

Strassenabwasser Schadstoffe aus dem Reifenabrieb

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

oekotoxzentrum
centre ecotox



EPFL

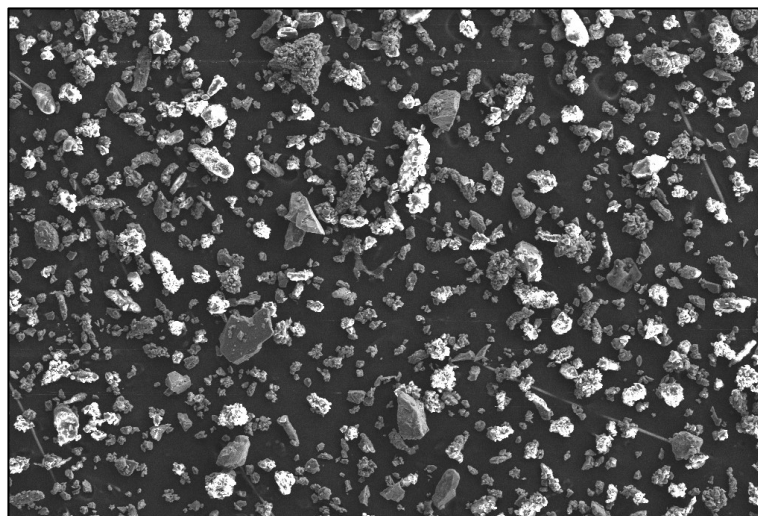
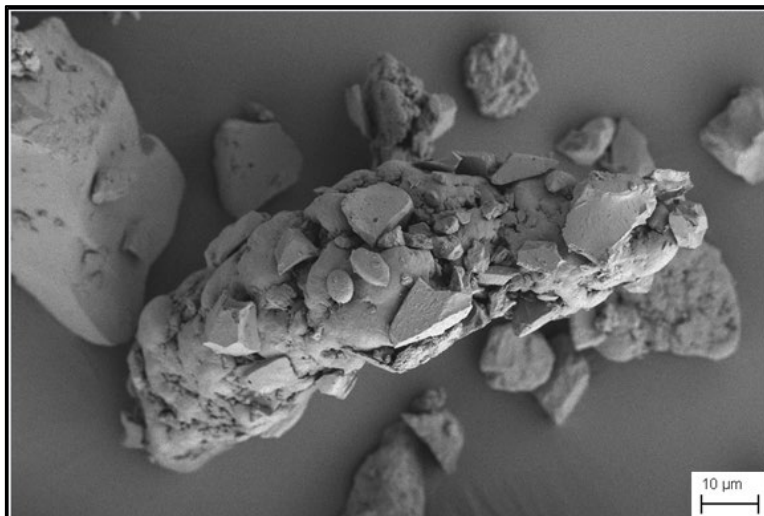


vsa.ch/kontakt

Abriebpartikel von Reifen und Strasse



Abriebpartikel von Reifen und Strasse sind eine besondere Kategorie von Mikroplastik

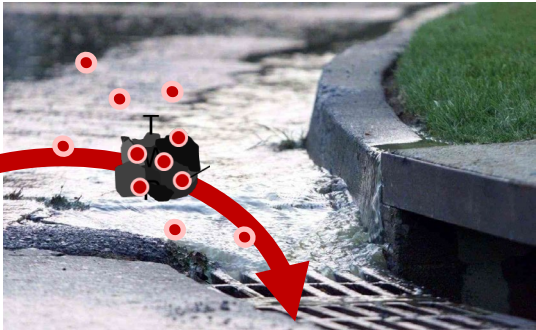
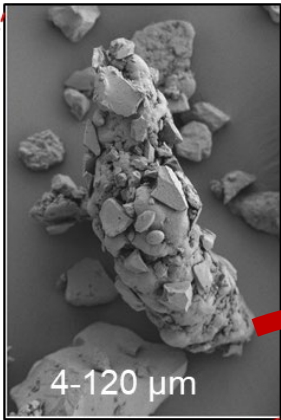
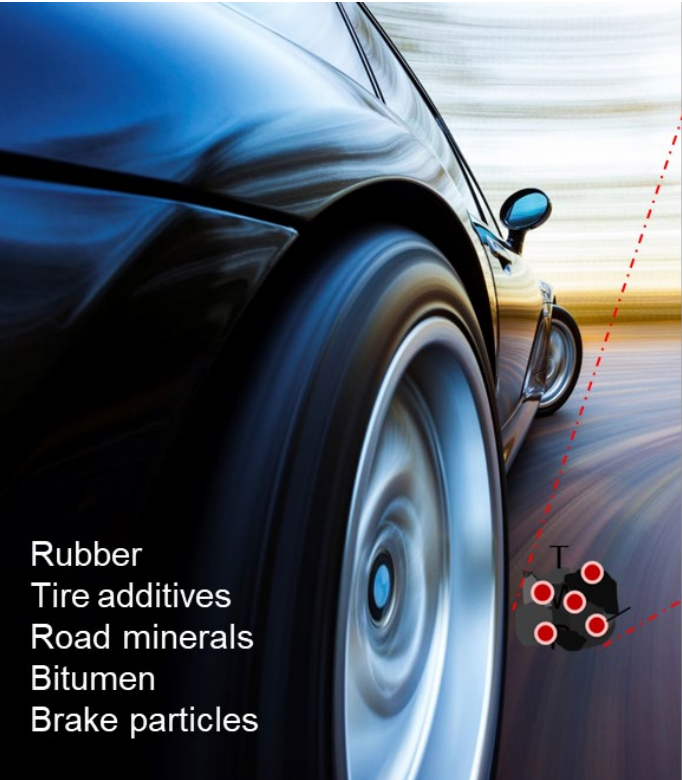


24 - 93 %

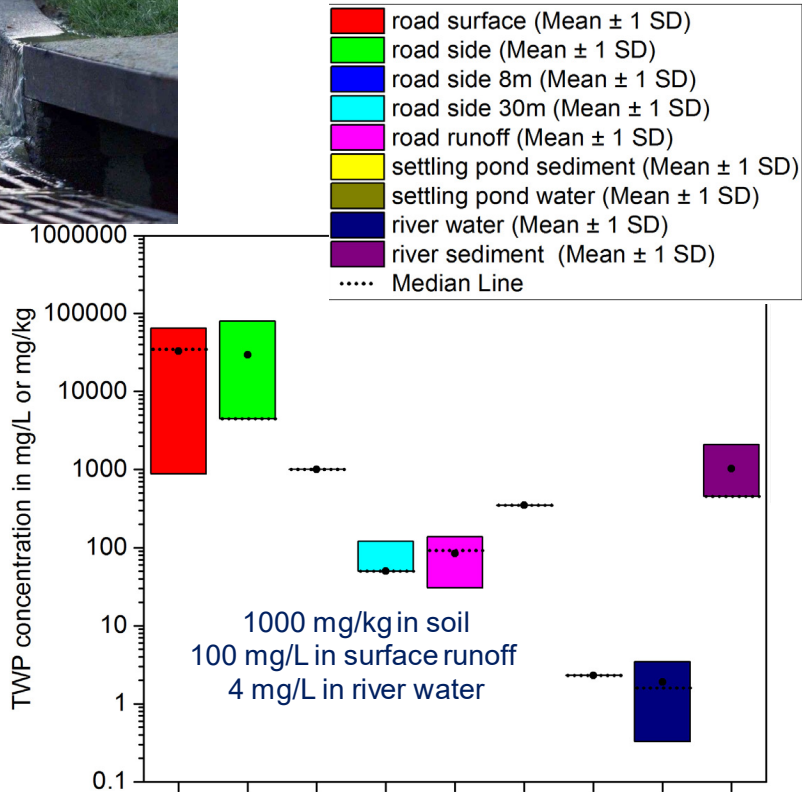
Schadstoffe aus dem Reifenabrieb



Reifen- und Strassenabriebpartikel (TRWP)

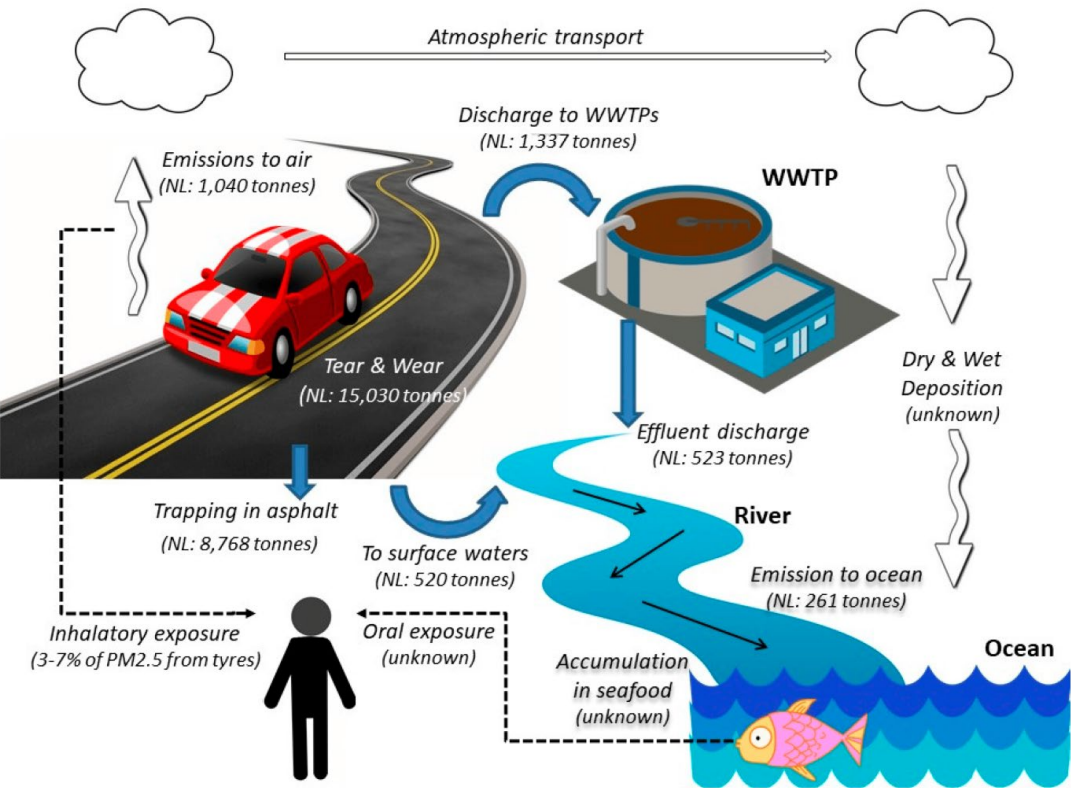


Thorpe et al., 2008;
Wagner et al., 2018;
Panko et al., 2013;
Kreider et al., 2010



