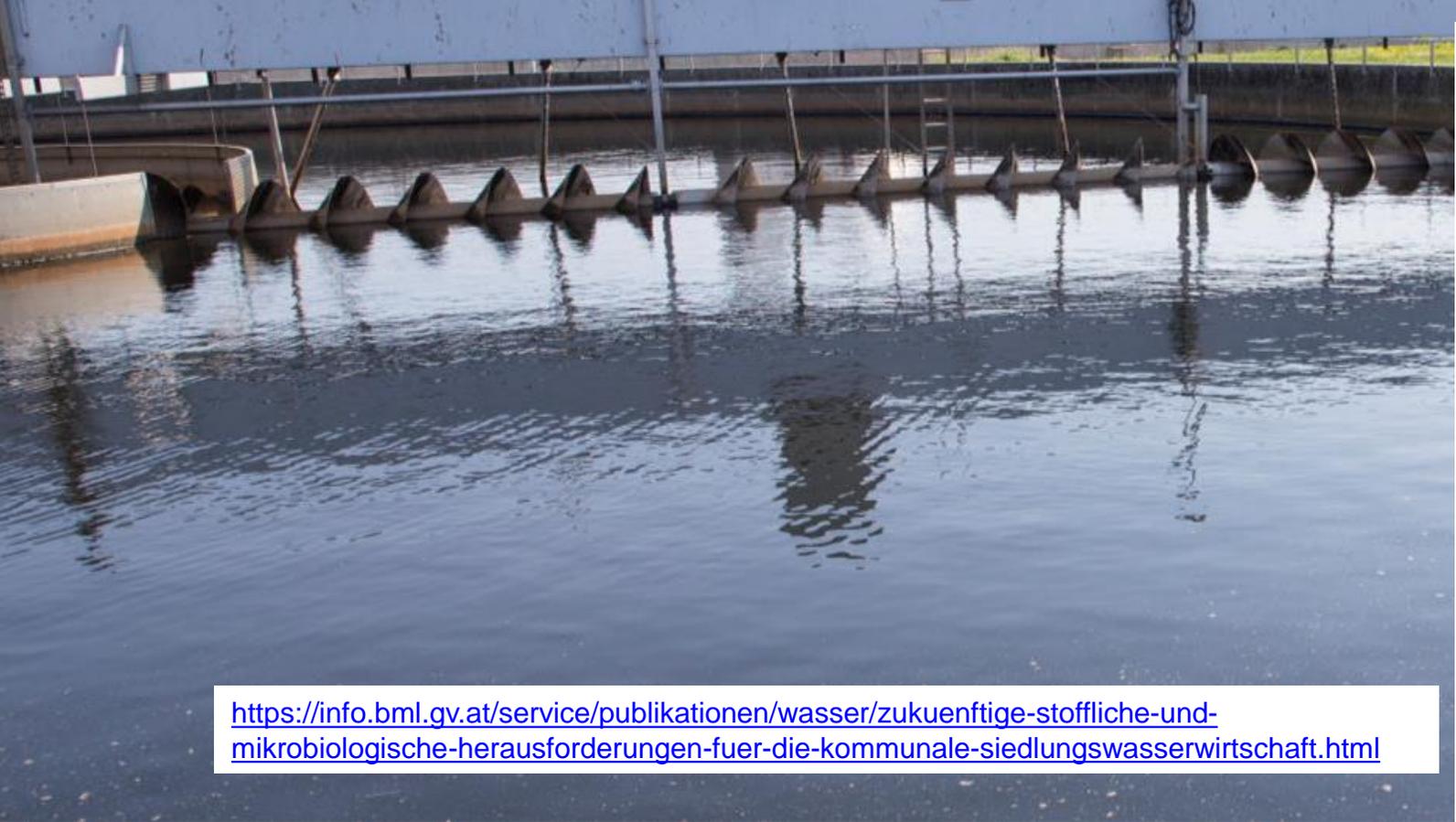


Spurenstoffe aus Regenwasserkanälen und Mischwasserüberläufen (Ergebnisse Projekt SiWaWi)

Thomas Ertl

Projektbearbeitung BOKU-SIG: Elisabetta De Vito-Francesco, Roza Allabashi, Alexander Pressl, Florian Kretschmer

Garching, 09. Oktober 2023



<https://info.bml.gv.at/service/publikationen/wasser/zukuenftige-stoffliche-und-mikrobiologische-herausforderungen-fuer-die-kommunale-siedlungswasserwirtschaft.html>

Forschungsprojekt SIWAWI

ZUKÜNFTIGE STOFFLICHE UND MIKROBIOLOGISCHE
HERAUSFORDERUNGEN FÜR DIE KOMMUNALE
SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT

Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft



**Zukünftige stoffliche und
mikrobiologische Heraus-
forderungen für die kommunale
Siedlungswasserwirtschaft**

SIWAWI – Endbericht



Inhalt

- Einleitung Projektübersicht
- Kategorisierung, Priorisierung und Auswahl der Stoffe
- Hauptein- und -austragspfade Siedlungswasserwirtschaft
 - Hypothesen und Quantitative Auswertung
- Techniken zur Emissionsreduktion
 - Methodik und Austragspfad NW und MW
 - Spurenstoffe und ARG /ARB
- Kostenerhebung von NWB-Anlagen
- Schlussfolgerungen
- Zusammenfassung
- Danksagung
- Ausblick

Einleitung – Übersicht Arbeitspakete (Modul I)

AP1: Datenlage im Zusammenhang mit SWW

- Spurenstoffe, Mikrokunststoffe, synth. Nanopartikel, Mikroorganismen, Antibiotikaresistenzen
 - Kläranlage, Mischwasserentlastung, Niederschlagswassereinleitung, Straßenabwasser, Klärschlamm
- Priorisierung
 - von Stoffen anhand der Relevanz in Austrägen aus SWW, Konzentrationen in der Umwelt in Bezug zu UQN oder Nachweishäufigkeiten
 - Von ca 4.200 → 259 Spurenstoffen in Gruppen
 - Von mikrobiolog. Belastungen anhand gesundheitl., geografischer Relevanz, Persistenz

AP2: Kategorisierung von Belastungen

- Sinnvolle Gruppierung von Belastungen, mögliche Festlegung von Indikatorsubstanzen
- Kategorisierung nach Eintragspfaden in die SWW nach Verwendung, chemisch-physikalische Eigenschaften und Stoffgruppen

