Urbanes Niederschlagswasser – Belastungen abschätzen und vermeiden

Auftraggeber
Deutsches Umweltbundesamt (UBA), Dessau-Roßlau

Bearbeitung

Michael Burkhardt, Mirko Rohr, Olaf Tietje; OST – Ostschweizer Fachhochschule
Daniel Wicke, Roberto Tatis-Muvdi, Pascale Rouault; Kompetenzzentrum Wasser Berlin
Patricia Zerball-van Baar, Uwe Dünnbier; BWB Berliner Wasserbetriebe

Innsbruck, 13. September 2021

OST Ostschweizer Fachhochschule
KOMPETENZZENTRUM WasserBerlin
Berliner Wasserbetriebe

Struktur

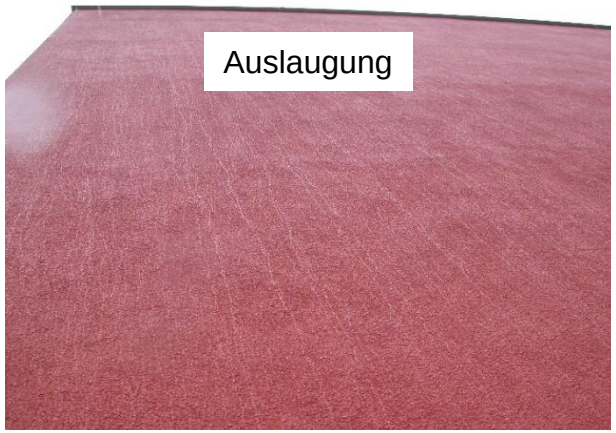
- Hintergrund und Projektziele
- Modellierung
- Maßnahmen
- Schlussfolgerungen

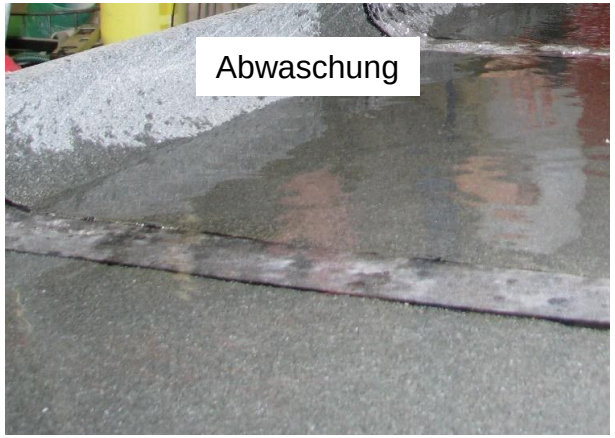
Bewirtschaftung von urbanen Niederschlagswasser

- **Verschiedene Wege des abfließenden Niederschlagswassers in Boden und Gewässer**

Belastungen durch beregnete Gebäudeoberflächen

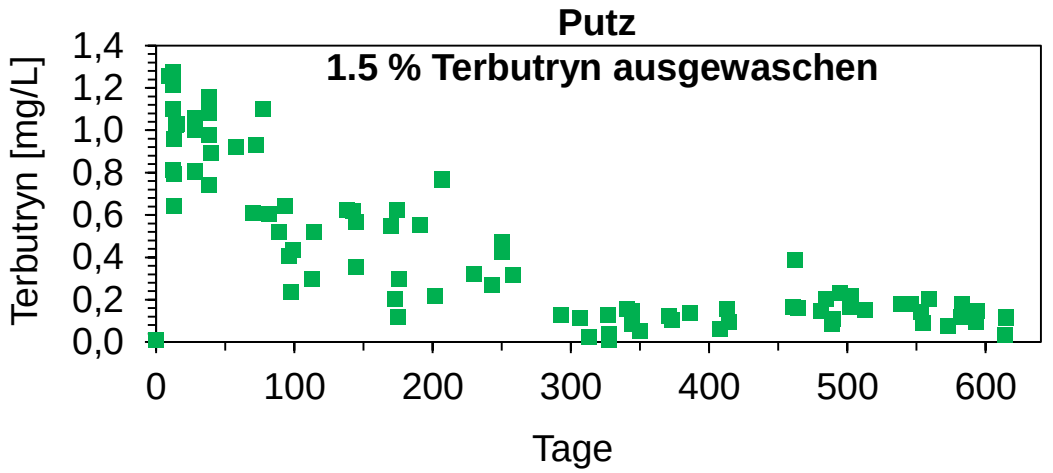
- **Stoffemissionen von Bauprodukten ins abfließende Niederschlagswasser**

