



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Aktuelle und zukünftige Herausforderungen bei der Behandlung von Regenabflüssen

*Ao. Prof. iR. Dipl. Ing. Dr. Maria
Fürhacker*

Universität für Bodenkultur Wien

maria.fuerhacker@boku.ac.at

Inhaltsübersicht

- Allgemeine Einleitung
- Welche Auswirkungen auf die Gesundheit gibt es
- Alte und neue Ansätze in der Regulatorik
- Neue Substanzen
- Beprobung des Systems
- Performance Bodenfilter versus technische Filter
- Ausblick



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Eine wichtige Frage:



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Sind Niederschlagsabflüsse von Straßen, Dächern,
Fassaden überhaupt so stark verschmutzt, dass sie
gereinigt werden müssen?

hochrangige
Straßen

stop- and go-Verkehr

Hauptstraßen

Cu und Zn-Dächer

Foliendächer

Gründächer

Hausoberflächen

Fassaden/Putze



Mögliche Inhaltsstoffe in Oberflächenabflüssen



**Ziel: Schutz des Grundwassers –
Erhalt als Trinkwasser**

Straße:

Autoabgase,
Katalysator,
Tropfverluste,
Korrosion,
Winterdienst und
Abriebpartikel von Reifen,
Bremsen und Straßen

Gründächer, Fassaden

Folienmaterialien
Dichtungen, Plastifizierer,
Durchwurzelungs-
hemmer, Algizide
Flammschutzmittel

Schutz der Oberflächengewässer



Partikel

Gelöster
Anteil

- TOC, CSB, N, P
- Metalle Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, **Al, Fe**, Ba, Ti, V, As, Hg, Mo, Sr, Pt, Pd, Rd
- Mineralöl
- Mikroplastik
- Spurenstoffe (z.B. PAK, Pestizide, Biozide, BPA,)
- Oxygenate: MTBE, ETBE

- TOC, CSB, N, P
- Metalle Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, **Al, Fe**, Ba, Ti, V, As, Hg, Mo, Sr, Pt, Pd, Rd
- Mineralöl
- Spurenstoffe (z.B. Pestizide, Biozide, Bisphenol-A, Tenside, Oxygenate: MTBE, ETBE, Komplexbildner, BPA, PFAS)



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Gemessene Parameter und Konzentrationen im Straßenabläufen (Clara et al., 2014)

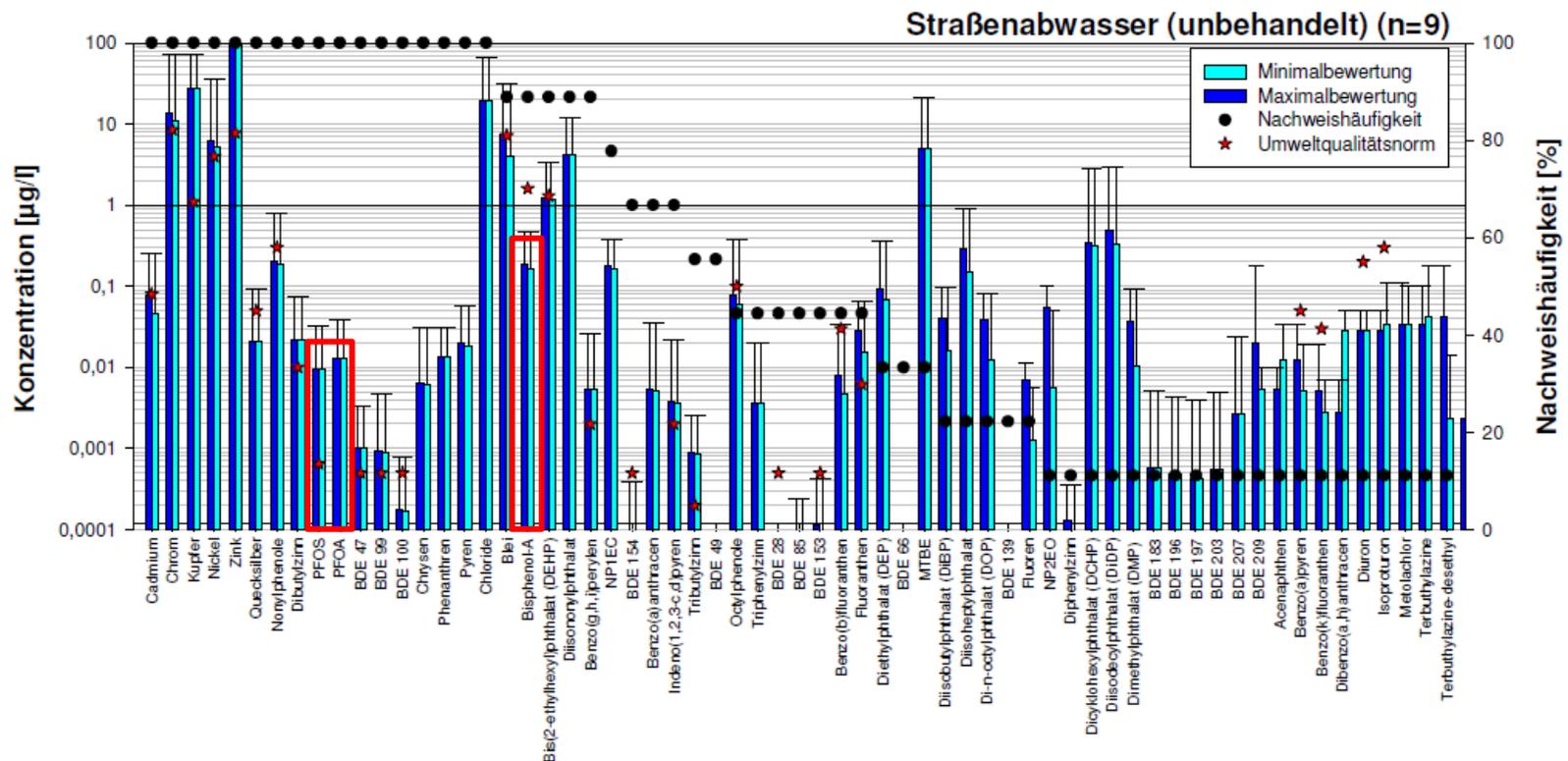


Abbildung 10: Gemessene Konzentrationen in den unbehandelten Straßenabwasserproben (Mittelwert, Maximal- und Minimalwert) nach Minimal- und Maximalbewertung, Häufigkeit des Nachweises und Güteziel für Oberflächengewässer (bei den polybromierten Diphenylethern gilt das Güteziel für die Summe der Kongenere BDE 28, 47, 99, 100, 153 und 154)

Gemessene Parameter und Konzentrationen im Niederschlag (Clara et al., 2014)