AP3: Haupteintragspfade in die Gewässer/Austragspfade aus der SWW

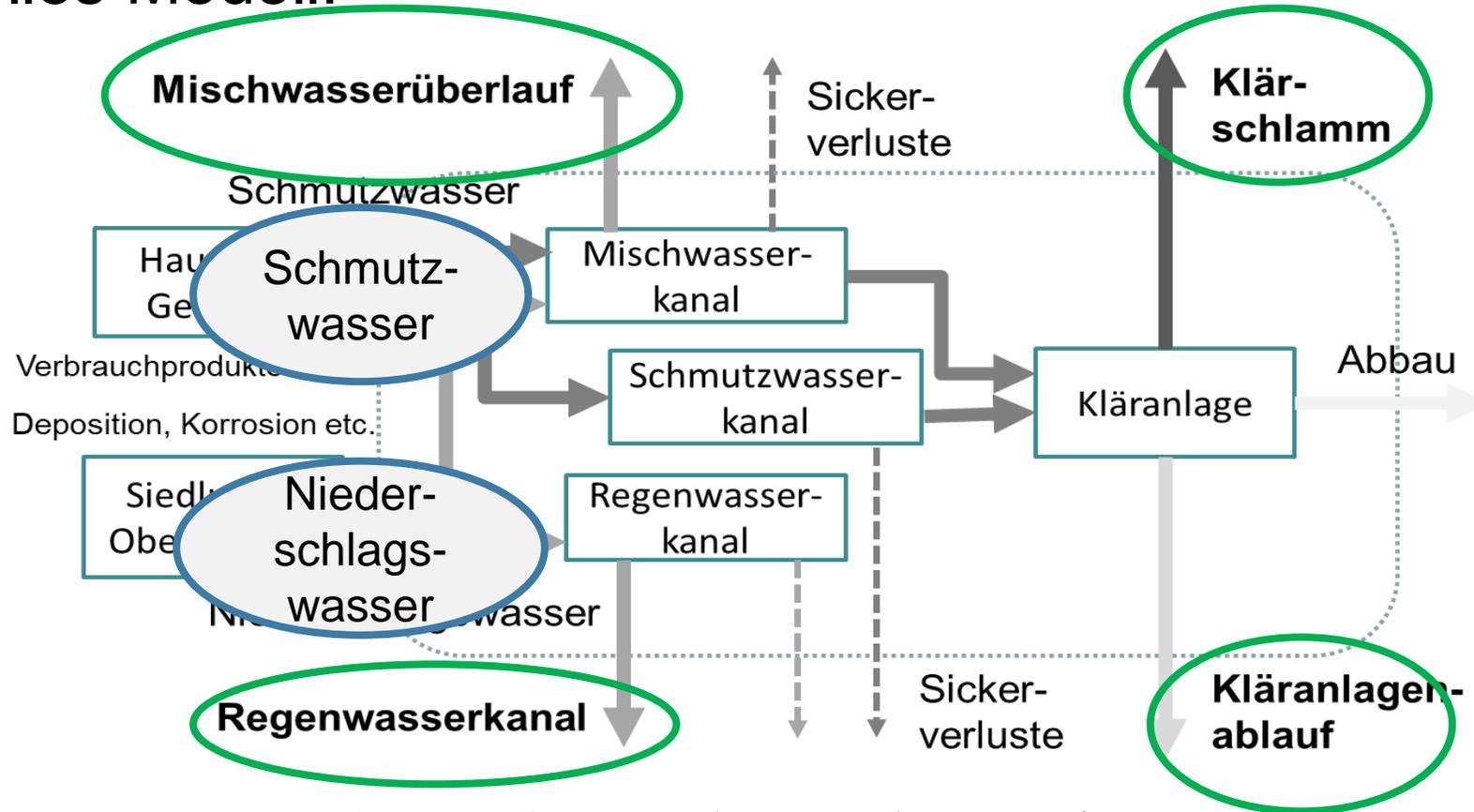
- Hypothesenerstellung, über welche Pfade ein Parameter die SWW überwiegend verlässt
- Vorhersage des Verhaltens bisher nicht untersuchter Stoffe in der SWW

AP4: Darstellung von Techniken zur Minimierung potenzieller Belastungen

- Unterschiede von Einzugsgebieten (Misch/Trennsystem)
- Weitergehende Behandlung Misch-, Niederschlagswasser, ARA Ablauf, Klärschlamm; Abschätzung Investitions- und Betriebskosten

HAUPTAUSSTRAGSPFADE SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT

Konzeptionelles Modell:

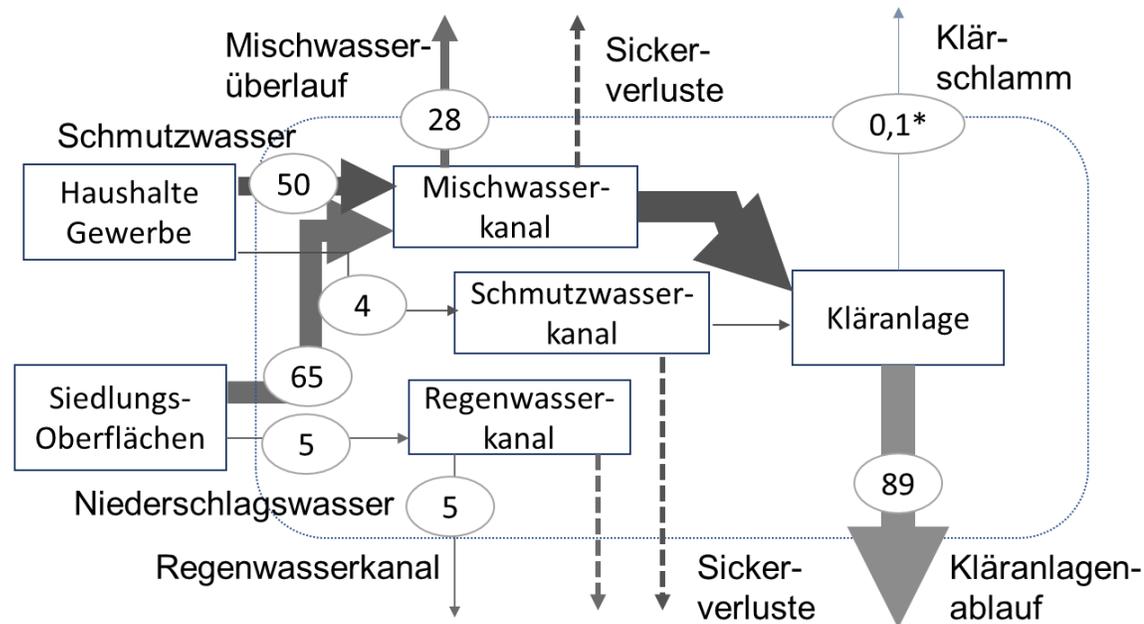


Quelle: TU Wien

Die Pfeilfarbe indiziert den Gesamtstoffgehalt des Stoffflusses

HAUPTAUSTRAGSPFADE: QUANTITATIVE AUSWERTUNG

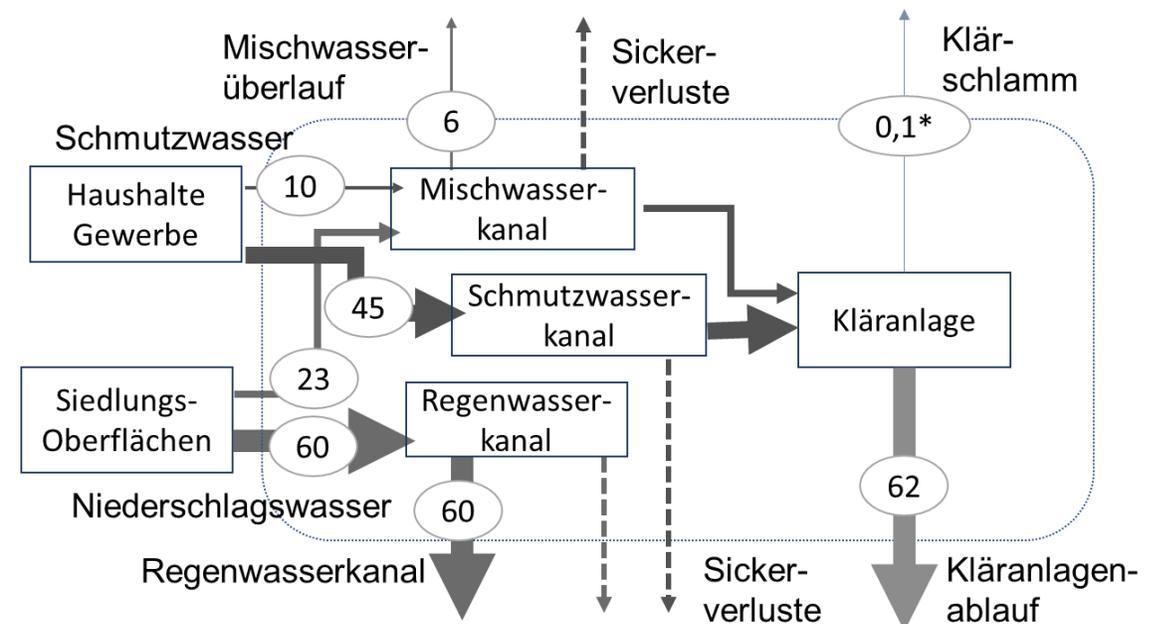
Konzentrationsauswertung aus Datensammlung zu Pfaden von 259 Spurenstoffen (Datenbank)
Für 61 Spurenstoffe ist Datensatz ausreichend, um Eintrags- und Austragspfade zu quantifizieren
Wasserbilanz konkreter siedlungswasserwirtschaftlicher Systeme (aus SHTURM, Clara et al., 2014)



Werte in $\text{m}^3/(\text{EW.a})$

*bzw. 20 kgTS/(EW.a)

Überwiegend Mischsystem (Tulln)



Werte in $\text{m}^3/(\text{EW.a})$

*bzw. 20 kgTS/(EW.a)

Überwiegend Trennsystem (Klosterneuburg)

Quelle: Clara et al. 2014a

HAUPTAUSTRAGSPFADE: QUANTITATIVE AUSWERTUNG

Bisphenol A

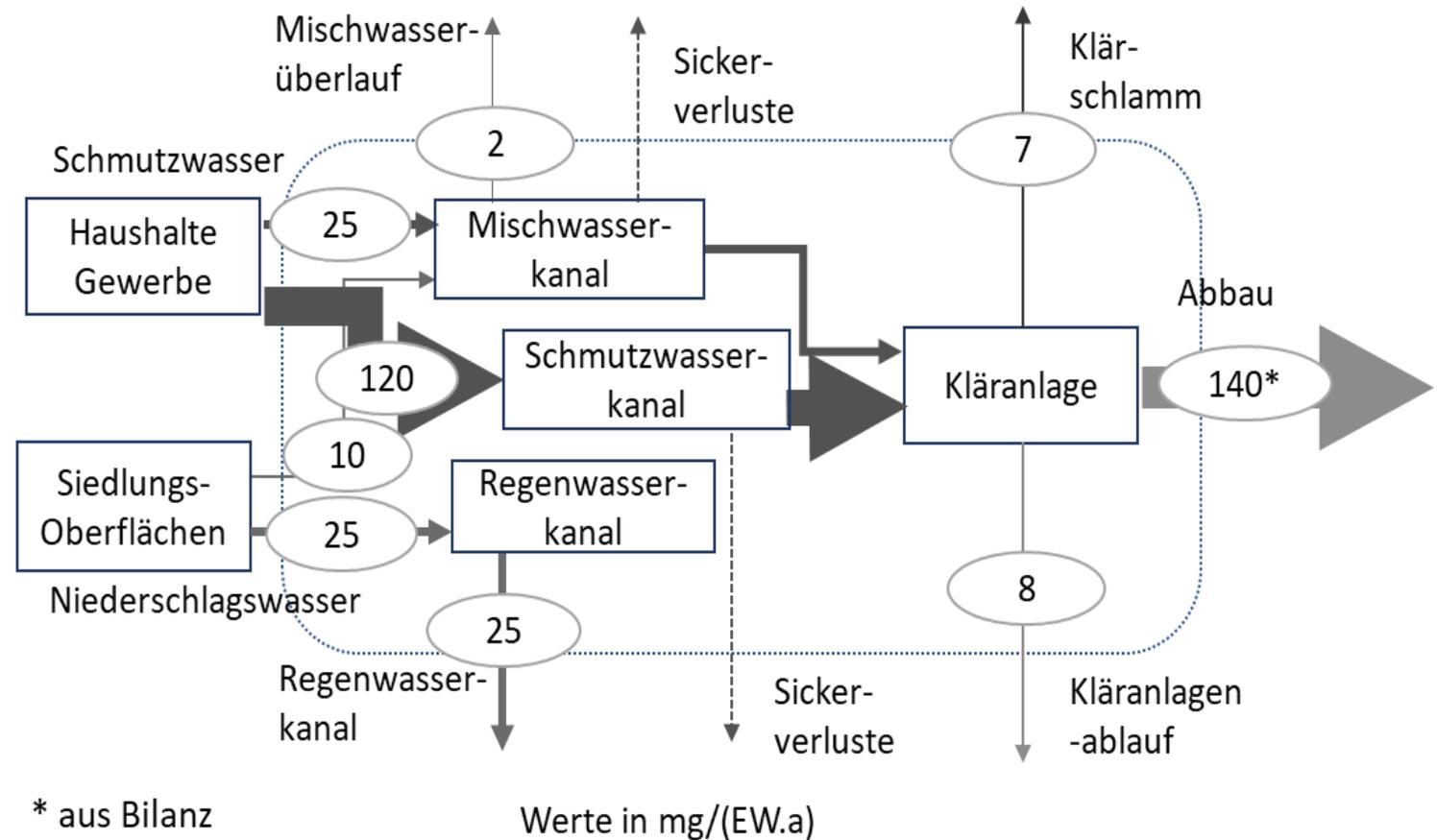
Kategorie:

Eintrag über Schmutz- und Niederschlagswasser, **schlecht** abbaubar, mittel adsorbierbar

Beispiel:

Trennsystem dominant

Hypothese zu dominanten Pfaden:
 Klärschlamm und KA Ablauf >
 Mischwasser und Niederschlagskanal



Quelle: Projektteam

HAUPTAUSTRAGSPFADE: QUANTITATIVE AUSWERTUNG

Bisphenol A

Kategorie:

Eintrag über Schmutz- und Niederschlagswasser, **gut** abbaubar, mittel adsorbierbar

Beispiel:

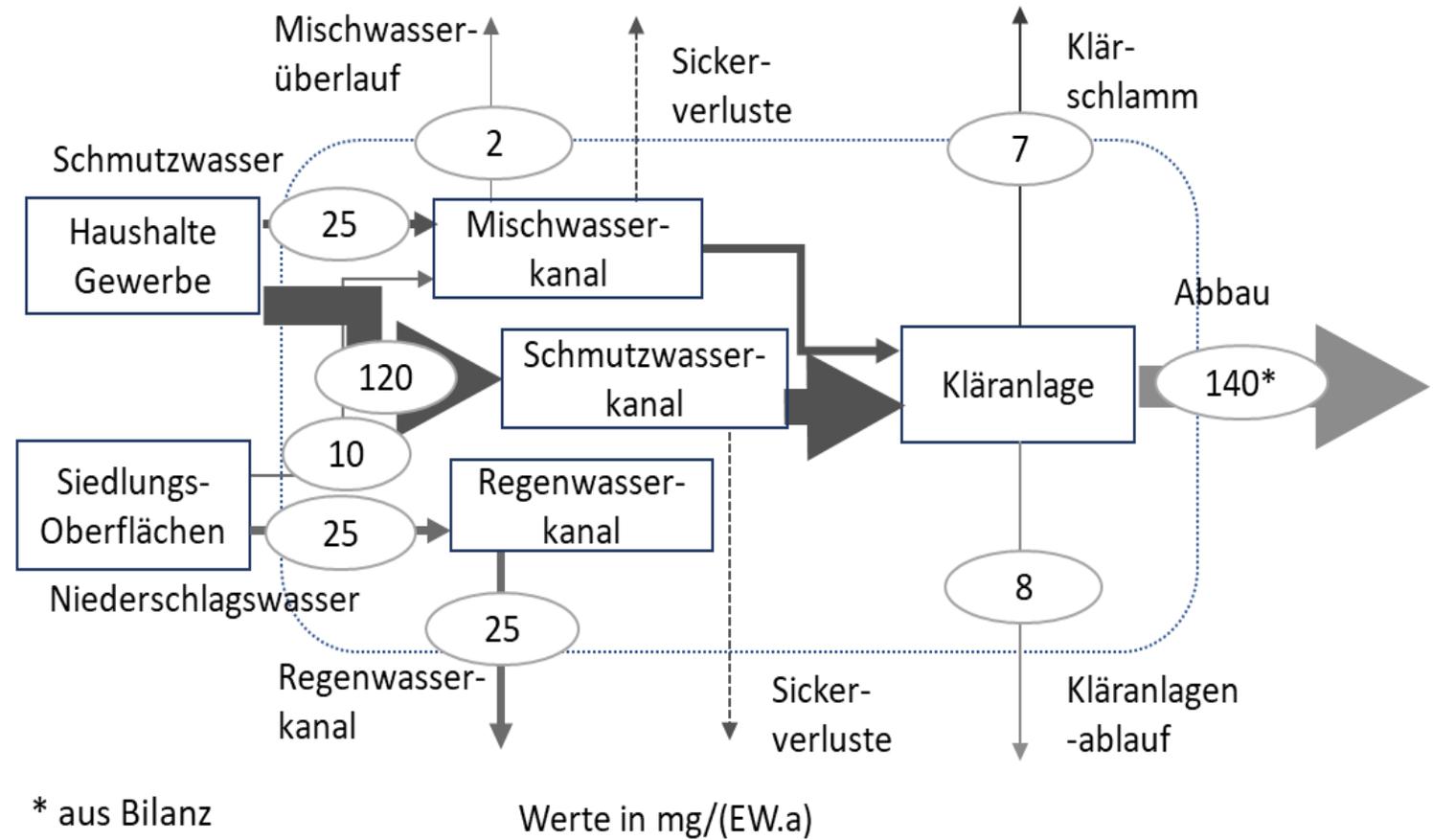
Trennsystem dominant

Änderung aufgrund Bilanzierung →

Hypothese zu dominanten Pfaden:

