Belastung des urbanen Regenwassers

Silwan Daouk, VSA - Plattform Wasserqualität

Schwammstadt-Webinar: 5.12.24

vsa.ch/kontakt

V S A

Life Sciences und Facility Management

IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen

Inhalt

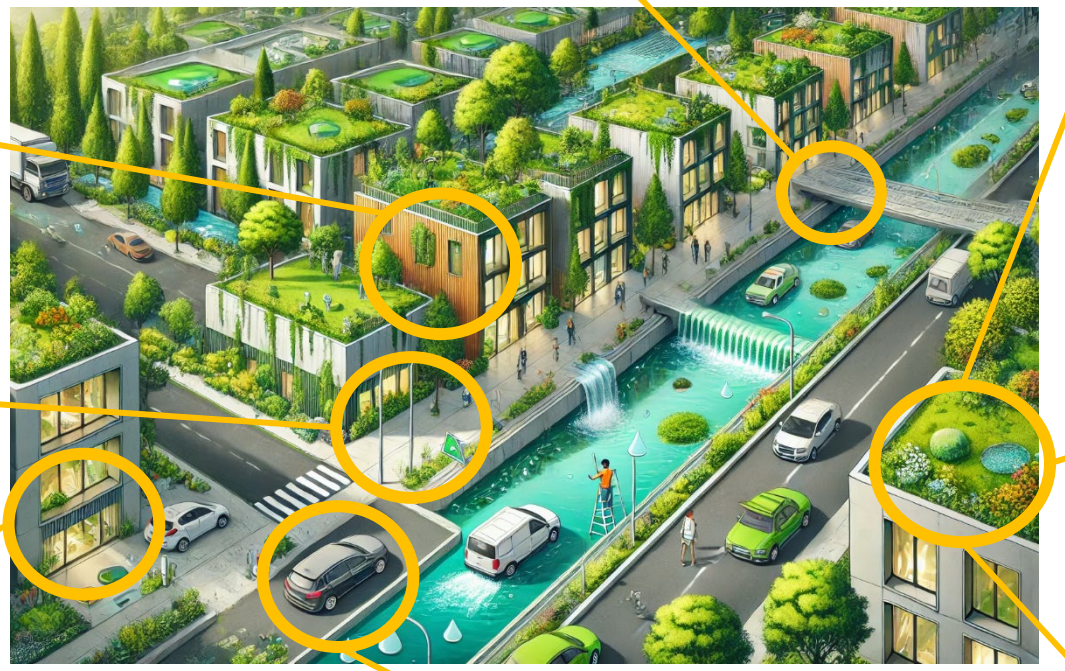
1. Quellen und Dynamik der Belastung von urbanem Regenwasser
2. Materialschutz: Biozide in Fassaden und Dächern
3. Reifenabrieb: Mikroplastik und Zusatzstoffe
4. Empfehlungen
5. Schlussfolgerungen

1. Quellen der Verschmutzung von städtischem Regenwasser

Holzschutzmittel
- Dichlofluanid
- Permethrin
- Tebuconazol

Epoxidharze in Korrosionsschutzbeschichtungen
- Bisphenol A
- Bisphenol F

Putze, Farben für Dächer und Fassaden
- Carbendazim, Terbutryn, Diuron
- Zink



Wurzelschutzmittel in Bitumenbahnen
- Mecoprop-P
- MCPA

Bekämpfung von Spinnen an Fassaden und Laternenmasten
- Permethrin
- Tetramethrin

Synthetische Membranen für Dächer und Isolierungen
- Weichmacher (DIDP, DEHP)
- Vulkanisationsmittel (Benzothiazol, Zink)
- Flammschutzmittel (TBEP und TCPP)

Zusatzstoffe in Beton
- Naphthalinsulfonat (NSF/PNS)

Reifenabrieb
- Mikroplastik
- Vulkanisationsmittel
- Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)

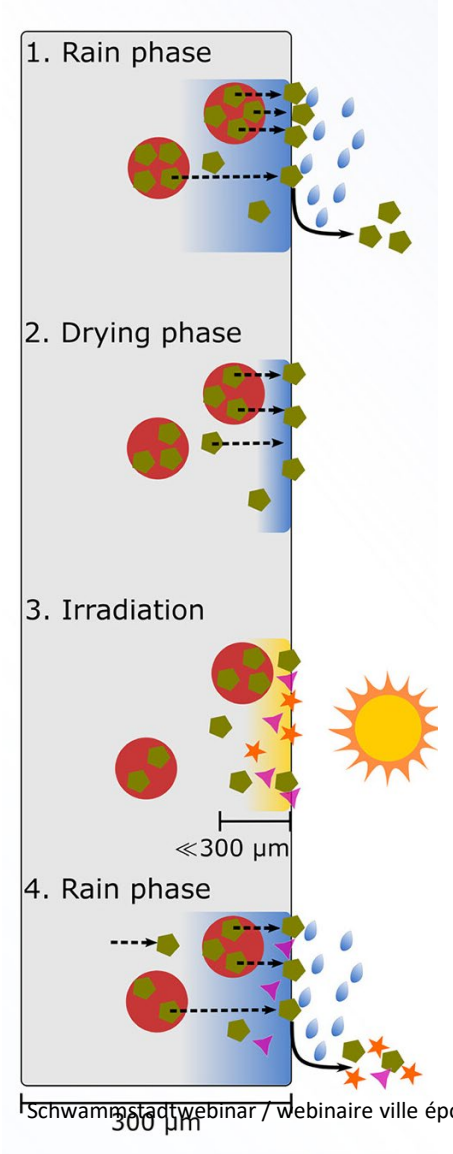
1. Warum Fassaden und Dächer schützen?