Schadstoffe aus dem Reifenabrieb

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



Niederlande

Kole et al. (2017)



Deutschland

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Der Bundesrat

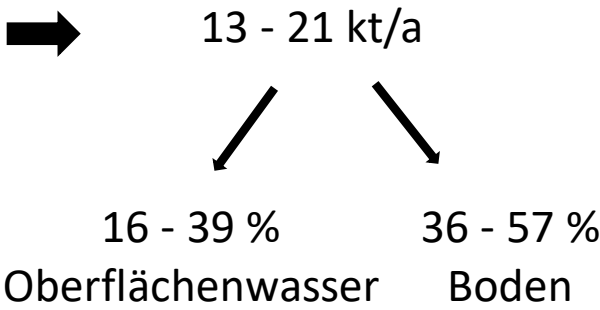
Bern, [Datum]

Reifenabrieb als grösste Quelle von Mikroplastik. Massnahmen zur Verminderung

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

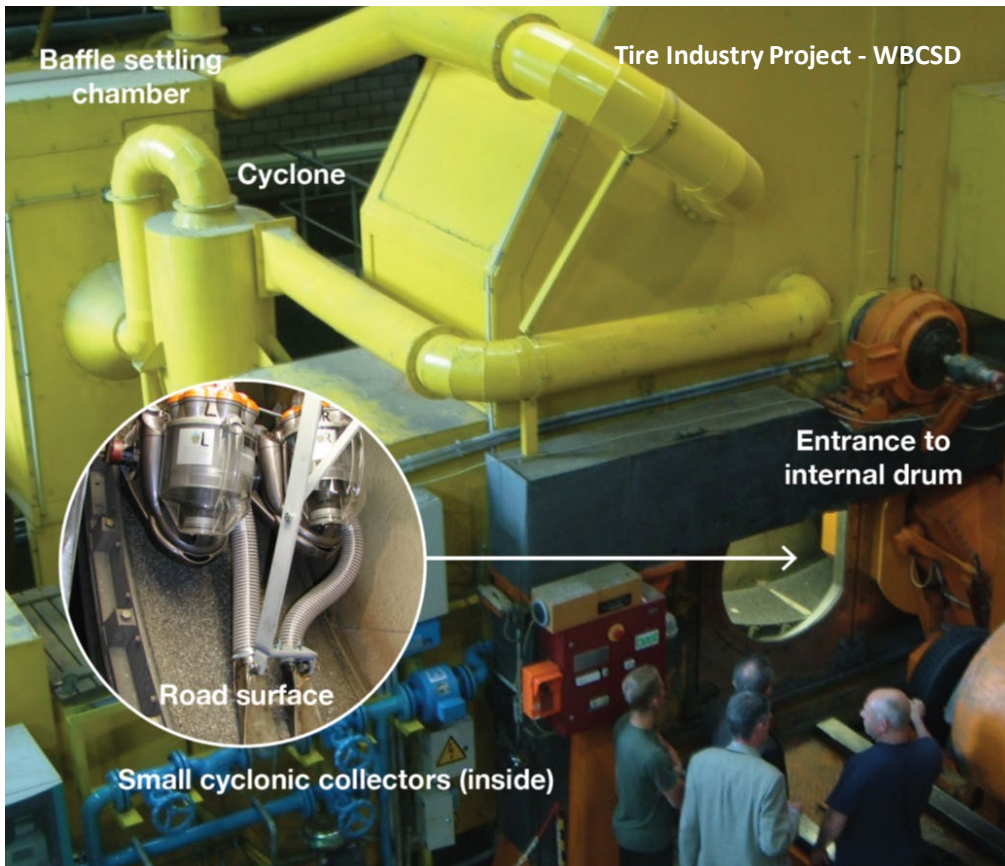
Bericht des Schweizer Bundesrates (2023)

Schweiz

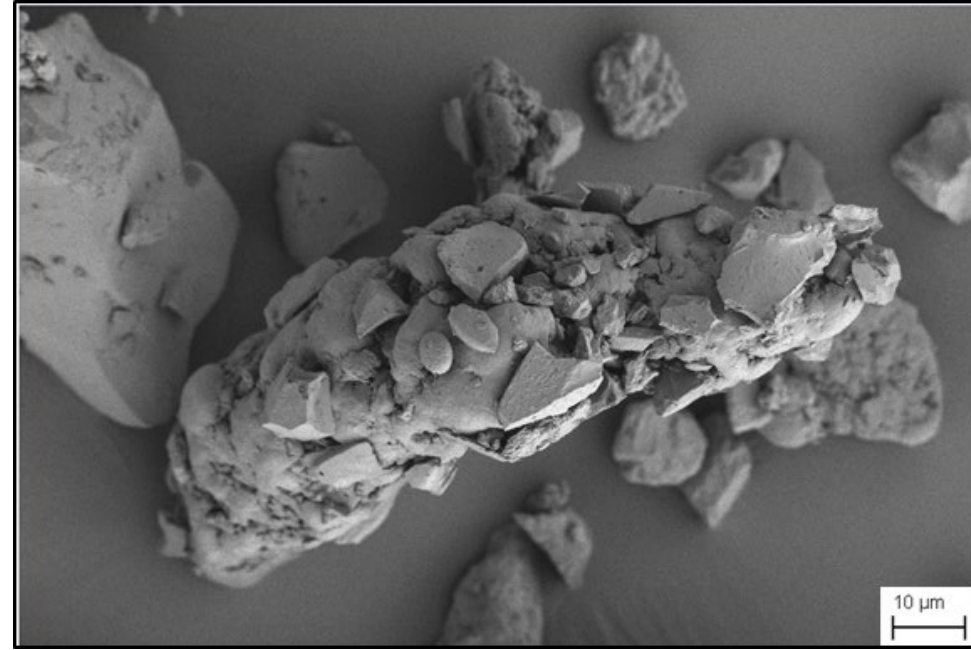


Partikel von Reifen- und Strassenabrieb

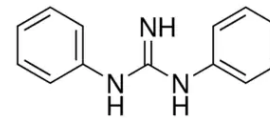
Physikalische und chemische Eigenschaften



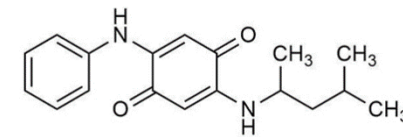
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)



