Schweizweite Bilanzierung der Einträge von Mikroverunreinigungen aus Mischwasserentlastungen

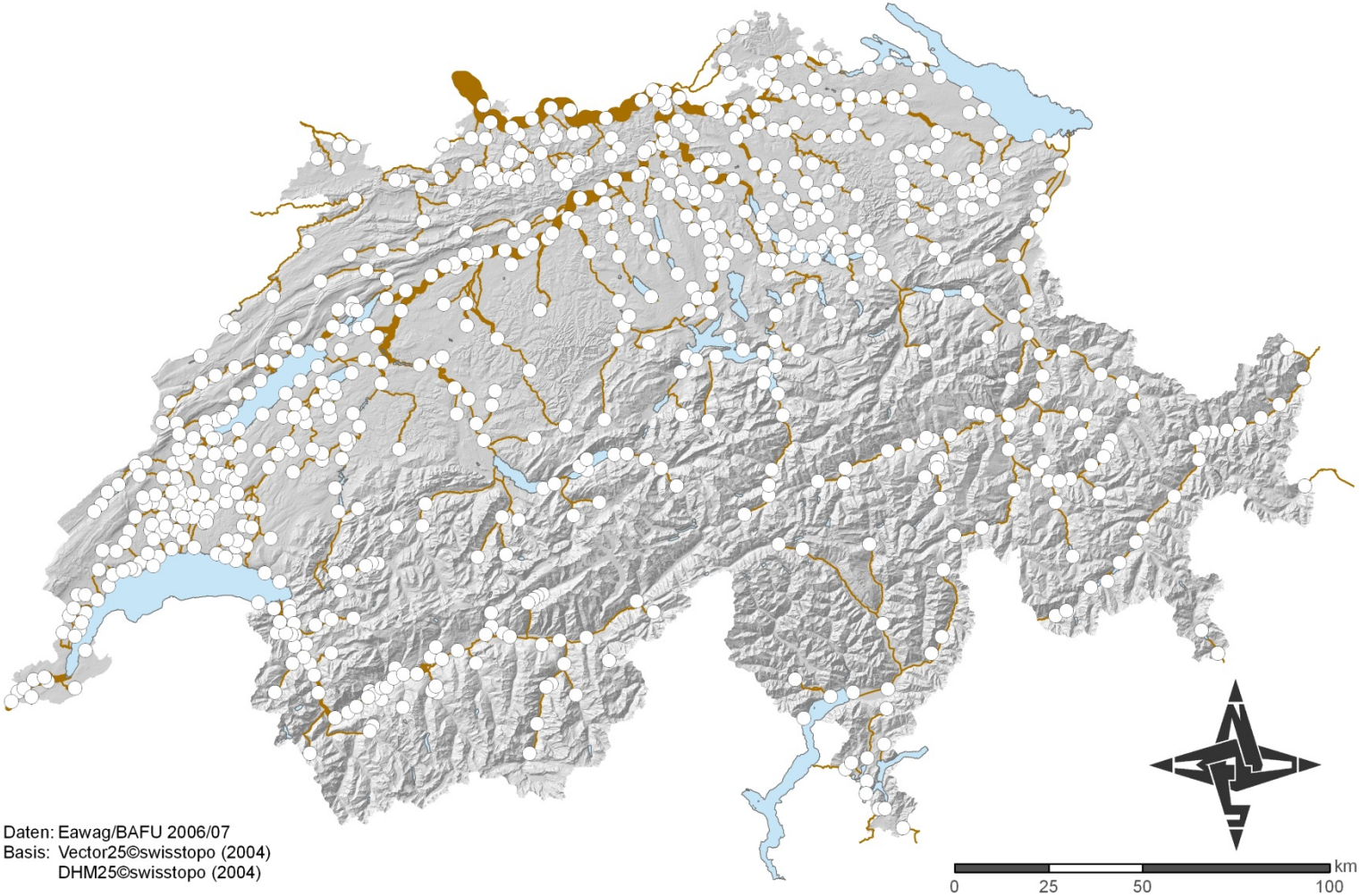
Philipp Staufer

Diese Studie ist Teil des vom Bundesamt für Umwelt beauftragten Projektes „Diffuse Mikroverunreinigungs-Emissionen aus Siedlungsgebieten“ (Dimes).

Für die konstruktiven Gesprächsbeiträge danken die Autoren
M. Schärer, C. Leu, I. Wittmer, C. Stamm und M. Maurer.

