

Biologische Referenzzustände in deutschen Grundwässern

Claudia Kellermann, Heide Stein, Sven Berkhoff,
Christian Griebler & Hans-Jürgen Hahn

Neuherberg, 09.11.2010

Notwendige Schritte zu einem ökologischen Bewertungssystem

1. Auswahl geeigneter Untersuchungsparameter (Kriterien)
2. Inventur an ausgewählten Untersuchungsstandorten
3. Suche nach einer ökologisch sinnvollen Untergliederung von Grundwassersystemen
4. Definition von Referenzzuständen (natürliche Hintergrundwerte)
5. Identifizierung von (Bio)Indikatoren
6. Bewertungsschema **ökologischer Zustand** („ecosystem health“) von Grundwassersystemen

Notwendige Schritte zu einem ökologischen Bewertungssystem

1. Auswahl geeigneter Untersuchungsparameter (Kriterien)
2. Inventur an ausgewählten Untersuchungsstandorten
3. Suche nach einer ökologisch sinnvollen Untergliederung von Grundwassersystemen
4. **Definition von Referenzzuständen** (natürliche Hintergrundwerte)
5. Identifizierung von (Bio)Indikatoren
6. Bewertungsschema **ökologischer Zustand** („ecosystem health“) von Grundwassersystemen

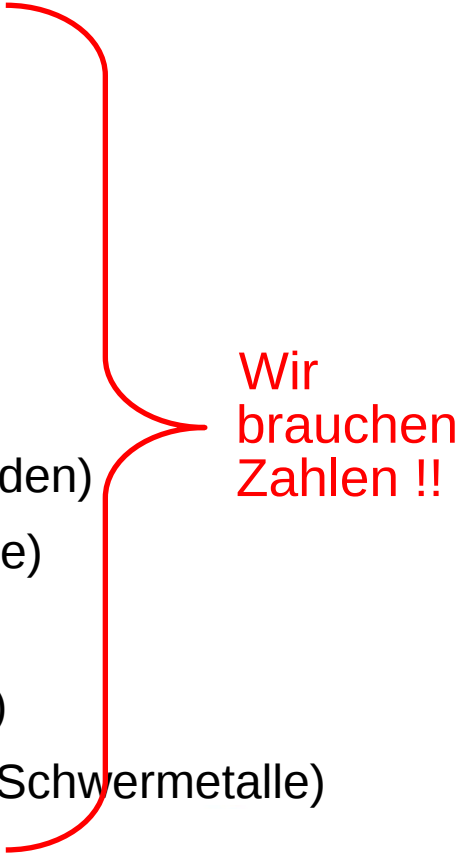
Natürliche Hintergrundwerte und Definition eines Referenzzustandes

- “Eine „natürliche“ Grundwasserbeschaffenheit liegt vor, wenn der Stoffgehalt des Grundwassers rein geogenen Ursprungs ist bzw. durch Einflüsse einer normalen, Jahrhunderte alten Kulturlandschaft ubiquitär überprägt wurde und das Grundwasser keine synthetischen Stoffe enthält.“ (Kunkel)
- Die Grundwasserbeschaffenheit unterlag in den vergangenen Jahrzehnten einer **kontinuierlichen Veränderung** und ist zunehmenden anthropogenen Einflüssen ausgesetzt.
- Es gibt kein oberflächennahes Grundwasser mehr, welches per Definition unberührt ist.
- Wir sprechen daher heute besser von einer **natürlichen, ubiquitär überprägten Grundwasserbeschaffenheit** (Kunkel et al., 2004*).
- Dementsprechend müssen wir auch die Ableitung bzw. Festlegung von Referenzwerten und -zuständen neu überdenken.
- Da es für Grundwässer kaum historische Daten gibt, orientieren sich **natürliche Hintergrundwerte** und der **natürliche Referenzzustände** an einer “bestmöglichen” Situation.

* Kunkel R, Wendland F, Voigt HJ, Hannappel S (2004) Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland, Band 47. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt/Environment, Jülich, Germany

Definition eines biologischen/ökologischen Referenzzustandes

Biologische Merkmale eines ökologisch „intakten“ Grundwasserökosystems

- Eine geringe mikrobielle Biomasse und Abundanz
 - Kleine, morphologisch sehr einheitliche Zellen
 - Geringe mikrobielle Aktivitäten
 - Eine geringe mikrobielle Diversität
 - Ein hoher Anteil festsitzender Bakterien
 - Dort wo Fauna vorkommt, ein hoher Anteil an Crustaceen
 - Ein geringer Anteil an Würmern (Oligochaeten und Nematoden)
 - Ein überwiegender Anteil von Stygobionten (echte GW-Tiere)
 - Keine exotischen Arten
 - Niedrige Kohlenstoff (DOC, TOC) und Stickstoffwerte (NO_3)
 - Keine Schadstoffe nachweisbar (z.B. Aromaten, Pestizide, Schwermetalle)
 - Abwesenheit von Fäkalkeimen und -viren
- 
- Wir brauchen Zahlen !!

