

Ziele, Wege und Essenzen



Rita Triebskorn

Physiologische Ökologie der Tiere, Universität Tübingen

Hintergrund 1: Chemikalien im Wasserkreislauf



Qualità dell'acqua: a Mendrisio cosa si è Emersi risultati preoccupanti da uno stu

Stäffisches Wasser ist so rein
Quellwasser, 22.11.2012

Es ist sehr erfreulich, dass 5
len und Appenzell, nach
reichen Untersuchungen,
sind. Das im Gegensatz zu
den Süden/Waldgebieten, wo
14 solche Stoffe nachgewie
wurden. In diesen Gebieten
sind ein Chemikalien-Rückst

L' eau de La plus polluée

par Lorenz Honegger/C
contaminée par une multi
malformation de certai
Tou de Lausanne contr

Chemiecocktail aus dem Wasserhahn

SRF
Pestizide und Medikamente im Trinkwasser

Unser Trinkwasser ist mit Medikamenten und Pestiziden
belastet. Das ergab ein Test der Sendung «Kassensturz» in
über 40 Gemeinden in der Schweiz. Die gefunden Dosen sind
winzig. Doch Experten warnen vor den Langzeitfolgen.

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

Unerwünschter Cocktail im See

Kläranlagen am Seerfer

Arzneimittel-Rückstände
anlagen über die Klä
anlagen und die Zulfüsse
in den Bodensee.

Arznei im Wasser

Bei Organismen sammeln. Das kin
nen die Fische in den Seen
nicht ungenau. Interessant
kann das in der ersten Studie
nicht sein. In anderen Gewässern
wurden schon. Gewässer-Unt
suchungen bedürftig. (10)

Chemie im Wasser

DIE UNSICHTBARE BEDROHUNG

Pestizide belasten Gewässer stärke

Pressemitteilung vom 13. Oktober 2011

Liste der zu kontrollierenden Chemikalien s
werden

Leipzig. Pestizide sind ein größeres S
angenommen. Das geht aus einer S
500 organischen Substanzen in der
großen europäischen Flüssen aus.
sich, dass 38 Prozent dieser Chen
vorkommen, bei denen Wirkungen
vorkommen. Diese Ernährungs zehne

Fische brauchen keine Pille

Arzneimittel wirken in
geringen Mengen, sind
meist gut wasserlöslich und
lange haltbar. Pech
für die Umwelt?

Von Martin Ebner

Hintergrund 1: Chemikalien im Wasserkreislauf

Zu sauber zum Fischen

Ökologie Der Bodensee ist mittlerweile so klar, dass Tiere kaum Plankton finden. Fischer fordern, mehr Nährstoffe einzuleiten.



*Spiegel, April
16 (2015)*

Der Meichle: „Ein Juwel hungert“ (NICOLE MASKUS-TRIPPEL / DER SPIEGEL)

Der Fang des Morgens ist i Sieben Felchen, zwei S einen Wels zählt Martin Meichle die Fische einzeln aus einer Bl und vorzeigt. Über den Wels is aus Hagnau am Bodensee beson wird ihn für rund 30 Euro an ein rant verkaufen und so seinen T auf 50 Euro anheben.

Um diese Jahreszeit zieht cherweise jeden Tag nur den Ge einigen Euro aus seinen Stelln steht er sechs Tage die Woche um und fährt mit einem flachen B



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.

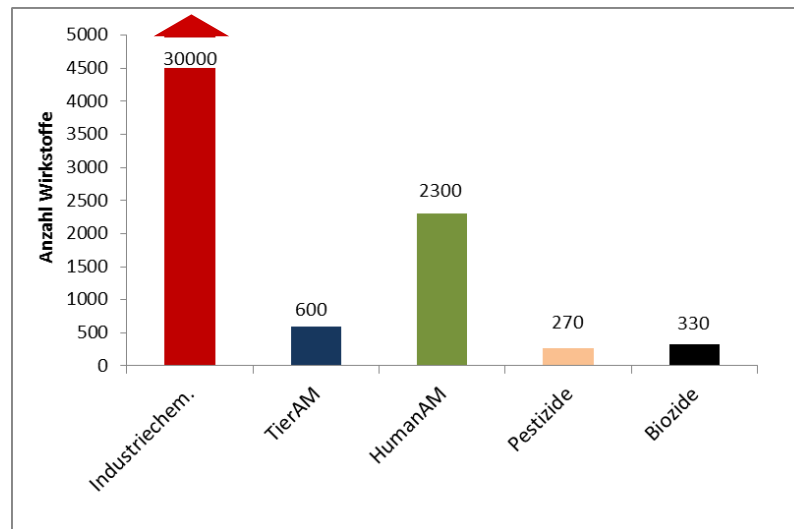
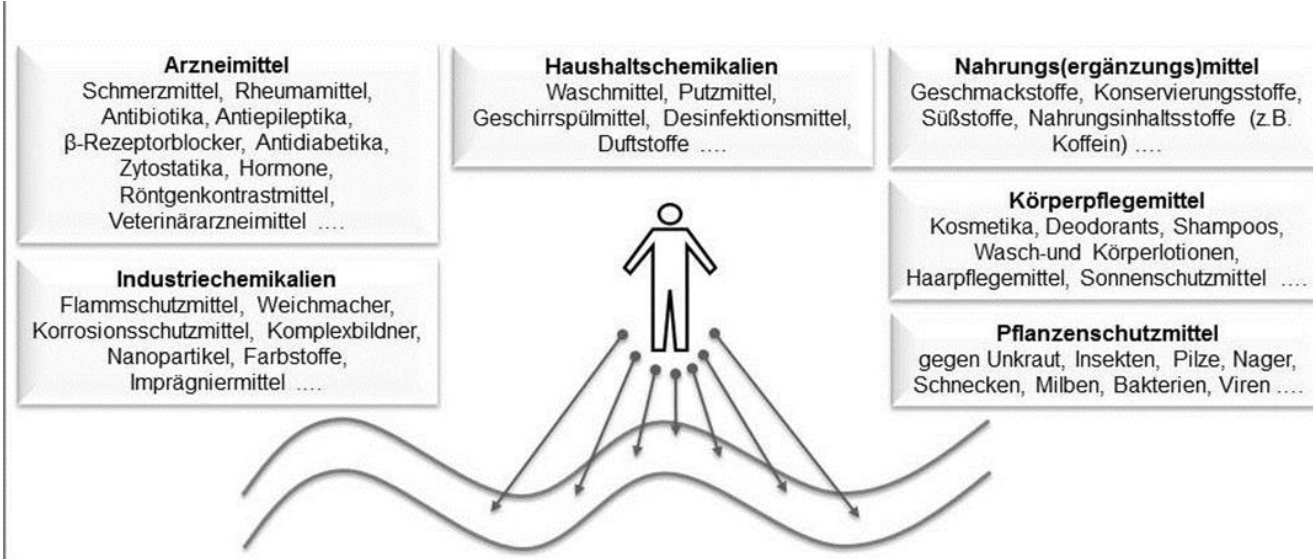
RAIMUND WEIBLE

Ravensburg. Am Bodenseezufluss Schussen beginnt ein Forschungsprojekt, in dem Wissenschaftler neue Verfahren erproben, um Mikro-Schadstoffe und Krankheitserreger aus dem Abwasser zu filtern. Dadurch soll sich die Wasserqualität



Spurenstoffe

Hintergrund 1: Chemikalien im Wasserkreislauf



➔ **Komplexer
"Spurenstoff-
Cocktail" im
Wasserkreislauf**

Verbrauch / Jahr in Deutschland:

Diclofenac (Schmerzmittel): 84.4 t; Metoprolol (β -Blocker): 157 t

Hintergrund 2: Keime im Wasserkreislauf



➔ Komplexer "Cocktail" mit resistenten und nicht-resistenten Bakterien im Wasserkreislauf

Bedeutung von Regenüberlaufbecken!



Hintergrund 3: Negative Entwicklung der Fischbestände

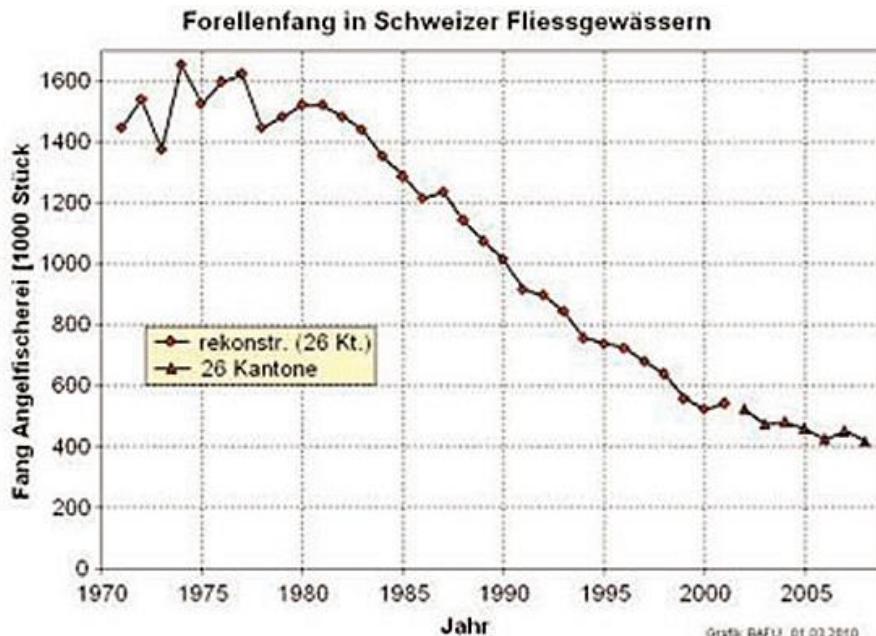


Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

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 Argen

➔ **Verbindung zu
Spurenstoffen /
Krankheitserregern?**

EU-Wasserrahmenrichtlinie:

“Guter chemischer und ökologischer Zustand” bis Ende 2015

- Regulation prioritärer Substanzen

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“



www.riskwa.de/

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



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

Laufzeit: Januar 2012 – Juni 2015 (Juni 2016)

2009-2011: SchussenAktiv: Literaturstudie und Erhebung von Basisdaten

Tribskorn & Hetzenauer (2011); Tribskorn et al. (2013)

Finanzierung: Umweltministerium BW



ÖKONSULT

GÖL
STARZACH



Baden-Württemberg
REGIERUNGSPRÄSIDIUM TÜBINGEN



Warum die Schussen?



