

# Ökologische Bewertung innerer Küstengewässer auf Basis phytoplanktischer Degradationsindikatoren

---

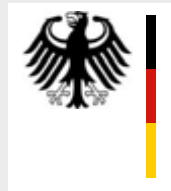


T. Rieling, U. Selig, H. Schubert, S. Sagert  
Universität Rostock

---



Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie -  
Mecklenburg-Vorpommern



Bundesministerium für Bildung und Forschung



Europäische Union

# Projekte der Universität Rostock zur Umsetzung der EU-WRRL (Ostsee-Küstengewässer)

## ELBO-

ENTWICKLUNG VON  
LEITBILDORIENTIERTEN  
BEWERTUNGSGRUNDLAGEN FÜR  
ÜBERGANGSGEWÄSSER DER DEUTSCHEN  
OSTSEEKÜSTE (BMBF, LUNG-MV)



## CHARM-

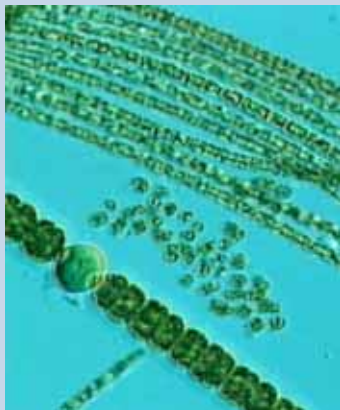
CHARACTERISATION  
OF THE BALTIC SEA ECOSYSTEM:  
DYNAMICS AND FUNCTION  
OF COASTAL TYPES  
(EUROPÄISCHE UNION)



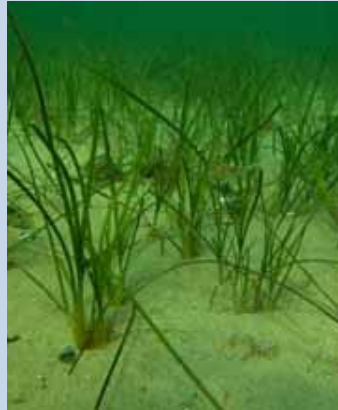
innere Küstengewässer MV

ostseeweit äußere/innere Küstengewässer

Phytoplankton



Phytobenthos



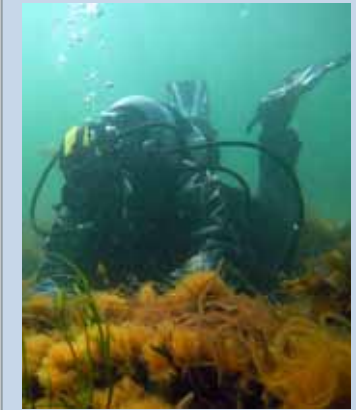
Zoobenthos



Wasserchemie



Monitoring

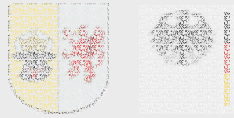


# Projekte der Universität Rostock zur Umsetzung der EU-WRRL (Ostsee-Küstengewässer)

## ELBO-

ENTWICKLUNG VON  
LEITBILDORIENTIERTEN  
BEWERTUNGSGRUNDLAGEN FÜR  
ÜBERGANGSGEWÄSSER DER DEUTSCHEN  
OSTSEEKÜSTE (BMBF, LUNG-MV)

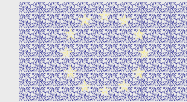
innere Küstengewässer MV



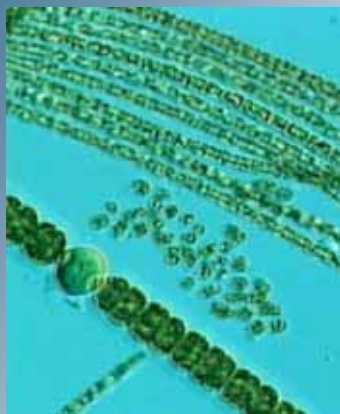
## CHARM-

CHARACTERISATION  
OF THE BALTIC SEA ECOSYSTEM:  
DYNAMICS AND FUNCTION  
OF COASTAL TYPES  
(EUROPÄISCHE UNION)

ostseeweit äußere/innere Küstengewässer



## Phytoplankton



Ableitung phytoplanktischer Degradationsindikatoren aus den Langzeitmonitoringreihen des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern (LUNG)

