

# Flussgebietsmanagement in Zeiten des Klimawandels – Konsequenzen aus Ereignissen, Phänomenen und Erkenntnissen für die operative Wasserwirtschaft



Daniel Hering  
Universität Duisburg-Essen  
Aquatische Ökologie  
daniel.hering@uni-due.de  
+49 201 1833084

Jochem Kail, Armin Lorenz



# Hering, D. & T. Schmidt (1993): Die Insektenfauna eines naturnahen Bergbaches im Hochsauerland. Entomol. Z. 103 (6): 98-108.

## Die Insektenfauna eines naturnahen Bergbaches im Hochsauerland

DANIEL HERING & THOMAS SCHMIDT

Mit 1 Abbildung und 1 Tabelle

**Abstract:** From March to November 1992 the mayfly-, stonefly-, waterbeetle- and caddisfly-fauna of the Emmegraben, a mountain brook in the Rothaargebirge (Germany) was investigated. Altogether 86 species were found. The distribution of some selected species, which are mainly restricted to high-mountain areas, is discussed.

### Einleitung

In den meisten der nördlichen deutschen Mittelgebirge wurden während der letzten Jahre limnofaunistische Untersuchungen von Fließgewässern durchgeführt, so auch in einigen Regionen, die das Hochsauerland randsüdlich tangieren (Dorn 1982, Maiworm 1984, Fey 1991, Schmidt et al. 1991, Fischer et al. 1992, Hering et al. in prep.). Aus den Höhenlagen des Rothaargebirges liegen jedoch keine Ergebnisse aktuellen Datums vor. Seit den annähernd vierzig Jahre zurückliegenden faunistischen und ökologischen Erhebungen in diesem Raum (Dittmar 1953, 1955, 1956) wird in dem vorliegenden Artikel erstmals wieder die Fauna eines Sauerlandbaches hochmontanen Charakters beschrieben, wobei sich die Darstellung auf vier ausgewählte Insektenordnungen (Ephemeroptera, Plecoptera, Coleoptera und Trichoptera) beschränkt. Besonderen Reiz gewinnt die Arbeit, da dank der sorgfältigen Untersuchungen Dittmars umfangreiche Vergleichsdaten zur Verfügung stehen.

### Untersuchungsgebiet

Der Emmegraben gehört zum Einzugsgebiet der oberen Eder (vgl. Abb. 1). Er entspringt als Rheokrene in ca. 740 m Meereshöhe am Südwesthang des Albrechtsberges in einer ausgedehnten, randlich versumpften Quellmulde. Im Einzugsgebiet herrschen karbonische Grauwacken und devonische Tonschiefer mit eingelagerten basenreichen Schichten vor.

Im Quellbereich stockt ein Hainsimsen-Buchenwald (*Luzulo-Fagetum*), dem Fichtenbestände beigemischt sind. Der Quellbach fließt dem starken Gefälle entsprechend zumeist rasch in Kaskaden und kleinen Wasserfällen, bildet jedoch auch ruhigere Abschnitte und Kolke. Verschiedene Wassermoose (hauptsächlich *Scapania undulata*) bilden dichte Polster. Nach einigen hundert Metern Fließstrecke nimmt das Gefälle erneut zu und der Bach stürzt über große Blöcke und das anstehende Gestein in Wasserfällen und Kaskaden von zum Teil einigen Metern Fallhöhe zu Tal.

In dem tief eingeschnittenen Abfall sind schluchtwaldartige Formationen ausgebildet, die pflanzensoziologisch den Eschen-Erlen-Schaltheilwäldern (*Aceri-Fraxinetum*) zuzurechnen sind. In der Baumschicht herrscht der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) vor, im Unterwuchs domi-

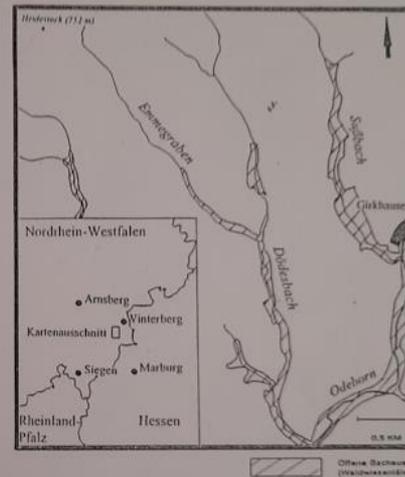


Abb. 1. Lage des UntersuchungsGewässers.

nieren Silberblatt (*Luzaria rediviva*) und Christophskraut (*Actaea spicata*). An einigen Abschnitten des unteren Bachlaufs stocken Bestände der Bergulme (*Ulmus glabra*), die ebenfalls dem *Aceri-Fraxinetum* zuzurechnen sind, ansonsten wird das Gewässer von einem Hainmieren-Erlenwald (*Stellario-Alnetum glutinosae*) begleitet. Mit Beginn der Talbodenerweiterung wird die Bachauflure landwirtschaftlich als Mähweide und Viehweide genutzt. Der Bach bildet hier einige Mäander aus.

*Taeniopteryx auberti*  
*Nemoura mortoni*  
*Protonemura nitida*  
*Rhyacophila philopotamoides*  
*Drusus discolor*  
*Annitella thuringica*  
*Pseudopsilopteryx zimmeri*

# Inhalt

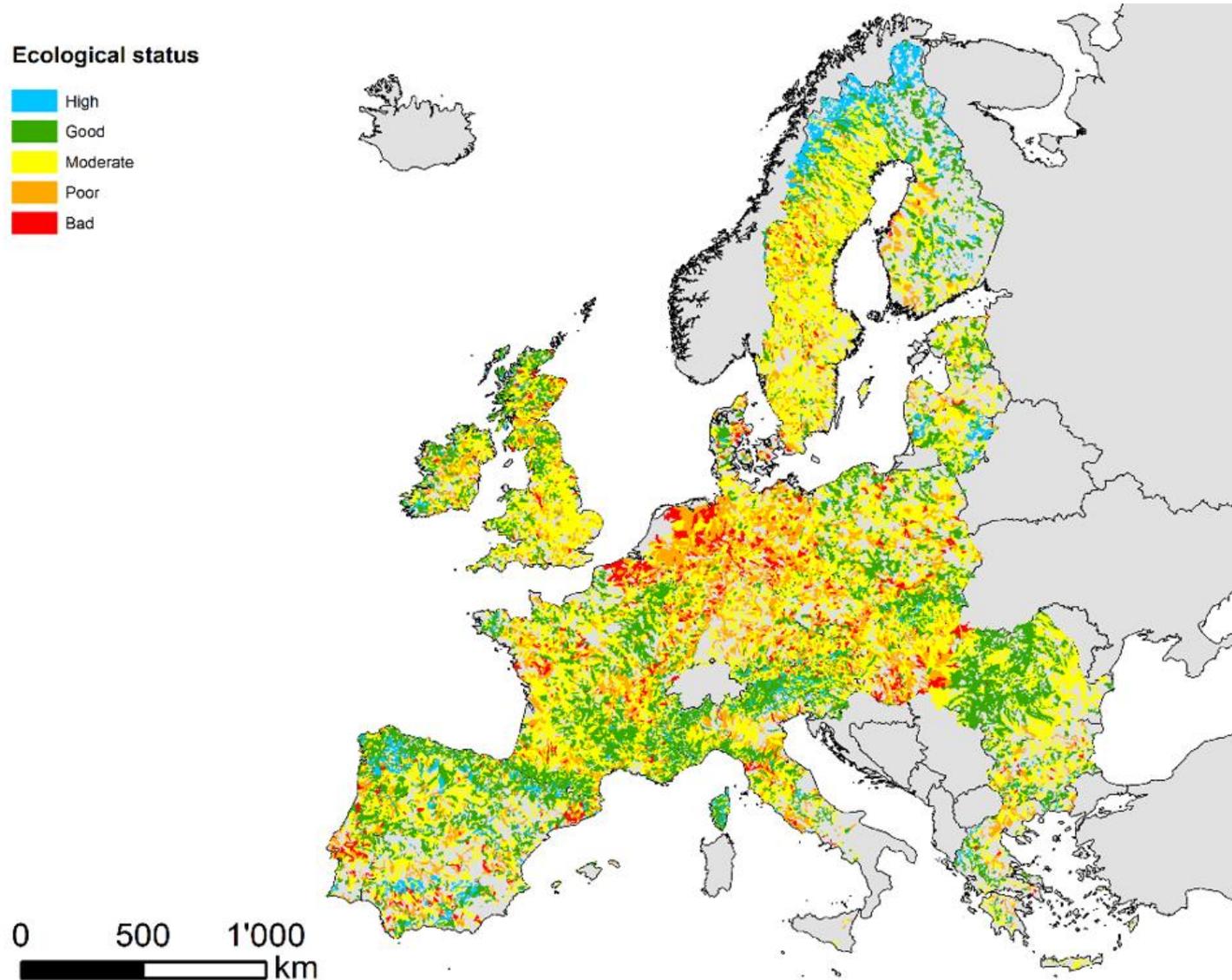
- Der Klimawandel als zusätzlicher Belastungsfaktor
- Fallstudie: Renaturierungserfolg und Klimawandel
- Fallstudie: Beschattung kleiner Bäche
- Schlussfolgerungen

# Inhalt

- Der Klimawandel als zusätzlicher Belastungsfaktor
- Fallstudie: Renaturierungserfolg und Klimawandel
- Fallstudie: Beschattung kleiner Bäche
- Schlussfolgerungen

# Ökologischer Zustand nach 2. Bewirtschaftungsplan

## Ecological status



# Woran liegt's?

Morphologie



Hydrologie

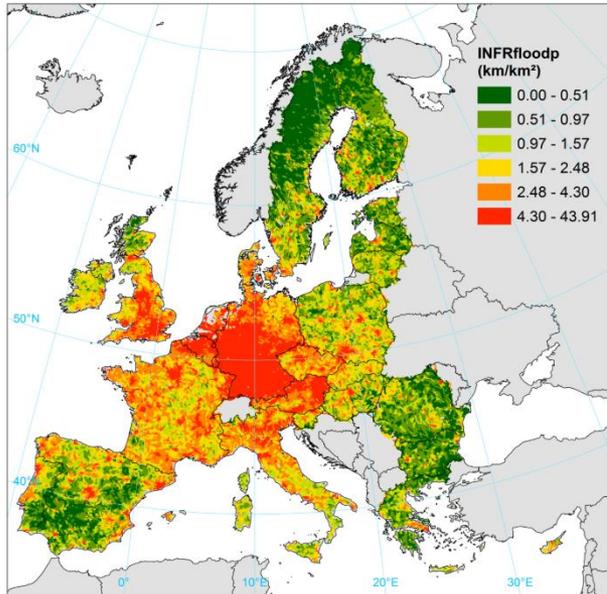


Schadstoffe



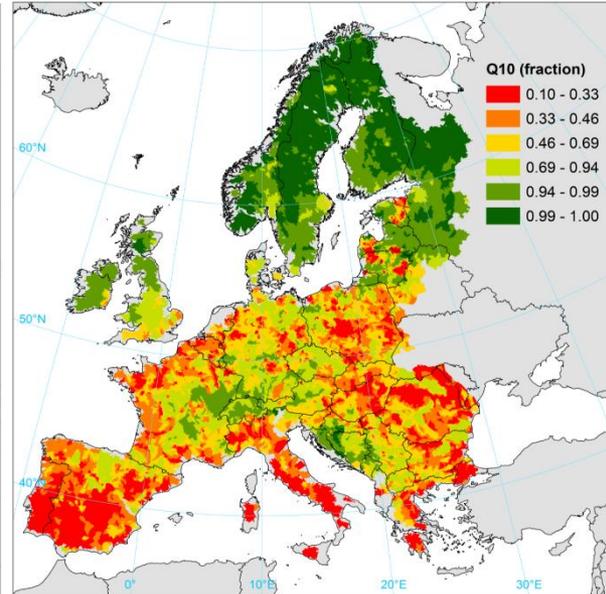
# Wichtige „Stressoren“

## Morphologie



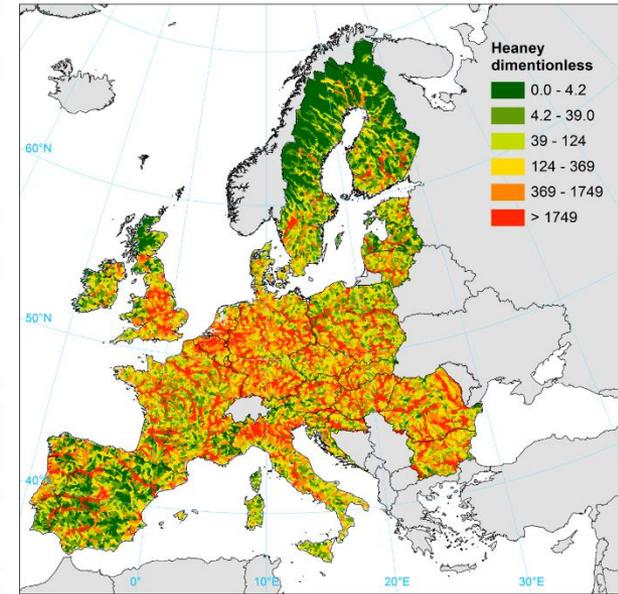
INERfloodp (km/km<sup>2</sup>) =  
Density of infrastructure  
(roads and railways)  
in the floodplains (km/km<sup>2</sup>)

## Hydrologie



Q10 fraction =  
Ratio between the number of days  
the water flow is below the 10%-ile  
with and without water abstractions (fraction)

## Schadstoffe

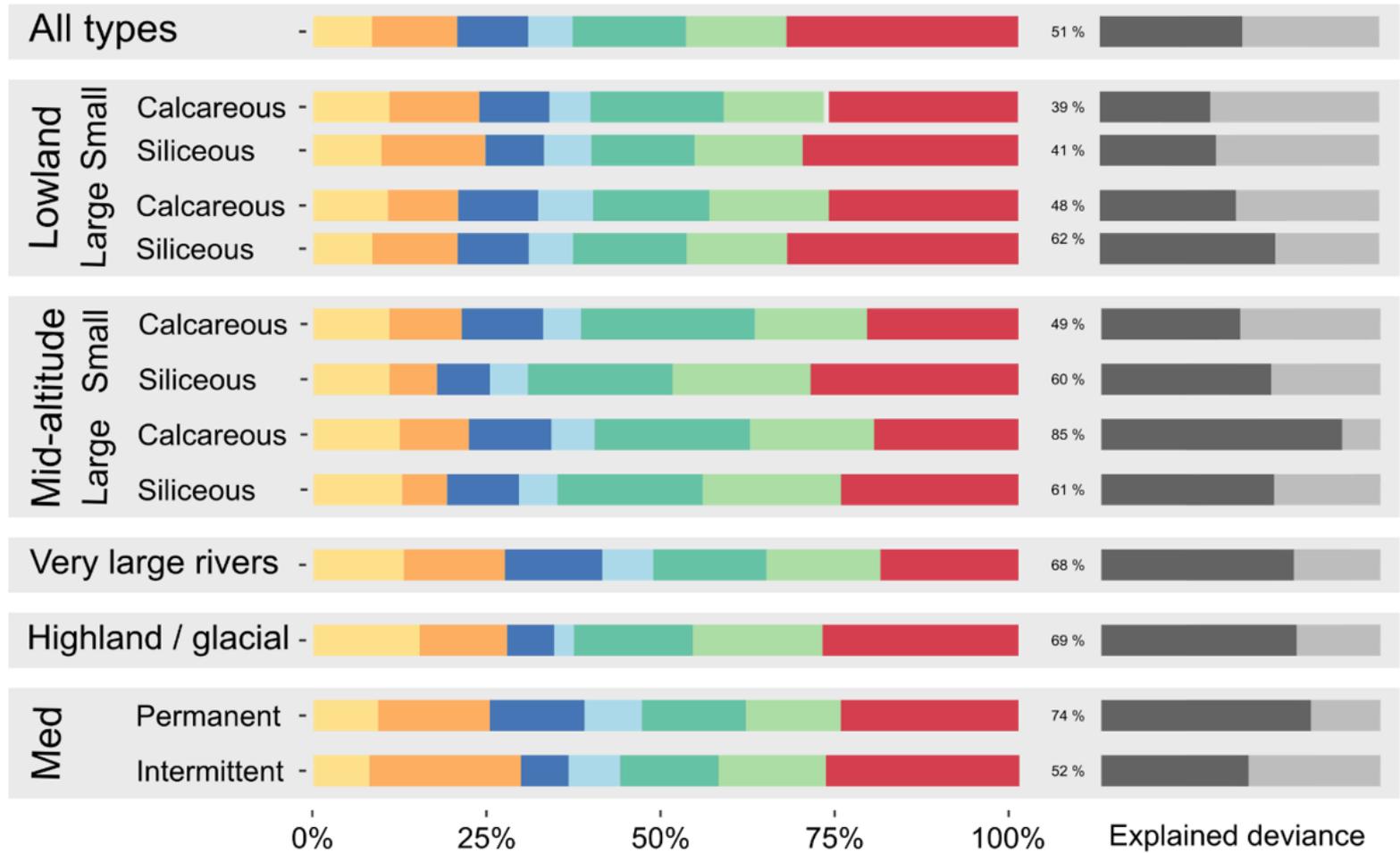


Heaney dimensionless =  
Relative intensity of the potential  
pollution load from urban runoff  
(dimensionless), estimated by the  
Heaney model

# Europaweite Auswertung

- Daten zum ökologischen Zustand von ca. 52.000 Wasserkörpern
- Modellierte Daten zu sieben Stressoren zu diesen Wasserkörpern:
  - Urbane Nutzung im Gewässerumfeld
  - Landwirtschaftliche Nutzung im Gewässerumfeld
  - Veränderung des mittleren Abflusses
  - Veränderung des Baseflow
  - Stickstoff-Eintrag
  - Phosphor-Eintrag
  - Toxische Stoffe
- Modell zum erklärenden Anteil dieser Stressoren für den ökologischen Zustand (für grob definierte Gewässertypen)

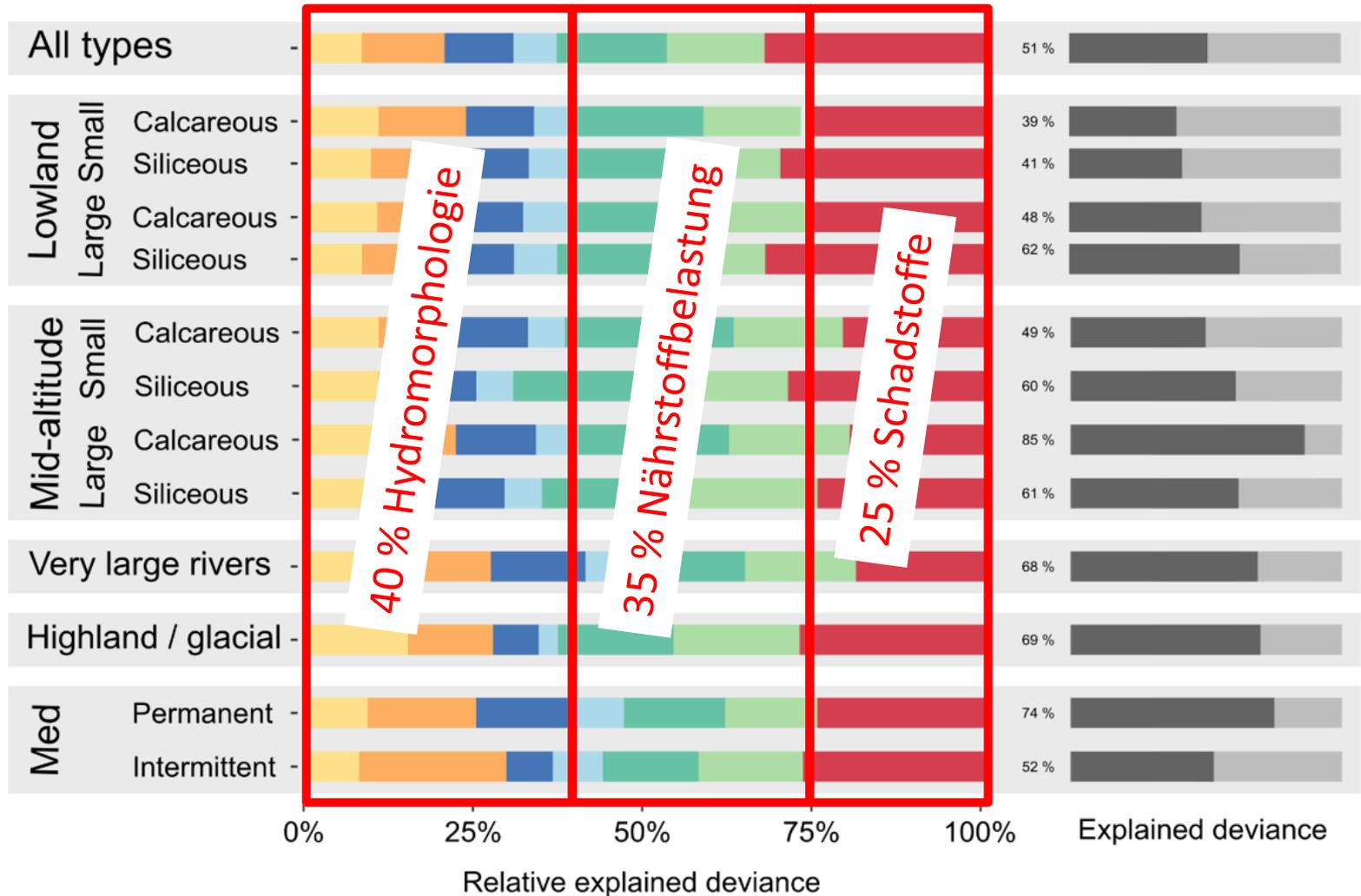
# Europaweite Auswertung



Landnutzung: urban
  Landnutzung: Landwirtschaft
  Mittl. Jahresabfluss

Basisabfluss
  Stickstoff
  Phosphor
  Toxische Stoffe

# Europaweite Auswertung



Landnutzung: urban    Landnutzung: Landwirtschaft    Mittl. Jahresabfluss

Basisabfluss    Stickstoff    Phosphor    Toxische Stoffe

# Schlussfolgerungen

- Gewässer in Deutschland und Europa sind – trotz verbesserter Wasserqualität – weit vom „guten Zustand“ entfernt.
- Ursache ist ein komplexer Mix aus Belastungen – vielfach auf der Ebene des Einzugsgebietes.
- Die Beseitigung eines Stressors ist ggf. wirkungslos, da andere Stressoren wirksam bleiben.

# Wirkung des Klimawandels auf Stressoren

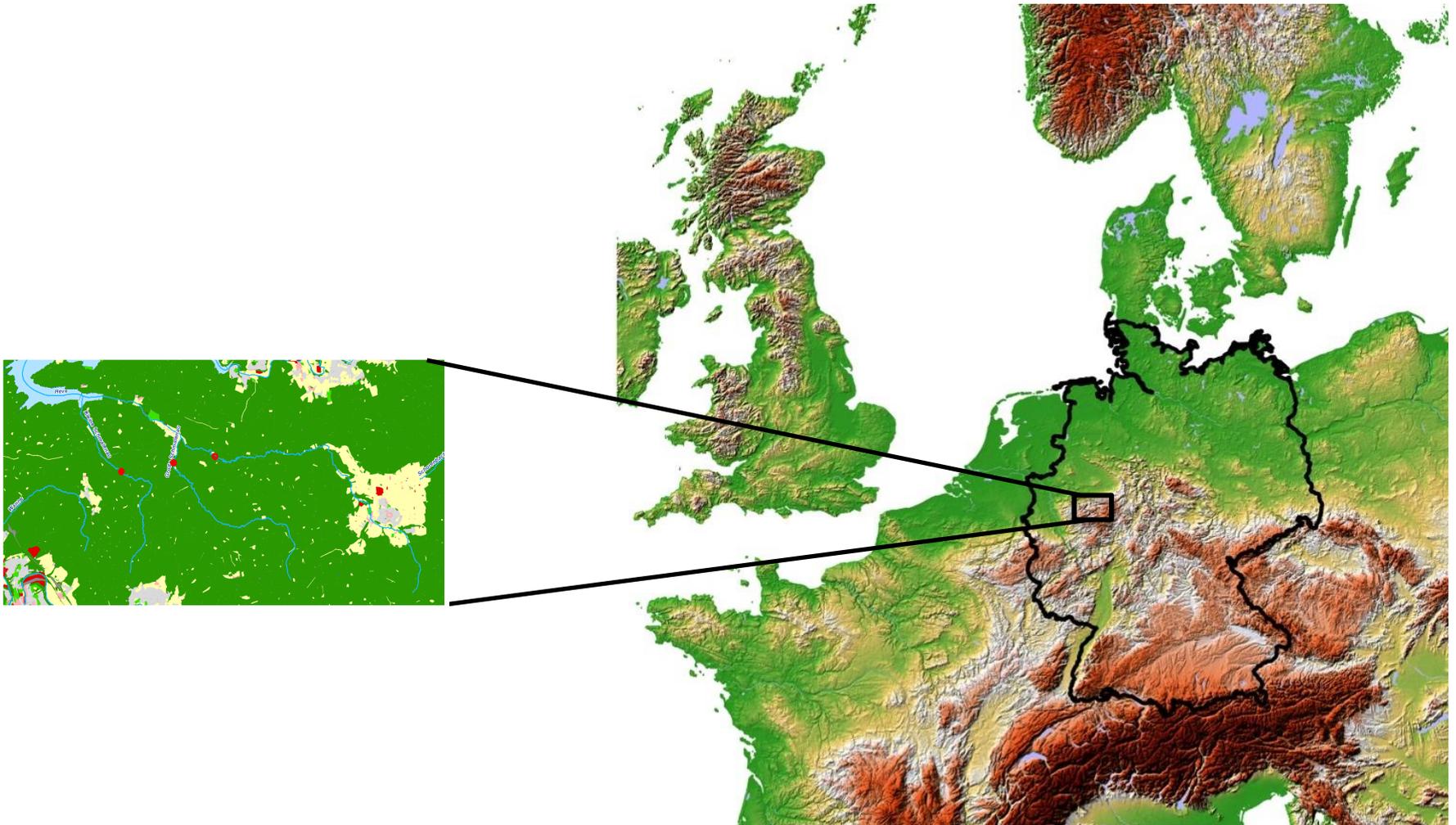


 Landnutzung: urban	keine direkte Wirkung auf Morphologie
 Landnutzung: Landwirtschaft	keine direkte Wirkung auf Morphologie
 Mittl. Jahresabfluss	verstärkt über Trockenheit
 Basisabfluss	verstärkt über Trockenheit
 Stickstoff	verstärkt über Sauerstoffmangel
 Phosphor	verstärkt über Sauerstoffmangel
 Toxische Stoffe	verstärkt über höhere Stoffwechselarten aquatischer Organismen bei hohen Temperaturen

# Inhalt

- Der Klimawandel als zusätzlicher Belastungsfaktor
- Fallstudie: Renaturierungserfolg und Klimawandel
- Fallstudie: Beschattung kleiner Bäche
- Schlussfolgerungen

# Drei Renaturierungen im Arnsberger Wald



# Drei Renaturierungen im Arnsberger Wald



- Renaturiert in 2010 (Heve, Kleine Schmalenau) und in 2012 (Große Schmalenau)
- Beprobung jeweils der renaturierten Strecke und einer Vergleichsstrecke
- Einzugsgebietsgrößen: 5, 18 und 47 km<sup>2</sup>

# Maßnahmentypen: Remäandrierung

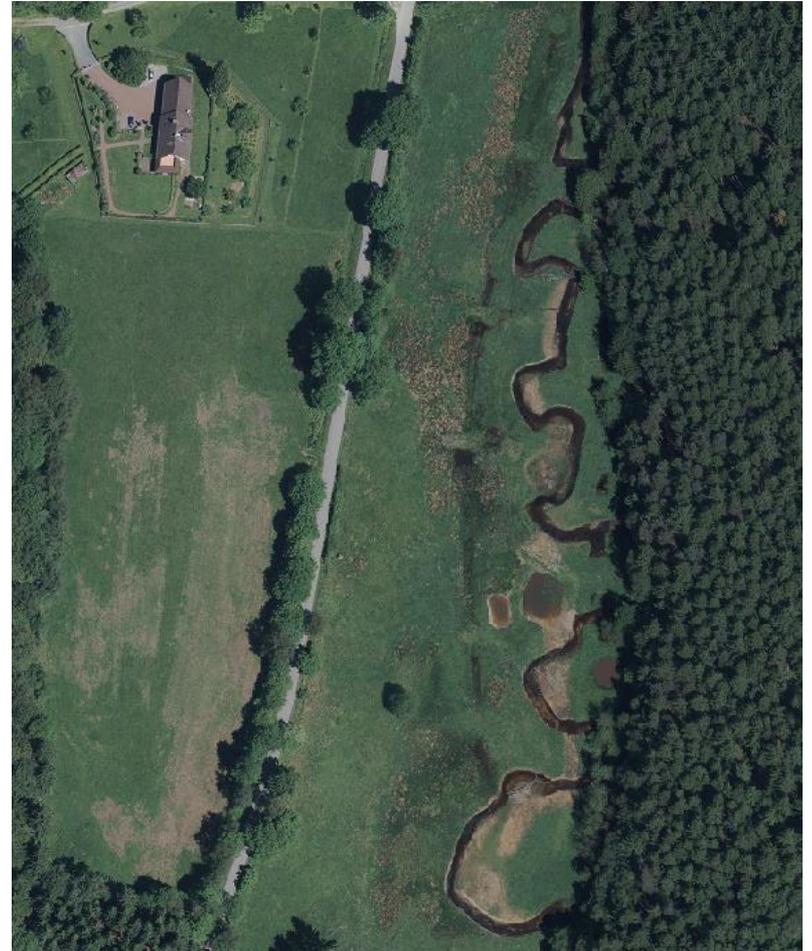


Maßnahmen: Remäandrierung, Altarmanschluss und Blockierung der begradigten Abschnitte mit Erdblöcken

# Maßnahmentypen: Remäandrierung



**2010**



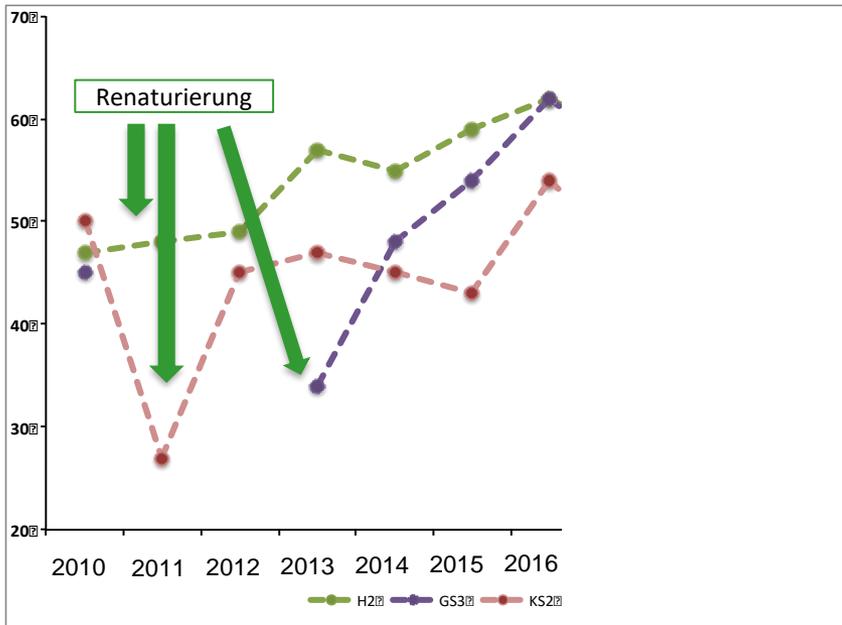
**2013**

# Maßnahmentypen: Beseitigung standortfremder Vegetation



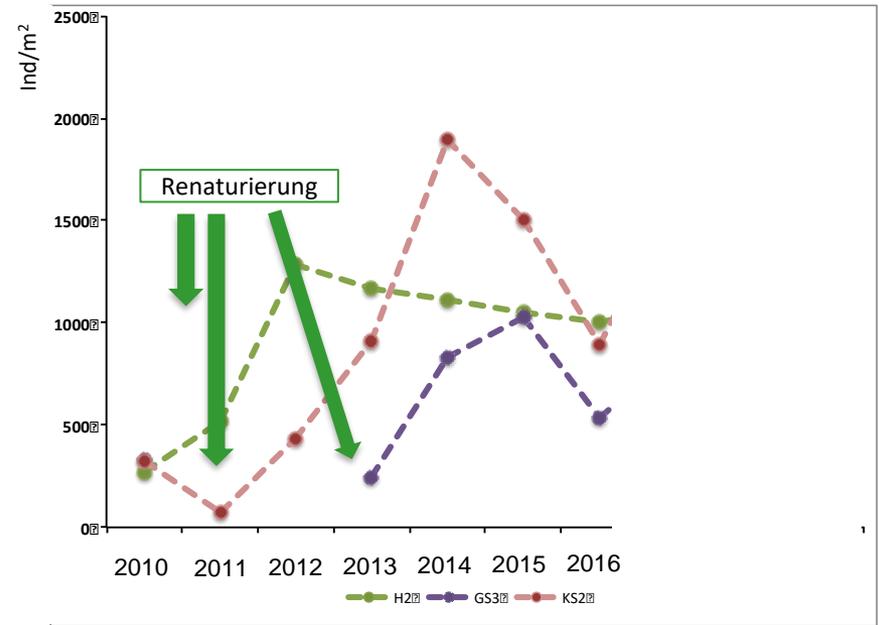
# Entwicklung des Makrozoobenthos

## Artenzahl



→ Zunächst Abnahme, dann kontinuierliche Zunahme

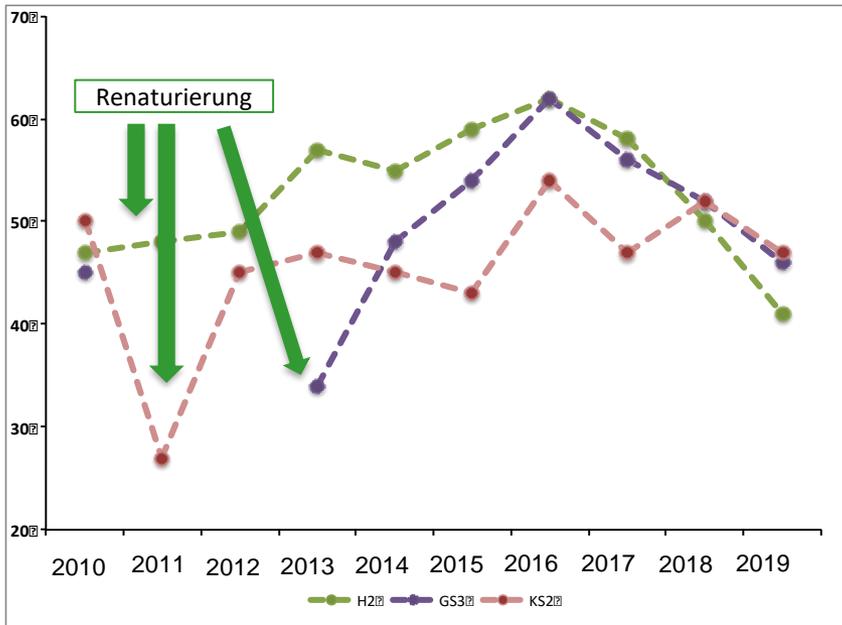
## Abundanz



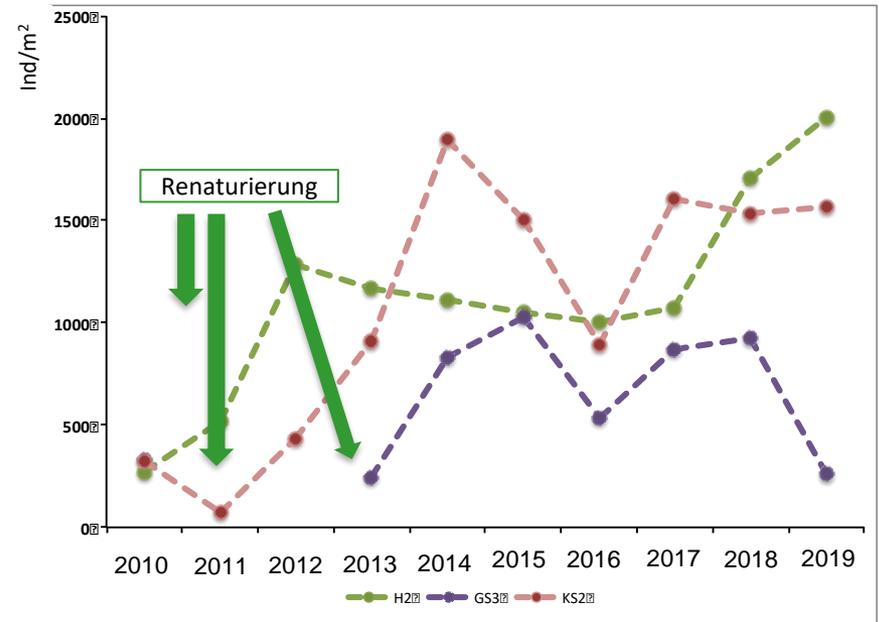
→ Zunächst Abnahme, dann deutliche Zunahme

# Entwicklung des Makrozoobenthos

## Artenzahl

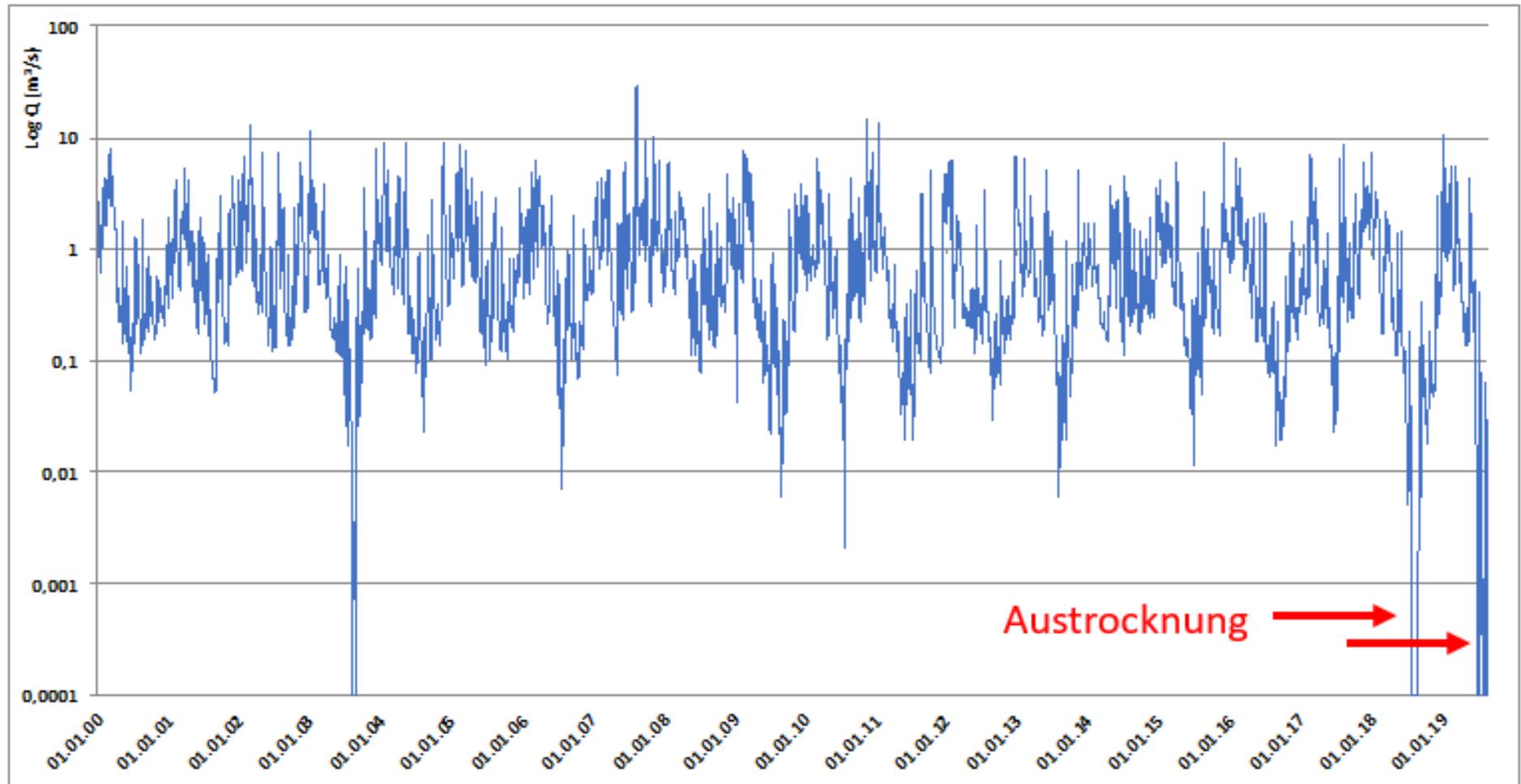


## Abundanz



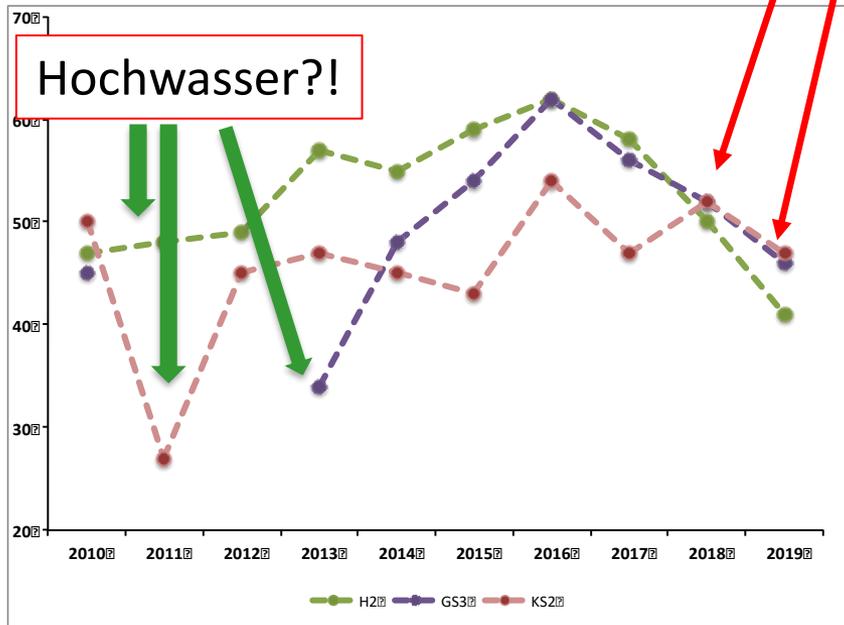
Aber was passiert danach?

# Abflussganglinie 2010 bis 2019

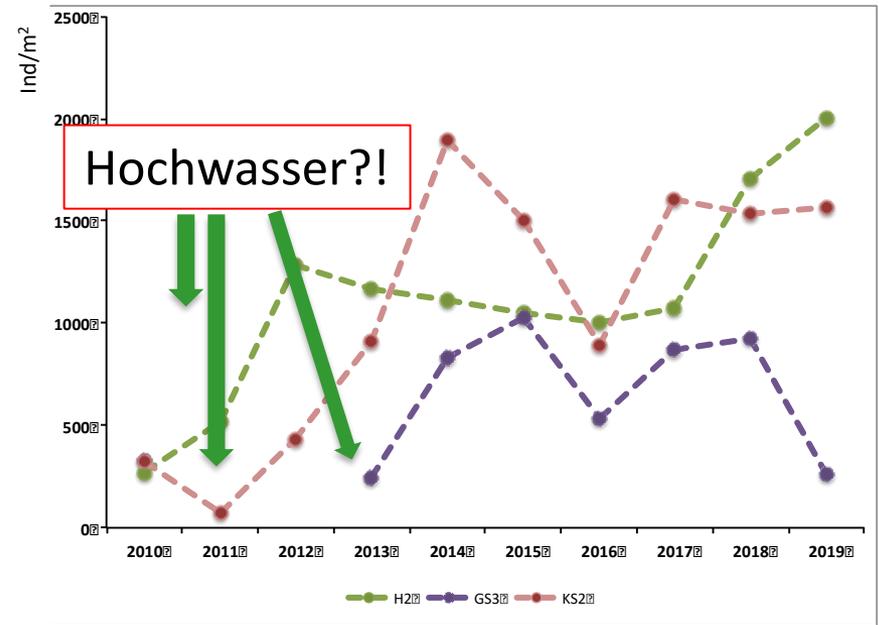


# Wirkungen des Abflusses?

## Artenzahl

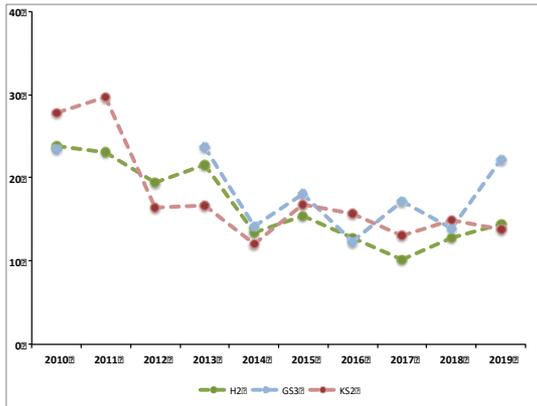


## Abundanz

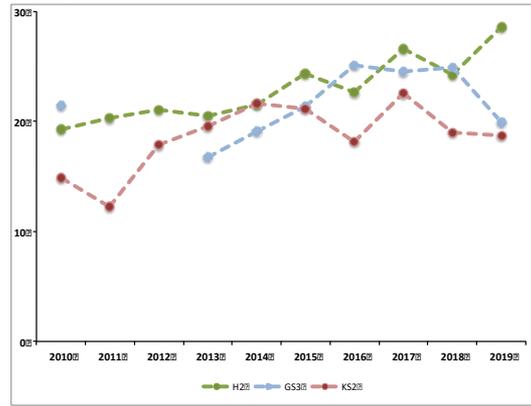


# Gemeinschaften in allen Abschnitten verändern in Richtung der Fauna "wärmerer" Gewässer

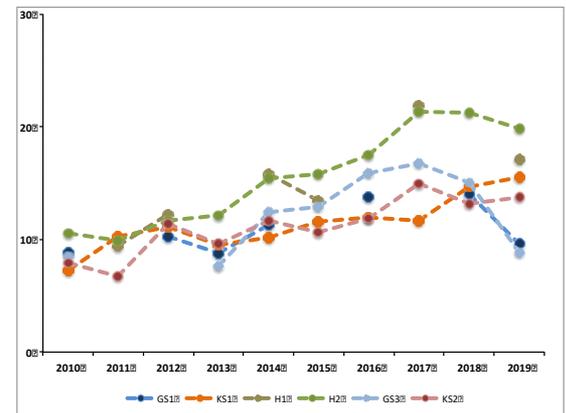
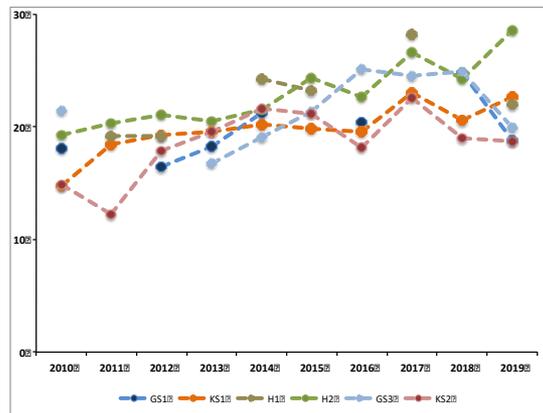
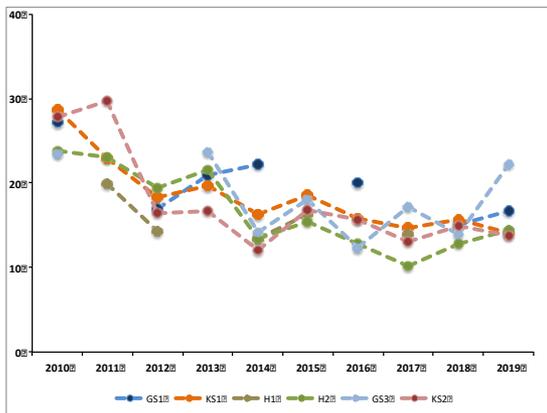
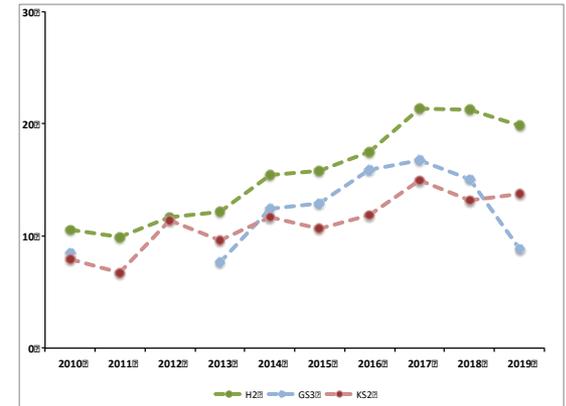
## Epirhithral Präferenz



## Hyporhithral Präferenz



## Epipotamal Präferenz



# Maßnahmentypen: Beseitigung standortfremder Vegetation



# Schlussfolgerungen

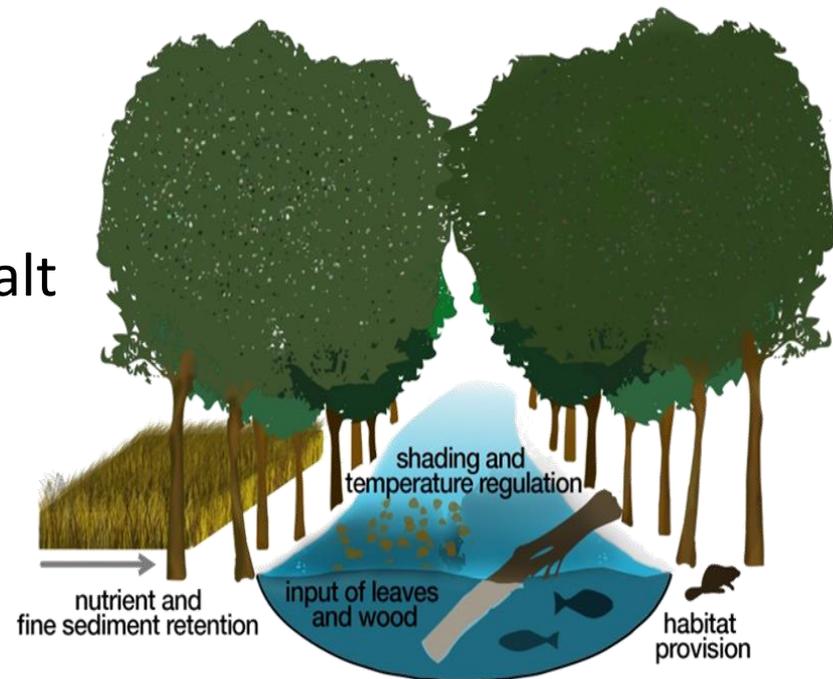
- Effekte der Renaturierung werden überlagert durch Effekte des Klimawandels.
- Trockenfallen, vor allem aber Erwärmung, verändern das Makrozoobenthos in Richtung der Gemeinschaften größerer Gewässer.
- Die schrittweise Entfernung der Fichten in den Aue verstärkt diesen Effekt, erklärt ihn aber nicht alleine.
- Durch das Aufkommen neuer Ufervegetation wird der Effekt in den Folgejahren vermutlich abgeschwächt.

# Inhalt

- Der Klimawandel als zusätzlicher Belastungsfaktor
- Fallstudie: Renaturierungserfolg und Klimawandel
- Fallstudie: Beschattung kleiner Bäche
- Schlussfolgerungen

# Funktionen von Ufergehölzen

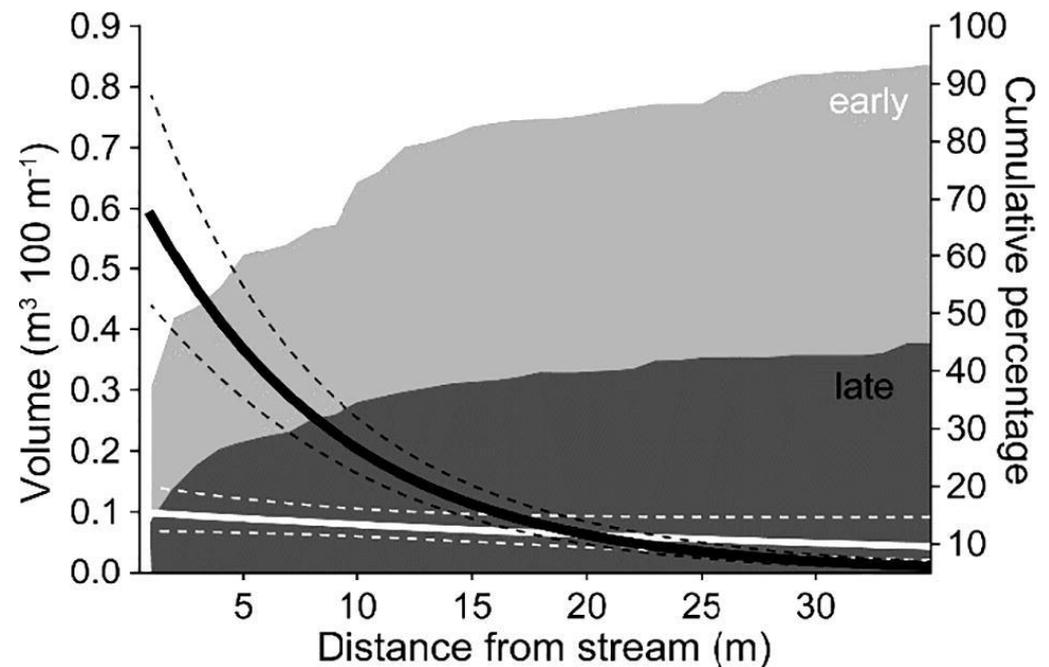
- Lebensräume (terrestrische UND aquatische)
- Wanderkorridor
- Eintrag organischen Materials (Falllaub, Totholz) ins Gewässer
- Beschattung / Wassertemperatur
- Hochwasser-Regulierung
- Nährstoff- und Feinsubstratrückhalt



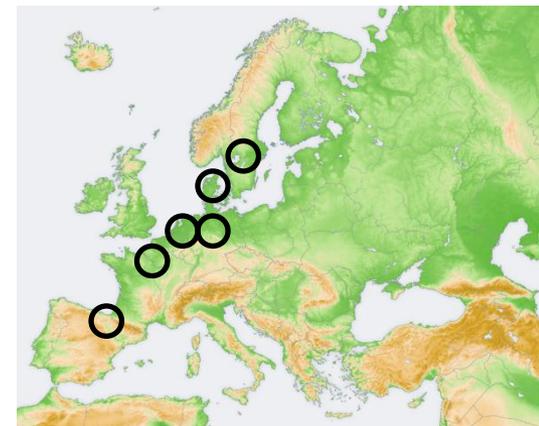
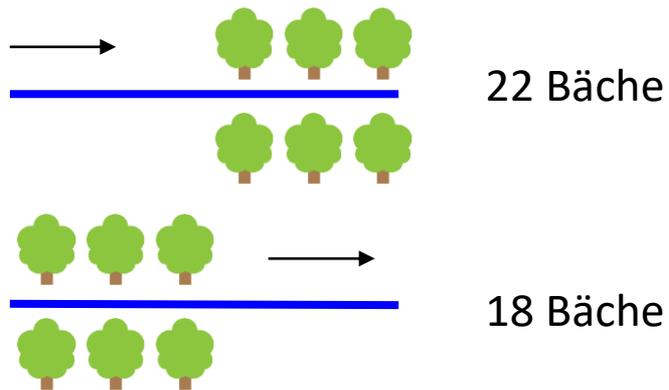
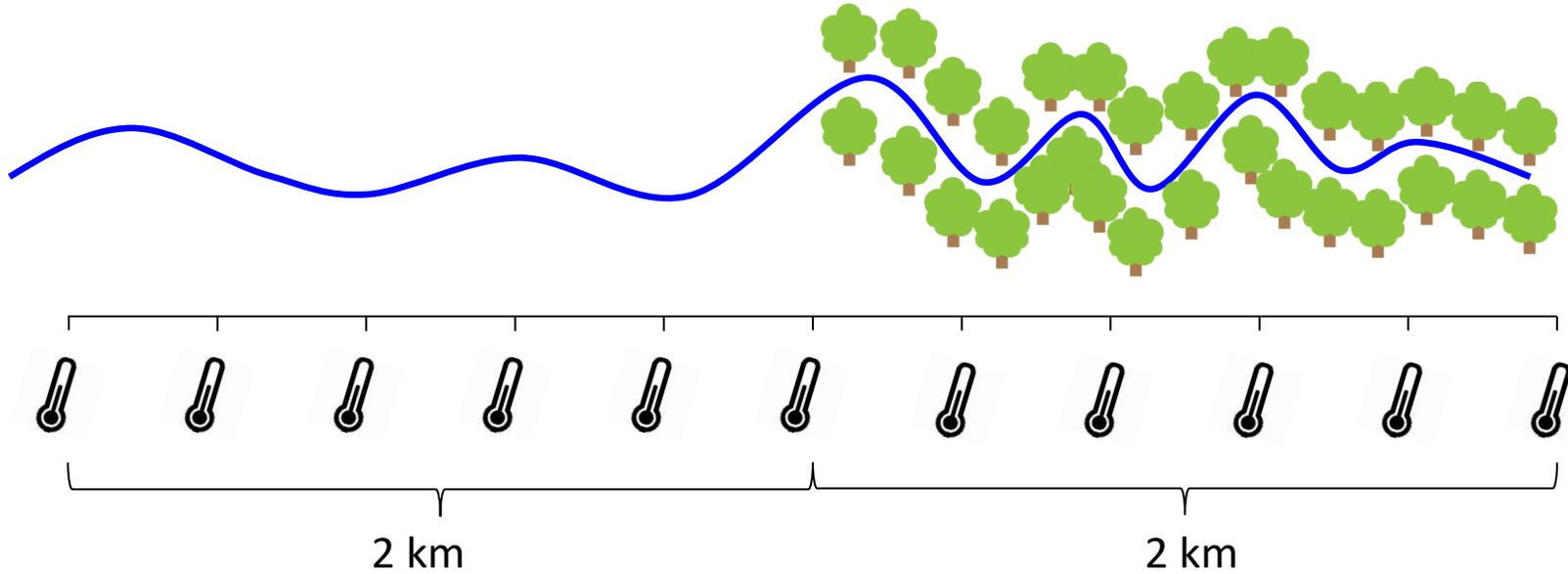
# Mindestbreite von Ufergehölzstreifen

Untersuchungen zum Eintrag von Falllaub und Totholz in nicht bewirtschaftetem Uferstreifen kleiner Gewässer

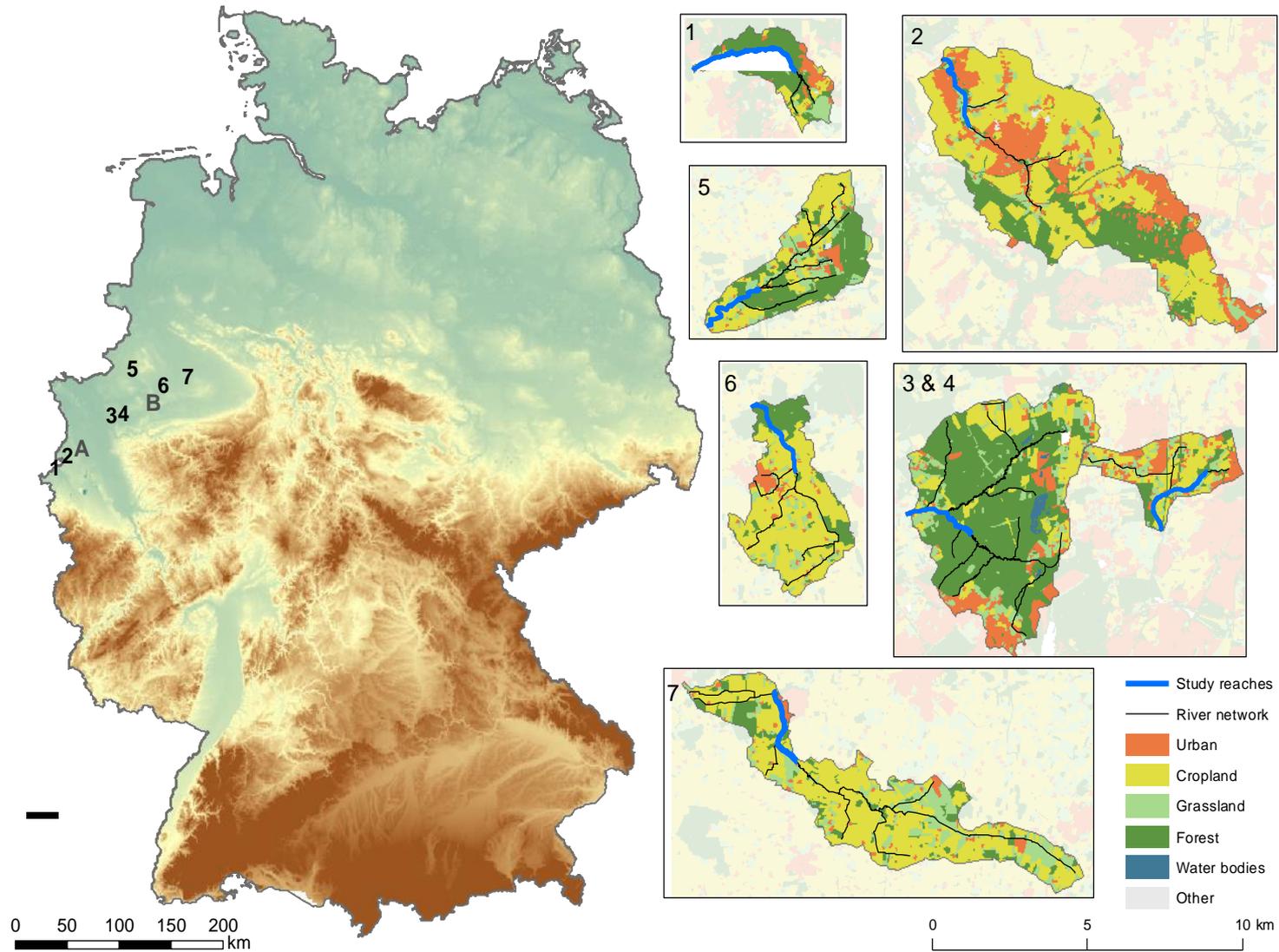
- 10m => ca. 50% eines natürlichen Waldbestandes
- 15m => ca. 80%



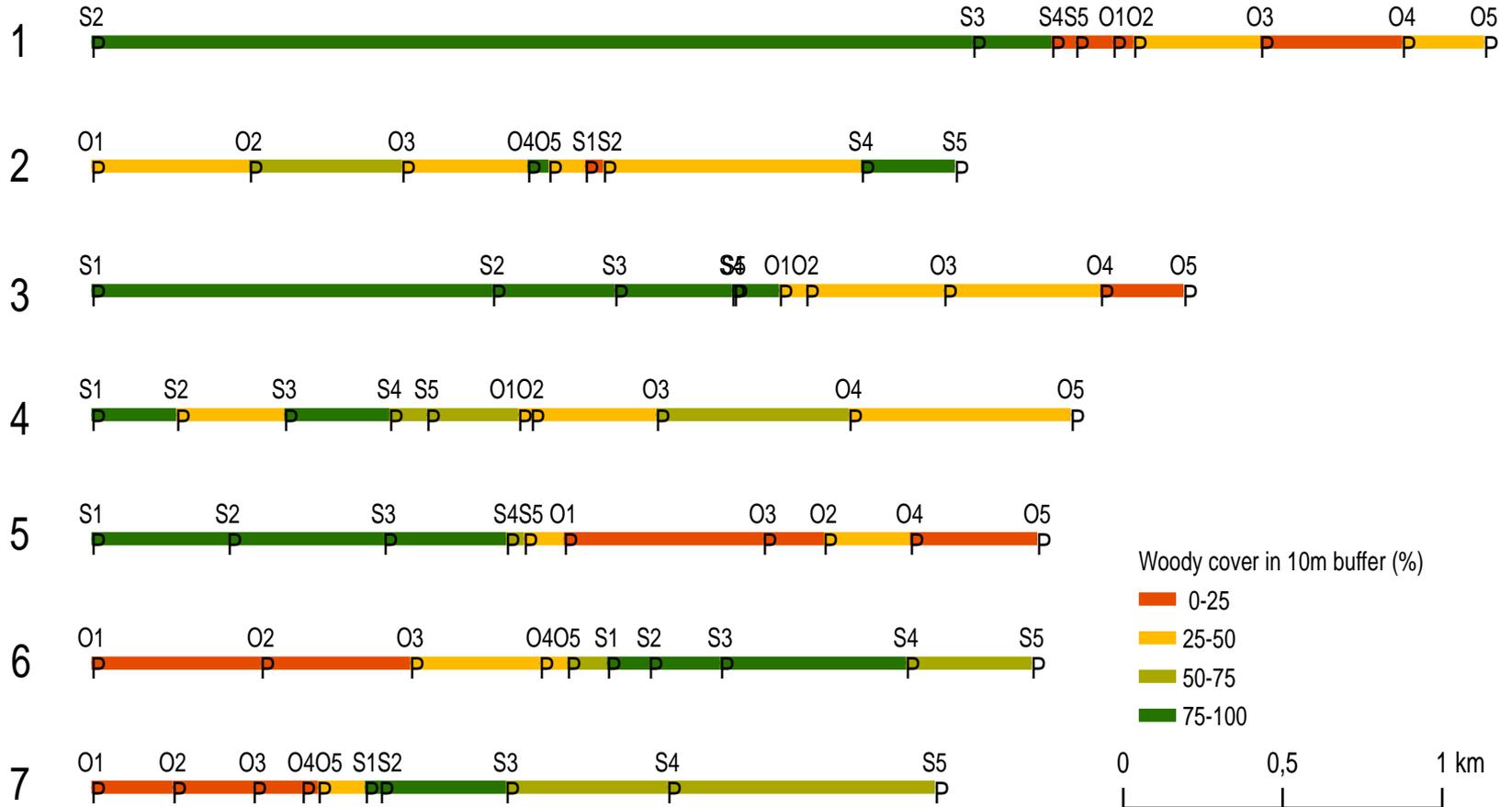
# Wassertemperatur und Ufervegetation



# Lage der Untersuchungsgewässer



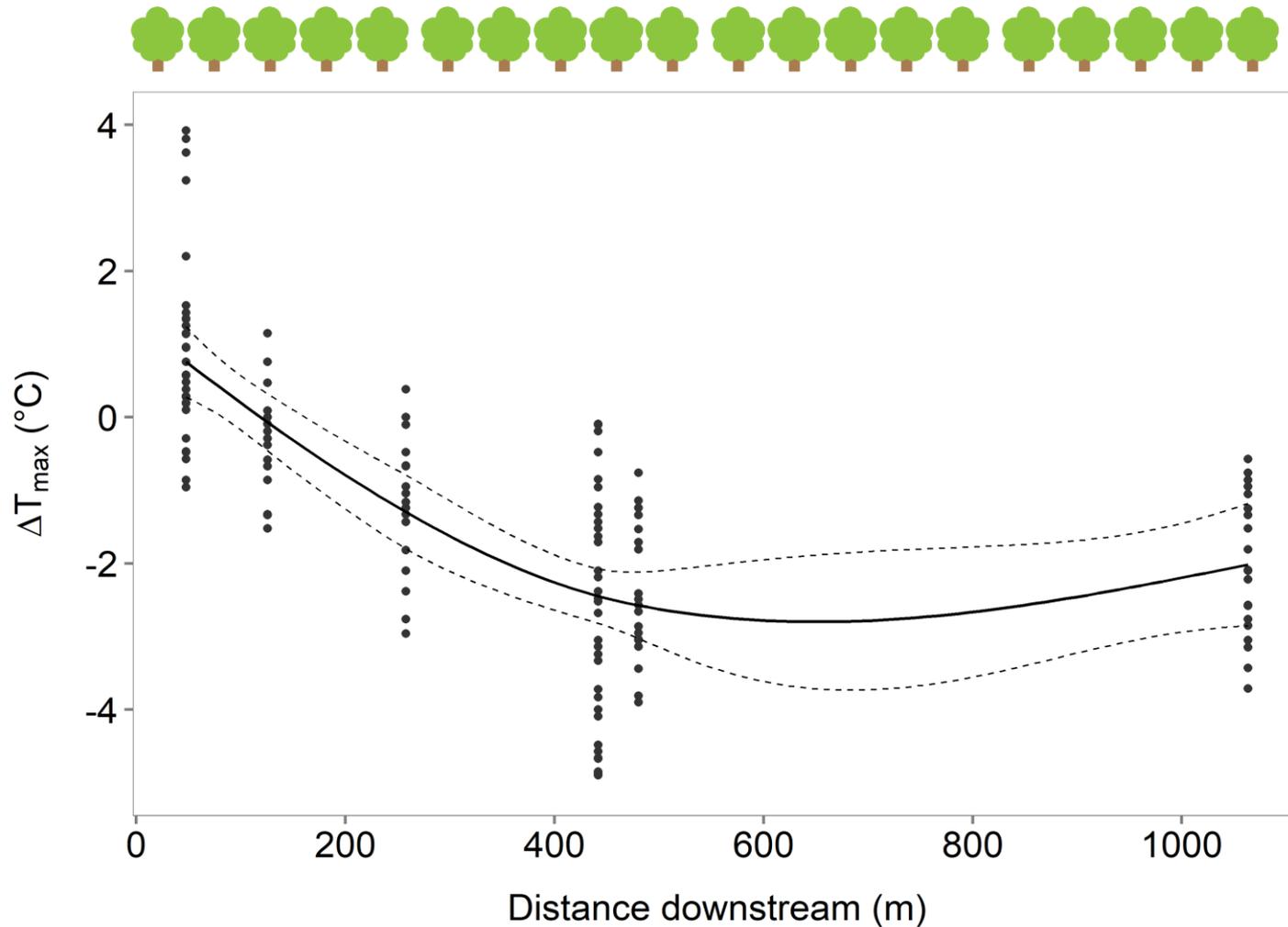
# Ufervegetation der Untersuchungsgewässer



# Methodik

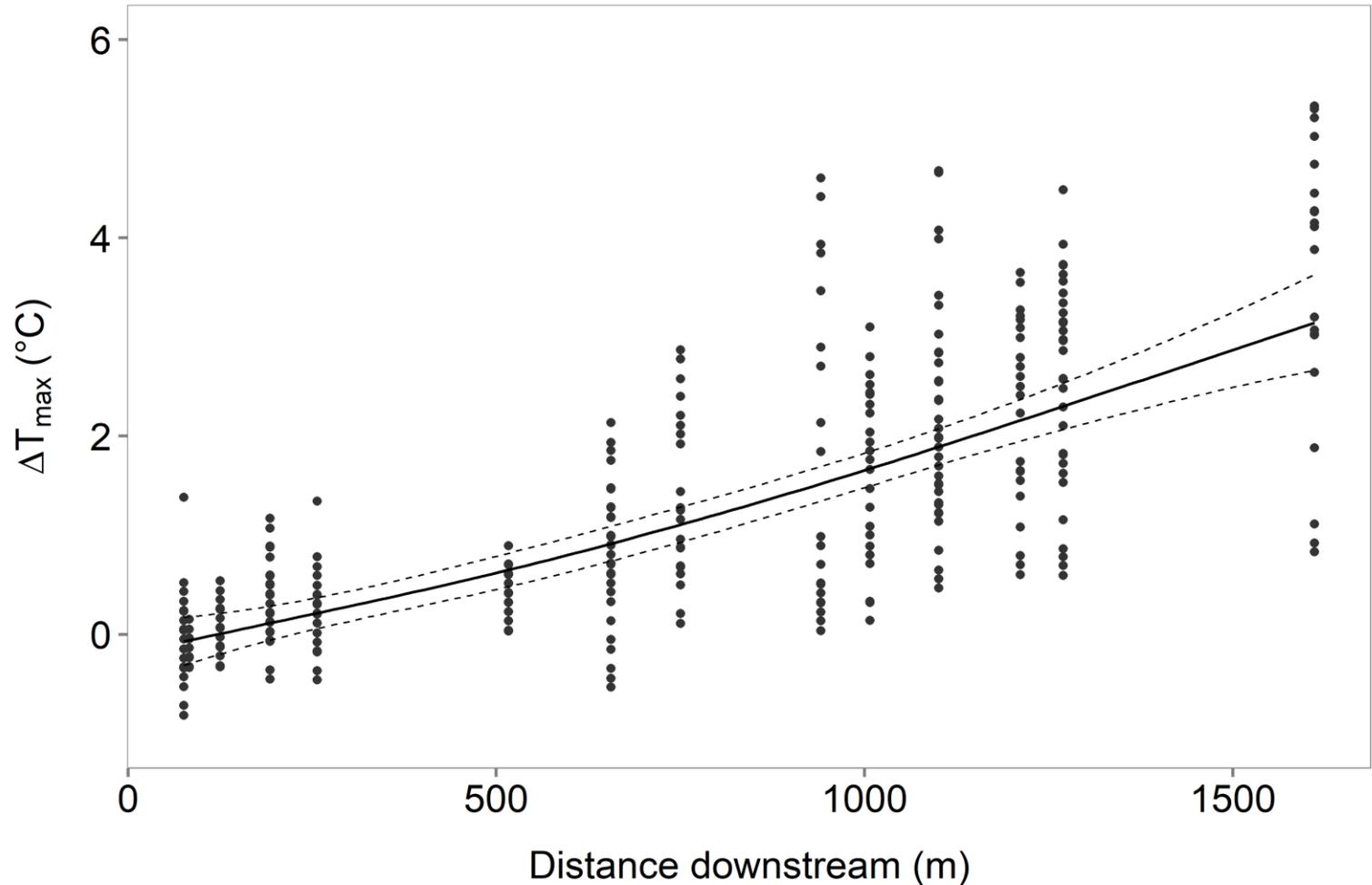
- Identifizierung von Punkten am Gewässer, an denen die Dichte der Ufervegetation um mindestens 60% abnimmt oder zunimmt
- Beschränkung der Analysen auf den Zeitraum der vollen Belaubung (Mai bis August)
- Identifizierung von Zeiträumen ohne Niederschlag (der für zusätzliche Kühlung sorgt)
- Für jeden dieser Zeiträume und jedes Gewässer mit deutlicher Zu-/Abnahme: Berechnung der „Adaptations-Länge“ (Strecke, die benötigt wird, damit sich eine konstante Wassertemperatur einstellt.)

# Von „offen“ nach „beschattet“



Thermisches Gleichgewicht nach ca. 400 Metern erreicht (~45 min Fließzeit)

# Von „beschattet“ nach „offen“



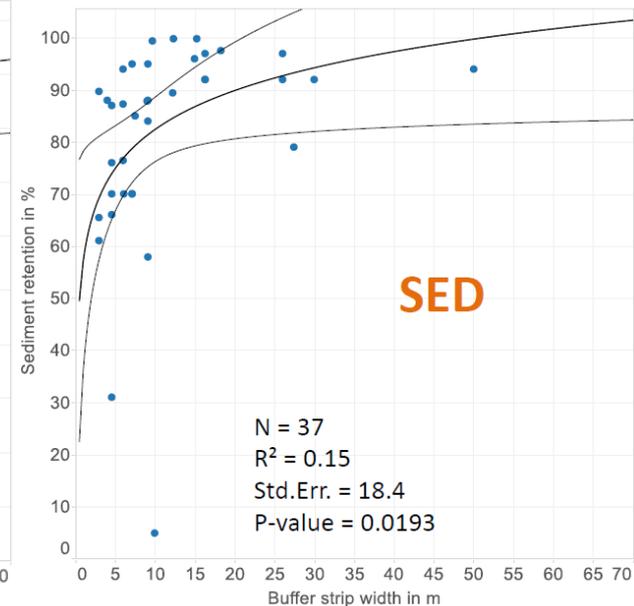
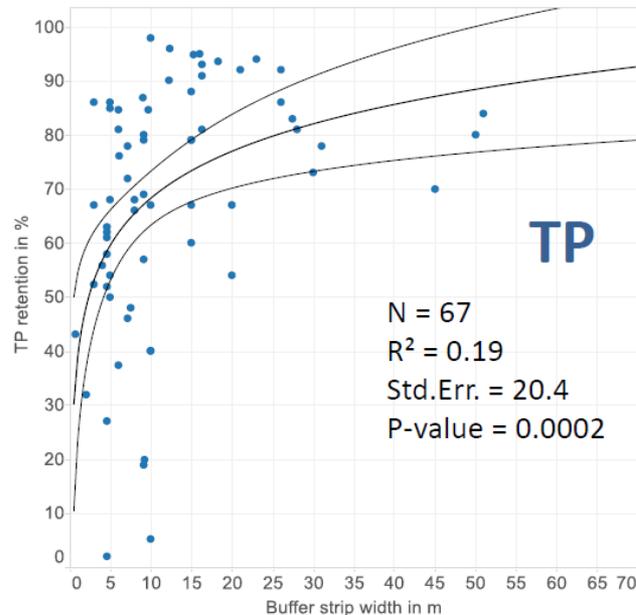
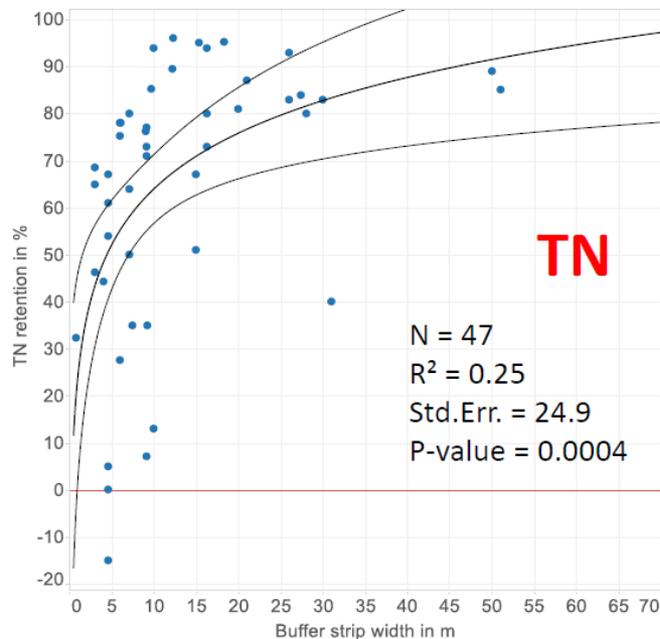
Thermisches Gleichgewicht nach 1600 Metern noch nicht erreicht (~2,8 h Fließzeit).

# Interpretation

- 400 m beschattete Strecke reichen aus, um ein neues thermisches Gleichgewicht zu erzielen (~ Temperatur eines Waldbaches).
- Lange unbeschattete Strecken führen zu einem kontinuierlichen Temperaturanstieg, der nach 1,6 km noch nicht abgeschlossen ist.

# Weitere Wirkungen von Uferstreifen: Nährstoff- und Feinsedimentrückhalt

- Umfangreiche Literaturstudie des IGB-Berlin
- Rückhalt nimmt mit Breite des Randstreifens zu
- Hohe Variabilität, besonders bei geringen Breiten
- Ufergehölzstreifen 10 m => 70% Rückhalt, aber sehr große Variabilität



# Wirkung unterschiedlicher Ufergehölzbreiten (im Vergleich zum geschlossenen Waldbestand)

Funktion	5 m Breite	10 m Breite	30 m Breite
Eintrag Laub und Totholz	?	~50%	~100%
Wassertemperatur	?	~80%	~100%
Nährstoff- / Feinsedimentrückhalt	-20 % bis ~50%	~70%	~80-90%

# Inhalt

- Der Klimawandel als zusätzlicher Belastungsfaktor
- Fallstudie: Renaturierungserfolg und Klimawandel
- Fallstudie: Beschattung kleiner Bäche
- Schlussfolgerungen

# Wirkung von Klimawandel und Gehölzen auf Stressoren



Landnutzung: urban	keine direkte Wirkung auf Morphologie	abgeschwächt, über Schaffung von Habitaten
Landnutzung: Landwirtschaft	keine direkte Wirkung auf Morphologie	abgeschwächt, über Schaffung von Habitaten
Mittl. Jahresabfluss	verstärkt über Trockenheit	abgeschwächt, niedrigere Temperaturen
Basisabfluss	verstärkt über Trockenheit	abgeschwächt, über niedrigere Temperaturen
Stickstoff	verstärkt über Sauerstoffmangel	abgeschwächt, über niedrigere Temperaturen und Rückhalt im Uferstreifen
Phosphor	verstärkt über Sauerstoffmangel	abgeschwächt, über niedrigere Temperaturen und Rückhalt im Uferstreifen
Toxische Stoffe	verstärkt über höhere Stoffwechselarten aquatischer Organismen bei hohen Temperaturen	abgeschwächt, über niedrigere Temperaturen

# Schlussfolgerungen

- Höhere Wassertemperaturen und häufigere Austrocknung verändern die Lebensgemeinschaften der meisten Gewässer in Deutschland (vor allem der kleinen Gewässer).
- Erhebliche Auswirkungen auf den ökologischen Zustand und auf den Erfolg von Renaturierungsmaßnahmen
- Wirkung der meisten Stressoren wird durch den Klimawandel verstärkt.

# Schlussfolgerungen

- Wiederbesiedlungsquellen kommt erhöhte Bedeutung zu.
- Beschattung ist eine Schlüsselmaßnahme.
- Aber: auch unbeschattete Gewässerrandstreifen haben eine positive Wirkung (Pestizide, Nährstoffe, Sedimenteintrag).
- Rechtslage komplex, aber nicht hoffnungslos:
  - Landeswasserrecht
  - Düngeverordnung
  - Insektenschutzgesetz