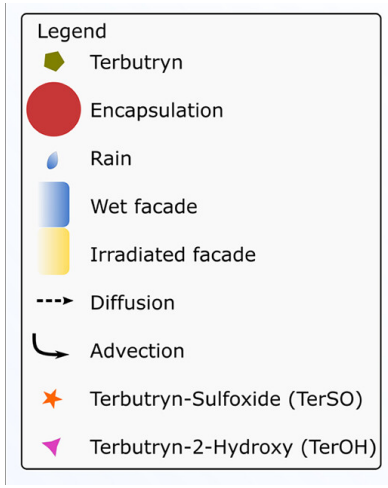
- Fassaden sind der Witterung ausgesetzt
- Algen und Pilze erreichen die Fassade mit dem Wind und können wachsen
- Ernähren sich von den Nährstoffen im Regenwasser und der Sonnenenergie

→ Schutz mit Fungiziden, Herbiziden/Algiziden

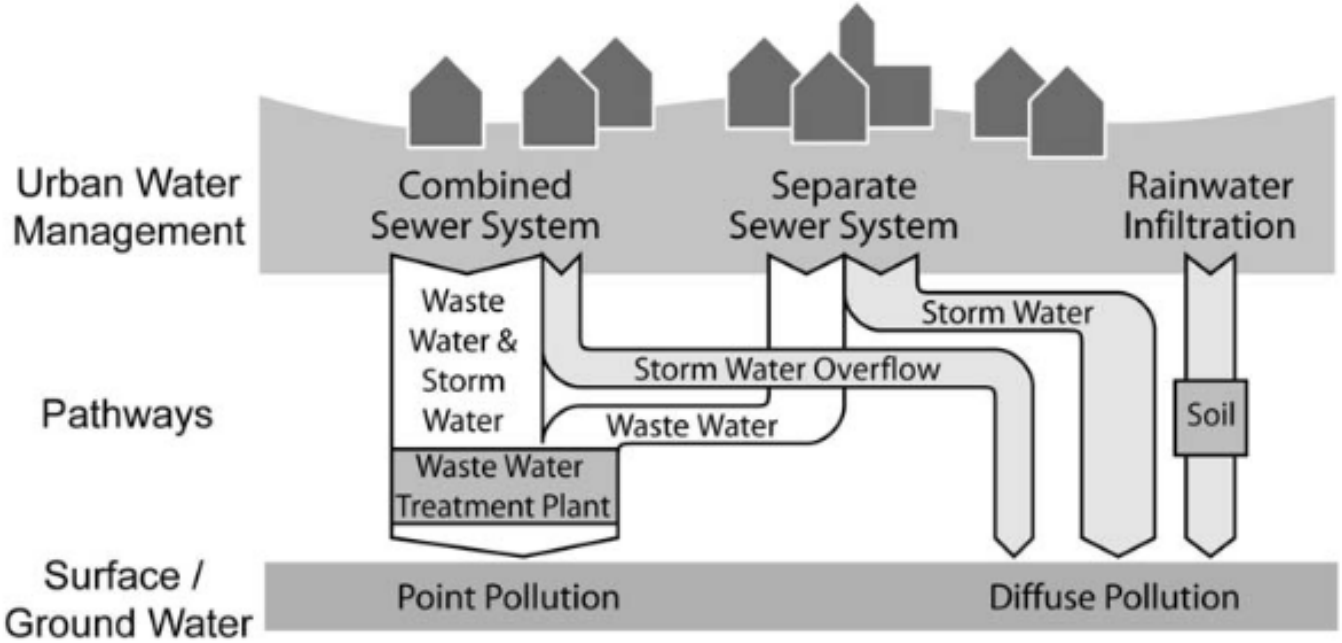
Foto M. Burkhardt

1. Wie gelangen sie in das Wasser?

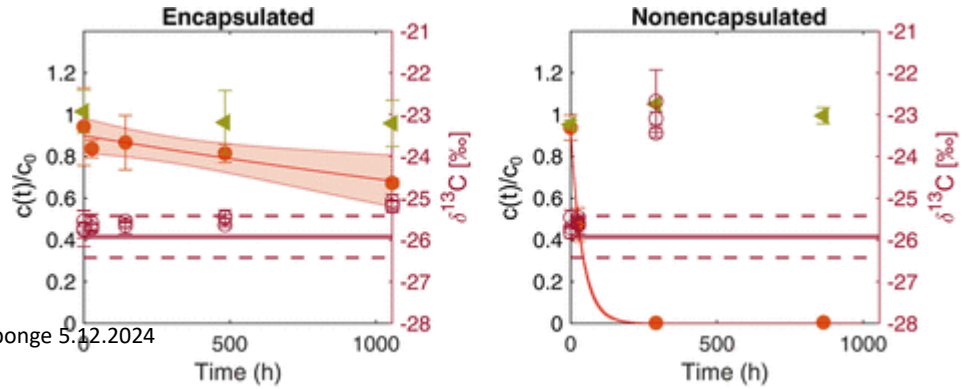




Junginger et al. 2023



Burkhardt et al. 2008



2. Schutz der Materialien : Geschätzte verwendete Mengen (Burkhardt & Dietschweiler 2013).

Biozide im Materialschutz		
Produktart 7: **Produkt zum Schutz von Beschichtungen** (Farben, Spachtelmasse) (10 - 30t)	**Produktart 10: Schutzmittel für Baumaterialien** (außer Holz) (< 2 t)	**Produktart 8: Holzschutzmittel** ~27 t/Jahr (4.8 - 48t)
 • Diuron • Terbutryn, Carbendazim • OIT • Isoproturon	 • Quaternäre Ammoniumverbindungen(QAV) • OIT	• IPBC, • Propiconazol, Tebuconazol, Cyproconazol • Borsäure • Dichlofluanid, • Kupferoxid • Permethrin • Fenxoycarb • Fenpropimorph • K-HDO, • Thiacloprid • Thiamethoxan

