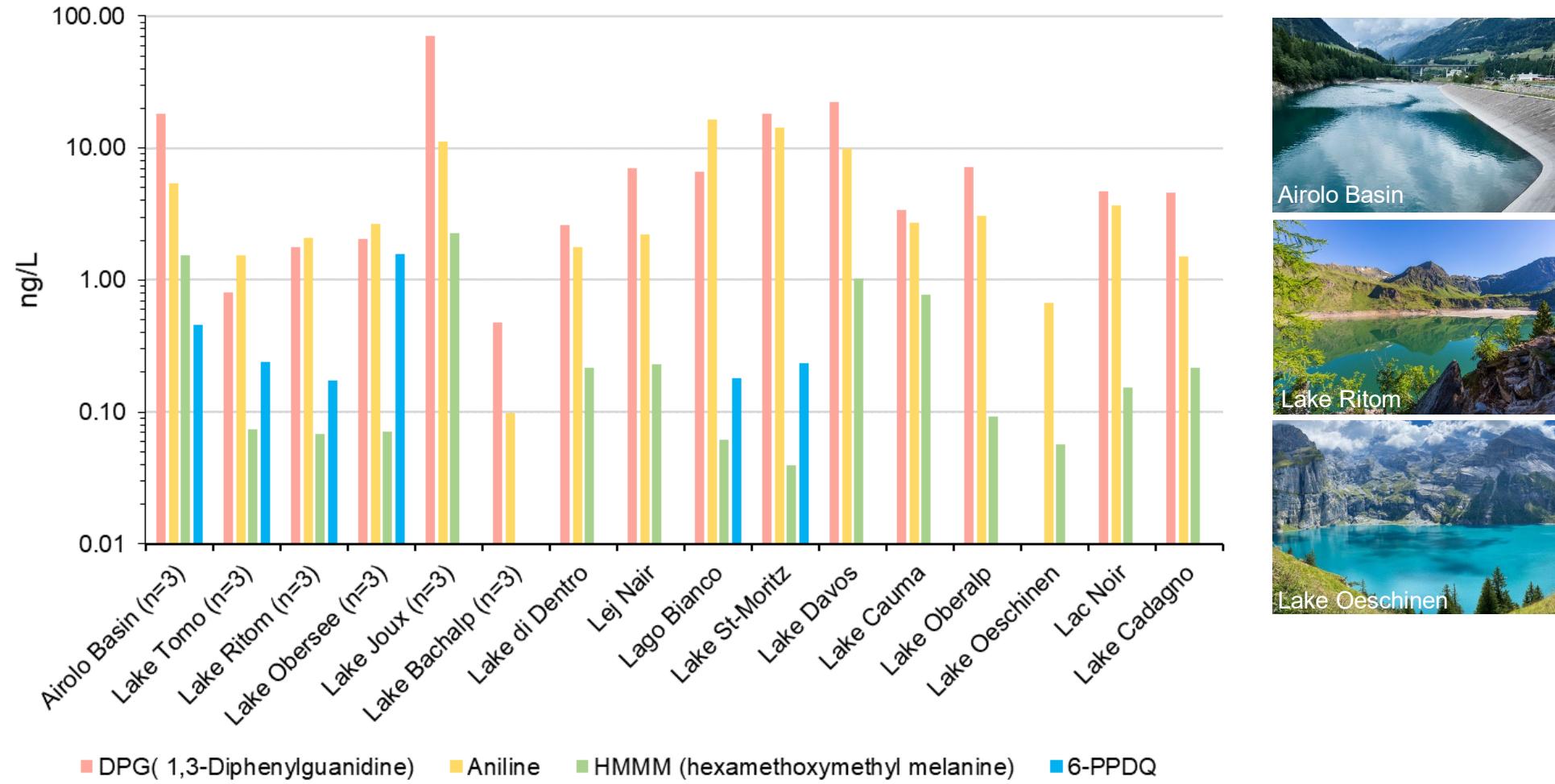
Probenahme in 16 Alpenseen in der Schweiz (2023)





Schadstoffe aus dem Reifenabrieb in der Umwelt

Konzentration von reifenassoziierten Chemikalien im Wasser von 16 Alpenseen in der Schweiz



Airolo Basin



Lake Ritom

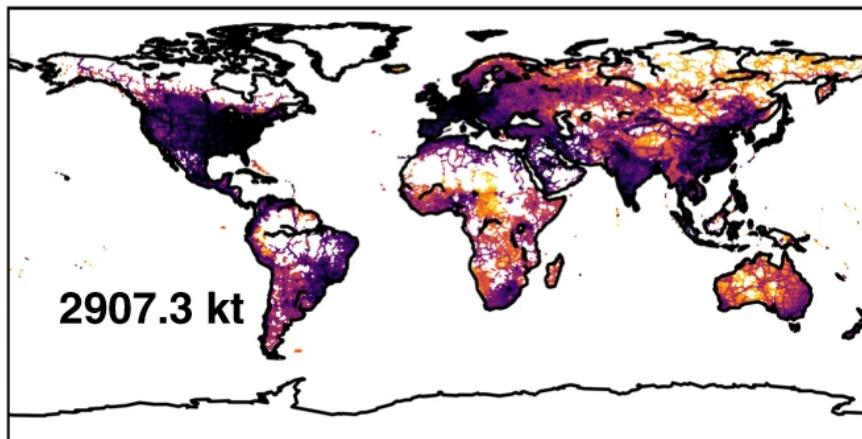


Lake Oeschinen

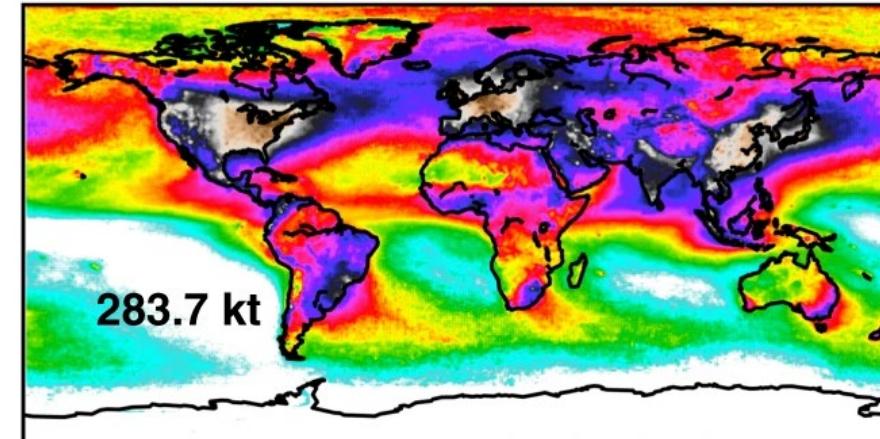


Schadstoffe aus dem Reifenabrieb in der Umwelt

a Jährliche TWP-Emissionen



b Jährliche Ablage von TWP < 10µm



Evangeliou et al. (2020)



