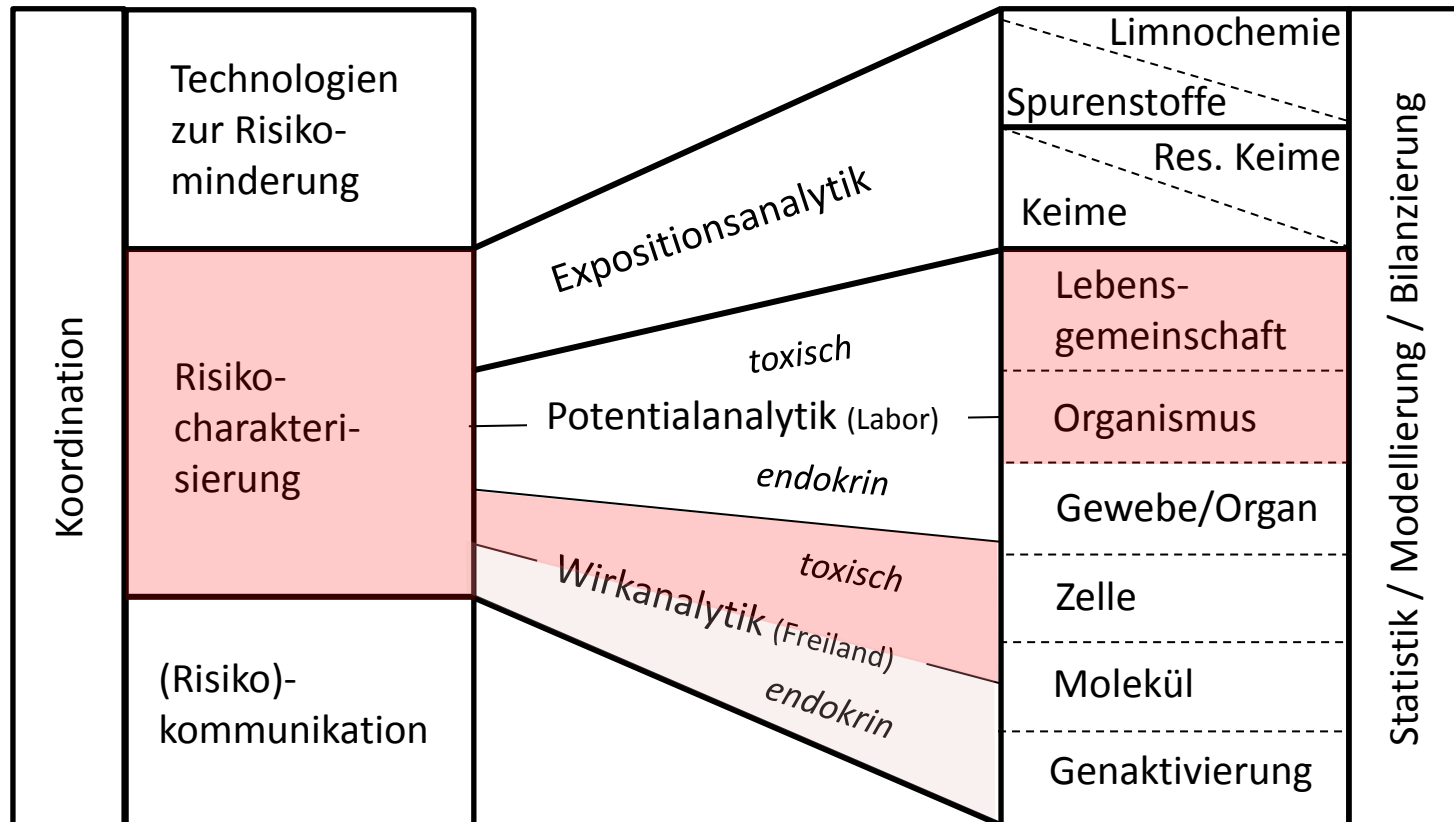


Invertebraten als Indikatoren für die Leistung von Kläranlagen



Katharina Peschke, Karl Wurm, Heinz-R. Köhler, Rita Triebskorn
Universität Tübingen und Gewässerökologisches Labor Starzach



Effekte auf Individualebene (Flohkrebse)

- ▶ Endokrine Wirkungen → **Geschlechterverhältnis**
- ▶ Endokrine und toxische Wirkungen → **Fekundität**
- ▶ Proteotoxische Wirkungen → **Stressproteinanalyse**



Effekte auf biozönotischer Ebene (Makrozoobenthos)

- ▶ Artenanzahl
- ▶ Sensitive Taxa
- ▶ Saprobienindex



Arthropoda



Crustacea



Malacostraca



Amphipoda



Gammarus pulex

(Linné 1758 „Gemeiner Flohkrebse“)



Gammarus roeseli

(Gervais 1835 „Flussflohkrebs“)

- ▶ Ökologische Bedeutung als Zerkleinerer und Aufarbeiter eingetragenen pflanzlichen Materials
- ▶ Bedeutung als Nahrungsquelle für Fische

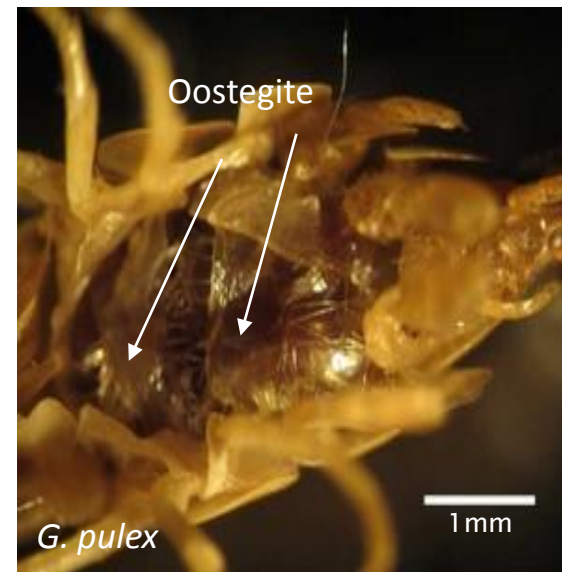
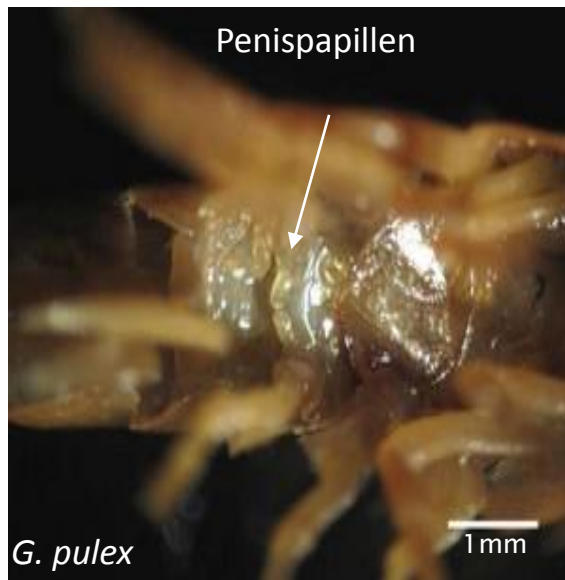
Monitororganismen

- ▶ Weite Verbreitung + hohe Individuenzahl: Entnahme größerer Stichproben unbedenklich
- ▶ Sensible Reaktion auf Umweltstressoren und hohe Sensitivität gegenüber Schadstoffen
- ▶ Kurze Generationszeit und hohe Reproduktionsrate

