
Risikomanagement von anorganischen und organischen Spurenstoffen am Beispiel des Bodensee-Problemzuflusses Schussen

BIRDS Bürgerinitiative Revitalisierung des Schussendeltas



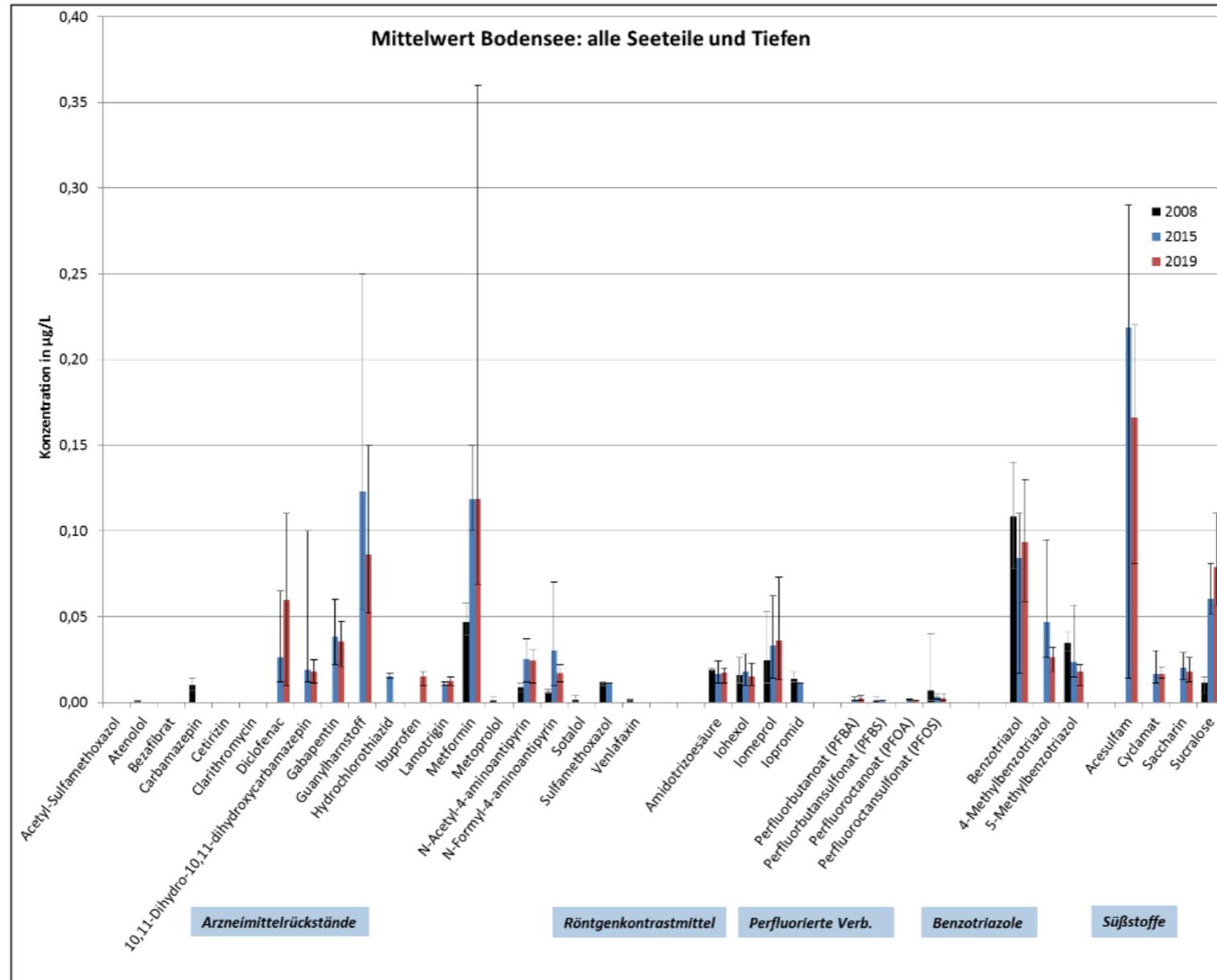
Risikomanagement von anorganischen und organischen Spurenstoffen am Beispiel des Bodensee-Problemzuflusses Schussen

Nachfolgende Fragestellungen sind im Rahmen eines Positionspapiers und entsprechender Stakeholderperspektive argumentativ aufzugreifen:

- ❖ Welche Risikofaktoren an Einträgen anorganischer und organischer Spurenstoffe der Schussen in den Bodensee sind bereits identifizierbar ?
- ❖ Welche negativen Auswirkungen auf die aquatische Qualität des Bodensees durch die Schussen sind bereits dokumentiert (vgl. ISF, RP Tübingen etc.) ?
- ❖ Inwieweit wurde bisher eine interessenpolitische Debatte unterschiedlicher Stakeholder geführt ?
- ❖ Welche Schlussfolgerungen zieht die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (vgl. IGKB „Anthropogene Spurenstoffe im Bodensee und seinen Zuflüssen“, Bericht 2020) ?
- ❖ Welche Akteure und Unternehmen in der Bodenseeregion agieren hier bereits strukturpolitisch im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung ?

Spurenstoffe im Bodensee-Freiwasser 2008, 2015 und 2019 (IGKB 2020, 3)

Abb. 1: Spurenstoffe im Bodensee-Freiwasser 2008, 2015 und 2019 (die eingezeichneten Balken geben die Variationsbreite an: Minimum/Maximum)



Spurenstoffe im Bodensee-Freiwasser 2008, 2015 und 2019 (IGKB 2020, 3)

2019 wurden wie 2015 die 13 größten Zuflüsse beprobt (2009 ohne Goldach): Argen, Schussen, Rotach, Seefelder Aach, Stockacher Aach, Radolfzeller Aach, Leiblach, Alter Rhein, Steinach, Dornbirnerach, Rhein, Bregenzerach, Goldach. Die Proben wurden am 20. März, 18. Juni und 17. September 2019 genommen.