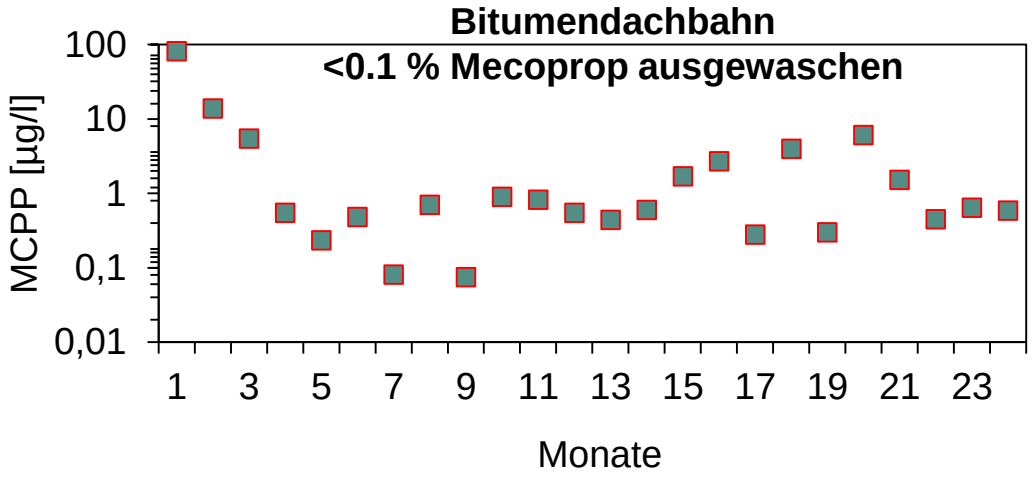




Stoffemissionen aus Bauprodukten

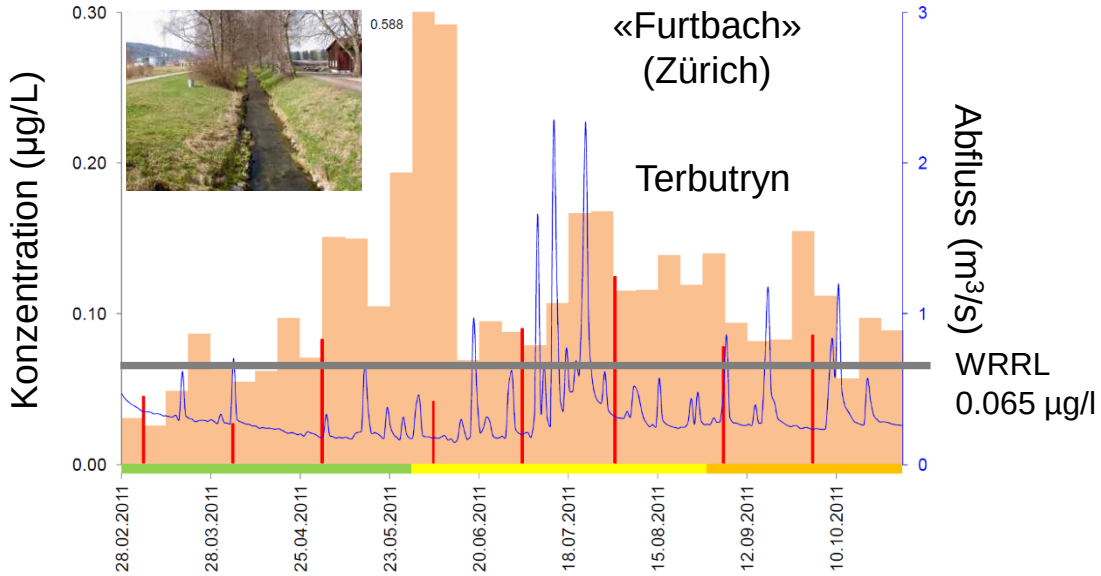
- **Bauprodukte als Emissionsquellen**
  - Farben, Putze (organische): Biozide (Terbutryn, Diuron etc.), Zink
  - Bitumenbahnen (Gründächer): Durchwurzelungsschutz (MCPP, MCPA)
  - Kunststoffdichtungsbahnen (PVC, EPDM): UV-Filter, Vulkanisationsbeschleuniger, Weichmacher, Flammschutzmittel
  - Metallflächen: Organische Beschichtungen (PE, PVDF)
- **Diffuse Einträge in die Umwelt**
  - Vorkommen im Niederschlagswasser
  - Anforderungswerte für Gewässer
  - Persistent, mobil, toxisch (PMT)

