

# SchussenAktivplus

Reduktion von Mikroverunreinigungen und Keimen zur weiteren  
Verbesserung der Gewässerqualität des Bodenseezuflusses  
Schussen



Rita Triebskorn

Physiologische Ökologie der Tiere, Universität Tübingen

RiSKWa-Abschlussveranstaltung Berlin, 10. - 11. 2. 2015

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

NaWaM  
Nährstoffmanagement



RiSKWa  
Risikoprüfung von Schadstoffen und  
Kontaminationen in Wasserströmen



## 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, Tett nang, Merklingen

**2 Abwasserzweckverbände:** AZV Mariatal, AV Unteres Schussental

**Land Baden-Württemberg:** Regierungspräsidium Tübingen

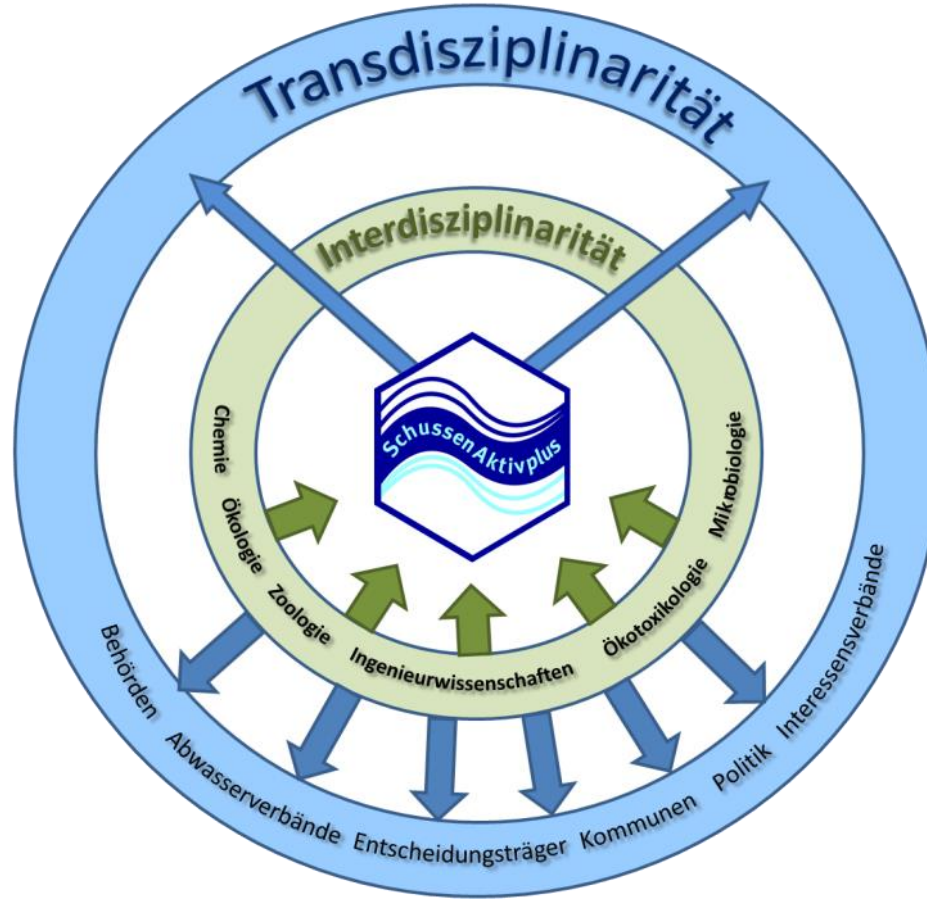


ÖKONSULT

GÖL STARZACH



# 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**

# Testsysteme und Probestellen

19 KA, 216 RÜB, RÜ, RKB



170000 EW

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



2400 EW

**KA 3 (Merklingen):**  
 Großtechnisch: Oz+LSF



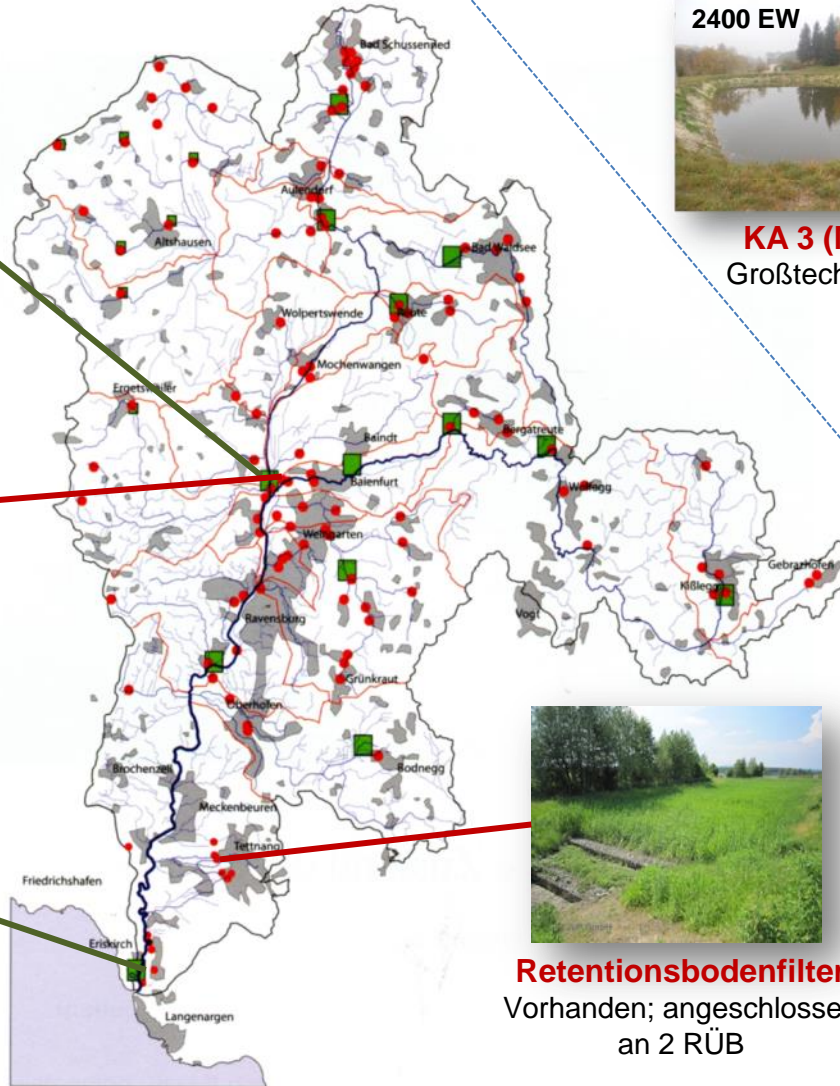
**RÜB Mariatal**

Modellhaft: Lamellenklärer



40000 EW

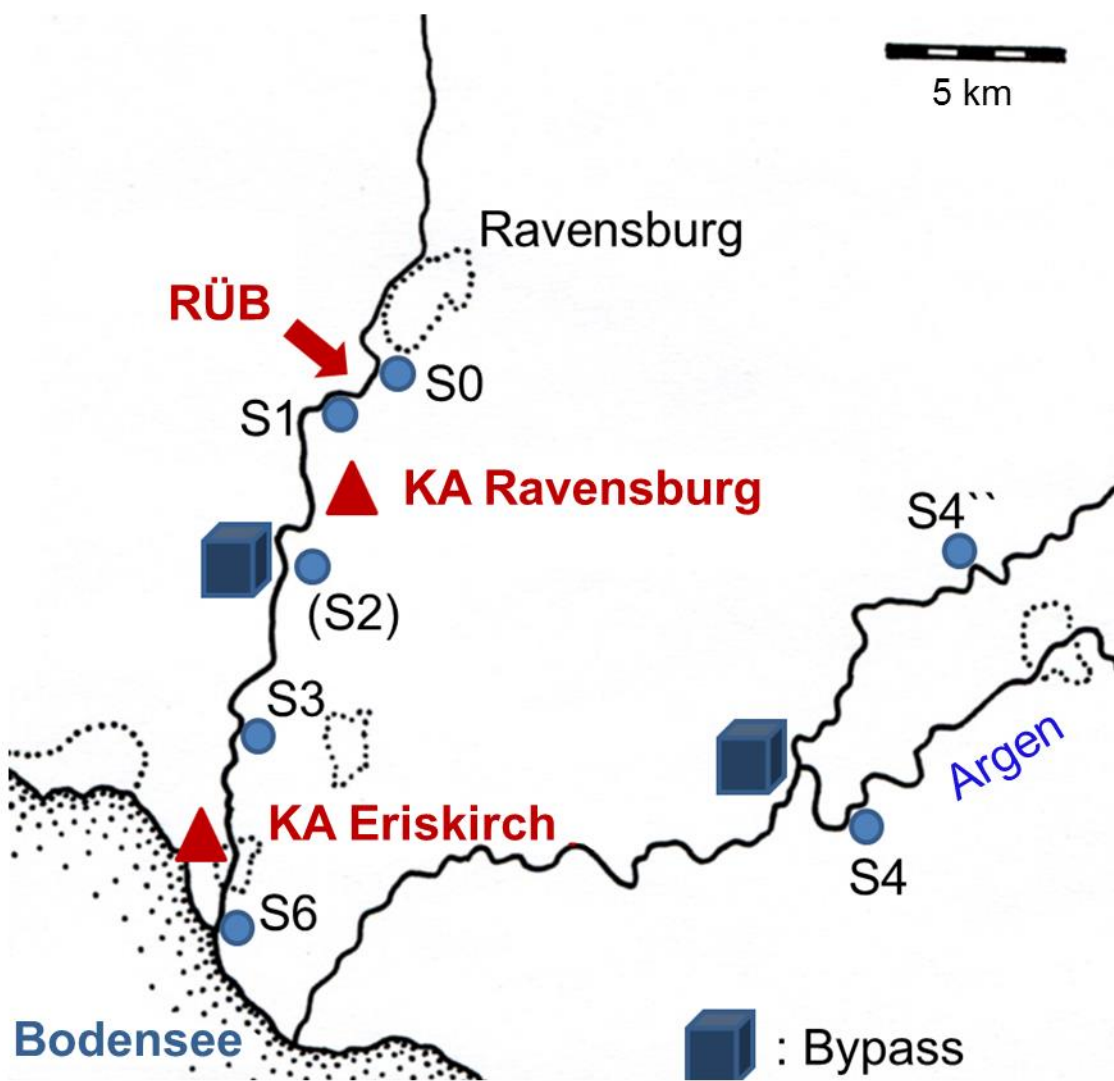
**KA 2 (Eriskirch)**  
 Modellanlage Oz+GAK+SF  
 (0,7 mg O<sub>3</sub>/mg DOC)



**Retentionsbodenfilter**  
 Vorhanden; angeschlossen  
 an 2 RÜB

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





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?

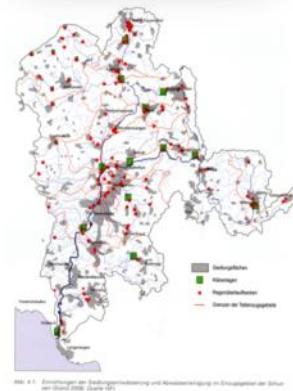
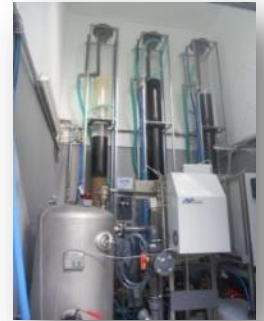
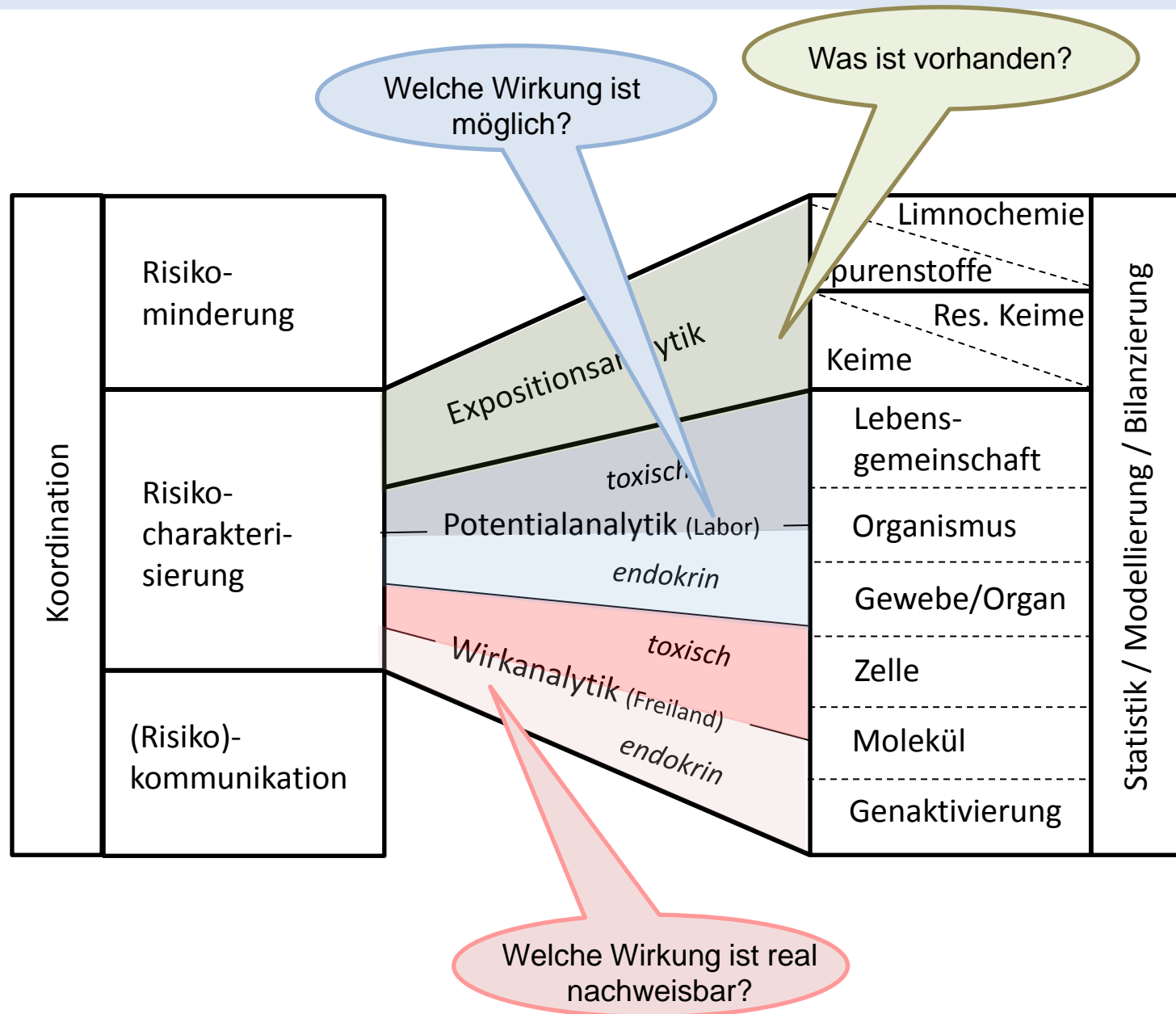