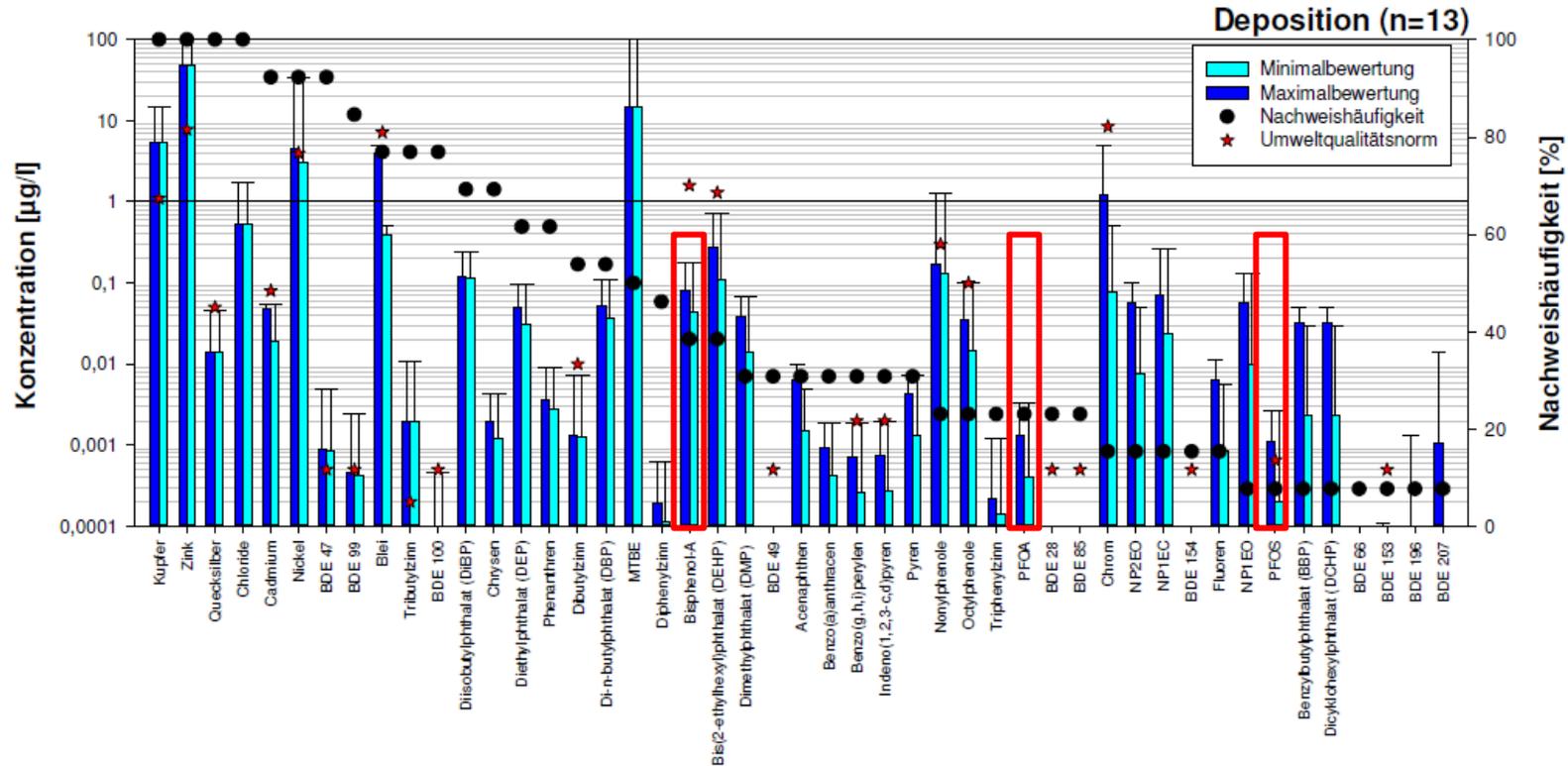


Abbildung 4: Gemessene Konzentrationen in den Niederschlagsproben (Mittelwert, Maximal- und Minimalwert) nach Minimal- und Maximalauswertung, Häufigkeit des Nachweises und Güteziel für Oberflächengewässer (bei den polybromierten Diphenylethern gilt das Güteziel für die Summe der Kongenere BDE 28, 47, 99, 100, 153 und 154)

International Agency for Research on Cancer



PRESS RELEASE
N° 223

Latest world cancer statistics

Global cancer burden rises to 14.1 million new cases in 2012:
Marked increase in breast cancers must be addressed

Chemical pollutions with unclear effects on humans and the environment

12 December 2013

Since the 2008 estimates, breast cancer incidence has increased by more than 20%, while mortality has increased by 14%.

Generally, worldwide trends show that in developing countries going through rapid societal and economic changes, the shift towards **lifestyles** typical of industrialized countries **leads to a rising burden of cancers associated with reproductive, dietary, and hormonal risk factors.**

Erkenntnisse der WHO (Beispiele)

<http://www.who.int/cancer>

Reduzierung der Spermienzahl?

Zunahme von Krebserkrankungen

Brust

(1973-1987: 5-25% every 5 years, females 30-74 years of age)

Hoden

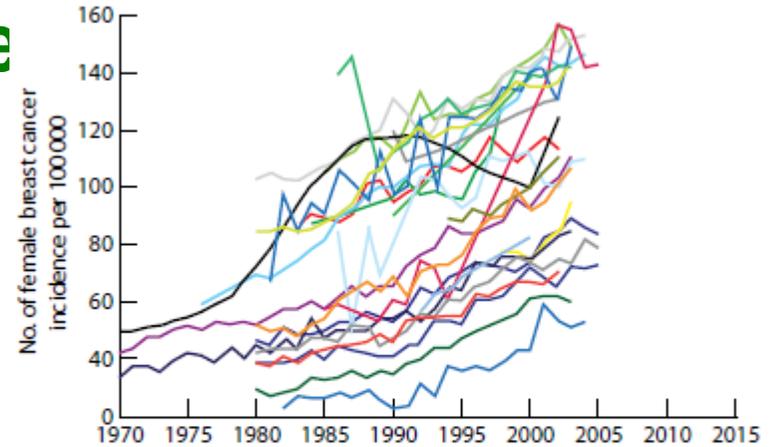
(2-4% per year, males above 50 in GB, Skandinavien, Australien, Neuseeland, USA)

Prostata

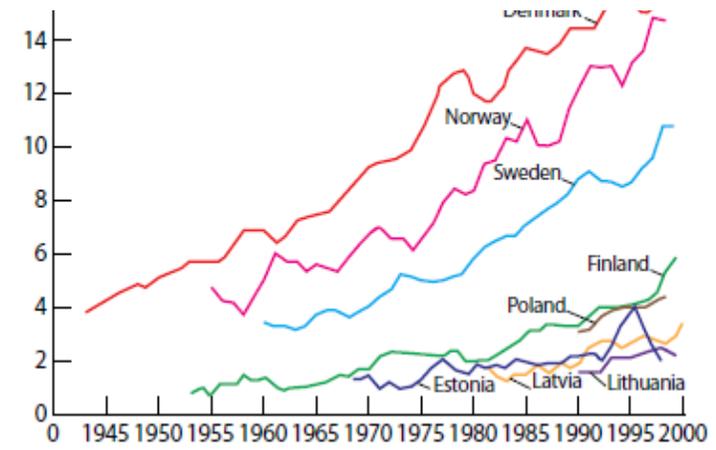
(17% within last 30 years, USA),

Fehlbildungen der Fortpflanzungsorgane

(Kryptorchismus; Hypospadie (0,37-41 / 10.000 Kinder))

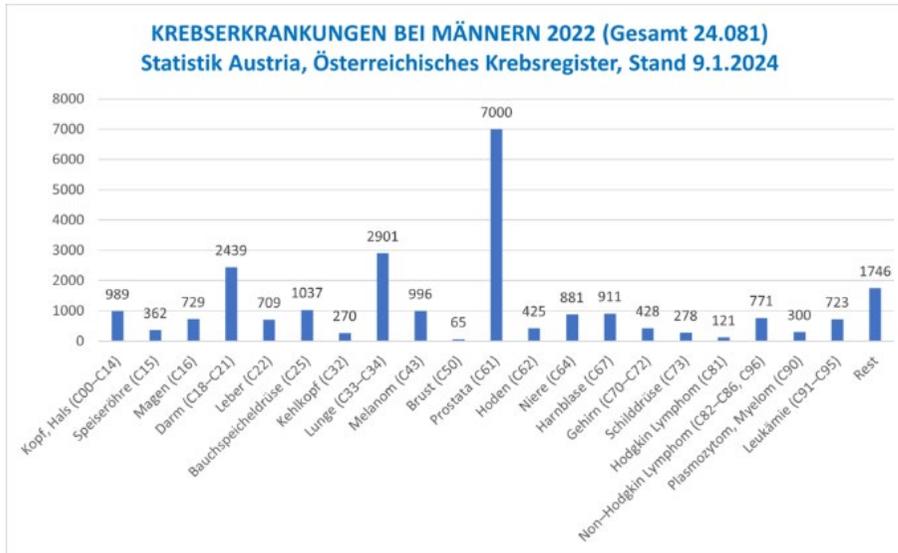


- | | | | |
|------------------|-----------|---------------|------------------|
| — Austria | — Finland | — Latvia | — Romania |
| — Belgium | — France | — Lithuania | — Slovakia |
| — Bulgaria | — Germany | — Luxembourg | — Slovenia |
| — Cyprus | — Greece | — Malta | — Spain |
| — Czech Republic | — Hungary | — Netherlands | — Sweden |
| — Denmark | — Ireland | — Poland | — United Kingdom |
| — Estonia | — Italy | — Portugal | — European Union |



