



SeeWandel



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



Vie dans le Lac de Constance –  
hier, aujourd'hui et demain

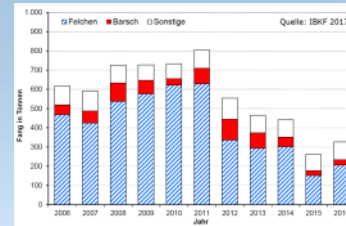
[www.seewandel.org](http://www.seewandel.org)

Piet Spaak  
(Chef de projet SeeWandel)

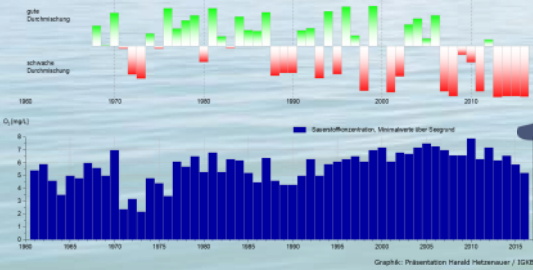
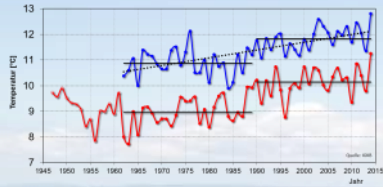


# Changements dans l'écosystème du Lac de Constance

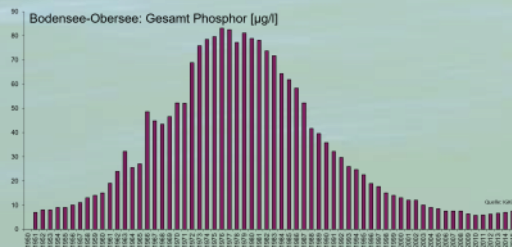
# Captures de pêches en recul



## Changements climatiques



## Eutrophisation & Re-oligotrophisation



## Prolifération des algues



## Espèces exotiques





## Objectifs principaux de SeeWandel

- Comprendre les processus pélagial et littoral et améliorer les interactions entre eux
- Améliorer la compréhension du réseau alimentaire et du fonctionnement de l'écosystème du Lac de Constance
- Évaluer la résistance et les changements potentiels dans les prestations écosystémiques (dans le cadre des enquêtes prévues)
- Acquérir des connaissances sur la base desquelles des décisions scientifiquement fondées sur l'avenir du lac de Constance peuvent être prises



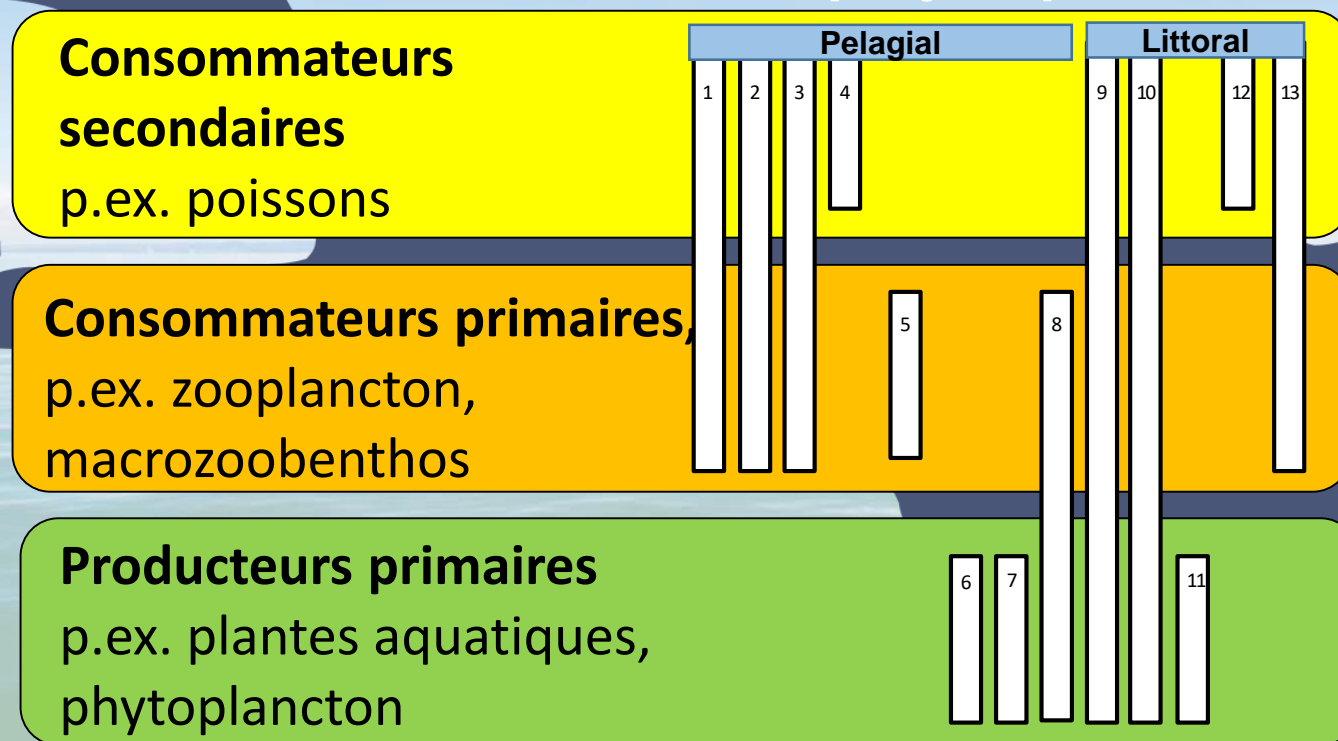
# Question clé du SeeWandel

- Quel est l'impact du déclin des nutriments, des changements climatiques, des espèces exotiques et d'autres facteurs de stress sur l'écosystème du Lac de Constance, sa biodiversité et son fonctionnement, ainsi que sur l'utilisation humaine du lac?
- ➔ 13 projets partiels, l'écosystème dans son ensemble est analysé
- ➔ Étroite coopération avec le centre universitaire RTG R<sup>3</sup>  
"Responses to biotic and abiotic Changes, Resilience and Reversibility of Lake Ecosystems" de l'Université de Constance

# Analyse de l'écosystème dans son ensemble



## 13 projets partiels



Environnement  
biotique et  
abiotique

# Coopération de 7 instituts dans 3 pays, 13 projets



3 projets (2 KB, 1 DÜ), coordination



1 projet: cyanobactéries



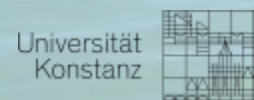
3 projets: poissons



1 projet, “banque €”: phytoplancton



1 projet: macrophytes



3 projets: paléolimnologie, interactions poisson-zooplancton, communautés littorales, espèces invasives





1 projet: *Daphnia* au cours du temps

# SeeWandel Projektsynthese (S14)

Erweiterte Projektleitung, PK, Experten



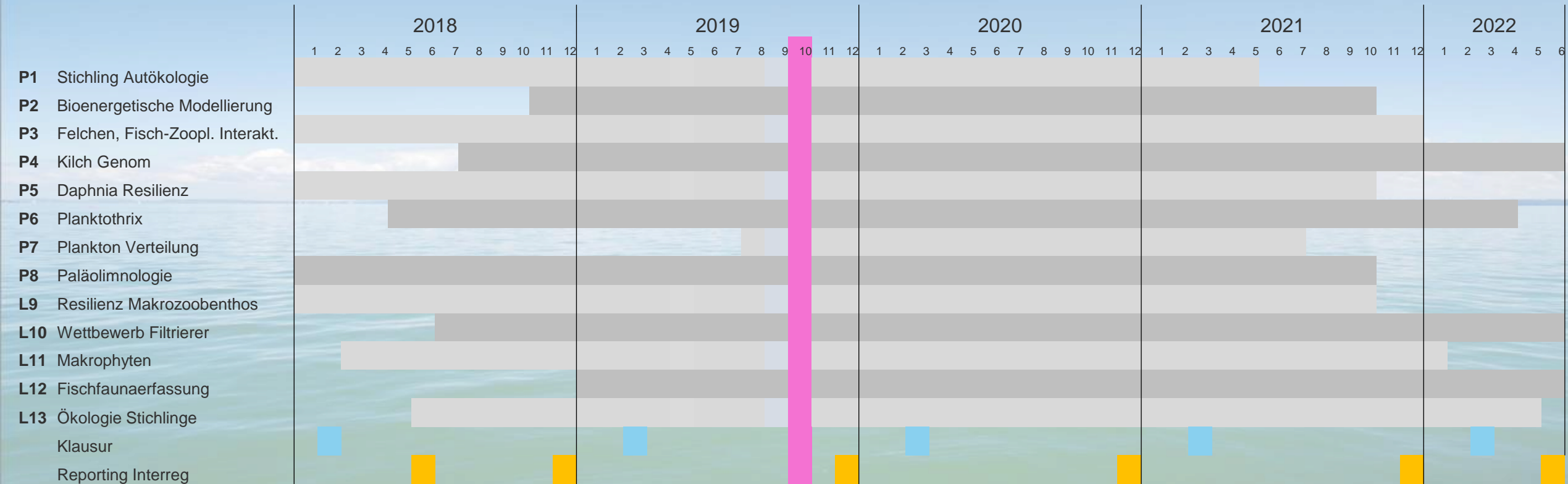
## 4 Themengruppen

 <b>Poissons</b>	 <b>Zone pélagique</b>	 <b>Néozoaies et cilmat</b>	 <b>Makrophytes</b>
<b>A. Brinker (Vorsitz)</b> <b>B. Matthews</b> (Stellvertreter)	<b>M. Möst (Vorsitz)</b> <b>D. Straile (Stellvertreter)</b>	<b>K.-O. Rothhaupt (Vorsitz)</b> <b>NN (Stellvertreter)</b>	<b>K. Schmieder (Vorsitz)</b> <b>NN (Stellvertreter)</b>
<b>Teilprojektleiter &amp; Teilprojektmitglieder</b> P1, P3 (SeeWandel/RTG R <sup>3</sup> ), P2, P4, L12, L13 (SeeWandel)	<b>Teilprojektleiter &amp; Teilprojektmitglieder:</b> P5, P6, P7, P8, L10 (SeeWandel), A3, B2 (RTG R <sup>3</sup> ), U Konstanz	<b>Teilprojektleiter &amp; Teilprojektmitglieder:</b> L9 (SeeWandel/RTG R <sup>3</sup> ), L10 (SeeWandel), PhD H. Zhang (UK), Hydra	<b>Teilprojektleiter &amp; Teilprojektmitglieder:</b> P1, L9 (SeeWandel/RTG R <sup>3</sup> ), P7, L10, L11, L12, L13 (SeeWandel)
<b>PL/SPL/PK</b>	<b>PL/SPL/PK</b>	<b>PL/SPL/PK</b>	<b>PL/SPL/PK</b>
<b>Praxisvertretung</b> B. Lundsgaard-Hansen, N. Schotzko	<b>Praxisvertretung</b> L. Taxböck	<b>Praxisvertretung</b> P. Teiber-Siebegger, R. Schick	<b>Praxisvertretung</b> C. Schranz, B. Engstle



## SeeWandel

- Début en 2018, Durée jusqu'en juin 2022
- Durée des projets partiels en général de 3-4 ans
- Trop tôt pour des conclusions



# Sensibilisation du public

Newsletter  
No. 01 | September 2019



Dear readers,

Most of you are familiar with our work, but for some "SeeWandel" may be a new term. "SeeWandel: Life in Lake Constance – the past, present and future" is a research project that investigates complex interactions between climate

Homepage: [www.seewandel.org](http://www.seewandel.org)



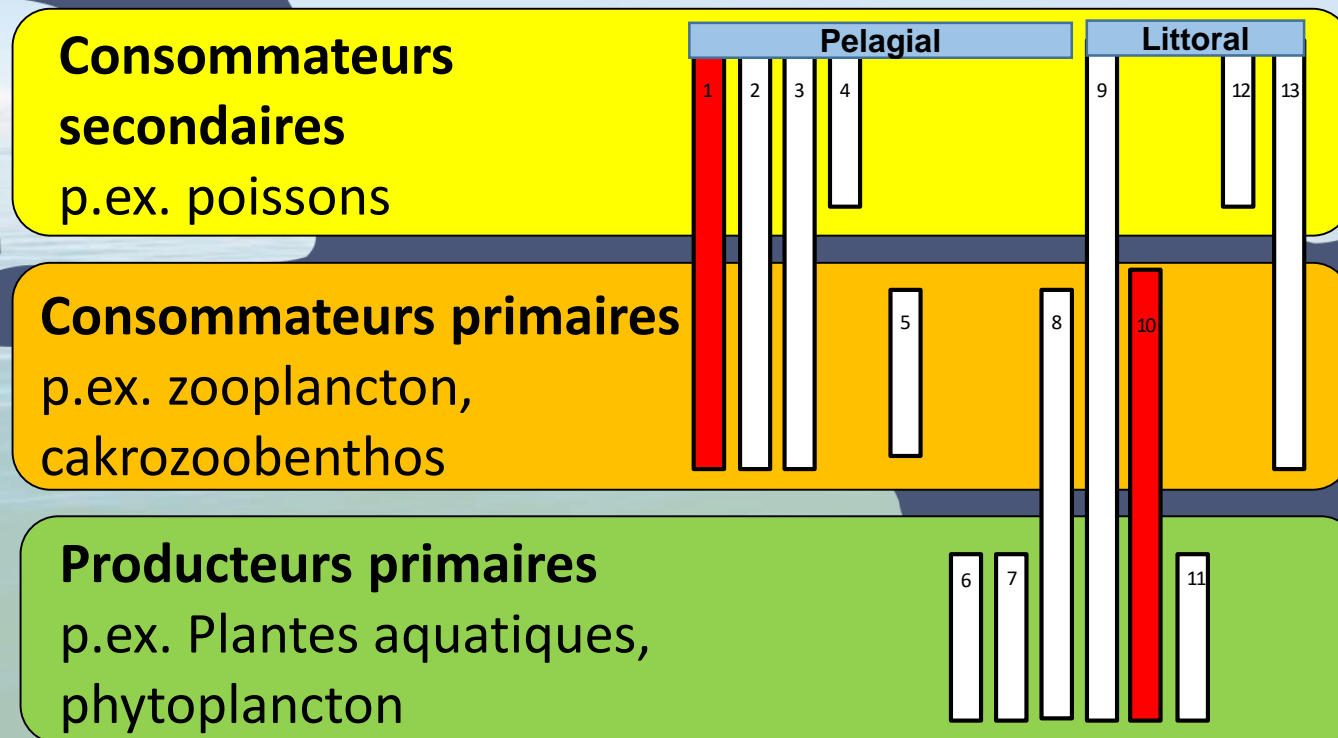
„SeeWandel: Leben im Bodensee – gestern, heute und morgen“ untersucht den Einfluss von Nährstoffrückgang, Klimawandel, gebietsfremder Arten und anderer Stressfaktoren auf das Ökosystem Bodensee, seine Biodiversität und Funktionsweise, sowie die menschliche Nutzung am See.