Methoden der Selektion

1. Analyse von Tiefenwässern

- Tiefenwässer mit hohem GW-Alter nicht anthropogen beeinflusst
- Kaum beprobt & erhöhter Mineralisierungsgrad

2. Analyse nominell unbeeinflusster GW-Meßstellen

- Stat. Analyse von GW-Daten aus nominell unbeeinflussten GW-Meßstellen
- Zu wenige Daten für Datengrundlage hinreichender statistischer Relevanz

3. Hydrochemische Präselektion

- Betrachtung beeinflusster & unbeeinflusster GW-Meßstellen
- Ausmustern beeinflusster GW-Meßstellen anhand Konzentrationsobergrenzen von Leitparametern

4. Analyse der Konzentrationsverteilung

- Analyse der Konzentrationsverteilung eines GW-Parameters (Komponentenseparation)
- Vorteil des Verfahrens ist Einbeziehung des gesamten Datenpools in die Auswertung

5. Hydrochemische Modellierung

- Mit Hilfe hydrochemischer/-dynamischer Modelle wird Lösungsgehalt des GWs unter Gleichgewichtsbedingungen modelliert (PHREEQC)
- Hoher Aufwand, nur für gut untersuchte, räumlich eng begrenzte Gebiete

Untersuchungsstandorte:

Ratzeburg und Soltau:

- 'Sande & Kiese Norddeutschland'

Erftgebiet:

Kölner Bucht (Rur- & Erftscholle)

- 'Schotter & Kiese des Niederrheins'

Mechernicher Voreifel (Eifel)

- 'Sandsteinfolgen des Buntsandstein'

Alb-Donau-Kreis:

Lonetal-Flächenalb (Lockergestein & Karst)

- 'Kalksteine des Oberen Jura'

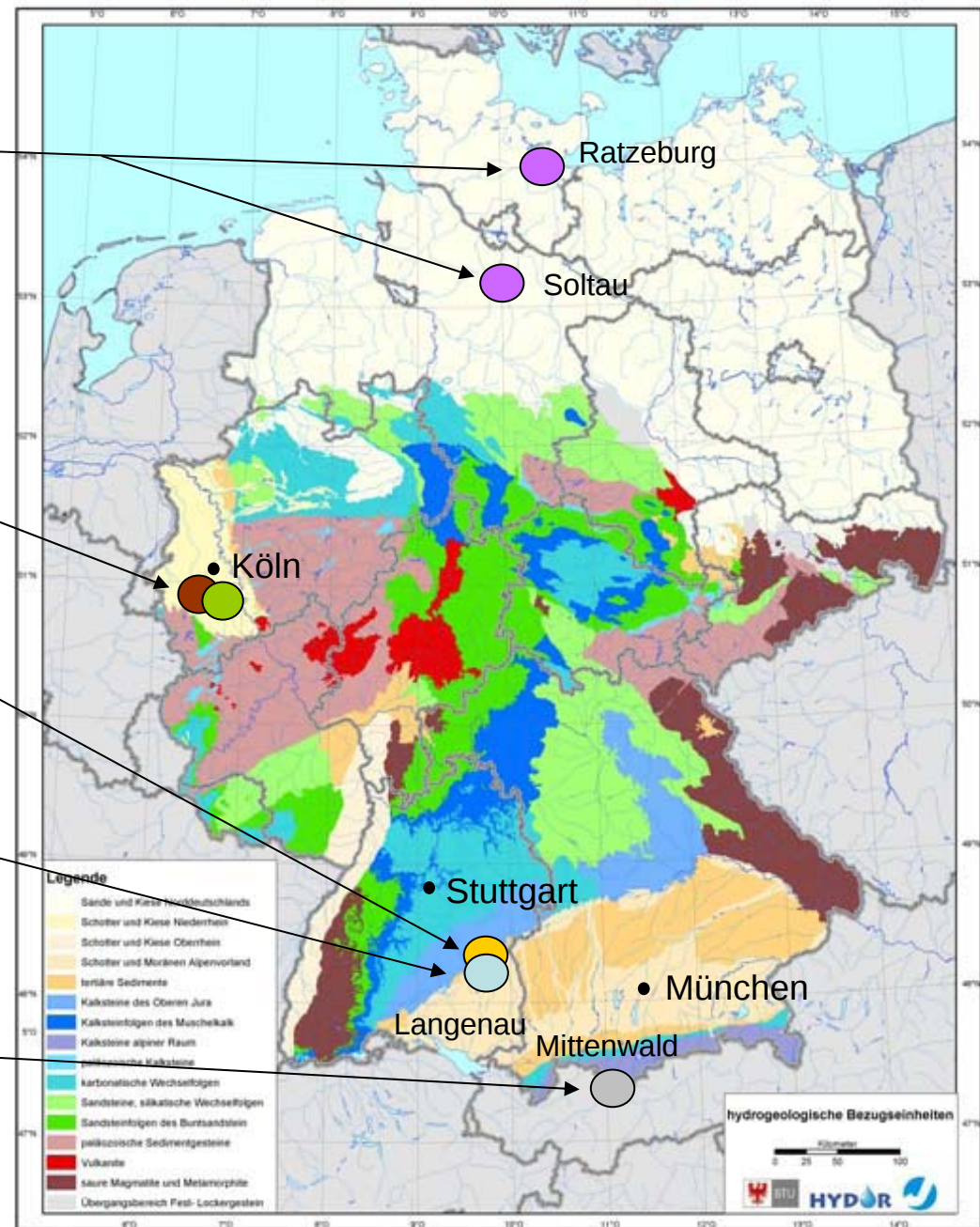
Donauried (Lockergestein & Karst)

- 'Schotter & Moränen des Alpenvorlands'
- 'Kalksteine des Oberen Jura'

Obere Isar:

- 'Kalksteine alpiner Raum'

Kunkel R, Wendland F, Voigt HJ, Hannappel S (2004) Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland, Band 47. Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt/Environment, Jülich, Germany

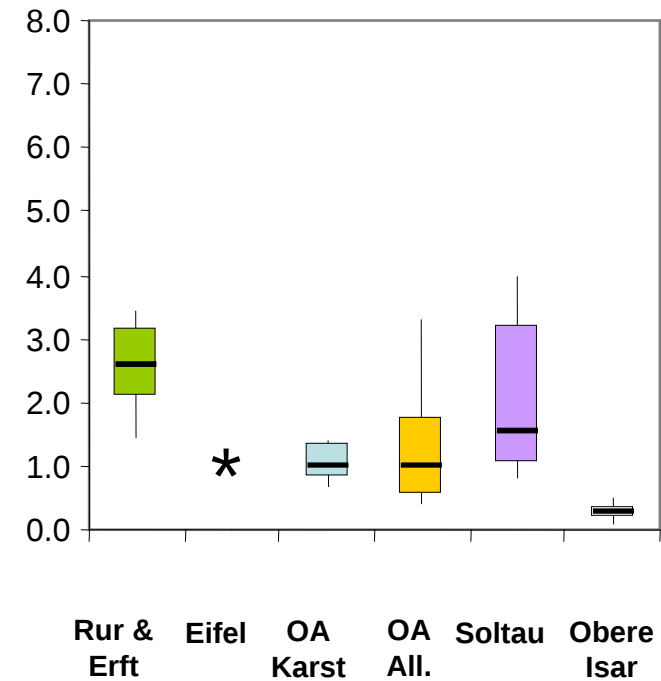
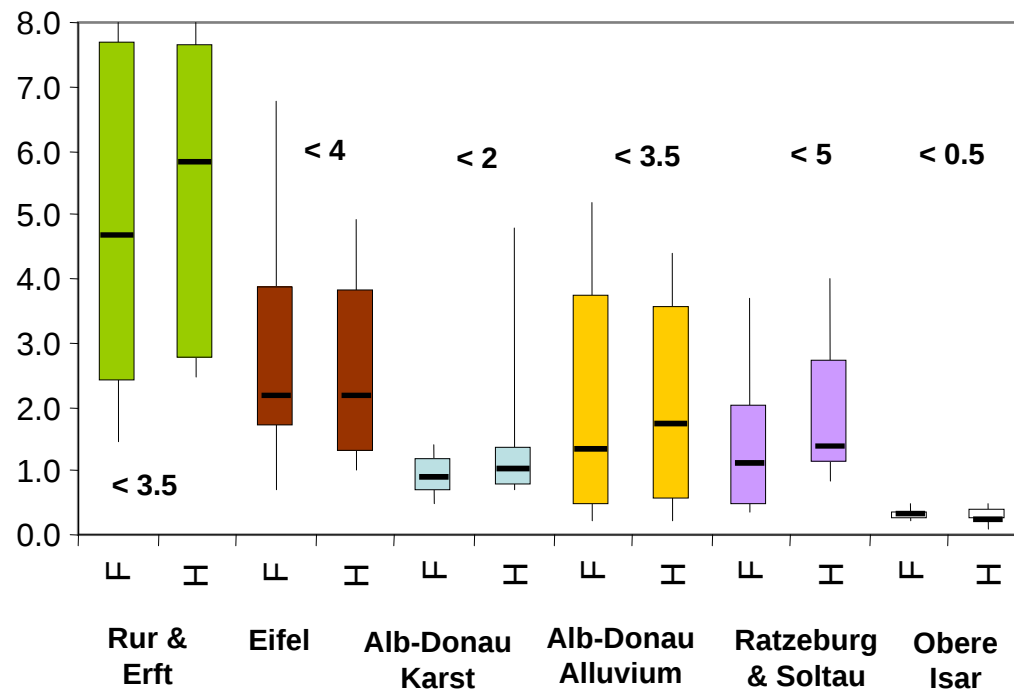


Vorselektion:

Parameter	Obere Isar	Ostalb Alluvium	Ostalb Karst	Erftgebiet Rur&Erftscholle	Erftgebiet Eifelscholle	Ratzeburg & Soltau
K [mg L ⁻¹]	> 0,5	> 3,5	> 2	> 3,5	> 4	> 5
O ₂ [mg L ⁻¹]	< 5	< 2,5	< 4	< 0,2	< 5	-
NO ₃ [mg L ⁻¹]	> 10	(> 10)	(>10)	(> 10)	(> 10)	> 0,5
NH ₄ [mg L ⁻¹]	> 0,01	> 0,01	> 0,01	> 0,25	> 0,01	> 0,35
PO ₄ [mg L ⁻¹]	> 0,2	> 0,12	> 0,14	-	> 0,33	> 0,1
DOC [mg L ⁻¹]	> 2	> 2	> 2	> 2,5	> 3	> 6
LF [µS cm ⁻¹]	> 450	> 900	> 700	> 1200	> 700	> 1000
E.coli [1/100mL]	> 1	> 1	> 1	> 1	> 1	> 1
BSB [mg L ⁻¹]	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	> 1,5	-
HBE	Kalksteine des alpinen Raums	Schotter und Moränen des Alpenvorlands	Kalksteine des Oberen Jura	Schotter und Kiese des Niederrheins	Sandsteinfohlen des Buntsandstein	Sande und Kiese Norddeutschland

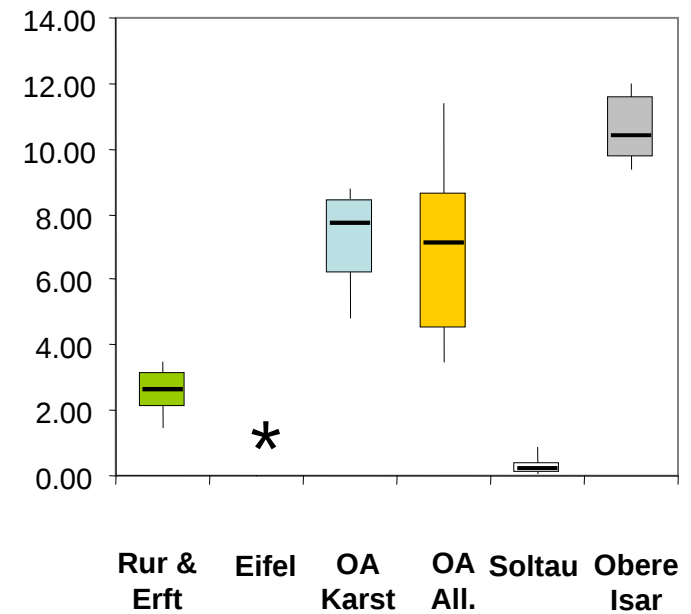
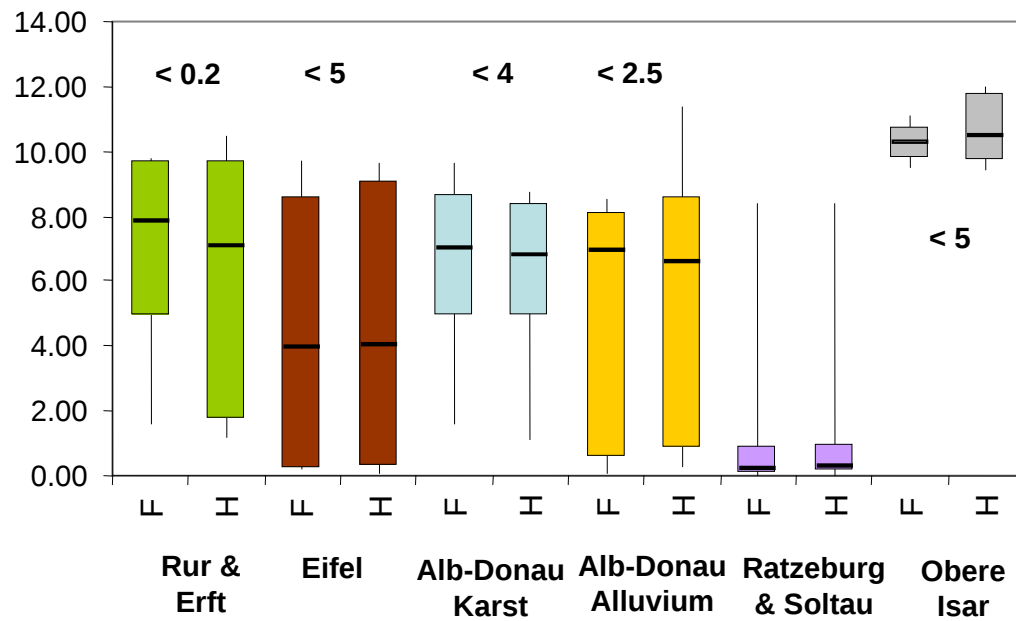
- Grenzwerte nach Kunkel (2004) und eigenen Erfahrungswerten festgelegt

Kalium [mg/L]



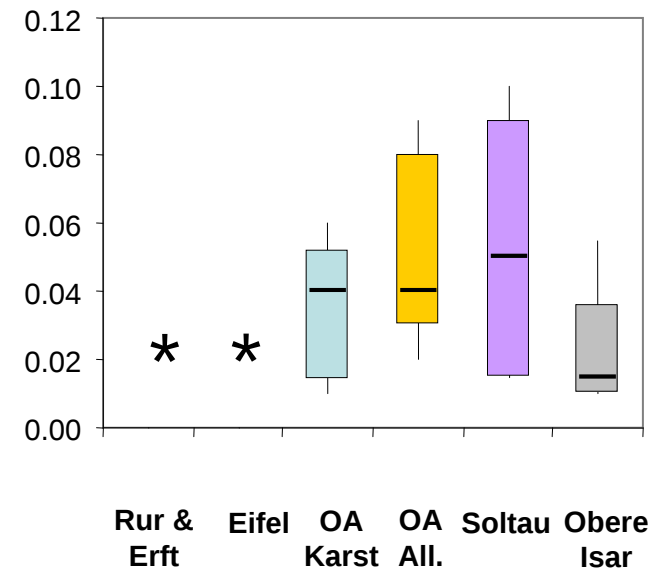
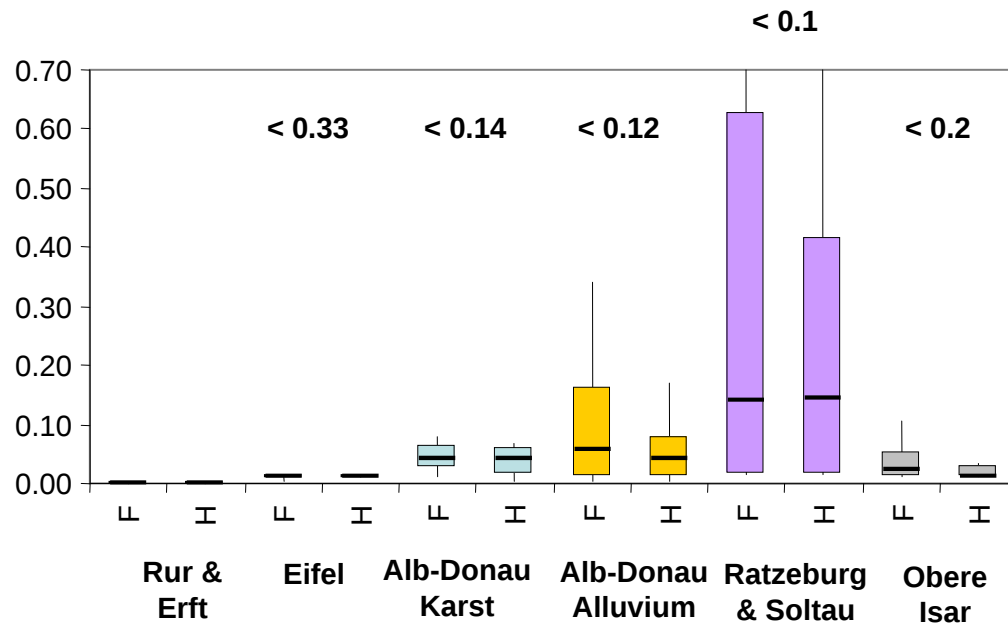
* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

Sauerstoff [mg/L]

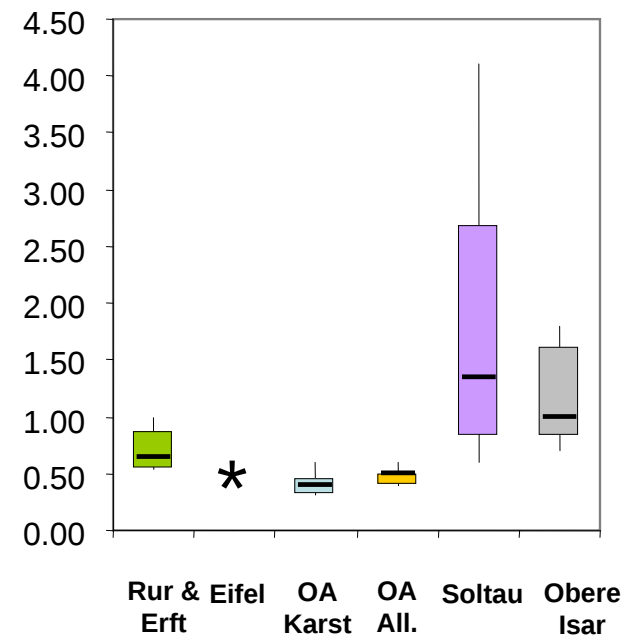
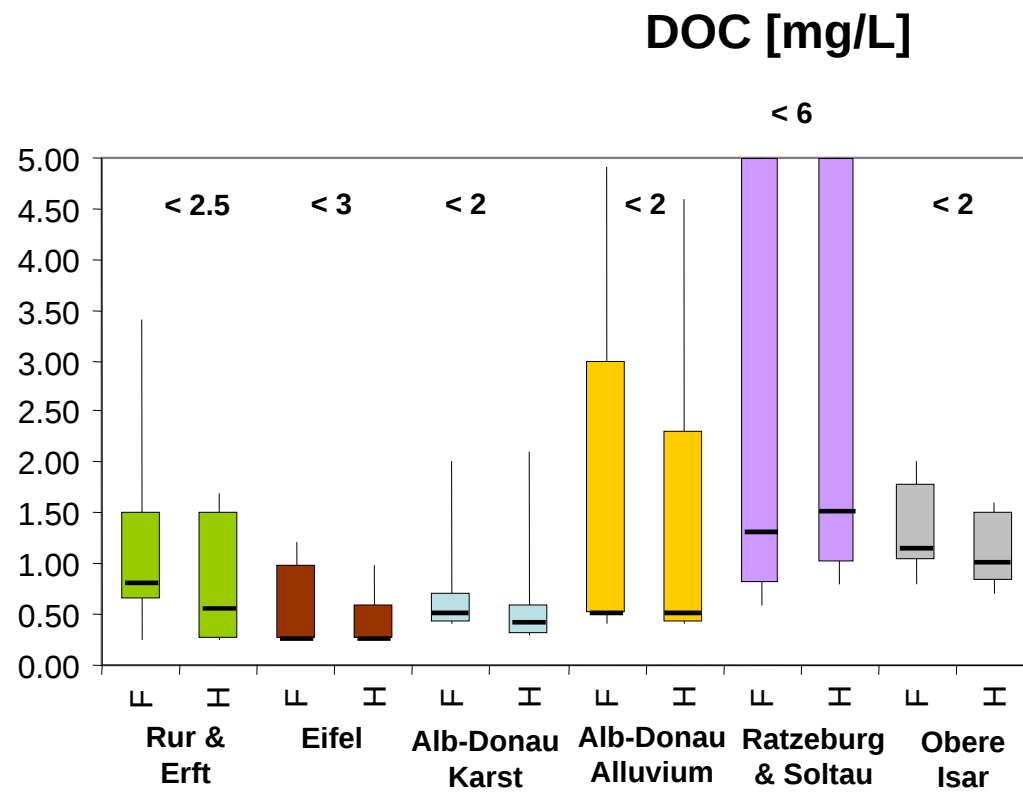


* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

Phosphat [mg/L]

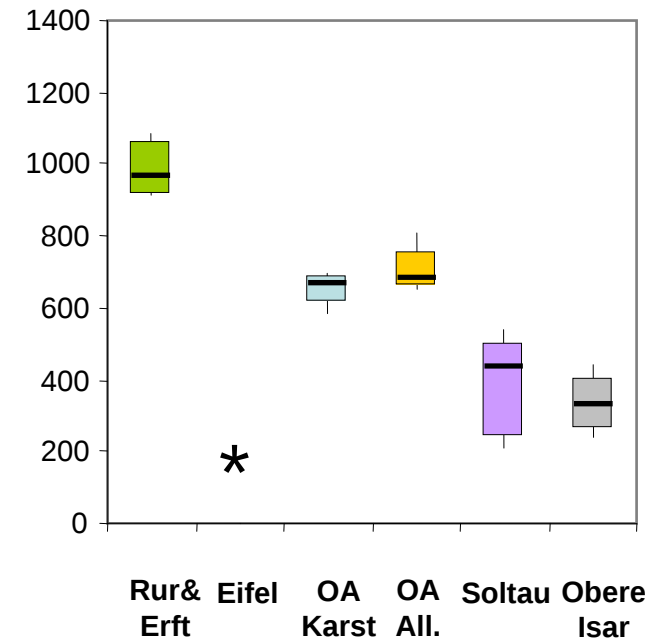
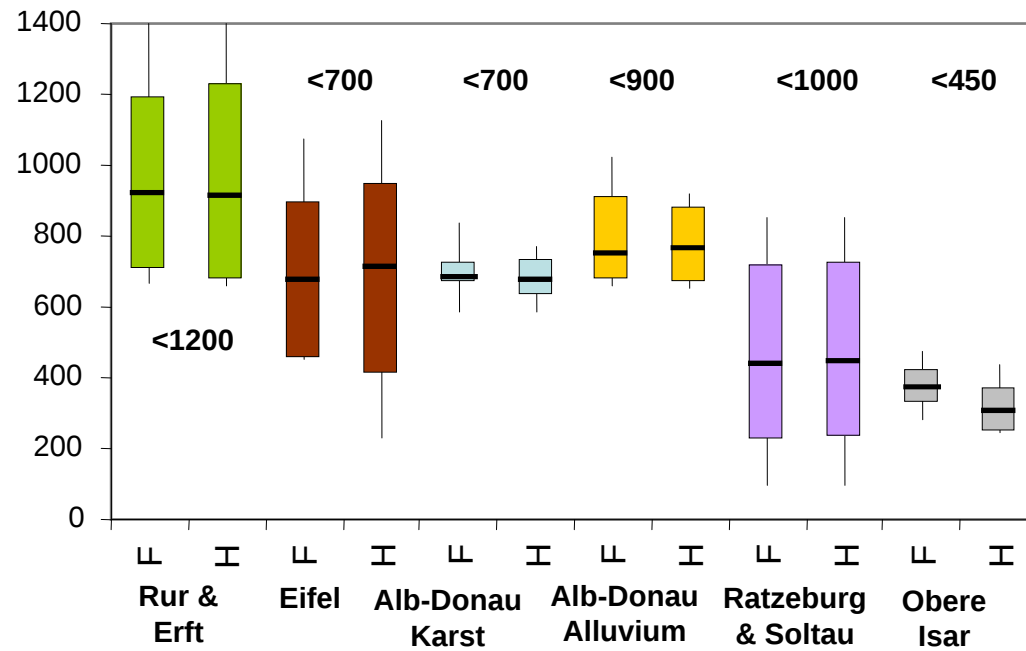


* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering



* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

Elektrische Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]



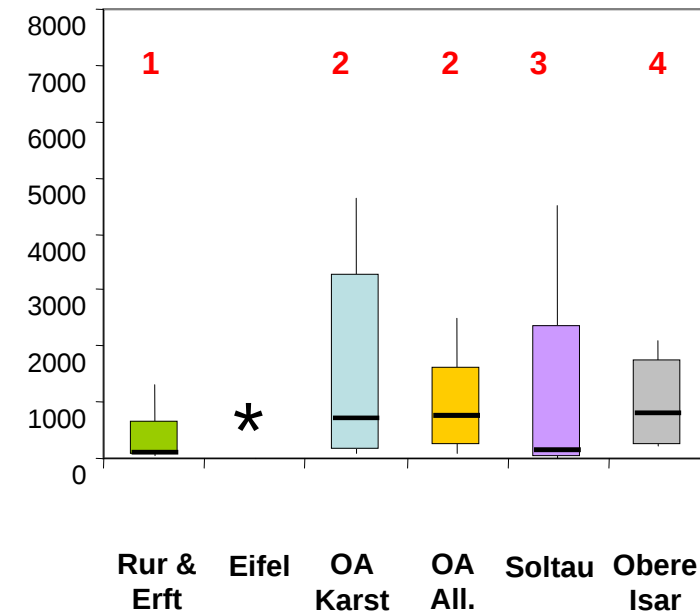
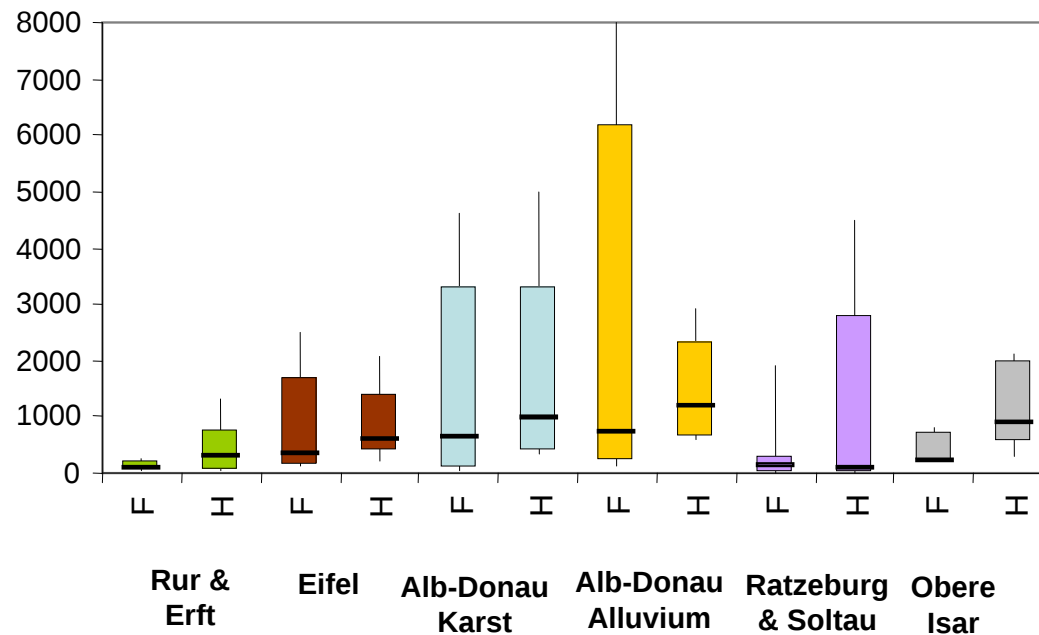
* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