→ endokrine Wirkungen

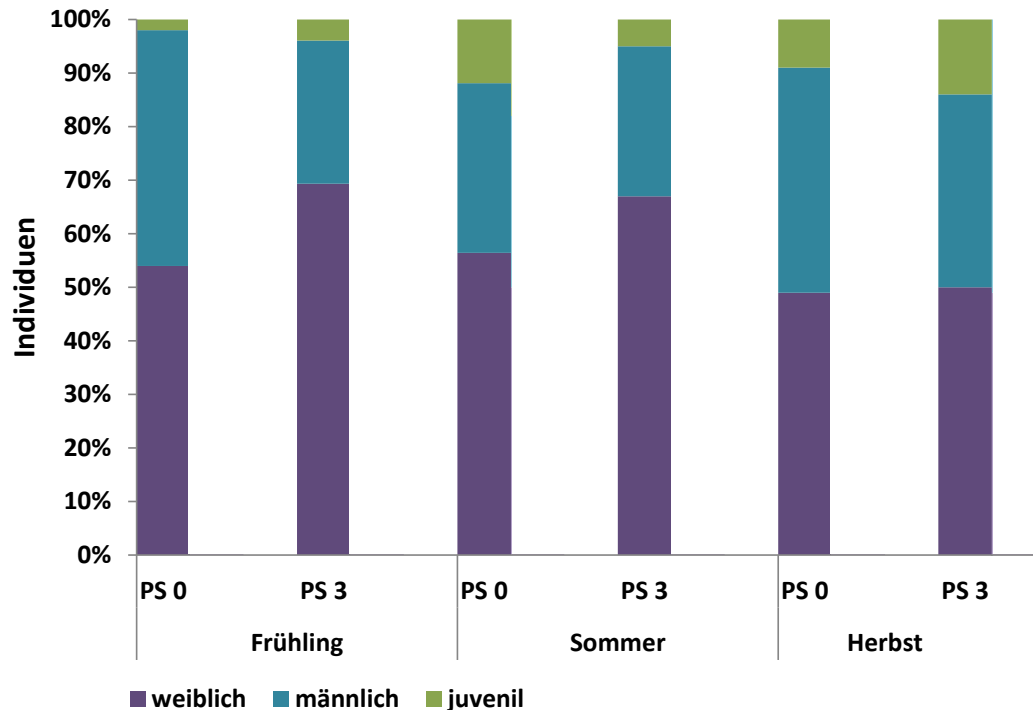
- ▶ Watts et al. (2002): 17- α -Ethinylöstradiol → GV zugunsten ♀ verschoben
- ▶ je Probestelle: 100 Gammariden
 - fixiert
 - Labor: Geschlechterbestimmung
 - Verhältnis ♂/♀





- ▶ Ladewig et al. (2006): Geschlechterverhältnis in eher unbelastetem Gewässer: 1:1,5 zugunsten der Weibchen verschoben.

Vor Ausbau KA:



Vor Ausbau KA:

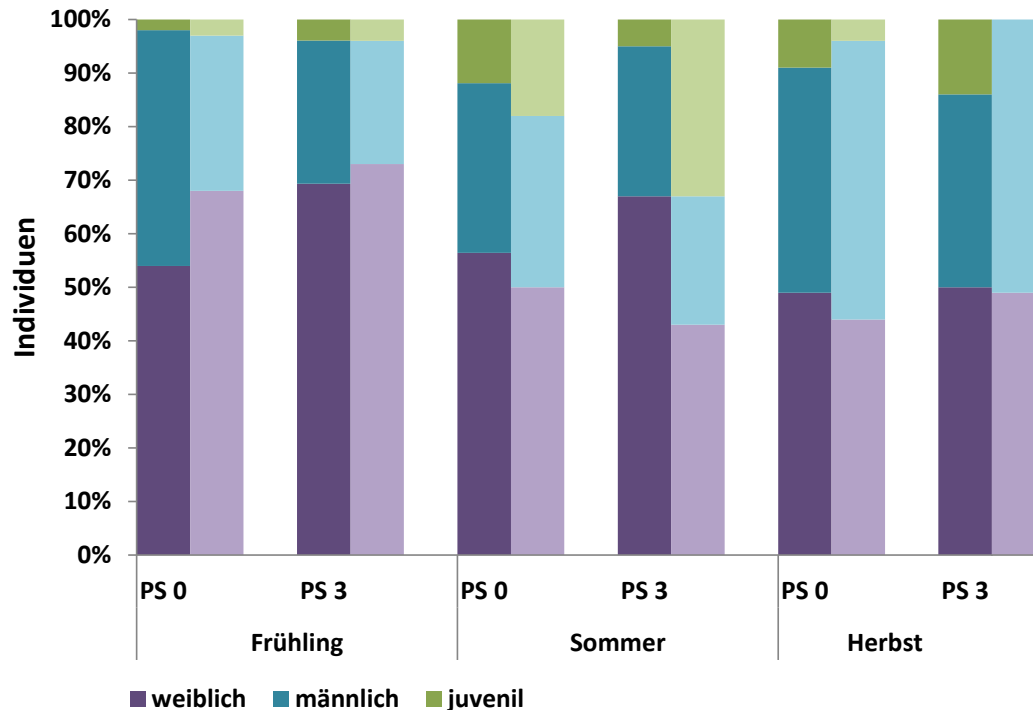
Verhältnis Männchen : Weibchen

	PS 0 (oh KA)		PS 3 (uh KA)	
Frühling	1 : 1,23		1 : 2,57 ***	
Sommer	1 : 1,79		1 : 2,42 ***	
Herbst	1 : 1,18		1 : 1,40	

- ▶ Unterhalb KA: Im Frühling und Sommer signifikante Abweichung von einer 1:1,5 Verteilung
- ▶ Geschlechterverhältnis nie zugunsten der Männchen verschoben

- Ladewig et al. (2006): Geschlechterverhältnis in eher unbelastetem Gewässer: 1:1,5 zugunsten der Weibchen verschoben.

Vor und nach Ausbau KA:



Vor und nach Ausbau KA:

Verhältnis Männchen : Weibchen

	PS 0 (oh KA)		PS 3 (uh KA)	
Frühling	1 : 1,23	1 : 1,45	1 : 2,57 ***	1 : 3,17 ***
Sommer	1 : 1,79	1 : 1,56	1 : 2,42 ***	1 : 1,79
Herbst	1 : 1,18	1 : 0,85	1 : 1,40	1 : 0,69

- Unterhalb KA nach Ausbau: Keine sign. Abweichung einer 1:1,5-Verteilung im Sommer
- Geschlechterverhältnis im Herbst zugunsten der Männchen verschoben