Die enge Zusammenarbeit der sieben Forschungseinrichtungen trägt dazu bei, im Rahmen der geplanten Untersuchungen, wichtige Fragen hinsichtlich der Widerstandsfähigkeit des Bodensees unter den Bedingungen des Klimawandels zu beantworten. Die Ergebnisse werden in Form von

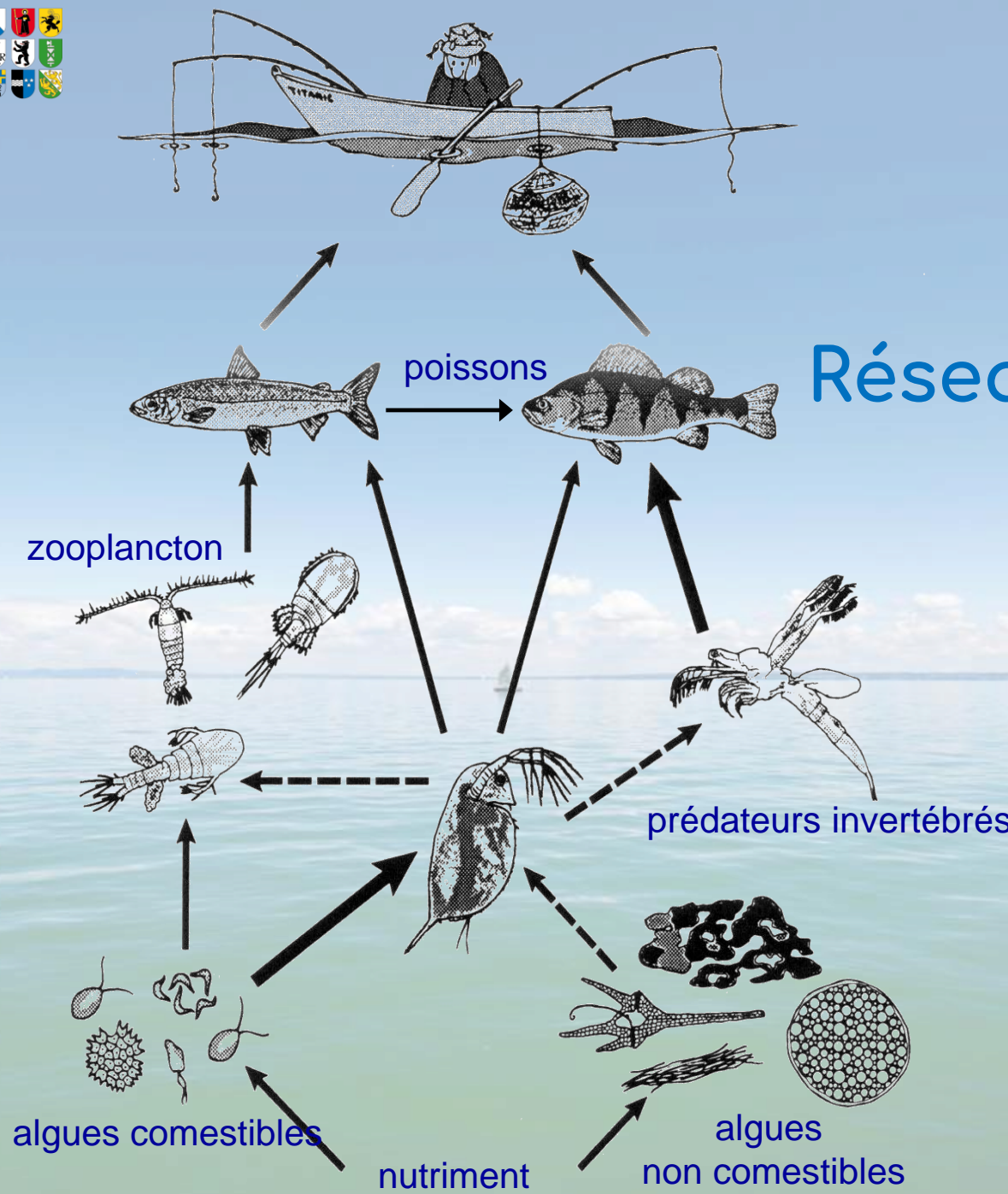
# SeeWandel, premiers résultats:

- Épinoches: mécanismes anti-prédateurs
- Concurrence entre animaux filtreurs dans le lac de Constance

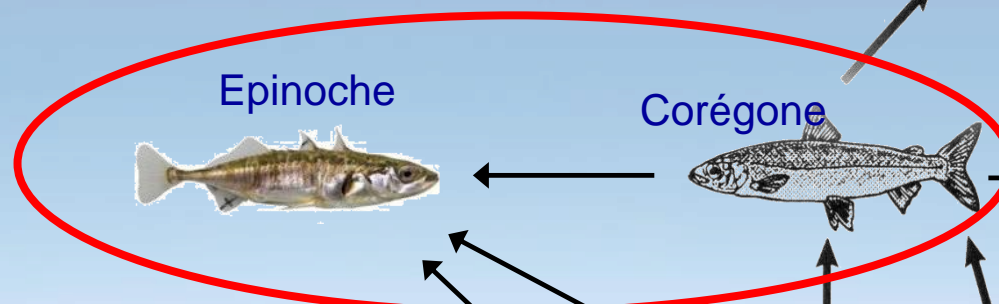
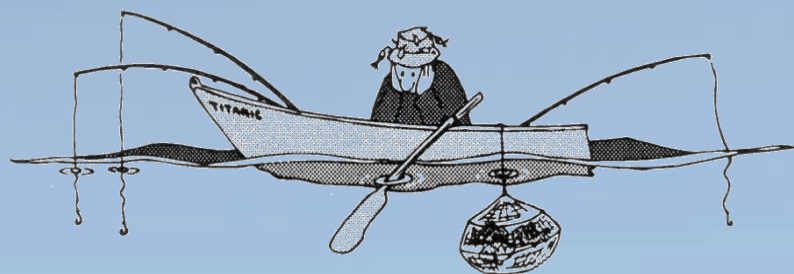
13 projets partiels



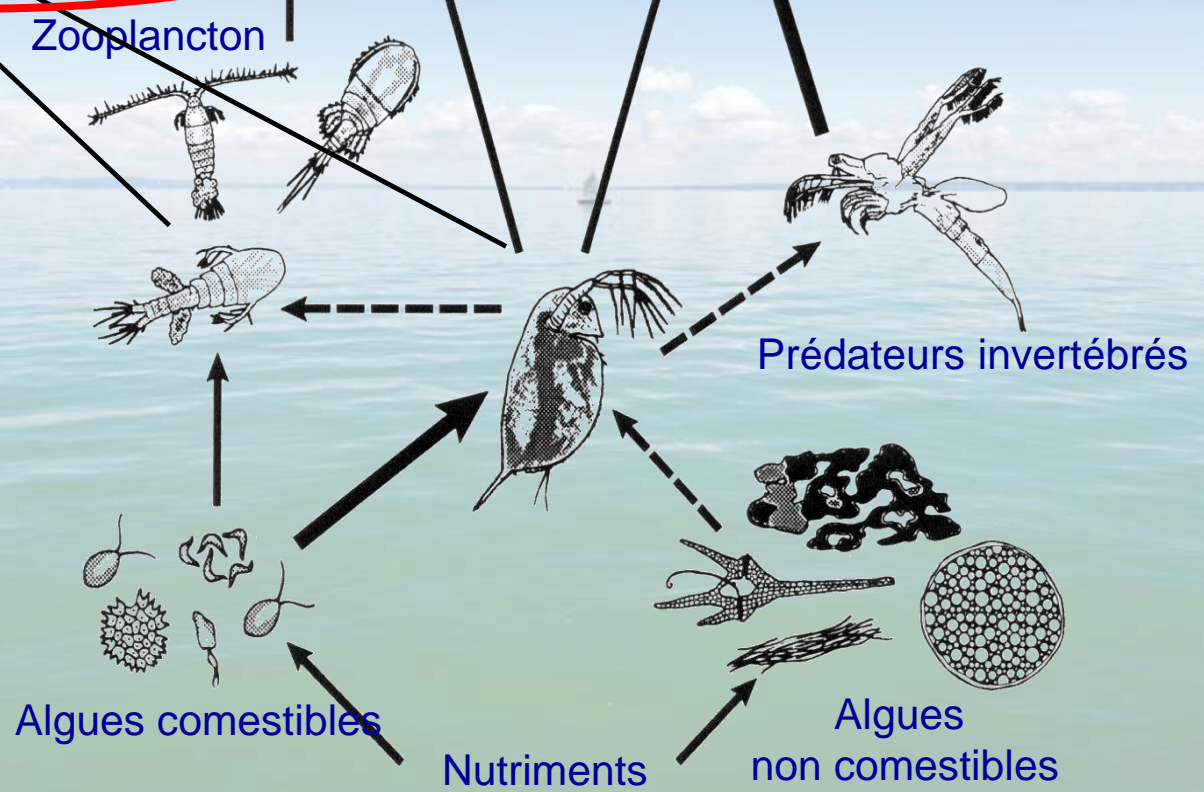
Environnement biotique & abiotique



# Réseau alimentaire d'un lac



# Réseau alimentaire d'un lac



# Anti-predator mechanisms in evolutionary predator-naïve vs. adapted fish larvae

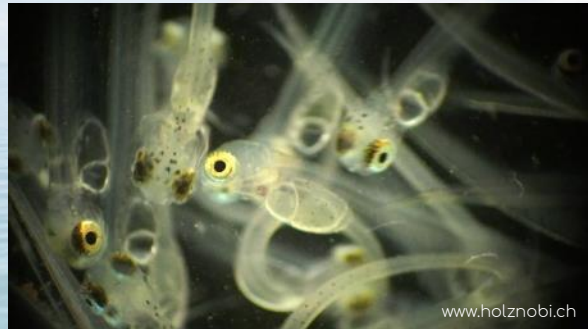
(Mécanismes anti-prédateurs chez les prédateurs naïfs de l'évolution vs. Larves de poissons adaptées)

Albert Ros, Julian Dunst, Sarah Gugele, Alexander Brinker  
(2019) Ecosphere

*Travail de recherche à la FFS, avec participation de scientifiques de SeeWandel*



## Larves de corégones vers la fin de l'hiver

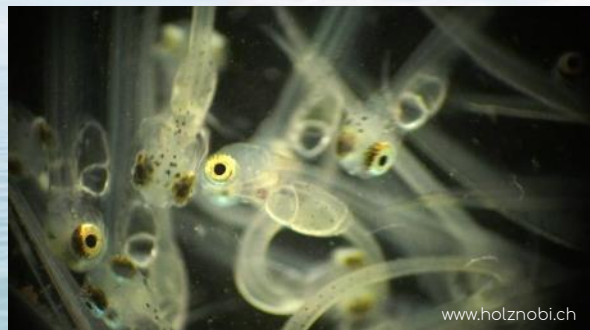


Eau libre du Lac de Constance  
Normalement pas de prédateur à ce stade

dominante en eau libre



Larves d'épinoche  
vers la fin de  
l'hiver



Eau libre du Lac de Constance

Normalement pas de  
prédateur à ce stade

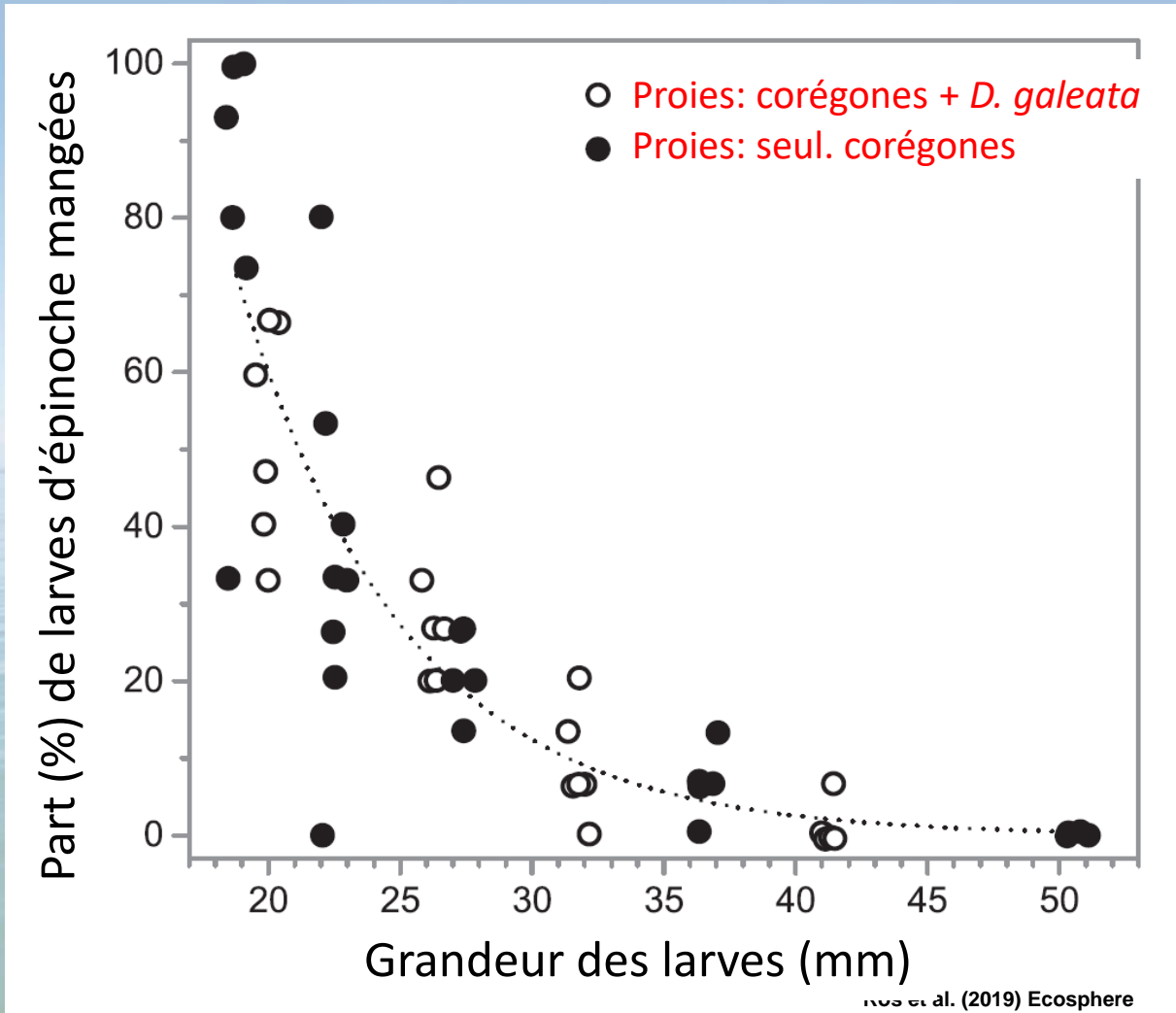


Epinoche à trois  
épines depuis 2013  
dominante en eau libre





# Essais comportementaux



Les épinoches mangent les jeunes corégones avec une grande efficacité

- absence de comportement adapté contre les prédateurs dans le génome des corégones
- les corégones sont à moyen terme des proies faciles pour les épinoches