nature communications

Article | [Open access](#) | Published: 22 June 2023

Occurrence and backtracking of microplastic mass loads including tire wear particles in northern Atlantic air

[Isabel Goßmann](#), [Dorte Herzke](#), [Andreas Held](#), [Janina Schulz](#), [Vladimir Nikiforov](#), [Christoph Georgi](#),
[Nikolaos Evangelou](#), [Sabine Eckhardt](#), [Gunnar Gerdts](#), [Oliver Wurl](#) & [Barbara M. Scholz-Böttcher](#)



Environmental Research

Volume 208, 15 May 2022, 112741



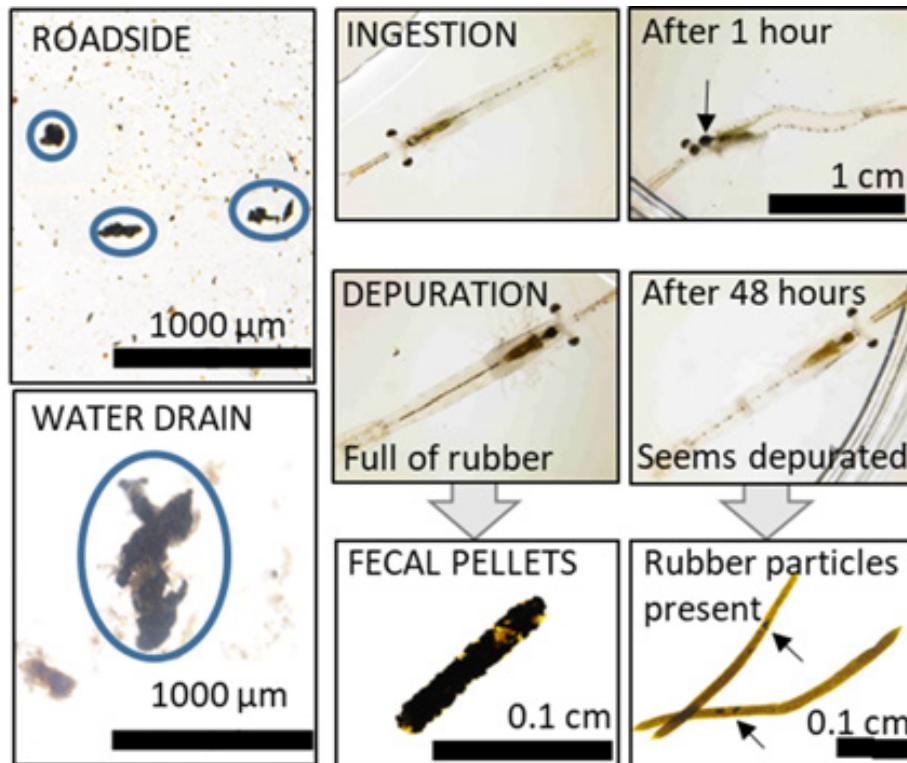
Nanoplastics measurements in Northern and Southern polar ice

[Dušan Materić](#)^a , [Helle Astrid Kjær](#)^b, [Paul Valletlonga](#)^b, [Jean-Louis Tison](#)^c,
[Thomas Röckmann](#)^a, [Rupert Holzinger](#)^a



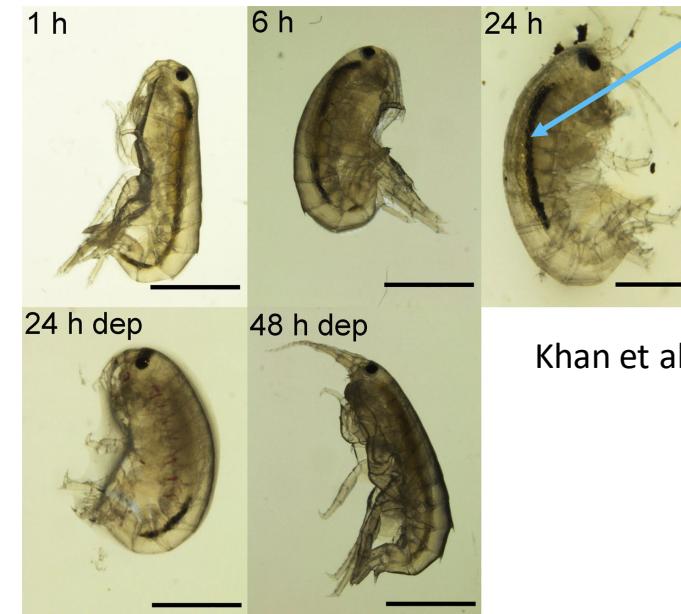
Exposition von Organismen gegenüber Reifenpartikeln

Beispiele: Garnelen



Halle et al (2020)