→ endokrine und toxische Wirkungen

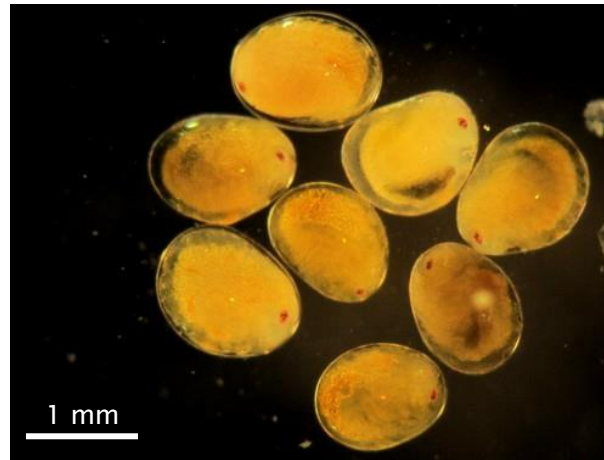
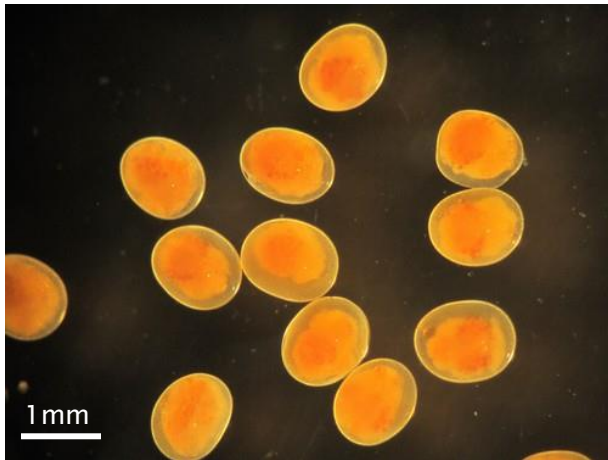
- ▶ Östrogene und östrogenartig wirkende Substanzen erhöhen das Populationswachstum (Watts et al., 2002)
→ Fekundität ↑
- ▶ **ABER**: Schadstoffe: Fekundität ↓
- ▶ Fekundität: Anzahl Eier/Jungtiere im Marsupium eines Weibchens
- ▶ Fekunditätsindex (FI):

