

Munter wie ein Fisch im Wasser:

SchussenAktivplus – ein Projekt zur Relevanz von Spurenstoffen und Keimen für Mensch und Umwelt



Rita Triebskorn

Physiologische Ökologie der Tiere, Universität Tübingen

Zentralklärwerk Pfügelberg, Wangen , 15. 4. 2015



GEFÖRDEBT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



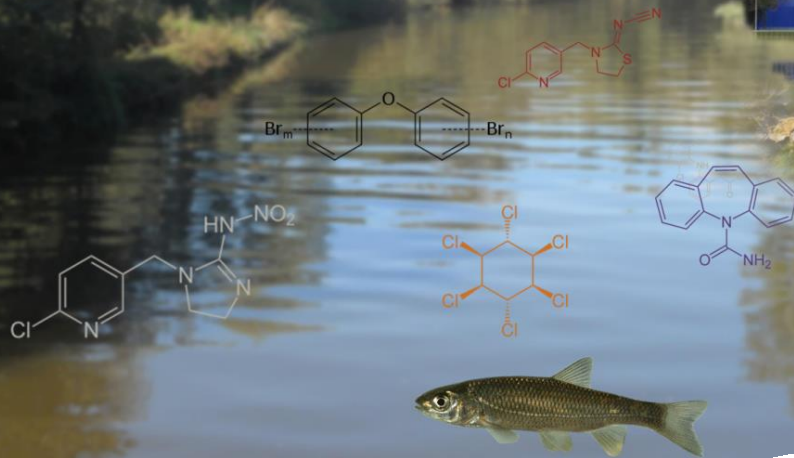
Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR UMWELT, KLIMA UND ENERGIEWIRTSCHAFT

NaWaM
Nährstoffmanagement



RiSKWa
Risikomanagement von neuen Schadstoffen und
Kombinationen in Wasserqualität

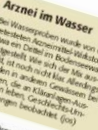


Leipzig. Pestizide sind ein größeres Problem als angenommen. Das geht aus einer Studie der Universität Leipzig hervor. In der Studie wurden 500 organischen Substanzen in der Elbe und in anderen großen europäischen Flüssen untersucht. Dabei wurde festgestellt, dass 38 Prozent dieser Chemikalien in der Elbe vorkommen, bei denen Wirkungen auf Fische beobachtet wurden. Die Forscher warnen vor einer weiteren Verschärfung der Kontrollen.

Arzneimittel wirken in geringsten Mengen, sind meist gut wasserlöslich und lange haltbar. Pech für die Umwelt?
Von Martin Ebner

Chemie im Wasser
DIE UNSICHTBARE BEDROHUNG

Arzneimittel-Rückstände: Land investiert in Kläranlagen – Nicht alle Betreiber sind begeistert



„Wir müssten die Abwassergebühren erhöhen.“

Ute Herzig, Ent-
gung

Millionen Euro sollen in ein „Sonderprogramm Bodensee“ fließen. Umweltministerium in Stuttgart teilt: „Es liegen wissenschaftliche Erkenntnisse vor, nach denen die Auswirkungen der Verschmutzung des Bodensees auf die Fischerei und die Gesundheit der Bevölkerung nicht wie Missverständnisse zu beseitigen sind.“

emie im V
ARE B

NSICHTBARE B

Hintergrund 1: Spurenstoffe im Wasserkreislauf

Stuttg. Ztg., 16. Aug. 2012

Bodensee zu sauber – Fischer in Not

LANGENARGEN (lsw). Fischer am Bodensee schlagen Alarm. In einem offenen Brief an die Landesregierung beklagen sie Ertragseinbrüche wegen des zu geringen Phosphatgehalts im See. „Tagesfangerträge unter zehn Kilo sind keine Seltenheit und decken nicht einmal die Kosten der Fischer“, teilte der Vorsitzende des Württembergischen Fischervereins, Norbert Knöpfler, mit. „Normalerweise haben wir im August 30 bis 50 Kilogramm pro Kubikmeter.“ Wegen des niedrigen Phosphatgehalts fehlten den Fischen Nährstoffe, sie langsamer wachsen lassen. „Wir wollen wir auch einen sauberen See mit einem Phosphatgehalt von Milligramm pro Kubikmeter, das ist schwierig für die Fische, und liegt schon unter sechs.“

Nährstoffe

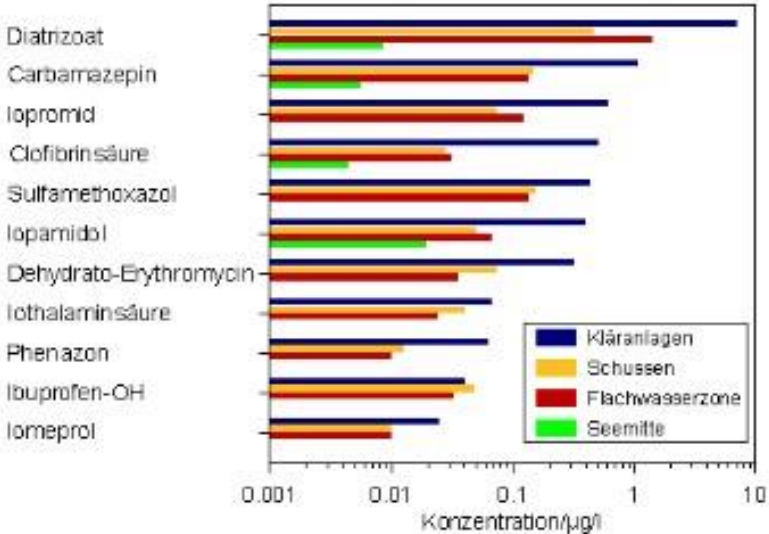
Tagblatt, 29. Feb. 2012

Neues Projekt soll die Schussen sauberer machen

In Kläranlagen an der Schussen testen Wissenschaftler neue Technologien, um Keime und Arzneimittelrückstände aus dem Abwasser zu entfernen.

RAIMUND WEIBLE

Spurenstoffe



Veränderung der Verbrauchsmenge zwischen 2002 und 2009

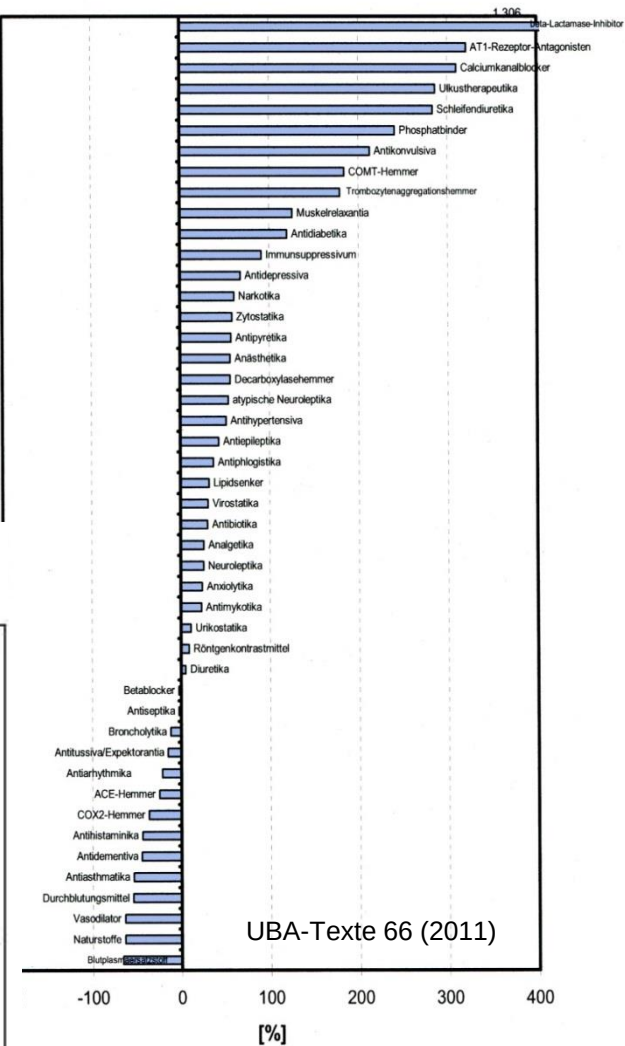
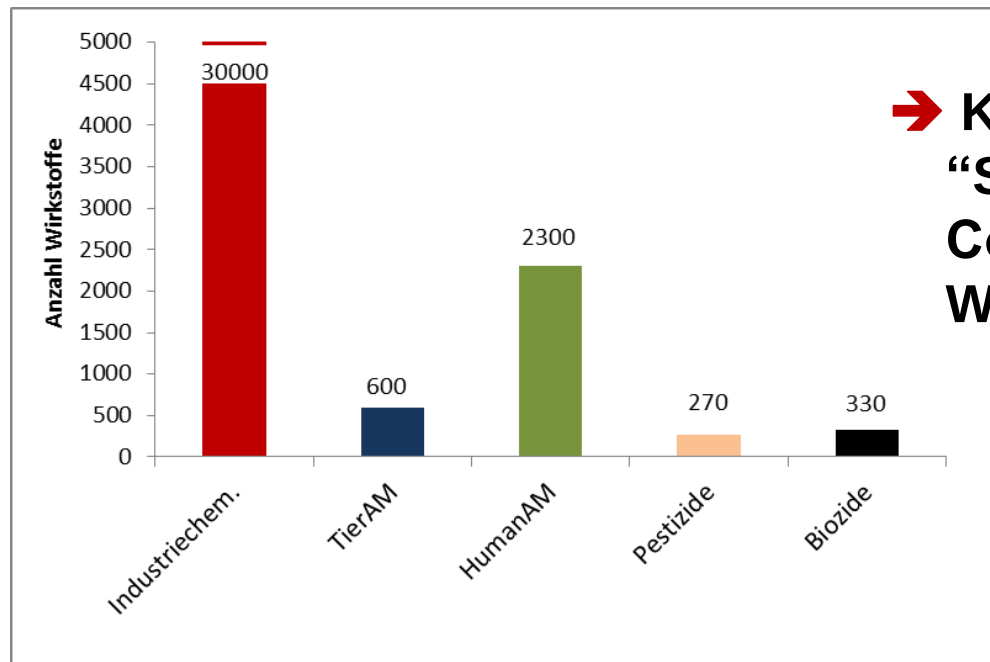
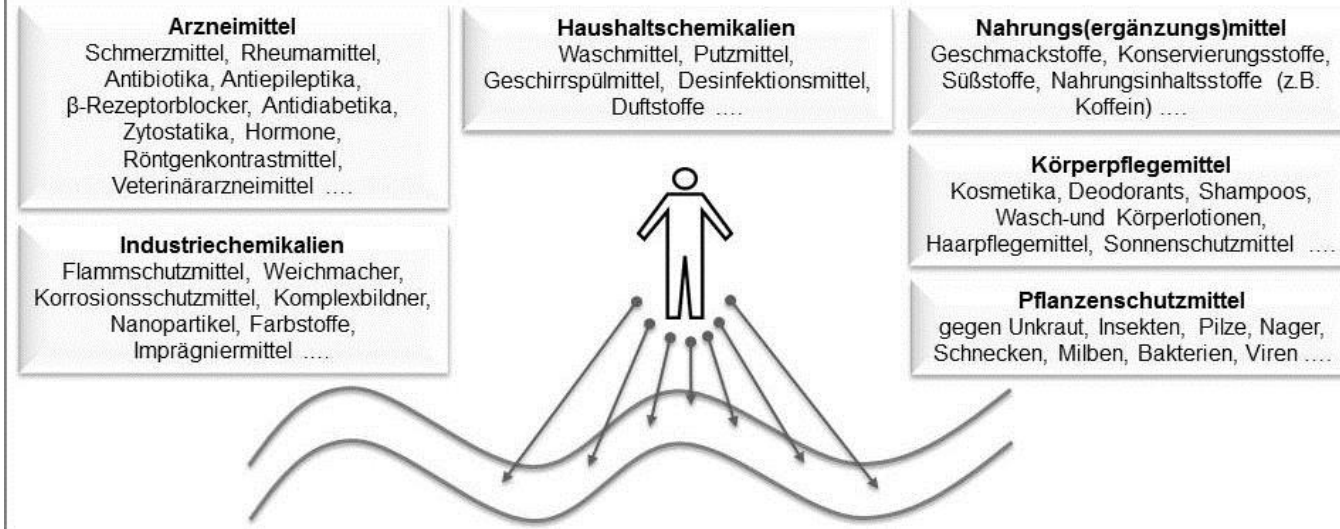


Fig 2: Prozentuale Veränderung der Verbrauchsmenge differenziert nach Wirkstoffgruppen zwischen 2002 und 2009

Hintergrund 1: Spurenstoffe im Wasserkreislauf



→ **Komplexer
“Spurenstoff-
Cocktail” im
Wasserkreislauf**

Hintergrund 2: Bakterien im Wasserkreislauf



➔ **Komplexer “Cocktail” mit resistenten und nicht-resistenten Bakterien im Wasserkreislauf**

Bedeutung von Regenüberlaufbecken!

Hintergrund 3: Negative Entwicklung der Fischbestände

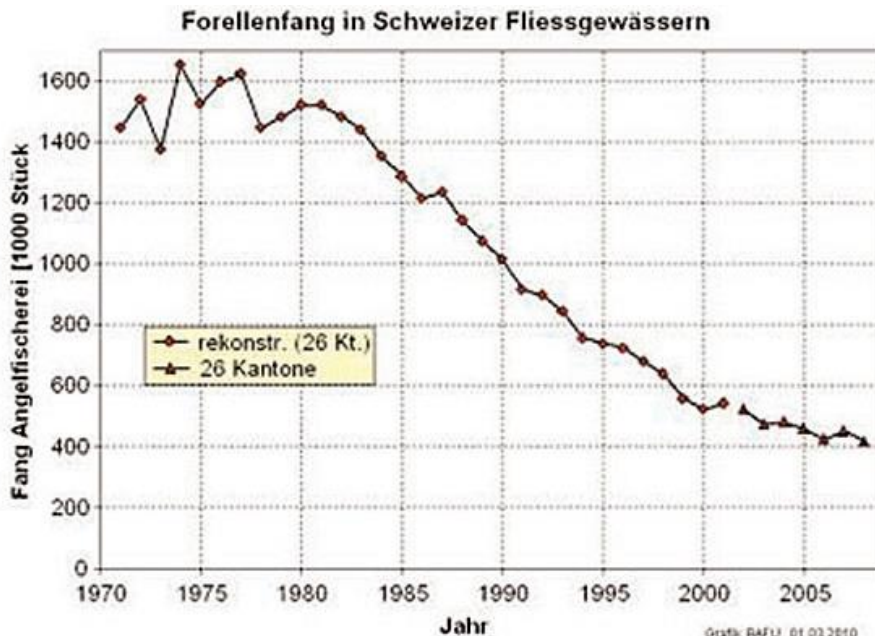


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

Forellenfang in Schweizer Flüssen drastisch zurückgegangen

Bern, 29.12.1999 - Innerhalb von zehn Jahren ist die Anzahl der in Schweizer Fließgewässern gefangenen Forellen drastisch zurückgegangen. Gemäss den vom BUWAL ausgewerteten kantonalen Statistiken sanken die Fangerträge von einer Million in der Mitte der 80er Jahre auf 580 000 im Jahre 1996. Dies entspricht einer Verminderung um 42%. Besonders betroffen sind die Flüsse der Voralpen und des Mittellandes. Was sind die Ursachen? Die ForscherInnen haben noch keine wissenschaftlich gesicherten Ergebnisse. Ein vom BUWAL und der EAWAG durchgeführtes Untersuchungsprogramm soll Aufschluss geben über die Ursachen.



