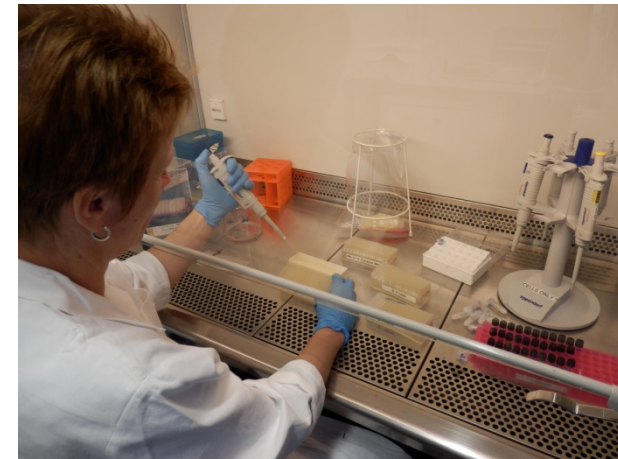
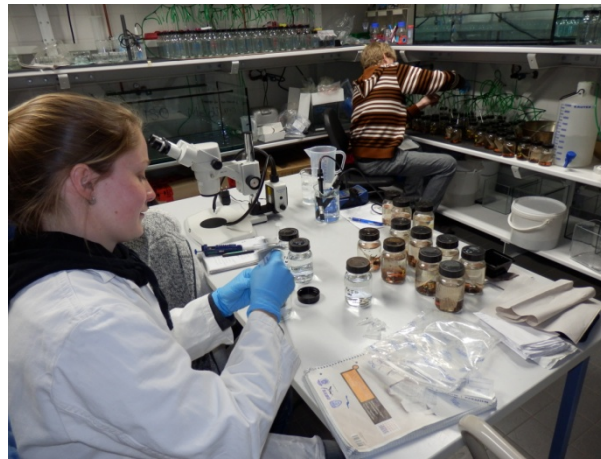
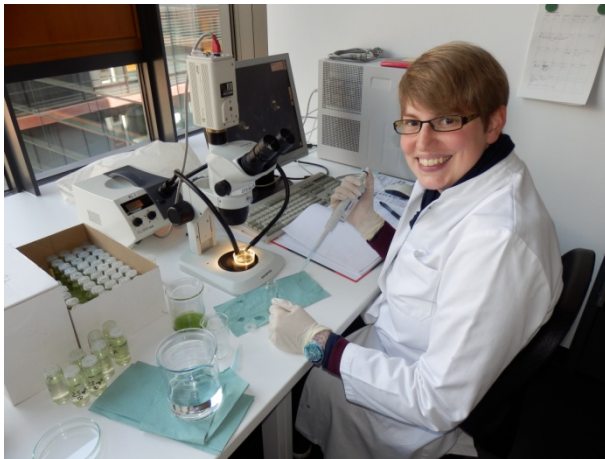


Kampf den Hormonen – Entfernung hormoneller Wirkpotentiale aus Abwasser und Oberflächenwasser durch neue Abwassertechnologien

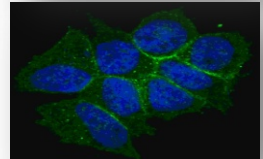
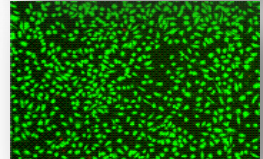
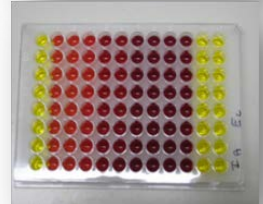


**Jörg Oehlmann, Sabrina Giebner (Universität Frankfurt), Ludek Blaha,
Martin Benisek (RECOTOX Brno) & Bertram Kuch (Universität Stuttgart)**

Abschlussveranstaltung des BMBF-Verbundprojekts SchussenAktivplus, 22./23. April 2015 Langenargen

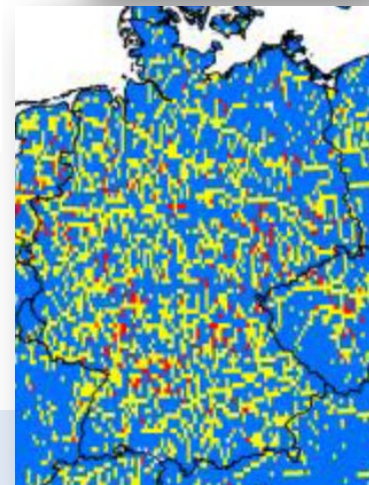
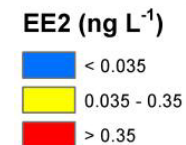
Übersicht zum Vortrag

- Spurenstoffe, Umwelthormone, "4. Reinigungsstufe"
- Methodenübersicht und -vergleich
- In-vitro-Testung:
 - Östrogene Wirkpotentiale
 - Antiöstrogene Wirkpotentiale
 - Androgene Wirkpotentiale
 - Antiandrogene Wirkpotentiale
- In-vivo-Testung mit der Zwergdeckelschnecke
- Zusammenfassung



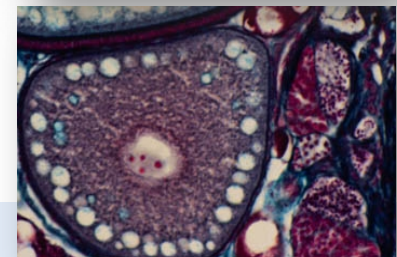
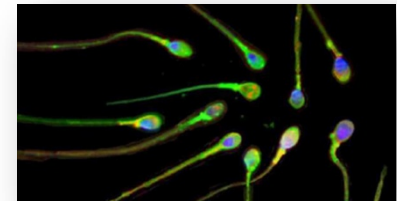
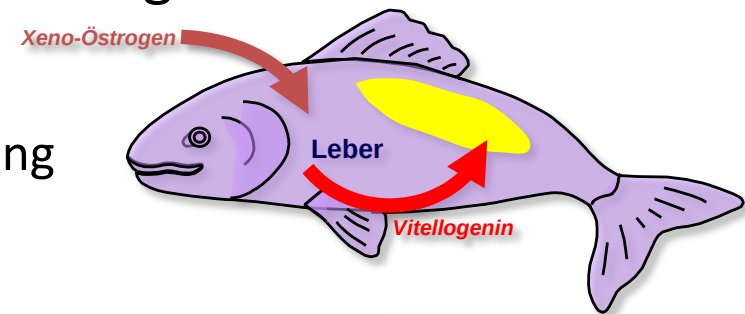
Alles im "grünen Bereich"?