Trends in incidence of testicular cancer in northern Europe.
<http://www.who.int/ceh/publications/endocrine/en/index.html>

Krebsneuerkrankungen in Österreich (Österreichische Krebshilfe, 2024)



Zunahme von:

- Fettleibigkeit
- Aufmerksamkeitsdefizit-Hyperaktivitätsstörung (kurz ADHS genannt)
- Allergien

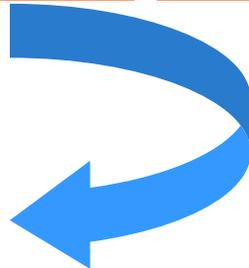
Wege der Zielwertermittlung



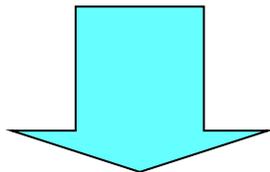
Risk assessment

Umweltkonzentration
(Predicted
environmental
concentration (PEC))

Umweltqualitätsnorm
(UQN oder EQS)
Predicted no effect
conc. (PNEC)

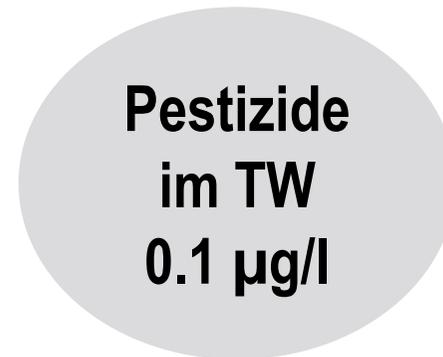


$$PEC/PNEC > 1$$



Maßnahmen notwendig

Vorsorgewerte



(DWD, 1998)

Falls das Wissen für RA nicht rechtzeitig verfügbar ist,
werden keine Maßnahmen ergriffen.
Vorsorge agiert voraus // RA dauert lange

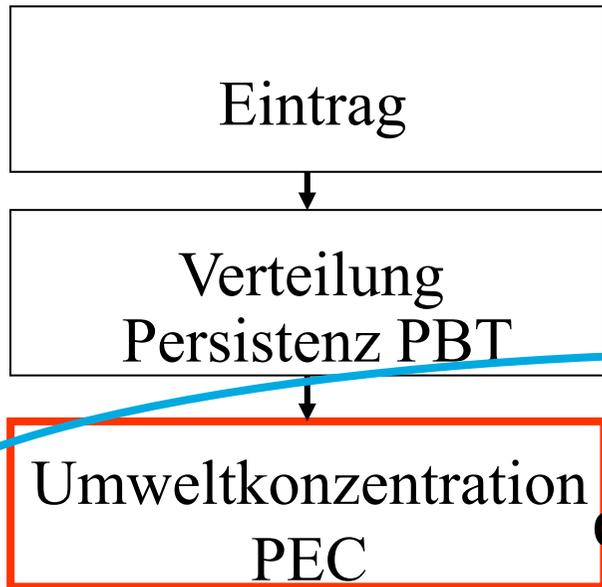


Risikoabschätzung Umwelt

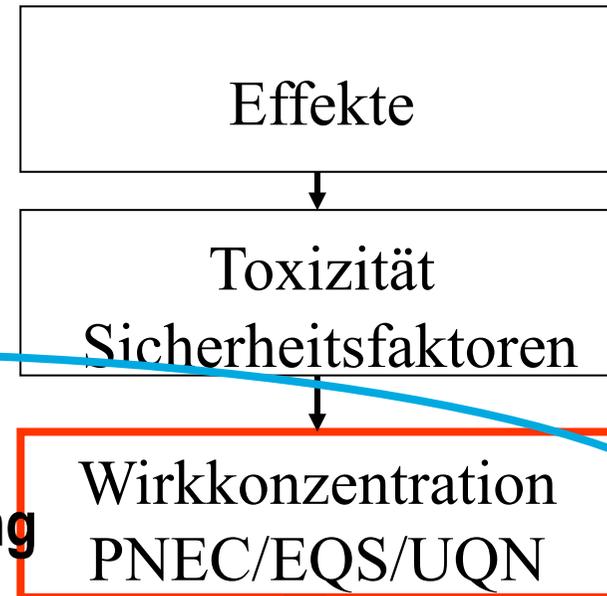


Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Exposition



Wirkung



Risiko- charakterisierung

PEC/PNEC

PEC predicted environmental concentration
PNEC predicted effect concentration
EQS Environmental quality standards
UQN Umweltqualitätsnorm

>1 Risikobewertung notwendig
< 1 keine Risikobewertung

Eigenschaften für eine Bewertung



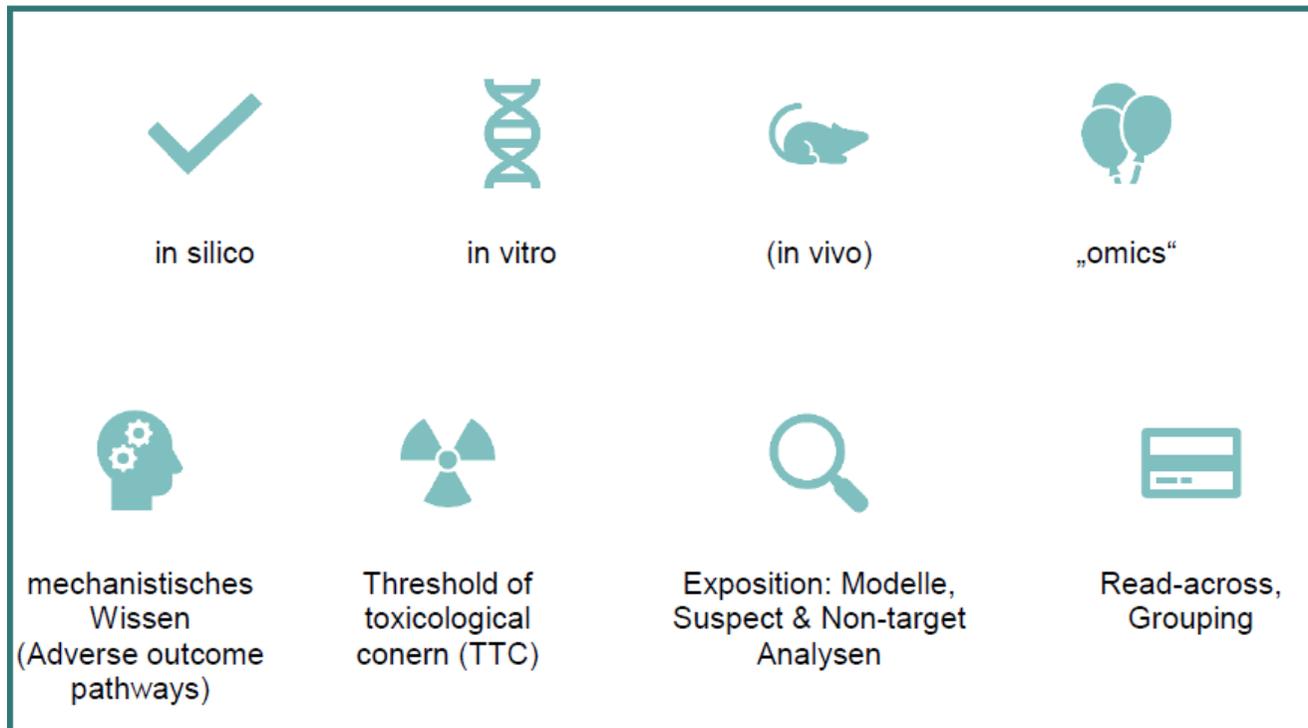
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

| Kriterien | Informationen |
|-------------------------------|---|
| Persistenz P / vP | Abbaubarkeit (abiotisch, biotisch) Verteilung in der Umwelt Akkumulation in der Umwelt |
| Bioakkumulation B / vB | Akkumulation in Organismen Biomagnifikation in Nahrungsnetzen (aquatische, terrestrische) |
| Mobilität M / vM | Verteilungskoeffizient von organischem Kohlenstoff und Wasser (koc), „leachability“ Leitfaden wird dzt. entwickelt (CLP) |
| Toxizität T | Auswirkungen auf Organismen, Populationen (menschliche Gesundheit, Umwelt-Endpunkte) |

