

Umweltforschungsplan des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit
Meeresschutz

Förderkennzeichen (UFOPLAN) 299 25 265/02

Studie zur Ermittlung von Hintergrundwerten bzw. der natürlichen Variabilität von chemischen
und biologischen Messgrößen im Meeresmonitoring, Teilprojekt Ostsee
Endbericht

von
Dr. Sven Dahlke

unter Mitarbeit von
Dr. Sigrid Sagert^[1]
Prof. Dr. Lutz Brüggemann^[2]



Institut für Ökologie der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald

Institutsleiter
Prof. Dr. Lutz-Arend Meyer-Reil

Im Auftrag
des Umweltbundesamtes

August 2003



^[1] Universität Rostock

^[2] TÜV Nord Umweltschutz Rostock GmbH & Co. KG



Teilbericht I: Nährstoffe (Dahlke, Zuarbeit Schernewski und Neumann [IOW])

Teilbericht II: Schwermetalle (Brüggemann [TÜV Nord])

Teilbericht III: Makrophyten und Phytoplankton (Dahlke, Sagert)

Teilbericht IV: Benthische Makrofauna (Dahlke, Zuarbeit Gosselck [IfAÖ] und Zettler[IOW])

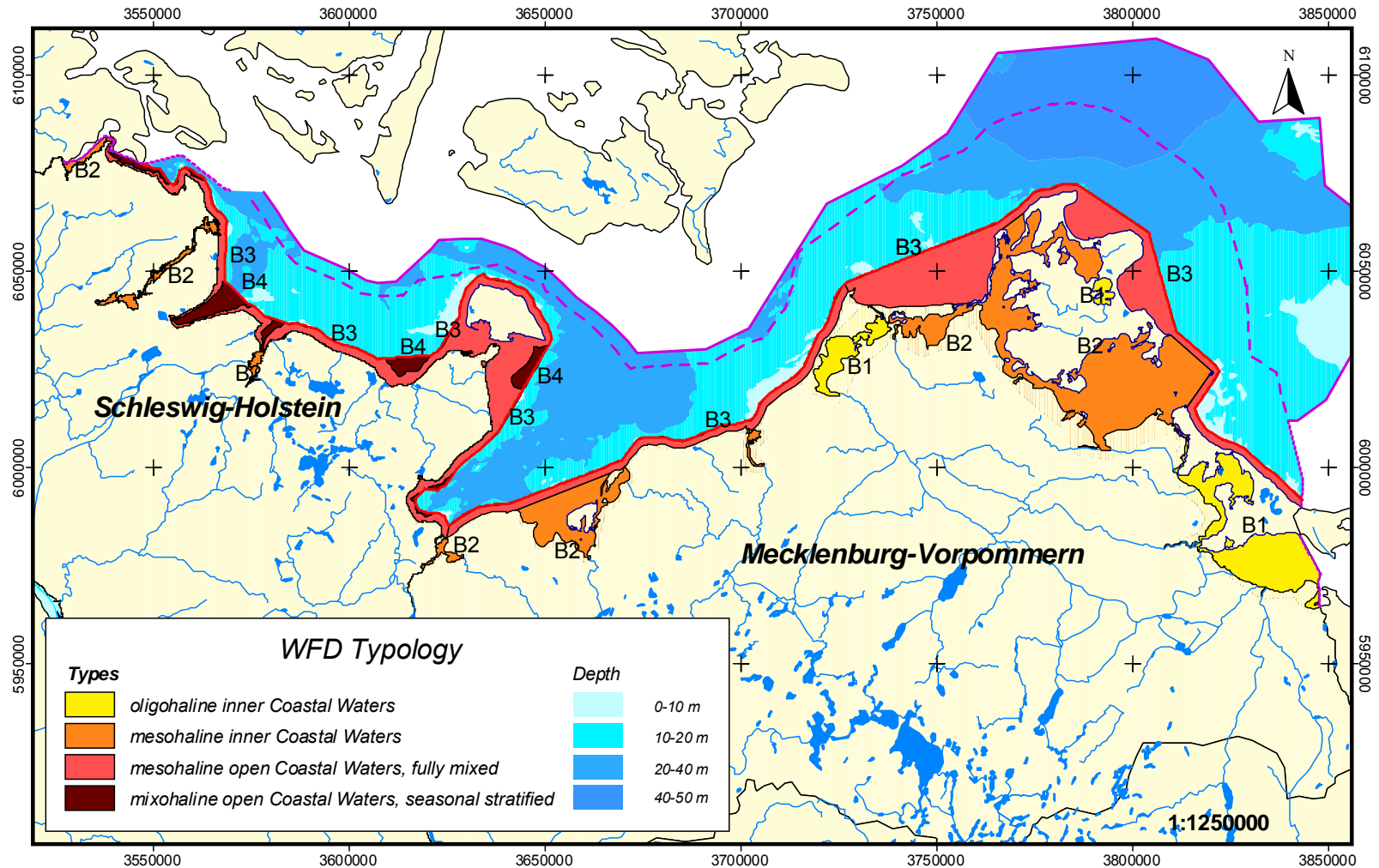
Nährstoffe_Gewässertypen



Gemeinsamer Vorschlag von LANU und LUNG zur Festlegung von Typen deutscher Ostseeküstengewässer (von Weber 2002, pers. Mittlg.).

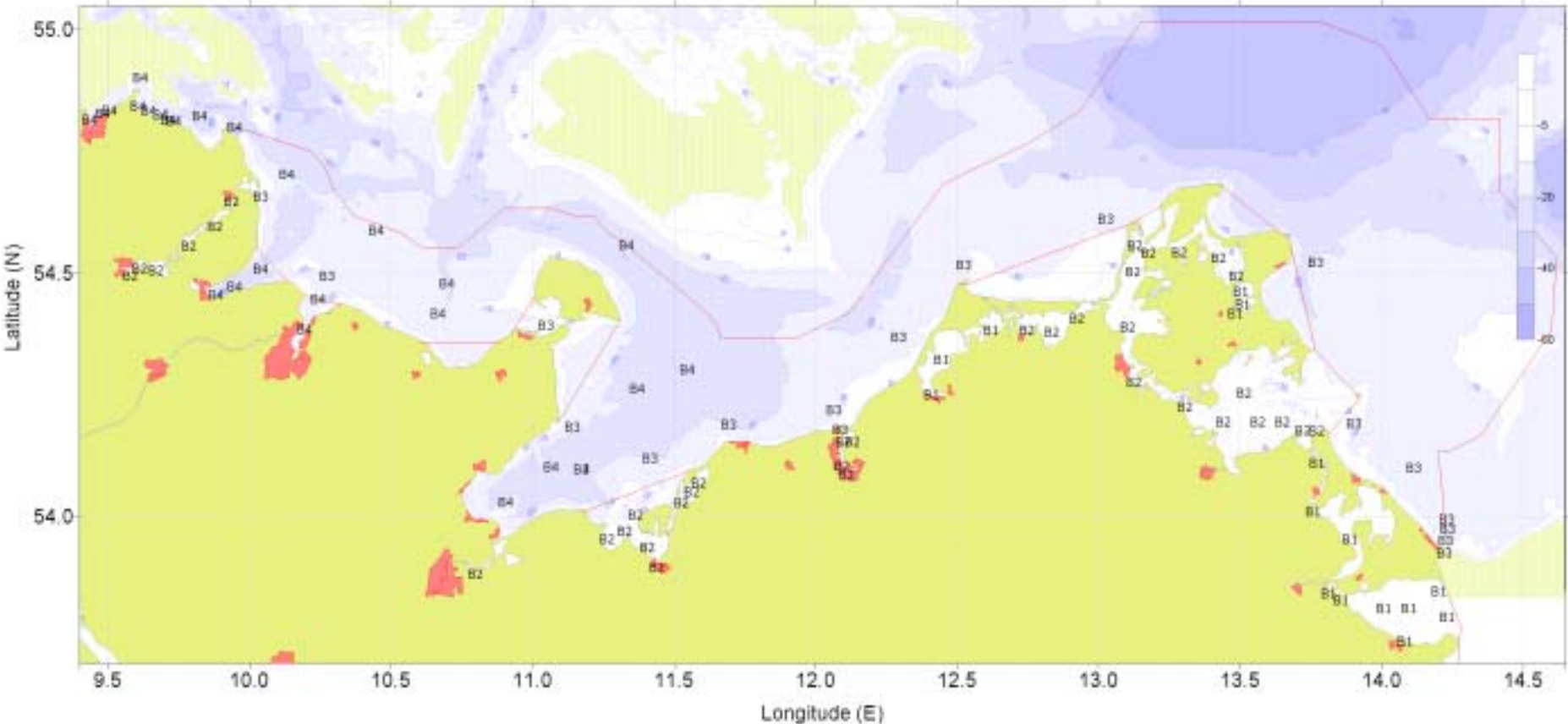
Haupttypen nach Salzgehaltszonen der Ostsee						
Typ B1 oligohaline innere Küstengewässer		Typ B2 mesohaline innere Küstengewässer		Typ B3 mesohaline äußere Küstengewässer ohne saisonale Sprungschicht		Typ B4 mixohaline äußere Küstengewässer mit saisonaler Sprungschicht
Untertyp B1a	Untertyp B1b	Untertyp B2a	Untertyp B2b	Untertyp B3a	Untertyp B3b	
β-oligohalin	α-oligohalin	β-mesohalin	α-mesohalin	β-mesohalin	α-mesohalin	meso- polyhalin
0,5 – 3	3 – 5	5-10	10-18	5-10	10-18	10-30
(nur in MV vorhanden)		(in SH+MV vorhanden)		(in SH+MV vorhanden)		(nur in SH vorhanden)
Wassertiefe: < 30 m Tideregime: Mikrotidal Exposition: geschützte Buchten Wasseraustausch: gering Sediment: Schlick, Sand Besiedlung: überwiegend limnische Organismen;		Wassertiefe: < 30 m Tideregime: Mikrotidal Exposition: geschützte Buchten Wasseraustausch: mäßig - gut Sediment: Sand, Schlick Besiedlung: reduzierte marine Besiedlung; häufige Algenblüten		Wassertiefe: < 30 m Tideregime: Mikrotidal Exposition: exponiert Wasseraustausch: sehr gut Sediment: Sand (teilweise mit Kies und Steinen), Till u. org. Sed. Besiedlung: ausgeprägte marine Besiedlung jahreszeitliche Algenblüten		Wassertiefe: < 30 m Tideregime: Mikrotidal Exposition: (mäßig) exponiert Wasseraustausch: saisonal gering Sediment: Schlick, Mischsedimente Besiedlung: teilweise reduzierte marine Besiedlung jahreszeitliche Algenblüten

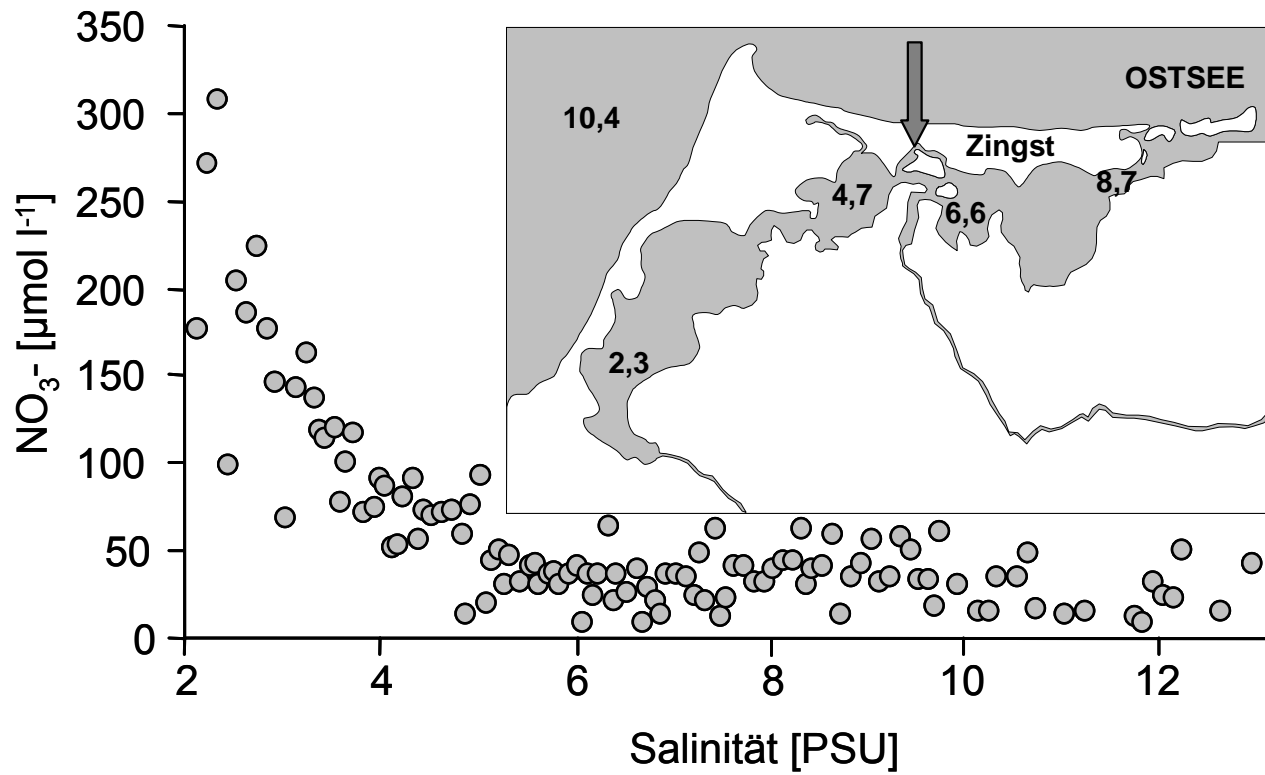
Nährstoffe_Gewässertypen

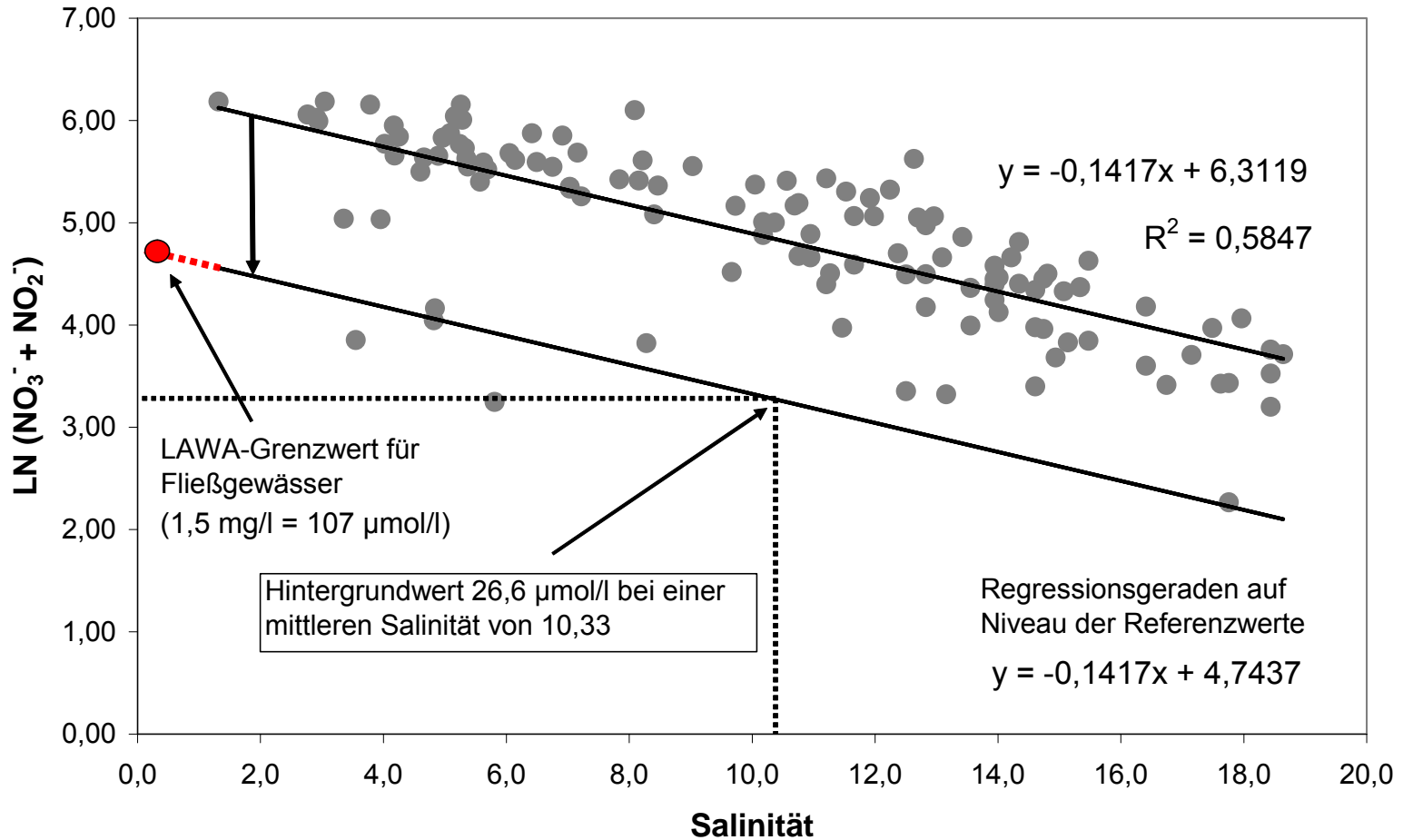


Karte zum gemeinsamen Vorschlag von LANU und LUNG zur Festlegung von Typen deutscher Ostseeküstengewässer (von Weber 2002, pers. Mittlg).

Nährstoffe_Datengrundlage







Rekonstruktion von winterlichen Referenzwerten für Nitrat+Nitrit auf Grundlage einer Regression zwischen winterlicher Nitrat- und Nitritkonzentration und Salinität (Station Schlutup, Untertrave).

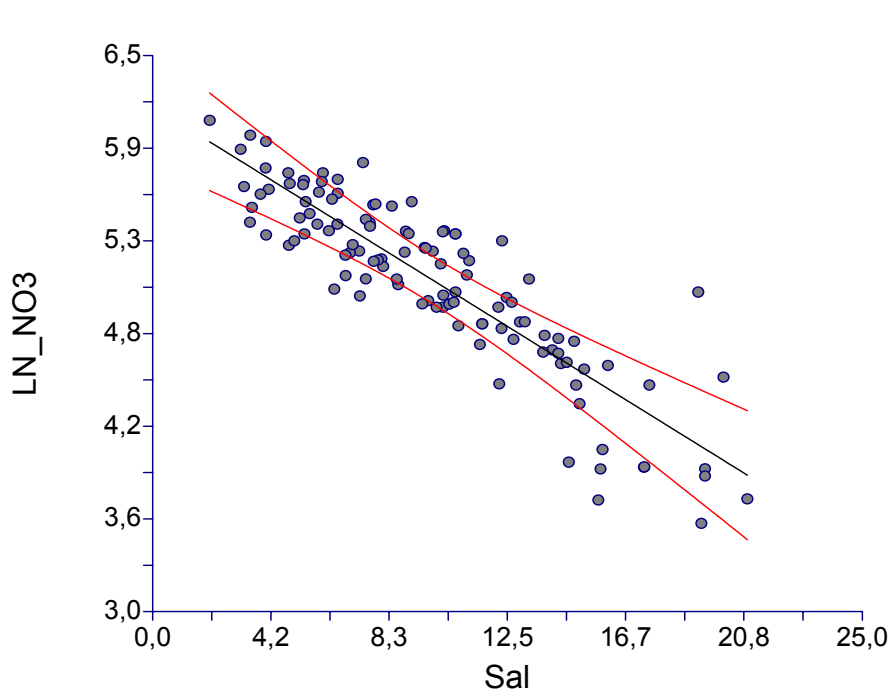
Nährstoffe_Referenzwerte Nitrat, Nges



Ergebnisse von Regressionsberechnungen mit aktuellen Daten zur Ermittlung von lokalen Referenzwerten der **Nitratkonzentrationen** für die Schlei (Daten der Monate Jan.-März.).

Die jeweiligen Referenzwerte wurden für eine Salinität von $S = 8$ berechnet. Die links neben den Kurvenparametern dargestellten Regressionsgeraden wurden dazu jeweils analog zu Abb. 6 nach unten auf das Niveau des Referenzwertes für Fließgewässer nach LAWA verschoben. LN_NO3 = natürlicher Logarithmus der Nitratkonzentration in $\mu\text{mol l}^{-1}$, Sal = Salinität, n = Anzahl der Wertepaare, R^2 = Bestimmtheitsmaß, m = Anstieg, b = Schnittpunkt mit der y-Achse.

Schlei



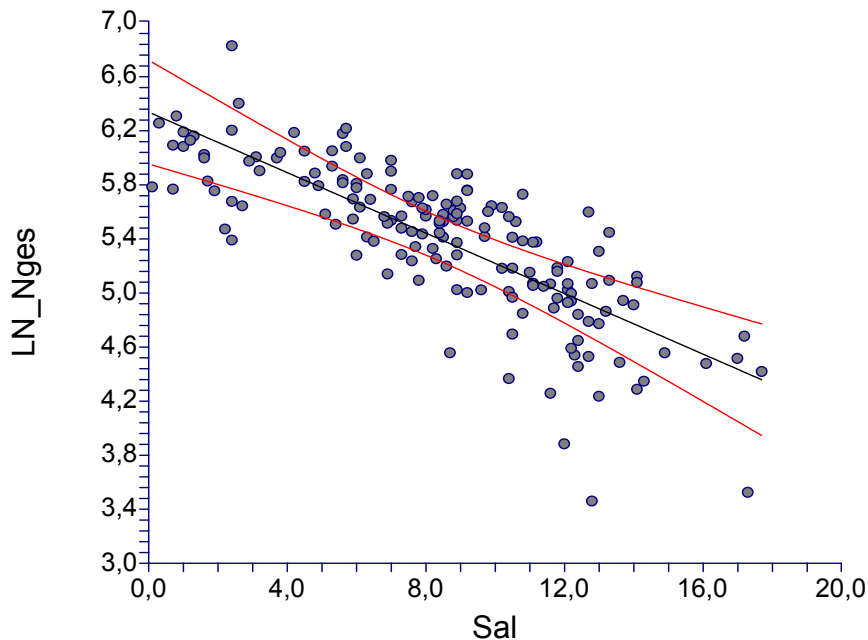
n	113
R^2	0,7828
m	-0,1108
m (obere Grenze)	-0,0998
m (untere Grenze)	-0,1217
b	6,1792
b (obere Grenze)	6,2978
b (untere Grenze)	6,0606
Referenzwert (Sal. = 8)	46,7 $\mu\text{mol l}^{-1}$
Vertrauensbereich	41,5-52,5 $\mu\text{mol l}^{-1}$



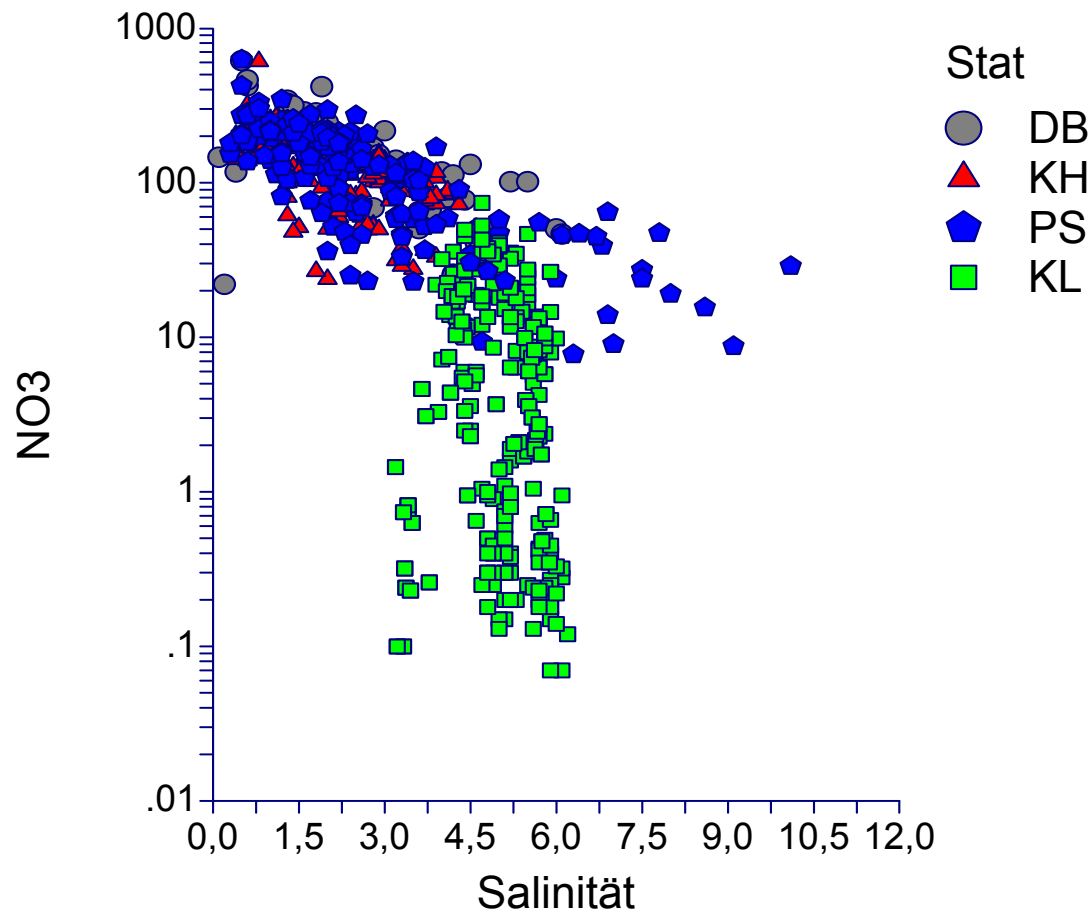
Ergebnisse von Regressionsberechnungen mit aktuellen Daten zur Ermittlung von lokalen Referenzwerten der **Gesamtstickstoffkonzentrationen** für die Unterwarnow (Daten der Monate Jan.-März.).

Die jeweiligen Referenzwerte wurden für eine Salinität von $S = 8$ berechnet. Die links neben den Kurvenparametern dargestellten Regressionsgeraden wurden dazu jeweils analog zu Abb. 6 nach unten auf das Niveau des Referenzwertes für Fließgewässer nach LAWA verschoben. LN_NO3 = natürlicher Logarithmus der Nitratkonzentration in $\mu\text{mol l}^{-1}$, Sal = Salinität, n = Anzahl der Wertepaare, R^2 = Bestimmtheitsmaß, m = Anstieg, b = Schnittpunkt mit der y-Achse.

Unterwarnow



n	164
R^2	0,6296
m	-0,1115
m (obere Grenze)	-0,0982
m (untere Grenze)	-0,1248
b	6,3279
b (obere Grenze)	6,4518
b (untere Grenze)	6,204
Referenzwert (Sal. = 8)	46,4 $\mu\text{mol l}^{-1}$
Vertrauensbereich	41,0-52,6 $\mu\text{mol l}^{-1}$



Plot der Nitratkonzentrationswerte (Jan.-März) in [$\mu\text{mol l}^{-1}$] gegen Salinitätswerte für westl. Darß-Zingster Bodden (DB), Kleines Haff (KH), Peenestrom (PS) und Kleinen Jasmunder Bodden (KL) in halblogarithmischer Darstellung.

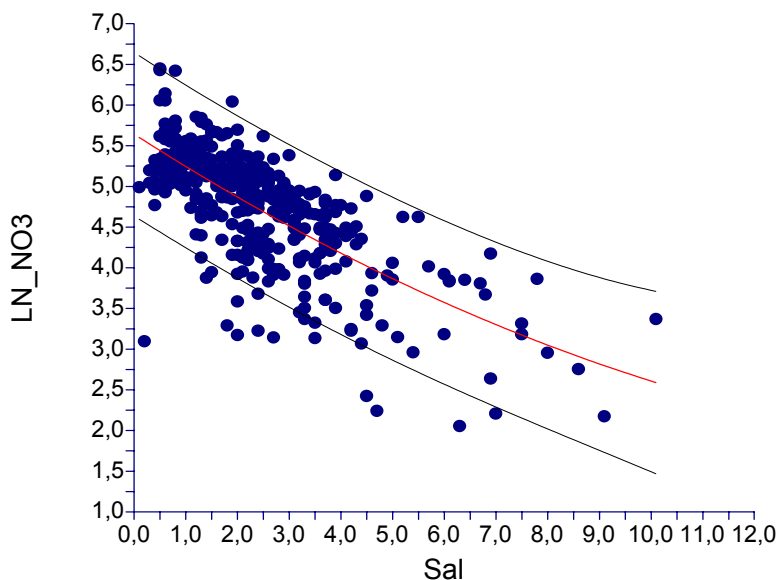
Nährstoffe_Referenzwerte Nitrat, Nges



Ergebnisse von Regressionsberechnungen zur Ermittlung von gewässertypspezifischen Referenzwerten der **Nitratkonzentration** auf der Basis nichtlinearer Regression für **Typ B1** (Daten der Monate Jan.-März.).

Die links neben den Kurvenparametern dargestellten nichtlinearen Kurven wurden dazu jeweils analog zu Abb. 6 nach unten auf das Niveau des Referenzwertes für Fließgewässer nach LAWA verschoben.

LN_NO3 = natürlicher Logarithmus der Nitratkonzentration in $\mu\text{mol l}^{-1}$, LN_Nges = natürlicher Logarithmus der Gesamtstickstoffkonzentration in $\mu\text{mol l}^{-1}$, Sal = Salinität, n = Anzahl der Wertepaare, R2 = Bestimmtheitsmaß, KG = Konfidenzgrenze.



Nitrat			
Modell	$\text{Ln}(Y)=A0+A1*\text{Sal}+A2*\text{Sal}^2$		
R ²	0,512804		
n	412		
Parameter	Parameter	Untere	Obere
Name	Schätzung	95%-KG	95%-KG
A0	5,641695	5,505426	5,777965
A1	-0,4066297	-0,4939369	-0,3193225
A2	0,01033425	-0,00113252	0,02180101
A0 Referenz	4,47E+00	4,33E+00	4,61E+00
$[\mu\text{mol l}^{-1}]$			
Referenzwert	107	93	123
(Sal. = 0,5)			
Referenzwert	42	37	49
(Sal. = 3,0)			
Referenzwert	22	19	25
(Sal. = 5,0)			

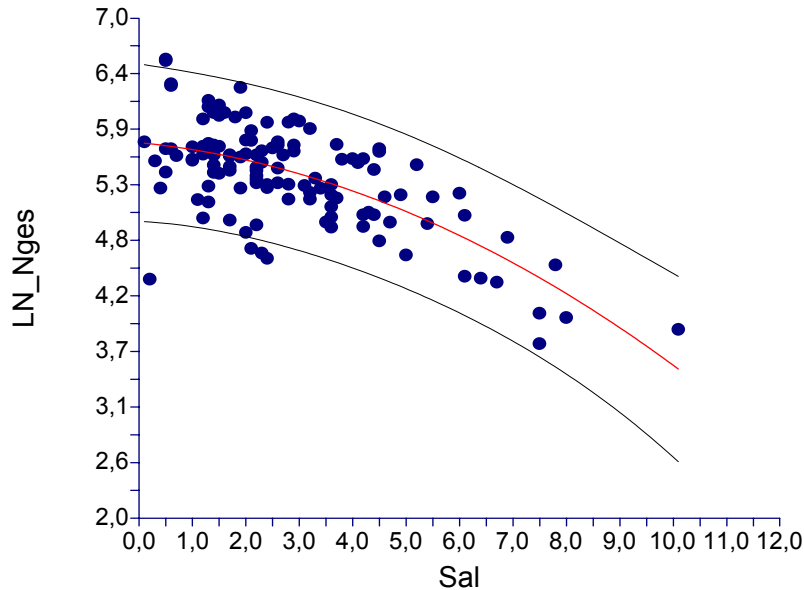
Nährstoffe_Referenzwerte Nitrat, Nges



Ergebnisse von Regressionsberechnungen zur Ermittlung von gewässertypspezifischen Referenzwerten der **Gesamtstickstoffkonzentration** auf der Basis nichtlinearer Regression für **Typ B1** (Daten der Monate Jan.-März.).

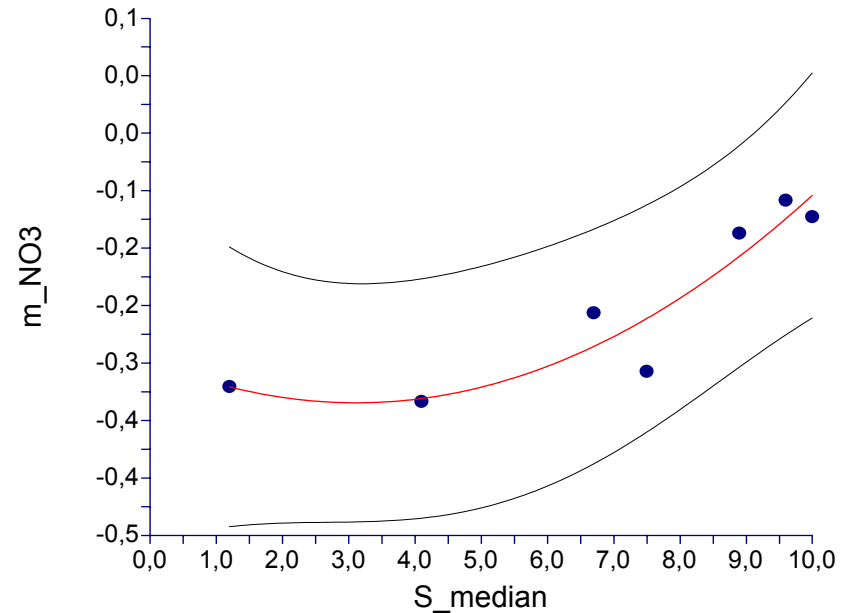
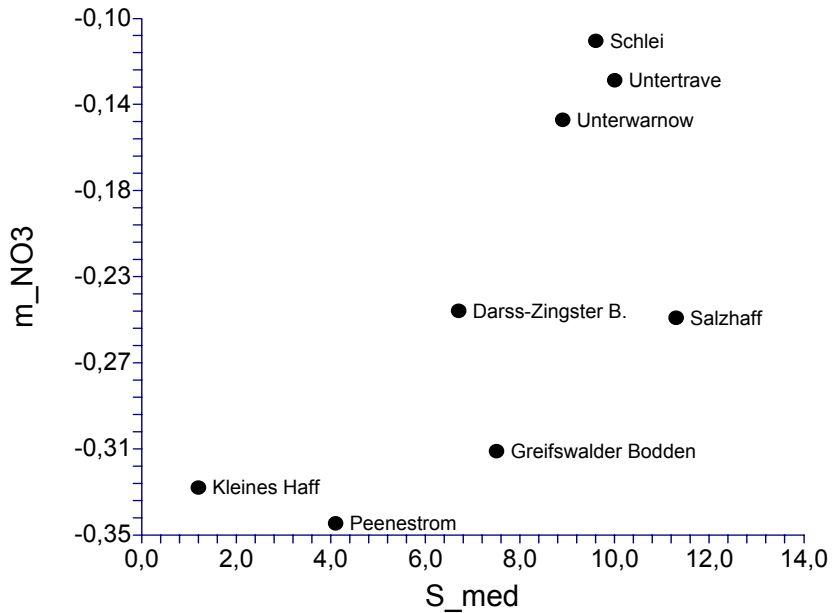
Die links neben den Kurvenparametern dargestellten nichtlinearen Kurven wurden dazu jeweils analog zu Abb. 6 nach unten auf das Niveau des Referenzwertes für Fließgewässer nach LAWA verschoben.

LN_NO3 = natürlicher Logarithmus der Nitratkonzentration in $\mu\text{mol l}^{-1}$, LN_Nges = natürlicher Logarithmus der Gesamtstickstoffkonzentration in $\mu\text{mol l}^{-1}$, Sal = Salinität, n = Anzahl der Wertepaare, R2 = Bestimmtheitsmaß, KG = Konfidenzgrenze.



Nges.	Modell		
	$\text{Ln}(Y) = A_0 + A_1 \cdot \text{Sal} + A_2 \cdot \text{Sal}^2$		
R ²	0,474144		
n	123		
Parameter	Parameter	Untere	Obere
Name	Schätzung	95%-KG	95%-KG
A0	5,75749	5,56411	5,95087
A1	-	-0,166756	0,0607971
A2	0,05297946	-0,03056872	-
A0 Referenz	0,01695185	0,00333498	
	4,30E+00	4,11E+00	4,49E+00
	[$\mu\text{mol l}^{-1}$]		
Referenzwert (Sal. = 0,5)	107	88	130
Referenzwert (Sal. = 3,0)	81	67	98
Referenzwert (Sal. = 5,0)	55	46	67

Nährstoffe_Referenzwerte Nitrat, Nges



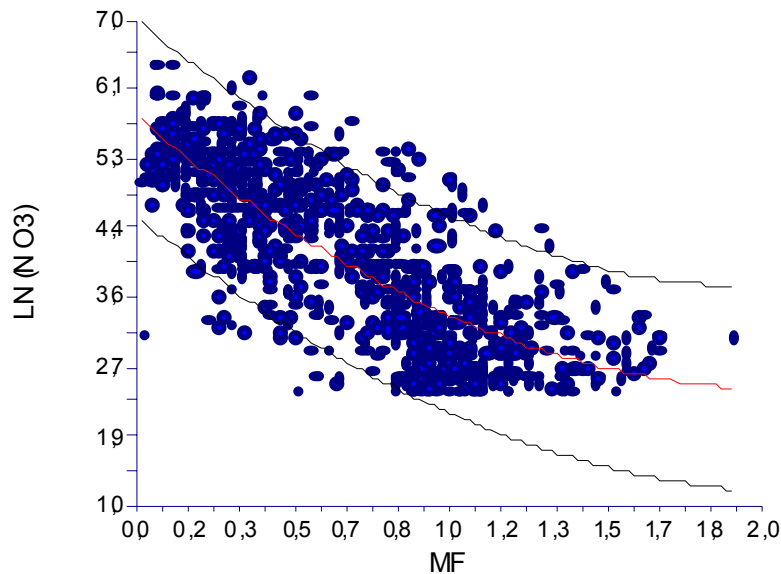
Modell: $m_{NO3} = -0,296923 - 3,157088E-02 \cdot S_{median} + 5,071561E-03 \cdot S_{median}^2$
R2 = 0,881440

Plot der Anstiege „m“ der linearen Regressionen logarithmierter Nitratwerte und Salinitäten gegen die Medianwerte des Salzgehaltes für Gewässer der Typen B1 und B2.



Nichtlineare Regressionen (Modell: $\ln(Y)=A_0+A_1*MF+A_2*MF^2$) für die **Nitratkonzentrationen** [$\mu\text{mol l}^{-1}$] auf der Basis des Marinitätsfaktors (MF) für die **Gewässertypen B1 und B2** (Jan.-März.).

Die MF-Werte wurden durch Division der Salzgehalte der Einzeldatensätze mit den Medianwerten der den jeweiligen Gewässern vorgelagerten Ostsee berechnet. Die Variation der Salinität der vorgelagerten Meeresgebiete bewirkt dadurch teilweise MF-Werte > 1 . Dargestellt sind auch die entsprechenden xy-Diagramme sowie Parameter des Regressionsmodells einschließlich der Korrelationskoeffizienten nach Pearson für die Kurvenanpassung. KG = Konfidenzgrenze.



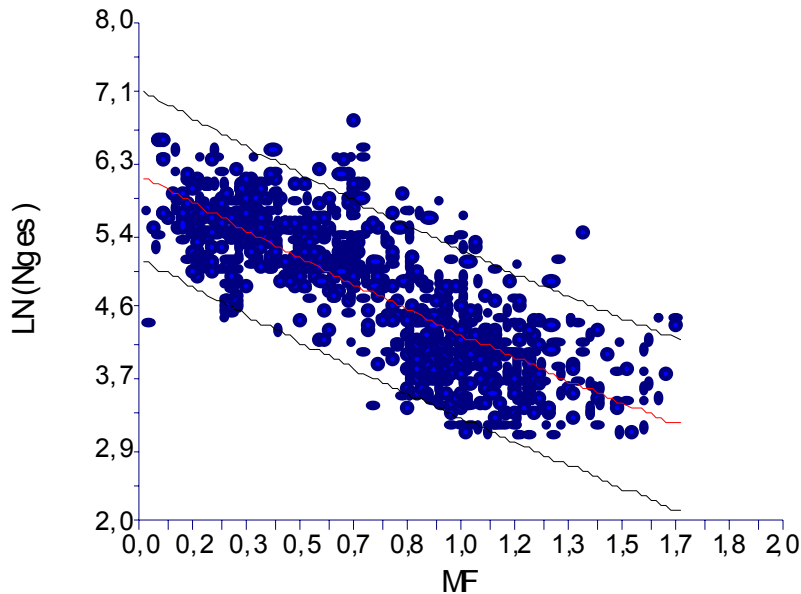
R^2	0,648696		
n	1115		
Parameter	Parameter	Untere	Obere
Name	Schätzung	95%-KG	95%-KG
A0	5,787806	5,679866	5,895745
A1	-3,216111	-3,560821	-2,8714
A2	0,7688248	0,5357097	1,00194

Nährstoffe_Referenzwerte Nitrat, Nges

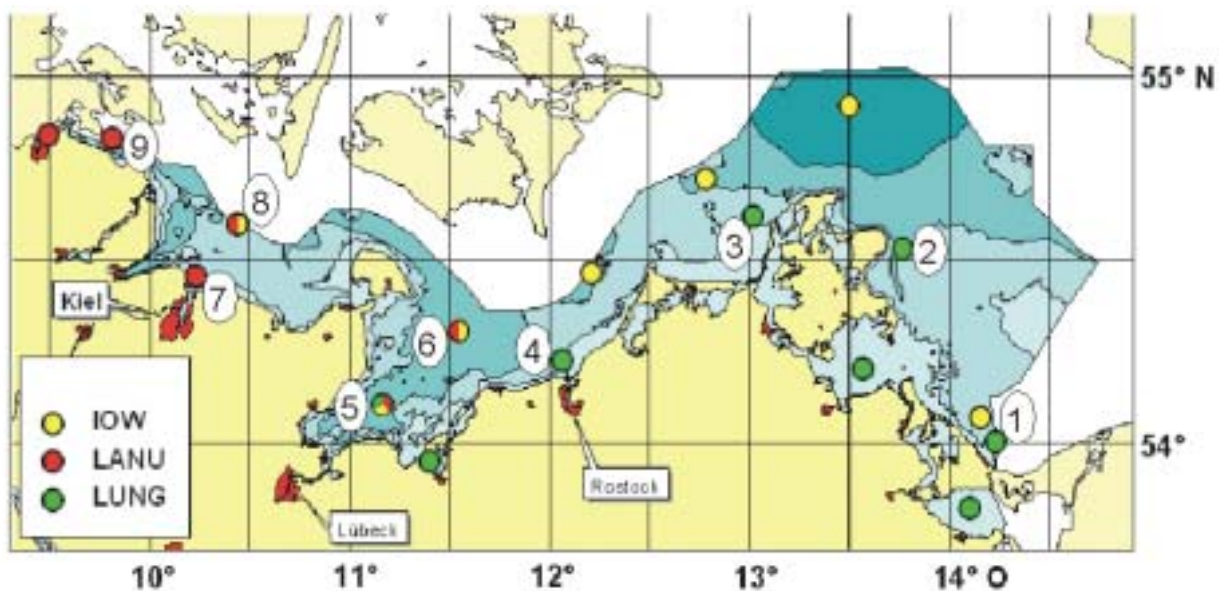


Nichtlineare Regressionen (Modell: $\ln(Y)=A_0+A_1*MF+A_2*MF^2$) für die **Gesamtstickstoffkonzentrationen** [$\mu\text{mol l}^{-1}$] auf der Basis des Marinitätsfaktors (MF) für die **Gewässertypen B1 und B2** (Jan.-März.).

Die MF-Werte wurden durch Division der Salzgehalte der Einzeldatensätze mit den Medianwerten der den jeweiligen Gewässern vorgelagerten Ostsee berechnet. Die Variation der Salinität der vorgelagerten Meeresgebiete bewirkt dadurch teilweise MF-Werte > 1 . Dargestellt sind auch die entsprechenden xy-Diagramme sowie Parameter des Regressionsmodells einschließlich der Korrelationskoeffizienten nach Pearson für die Kurvenanpassung. KG = Konfidenzgrenze.



R^2	0,62993		
n	1009		
Parameter Name	Parameter Schätzung	Untere 95%-KG	Obere 95%-KG
A0	6,163373	6,046224	6,280522
A1	-2,110884	-2,455417	-1,76635
A2	0,1902661	-0,03430266	0,4148348



Nr.	Abk.	Bezeichnung	Tiefe (m)	Koordinaten	
1	OB4	Pomm. Bucht Ahlbeck	12	54°00,4'	14°14,0'
2	O11	Ostsee ö. Saßnitz	22	54°32,1'	13°46,2'
3	O9	Ostsee nw. Hiddensee	15	54°37,4'	13°01,7'
4	O5	Ostsee n. Warnemünde	14	54°13,9'	12°04,0'
5	O22	Ostsee n. Boltenhagen	24	54°06,6'	11°10,5'
6	M2	Mecklenburger Bucht	22.5	54°18,90'	11°33,00'
7		Leuchtturm Friedrichsort	16.5	54°23,86'	10°11,73'
8	N3	Kieler Bucht	17	54°36,00'	10°27,00'
9		Geltinger /Sonderburg Bucht	28	54°50,10'	09°49,60'

Neumann und Schernewski 2003

Lage der 9 Messstationen für die eine Referenzwertberechnung mit dem Modell Ökosystemmodells für die Ostsee (ERGOM) vorgenommen wurde.

Referenzwerte für die 9 Ostseestationen nach 7 simulierten Jahren. TDP = Total Dissolved Phosphorus, DIN = Total Dissolved Nitrogen

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	Mittel
TDP [$\mu\text{mol l}^{-1}$]:	(extrapolierte Werte)									
Jahresmittel	0.13	0.12	0.18	0.19	0.17	0.19	0.20	0.20	0.12	0.17
Wintermittel	0.23	0.24	0.29	0.29	0.27	0.28	0.28	0.28	0.18	0.26
DIN [$\mu\text{mol l}^{-1}$]:										
Jahresmittel	10.0	5.5	1.7	0.8	0.8	1.0	0.7	0.7	1.2	2.5
Wintermittel	17.0	2.2	2.4	1.5	1.5	1.8	1.4	1.4	2.6	3.5

Nährstoffe_Klassengrenzen Nitrat, Nges

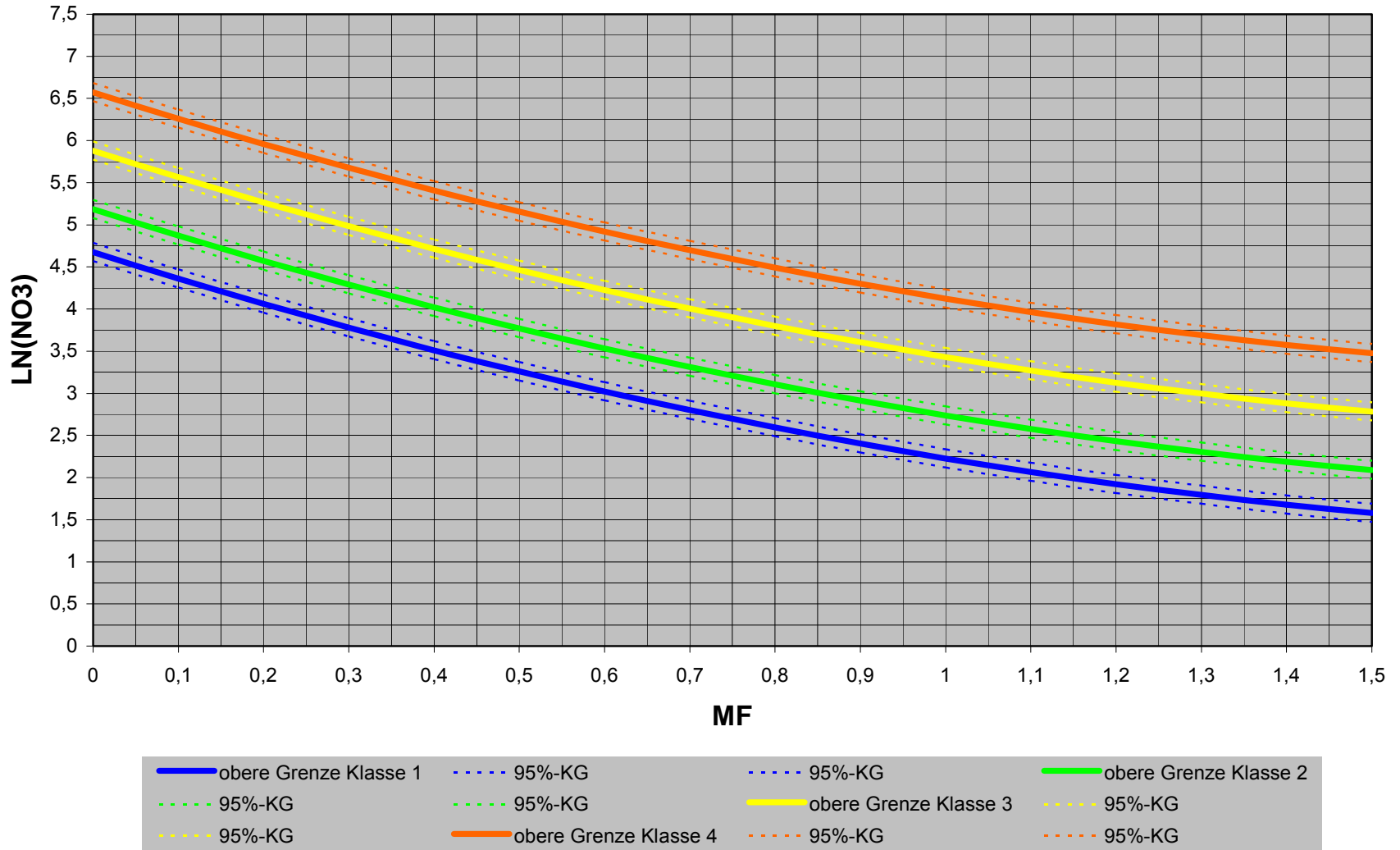


Zur Simulation der Klassengrenzen für die Konzentration von Nitrat (Winter) und Gesamtstickstoff (ganzjährig) verwendeten Werte für MF = 0 (entspricht Süßwasser).

Die Konzentrationen wurden aus dem 7-stufigen System der LAWA (1998) an ein 5-stufiges entsprechend der Festlegung durch die LAWA adaptiert.

LAWA (1998)	Güteklasse I; I - II	Güteklasse II	Güteklasse II – III	Güteklasse III	Güteklasse III-IV; IV
EG-WRRL	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
NO ₃					
mg/l	≤1,5	≤2,5	≤5,0	≤10,0	>10,0
μM	≤107,1	≤178,6	≤357,1	≤714,3	>714,3
Nges					
mg/l	≤1,5	≤3,0	≤6,0	≤12,0	>12,0
μM	≤107,1	≤214,3	≤428,6	≤857,1	>857,1

Nährstoffe_Klassengrenzen Nitrat, Nges



Modellierte Klassengrenzen der winterlichen Nitratkonzentration (natürlicher Logarithmus der in $\mu\text{mol l}^{-1}$ angegebenen Konzentration) in Abhängigkeit vom Marinitätsfaktor MF für die Gewässertypen B1 und B2.



Referenzwerte der Silikatkonzentration [$\mu\text{mol l}^{-1}$] für die Gewässertypen B1, B2 und B3/B4.

Als Referenzwert wurde das 20. Perzentil der entsprechenden Datensätze der Monate Januar-März postuliert.

Gewässertyp	Wert	untere 95%- KG	obere 95%- KG	n
B1	66	61	71	497
B2	17	16	18	1124
B3 und B4	11	10	12	662

Nährstoffe_Referenzwerte PO4, Pges



Referenzwerte der Konzentrationen von Orthophosphat und Gesamtphosphor [$\mu\text{mol l}^{-1}$] für die Gewässertypen B1, B2 und B3/B4.

Als Referenzwert wurde das 20. Perzentil der entsprechenden Datensätze der Monate Januar-März postuliert.

Orthophosphat (Monate Jan.-März)				
Gewässertyp	20. Perzentil	untere 95%- KG	obere 95%- KG	n
B1	0,28	0,20	0,32	901
B2	0,37	0,34	0,40	2845
B3 und B4	0,50	0,46	0,53	1231
Gesamtphosphor (ganzjährig)				
Gewässertyp	20. Perzentil	untere 95%- KG	obere 95%- KG	n
B1	3,50	3,40	3,62	2076
B2	1,33	1,28	1,37	4862
B3 und B4	0,55	0,53	0,56	3750



Klassifizierungsansatz der schwedischen Umweltbehörde aus rezenten Daten (nach SEPA 2000).

Klasse	Perzentil
1	Referenzwert
2	gleichmäßige Aufteilung der zwischen Referenzwert und 90. Perzentil liegenden Spannweite auf Klassen 2 bis 4
3	
4	
5	> 90. Perzentil

Nährstoffe_Klassifizierungsvorschlag



Klassifizierungsvorschlag nach der Konzentration anorganische Nährstoffe (Winter = Jan.-März) und Gesamtstickstoff und -phosphat (Winter, ganzjährig) für die Gewässertypen B1, B2 und B3/B4.

Die für NO₃ angegebenen Werte für Typ B1 und B2 sind auf MF = 0,4 bzw. MF = 0,8 normiert. Konzentrationen in $\mu\text{mol l}^{-1}$.

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5	Bemerkungen
Typ B1						
NO ₃	≤33	≤56	≤112	≤223	>223	Winter, MF=0,4
Nges	≤65	≤132	≤199	≤267	>267	ganzjährig
Nges	≤47	≤95	≤190	≤380	>380	Winter, MF=0,4
oPO ₄	≤0,5	≤1,8	≤3,1	≤4,3	>4,3	Winter
Pges	≤3,6	≤7,2	≤10,8	≤14,4	>14,4	ganzjährig
SiO ₄	≤70	≤105	≤141	≤176	>176	Winter
Typ B2						
NO ₃	≤13	≤22	≤45	≤89	>89	Winter, MF=0,8
Nges	≤15	≤74	≤132	≤191	>191	ganzjährig
Nges	≤22	≤45	≤89	≤179	>179	Winter, MF=0,8
oPO ₄	≤0,5	≤1,2	≤1,9	≤2,6	>2,6	Winter
Pges	≤1,4	≤3,7	≤6,0	≤8,4	>8,4	ganzjährig
SiO ₄	≤18	≤44	≤70	≤96	>96	Winter
Typ B3/B4						
NO ₃	≤5	≤15	≤24	≤34	>34	Winter
Nges	≤10	≤27	≤44	≤61	>61	ganzjährig
oPO ₄	≤0,3	≤0,8	≤1,3	≤1,8	>1,8	Winter
Pges	≤0,6	≤1,4	≤2,3	≤3,1	>3,1	ganzjährig
SiO ₄	≤12	≤28	≤45	≤61	>61	Winter

Nährstoffe_Vergleich Klassengrenzen



Gegenüberstellung der Klassengrenzwerte bisheriger Bewertungssysteme deutscher Küstengewässer sowie des aktuellen schwedischen Systems im Vergleich zu den in dieser Studie erarbeiteten Varianten.

Die in dieser Studie erarbeiteten Klassengrenzen sind hellgrau unterlegt bzw. die davon favorisierten Klassengrenzen türkis unterlegt und kursiv hervorgehoben. Dargestellt sind in der Regel die Winterwerte. Ganzjährige Gültigkeit ist in der Tabelle gesondert ausgewiesen.

Typ B1						
NO3	≤30	≤94	≤158	≤222	>222	analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5
NO3	≤40	≤71	≤141	≤283	>283	Regressionsmodell für B1, LAWA-Werte, S=3
<i>NO3</i>	<i>≤33</i>	<i>≤56</i>	<i>≤112</i>	<i>≤223</i>	<i>>223</i>	<i>Regressionsmodell für B1+B2, LAWA-Werte, MF=0,4</i>
NO3	≤10				>200	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
NO3	≤10	≤50	≤100	≤300	>300	Schlunbaum und Nausch 1987
NO3	≤9,0	≤19,8	≤29,7	≤40,5	>40,5	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 3, Wintersituation
<i>Nges</i>	<i>≤65</i>	<i>≤132</i>	<i>≤199</i>	<i>≤267</i>	<i>>267</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5, ganzjährig</i>
<i>Nges</i>	<i>≤80</i>	<i>≤162</i>	<i>≤324</i>	<i>≤647</i>	<i>>647</i>	<i>Regressionsmodell für B1, LAWA-Werte, S=3</i>
<i>Nges</i>	<i>≤47</i>	<i>≤95</i>	<i>≤190</i>	<i>≤380</i>	<i>>380</i>	<i>Regressionsmodell für B1+B2, LAWA-Werte, MF=0,4</i>
Nges	≤20,0	≤36,0	≤54,0	≤70,0	>70,0	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 3, Wintersituation
<i>oPO4</i>	<i>≤0,5</i>	<i>≤1,8</i>	<i>≤3,1</i>	<i>≤4,3</i>	<i>>4,3</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5</i>
oPO4	≤0,5				>10	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
oPO4	≤0,5	≤1,5	≤5	≤10	>10	Schlunbaum und Nausch 1987
oPO4	≤0,35	≤0,60	≤0,88	≤1,12	>1,12	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 3, Wintersituation
<i>Pges</i>	<i>≤3,6</i>	<i>≤7,2</i>	<i>≤10,8</i>	<i>≤14,4</i>	<i>>14,4</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5, ganzjährig</i>
Pges	≤1				>20	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
Pges	≤1	≤3	≤10	≤20	>20	Schlunbaum und Nausch 1987
Pges	≤0,41	≤0,74	≤1,07	≤1,44	>1,44	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 3, Wintersituation

Nährstoffe_Vergleich Klassengrenzen



Gegenüberstellung der Klassengrenzwerte bisheriger Bewertungssysteme deutscher Küstengewässer sowie des aktuellen schwedischen Systems im Vergleich zu den in dieser Studie erarbeiteten Varianten.

Die in dieser Studie erarbeiteten Klassengrenzen sind hellgrau unterlegt bzw. die davon favorisierten Klassengrenzen türkis unterlegt und kursiv hervorgehoben. Dargestellt sind in der Regel die Winterwerte. Ganzjährige Gültigkeit ist in der Tabelle gesondert ausgewiesen.

Typ B2						
NO3	≤10	≤48	≤86	≤124	>124	analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5
NO3	≤13	≤21	≤42	≤83	>83	Regressionsmodell für B2, LAWA-Werte, MF=0,8
<i>NO3</i>	<i>≤13</i>	<i>≤22</i>	<i>≤45</i>	<i>≤89</i>	<i>>89</i>	<i>Regressionsmodell für B1+B2, LAWA-Werte, MF=0,8</i>
NO3	≤10				>200	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
NO3	≤10	≤50	≤100	≤300	>300	Schlunbaum und Nausch 1987
NO3	≤2,7	≤5,9	≤8,9	≤12,2	>12,2	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 2, Wintersituation
<i>Nges</i>	<i>≤15</i>	<i>≤74</i>	<i>≤132</i>	<i>≤191</i>	<i>>191</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5, ganzjährig</i>
<i>Nges</i>	<i>≤18</i>	<i>≤35</i>	<i>≤70</i>	<i>≤140</i>	<i>>140</i>	<i>Regressionsmodell für B2, LAWA-Werte, MF=0,8</i>
<i>Nges</i>	<i>≤22</i>	<i>≤45</i>	<i>≤89</i>	<i>≤179</i>	<i>>179</i>	<i>Regressionsmodell für B1+B2, LAWA-Werte, MF=0,8</i>
Nges	≤13,0	≤23,4	≤35,1	≤45,5	>45,5	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 2, Wintersituation
<i>oPO4</i>	<i>≤0,5</i>	<i>≤1,2</i>	<i>≤1,9</i>	<i>≤2,6</i>	<i>>2,6</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5</i>
oPO4	≤0,5				>10	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
oPO4	≤0,5	≤1,5	≤5	≤10	>10	Schlunbaum und Nausch 1987
oPO4	≤0,34	≤0,58	≤0,85	≤1,09	>1,09	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 2, Wintersituation
<i>Pges</i>	<i>≤1,4</i>	<i>≤3,7</i>	<i>≤6,0</i>	<i>≤8,4</i>	<i>>8,4</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5, ganzjährig</i>
Pges	≤1				>20	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
Pges	≤1	≤3	≤10	≤20	>20	Schlunbaum und Nausch 1987
Pges	≤0,34	≤0,61	≤0,88	≤1,19	>1,19	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 2, Wintersituation

Nährstoffe_Vergleich Klassengrenzen



Gegenüberstellung der Klassengrenzwerte bisheriger Bewertungssysteme deutscher Küstengewässer sowie des aktuellen schwedischen Systems im Vergleich zu den in dieser Studie erarbeiteten Varianten.

Die in dieser Studie erarbeiteten Klassengrenzen sind hellgrau unterlegt bzw. die davon favorisierten Klassengrenzen türkis unterlegt und kursiv hervorgehoben. Dargestellt sind in der Regel die Winterwerte. Ganzjährige Gültigkeit ist in der Tabelle gesondert ausgewiesen.

Typ B3/B4						
NO3	≤5	≤15	≤24	≤34	>34	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5</i>
NO3	≤8	≤14	≤28	≤56	>56	Regressionsmodell für B2, LAWA-Werte, MF=1
NO3	≤9	≤15	≤31	≤62	>62	Regressionsmodell für B1+B2, LAWA-Werte, MF=1
NO3	≤10				>200	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
NO3	≤2,0	≤4,4	≤6,6	≤9,0	>9,0	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 1, Wintersituation
<i>Nges</i>	<i>≤10</i>	<i>≤27</i>	<i>≤44</i>	<i>≤61</i>	<i>>61</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5, ganzjährig</i>
Nges	≤13	≤26	≤52	≤105	>105	Regressionsmodell für B2, LAWA-Werte, MF=1
Nges	≤16	≤31	≤63	≤126	>126	Regressionsmodell für B1+B2, LAWA-Werte, MF=1
Nges	≤12,0	≤21,6	≤32,4	≤42,0	>42,0	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 1, Wintersituation
<i>oPO4</i>	<i>≤0,3</i>	<i>≤0,8</i>	<i>≤1,3</i>	<i>≤1,8</i>	<i>>1,8</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5</i>
oPO4	≤0,5				>10	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
oPO4	≤0,20	≤0,34	≤0,50	≤0,64	>0,64	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 1, Wintersituation
<i>Pges</i>	<i>≤0,6</i>	<i>≤1,4</i>	<i>≤2,3</i>	<i>≤3,1</i>	<i>>3,1</i>	<i>analog SEPA, 90. Perzentil Grenze zu Klasse 5, ganzjährig</i>
Pges	≤1				>20	Richtlinie zur Klassifizierung der Wasserbeschaffenheit der Küstengewässer in Mecklenburg-Vorpommern (nur 1. und 6. von 6 Stufen)
Pges	≤0,35	≤0,63	≤0,91	≤1,23	>1,23	SEPA , Küste der zentrale Ostsee, Wasseraustauschklasse 1, Wintersituation

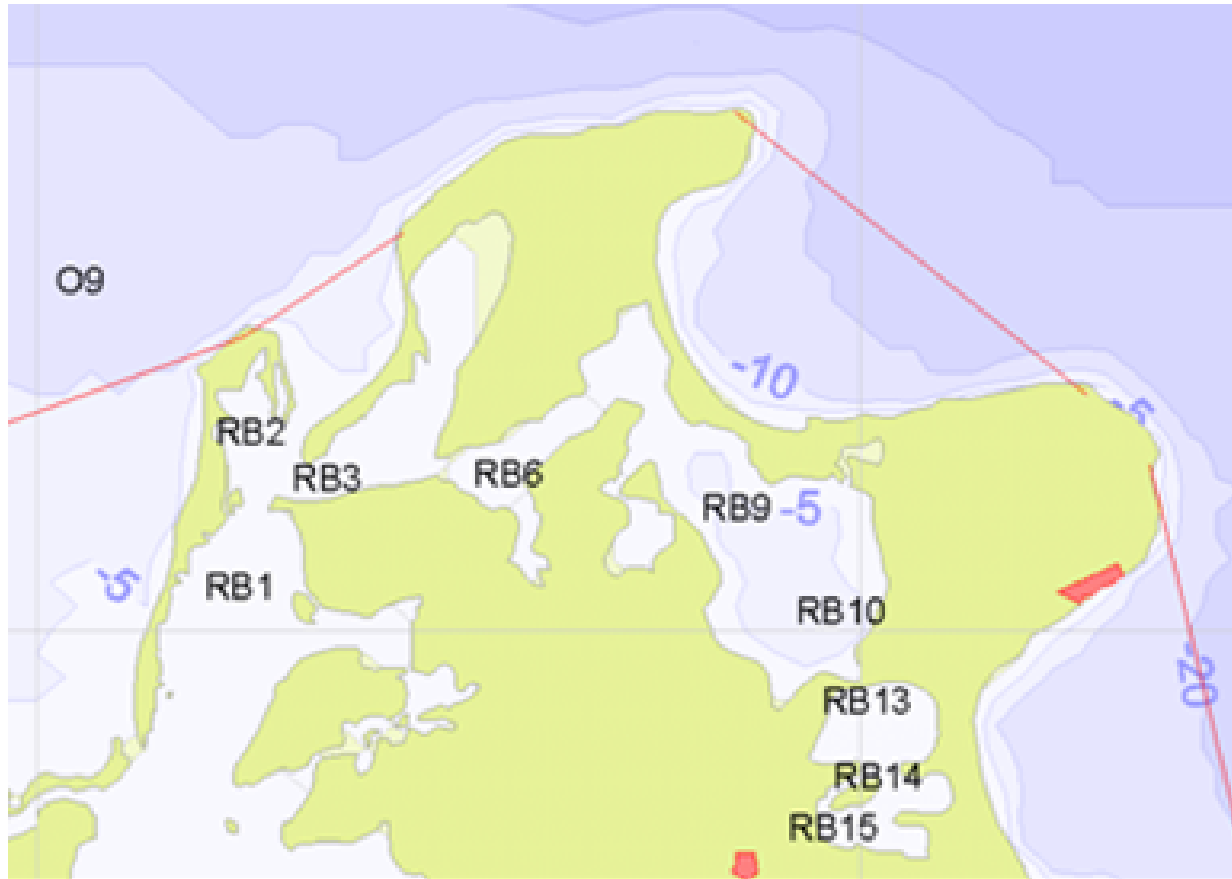


“Beitrag zur Analyse der Nordrügenschchen und Hiddenseer
Boddengewässer im Sinne der EU-Wasserrahmenrichtlinie
(BASE)”

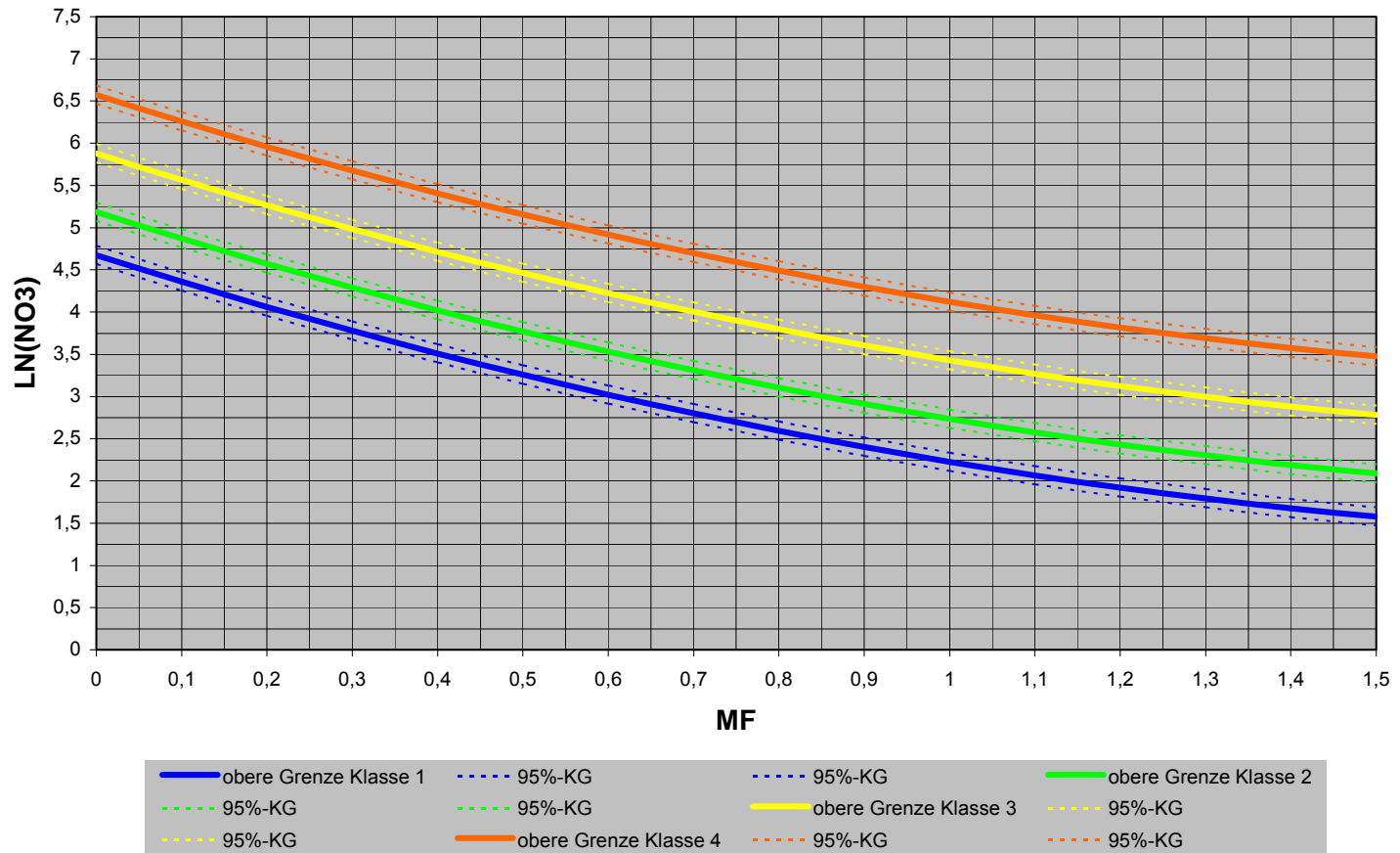
Auftraggeber:
Umweltministerium M-V
Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie
Goldberger Straße 12
18273 Güstrow



Laufzeit:
01.11.2000 - 31.12.2003



Nährstoffe_Anwendung auf Nordrügensche Bodden



Modellierte Klassengrenzen der winterlichen Nitratkonzentrationen.

Dargestellt ist der natürliche Logarithmus der in $\mu\text{mol l}^{-1}$ angegebenen Konzentrationen in Abhängigkeit vom Marinitätsfaktor MF für die Gewässertypen B1 und B2.

Als Marinitätsfaktor wird der Quotient aus aktuellem Salzgehalt an der Probenahmestation und dem Mittelwert des Salzgehaltes der vorgelagerten Ostsee definiert. Er dient der Berücksichtigung des Verdünnungseffektes von Ostseewasser auf die Stickstoffkonzentrationen in den Boddengewässern. Die Schnittpunkte der Kurven mit der Ordinate entsprechen den Logarithmen der Klassengrenzen nach LAWA für Fließgewässer).

S=8,8 PSU für die den Nordrügensch Bodden vorgelagerte Ostsee (Wert der Monitoringstation O9 westl. Hiddensee)

Nährstoffe_Anwendung auf Nordrügensche Bodden



Kurvenparameter der Berechnung von Klassengrenzen winterlicher Konzentrationen für Nitrat (NO₃) und Gesamtstickstoff (Nges).

Ausgewiesen sind die Parameter für die Gewässertypen B1 und B2 mit MF als unabhängige Variable. Modell:

$$\ln(Y) = A_0 + A_1 * MF + A_2 * MF^2$$

		Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
NO ₃	A0	4,67416306	5,18498868	5,87813586	6,57128304
	A1	-3,216111	-3,216111	-3,216111	-3,216111
	A2	0,7688248	0,7688248	0,7688248	0,7688248
Nges	A0	4,67416306	5,36731024	6,06045742	6,7536046
	A1	-2,110884	-2,110884	-2,110884	-2,110884
	A2	0,1902661	0,1902661	0,1902661	0,1902661



Klassengrenzen der Konzentrationen von Orthosilikat (SiO₄), Orthophosphat (PO₄) und Gesamtphosphat (P_{ges}).

Ausgewiesen sind die Konzentrationen in $\mu\text{mol l}^{-1}$ für den Gewässertyp B2.

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4	Klasse 5
SiO ₄ (Jan.-März)	≤18	≤ 44	≤ 70	≤ 96	>96
PO ₄ (Jan.-März)	≤ 0,5	≤ 1,2	≤ 1,9	≤ 2,6	>2,6
P _{ges} (ganzjährig)	≤ 1,4	≤ 3,7	≤ 6,0	≤ 8,4	>8,4

Nährstoffe_Anwendung auf Nordrügensche Bodden



Ergebnis der Bewertung des Gewässerzustandes an Monitoringstationen nach den Konzentrationen verschiedener Nährstoffe.

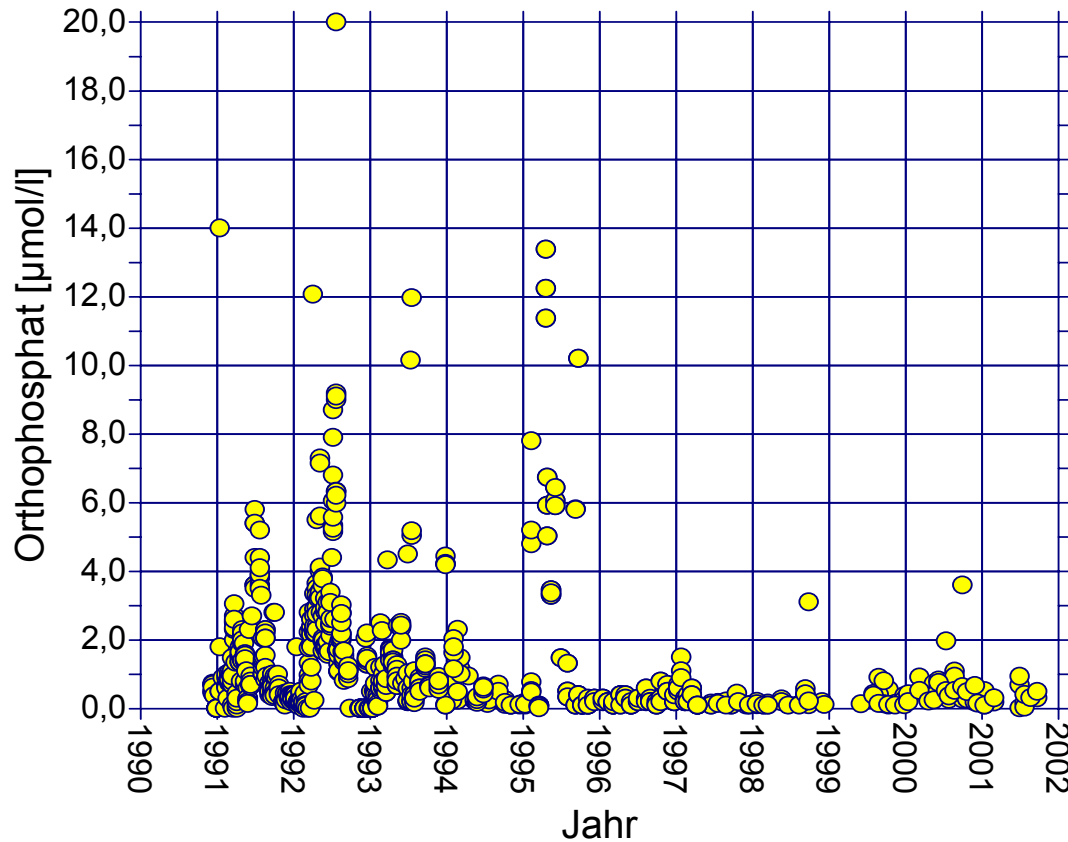
Die ausgewiesenen Klassen sind gerundete Medianwerte für die einzelnen Messtermine der Jahre. Die Zeile „n“ enthält die Anzahl der pro Jahr zu Grunde liegenden Termine. Unter der Station „KLJB“ sind Daten der amtlichen Stationen RB13, RB14 und RB15 zusammengefasst und durch eigene Daten (IfÖ, unveröff.) ergänzt worden. Min = Minimalwert, Max = Maximalwert der aufgeführten Klassen.