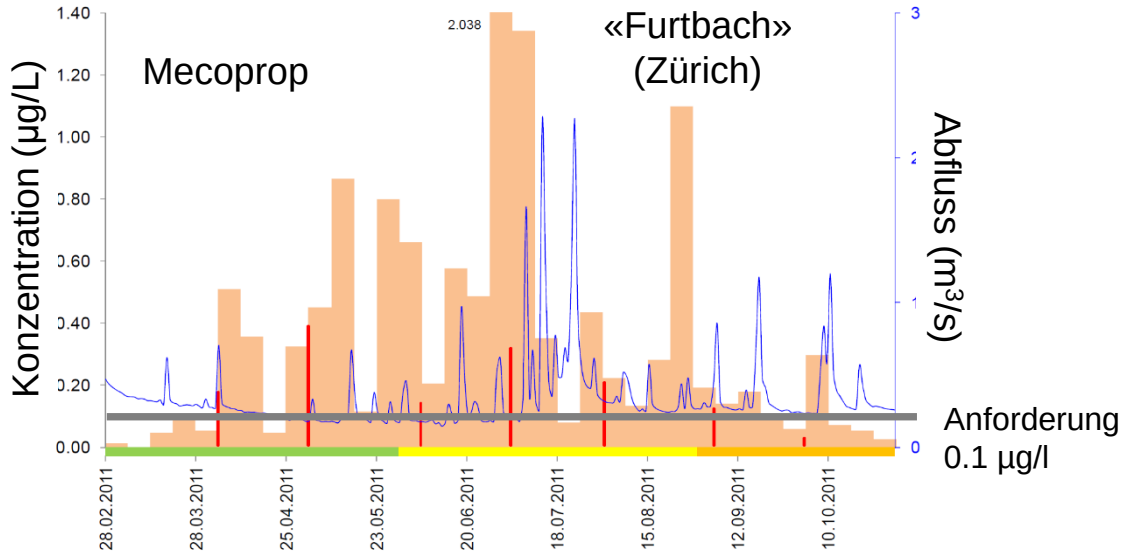




Stoffemissionen aus Bauprodukten

- **Bauprodukte als Stoffquellen für Gewässerbelastungen**
  - Vorkommen an Regenwetter gebunden (nicht im Basisabfluss)
  - Terbutryn: Auswaschung aus Farbe/Putz, Einleitungen von Malereibetrieben, Herstellern (Hintergrund)
  - Mecoprop: Anwendung in Bitumenbahnen, auf Wiesen und in der Landwirtschaft





Sinniger et al. (2012): Pestiziduntersuchung, AWEL, Zürich.

Projekt: Bauen und Sanieren als Schadstoffquelle in der urbanen Umwelt[1]

- **Monitoring des Niederschlagwassers in zwei Neubaugebieten in Berlin über 18 Monate**
  - Belastungen bilanzieren: Abflussmengen und Stoffemissionen von Fassaden und Dächern sowie der Stoffe im Regenkanal erfassen (=> Wicke et al., heute 11:20 Uhr)
- **Laboruntersuchungen mit Bauprodukten der Neubaugebiete**
  - Screening organischer und anorganischer Stoffe und Herleitung von Auswaschkurven
- **Modellierung der Auswaschung zur Belastungsabschätzung in Gewässern**
  - Abbilden der realen Geometrie und des Abflussverhaltens zur Vorhersage von Pulsbelastungen
- **Massnahmen zur Reduktion der Belastungen (Quelle, nachgeschaltet)**
  - Leitfaden und Steckbriefe (Dach, Fassade, Grundstücksentwässerung) für Planer, Architekten etc.

Praxisorientierte Lösungen für makellose blau-grüne Infrastrukturen anbieten

1 Wicke, D., Tatis-Muvdi, R., Rouault, P., Zerball-van Baar, P., Dünnbier, U., Rohr, M., Burkhardt, M. (2021): Bauen und Sanieren als Schadstoffquelle in der urbanen Umwelt. UBA-Berichte, Dessau-Rosslau.

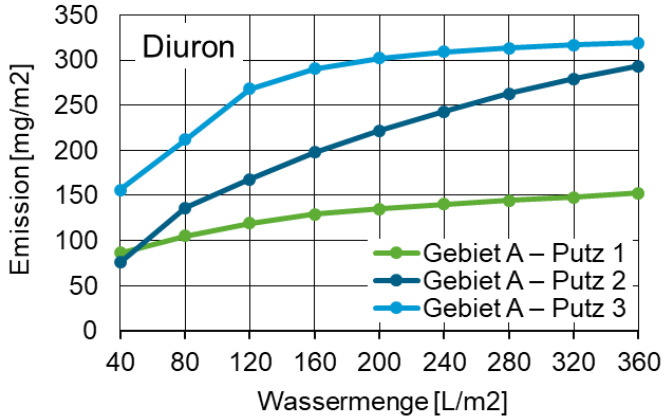
Struktur

- Hintergrund und Projektziele
- **Modellierung**
- Maßnahmen
- Schlussfolgerungen

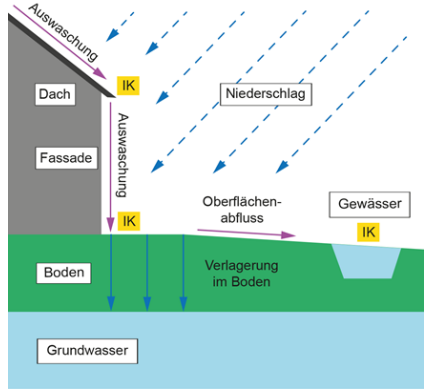
Vorgehen zur Modellierung der Emissionen