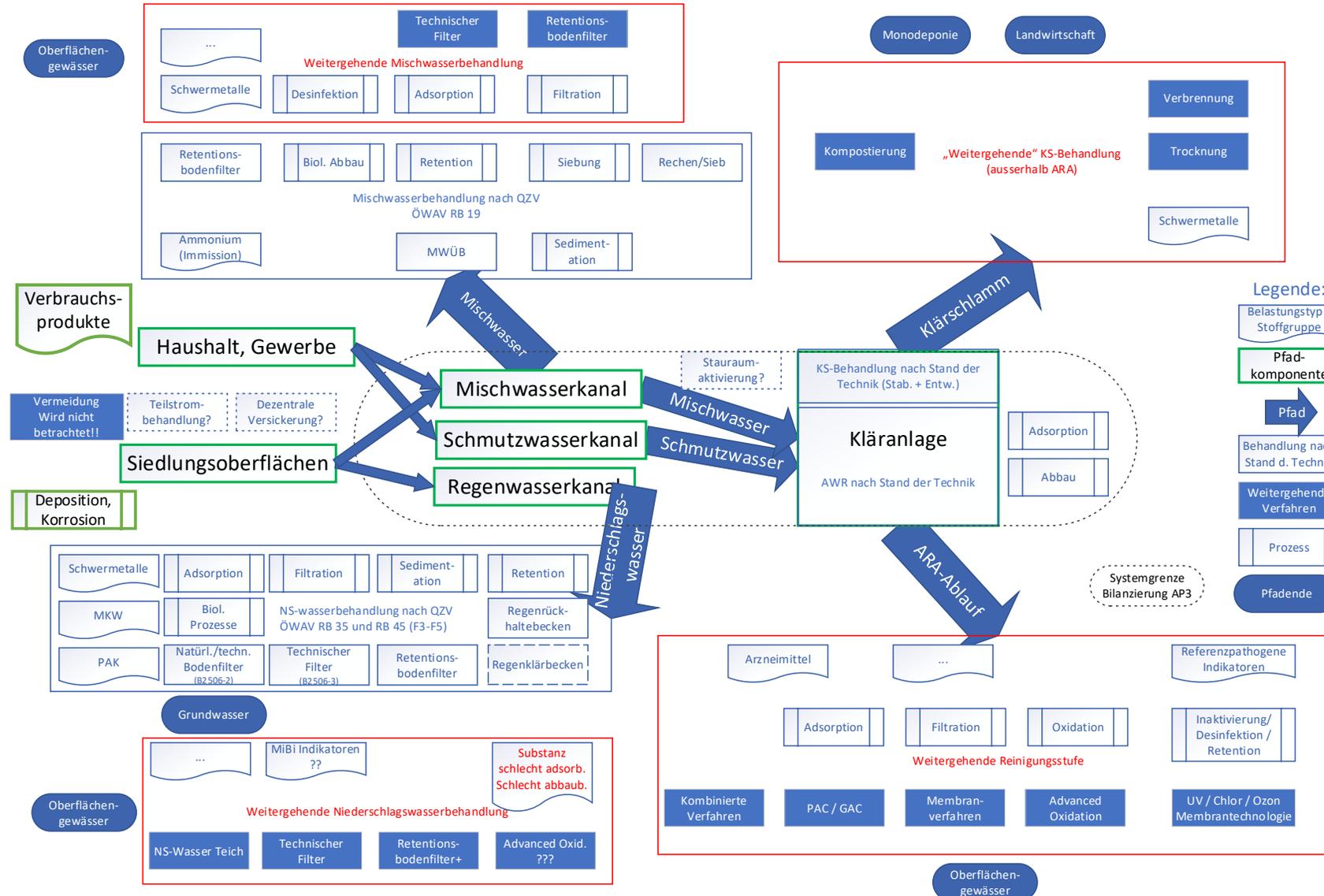
Regenwasserkanal, (Misch.) >

Klärschlamm > KA Ablauf



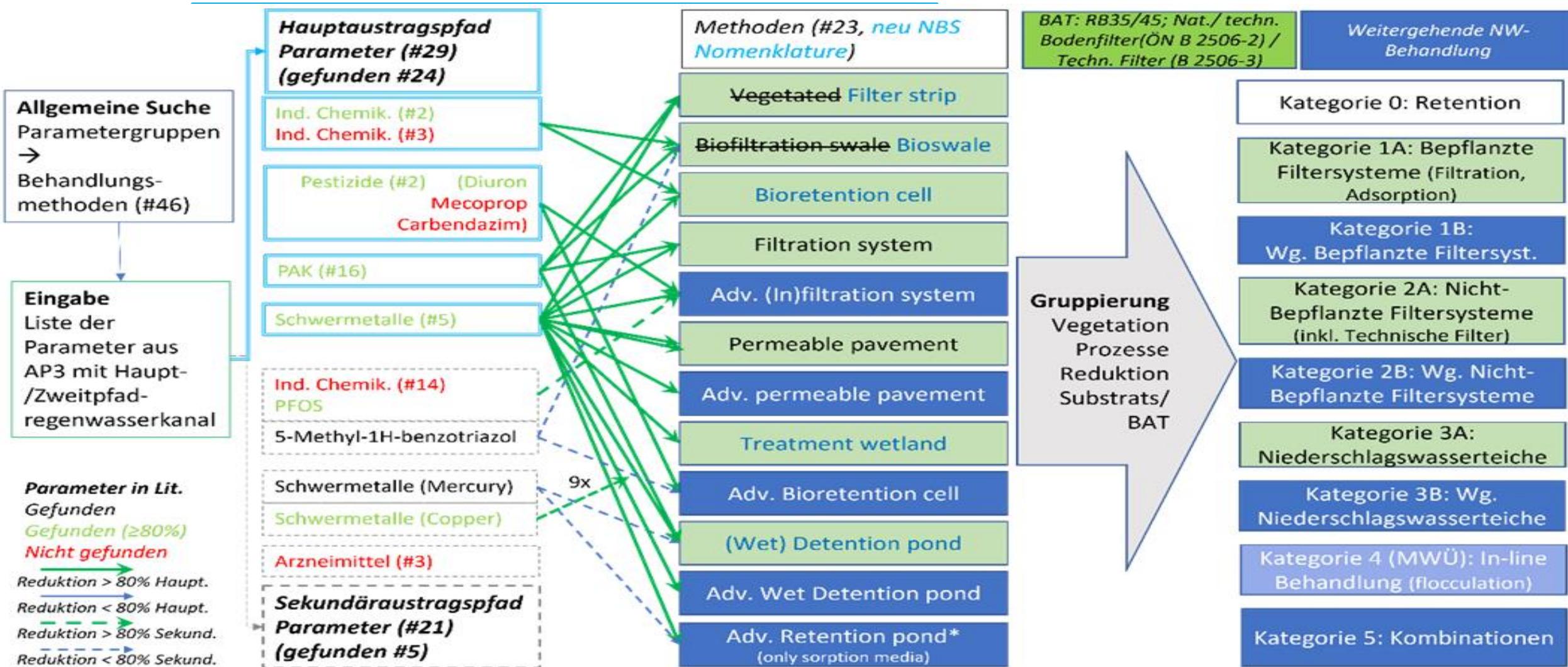
Quelle: Projektteam

AP 4 Techniken Emissionsreduktion - Methodik



Grafische Darstellung der methodischen Vorgangsweise von AP4 anhand der Hauptaustragspfade, ausgewählter Parameter(-gruppen)/ Substanzen und deren potenzielle Behandlungsmethoden nach Stand der Technik und potenzieller weitergehender Verfahren (Status vor der detaillierten Recherche)