Abb. 4.1: Standortkarte der Schussen mit den Standorten der Probenentnahme für PAHs, Hormone und andere Substanzen (Quelle: [1]).







**Spurenstoffanalytik  
(165 Stoffe)**



**Mikrobiologische Analysen  
(*E. coli*, int. Enterokokken,  
Staphylokokken)**

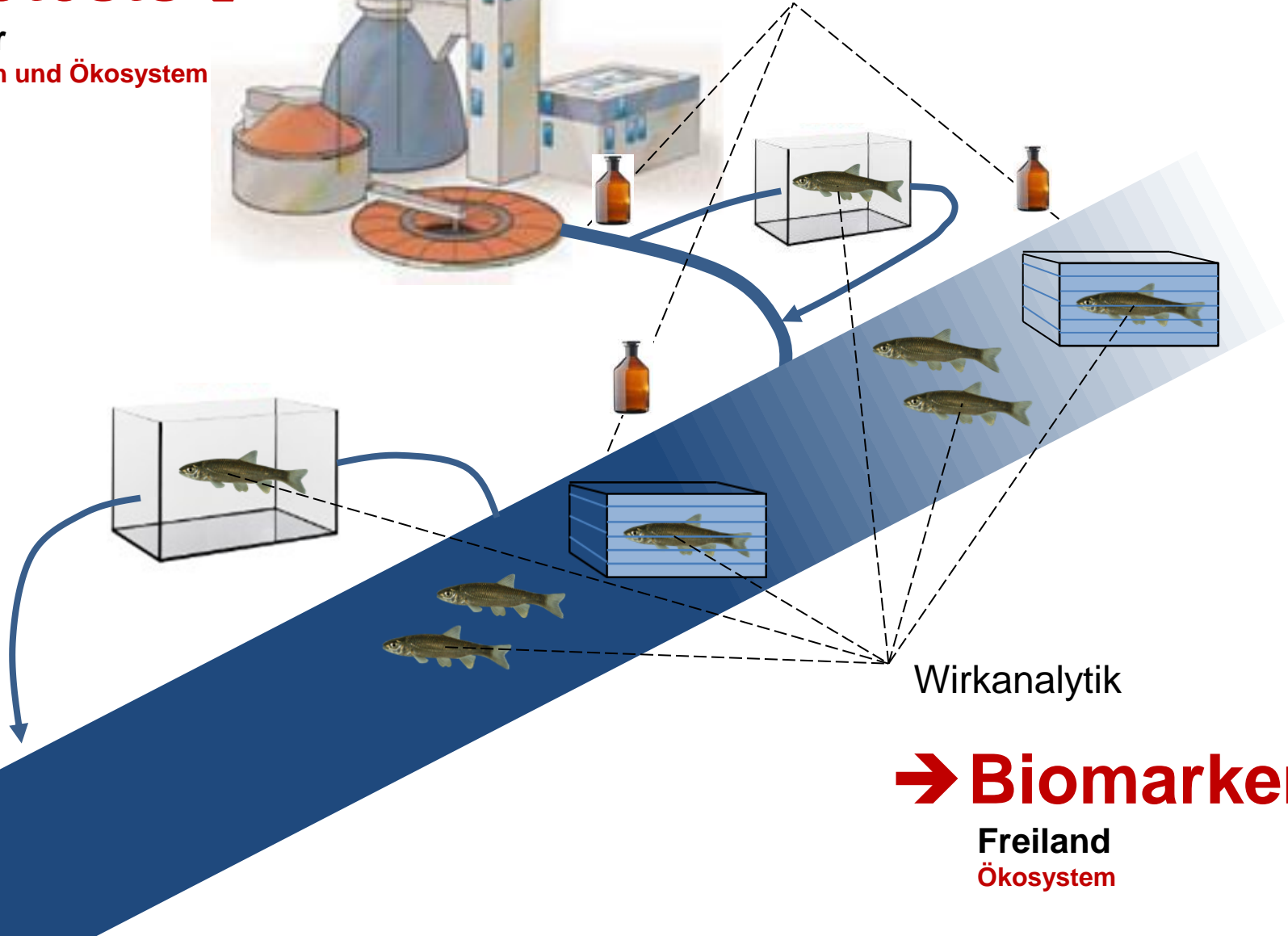
**(Multi)resistente Keime**

## **Biotests** ←

Labor  
Mensch und Ökosystem



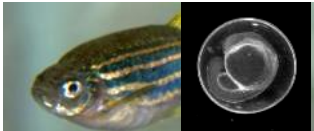
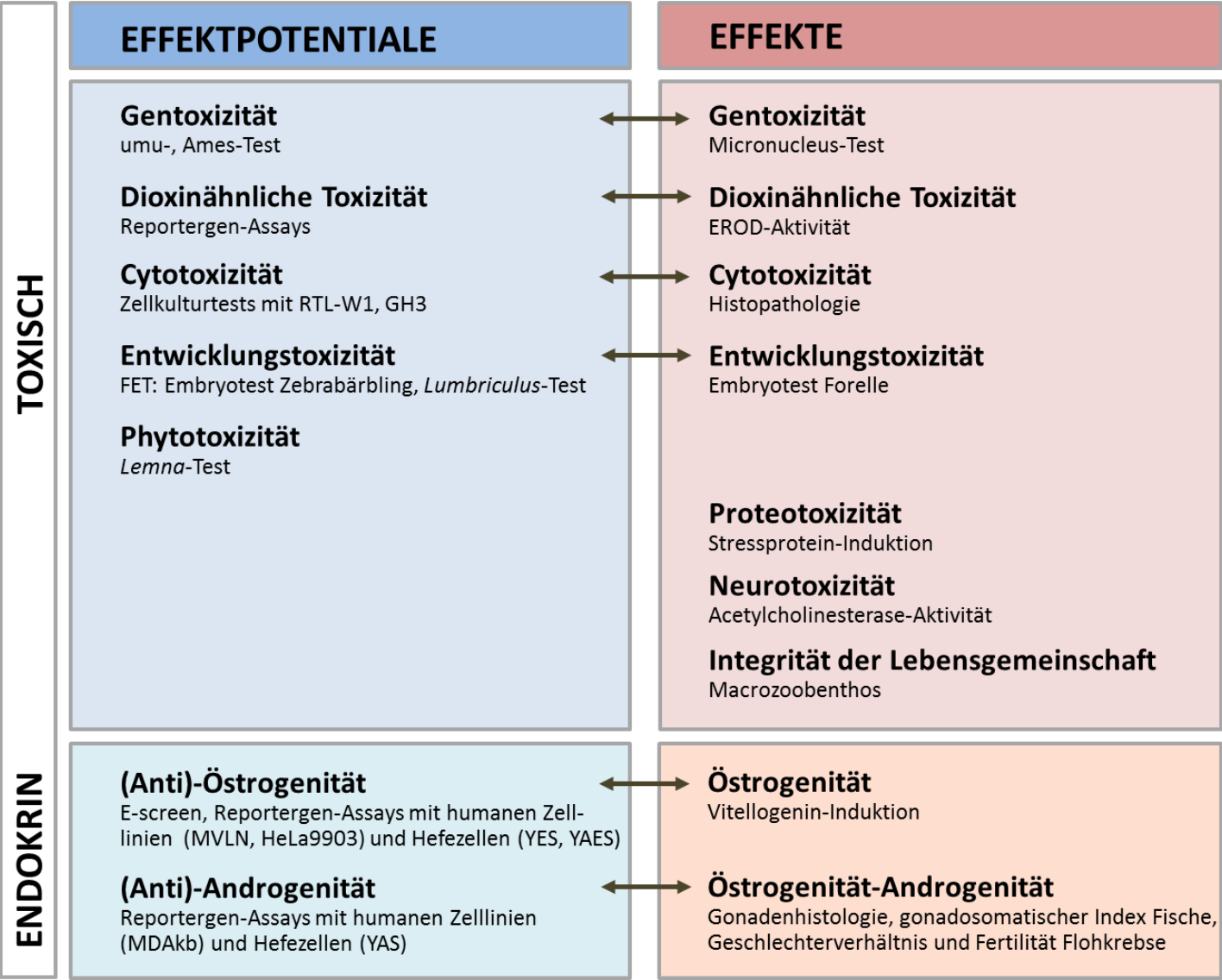
Wirkpotentialanalytik



## → **Biomarker**

Freiland  
Ökosystem

# Projektstruktur: Potentielle und tatsächliche Wirkungen







Ökologische Relevanz

Bach



Passives Monitoring (Befischung)

Bypass



Aktives Monitoring (Exposition)












KA-Ablauf



Ursache-Wirkungs-Beziehung



# Projektstruktur: Testorganismen

<p><b>Passives Monitoring</b></p>			 <p>Flohkrebse</p>	<p>EFFEKTE</p>
<p><b>Aktives Monitoring</b></p>		 <p>Forellen</p>	 <p>Flohkrebse</p>	
<p><b>Laborversuche</b></p>	<p>Eier Zebra- bärbling</p> 	 <p>Zwergdeckelschnecken</p>	<p>Glanzwurm</p>  <p>Wasserlinsen</p>	<p>WIRK- POTENTIALE</p>

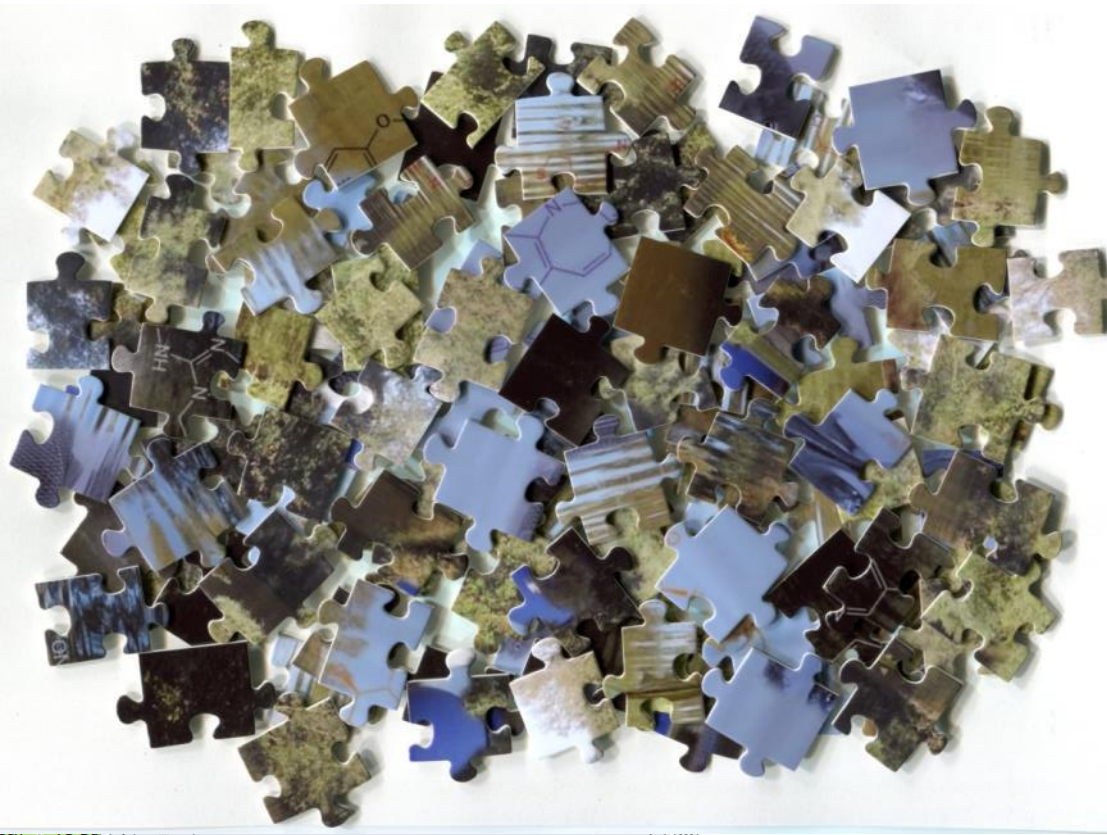
↓  
plus zahlreiche *in vitro* Testsysteme mit Hefen und menschliche Zellen