Die Resultate erlauben einen Überblick über die aktuelle Situation. Detaillierte Interpretationen sind nicht zielführend, da es sich bei den Messungen um Einzelproben in sehr tiefen Konzentrationsbereichen handelt. Zudem ist die Dynamik im Fließgewässer höher als im See, auch wenn der Frachteintrag durch Abwasserreinigungsanlagen (ARA) mehr oder weniger konstant sein dürfte (Ausgleich über die Aufenthaltszeit). Trotz dieser Unsicherheiten können einige Erkenntnisse gewonnen werden:

Der Vergleich mit den Jahren 2009 und 2015 zeigt, dass die 2019 gemessenen Konzentrationen in derselben **Größenordnung** liegen. Einige Höchstwerte von 2009 (mehrere in der Steinach) werden wie bereits 2015 auch 2019 nicht mehr erreicht.

Aufgrund der **Verdünnung** sind die Konzentrationen im See eher tiefer als in den Zuflüssen. In beiden Bereichen werden aber ähnliche Tendenzen bei Einzelstoffen festgestellt. Tiefe Konzentrationen in den Zuflüssen können auf geringe Abwasserbelastung (Stockacher Aach, Radolfzeller Aach, Leiblach, Steinach) oder aber hohe Verdünnung (Rhein, Bregenzerach) hinweisen.

Spurenstoffe im Bodensee-Freiwasser 2008, 2015 und 2019 (IGKB 2020, 3)

Der Vergleich über die drei Messkampagnen zeigt bei zwei Zuflüssen schöne Erfolge aufgrund von Maßnahmen: Bei der **Schussen** (Ausbau ARA Ravensburg mit Spurenstoffbehandlung, Verfahren mit Pulveraktivkohle) und bei der **Steinach** (Ableitung des gereinigten Abwassers der ARA Hofen St. Gallen nach ARA Morgental, welche direkt in den See einleitet).

Die Konzentrationen von **Sulfamethoxazol** und **Carbamazepin** haben in allen Zuflüssen deutlich abgenommen. Das Chronische Qualitätskriterium der Schweiz (CQK = 0.6 bzw. 0.5 µg/L) wird in allen Zuflüssen sehr deutlich unterschritten. Die höchsten Werte liegen bei 0.054 bzw. 0.051 µg/L.

Bei **Diclofenac** können eher tiefere Konzentrationen beobachtet werden als in den früheren Messkampagnen. Das CQK der Schweiz (0.05 µg/L) wird in der Schussen im Herbst erreicht. In der Seefelder Aach ist die Konzentration höher (0.095 µg/L) als das CQK, ebenso im Alten Rhein im Frühjahr (0.097 µg/L) und Sommer (0.055 µg/L) sowie in der Dornbirnerach im Frühjahr (0.085 µg/L), Sommer (0.087 µg/L) und Herbst (0.11 µg/L).

Guanylharnstoff (Metabolit des Antidiabetikums Metformin, 2009 keine Messung) wird wie 2015 als einzige Verbindung verbreitet im µg-Bereich gemessen, und zwar wiederum in den Zuflüssen Schussen, Rotach, Seefelder Aach, Alter Rhein und Dornbirnerach. In der Schussen liegen die Konzentrationen jedoch deutlich tiefer als 2015, während sie in den anderen Zuflüssen vergleichbar mit 2015 sind. Die Konzentrationen von Metformin liegen wiederum um Faktoren tiefer.

Spurenstoffe im Bodensee-Freiwasser 2008, 2015 und 2019

(IGKB 2020, 5) FAZIT

Abbildung 2 zeigt vergleichend die mittleren Konzentrationen ausgewählter Substanzen jeder Stoffgruppe an allen Probenahmestellen im Jahr 2019 und Abbildung 3 analog dazu im Jahr 2015.

Im Freiwasser liegen die Konzentrationen für die gezeigten Substanzen auf jeweils ähnlichem Niveau. Acesulfam zeigt dabei die höchsten mittleren Konzentrationen, gefolgt von Metformin und Benzotriazol bis hin zu sehr niedrigen mittleren Konzentrationen an Perfluorooctansulfonat (PFOS).

Im Vergleich dazu zeigen die Zuflüsse erwartungsgemäß eine höhere Varianz. Aufgrund der Verdünnung im See werden in den Zuflüssen höhere Konzentrationen erreicht. Fließgewässer mit geringer Abwasserbelastung oder aber hoher Wasserführung (Verdünnung) weisen auffällig tiefe Konzentrationen auf.

Die positive Wirkung von Gewässerschutzmaßnahmen wird bei zwei Zuflüssen bestätigt. Bei der Schussen wurde die ARA mit einer Spurenstoffbehandlung erweitert, bei der Steinach die ARA-Einleitung aufgehoben.

Die PFOS liegen auch in den Zuflüssen in sehr tiefen Konzentrationen vor oder werden gar nicht nachgewiesen. Da die Umweltqualitätsnorm der EU (UQN) unter der Bestimmungsgrenze liegt, muss dennoch von häufigen Überschreitungen ausgegangen werden. Bei Diclofenac liegen einige Werte über dem Chronischen Qualitätskriterium (CQK) der Schweiz.

Abschließend kann man festhalten, dass die Bestandsaufnahme 2019 die Ergebnisse der Untersuchungen 2008/2009 und 2015 bestätigen. Die durchweg niedrigen Konzentrationen an Spurenstoffen im Freiwasser des Bodensees sprechen weiterhin für eine einwandfreie Wasserqualität. Nationale und internationale Grenzwerte, EU-Umweltqualitätsnormen und weitere Qualitätskriterien werden weitgehend eingehalten. Ausnahmen bilden die Verbindung PFOS, deren Anwendung weitestgehend verboten ist sowie in wenigen Proben das Schmerzmittel Diclofenac.

Bewertung vorhandener Technologien für die Elimination anthropogener Spurenstoffe auf kommunalen Kläranlagen

Universität der Bundeswehr München, Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik

Elimination anthropogener Spurenstoffe auf kommunalen Kläranlagen



Abschlussbericht

Bewertung vorhandener Technologien für die Elimination anthropogener Spurenstoffe auf kommunalen Kläranlagen

07/2013

Universität der Bundeswehr München
Institut für Wasserwesen
Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik
Univ.-Prof. Dr.-Ing. F.W. Günthert
Dipl.-Ing. Sascha Rödel
W.-Heisenberg-Weg 39
85577 Neubiberg

Neubiberg, 15.07.2013

Neubiberg, 15.07.2013

Elimination anthropogener Spurenstoffe auf kommunalen Kläranlagen (Günthert und Rödel 2013, 43)

Universität der Bundeswehr München, Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik

Elimination anthropogener Spurenstoffe auf kommunalen Kläranlagen



Abbildung 10: Kläranlagenstandorte mit einer vierten Reinigungsstufe in Deutschland

Elimination anthropogener Spurenstoffe auf kommunalen Kläranlagen (Günthert und Rödel 2013, 44)

Elimination anthropogener Spurenstoffe auf kommunalen Kläranlagen

6.1 Baden-Württemberg

In Baden-Württemberg sind bereits seit mehr als zehn Jahren die drei kommunalen Kläranlagen in Albstadt-Ebingen (150.000 EW), Albstadt-Lautlingen (36.000 EW) sowie Hechingen (57.200 EW) mit Aktivkohleabsorptionsfiltrationen ausgerüstet (Gönner, 2010). Ursprünglich wurden die Reinigungsstufen errichtet, um farbiges Textilabwasser mit zu behandeln. Da es sich im Wesentlichen um dasselbe Reinigungsverfahren wie für Spurenstoffe handelt, können auch diese Stoffe wirkungsvoll eliminiert werden (Gönner, 2010). Derzeit befinden sich auf sechs weiteren Kläranlagen in Baden-Württemberg Aktivkohleabsorptionsstufen in Betrieb, Planung oder Bau. Es handelt sich um die Kläranlagen:

- des Abwasserzweckverbands (AZV) Mariatal in Ravensburg (Ausbaugröße 170.000 EW, in Bau)
- des AZV Kressbronn-Langenargen in Langenargen (30.000 EW, Betrieb)
- des AZV Stockacher Aach in Stockach (43.000 EW, in Betrieb)
- des ZV Böblingen-Sindelfingen in Sindelfingen (250.000 EW, in Betrieb)
- des ZVK Steinhäule in Ulm/Neu-Ulm (445.000 EW, in Bau)
- sowie die Kläranlage Mannheim (725.000 EW, in Betrieb).

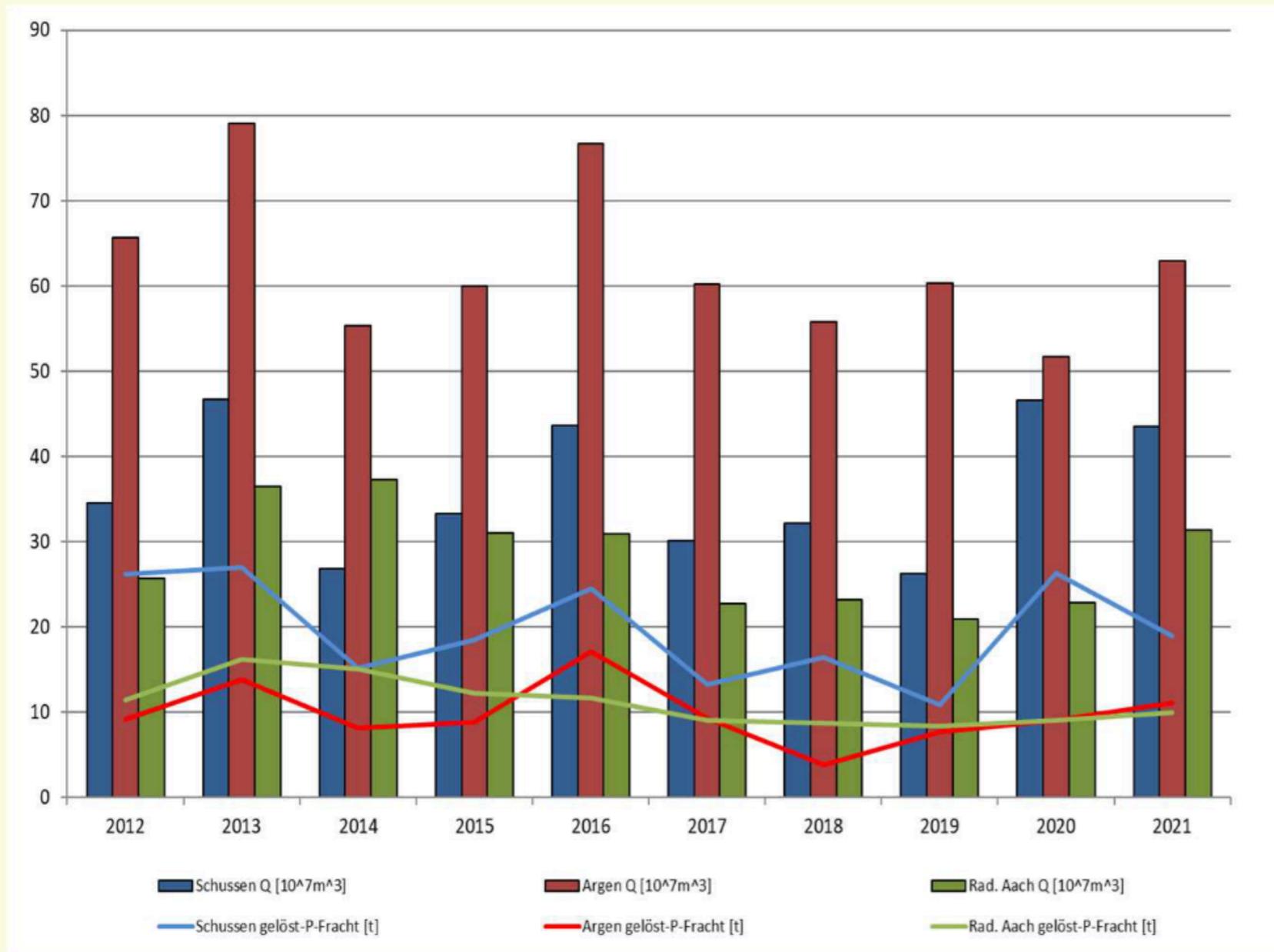
Elimination anorganischer Spurenstoffe auf kommunalen Kläranlagen

- ❖ Die Untersuchungsergebnisse der IGKB Studie zeigen zwar eine Reduktion organischer Spurenstoffe auf, jedoch ist die Phosphorfracht der Schussen immer noch im Kontext der Eutrophierungsdebatte zu hoch und führt zu den negativen Auswirkungen im Flussdelta...
- ❖ Die Kapazitäten der Kläranlage(n) im Schussental ist zu gering dimensioniert
- ❖ Die AWA besitzt immer noch keine 4. Reinigungsstufe Stufe
- ❖ Die unterschiedlichen Positionierungen der politisch verantwortlichen Akteure (vgl. ISF vs. RP Tübingen, UM Baden-Württemberg) sind in in diesem Kontext nicht zielführend sondern behindern eine nachhaltige Lösung.
- ❖ Für die Betroffenen Anrainer (vgl. Algendilemma, Geruchsbelästigung etc.) ein unzumutbarer Zustand.

Langzeituntersuchung baden-württembergischer Bodenseezuflüsse auf Hauptionen und Nährstoffe

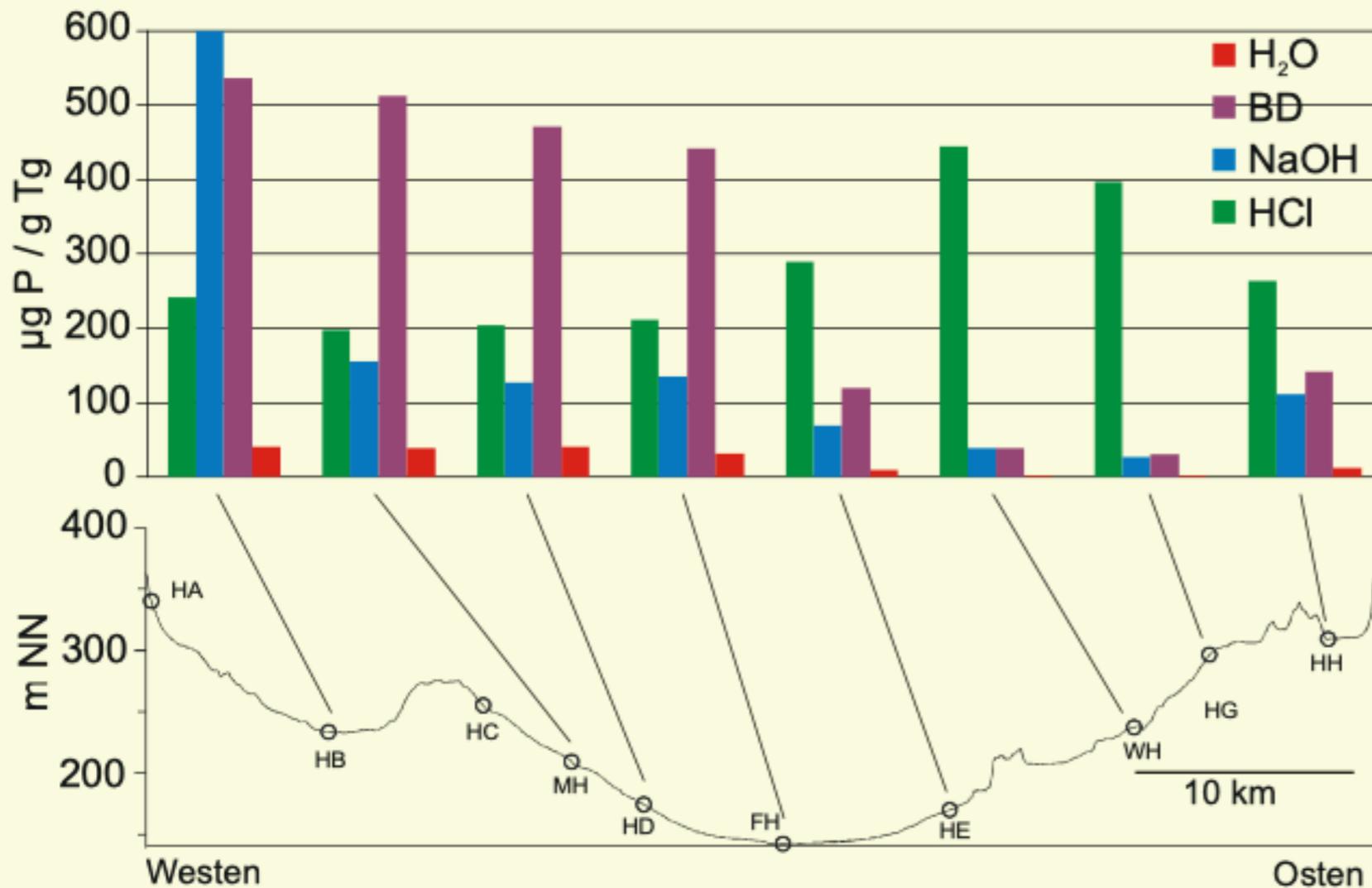
Jahr Parameter	Schussen					Argen					Radolfzeller Aach				
	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21	17	18	19	20	21
Q Jahr [m³/s]	6,8	6	6,4	9,6	8,8	12,1	10,3	12	12	12,6	6,6	6,3	6,4	6,4	8,3
Leitf. [µS/cm]	519	526	535	531	534	406	386	414	414	413	495	492	469	484	469
pH	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,3	8,4	8,3	8,3	8,3	8,4	8,4	8,3	8,4	8,3
PO ₄ -P [µg/L]	38	44	35	46	36	10	3	8	11	8,7	39	34	36	36	28
gelöst -P [µg/L]	44	51	41	56	44	15	7	13	18	12,3	40	38	40	40	32
gesamt-P [µg/L]	338	447	220	279	232	51	28	34	55	40,9	65	56	59	69	60
NO ₂ -N [µg/L]	15	12	17	13	10	8	9	11	10	6	8	7	9	9	3
NO ₃ -N [mg/L]	3,3	3,4	3,4	3,4	3,7	1,6	1,3	1,7	1,5	1,5	2,6	2,8	2,5	2,8	2,9
NH ₄ -N [µg/L]	18	11	18	13	20	13	11	5	10	10	10	<9	<9	<9	<9
Alkalinität [mmol/L]	5,1	4,9	4,8	5	5,2	4,3	4,1	4,2	4,3	4,5	3,6	3,8	3,5	3,4	3,7
Härte [mmol/l]	2,8	2,7	2,7	2,8	2,9	2,3	2,1	2,2	2,3	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,3
Chlorid [mg/L]	26	27	30	24	28	12	16	14	12	13,1	42	36	40	41	33
Sulfat [mg/L]	18	18	24	20	20	7	8	9	8	6,3	33	32	31	32	26

Langzeituntersuchung baden-württembergischer Bodenseezuflüsse auf Hauptionen und Nährstoffe



aus 2 to P können 1000 to Algen entstehen!

Phosphorfraktionen



mobilisierbar, eisengebunden **nicht mobilisierbar, säurelöslich**

- Reoligotrophierung in Sedimenten nur mit großer Verzögerung
- Gute Sauerstoffversorgung erhöht Phosphor-Bindekapazität
- hohes Potential von mobilisierbarem Phosphor; kann unter ungünstigen Sauerstoffbedingungen interne Düngung bewirken

Quelle: IGKB 2009

Sedimente an der Schussenmündung

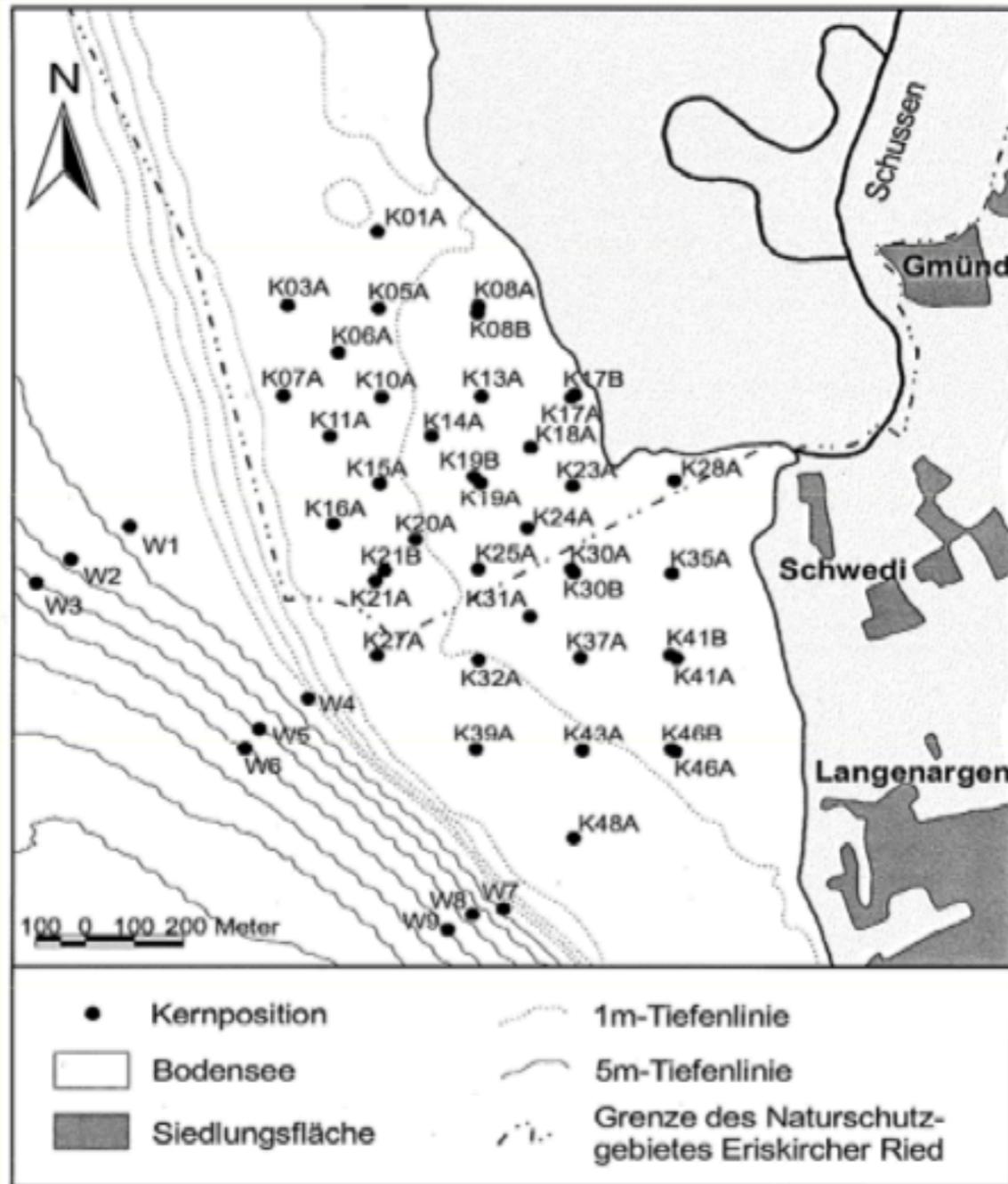


Abb. 4.1: Verteilung der Sedimentkernentnahmestellen

Quelle: Ohm 2002

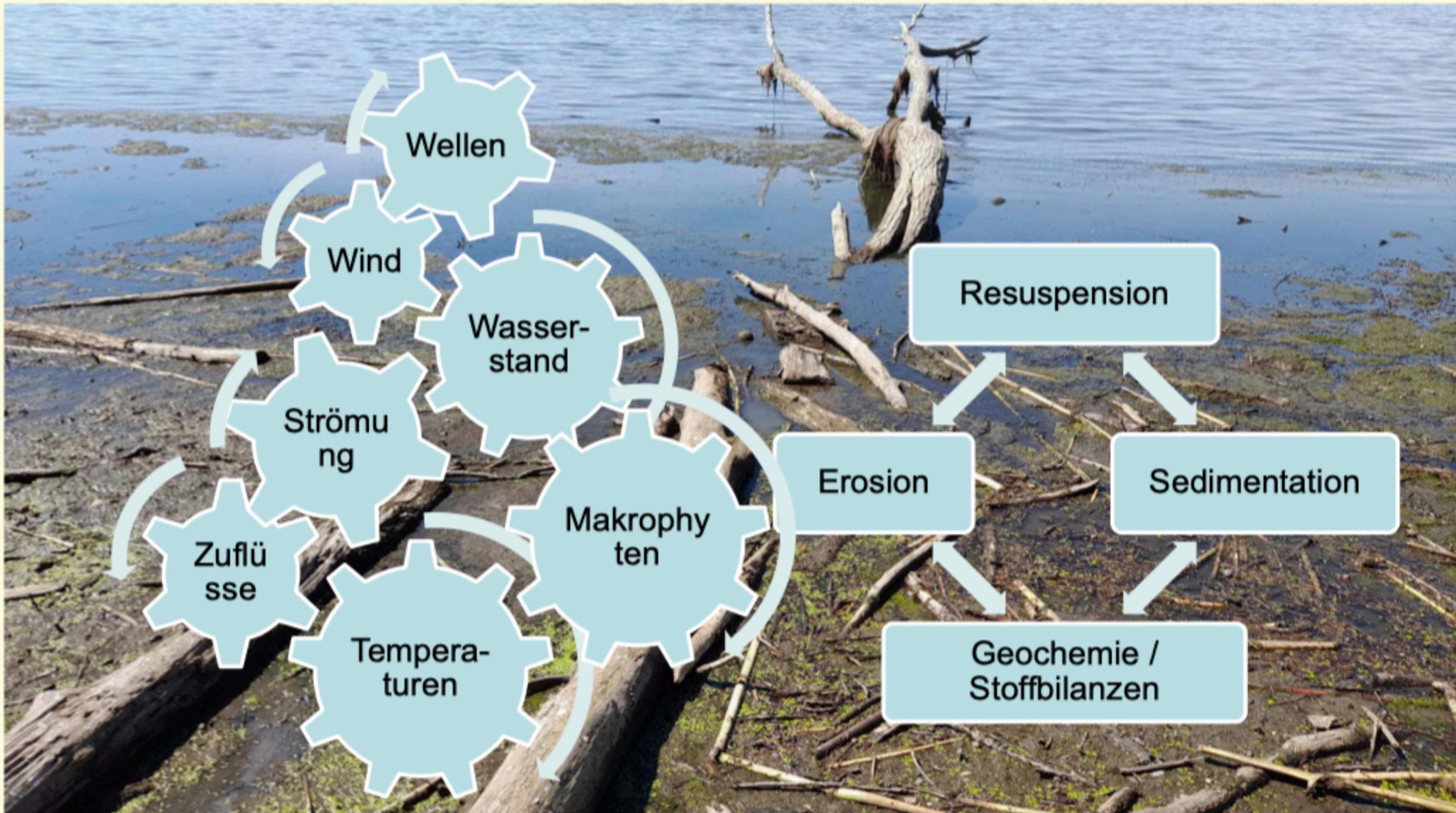
Diplomarbeit

vorgelegt von

Kerstin Ohm

aus
Bad Arolsen

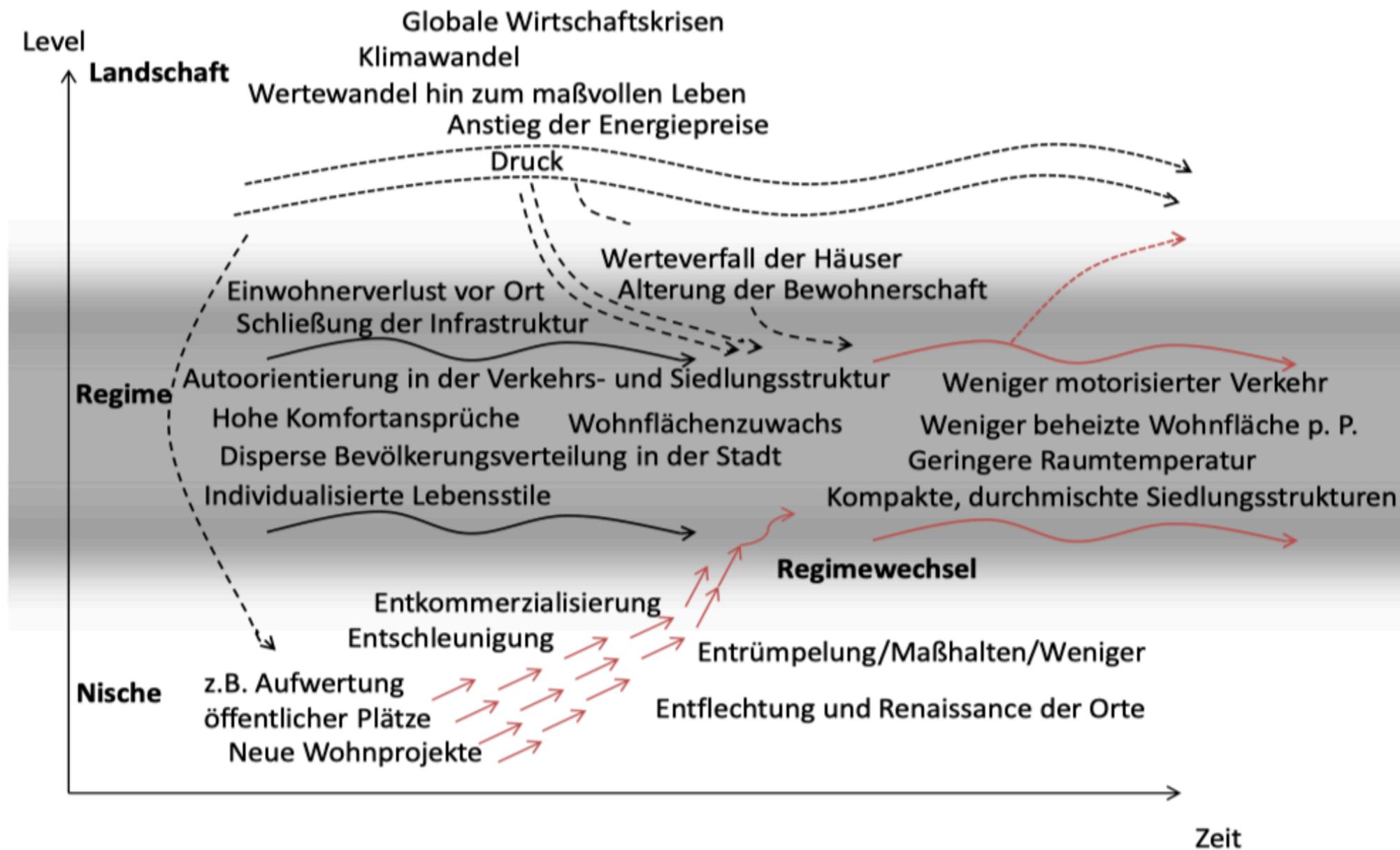
angefertigt am
Geowissenschaftlichen Zentrum der Georg-August-Universität
Göttingen



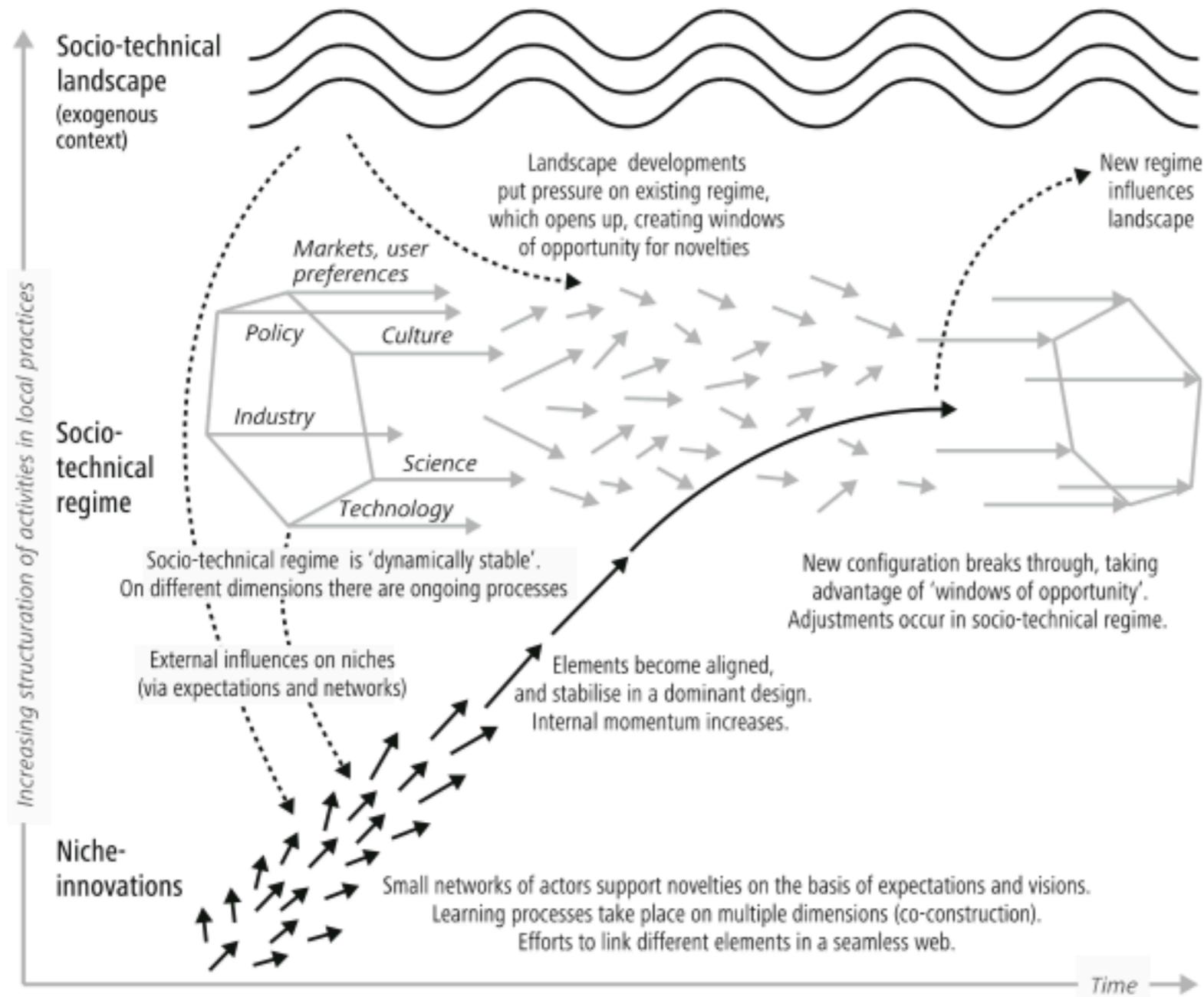
Sediment in der Flachwasserzone

- hohe Temperaturen – anaerobe Aktivität
- Sauerstoffmangel, -defizit
- ggfls. Mobilisierung Nährstoffe

Multilevel Perspektive auf das Untersuchungsfeld Energiesuffizienz in der Stadtentwicklung (Gröne 2016, 53)

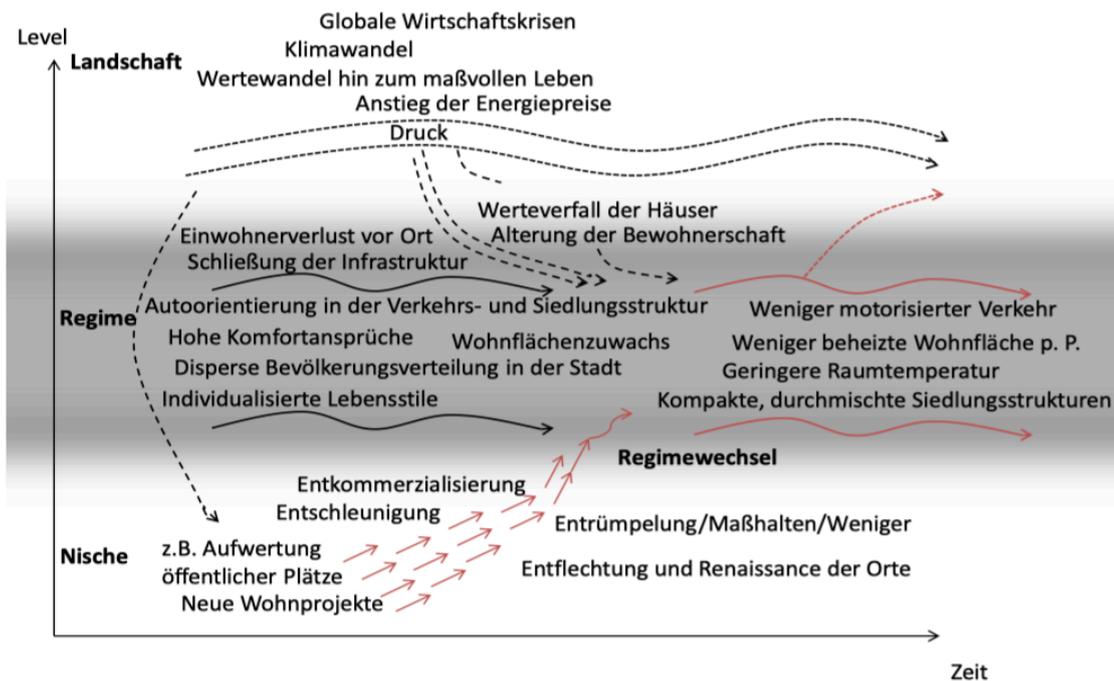


Exkurs - The multilevel perspective on system transformation



Source: Geels and Schot 2010:25, cit in Göpel 2016, 21

Diskussion - Offene Fragen



Sediment in der Flachwasserzone

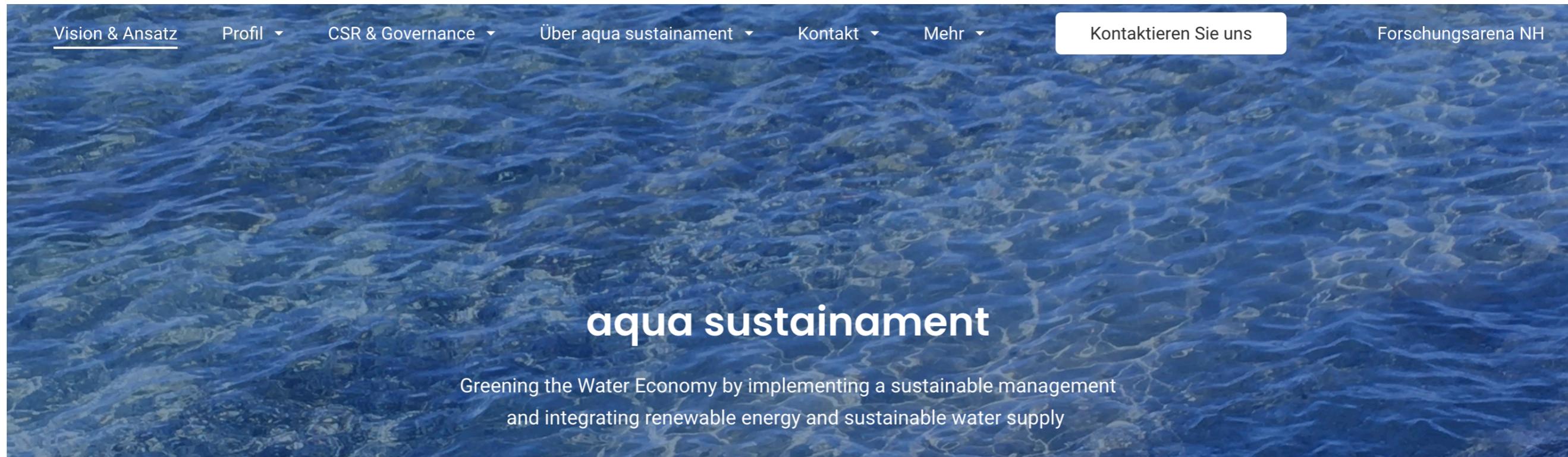
- hohe Temperaturen – anaerobe Aktivität
- Sauerstoffmangel, -defizit
- ggfls. Mobilisierung Nährstoffe

LU:W

--- > Wie geht es weiter ?

- Wie werden die wissenschaftlichen Erkenntnisse in politisches Handeln transformiert ?
- Inwieweit wird das Aktionsbündnis BIRDS hier aktiv in den Diskurs eingebunden ???

Herzlichen Dank für Ihre geschätzte Aufmerksamkeit



Dr. Thomas Pieper
MBA Sustainability Management
Founder aqua sustainament
Senior Researcher
+49 160 91268288

<https://www.aquasustainament.net/>