

## Effekte multipler Stressoren auf den Zustand der Fließgewässer



Dr. Sebastian Birk

Aquatische Ökologie, UDE

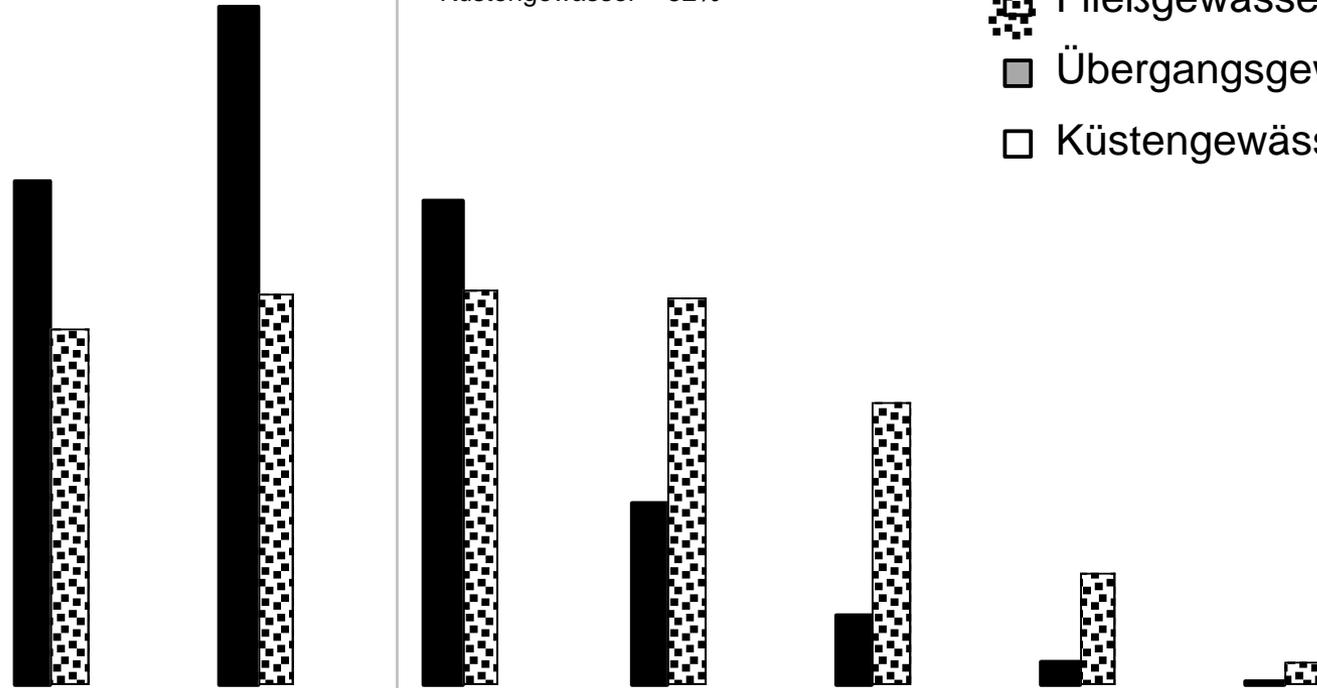
Essen/Deutschland

[sebastian.birk@uni-due.de](mailto:sebastian.birk@uni-due.de)

# Inhalt

- Multiple Belastungen im Europäischen Kontext
- Bewirtschaftungs-relevante Fragestellungen
- MARS-Projekt: Multi-Stressor–Wirkungs–Beziehungen in Europa
- MARS-Projekt: Fallstudien von 2-Stressor–Wirkungs–Beziehungen
- Zusammenfassung und Empfehlungen

Anteil von Wasserkörpern

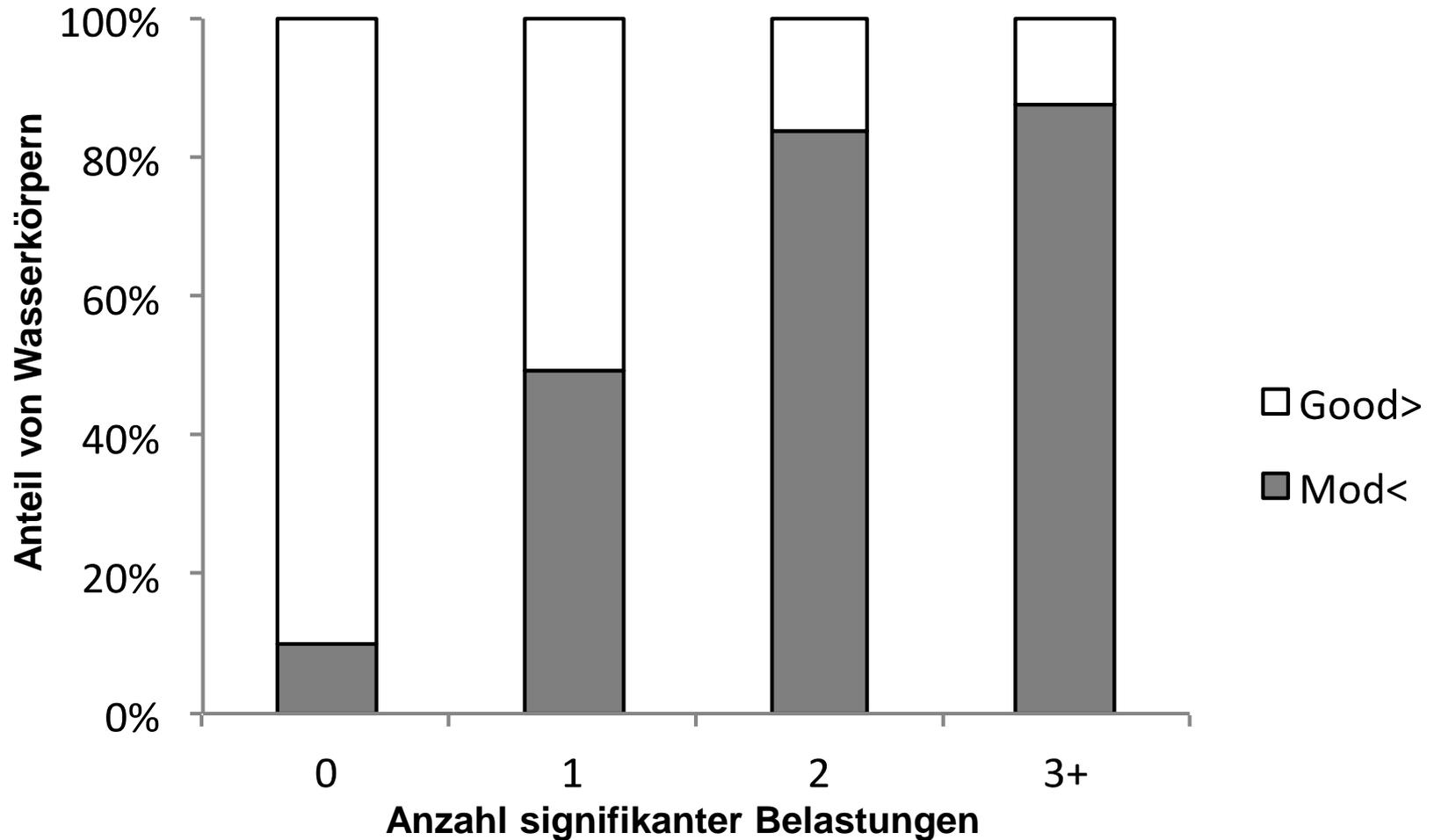


Anzahl signifikanter Belastungen

**Anteil von Wasserkörpern mit keiner, ein, zwei oder mehr signifikanten Belastungen (Quelle: WISE Berichterstattung zum 2. WRRL-Zyklus)**