Schwarze Forellen, z.B. in der Argon

➔ **Verbindung zu
Spurenstoffen /
Krankheitserregern?**

EU-Wasserrahmenrichtlinie:

“Guter chemischer und ökologischer Zustand” bis Ende 2015

- Regulation prioritärer Substanzen
- Regulation der “Spitze des Eisbergs”

Vorsorgeprinzip

UNCED Kapitel 35 Absatz 3 der Agenda 21: *„Angesichts der Gefahr irreversibler Umweltschäden soll ein Mangel an vollständiger wissenschaftlicher Gewissheit nicht als Entschuldigung dafür dienen, Maßnahmen hinauszuzögern, die in sich selbst gerechtfertigt sind.“* ➔ **Wenn Risiko nicht auszuschließen ist, muss gehandelt werden!**

"Unknowns / Lessknowns" aktuell im Blickpunkt:

- Direkte und indirekte Effekte von Spurenstoffen in Ökosystemen
- Effekte von Mischungen von Umweltschadstoffen
- Auftreten und Schicksal von (multi-resistenten) Keimen im Wasserkreislauf
- Sedimente als Senken für Krankheitserreger

Hintergrund 5: Was wird getan / kann getan werden?

Aktivitäten an der Quelle

z.B. Arzneimittel: **Weniger / bedacht benutzen; richtig entsorgen!!**

Aktivitäten „end of the pipe“

Aufrüstung von Kläranlagen und RÜB mit neuen Technologien

➡ BMBF Fördermaßnahme RiSKWa „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf“





21 Projektpartner

6 Universitäten: U Tübingen, U Frankfurt/Main, KIT Karlsruhe, U Stuttgart, U Brno, U Avignon

2 Forschungsinstitute: ISF Langenargen, TZW Karlsruhe

6 Firmen: Jedele & Partner GmbH Stuttgart, Ökonsult GbR Stuttgart, BBW Achberg, GÖL Starzach, Hydra Konstanz, Steinbeis-Donau-Zentrum

4 Städte/Kommunen: Ravensburg, Eriskirch, Tettnang, Merklingen

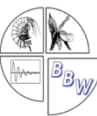
2 Abwasserzweckverbände: AZV Mariatal, AV Unteres Schussental

Land Baden-Württemberg: Regierungspräsidium Tübingen



ÖKONSULT

GÖL
STARZACH



SchussenAktivplus: Projektkosten und Laufzeit



Projektkosten: Gesamt 2,7 Mio. €

BMBF: ca. 2,3 Mio.€

Land Baden-Württemberg ca. 240.000 €

Eigenanteile:

Jedele & Partner GmbH

Ökonsult GbR

Stadt Ravensburg

AZV Mariatal

AV Unteres Schussental

Laufzeit:

Januar 2012 – Juni 2015 (Juni 2016)



ÖKONSULT

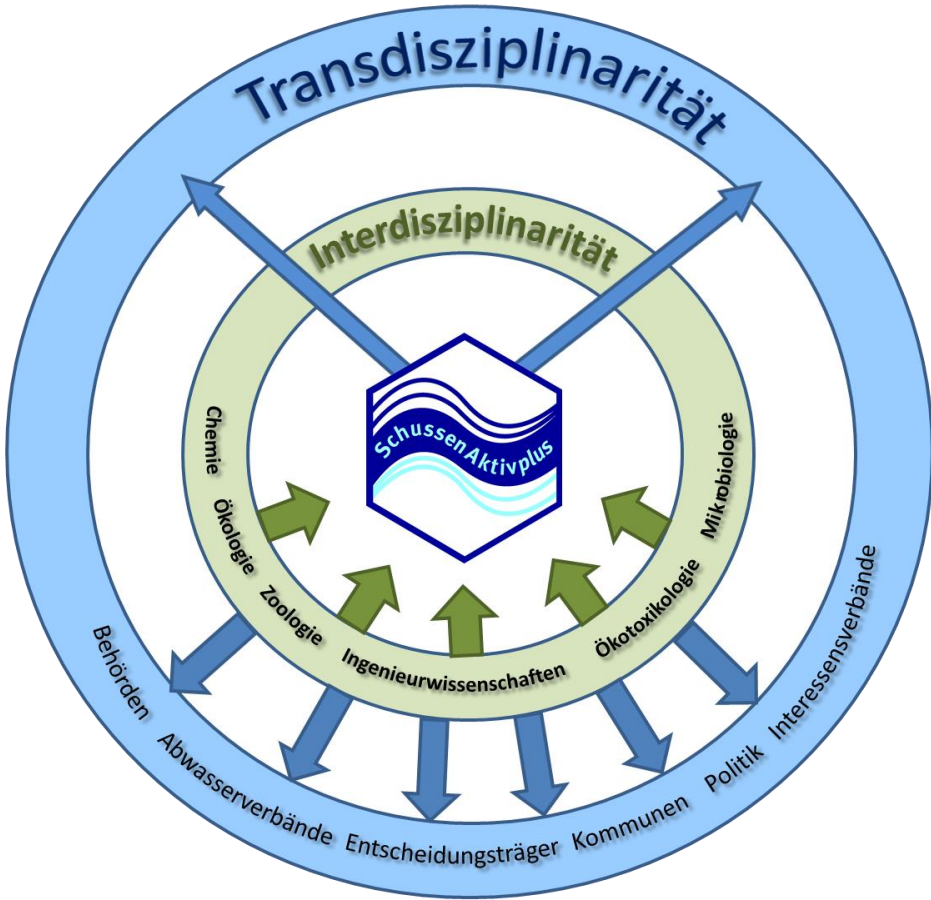
GÖL
STARZACH



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN



Besondere Attribute von SchussenAktivplus



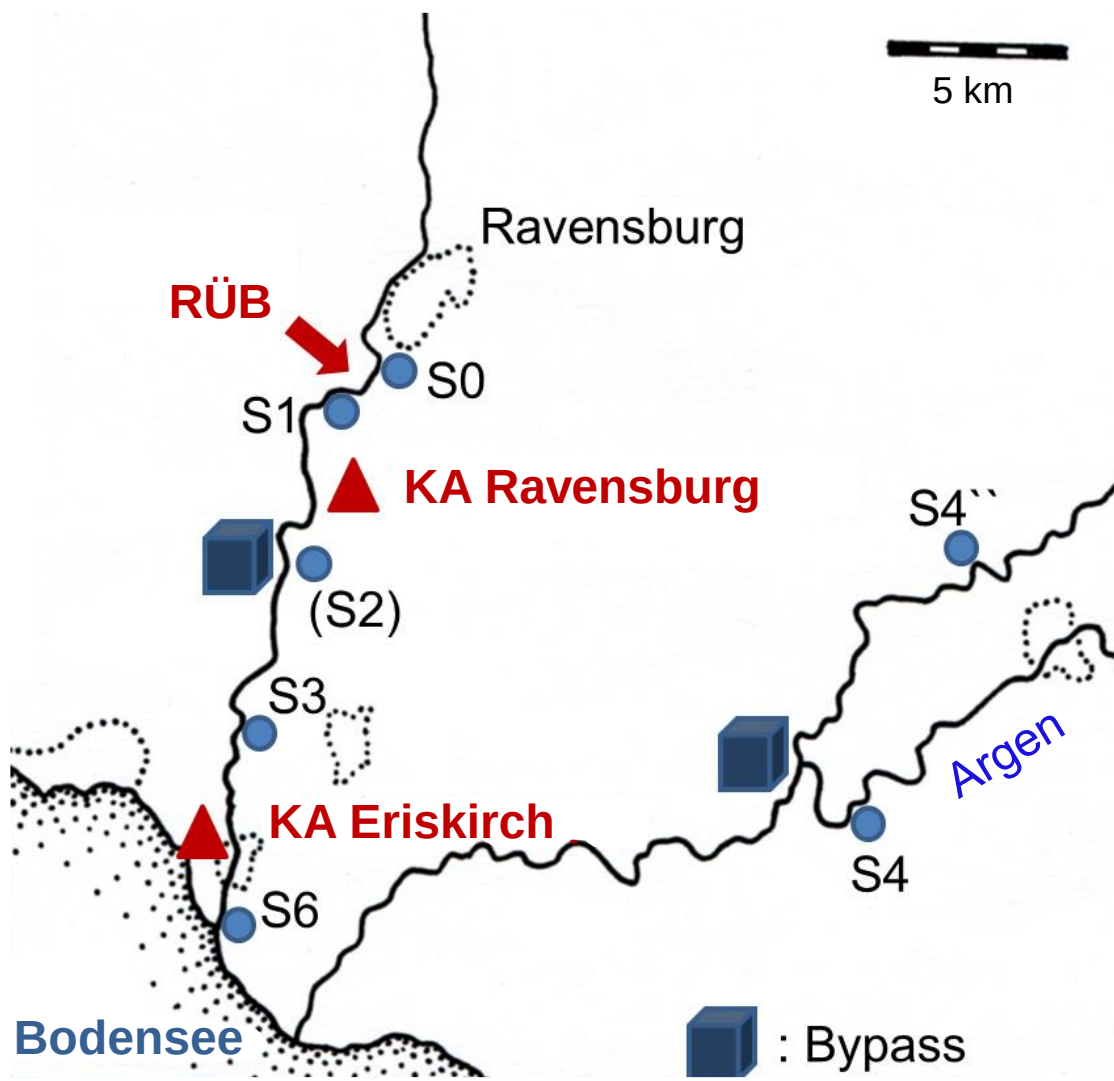
Warum die Schussen?



- ❖ Bedeutender Zufluss des Bodensees
 - ➔ Trinkwasser
 - ➔ Badegewässer / Naherholungsgebiet
- ❖ Schussenmündung: Eriskircher Ried
 - ➔ Naturschutzgebiet
- ❖ Modell für ein Gewässer mit dicht besiedeltem Einzugsgebiet

Photo: Thorbecke

- ➔ **Bedeutung von Spurenstoffen und Keimen**
- ➔ **Im Fokus: Schutz des Ökosystems und der menschlichen Gesundheit**



1. Wie effizient reduzieren neuartige Technologien zur Reinigung von Abwasser und Mischwasser
 - nicht-resistente und resistente Keime,
 - Spurenstoffe sowie
 - toxische und hormonelle Wirkpotentiale in Abwasserproben, Oberflächenwasser und Sedimenten?
2. Worin besteht der Vorteil dieser neuen Technologien für das Einzugsgebiet der Schussen?
3. Profitiert das Ökosystem der Schussen vom Ausbau einer Kläranlage mit PAK?
 - ➔ Verbesserung des Gesundheitszustandes von Fischen und Fischnährtieren?

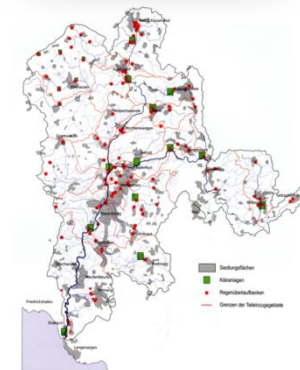
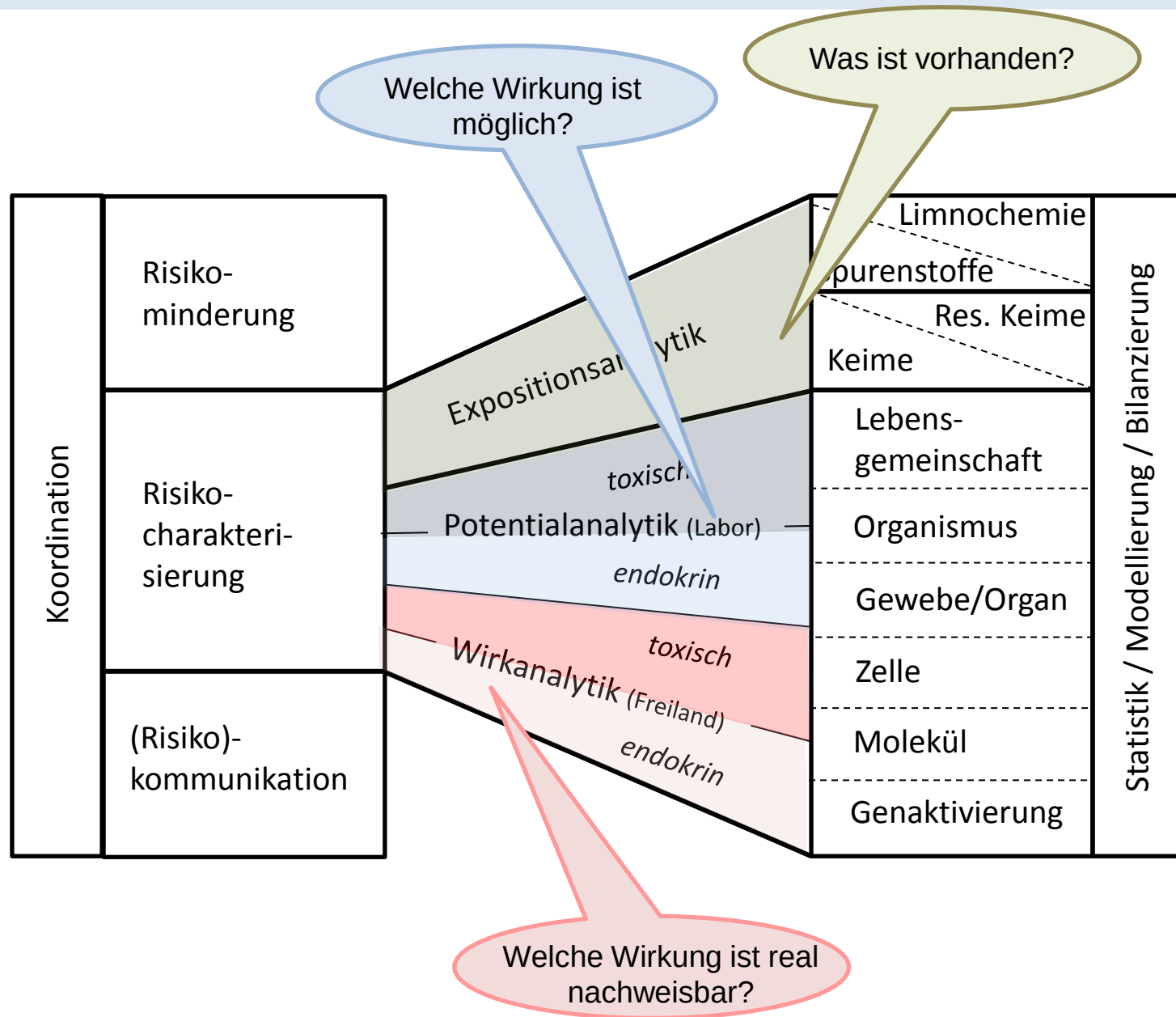
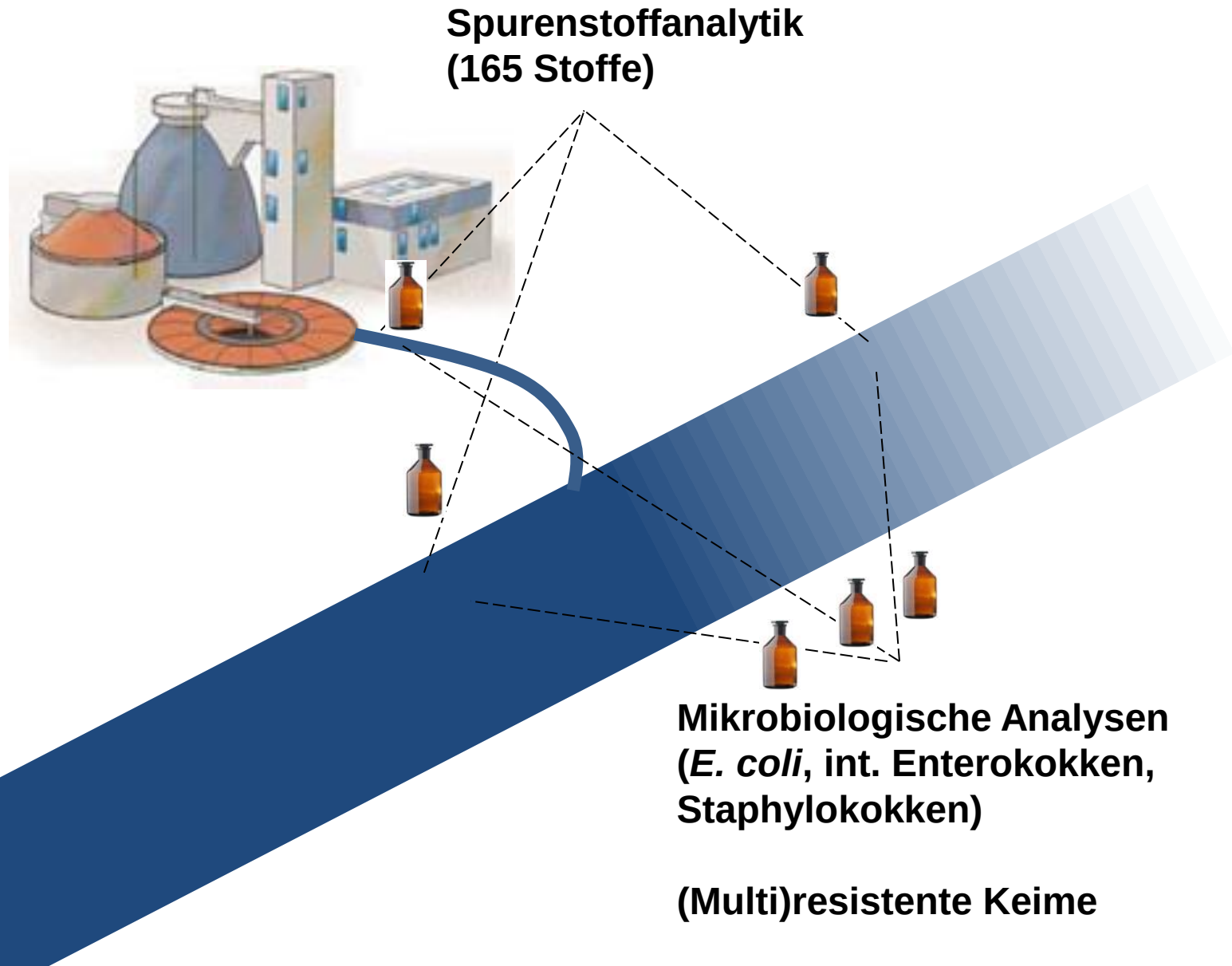