- ❖ Einträge in Bodensee bedeutend für
 - ➔ Trinkwasser
 - ➔ Badewasserqualität
 - ➔ Wildtiere (Naturschutzgebiet an Schussenmündung)
- ❖ Modell für ein Gewässer mit relativ dicht besiedeltem Einzugsgebiet

Photo: Thorbecke

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

1. Bewertung der Effizienz neuartiger Technologien

zur Reduktion von

- nicht-resistenten und resistente Keimen
- Spurenstoffen und
- toxischen / hormonellen Wirkpotentialen

aus Abwasser und Mischwasser

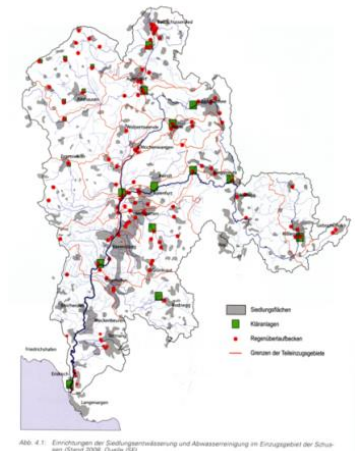


2. Beurteilung von Vorteilen der 4. Reinigungsstufe mit PAK für das Ökosystem der Schussen

(Verbesserung des Gesundheitszustandes von Fischen und Fischnährtieren?)



3. Kosten-Nutzenabschätzungen für das Einzugsgebiet der Schussen



19 KA, 216 RÜB, RÜ, RKB



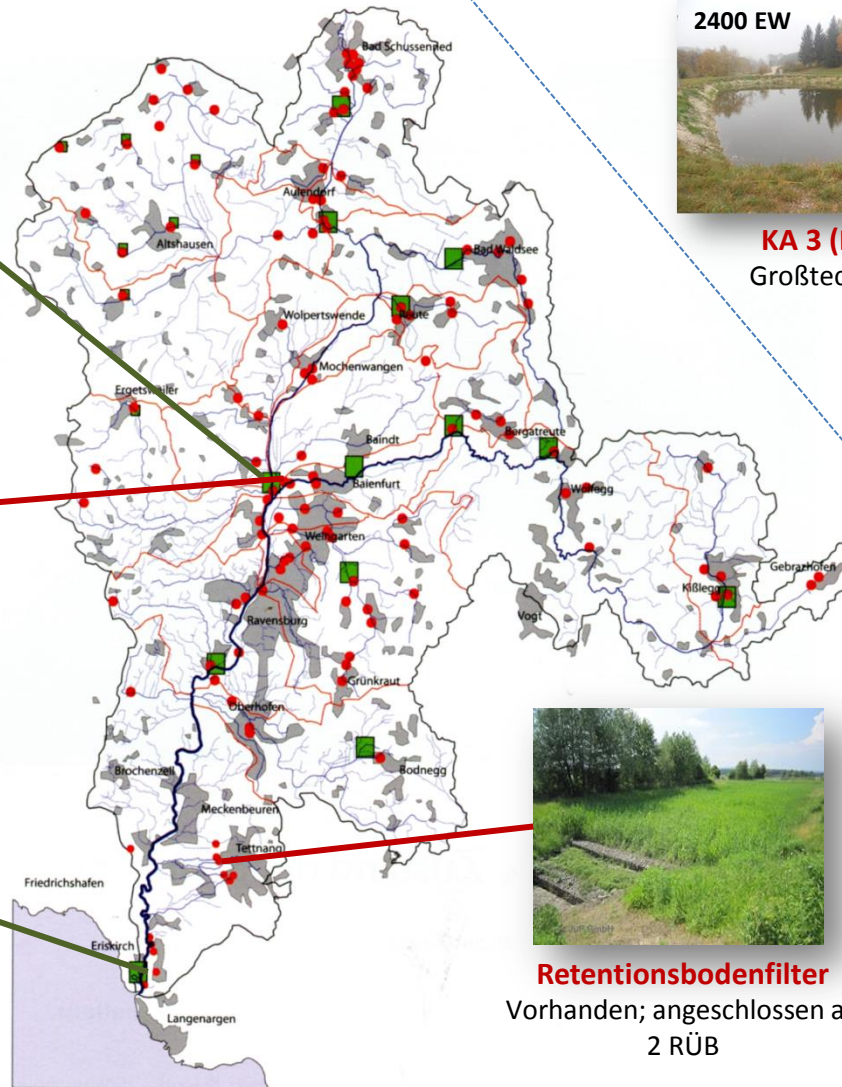
KA 1 (Ravensburg):
Großtechn. PAK+SF
(10 mg PAK/L)



RÜB Mariatal
Modellhaft: Lamellenklärer



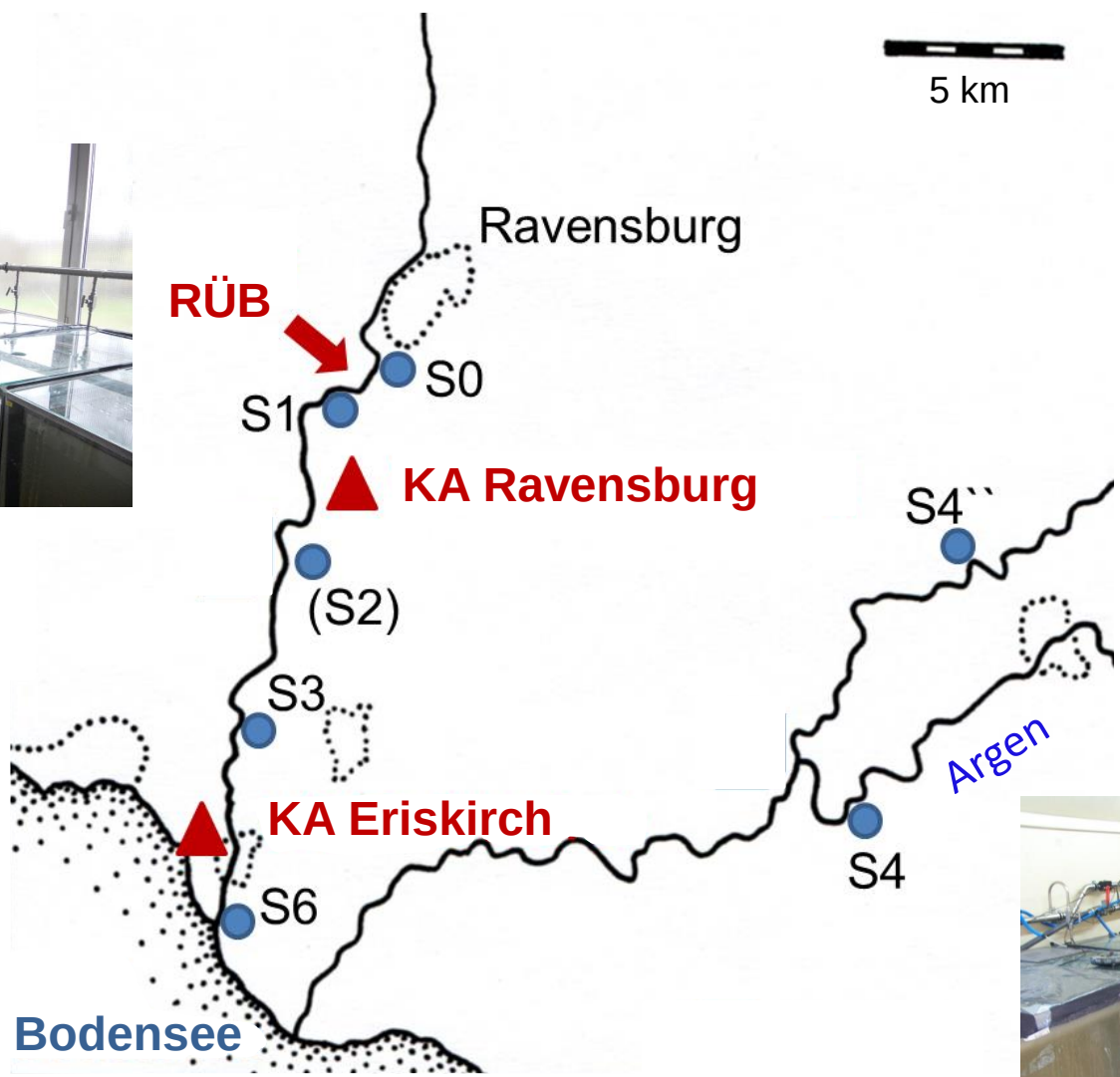
KA 2 (Eriskirch)
Modellanlage Oz+GAK+SF
(0,7 mg O₃/mg DOC)