# Datenlage

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

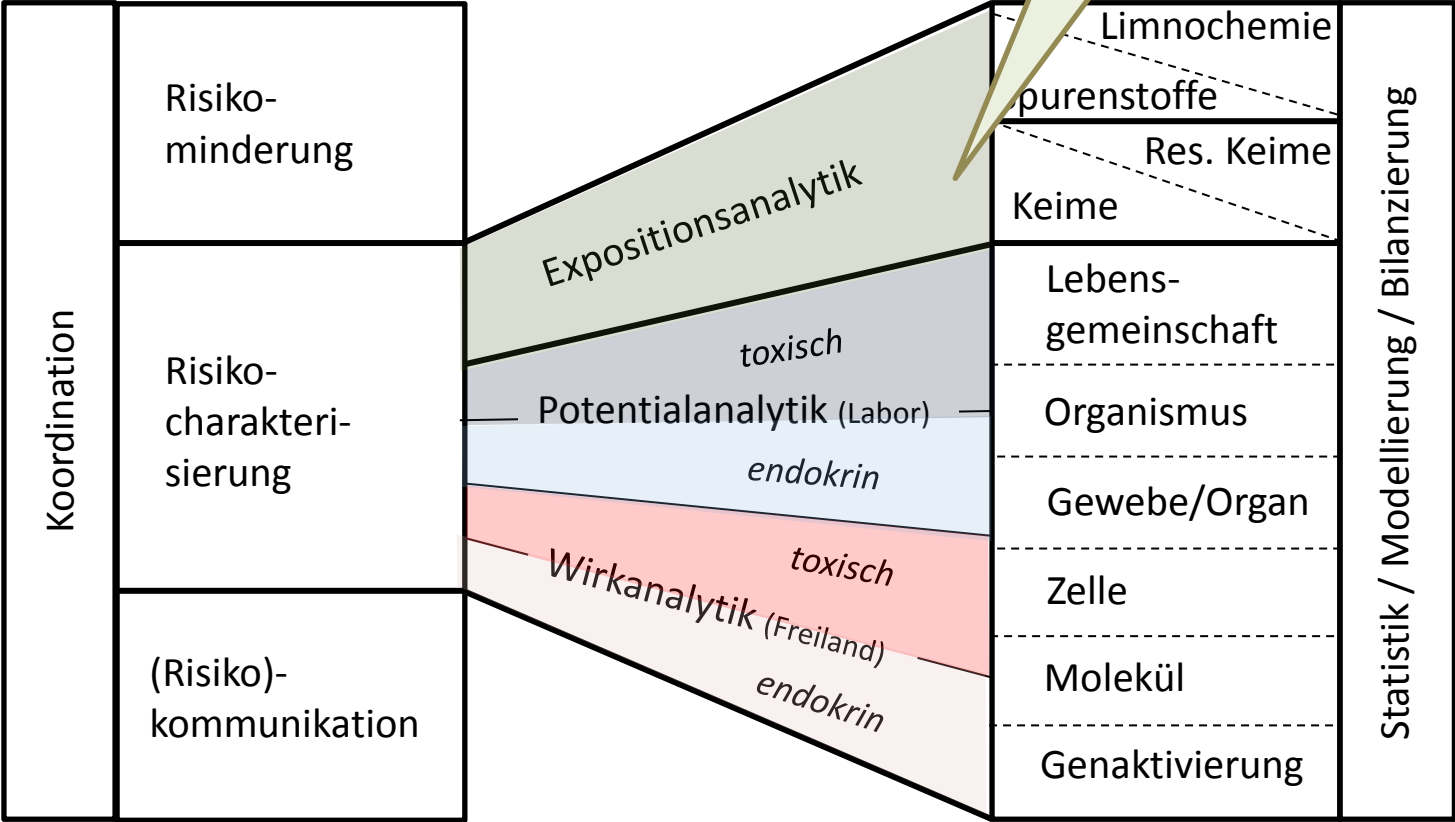
**Bis heute:**  
 ~ 68.000 Datenbankeinträge  
 Uni-/multivariate statistische  
 Verfahren (PCA, RDA etc.)

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	
1	(Fort Code	Ja	Datum	Cod	Jahrzeit	Cod	Prakt	Cod	Probstelle	Cd	Kampu	Coloq.	quant	DOC	TOC	AK	254	SK	1	2	
2														mg/L	mg/L	Min	Min	Min	Min	Min	
3	1	KMKZUSLF	1	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KAMK,ZulaufL	1	Wasser	1	3,9	14	14	22,9	2			
4	2	KMKALSLF	2	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KAMK,AblaufL	2	Wasser	1	15	9,4	9,9	20,4	3			
5	3	KERZu	3	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KARER,ZulaufN	3	Wasser	1	4,2	3,4	4,7	45,6	1			
6	4	KERAlFF	4	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KARER,AblaufF	4	Wasser	1	0,7	6,5	6,7	15,2	15			
7	5	KLWZu	5	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KALW,ZulaufN	5	Wasser	1	7,1	7,4	8,3	4,1	13			
8	6	KLWAl	6	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	KALW,Ablauf	6	Wasser	1	0,67	6,2	6,3	14,6	1			
9	7	KWV	7	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS0	7	Wasser	1	1,6	4,9	5	16,3	1			
10	8	K1W	10	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS1	8	Wasser	1	1,7	5	5	16,6	1			
11	9	K3W	13	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS3	9	Wasser	1	2,4	5,4	5,4	16,2	11			
12	10	K4W	16	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS4	10	Wasser	1	0,71	1,0	1,0	5,2	5			
13	11	K6W	19	03.05.2012	1	Frühling	1	K	1	PS6	11	Wasser	1	1,4	4,6	4,7	14,6	15			
14	12	LRFZu	22	26.06.2012	4	Sommer	2	L	2	RBF,Zulauf	12	Wasser	1	6,4	7	8,9	12,1	11			
15	13	LRFAl	23	26.06.2012	4	Sommer	2	L	2	RBF,Ablauf	13	Wasser	1	0,49	2,2	2,3	6,6	7			
16	14	LLWAlHK	24	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	KALW,AblaufN	14	Wasser	1	1,2	5,4	5,9	13,9	15			
17	15	LLWAl	25	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	KALW,Ablauf	6	Wasser	1	7,9	10	11	18,9	2			
18	16	L4W	26	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS0	7	Wasser	1	1,9	8,6	9	20,5	3			
19	17	L1W	29	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS1	8	Wasser	1	3,5	8	8,3	15,7	1			
20	18	L3W	32	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS3	9	Wasser	1	5,3	7,1	7,5	16,2	14			
21	19	L4W	35	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS4	10	Wasser	1	1,4	4,3	4,3	13,8	14			
22	20	L4W	39	04.07.2012	3	Sommer	2	L	2	PS6	11	Wasser	1	5,2	4,4	4,4	14,5	15			
23	21	MRBFZu	41	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RBF,Zulauf	12	Wasser	1	3,1	6,5	6,4	13,9	22			
24	22	MRBFAl	42	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RBF,Ablauf	13	Wasser	1	1,3	2	2,1	7	8			
25	23	MRÖBZu	43	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RÖB,Zulauf	15	Wasser	1	5,1	8,2	8,2	21	13,5	4		
26	24	MRÖBAl	44	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RÖB,Ablauf	16	Wasser	1	4,3	7,5	7,5	16	12,7	4		
27	25	MRÖBALK	45	21.08.2012	5	Sommer	2	M	3	RÖB,Ablauf	17	Wasser	1	3,5	7,2	6,8	12,1	3			
28	26	WERZu	301	25.09.2012	300	Sommer	2	a	300	KARER,ZulaufN	3	Wasser	1	5,7	2,7	2,9	21,4	10			
29	27	WERAlHK	302	25.09.2012	300	Sommer	2	a	300	KARER,AblaufN	19	Wasser	1	1,2	4,4	4,9	12,5	1			
30	28	WERAlFF	303	25.09.2012	300	Sommer	2	a	300	KARER,AblaufF	4	Wasser	1	1,1	3,9	4	10,6	1			
31	29	WERAlHK	304	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARER,AblaufN	19	Wasser	1	1,1	5,2	5,5	13,9	15			
32	30	WERAlOxSF	306	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARER,AblaufO	20	Wasser	1	0,61	4,6	4,9	7	7			
33	31	WERAlOxSF	306	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARER,AblaufO	21	Wasser	1	0,72	0,42	0,74	0,7	1			
34	32	WERAlOxAK	307	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARER,AblaufO	22	Wasser	1	0,44	0,73	0,84	0,3	1			
35	33	WERAlFF	305	25.09.2012	301	Herbst	3	b	301	KARER,AblaufF	4	Wasser	1	0,55	4,6	4,7	12,4	12			
36	34	MERZu	49	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARER,ZulaufN	3	Wasser	1	4,9	3,4	3,0	31,7	1			
37	35	MERAlHK	50	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARER,AblaufN	19	Wasser	1	1,6	5,5	6	14,7	1			
38	36	MERAlOxSF	51	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARER,AblaufO	20	Wasser	1	0,62	7,1	7,2	8,9	1			
39	37	MERAlOxSF	52	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARER,AblaufO	21	Wasser	1	0,59	3	2,1	2,7	3			
40	38	MERAlOxAK	53	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARER,AblaufO	22	Wasser	1	0,31	1,0	1,1	2	3			
41	39	MERAlFF	54	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KARER,AblaufF	4	Wasser	1	0,55	4,7	4,8	12	12			
42	40	MMKZu	46	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KAMK,ZulaufN	18	Wasser	1	24,3	100	130	75,4	28			
43	41	MMKZUSLF	47	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KAMK,ZulaufL	1	Wasser	1	12	10	13	20,6	2			
44	42	MMKALSLF	48	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	KAMK,AblaufL	2	Wasser	1	10,25	4,1	4,1	8,9	9			
45	43	M1W	55	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS0	7	Wasser	1	4,1	6,3	6,4	23	2			
46	44	M1W	58	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS1	8	Wasser	1	3,8	6,2	6,4	22,8	2			
47	45	M2W	61	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS2	9	Wasser	1	4,5	5,4	5,6	30,2	2			
48	46	M4W	64	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS4	10	Wasser	1	0,93	1,0	1,0	6,1	6			
49	47	M6W	67	24.10.2012	6	Herbst	3	M	3	PS6	11	Wasser	1	2,8	5,8	5,9	20,5	2			
50	48	WERAlHK	309	04.12.2012	302	Winter	4	a	302	KARER,AblaufN	19	Wasser	1	0,69	5,7	6	14,3	11			