Video „Lebensgefährliche „Bildungslücke“ bei Bodenseefischen“

<http://www.lazbw.de/pb/,Lde/Startseite/Themen/Stichling-Felchen-Video>

# Verhalten von Beutefischen des Stichlings



Räuber: Dreistacheliger Stichling  
(*Gasterosteus aculeatus*)

Beute: Europäischer Flussbarsch  
(*Perca fluviatilis*)



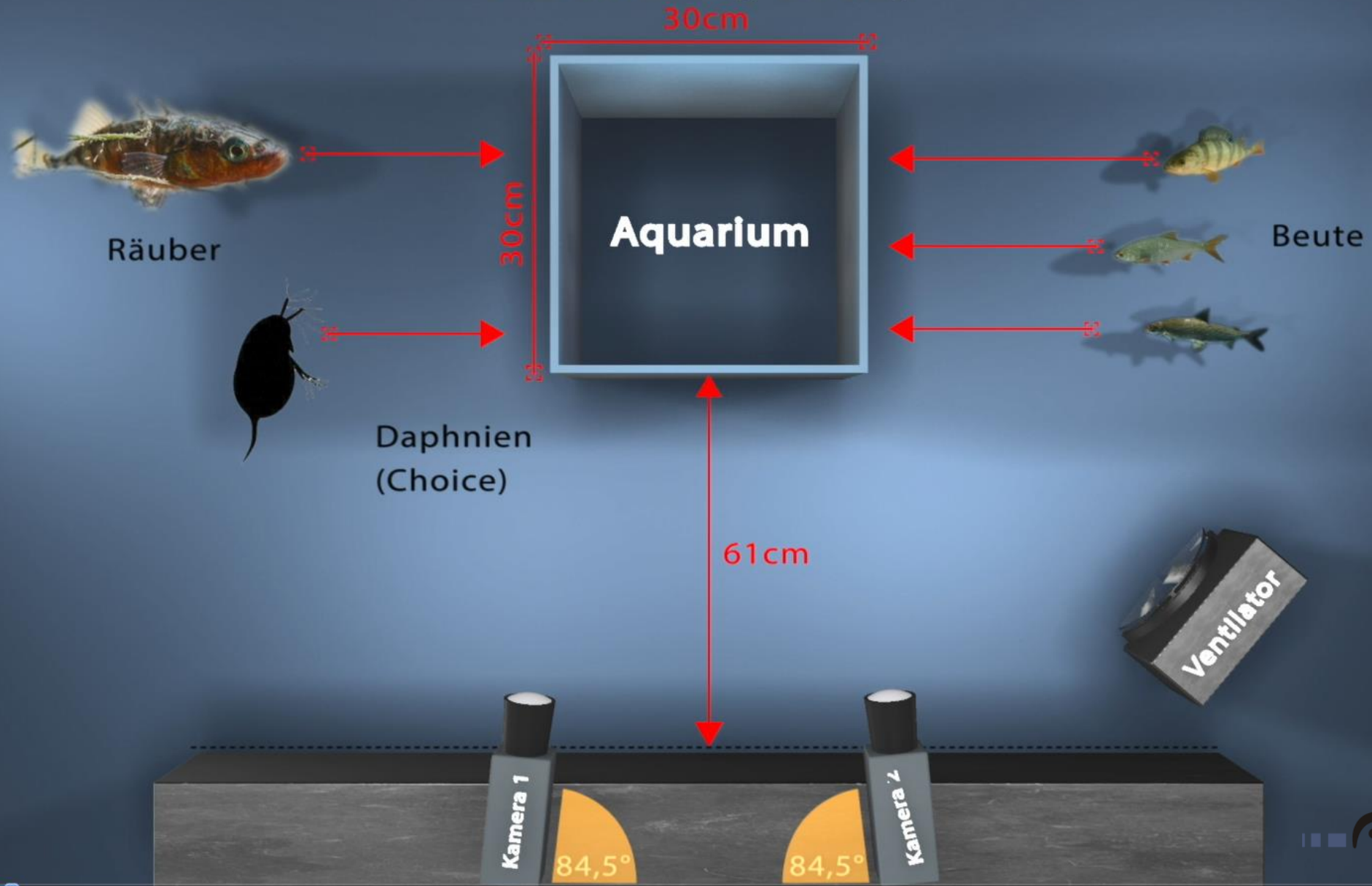
Rotaugen  
(*Rutilus rutilus*)

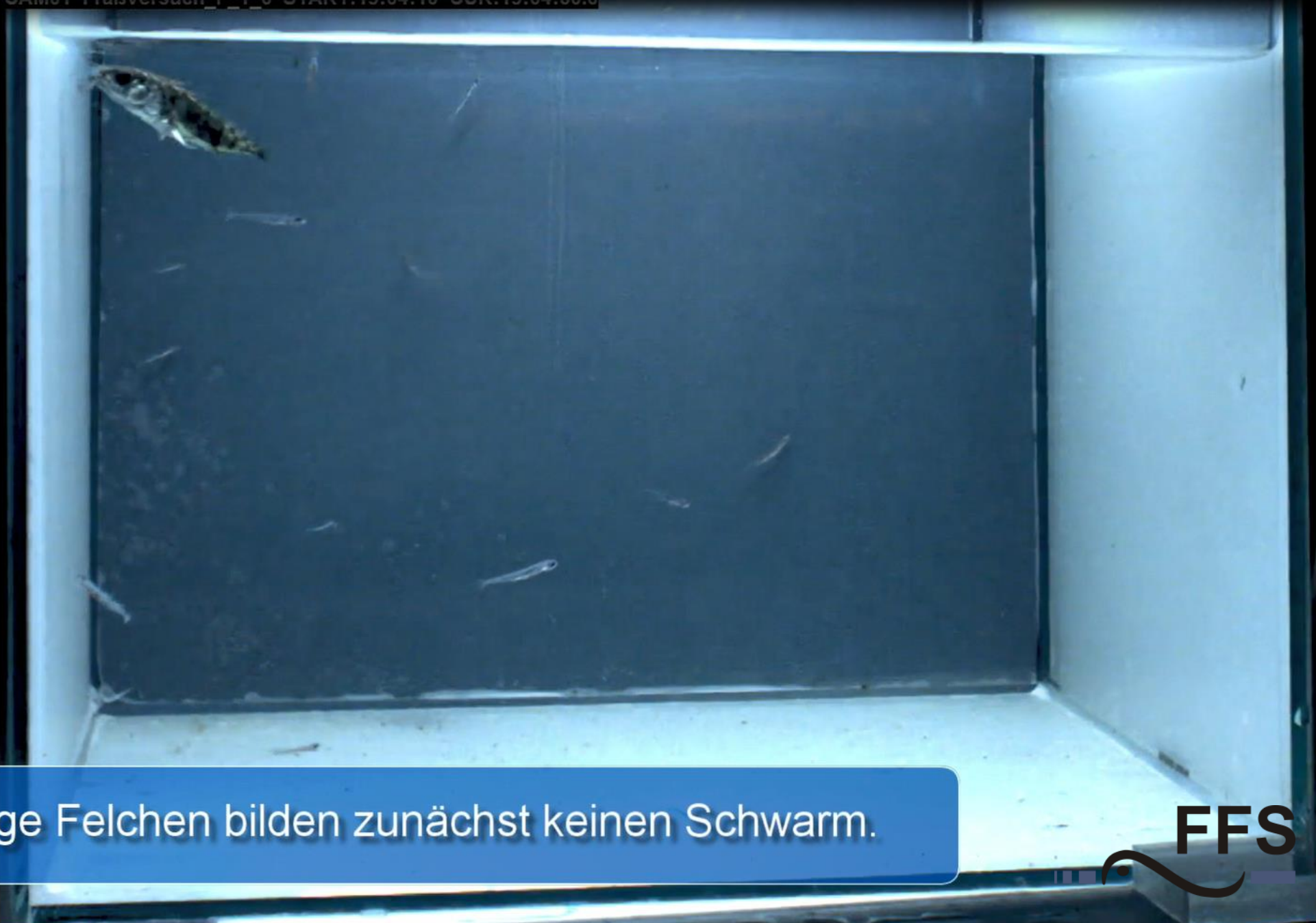


Felchen  
(*Coregonus wartmanni*)



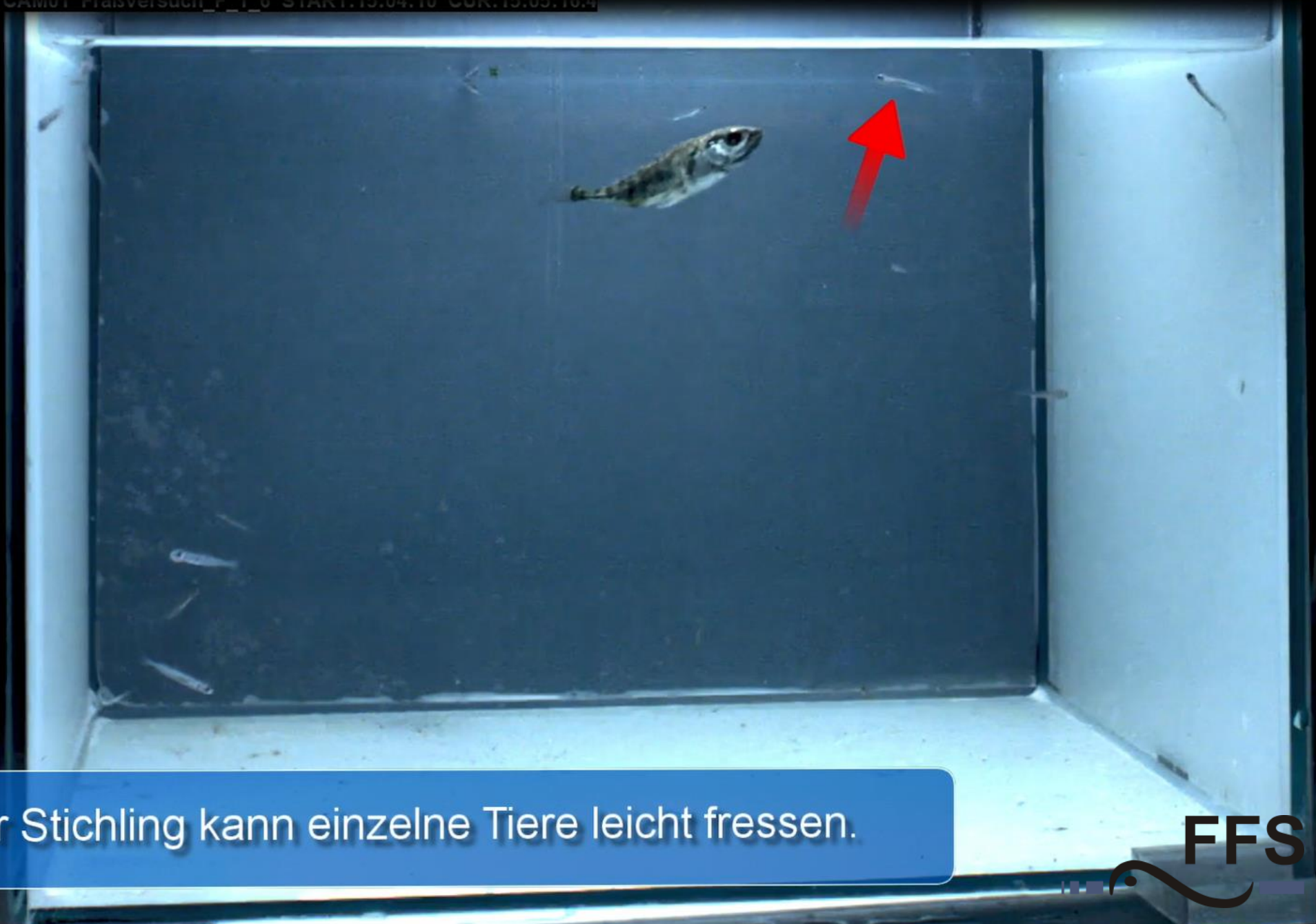
# Abbildung Setup





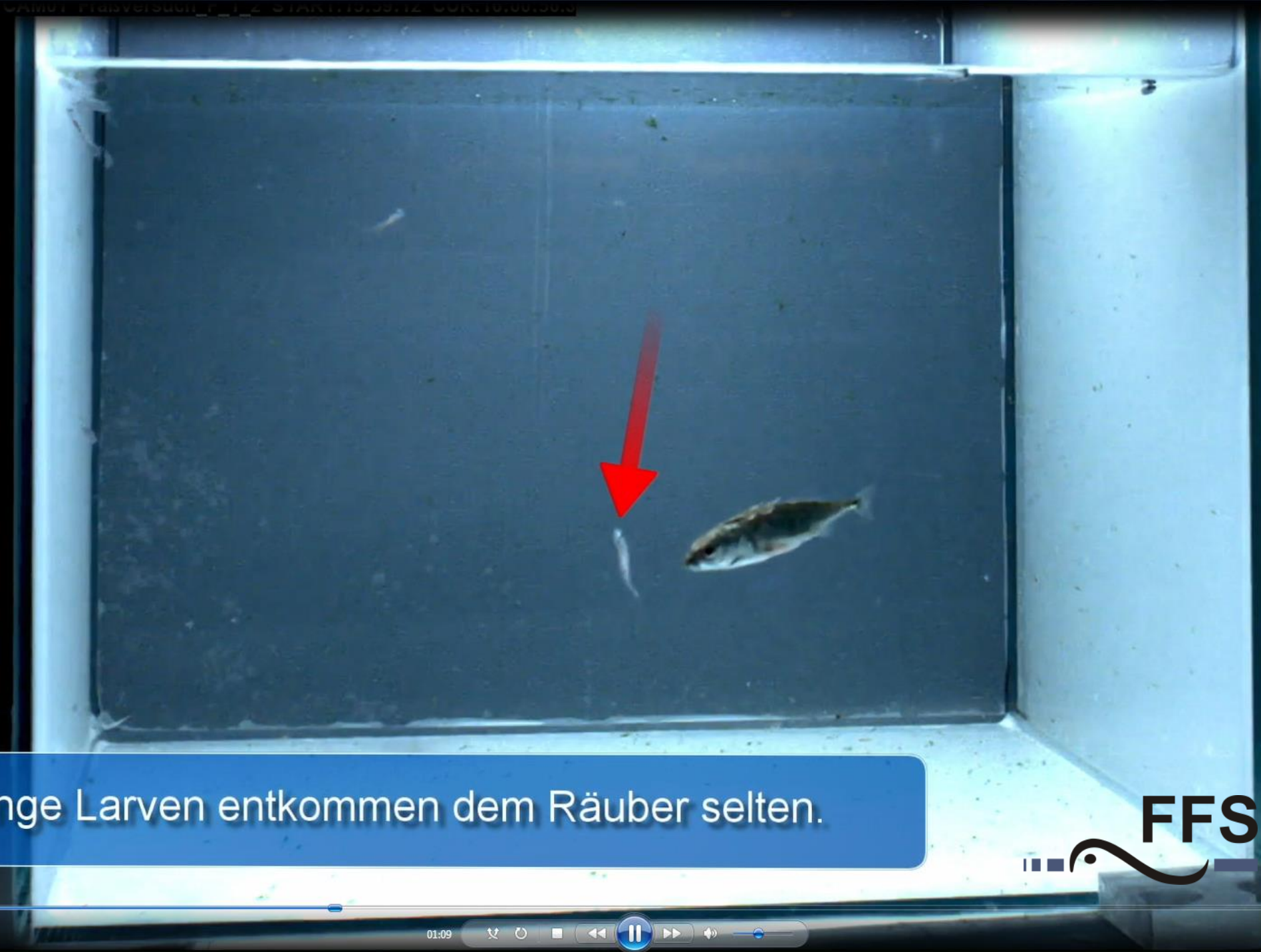
Junge Felchen bilden zunächst keinen Schwarm.