Reifenpartikel im Verdauungstrakt



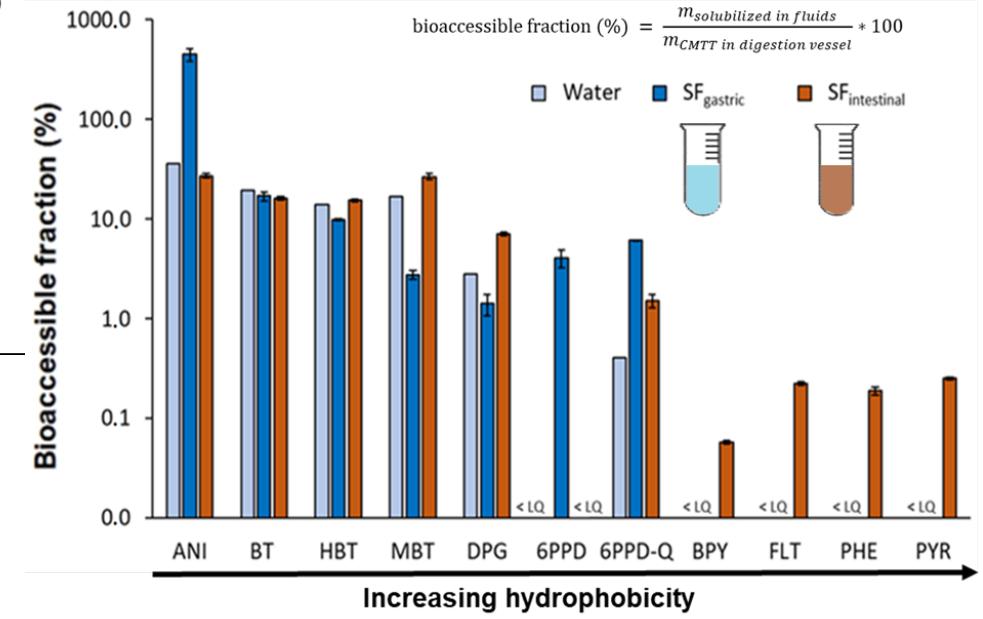
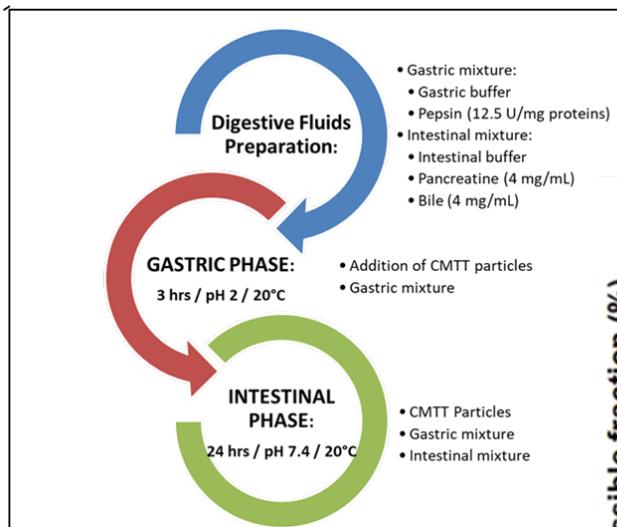
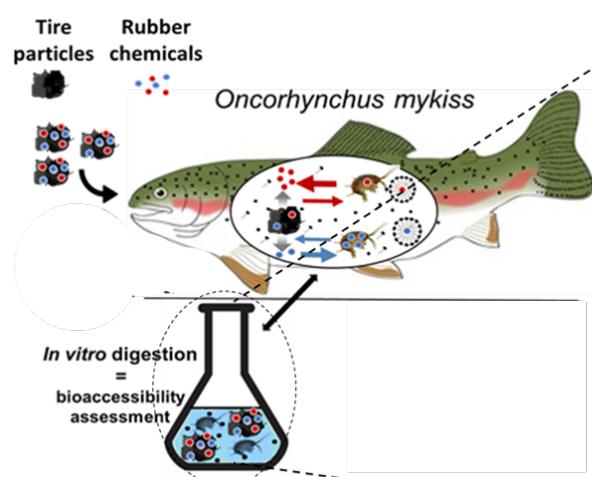
Khan et al (2019)

- Reifenpartikel können von Organismen aufgenommen werden



Exposition von Organismen gegenüber Reifenpartikeln

In-vitro-Verdauung von Partikeln und Freisetzung von Additiven (Verdauungstrakt von Forellen)

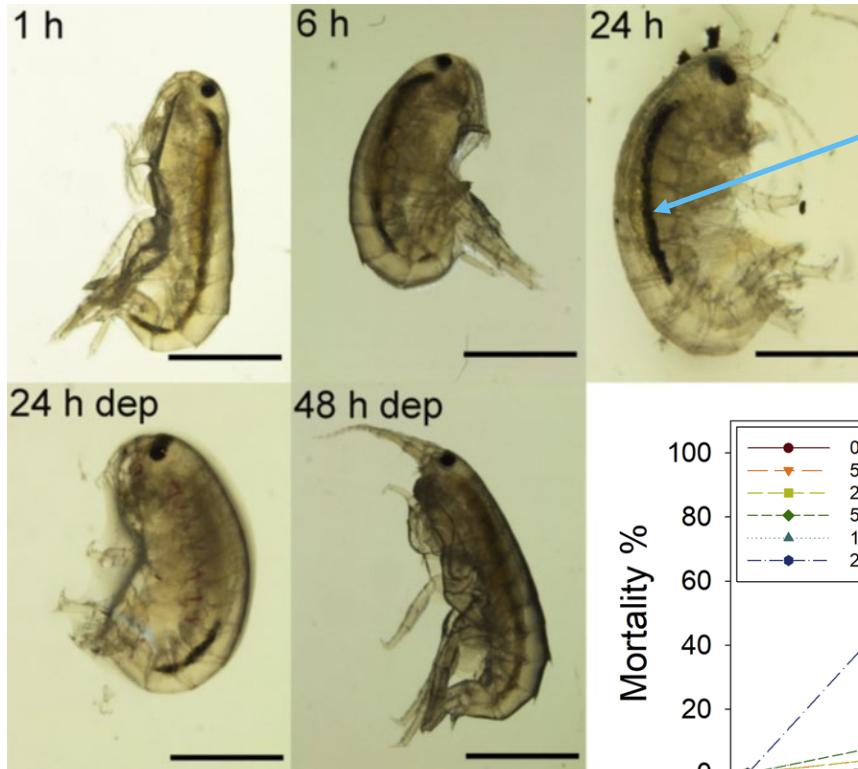


- Nebst der bestehenden direkten Exposition gegenüber Partikeln und Stoffen in der Umwelt könnte die Verdauung zu einer zusätzlichen Exposition gegenüber einem Cocktail von Chemikalien beitragen