Motivation

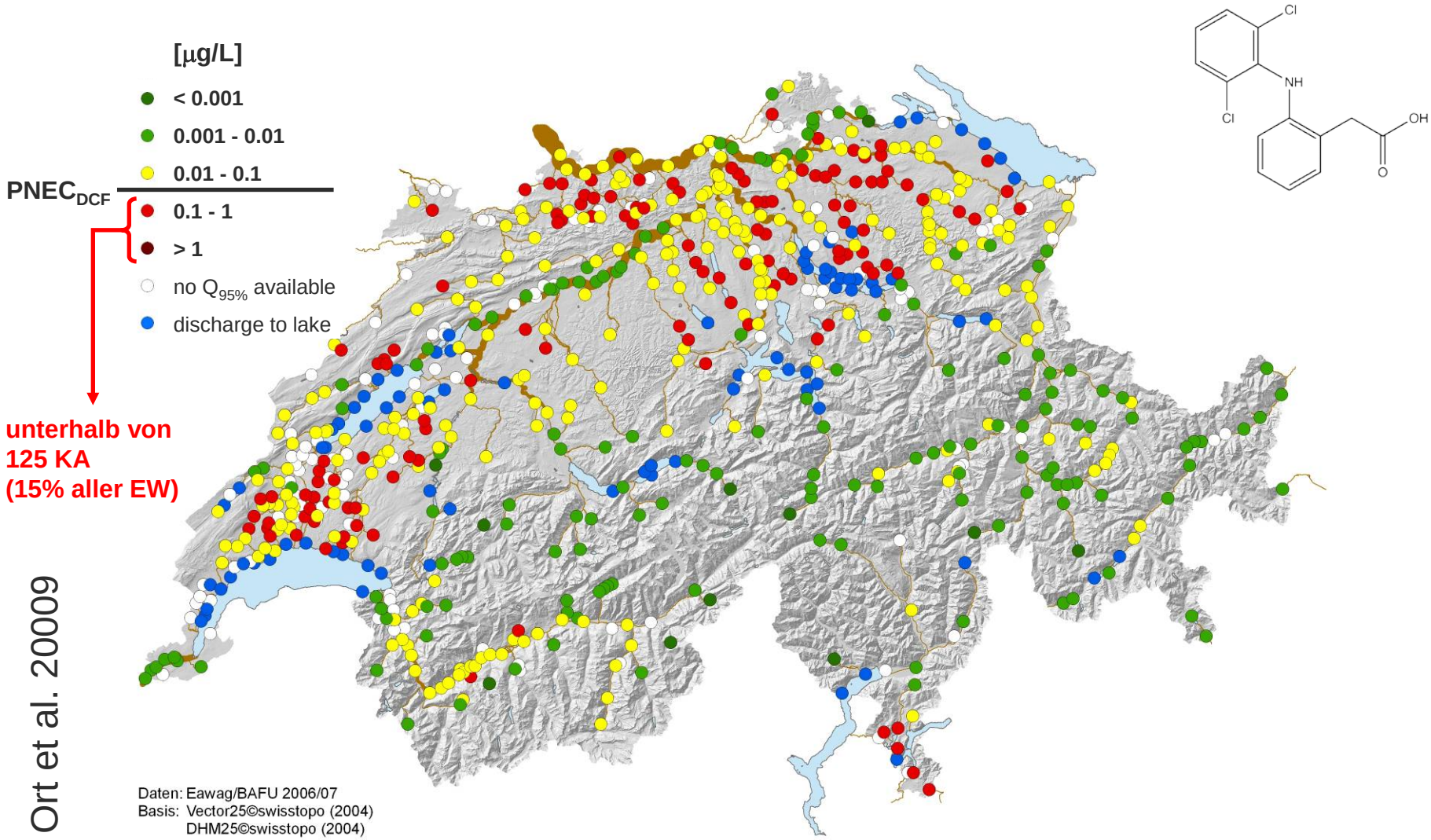
Emissionen aus Kläranlagen



Ort et al. 20009

Motivation

Emissionen aus Kläranlagen

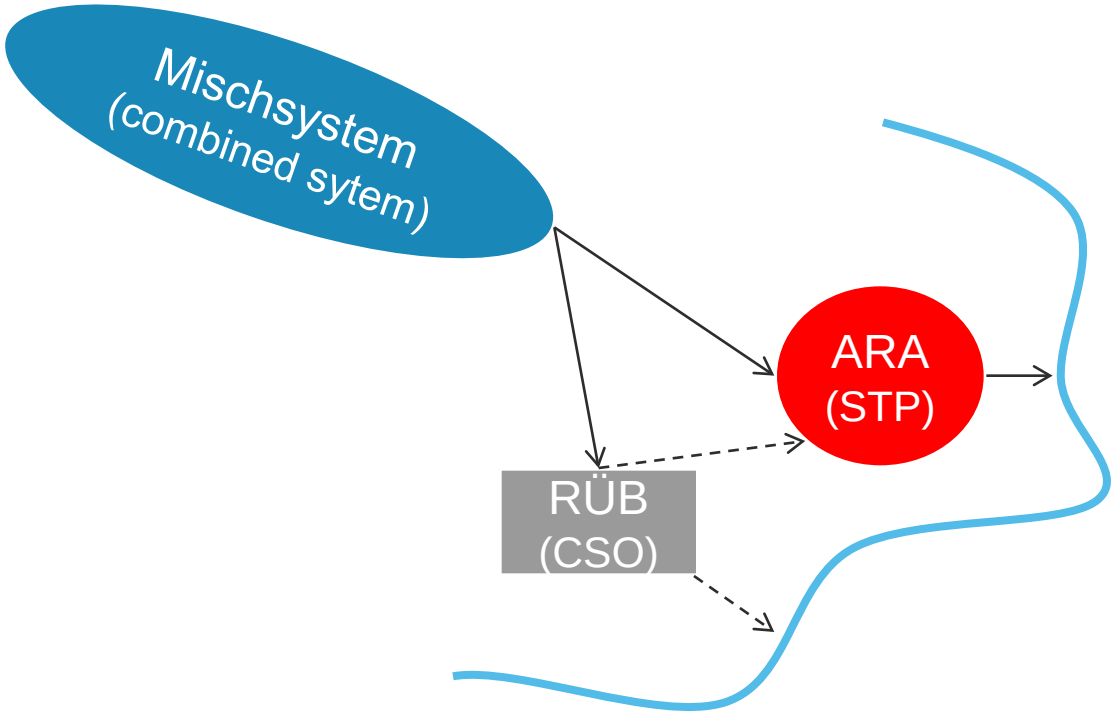


Ort et al. 20009

Emissionen aus Mischwasserentlastungen

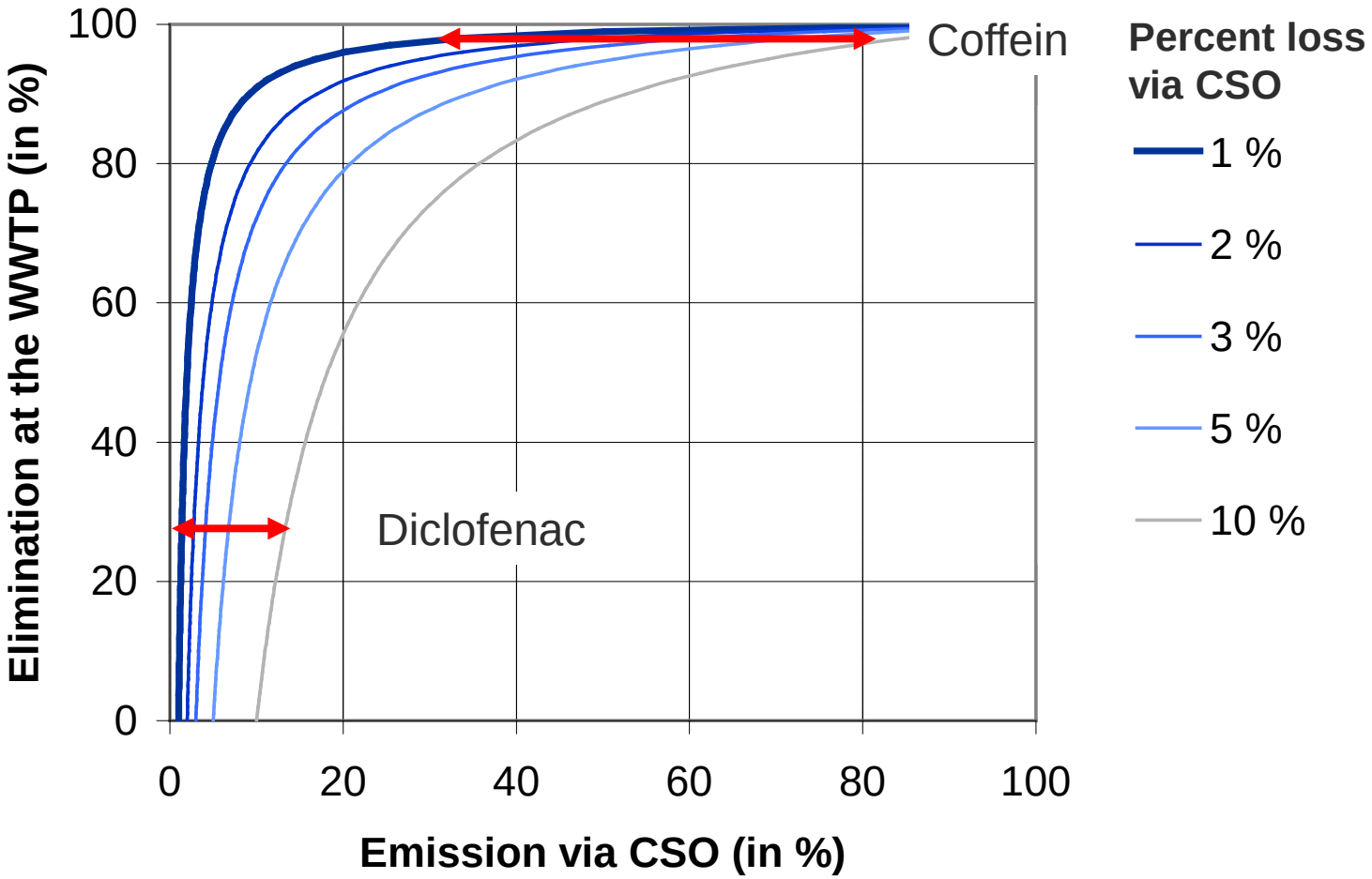
Motivation

- Eintragspfade (pathways)
  - häusliches Abwasser (sewage): 100% der Zeit
  - Regenabfluss (runoff): ca. 10% der Zeit