Abb. 4.7: Einreichungen der Darstellungsleistung und Messleistung im Einzugsgebiet der Schussen (Stand 2008, Quelle: [1])



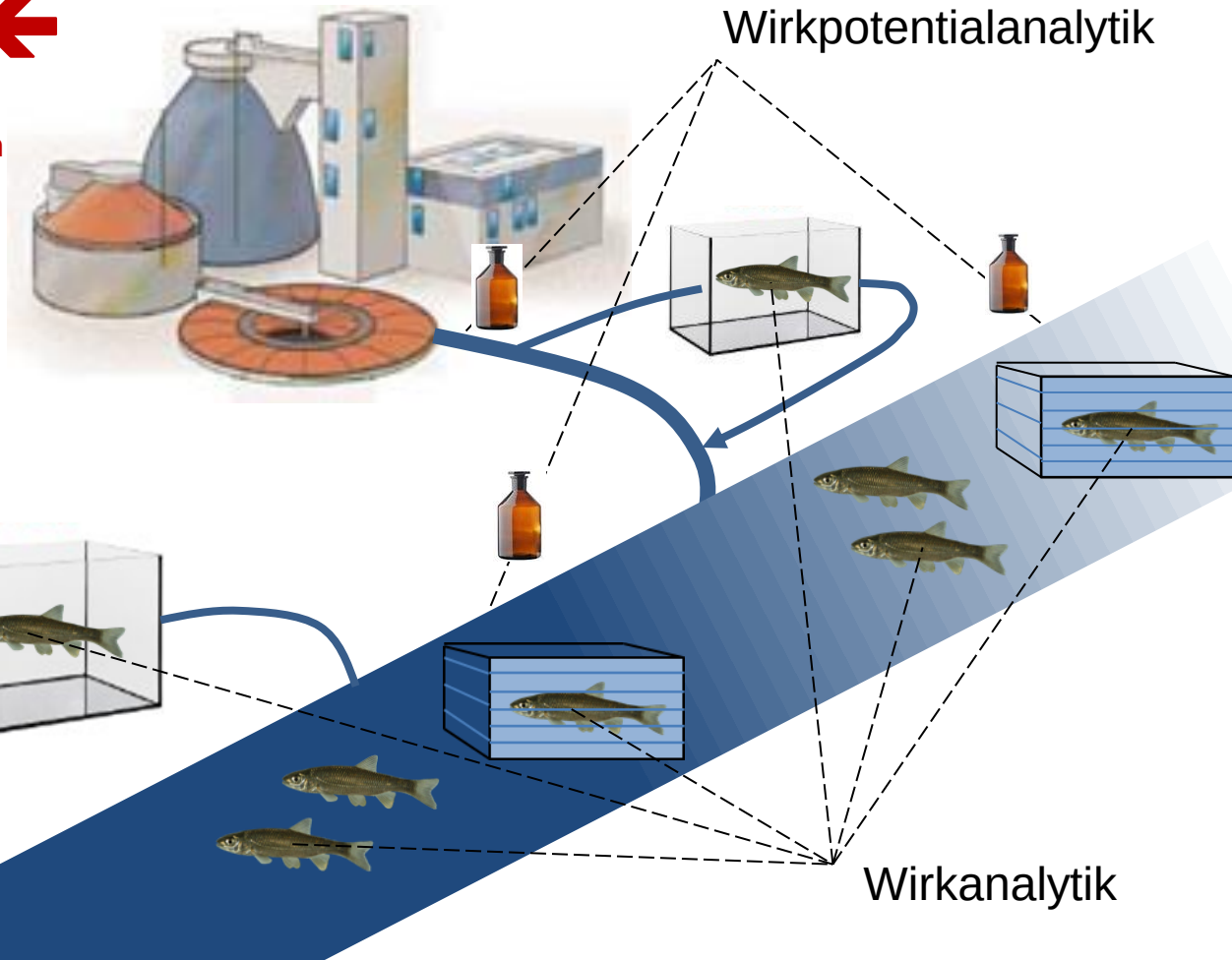




Biotests ←

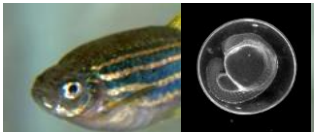
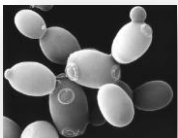
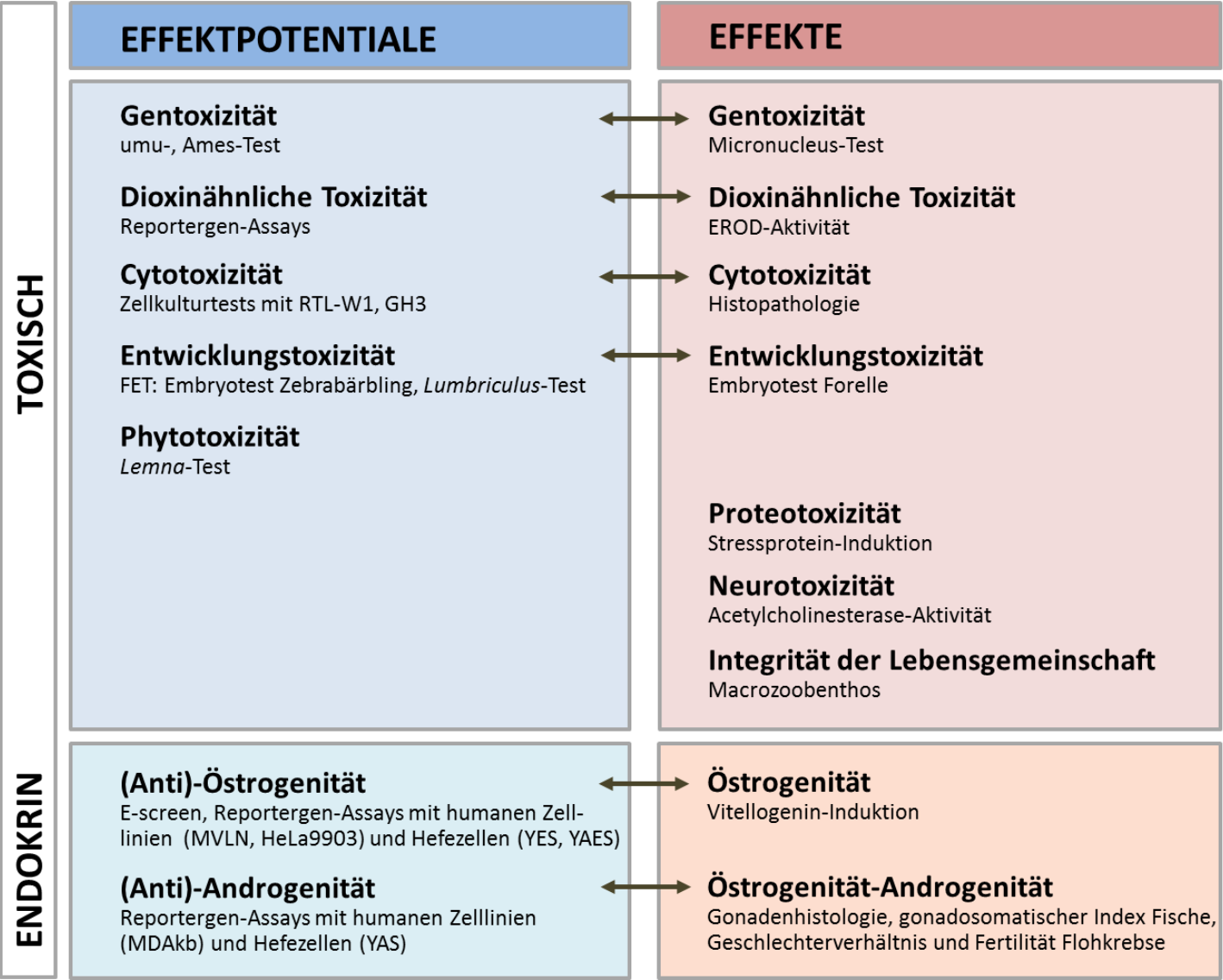
Labor

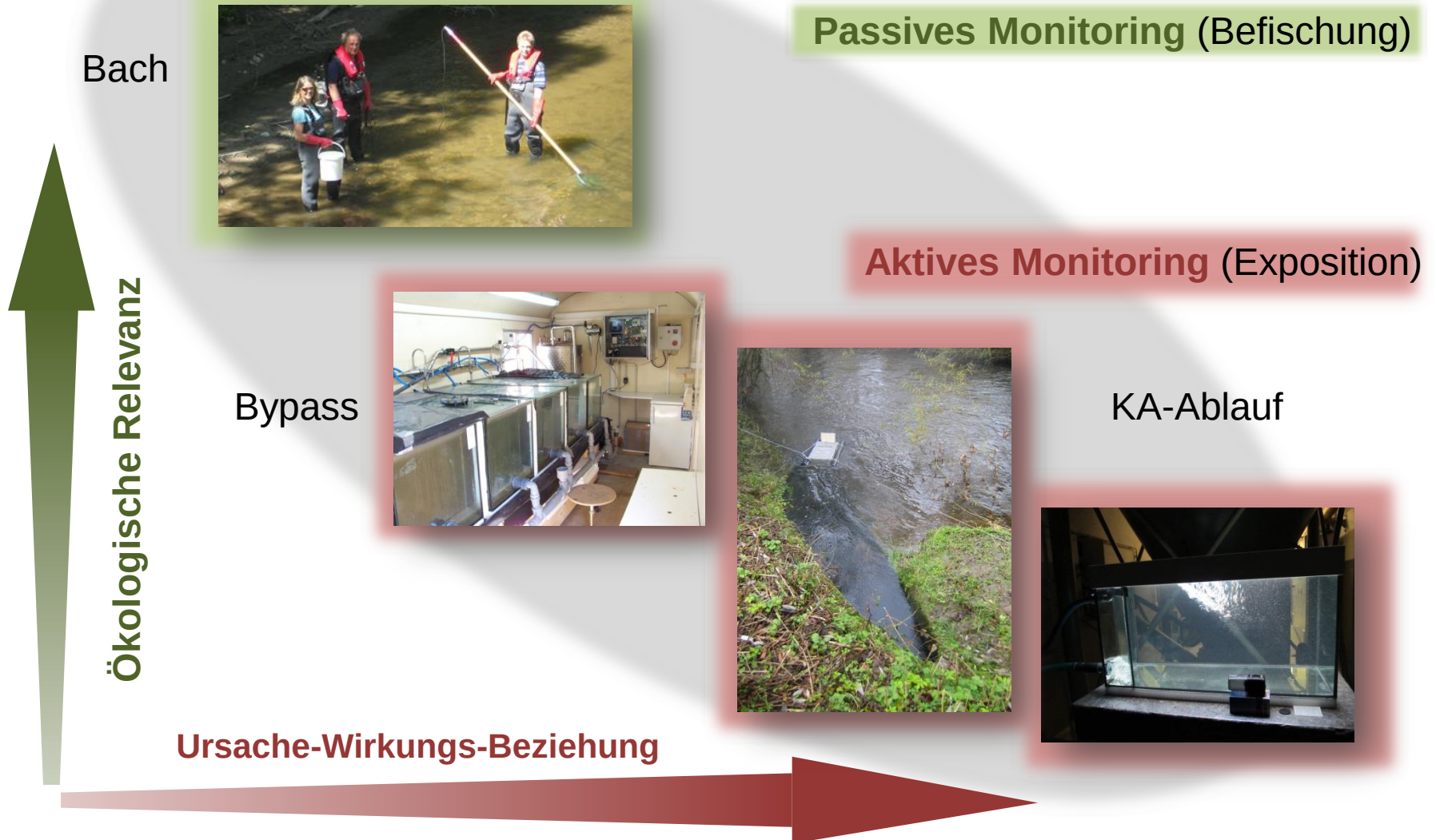
Mensch und Ökosystem



→ Biomarker

Freiland
Ökosystem





Projektstruktur: Testorganismen

Passives Monitoring			 Flohkrebse	EFFEKTE
Aktives Monitoring		 Forellen	 Flohkrebse	
Laborversuche	 Eier Zebra- bärbling	 Zwergdeckelschnecken	 Glanzwurm Wasserlinsen	WIRK- POTENTIALE