New Approach Methods (NAMs)

Langfristiges Ziel: keine Tierversuche für regulatorische Zwecke (EU-Kommission)

Werkzeuge die Informationen über Gefahren, Exposition und Risikobewertung liefern



EU –Strategie - Green Deal



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

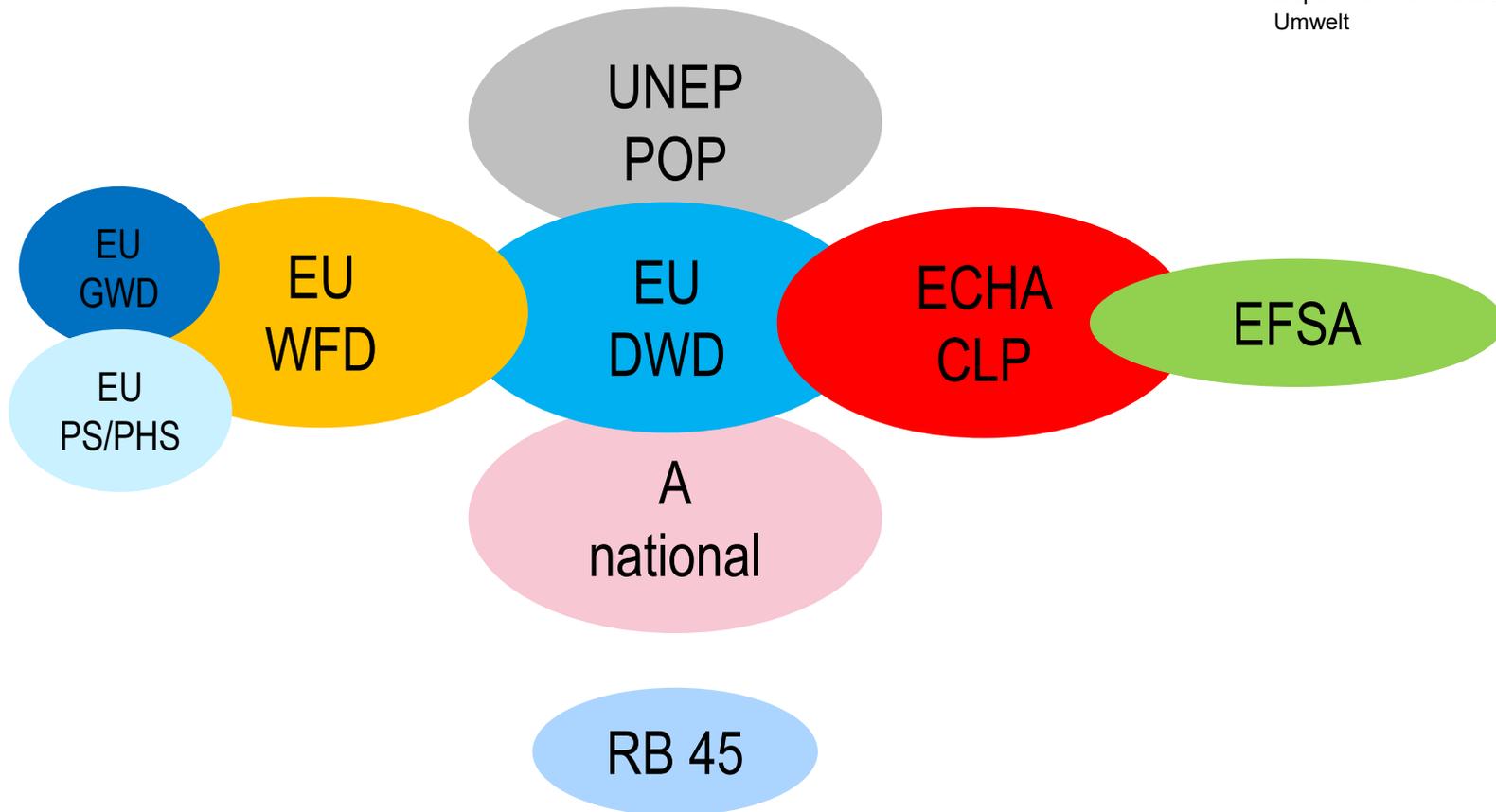


Nationale Umsetzung

Woher kommen die „Herausforderungen“?



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Änderung in der Regulatorik



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

- Überarbeitung der Richtlinie 2000/60/EG (WRRL) auch ihre beiden **Tochtrichtlinien (Grundwasserrichtlinie 2006/118/EG) und die Umweltrichtlinie 2008/105/EG (Quality Standards Directive, EQSD),**
- EU (Trinkwasserrichtlinie (EU) 2020/2184, DWD) gibt es auch in Österreich seit 2024 es eine **neue Trinkwasserverordnung (BGBI. II 54/2024)** in der auch Stoffe enthalten sind, die bisher nicht geregelt waren wie z.B. Bisphenol A und eine Reihe von perfluorierten Stoffen (PFAS).
- Grundwasserqualität sind in der Qualitätszielverordnung Chemie Grundwasser (QZV Chemie GW 2010 idgF) aufgelistet. Diese Vorgaben leiten sich aus der **früheren Trinkwasserverordnung (BGBI. II 304/2001)**

- ÖWAV-Regelblätter (RB)
- ÖNORMEN z.B. ÖNORM B 2506 Teile 1 bis 3

Andere Emissionen: z.B. Fassaden und Gründächern, Reifen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

- Weichmacher
 - Phthalate, Alkylphenole, Bisphenol A
- Pestizide und Biozide
 - verschiedene Isothiazolinone
 - Benzalkoniumchlorid
 - Mecoprop P gilt als leicht abbaubar und nicht bioakkumulierend, kann aber in hohen Konzentrationen im Ablauf von insbes. neuen Folien vorkommen
 - Diuron und Terbutryn sind in der PS/PHS-Liste für OG
- Flammschutzmittel
 - Borax, Antimonoxide (Sb_2O_3), Chlorparaffine oder bromierte Verbindungen (polybromierte Diphenyle (PBDs), polybromierte Diphenylether (PBDEs), Tetrabrombisphenol A (TBBPA) und Hexabromcyclododecan (HBCD))
- UV-Filter, Vulkanisationsbeschleuniger, Antiozonmittel
- PFAS

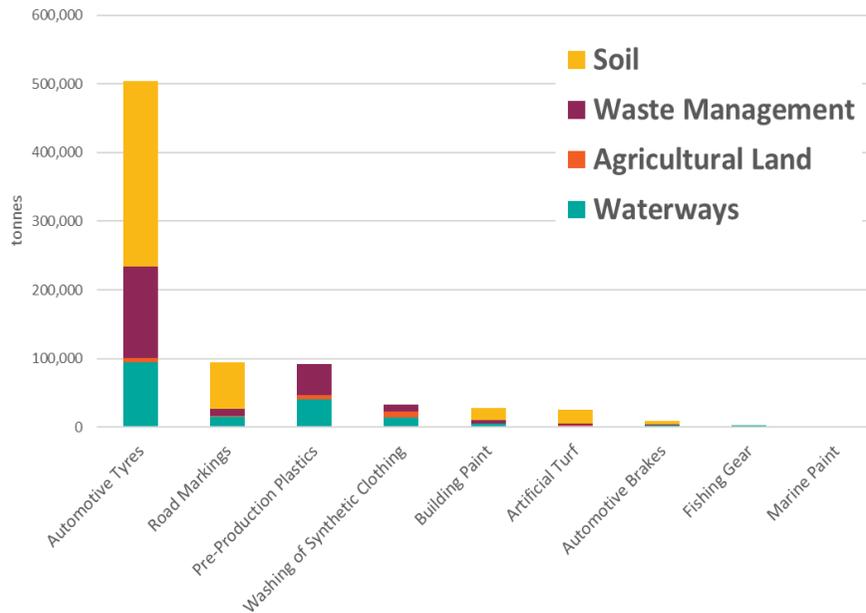
Reifenabrieb: Quelle von Mikroplastik in der EU



Hann, et al. (2018)



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



European Union (EU) Reifen- und Straßenabrieb
1 – 1,25 kg/EW*a (Sieber et al., 2020; Unice et
al., 2019).