Techniken Emissionsreduktion Austragspfad Niederschlagswasser - Ergebnisübersicht



A FRAMEWORK FOR ADDRESSING CIRCULARITY CHALLENGES IN CITIES WITH NATURE-BASED SOLUTIONS

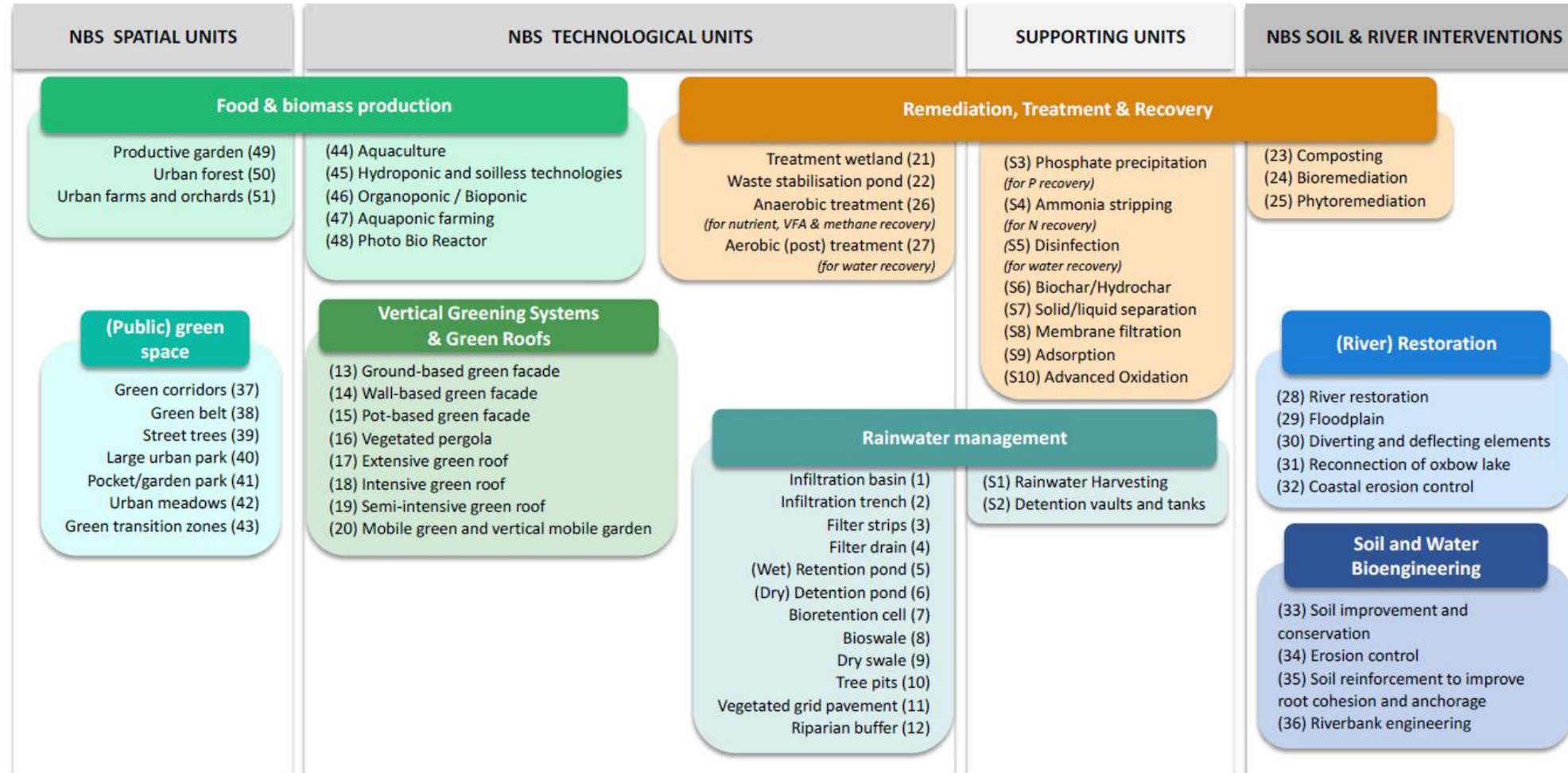
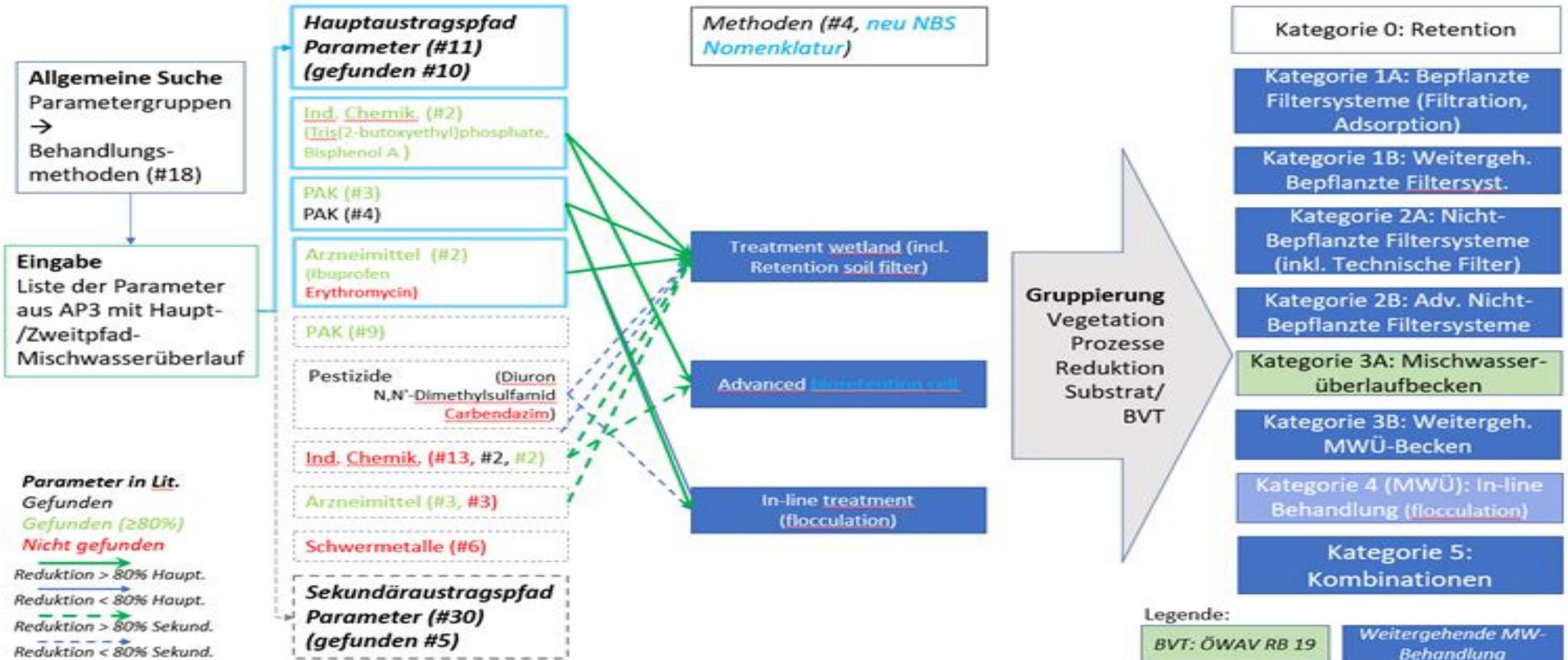