Der Stichling kann einzelne Tiere leicht fressen.

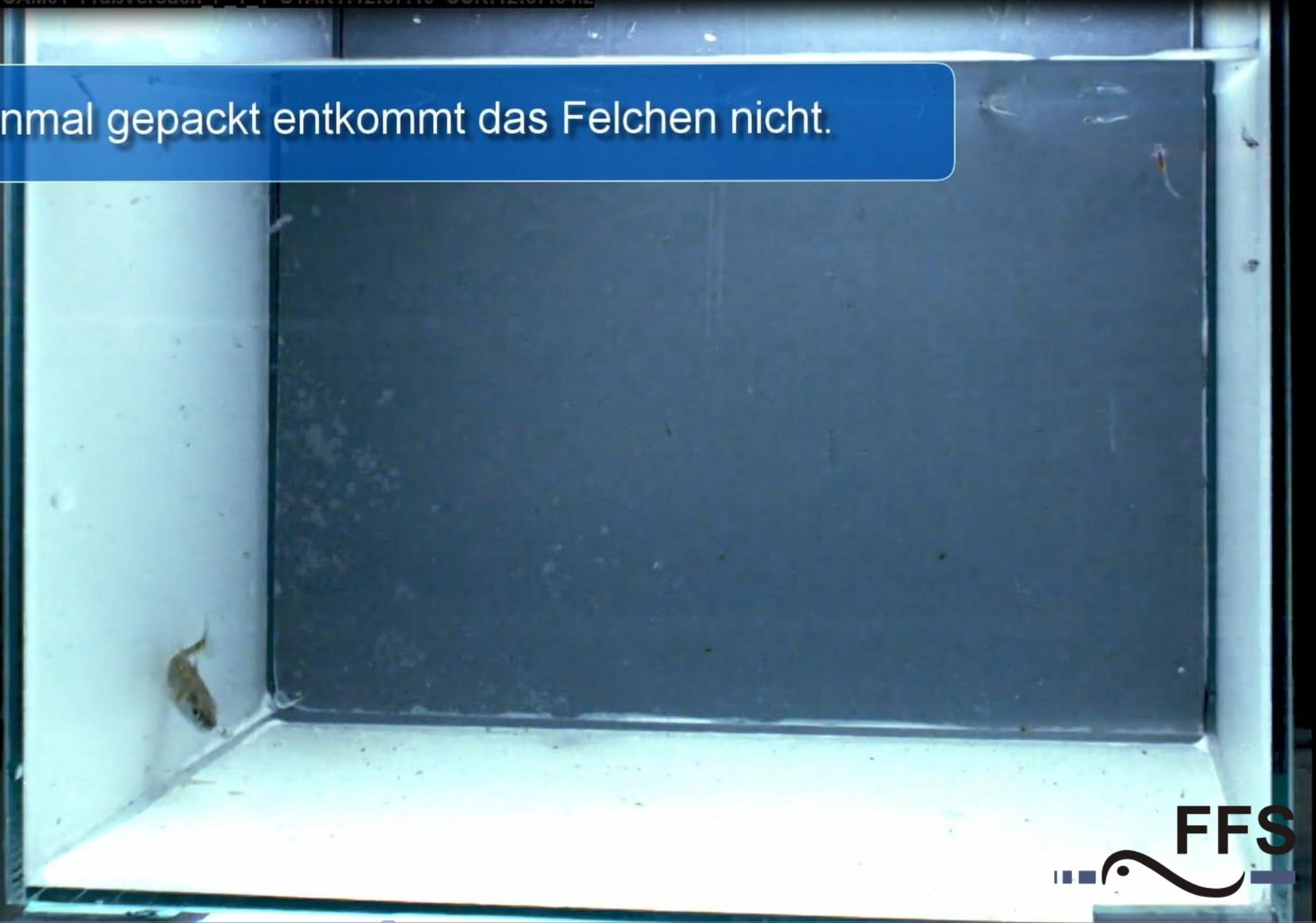




Junge Larven entkommen dem Räuber selten.



Einmal gepackt entkommt das Felchen nicht.

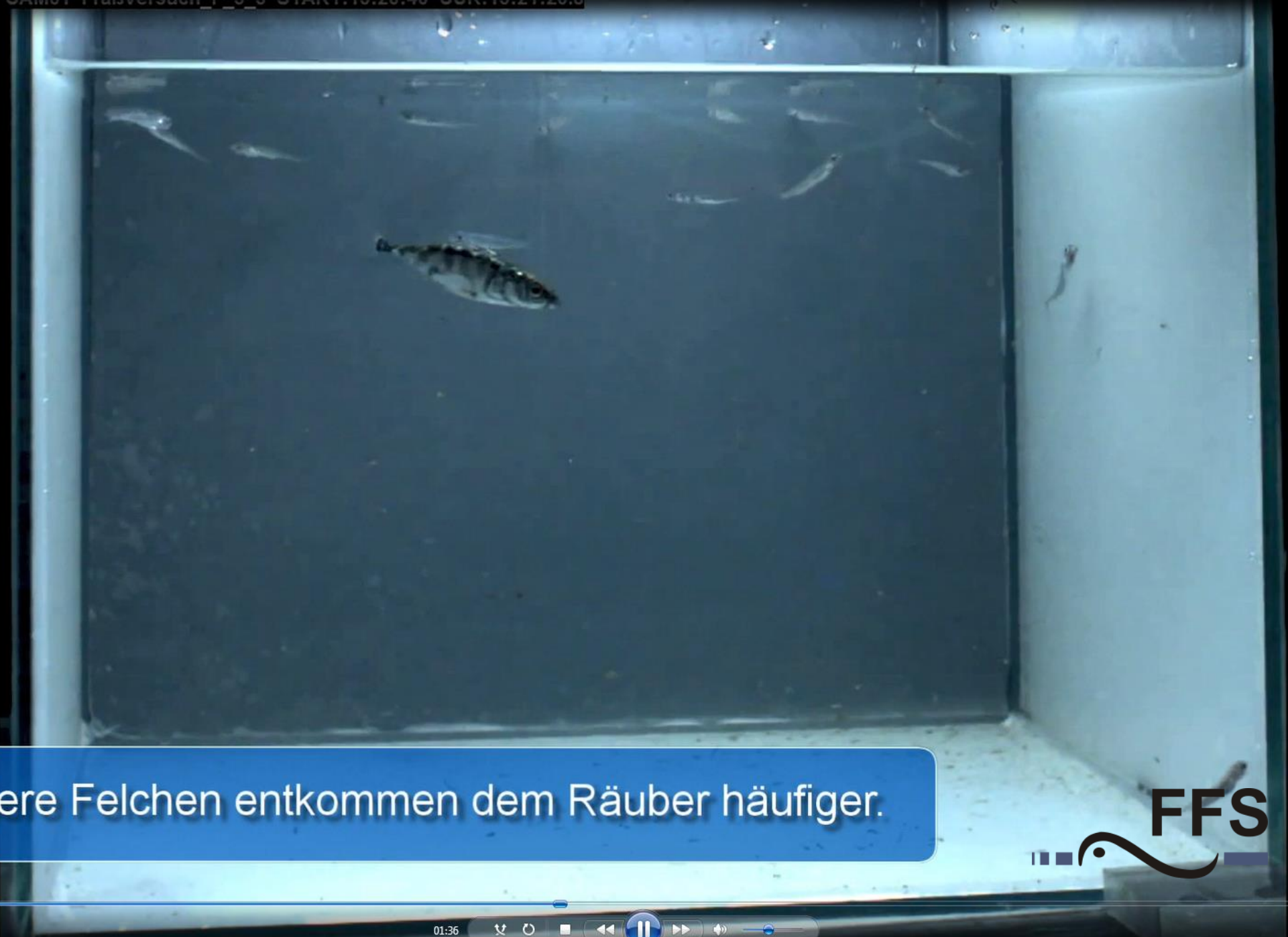




Jedoch bilden ältere Felchen einen Schwarm.



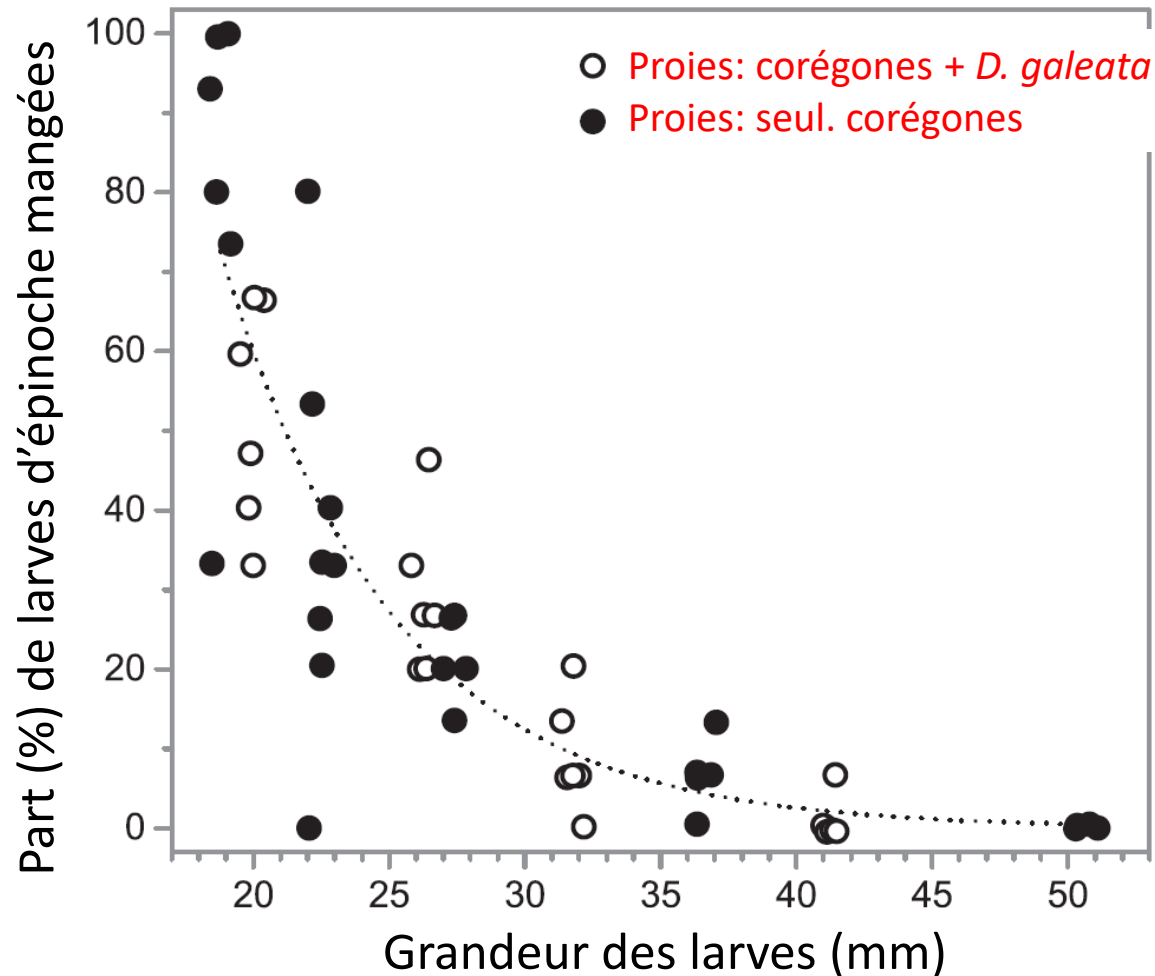




Größere Felchen entkommen dem Räuber häufiger.



# Essais comportementaux



Kos et al. (2019) Ecosphere

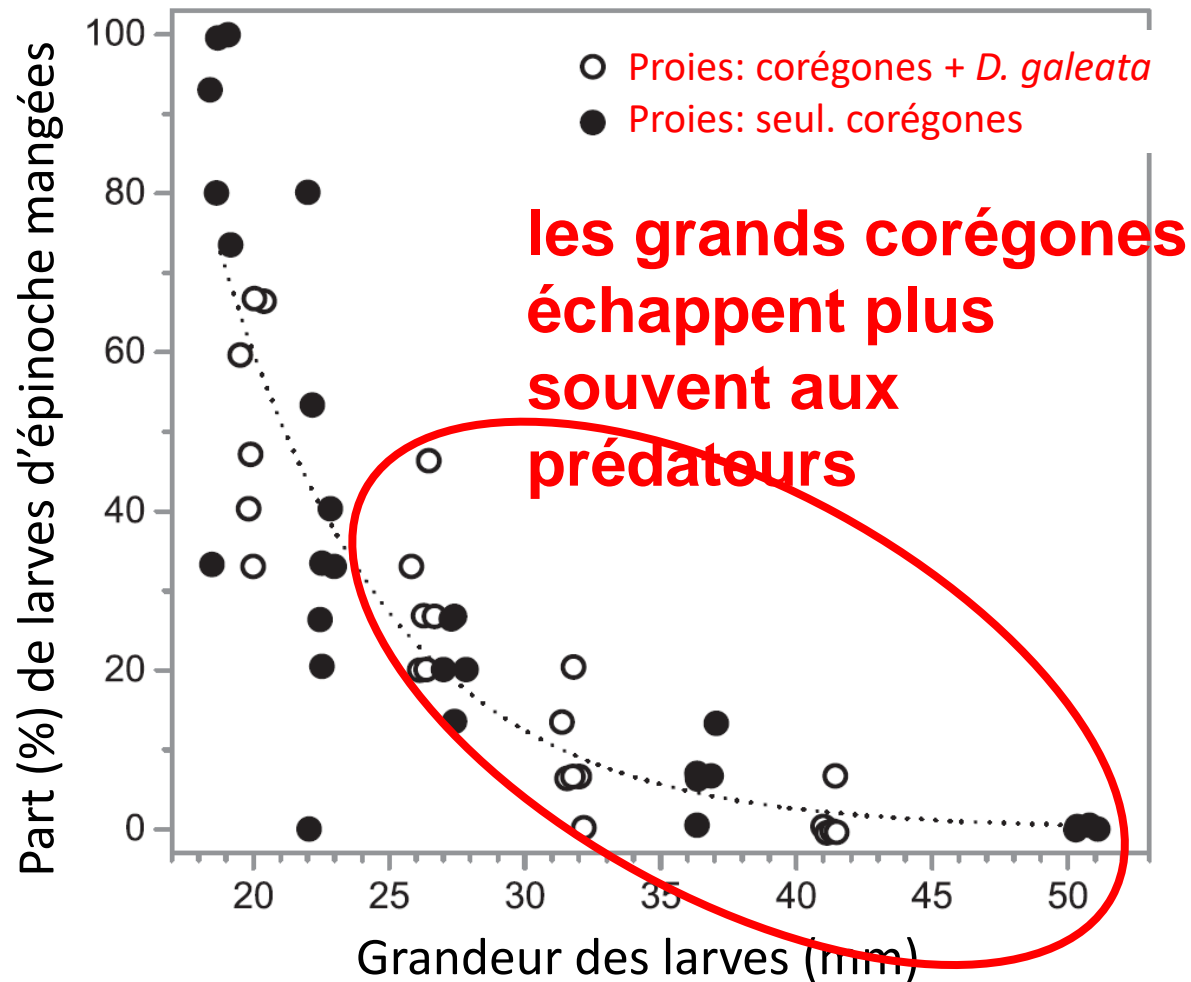
Les épinoches mangent les jeunes corégones avec une grande efficacité