Partikelgrößen: <0,1µm bis >100µm (Klöckner et
al., 2020). >60 % Reifen- und Straßenabrieb
sind >50 µm.

TWP hauptsächlich zwischen 65µm und 80 µm.

Antiozonmittel *N*-(1,3-dimethylbutyl)-*N'*-phenyl-*p*-phenylen-diamin (6PPD)



Konz. 6PPD im Reifen nimmt mit Alter ab

- neue Reifen: 10.000 - 20.000 $\mu\text{g/g}$ 6PPD (Calif, 2021)
- alte Reifen: 1.000 $\mu\text{g/g}$ 6PPD (OSPAR, 2006)
- zerkleinerte Altreifen: 120 $\mu\text{g/g}$ 6PPD (Klöckner et al., 2020)

The New York Times

Northwest's Salmon Population May Be Running Out of Time

The Washington State Recreation and Conservation Office found that some salmon species are “on the brink of extinction.” Habitat loss, climate change and other factors are to blame, it said.

 Give this article



Bisphenol A



Polycarbonat Bisphenol-A (BPA)

- Polycarbonat-Kunststoff, Verwendung z.B. zur Herstellung von Wasserspendern, Vorratsbehältern und Mehrweg-Getränkeflaschen
- Epoxidharzen, in Schutzbeschichtungen und Innenauskleidungen für Konserven- sowie Getränkedosen und -fässern, Bremsflüssigkeiten

Wirkung: BPA verursacht bei tierischen Embryonen Hyperaktivität und pathologisch beschleunigtes Nervenzellwachstum

--- 2012 von der Food and Drug Administration (FDA) für die Verwendung im Zusammenhang mit Babys verboten. Ab 2016 BPA in Kassazetteln verboten.



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Grenzwert der EFSA:

Langjährig TDI 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht (KG) und Tag

2015 Reevaluierung TDI 4 $\mu\text{g}/\text{kg}$ KG und Tag

2023: TDI 0,2 ng/ kg KG und Tag

Die Absenkung des TDI ergibt sich wegen negativer Auswirkungen von BPA auf Reproduktion und das Immunsystem und der Entwicklung von allergischen Lungenentzündungen

TDI..tolerierbare tägliche Aufnahme

Bisphenol A



Polycarbonat Bisphenol-A (BPA)

- Polycarbonat-Kunststoff, Verwendung z.B. zur Herstellung von Wasserspendern, Vorratsbehältern und Mehrweg-Getränkeflaschen
- Epoxidharze in Schutzbeschichtungen und Innenauskleidungen für



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Zwischen 2015 und 2023 wurde der tolerierbare
Aufnahmewert um den Faktor 20 000 gesenkt

Für BPA in Oberflächengewässern gilt in Österreich eine
Jahresdurchschnitts-Umweltqualitätsnorm (JD-UQN) von 1,6 µg pro Liter
Für BPA in Trinkwasser gilt in Österreich ein Wert von **2,5 µg pro Liter**

Langjährig TDI 50 µg/kg Körpergewicht (KG) und Tag

2015 Reevaluierung TDI 4 µg/kg KG und Tag

2023: TDI 0,2 ng/ kg KG und Tag

Die Absenkung des TDI ergibt sich wegen negativer Auswirkungen von BPA auf
Reproduktion und das Immunsystem und der Entwicklung von allergischen
Lungenentzündungen

TDI..tolerierbare tägliche Aufnahme

Per- und polyfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFAS)



- **Eigenschaften:** wasser-, fett- und ölabweisend, sowie hitzebeständig
- **Einsatzbereiche:** Textilien (Outdoorkleidung), Haushaltsprodukte (Backpapier, beschichteten Pfannen, Lebensmittelverpackungen), Automobilindustrie, Bauwesen, Elektronik, Feuerlöschschäumen, Netz- und Pflanzenschutzmitteln
- **Wirkungen:** Leberschäden, Schilddrüsenerkrankungen, Fettleibigkeit, Fruchtbarkeitsstörungen, geringeres Geburtsgewicht bei Neugeborenen, verringerte Aktivität von Immunzellen oder Krebs.
- **Aufnahme:** sie finden sie sich fast überall; Trinkwasser und Nahrung
- **Vorkommen:** PFAS an Standorten in EU 17 000 D: > 1500 Standorten USA > 20 000 Standorte; CH: 80 Prozent der Böden mit 0,5 bis 4,1 µg/kg BodenTS,

Per- und polyfluorierte Kohlenwasserstoffe (per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS)

PFAS sind ein weltweites Problem und möglicherweise die hartnäckigste und gefährlichste Umweltkontamination schlechthin.

Krankheitsanfälligkeit – werden mit ihnen in Verbindung gebracht.

Neue Stoffe in der vorgeschlagenen GW RL 2022 COM(2022) 540 final



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

| Groundwater | |
|---|---|
| <u>Option 1:</u> Addition to Annex I with GW QS set for each individually | 2 pharmaceutical substances: Carbamazepine and Sulfamethoxazole All nrMs with individual GW QS of 0.1 µg/l |
| <u>Option 2:</u> Addition to Annex I with GW QS set for "sum of" | PFAS (sum of 24 named substances) |
| <u>Option 3:</u> Addition to Annex II | 1 substance: Primidone |

https://environment.ec.europa.eu/document/download/6e618dec-c528-4ba8-8900-1e020eefe393_en?filename=Proposal%20for%20a%20Directive%20amending%20the%20Water%20Framework%20Directive%2C%20the%20Groundwater%20Directive%20and%20the%20Environmenta%20Quality

PFAS – GW, TW und EFSA



Tab. 1 Analysierter Parameterumfang und relative Potenzfaktoren (RPF) für die Berechnung von PFOA-Äquivalenten entsprechend Vorschlag zur Grundwasserqualitätsnorm (EK 2022a) sowie in der „Summe der PFAS“ (TWRL) und EFSA-Empfehlung (EFSA 2020) berücksichtigte PFAS. (Quelle: EFSA (2020), TWRL (2020), EK (2022), Umweltbundesamt)