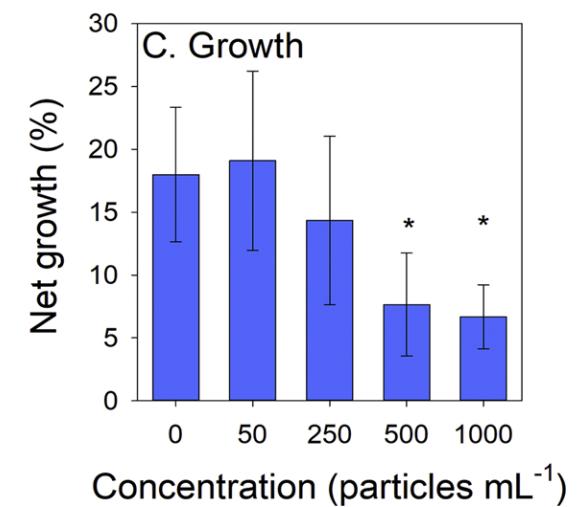
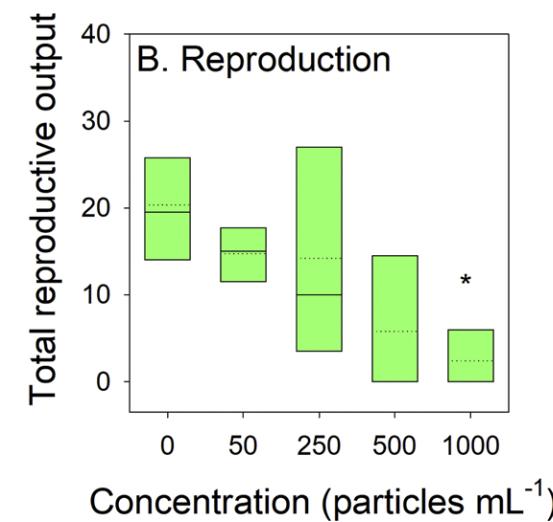
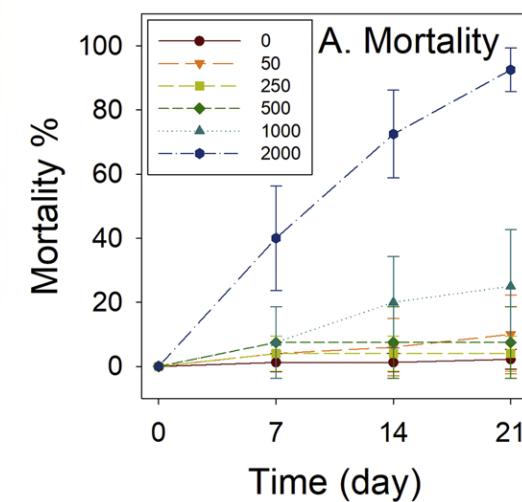
Auswirkungen von Reifenpartikeln auf Organismen

Amphipode *Hyllela azteca*



Reifenpartikel im Verdauungstrakt

➤ Beobachtete chronische Wirkungen

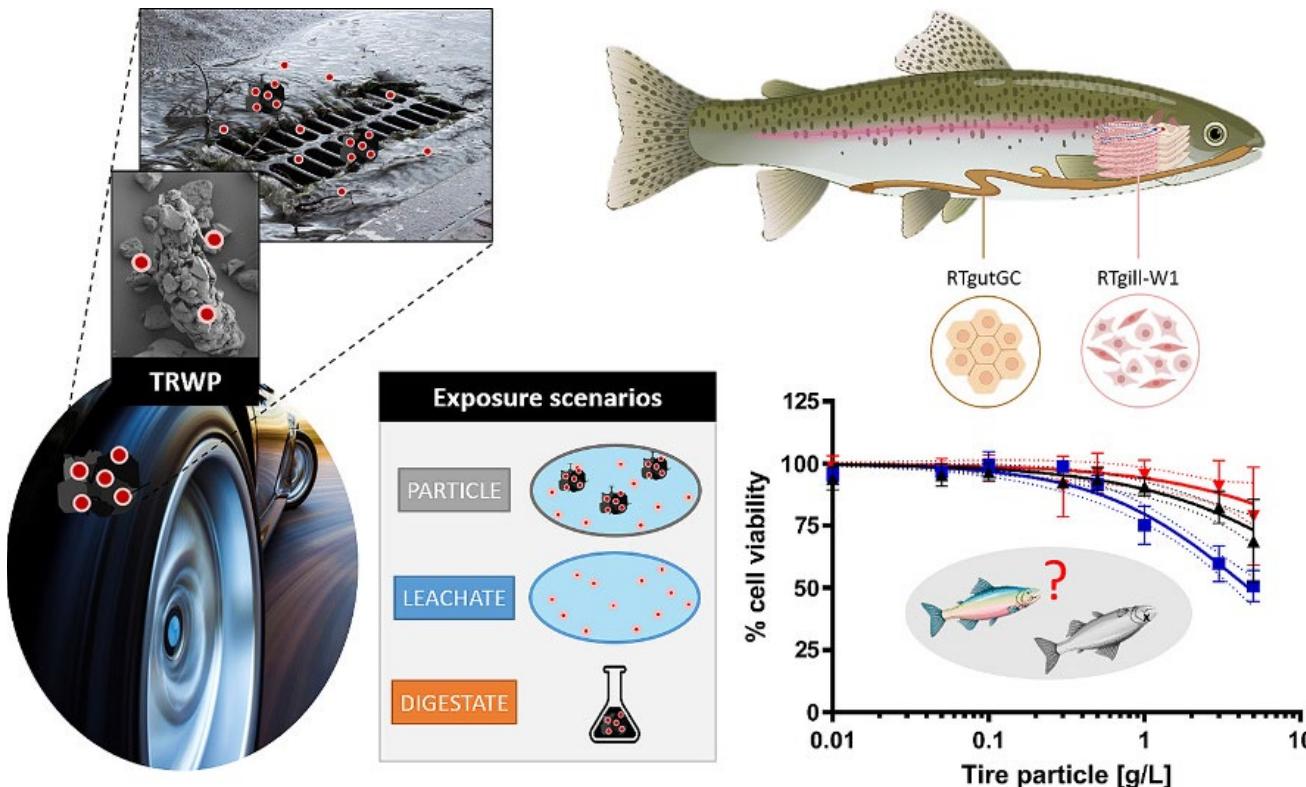




Auswirkungen von Reifenpartikeln auf Organismen

Partikeltoxizität auf Zelllinien der Regenbogenforellen

Darm / Kiemen



- Spezifische Toxizität von Reifenpartikeln, Sickerwasser und Digestat *in vitro*
- Die Konzentration von Reifenpartikeln mit akuter Toxizität übersteigt die Konzentrationen in der Umwelt
- Reifenpartikel setzen kontinuierlich Chemikalien frei --> Zn und 6PPD Haupttoxizitätsfaktoren