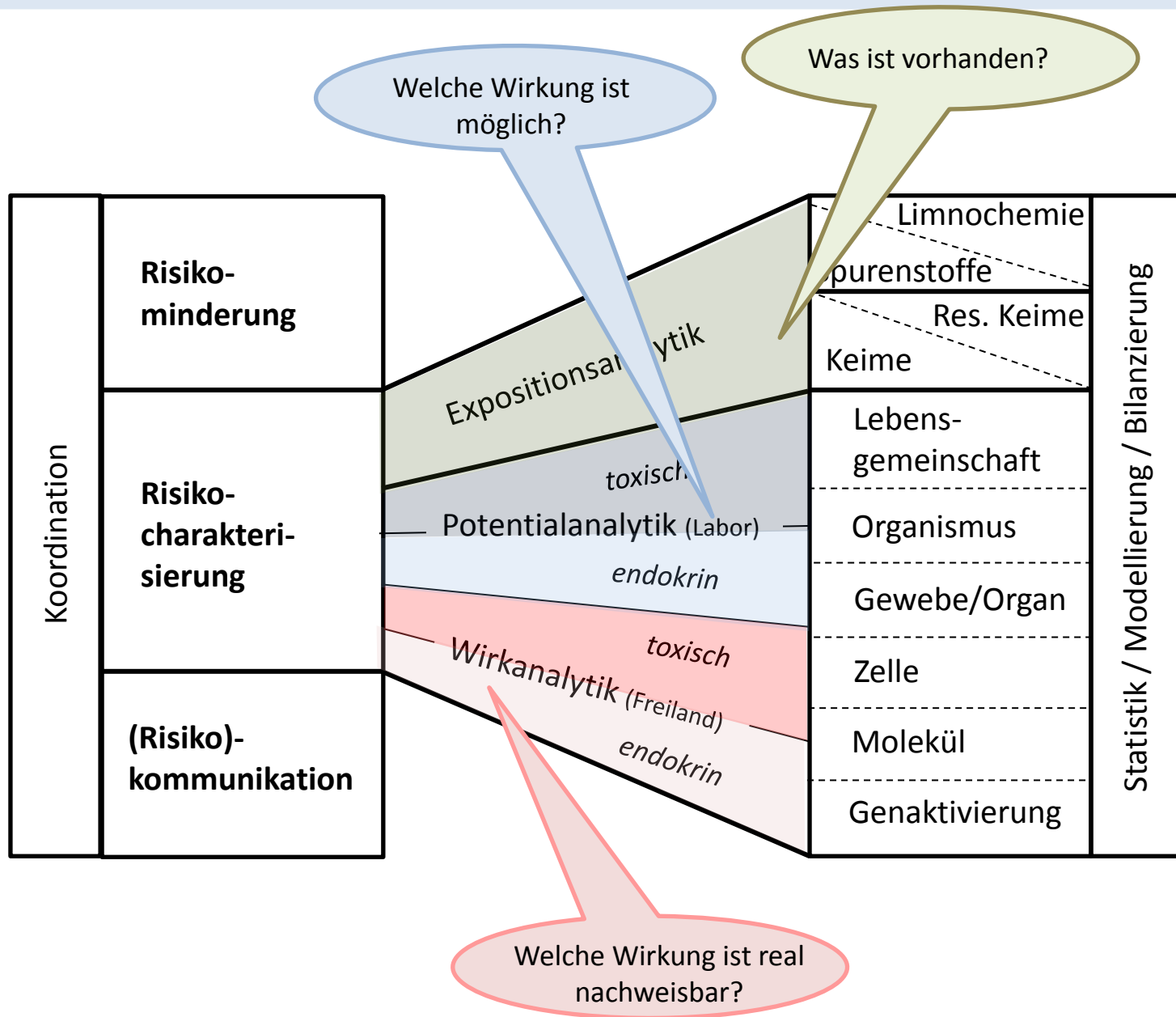


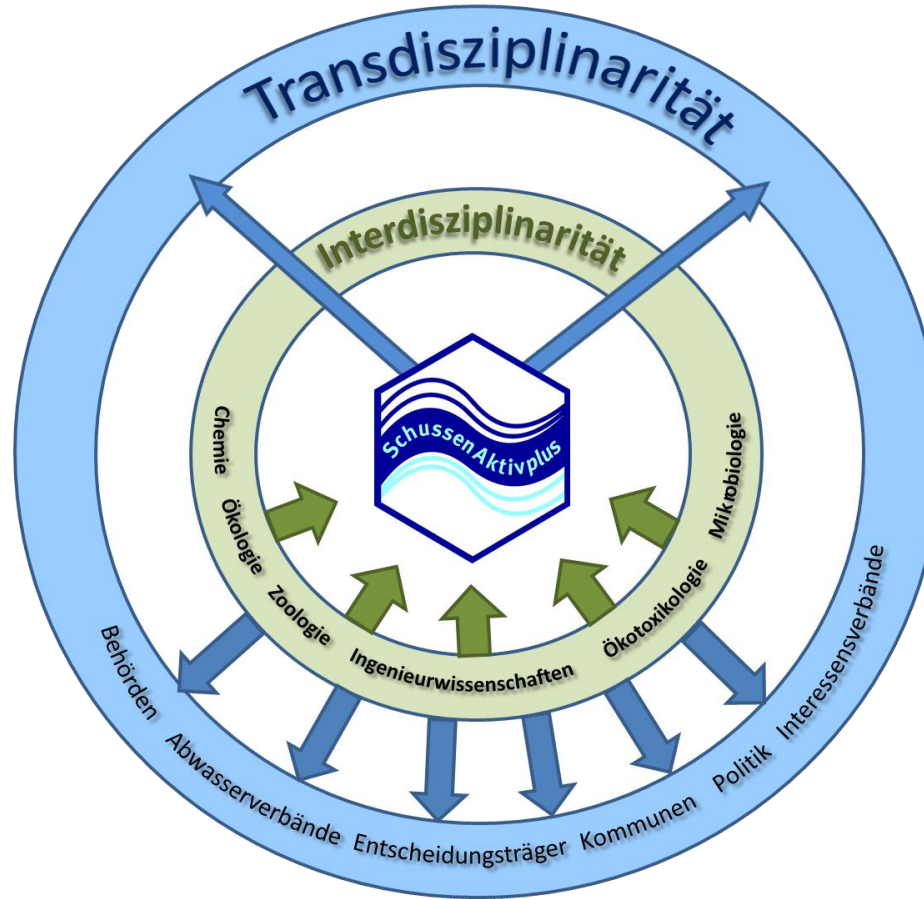
KA 3 (Merklingen):
Großtechnisch: Oz+LSF



Retentionsbodenfilter
Vorhanden; angeschlossen an
2 RÜB



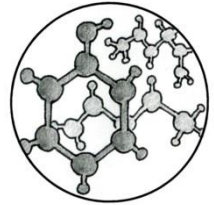




**Zielgruppenspezifische
Kommunikation**

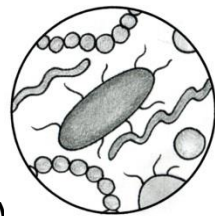
Spurenstoffanalytik

(**165 Stoffe** in Abwasser, Oberflächenwasser, Sediment und Biota)



Mikrobiologische Analysen:

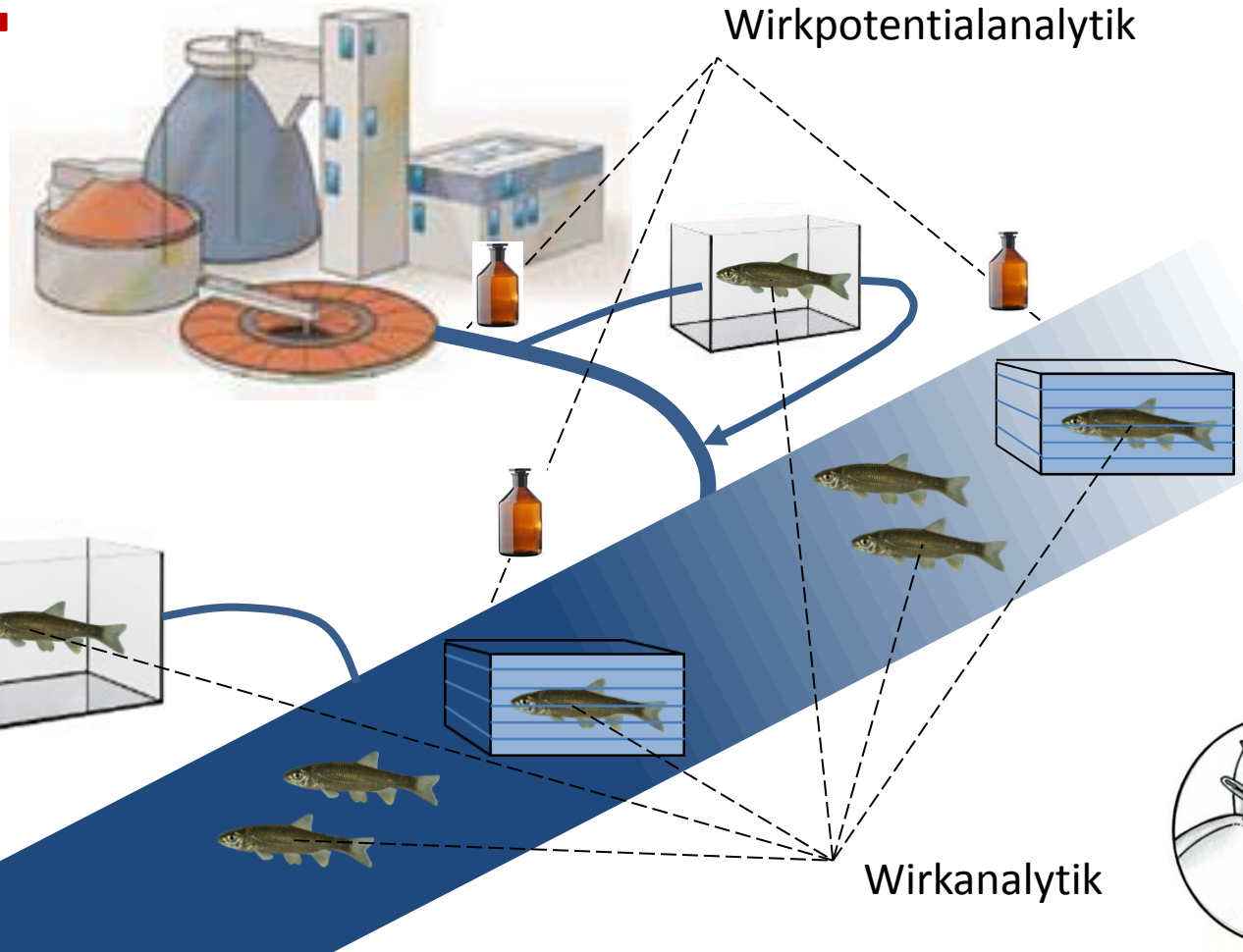
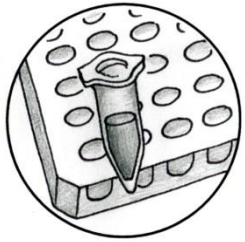
- **Indikatorkeime** (*E. coli*, int. Enterokokken, Staphylokokken)
- **(Multi)resistente Keime** in Abwasser, Oberflächenwasser, Sediment



Biotests ←

Labor

Mensch und Ökosystem



→ Biomarker

Freiland
Ökosystem

Warum überhaupt Untersuchungen zur Wirkung?

"Die Bestimmung von und der Umgang mit **Risiken** hängt davon ab, dass kausale Beziehungen zwischen der Ursache und den erwarteten **Konsequenzen** gezogen werden können" (Renn et al., 2007)

- ⇒ **Wirktests notwendig zur Risikobewertung**
- ⇒ **Kausalität (Ursache-Wirkung) notwendig**



<http://www.geldundhaushalt.de/Infothek/einmaleins-des-budgets/versicherungen-optimieren.html>

- Kausalität erarbeitet in Labortests für "wenige" Substanzen
- Wirktests als Grundlage für Ableitung von Grenzwerten oder Findung prioritärer Substanzen

Umweltbewertung 1:

Frage: Werden Grenzwerte überschritten?

➔ **Chemische Analytik, keine Wirktests notwendig!**

Aber: Nur Spitze des Eisbergs erfasst!

Wofür sind Untersuchungen zur Wirkung gut / notwendig?

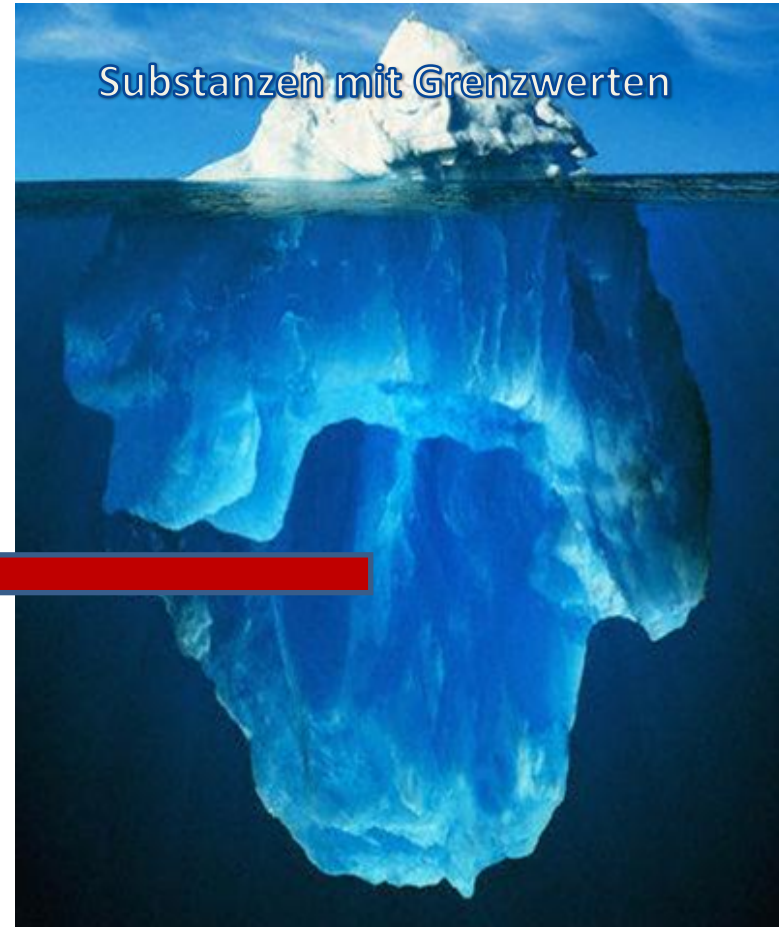
Umweltbewertung 2:

Fragen:

- Wie unproblematisch ist das Abwasser?
- Werden aquatische Organismen negativ beeinflusst?
- Wie intakt ist ein Ökosystem?



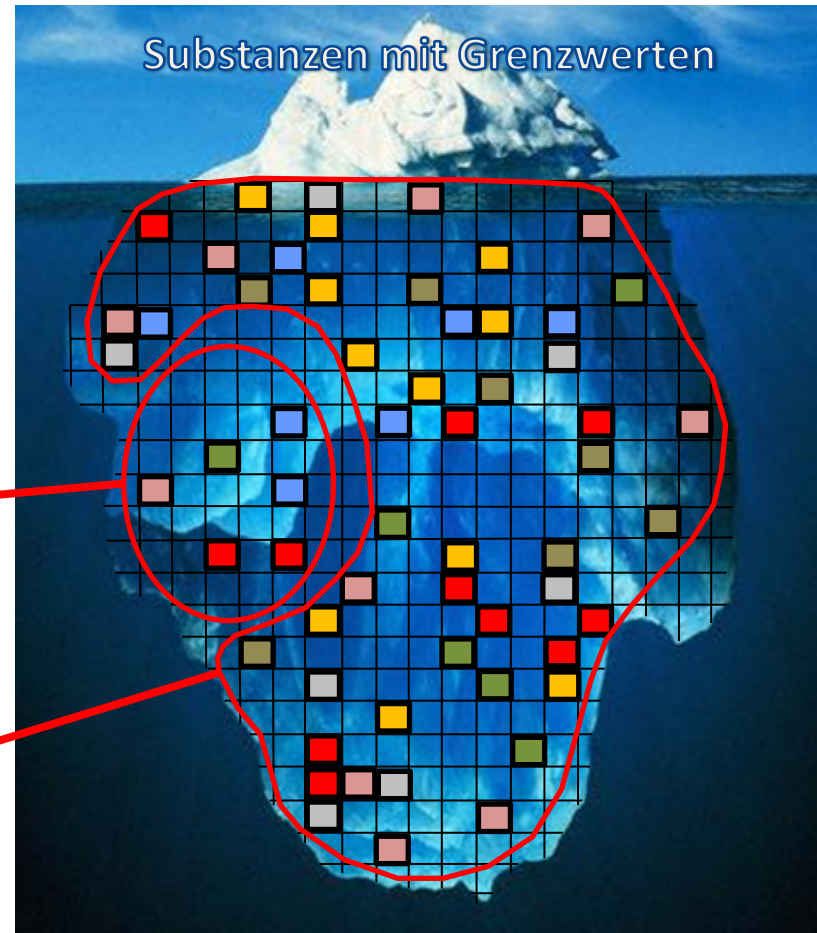
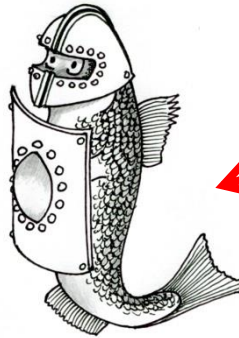
?