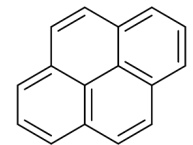
Thibault Masset / EPFL



1,3-Diphenylguanidin
Vulkanisierungsbeschleuniger

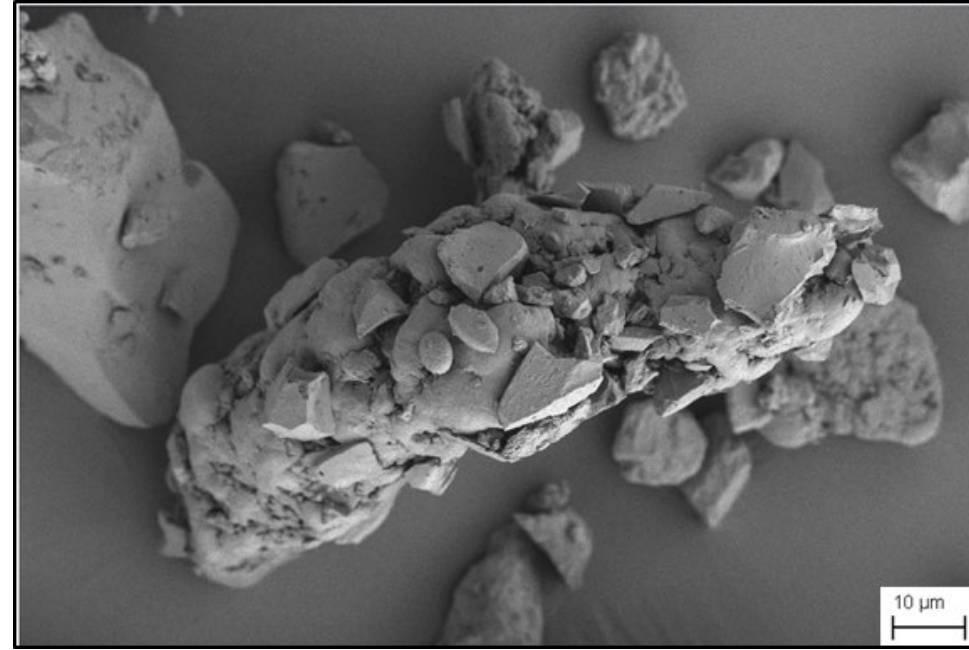


6PPD-Chinon
Transformationsprodukt von 6PPD

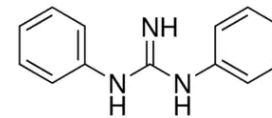
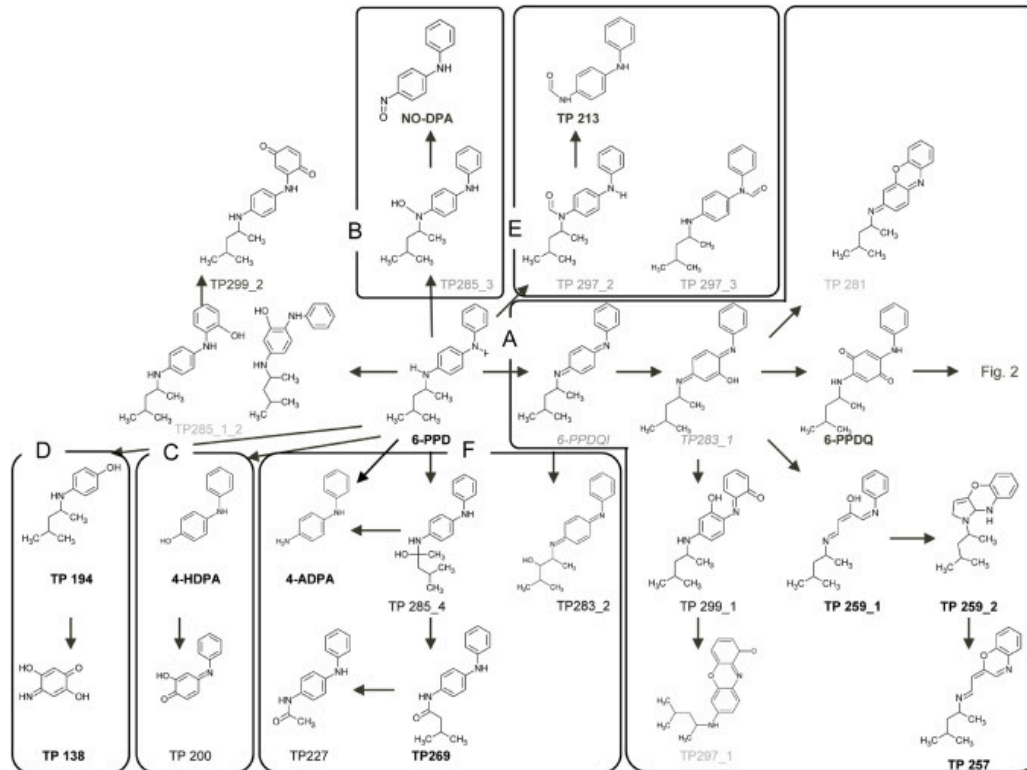


Pyren
PAK

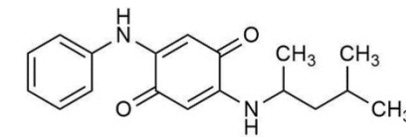
Partikel von Reifen- und Strassenabrieb. Physikalische und chemische Eigenschaften



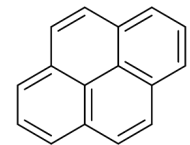
Thibault Masset / EPFL



1,3-Diphenylguanidin
Vulkanisierungsbeschleuniger



6PPD-Chinon
Transformationsprodukt von 6PPD

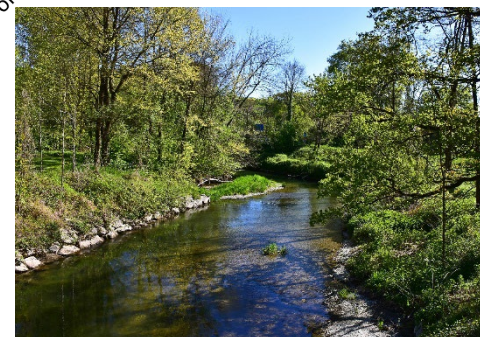
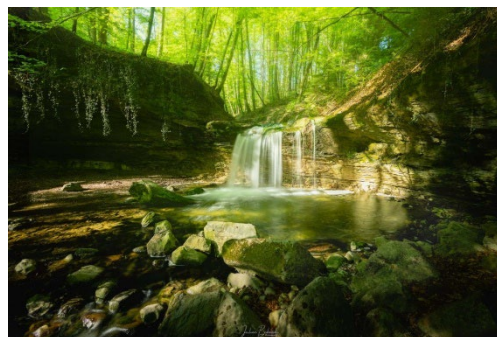
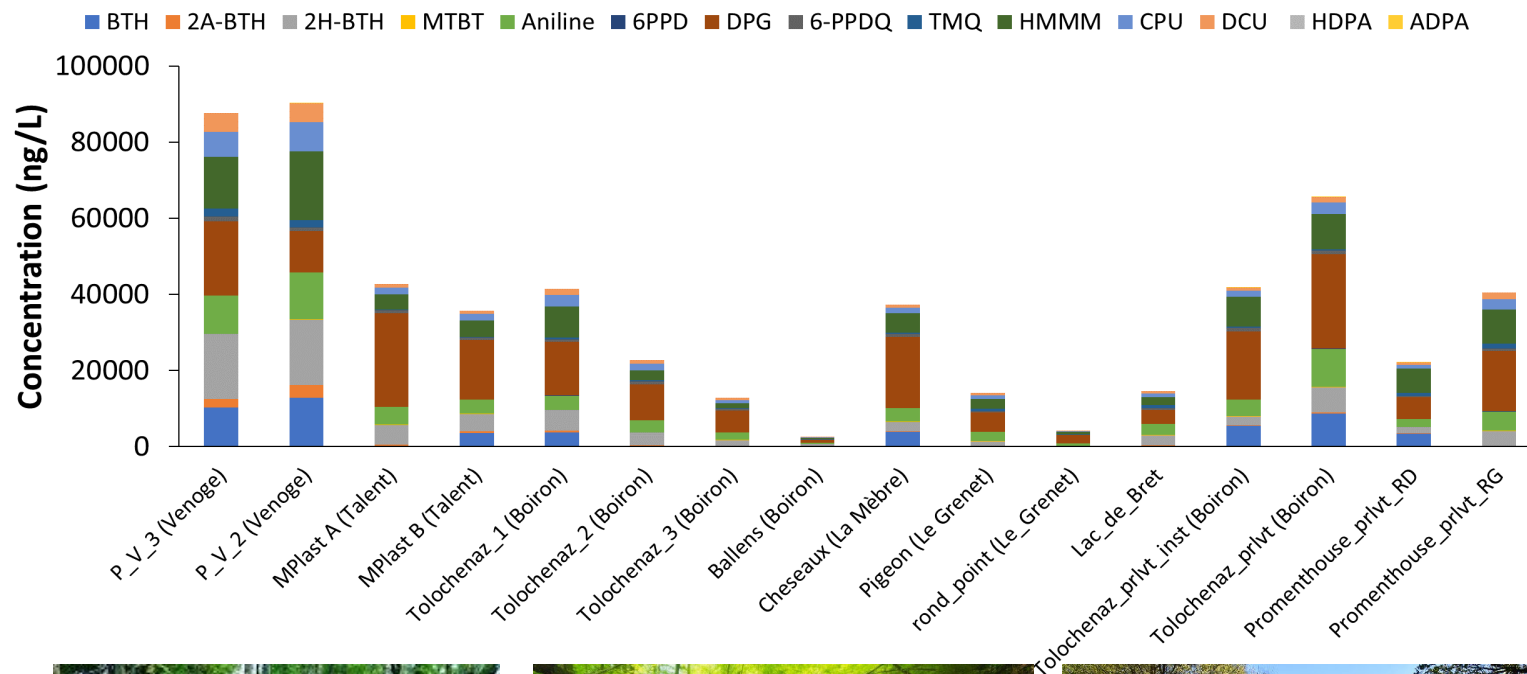


Pyren
PAK



Schadstoffe aus dem Reifenabrieb in der Umwelt

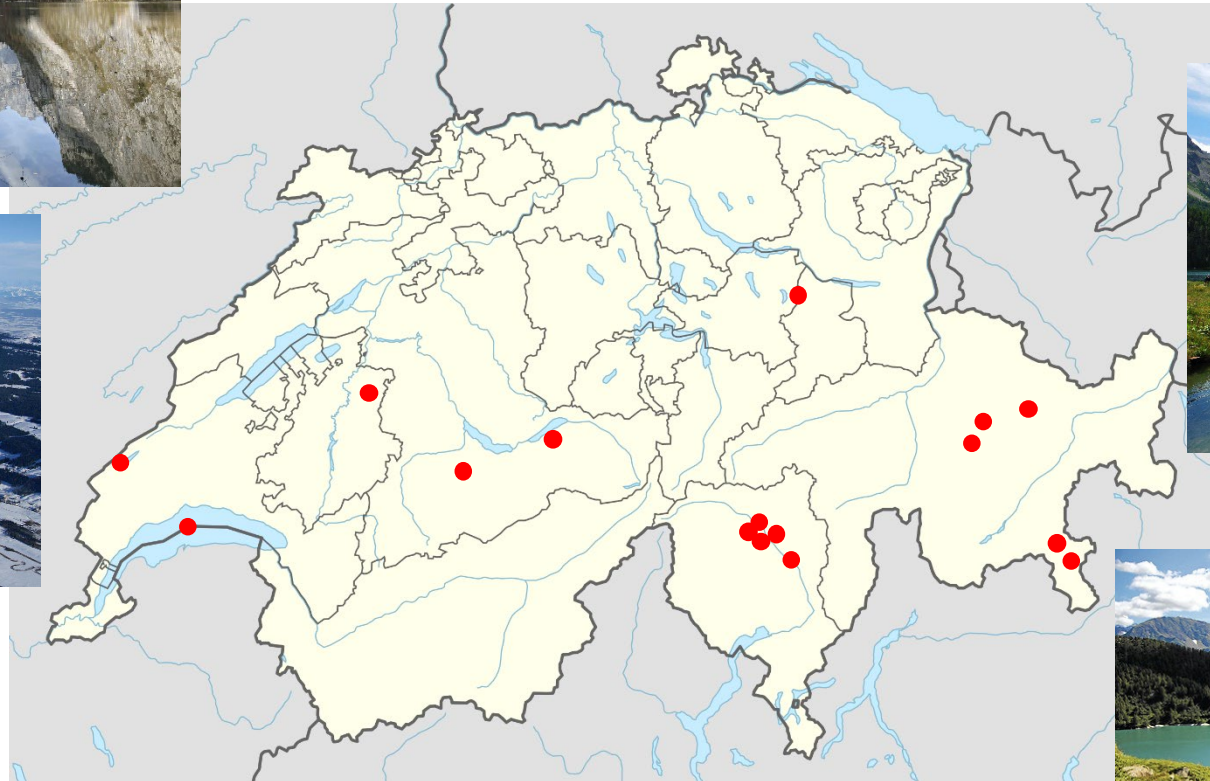
Konzentration von mit Reifen in Verbindung gebrachten Chemikalien im Wasser von Flüssen in der Nähe von städtischen Gebieten