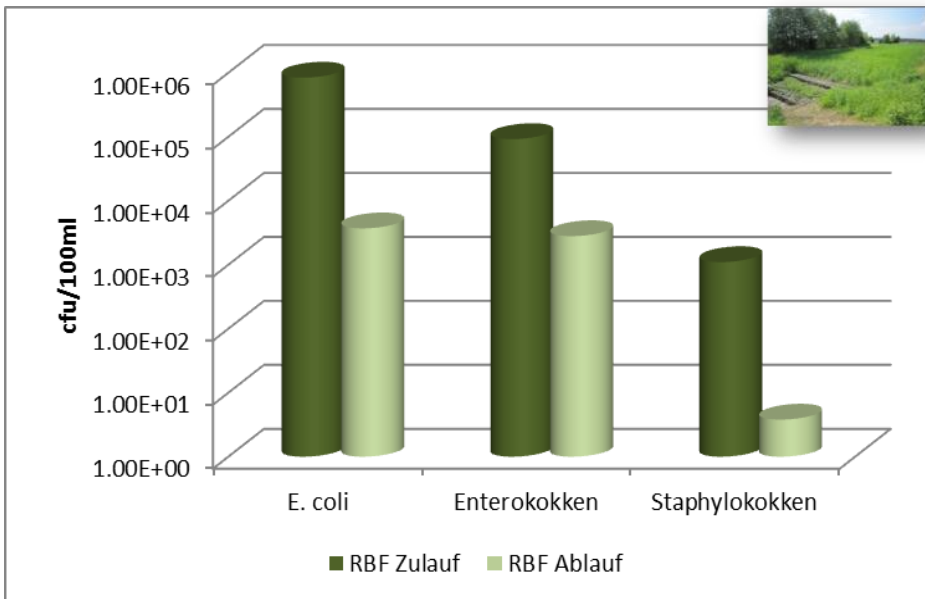
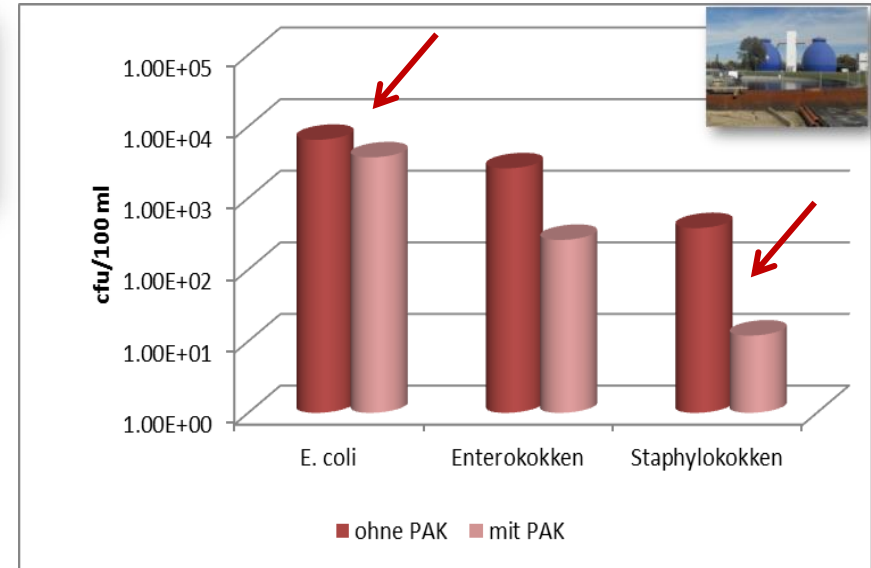
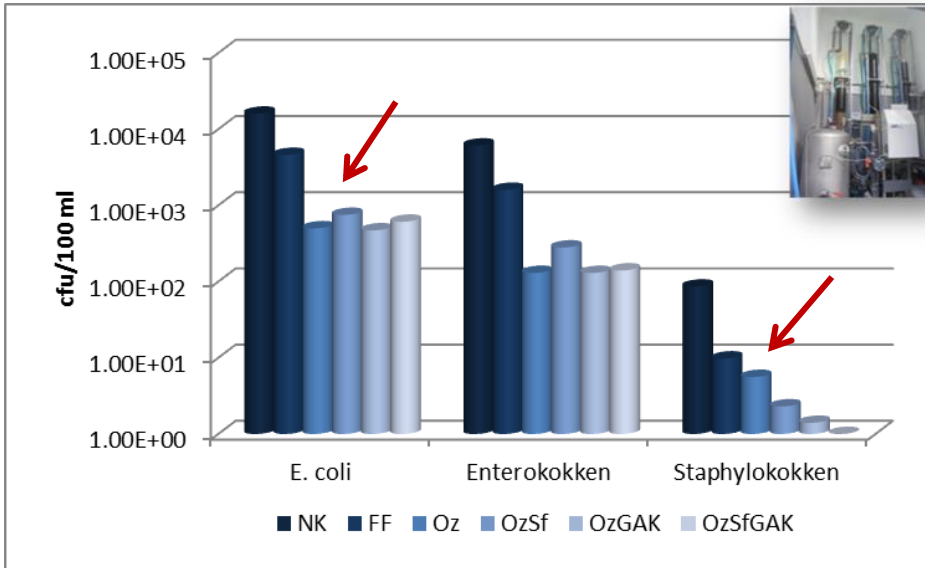




Was ist vorhanden?



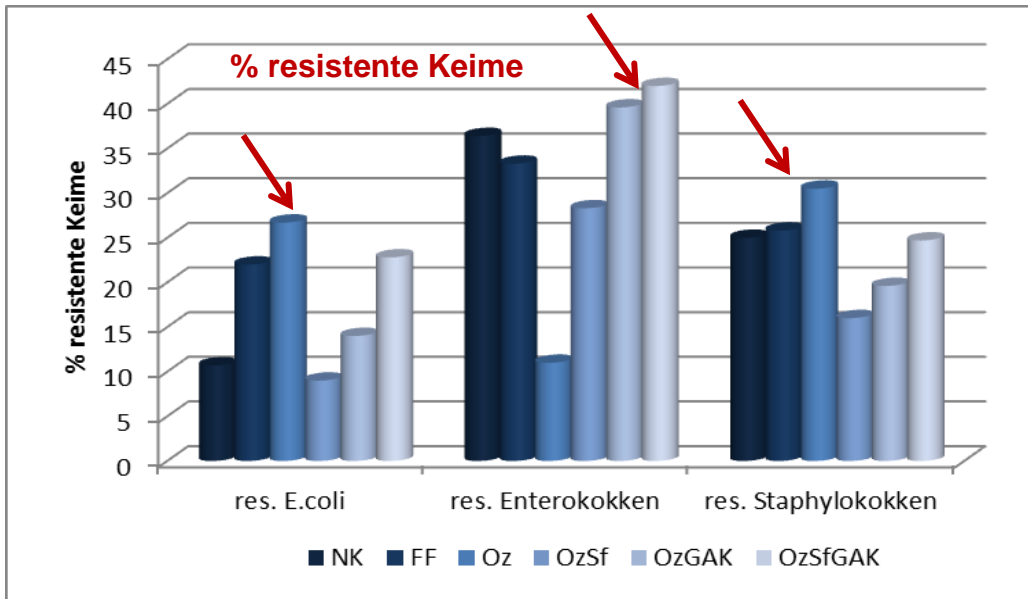
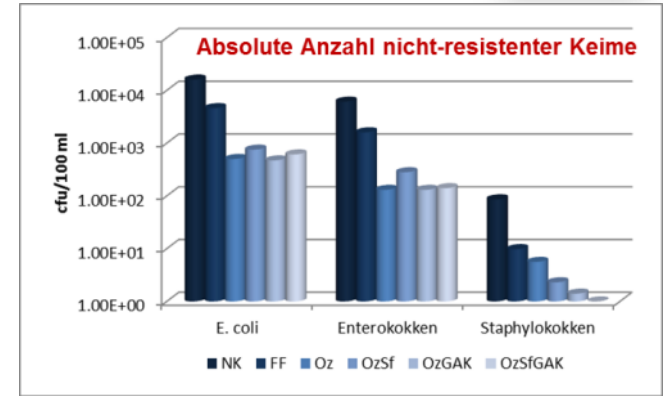
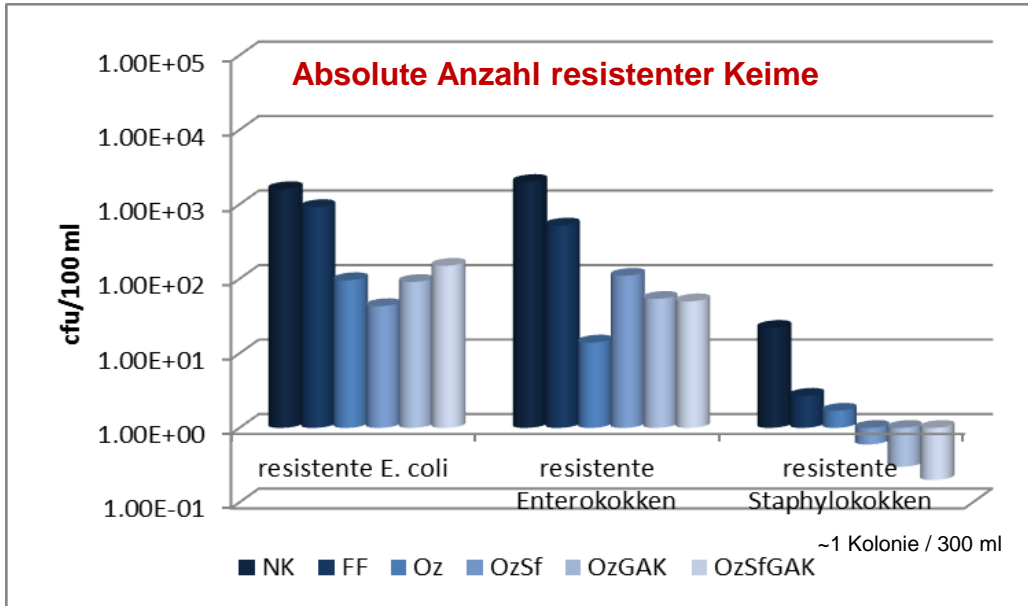
# Nicht-resistente Keime - Technologiebewertung



- ➔ 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)

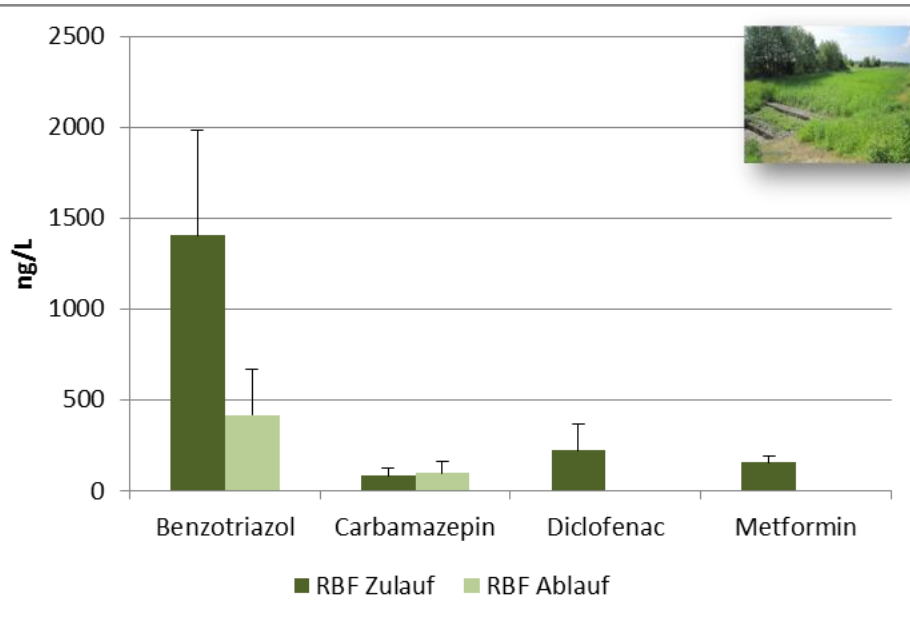
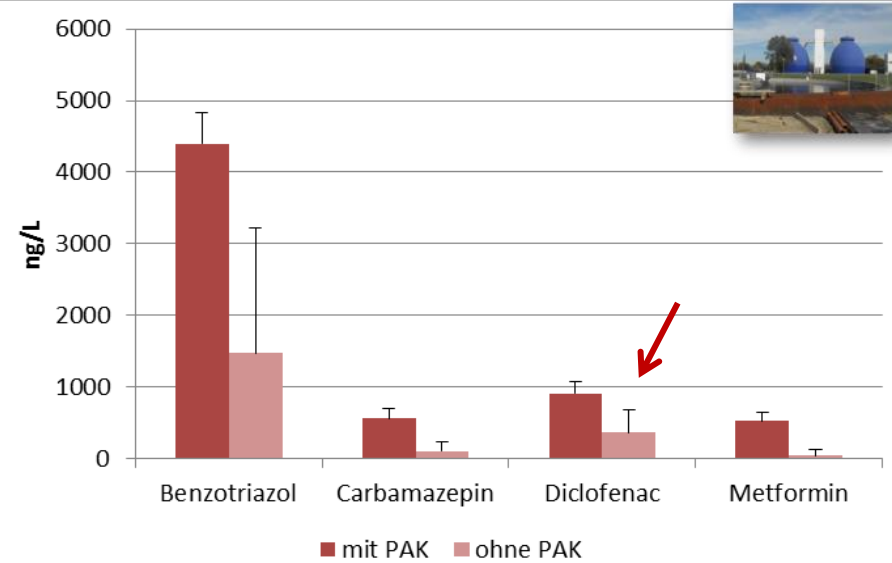
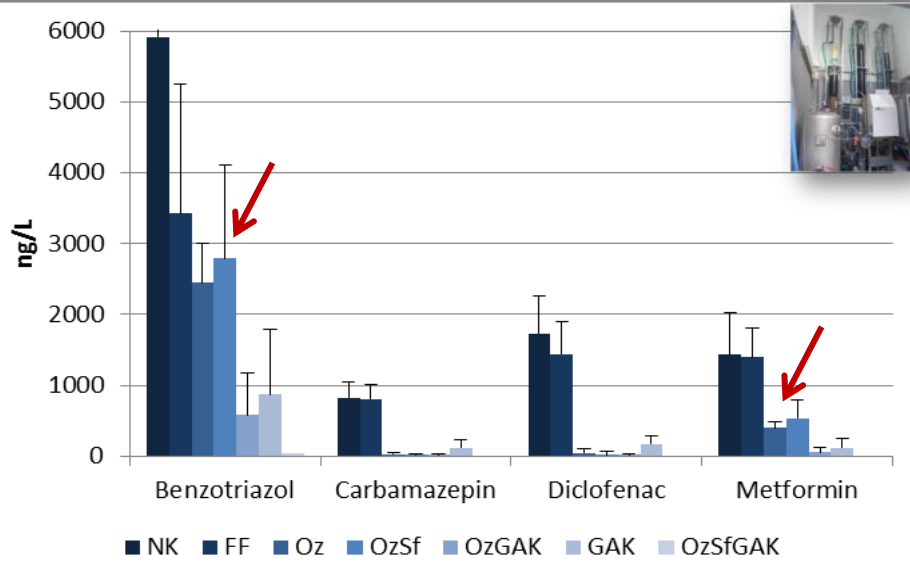