- **Auswaschverhalten bestimmt (Putz, Farbe, Dachbahn), log-Emissionsfunktion verwendet**
- **Geometrie, Stofflager, Witterung und Entwässerungswege für Gebiete abgebildet**
- **Szenarien mit Gewässergröße und Grenzwerten gerechnet (www.comleam.com)**
  - Beurteilung der Belastung im Fließgewässer (Umweltqualitätsziele, UQN)

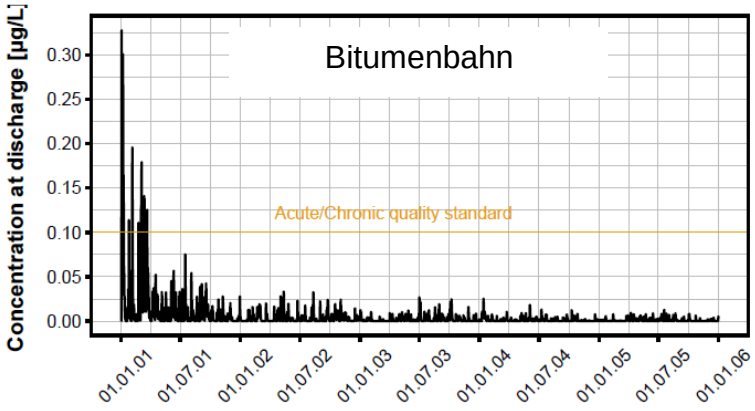
Emission
(EN 16105, EN 16337-2)



Transmission
(Simulation des Stofftransfers)



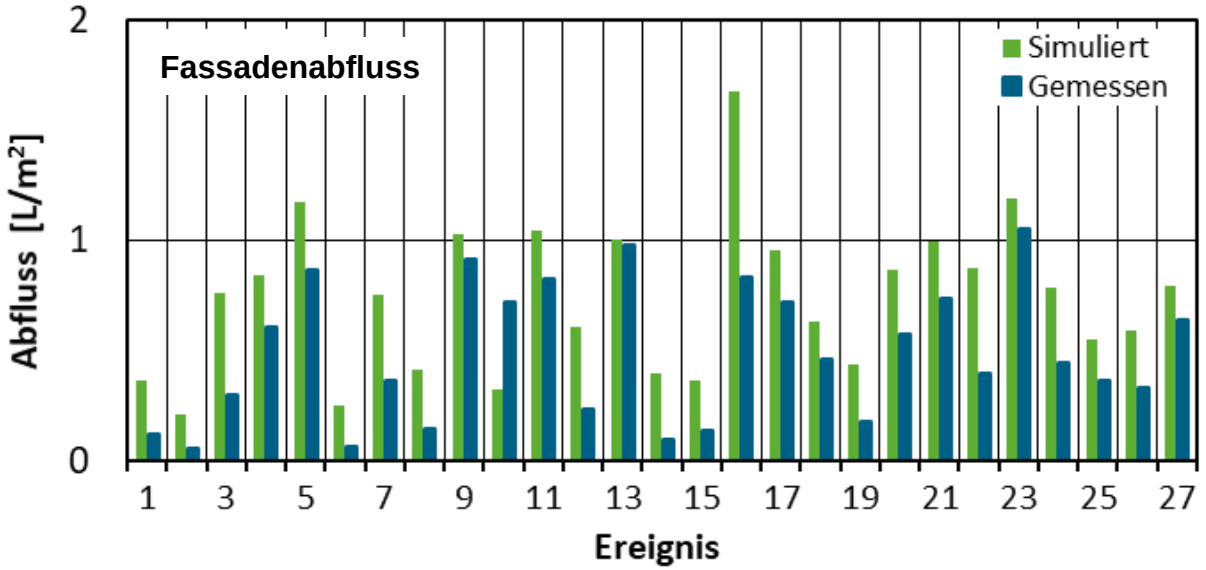
Immission
(Gewässerbelastung)