Schadstoffe aus dem Reifenabrieb in der Umwelt



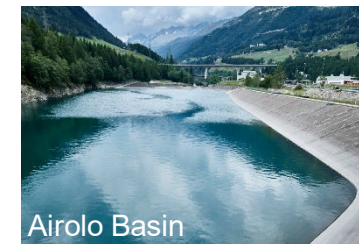
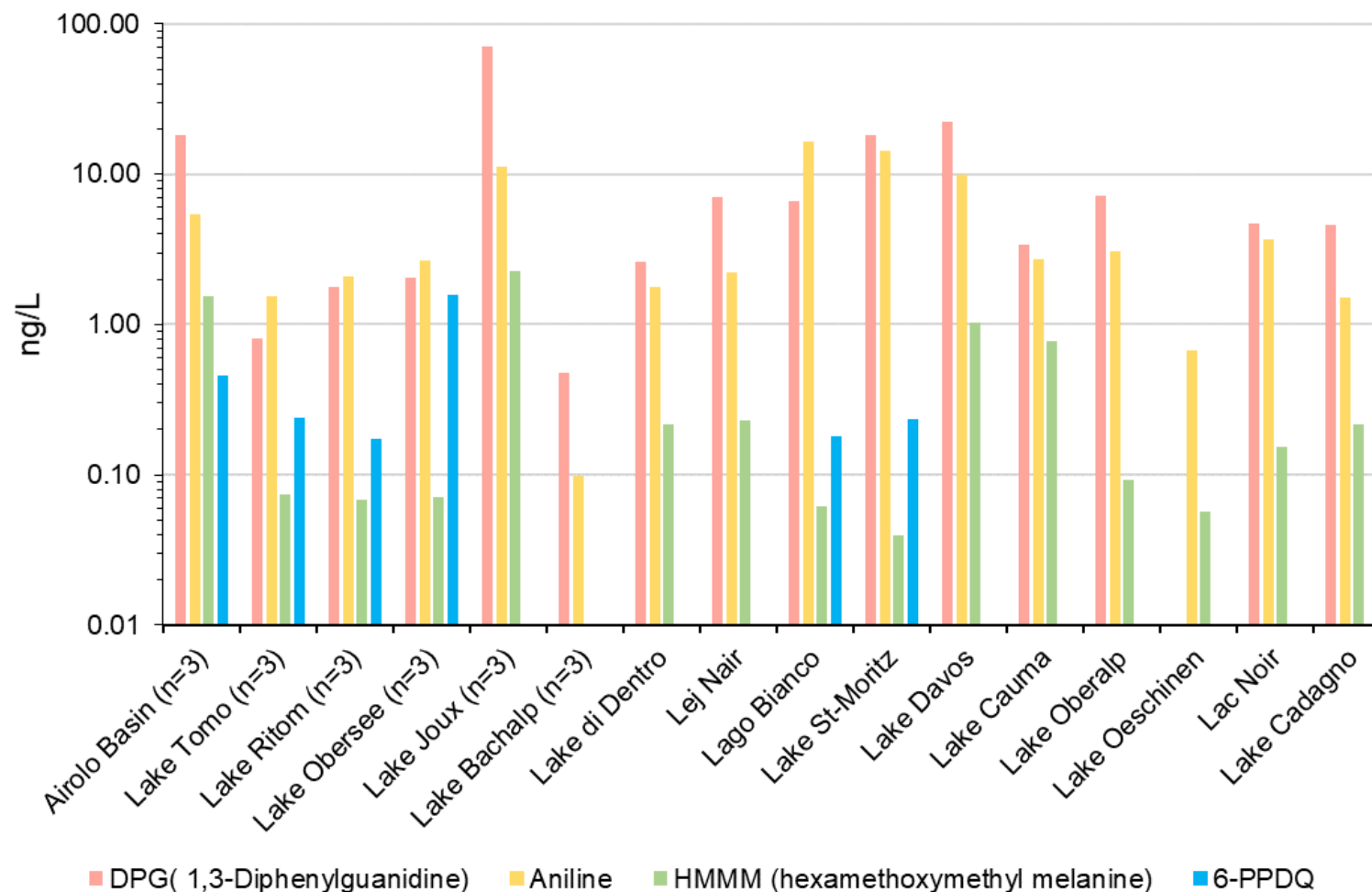
Probenahme in 16 Alpenseen in der Schweiz (2023)



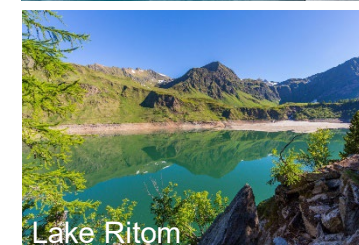


Schadstoffe aus dem Reifenabrieb in der Umwelt

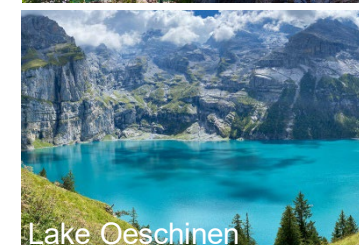
Konzentration von reifenassoziierten Chemikalien im Wasser von 16 Alpenseen in der Schweiz



Airolo Basin



Lake Ritom

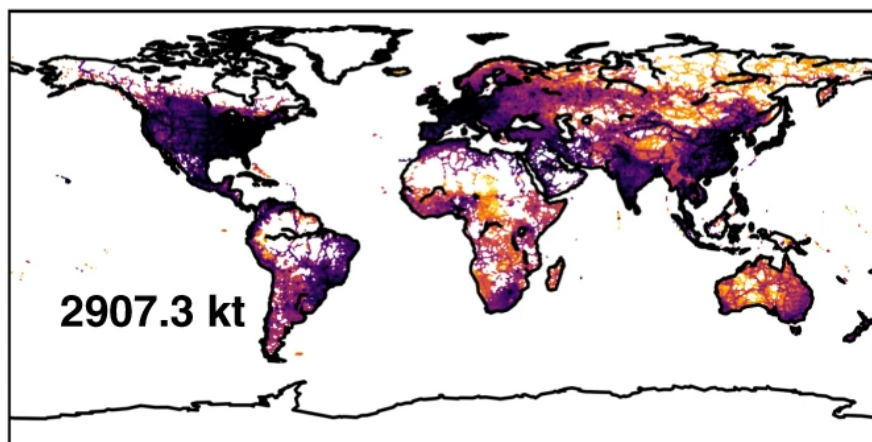


Lake Oeschinen

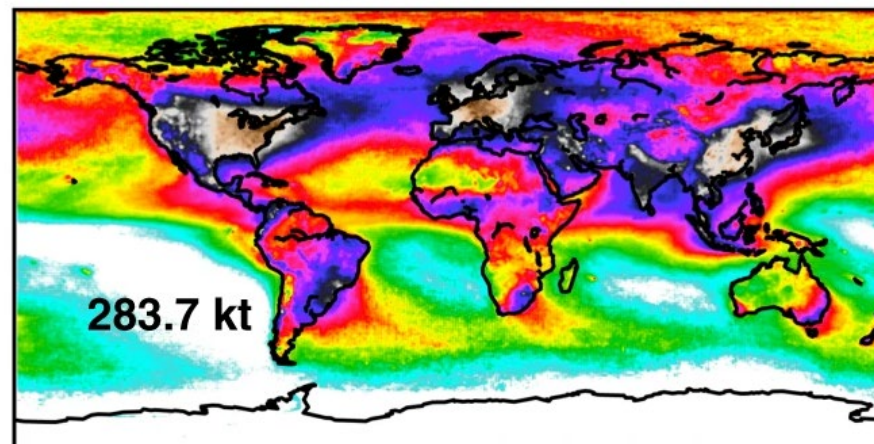


Schadstoffe aus dem Reifenabrieb in der Umwelt

a Jährliche TWP-Emissionen



b Jährliche Ablage von TWP < 10µm



Evangelou 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 Gerdt](#), [Oliver Wurl](#) & [Barbara M. Scholz-Böttcher](#)