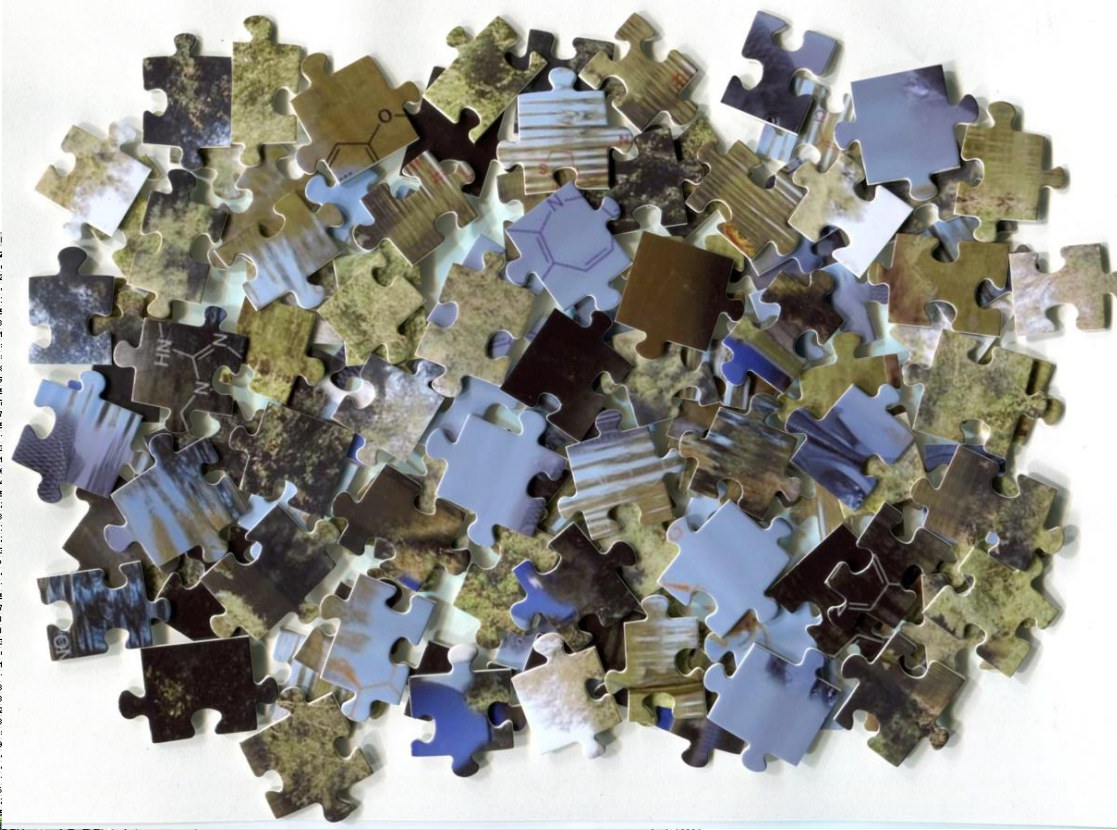


plus zahlreiche *in vitro* Testsysteme mit Hefen und menschliche Zellen

Bis heute: 21 Probenahmekampagnen incl. 10 Befischungen
5 Jahre aktives Monitoring

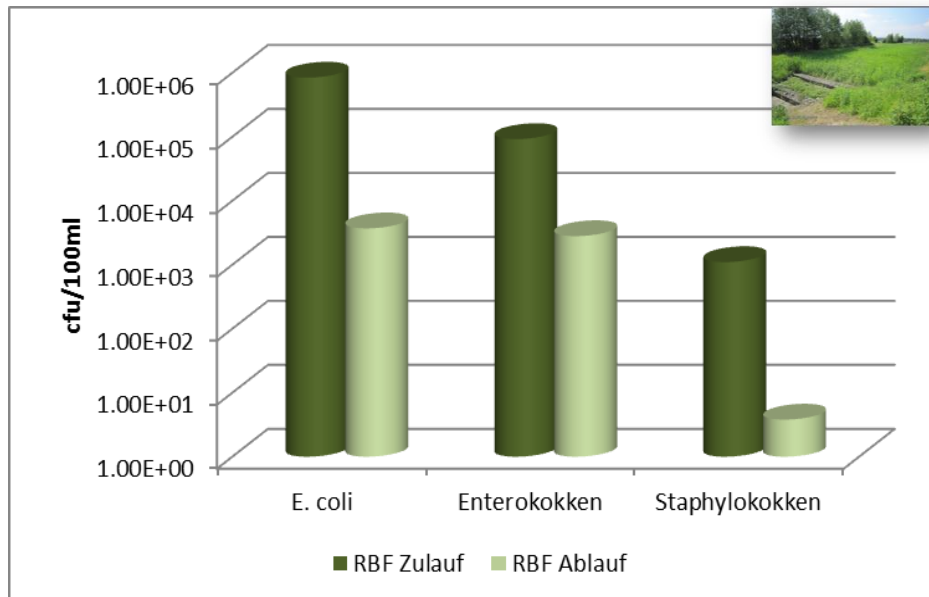
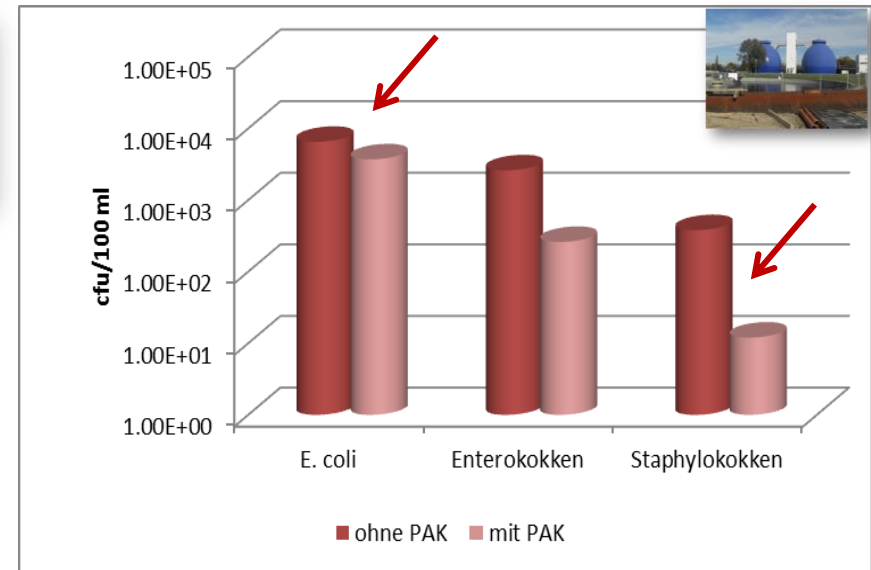
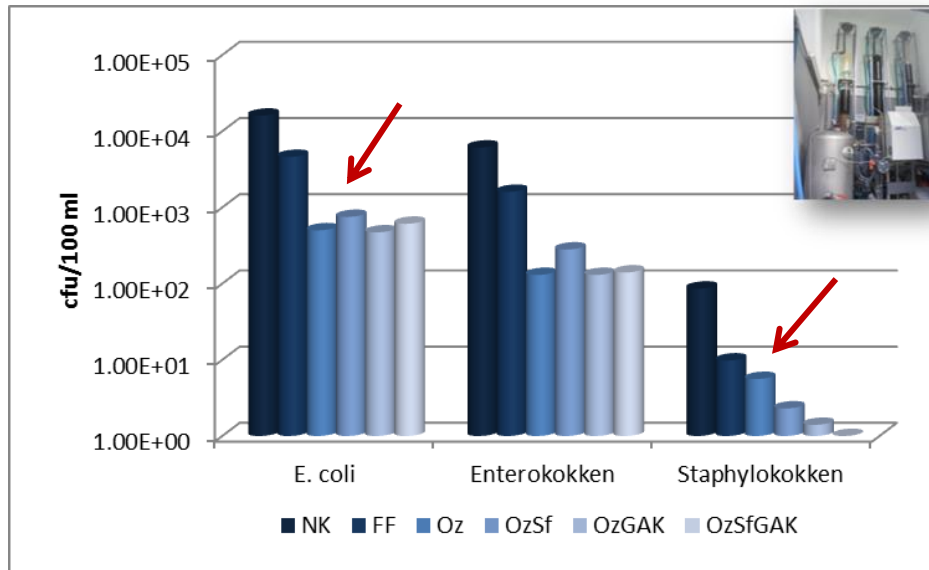
Bis heute:
~ 68.000 Datenbankeinträge
Uni-/multivariate statistische
Verfahren (PCA, RDA etc.)

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	
2	(Fort	Code	ds	Datum	Cod	Jahr	Orz	Cod	Prak	Cu	Praktstelle	Cu	Kumpu	Cod	quant	D00	T00	AK	254	SK
3	1	KMKZLSF	1	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KAMZ	Zulauf L	1	Wasser	1	3.9	14	14	22.9	2	1
4	2	KMKZLSF	2	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KAMZ	Zulauf L	2	Wasser	1	15	9.4	9.9	20.4	3	1
5	3	KERZu	3	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KARZ	Zulauf	3	Wasser	1	42	34	47	49.6	1	1
6	4	KERZu	4	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KARZ	Zulauf	4	Wasser	1	0.7	6.5	6.7	15.2	15	1
7	5	KLVZu	5	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KALW	Zulauf	5	Wasser	1	71	74	83	41	13	1
8	6	KLVZu	6	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KALW	Zulauf	6	Wasser	1	0.67	6.2	6.3	14.6	1	1
9	7	KW	7	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS0	1	Wasser	1	1.5	4.9	5	16.3	1	1	
10	8	KW	8	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS1	1	Wasser	1	1.7	5	5	16.6	1	1	
11	9	KW	9	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS3	1	Wasser	1	2.4	5.4	5.4	16.2	11	1	
12	10	KW	10	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS4	1	Wasser	1	0.71	1.6	1.9	5.2	5	1	
13	11	KW	11	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS6	1	Wasser	1	1.4	4.6	4.7	14.6	15	1	
14	12	LRBFZu	22	26.06.2012	4	Sommer	2	L	2	RBF	Zulauf	12	Wasser	1	6.4	7	8.9	12.1	11	1
15	13	LRBFZu	23	26.06.2012	4	Sommer	2	L	2	RBF	Zulauf	13	Wasser	1	0.48	2.2	2.3	6.6	7	1
16	14	LLVZu	24	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	KALW	Zulauf	14	Wasser	1	1.2	5.6	5.9	13.9	15	1
17	15	LLVZu	25	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	KALW	Zulauf	15	Wasser	1	7.9	10	11	18.9	2	1
18	16	LLVZu	26	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS0	1	Wasser	1	1.5	6.6	6.9	20.8	3	1	
19	17	LLVZu	29	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS1	1	Wasser	1	3.5	8	8.3	15.7	1	1	
20	18	LLVZu	32	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS3	1	Wasser	1	5.3	7.1	7.5	16.2	14	1	
21	19	LLVZu	35	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS4	1	Wasser	1	1.4	4.3	4.3	13.9	14	1	
22	20	LLVZu	39	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS6	1	Wasser	1	5.2	4.4	4.4	14.5	15	1	
23	21	MRBFZu	41	21.08.2012	5	Sommer	2	M												



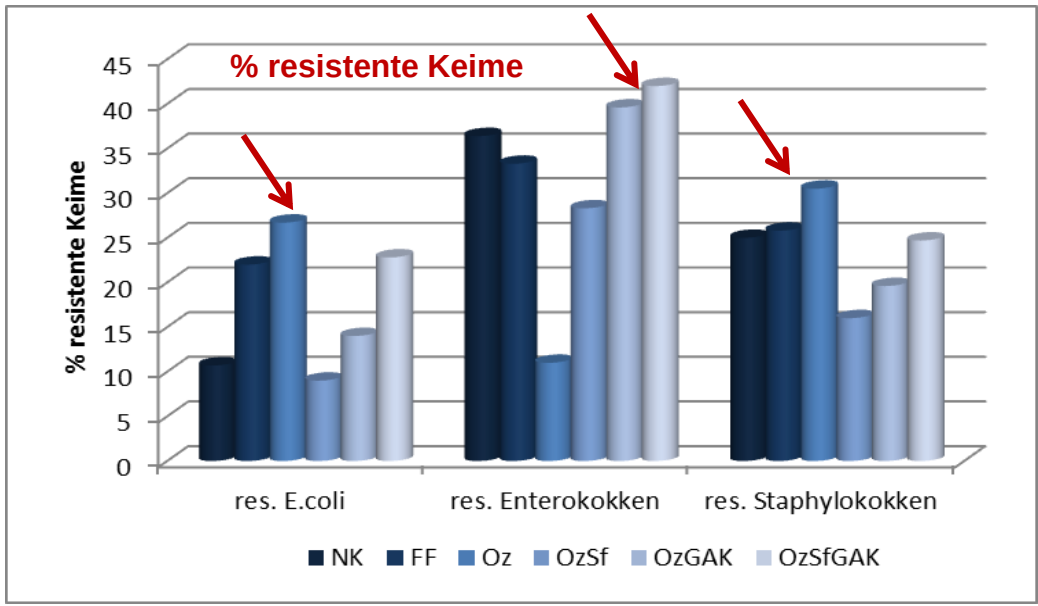
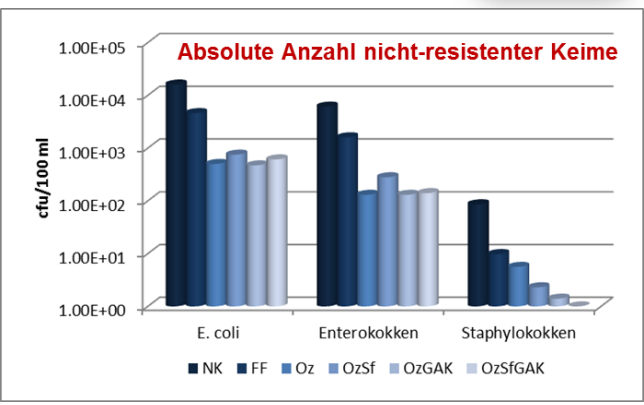
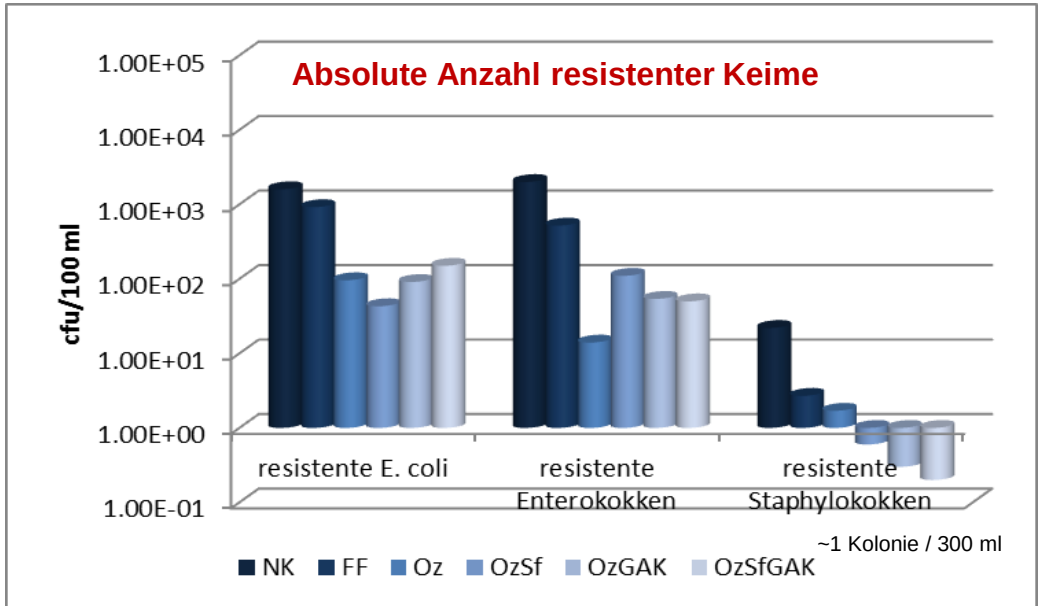