Wofür sind Untersuchungen zur Wirkung gut / notwendig?

Nicht regulierter Teil des Eisbergs:

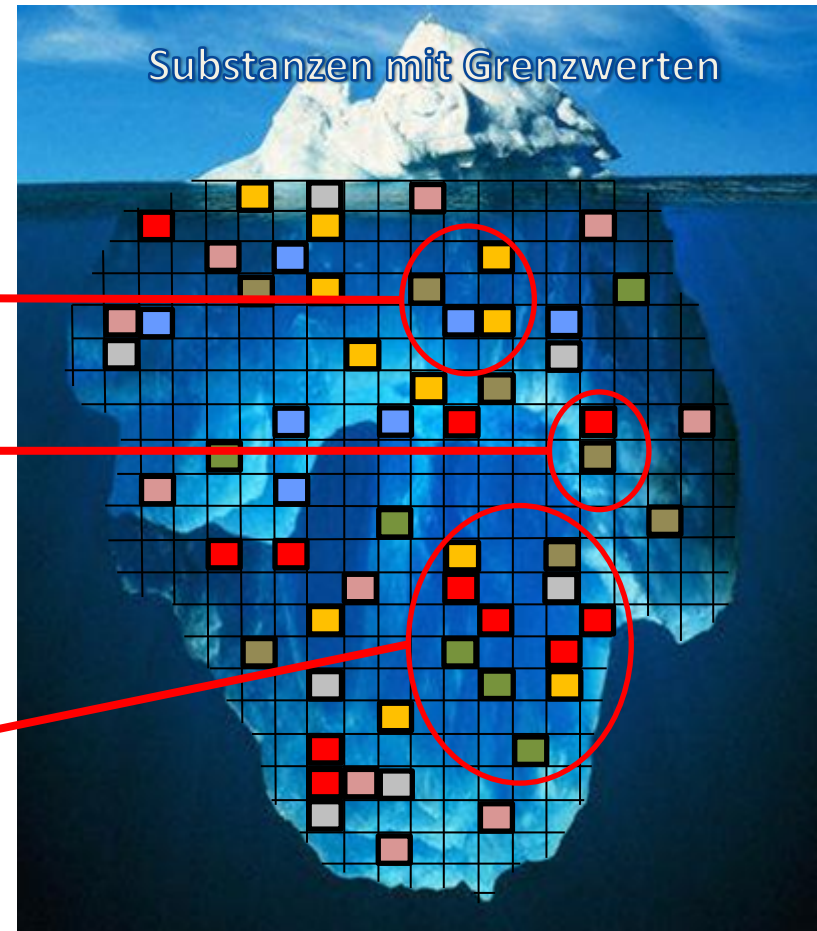
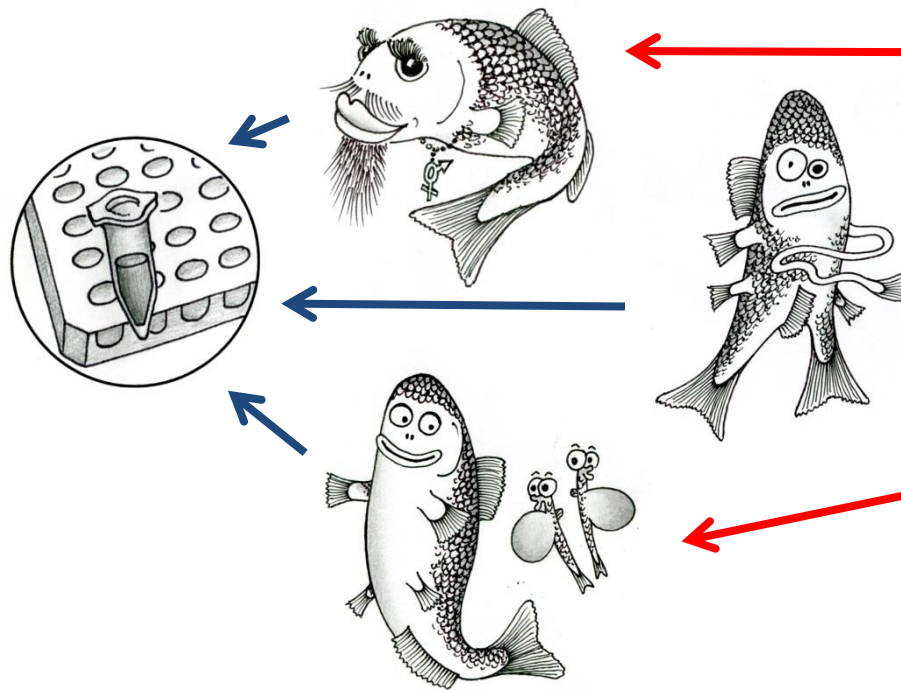
- Analytisch wird nur gefunden, nach dem man sucht / wofür es Methoden gibt
- Sehr viele (auch unbekannte) Stoffe + Abbau-
produkte können alleine oder zusammen
wirken oder nicht
- **Gesundheitsmarker** (z.B. Leberzustand,
Stressproteine, Entgiftungsaktivität) zeigen
aufsummierte Wirkung



<http://yoestoyamiaire.zonalibre.org/archives/iceberg.jpg>

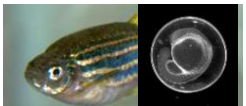
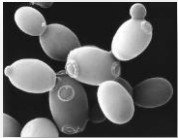
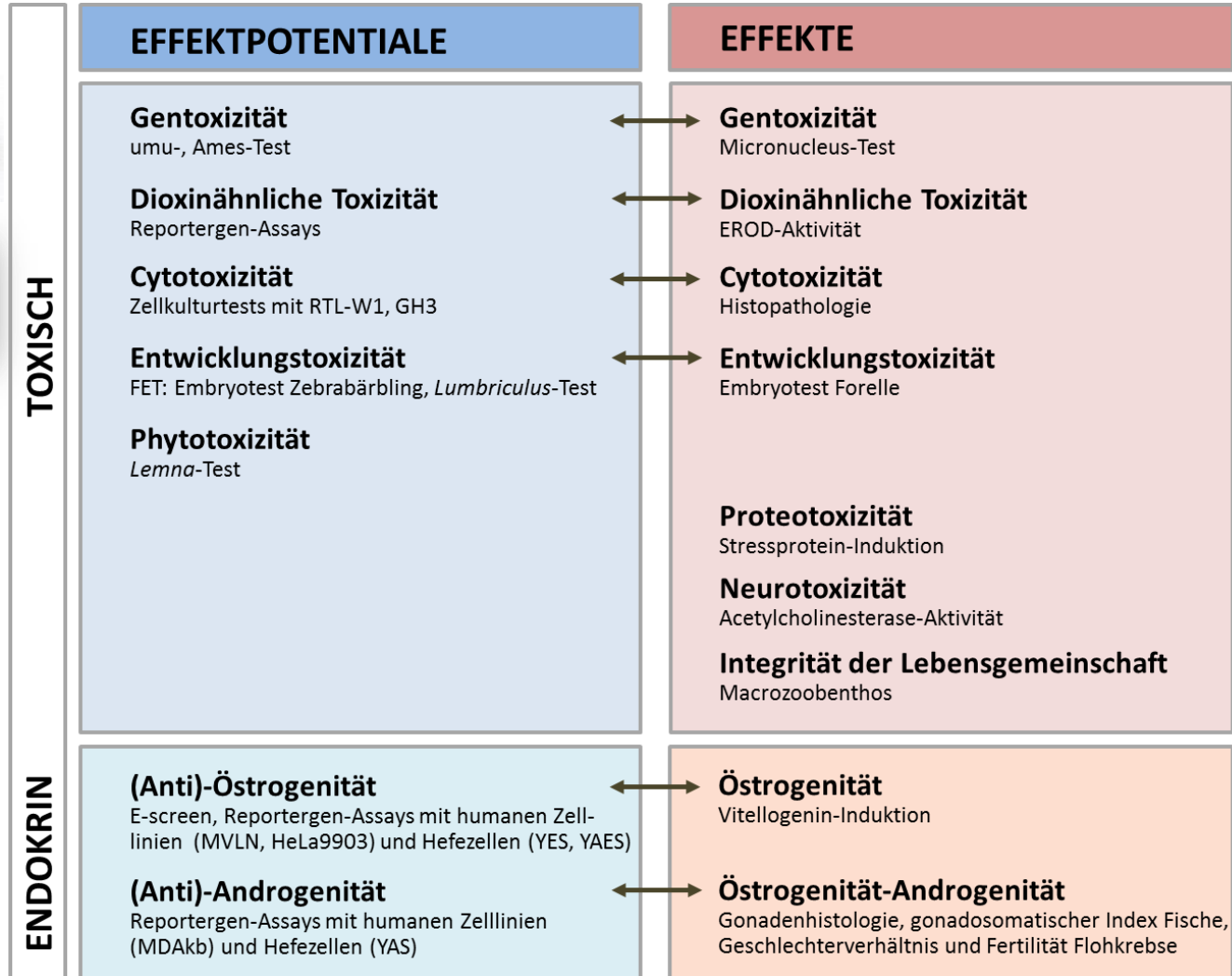
Aber: Kausalität nur eingeschränkt möglich!