2. Schutz der Materialien : Geschätzte verwendete Mengen (Burkhardt & Dietschweiler 2013).

Durchwurzelungsschutz für Abdichtungsbahnen für Dächer

anmeldepflichtige Industriechemikalien (keine Biozide)

<u>Keine Schätzung der verfügbaren Menge:</u>

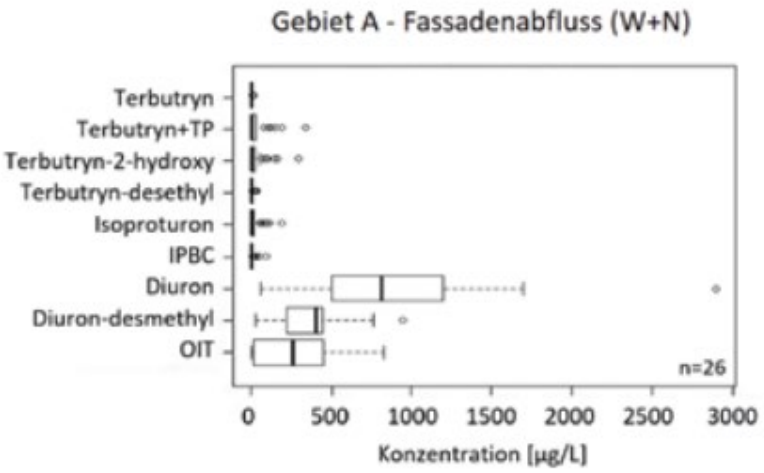
- MCPA
- Mecoprop (MCPP)

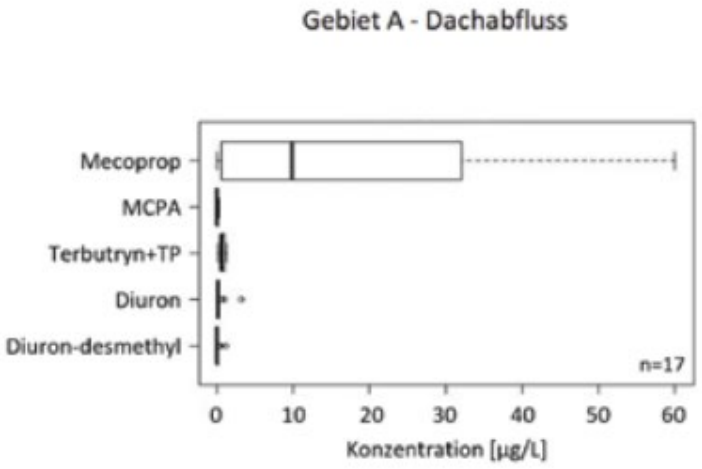
2. Nachweis in Wasser: Fassaden- und Dach-abfluss

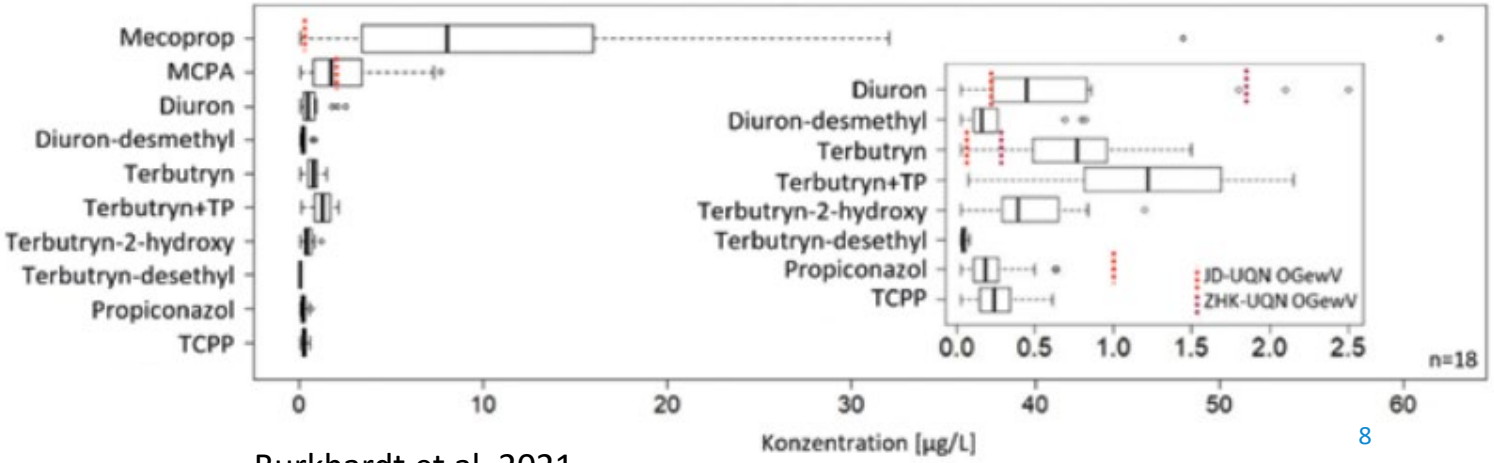
Studie:

- Gebiet mit sieben mehrstöckigen Wohngebäuden in Berlin, mit Plätzen und Zufahrtswegen (Gebiet A)
- Messung von Durchflüssen und Emissionen von Stoffen

- **Mecoprop**: stammt vor allem aus dem Abfluss von Dächern (+ Zink)
- **Diuron**: stammt vor allem aus dem Abfluss von Fassaden
- **Terbutryn**: Umwandlungsprodukte (TP) werden durch Photooxidation gebildet