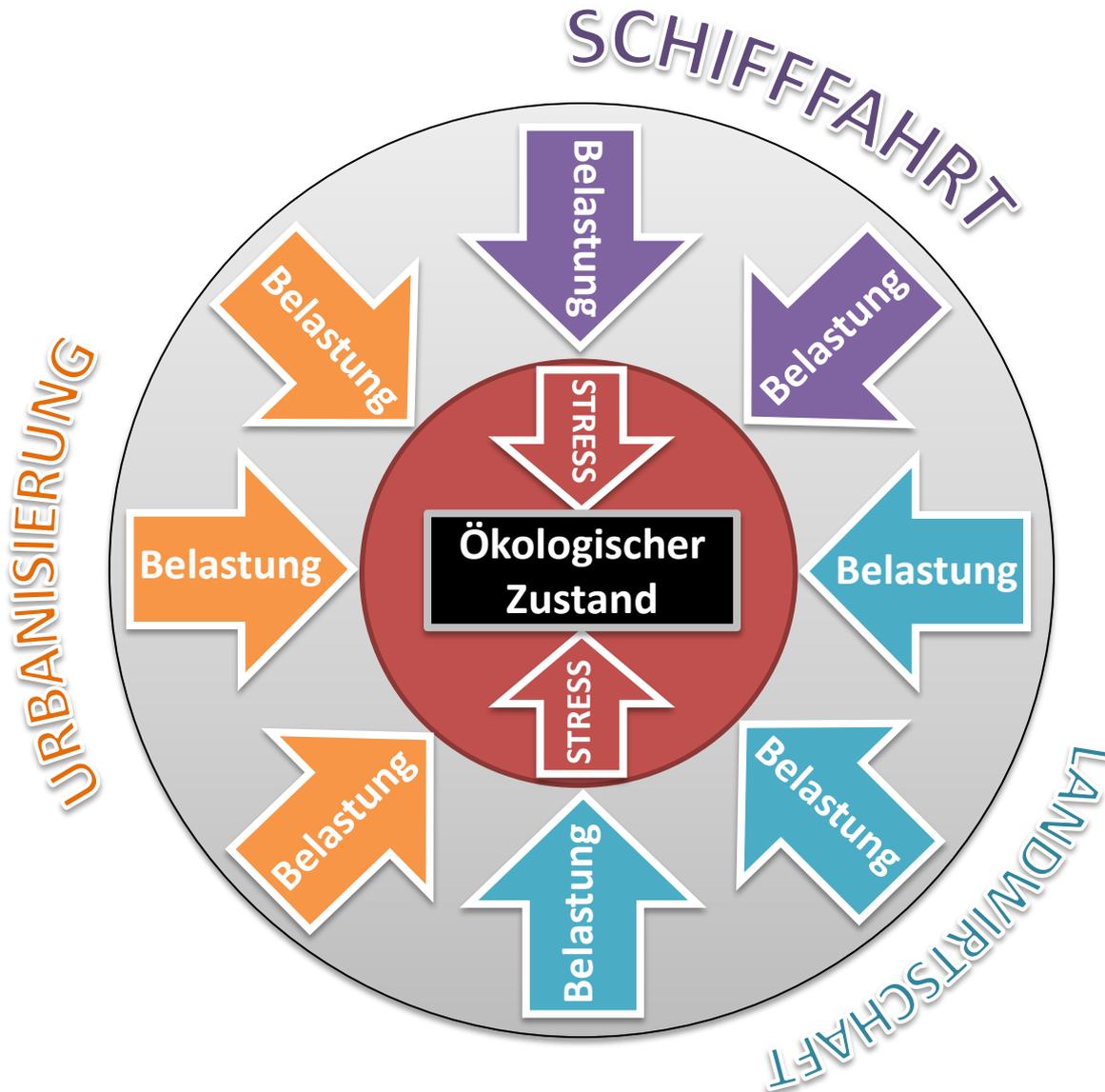
**Kategorien:** Punktquellen, Diffuse Quellen, Hydrologie, Morphologie, Durchgängigkeit, Andere Belastungen

# Wirkung auf den ökologischen Zustand



## (Multiple) Belastung–Wirkungs–Beziehung

# Von Belastungen zu Stressoren



**Ökologischer Zustand**

**Treibende Kräfte**

**Belastungen**

*Beispiele:  
Punktquellen, Diffuse  
Quellen*

**Stressoren**

beeinflussen die  
Lebensumstände

*Beispiele:*

- Nährstoffkonzentration
- Sauerstoffzehrung
- Restwasser

# Bewirtschaftungs-relevante Fragestellungen

1. Welche Stressoren sind relevant für das Nicht-Erreichen des guten ökologischen Zustands?
1. Wie wirken diese Stressoren zusammen?