# Resistente Keime - Technologiebewertung

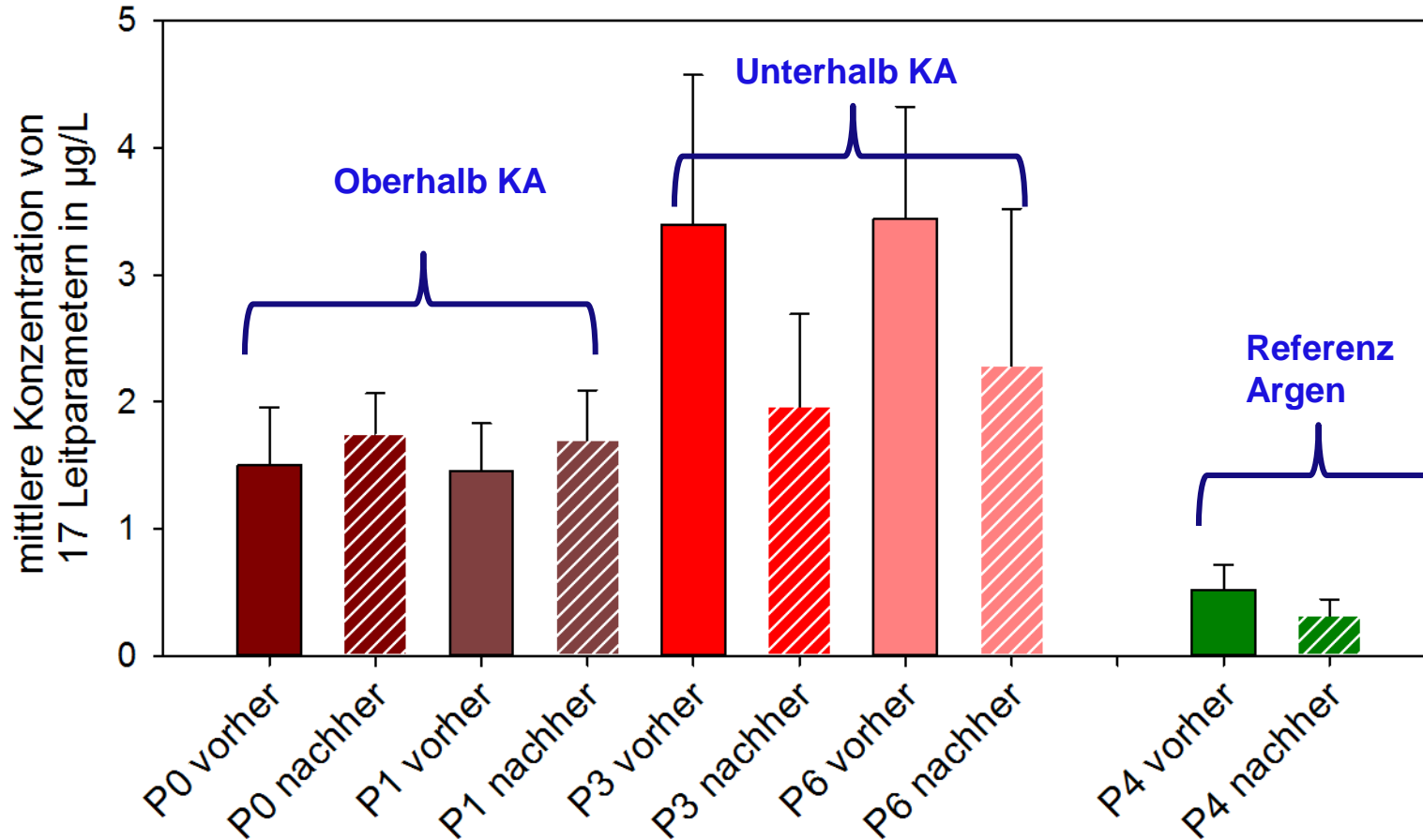


- ➔ 1 log-Stufe weniger resistente als nicht-resistente Keime
- ➔ Ozon: weitere Reduktion der absoluten Anzahl an resistenten Keimen um ~1 log-Stufe
- ➔ Aber: prozentualer Anteil resistenter Keime steigt nach Oz und Oz+SF/GAK im Vergleich zum alten Ablauf (FF)

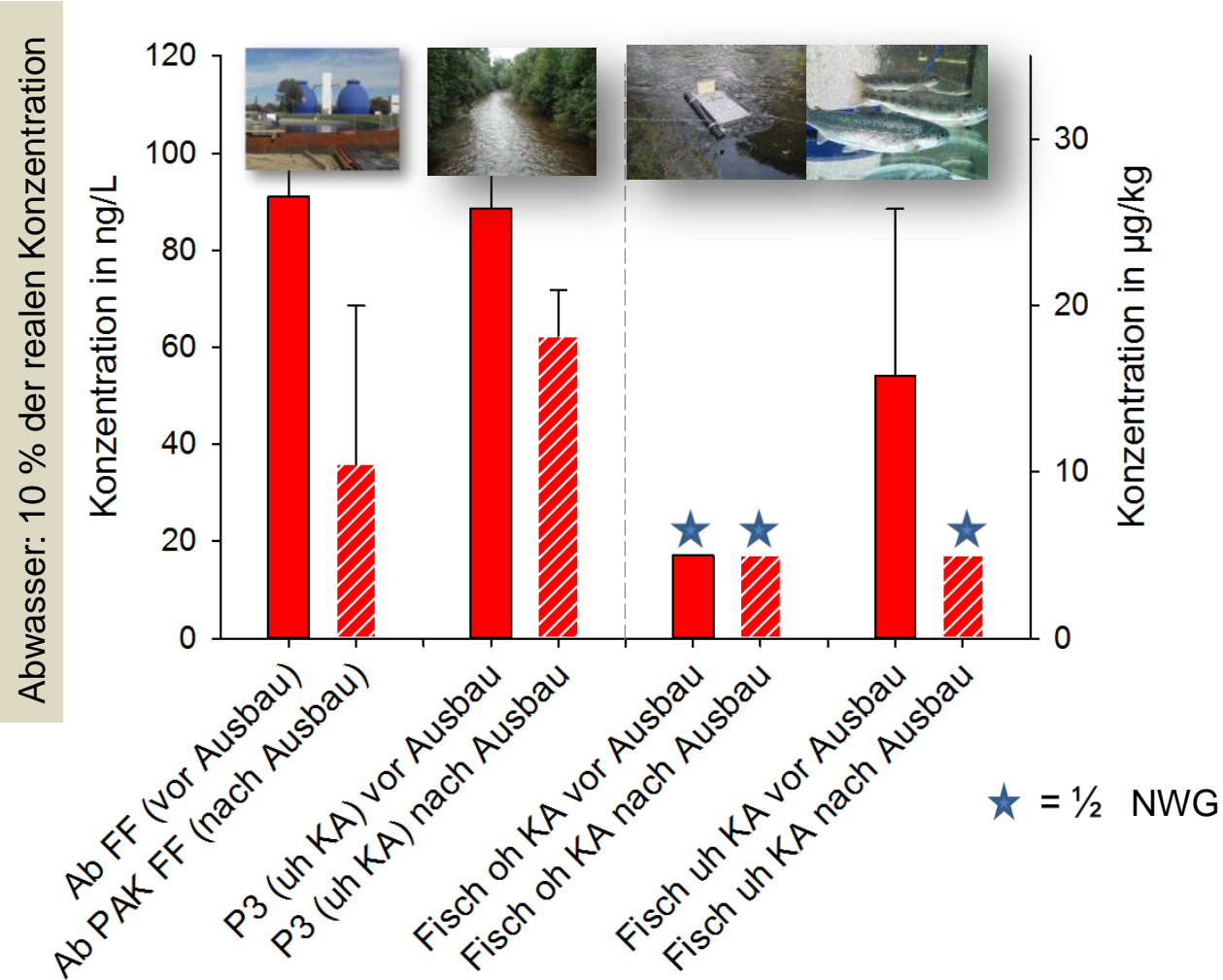




- ➔ **Effiziente Chemikalien-spezifische Reduktion von Spurenstoffen durch alle Technologien in KA**
- ➔ **Geringere Reduktion bestimmter Stoffe durch Oz und Oz+Sf, besser in Kombination mit GAK oder durch PAK**
- ➔ **Nach PAK: Diclofenac noch > 0.1 µg/L; bessere Reduktion durch Ozon**
- ➔ **Gute Reduktionsleistung des RBF, keine Reduktion durch LK auf RÜB**

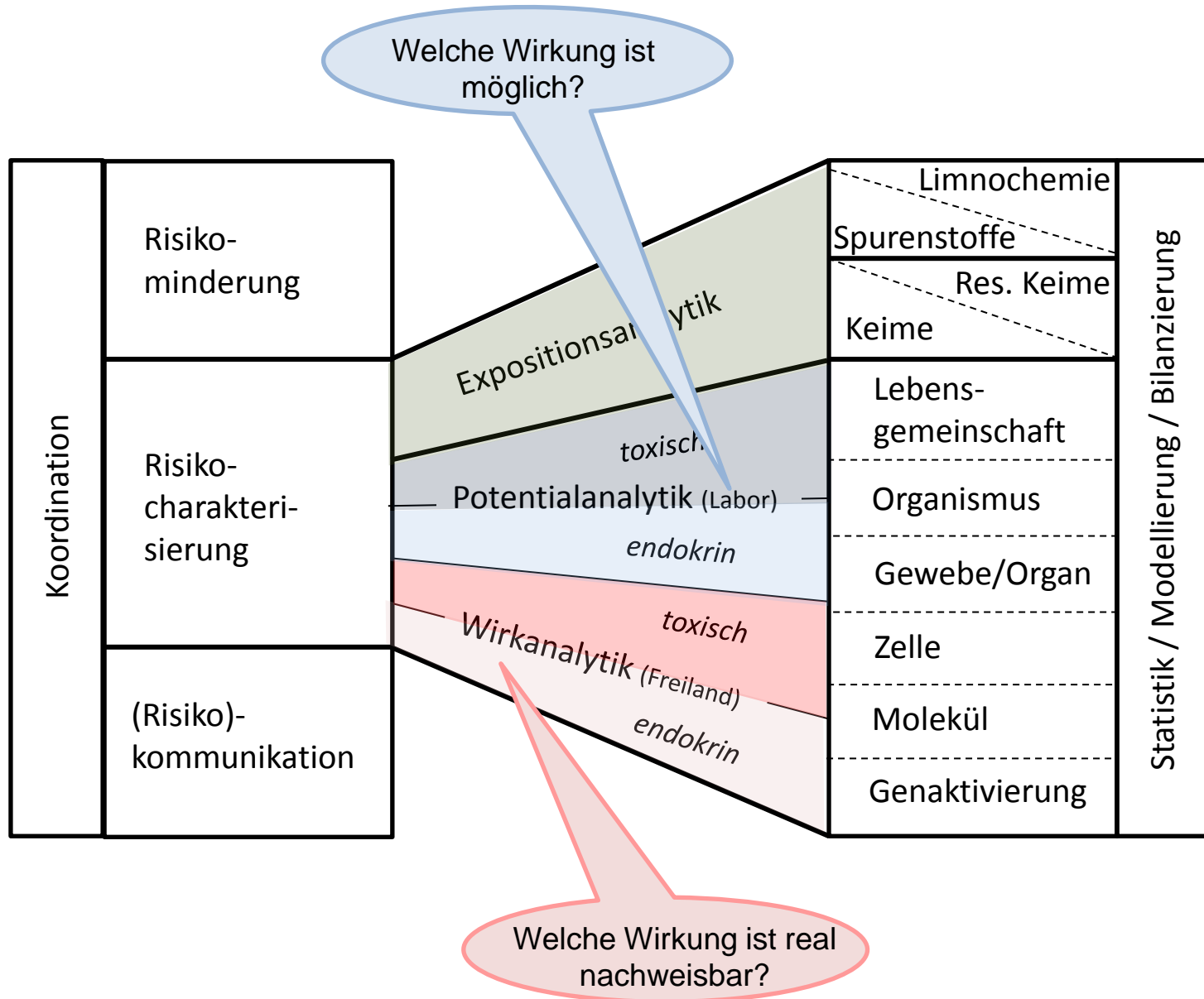


➔ **Mittlere Konzentrationen der 17 Leitparameter unterhalb KA niedriger nach KA-Ausbau (Daten stark beeinflusst durch Acesulfam und Benzotriazol)**