Jahr		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Min	Max
Station		Klasse Nitrat														
RB1	Klasse		2	1		4	4			2	2				1	4
	n		2	1		1	3			2	2					
RB2	Klasse		2	1		3	3			1	2				1	3
	n		2	1		1	3			2	2					
RB3	Klasse		2	1		2	2			2	2				1	2
	n		2	1		1	3			1	2					
RB6	Klasse		2	2		3	3		1		2	2	1		1	3
	n		2	1		1	3		1		2	3	3			
RB9	Klasse		2	2		3	3		1		2	2	1		1	3
	n		2	1		1	3		1		2	3	3			
RB10	Klasse		2	2		3	3		1		2				1	3
	n		2	1		1	3		1		2					
KLJB	Klasse		1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	n		29	48	35	16	9	17	18	6	4	1	8	2		

Nährstoffe_Anwendung auf Nordrügensche Bodden



Jahr		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Min	Max
Station	Klasse PO4															
RB1	Klasse		2	1		2	1		1	1	1				1	2
	n		2	1		1	3		1	2	1					
RB2	Klasse		2	1		2	1		1	1	1				1	2
	n		2	1		1	3		1	2	2					
RB3	Klasse		2	1		2	1		1		2				1	2
	n		2	1		1	3		1		2					
RB6	Klasse		2	2		2	1		1		1	2	1		1	2
	n		2	1		1	3		1		1	1	3			
RB9	Klasse		1	1		2	1		1		1	1	1		1	2
	n		2	1		1	3		1		1	1	3			
RB10	Klasse		2	1		2	1		1						1	2
	n		2	1		1	3		1							
KLJB	Klasse		1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	n		29	48	35	16	9	17	18	6	4	1	8	2		



Orthophosphatkonzentrationen im Kleinen Jasmunder Bodden 1990—2001.

Datengrundlage: Monitoringdaten des LUNG, ergänzt durch Daten des IfÖ.

Nährstoffe_Anwendung auf Nordrügensche Bodden



Jahr		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Min	Max
Station	Klasse Nges															
RB1	Klasse	4				3	3	2	3	3	3				2	4
	n	8				6	9	9	8	8	9					
RB2	Klasse	4				3	2	2	3	3	3				2	4
	n	8				6	9	9	8	8	9					
RB3	Klasse	3				3	2	3	3	3	3				2	3
	n	8				6	9	9	8	7	9					
RB6	Klasse	4				3	3	3	3	3	3	3	3		3	4
	n	8				6	9	9	7	6	9	11	11			
RB9	Klasse	4				4	3	3	3	3	3	3	3		3	4
	n	8				6	9	9	6	6	9	11	11			
RB10	Klasse	4				4	3	3	3	3	3	3	3		3	4
	n	8				6	9	9	6	6	9	11	11			
KLJB	Klasse					3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4
	n					24	53	72	72	33	30	29	36	15		

Nährstoffe_Anwendung auf Nordrügensche Bodden



Jahr		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Min	Max
Station	Klasse Pges															
RB1	Klasse	1				1	1	1	1	1	1				1	1
	n	7				6	9	9	8	8	9					
RB2	Klasse	1				1	1	1	1	1	1				1	1
	n	7				6	9	9	8	8	9					
RB3	Klasse	1				1	1	1	1	1	1				1	1
	n	7				6	9	8	8	7	9					
RB6	Klasse	1				1	1	1	1	1	1	1	1		1	1
	n	7				6	9	9	7	6	9	11	11			
RB9	Klasse	1				2	1	1	1	1	1	1	1		1	2
	n	8	10	4	4	6	9	9	6	6	9	11	11			
RB10	Klasse	1		1	1	2	1	1	1	1	1				1	2
	n	7				6	9	9	6	6	9	11	11			
KLJB	Klasse					2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
	n					24	53	72	72	33	30	29	36	15		

Nährstoffe_Anwendung auf Nordrügensche Bodden

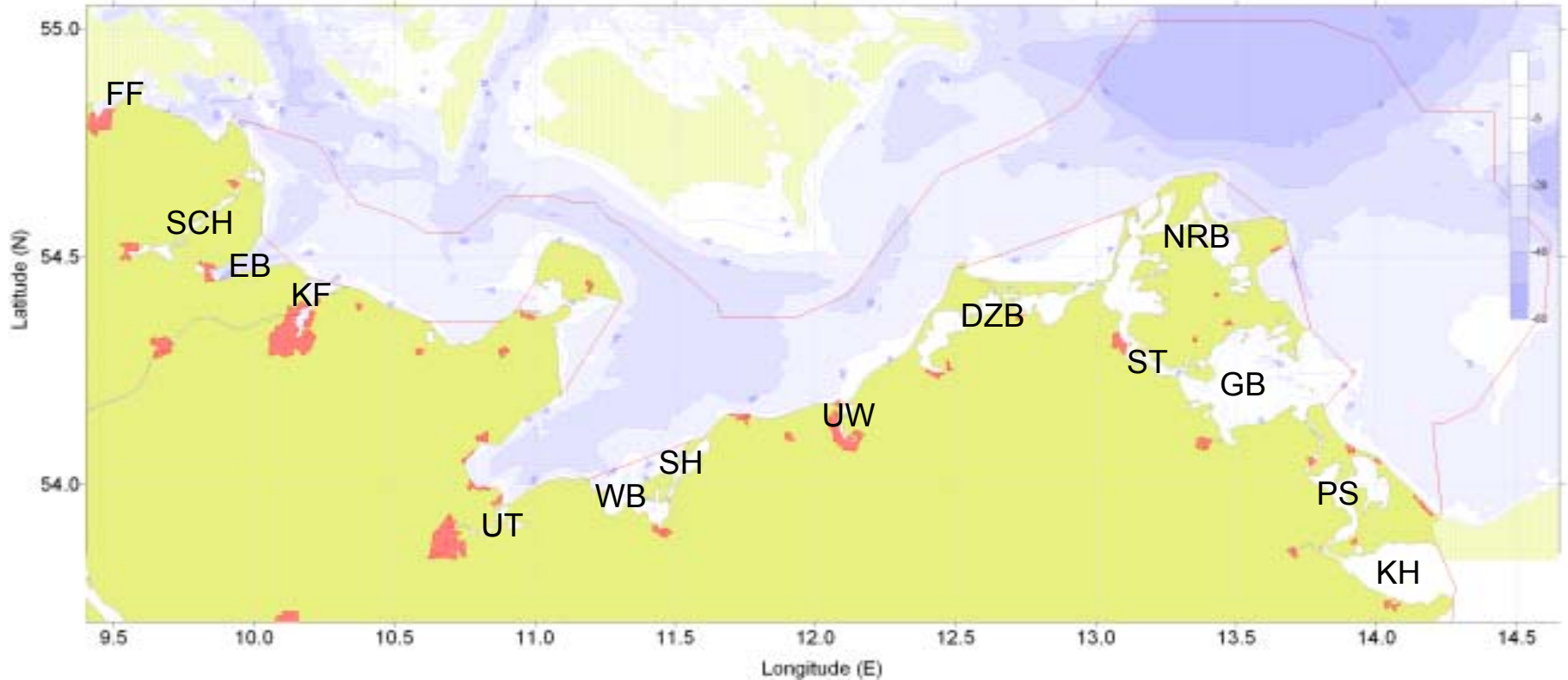


Molare N/P-Relationen anorganischer Nährstoffe und von Gesamtphosphat bzw. –stickstoff.

Basis für die Relationen in verschiedenen Boddengewässern sind Winterwerte (Jan.-März) der anorganischen Nährstoffe und im ganzen Jahr gemessene Werte der Gesamtnährstoffe. Datenquellen: LUNG, Versuchs- und Laborstation der Universität Rostock, IfÖ. Aufgeführt sind jeweils die Medianwerte und in Klammern die Anzahl der Messwerte des Zeitraumes 1990 bis 2000. N/P_anorg. (DIN zu o-PO₄): molare N/P-Relation gelöster anorganischer Stickstoffverbindungen (Summe aus Nitrat, Nitrit und Ammonium) zu Orthophosphat; N/P_ges. (GesN zu GesP): molare N/P-Relation von Gesamtstickstoff zu Gesamtphosphat. k. D. = keine Daten.

Gewässer	N/P_anorg. (DIN zu o-PO ₄)	N/P_ges. (GesN zu GesP)
Zingster Strom	120 (785)	k. D.
Östl. Darß-Zingster Bodden (Stationen DB1, DB2, DB6)	214 (50)	33 (208)
Rügensche Bodden (ohne Kleiner Jasmunder Bodden)	46 (64)	30 (375)
Kleiner Jasmunder Bodden	52 (190)	29 (364)

Übersichtskarte



DZB = Darss-Zingster Bodden
EB = Eckernförder Bucht
FF = Flensburger Förde
GB = Greifswalder Bodden
KF = Kieler Förde
KH = Kleines Haff
NRB = Nordrügensche Bodden

PS = Peenestrom
SCH = Schlei
SH = Salzhaff
ST = Strelasund
UT = Untertrave
UW = Unterwarnow
WB = Wismarbuch



- Bewertungsvorschlag für abgestimmte Gewässertypen nach der Nährstoffkonzentration
- Notwendigkeit der Überprüfung des Bewertungsansatzes mit aktuellen Datensätzen
- Bewertung nach der Nitratkonzentration abhängig vom Salzgehaltsgradienten, nicht sinnvoll in Gewässern mit geringem Süßwassereinfluß
- Bewertung nach der winterl. PO₄-Konzentration nicht sinnvoll in Gewässern mit geringem Süßwassereinfluß und Flachgewässern
- Bewertung nach der sommerl. PO₄-Konzentration sinnvoll in Gewässern mit geringem Süßwassereinfluß und geringer Wechselwirkung zwischen Wasser und Sediment >> neuer Gewässertyp
- Gesamtnährstoffe lassen eher eine Bewertung zu, als anorg. Nährstoffe (Probenzahl, Einfluß von Süßwasser und Sediment), evtl. Korrektur bei P_{ges}