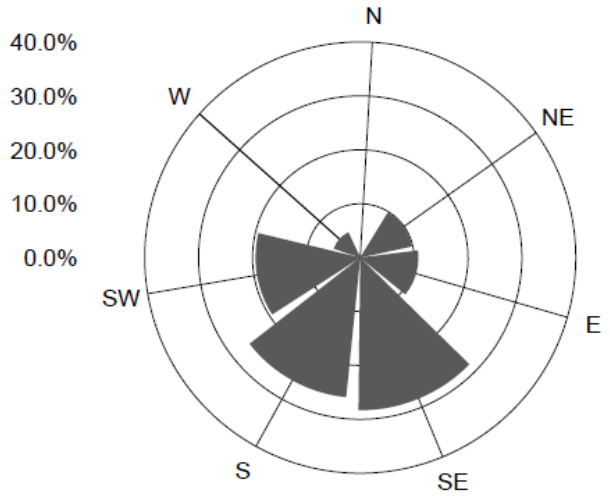


Beispiel: Gebiet A, Biozid Diuron aus Fassadenputz

Fassadenabfluss von allen Gebäuden

- **Vorhergesagter Fassadenabfluss (ISO-15927-3) – expositionsabhängiger Schlagregen**
  - Hohe Übereinstimmung der Abflussereignisse zwischen Simulation und Messungen
  - Deutliche Abweichungen wegen Wind/Abschattung (drei Starkregenereignissen > 30 mm)
  - Konstant geringe Überschätzung wegen Abflussbeiwert (0.7)

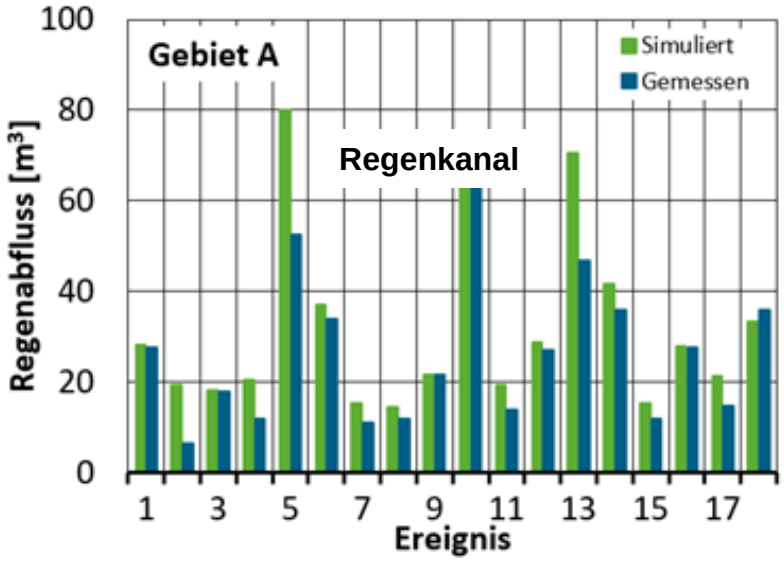


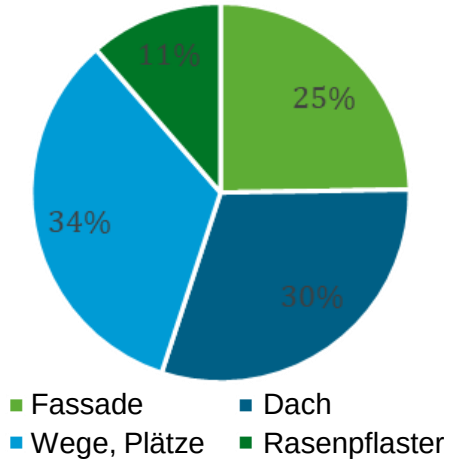


Wasserbilanz und Dynamik lässt sich gut abbilden

Abfließendes Niederschlagswasser im Regenkanal

- **Niederschlagswasser im Regenkanal – Gebietsabfluss zu kleinem Anteil in den Kanal**
  - Simulierte Wasserbilanz deckt sich gut mit Messungen im Regenkanal (entwässert in Spree)
  - 30 % von Wege/Plätze, > 60 % von Dächern, 0,02 % von Fassaden
  - Fassadenabfluss: 65 % Ost (2200 m²), 8 % Süd (1850 m²), 8 % West (1250 m²)