## Additiv (1 + 1 = 2)

- Wirkung entspricht der Summe der Einzelstressor-Wirkungen

## Interaktiv → „Ökologische Überraschungen“

## **Synergistisch (1 + 1 = 3)** (z.B. Nährstoffe & Temperatur)

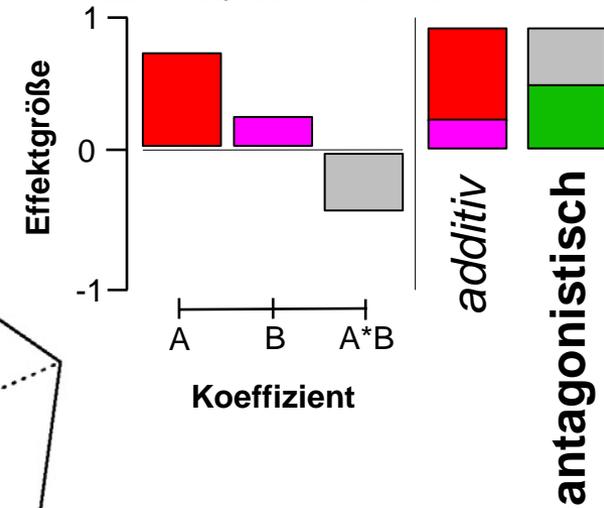
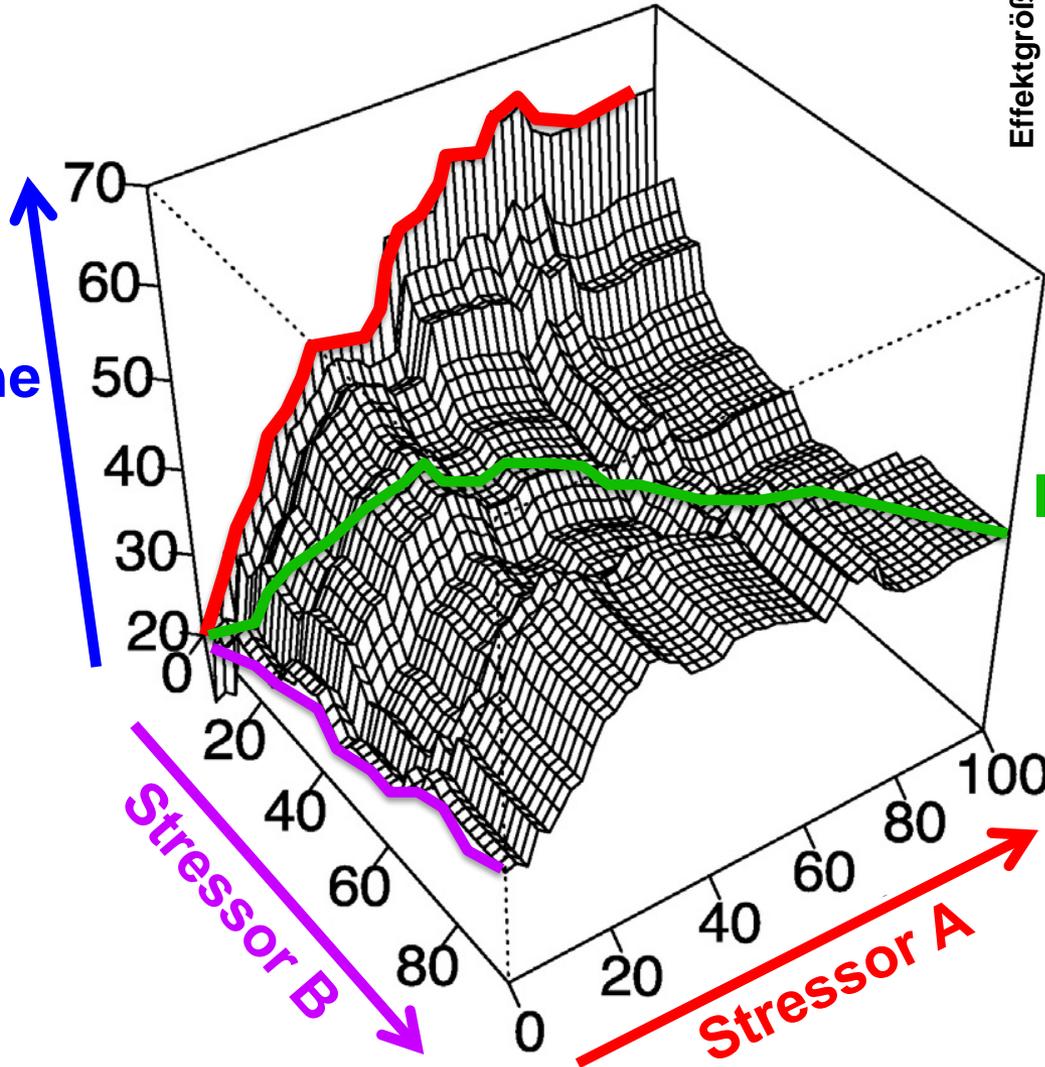
- Wirkung größer als Summe der Einzelstressor-Wirkungen

## **Antagonistisch (1 + 1 = 1)** (z.B. Nährstoffe & Schwall)

- Wirkung kleiner als Summe der Einzelstressor-Wirkungen

# Prinzip der Stressor-Interaktion

Biologische  
Reaktion  
(EQR)