- absence de comportement adapté contre les prédateurs dans le génome des corégones
- les corégones sont à moyen terme des proies faciles pour les épinoches

Video „Lebensgefährliche „Bildungslücke“ bei Bodenseefischen“

<http://www.lazbw.de/pb/,Lde/Startseite/Themen/Stichling-Felchen-Video>

# Essais comportementaux



rus et al. (2019) Ecosphere

Les épinoches mangent les jeunes corégones avec une grande efficacité

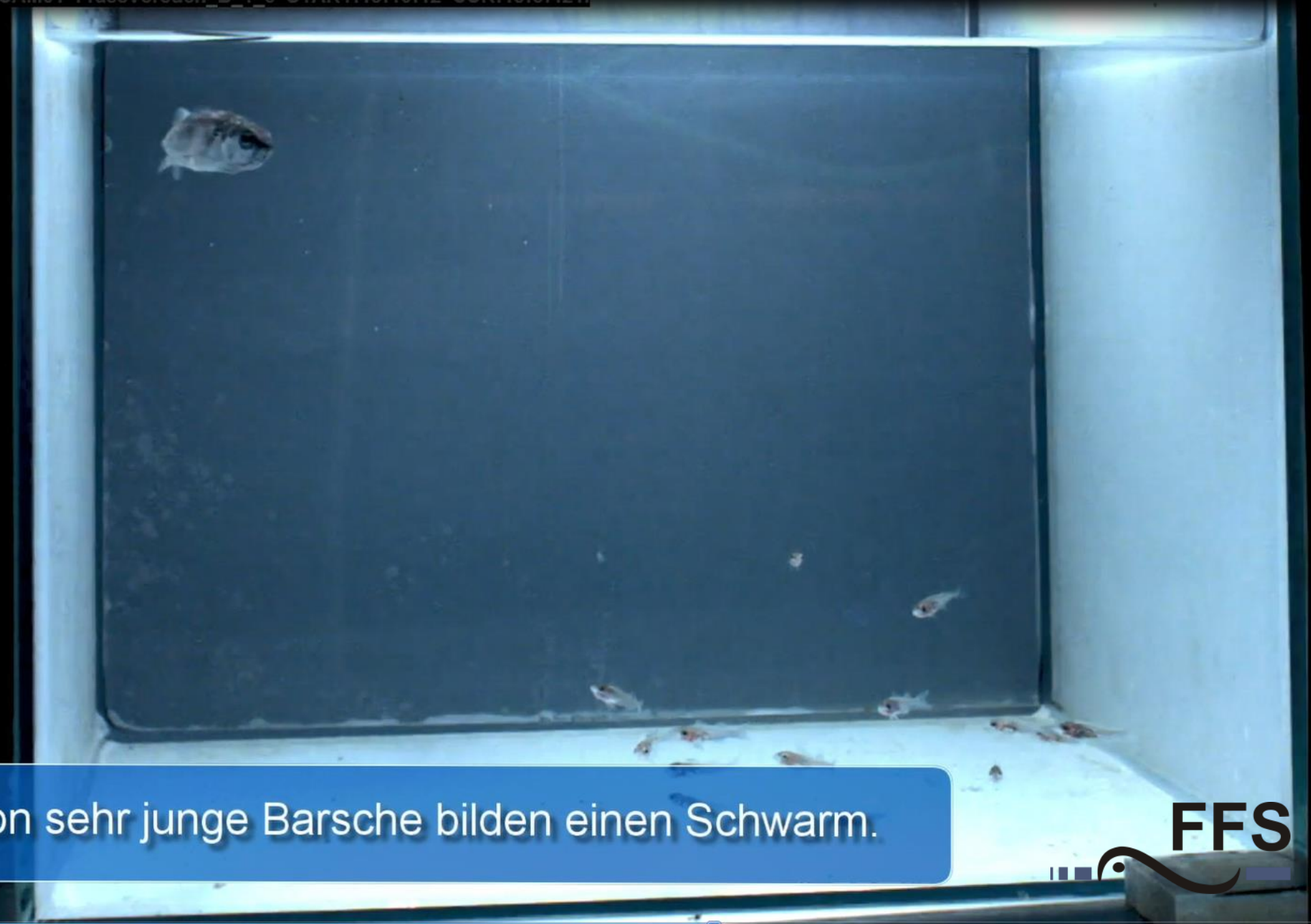
- absence de comportement adapté contre les prédateurs dans le génome des corégones
- les corégones sont à moyen terme des proies faciles pour les épinoches

Video „Lebensgefährliche „Bildungslücke“ bei Bodenseefischen“

<http://www.lazbw.de/pb/,Lde/Startseite/Themen/Stichling-Felchen-Video>

# VERSUCHSREIHE MIT FLUSSBARSCHEN





Schon sehr junge Barsche bilden einen Schwarm.





Barsche entkommen zudem durch ZickZack-Schwimmen.





FFS



02:11



Der Schwarm beobachtet den Räuber.

FFS



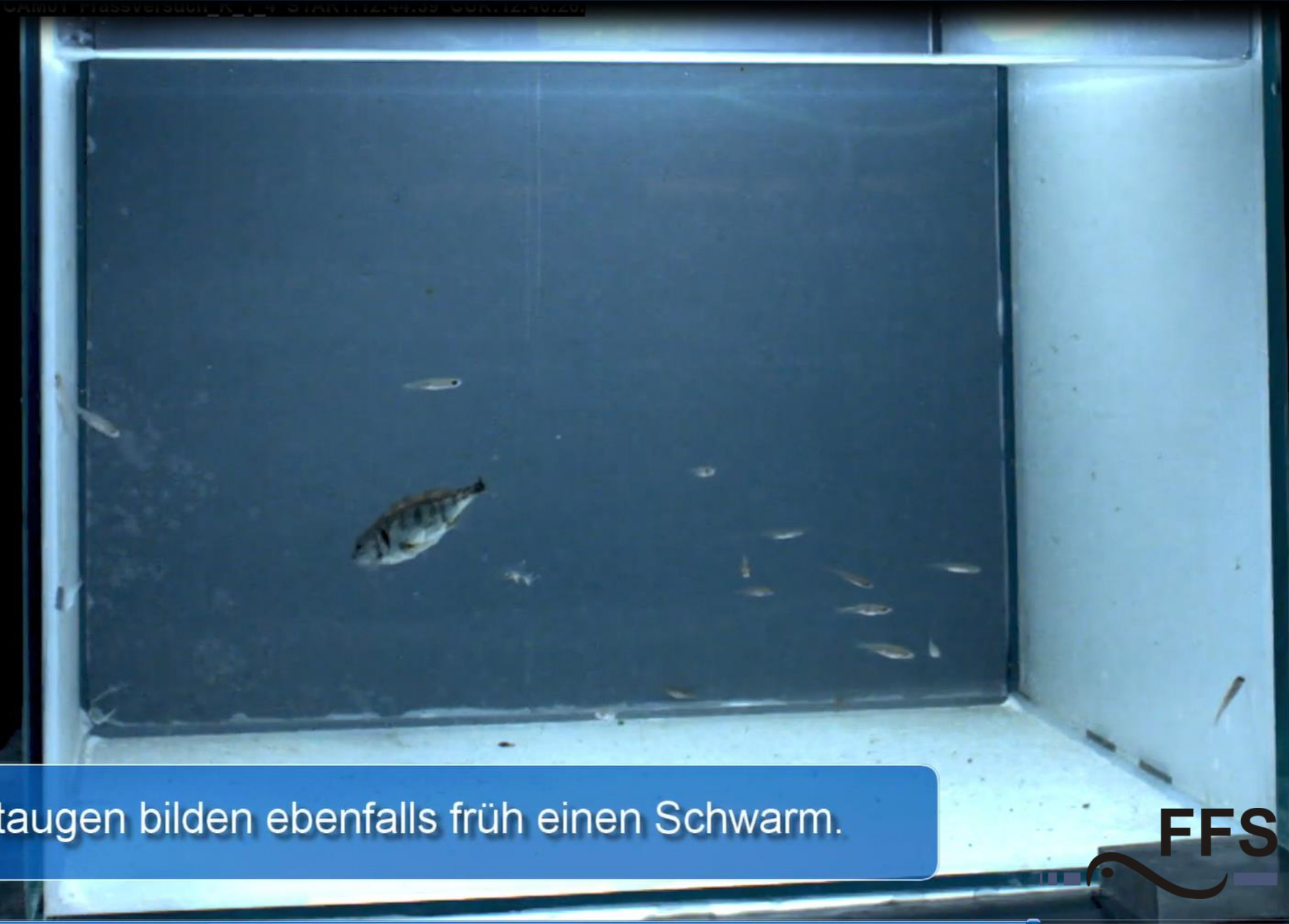


# VERSUCHSREIHE MIT ROTAUGEN



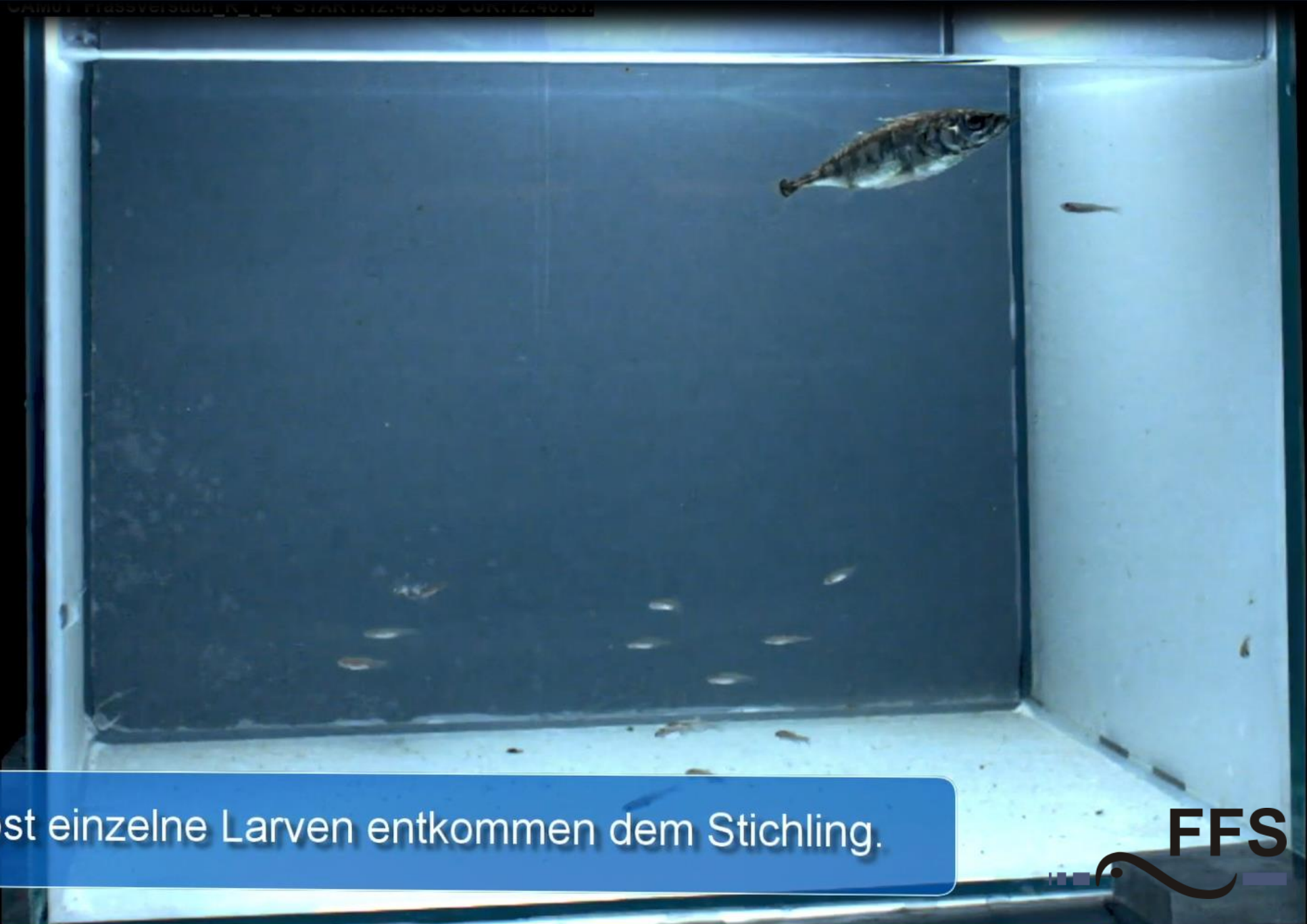
FFS





Rotaugen bilden ebenfalls früh einen Schwarm.





Selbst einzelne Larven entkommen dem Stichling.



# Zusammenfassung

---



- Frisch geschlüpfte Felchen lebten bisher ohne Fraßfeinde im Freiwasser - dort räubert seit 2013 nun aber der invasive Stichling.

