

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.

Einführung

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-

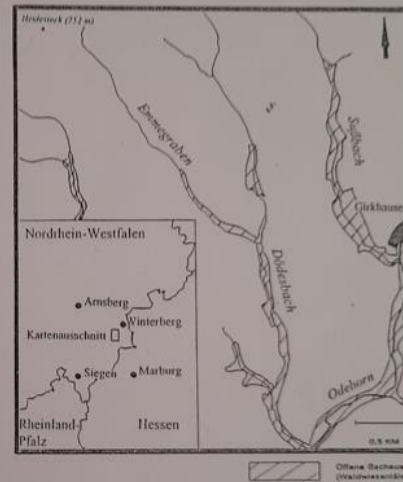


Abb. 1. Lage des UntersuchungsGewässers.

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 Bachauflaute 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

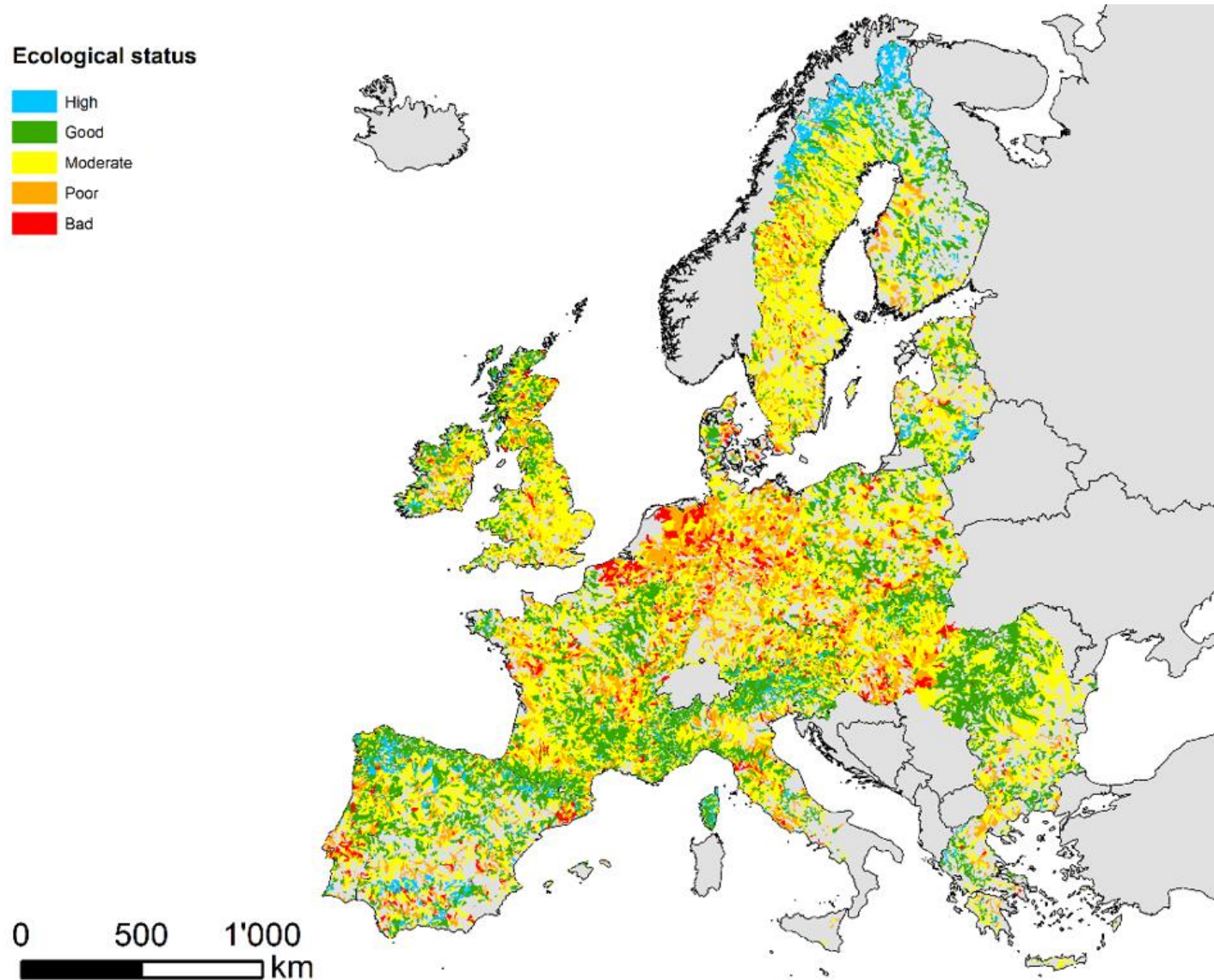
- Der Klimawandel als zusätzlicher Belastungsfaktor
- Fallstudie: Renaturierungserfolg und Klimawandel
- Fallstudie: Beschattung kleiner Bäche
- Schlussfolgerungen

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

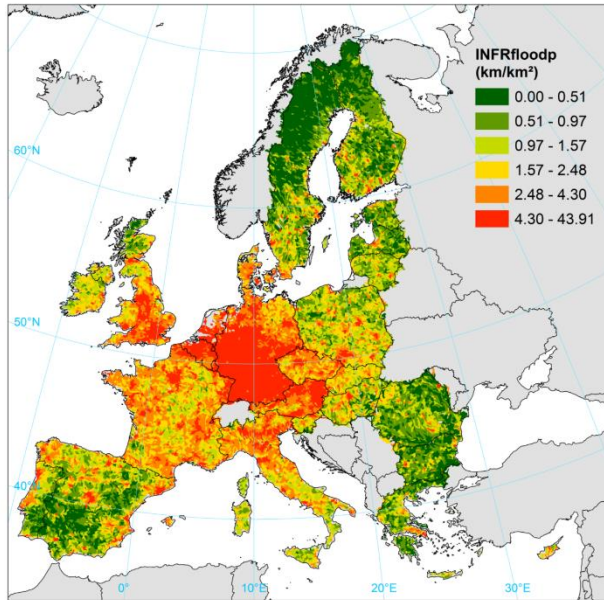


Schadstoffe



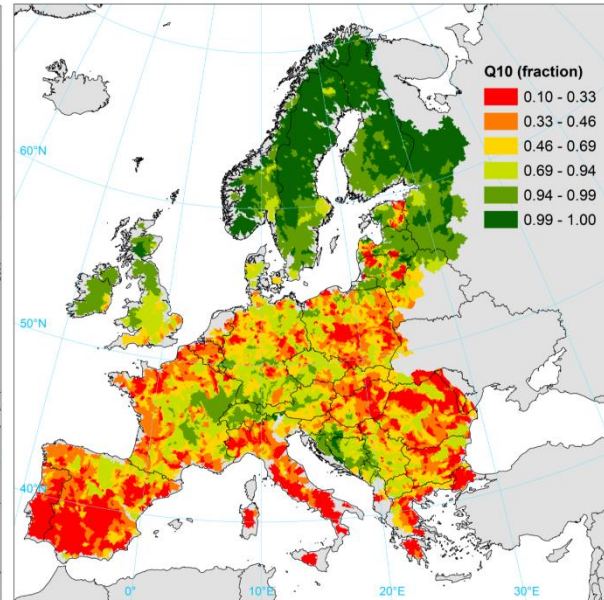
Wichtige „Stressoren“

Morphologie



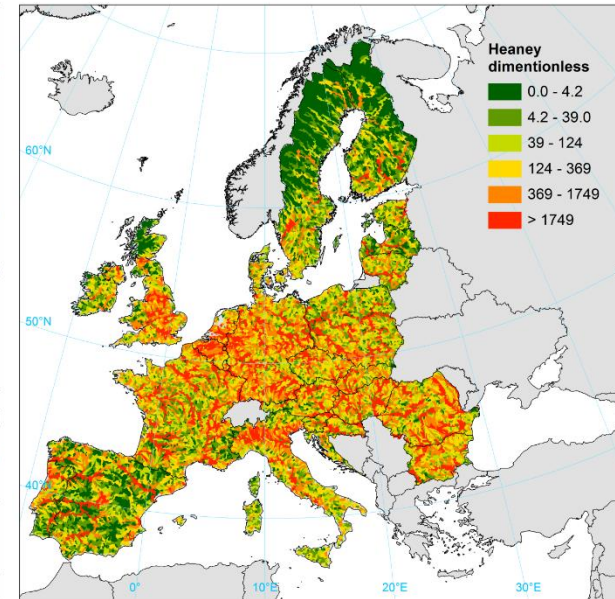
INERfloodp (km/km²) =
Density of infrastructure
(roads and railways)
in the floodplains (km/km²)

Hydrologie



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

Schadstoffe

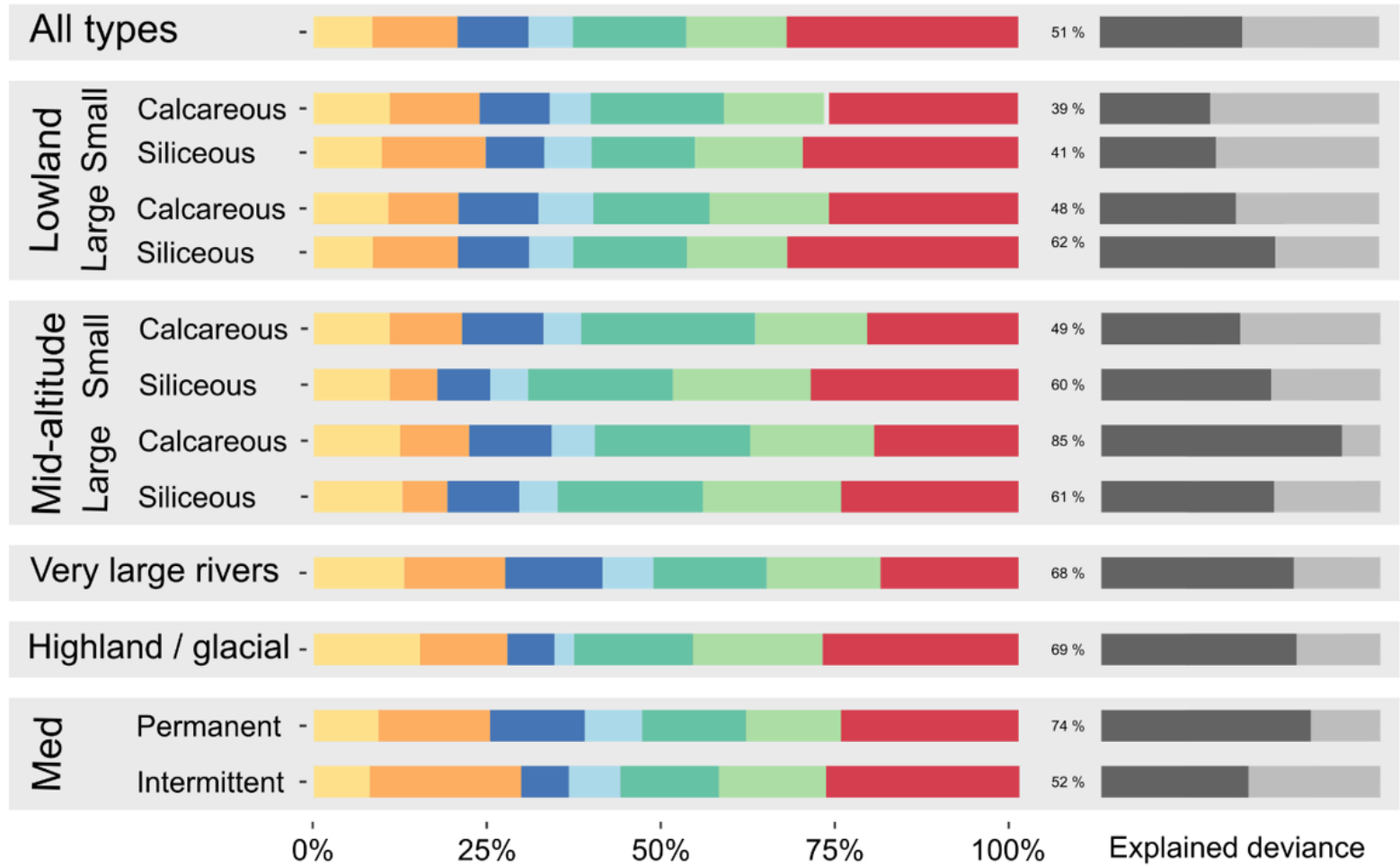


Heaney dimensionless =
Relative intensity of the potential
pollution load from urban runoff
(dimensionless), estimated by the
Heaney model

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)

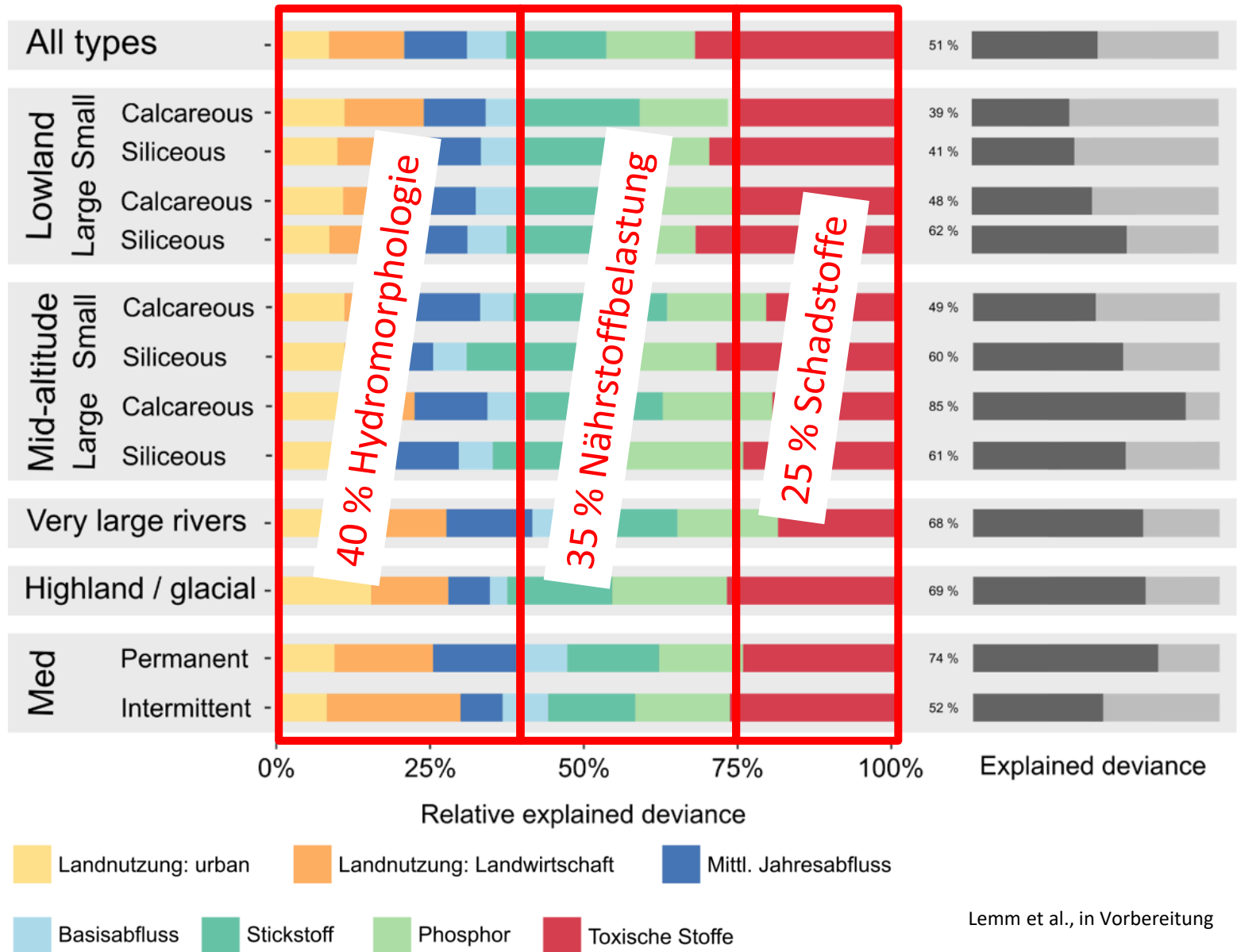
Europaweite Auswertung



Landnutzung: urban
 Landnutzung: Landwirtschaft
 Mittl. Jahresabfluss

Basisabfluss
 Stickstoff
 Phosphor
 Toxische Stoffe

Europaweite Auswertung



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

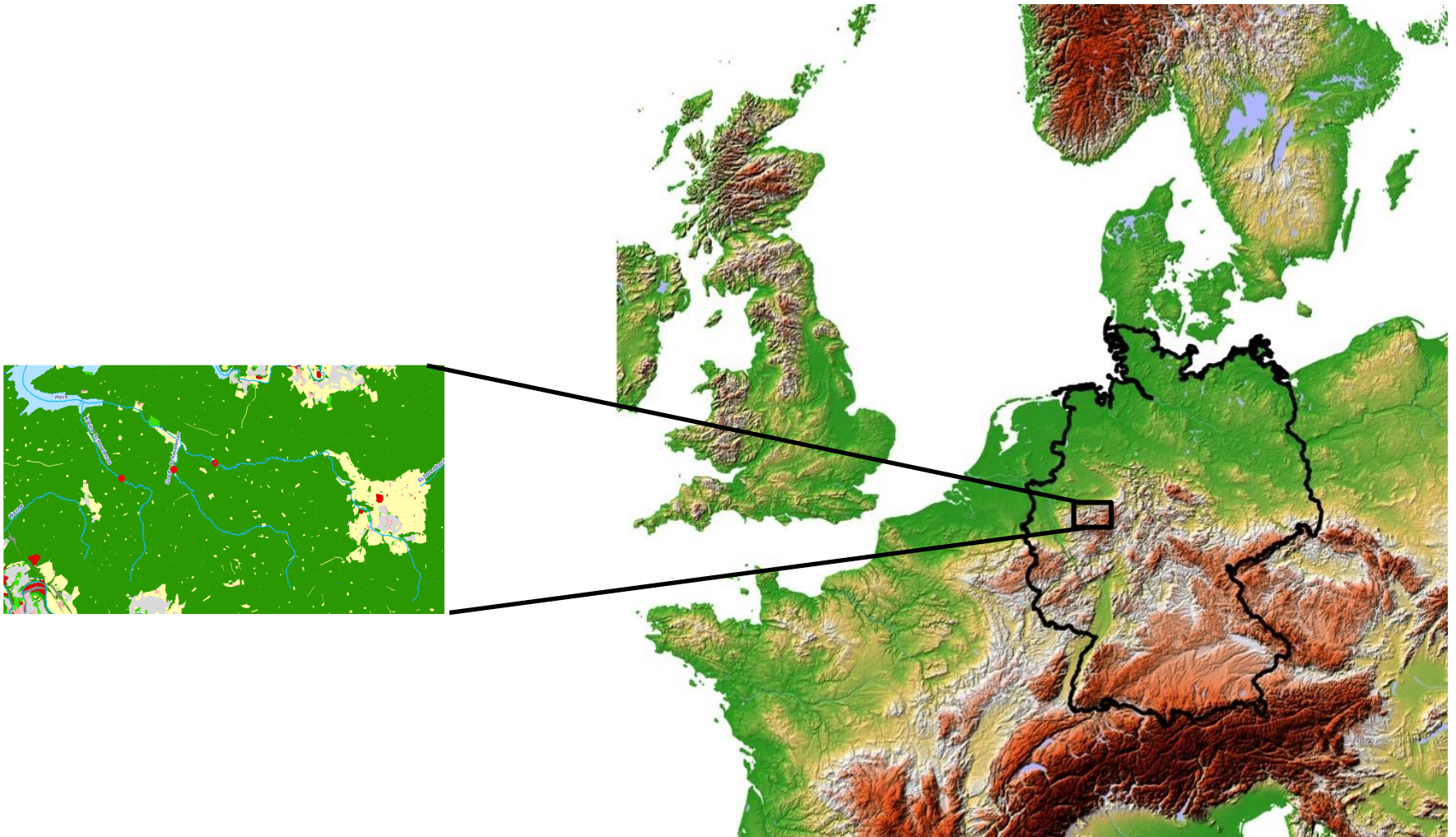


| | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Landnutzung: urban | keine direkte Wirkung auf Morphologie |
| Landnutzung: Landwirtschaft | keine direkte Wirkung auf Morphologie |
| Mittl. Jahresabfluss | verstärkt über Trockenheit |
| Basisabfluss | verstärkt über Trockenheit |
| Stickstoff | verstärkt über Sauerstoffmangel |
| Phosphor | verstärkt über Sauerstoffmangel |
| Toxische Stoffe | verstärkt über höhere Stoffwechselraten 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 km²

Maßnahmentypen: Remäandrierung



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

Maßnahmentypen: Remäandrierung



2010



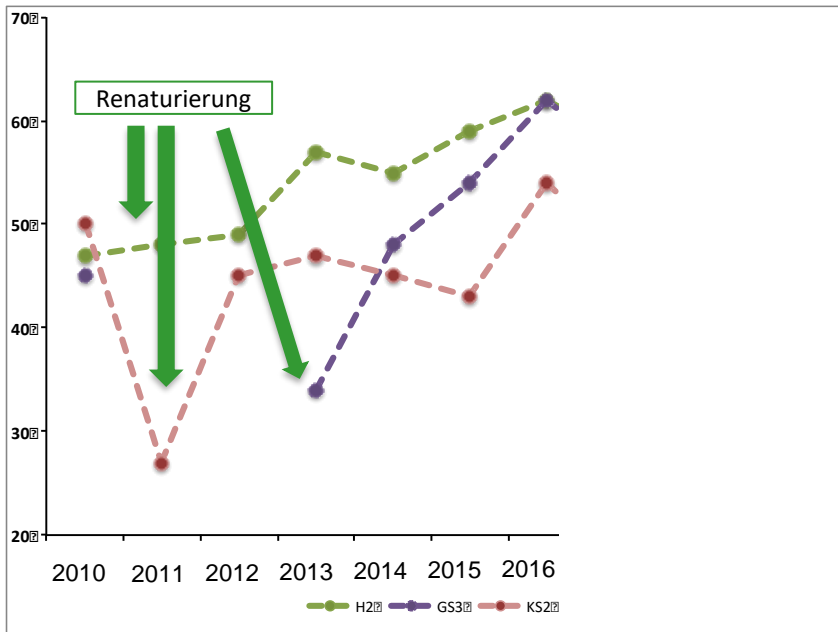
2013

Maßnahmentypen: Beseitigung standortfremder Vegetation



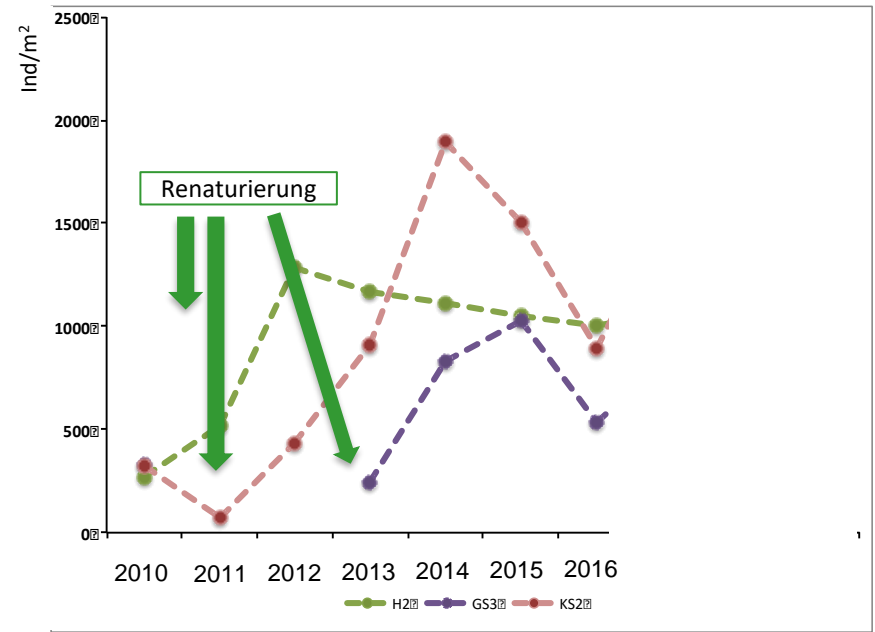
Entwicklung des Makrozoobenthos

Artenzahl



→ Zunächst Abnahme, dann kontinuierliche Zunahme

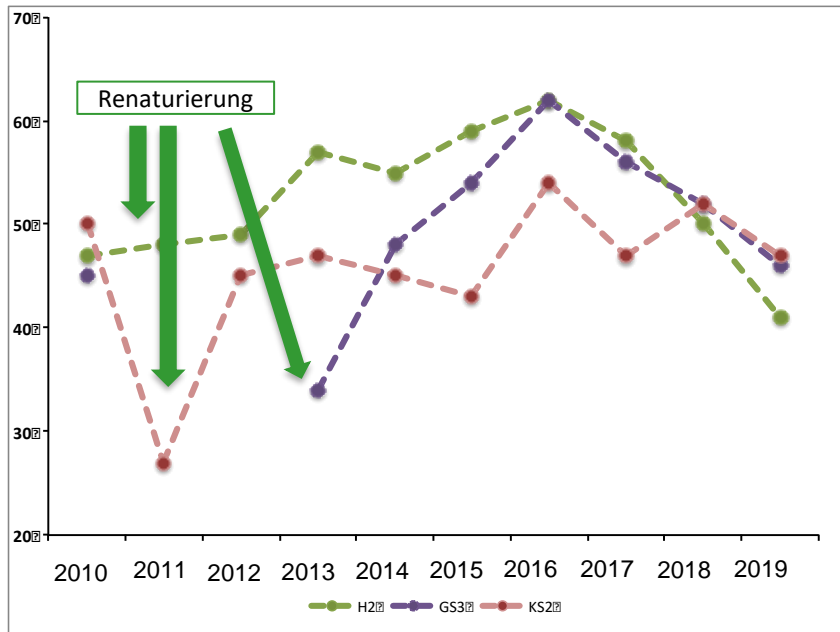
Abundanz



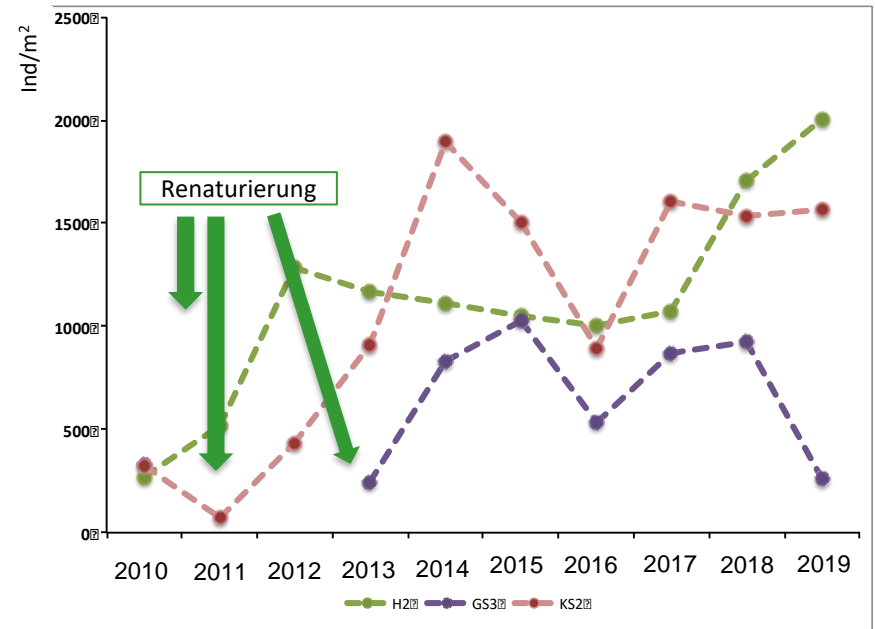
→ Zunächst Abnahme, dann deutliche Zunahme

Entwicklung des Makrozoobenthos

Artenzahl

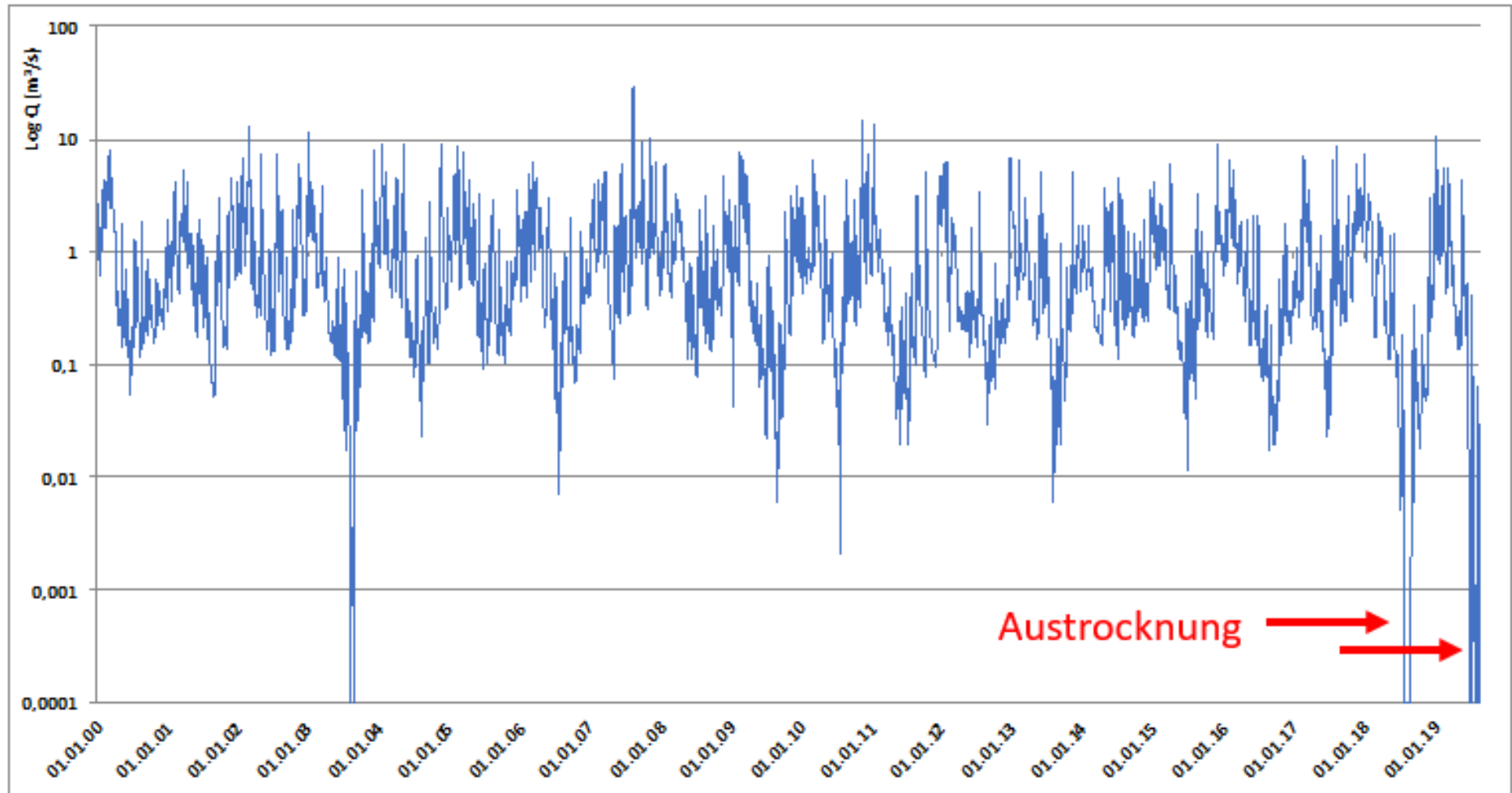


Abundanz



Aber was passiert danach?

Abflussganglinie 2010 bis 2019

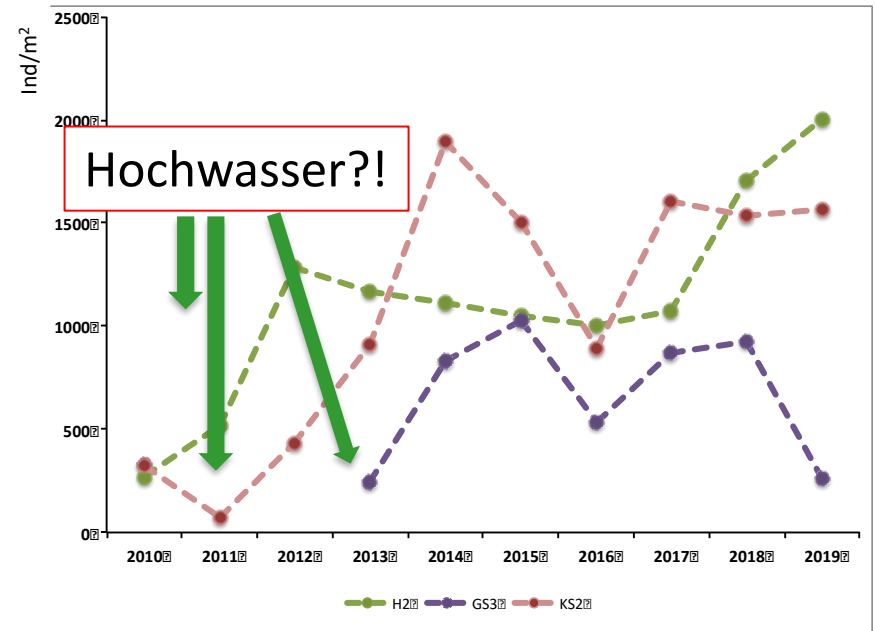
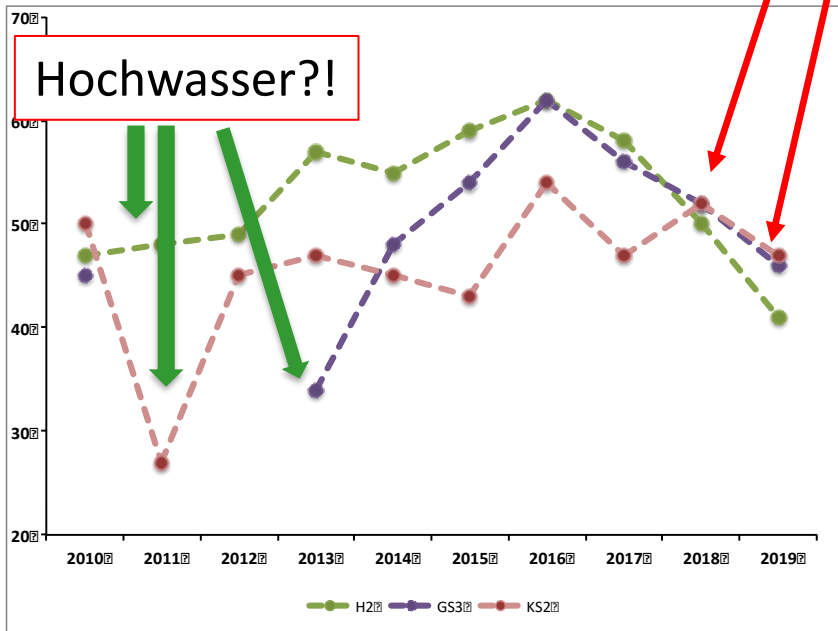


Wirkungen des Abflusses?

Artenzahl

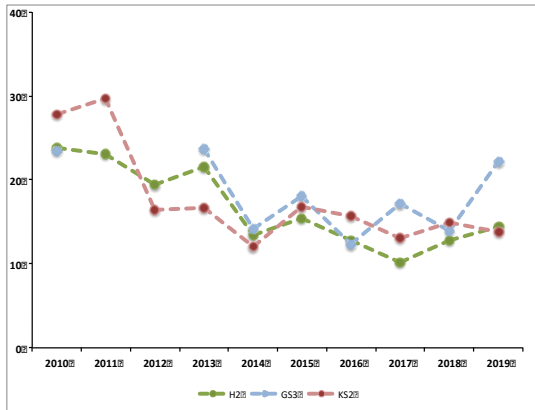
Abundanz

Austrocknung?

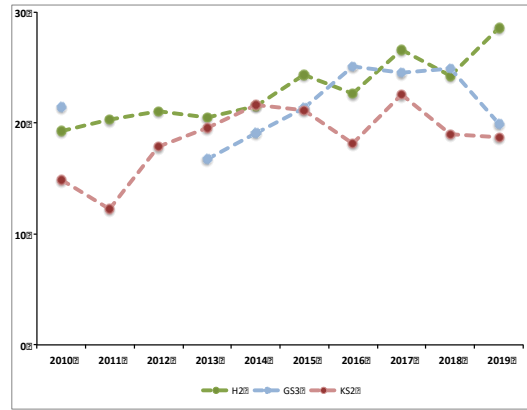


Gemeinschaften in allen Abschnitten verändern in Richtung der Fauna "wärmerer" Gewässer

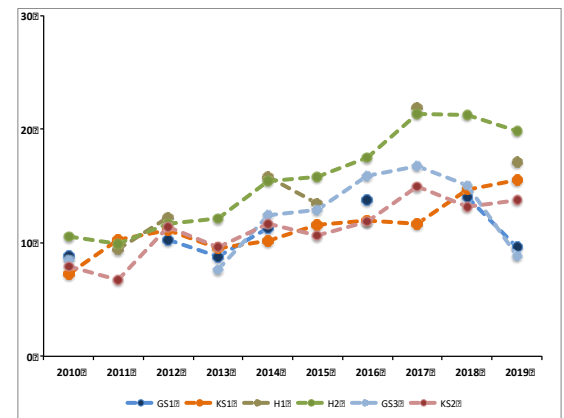
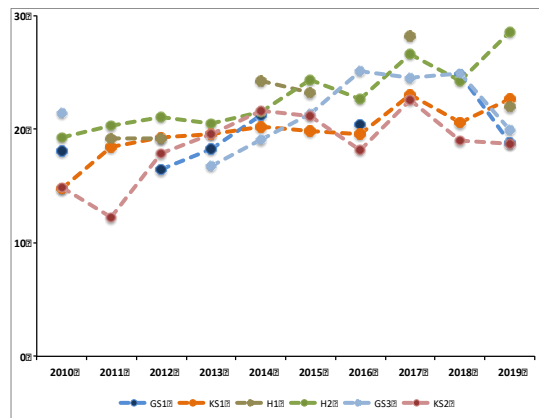
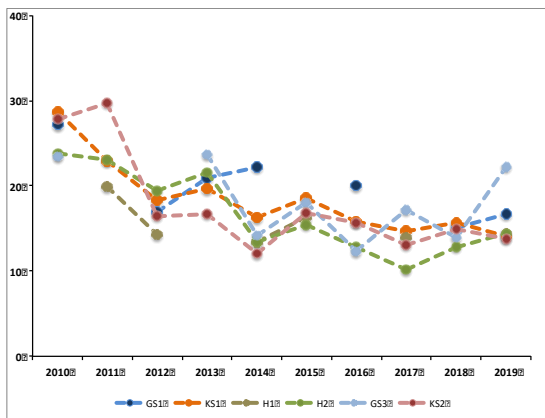
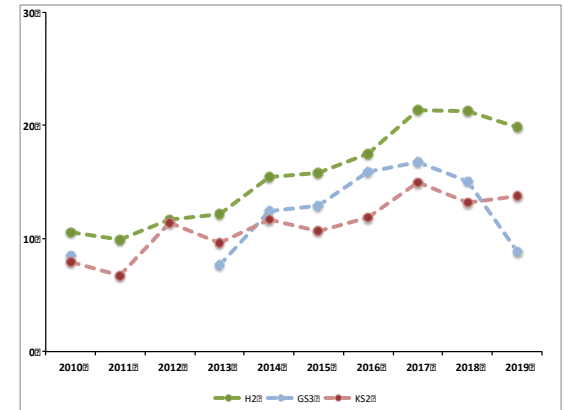
Epirhithral Präferenz



Hyporhithral Präferenz



Epipotamal Präferenz



Maßnahmentypen: Beseitigung standortfremder Vegetation



Schlussfolgerungen

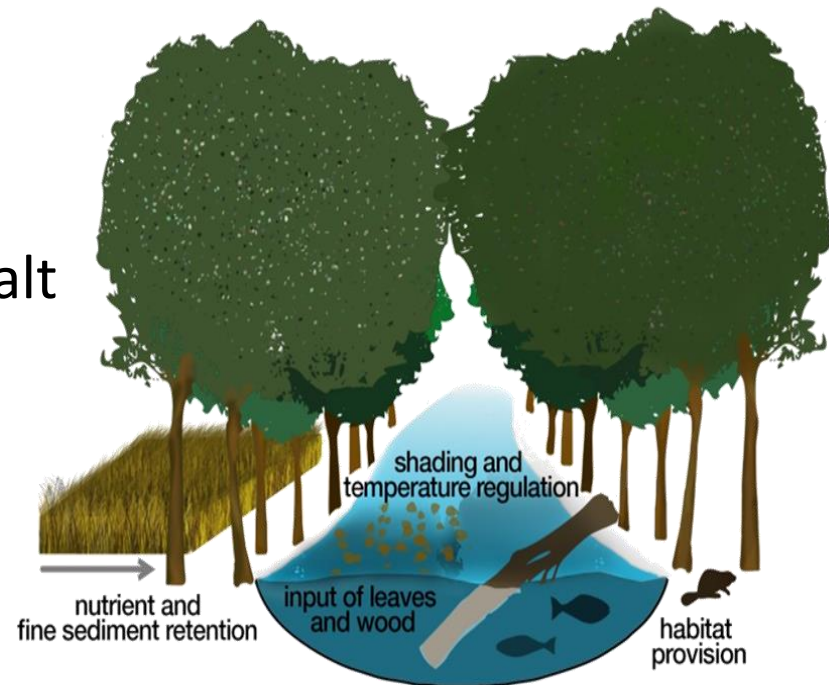
- Effekte der Renaturierung werden überlagert durch Effekte des Klimawandels.
- Trockenfallen, vor allem aber Erwärmung, verändern das Makrozoobenthos in Richtung der Gemeinschaften größerer Gewässer.
- Die schrittweise Entfernung der Fichten in den Aue verstärkt diesen Effekt, erklärt ihn aber nicht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

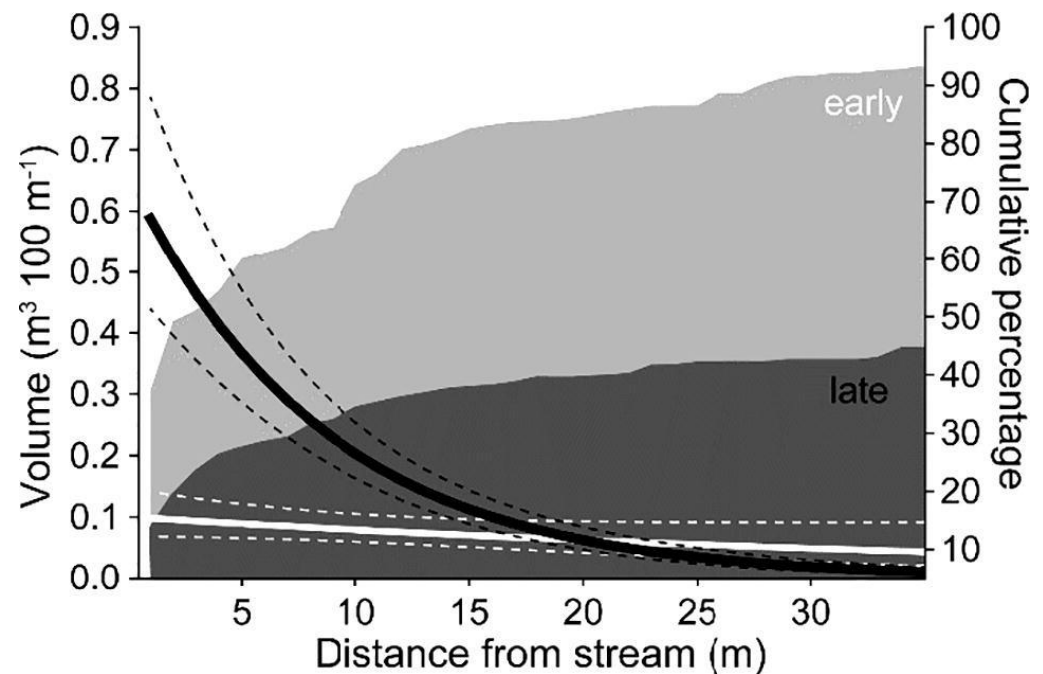
- Lebensräume (terrestrische UND aquatische)
- Wanderkorridor
- Eintrag organischen Materials (Falllaub, Totholz) ins Gewässer
- Beschattung / Wassertemperatur
- Hochwasser-Regulierung
- Nährstoff- und Feinsubstratrückhalt



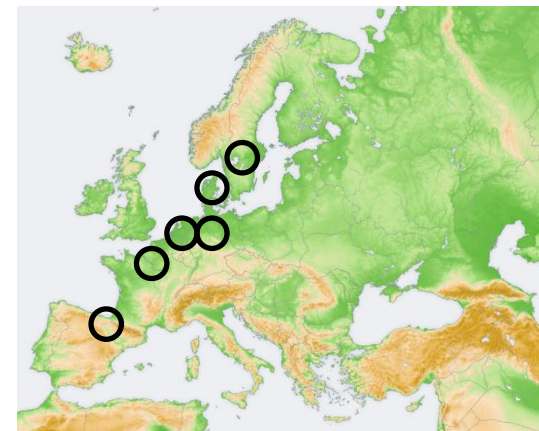
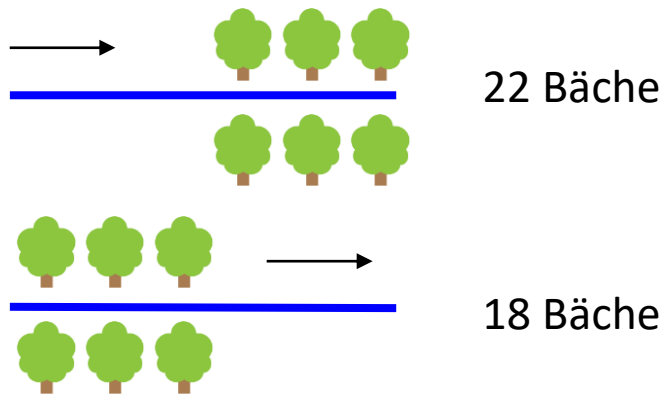
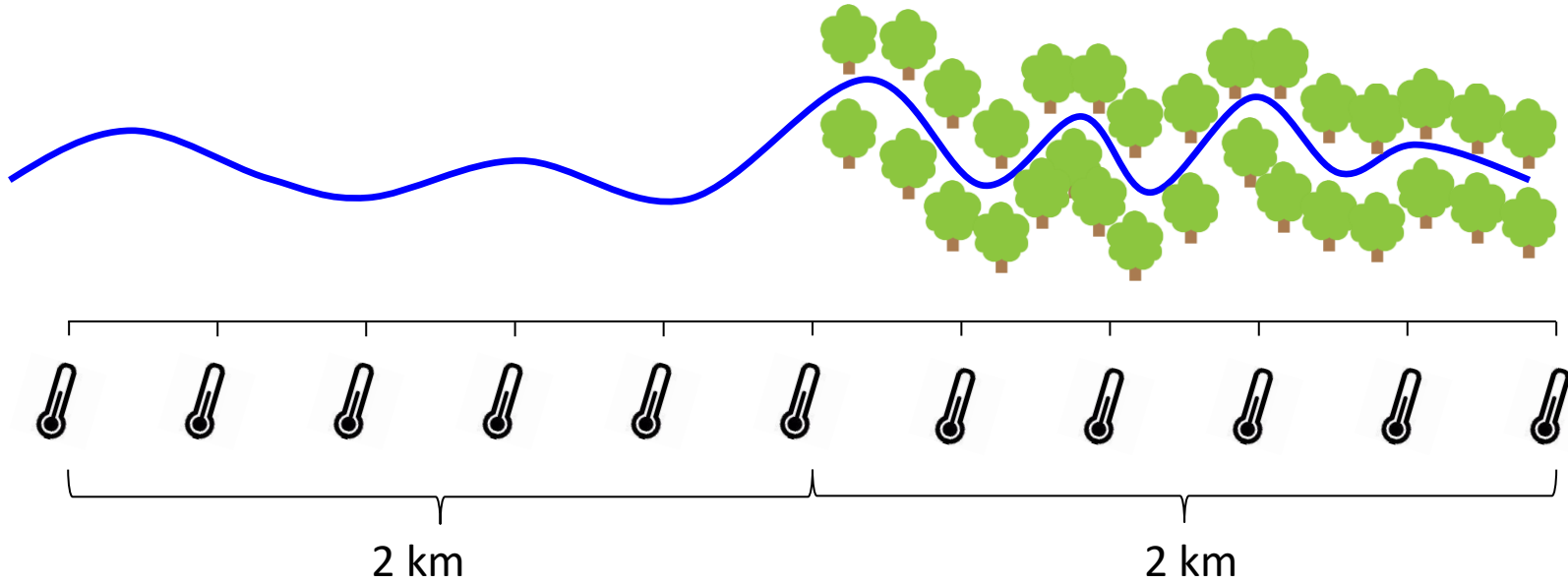
Mindestbreite von Ufergehölzstreifen

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

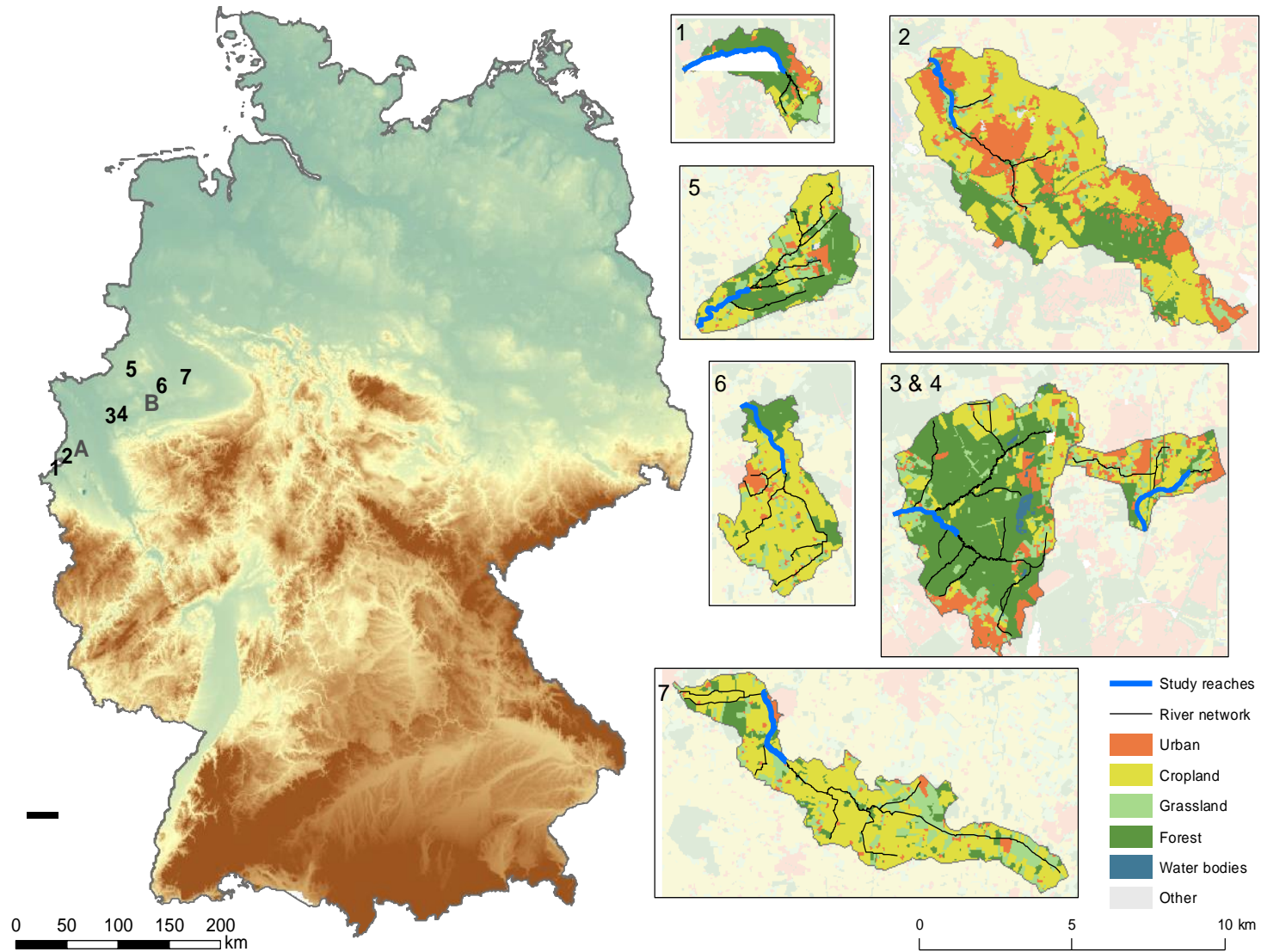
- 10m => ca. 50% eines natürlichen Waldbestandes
- 15m => ca. 80%



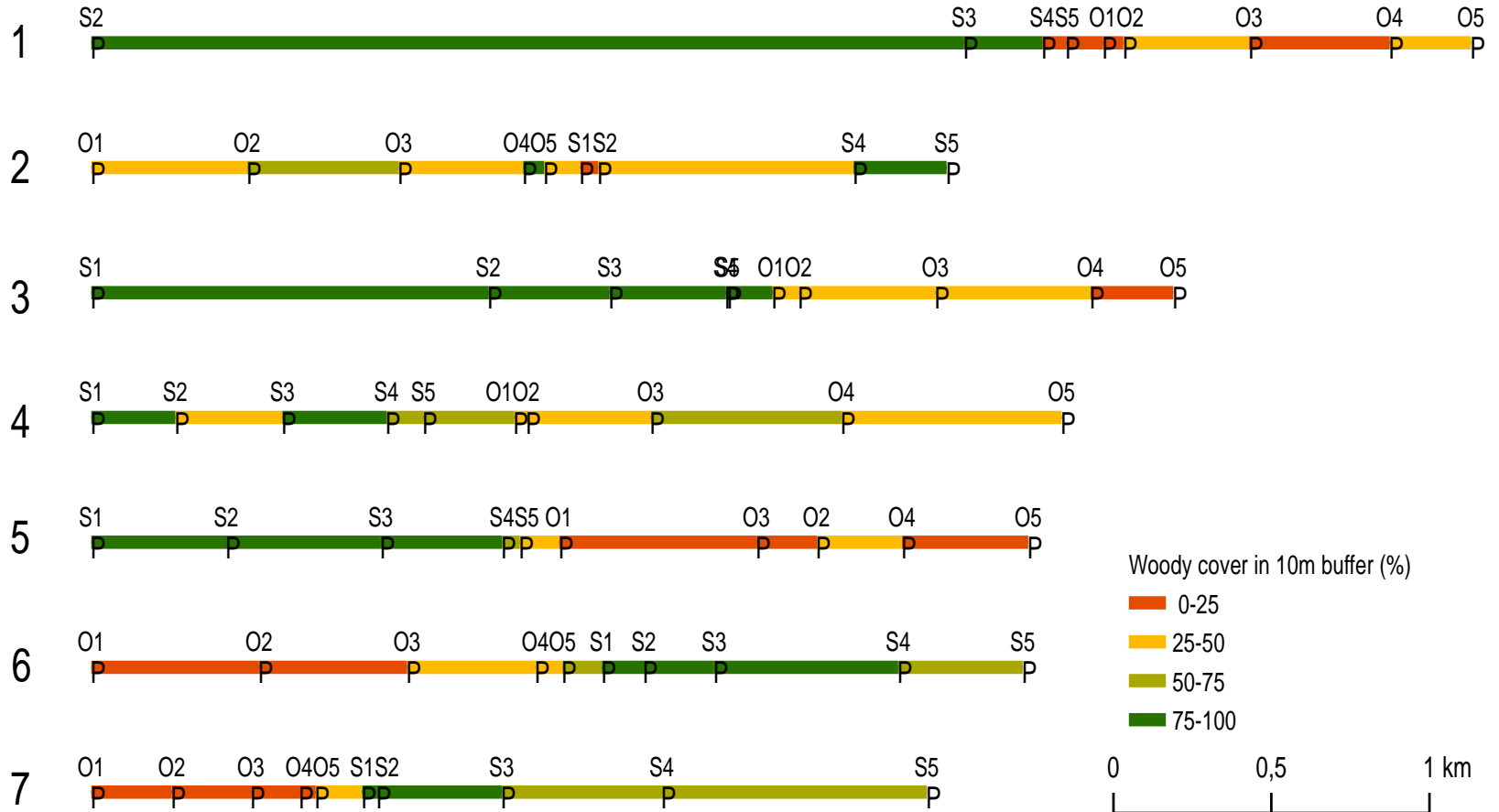
Wassertemperatur und Ufervegetation



Lage der Untersuchungsgewässer



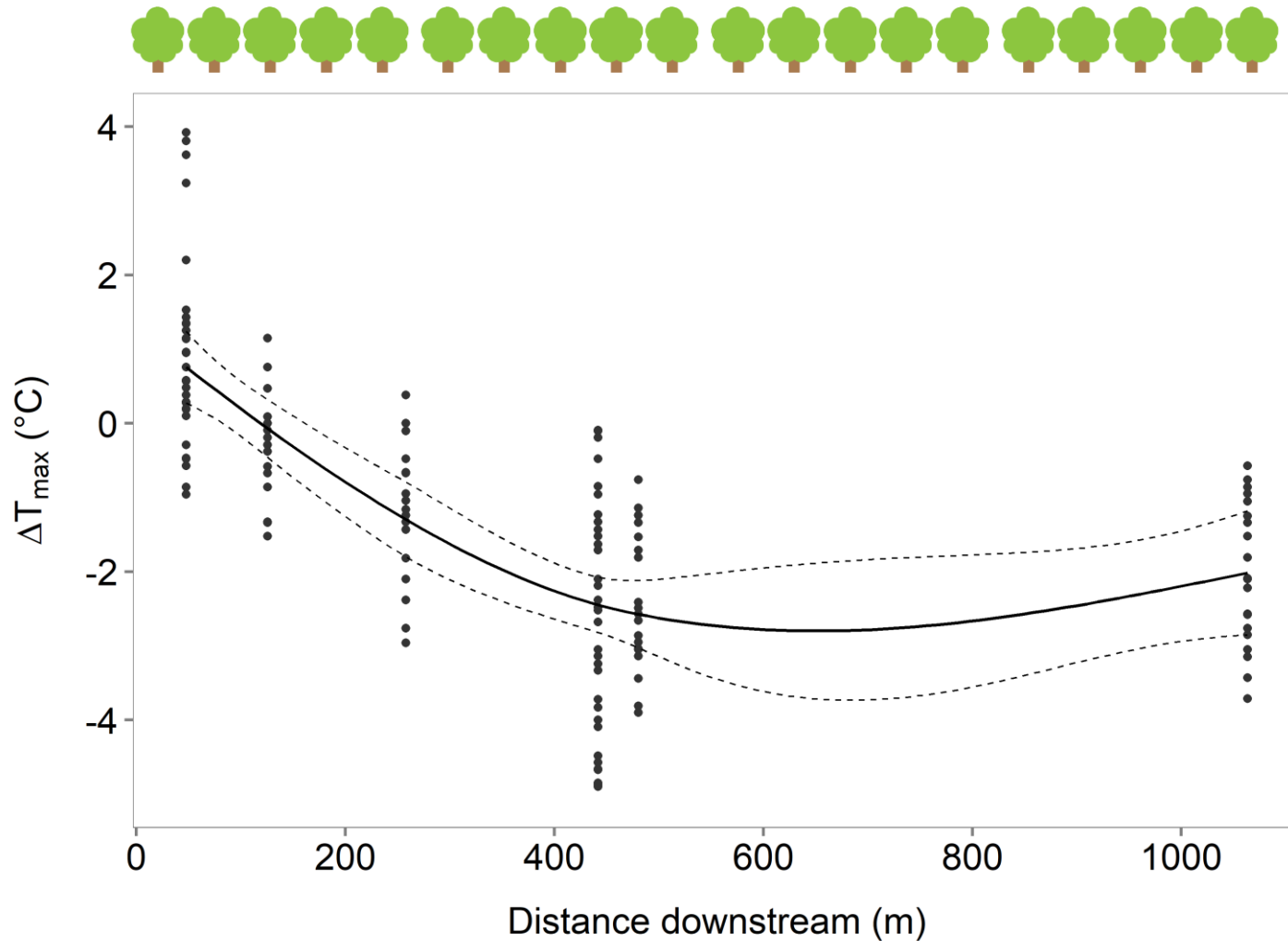
Ufervegetation der Untersuchungsgewässer



Methodik

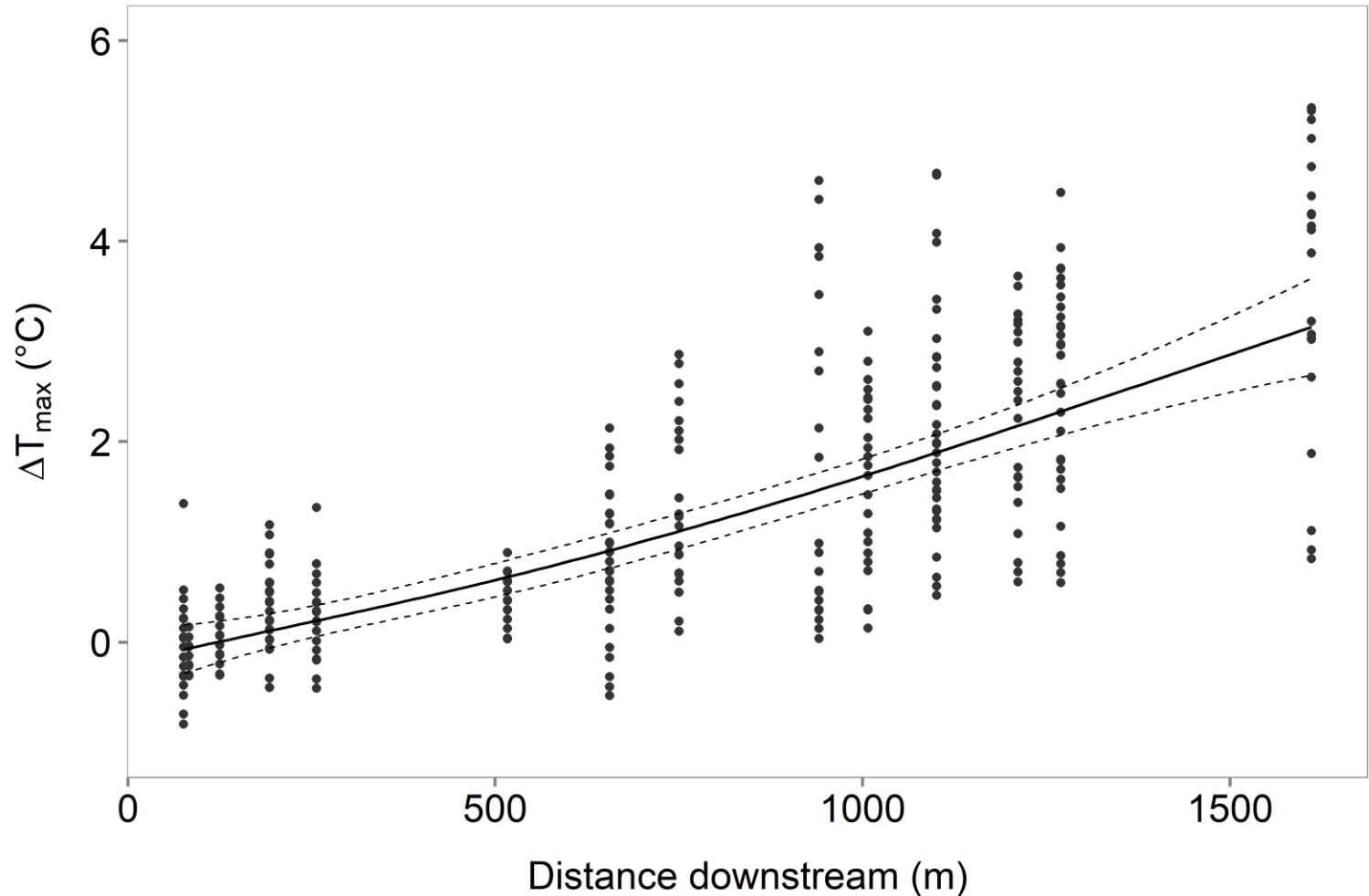
- Identifizierung von Punkten am Gewässer, an denen die Dichte der Ufervegetation um mindestens 60% abnimmt oder zunimmt
- Beschränkung der Analysen auf den Zeitraum der vollen Belaubung (Mai bis August)
- Identifizierung von Zeiträumen ohne Niederschlag (der für zusätzliche Kühlung sorgt)
- Für jeden 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“



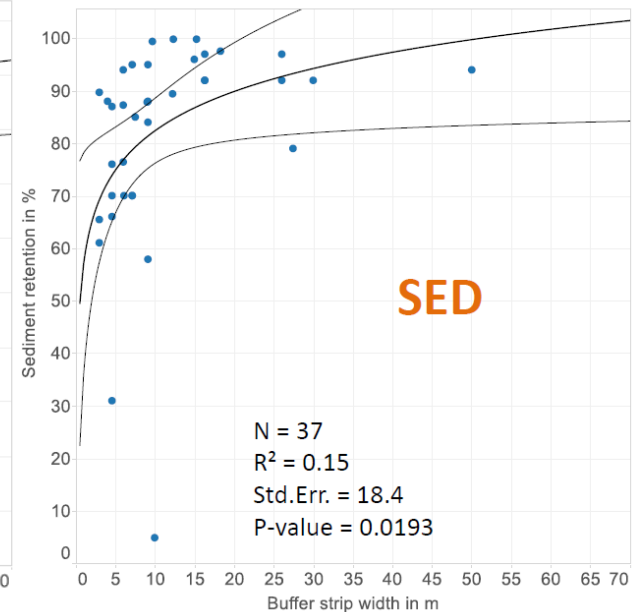
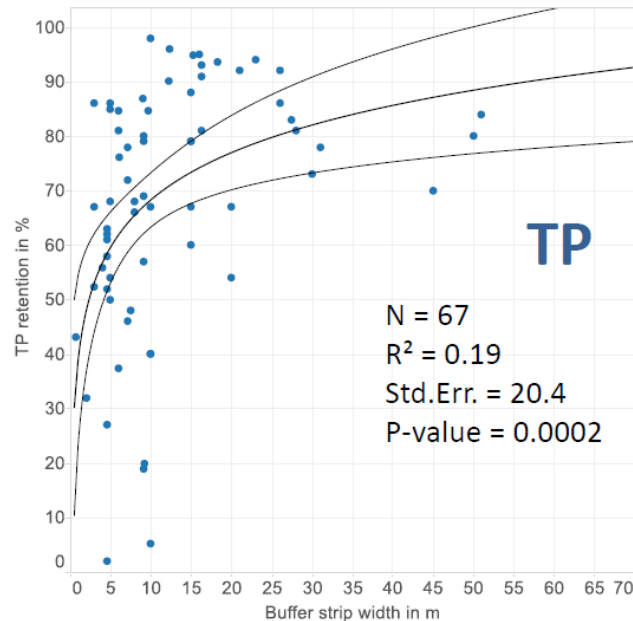
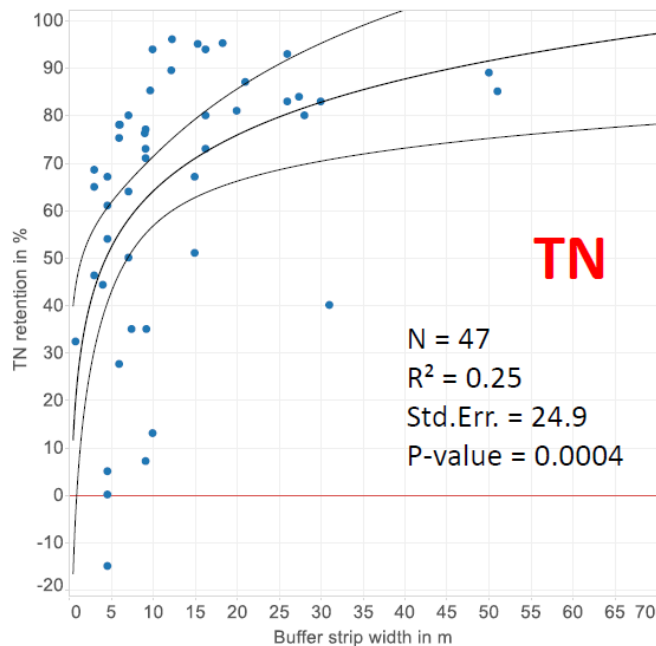
Thermisches Gleichgewicht nach 1600 Metern noch nicht erreicht (~2,8 h Fließzeit).

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