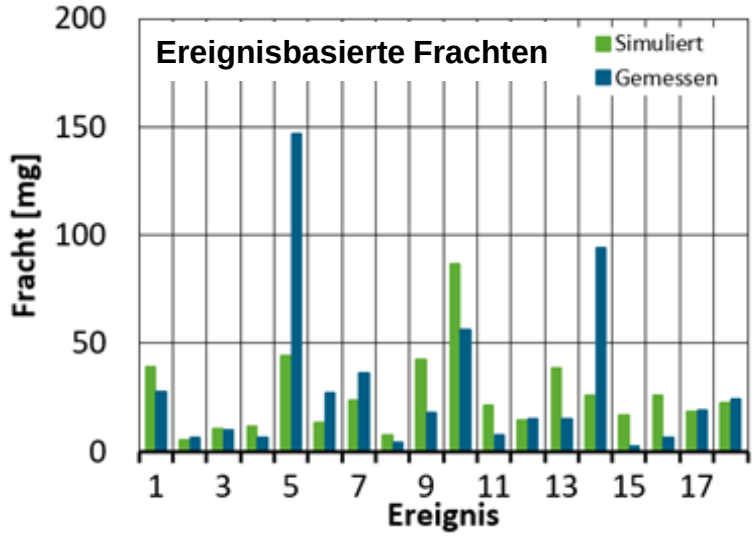


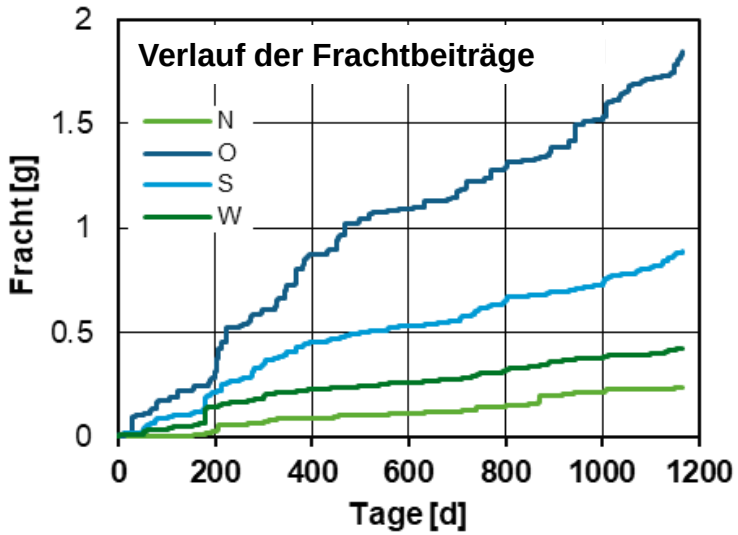


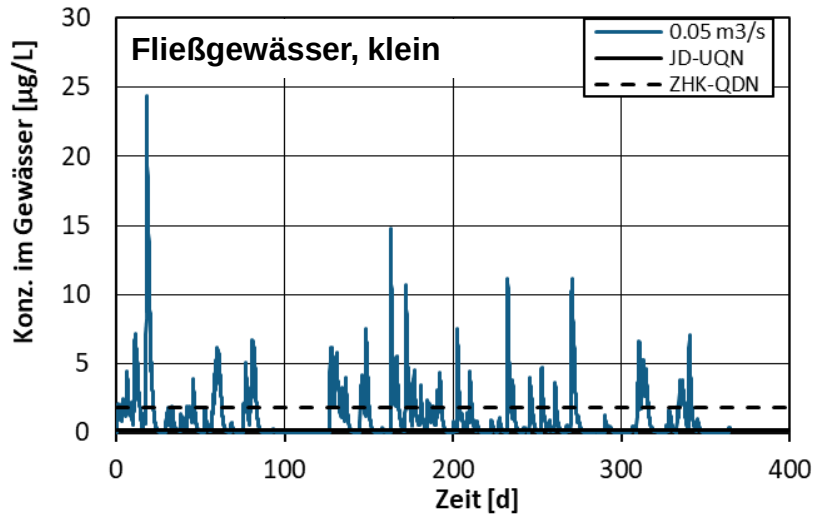
Wasserbilanz und Dynamik im Gebiet lässt sich gut abbilden

Frachten im Regenkanal und Gewässerbelastung

- **Stofffrachten und Konzentrationen von Diuron**
  - Ereignisbasierte Frachten im Kanal: Kumulierte Fracht 9 % niedriger als gemessene (476 vs. 522 mg)
  - Verlauf der Frachtbeiträge im Kanal: 50 % West-, 25 % von Südfassaden
  - Belastung im Fließgewässer: Viele Überschreitungen der GFS im kleinen Gewässer







Fracht im Kanal 100-mal niedriger als Gesamtemission – 99 % verbleiben im Gebiet

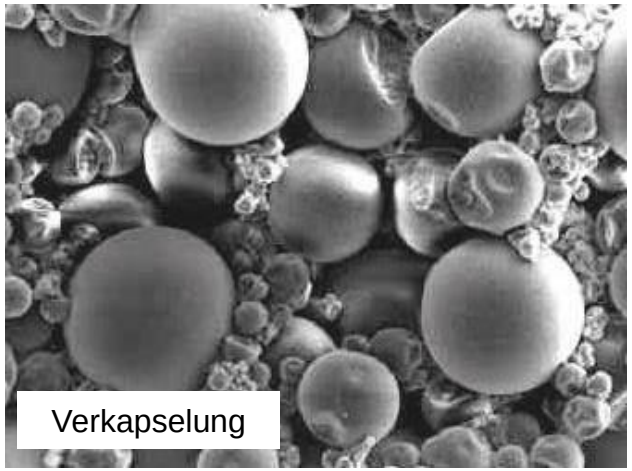
Struktur

- Hintergrund und Projektziele
- Modellierung
- **Maßnahmen**
- Schlussfolgerungen