- Ursachenfindung über **spezifischere Wirktests** (Östrogenität, Genotoxizität, Entwicklungstoxizität etc.) möglich!
- Mit Wirkung bei Tieren abgeglichene Biotests
- Hierauf basierend chemische Analytik



<http://yoestoyamiaire.zonalibre.org/archives/iceberg.jpg>

➔ **Wirktests als Grundlage einer retrospektiven Risikobewertung auf der Basis von Plausibilität**



Bach



Passives Monitoring (Befischung)

Aktives Monitoring (Exposition)

Bypass



KA-Ablauf



Ökologische Relevanz

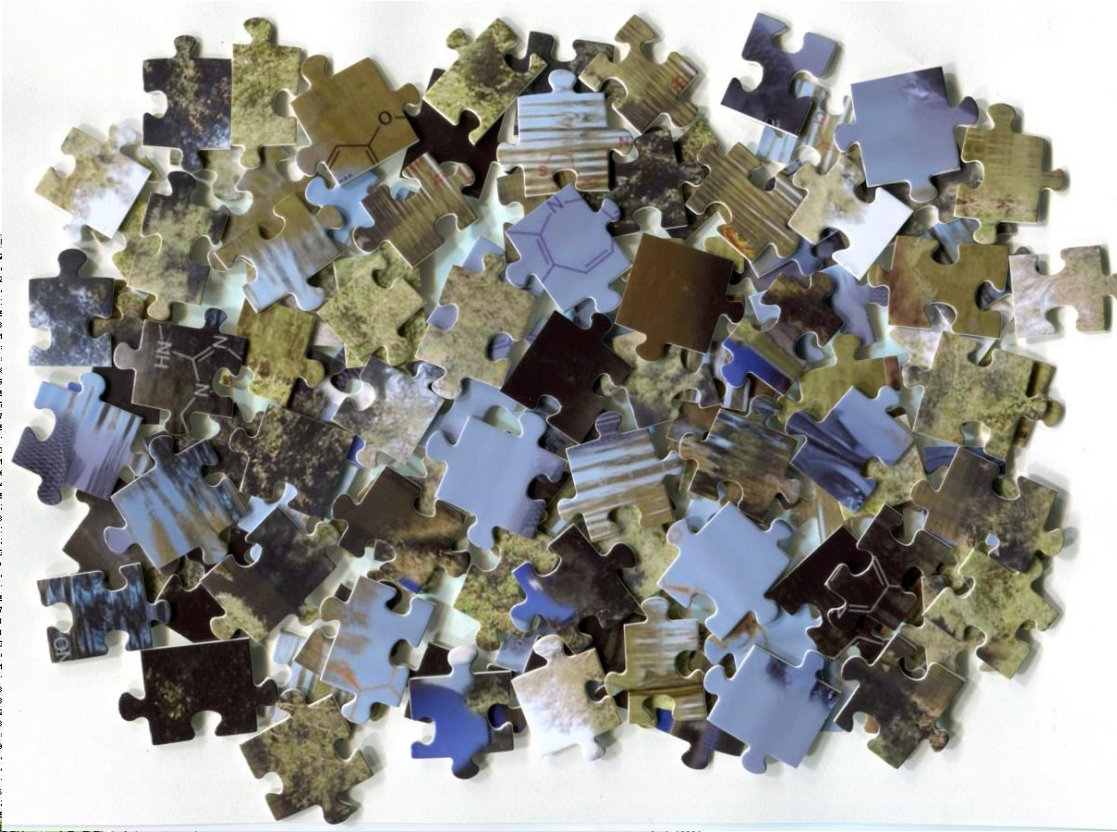
Ursache-Wirkungs-Beziehung

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
2	(Fort	Code	ds	Datum	Cod	Jahr	Ort	Prak	Cu	Probe	stelle	Cu	Kampa	Cod	quant	DGC	TOC	AK, 254 x SK, 2
3	1	KMKZuLSF	1	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KAMZuLSF	1	Wasser	1	3.9	14	14	22.9	2
4	2	KMKZuLSF	2	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KAMZuLSF	2	Wasser	1	15	9.4	9.9	20.4	3
5	3	KERZu	3	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KARZuLSF	3	Wasser	1	42	34	47	49.6	1
6	4	KERZu	4	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KARZuLSF	4	Wasser	1	0.7	6.5	6.7	15.2	15
7	5	KLVZu	5	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KALWZuLSF	5	Wasser	1	71	74	83	41	13
8	6	KLVZu	6	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KALWZuLSF	6	Wasser	1	0.67	6.2	6.3	14.6	1
9	7	KWZu	7	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS0	7	Wasser	1	1.5	4.9	5	16.3	1
10	8	KWZu	8	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS1	8	Wasser	1	1.7	5	5	16.6	1
11	9	KWZu	9	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS3	9	Wasser	1	2.4	5.4	5.4	16.2	11
12	10	KWZu	10	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS4	10	Wasser	1	0.71	1.6	1.9	5.2	5
13	11	KWZu	11	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS6	11	Wasser	1	1.4	4.6	4.7	14.6	15
14	12	LRBFZu	22	26.06.2012	4	Sommer	2	L	2	RBFZuLSF	12	Wasser	1	6.4	7	8.9	12.1	11
15	13	LRBFZu	23	26.06.2012	4	Sommer	2	L	2	RBFZuLSF	13	Wasser	1	0.48	2.2	2.3	6.6	7
16	14	LLWZu	24	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	KALWZuLSF	14	Wasser	1	1.2	5.6	5.9	13.9	15
17	15	LLWZu	25	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	KALWZuLSF	15	Wasser	1	7.9	10	11	18.9	2
18	16	LLWZu	26	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS0	16	Wasser	1	1.5	6.6	6.9	20.8	3
19	17	LLWZu	29	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS1	17	Wasser	1	3.5	8	8.3	15.7	1
20	18	LLWZu	32	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS3	18	Wasser	1	5.3	7.1	7.5	16.2	14
21	19	LLWZu	35	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS4	19	Wasser	1	1.4	4.3	4.3	13.9	14
22	20	LLWZu	39	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS6	20	Wasser	1	5.2	4.4	4.4	14.5	15
23	21	MRBFZu	41	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RBFZuLSF	21	Wasser	1	31	6.5	6.4	13.9	2
24	22	MRBFZu	42	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RBFZuLSF	22	Wasser	1	1.3	2	2.1	7	8
25	23	MRBFZu	43	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RBFZuLSF	23	Wasser	1	51	8.2	8.2	13.5	4
26	24	MRBFZu	44	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RBFZuLSF	24	Wasser	1	43	7.5	7.5	16.2	14
27	25	MRBFZu	45	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RBFZuLSF	25	Wasser	1	35	7.2	6.8	12.1	3
28	26	MRBFZu	301	25.09.2012	300	Sommer	2	a	300	KARZuLSF	26	Wasser	1	57	27	29	21.4	10
29	27	MRBFZu	302	25.09.2012	300	Sommer	2	a	300	KARZuLSF	27	Wasser	1	1.2	4.4	4.9	12.5	1
30	28	MRBFZu	303	25.09.2012	300	Sommer	2	a	300	KARZuLSF	28	Wasser	1	1.1	3.9	4	10.6	1
31	29	MRBFZu	304	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARZuLSF	29	Wasser	1	1.1	5.2	5.5	13.9	15
32	30	MRBFZu	306	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARZuLSF	30	Wasser	1	0.51	4.6	4.9	7	7
33	31	MRBFZu	308	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARZuLSF	31	Wasser	1	0.72	0.62	0.74	0.7	1
34	32	MRBFZu	307	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARZuLSF	32	Wasser	1	0.44	0.73	0.84	0.3	1
35	33	MRBFZu	305	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARZuLSF	33	Wasser	1	0.55	4.6	4.7	12.4	12
36	34	MRBFZu	49	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARZuLSF	34	Wasser	1	49	34	30	21.7	14
37	35	MRBFZu	50	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARZuLSF	35	Wasser	1	1.6	5.5	6	14.7	1
38	36	MRBFZu	51	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARZuLSF	36	Wasser	1	0.62	7.1	7.2	8.9	1
39	37	MRBFZu	52	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARZuLSF	37	Wasser	1	0.59	3	3.1	2.7	3
40	38	MRBFZu	53	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARZuLSF	38	Wasser	1	0.31	1.9	2.1	2	3
41	39	MRBFZu	54	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARZuLSF	39	Wasser	1	0.55	4.7	4.8	12	12
42	40	MRBFZu	46	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KAMZuLSF	40	Wasser	1	243	100	130	75.4	28
43	41	MRBFZu	47	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KAMZuLSF	41	Wasser	1	12	10	10	20.6	2
44	42	MRBFZu	48	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KAMZuLSF	42	Wasser	1	0.25	4.1	4.1	8.9	9
45	43	MRBFZu	55	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS0	43	Wasser	1	4.1	6.3	6.4	23	2
46	44	MRBFZu	58	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS1	44	Wasser	1	3.8	6.2	6.4	22.8	2
47	45	MRBFZu	61	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS2	45	Wasser	1	4.8	5.6	5.8	20.2	2
48	46	MRBFZu	64	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS4	46	Wasser	1	0.93	1.8	1.8	6.1	6
49	47	MRBFZu	67	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS6	47	Wasser	1	2.8	5.8	5.9	20.8	2
50	48	MRBFZu	209	04.12.2012	342	Winter	4	a	302	KARZuLSF	48	Wasser	1	6.9	5.7	6	14.3	11