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

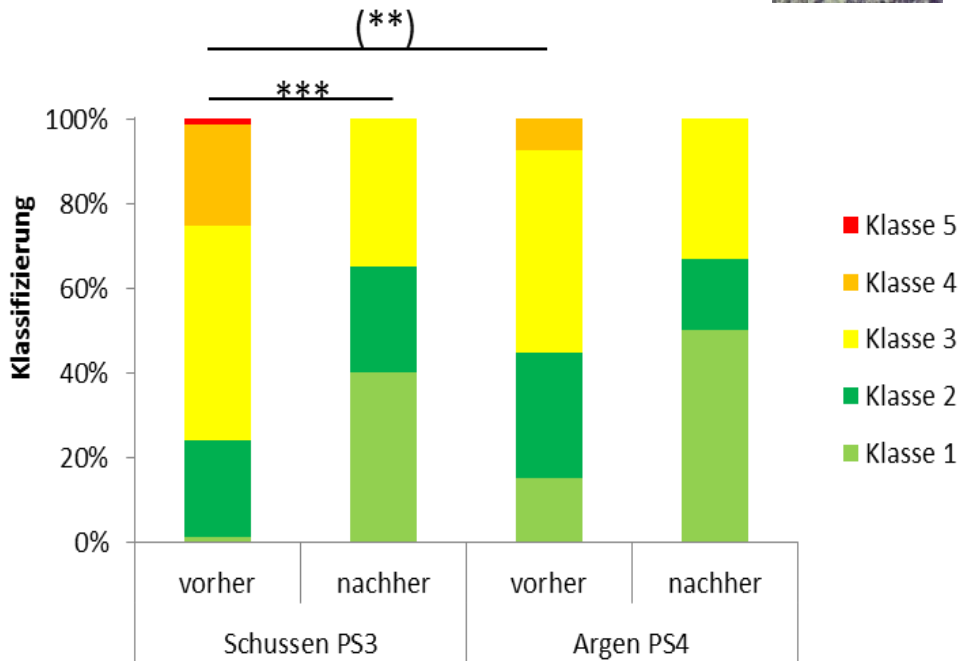
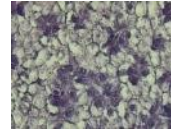






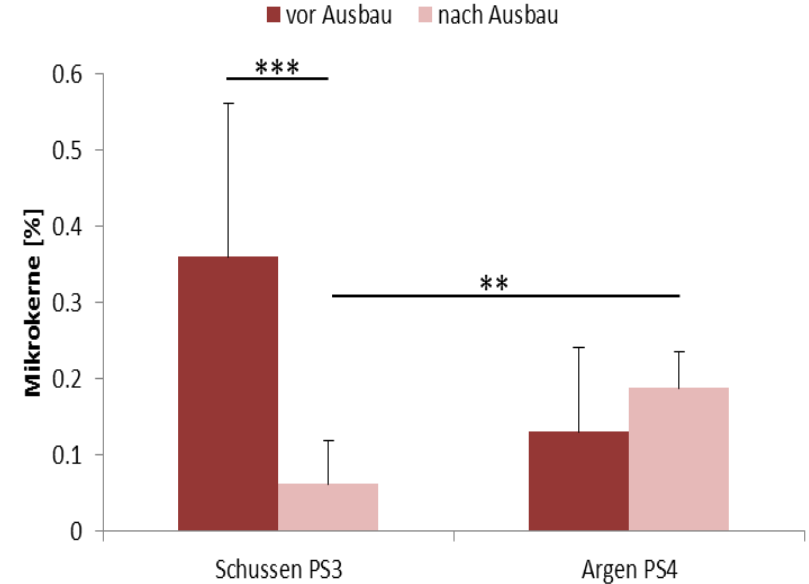
## Gesundheitszustand Fische (Döbel)

### Leber Histologie



### Genotoxizität

(Mikrokerne rote Blutkörperchen)

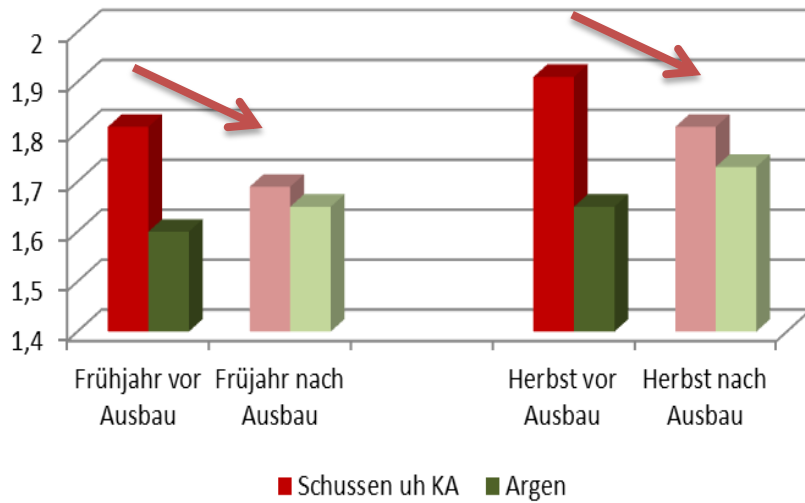


- ➔ Signifikant weniger Gewebeschäden, v.a. in Leber und Kieme
- ➔ Weniger Mikrokerne / geringere Genotoxizität nach Ausbau KA

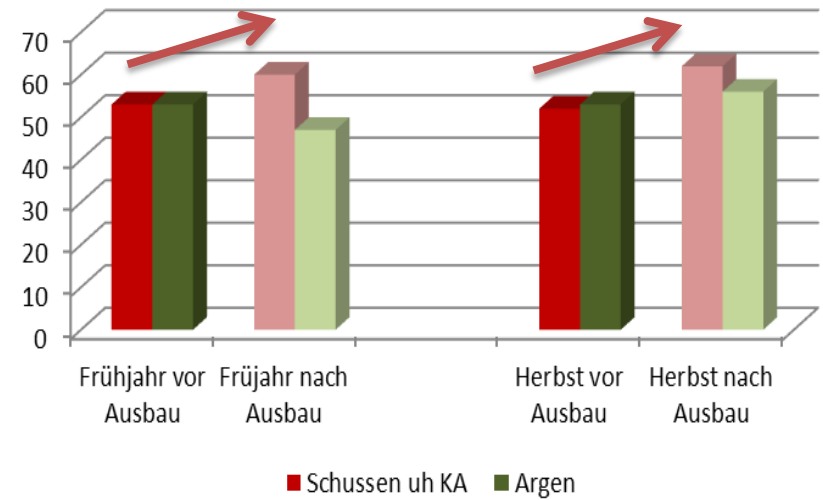


## Veränderungen der Wirbellosen-Biozönose im Freiland

### Saprobienindex



### Taxazahl



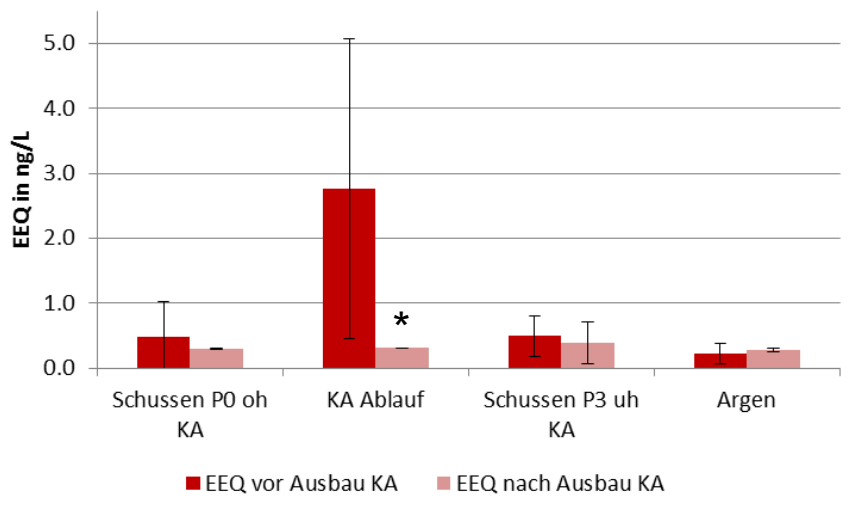
➔ Abnahme Saprobieindex und Zunahme Taxazahl in der Schussen unterhalb KA, nicht oberhalb und nicht in der Argen



## Biotests für Wirkpotentiale

### Östrogenität *in vitro*

#### E-Screen: Zellproliferation

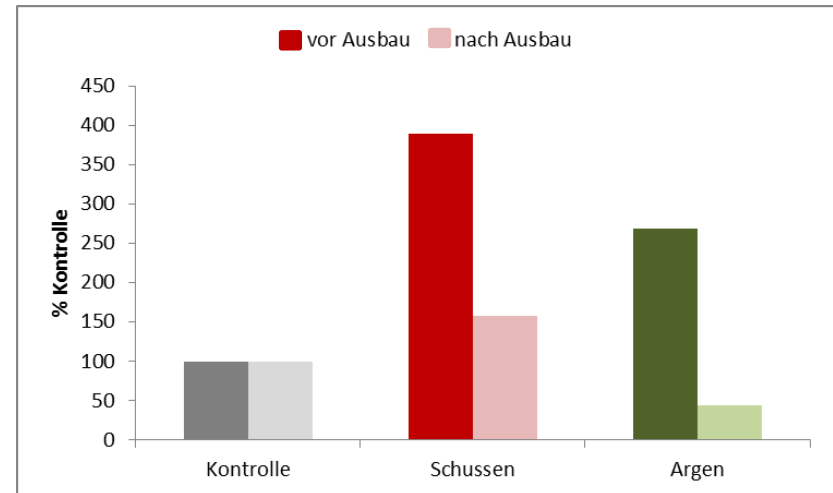


## Wirkungen in exponierten Fischen

### Östrogenität *in vivo*

#### Vitellogenin im Blut von im Bypass exponierten Forellen

#### Keine Induktion bei Männchen!

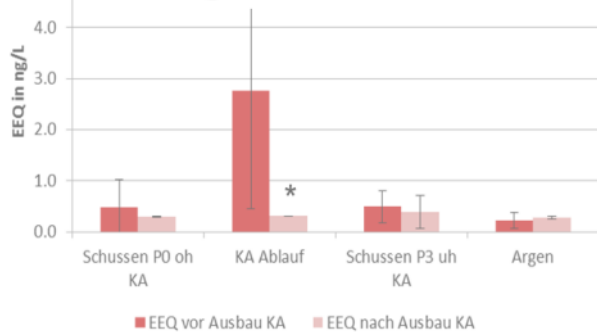


- ➔ Sign. Reduktion östrogenen Wirkpotentiale im KA-Ablauf, nicht im Oberflächenwasser
- ➔ Keine Induktion von Vtg bei Männchen, auch nicht im KA-Auslauf → Höherer Wert vor Ausbau für Fische wenig relevant
- ➔ Weibchen und Larven sehr sensitiv: rel. zur Kontrolle Induktion vor Ausbau, niedrigere Werte danach, aber auch in Argen!
- ➔ „Hintergrund-Östrogenität“ oder „Anti-Östrogenität“?

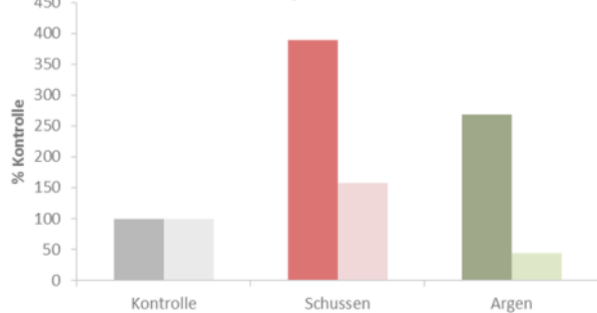


## Biotests für Wirkpotentiale

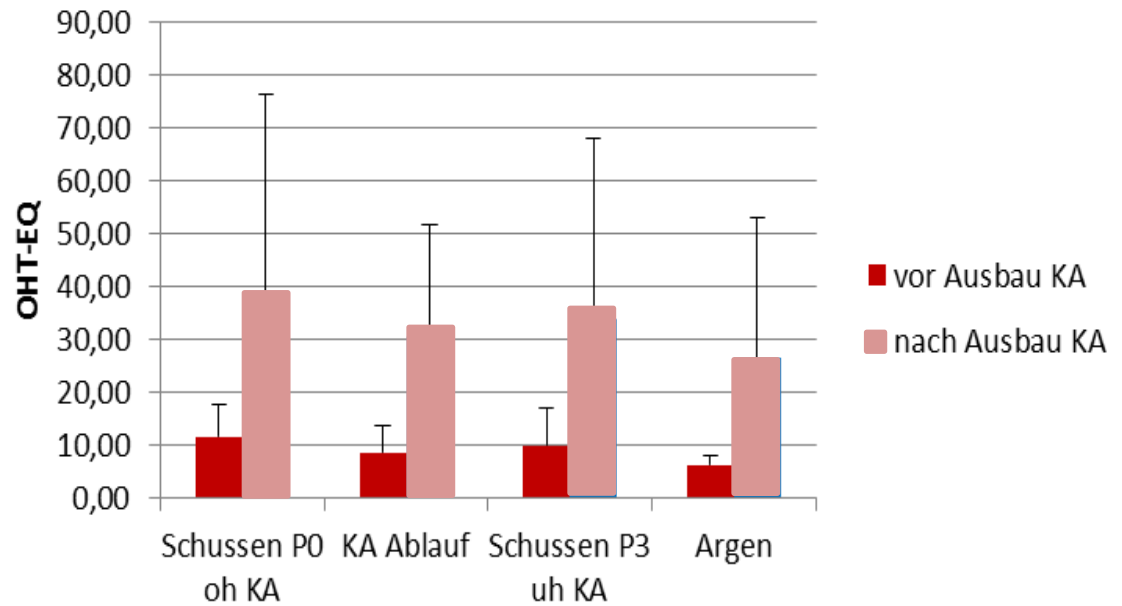
### Östrogenität E-Screen



### Vitellogenin



### Anti-Östrogenität YAES



- ➔ Zusammenspiel östrogen und anti-östrogen wirksamer Stoffe
- ➔ Östrogenität nach Ausbau reduziert, Anti-Östrogenität erhöht
- ➔ Dies auch in Argen und oh KA!!!