Nicht-resistente Keime - Technologiebewertung



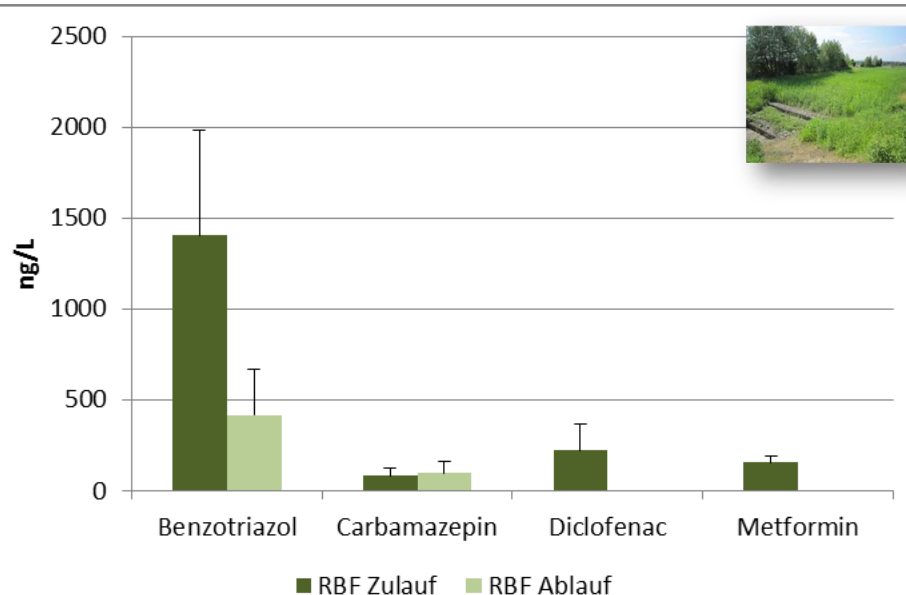
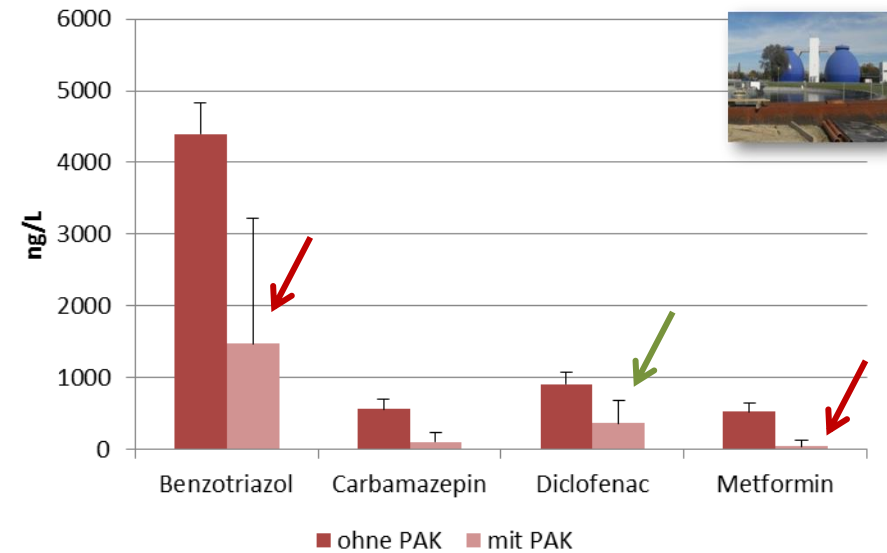
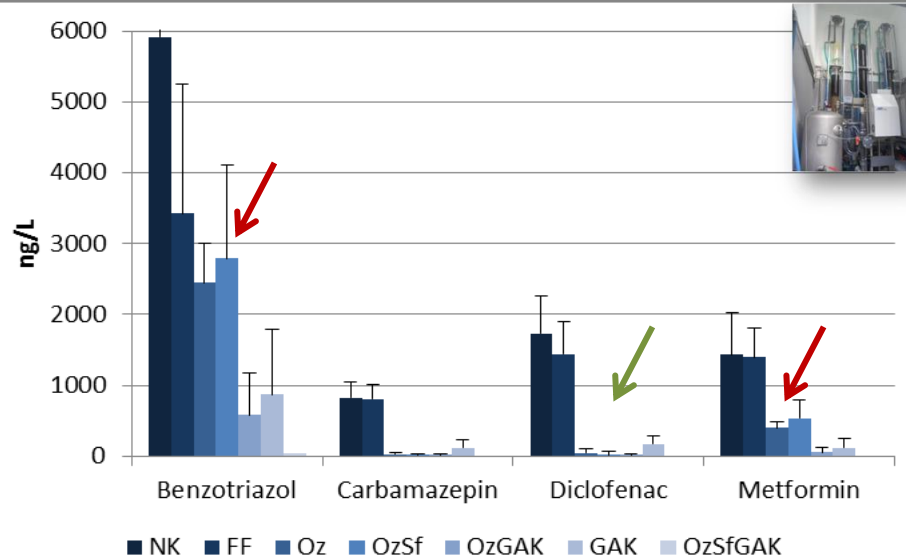
- ➔ Weitere Reduktion von Keimen durch neue Technologien in KA um ~1 log-Stufe, im RBF um ~2-3 log-Stufen (vergleichbar mit konventioneller KA)
- ➔ Ozon+ GAC/SF effektiver als PAK (v.a. für *E. coli* and Staphylokokken)

Resistente Keime - Technologiebewertung

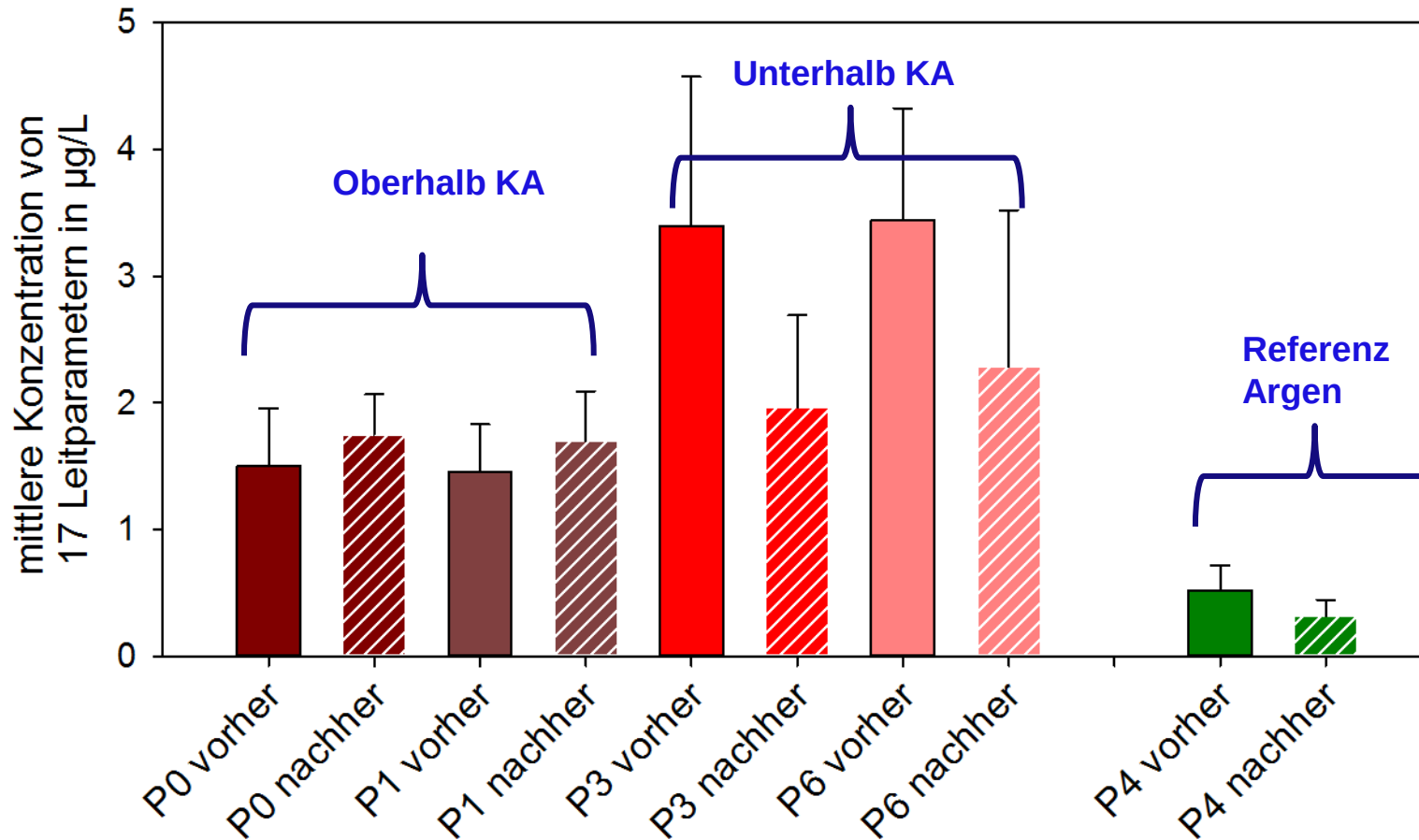


- ➔ 1 log-Stufe weniger resistente als nicht-resistente Keime
- ➔ Ozon: weitere Reduktion der absoluten Anzahl an resistenten Keimen um ~1 log-Stufe
- ➔ Aber: prozentualer Anteil resistenter Keime steigt nach Oz und Oz+SF/GAK im Vergleich zum alten Ablauf (FF)

Spurenstoffe - Technologiebewertung

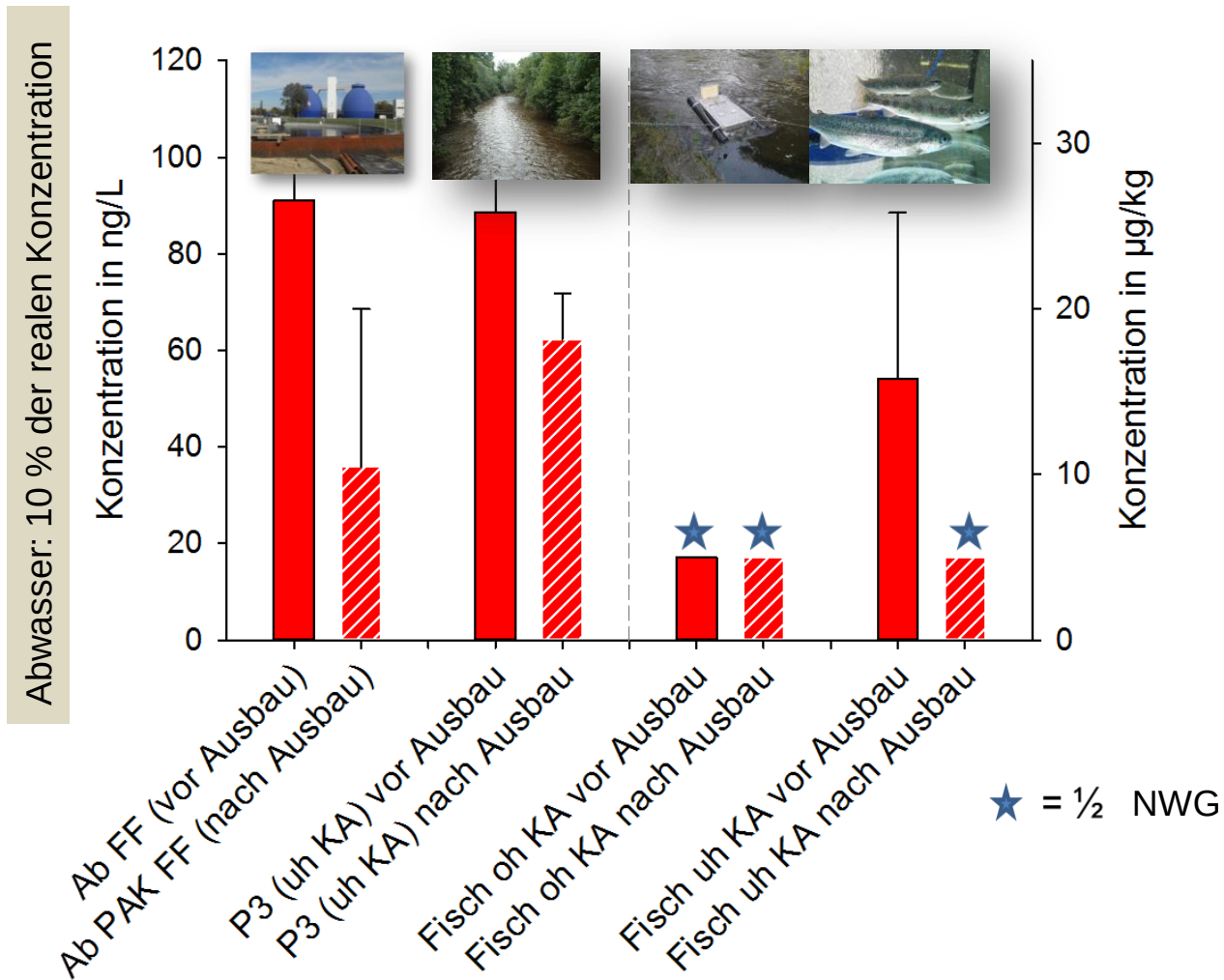


- ➔ Effiziente Chemikalien-spezifische Reduktion von Spurenstoffen durch alle Technologien in KA
- ➔ PAK / GAK: besser für z.B. Benzotriazol, Metformin
- ➔ Ozon + SF: besser für Diclofenac; nach PAK noch $> 0.1 \mu\text{g/L}$ (UQN)
- ➔ Gute Reduktionsleistung des RBF, keine Reduktion durch LK auf RÜB