$$FI = \frac{\text{\# Eier bzw. Juvenile}}{\text{Körperlänge}}$$

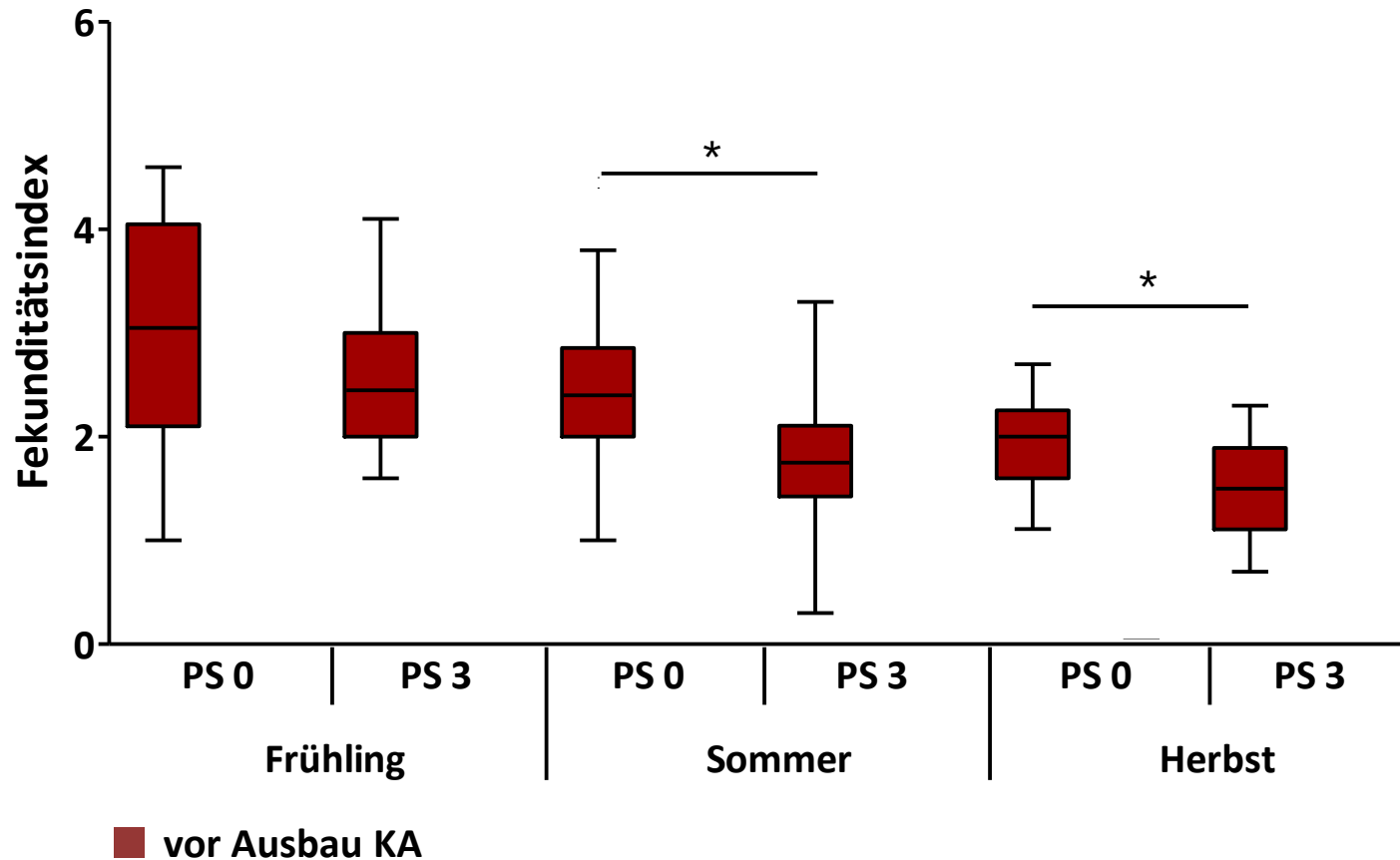




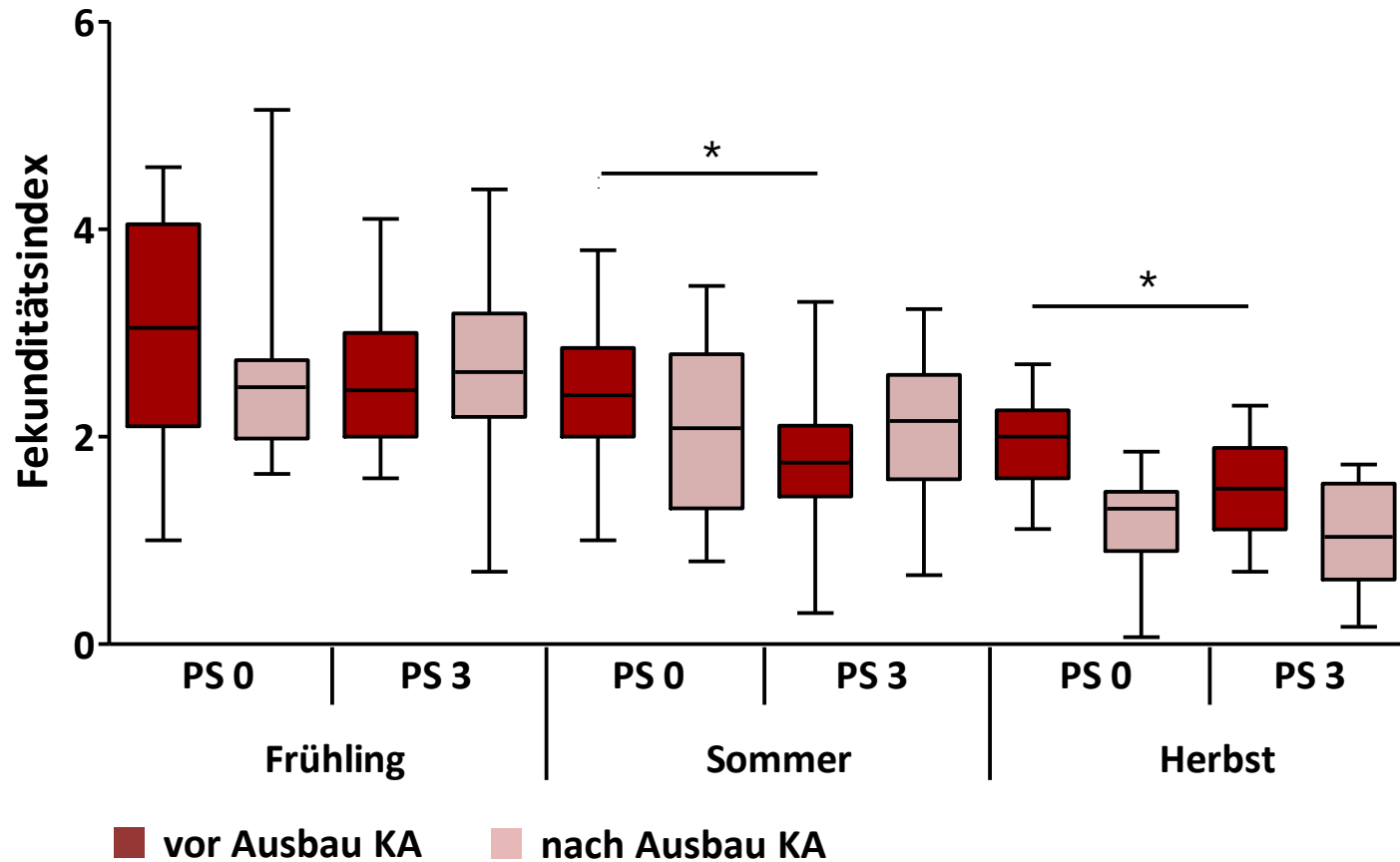
Gammarus roeseli brütendes Weibchen



Gammarus roeseli Eier, unterschiedliche Entwicklungsstadien



- ▶ Abnehmende Fekundität von Frühling zu Herbst
- ▶ Unterhalb KA: Fekundität im Sommer und Herbst geringer als oberhalb KA → Schadstoffe können die Fekundität negativ beeinflussen

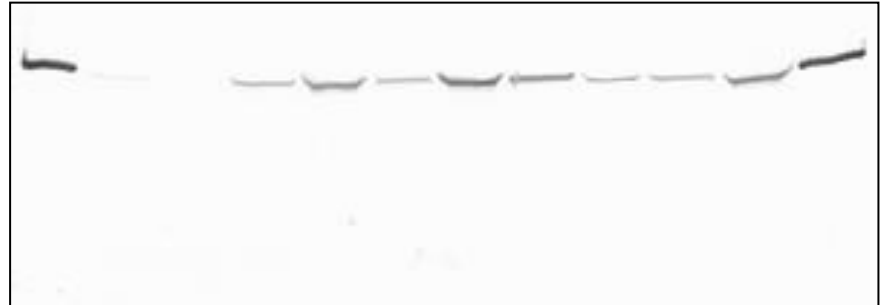
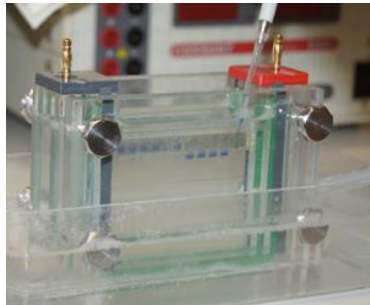


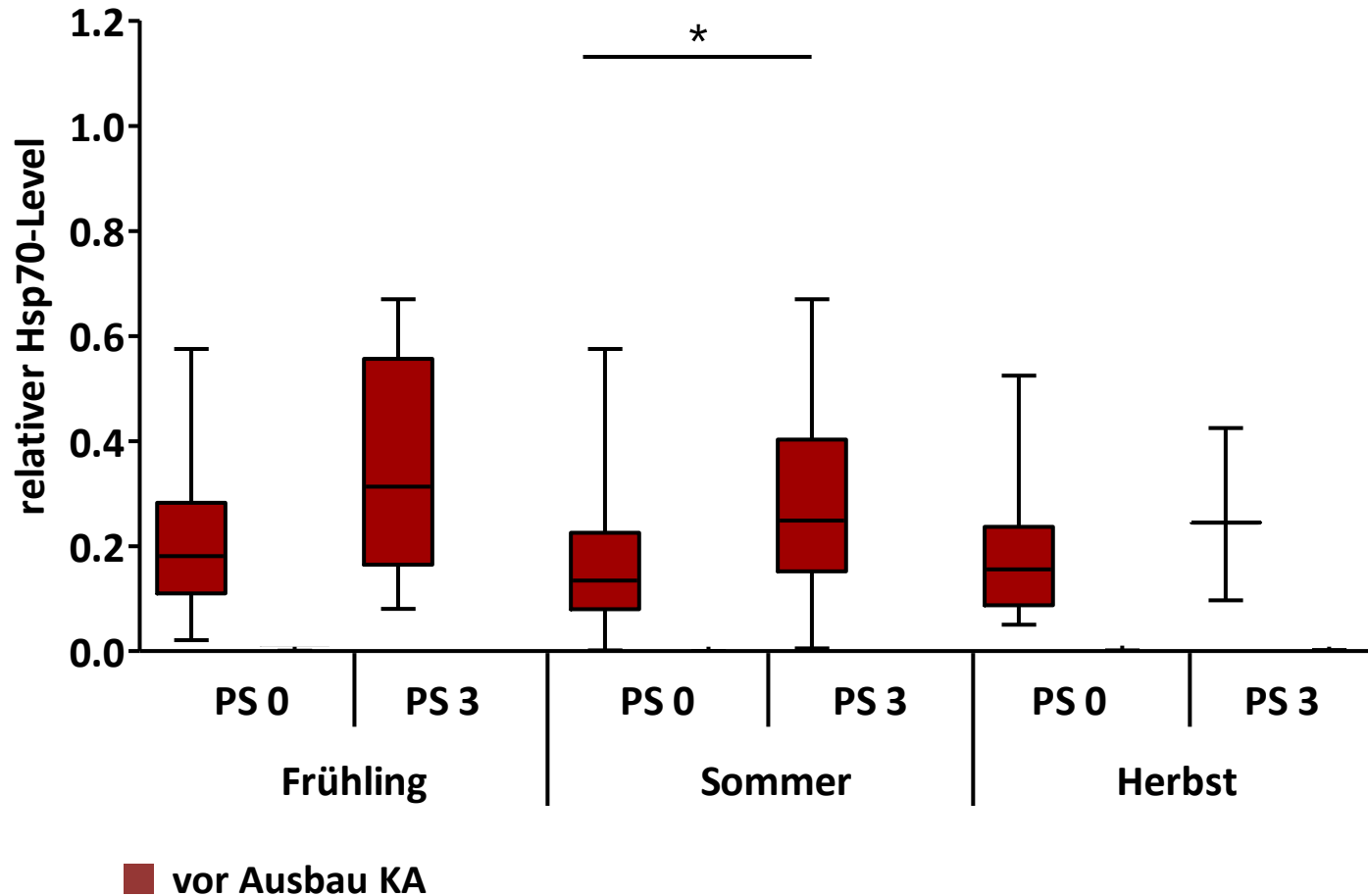
- Nach Ausbau KA: Fekunditätsindex unterhalb KA nicht mehr signifikant verringert