Fälle von 6PPD und 6PPD-Q



WSU

WASHINGTON STATE
UNIVERSITY

WSU



Salmon are dying from toxic stormwater runoff,
Puget Sound area residents can help scientists
figure out why

Science

Current Issue

First release papers

Archive

About ▾

HOME > SCIENCE > VOL. 371, NO. 6525 > A UBIQUITOUS TIRE RUBBER-DERIVED CHEMICAL INDUCES ACUTE MORTALITY IN COHO SALMON

REPORT

f t in g

A ubiquitous tire rubber-derived chemical induces acute mortality in coho salmon

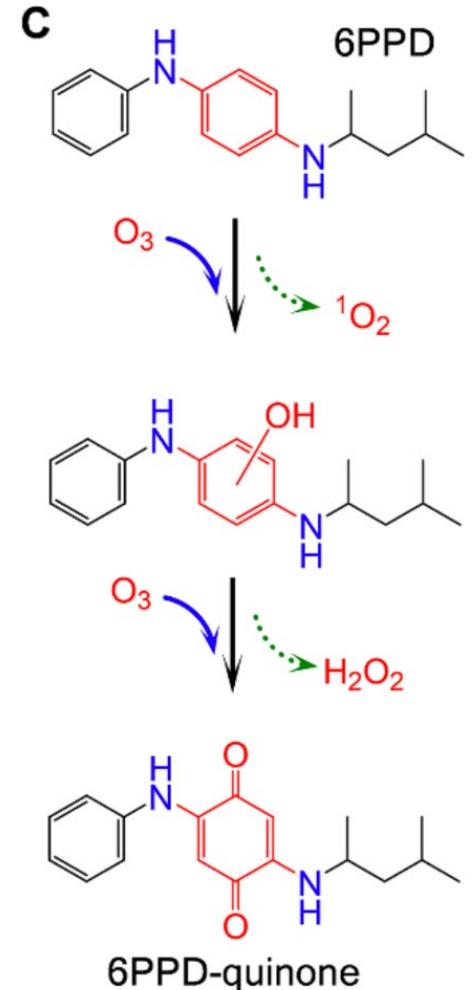
ZHENYU TIAN , HAOQI ZHAO , KATHERINE T. PETER , MELISSA GONZALEZ, JILL WETZEL , CHRISTOPHER WU, XIMIN HU , JASMINE PRAT

EMMA MUDROCK, [...] EDWARD P. KOLODZIEJ +18 authors Authors Info & Affiliations

CNN US Crime + Justice Energy + Environment Extreme Weather Space + Science

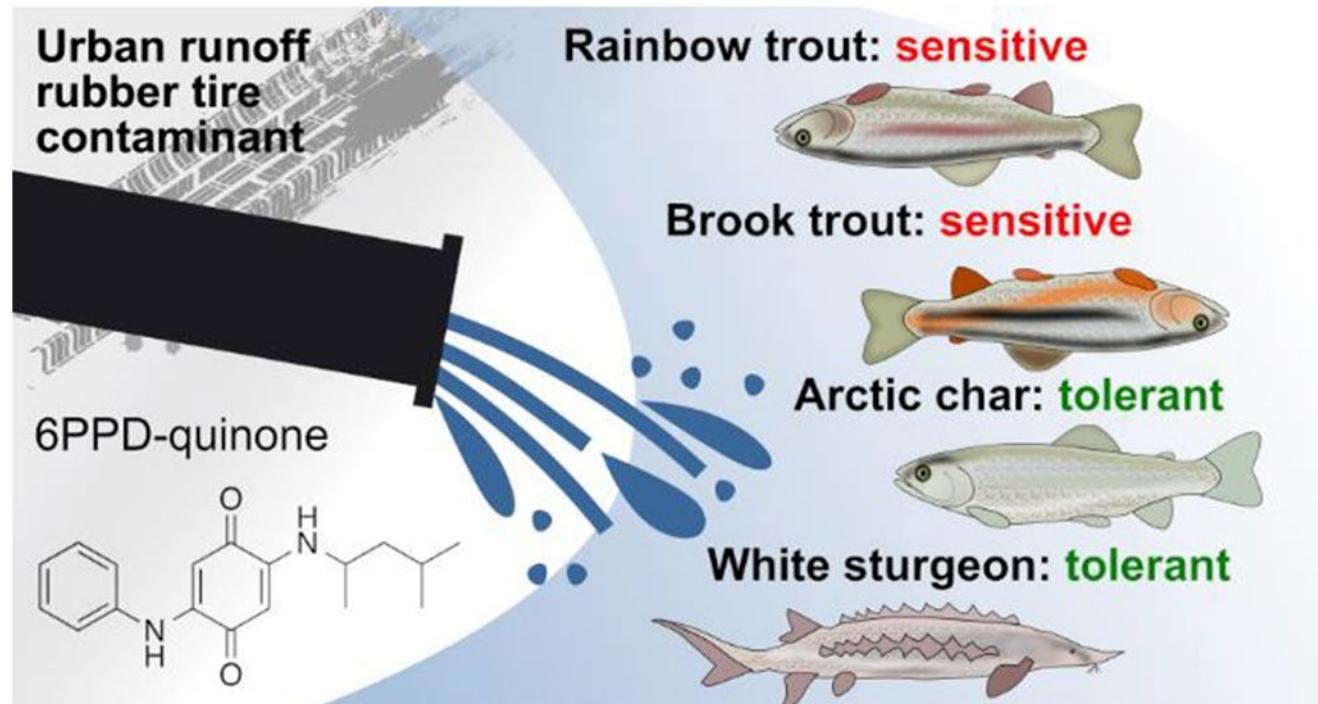
Salmon have been dying mysteriously on the West Coast for years. Scientists think a chemical in tires may be responsible