- ➔ Generell: Sehr effiziente Reduktion von Spurenstoffen, Indikatorkeimen und Wirkpotentialen durch alle neuen Technologien in KA möglich
- ➔ >80 % an Spurenstoffen und Wirkpotentialen und mehr als drei Zehnerpotenzen an Keimen können entnommen werden
- ➔ Entnahmeleistung im einzelnen abhängig von jeweiligen Chemikalien, Keimarten und Wirkendpunkten
- ➔ Indikatorkeime: Ozon + Filter effektiver als PAK
- ➔ Resistente Keime: zwar weitere Reduktion der absoluten Anzahl um ~ 1 Zehnerpotenz, aber prozentualer Anteil steigt im Vergleich zum Flockungsfilter
- ➔ Gute Reduktionsleistung des RBF; vergleichbar mit konventioneller Kläranlage
- ➔ Lamellenklärer auf RÜB nicht effizient



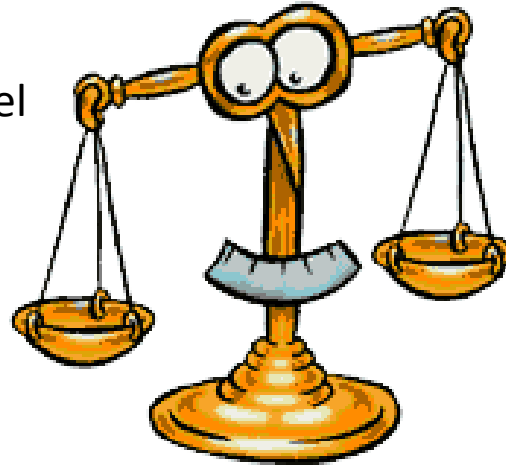
PAK+SF

Besser für z.B. Benzotriazol,
Metoprolol, Röntgenkontrastmittel

Enterokokken < BGRL

Keine biologischen Risiken

Verfügbarkeit und Qualität
der Kohle



Ozon +SF

Besser für z.B. Carbamazepin,
Diclofenac

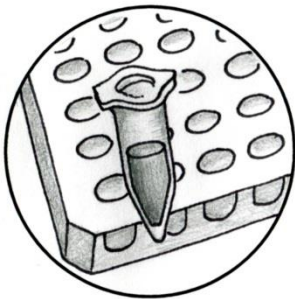
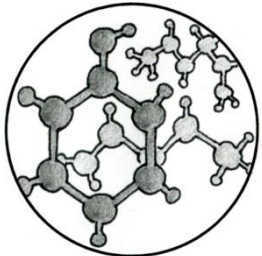
**Effizienter für Keime (1 log-
Stufe mehr); Enterokokken +
E.coli < BGRL**

**Unsicherheiten:
Transformationsprodukte
% mehr resistente Keime**

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

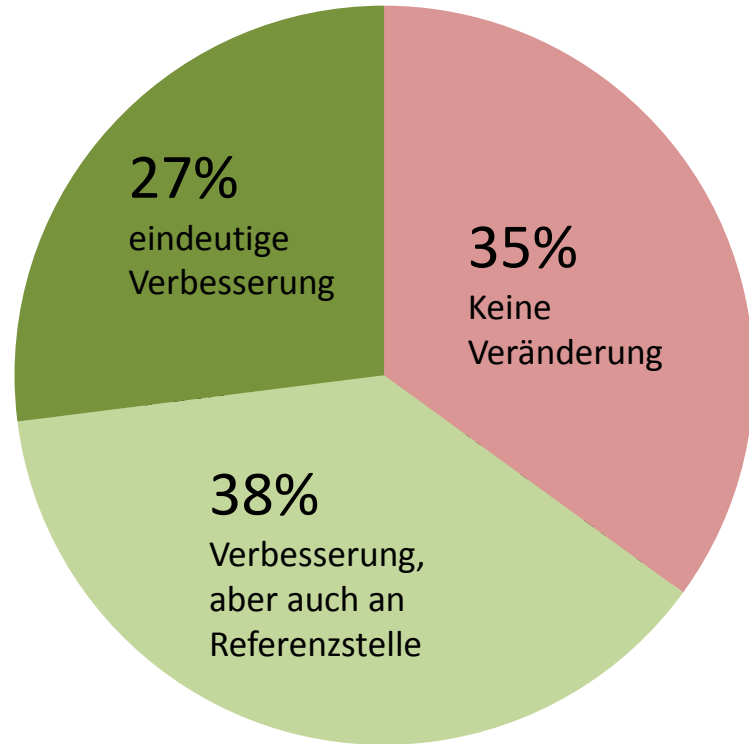
➔ **Abwägung im Einzelfall notwendig!** Z.B. **Badegewässer** im Sommer: wenig Regen, hoher Abwasseranteil, Bedeutung von Keimen aus KA ⇔ **Naturschutzgebiete** (Risiken für langfristige Schäden durch Transformationsprodukte)

ESSENZEN 2: Erfolg fürs Ökosystem?



- ➔ Stoffspezifische Reduktion der Spurenstoffkonzentrationen im KA-Ablauf, Oberflächenwasser und in Fischen unterhalb der KA nach Ausbau der KA Langwiese
- ➔ Verbesserung der Fischgesundheit bei exponierten Tieren im Ablauf der KA und bei Freilandfängen
Vor allem Reduktion gentoxischer Effekte, gesündere Gewebe, weniger Entgiftung, bessere Entwicklung
- ➔ Östrogene Wirkungen in der Schussen nur temporär, und eher von untergeordneter Bedeutung (Antiöstrogenität?)
- ➔ Besserer Gesundheitszustand von Fischnährtieren
- ➔ Gewässergüte bereits nach 15 Monaten verbessert (niedrigerer Saprobienindex, mehr seltene und sensitive Arten)
- ➔ Z.T. gute Korrelationen zwischen Wirkungen und Wirkpotentialtests (nicht immer)
- ➔ Öfters auch Verbesserungen an Referenzstellen; deshalb jahresspezifische Effekte z.T. nicht auszuschließen

ESSENZEN 2: Erfolg fürs Ökosystem?



Warum nicht mehr eindeutige Signale?

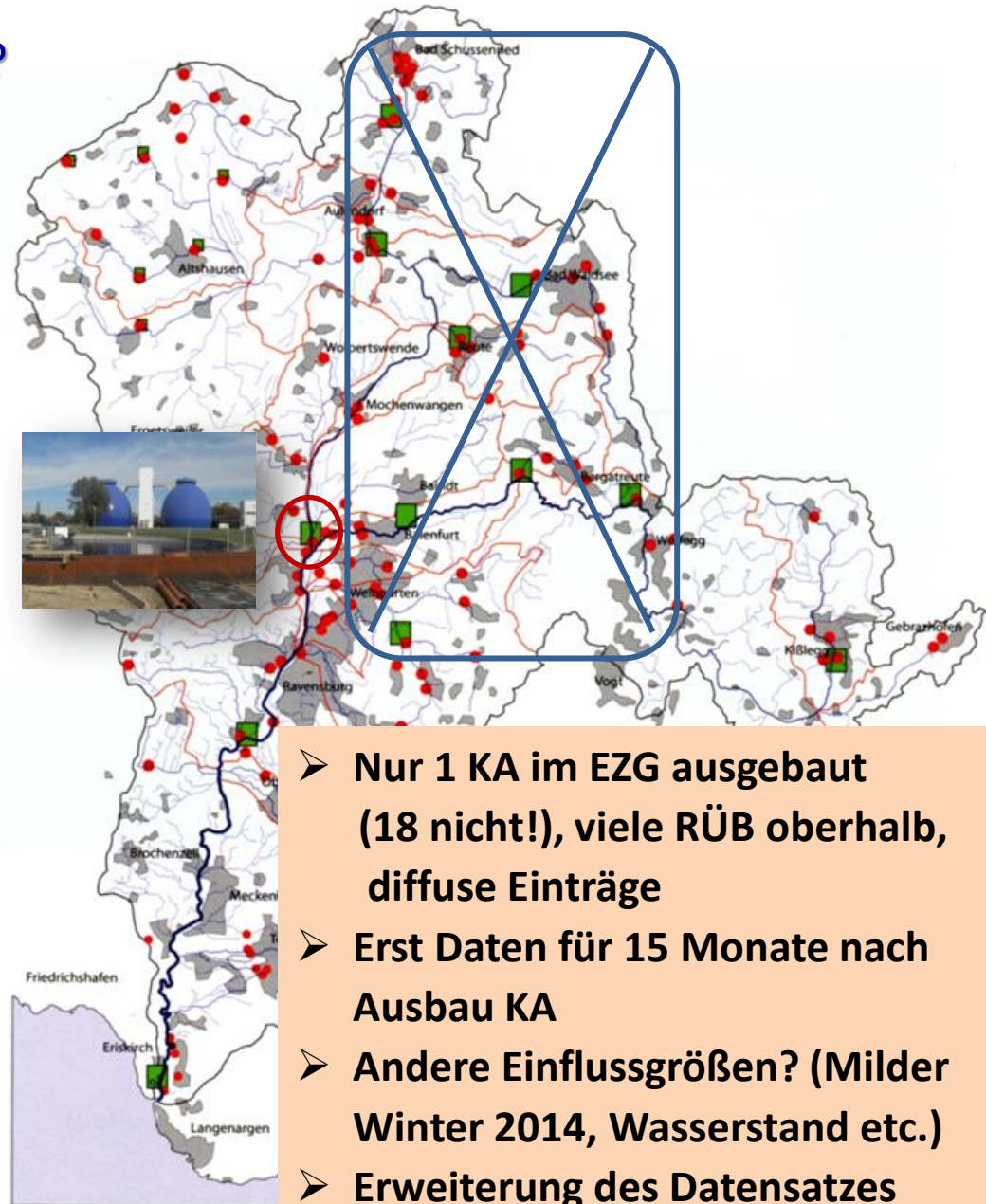
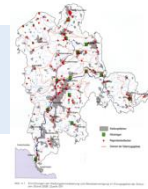