# Monitoringnetz des LUNG



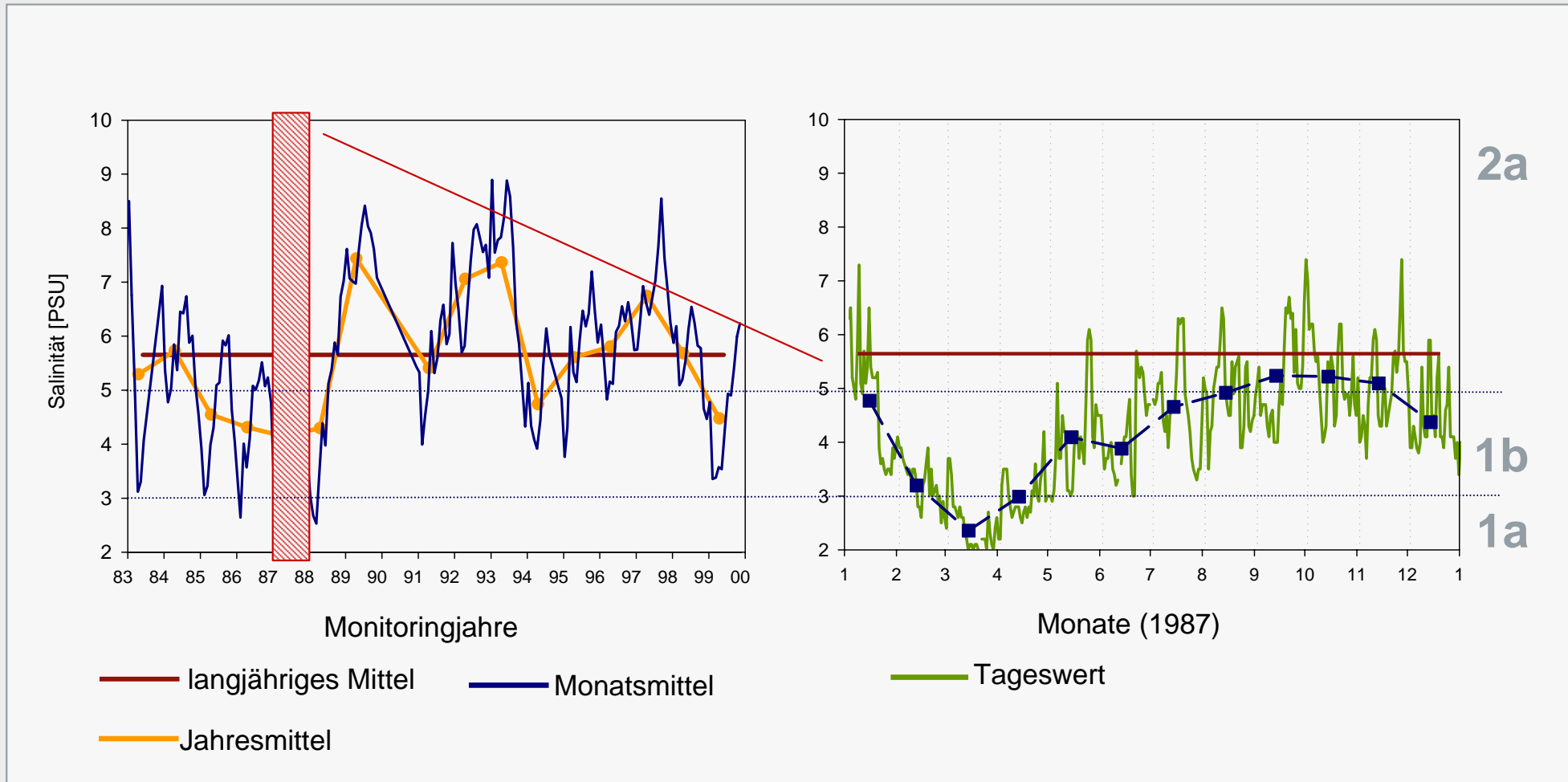
2985 Datensätze von 23 Stationen mit mehr als 5 Jahren Monitoring

# Typisierung: Mecklenburg-Vorpommersche Ostseeküste

Oligohaline innere <b>B I</b> MV		Mesohaline innere <b>B II</b> MV und SH		Mesohaline äußere <b>B III</b> MV und SH	
<b>1a</b>  <b>0.5-3 PSU</b>	<b>1b</b>  <b>3-5 PSU</b>	<b>2a</b>  <b>5-10 PSU</b>	<b>2b</b>  <b>10-18 PSU</b>	<b>3a</b>  <b>5-10 PSU</b>	<b>3b</b>  <b>10-18 PSU</b>
überwiegend limnische Arten		reduzierte marine Besiedlung häufige Algenblüten		ausgeprägte marine Besiedlung jahreszeitliche Algenblüten	
<b>Stettiner Haff</b> <b>Innere DZBK</b> <b>Kleiner Jasmunder Bodden</b> <b>Peenestrom</b> <b>Achterwasser</b>		<b>Greifswalder Bodden,</b> <b>Rügensche Bodden</b> <b>Strelasund</b> <b>Wismarbucht</b> <b>ÄußereDZBK</b>		<b>Pommersche Bucht,</b> <b>Westliche Ostsee,</b> <b>Mecklenburger Bucht</b>	