- Erhebliche Verbesserungen der Gewässergüte seit 1970, u.a. durch Ausbau der Kläranlagen
- Aber: Zielvorgabe der EU-WRRL wird in den meisten Oberflächengewässern nicht erreicht
- Zahlreiche Faktoren diskutiert, darunter: Spurenstoffe, speziell **Umwelthormone**
- Seit 2013 **Überwachungsliste für "neue Umweltschadstoffe"**:
 - EE2 (17 α -Ethinylestradiol) UQN = 0,035 ng/L
 - E2 (17 β -Estradiol) UQN = 0,4 ng/L



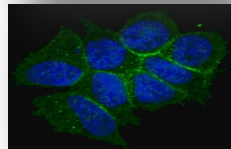
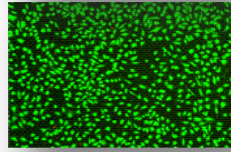
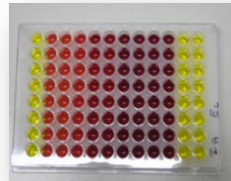
Umwelthormone – der östrogene Fokus

- **Östrogene und östrogenartig wirkende Substanzen** beeinflussen über das Hormonsystem Entwicklung, Wachstum und Fortpflanzung von Fischen und anderen Organismen:
 - Bildung von Vitellogenin
 - Störungen der männlichen Keimzellreifung
 - Intersex mit zwittrigen Gonaden
- **Reduktion der Östrogenbelastung** als wichtiges Argumente für die "**vierte Reinigungsstufe**"
- **Andere hormonelle Wirkungen** sind bisher deutlich weniger intensiv untersucht

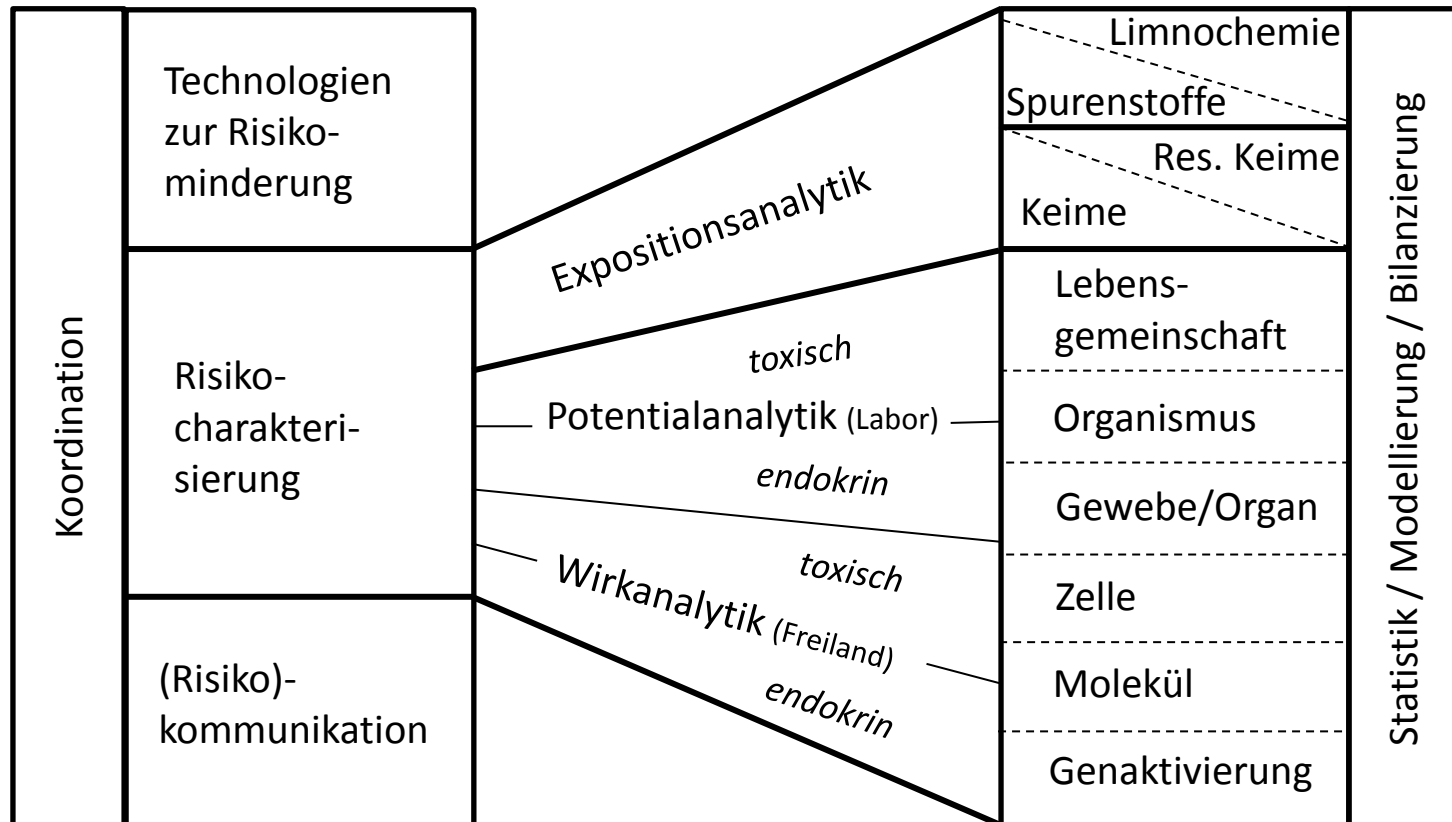


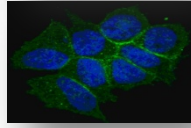
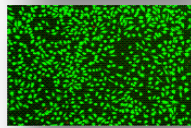
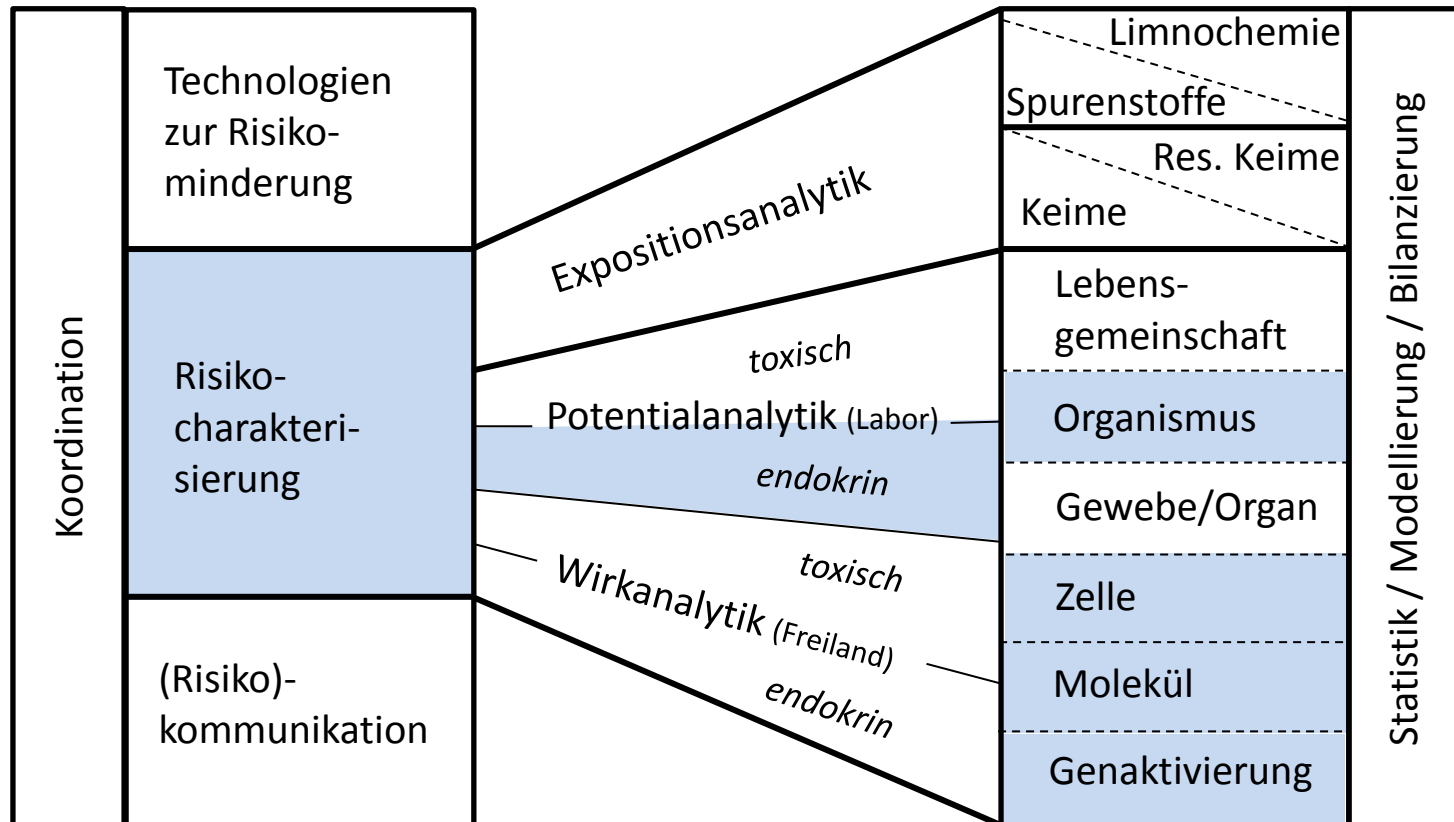
Eingesetzte In-vitro- und In-vivo-Verfahren