Abb. 4.1: Einrichtungen der Schulen (Stand 2008, Q1)

ESSENZEN 3: Vorteile für das Einzugsgebiet der Schussen

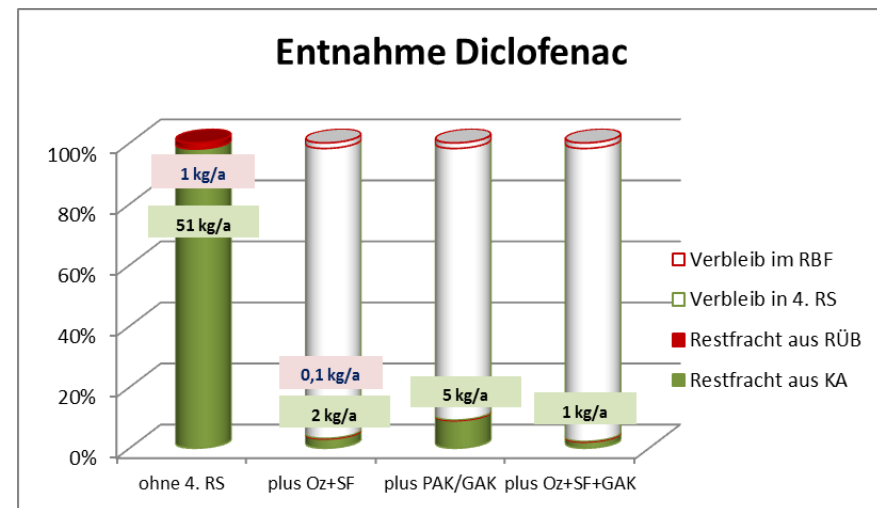
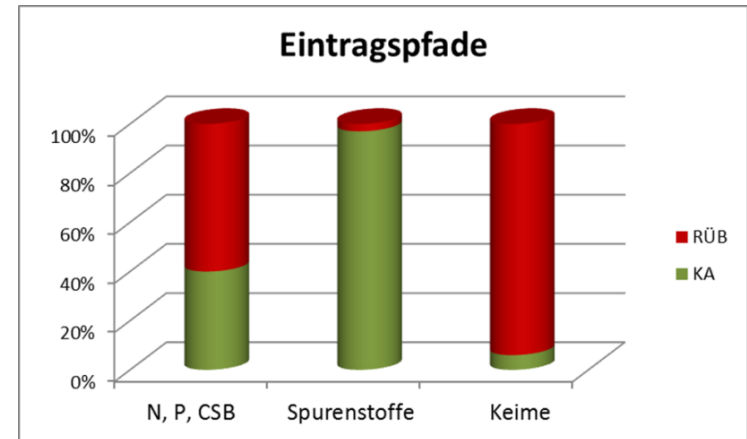


- ➔ Im EZG der Schussen kommen ca. 95% der Einträge der Spurenstoffe, aber nur 5% der Keime aus Kläranlagen (Rest über RÜB, diffus)
- ➔ Insgesamt können bis zu 80% der Spurenstoffe über KA-Ausbau zurückgehalten werden; Für Keime Maßnahmen an RÜBs notwendig!

Rechenbeispiel 1

Reduktion der Spurenstoffeinträge

Wären alle 19 KA im EZG der Schussen mit 4. Reinigungsstufe ausgestattet, könnten (abhängig von gewählter Technologie) pro Jahr ca. **100 kg Benzotriazol, 140 kg lomeprol, 23 kg Carbamazepin oder 40-45 kg Diclofenac** (plus xx kg der anderen Substanzen) **weniger** in die Schussen eingetragen werden.



Rechenbeispiel 2

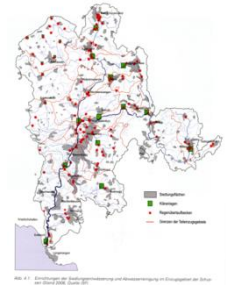
Kosten

- Würden **alle weiteren 18 KA** im EZG mit PAK ausgestattet:
⇒ **ca. 48 Mio. €** Investitionskosten
- Würden **nur KA > 10000 €** mit PAK ausgestattet (90% des Abwassers):
⇒ **ca. 36 Mio. €** Investitionskosten

Ozon+SF: -15% Investitionskosten;

Ozon+SF+GAK: +15% Investitionskosten

- Würde ein **Drittel der RÜBs mit RBF** ausgestattet:
⇒ zusätzlich **ca. 96 Mio. €**
- Betriebsaufwand von PAK in Ravensburg führt zu
Zusatzkosten pro Einwohner pro Jahr von max. 10 €!

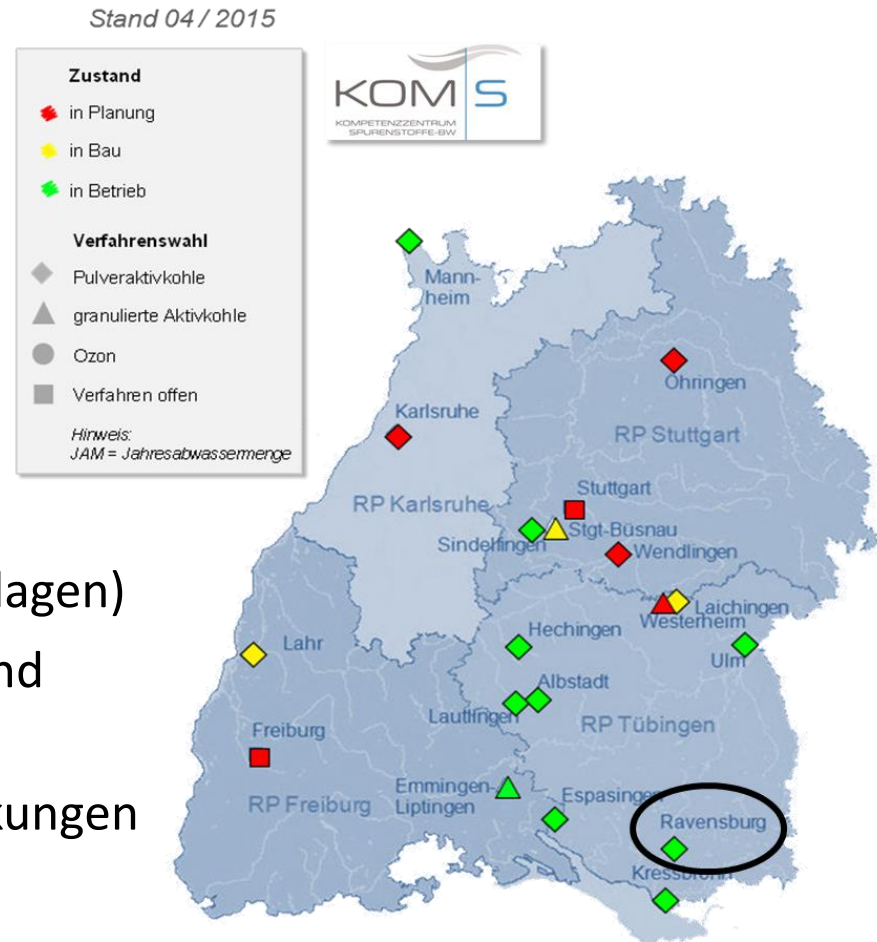


5.400 Mio. €



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

- 2010: Konjunkturprogramm des Landes Baden-Württemberg ⇒ Vierte Reinigungsstufe (Pulveraktivkohlefilter) für 4 KA in BW, u.a. KA Langwiese, AZV Mariatal, Ravensburg
- Heute bereits 10 Anlagen mit PAK in BW
- Anzahl Anlagen mit 4. Reinigungsstufe: NRW: 5; Schweiz: 1; Frankreich 2
- Schweizer Spurenstoff-Strategie (100 Anlagen)
- Anlagen aktuell im Bau: Bayern, Berlin und Rheinland Pfalz
- Bisher nur sehr wenige Daten zu Auswirkungen auf angeschlossene Gewässer (Schweiz: EcolImpact)!!!
- **Weitere Untersuchungen notwendig!**





Agenda bis 2016

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

Danke an das Konsortium





... sowie an
alle 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