Emissionen aus Mischwasserentlastungen

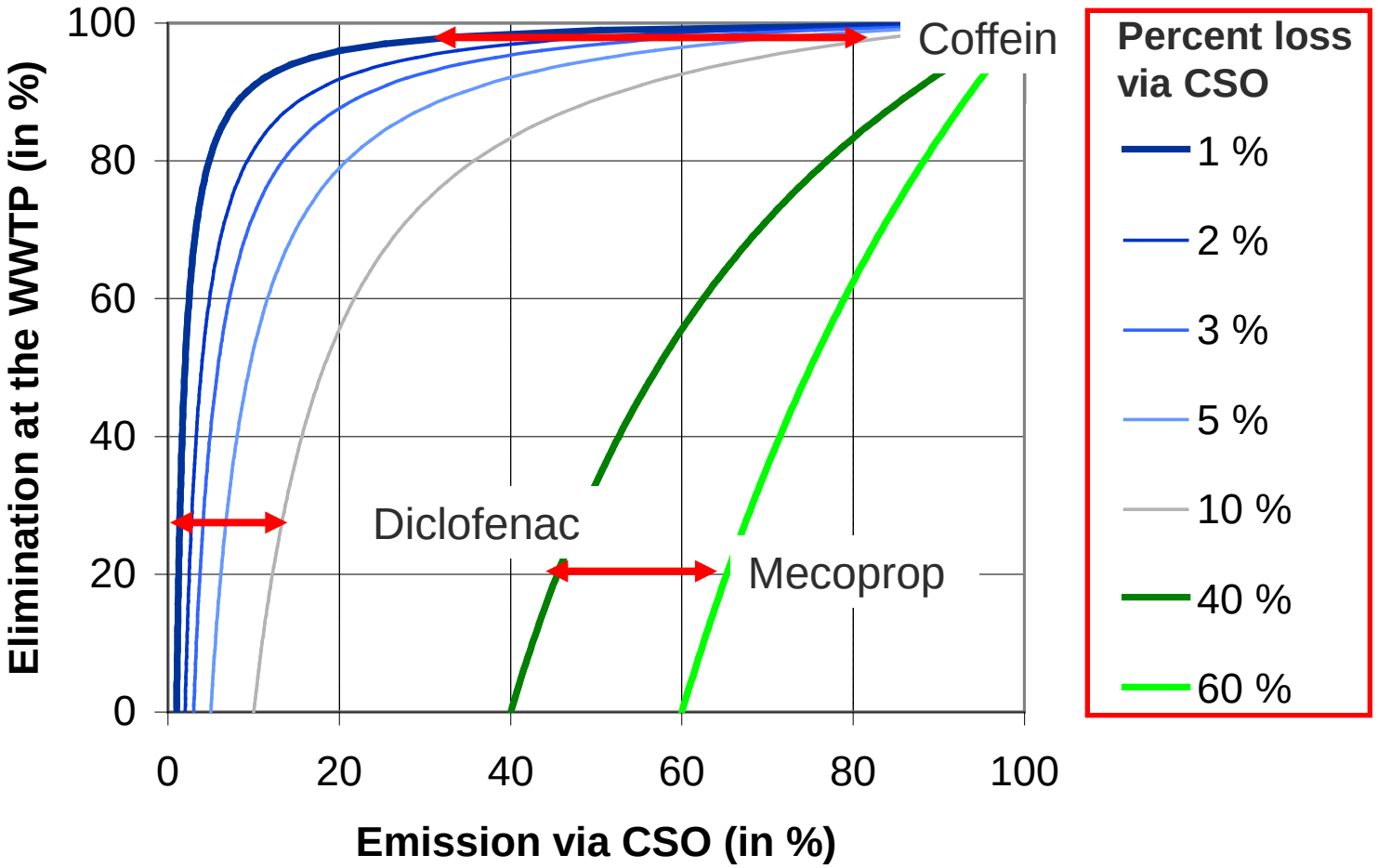
Framework



Inspired by Götz et al. 2010

Emissionen aus Mischwasserentlastungen

Framework

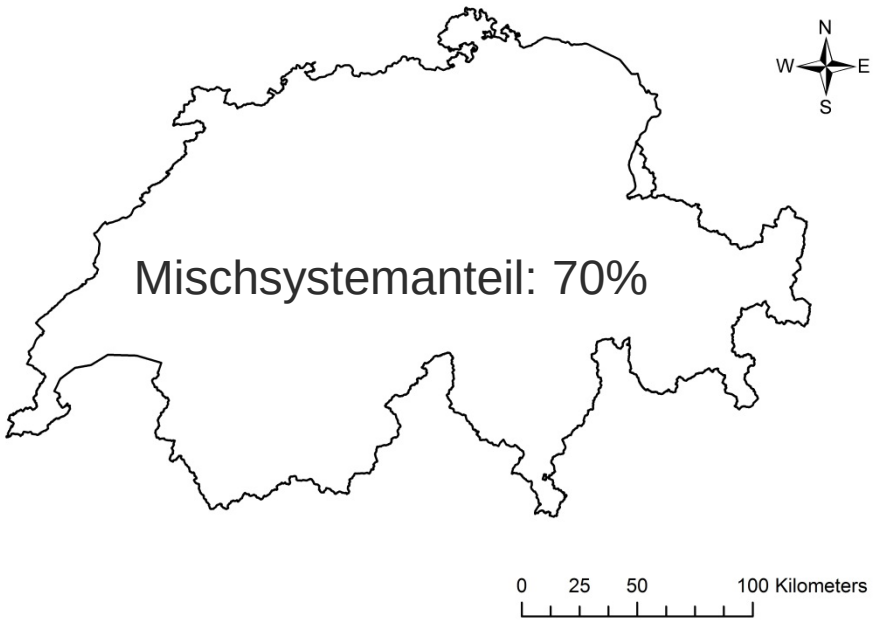


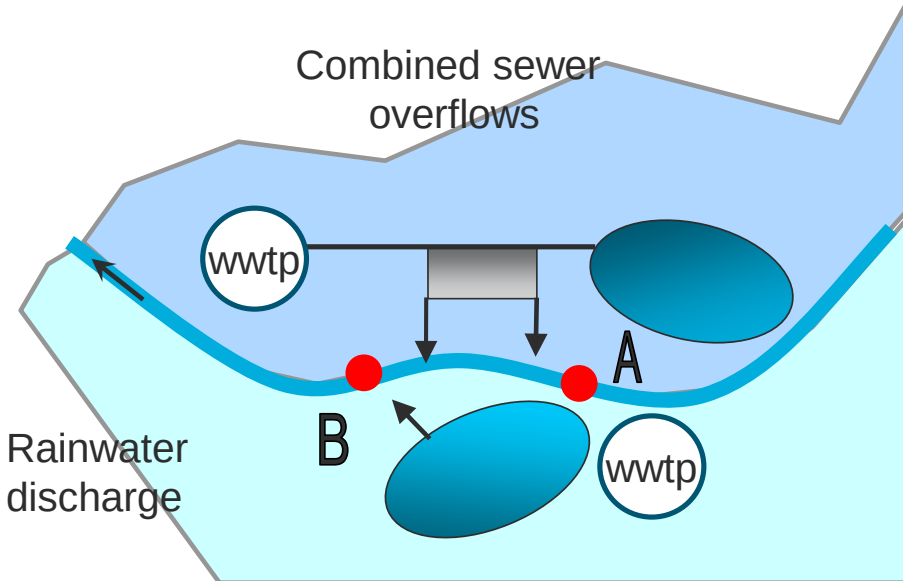
Inspired by Götz et al. 2010

Ziel

Ausgangsfragen

1) Welchen Beitrag liefern urbane diffuse Quellen auf nationaler Ebene ?
2) 15 Substanzen aus dem häuslichen Abwasser
    1) Arzneimittel (z.B. Diclofenac)
    2) Zusatzstoffe (z.B. NTA)
    3) Reinigungsmittel, Haushaltschemikalien (z.B. Triclosan)

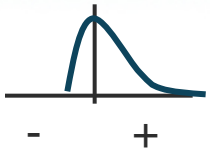




Stofflussanalyse

Methoden

Inputdaten



Stoffflussmodell

Mobilisierung | Transport

Entlastungsfracht

Vergleich

Jahresabfluss | Zielwert

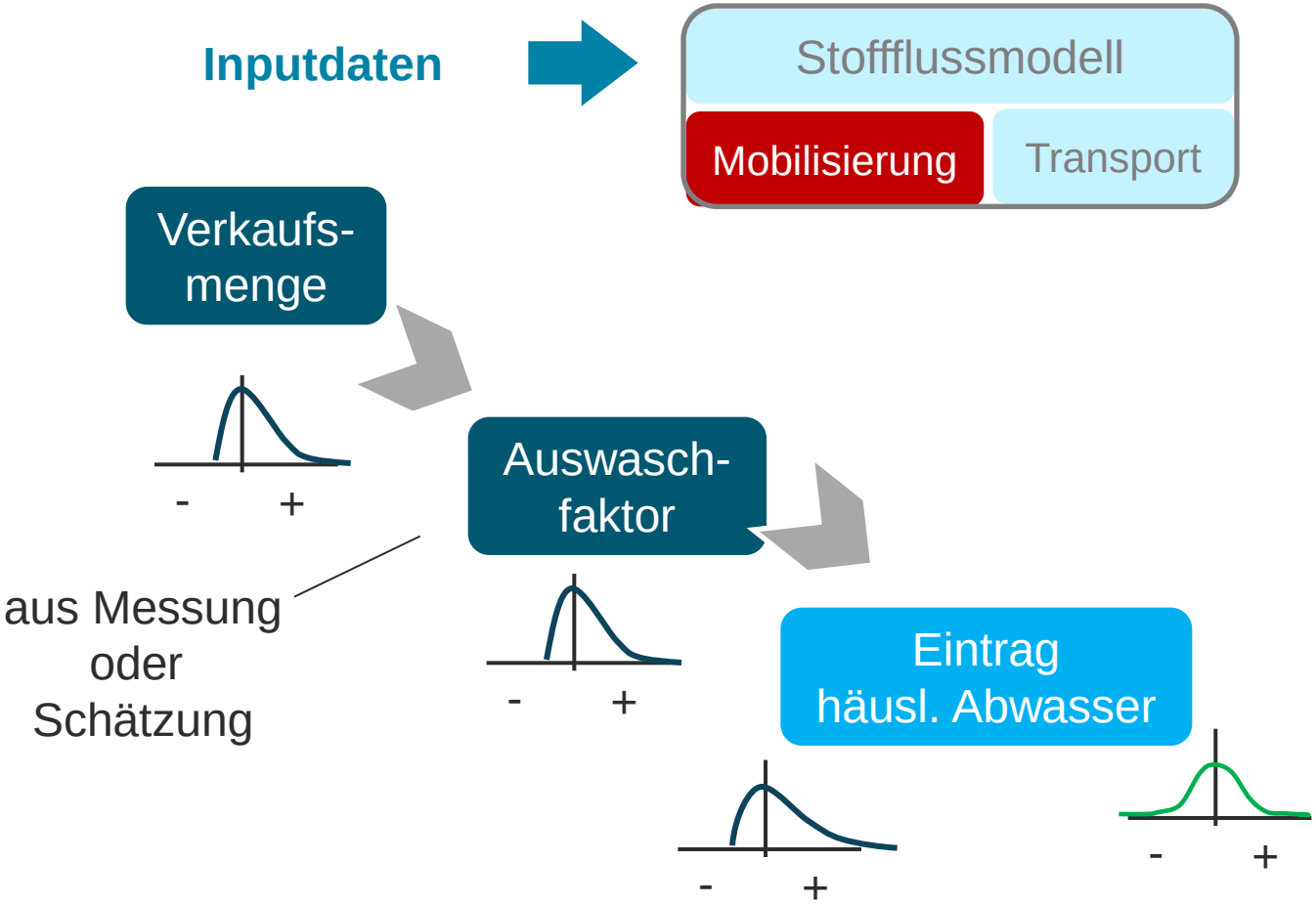
maximale jährliche Dauerbelastung (MAL)