Environmental Research

Volume 208, 15 May 2022, 112741



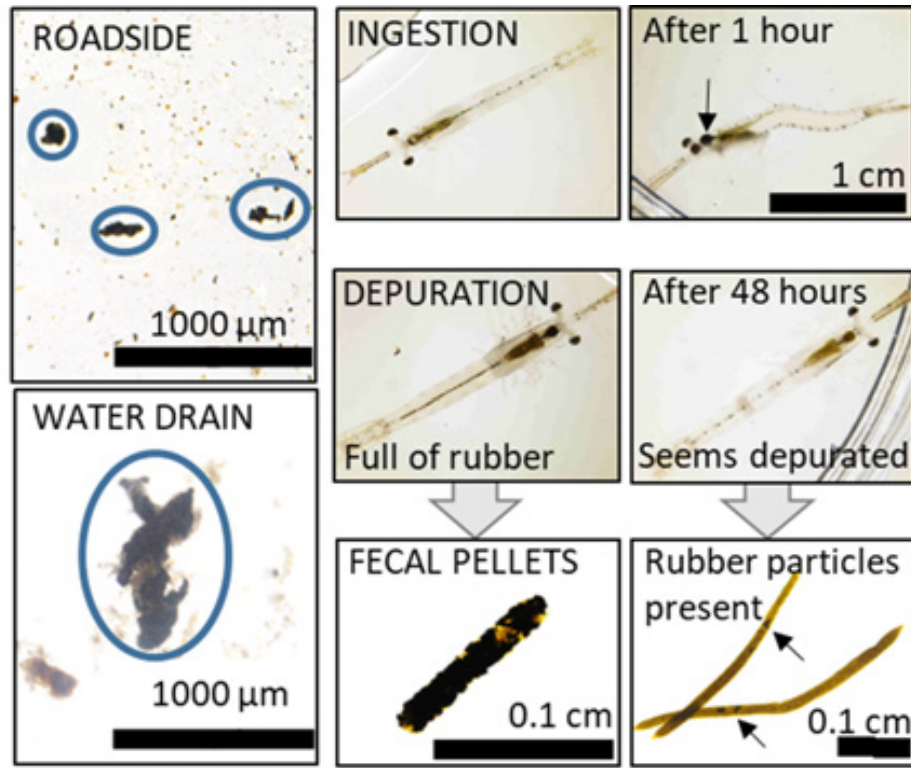
Nanoplastics measurements in Northern and Southern polar ice

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



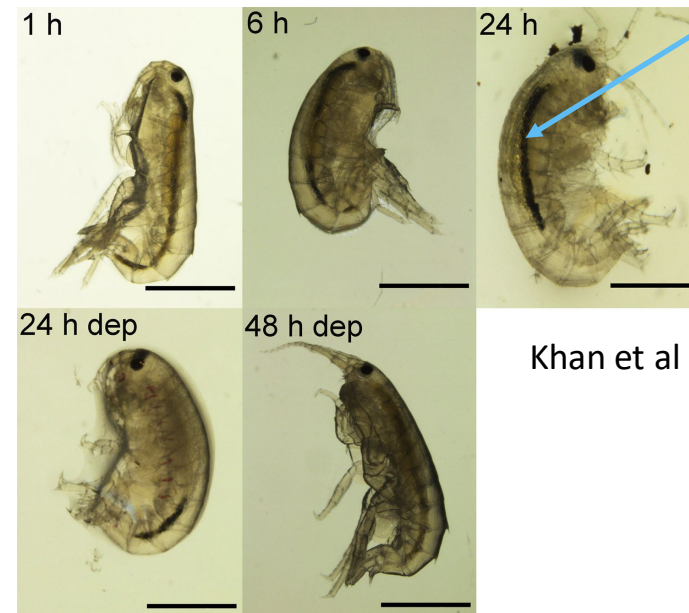
Exposition von Organismen gegenüber Reifenpartikeln

Beispiele: Garnelen



Halle et al (2020)

Reifenpartikel im Verdauungstrakt



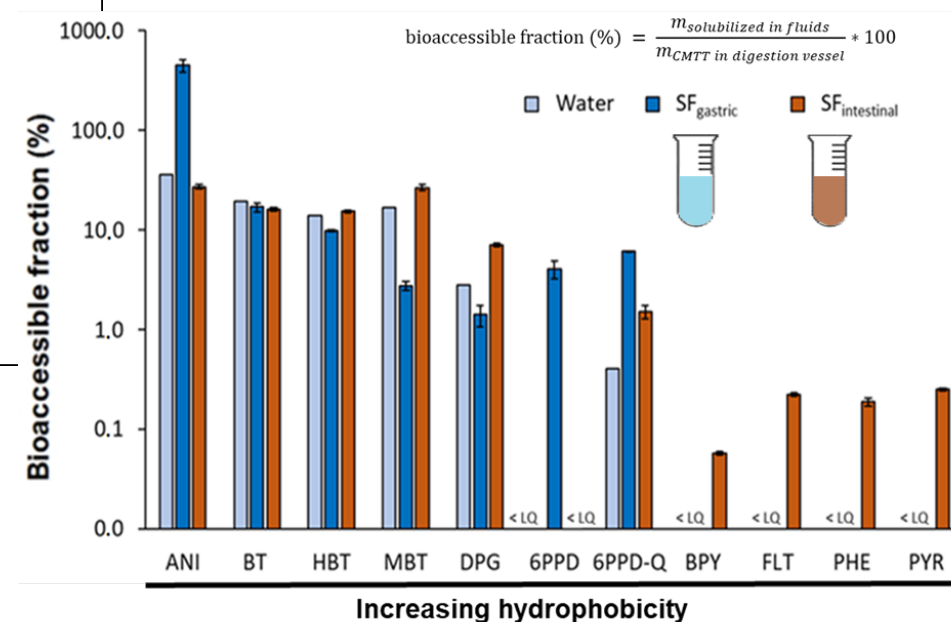
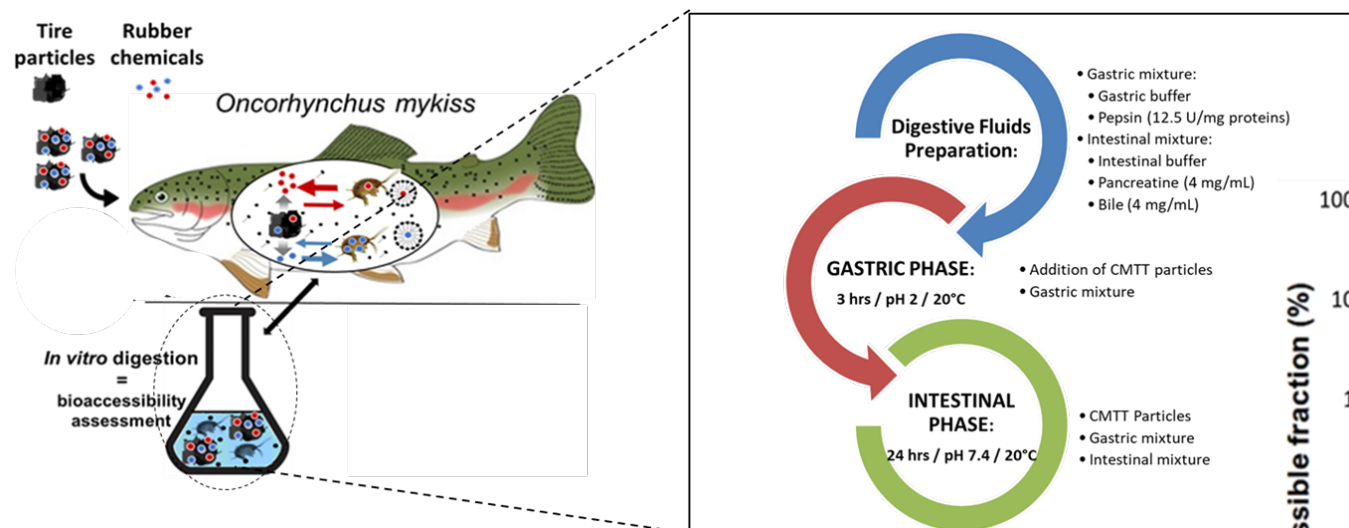
Khan et al (2019)

- Reifenpartikel können von Organismen aufgenommen werden



Exposition von Organismen gegenüber Reifenpartikeln

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

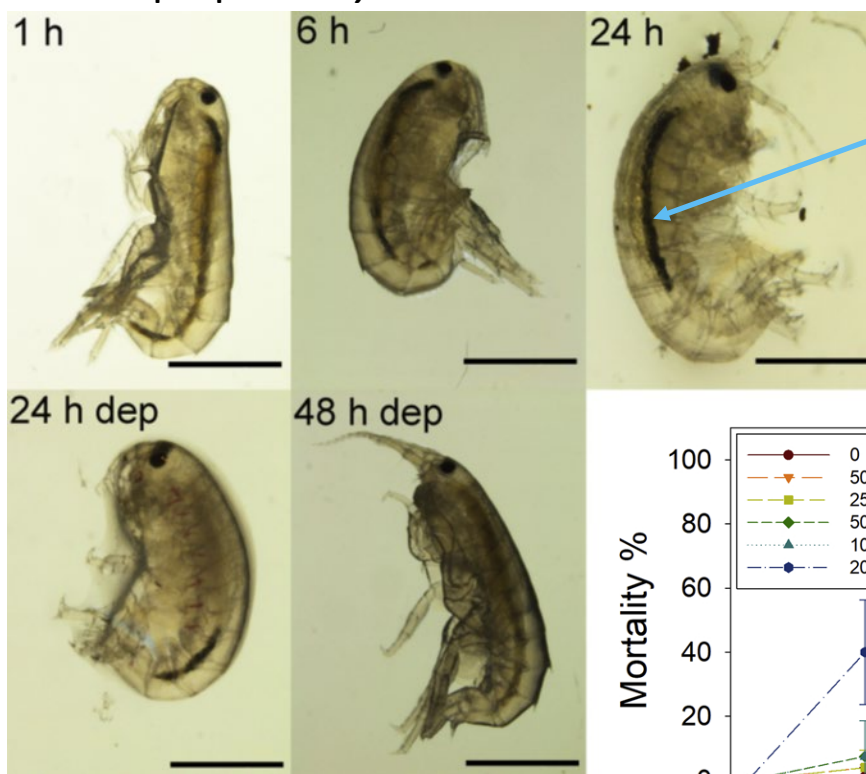


- Nebst der bestehenden direkten Exposition gegenüber Partikeln und Stoffen in der Umwelt könnte die Verdauung zu einer zusätzlichen Exposition gegenüber einem Cocktail von Chemikalien beitragen