The Guardian
Pollution from car tires is killing off salmon on US west coast, study finds
Mass die-offs of coho salmon just before they are about to spawn have been traced to tire fragments washed into streams by rain



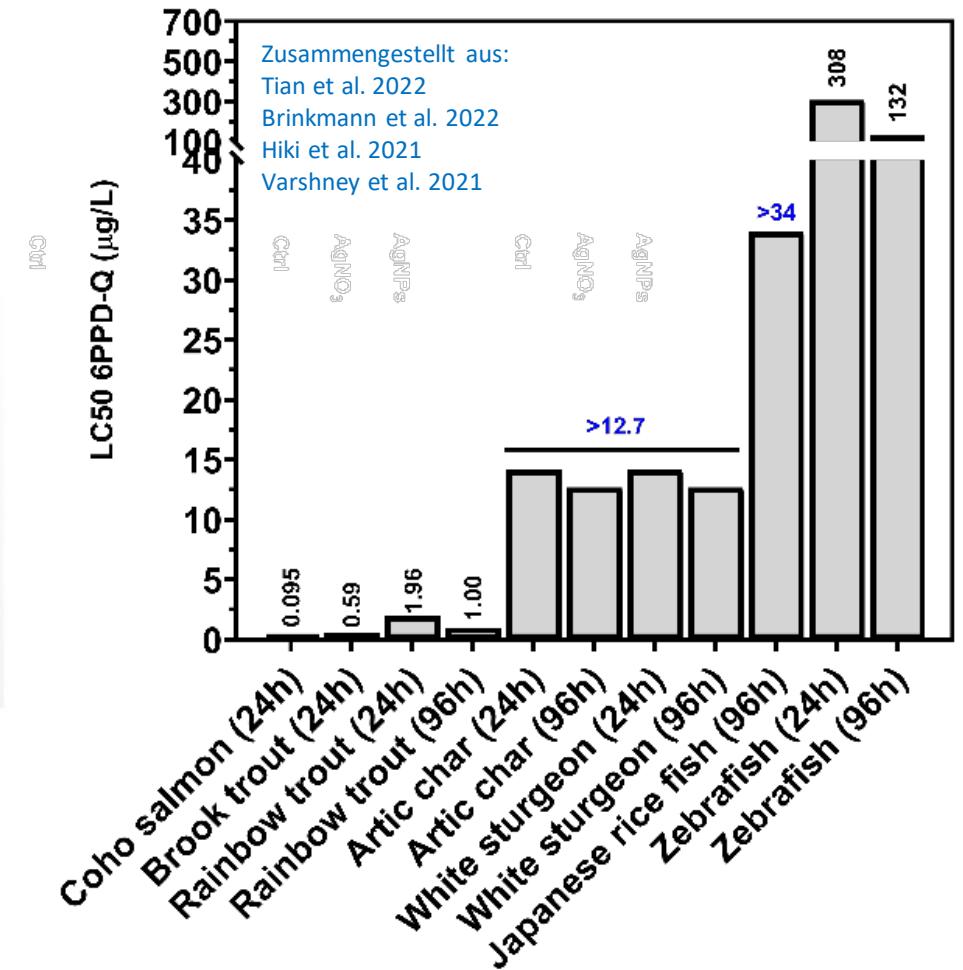


Fälle von 6PPD und 6PPD-Q



Brinkmann et al (2022)

- Spezielle Empfindlichkeit der Arten gegenüber 6PPD-Q
- Laufende Ermittlungen zur Klärung der zugrunde liegenden Mechanismen