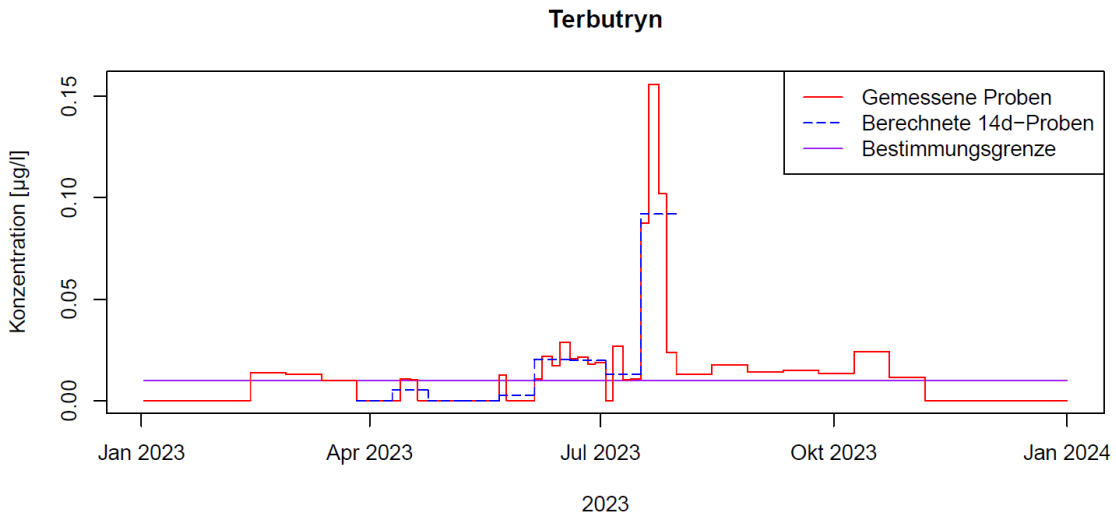


Burkhardt et al. 2021

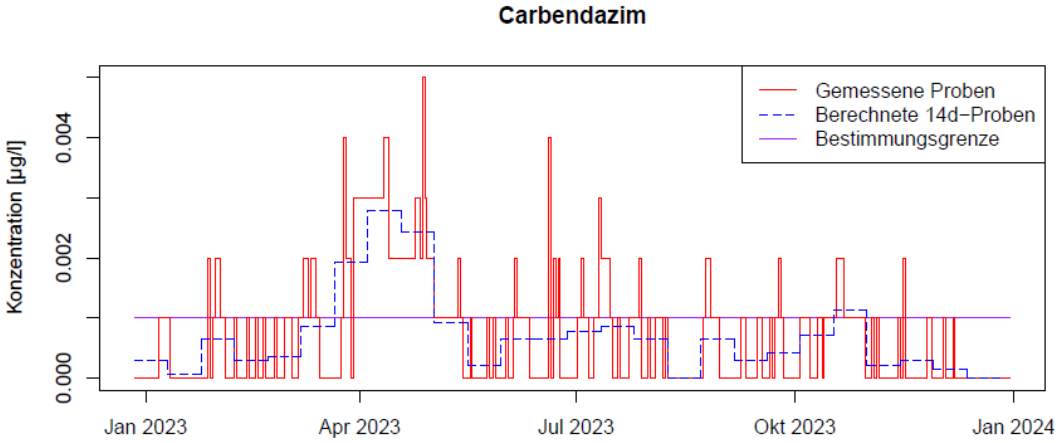
2. Nachweis in Wasser: Gewässer (NAWA Daten)

- Biozide, die in Fassaden verwendet werden, gelangen in die Flüsse:
  - Terbutryn zeigt einen Spitzenwert von > 0,1 µg/L in einem kleinen urban Gewässer
  - Carbendazim zeigt wenige Überschreitungen, wird aber regelmässig im Rhein nachgewiesen

Furtbach (Würenlos, ZH)



Rhein (Weil am Rhein, BS)