# Vergleichende Beurteilung der Technologien

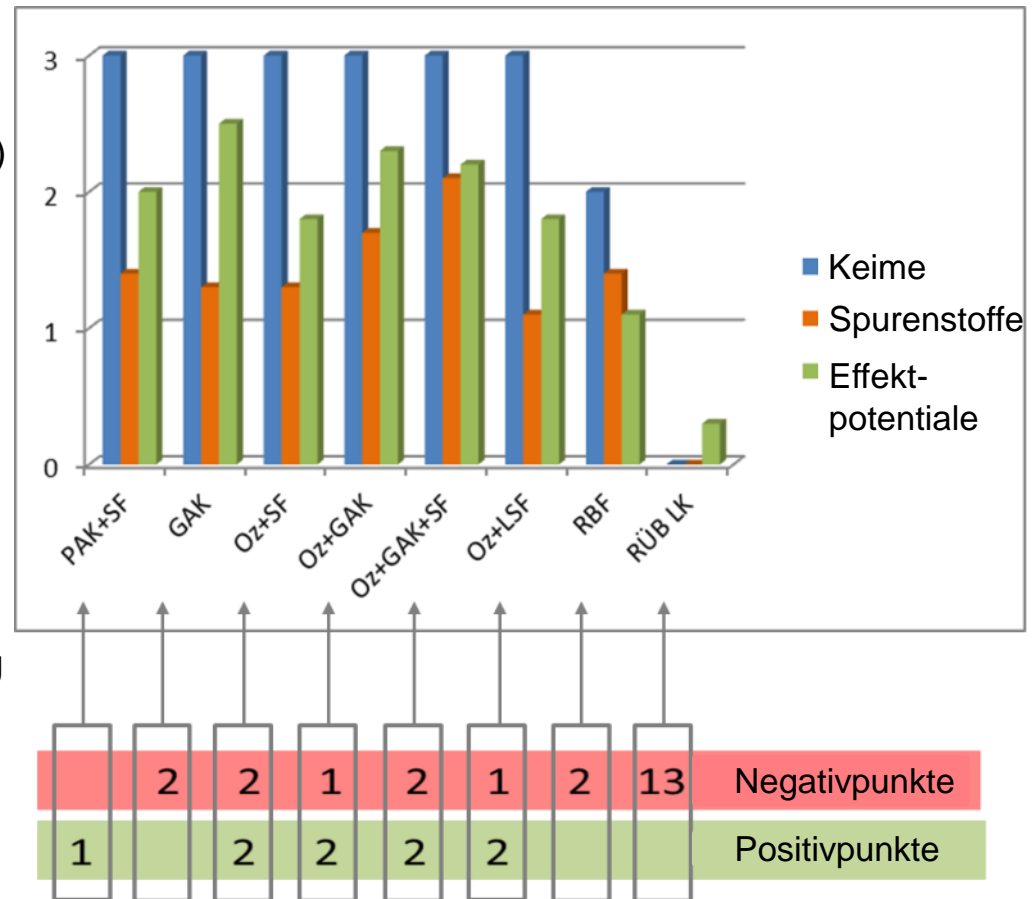
## Bewertungsgrundlage

### 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

Besser für z.B.  
Benzotriazol, Metoprolol

Enterokokken <BGRL

**Keine biologischen Risiken**

Verfügbarkeit und Qualität der Kohle



## Ozon +SF

Besser für z.B.  
Carbamazepin, Diclofenac

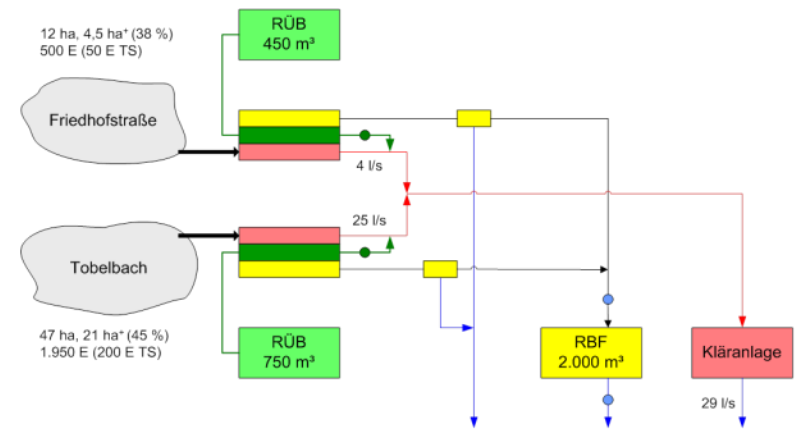
**Effizienter für Keime (1 log-Stufe mehr); Enterokokken + *E.coli* < BGRL**

**Unsicherheiten:  
Transformationsprodukte  
% mehr resistente Keime**

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



- ➔ 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 Tettngang 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



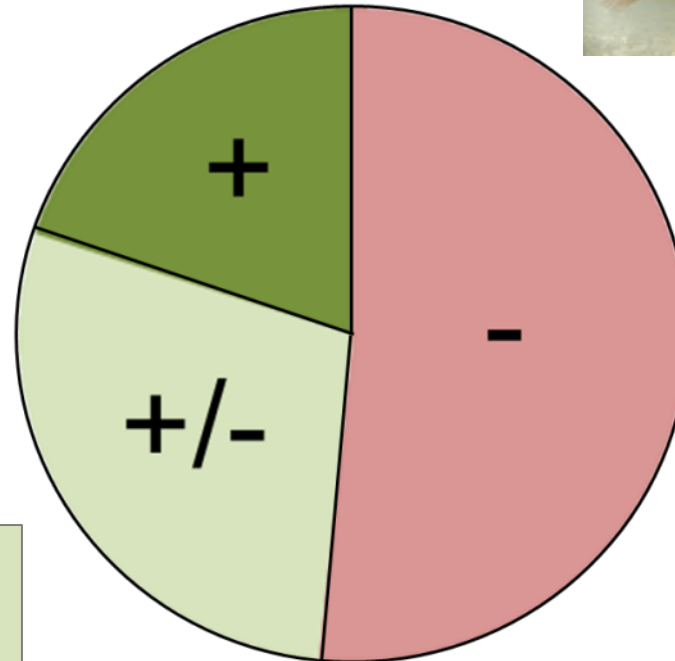
## Signifikante oder tendenzielle Verbesserung nach Kläranlagenausbau nur unterhalb der Kläranlage

### Fische:

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

### Fischnährtiere:

- Lebensgemeinschaft



**Keine Verbesserung nach Kläranlagenausbau**

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

### Fische:

- Vitellogenin
- Embryonalentwicklung

### Flohkrebse:

- Fertilität



# Gesamtbewertung Effekte

Warum "nur" 20% deutliche Signale?

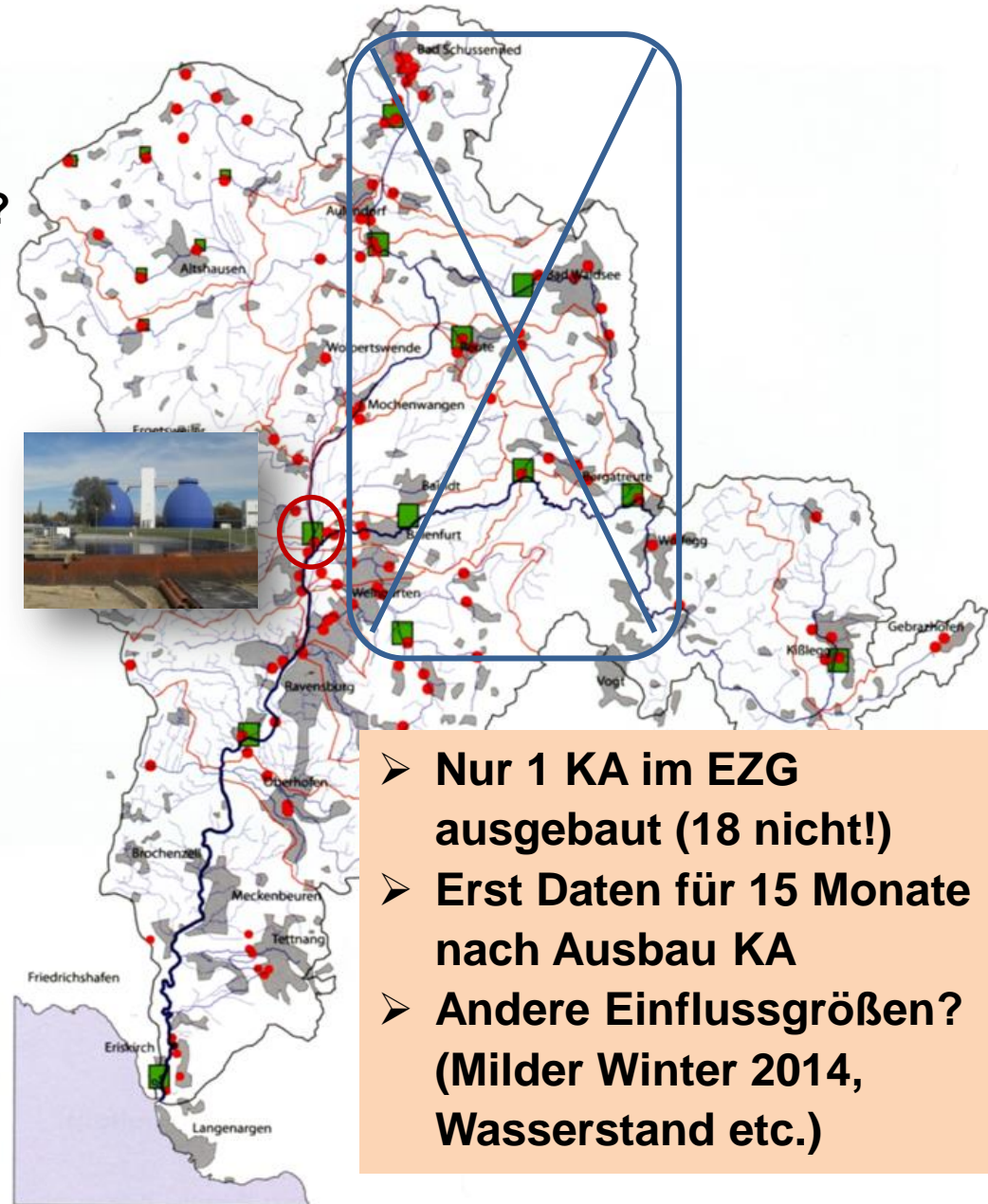
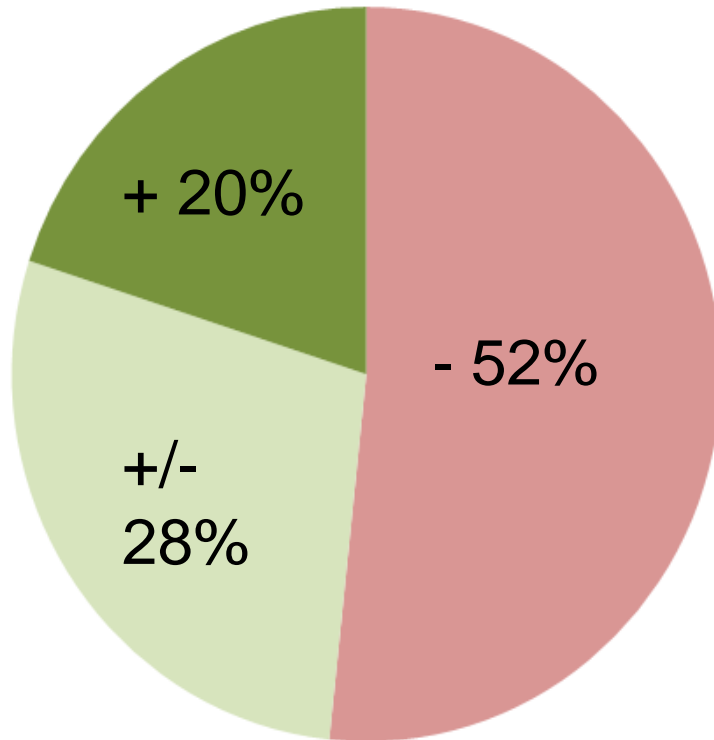
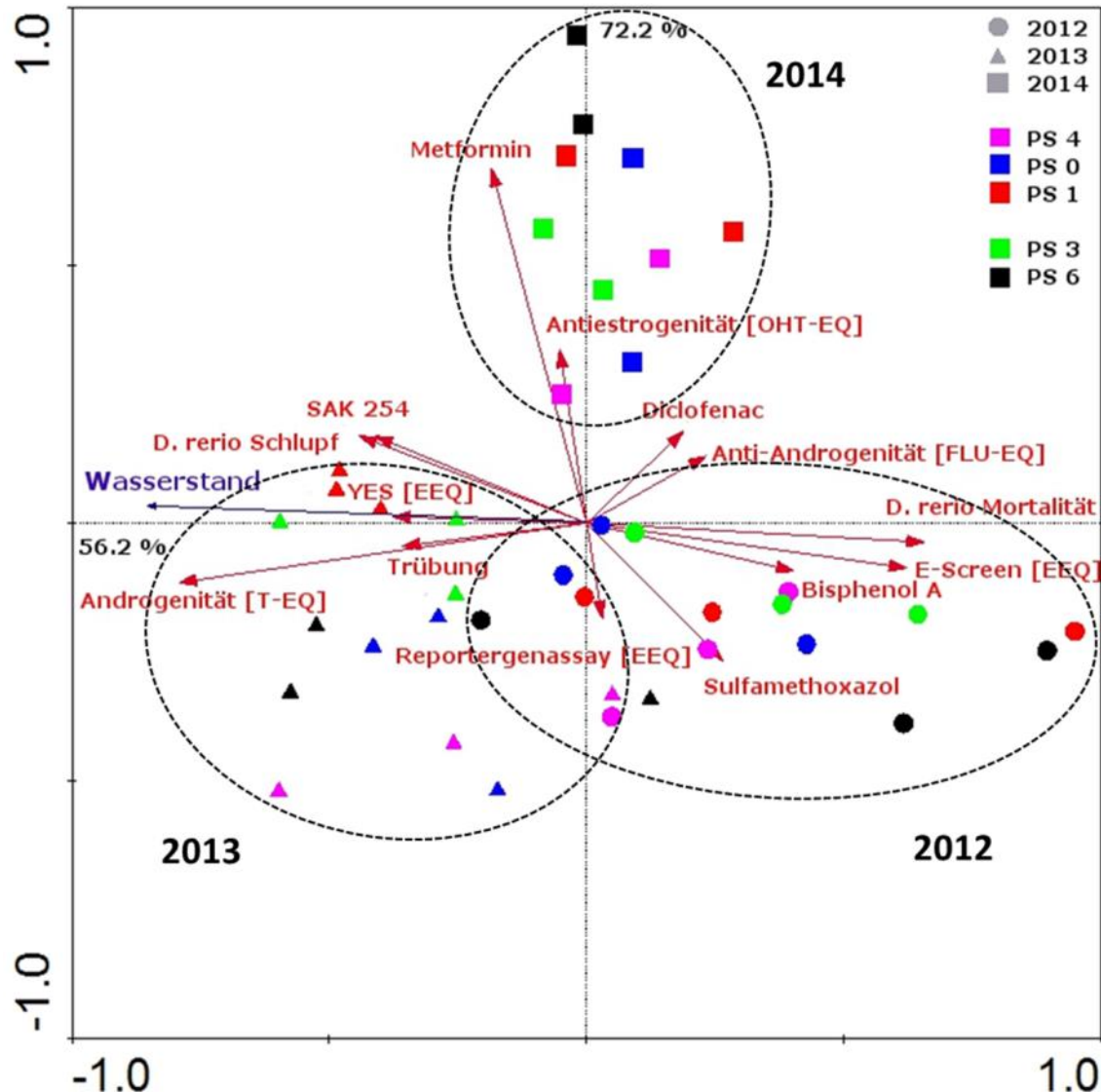