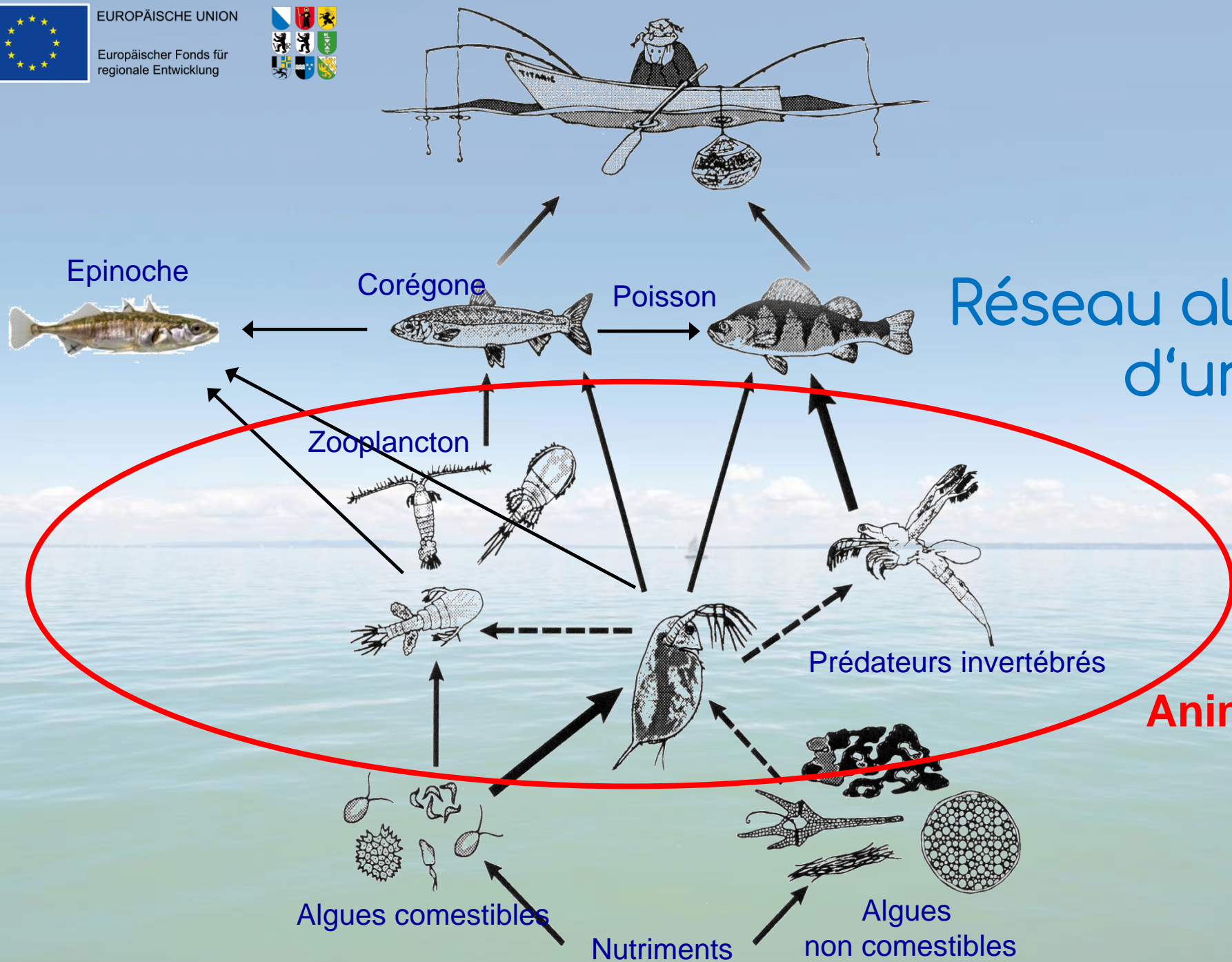


- Im Freiwasser zeigen die jungen Felchen kein Fluchtverhalten - daher sind sie eine leichte Beute.



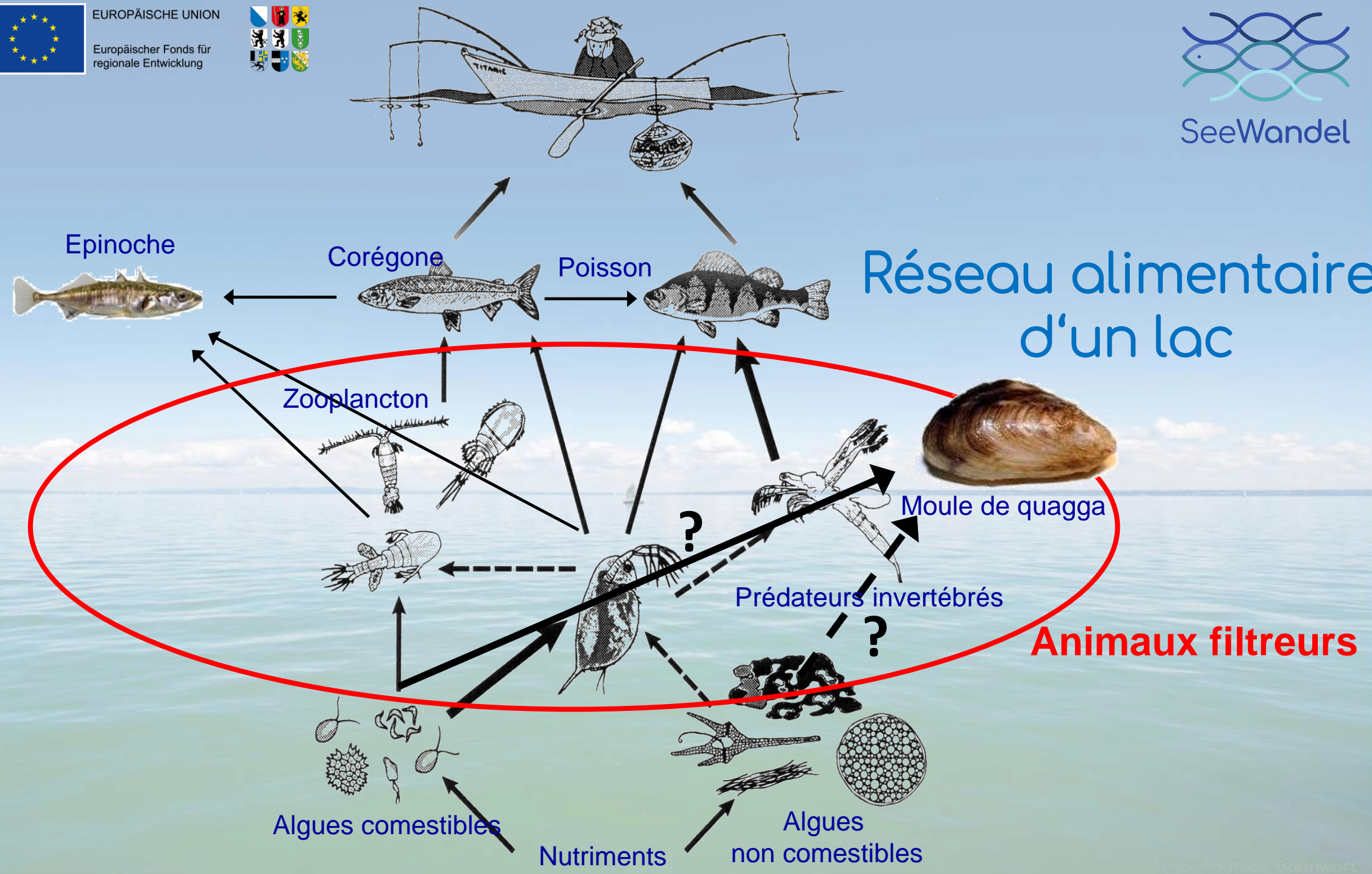
- Ein Fluchtverhalten wie Rotaugen und Barsch entwickeln sie erst, wenn sie groß genug sind, um zu ihnen ans Ufer zu wandern - dort wartet schon immer Räuber.





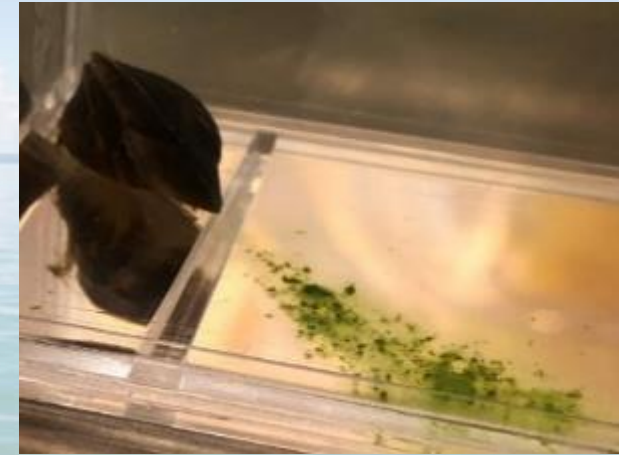
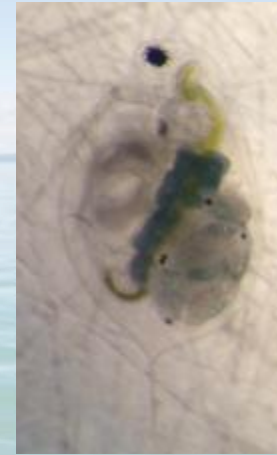
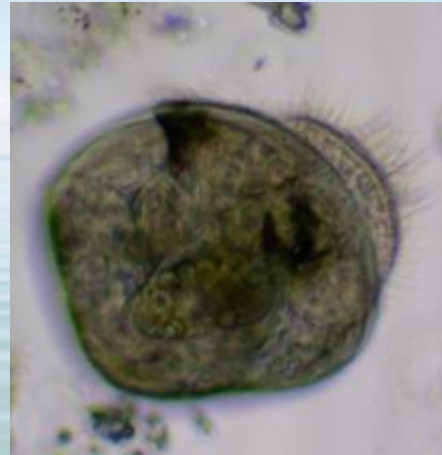
# Réseau alimentaire d'un lac

**Animaux filtreurs**



# L10: concurrence entre animaux filtreurs dans le Lac de Constance

Linda Haltiner, Stuart Dennis et Piet Spaak



# Animaux filtreurs



Invadingspecies.com



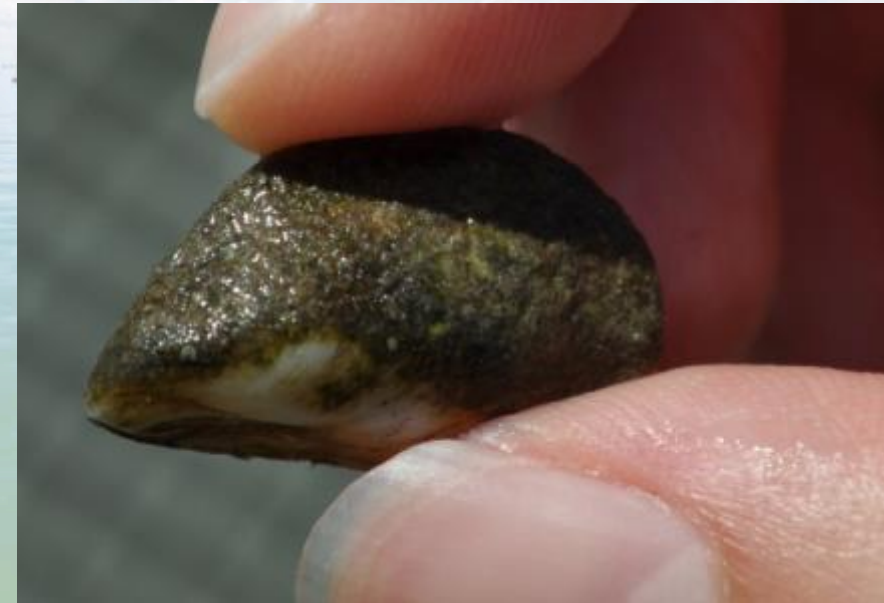
P. Steinmann

aquascope.eawag.ch



# Dreissena

- Deux moules invasives apparentées durant les dernières années
- Moule Zebra, *Dreissena polymorpha* (1960s)
- Moule Quagga, *Dreissena rostriformis bugensis* (trouvée pour la première fois en 2016, mais individus de plusieurs années)



# Impact

- économique
- écologique

+ Pseudofaeces pour macroinvertébrés, macrophytes, source alimentaire pour les oiseaux et les poissons