| Substanz | CAS-Nr | NG (µg/l) | BG (µg/l) | Bestandteil GZÜV-SMP 2022 | GW-QN (EK 2022) | RPF | TWRL (2020) | EFSA (2020) |
|----------|----------------|-----------|-----------|------------------------------|--------------------|--------|-------------|-------------|
| PFBA | 375-22-4 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 0,05 | Ja | Nein |
| PFPeA | 2706-90-3 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 0,03 | Ja | Nein |
| PFHxA | 307-24-4 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Ja | 0,01 | Ja | Nein |
| PFHpA | 375-85-9 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Ja | 0,505 | Ja | Nein |
| PFOA | 335-67-1 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Ja | 1 | Ja | Ja |
| PFNA | 375-95-1 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Ja | 10 | Ja | Ja |
| PFDA | 335-76-2 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Ja | 7 | Ja | Nein |
| PFUnDA | 2058-94-8 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Ja | 4 | Ja | Nein |
| PFDoDA | 307-55-1 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Ja | 3 | Ja | Nein |
| PFTTrDA | 72629-94-8 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 1,65 | Ja | Nein |
| PFTeDA | 376-06-7 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 0,3 | Nein | Nein |
| PFHxDA | 67905-19-5 | – | – | Nein | Ja | 0,02 | Nein | Nein |
| PFODA | CAS 16517-11-6 | – | – | Nein | Ja | 0,02 | Nein | Nein |
| PFBS | 375-73-5 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 0,001 | Ja | Nein |
| PFPeS | 630402-22-1 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 0,3005 | Ja | Nein |
| PFHxS | 355-46-4 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 0,6 | Ja | Ja |
| PFHpS | 375-92-8 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 1,3 | Ja | Nein |
| PFOS | 1763-23-1 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 2 | Ja | Ja |
| PFNS | 98789-57-2 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Nein | – | Ja | Nein |
| PFDS | 335-77-3 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 2 | Ja | Nein |
| PFUnDS | 749786-16-1 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Nein | – | Ja | Nein |
| PFDoS | 79780-39-5 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Nein | – | Ja | Nein |
| PFTTrDS | n.a | 0,0005 | 0,001 | Ja | Nein | – | Ja | Nein |
| 4:2 FTS | 757124-72-4 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Nein | – | Nein | Nein |
| 6:2 FTS | 27619-97-2 | 0,00025 | 0,0005 | Ja | Nein | – | Nein | Nein |
| 8:2 FTS | 39108-34-4 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Nein | – | Nein | Nein |
| DONA | 919005-14-4 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 0,03 | Nein | Nein |
| GenX | 13252-13-6 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Ja | 0,06 | Nein | Nein |
| F-53B | 73606-19-6 | 0,0005 | 0,001 | Ja | Nein | – | Nein | Nein |
| 6:2 FTOH | 647-42-7 | – | – | Nein | Ja | 0,02 | Nein | Nein |
| 8:2 FTOH | 678-39-7 | – | – | Nein | Ja | 0,04 | Nein | Nein |
| C604 | 1190931-41-9 | – | – | Nein | Ja | 0,06 | Nein | Nein |



EFSA:

TWI: 4,4 ng/kg KG
pro Woche
für 4 Substanzen

EU-TW (2020):

Summe 100 ng/L 20
Substanzen

EU-GW (2022)

4,4 ng/L
Summe PFOA-
Äquivalente (24
Stoffe)

TWI .. Tolerable weekly intake

Wie kann man die Reinigung der Oberflächenabläufe sicherstellen:



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

ÖNORM B 2506 Teil 3

Materialprüfung

VT: weniger Material,
schneller,
reproduzierbarer,
vergleichbare kontrollierte
Bedingungen

Anlagenprüfung

Unsicherheit der
Probenahme

Herausforderungen bei der Materialprüfung



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Bisher: Partikel, Schwermetalle und Kohlenwasserstoffe

Im Fall von neuen GW-Schwellenwerten:

- Überarbeitung der ÖNORM B2506 Teil 3 empfohlen - aber was können die Bodenfilter?
- Welche Parameter (begrenzte Auswahl die unterschiedliche Eigenschaften repräsentieren) und welche Methoden sollen gewählt werden?

Biozide: Mecoprop, Diuron, Terbutryn,

6-PPD, Mikroplastikpartikel

PFAS, BPA

- Ev. neue Prüfteile für besondere Einsatzgebiete definieren – Abläufe von Gründächern

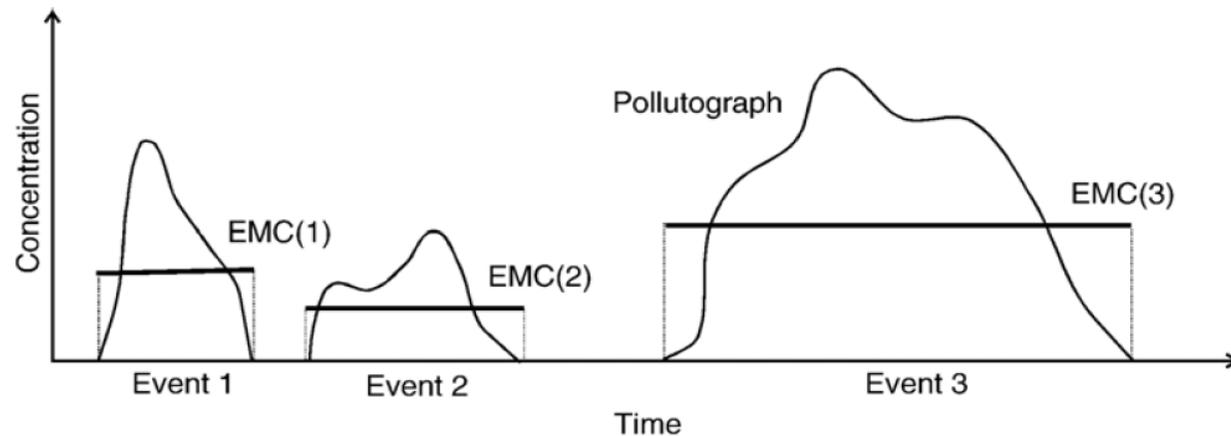
Herausforderungen bei der Überprüfung bestehender Anlagen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Problem:

- Repräsentative Probenahme des Zu- und Ablaufs
- Probenahme (z.B. First-flush) – wann welcher Wert ist repräsentativ
- Probenbehandlung
- gelöster/gesamter Anteil
- Analytik



EMC...event medium concentration

Göbel et al. (2007)

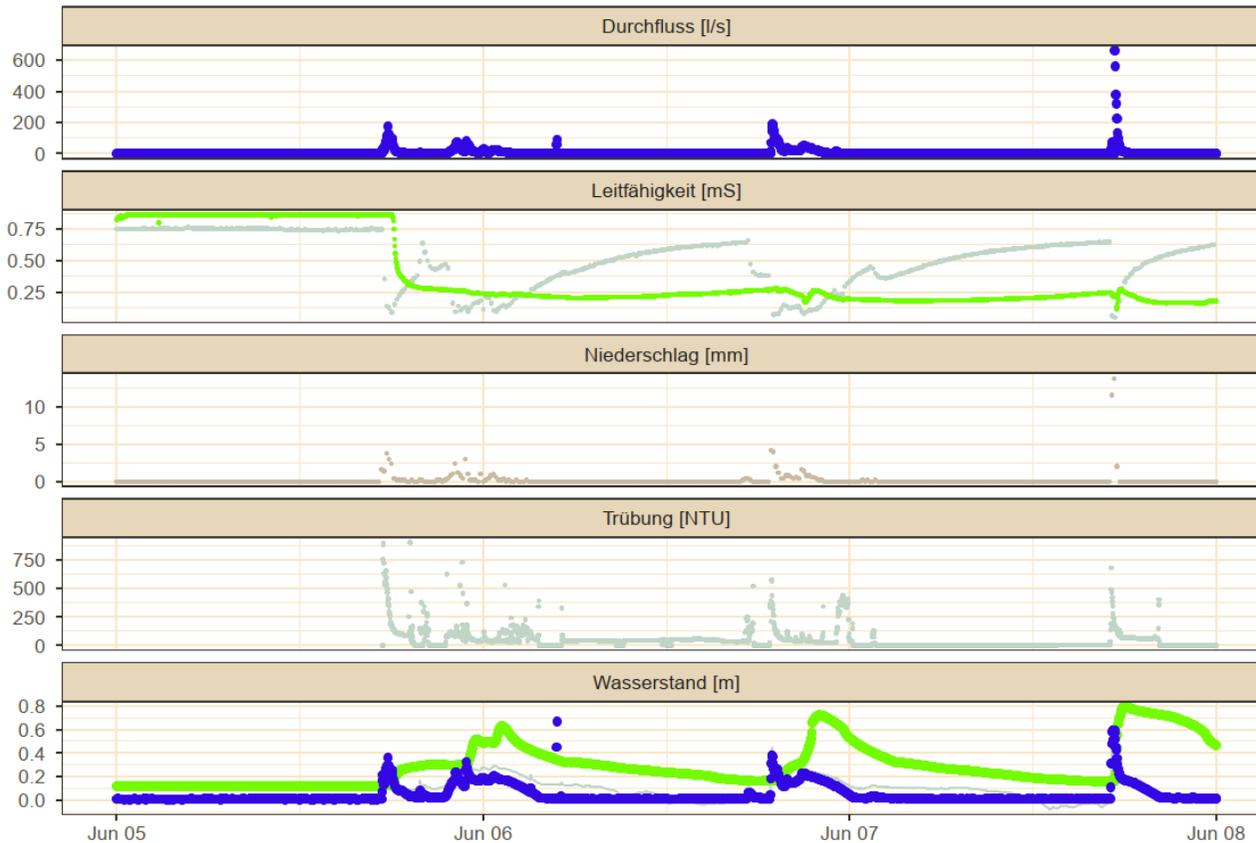
- Bei Versickerungsanlagen ist vorgesehen, dass ein Teil abgedichtet und in einen Schacht abgeleitet werden soll