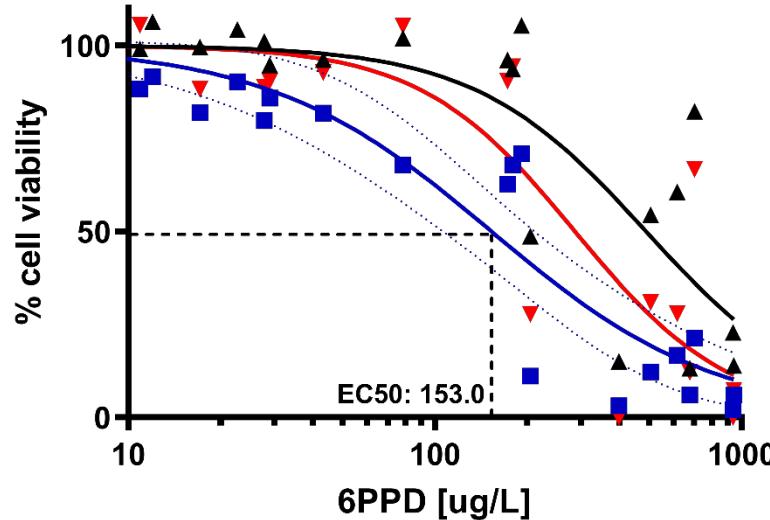




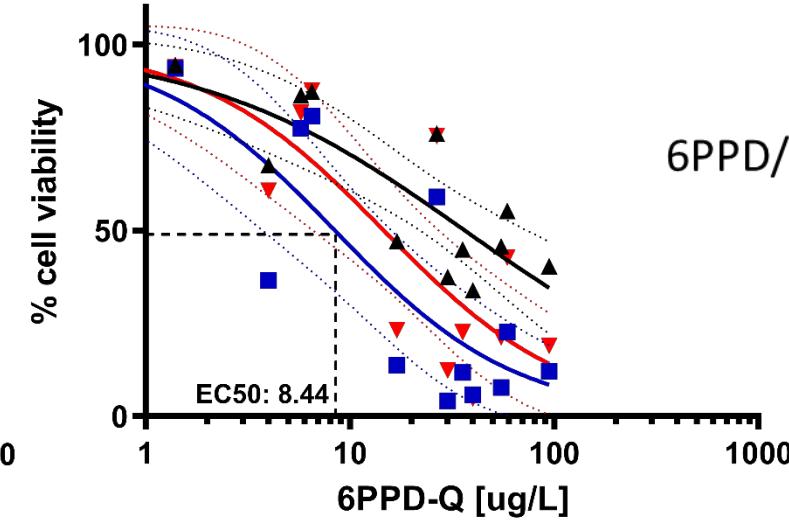
Fälle von 6PPD und 6PPD-Q

- metabolic activity
- ▲ cell membrane integrity
- ▼ lysosomal integrity

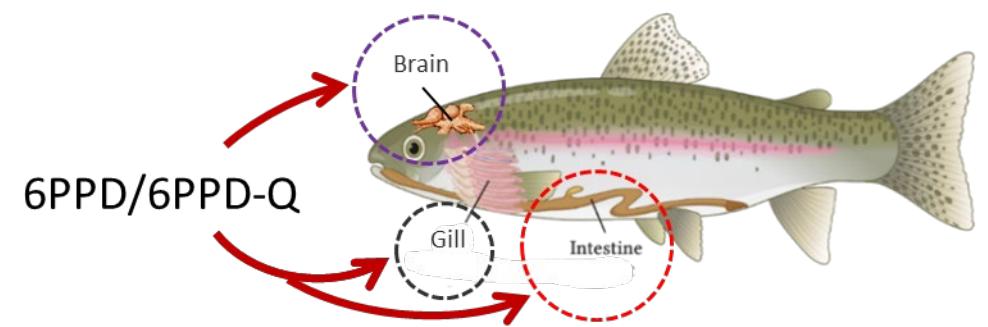
A: 6PPD toxicity to RTbrain



B: 6PPD-Q toxicity to RTbrain



Darm / Kiemen / Gehirn



- Gewebespezifische Empfindlichkeit gegenüber 6PPD-Q
 - Wirkungsweise: Neurotoxizität?
- Dudefou et al (2023;2024)

Zelllinien	6PPD EC50 ($\mu\text{g}/\text{L}$)	6PPD-Q EC50 ($\mu\text{g}/\text{L}$)
RTgill-W1	121.5 (64.6-228.6)	nicht mehr als 25% Toxizität bis zu 6200
RTgutGC	177.2 (159.0-197.5)	nicht mehr als 25% Toxizität bis zu 1500
RTbrain	153.0 (109.8-213.4)	8.44 (4.32-16.48)



Welche Lösungen gibt es?

Ersatz

Behörden, Forschungsgruppen und die Reifenindustrie suchen nach alternativen Chemikalien



NEWS RSS

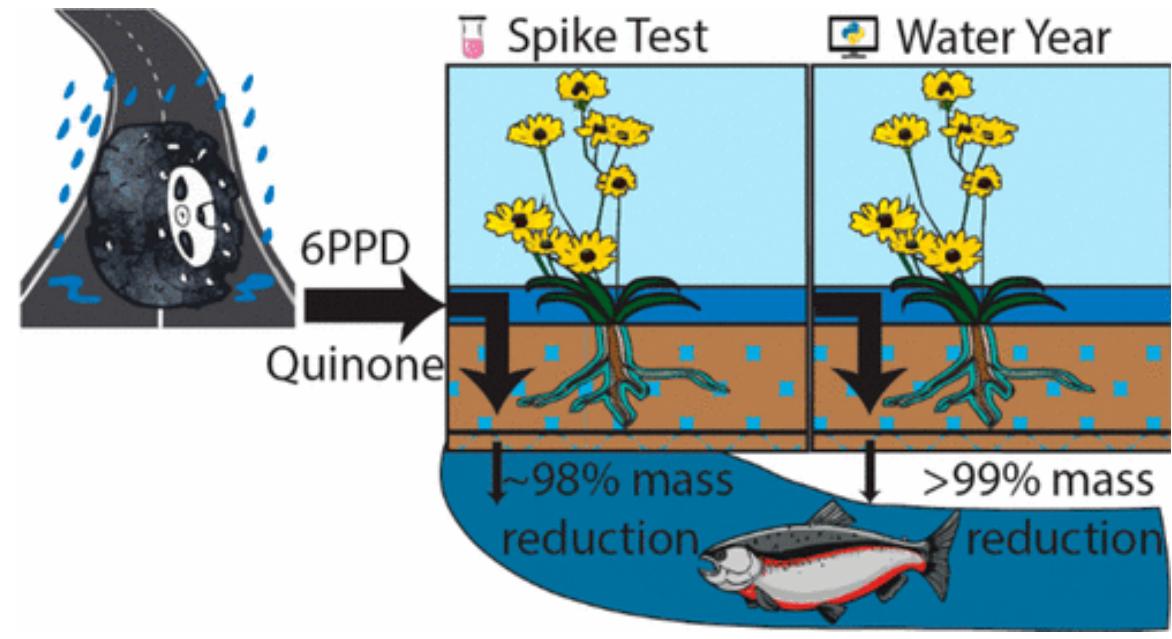
Tire manufacturers threatened with lawsuit over the use of 6PPD



California Requires Tiremakers to Look for Safer Alternatives to Chemical that Kills Coho Salmon