- Extinction d'espèces indigènes, déclin du phytoplancton

- culturel



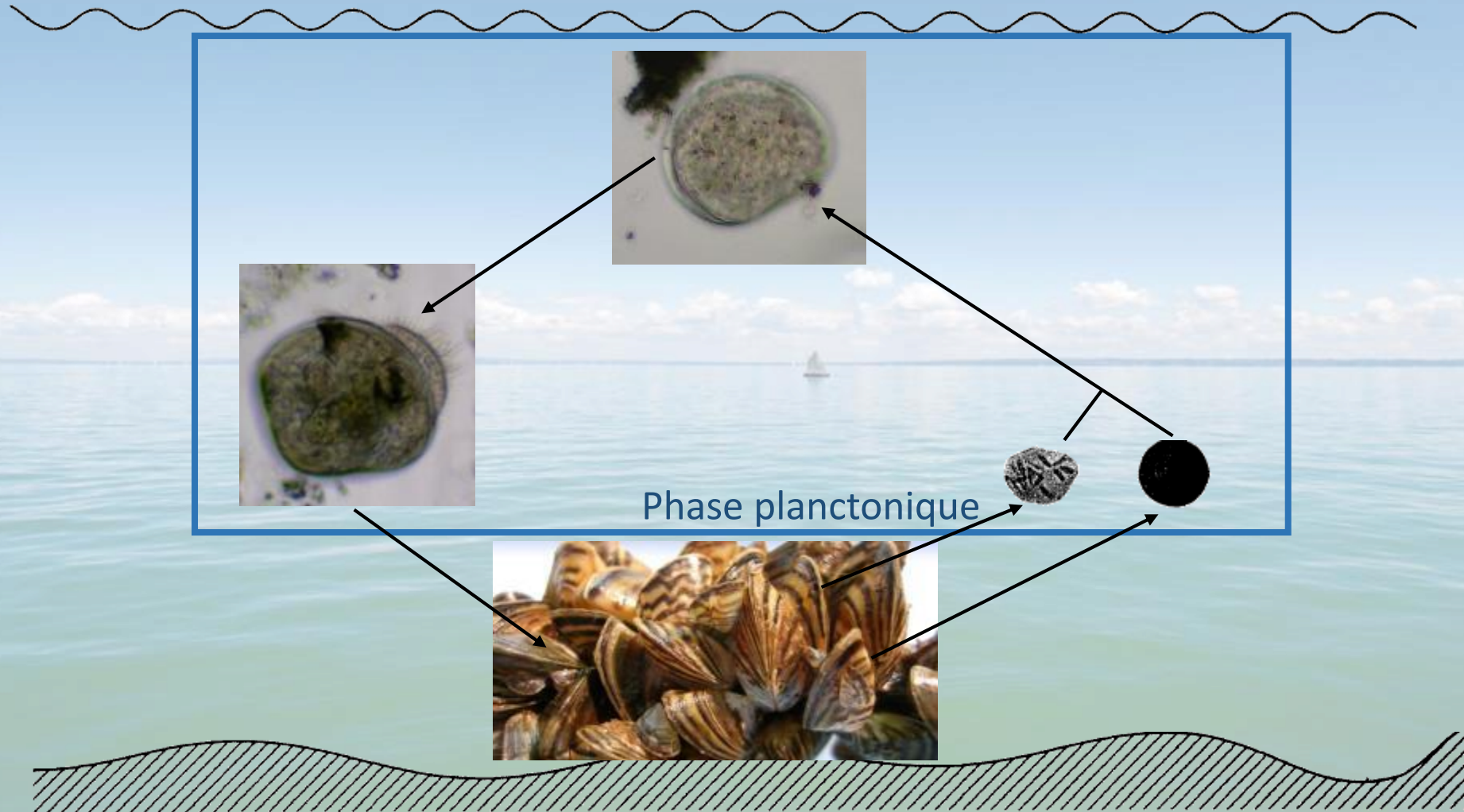
G. Grace



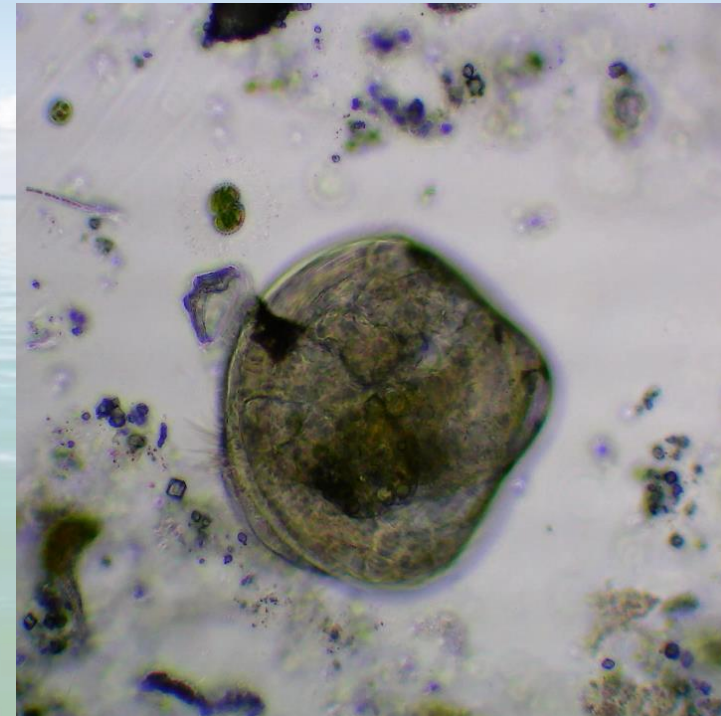
Uni Minnesota



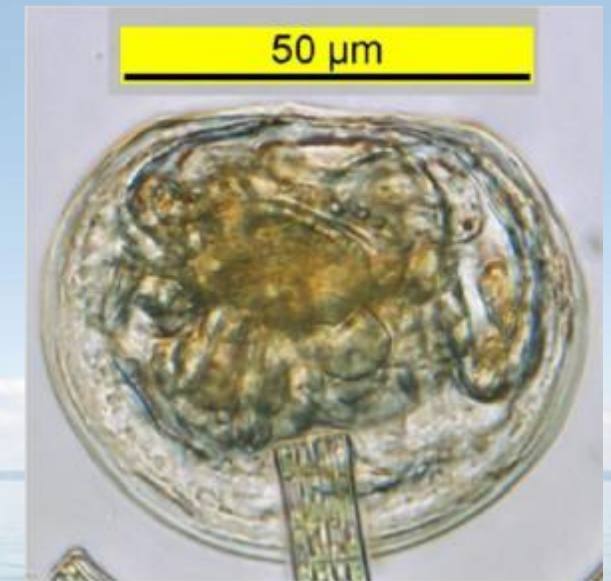
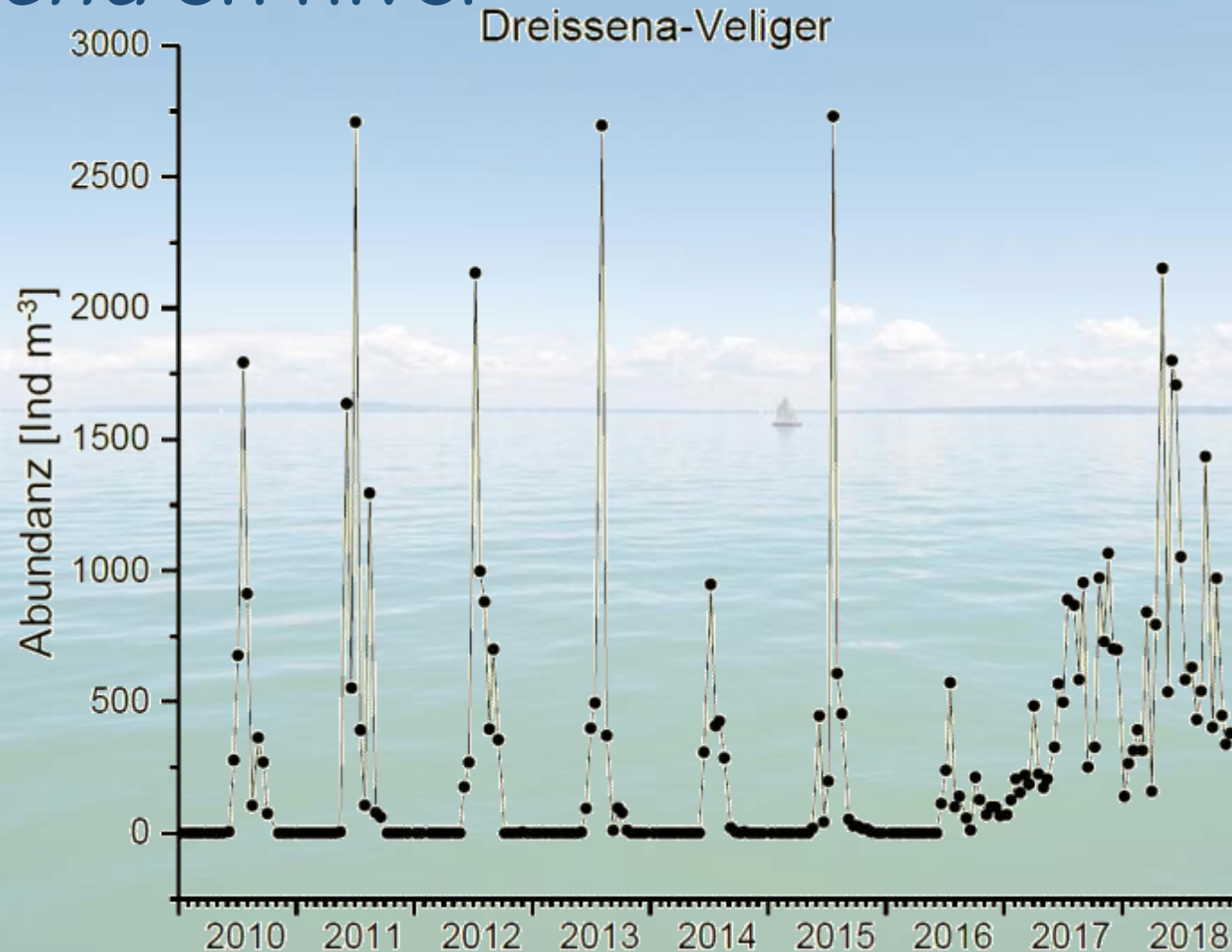
# Reproduction de *Dreissena*: larve véligère



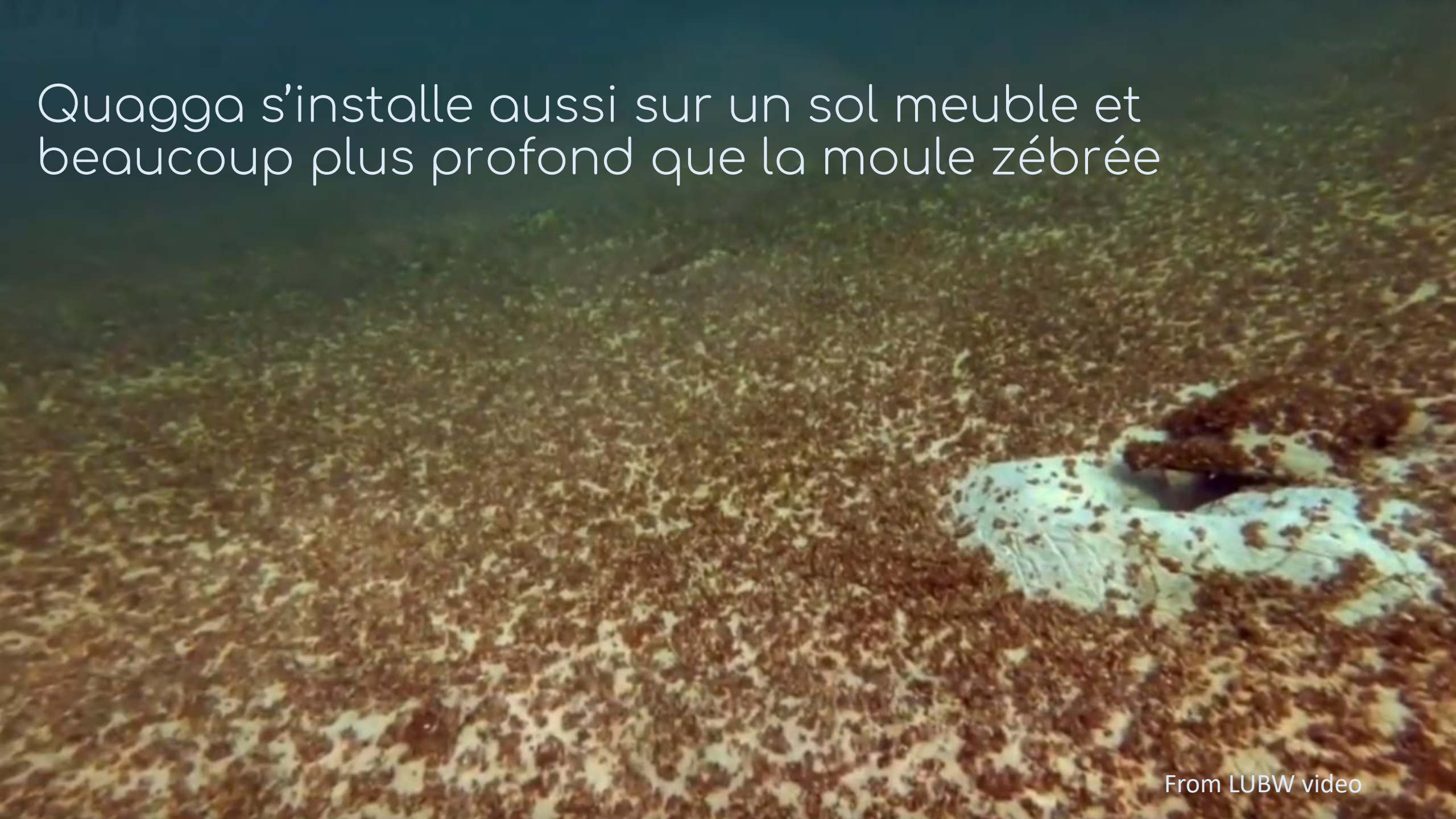
# Invasion de la moule de Quagga en Suisse



# Lac de Constance: depuis 2016 aussi des larves de *Dreissena* en hiver



Quagga s'installe aussi sur un sol meuble et beaucoup plus profond que la moule zébrée

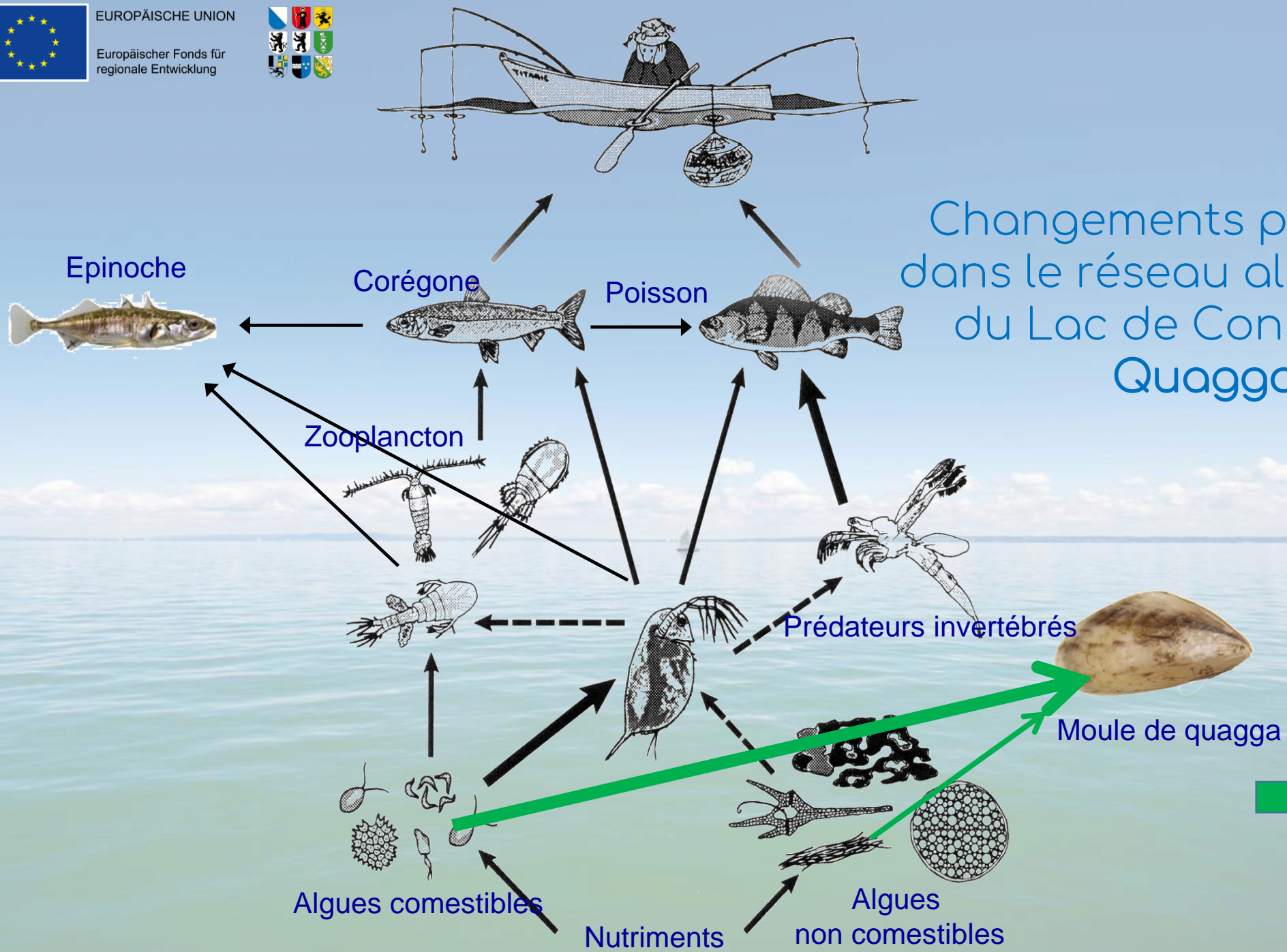


# D'où vient la population dans le Lac de Constance?

Génétique de la population de *Dreissena* dans le Lac de Constance (LC), Hypothèses:

- La population du LC est issue de plusieurs invasions.
- La population dans le Lac Léman provient des mêmes populations que dans le LC.
- La distribution dans le LC se fait de manière aléatoire, facilitée par les courants, les vagues internes ou les courants entrants