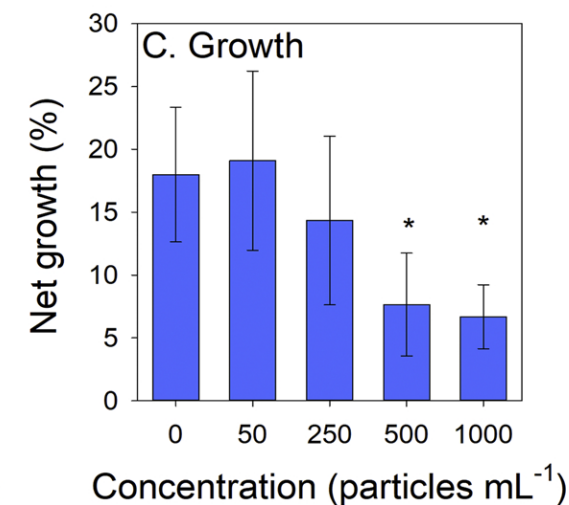
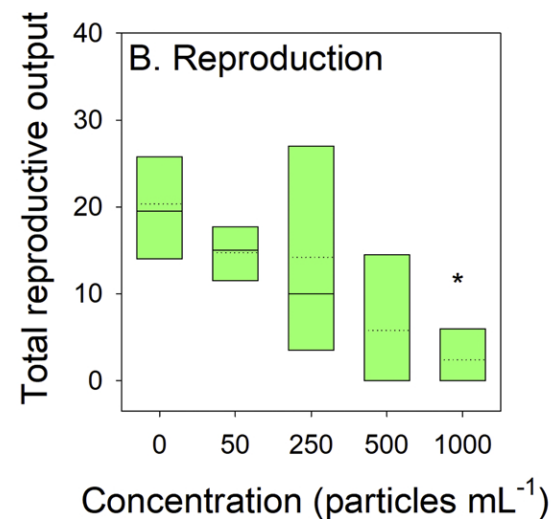
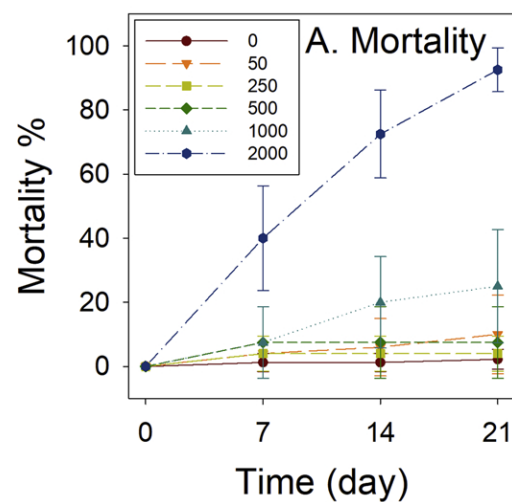
Auswirkungen von Reifenpartikeln auf Organismen

Amphipode *Hyllera azteca*



Reifenpartikel im Verdauungstrakt

➤ Beobachtete chronische Wirkungen

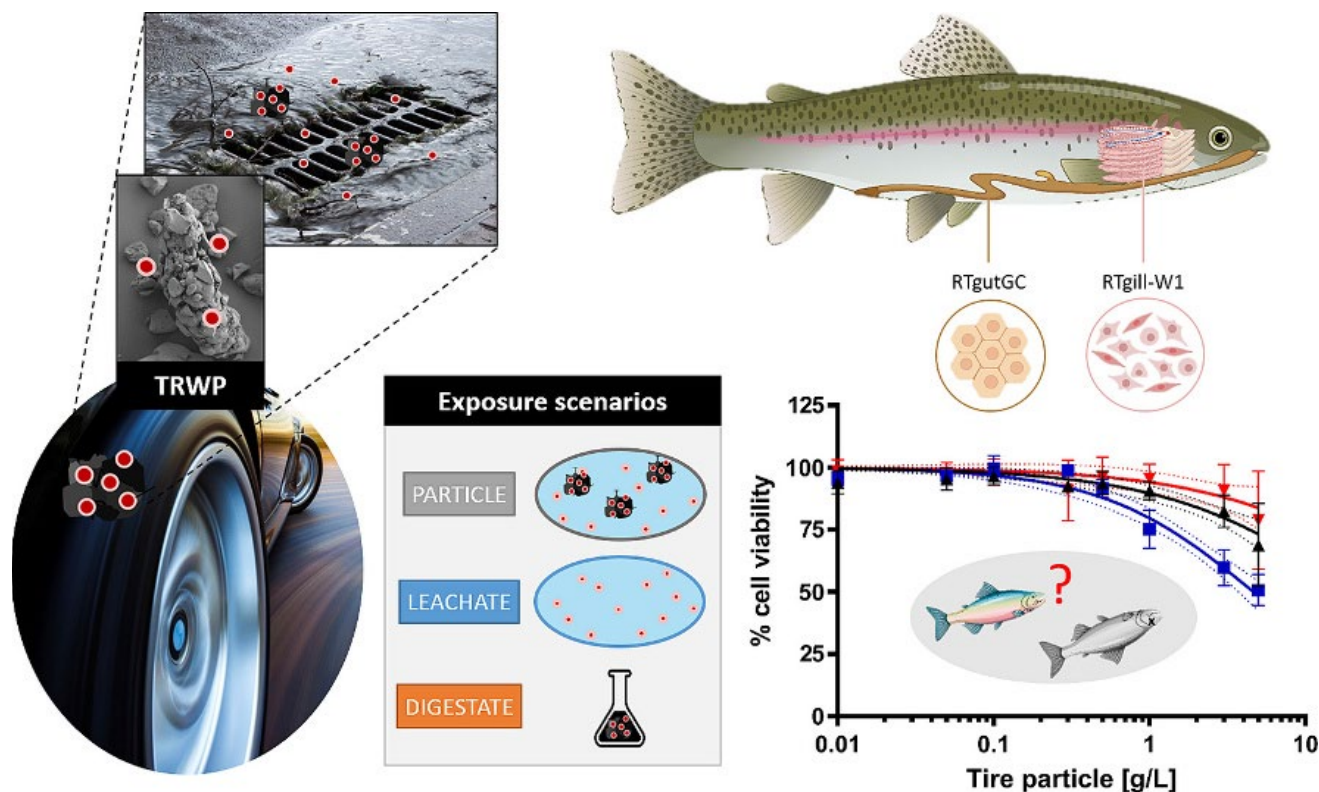




Auswirkungen von Reifenpartikeln auf Organismen

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



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



Adult Coho Salmon

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

[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](#)

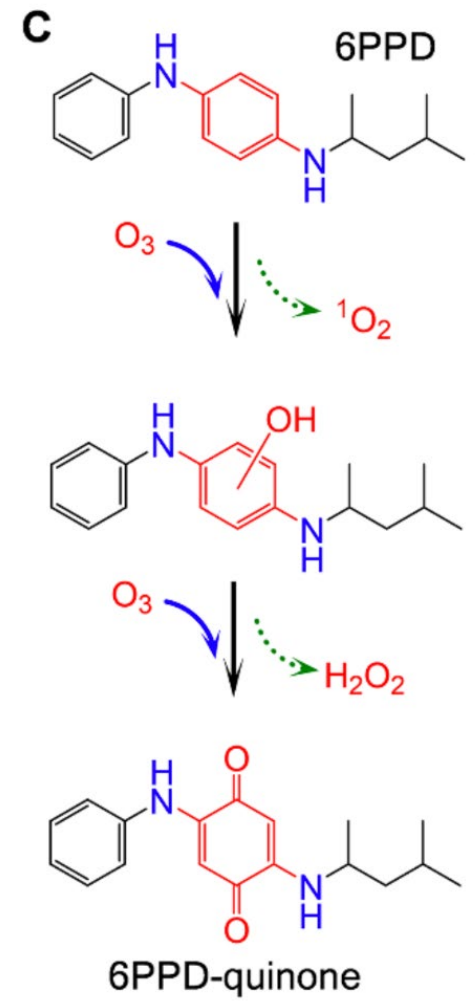
A ubiquitous tire rubber-derived chemical induces acute mortality in coho salmon

[ZHENYU TIAN](#) , [HAOQI ZHAO](#) , [KATHERINE T. PETER](#) , [MELISSA GONZALEZ](#) , [JILL WETZEL](#) , [CHRISTOPHER WU](#) , [XIMIN HU](#) , [JASMINE PRAT](#)

[EMMA MUDROCK](#) , [EDWARD P. KOŁODZIEJ](#)