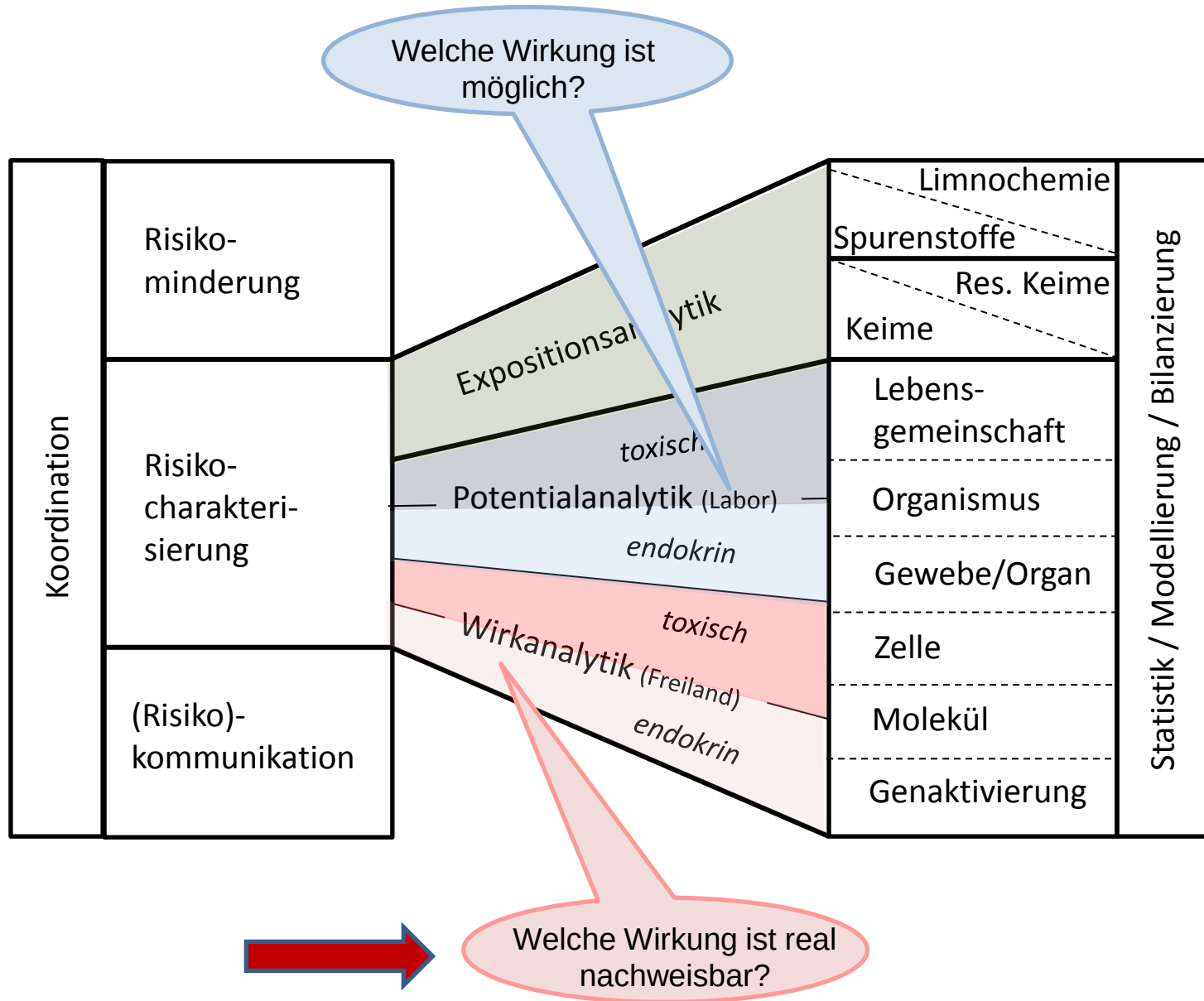


➔ Mittlere Konzentrationen der 17 Leitparameter unterhalb KA niedriger nach KA-Ausbau (Daten stark beeinflusst durch Acesulfam und Benzotriazol)

Spurenstoffe - Diclofenac im KA-Ablauf, Oberflächenwasser und Fisch vor und nach Ausbau KA



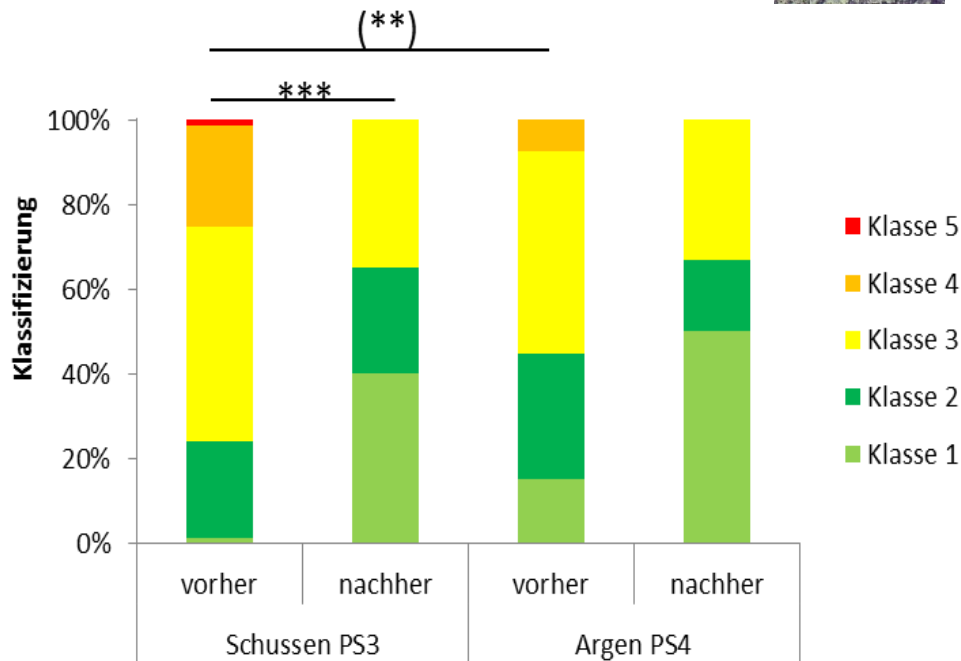
➔ Nach KA-Ausbau: Reduktion der Diclofenac-Konzentration im KA-Ablauf, Oberflächenwasser und in exponierten Fischen unterhalb der KA





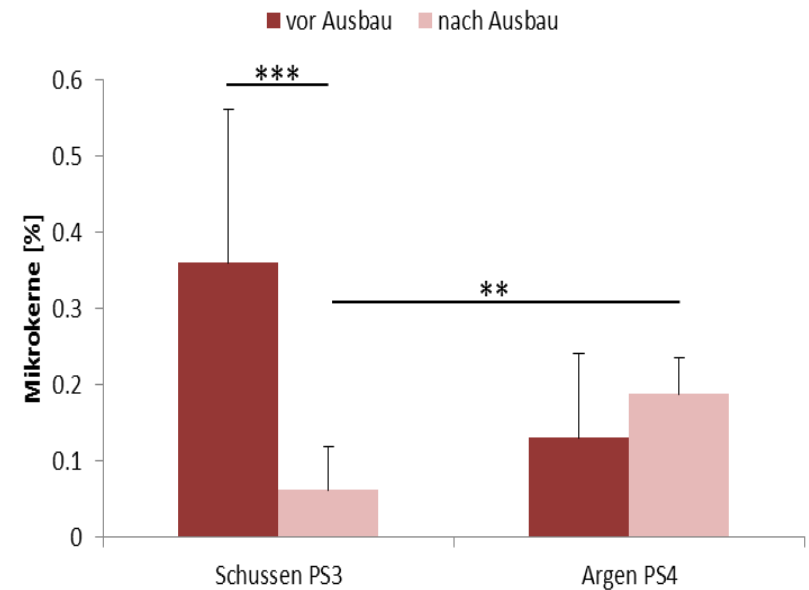
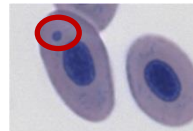
Gesundheitszustand Fische (Döbel)

Leber Histologie



Genotoxizität

(Mikrokerne rote Blutkörperchen)

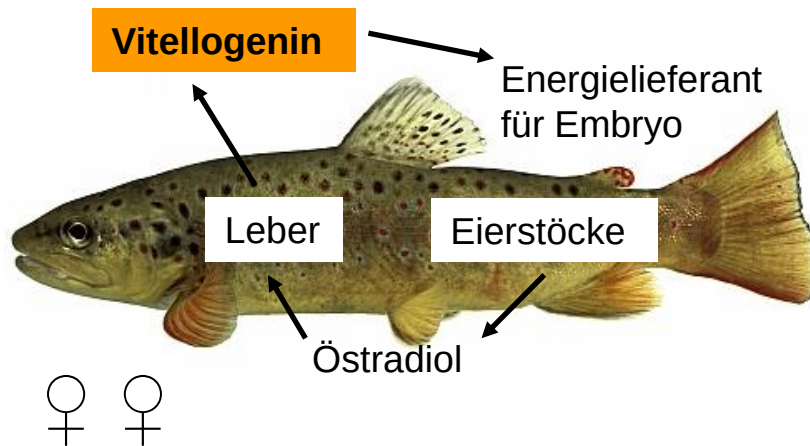


- ➔ Signifikant weniger Gewebeschäden, v.a. in Leber und Kieme
- ➔ Weniger Mikrokerne / geringere Genotoxizität nach Ausbau KA

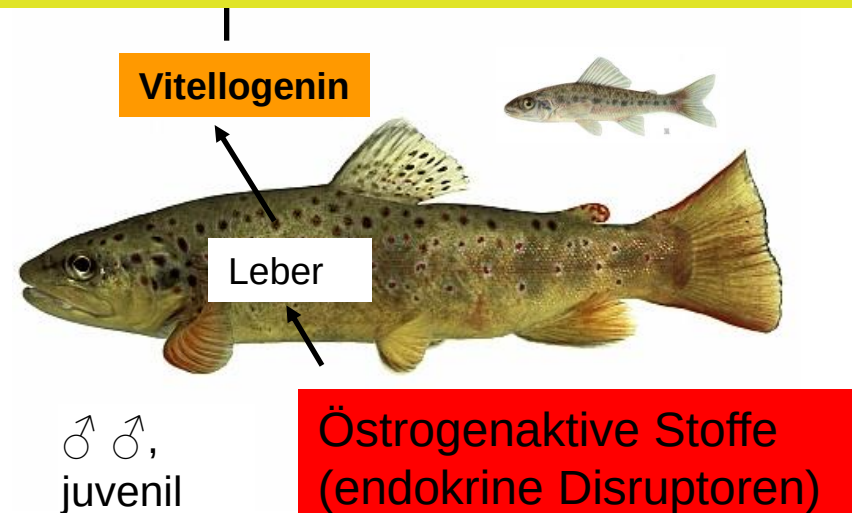


Gesundheitszustand Fische (Forellen): Hormonelle Wirkungen

Vorläuferprotein vom Eidotterprotein → Ernährung des Embryos
Gebildet bei geschlechtsreifen Weibchen in der Leber



Nachweis in Leber oder Blut bei
adulten Männchen oder in
Jungfischen → Hormonelle Wirkungen

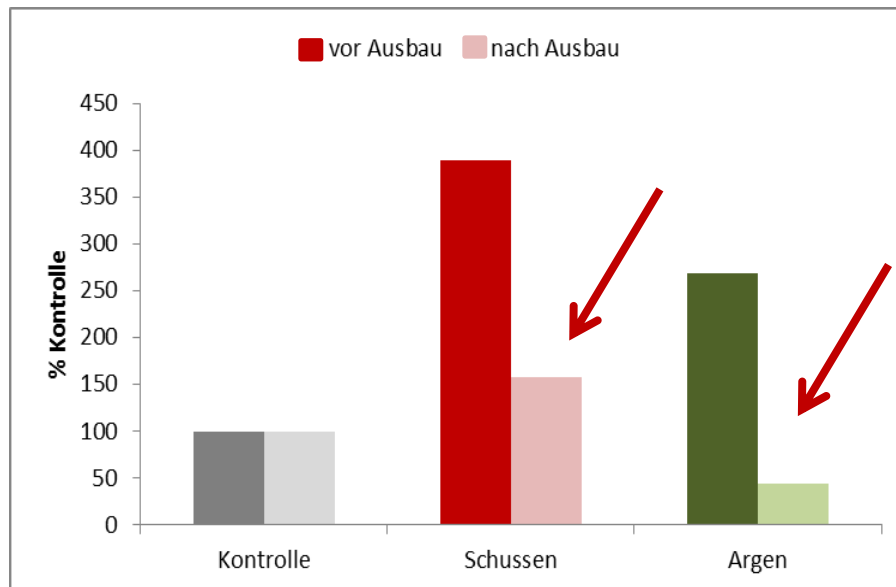




Gesundheitszustand Fische (Forellen): Hormonelle Wirkungen

Vitellogenin im Blut von im Bypass exponierten Forellen

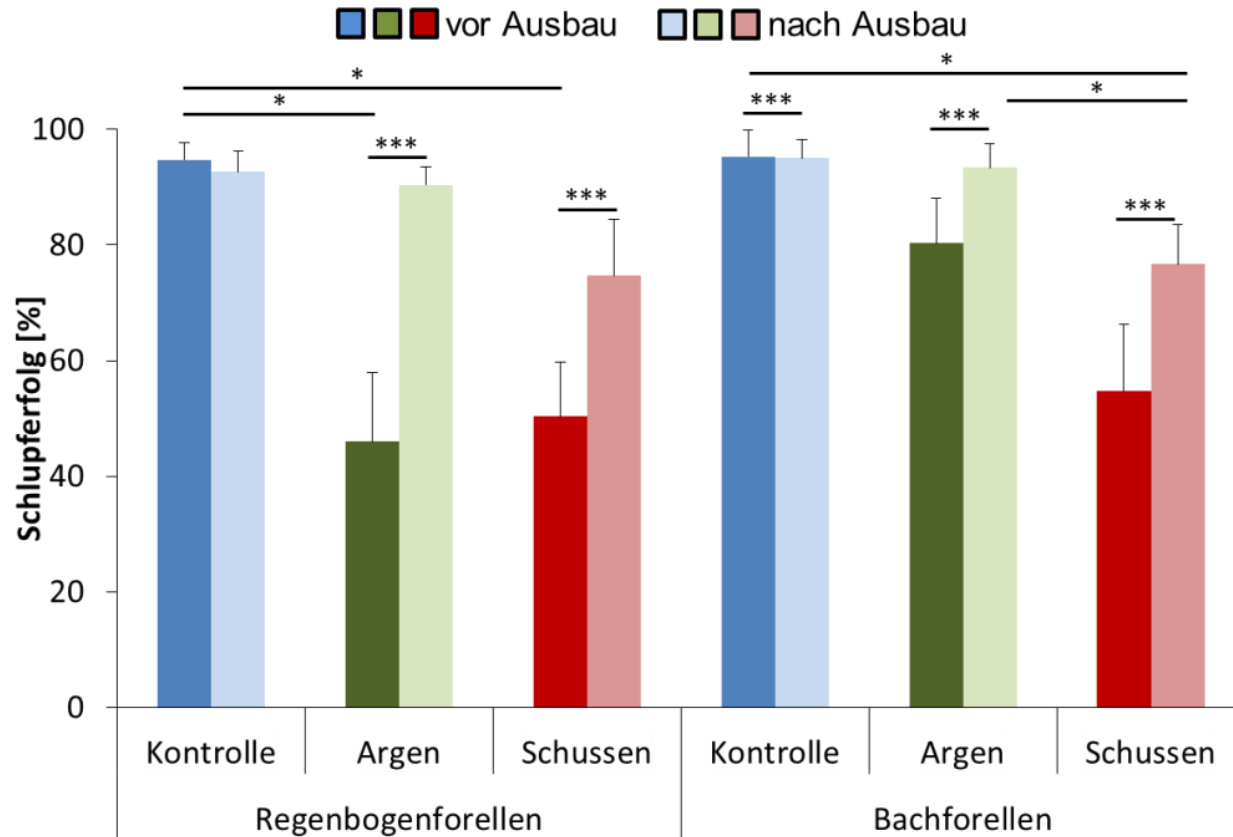
Keine Induktion bei Männchen!