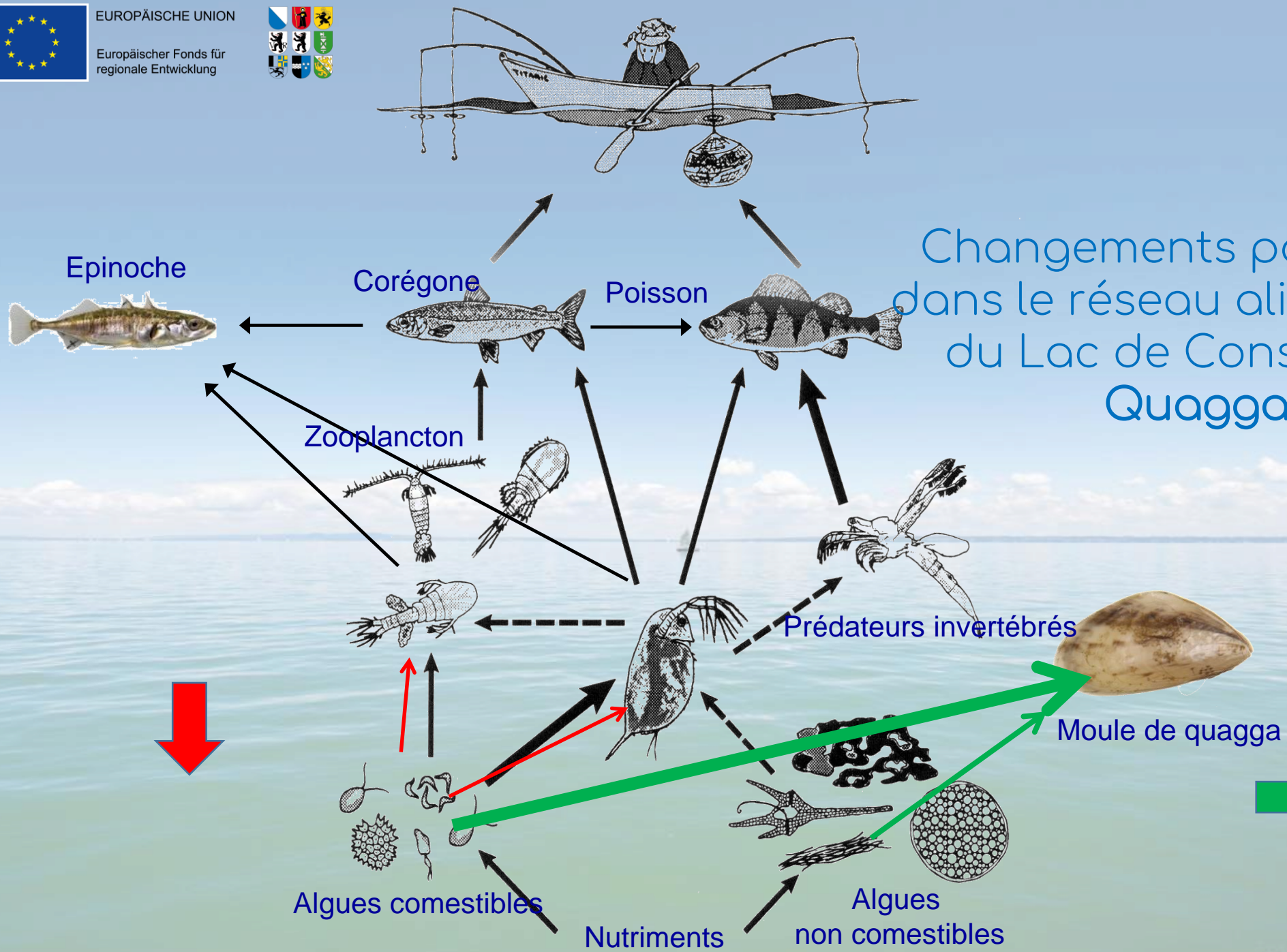




Changements possibles  
dans le réseau alimentaire  
du Lac de Constance :  
Quagga

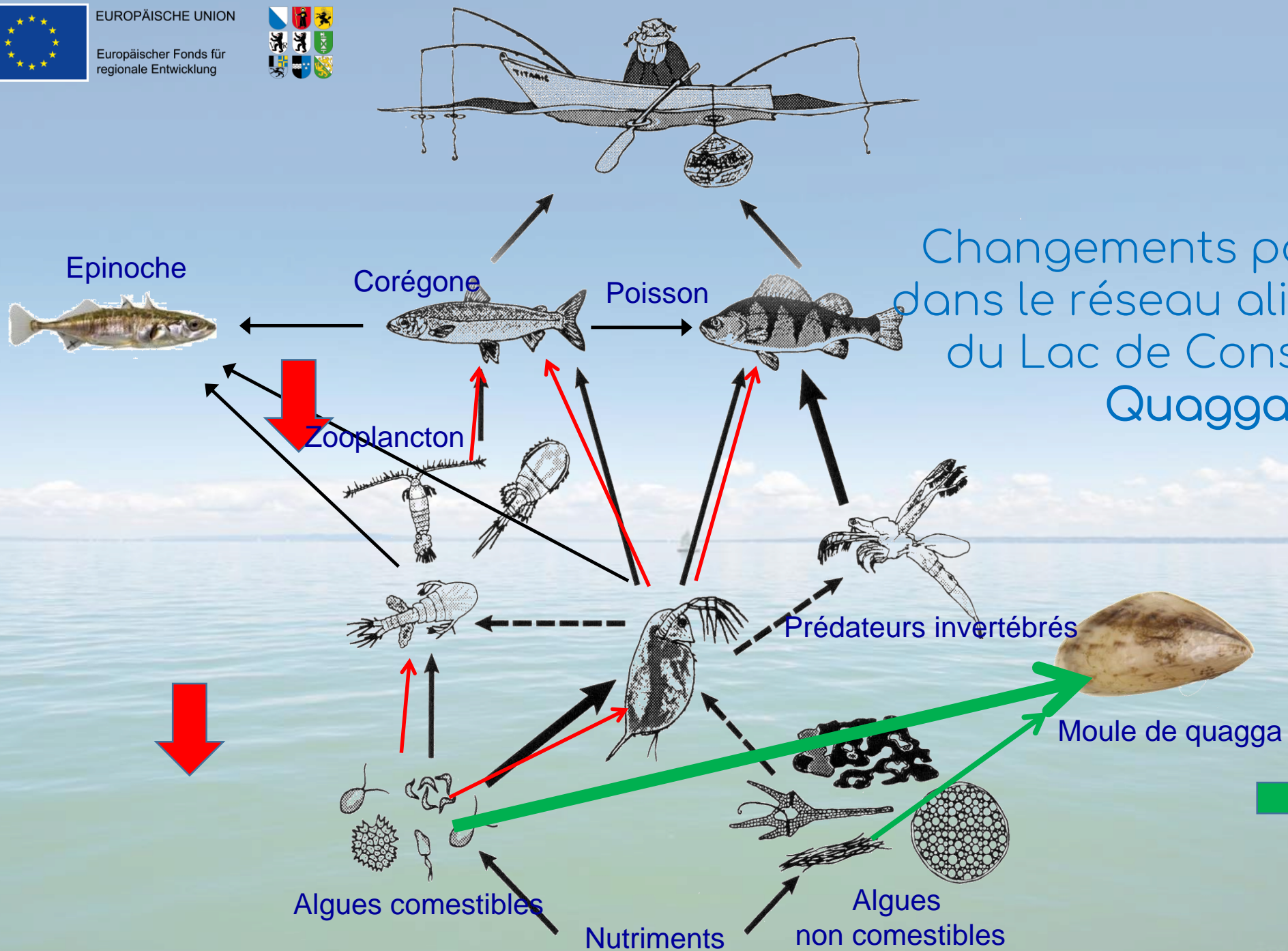






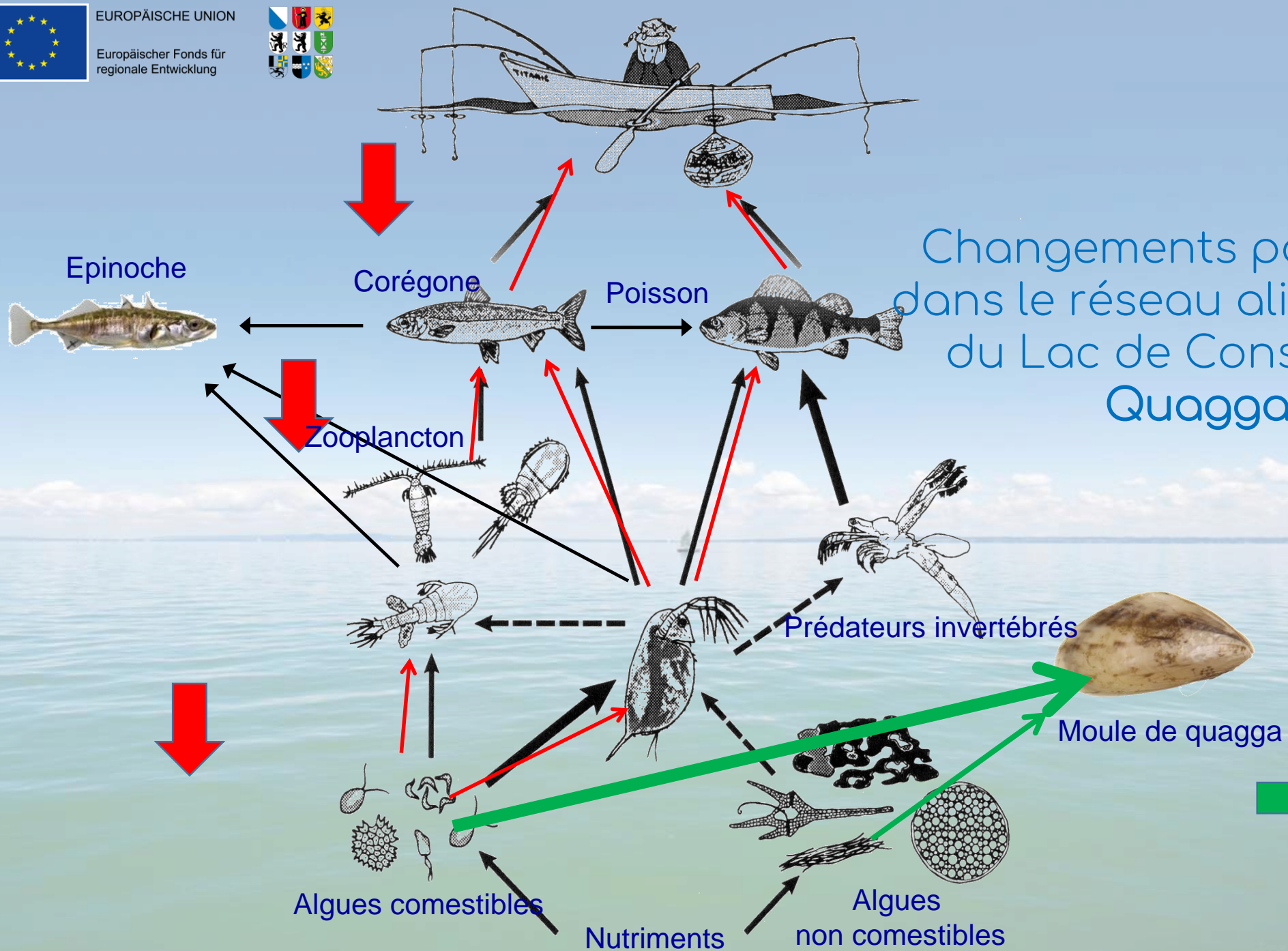
Changements possibles  
dans le réseau alimentaire  
du Lac de Constance :  
Quagga





Changements possibles  
dans le réseau alimentaire  
du Lac de Constance :  
Quagga





Changements possibles  
dans le réseau alimentaire  
du Lac de Constance :  
Quagga





Epinocche



Corégone



Poisson

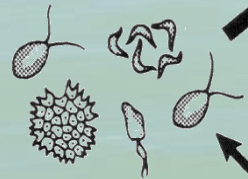
Zooplankton



Prédateurs invertébrés

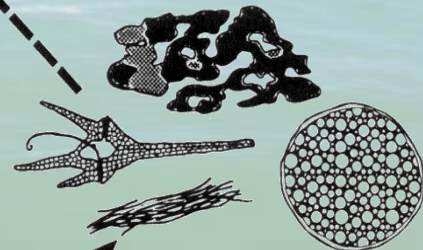


Algues comestibles



Nutriments

Algues non comestibles

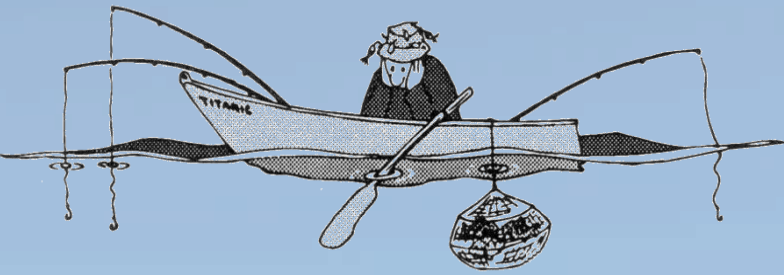


Changements possibles  
dans le réseau alimentaire  
du Lac de Constance :  
Epinocche

Changements possibles  
dans le réseau  
alimentaire  
du Lac de Constance :  
Epinoche



Epinoche



Corégone



Poisson

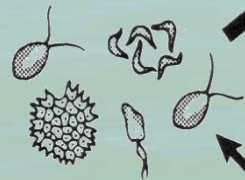
Zooplancton



Prédateurs invertébrés

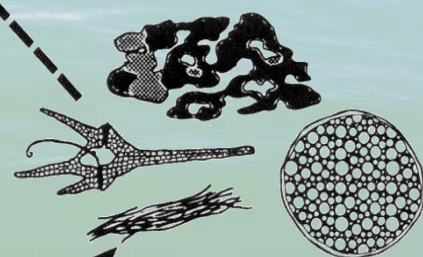


Algues comestibles



Nutriments

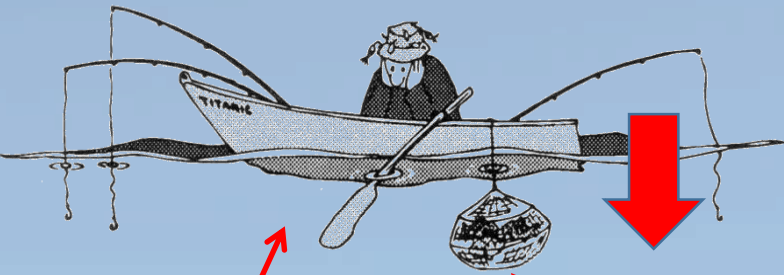
Algues non comestibles



Changements possibles  
dans le réseau alimentaire  
du Lac de Constance :  
Epinouche



Epinouche



Corégone



Poisson

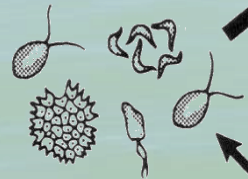
Zooplankton



Prédateurs invertébrés



Algues comestibles



Nutriments

Algues non comestibles



# Conclusion résultats intermédiaires de SeeWandel

- Le Lac de Constance change ; il n'y a pas qu'une seule cause pour expliquer ces changements
- Les animaux filtreurs dans le lac changent ; nos recherches doivent démontrer comment cela affecte le réseau alimentaire
- Les corégones semblent „naïfs“ envers leur nouveau prédateur, l'épinoche

# Merci beaucoup pour votre attention!



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung



## Avec le soutien de :