- Stoffflussanalyse und Immissionsanalyse
  - deterministische Analyse
  - Variation der Eingangsgrössen ⇨ probabilitisches Ergebnis

Titel

Methoden

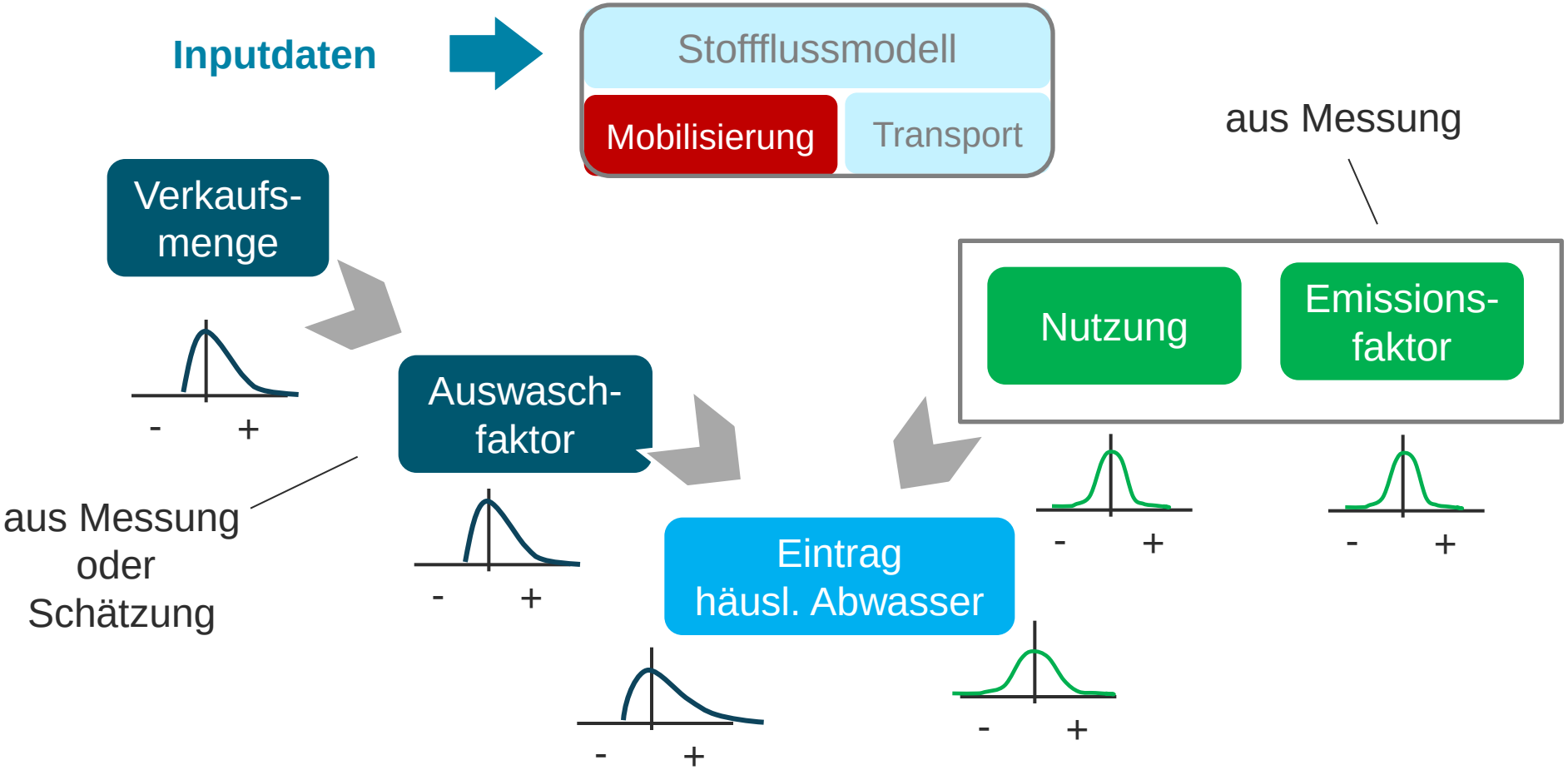
- Stoffflussanalyse und Immissionsanalyse



Titel

Methoden

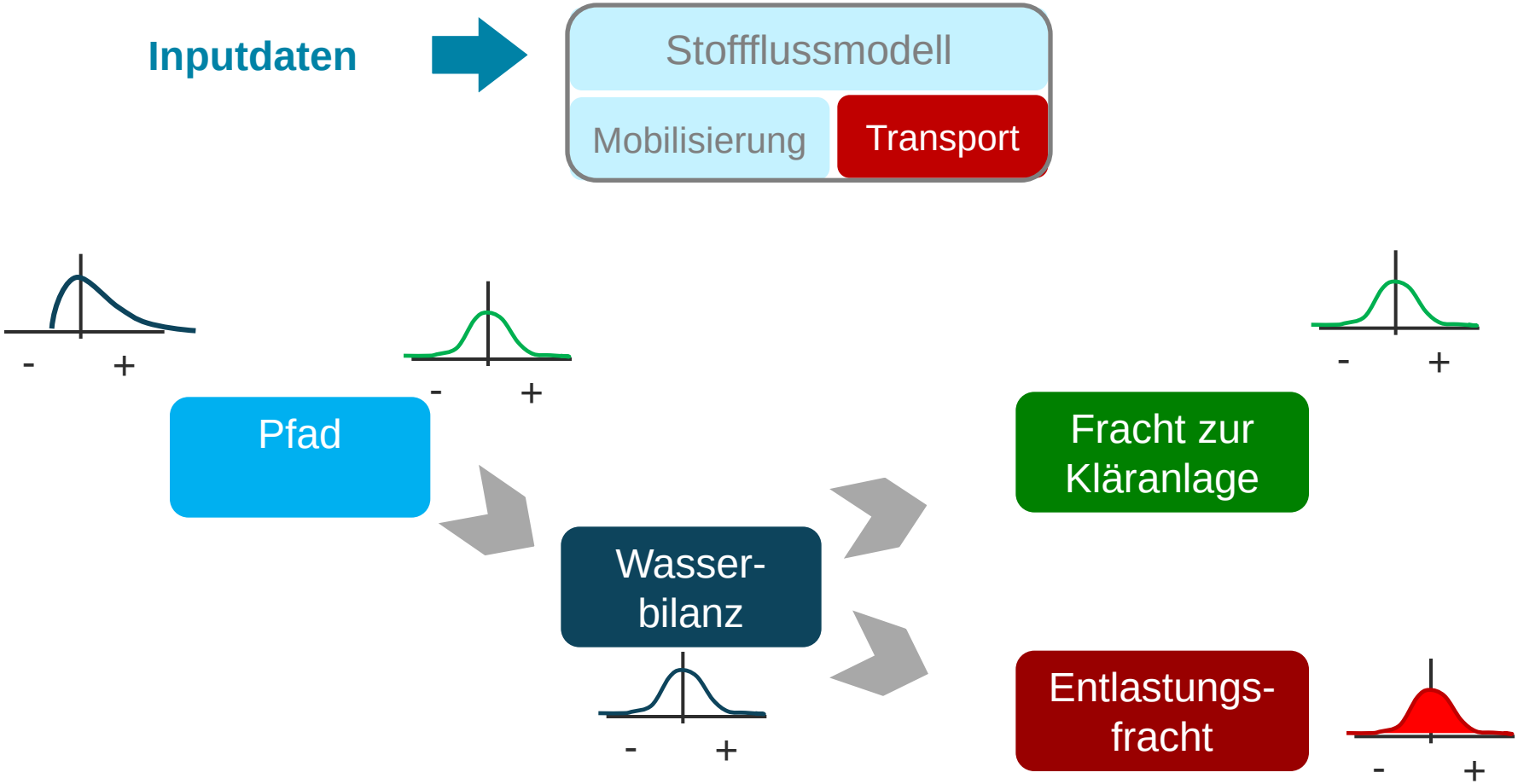
- Stoffflussanalyse und Immissionsanalyse



Stoffflussmodell - Transport

Methoden

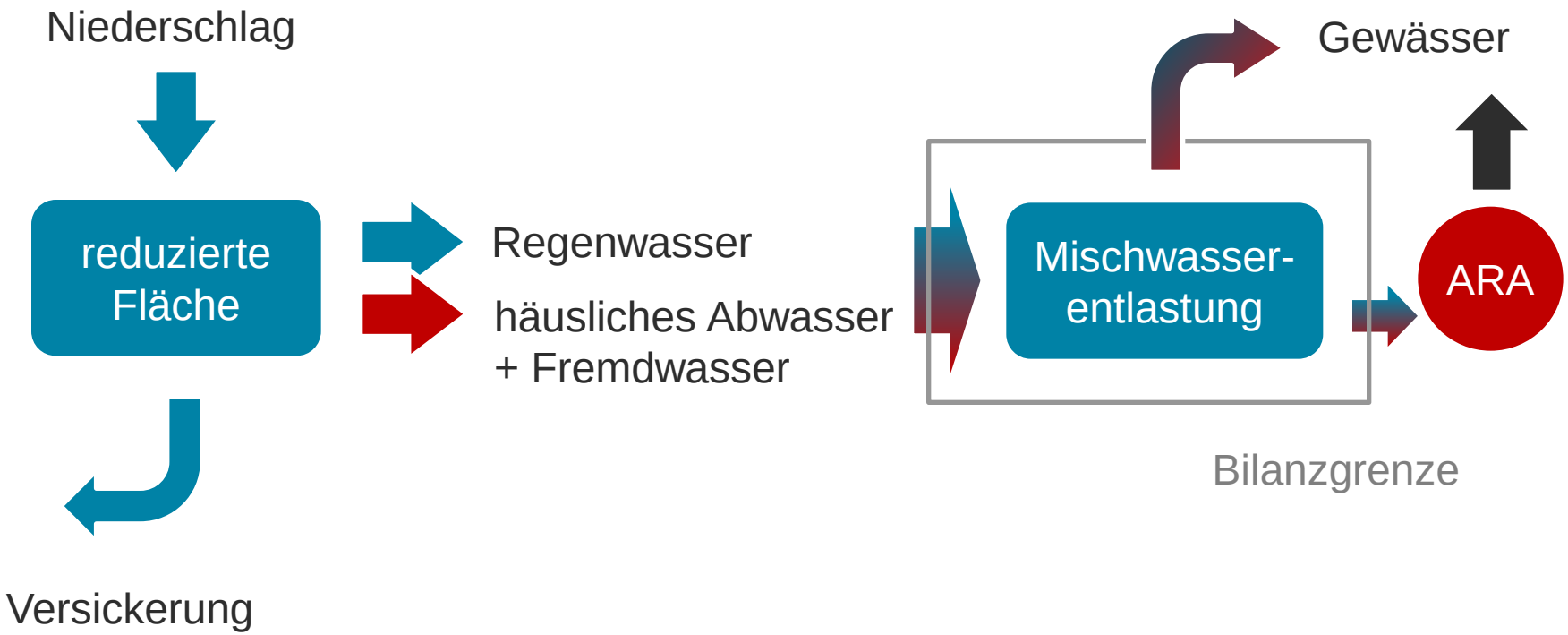
- Stoffflussanalyse und Immissionsanalyse



Stoffflussmodell - Transport

Basis

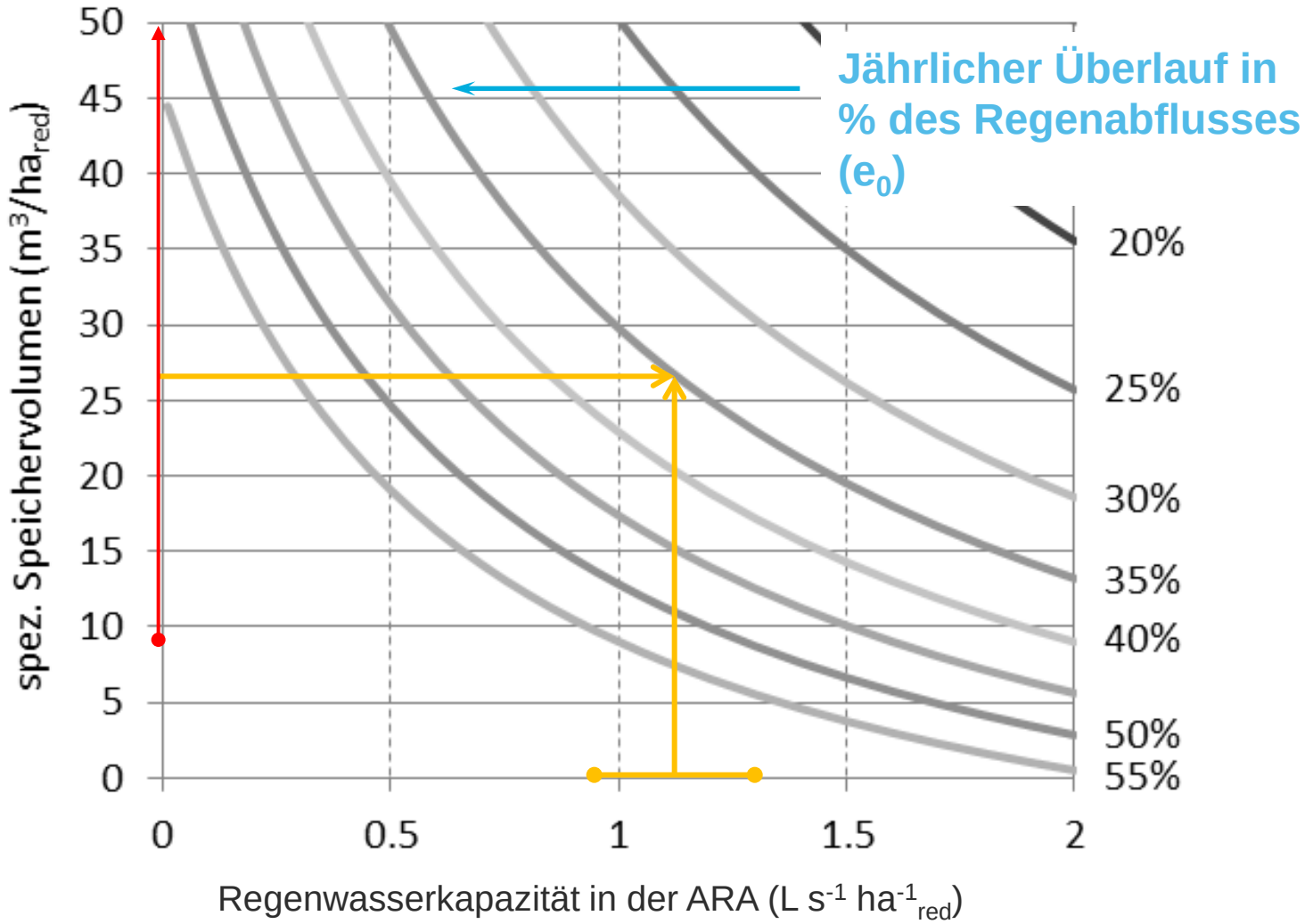
- Urbane Wasserbilanz (kommunales Abwasser im **Mischsystem**)



Hintergrund

Wie viel Mischwasser wird entlastet?

Bereich der Regenbecken im Kt. Bern (log-normal)

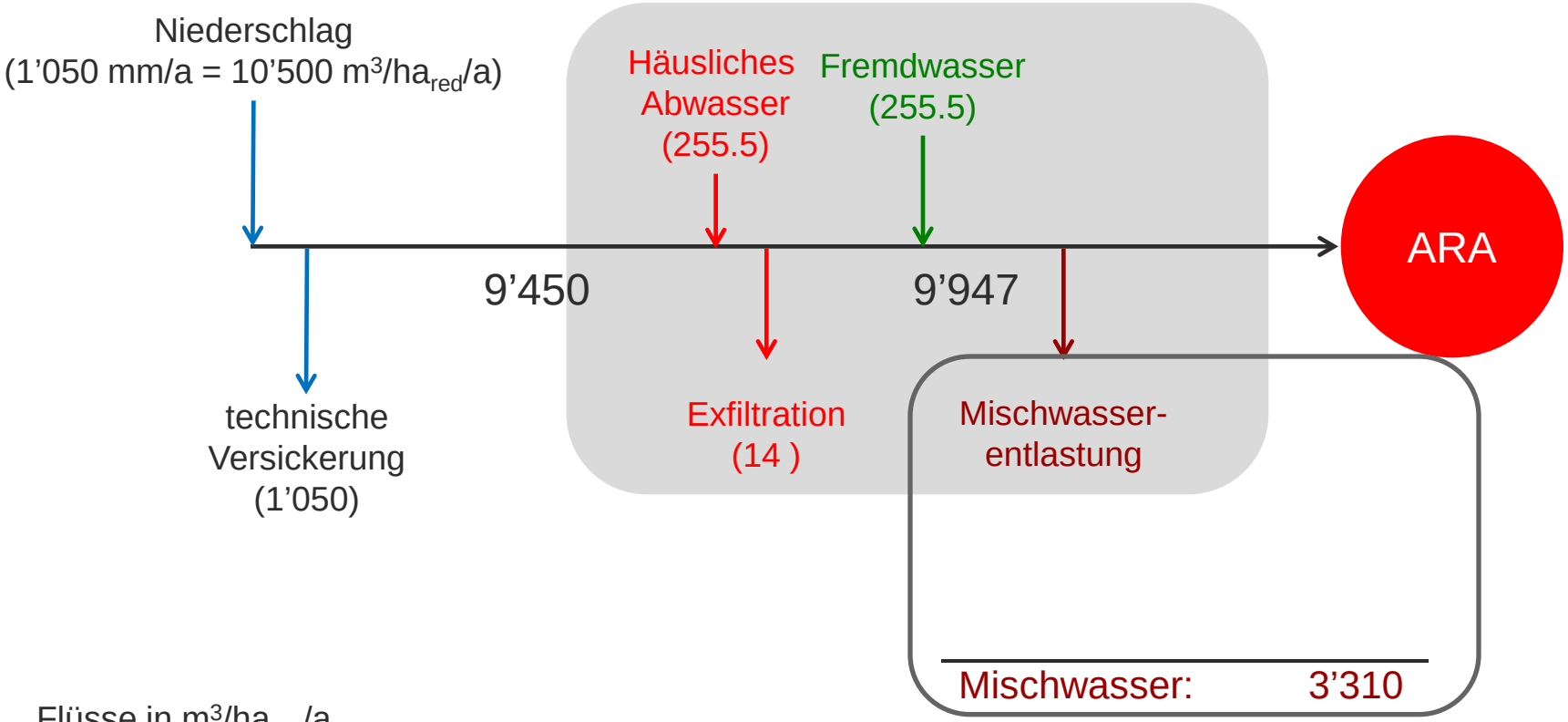


Quelle:
DWA A-128

Stofflussmodell - Kanalisation

Basis

- Urbane Wasserbilanz (kommunales Abwasser im **Mischsystem**)
  - Entlastungsvolumen = 35% Regenabflussvolumen

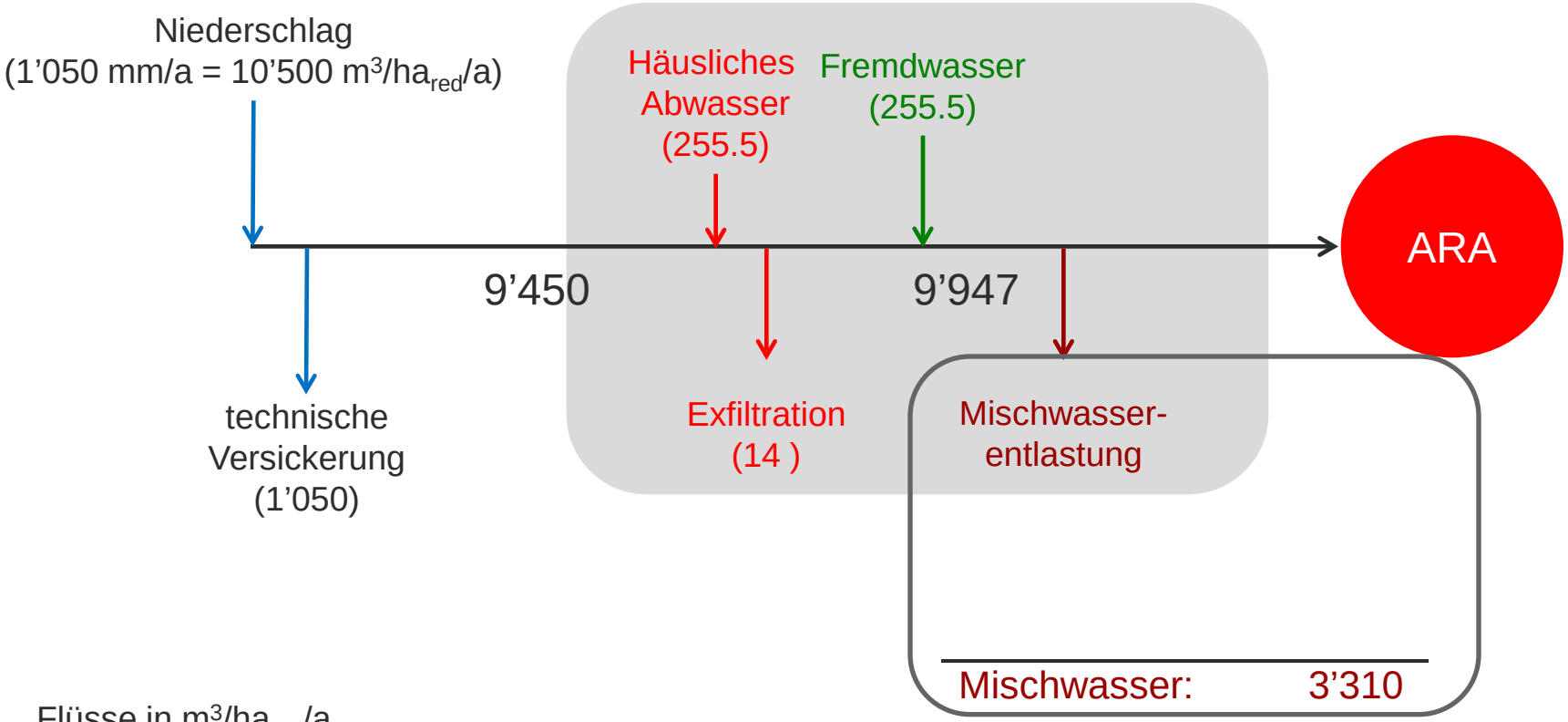


Flüsse in $m^3/ha_{red}/a$

Stofflussmodell - Kanalisation

Basis

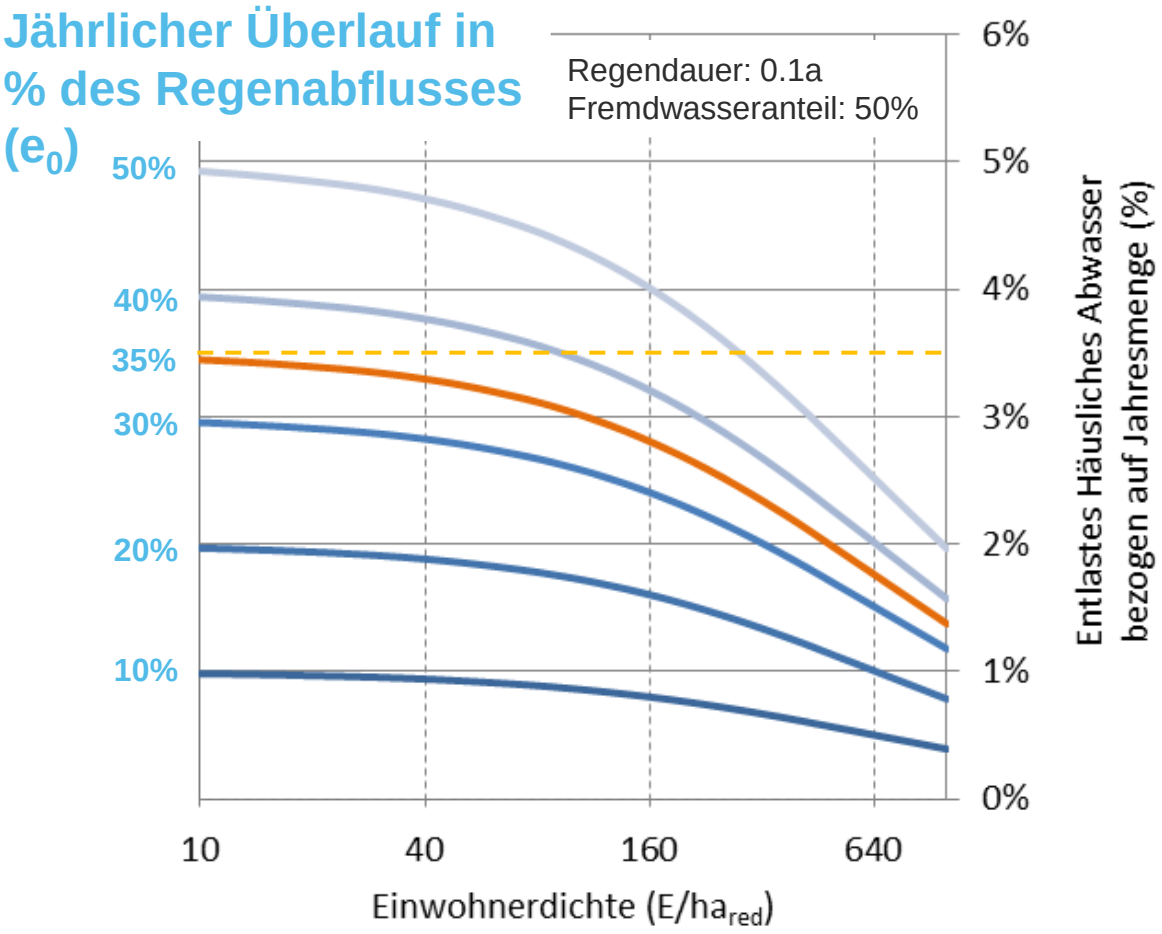
- Urbane Wasserbilanz (kommunales Abwasser im **Mischsystem**)
  - Eingrenzung auf die **Regendauer von 10%** eines Jahres (36.5d)



Flüsse in $m^3/ha_{red}/a$

Hintergrund

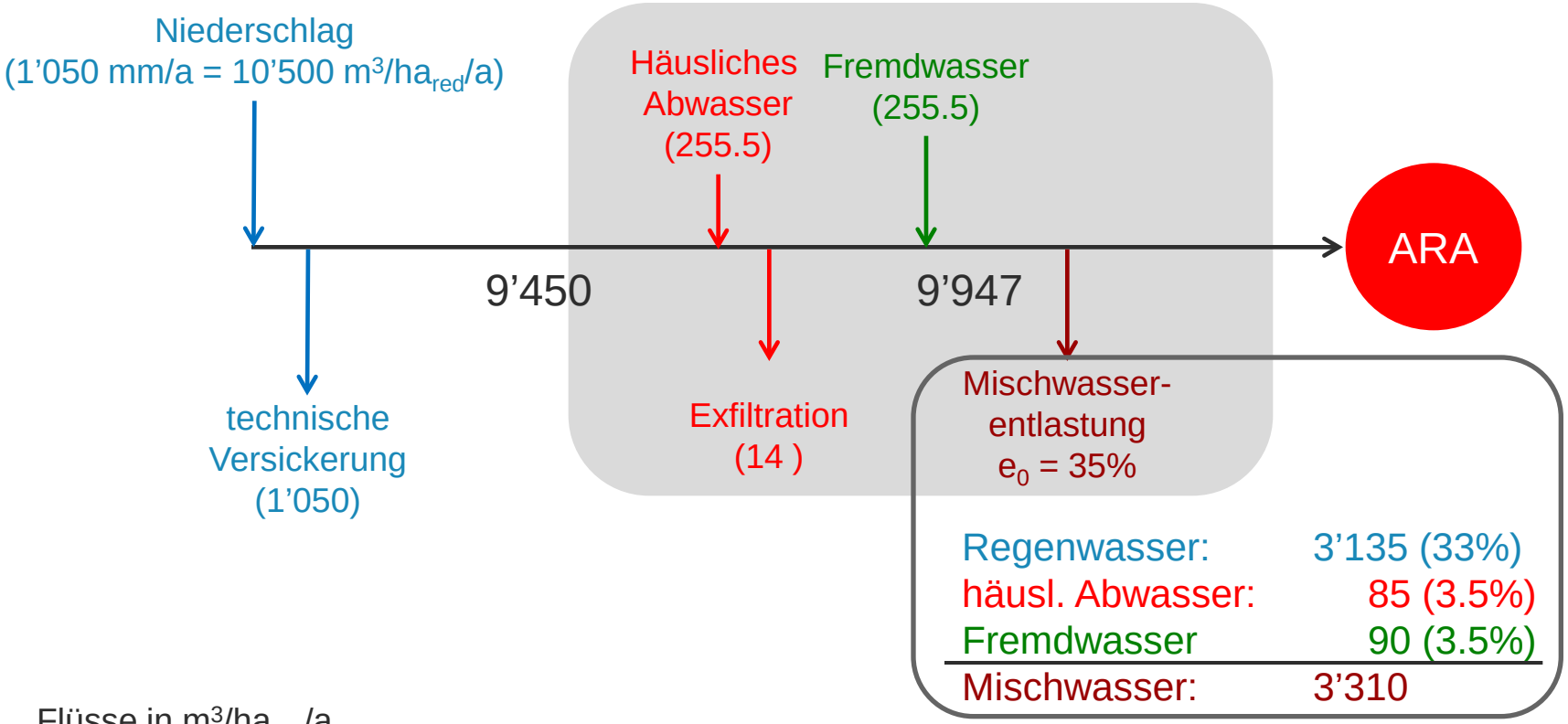
Wie viel Mischwasser wird entlastet?



Stofflussmodell - Transport

Basis

- Urbane Wasserbilanz (kommunales Abwasser im **Mischsystem**)
  - Eingrenzung auf die **Regendauer von 10%** eines Jahres (36.5d)



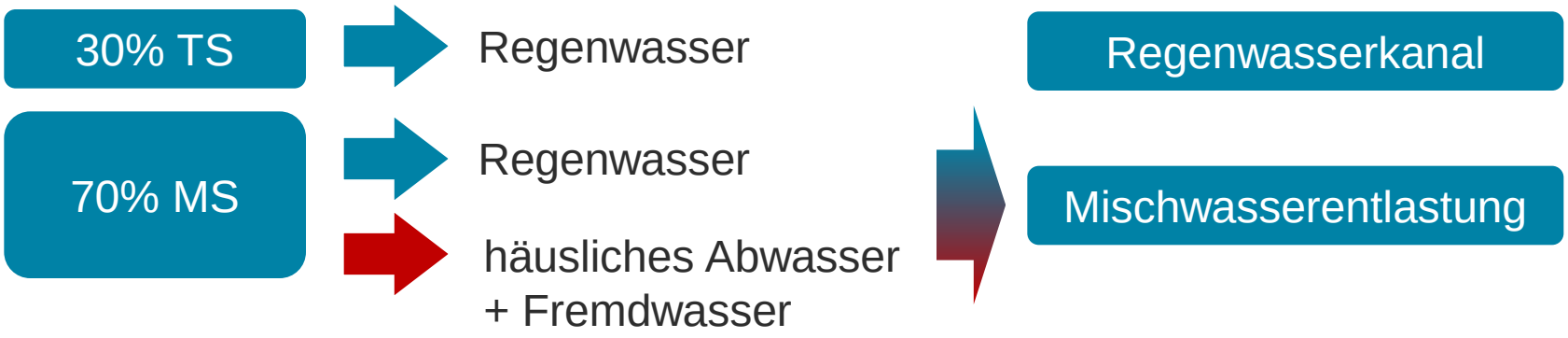
Flüsse in $m^3/ha_{red}/a$

Stoffflussmodell - Transport

deterministisches Szenario

- Urbane Wasserbilanz
  - mittlere jährliche Verhältnisse
  - mittlere Verhältnisse über gesamte Schweiz
    - 30% Trennsystem
    - 70% Mischsystem

  - die Emission wird auf mittleren Jahresabfluss der Schweiz bezogen



Stofflussmodell Ergebnis

deterministisches Ergebnis für die Gesamtschweiz

Stoff	häusliches Abwasser
A: Diclofenac	866
B: Triclosan	7’500

in kg/a

- Urbane Wasserbilanz

Niederschlag

Versicke-rung

90%

A: 0 kg/a
B: 0 kg/a

30% TS → Regenwasser

A: 0 kg/a
B: 0 kg/a

70% MS
e_0 = 35%

A: 606 kg/a
B: 5’250 kg/a

→ Regenwasser

→ häusliches Abwasser + Fremdwasser

Regenwasserkanal

Mischwasserentlastung

A: 40 kg/a
B: 184 kg/a

Abwasserreinigung (MS)

A: 566 kg/a
B: 5’066 kg/a

Stofflussmodell

Basis – Monte - Carlo - Simulation

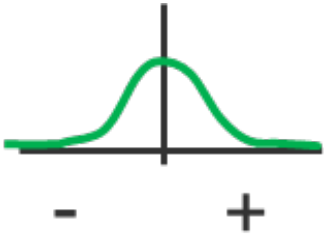
- Urbane Wasserbilanz (kommunales Abwasser im **Mischsystem**)