- Bis zu drei **In-vitro-Verfahren** parallel zur Erfassung von Wirkpotentialen am **Östrogen-** und **Androgenrezeptor**:
 - Aktivierung des Rezeptors: agonistischer Effekt
 - Blockade des Rezeptors: antagonistischer Effekt ("Anti-")
- In-vivo-Test** mit der **Zwergdeckelschnecke**, deren Fortpflanzung durch Hormone beeinflusst wird



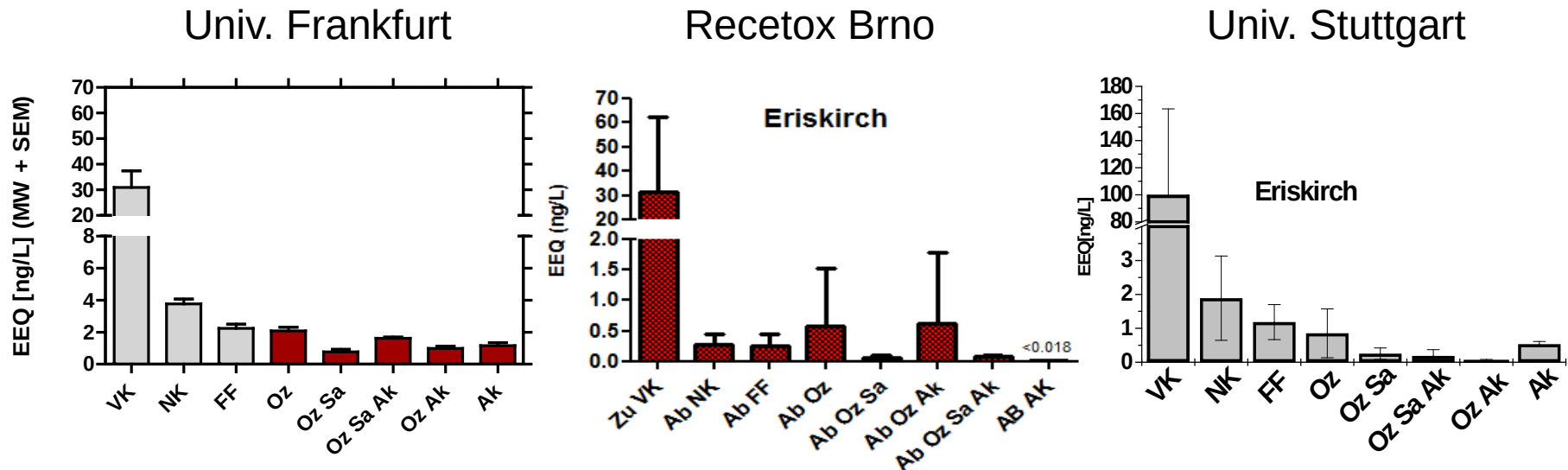
In-vitro- Wirkpotentiale	Östrogenität	Hefe-Assay (z.B. YES)	Reportergen (β -Galctosidase)
	Anti-Östrogenität		
	Androgenität	Humane MVLN-Zellen	Reportergen (Luciferase)
	Anti-Androgenität	E-Screen (humane MCF7-Zellen)	Zellteilung
In-vivo- Wirkpotentiale	Fortpflanzungstest	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (Zwergdeckelschnecke)	Embryonenzahl





Östrogene Wirkpotentiale in drei In-vitro-Tests

- Kläranlage Eriskirch: Aktivitäten im Rohabwasser, nach der konventionellen und der weitergehenden Reinigung:

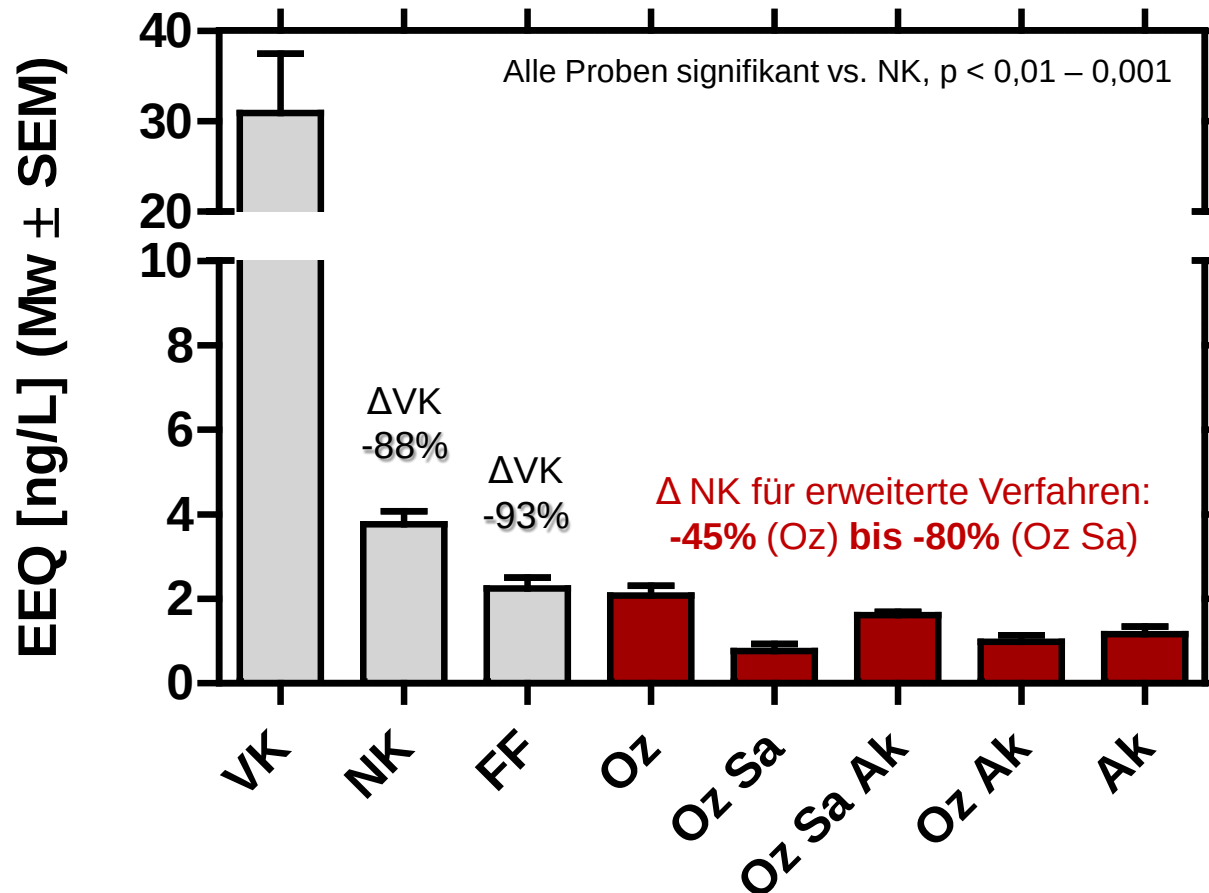


Gute Übereinstimmung der Befunde

Kläranlage Eriskirch



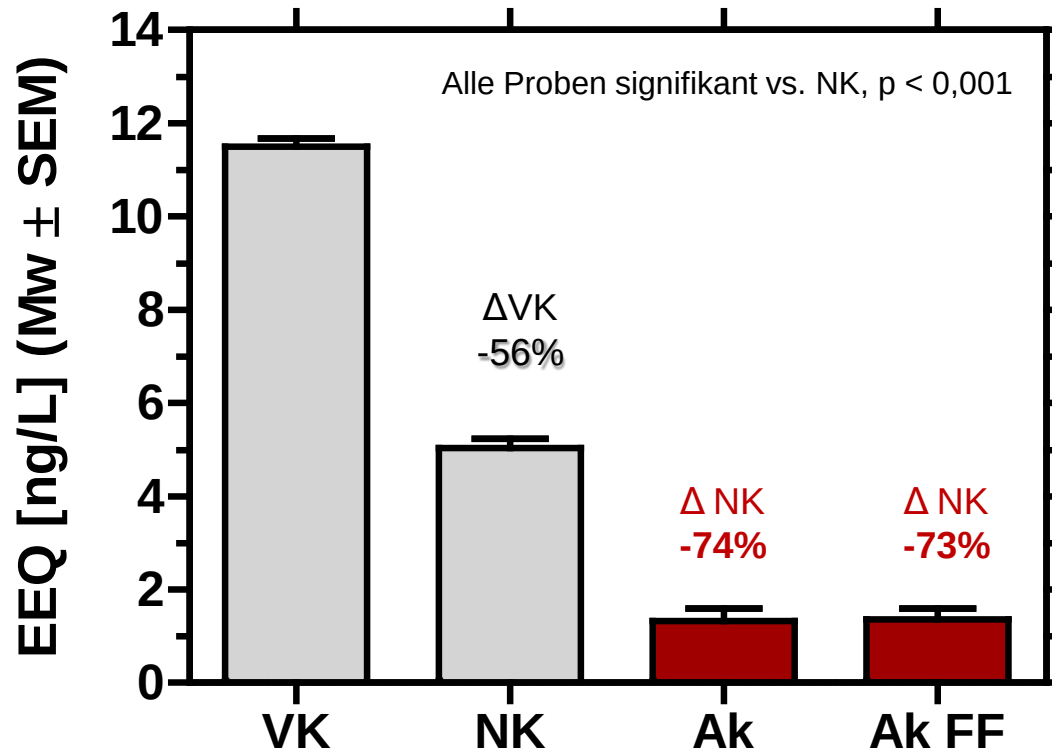
- Östrogene Aktivität im YES über den Projektverlauf:



Kläranlage Langwiese

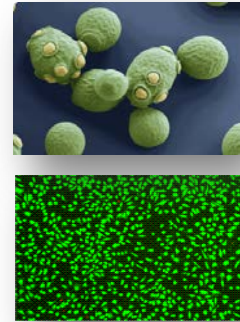


- Östrogene Aktivität im YES über den Projektverlauf:



Ergebnisse für die anderen Anlagen

- **Kläranlage (KA) Merklingen:**
Reduktion der östrogenen Aktivität gegenüber der konventionellen Reinigung um **70% (Oz + Sa) bzw. 93% (Oz)**
- **Retentionsbodenfilter (RBF) Tettnang:**
Reduktion der östrogenen Aktivität um **44%**
- **Regenüberlaufbecken (RÜB) Mariatal:**
keine Reduktion der östrogenen Aktivität

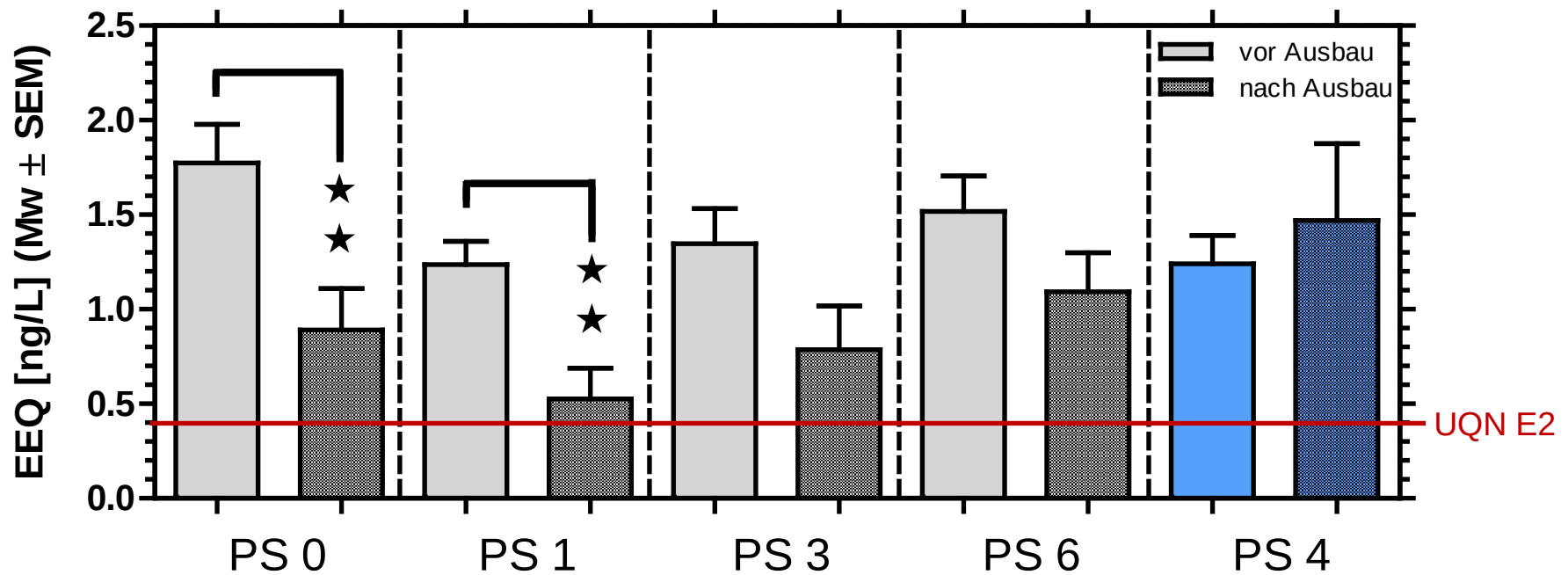


An den KA effektive Entfernung östrogenen Wirkpotentiale durch 4. Reinigungsstufe, ebenso am RBF

Freiland



- Östrogene Aktivität im YES vor und nach Ausbau KA Langwiese:

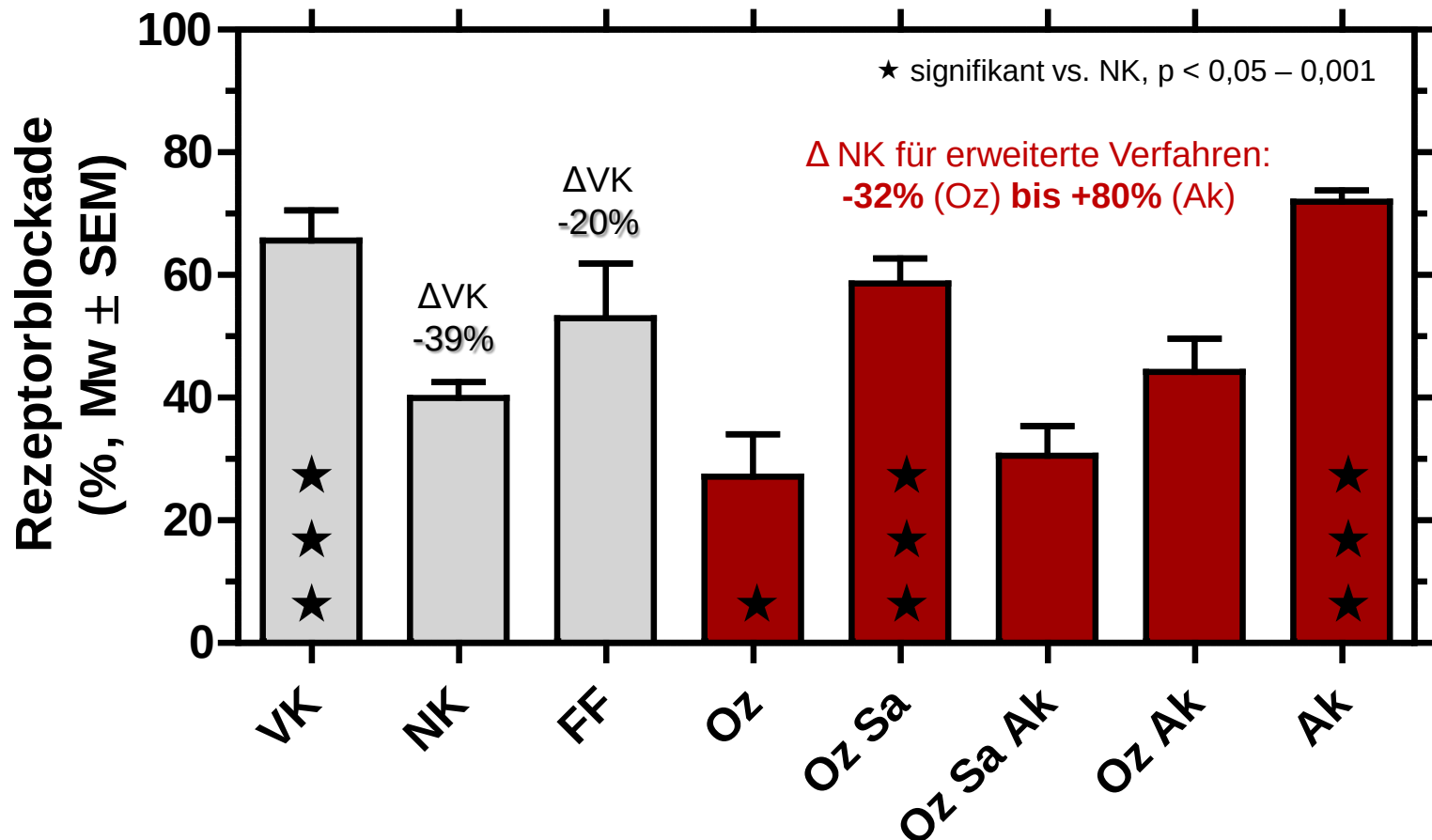


Verbesserung in der Schussen – aber an allen PS

Kläranlage Eriskirch

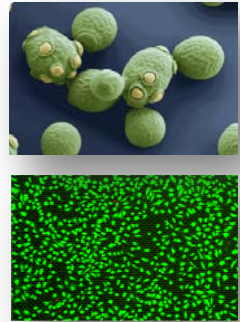


- Antiöstrogene Aktivität im YES über den Projektverlauf:



Ergebnisse für die anderen Anlagen

- **KA Langwiese** und **KA Merklingen**:
Zunahme der antiöstrogenen Aktivität gegenüber der konventionellen Reinigung um **6% (Ak) bis 20% (Oz)**
- **RBF Tettnang** und **RÜB Mariatal**:
keine Beeinflussung der antiöstrogenen Aktivität

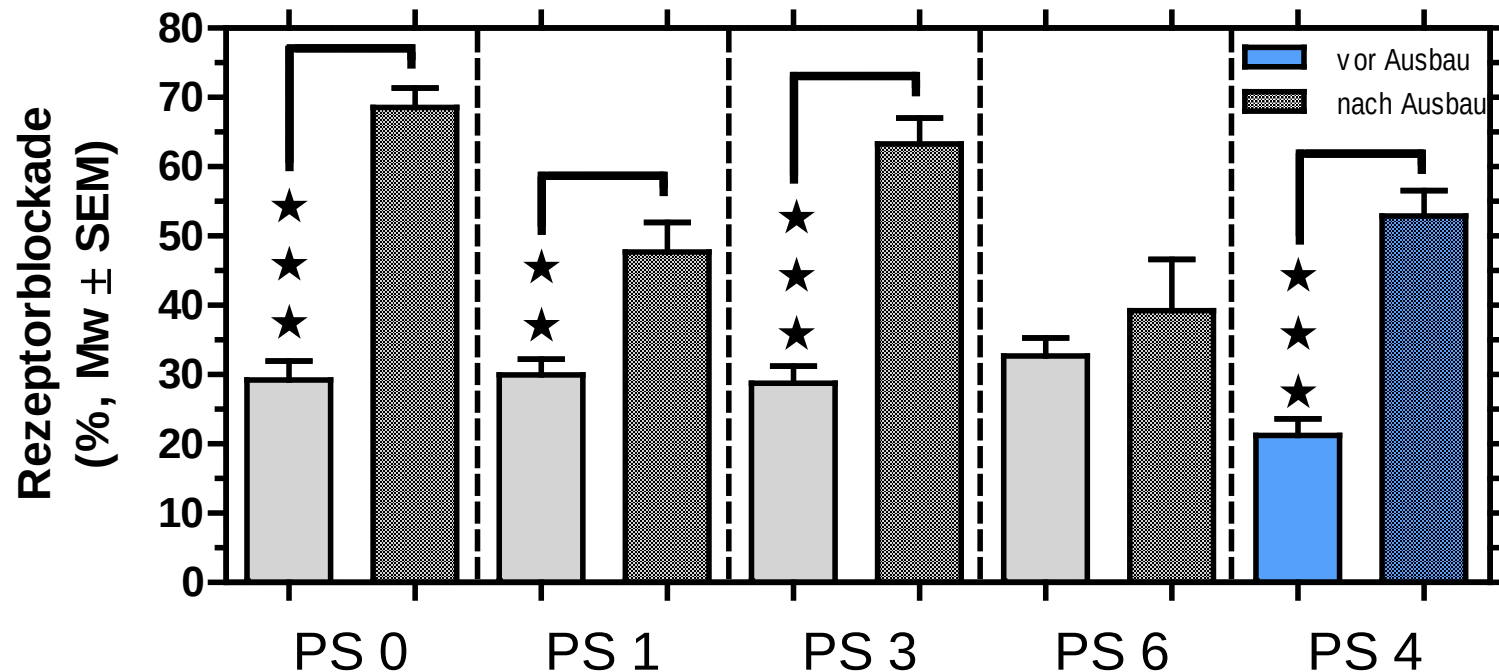


An den KA tendenziell Zunahme der antiöstrogenen Wirkpotentiale durch 4. Reinigungsstufe