Chemischen Ersatz

Reduktion



Naturnahe Retentionssysteme können zur Dekontamination des Wassers beitragen

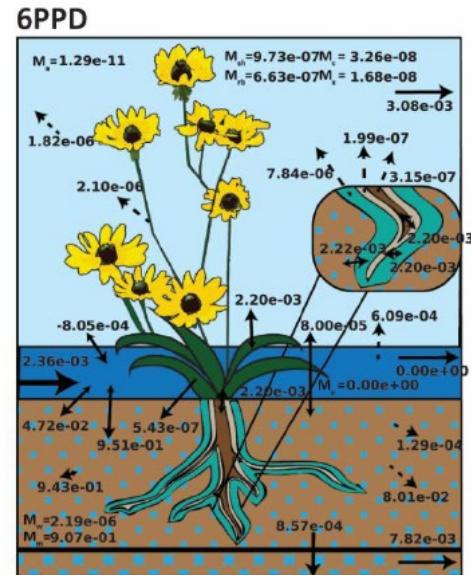
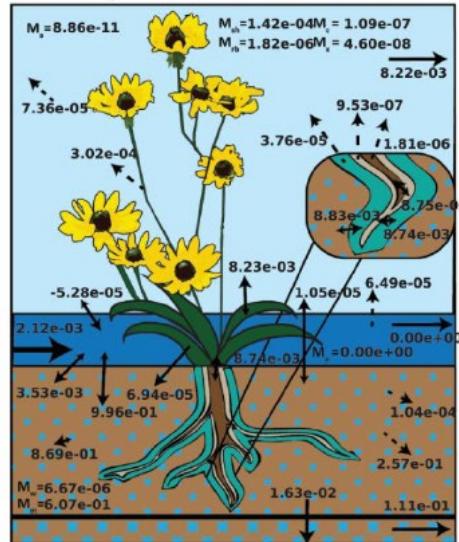
Behandlung des Strassenabwasser, Strassenreinigung...¹⁸

Welche Lösungen gibt es?

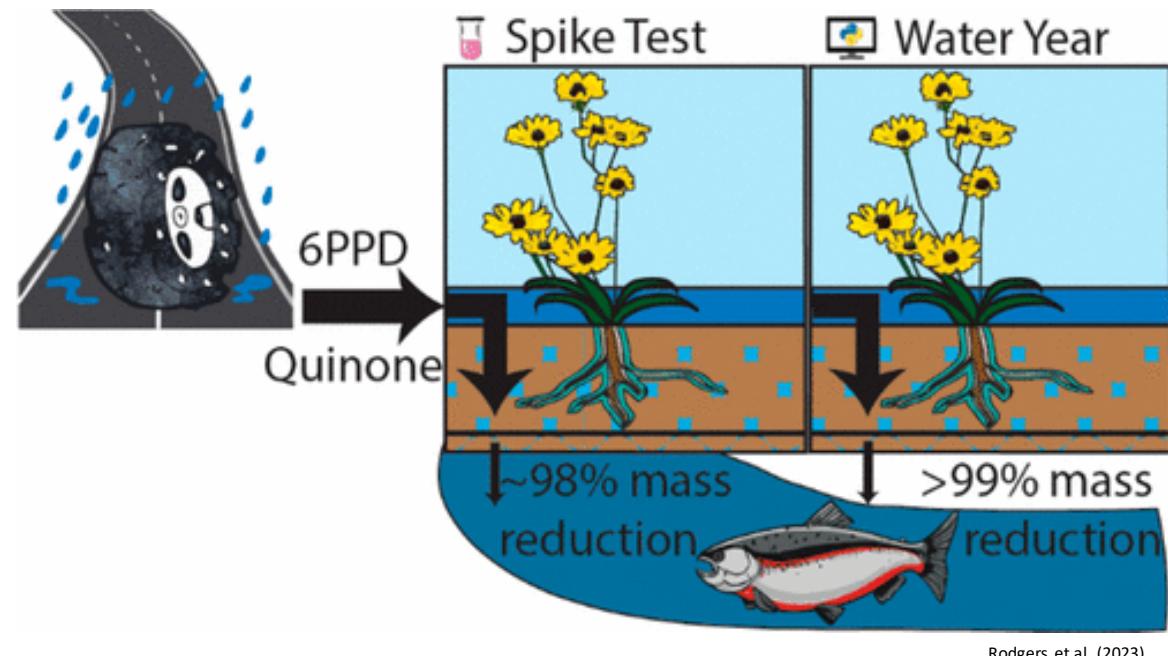


Die Halbwertszeit im Boden für 6PPD-Chinon (75 Tage) versus 6PPD (~340 Tage) bedeutet, dass das aus der Umwandlung von 6PPD hergestellte 6PPD-Chinon sich wahrscheinlich nicht in naturnahen Retentionssystemen oder im Boden allgemein anreichern würde.

Base Case: Slow Exfiltration
6PPD-Quinone



Ermäßigung



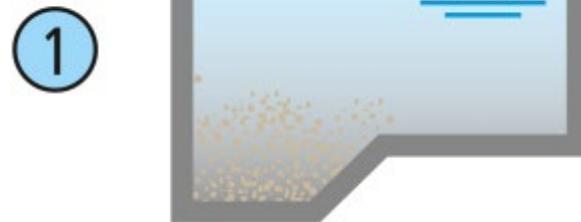
Naturnahe Retentionssysteme können zur Dekontamination des Wassers beitragen



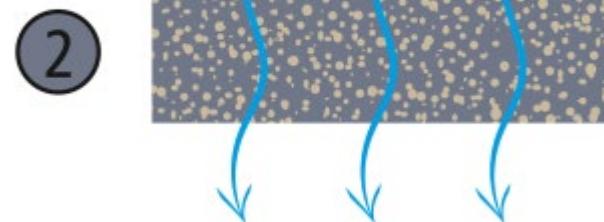
Welche Lösungen gibt es?

System zur Behandlung und Ableitung von Strassenwasser (SABA)

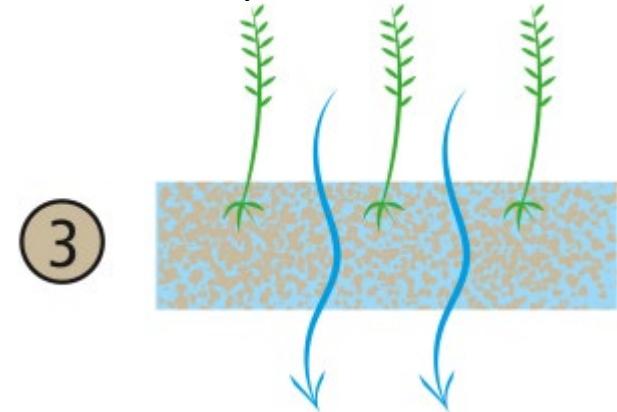
Rückhaltebecken



Kiesfilter



Bepflanzter Sandfilter



Baustelle Jonction Grand-Saconnex (GE)