→ proteotoxische Wirkungen

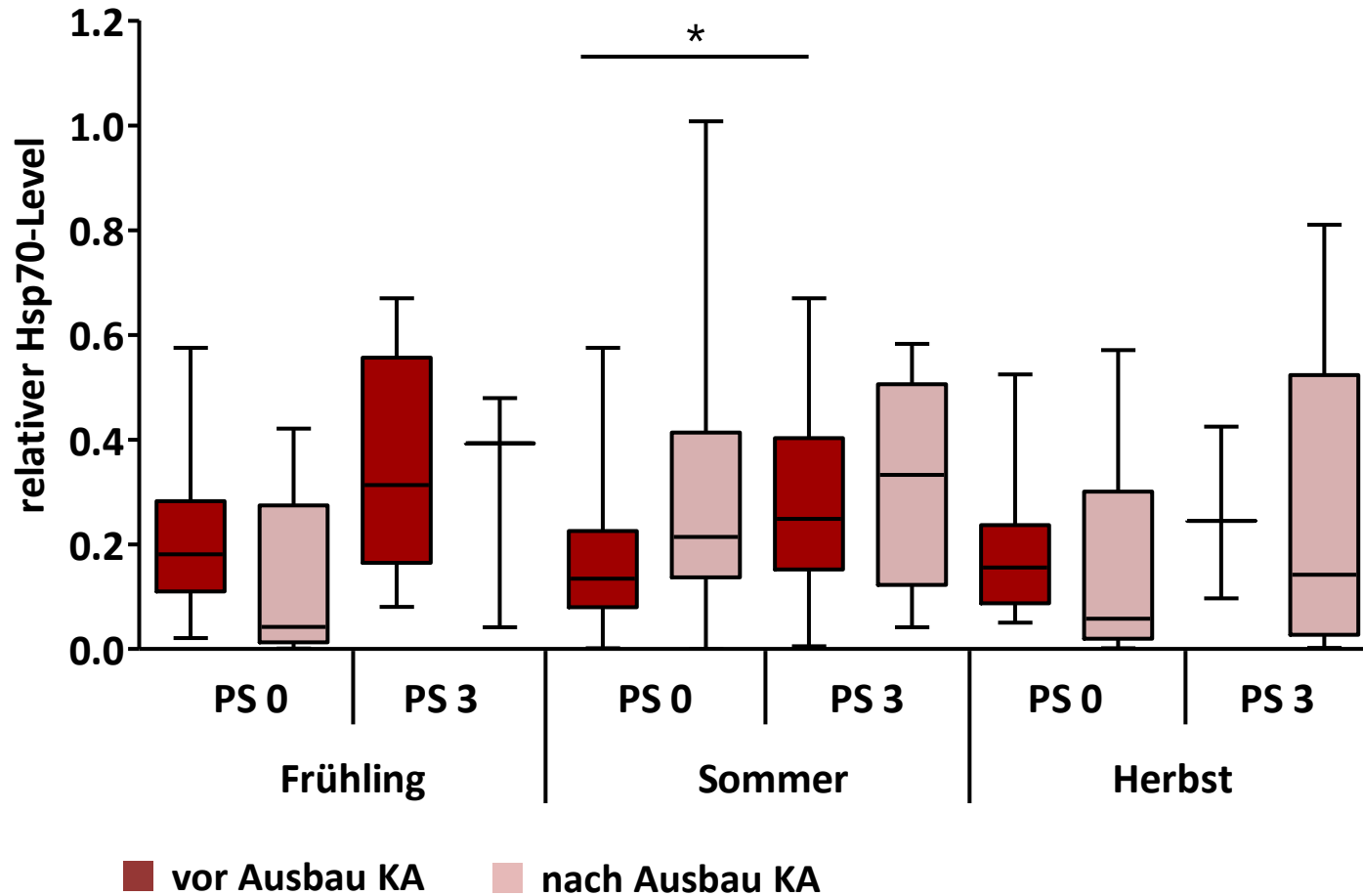
Hsp70

- ▶ Analyse der Proteintoxizität (falsch gefaltete Eiweiße)
- ▶ Unter Stresseinfluss (toxische Substanzen, Sauerstoffmangel, UV-Strahlung etc.) werden vermehrt Stressproteine gebildet
- ▶ Anstieg des Hsp70-Levels: Rückschluss auf Schadstoffbelastung





- ▶ Vor Ausbau: Erhöhter Hsp70-Gehalt unterhalb KA Langwiese im Sommer



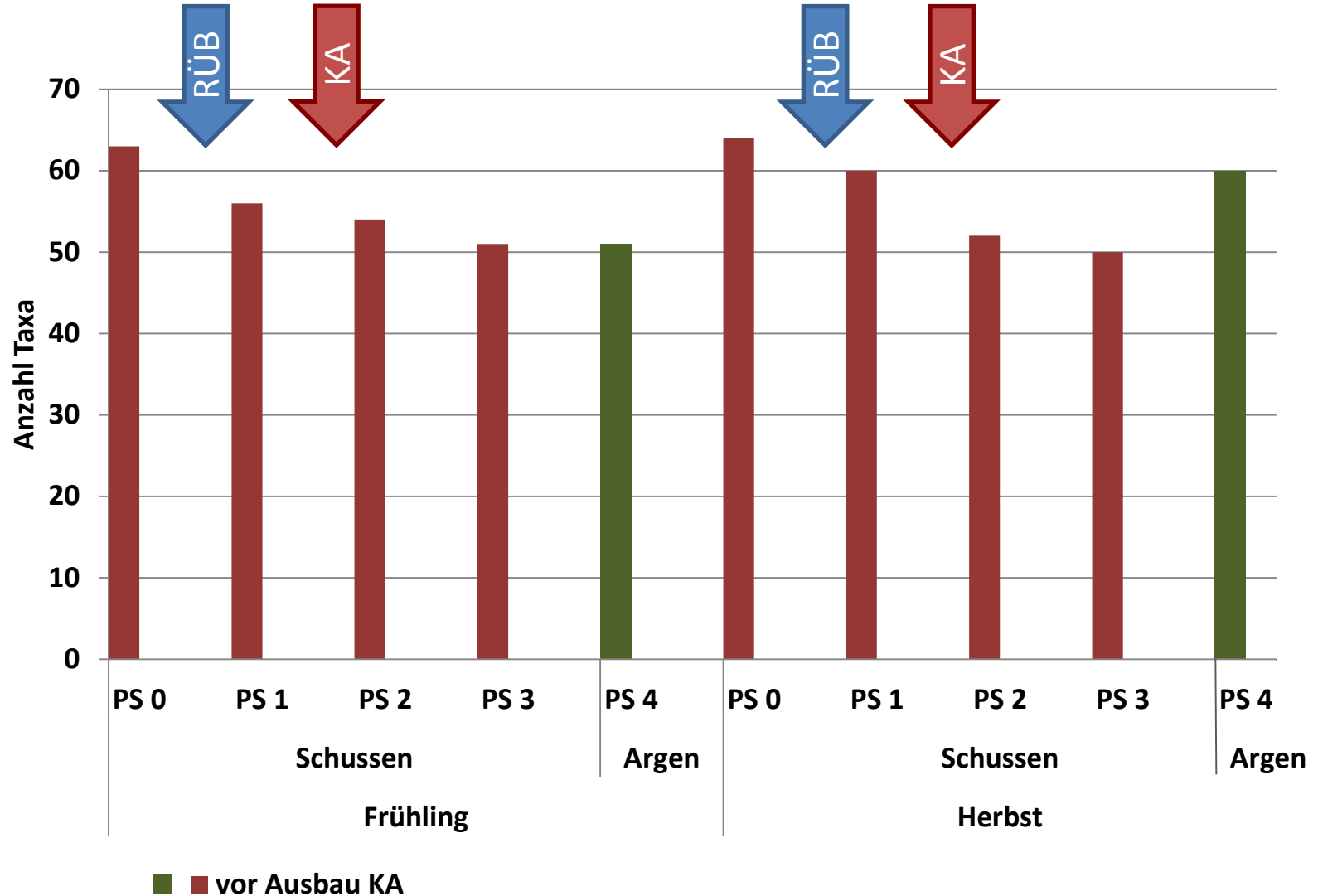
- Nach Ausbau: Kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Probestellen