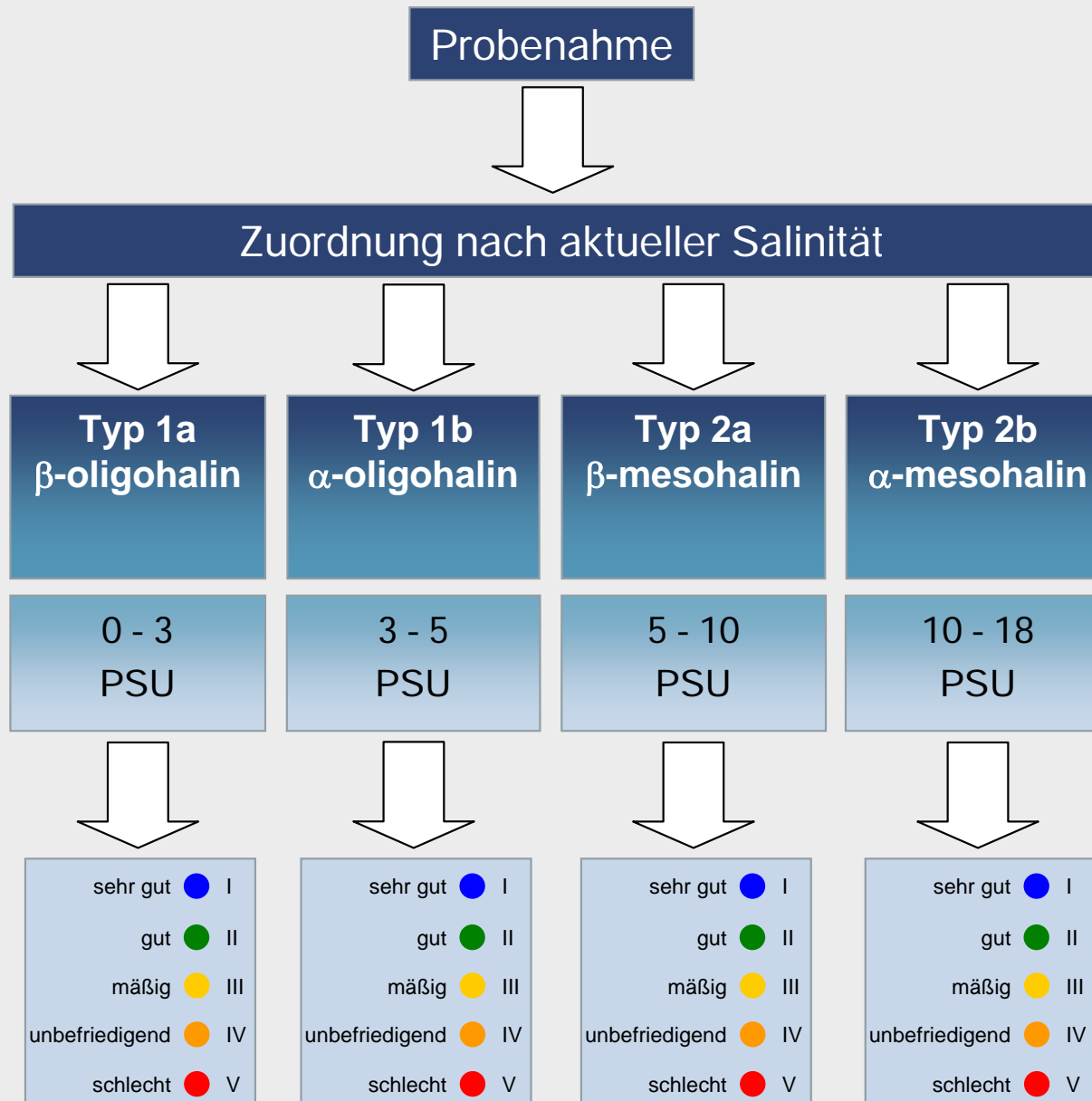
# Problem 1: natürliche hydrographische Variabilität

Beispieldatensatz Zingster Strom  
tägliche Messungen der Biologischen Station – Universität Rostock

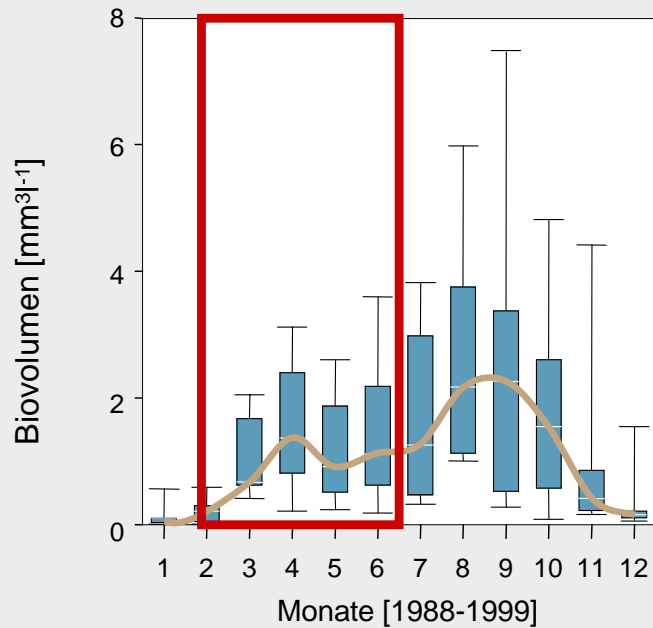


an stark süßwasserbeeinflussten Stationen  
Überschreitung der Typengrenzen innerhalb kurzer Zeiträume