Abb. 4.1: Einrichtungen der Siedlungsentswässerung und Abwasserreinigung im Einzugsgebiet (Stand 2008, Quelle ISF)



## 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!**

# Nutzen für das Einzugsgebiet der Schussen

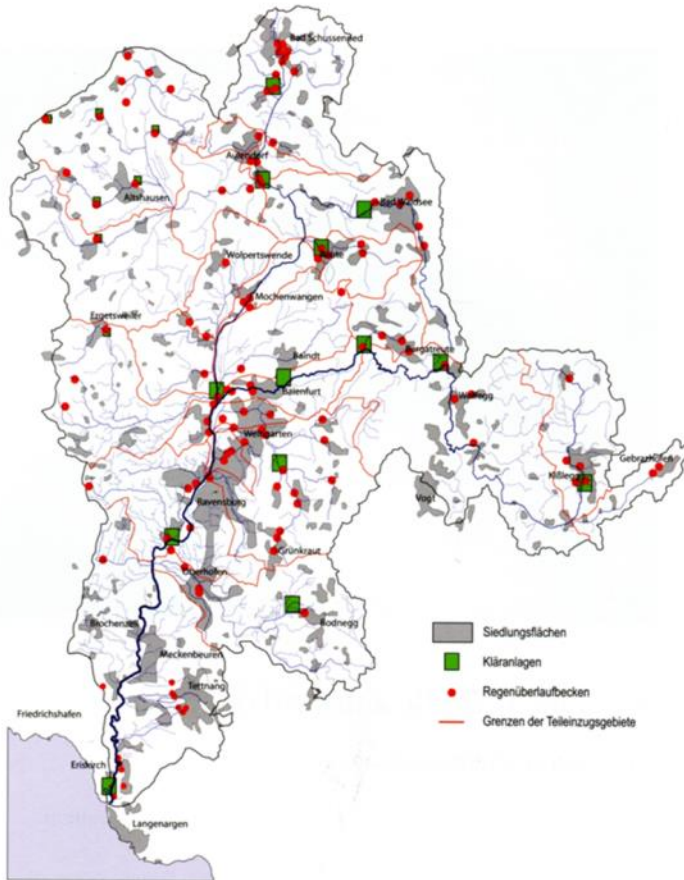
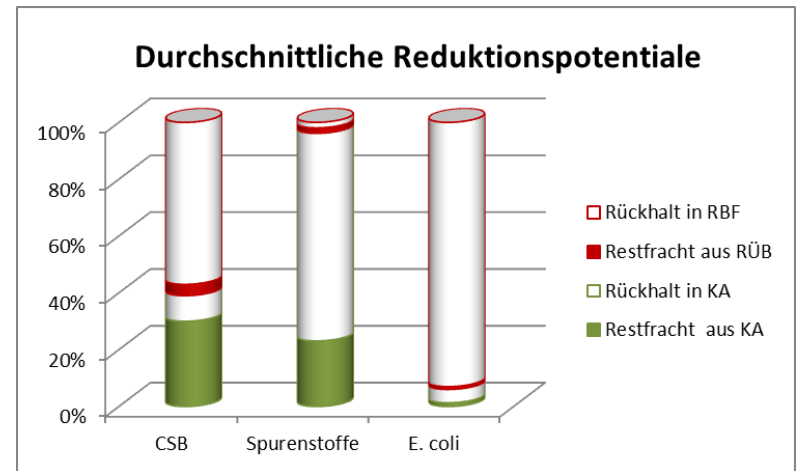
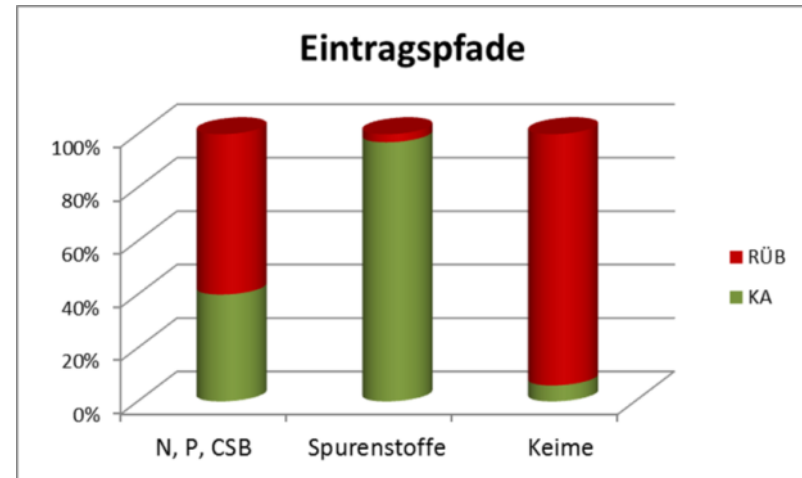


Abb. 4.1: Einrichtungen der Siedlungsentwässerung und Abwasserreinigung im Einzugsgebiet der Schussen (Stand 2008, Quelle ISF)



- Einträge von Spurenstoffen zu ca. 95%, von Keimen zu ca. 6% über KA
- Insgesamt können bis zu 80% der Spurenstoffe über KA-Ausbau zurückgehalten werden
- Für Krankheitserreger Maßnahmen an RÜBs notwendig!



# Nutzen für das Einzugsgebiet der Schussen

## Entnahmemöglichkeit

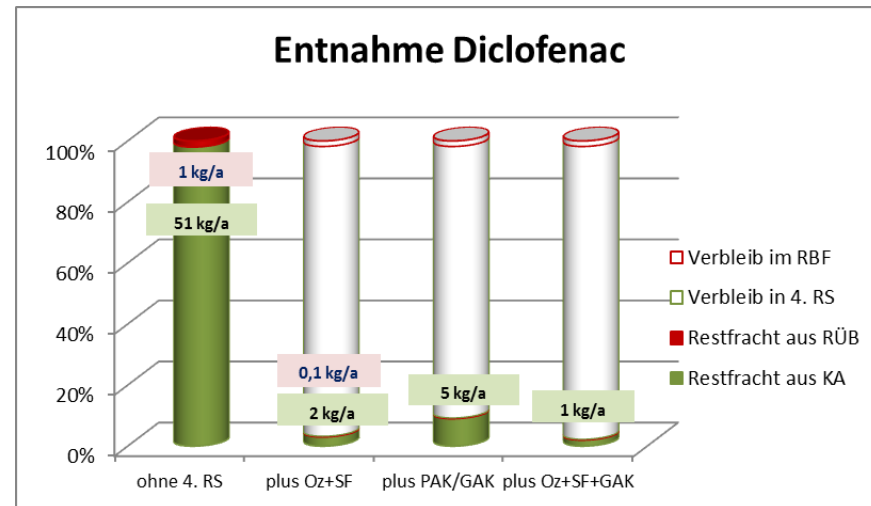
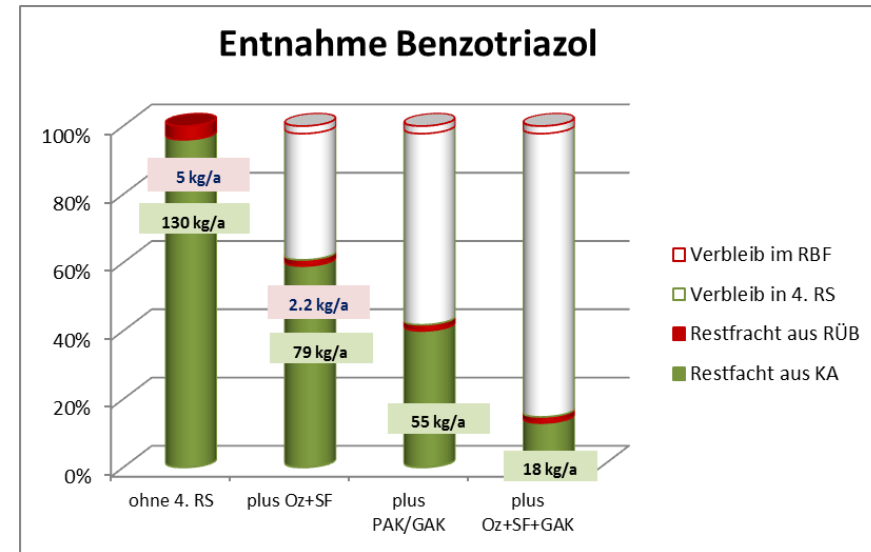
Effizienz des Rückhalts stoffspezifisch und abhängig von der gewählten Technologie!!!

pro Jahr:

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

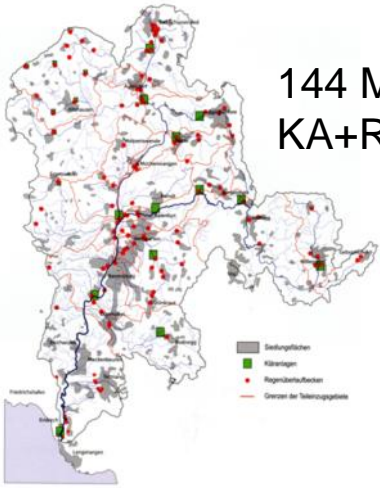
als Entlastung für

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





# Geschätzte Kosten für das Einzugsgebiet der Schussen



144 Mio. €  
KA+RÜB

## 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.€
<b>Gesamtkosten</b>	<b>19</b>	<b>405.000</b>	<b>58 Mio. €</b>
Zusätzliche Kosten für das EZG	18	235.000	<b>48 Mio €</b>



>31 Mio. €



5.400 Mio. €



6.500 Mio. €

<b>PAK</b>	<b>48 Mio €</b>
<b>Ozon + SF</b>	<b>-15%: 40.8 Mio €</b>
<b>Ozon + SF + GAK -GAC</b>	<b>+ 15%: 55.2 Mio €</b>

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!

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



Baden-Württemberg

NaWaM  
Nachhaltiges Wassermanagement



RiSKWa  
Risikomanagement von neuen Schadstoffen und  
Krankheitslegionen im Wasserleitlauf