Interaktion von  
Stressor A & B

# MARS PROJECT

Managing Aquatic  
ecosystems and  
water Resources  
under multiple Stress

20 Europäische  
Forschungseinrichtungen und  
vier Wasserverwaltungen

**Laufzeit:**  
Februar 2014 – Januar 2018



## Multiple Stressoren (Modellierungen, Fernerkundung)

## Ökologischer Zustand (n = 52,355 FECs)

Nährstoffe



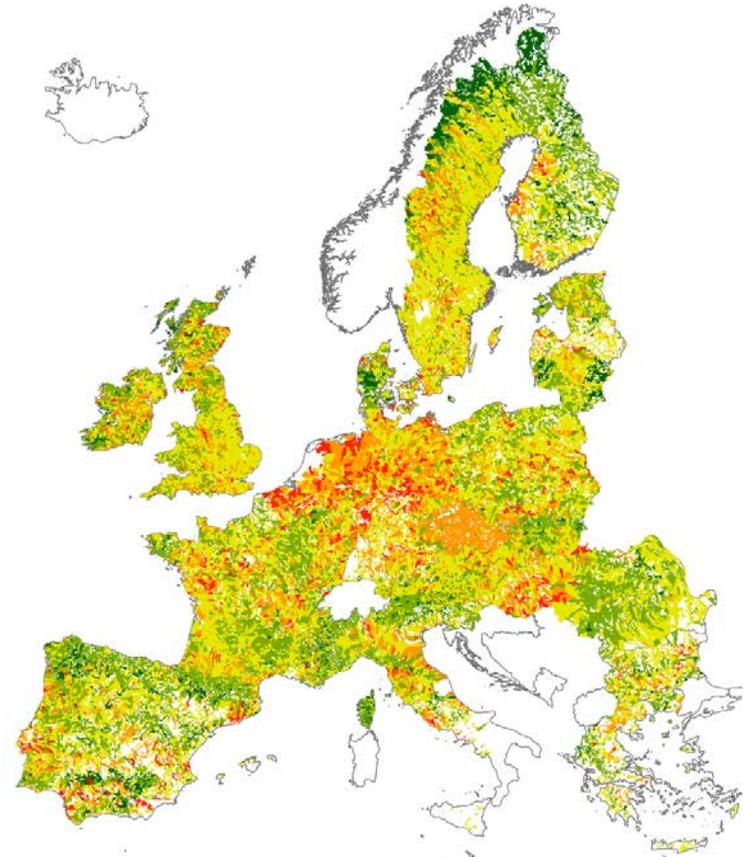
Hydrologie



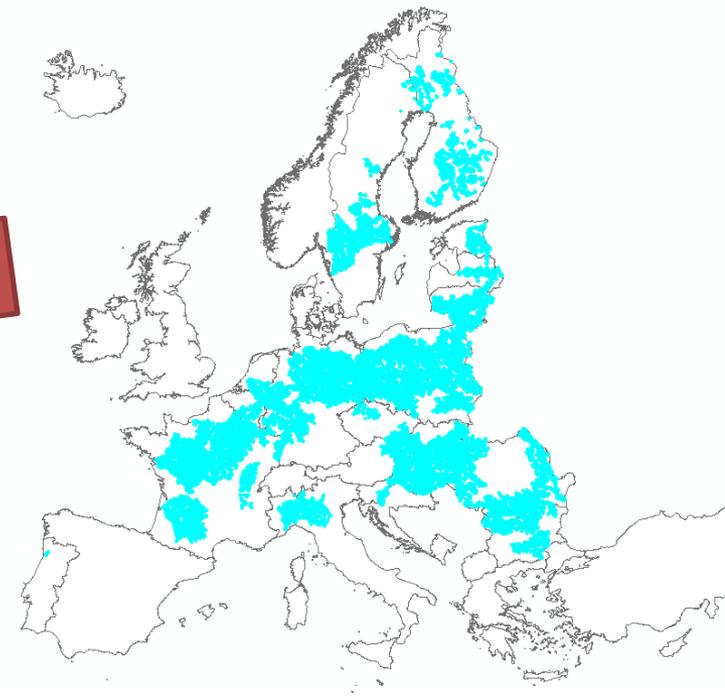
Landnutzung  
in der Aue



Prioritäre Stoffe



**Vorläufige Analysen**



*Beispiel*

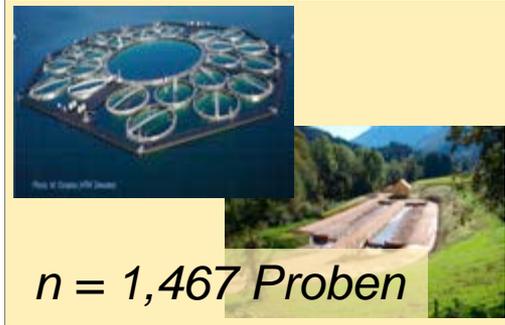
## Flüsse des Tieflands

n = 7,331

Erklärte Varianz: 64 %

Stressor	Stressoren-Gruppe	Relativer Erklärungsanteil (%)
Gelöster anorganischer Stickstoff	Nährstoffe	19.2
msPAF	Prioritäre Substanzen	16.9
Gesamtphosphor	Nährstoffe	14.5
Veränderung des mittleren Jahresabflusses	Hydrologie	13.0
% Landwirtschaft in der Aue	Landnutzung in der Aue	11.6
% Urban in der Aue	Landnutzung in der Aue	10.5
Veränderung der Überflutungsdauer	Hydrologie	7.4
Veränderung der Niedrigwasserdauer	Hydrologie	6.9

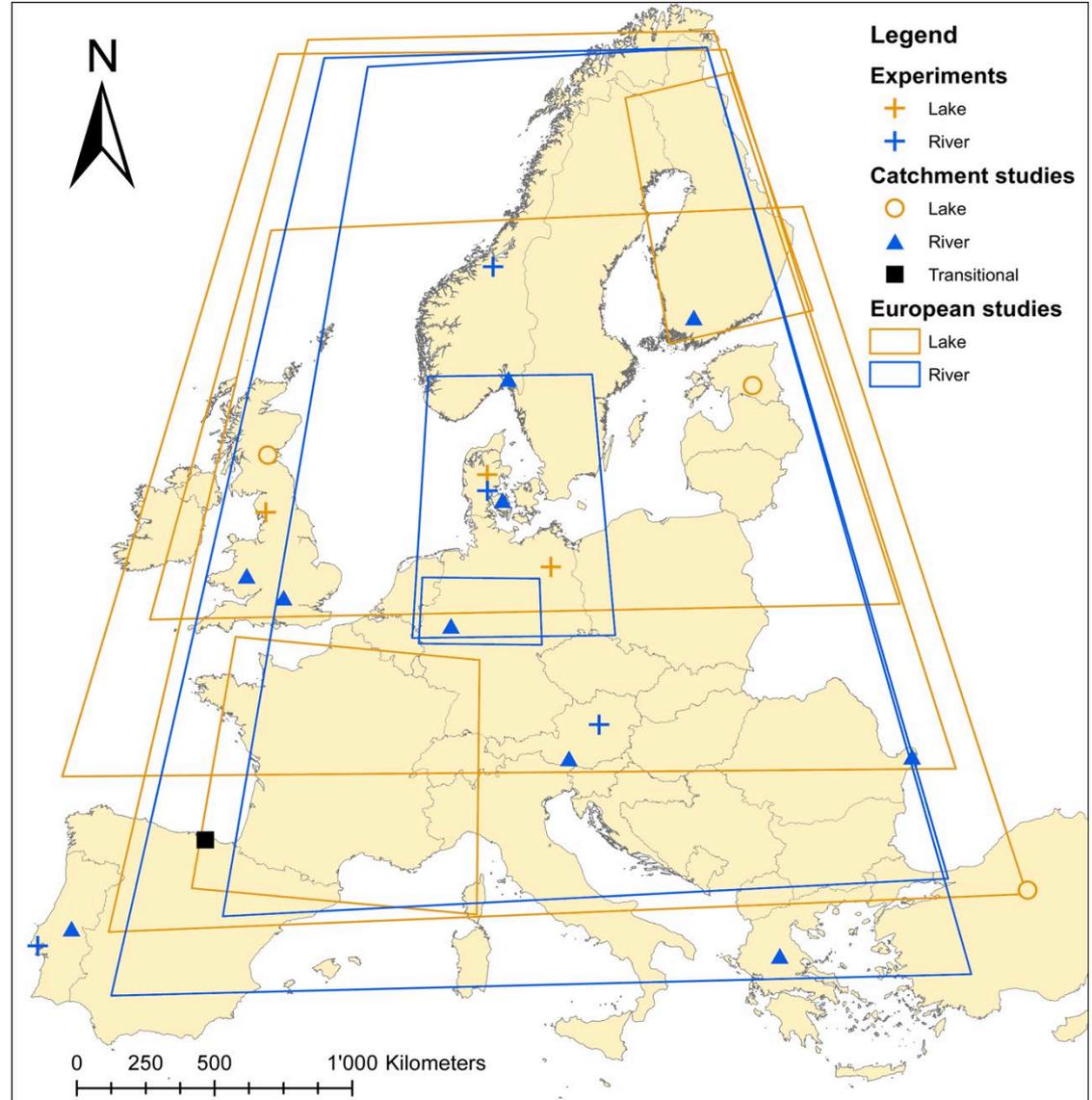
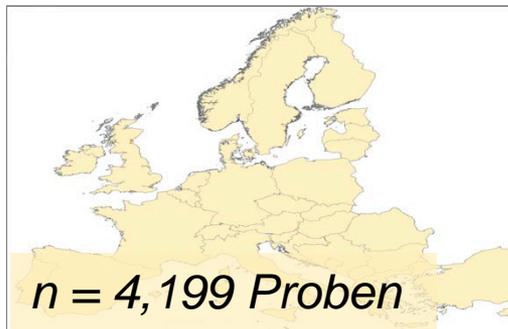
**Experimente**  
*n=9*



**Flussgebiete**  
*n=15*



**Europa-weit**  
*n=9*



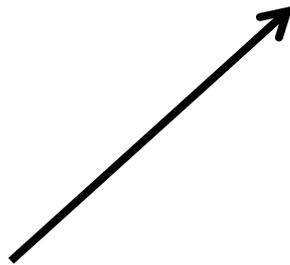
# Empirische Fallstudien: 2-Stressor–Wirkungs–Beziehungen

Biologische  
Reaktion



$$f(x) = a \cdot x_1 + b \cdot x_2 + c \cdot x_1 \cdot x_2$$

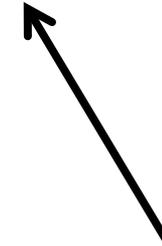
Stressor 1



Stressor 2



Interaktions-Term

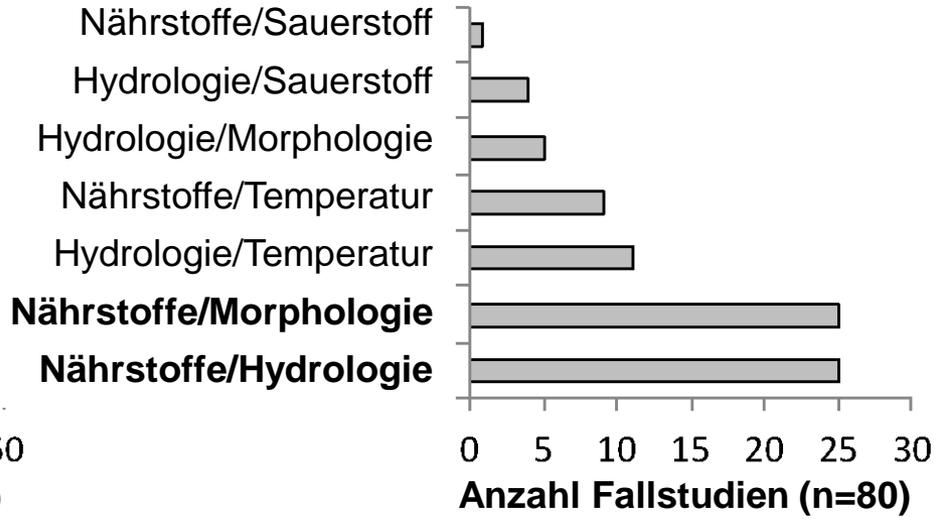
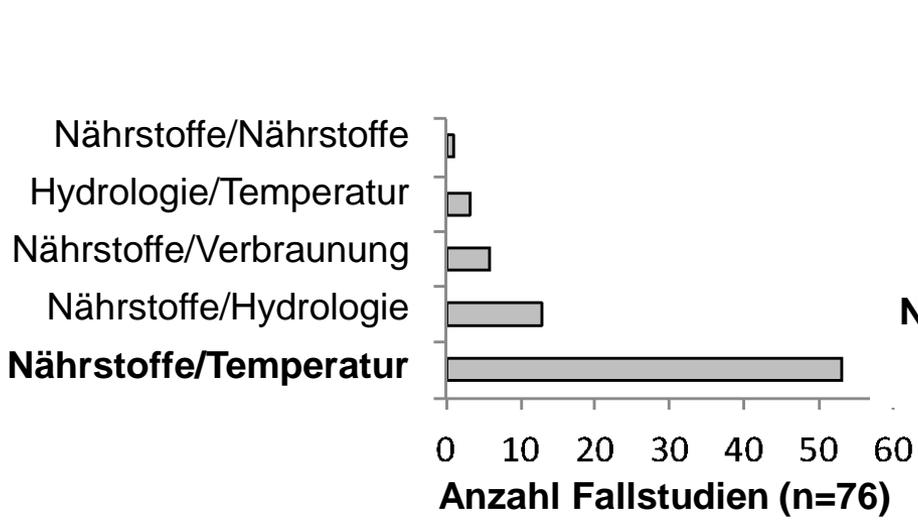


**Signifikanz und Stärke (=Effektgröße)  
von 2-Stressor-Wirkungs-Beziehungen**

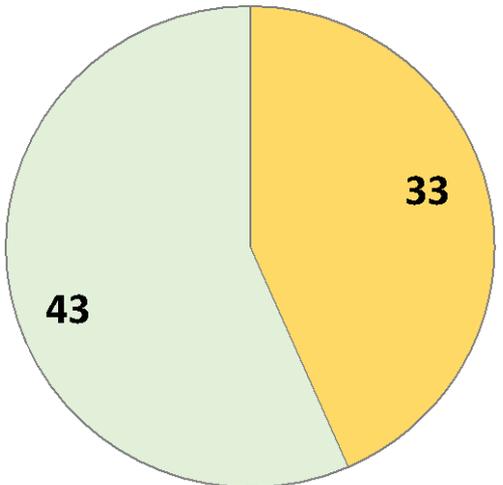
## Stillgewässer

## Fließgewässer

**Stressor-Paare**



**Biologische  
Qualitäts-  
komponenten**

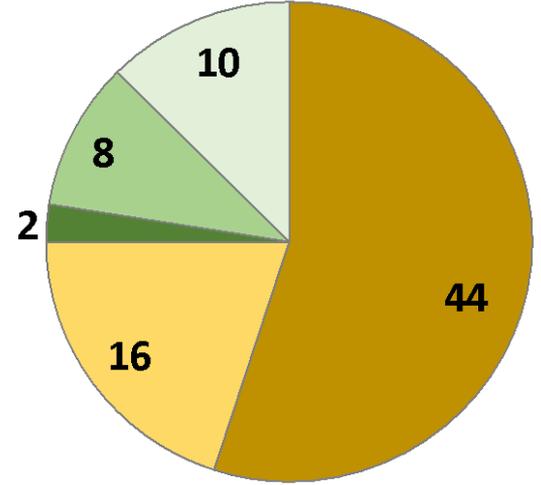


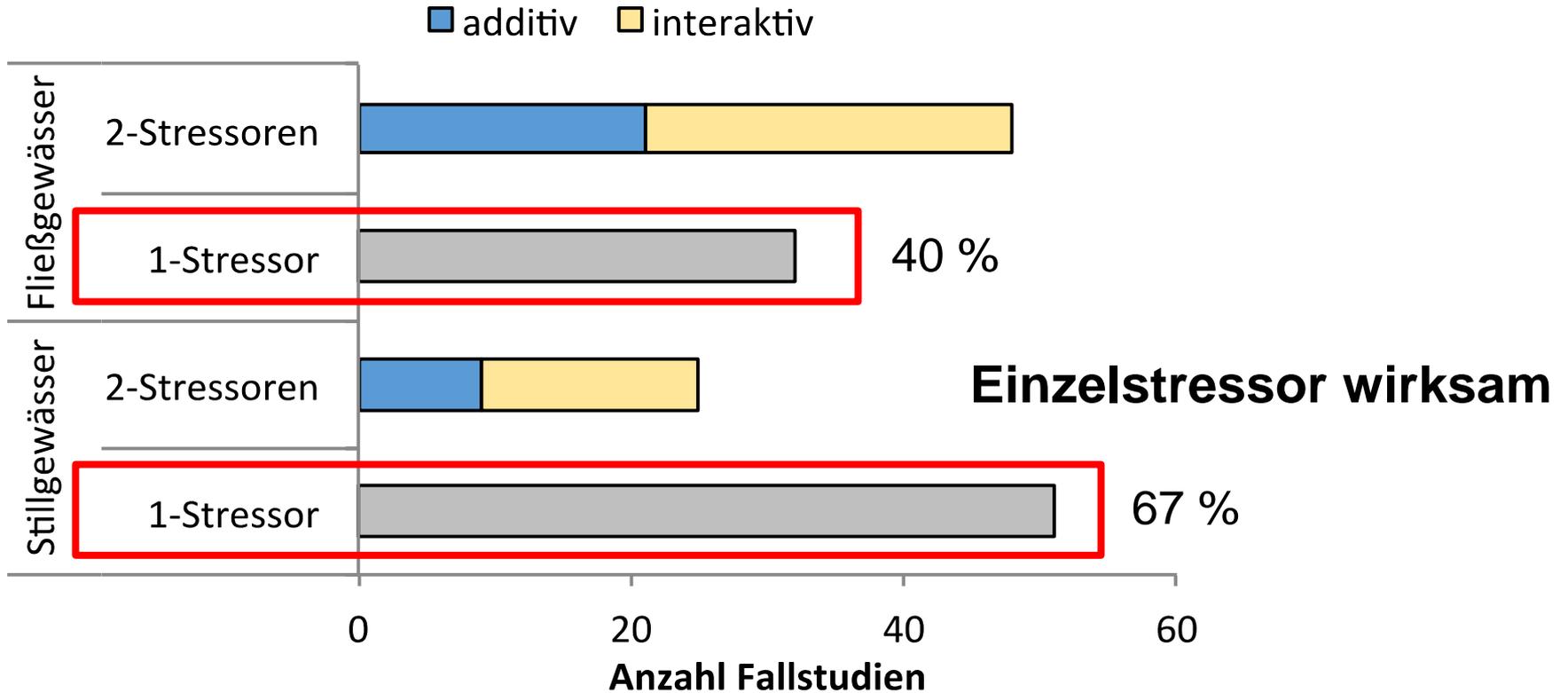
**Heterotrophe**

- Wirbellose
- Fische

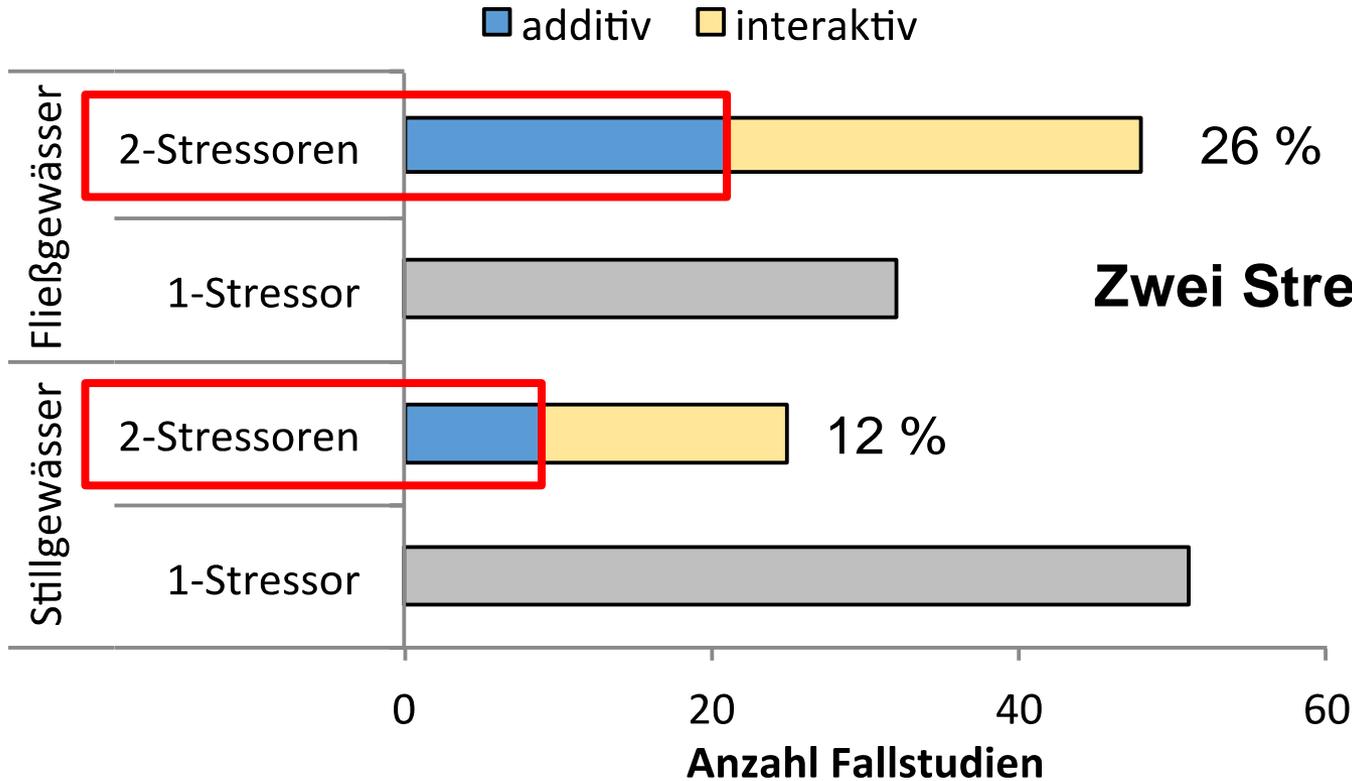
**Autotrophe**

- Wasserpflanzen
- Benthische Algen
- Planktische Algen

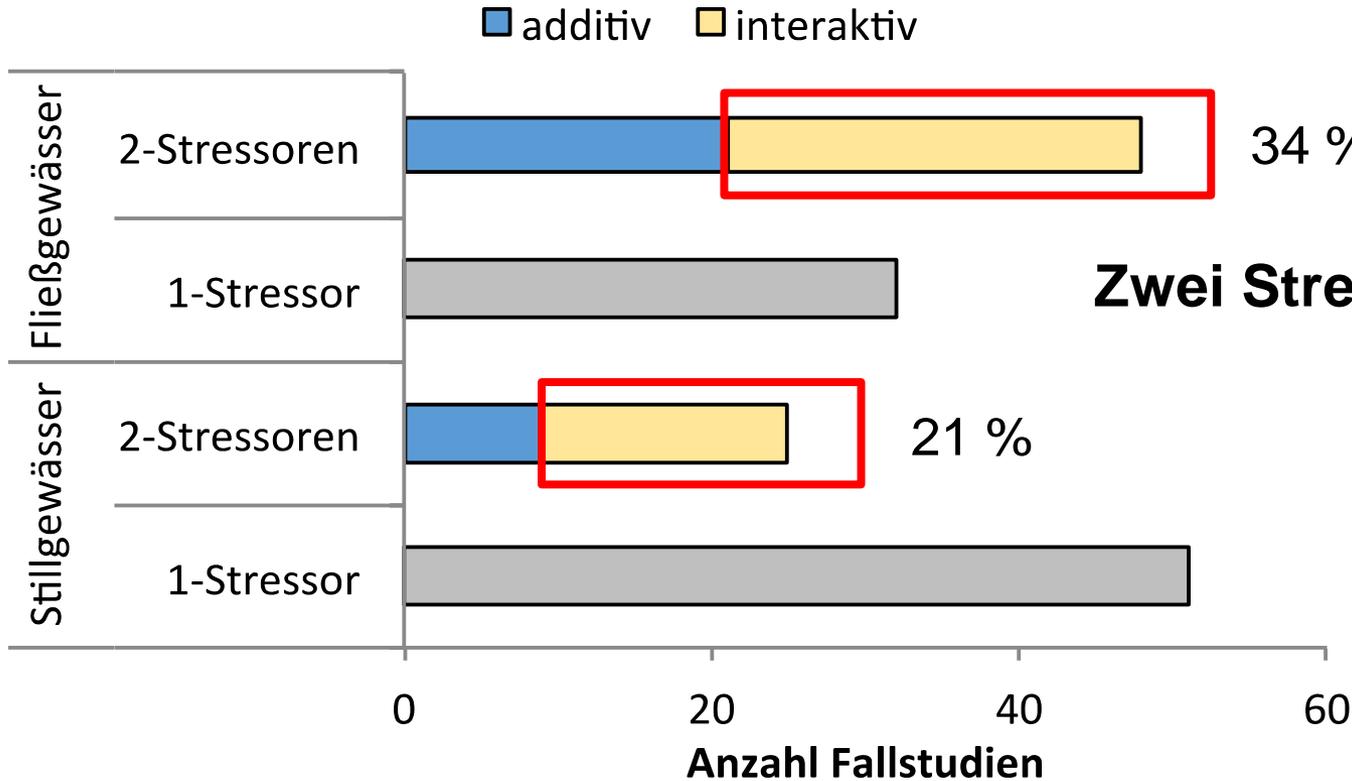




Signifikante Stressor-Wirkungs-Beziehungen  
in 156 MARS Fallstudien



Signifikante Stressor-Wirkungs-Beziehungen  
in 156 MARS Fallstudien



**Zwei Stressoren *interaktiv***

Signifikante Stressor-Wirkungs-Beziehungen  
in 156 MARS Fallstudien

**Zwei Stressoren *additiv***

● schlechter OWK-Zustand

**Einzelmaßnahme 1**

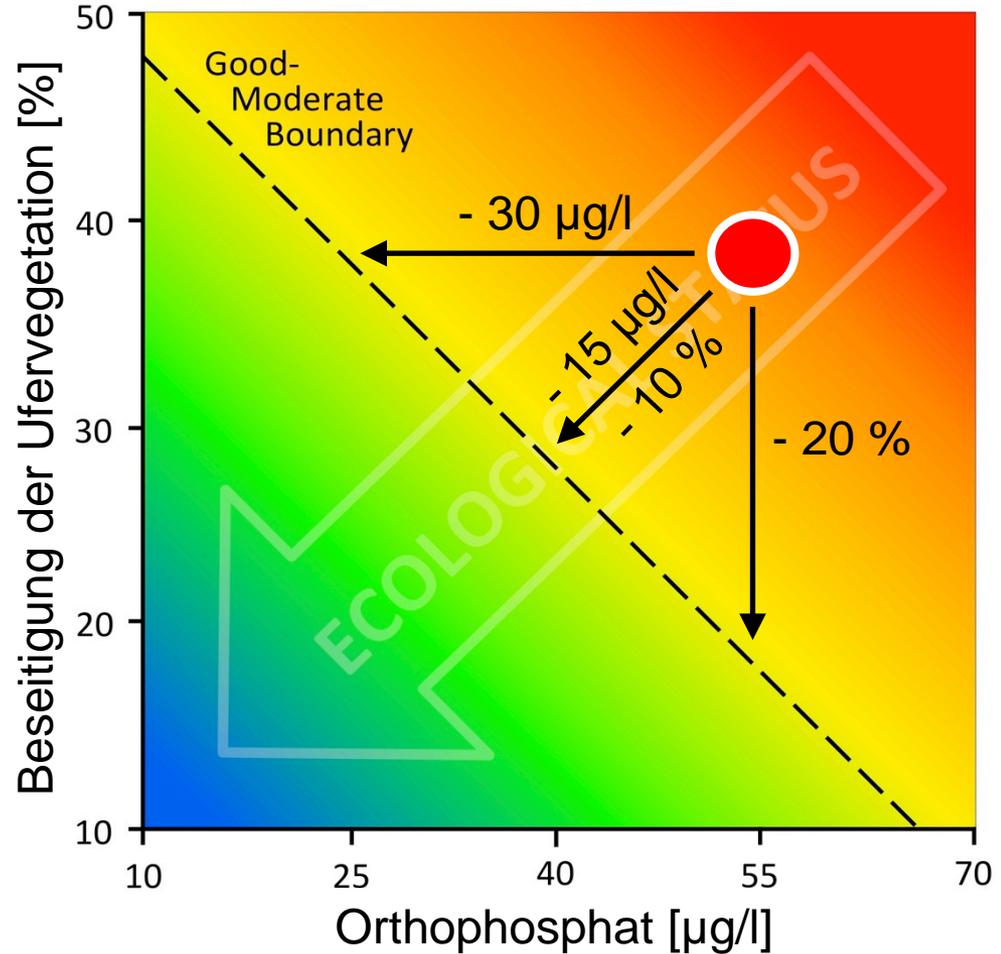
- Verminderung von 30 µg/l PO<sub>4</sub>

**Einzelmaßnahme 2**

- Wiederherstellung von 20 % Ufervegetation

**Kombinierte Maßnahme**

- Verminderung von 15 µg/l PO<sub>4</sub> UND
- Wiederherstellung von 10 % Ufervegetation

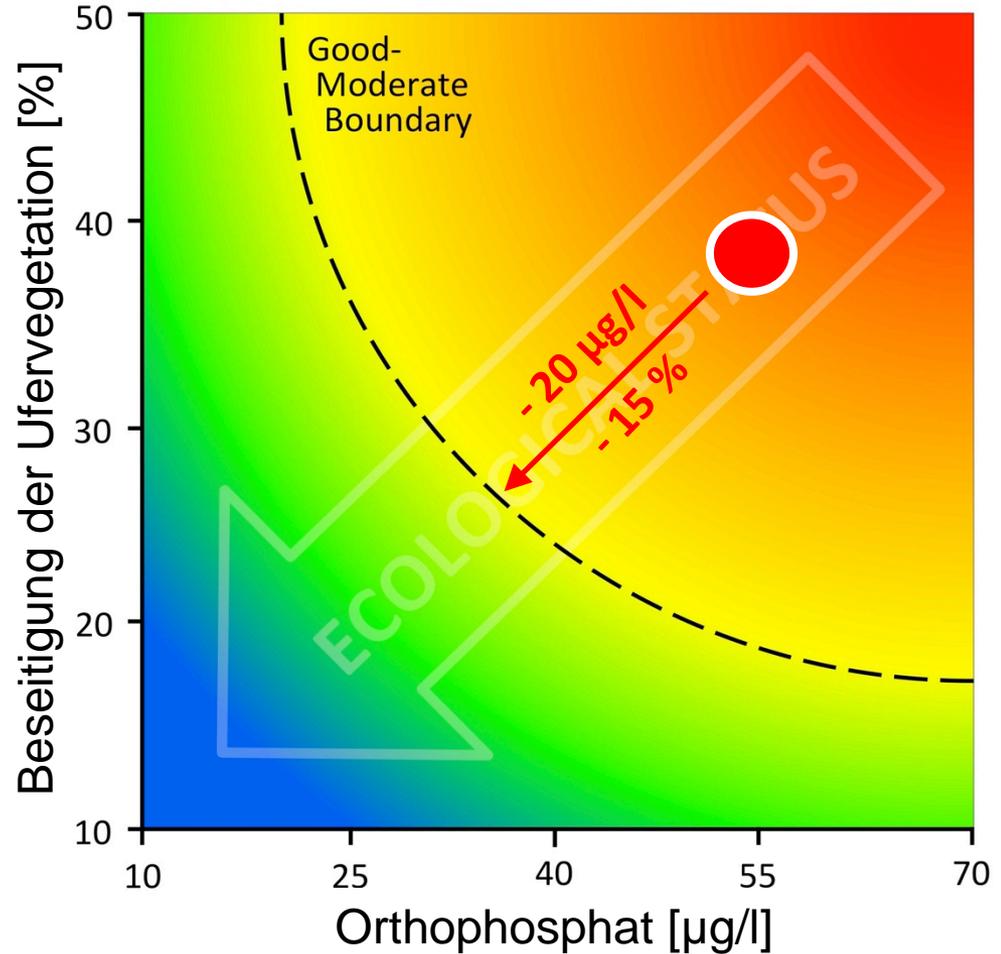


**Zwei Stressoren *interaktiv***

● schlechter OWK-Zustand

**Kombinierte Maßnahme**

- Verminderung von **20 µg/l** PO<sub>4</sub> UND
- Wiederherstellung von **15 %** Ufervegetation



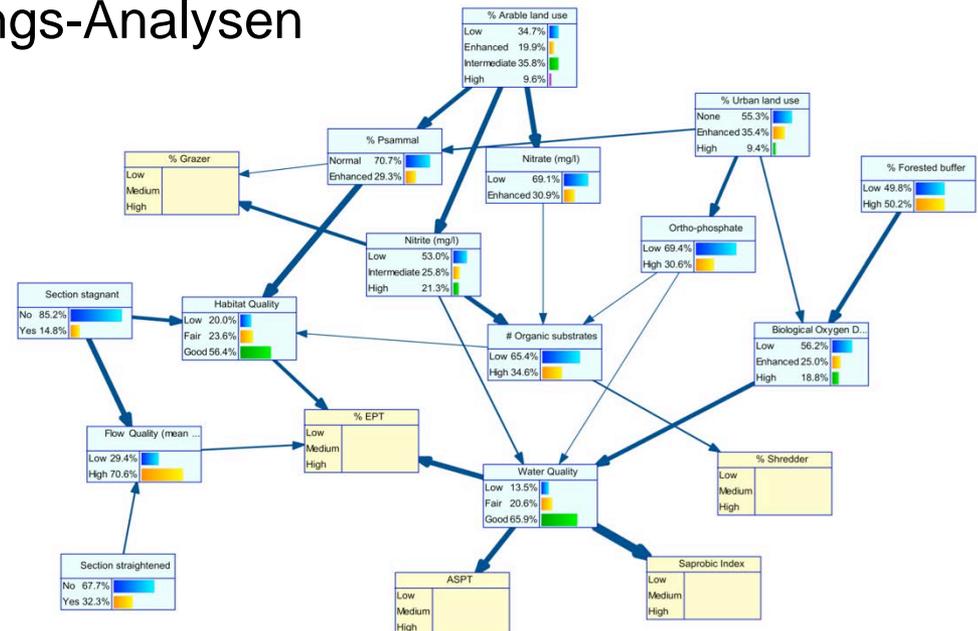
- Auch im Kontext multipler Belastungen:  
Viele biologische Effekte sind durch **Einzelstressoren** bedingt.  
*[40% der MARS-Fallstudien für Fließgewässer]*
- **Additiv wirkende Stressoren:**  
Minderung des stärker wirkenden (oder beider) Stressoren  
*[26% der MARS-Fallstudien für Fließgewässer]*
- **Interaktiv wirkende Stressoren:**  
Fallspezifische, detailliertere Untersuchungen notwendig  
*[34% der MARS-Fallstudien für Fließgewässer]*

## Bewirtschaftung auf Grundlage integrierter Flussgebietsmodelle

- Zusammenführung der Überwachungsdaten zur Biologie, Physiko-Chemie, Hydrologie und Morphologie

→ Statistische Ursache-Wirkungs-Analysen

→ ggf. Erstellen von Bayesischen Prognose- und Diagnose-Modellen



[www.mars-project.eu](http://www.mars-project.eu)

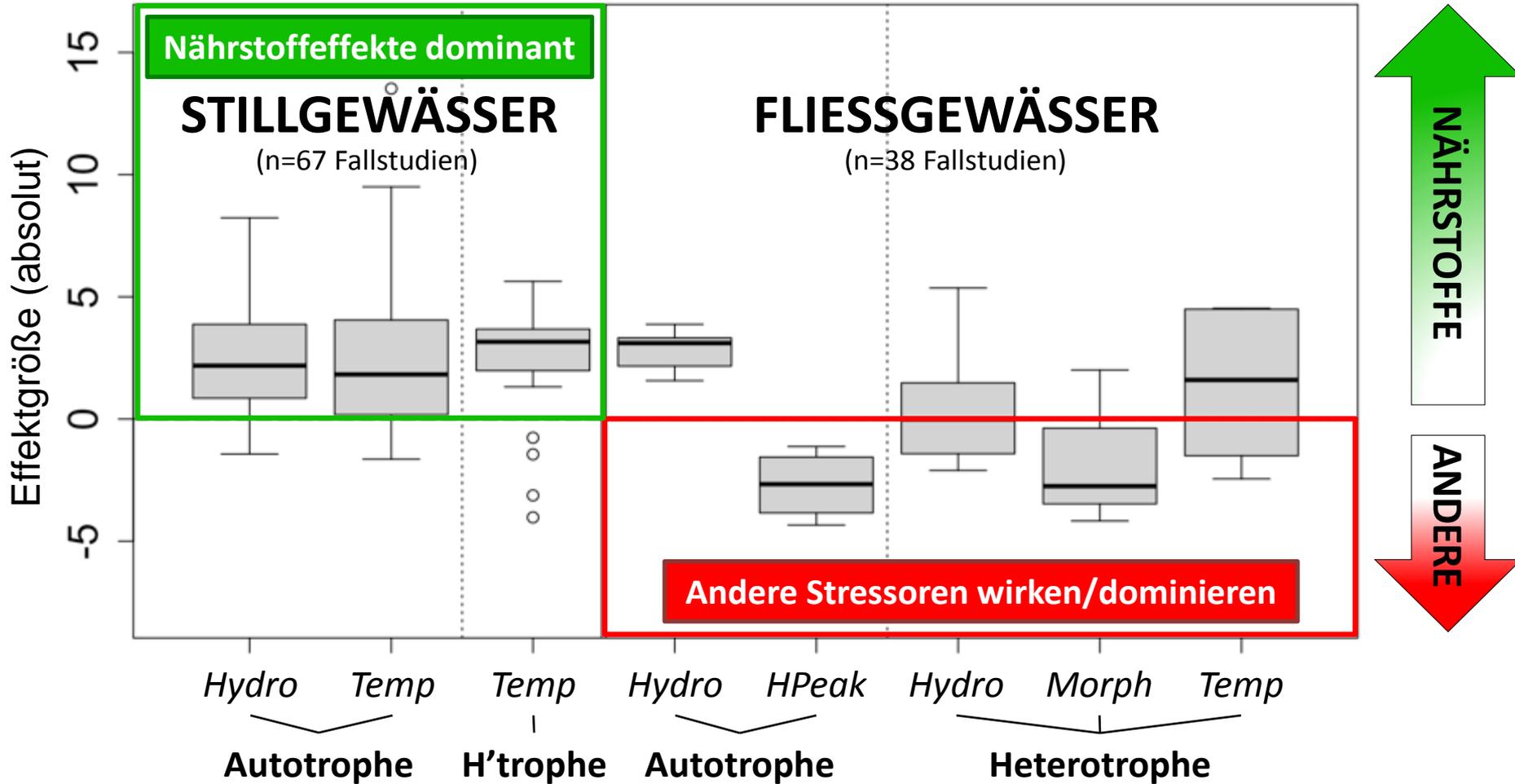
# MARS-Abschlussstagung



Managing multiple stress for multiple benefits in aquatic ecosystems:  
**Final conference of the EU research project MARS**

*Museum of Natural Sciences – Brussels, 16. - 17. January 2018*





**2-Stressor-Effekte (Nährstoffe & Andere)**

N=105 2-Stressor-Wirkungs-Beziehungen