→ Ökosystemare Wirkungen

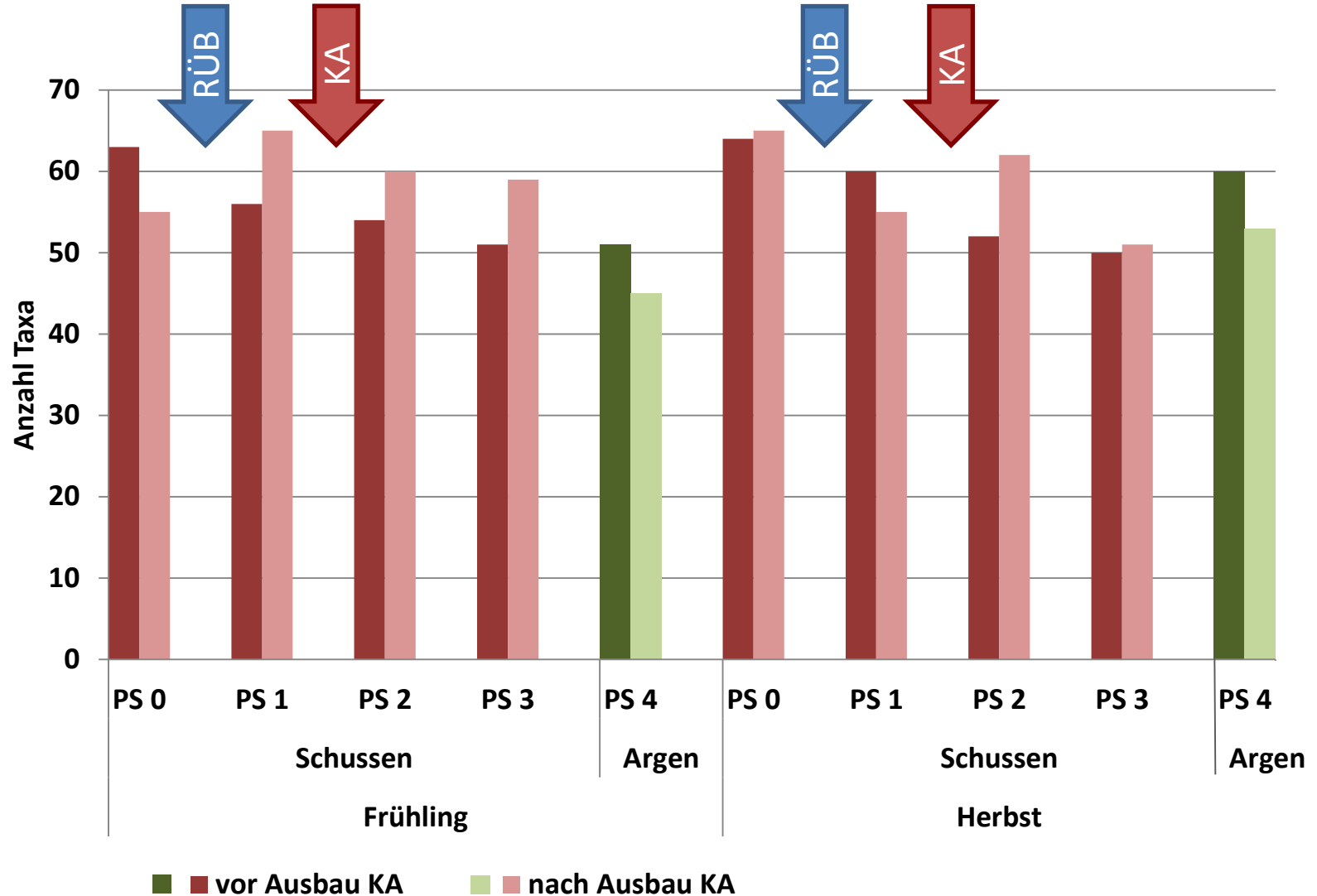


Methodik:

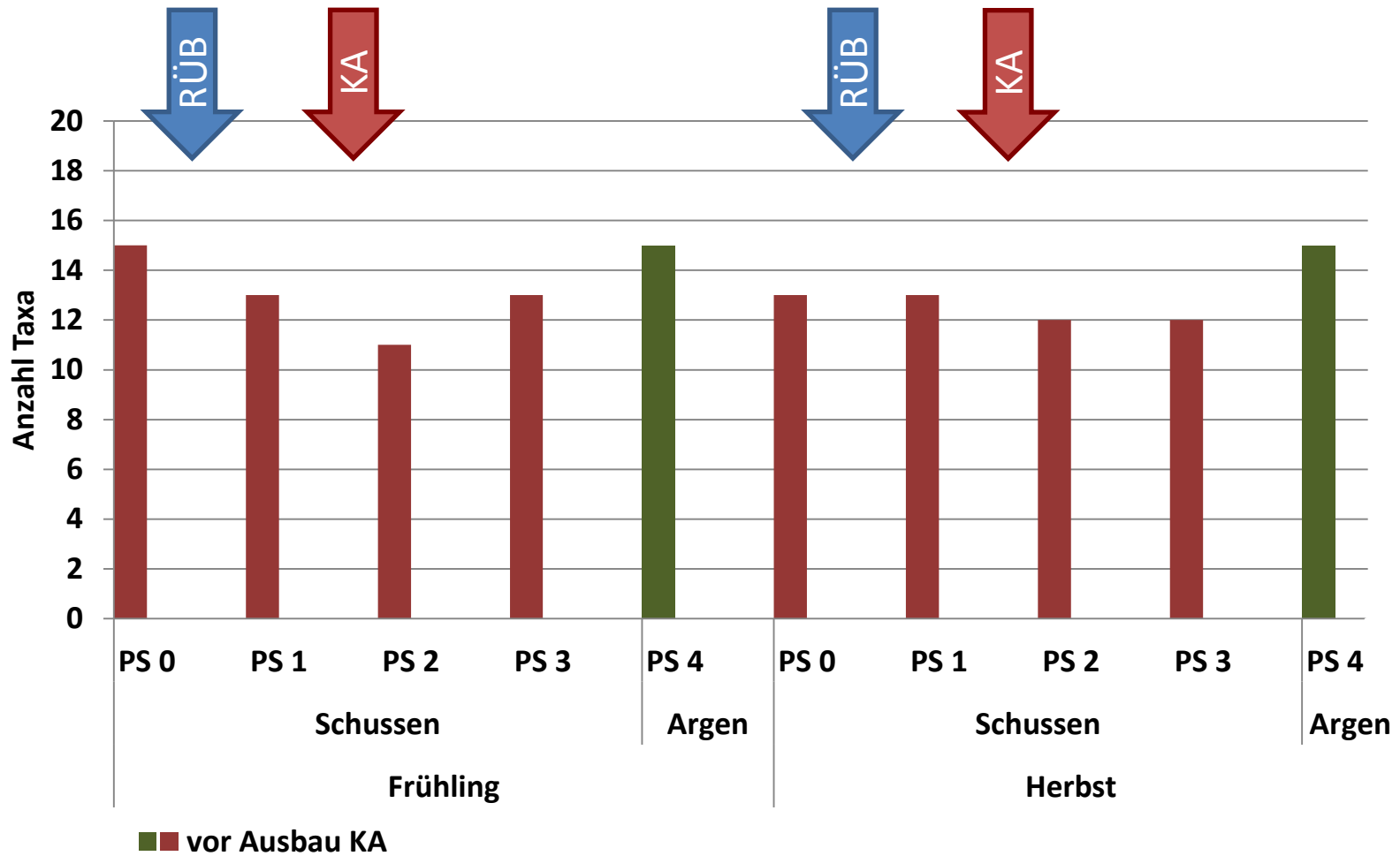
- ▶ Flächenbezogene Aufnahme des Makrozoobenthos nach dem Multi-Habitat-Sampling-Verfahren (WRRL)
- ▶ Adultfänge zur Determination und Differenzierung „schwieriger Taxa“ (Lichtfallenfänge und Keschern)