Freiland



- Antiöstrogene Aktivität vor und nach Ausbau KA Langwiese:

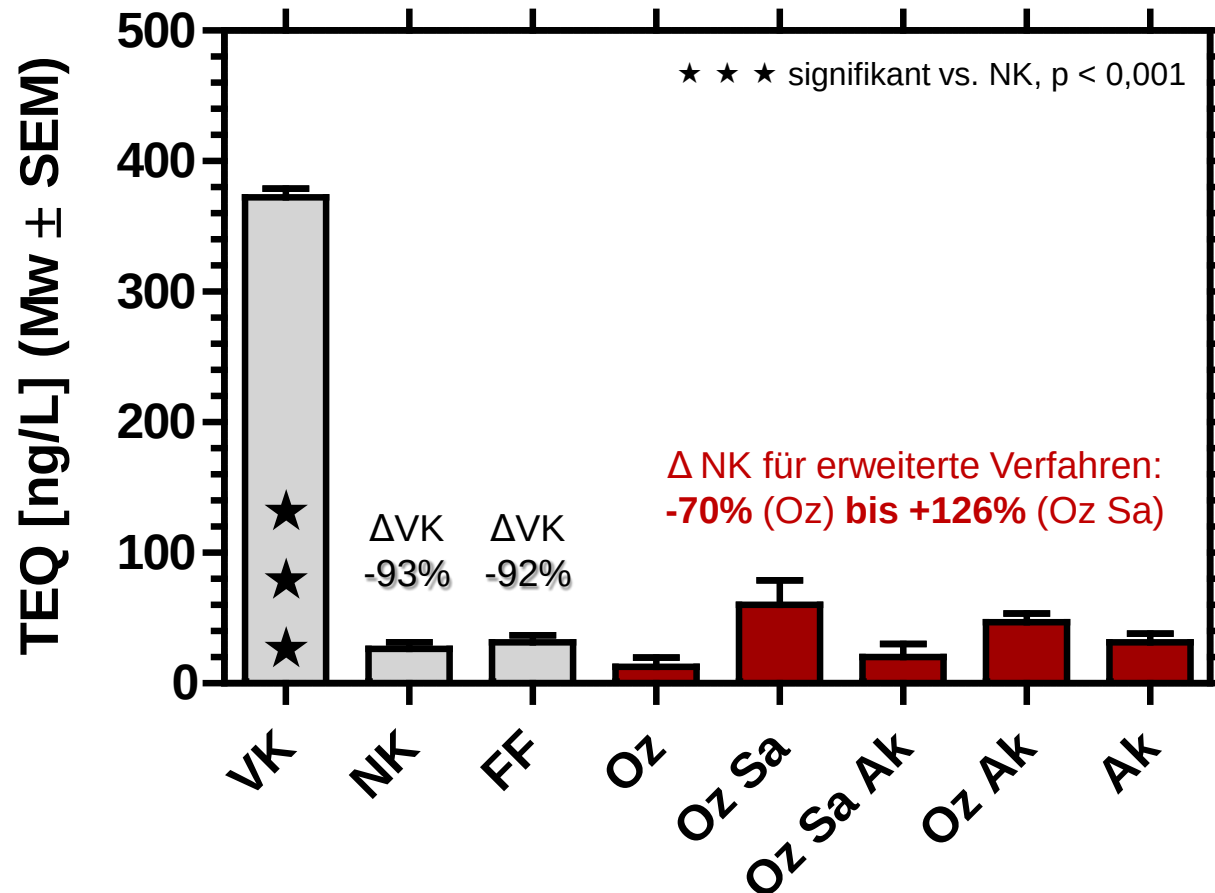


Hohe Wirkpotentiale in Schussen und Argen,
die sogar zunahmen – aber an allen PS

Kläranlage Eriskirch

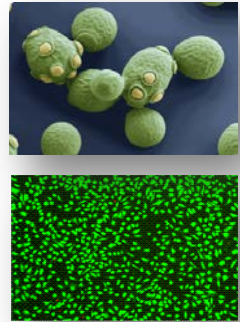


- Androgene Aktivität im YES über den Projektverlauf:



Ergebnisse für die anderen Anlagen

- **KA Langwiese**: Reduktion der androgenen Aktivität gegenüber der konventionellen Reinigung um **46% (Ak)**
- **KA Merklingen**: keine Veränderung der androgenen Aktivität durch **Oz** oder **Oz Sa**
- **RBF Tettnang**: vollständige Reduktion der androgenen Aktivität
- **RÜB Mariatal**: ohne androgene Aktivität im Zu- und Anlauf

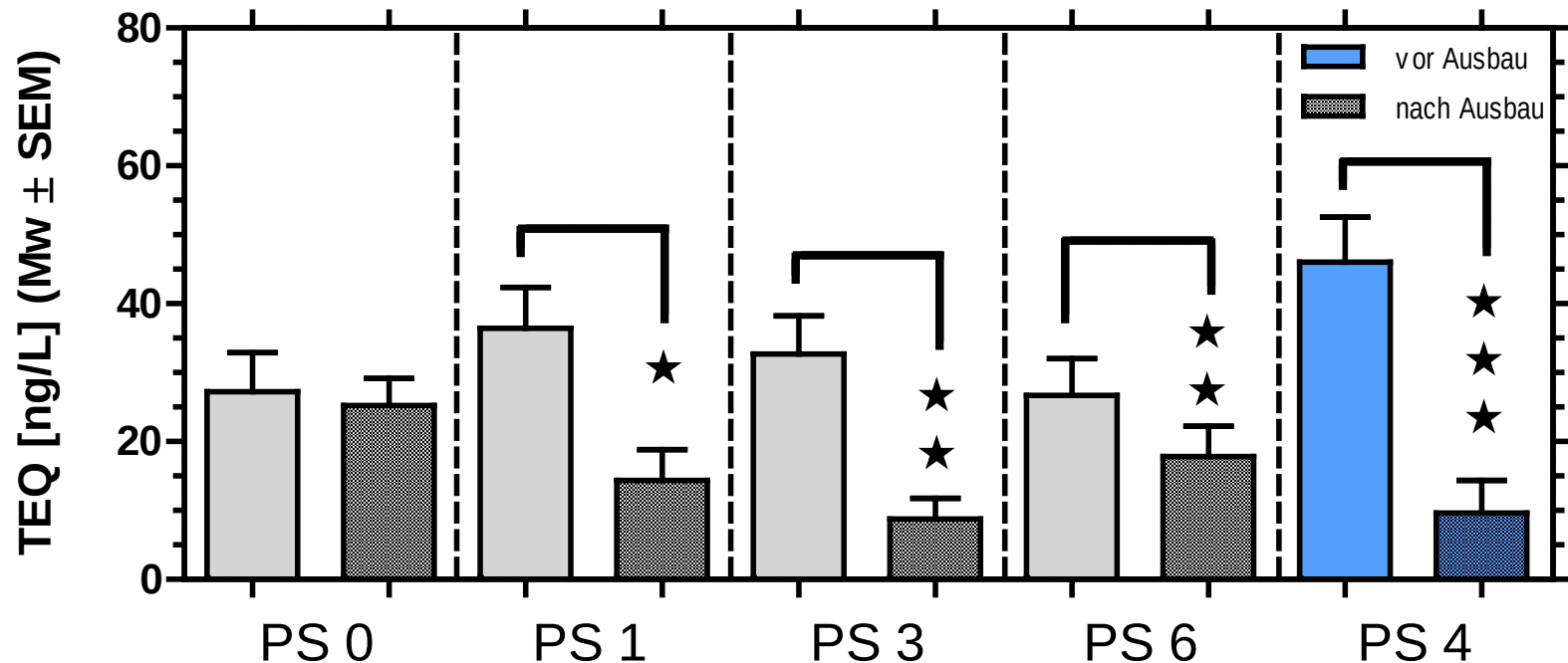


An KA Eriskirch & Langwiese weitere Entfernung androgenen Wirkpotentiale durch 4. Reinigungsstufe; RBF mit hoher Wirksamkeit