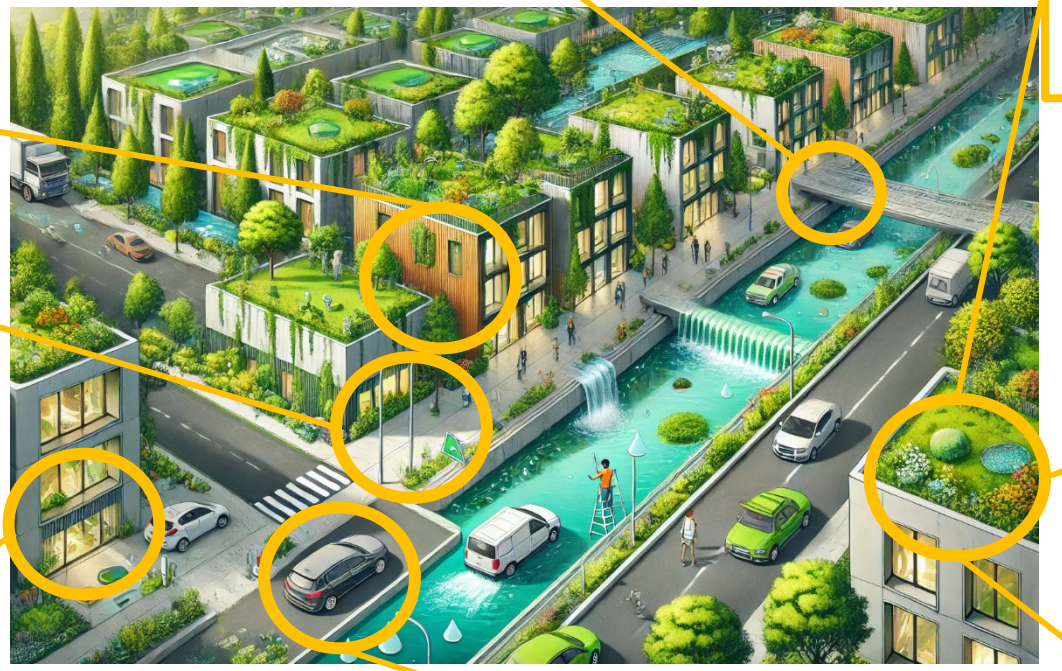


3. Quellen der Belastung von städtischem Regenwasser

Epoxidharze in Korrosionsschutzbeschichtungen
- Bisphenol A
- Bisphenol F

Holzschutzmittel
- Dichlofluanid
- Permethirn
- Tebuconazol

Putze, Farben für Dächer und Fassaden
- Carbendazim, Terbutryn, Diuron
- Zinkpigmente



Wurzelschutzmittel in Bitumenbahnen
- Mecoprop-P
- MCPA

Bekämpfung von Spinnen an Fassaden und Laternenmasten
- Permethrin
- Tetramethrin

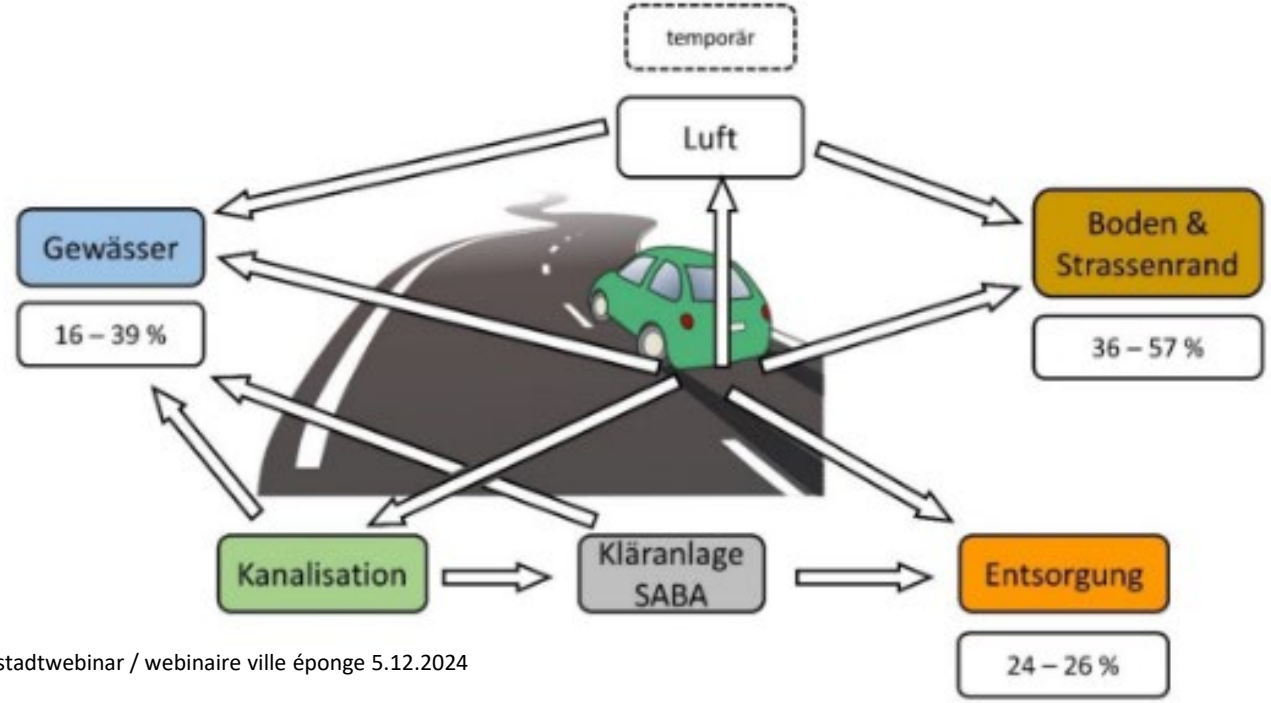
Synthetische Membranen für Dächer
- Weichmacher (DIDP, DEHP)
- Vulkanisationsbeschleuniger (Benzothiazol, Zinkoxid)
- Flammschutzmittel TBEP und TCPP

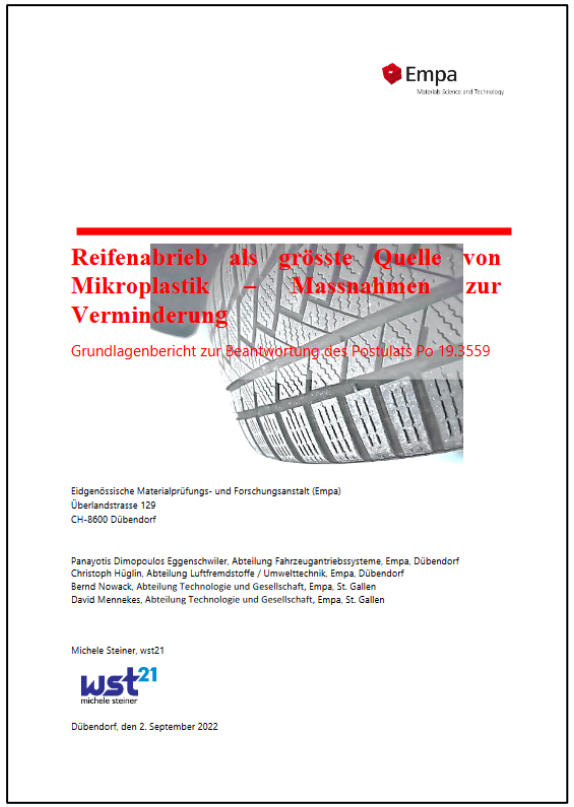
Zusatzstoffe in Beton
- Naphthalinsulfonat-Kondensate