Steckbrief 1: Grundsätze für die Planung von Fassaden (Beispiele)

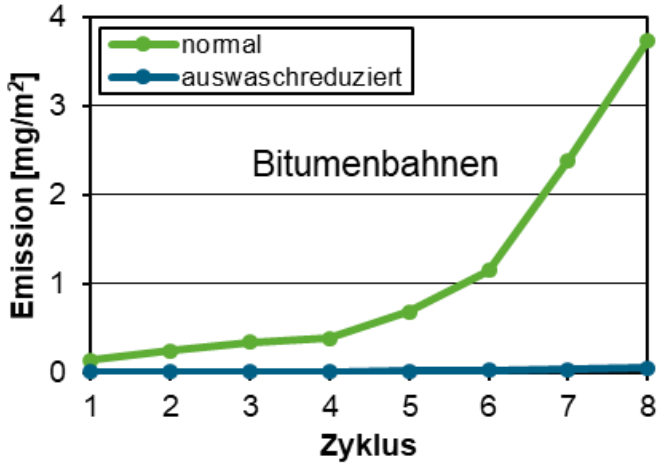
- **Materialien ohne stoffliche Belastung**
  - Klinker, Glas, Beton ohne Biozide / Schwermetalle
  - Putze/Farben ohne belastenden Filmschutz oder Zink
  - Holzbauteile ohne biozidhaltigen Holzschutz
- **Materialien mit reduzierter stofflicher Belastung**
  - Putze/Farben mit geringer Auswaschung (z.B. Verkapselung) und Wirkstoffe, die in der Umwelt schnell abbauen
  - Beschichtete Metallbleche mit nachgewiesener Schutzwirkung über Lebensdauer
  - Holzbauteile mit in der Umwelt schnell abbaubaren Bioziden
- **Konstruktiver Witterungsschutz**
- **Instandhaltungskonzept**
- **Fassadenbegrünung**

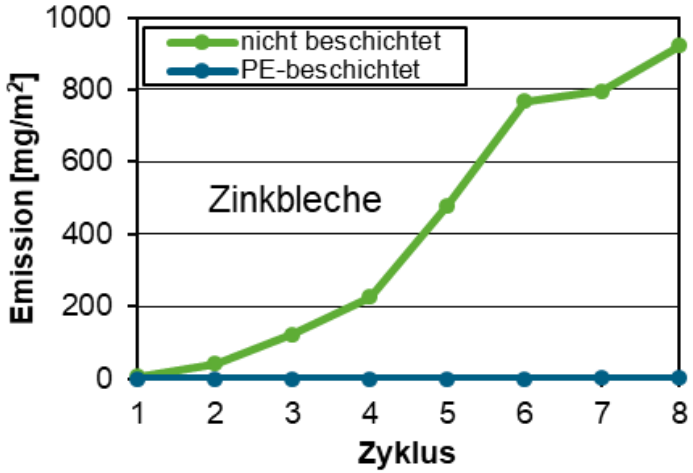
Dachüberstand


Verkapselung

Steckbrief 2: Grundsätze für die Planung von Dächern (Beispiele)

- **Dachbahnen mit geringer Emission**
  - Polyolefin-Bahnen (FPO, TPO)
  - Teilvernetzte EPDM-Bahnen
  - Bitumenbahnen ohne Wurzelschutz (außer Gründach)
  - Wurzelfeste Bitumenbahnen nachweislich ohne chemisches Schutzmittel oder mit reduzierter Auswaschung
- **Metallflächen mit geringer Emission**
  - Metallflächen aus Chromstahl oder Aluminium
  - Beschichtete Kupfer- und Zinkbleche, -rohre/-rinnen mit nachgewiesenem Langzeitschutz
  - Unbeschichtete Kupfer- oder Zinkbleche < 50 m^2 Fläche
- **Dachziegel und Dachsteine ohne Anstrich**
- **Dachbegrünung**





Steckbrief 2: Regenwasserbewirtschaftung auf dem Grundstück (Beispiele)

- **Behandlung mit naturnahen Systemen**
  - Boden gut (k_f >10^{-4} m/s) bis mäßig (kf >10^{-6} m/s) durchlässig, 10 – 20 % Tongehalt
  - Mulden-, Flächenversickerung, Pflanzenfilter
  - Mäßige Sickerfähigkeit: Mulden-Rigolen-Systeme
- **Behandlung mit technischen Systemen**
  - Unterirdische Filteranlagen und Rinnen
  - Substrat muss für abzutrennende Schadstoffe geeignet sein (z. B. Schwermetalle, Biozide), ggf. Stoffabbau begünstigen
  - Wasser-/Stoffmenge bei Standzeit berücksichtigen
- **Retention von Regenwasser**

Mulden-Rigolen

Unterirdische Substratrinne

In CH: Belastungsklassierung von Niederschlagswasser[1]