Figure 2. NBS units (NBS_u), NBS interventions (NBS_i), and Supporting units (S_u) clustered into categories (dark gray squares, adapted from [15] and sub-categories proposed by consulted experts within the COST Action Circular City (colored squares).

Techniken Emissionsreduktion Austragspfad Mischwasser - Ergebnisübersicht



Techniken Emissionsreduktion ➔ MWE & RW-Kanal

ARB/ARGs (Antibiotika resistente Bakterien bzw. Gene) (Bearbeitung durch TU Wien)

1. Weitergehende Behandlung

- Retentionsbodenfilter: Reduktion um 2-3 Logstufen (Flächenbedarf!)
- Andere Verfahren schwer umsetzbar

2. Management Abschlagsmengen ➔ entlastete Mengen reduzieren

- EZG-Betrachtung notwendig (Quellen und Gewässernutzung)

Techniken Emissionsreduktion - Pfad Niederschlagswasser - Kosten

Investkosten:

- Versickerungsanlagen für Straßenabw.: 115-165 EUR/m³ (Substrat + Qualitätssicherung), Flächenverh.: 1 : 6 / 8 (Versickerung zu Abflussfläche) (anonym, 2021)
- „Mulden-Rigolen-Versickerung“ von ca. 210 - 250 EUR/m³ (ECOSTORMA, 2014)
- 12.5-27.5 EUR/m² (Mulden Rigolen Versickerung,); 15-25 €/m² (Flächenversickerung); 19-45€/m² (Muldenversickerung); (ECOSTORMA, 2014)

Kapitalkosten:

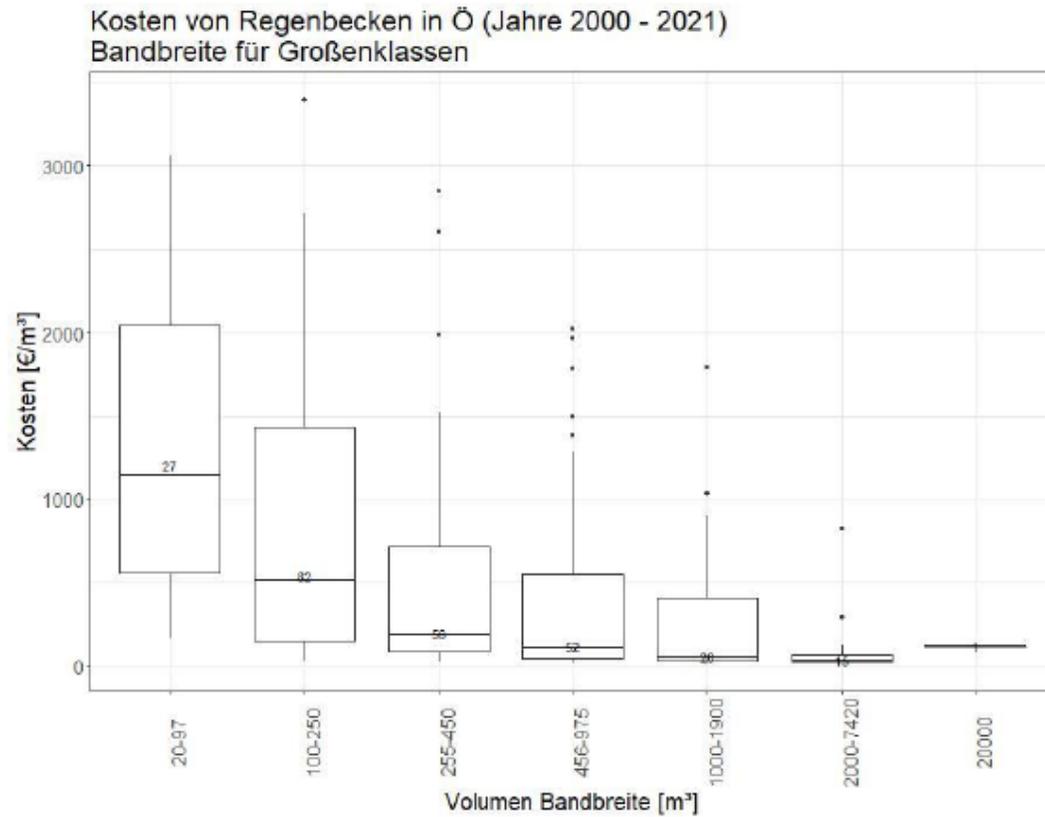
- Gr. Bandbreite bei Nutzungsdauer!
→ Achtung: Techn. Filter tw. nur 5 Jahre, bepflanzte Bodenfilter 20 – 80 Jahre
- „Mulden-Rigolen-Versickerung“ von 0,15 bis 1,19 EUR/m².a (Matzinger et al, 2002)

Betriebskosten:

- Pflege und Instandhaltung
- (Mulden Rigolen Versickerung: ca. 0.5 EUR/m².a (ECOSTORMA, 2014);

Spezifische Errichtungskosten von österr. Regenbecken

Abbildung 56: Boxplots mit Kosten (€/m³) von Regenbecken in Österreich für den Zeitraum 2000–2021 für jede Größenklasse (m³).



Erläuterung zur Abbildung: Die Zahl über jeder Medianlinie gibt die Anzahl der gefundenen Werte an.

Quelle: Kommunalkredit Public Consulting

Tabelle 17: Kosten (€/m³) von Regenbecken in Österreich im Zeitraum von 2000–2021 für jede Größenklasse (m³).

Kosten median €/m ³	Beckenvolumen (Bandbreite m ³)	n
1.150	20–97	27
516	100–250	82
187	255–450	56
113	456–975	52
53	1.000–1.900	26
35	2.000–7.420	15

Quelle: Kommunalkredit Public Consulting

SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Aus ca. 4.200 unterschiedliche Spurenstoffen mit verfügbaren Daten, konnten 259 identifiziert werden, die in Hinblick auf Vorkommen in Gewässern und den Austragspfaden aus der Siedlungswasserwirtschaft als relevant eingestuft wurden.
- Diese Stoffe wurden einer Detailuntersuchung unterzogen, die dazu dienen sollte, über die Zuordnung zu Kategorien Abschätzungen über den Verbleib in der Siedlungswasserwirtschaft machen zu können.
- Über den vorherrschenden Einsatzbereich bzw. Eintragsbereich über Schmutzwasser oder Niederschlagswasser sowie der Abbaubarkeit und der Adsorbierbarkeit wurden 27 Kategorien definiert.
- Für jede Kategorie wurde eine Hypothese zu den Hauptaustragspfaden aus der Siedlungswasserwirtschaft aufgestellt, welche anhand von einer Datenauswertung überprüft werden sollten.
- Für 169 Stoffe lagen letztendlich Daten vor um eine entsprechende Kategorisierung durchzuführen.
- Für 61 Stoffe wurden ein Datenpool erarbeitet, der es ermöglichte über alle Ein- und Austragspfade in die Siedlungswasserwirtschaft zu quantifizieren und die Hypothesen anhand von Daten zu überprüfen.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

- Vorschlag 80% Reduktion als Schwelle für guten Rückhalt
- Sehr viele unterschiedliche Bezeichnungen der Behandlungsverfahren seitens der Autor*innen → Terminologie der Verfahren anhand Langergraber et al. (2021) soweit möglich
- Kategorisierung der Verfahren anhand Prozesse, Vegetation und Substrat als Vorschlag für einfachere Administration
- Klassifizierung anhand Stand der Technik (ÖWAV RB 35 und 45, ON B 2506 - Teil 2 Natürlicher / Technischer Bodenfilter und Teil 3 Technische Filtermaterialien) und darüber hinaus als weitergehende Verfahren aufgrund spezieller Filtermaterialien oder Zusatzstoffe
- Einige Substanzgruppen (wie zB Schwermetalle und PAK) sind im Niederschlagswasser gut untersucht und mit Verfahren nach Stand der Technik auch gut rückhaltbar (>80% Reduktion)
- Einzelne Substanzen mit primärem Pfad NSW erfordern weitergehende Verfahren
- Die Bandbreite der Investitionskosten der Verfahren für Niederschlagswasser ist relativ hoch und steigert sich bei den Kapitalkosten um einen beträchtlichen Faktor aufgrund der unsicheren Nutzungsdauern.
- Die Forschung im Bereich der Behandlung von Mischwasser hinsichtlich der Spurenstoffe ist bedeutend geringer als bei NSW was in der geringeren Anzahl an Untersuchungen und Verfahren sichtbar wird. Wobei mit den angewandten Verfahren für einzelne Substanzen teilweise bereits gute Rückhalte erzielt werden.

Zusammenfassung

- Aus Literaturrecherche von 4200 potenziellen Stoffen wurde eine Detailanalyse für 259 relevante Stoffe durchgeführt
- Für 169 Stoffe bezgl. Quelle und Verbleib war Kategorisierung und Hypothesen zu Hauptaustragspfaden aus Siedlungswasserwirtschaft möglich
- Quantitative Auswertung mittels Massenbilanzen für 69 Stoffe möglich
- Davon haben 24 den Regenwasserkanal und 11 die MWE als Hauptaustragspfad
- Techniken zur Emissionsreduktion
 - hpts. bepflanzte Filtersysteme (Treatment wetlands) und Absetzteiche
 - wenig Forschung bei MWE
- Kostenbetrachtungen von NWB-Anlagen mit großen Bandbreiten
- Etwaige Umsetzung muss u.a. auf Zweckmäßigkeit, immissionsorientiert und im lokalen & regionalen Kontext (Stoffstromanalyse) betrachtet werden

Danksagung

- Projektleitung UBA: Philipp Hohenblum
- AutorInnen des Endberichts:
 - **TU Wien:** Matthias Zessner, Heidemarie Schaar, Ottavia Zoboli, Norbert Kreuzinger, Steffen Kittlaus;
TU Graz: Dirk Muschalla, Bettina Neunteufel, Günter Gruber, Stefan Reinstaller, David Camhy;
Meduni Wien: Regina Sommer, Michael Reiter, Sílvia Cervero-Aragó, Elisabeth Holzhammer; **KL-Krems:** Andreas Farnleitner, Sophia Steinbacher, René Mayer; **BOKU:** Thomas Ertl, Elisabetta de Vito- Francesco, Roza Allabashi, Alexander Pressl, Florian Kretschmer; **Umweltbundesamt:** Clemens Steidl, Katharina Lenz, Elena Soriano Jiménez, Philipp Hohenblum
- Auftraggeberin:  **Bundesministerium**
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft

Ausblick

Teil der Projektidee,
Beauftragung ungewiss!

Unterstützung politischer Entscheidungen im Bereich der SWW durch
Modul I: Zusammenfassung der aktuellsten emissionsseitigen Forschungserkenntnisse zu

- Haupteintragspfaden von Spurenstoffen
- Mikrokunststoffen
- Synthetischen Nanopartikeln
- Mikroorganismen und Antibiotikaresistenzen
- Minimierungsmaßnahmen
- Kosten der Maßnahmen

Modul II: Szenarienanalyse, Abschätzung von Wirkung und Kosten von Maßnahmen und -kombinationen

- Untersuchung und Quantifizierung der erreichbaren Reduktion
- Einzelmaßnahmen und Kombinationen
- Wirtschaftliche Bewertung
- Auch immissionsseitige Betrachtung

Modul III: Bewertung des Nutzens

- Berücksichtigung der Verbesserung der Ökosystemfunktion
- Verbesserung der Ökosystemdienstleistungen

Danke für ihre Aufmerksamkeit!

Univ.Prof. DI Dr. Thomas Ertl

Universität für Bodenkultur Wien

Department für Wasser-Atmosphäre-Umwelt
Institut für Siedlungswasserbau, Industrierewasserwirtschaft und
Gewässerschutz

Muthgasse 18, A-1190 Wien
Tel.: +43 664 4416716
thomas.ertl@boku.ac.at , www.boku.ac.at