NS-Ereignis GSA 1 (ASFINAG-STUDIE 2024)



Universität für Bodenkultur Wien
partment für Wasser-Atmosphäre-
welt

Juni



station

- Ablauf Schacht
- WaWi Wetterstation
- Zulauf Rohr
- Zulauf Schacht

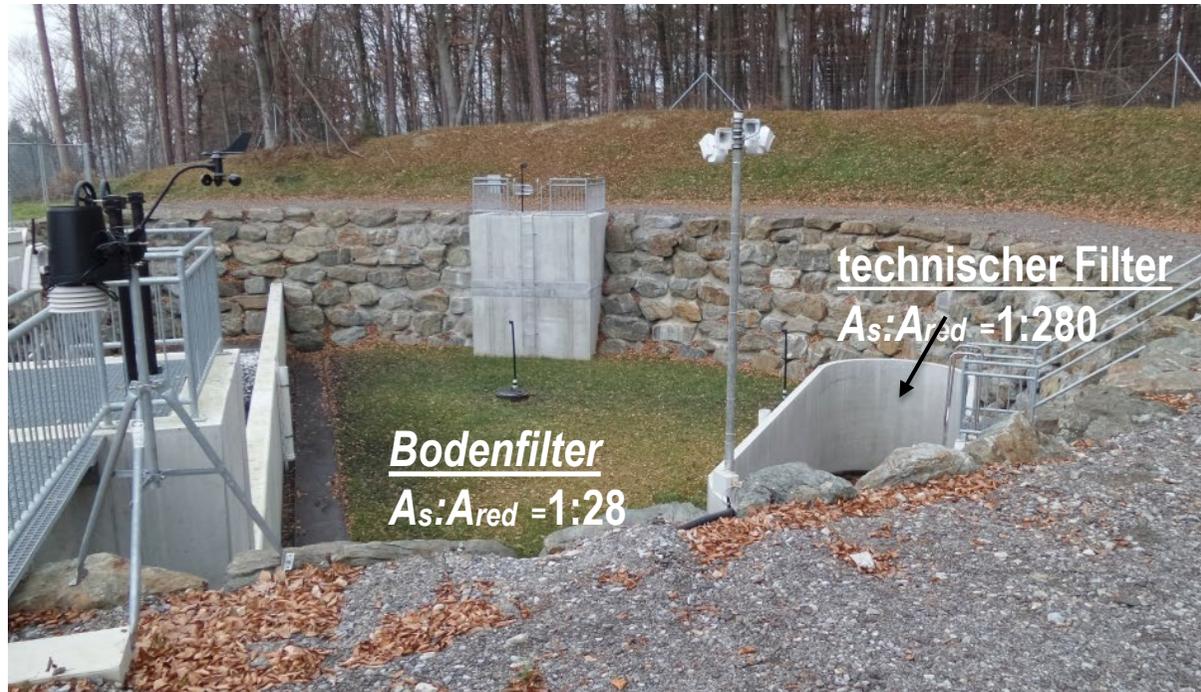
Insges. 110 mm Regen,
Regenrate 160 mm/h,
ZL/AL 45 min

Direkter Vergleich Bodenfilter: technischer Filter

Anlage in der Anlage an Parkplatz



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt



Ergebnisse Bodenfilter : techn. Filter an einem Parkplatz



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

| Parameter | Einheit | Zulauf n=7 | Ablauf Bodenfilter RVS n=16 | Abl. Technisches Filtermaterial n=16 | QZV Chemie GW Schwellenwert |
|---------------|---------|---------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|
| pH Wert | - | 7,1 – 9,3 | 6,8 – 8,1 | 6,8 – 8,1 | |
| Leitfähigkeit | µS/cm | 680 - 100600 | 194 - 6100 | 356 – 7150 | 2250 (20°C) |
| Chlorid | mg/l | 370 - 42000 | 15 - 590 | 57- 2000 | |
| AFS | mg/l | 110 - 19000 | 12 - 180 | 4 - 130 | |
| TOC | mg/l | 113 - 3120 | 15,2 – 33,2 | 15,4 – 34,2 | |
| DOC | mg/l | 44 - 2868 | 7,6 – 22,1 (104 ¹) | 11,1 – 26,4(135 ¹) | |
| TNb | mg/l | 7,4 – 22,5 | 2,3 – 22,2 | 2,5 – 42,6 | |
| KW-Index | mg/l | 3 - 1100 | 0,1 – 2,3 | <0,1 – 2,6 | 0,1 |
| Al gelöst | µg/l | 34,6 - 234 | <5,0 - 1200 | <5,0 – 29,2 | |
| Pb gelöst | µg/l | <0,5 – 0,63 | <0,5 – 2,7 | <0,5 – 3,5 | 9 |
| Cd gelöst | µg/l | <0,05 – 4,3 | <0,05 – 0,07 | <0,05 – 0,11 | 4,5 |
| Cr gelöst | µg/l | <0,5 – 37,3 | <0,5 – 20 | <0,5 - 22,8 | 45 |
| Fe gelöst | µg/l | 11,9 – 3390 | <5,0 - 816 | 5,3 – 729 | |
| Cu gelöst | µg/l | 0,8 – 235 | 1,6 – 53,8 | 1,6 – 37,1 | 1800 |
| Ni gelöst | µg/l | 3,3 – 30,1 | <0,5 – 10,2 | 0,8 – 10,3 | 18 |
| Zn gelöst | µg/l | <3,0 - 264 | <3,0 – 24,5 | <3,0 - 62,1 | |

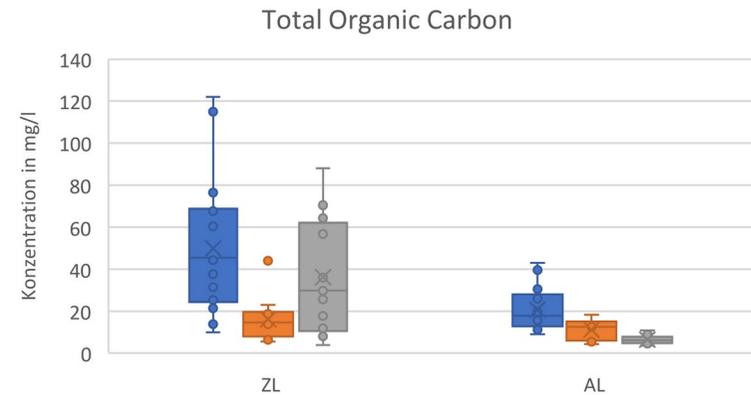
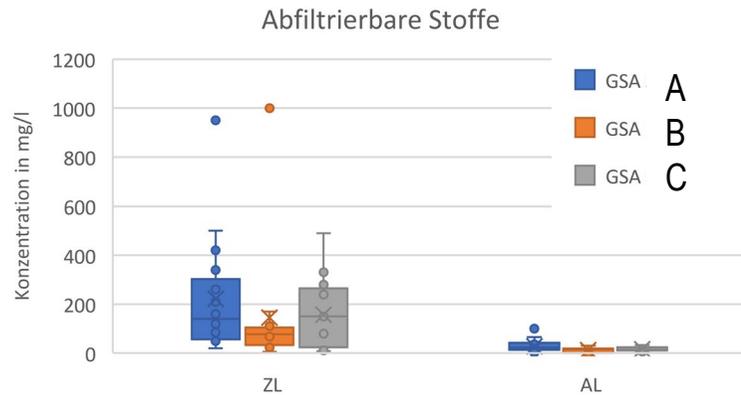
¹)Von diesen Proben wurden nur die DOC –Konzentrationen gemessen