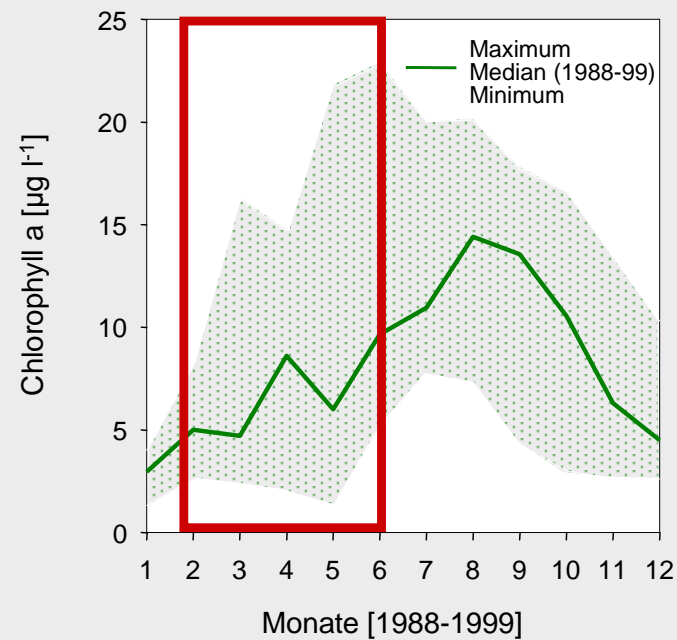
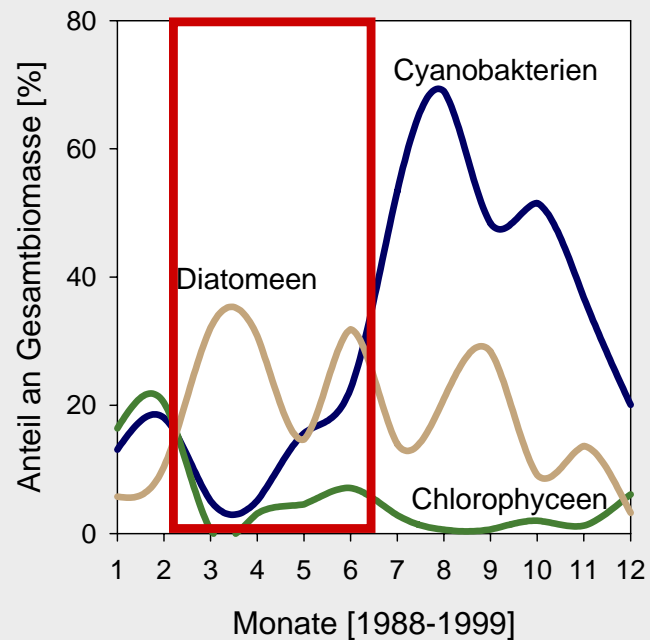
# Lösung 1: Kontinuierliche Typisierung



## Problem 2: Interanuelle und Saisonale Variabilität

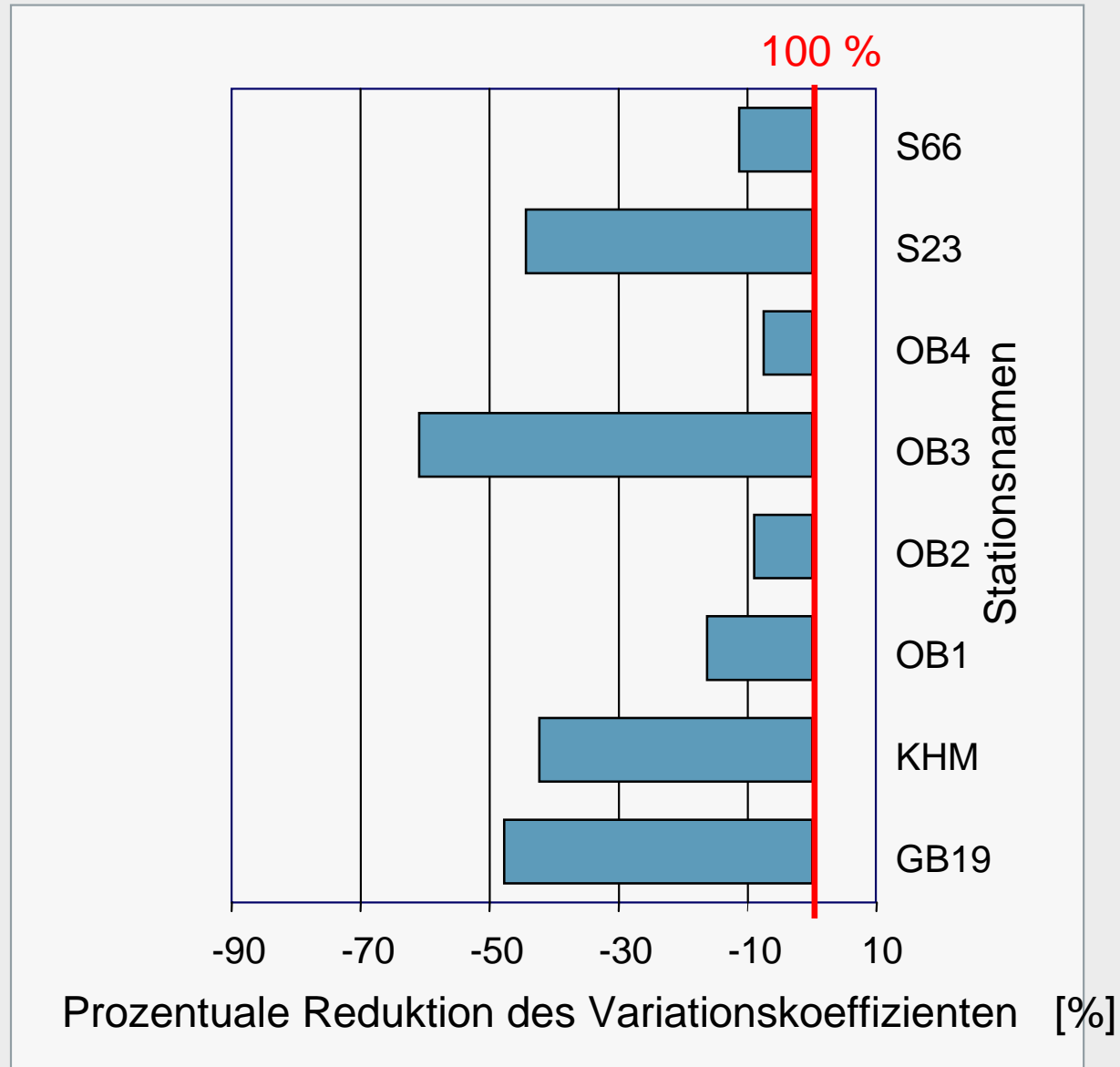


Führjahrsaspekt  
definiert als  
**Chl a maximum**  
Zwischen  
**Feb und Jun**



## Lösung 2: Reduktion der Variabilität

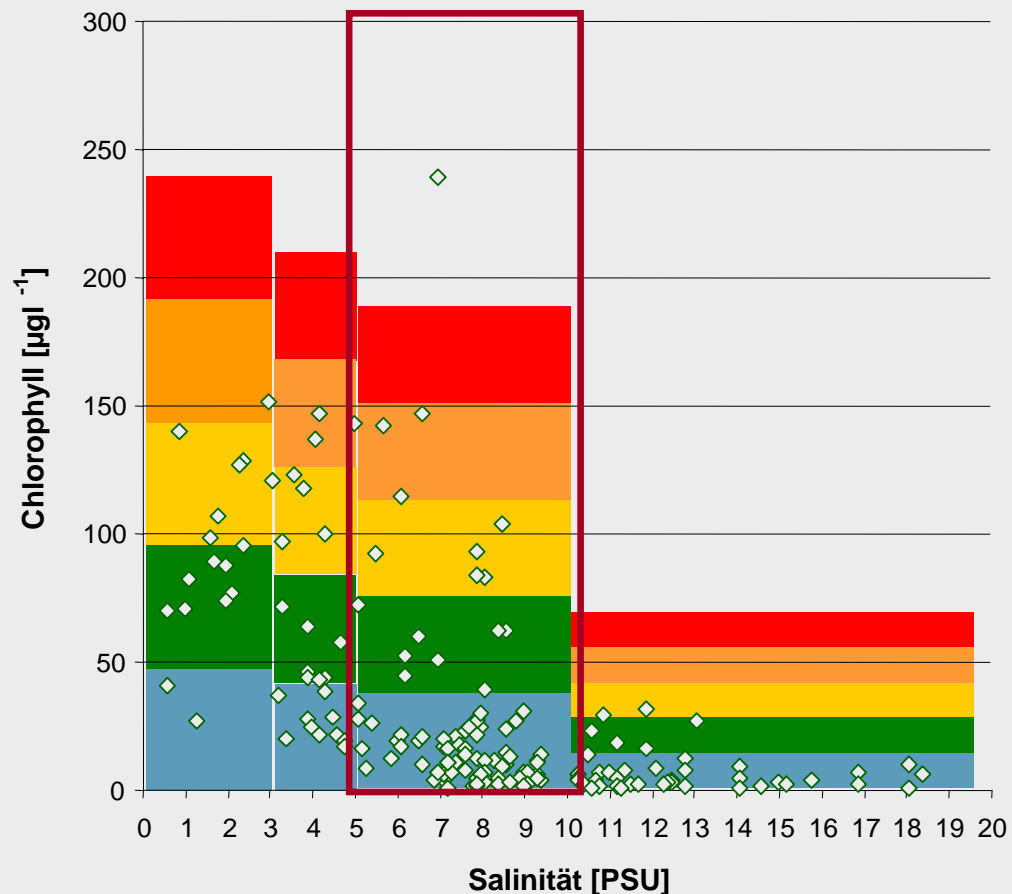
durch Beschränkung auf den Frühjahrsaspekt



# Ableitung einer Klassifizierung für den Wasserkörper 5-10 PSU

	PSU	0-3	3-5	5-10	10-18
Reduzierter Datenpool	Datensätze gesamt	143	67	983	375
	Datensätze Frühjahrsmaximum	17	25	89	43

## Zuweisung verschiedener ökologischer Zustände



- Pflanzensoziologischer Ansatz  
Definition von Klassengrenzen anhand des Wechsel von Pflanzengesellschaften
- Mathematische Definition von Klassengrenzen anhand aggregierender Verfahren (Clusteranalysen)

# Welcher Parameter indiziert die Gewässerdegradation ?

## Degradationsanzeiger

- Gesamt Phosphor
- Gesamt Stickstoff
- Chlorophyll a
- Secchi-Tiefe

PCA

Generalisierter  
Degradationsanzeiger

ca. 300 Einzelparameter

- Biovolumen-Arten
- Biovolumen taxonomische Gruppen
- Biovolumen morphologische Gruppen
- Biovolumen ökologische Gruppen (r-/K-selected, N-fixation)
- Prozentualer Anteil ausgewählter Gruppen
- Artzahl
- Diversitätsindices

Korrelation

Korrelation

# Bestimmung des Degradationsmaßes PCA

Principal component analysis: Bestimmung eines künstlichen Degradationsfaktors (TN, TP, Secchi-Tiefe, Chl a)

No.	Eigenvalue	Individual Percent	Cumulative Percent	Scree Plot
F1	2,716	68	68	
F2	0,649	16	84	
F3	0,365	9	93	
F4	0,267	7	100	

Variables	F 1	F 2	F 3	F 4	Communality
Chl a	0,651	0,348	0,000	0,000	1,000
Secchi	0,290	0,005	0,004	0,699	1,000
TP	0,561	0,004	0,432	0,000	1,000
TN	0,953	0,046	0,000	0,000	1,000

# Korrelationsanalyse (Spearman rank): Künstlicher Degradationsfaktor versus Phytoplanktonparameter

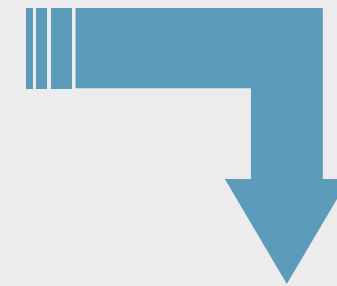
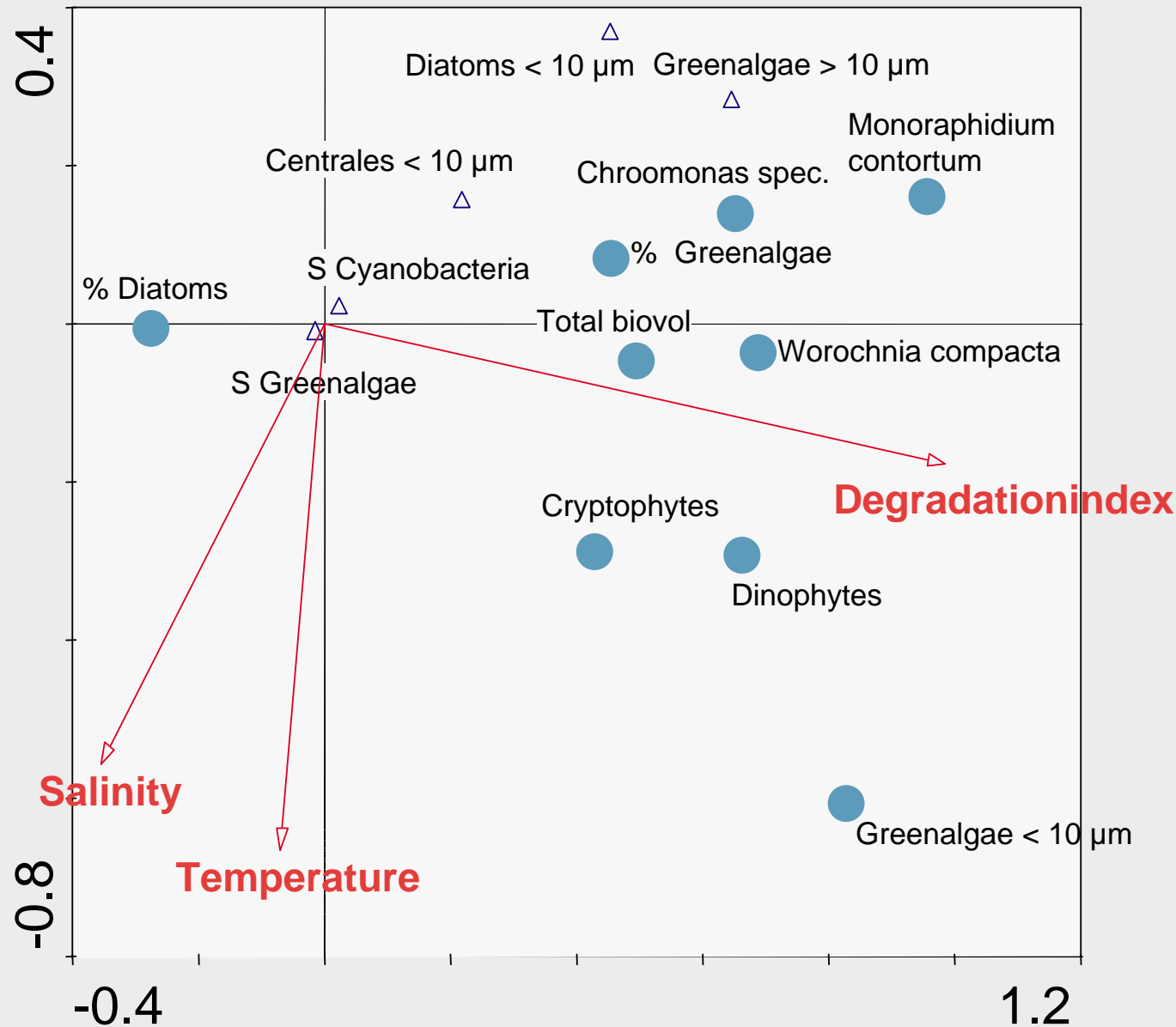
r	Parameter
-0,24	Anteil Diatomeen
0,26	BV Diatomeen > 10 µm
0,26	BV Diatomeen < 10 µm
0,26	BV Chlorophyceen > 10 µm
0,28	Anzahl Cyanobakterien
0,30	Anzahl Chlorophyceen
0,30	BV Dinophyceen
0,34	<i>BV Monoraphidium contortum</i>
0,34	BV Cryptophyceen
0,35	<i>BV Woronichinia compacta</i>
0,36	BV Chlorophyceen < 10 µm
0,42	Anteil Chlorophyceen
0,44	BV <i>Chroomonas</i> spec.
0,75	Gesamtbiovolumen

14 Phytoplanktonparameter die signifikant mit Degradationsfaktor korreliert sind



Test auf verbleibende Korrelationen zu Salinität und Temperatur

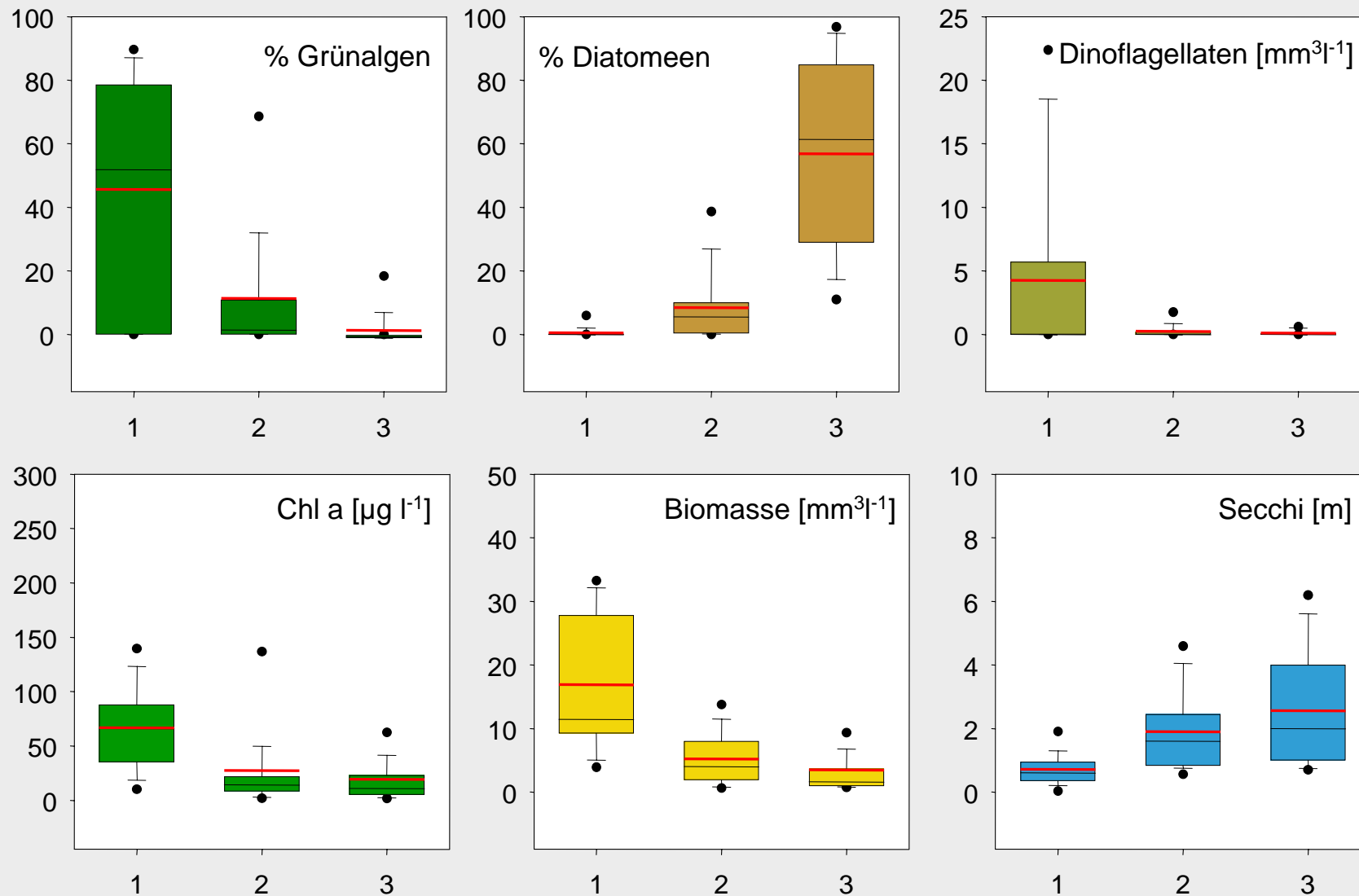
# Test auf verbleibende saisonale und hydrographische Abhängigkeit



Clusteranalyse auf Basis der ermittelten Trophieindikatoren



# Ableitung von Klassengrenzen Wasserkörper 5-10 PSU (Frühjahrsaspekt)



Darstellung der Rohdaten der jeweiligen Degradationsindikatoren  
Ableitung der Klassengrenzen aus den 75% oder 90% Perzentilen

# Klassifizierungsschema für drei ökologische Zustände

## ökologische Klasse entsprechend Clusteranalyse

	I	II	III
<b>Biomasse [mm<sup>3</sup> l<sup>-1</sup>]</b>	1-5	5-10	10-30
<b>Chlorophyceen [%]</b>	5-10	10-30	30-60
<b>Diatomeen [%]</b>	30-80	10-30	5-10
<b>Dinoflagellaten [%]</b>	1-5	1-5	5-30
<b>Chlorophyceen &lt;10µm [mm<sup>3</sup> l<sup>-1</sup>]</b>	0,2-0,5	0,5-1	1-10
<b><i>Worochinia compacta</i> [mm<sup>3</sup> l<sup>-1</sup>]</b>	0,5-1	1-2	2-5
<b>Secchi depth [m]</b>	4-6	1,5-4	0,8-1,5
<b>Chl a [µg l<sup>-1</sup>]</b>	10-20	20-50	50-120

# Referenzzustand: „SEHR GUTER ÖKOLOGISCHER ZUSTAND“

Frage: Repräsentiert das Cluster 1 bereits den Referenzzustand des Gewässertyps oder können wir einen weniger degradierten (historischen) Zustand erwarten?

Historischer ökologischer Status Referenzzustand	I	II	III		Klasse 5 „schlechter ökologischer Zustand“
	1-5	5-10	10-30	Biovolumen	
5-10	10-30	30-60	Chlorophyceen		
30-80	10-30	5-10	Diatomeen		
1-5	1-5	5-30	Dinoflagellaten		
0,2-0,5	0,5-1	1-10	Chlorophyceen		
0,5-1	1-2	2-5	<i>Worochinia compacta</i>		
4-6	1,5-4	0,8-1,5	Secchi depth		
10-20	20-50	50-120	Chl a		

Rekonstruktionen der Secchi-tiefe ergaben für den Wasserkörper 5-10 PSU Lichteindringtiefen zwischen 7-8 m (ca. 1930) – heutige Secchi-tiefen liegen im Cluster 1 bei 4-6 m

ein ökologisch besserer Zustand kann postuliert werden

# Vorläufiges Klassifizierungsschema Wasserkörper 5-10 PSU

Parameter	ökologische Klasse				
	sehr gut	gut	mäßig	unbefriedigend	schlecht
Biomasse [mm <sup>3</sup> l <sup>-1</sup> ]	< 1	1-5	5-10	10-30	> 30
Chlorophyceen [%]	< 5	5-10	10-30	30-60	> 60
Diatomeen [%]	> 80	30-80	10-30	5-10	< 10
Dinoflagellaten [%]	< 1	1-5	1-5	5-30	> 50
Chlorophyceen <10µm [mm <sup>3</sup> l <sup>-1</sup> ]	< 0,2	0,2-0,5	0,5-1	1-10	> 10
<i>Worochinia compacta</i> [mm <sup>3</sup> l <sup>-1</sup> ]	< 0,5	0,5-1	1-2	2-5	> 5
Secchi depth [m]	> 5	3-5	1,5-3	0,8-1,5	< 1,5
Chl a [µg l <sup>-1</sup> ]	< 10	10-20	20-50	50-120	> 120

# Wichtung der einzelnen Parameter

Wichtung erfolgt auf Basis der Stärke der Korrelation zum Degradationsfaktor  
Bewertung auf Basis des Mittelwerts der gewichteten Einzelwerte

r	Parameter	Faktor
0,75	Gesamtbiovolumen	x 3
0,42	Prozentualer Anteil Chlorophyceenbiovolumen	x 2
0,36	Biovolumen Chlorophyceen < 10 µm	x 1,5
0,30	Biovolumen Dinophyceen	x 1
-0,24	Prozentualer Anteil Diatomeenbiovolumen	x 1
0,35	Biovolumen <i>Woronichinia compacta</i>	x 0,5

# Zusammenfassung

- Die Fokussierung auf vergleichbare hydrographische und saisonale Aspekte (Kontinuierliche Typisierung, Frühjahresaspekt) reduziert die hohe Datenvariabilität.
- Durch Korrelation der Phytoplanktonparameter mit einer „künstlichen“ Degradationkomponente lassen sich Degradationsindikatoren aus dem Datenpool extrahieren.
- Die Clusterung der Datensätze auf der Basis der Degradationsindikatoren erlaubt es, Grenzen zwischen verschiedenen ökologischen Zuständen zu definieren.
- Die Cluster lassen sich anhand historischer Daten referenzieren und in ein fünfstufiges Bewertungsschema übertragen.