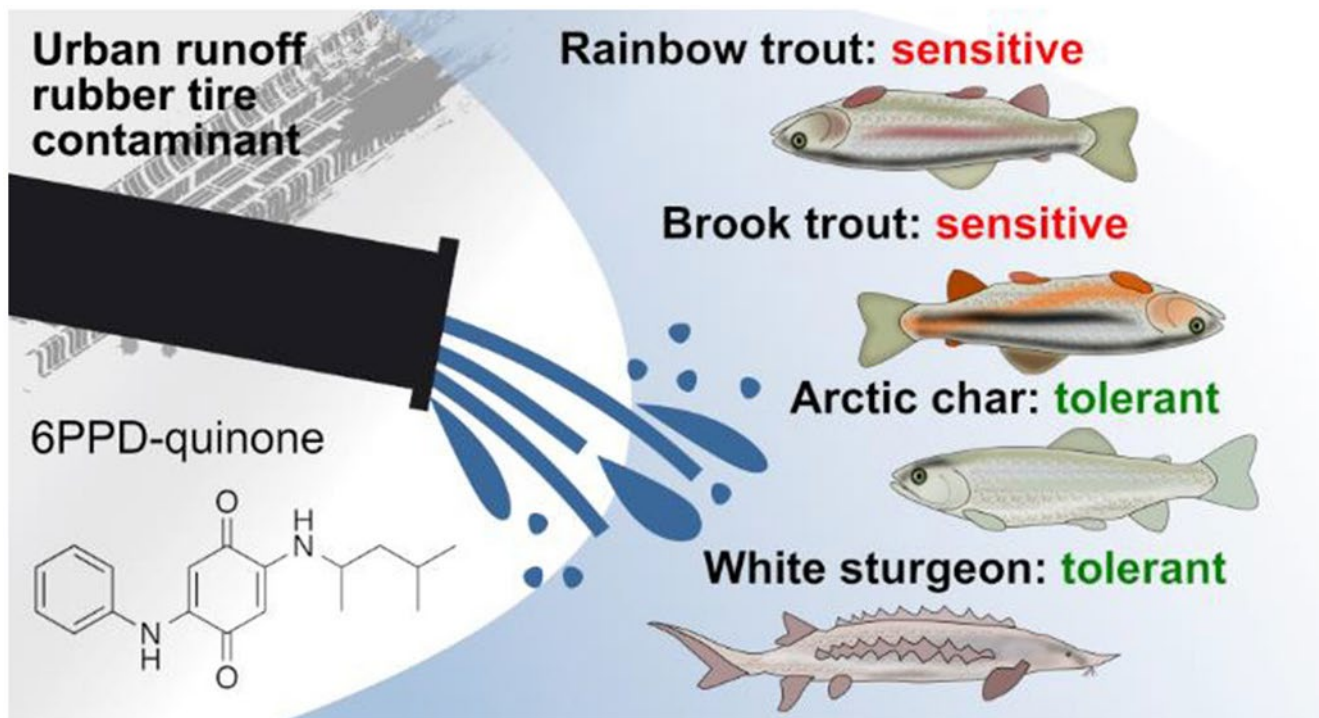
+18 authors [Authors Info & Affiliations](#)

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



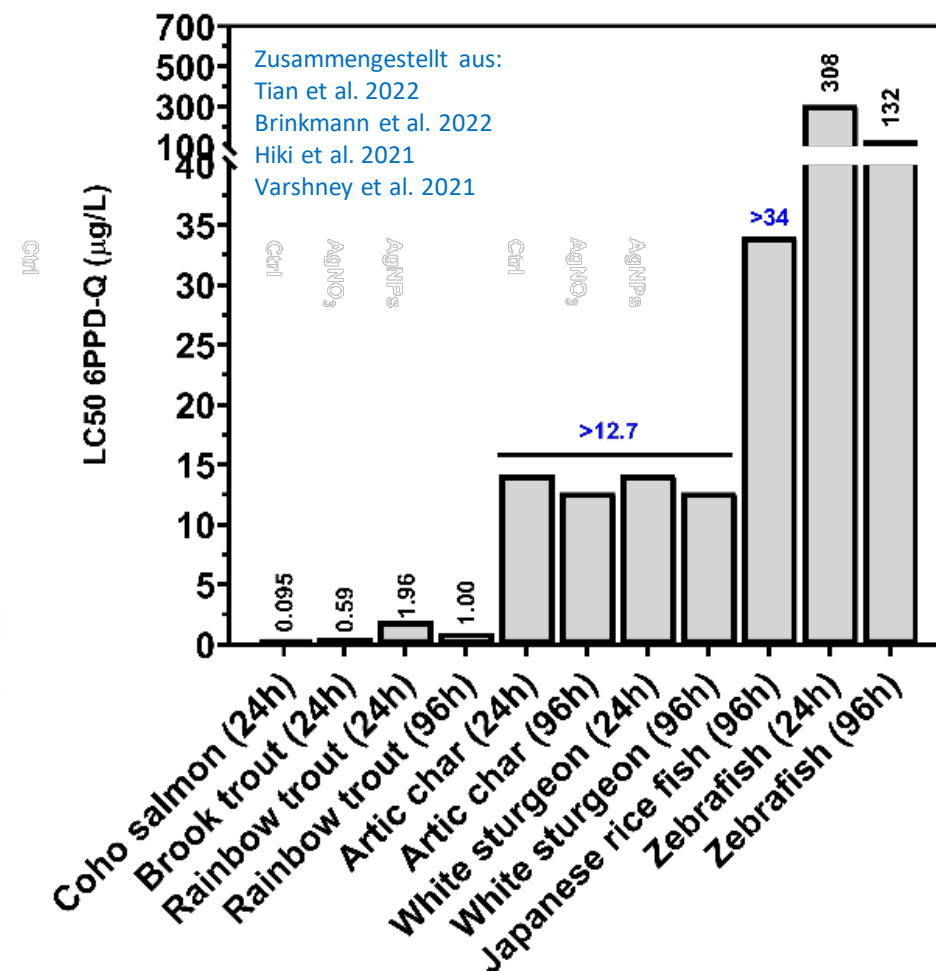


Fälle von 6PPD und 6PPD-Q



Brinkmann et al (2022)

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

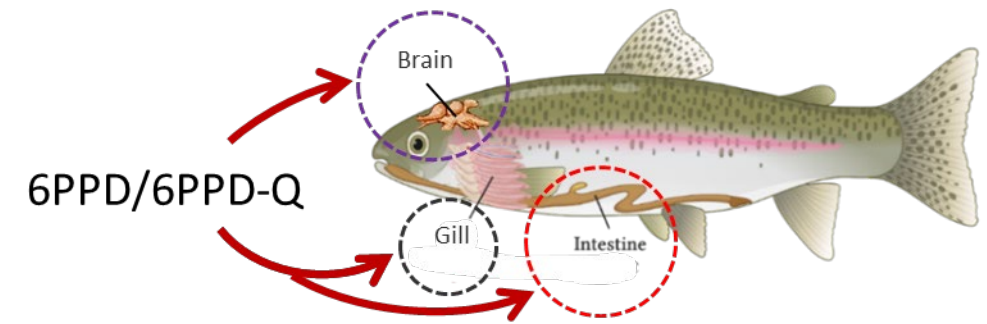
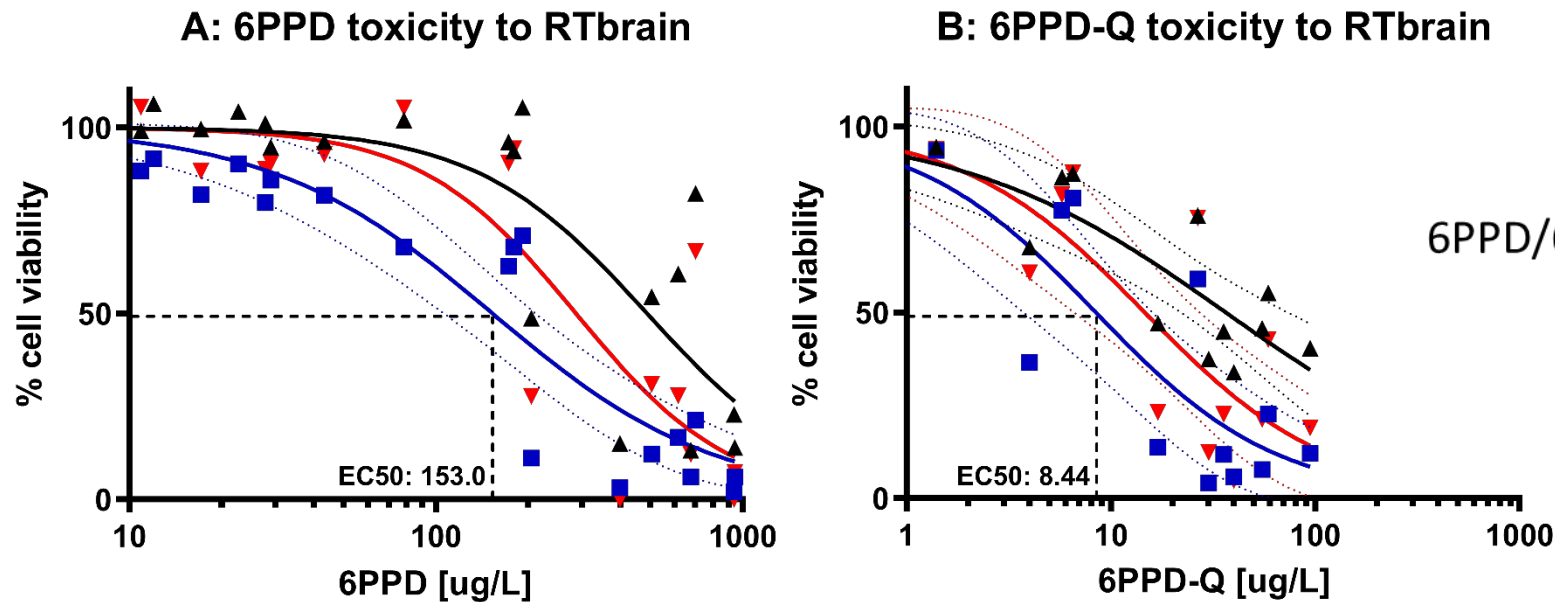


Fälle von 6PPD und 6PPD-Q



■ metabolic activity ▲ cell membrane integrity ▼ lysosomal integrity

Darm / Kiemen / Gehirn



➤ Gewebespezifische Empfindlichkeit gegenüber 6PPD-Q

➤ Wirkungsweise: Neurotoxizität?