Anlagen Vergleich AFS, TOC, TNB (ASFINAG-STUDIE 2024)

Bodenfilter (GSA A): Techn. Filter (GSA B, und C)



Universität für Bodenkultur Wien
er-Atmosphäre-



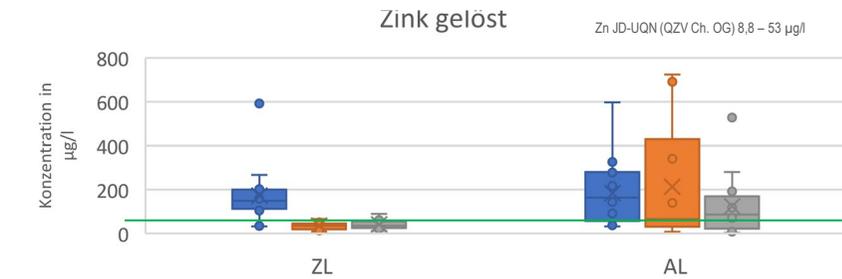
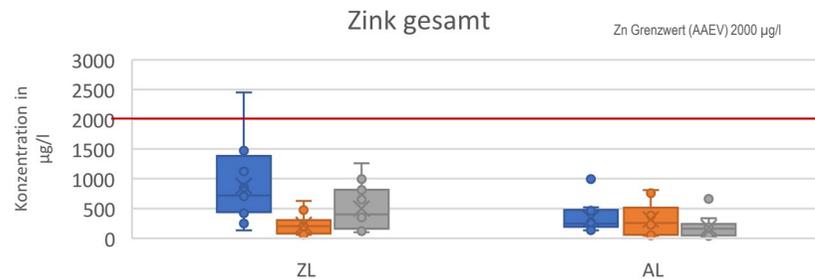
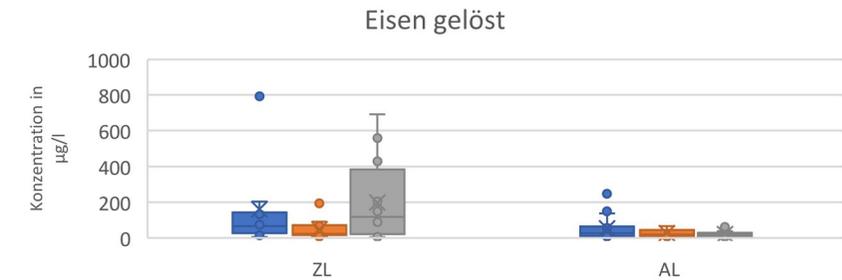
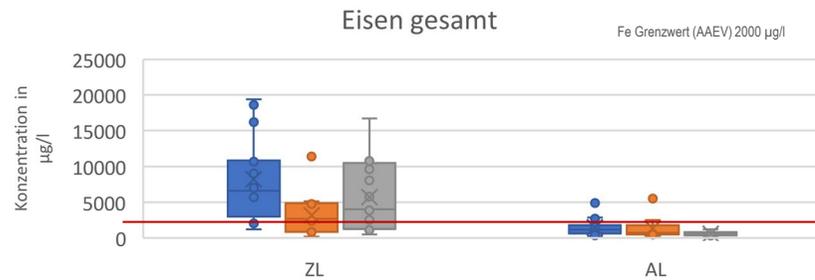
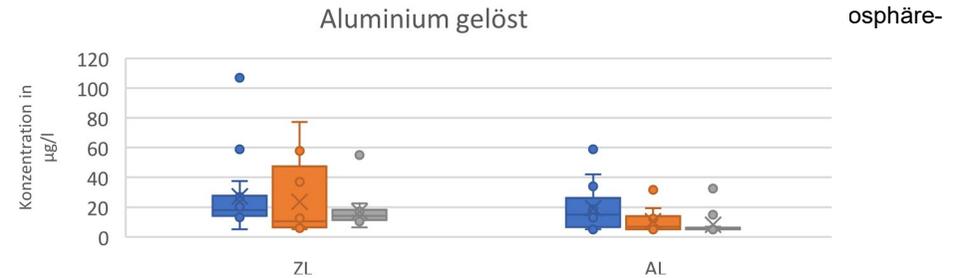
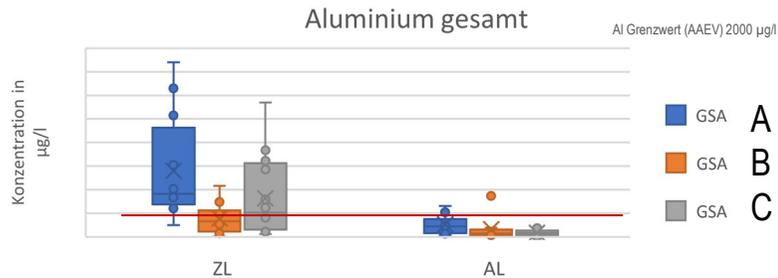
1. Kapazitätsprüfung gibt im Test vermutlich zu kurze Standzeiten an,
2. erheblicher Teil der Schwermetalle partikulär gebunden,
3. Reinigungsleistung erhöht sich mit der Standzeit

Anlagenvergleich Schwermetalle (ASFINAG-STUDIE 2024)

Al, Fe, Zn



Universität für Bodenkultur Wien
osphäre-



Schlussfolgerungen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

1. Durch den „Green-Deal“ aber auch neuen Beurteilungsgrundlagen werden/wurden **zusätzliche Inhaltsstoffe** im Oberflächenabfluss als relevant erkannt.
2. Der Eintrag von persistenten Stoffen ins Grundwasser und Oberflächenwasser soll **verhindert bzw. minimiert** werden – die Auswahl neuer Parameter und Zielwerte wird sich an den neuen Vorgaben orientieren
3. Ein direkter **Vergleich Boden mit technischem Filtermaterial** zeigte, dass die Ablaufkonzentrationen des technischen Filters auch bei einem 10-fach höherem Flächenverhältnis im Bereich des Bodenfilters liegen. Die Prüfung erlaubt gute Vorhersagen für die Einsatzfähigkeit der Substrate in der Praxis
4. Die tatsächlichen **Handlungsnotwendigkeiten und Optionen** bei Foliendächern – wie Veränderung des Folienmaterials - sollen gemeinsam mit den Experten aus unterschiedlichen Fachbereichen und den Regulierungsbehörden erarbeitet werden.

Ausblick und neue Fragestellungen



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

- Es stellt sich die Frage, ob (wann) die ÖNORM B 2506 Teil 3 für die Prüfung von Filtermaterialien für die Versickerung überarbeitet werden soll – und wie?
- Es müssen Kriterien und Methoden für eine Prüfung von Anlagen im Betrieb erarbeitet werden
- Eine Adaptierung der ÖNORM 2506 Teil 3 an die Ableitung ins Oberflächengewässer könnte wegen der geringen Immissionskonzentrationen notwendig sein
- In Zukunft wird auch die Nutzung von Grünflächen für Versickerung z.B. in den innerstädtischen Bereichen wichtiger (NaCl – Problem)
- Weil CMR (genotoxische) Effekte durch die WRRL spezielle Aufmerksamkeit verlangen – sollten derartige Wirkungen jedenfalls auch näher betrachtet werden



Universität für Bodenkultur Wien
Department für Wasser-Atmosphäre-
Umwelt

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!