Speicher-volumen

undurchlässige Fläche

Verkaufs-menge

Einwohner-zahl



unverändert ausgeschieden

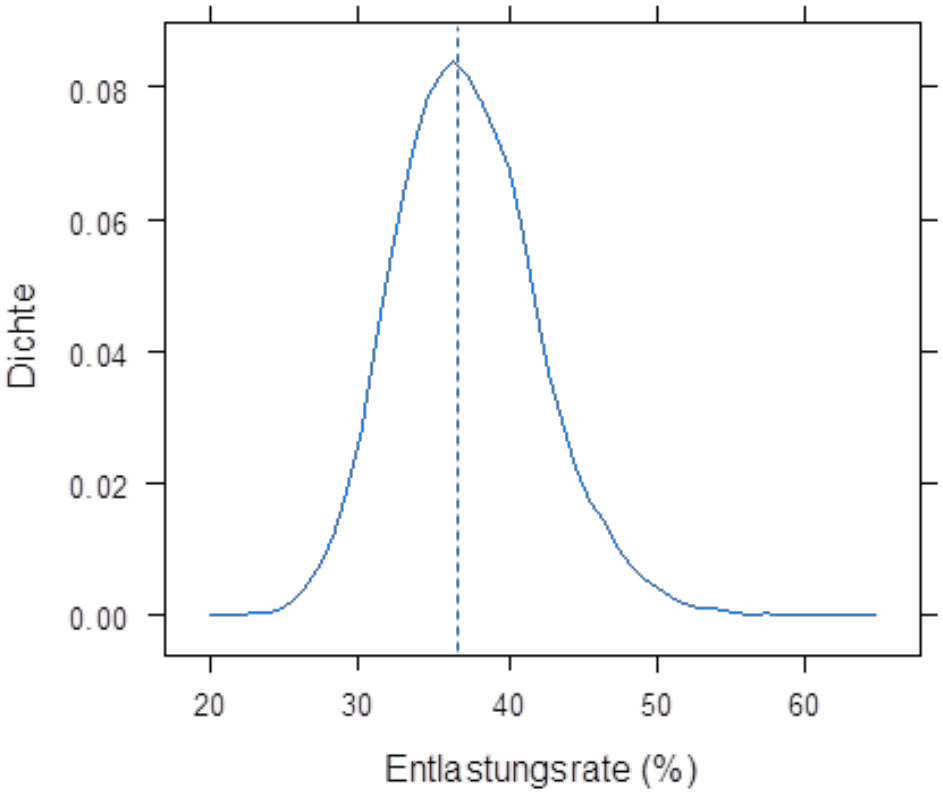
Versickerung

- Ergebnis
  - Entlastungsrate
  - Anteil des häuslichen Abwassers

Ergebnisse - Stoffflussmodell

probabilistisches Ergebnis

- Urbane Wasserbilanz
  - Entlastungsrate



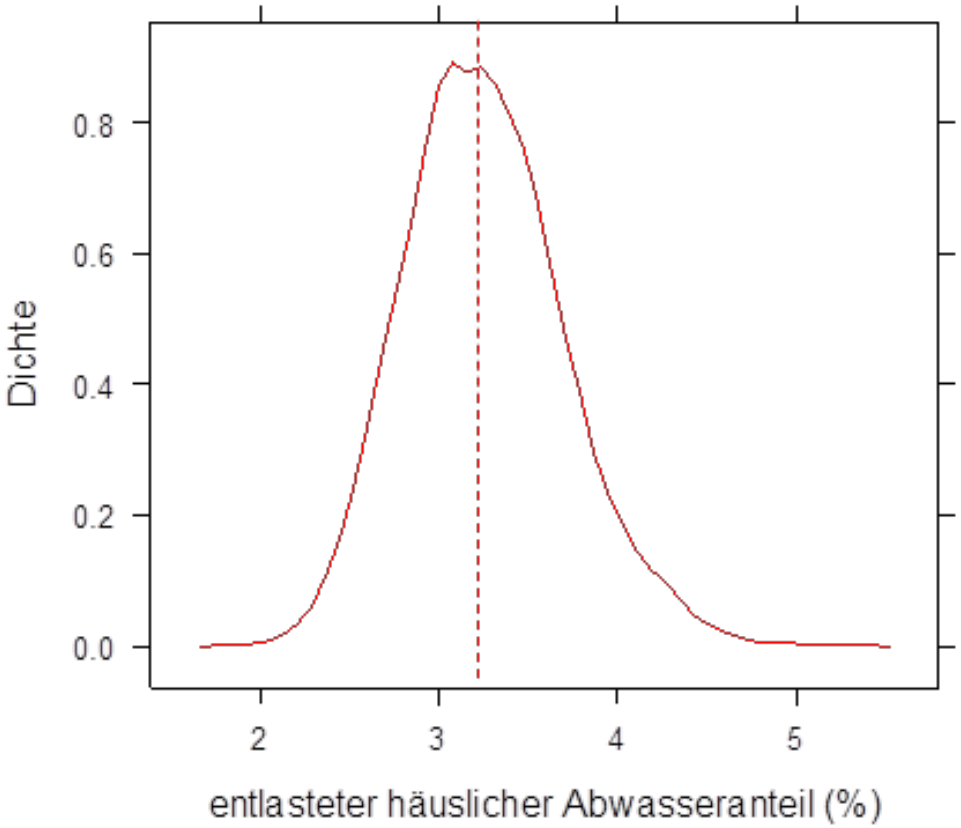
95%-Intervall:

$28.7\% < e_0 < 47.5\%$

Ergebnisse - Stoffflussmodell

probabilistisches Ergebnis

- Urbane Wasserbilanz
  - entlasteter Anteil des häuslichen Abwassers



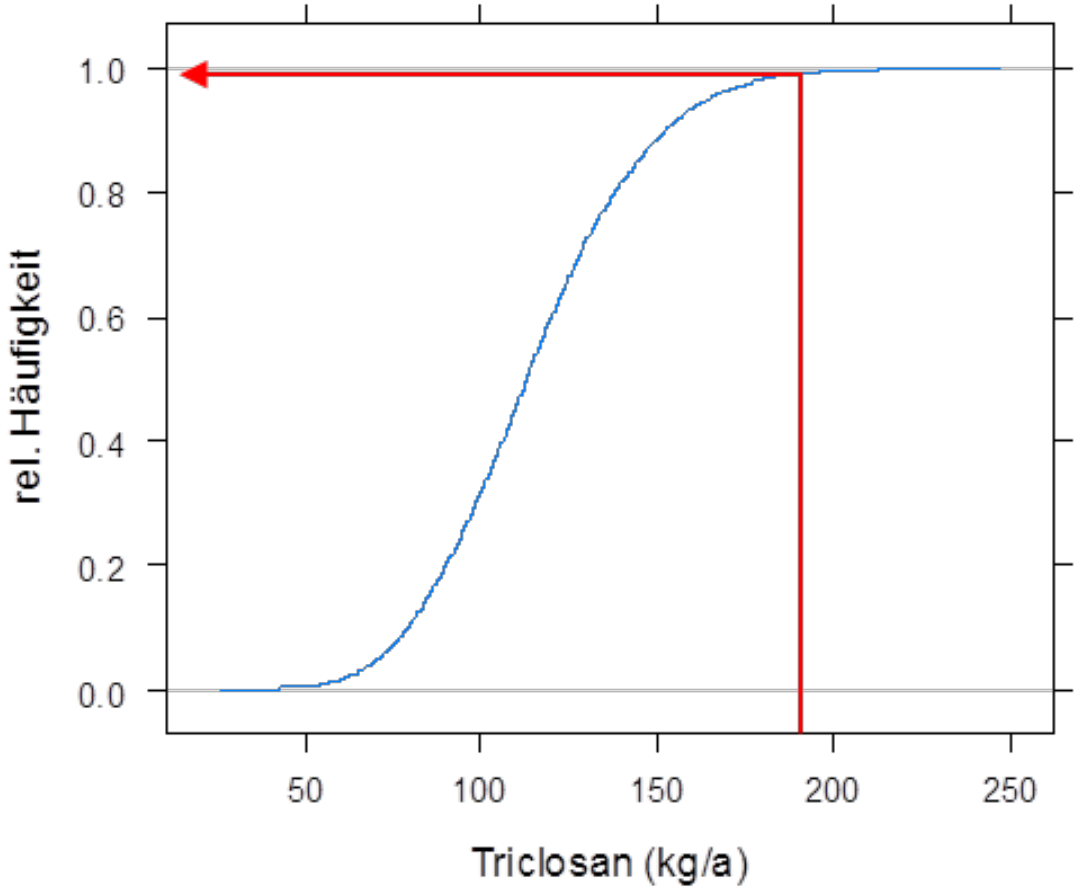
95%-Intervall:

$2.5\% < e_H < 4.2\%$

Ergebnisse - Stoffflussmodell

probabilistisches Ergebnis

- Triclosan
  - Median Jahresfracht: 113 kg/a
  - σ = 29 kg/a
  - Determ. Ergebnis:
    98.6%-Perzentil (184)



Ergebnisse - Stoffflussmodell

maximale jährliche Dauerbelastung

- Triclosan
  - Median Jahresfracht: 113 kg/a (σ = 29 kg/a)
  - max. jährliche Dauerbelastung: 2’700 kg/a
- Ethinylöstradiol
  - Median Jahresfracht: rd. 0.67 kg/a (σ = 0.17 kg/a)
  - max. jährliche Dauerbelastung: 2 kg/a

- 15 Substanzen aus dem häuslichen Abwasser
  - 2 Substanzen > 1% der max. jährlichen Dauerbelastung
  - 9 Substanzen << 1%

Zusammenfassung

Stoffflussmodell

- Einfache Stofflussmodellierung
  - Mobilisierung
  - Transport – Wasserbilanz
  - Vergleich: Jährliche maximale Dauerbelastung

- Determistische Berechnung & Monte-Carlo-Simulation
  - determistisches Szenario: > 98%-Perzentil

- 15 Substanzen aus dem häuslichen Abwasser
  - 2 Substanzen > 1% der MAL
  - 9 Substanzen << 1%

Thank you for your attention !

ありがとう　ございます。

merci beaucoup

Vielen Dank

cum Gratiae

شكران

Literatur:

AFU. (1977) Empfehlungen für die Bemessung und Gestaltung von Hochwasserentlastungen und Regenüberlaufbecken. Eidgenössisches Amt für Umweltschutz Bern.

DWA. (1992) ATV-A 128: Richtlinien für die Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen. Deutsche Vereingung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

DWA. (2003) ATV-DVWK-A 198: Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen. Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V., Hennef.

Ort, C.; Hollender, J.; Schaerer, M.; Siegrist, H. (2009) Model-Based Evaluation of Reduction Strategies for Micropollutants from Wastewater Treatment Plants in Complex River Networks. *Environmental Science & Technology, 43, 3214-3220.*

Götz, C. W.; Kase, R.; Hollender, J. (2010) Mikroverunreinigungen - Beurteilungskonzept für organische Spurenstoffe aus kommunalem Abwasser. Report ; Eawag: Dübendorf.