Dudefoi et al (2023;2024)

Zelllinien	6PPD EC50 (µg/L)	6PPD-Q EC50 (µg/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 RSS1

Tire manufacturers threatened with lawsuit over the use of 6PPD

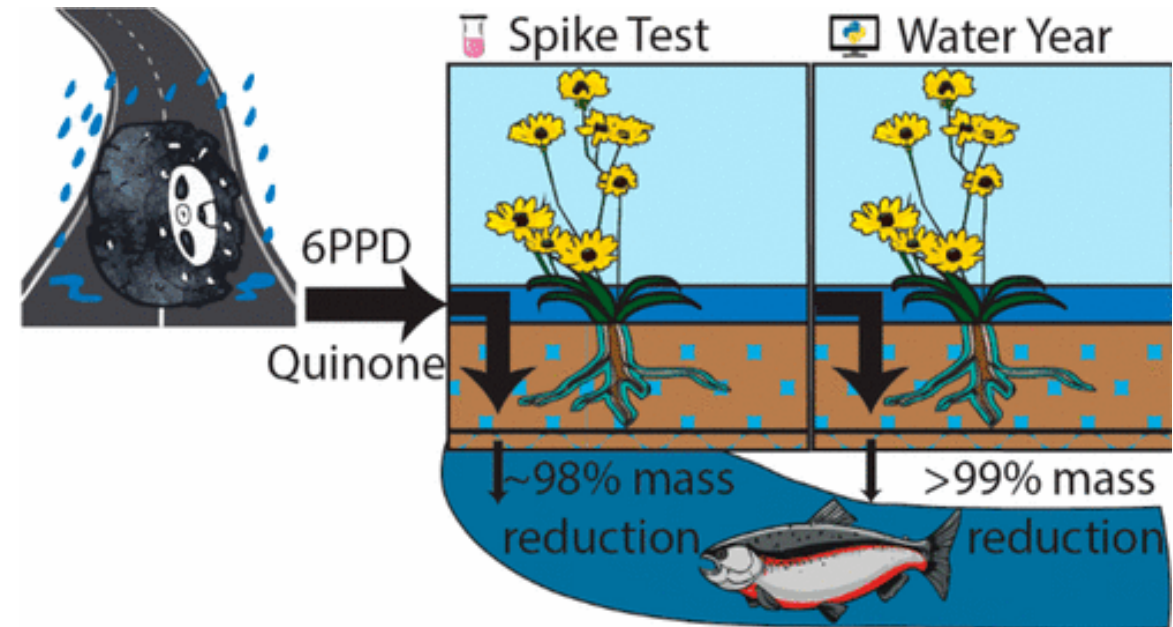


California Requires Tiremakers to Look for Safer Alternatives to Chemical that Kills Coho Salmon

Chemischen Ersatz



Reduktion



Rodgers et al. (2023)

Naturnahe Retentionssysteme können zur Dekontamination des Wassers beitragen

Behandlung des Strassenabwasser, Strassenreinigung...¹⁸

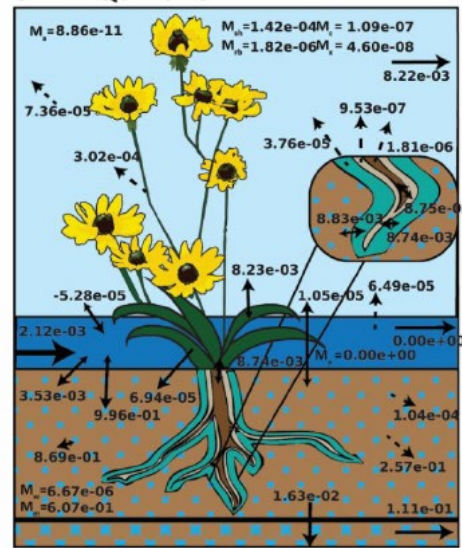
Welche Lösungen gibt es?



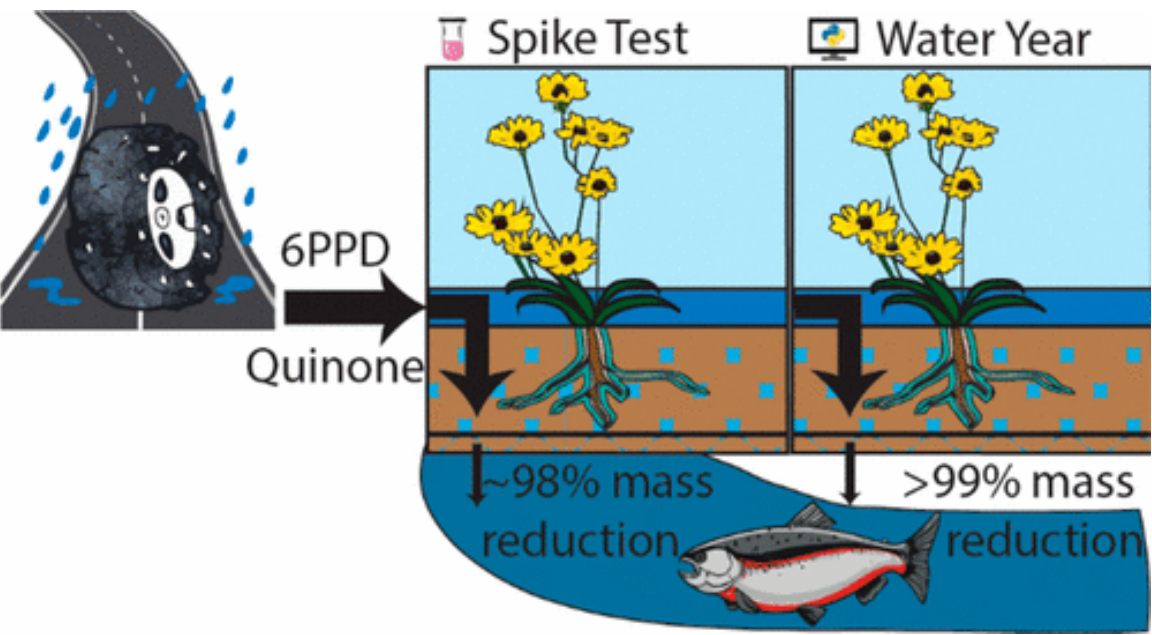
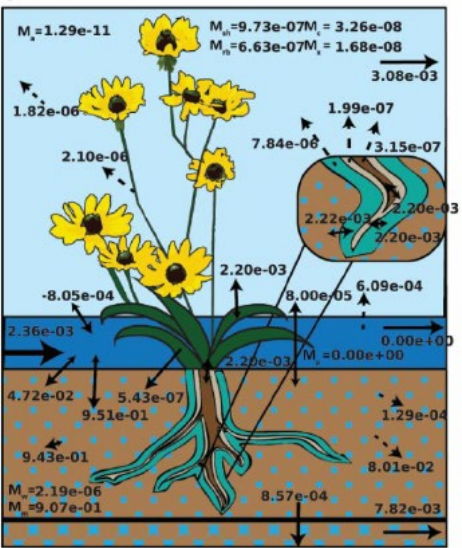
Ermäßigung

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



6PPD



Rodgers et al. (2023)

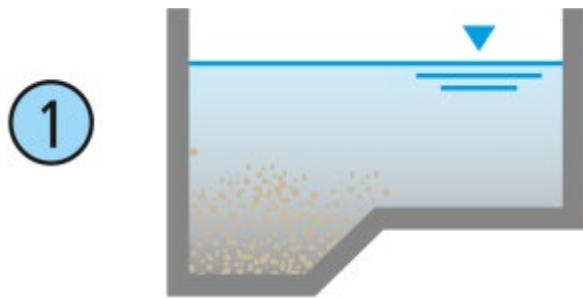
Naturnahe Retentionssysteme können zur Dekontamination des Wassers beitragen

Welche Lösungen gibt es?

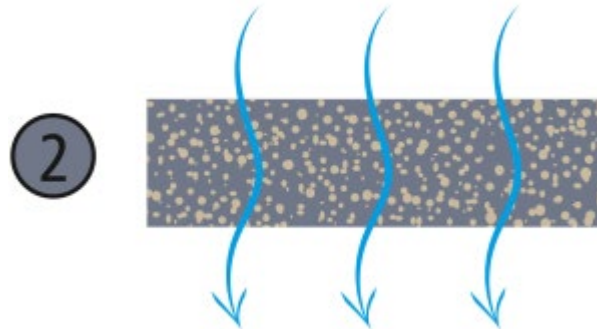
System zur Behandlung und Ableitung von Strassenwasser (SABA)



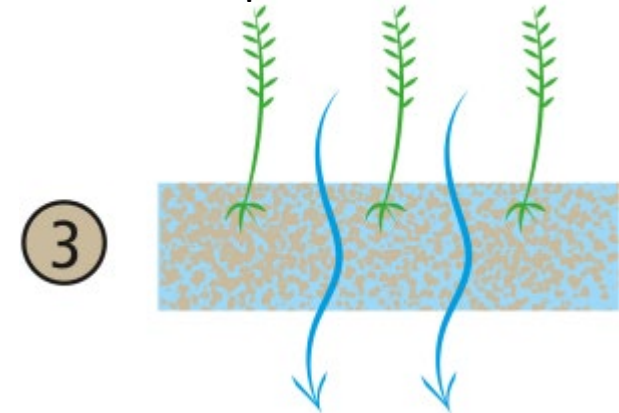
Rückhaltebecken



Kiesfilter



Bepflanzter Sandfilter



Baustelle Junction Grand-Saconnex (GE)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit