

Eutrophierungsbedingte Defizite in Tieflandfließgewässern: Statistische Auswertung

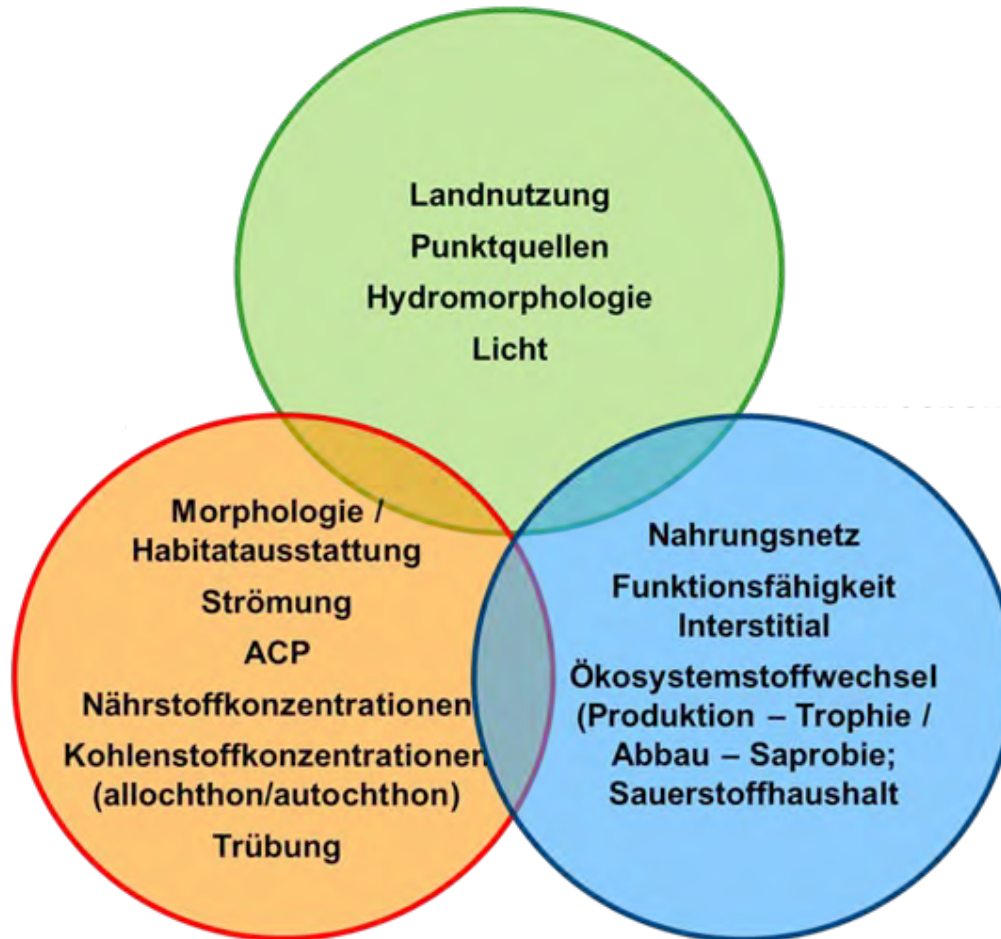


Foto: D. Borchardt

Désirée Dietrich
Jeanette Völker
Olaf Büttner
Markus Weitere
Dietrich Borchardt

**2. Fachtagung, Essen,
31.10.2012**

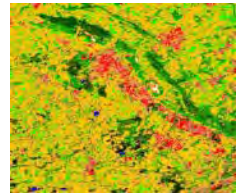
Ausgangssituation: Skalen



Leitfragen

- Welche Einflussfaktoren wirken sich signifikant auf die Florakomponenten aus?
- Lassen sich daraus (Flora-)komponentenspezifische Haupteinflussfaktoren ableiten?
- Welche Maßnahmenstrategien sind sinnvoll und wirksam?

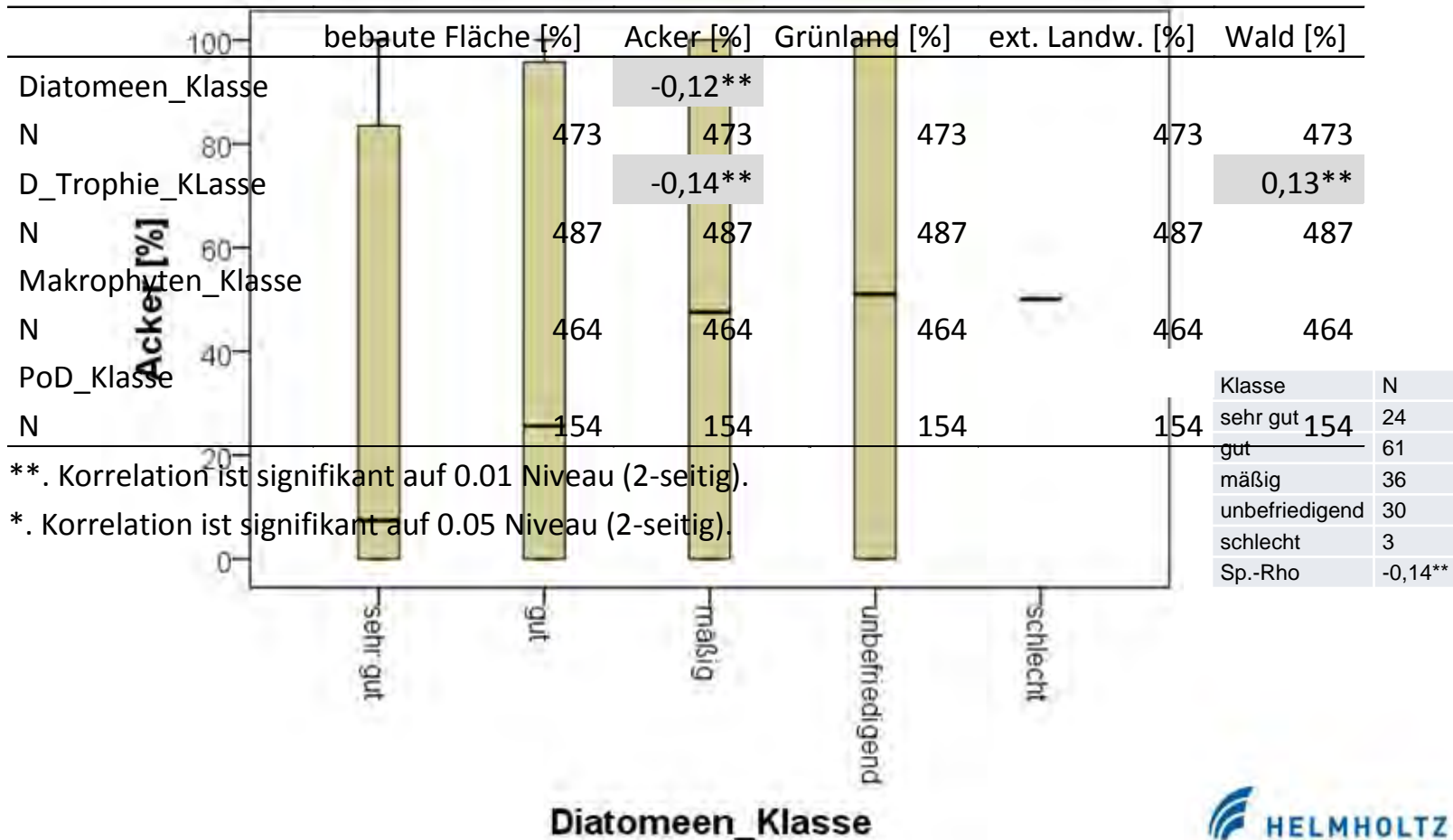
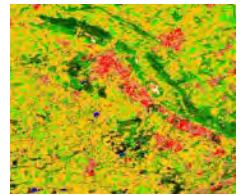
Landnutzung



	Verwendete Variablen*
Landnutzung	bebaute Fläche [Anteil %] Acker [Anteil %] Grünland [Anteil %] ext. Landwirtschaft [Anteil %] Wald [Anteil %]

* Quelle: LANUV, bearbeitet durch Uni Duisburg-Essen

Einfluss auf die Florakomponenten



** . Korrelation ist signifikant auf 0.01 Niveau (2-seitig).

* . Korrelation ist signifikant auf 0.05 Niveau (2-seitig).

Die Boxen zeigen den Interquartilbereich (25-75 Perzentil) , den Median und die Spannweite.

Punktquellen



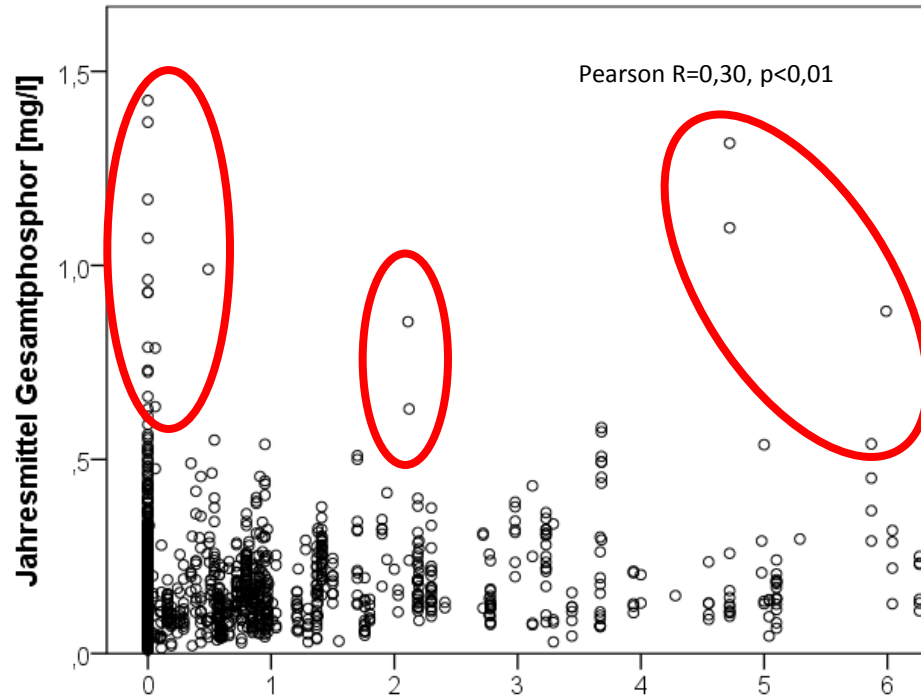
Verwendete Variable: Quotient aus Abwassermenge und mittlerem Niedrigwasserabfluss (Quelle: LANUV)

FG-Typ	Mittelwert	N
14	0,7	573
15	1,5	383
16	1,2	351
18	1,3	308
19_TL	1,0	1559
Insgesamt	1,1	3.174

Einfluss auf den Nährstoffeintrag

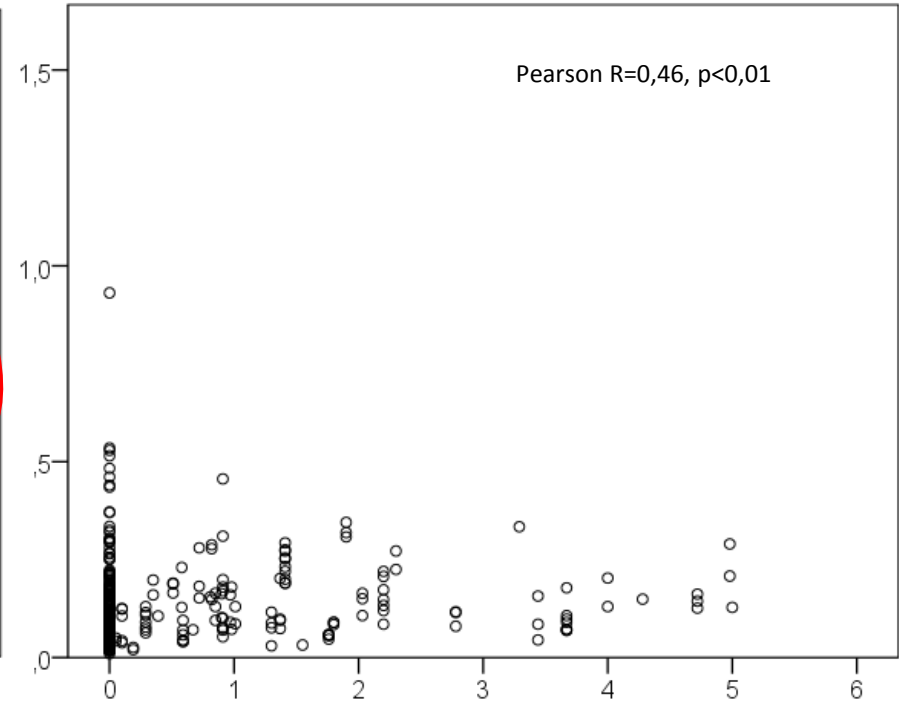


Alle TL FLG



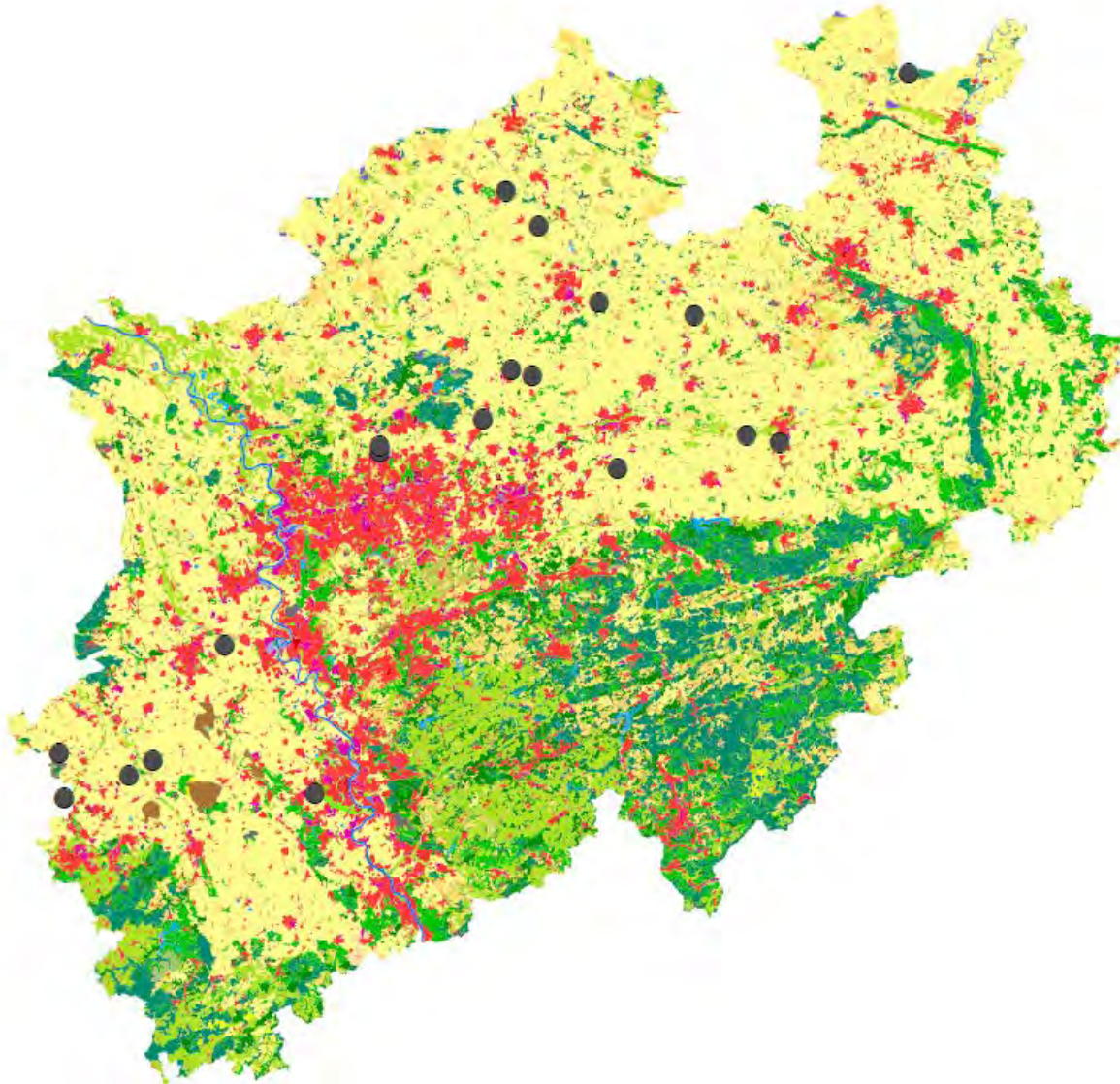
Verhältnis Abwassermenge zu
mittlerem Niedrigwasserabfluss

Alle TL FLG ohne Ackernutzung

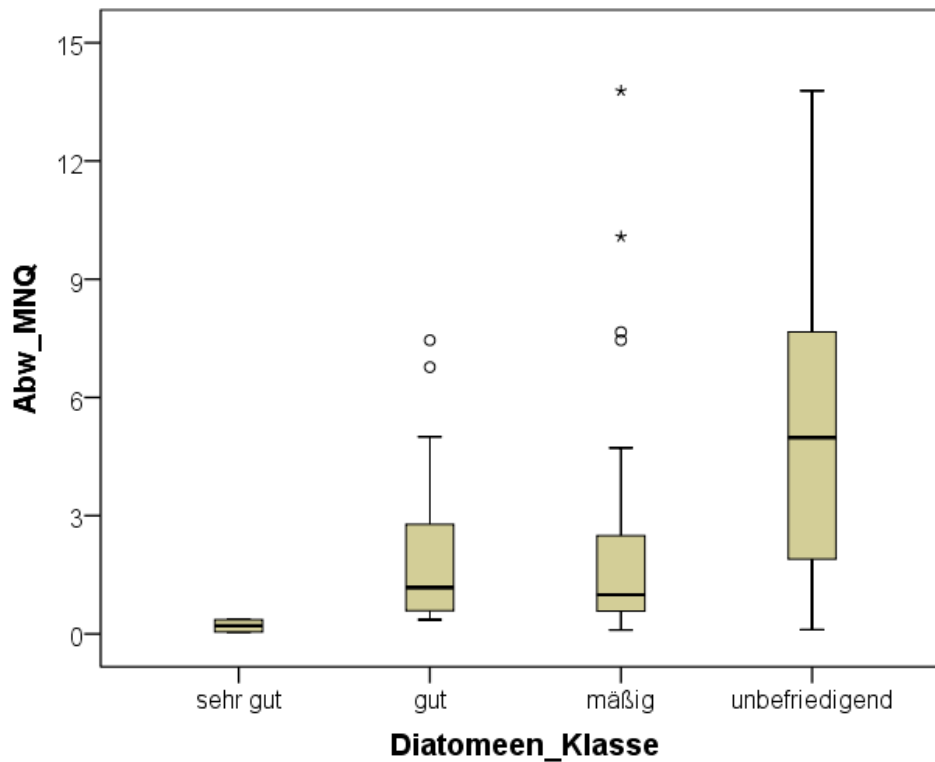


Verhältnis Abwassermenge zu
mittlerem Niedrigwasserabfluss

Ausgewählte Messstellen mit hohen TP-Gehalten



Einfluss auf die Florakomponenten



Klasse	N
sehr gut	2
gut	22
mäßig	48
unbefriedigend	14
Sp.-Rho	0,26; p<0,05

Die Boxen zeigen den Interquartilbereich (25-75 Perzentil), den Median und die Spannweite.

Hydromorphologie

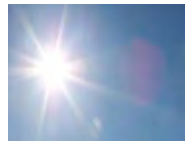


	Diatomeen_Index	D_Trophie_Index	Makrophyten_Index	PoD_Index
Gesamtstrukturgüte 100m			-0,10**	
N	780	800	804	283
Gesamtstrukturgüte 500m			-0,12**	
N	780	800	804	283
Gesamtstrukturgüte 1.000m			-0,12**	
N	780	800	804	283

** . Korrelation ist signifikant auf 0.01 Niveau (2-seitig).



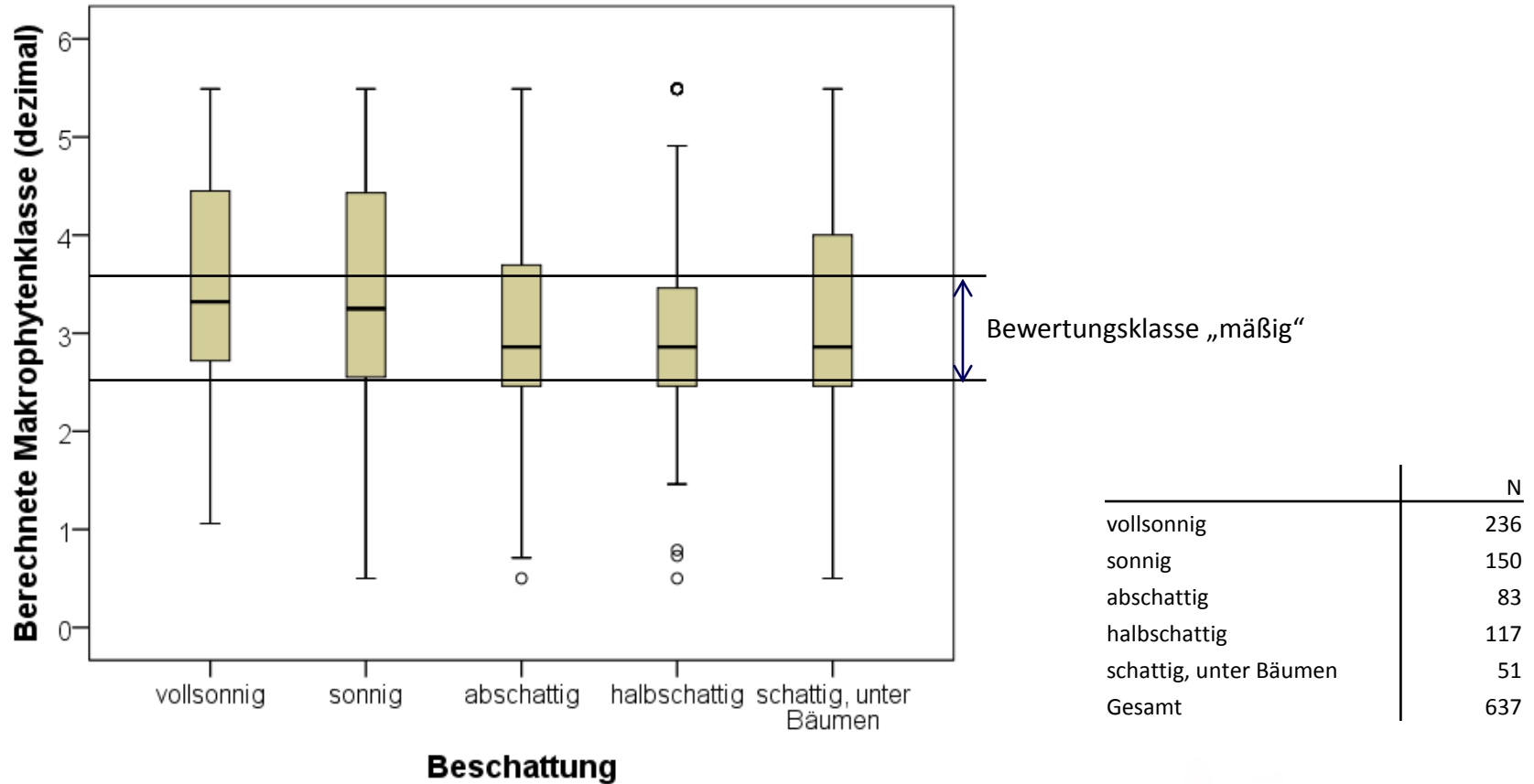
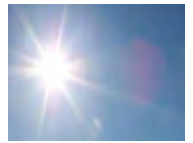
Sehr geringe Korrelationen zwischen Makrophyten und Gewässerstruktur mit hoher Streuung und Variabilität



	Diatomeen Index	Makrophyten Index	PoD Index
Beschattung		0.19**	0.20**
N	589	638	240
Gewässerrandstreifen [100 m]			
N	780	804	283
Wald [%]			
N	403	389	152

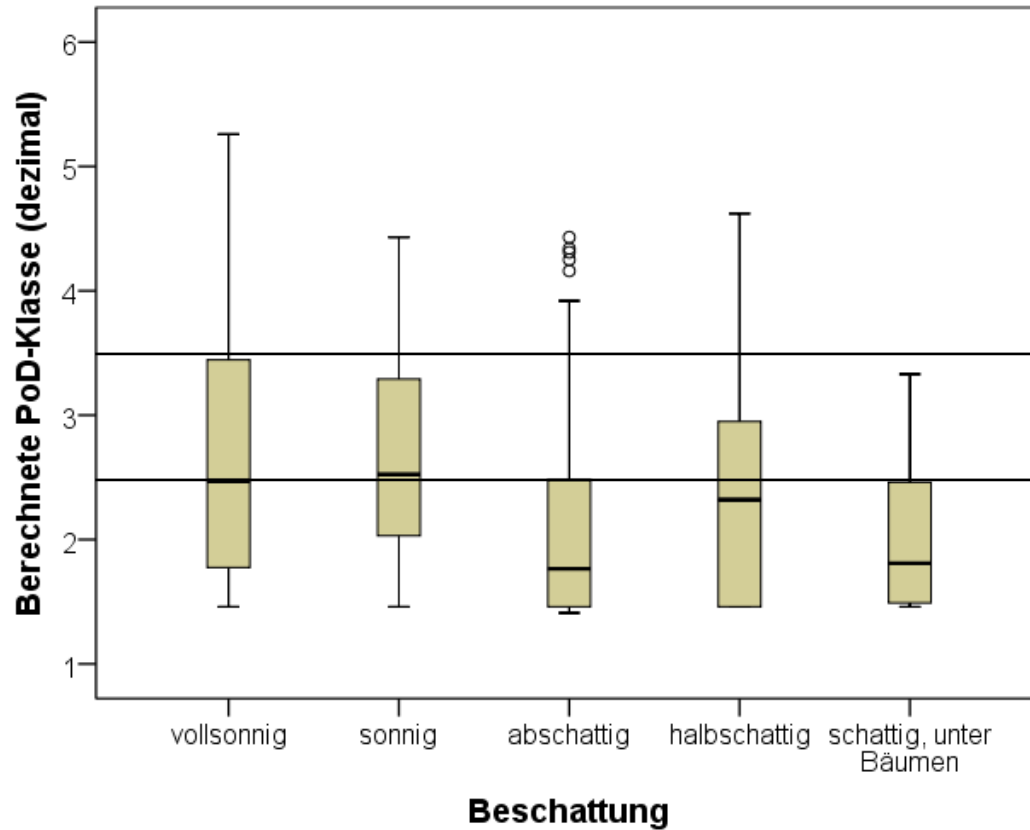
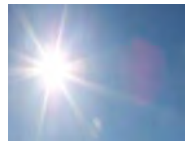
- Datenauswahl: TL FLG, Sp.-Rho.
- N = Stichprobenumfang
- **= $p < 0,01$, *= $p < 0,05$

Makrophyten und Licht



➔ An „vollsonnigen“ oder „sonnigen“ Messstellen ist die Bewertung im Median schlechter als an stärker beschatteten Messstellen. Dies hat auf die Bewertungsklasse aber keinen Einfluss.

PoD und Licht



Bewertungsklasse „mäßig“

	N
vollsonnig	92
sonnig	48
abschattig	42
halbschattig	45
schattig, unter Bäumen	13
Gesamt	240

➔ An „vollsonnigen“ oder „sonnigen“ Messstellen ist die Bewertung im Median schlechter als an schattigeren Messstellen.

Zusammenfassung

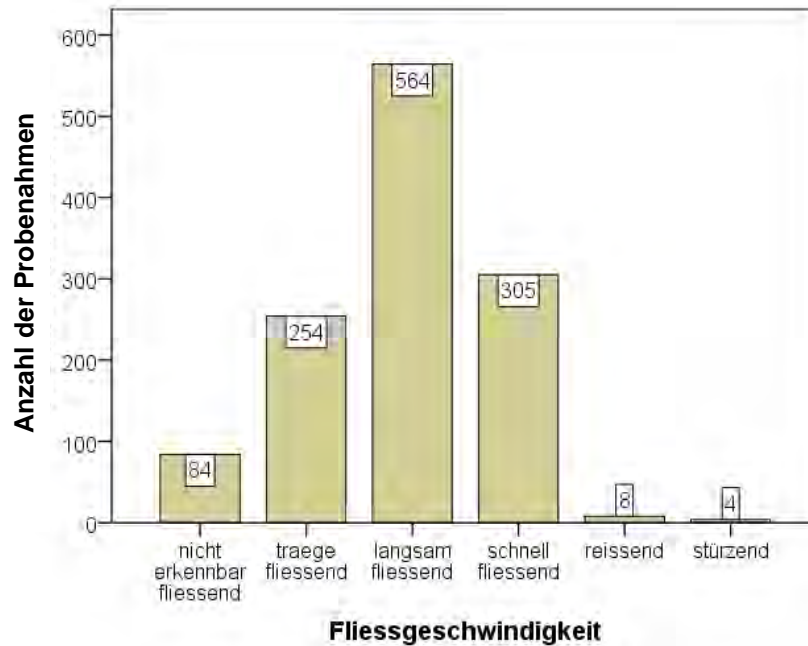
- Ackernutzung und Kläranlagen tragen gleichermaßen zu signifikanten TP-Einträgen bei.
- Mit zunehmender Nutzungsintensität (Ackernutzung und Punktquellen) verschlechtert sich die Bewertung anhand der Diatomeen. Bei den Makrophyten besteht diese Abhängigkeit nicht
- Abhängigkeiten der Makrophyten bestehen aber von der Gewässerstruktur, jedoch sind diese nur schwach ausgeprägt.
- Die Beschattung wirkt sich signifikant auf die Florakomponenten PoD und Makrophyten (weniger stark ausgeprägt) aus.

Morphologie/Habitatausstattung

	Diatomeen_Index	D_Trophie_Index	Makrophyten_Index	PoD_Index
Xylal (Totholz)				
N	197	202	141	72
Laufkrümmung			-0,09*	
N	780	800	804	283
Längsbänke			-0,09*	
N	780	800	804	283
Querbänke			-0,10**	
N	780	800	804	283
Strömungsdiversität			-0,16**	
N	780	800	804	283
Substratdiversität			-0,12**	
N	780	800	804	283
Sohlstruktur			-0,11**	
N	780	800	804	283
Breitenvarianz			-0,07*	
N	780	800	804	283
Uferbewuchs			-0,09*	
N	780	800	804	283
Uferstrukturen			-0,09*	
N	780	800	804	283

- Datenauswahl: TL FLG, Sp.-Rho.
- N = Stichprobenumfang
- **= $p < 0,01$, *= $p < 0,05$

Strömung (Abflussverhalten)

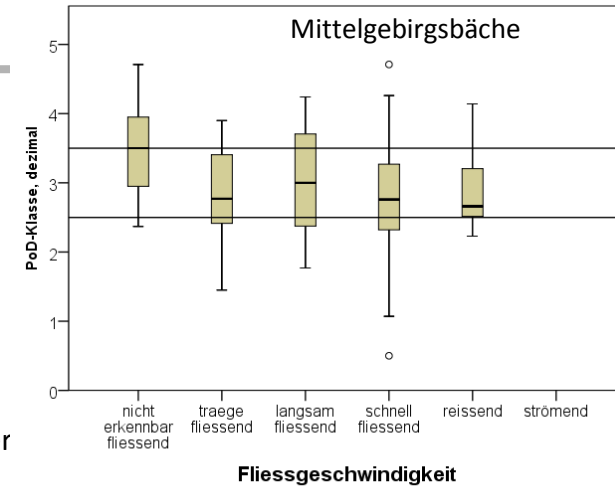
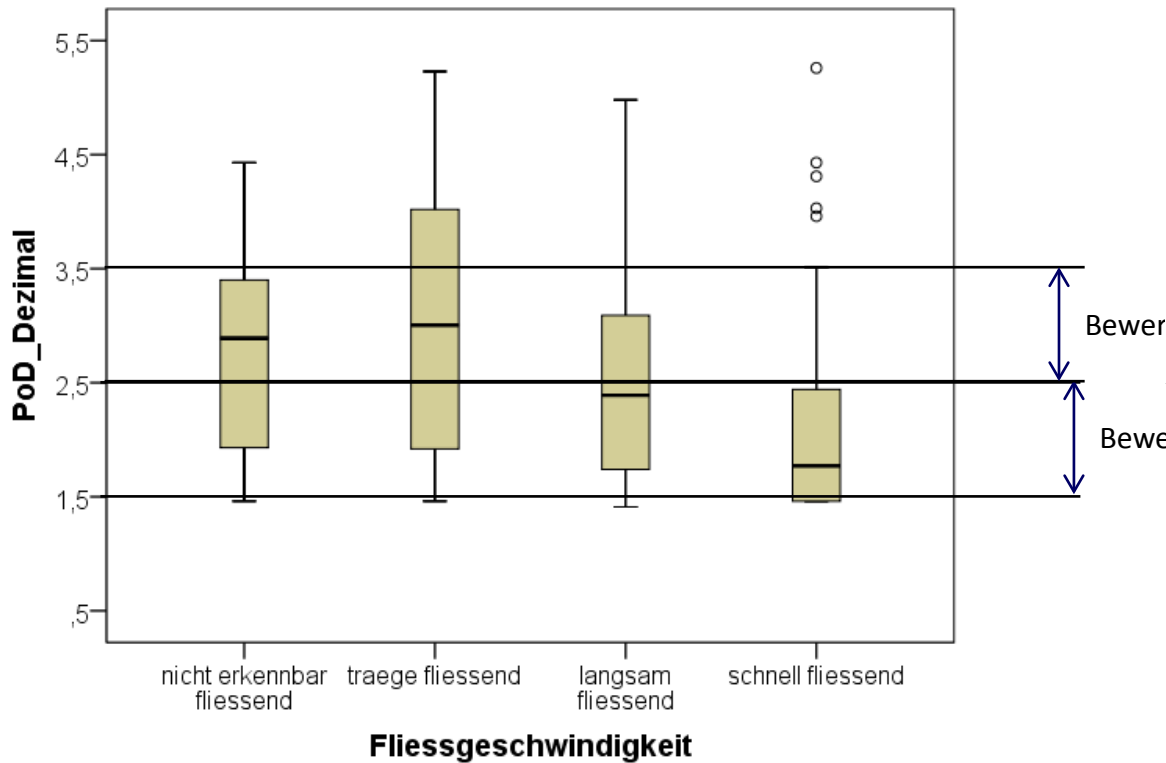


Quelle: Phylib-Feldprotokolle

	Diatomeen_Index	D_Trophie_Index	Makrophyten_Index	PoD_Index
Fließgeschwindigkeit			0,10*	0,33**
N	590	599	638	240

- Datenauswahl: TL FLG, Sp.-Rho.
- N = Stichprobenumfang
- **= $p < 0,01$, *= $p < 0,05$

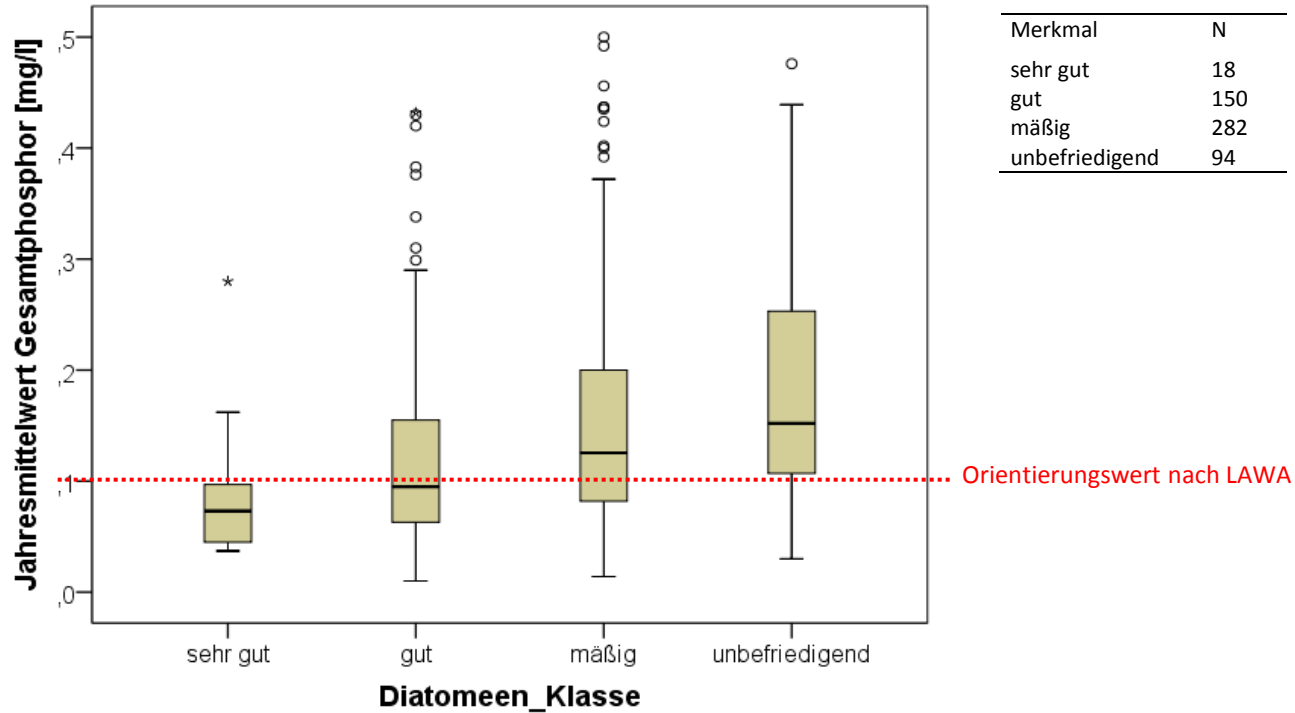
Fließgeschwindigkeit und PoD



Merkmal	N
nicht erkennbar fließend	18
traege fließend	50
langsam fließend	102
schnell fließend	66

➔ In schneller strömenden Gewässerabschnitten ist die Bewertung des PoD besser als in den langsam fließenden Abschnitten; Validierung der Ergebnisse durch Hinzunahme weiterer Hilfsvariablen: Anteil Rheophile (MZB), Rheoindex (MZB) und Anteil Metarhithralbesiedler (MZB)

Nährstoffkonzentrationen - TP

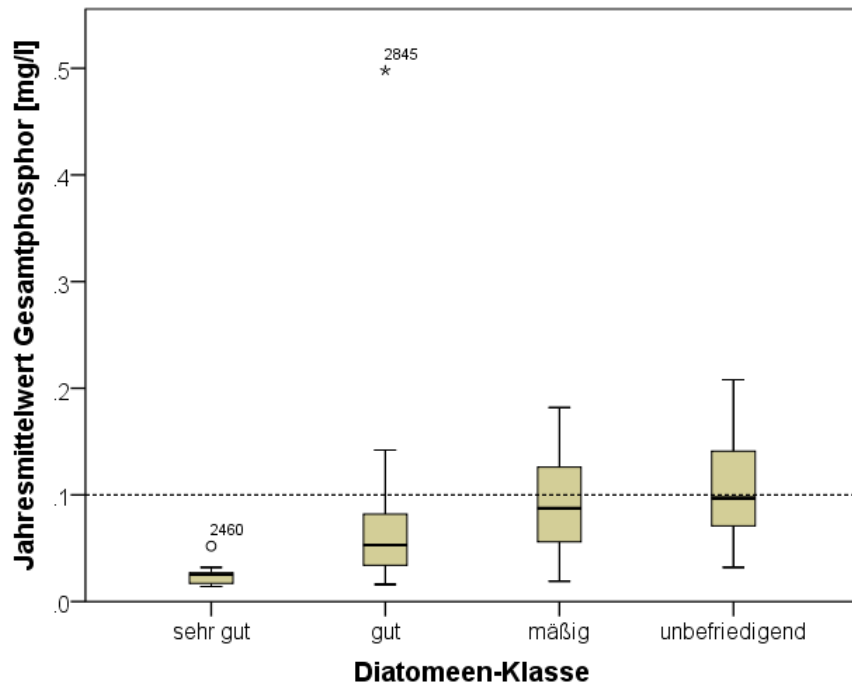


	Diatomeen Index	Makrophyten Index	PoD Index
TP Jahresmittel [mg/l]	-0.23**	-0.10*	
N	533	553	199
TP Sommermittel [mg/l]	-0.27**	-0.12**	
N	511	515	185

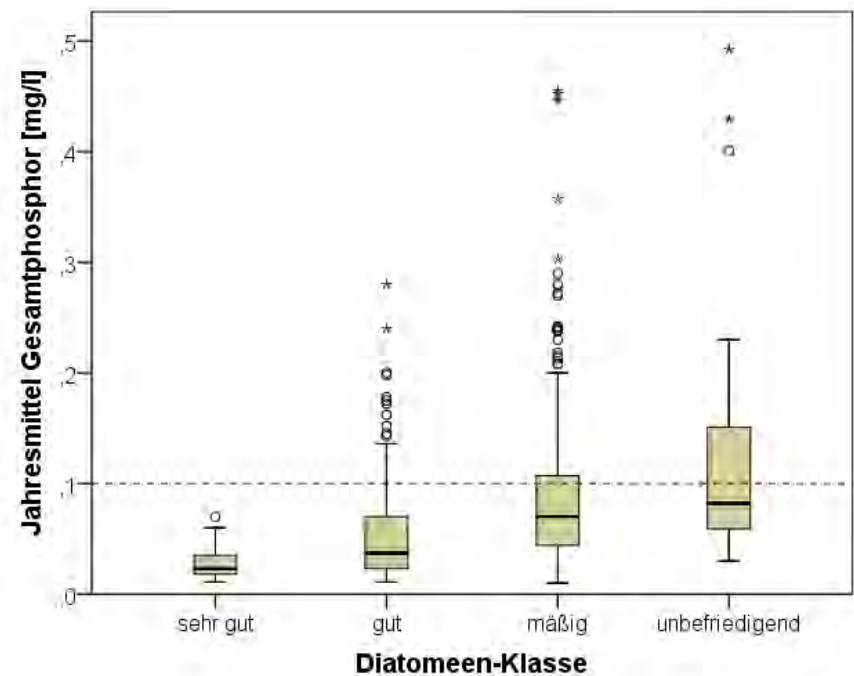
- N = Stichprobenumfang
- **=p<0,01, *=p<0,05

Vergleichende Ergebnisse mit den Mittelgebirgsgewässern

Mittelgebirgsflüsse (Typ 9, 9.1, 9.2)

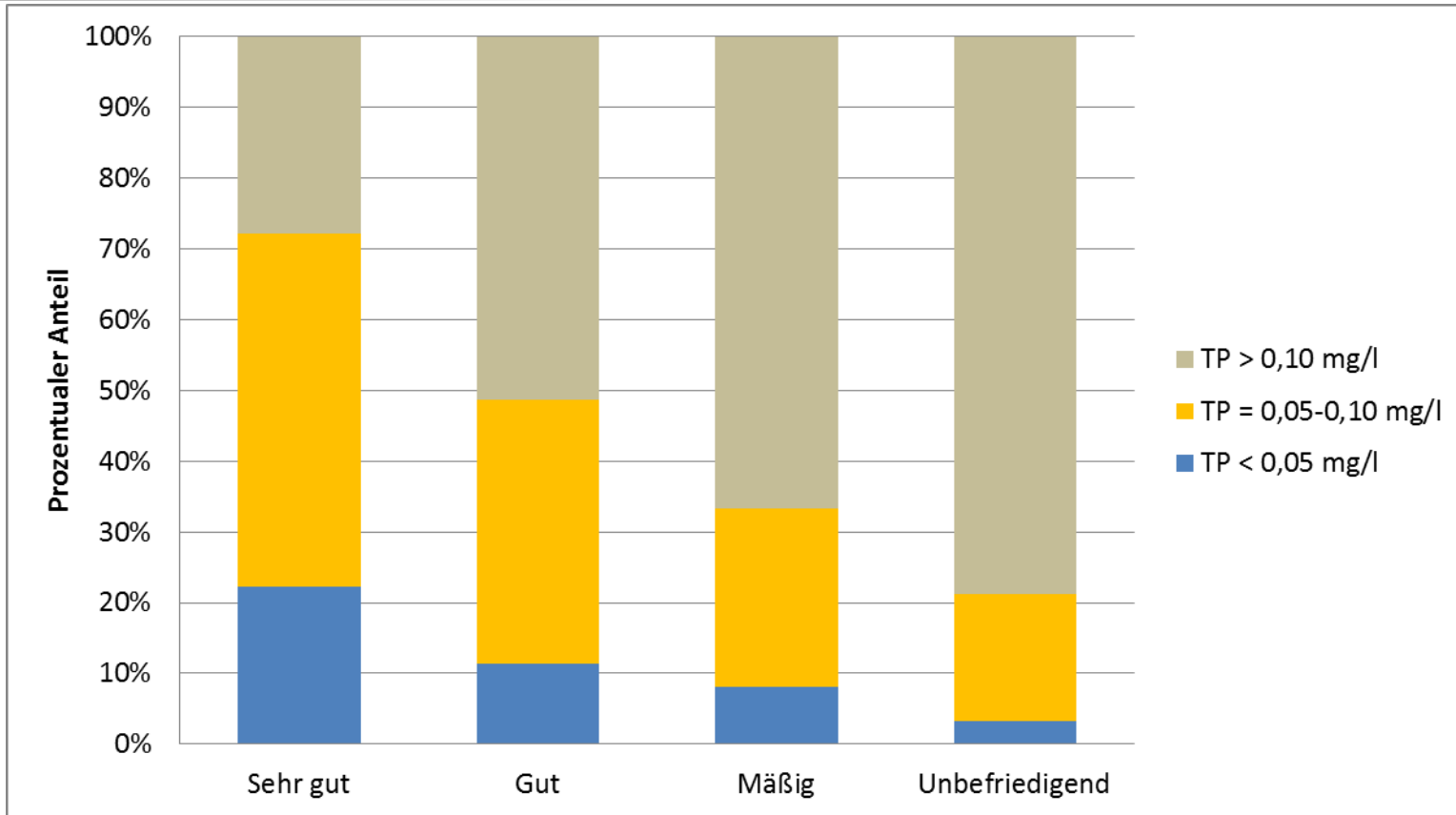


Mittelgebirgsbäche (Typ 5, 5.1, 6, 7)



➔ In den Mittelgebirgsgewässern sind die TP-Konzentrationen deutlich geringer

Diatomeen Bewertung und TP



Hintergrundwert LAWA = $\leq 0,05$ mg TP/l

Orientierungswert LAWA = $\leq 0,10$ mg TP/l

Zusammenfassung

- Es bestehen signifikante Abhängigkeiten der Makrophyten von den kleinräumigen Habitatcharakteristiken
- Die Strömungsverhältnisse (Fließgeschwindigkeit) prägen das Phytobenthos ohne Diatomeen (PoD); in den Mittelgebirgsbächen sind diese Abhängigkeiten nicht in dieser Form ausgebildet
- TP hat einen signifikanten Einfluss auf die Diatomeen; weniger stark ausgeprägt auf die Makrophyten
- Die Abhängigkeit der Diatomeenbewertung vom TP-Gehalt ist in den MittelgebirgsGewässern in der Form ähnlich, jedoch auf niedrigerem Niveau der P-Gehalte

Mikroebene: Nahrungsnetz

Verwendung biologischer Attribute des Makrozoobenthos:

- Ernährungstypen
- Präferenztypen für biozönotische Regionen
- Präferenztypen für Mikrohabitate



- Florakomponenten korrelieren positiv mit Rhithraltypen; negativ mit Potamaltypen
zeigt die Abhängigkeiten zu den hydraulischen Verhältnissen insbes. zum PoD
- Florakomponenten korrelieren positiv mit den gröberen Subtrattypen (Akal und Pelal); negativ mit Pelaltypen (unverfestigte Feinsedimente)
die Bewertung ist bei gröberen Substraten besser; zeigt Abhängigkeiten zur Sohlstruktur und/auch Strömungsverhältnisse
- Florakomponenten korrelieren positiv mit den Grazern (Weidegängern)
schwacher Grazeffekt erkennbar

Zusammenfassung: Einflussvariablen

Faktoren	Diatomeen	Makrophyten	PoD
Landnutzung	Acker [%]		
Punktquellen	Abw/MNQ		
Morphologie		Gesamtstrukturgüte	
Licht		Beschattung	Beschattung
Habitatausstattung		Diverse Parameter der Gewässerstruktur	
Strömung			Fließgeschwindigkeit
ACP		Temperatur [°C]	
Nährstoffe	TP [JM und SM]	TP [SM]	
Nahrungsnetz	Metarhithralbesiedler	Metarhithralbesiedler	Metarhithralbesiedler
		Litoralbesiedler	Litoralbesiedler
	Pelalbesiedler	Pelalbesiedler	Pelalbesiedler
		Akalbesiedler	Akalbesiedler
	Lithalbesiedler	Lithalbesiedler	Lithalbesiedler
	Zerkleinerer	Zerkleinerer	Zerkleinerer
	Weidegänger	Weidegänger	Weidegänger

Haupteinflussfaktoren

Verwendung der als statistisch signifikant identifizierten Faktoren in multivariate Verfahren (multifaktorielles Regressionsmodell, Tree-Analyse) zur Ableitung von Haupteinflussfaktoren mit folgenden Ergebnissen:

Diatomeen: Gesamtphosphat-Phosphor

Makrophyten: Substratverhältnisse(Grobsubstrat) > Strömungsverhältnisse > Beschattung > Gesamtstruktur

POD: Substratverhältnisse (Grobsubstrat) > Strömungsverhältnisse > Beschattung

Definitionen

Trophie = Intensität der Primärproduktion

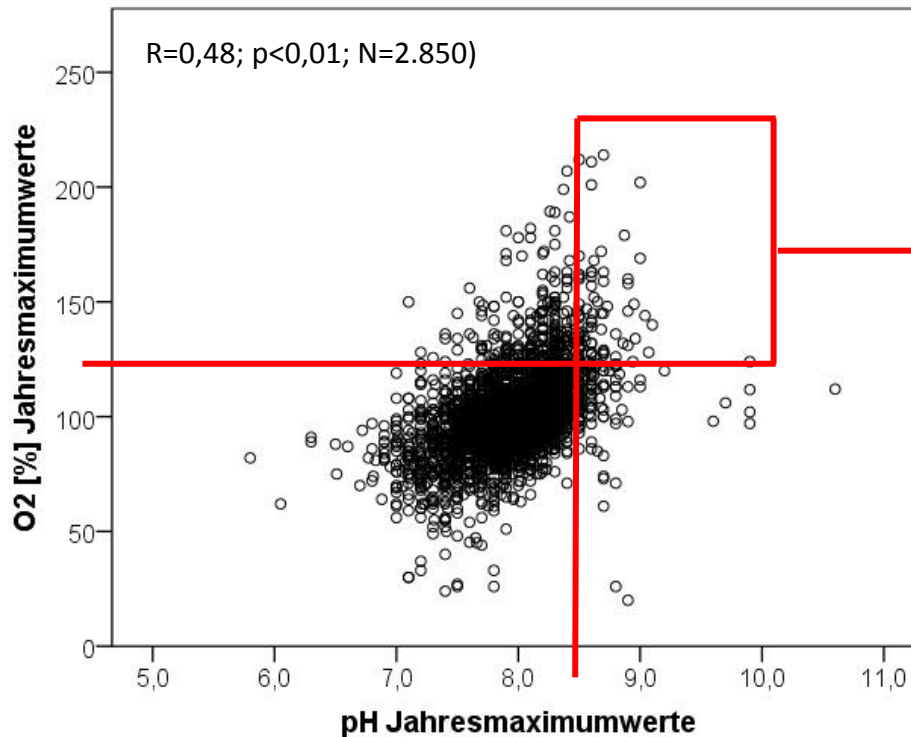
Eutrophierung = Erhöhung der Primärproduktion

Potenzielle Trophie = Primärproduktion unter Ausnutzung aller Energie- und Nährstoffressourcen

Realisierte Trophie = Primärproduktion unter Wirkung limitierender Faktoren (z.B. Hydromorphologie, Grazing etc.)

Abiotische Eutrophierungsindikatoren

Hilfsvariablen: Folgen einer erhöhten Trophie sind hohe Sauerstoffsättigungswerte und pH



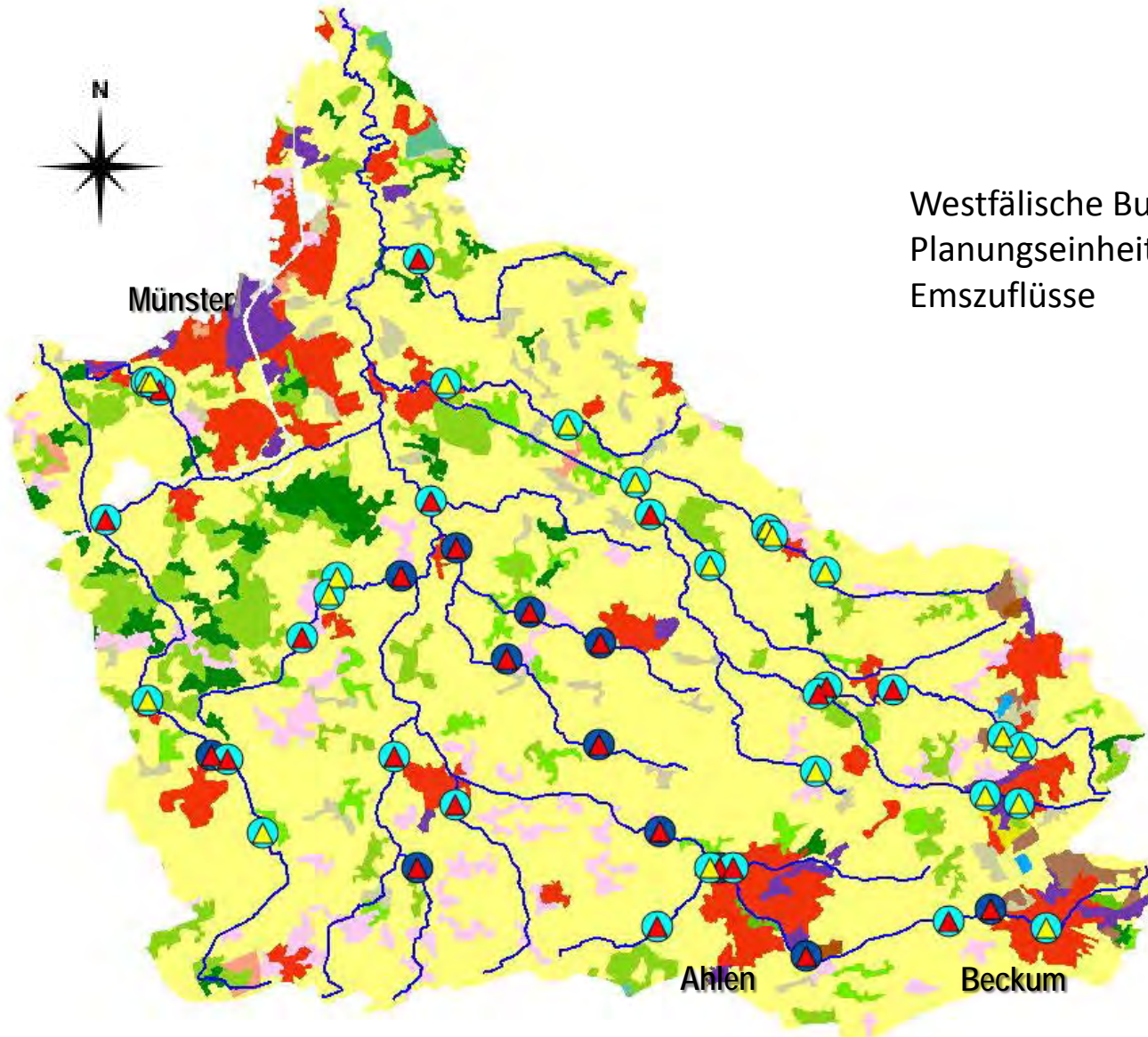
Auswahl von Probenahmen:

- $\text{pH}_{\text{Max}} \geq 8,5$ (LAWA Orientierungswert)
- $\text{O2}_{\text{Max}} \geq 125\%$

Merkmalsausprägungen bei unterschiedlichem Trophiegrad

	hohe Trophie	Geringe(re) Trophie
Anteil Acker [%]	69,1	49,9
Beschattung	2,3 (eher „sonnig“)	2,9 (eher „abschattig“)
Fließgeschwindigkeit	3,1	2,9
Metarhithralbesiedler [%]	16,6	19,0
Litoralbesiedler [%]	15,2	12,3
Pelalbesiedler [%]	18,9	14,8
Akalbesiedler [%]	4,6	6,4
Lithalbesiedler [%]	19,1	20,6
Zerkleinerer [%]	16,2	24,8
Weidegänger [%]	13,9	22,4
TP_JM [mg/l]	0,18	0,16
TP_SM [mg/l]	0,21	0,17
Strömungsdiversität	5,1	4,9
Abw_MNQ	2,3	2,4
Gesamtstrukturgüte	5,7	5,5

Kartendarstellung



Westfälische Bucht
Planungseinheit Ems (1200); linksseitige
Emszuflüsse

Legende

pH-Wert

▲ 0.000 - 7

▲ 7 - 9

Sauerstoffsättigung

● 0 - 100

● 100 - 150

OWK PE Ems 1200



HELMHOLTZ
ZENTRUM FÜR
UMWELTFORSCHUNG
UFZ

Zusammenfassung

Welche Einflussfaktoren wirken sich signifikant auf die Florakomponenten aus und lassen sich daraus (Flora-komponentenspezifische Haupteinflussfaktoren ableiten?

- Die Diatomeen zeigen die deutlichsten Abhängigkeiten von den Phosphorkonzentrationen.
- Die Nährstofffrachten in den Tieflandfließgewässern sind im Gegensatz zu den Mittelgebirgs Gewässern vergleichsweise hoch. Als Haupteintragspfade für die erhöhten Nährstoffkonzentrationen wurden die Einleitungen aus Kläranlagen und die landwirtschaftliche Nutzung identifiziert.
- Die Nährstoffkonzentrationen in den Tieflandfließgewässern sind typischerweise nicht wachstumslimitierend. Deutliche Unterschiede in der Bewertung der Florakomponenten (insbes. Diatomeen) zeigen sich aber im Bereich geringer TP-Konzentrationen ($<0,05$ mg/l) und eutrophen Verhältnissen ($>0,1$ mg TP l).
- Die Makrophyten zeigen deutliche Abhängigkeiten zu den hydromorphologischen Kenngrößen „Strömungsdiversität“ und „Sohlsubstrat“ sowie zur Beschattung.
- Die hydraulischen Verhältnisse im Gewässer sind ein Haupteinflussfaktor für das PoD. Diese prägen zudem die morphologischen Gegebenheiten. Weiterhin ist die Beschattung für die Ausprägung des PoD verantwortlich.

Zusammenfassung

- Die Tieflandfließgewässer sind strukturell sehr stark überformt. Abhängigkeiten zu den Strukturkenngößen sind nur schwer ableitbar, jedoch zeigt die Verwendung von Hilfsvariablen (MZB) deutliche Zusammenhänge der Florakomponenten zu den Substrat- und Strömungsverhältnissen.
- Biotische Interaktionen (Grazing) konnten nachgewiesen werden und steuern demzufolge die realisierte Trophie.
- Die Abhängigkeiten sind auf Grund des Datenumfangs hoch signifikant, jedoch ist die Streuung und Variabilität in den gezeigten Ergebnissen ebenfalls hoch. Ursachen:
 - Komplexität der Wirkungszusammenhänge
 - Datengrundlage /Struktur
- Quantitative Daten zu Ableitung von Prozessindikatoren, welche direkte Rückschlüsse auf die Trophie im Gewässer zulassen, liegen nicht vor (z.B. Biomasse, kontinuierliche Messungen von pH und Sauerstoff)

Zusammenfassung

Welche Maßnahmenstrategien sind sinnvoll und wirksam?

- In den stark belasteten Gewässern (Richtgröße TP $\geq 0,1$ mg/l JM) ist eine weitere Reduktion der Nährstoffe notwendig (weitere Optimierung von Kläranlagen; Rückhalt von Nährstoffen in der Fläche; Uferrandstreifen etc.)
- In den mäßig belasteten Gewässern (Richtgröße TP $\leq 0,1$ mg/l) sind begleitende hydromorphologische Maßnahmen insbesondere zur Verbesserung der Strömungsverhältnisse, des Geschiebetransports und Beschattung ökologisch effizient
- Ein investigatives Monitoring in den Tieflandfließgewässern sollte an die Belastungssituation hinsichtlich der Eutrophierung angepasst sein. Dazu gehören die Aufnahme von Biomasse(-produktion), Erfassung von Tagesganglinien zu Sauerstoff und pH. Dazu sollte ein repräsentatives Modellgebiet ausgewählt werden (auch unter Berücksichtigung geplanter und zu realisierenden Maßnahmen)