- Stärkere Vitellogeninbildung in Larven und Weibchen von Bach- und Regenbogenforellen im Bypass an Schussen **und** Argen im Vergleich zur Laborkontrolle vor Ausbau der Kläranlage;
- An **beiden** Stellen: niedrigere Werte nach Ausbau der KA
 - ➔ Erfolg der Maßnahme? Milder Winter?
 - ➔ Wiederholung notwendig!



Fischartwicklung

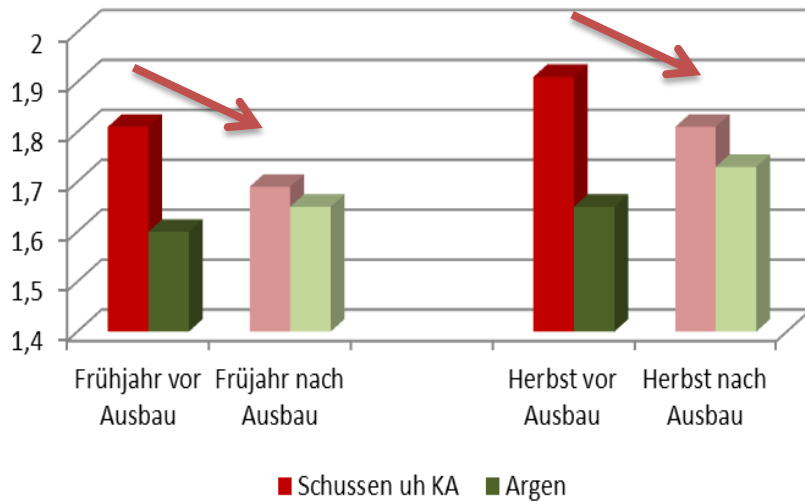


- ➔ Geringere Embryotoxizität (höhere Schlupfrate) bei Bach- und Regenbogenforellen nach Ausbau der KA
- ➔ ...aber auch im Referenzgewässer Argen! Wiederholung notwendig!

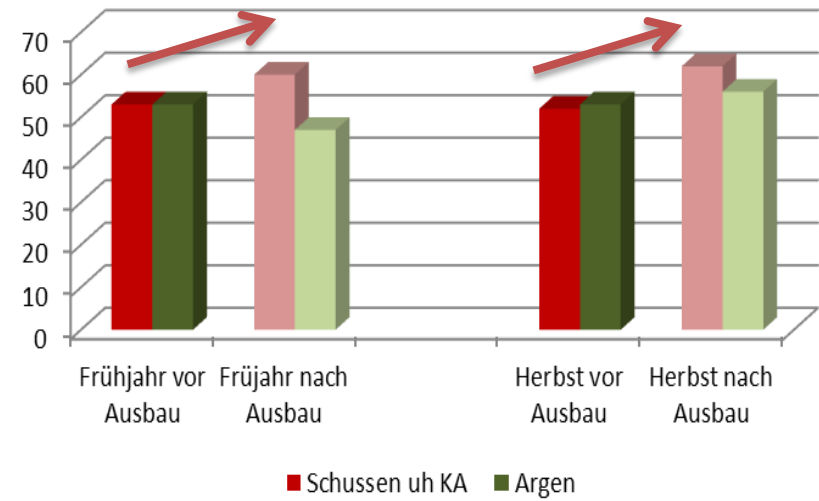


Veränderungen der Wirbellosen-Biozönose im Freiland

Saprobienindex



Taxazahl



➡ Abnahme Saprobieindex und Zunahme Taxazahl in der Schussen unterhalb KA, nicht oberhalb und nicht in der Argen

BEWERTUNG 1: Technologien

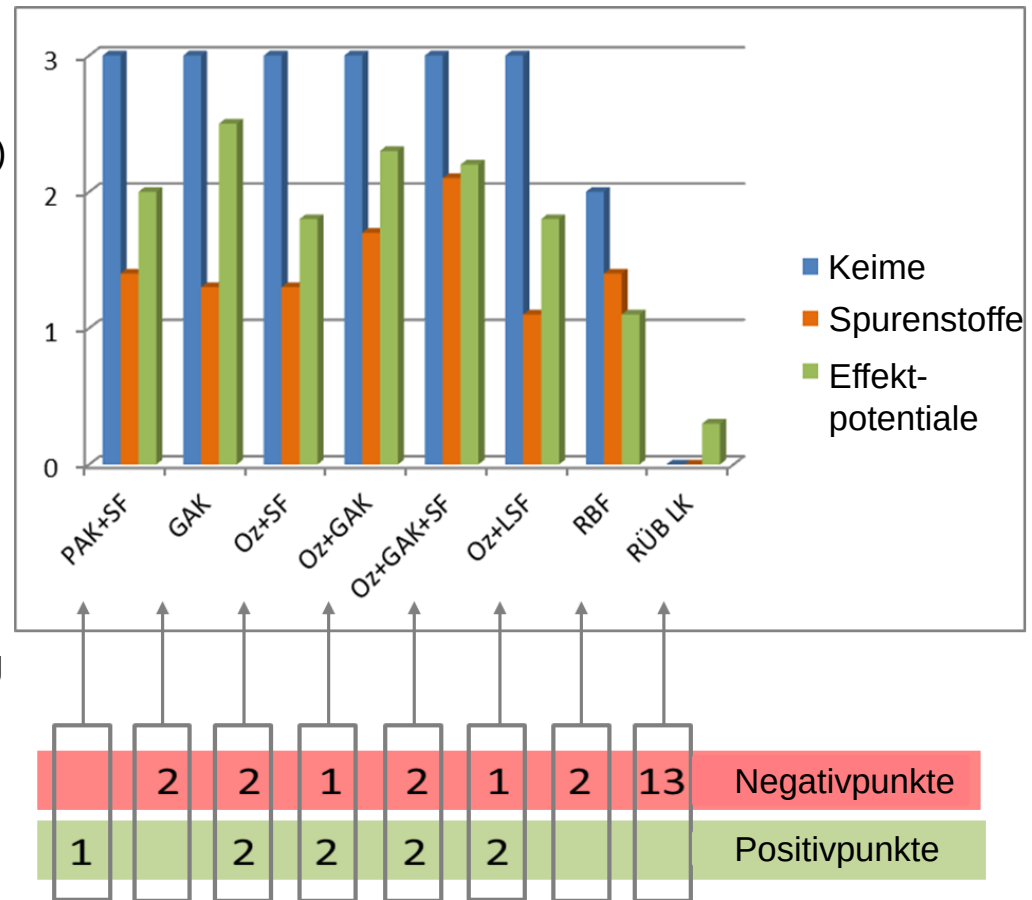
Bewertungsgrundlage

Spurenstoffe und Effektpotentiale

- 3: 100% Elimination (< Nachweisgrenze)
- 2: >90 to <100% Elimination
- 1: >80 to <90% Elimination
- : Erhöhte Werte

Keime

- 3: Verringerung um > 3 log-Stufen
- 2: Verringerung um 2-3 log-Stufen
- 1: Verringerung um 1-2 log-Stufen
- 0: Keine zusätzliche Elimination
- + : Wert unterhalb des Grenzwertes der deutschen Badegewässerverordnung (für *E. coli* und Enterokokken)
- : Erhöhte Keimzahlen bzw. erhöhte prozentuale Anteile resistenter Keime



Beurteilung bezogen auf jeweilige Zuläufe

- **Außer Lamellenklärer: Alle Technologien hocheffizient (Elimination > 80%)**
- **Vor- und Nachteile verschiedener Abwassertechnologien**

PAK+SF

Besser für z.B.
Benzotriazol, Metoprolol

Enterokokken < BGRL

Keine biologischen Risiken

Verfügbarkeit und Qualität der Kohle



Ozon +SF

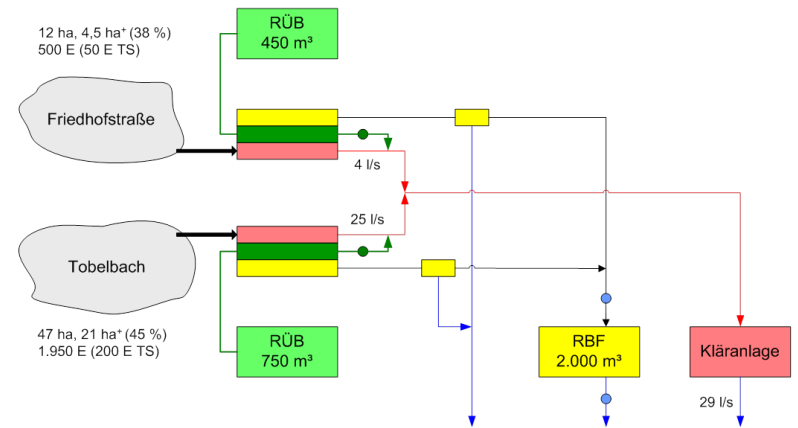
Besser für z.B.
Carbamazepin, Diclofenac

Effizienter für Keime (1 log-Stufe mehr); Enterokokken + *E.coli* < BGRL

**Unsicherheiten:
Transformationsprodukte
% mehr resistente Keime**

15% niedrigere Kosten als PAK (mit GAK ~15 % höher)

- ➔ Alle neuartigen Abwasserreinigungstechnologien reduzieren Spurenstoffe, (resistente) Keime und Effektpotentiale generell effizient
- ➔ **Abwägung im Einzelfall notwendig!** Z.B. Badegewässer im Sommer: wenig Regen, hoher Abwasseranteil, Bedeutung von Keimen aus KA



- ➔ Effizienz des Retentionsbodenfilters in Tettang für Reduktion von Spurenstoffen, Keimen und Wirkpotentialen vergleichbar mit konventionellen Kläranlagen
- ➔ Bei Flächenverfügbarkeit: Gute Lösung für Regenüberlaufbecken
- ➔ Aber: ggf. Spezifität für diese Art an RBF
- ➔ Lamellenklärer nicht effizient für diesen Zweck

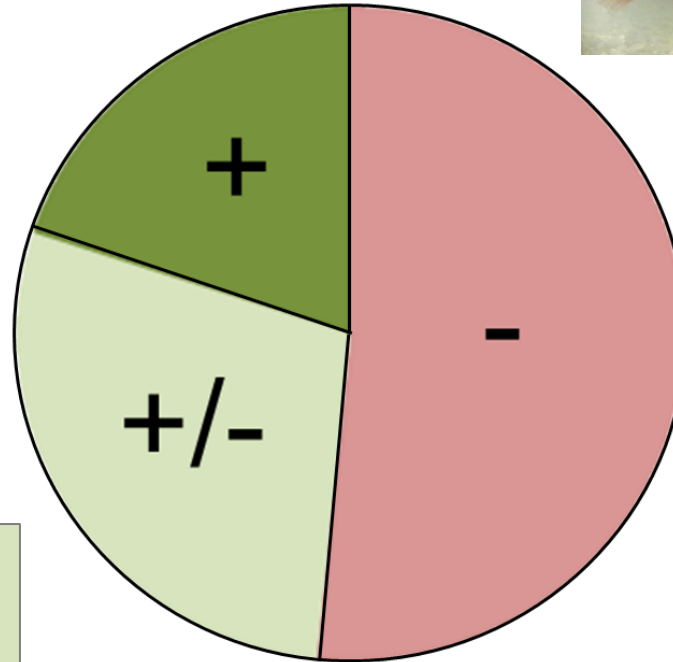
Signifikante oder tendenzielle Verbesserung nach Kläranlagenausbau nur unterhalb der Kläranlage

Fische:

- Histologie der Leber und Kieme
- Micronuclei (Gentoxizität)
- EROD-Aktivität (Entgiftung)

Fischnährtiere:

- Lebensgemeinschaft



**Keine
Verbesserung
nach
Kläranlagen-
ausbau**

Signifikante oder tendenzielle Verbesserung nach Kläranlagenausbau, jedoch auch an anderen Stellen

Fische:

- Vitellogenin
- Embryonalentwicklung

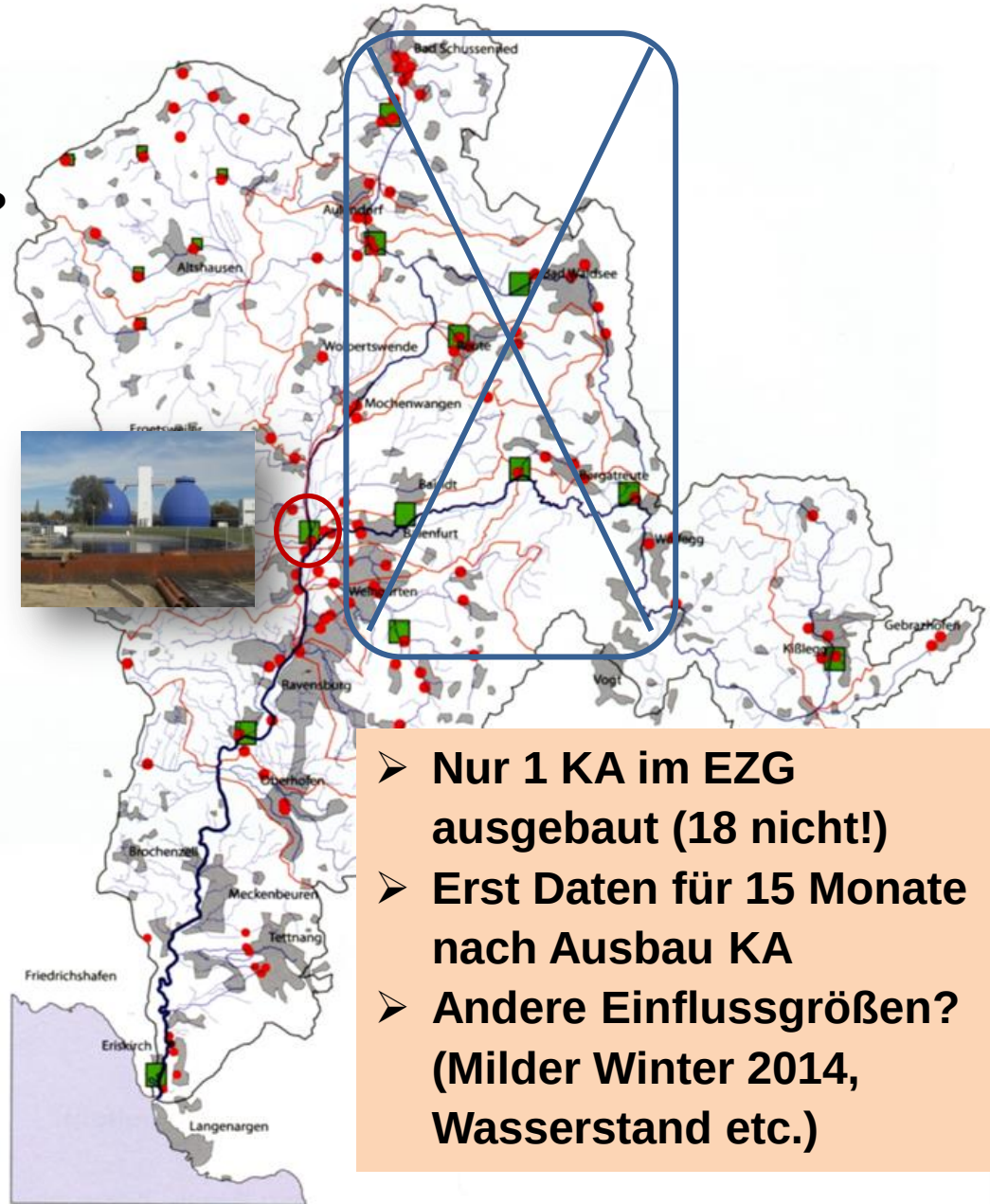
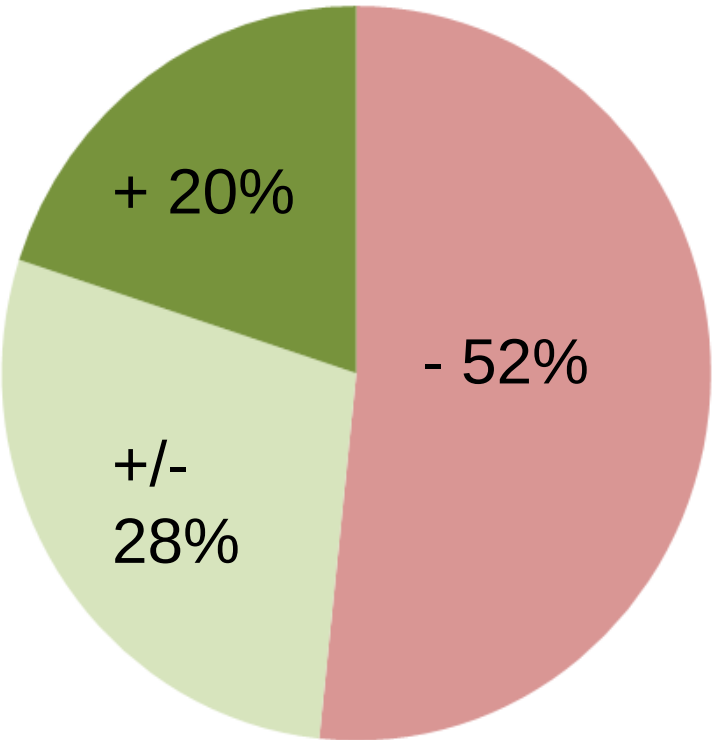
Flohkrebse:

- Fertilität



Bewertung 2: Effekte

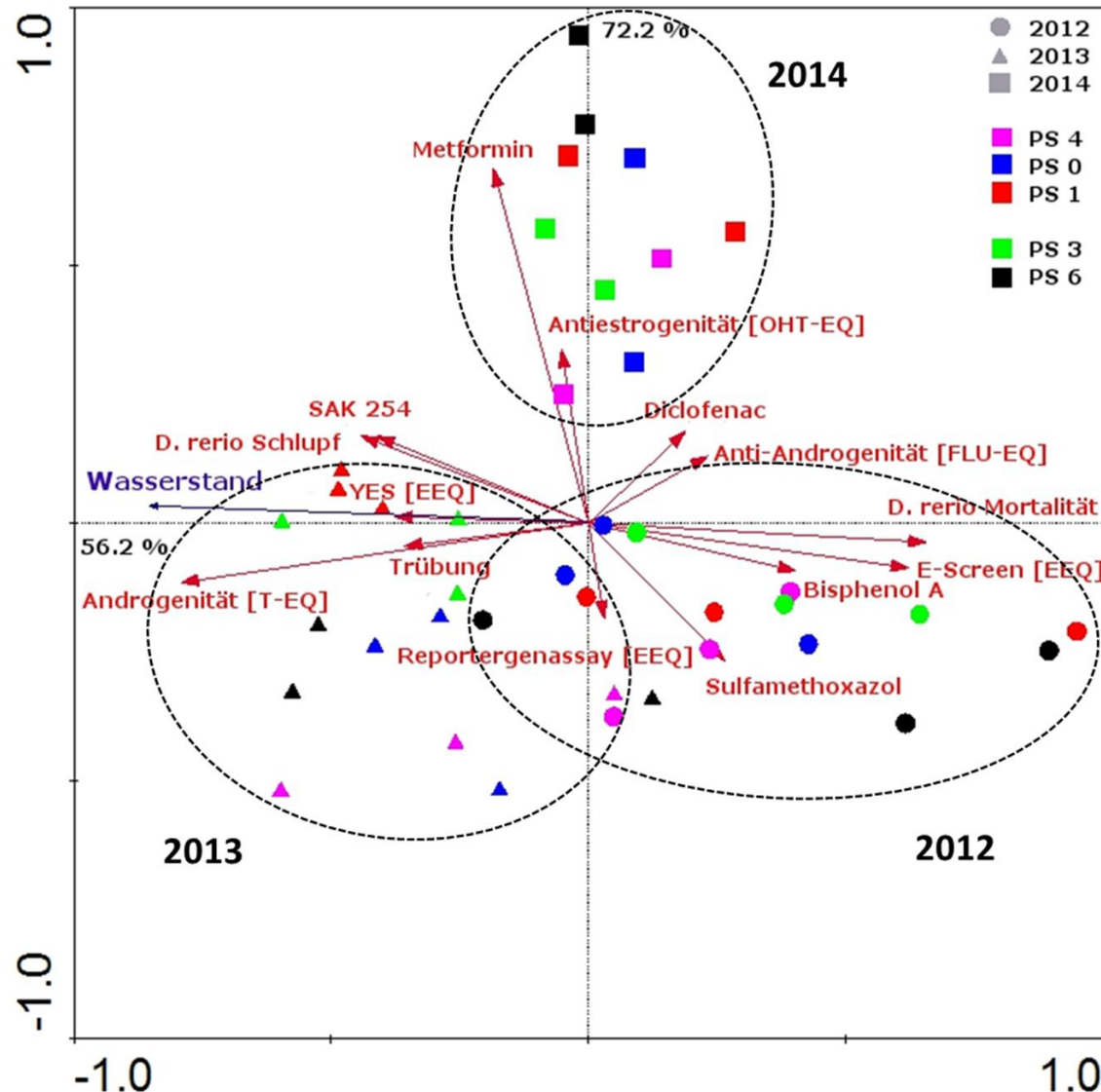
Warum “nur” 20% deutliche Signale



- **Nur 1 KA im EZG
ausgebaut (18 nicht!)**
- **Erst Daten für 15 Monate
nach Ausbau KA**
- **Andere Einflussgrößen?
(Milder Winter 2014,
Wasserstand etc.)**

Abb. 4.1: Einrichtungen der Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung im Einzugs-



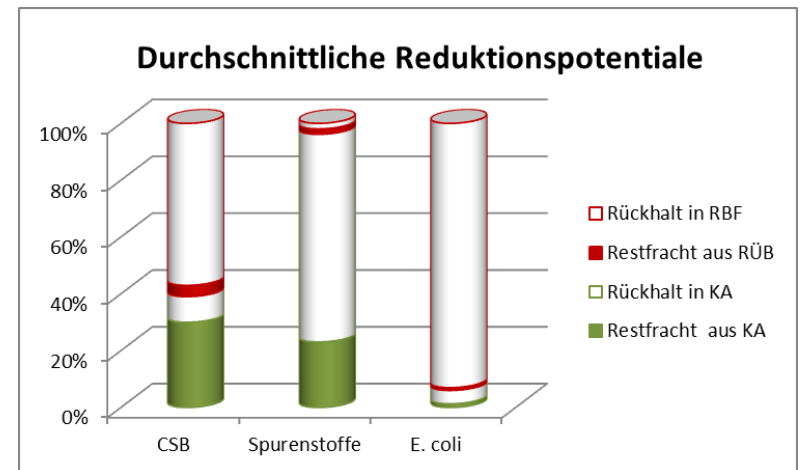
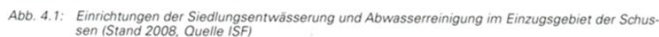


PCA / RDA-Analysen

mit Daten für Spurenstoffe und Effektpotentiale

- Gute Trennung der Daten auf Basis “Jahr”
- Trennung der Daten für 2014 (nach Ausbau KA) von den Daten für 2013 und 2012 (vor Ausbau)
- “Wasserstand” für Trennung der Daten wichtig

“Bereits” 20 % deutliche positive Signale im Freiland!



- EBERHARD KARLS
UNIVERSITÄT
TÜBINGEN

Nutzen für das Einzugsgebiet der Schussen

Entnahmemöglichkeit

Effizienz des Rückhalts stoffspezifisch und abhängig von der gewählten Technologie!!!

pro Jahr:

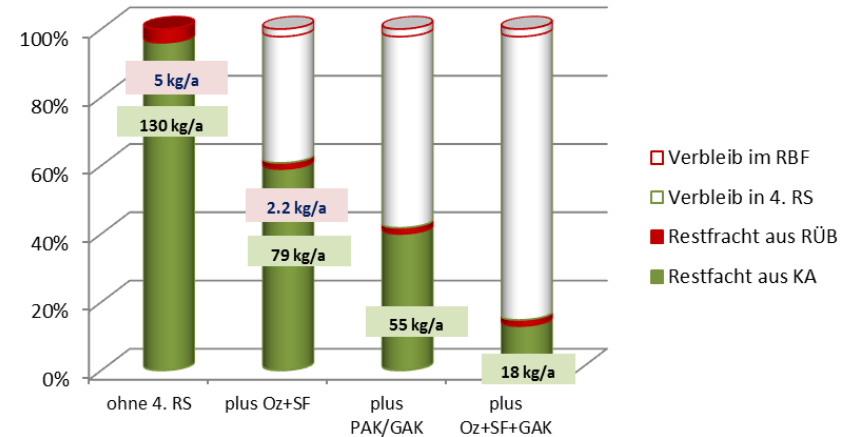
~110 kg Benzotriazol, ~140 kg Iomeprol,
~ 23 kg Carbamazepin, ~ 50 kg Diclofenac
(plus xy kg der restlichen xy Stoffe)

als Entlastung für

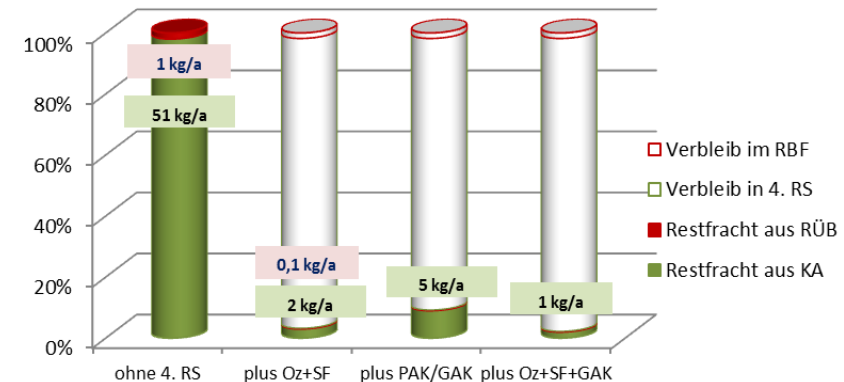
- das Ökosystem der Schussen,
- den Bodensee und für uns
(Naturschutzgebiete, Badegewässer, Trinkwasserreservoir)



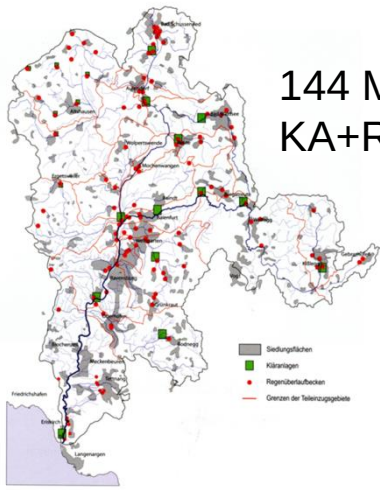
Entnahme Benzotriazol



Entnahme Diclofenac



Geschätzte Kosten für das Einzugsgebiet der Schussen



144 Mio. €
KA+RÜB

Abb. 4.1: Einrichtungen der Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung im Einzugsgebiet der Schussen (Stand 2008, Quelle: ISF)



>31 Mio. €



5.400 Mio. €

Stuttgart 21

6.500 Mio. €

Geschätzte Investitionskosten

KA-Kategorie	Anzahl	EWG	Kosten für PAK
>30.000	1 (bereits realisiert)	170.000	10 Mio.€
>30.000	2	100.000	16 Mio.€
>10.000	6	100.000	20 Mio.€
<10.000	10	35.000	12 Mio.€
Gesamtkosten	19	405.000	58 Mio. €
Zusätzliche Kosten für das EZG	18	235.000	48 Mio €

PAK	48 Mio €
Ozon + SF	-15%: 40.8 Mio €
Ozon + SF + GAK -GAC	+ 15%: 55.2 Mio €

30% Ausbau RÜB mit RBF: **96 Mio €**

Zusatzkosten Abwassergebühr pro Einwohner pro Jahr: ~ 10 €



➔ Nutzen für Gesundheit von Mensch und Ökosystem offensichtlich !!!



Agenda bis 2016

- Weitere Datenanalyse
- Langzeit-Effekte im Ökosystem
- Funktion des Retentionsbodenfilters
- Resistente Keime

Daten von:

Bilanzierungen
Klaus Jedele,
JuP Stuttgart

Statistik
Simon Schwarz
Universität Tübingen

Wirkpotentiale
Sabrina Giebner
Universität Frankfurt

Mikrobiologie
Stefanie Hess KIT
Frauke Lüddeke
ISF Langenargen

Chemische Analysen
Marco Scheurer
TZW Karlsruhe

Wirkpotentiale
Martin Benisek
RECETOX Brno

Biozönose
Karl Wurm
GÖL Starzach

Embryotests
Paul Thellmann
Universität Tübingen

FET, Vtg
Anja Henneberg
Universität Tübingen

Histopathologie, EROD
Diana Maier
Universität Tübingen

E-Screen
Bertam Kuch
Universität Stuttgart





Danke an
alle Partner, Förderer und
Unterstützer des Projekts
und
an Sie für Ihr Interesse und Ihre
Aufmerksamkeit!

GEFÖRDEBT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



Baden-Württemberg

NaWaM
Nachhaltiges Wassermanagement



RiSKWa
Risikomanagement von neuen Schadstoffen und
Krankheitsregimen im Wasserkreislauf