Freiland



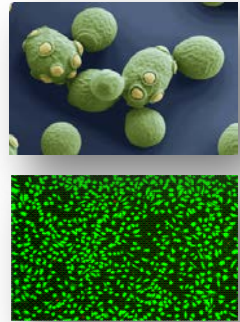
- Androgene Aktivität im YES vor und nach Ausbau KA Langwiese:



Rückgang der Wirkpotentiale in Schussen und Argen, außer an PS 0

Ergebnisse

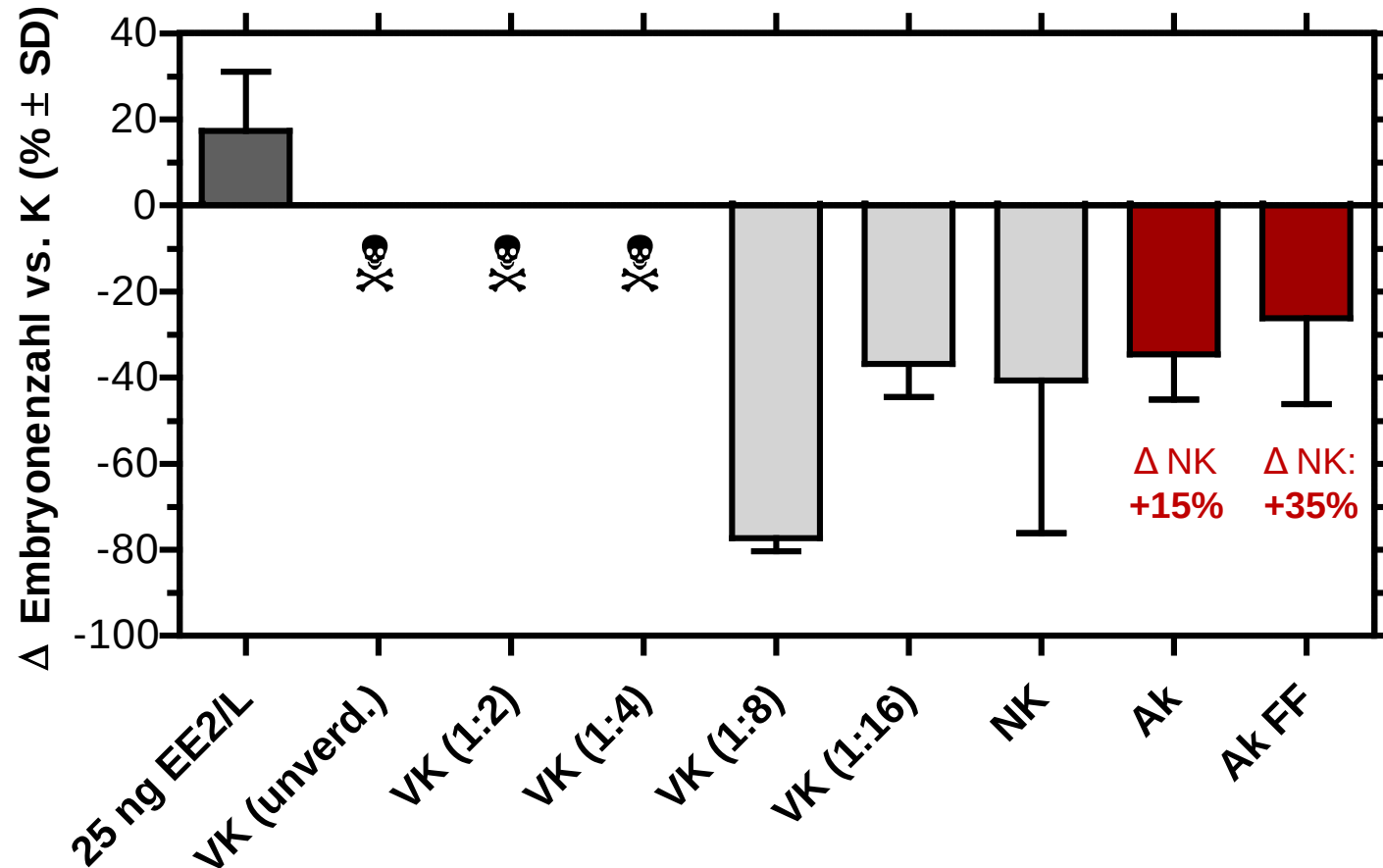
- **KA Eriskirch**: vollständige Reduktion antiandrogener Restaktivitäten aus der konventionellen Reinigung durch alle weitergehenden Reinigungsverfahren
- **KA Langwiese** und **Merklingen**: keine bzw. sporadisch messbare antiandrogene Aktivitäten, daher keine Bewertung möglich
- **RBF Tettnang**: nur geringe antiandrogene Aktivitäten im Zulauf, die vollständig eliminiert werden
- **RÜB Mariatal**: nur geringe antiandrogene Aktivitäten im Zulauf, die nicht verändert werden
- **Freiland**: keine bzw. nur geringe antiandrogene Aktivitäten (PS 4)



Test mit der Zwergdeckelschnecke



- Embryonenzahlen an der Kläranlage Langwiese:



Ergebnisse für die anderen Anlagen



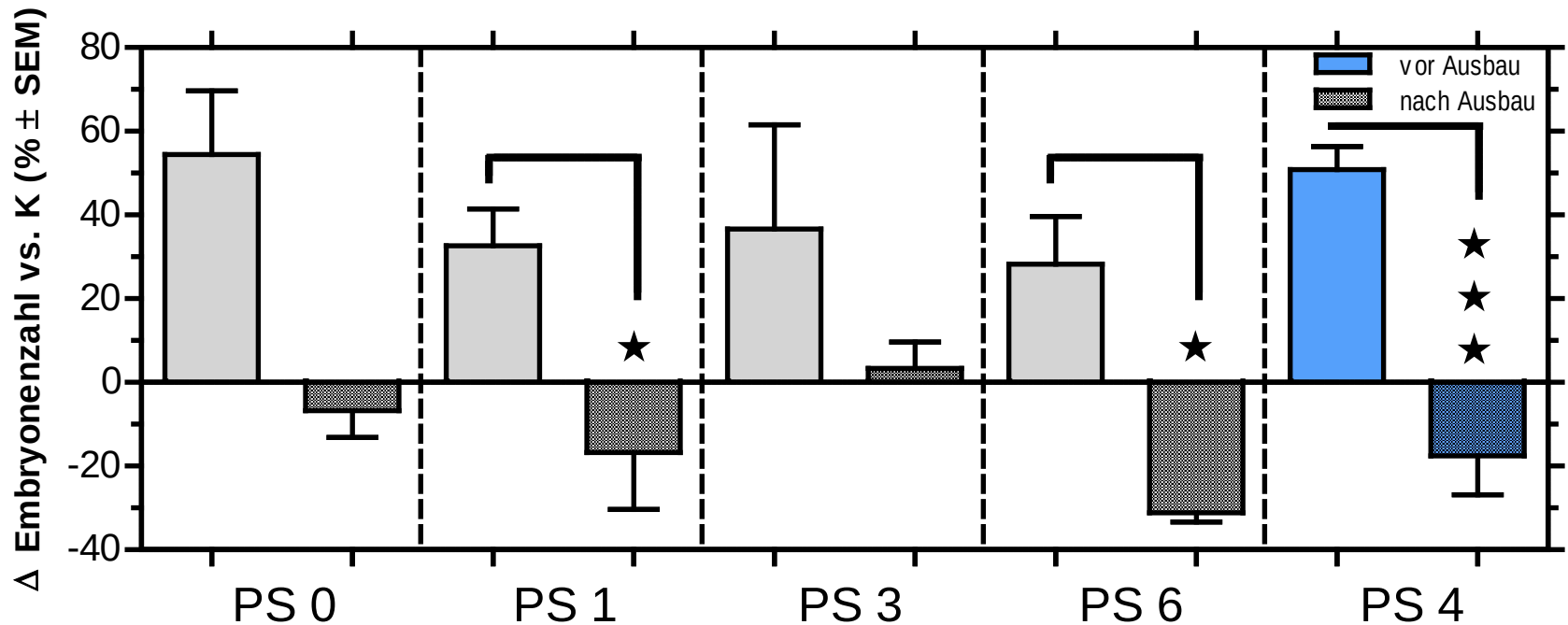
- **KA Eriskirch** und **Merklingen**:
 - ebenfalls 100% Mortalität im Ablauf der VK und
 - hohe Reproduktionstoxizität im Ablauf der NK,
 - die jedoch durch weitergehende Abwasserreinigung nicht reduziert wird
- **RBF Tettnang** und **RÜB Mariatal**:
 - hohe Reproduktionstoxizität in den Zuläufen,
 - die im Ablauf unverändert erhalten bleibt