Reifenabrieb
- Mikroplastik, Additive für Reifengummi, Metalle, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAKs)

3. Reifenabrieb

- Reifenabrieb ist die grösste Quelle (90%) von Mikroplastik in der Umwelt in der Schweiz (~10'000 t/Jahr).
- Auf diese Weise werden giftige Stoffe in die Umwelt (Boden, Wasser) freigesetzt




Empa

Reifenabrieb als grösste Quelle von Mikroplastik – Massnahmen zur Verminderung

Grundlagenbericht zur Beantwortung des Postulats Po 19.3559

Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt (Empa)
Überlandstrasse 129
CH-8600 Dübendorf

Panayotis Dimopoulos Eggenschwiler, Abteilung Fahrzeugantriebssysteme, Empa, Dübendorf
Christoph Hüglin, Abteilung Luftfremdstoffe / Umwelttechnik, Empa, Dübendorf
Bernd Nowack, Abteilung Technologie und Gesellschaft, Empa, St. Gallen
David Mennekes, Abteilung Technologie und Gesellschaft, Empa, St. Gallen

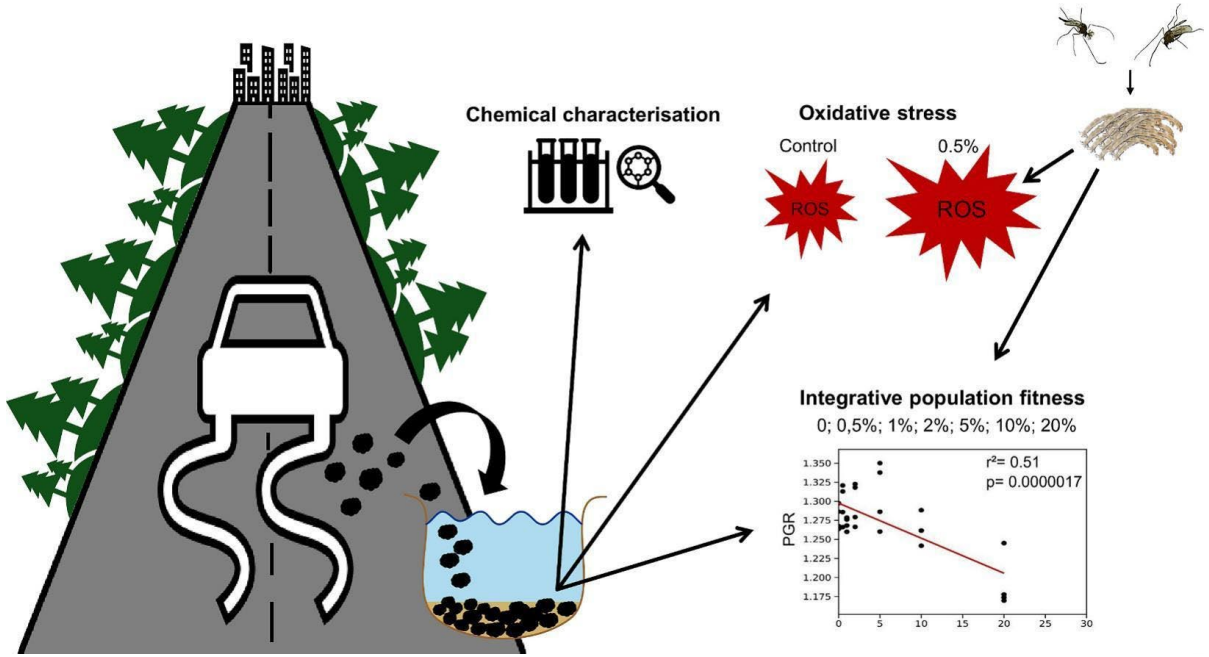
Michele Steiner, wst21

Dübendorf, den 2. September 2022

Reifenabrieb als größte Quelle von Mikroplastik - Maßnahmen zur Verminderung ©. Dimopoulos Eggenschwiler,et al. (2023) Grundlagenbericht

3. Reifenabrieb

- Analyse von Substanzen in einem Sedimentationsbecken für städtisches Regenwasser
- Toxische Effekte in Chironomidenlarven (Mortalität, Fortpflanzung), die kontaminiertem Sediment ausgesetzt sind



Total = 14374 µg/Kg dry weight

Tire rubber additives (exposed)			
	30.36%	4364	Benzothiazole
	14.70%	2113	2-Benzothiazolesulfonic acid
	14.49%	2083	N-Phenyl-1-naphthylamine
	11.60%	1668	2-Hydroxybenzothiazole
	6.24%	897	N-isopropyl-N-phenyl-p-phenylenediamine
	3.31%	476	1,3-Diphenylguanidine
	1.24%	178	Hexa(methoxymethyl)melamine
	1.06%	152	N-Cyclohexyl-2-benzothiazole-amine
	0.73%	105	2(4-morpholinyl)benzothiazole
	0.63%	91	2-(Methylthio)benzothiazole
Plastic additives			
	0.36%	52	Bis(2-ethylhexyl)phosphate
	0.29%	41	Tris(2-ethylhexl)phosphate
Industrial chemicals			
	7.45%	1071	Cyclohexylamine
	2.58%	371	Tributylamine
	0.26%	38	Octyl-3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyhydrocinnamate
	0.19%	28	2-Naphthalene sulfonic acid
	0.18%	26	TMDD
	0.13%	19	2,2,6,6-Tetramethyl-4 piperidone
Pesticide			
	0.19%	27	Mepiquat
Sweetener			
	4.00%	575	Cyclamate