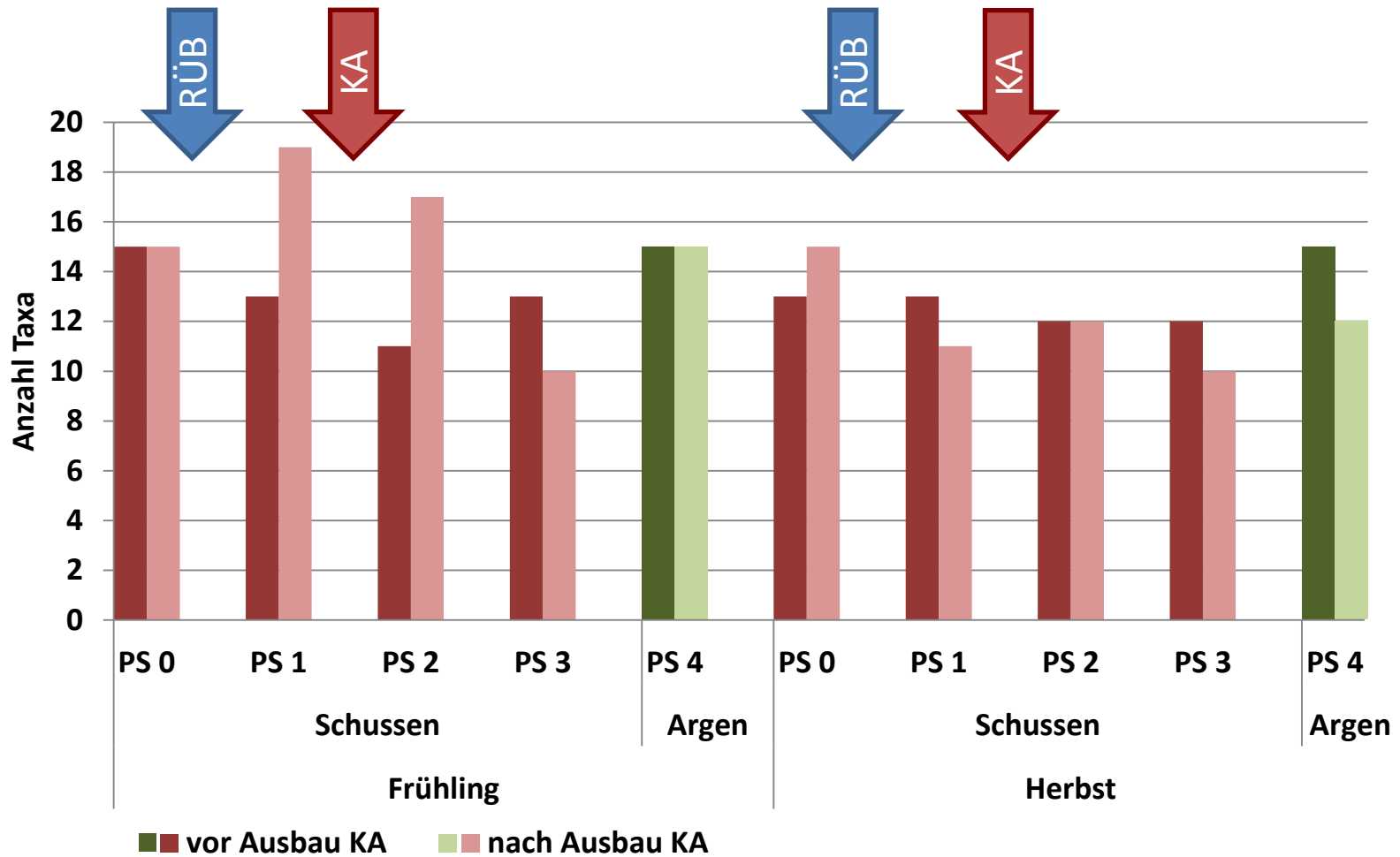
- ▶ Vor Ausbau: Anzahl der Taxa nimmt im Verlauf der Schussen ab. Im Herbst Taxazahl an der Argen höher als an der Schussen unterhalb der KA.



- Nach Ausbau: In der Schussen uh KA höhere Taxazahl als vor Ausbau KA. In der Argen geringere Taxazahl als in Vorjahren.



- Vor Ausbau: Rückgang sensibler Taxa in der Schussen unterhalb RÜB (PS 1) und direkt unterhalb KA (PS 2) im Frühling.



- Nach Ausbau: Zunahme sensibler Taxa in der Schussen unterhalb RÜB (PS 1) und direkt unterhalb KA (PS 2) im Frühling.



Perla marginata

V: seit 2010 nur an PS 0, PS 1

Nach Ausbau KA:
vereinzelt an PS 2, PS 3

Rote Liste Kategorie 2
„stark gefährdet“



Protonemura spp.