- **Diffuse Einträge vermeiden oder vermindern: Maßnahmen an der Quelle**
  - Bauprodukte mit "geringer" Belastung sollen auf separaten VSA-Liste zugänglich werden

	Herkunftsfläche	Belastungsklassen	
Metalle	Dächer oder Fassaden[2] mit erhöhten Anteilen an **beschichteten Metallflächen**	**mittel**	Massgebend für die Klassierung ist die Gesamtfläche der beschichteten Blei-, Kupfer-, Zink- und Zinninstallationen, mit der das Niederschlagswasser in Kontakt kommt. **Die Dauerhaftigkeit der Beschichtung über die gesamte Lebensdauer der Installation ist durch den Hersteller glaubwürdig zu belegen.[1]** Als erhöhte Anteile pro Anlage/Einleitung gelten: • Bei Versickerung: > 50 m² und bei Einleitung in ein Oberflächengewässer: > 500 m²
	Dächer oder Fassaden[2] mit erhöhten Anteilen an **unbeschichteten Metallflächen**	**hoch**	Massgebend für die Klassierung ist die Gesamtfläche der Blei-, Kupfer-, Zink- und Zinninstallationen, mit der das Niederschlagswasser in Kontakt kommt. Als erhöhte Anteile pro Anlage/Einleitung gelten: • Bei Versickerung: > 50 m² und bei Einleitung in ein Oberflächengewässer: > 500 m²
Pestizide	Dächer oder Fassaden mit **pestizidhaltigen Materialien**	**mittel (gering, hoch)**	Zu den pestizidhaltigen Materialien zählen Beschichtungen (z. B. Folien, Bahnen, Anstriche, Putze), die auswaschbare Pestizide (Biozide, Pflanzenschutzmittel) enthalten. **Generell gilt für solche Materialien die Belastungsklasse mittel.** **Eine Klassierung in der Belastungsklasse gering ist zulässig, sofern der Hersteller die geringe Belastung glaubwürdig belegen kann.** [1]

1 VSA. (2019): Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Glattbrugg, S. 68.

In CH: Behandlungsanfoderungen für Niederschlagsabwasser[1]

- **Diffuse Einträge vermeiden oder vermindern: nachgeschaltete Massnahme**
  - Dezentrale Behandlung mit naturnahen oder technischen Anlagen (Leistungsnachweis)

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	Art der zu entwässernden Fläche: Platz- und Verkehrsflächen – Belastungsklasse des Niederschlagsabwassers gemäss Tabelle B7 und B8: gering	mittel	hoch
übrigen Bereich üB	mit	+	+	+[2]	+	+	+[2]
	ohne	+	+	$B_{erhöht}$	$B_{standard}$[3]	$B_{standard}$	$B_{erhöht}$
Bereich A_U	mit	+	+	+[2]	+	+	+[2]
	ohne	+	$B_{standard}$[1]	$B_{erhöht}$	$B_{standard}$[4]	$B_{standard}$	$B_{erhöht}$
S3, S_h, S_m	mit	+	–	–	+	–	–
	ohne	–	–	–	–	–	–
Schutzareal/S2/S1	nicht relevant	–	–	–	–	–	–

Legende

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

Informationen zu Behandlungsanlagen und Anforderungsstufen siehe Kap. 7 im vorliegenden Modul.

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	Art der zu entwässernden Fläche: 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»

Informationen zu Behandlungsanlagen und Anforderungsstufen siehe Kap. 7 im vorliegenden Modul.

1 VSA. (2019): Abwasserbewirtschaftung bei Regenwetter. VSA Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute, Glattbrugg, S. 68.

Struktur

- Hintergrund und Projektziele
- Modellierung
- Maßnahmen
- **Schlussfolgerungen**

Schlussfolgerungen

- **Die Modellierung verdeutlicht,**
  - dass der Schlagregen an Fassaden zu einem expositionsorientiertem Emissionsmuster führt (wenig Wasser, hohe Konzentrationen)
  - dass die Stoffemissionen vor Ort verbleiben, versickern oder direkt ins Oberflächengewässer gelangen – Achtung bei Baumrigolen, Versickerungen etc.
  - dass die Emissionen bei Regenwetter zu kritischen Pulsbelastungen in kleinen Gewässern führen (akute Belastungen – schwierig für Monitoring)

- **Der Leitfaden und die Maßnahmen-Steckbriefe zeigen Wege auf,**
  - um die Stoffauswaschung am Gebäude um > 90% zu reduzieren => geringe Belastung
  - um durch Abflussreduktion (Begrünung, Retention etc.) die Stofffrachten zu reduzieren
  - mit denen sich ein blau-grüner Siedlungsraum realisieren lässt

Danke für Ihre Aufmerksamkeit

E- Mail: michael.burkhardt@ost.ch