Rigano et al. 2024

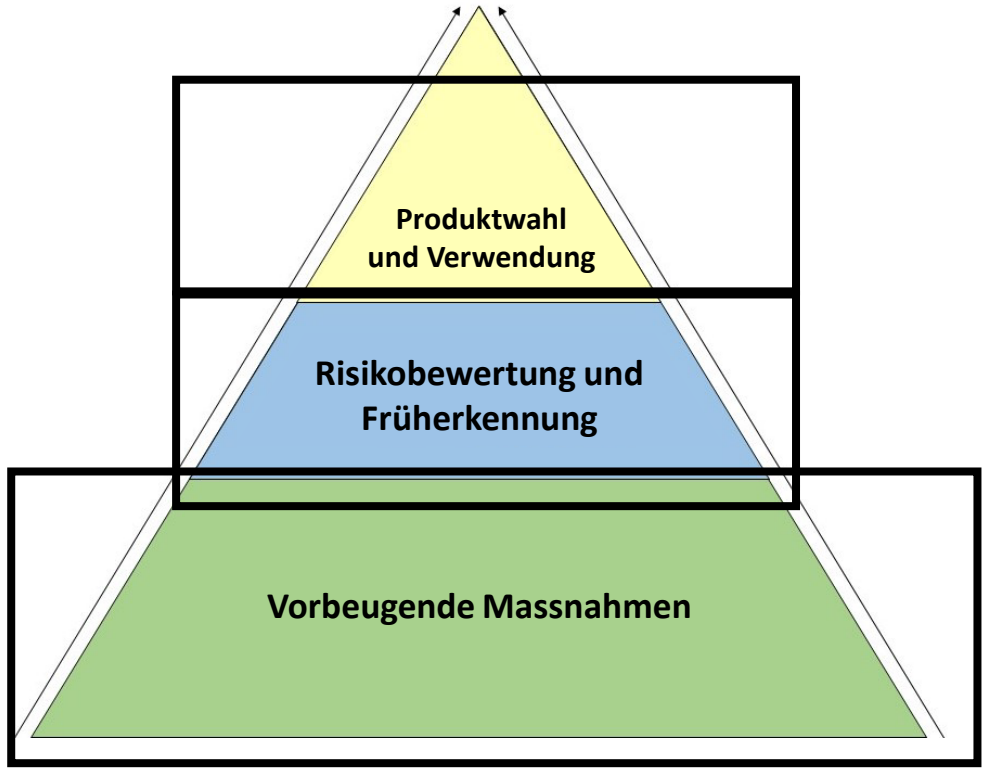
4. Empfehlungen

1. **Vorbeugende Massnahmen:** Vordächer (Schutz der Fassade vor Feuchtigkeit und nächtlicher Wärmestrahlung / Schutz vor Spritzwasser / regelmässige Pflege- und Wartungsarbeiten

2. **Risikobewertung:** Die Früherkennung eines Befalls ermöglicht ein schnelles Handeln, wodurch die Kosten, der Aufwand und der Schaden gering bleiben.

3. **Produktauswahl und Verwendung:** Weniger gefährliche Stoffe / Eingekapselte Produkte / Mineralische Fassaden ohne Biozide

Produkte ohne Biozide gehören zu den Kategorien A und B.



energie-umwelt.ch

4. Empfehlungen

Die folgenden Regeln gelten für Regenwasser von Dächern, Fassaden, Plätzen und Strassen:

- Verschmutztes Wasser muss behandelt werden (GSchG)
- Verschmutztes Wasser nur mit Genehmigung der Behörde einleiten oder versickern lassen

- Empfehlungen → VSA-Richtlinie « Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter" (VSA, 2019)
- Verschiedene Belastungsklassen:
  - Niedrig
  - Durchschnitt
  - Hoch

Herkunftsfläche	Belastungs-klasse
Dächer oder Fassaden[2] aus überwiegend inerten Materialien mit leicht erhöhten Anteilen an **unbeschichteten** Blei-, Kupfer-, Zink- und Zinninstallationen	**mittel**
Dächer oder Fassaden[2] mit erhöhten Anteilen an **beschichteten** Metallflächen	**mittel**
Dächer oder Fassaden[2] mit erhöhten Anteilen an **unbeschichteten** Metallflächen	**hoch**
Dächer oder Fassaden mit pestizidhaltigen Materialien	**mittel** (gering, hoch)

Herkunftsfläche	Belastungs-klasse
Hauszufahrten, Vorplätze, Parkplätze mit wenigen Fahrzeugwechseln inkl. der dazugehörigen Manövrier- und Verkehrsflächen: z. B. private Parkplätze, reservierte Besucherparkplätze in Wohnüberbauungen, Firmenparkplätze für Angestellte Geh-, Rad-, Feld-, Wald- und Flurwege, Perrons	**gering**
Umschlag- und Lagerplätze sowie Arbeitsflächen ohne wasser- oder umweltgefährdende Stoffen	**mittel**
Strassen	**belastungs-abhängig** **> 14‘000 hoch**

4. Empfehlungen - Behandlungsanlagen

Die VSA-Richtlinie «Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter" (VSA, 2019) definiert die Anforderungen für eine Behandlung mit Anlagen bei **Versickerung** (links) und **Direkteinleitung** (rechts).

Versickerung

Gewässerschutzbereich A_U, S1–S3, S_h, S_m, üB gemäss Gewässerschutzkarte	Bodenpassage (Aufbau gemäss Modul DA Kap. 1.3)	Art der zu entwässernden Fläche: Dach- und Fassadenflächen – Belastungsklasse des Niederschlagsabwassers gemäss Tabelle B6: gering	mittel	hoch	Platz- und Verkehrsflächen – Belastungsklasse des Niederschlagsabwassers gemäss Tabelle B7 und B8: gering	mittel	hoch
	mit	+	+	+[2]	+	+	+[2]
	ohne	+	+	$B_{erhöht}$	$B_{standard}$[3]	$B_{standard}$	$B_{erhöht}$
	mit	+	+	+[2]	+	+	+[2]
	ohne	+	$B_{standard}$[1]	$B_{erhöht}$	$B_{standard}$[4]	$B_{standard}$	$B_{erhöht}$

Boden als Filter

Behandlungsanlage

Einleitung in oberirdische Gewässer – stoffliche Belastung (Behandlung)

Gewässertyp	spezifisches Einleitverhältnis $V_S = V \cdot f_G$ gemäss Tabelle B12	Art der zu entwässernden Fläche: Dach- und Fassadenflächen – Belastungsklasse des Niederschlagsabwassers gemäss Tabelle B6: gering	mittel	hoch	Platz- und Verkehrsflächen – Belastungsklasse des Niederschlagsabwassers gemäss Tabelle B7 und B8: gering	mittel	hoch
Fliessgewässer	$V_S > 1$	+	+	$B_{standard}$	+	+	$B_{standard}$[1]
	$V_S \leq 1$	+	+	$B_{erhöht}$	+	$B_{standard}$[2]	$B_{erhöht}$
stehende Gewässer	nicht definiert	+	+	$B_{standard}$	+	+	$B_{standard}$

Legende

+	Einleitung zulässig
$B_{standard}$	Einleitung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe «standard» oder «erhöht»
$B_{erhöht}$	Einleitung zulässig mit Behandlung in Anlage der Anforderungsstufe «erhöht»

4. Empfehlungen - Behandlungsanlagen

- VSA-Merkblatt "Leistungsprüfung für Behandlungsanlagen" (VSA, 2023)

- Harmonisiertes Verfahren zur Prüfung der Stoffrückhaltung und der hydraulischen Wirkungsgrade von technischen Adsorptionsanlagen
- Entscheidungsgrundlage für Planer und Behörden

Empfehlungen - Strassenabwasser

Massnahmen zur Verringerung des Reifenabriebs:

- Reifendruck + Achsgeometrie
- Geringeres Fahrzeuggewicht und weniger Leistung (#2CV #TFA)
- Schmalere Reifen (#2CV)
- Ecodrive (#fastandfurious)
- Verringerung der Geschwindigkeit (#30km/h #80km/h)
- Strassenbeläge

Image: Le Parisien

Massnahmen zur Verbesserung des Strassenabwassermanagements:

- Direkteinleitungen begrenzen:
  - SABA (Absetzbecken, Vegetationsfilter, Sandfilter)
  - die Infiltration fördern
  - Einleitungen in das Misch- oder Trennsystem mit Behandlungsanlagen
- Die Strassenreinigung und die Wartung von Sammelbecken erhöhen

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

- In städtischen Gebieten gibt es eine Vielzahl von potenziellen Quellen für Schadstoffe
- Unter den wichtigen Quellen für toxische Substanzen haben wir angesprochen:
  - Biozide, die zum Schutz von Materialien (Fassaden, Dächer) verwendet werden
  - Mikroplastik und Zusatzstoffe, die durch die Abnutzung von Reifen freigesetzt werden
- Massnahmen an der Quelle müssen bei der Planung immer als Priorität betrachtet werden --> Priorität 0 gemäss VSA (Link)
- Risikobewertung und mögliche technische Massnahmen von Fall zu Fall, aber es gibt Empfehlungen (z.B. VSA 2019, 2023, aber auch ASTRA 2021)

Referenzen

- ASTRA, BAFU (2021) STRASSENABWASSER BEHANDLUNGSVERFAHREN Stand der Technik Ausgabe V2.00 ASTRA 88002
- https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/chemikalien/fachinformationen/sorgfaeltiger-umgang-mit-biozidprodukten/materialschutz/verputzte-fassaden.html
- Burkhardt M. et al. "Biozide in facades runoff and storm water of urban areas." *Edinburgh, Scotland, UK* (2008): 1-7.
- Burkhardt M., C. Dietschweiler (2013); "Mengenabschätzung von Bioziden in Schutzmitteln in der Schweiz." *Bundesamt für Umwelt BAFU, Abteilung Wasser und Abteilung Luftreinhaltung und Chemikalien".*
- Information über chemische Durchwurzelungsschutzmittel in Bitumenbahnen; BAFU (2017)
- Junginger, T., S. Payraudeau and G. Imfeld (2023). "Emissions of the Urban Bioocide Terbutryn from Facades: The Contribution of Transformation Products." Environmental Science & Technology 57(38): 14319-14329.
- Urbanes Niederschlagswasser: Emissionen, Belastungen und wirksame Maßnahmen Aqua & Gas No. 10, 2021
- Rigano, Lorenzo, et al. "Mind your tyres: The ecotoxicological impact of urban sediments on an aquatic organism." *Science of The Total Environment* 951 (2024): 175597.
- Dimopoulos Eggenschwiler et al. (2023) Reifenabrieb als grösste Quelle von Mikroplastik - Massnahmen zur Verminderung, Grundlagenbericht
- VSA 2019: Regenwasserbewirtschaftung in Städten (Link)
- VSA 2023: Merkblatt "VSA-Leistungsprüfung für Behandlungsanlagen" (Link)

Dank an

Sofia Barth, Luca Rossi - VSA

Michael Burkhardt - OST

ChatGPT