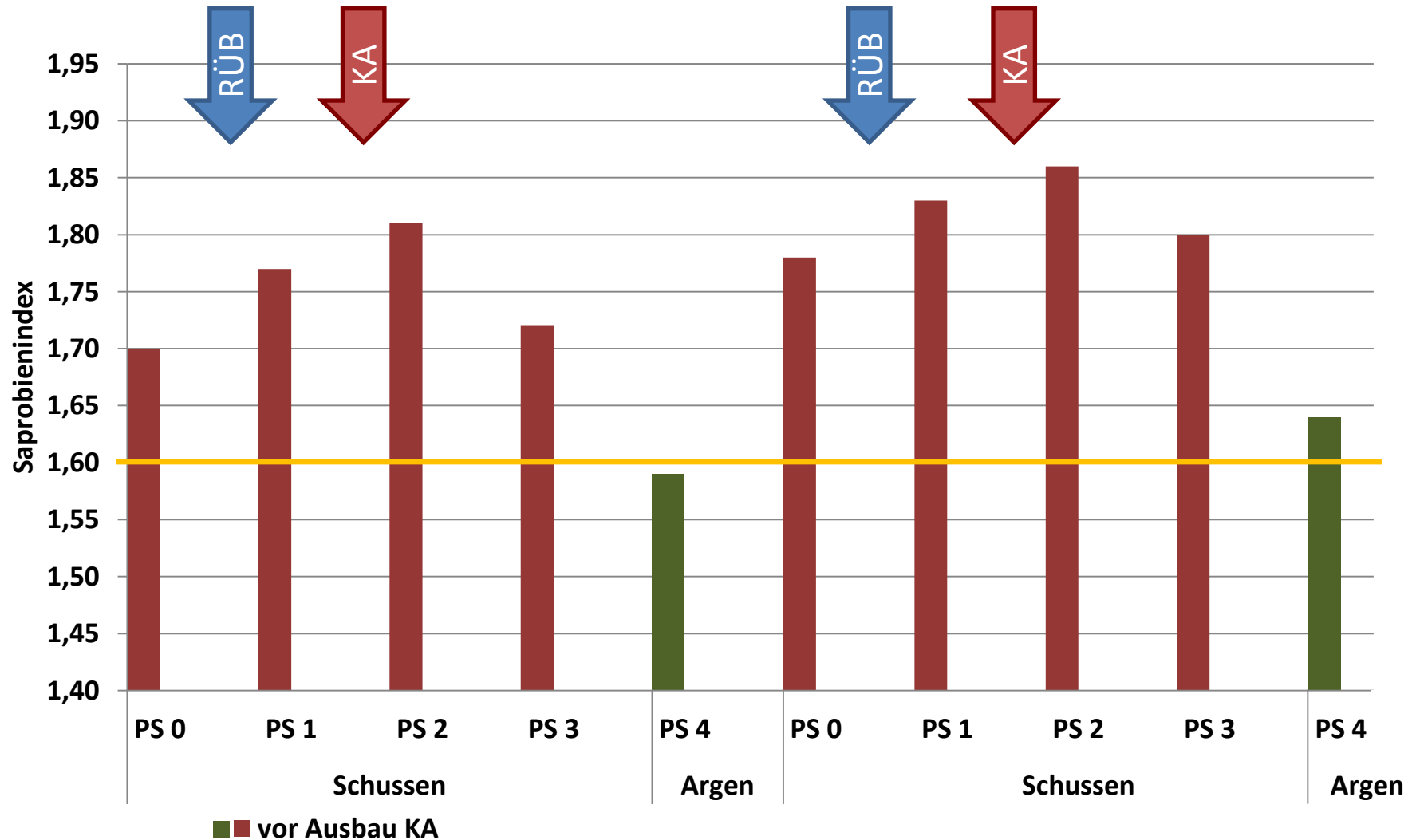
V: seit 2012 nur an PS 0, PS 1
Nach Ausbau KA: erstmals an PS 2



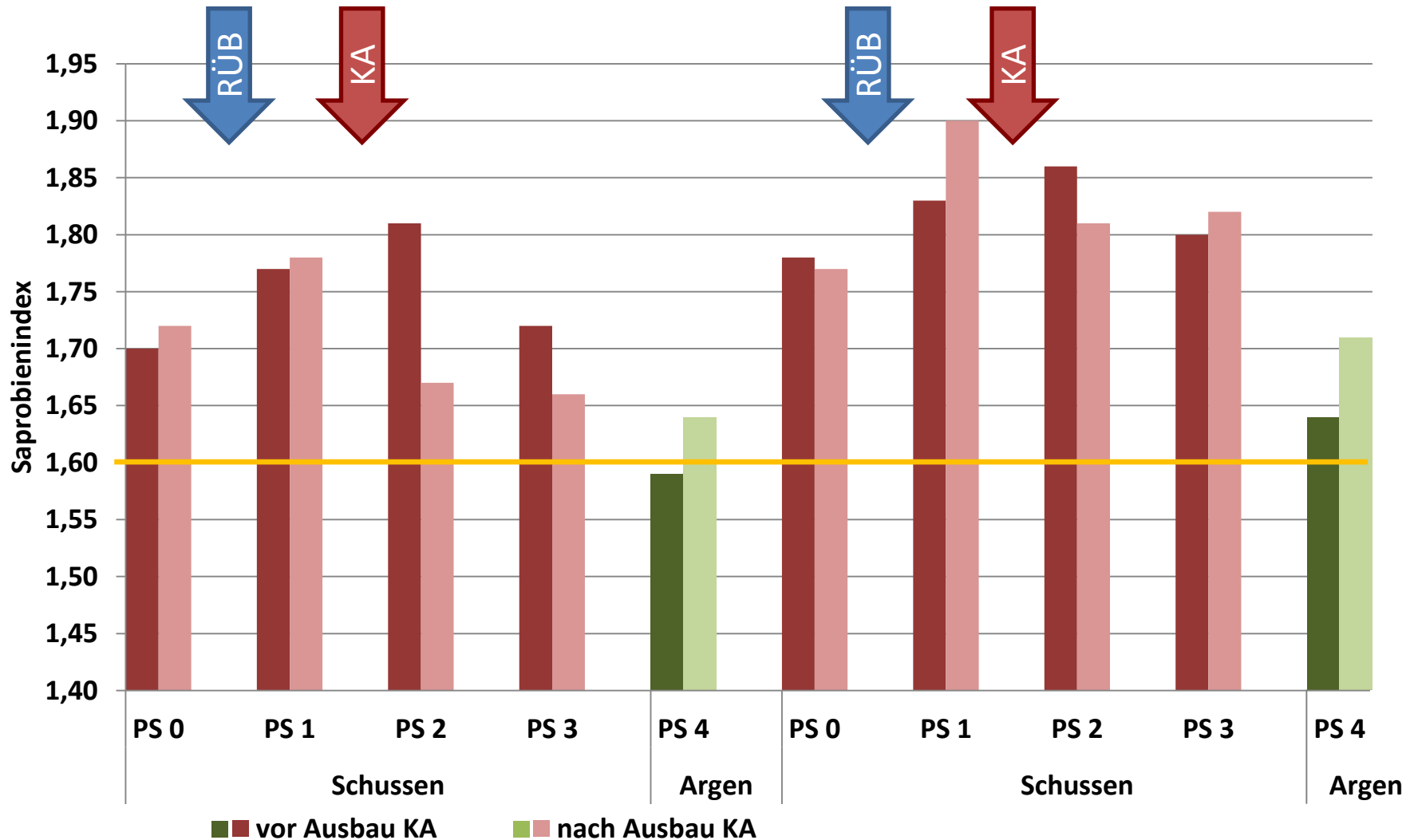
Amphinemura spp.

V: PS 1, PS 2
Nach Ausbau KA: erstmals Larven an PS 2

Saprobienindex



- ▶ Vor Ausbau: Anstieg des Saprobieindex in der Schussen uh RÜB (PS 1) und direkt uh KA (PS 2) im Frühling und Herbst.



- ▶ Nach Ausbau: Saprobieindex in der Schussen direkt uh KA (PS 2) im Frühling und Herbst geringer als vor Ausbau KA. Saprobieindex in der Argen höher als in Vorjahren.

	Endpunkt	Unterhalb KA nach Ausbau
Flohkrebse	Geschlechterverhältnis	Nicht mehr signifikant zugunsten der Weibchen verschoben
	Fekundität	Nicht mehr signifikant verringert
	Stressproteinanalyse	Nicht mehr signifikant unterschiedlich
Makrozoobenthos	Artenbestand	Deutliche, positive Veränderungen
	Saprobienindex	Deutlich verringerte Saprobie

Die Erweiterung der KA Langwiese um eine Pulveraktivkohlestufe wirkt sich positiv auf die wirbellosen Gewässerorganismen aus!

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