Lediglich an der KA Langwiese Abnahme
reproduktionstoxischer Wirkpotentiale durch
Aktivkohlefiltation

Freiland



- Embryonenzahlen vor und nach Ausbau KA Langwiese:



Erhöhte Embryonenzahlen vor dem Ausbau gehen danach auf Niveau der K zurück – an allen PS



Zusammenfassung der Ergebnisse

- Weitergehende **Abwasserreinigungstechniken**:
 - eliminieren effektiv östrogene und antiandrogene Wirkpotentiale
 - reduzieren androgene Wirkpotentiale nicht oder nur unwesentlich,
 - während antiöstrogene Wirkpotentiale in Einzelfällen sogar zunehmen.
- **RBF** entfernte östrogene, androgene und antiandrogene Wirkpotentiale effektiv, während das **RÜB** unwirksam war.
- Auch im **Gewässer** traten östrogene, antiöstrogene und androgene Wirkpotentiale auf, die – mit Ausnahme antiöstrogener Aktivitäten – nach dem Ausbau der KA Langwiese zurückgingen.



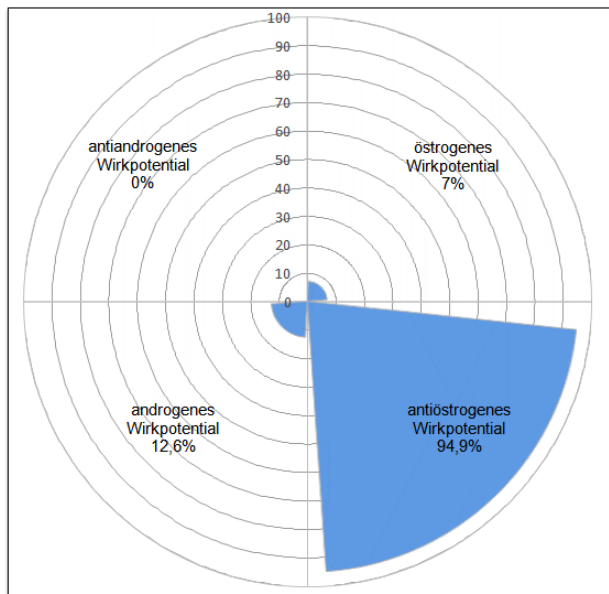
Zusammenfassung der Ergebnisse

- **In-vivo-Test** mit der Zwergdeckelschnecke:
 1. Kläranlagen:
 - hohe Toxizität des mechanisch (100% Mortalität) und biologisch gereinigten Abwassers (reproduktionstoxisch – reduzierte Embryonenzahl),
 - wird nur durch Aktivkohlefiltration in Langwiese reduziert
 2. RBF und RÜB:
 - hohe Reproduktionstoxizität bleibt unverändert
 3. Freiland:
 - Embryonenzahlen im Gewässer vor dem Ausbau von Langwiese deutlich erhöht, danach Rückgang auf das Niveau der Laborkontrolle

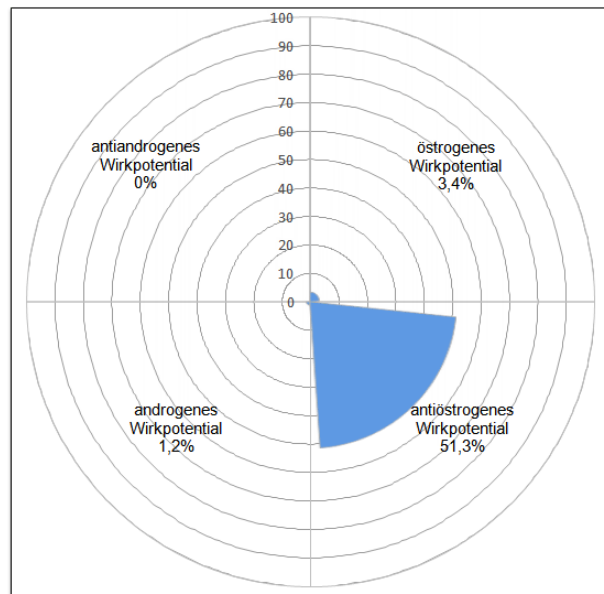
Zusammenfassung der Ergebnisse

- Problem der **Bewertung unterschiedlicher hormoneller Wirkpotentiale** am Beispiel der KA Langwiese:

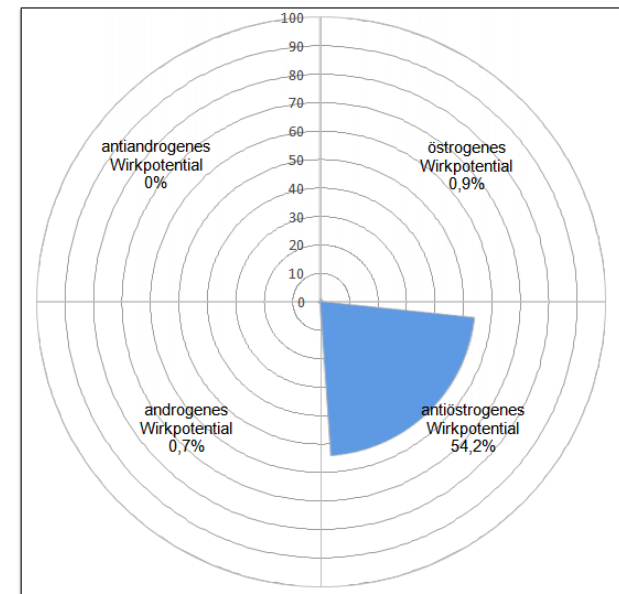
Ablauf VK



Ablauf NK



Ablauf Ak



Unser Dank gilt:

- dem BMBF für die Förderung, dem PTKA für die gute Betreuung,
- allen SchussenAktivplus-Partner für die gute Zusammenarbeit,
- Ihnen für die Aufmerksamkeit