Vorselektion:

Gebiet	Pegelzahl	Probenanzahl	Ausschluss	Ausschluss %
Obere Isar	14	28	4	14
Ostalb Alluvium	14	27	14	52
Ostalb Karst	16	31	16	52
Erftgebiet Rur&Erftscholle	11	22	14	64
Erftgebiet Eifelscholle	10	20	17	85
Ratzeburg	6	12	12	100
Soltau	17	33	19	58
Gesamt	88	173	77	44

Mikrobiologische Parameter Frühjahr/Herbst 2009

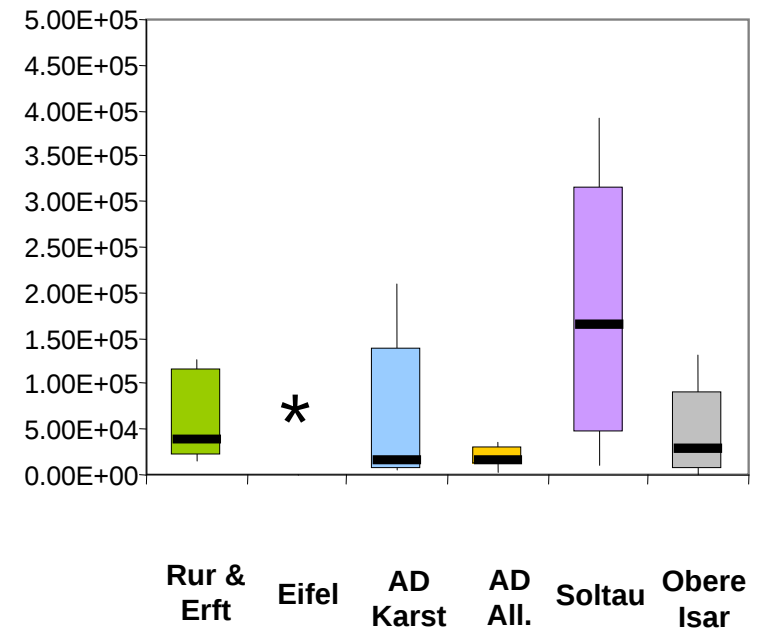
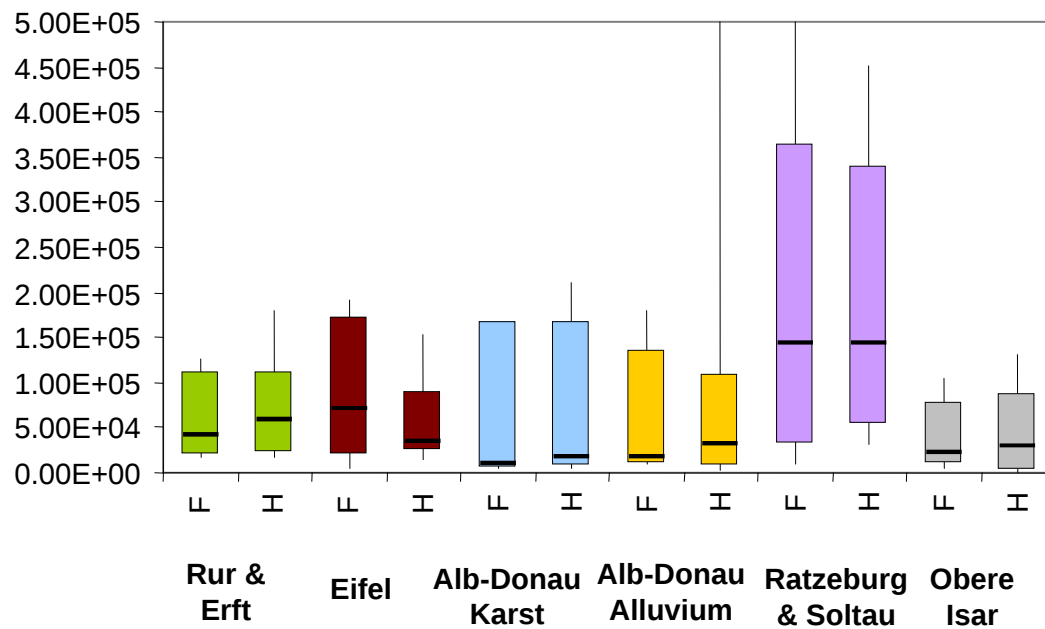
Koloniebildende Einheiten [1/mL]



* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

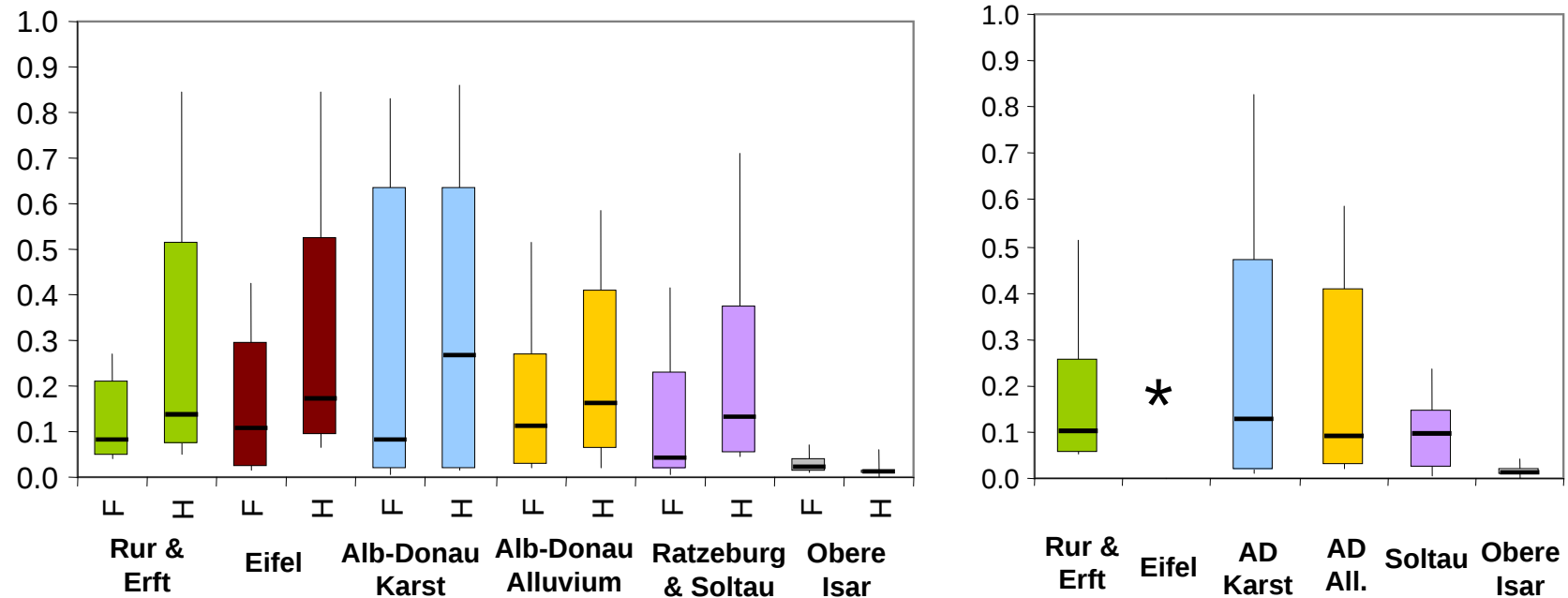
- 1 R2A-Agar (20°C/ 44h)
- 2 R2A -Agar (27°C/ 24h)
- 3 R2A -Agar (27°C/ 24h)
- 4 R2A-Agar (27°C/ 5d)

Gesamtzellzahl [Zellen/mL]



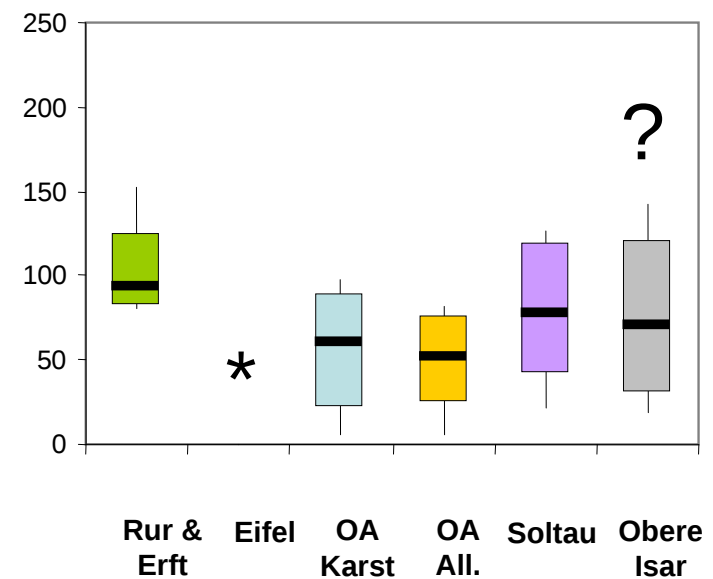
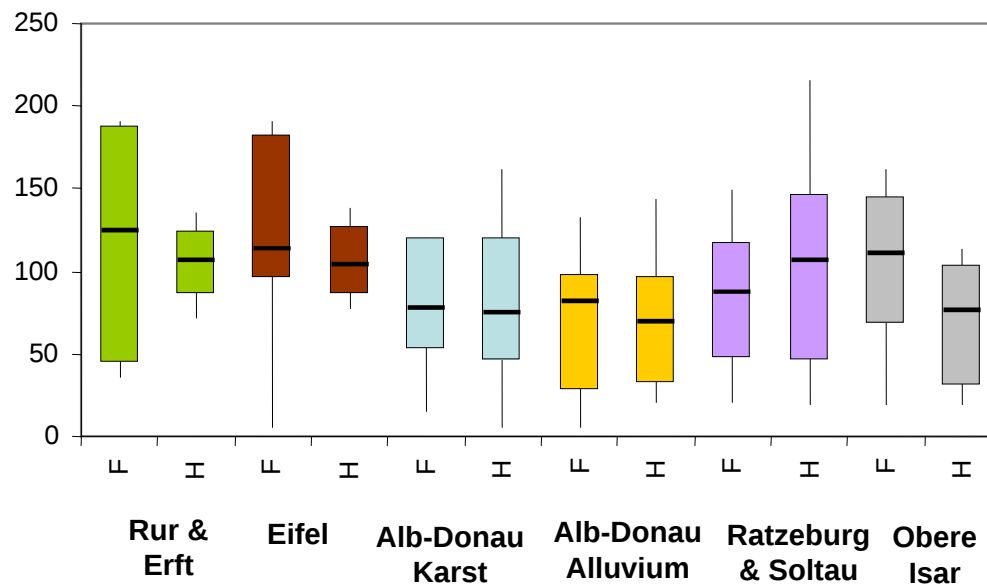
* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

Bakterielle Kohlenstoffproduktion [ngC/L/h]



* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

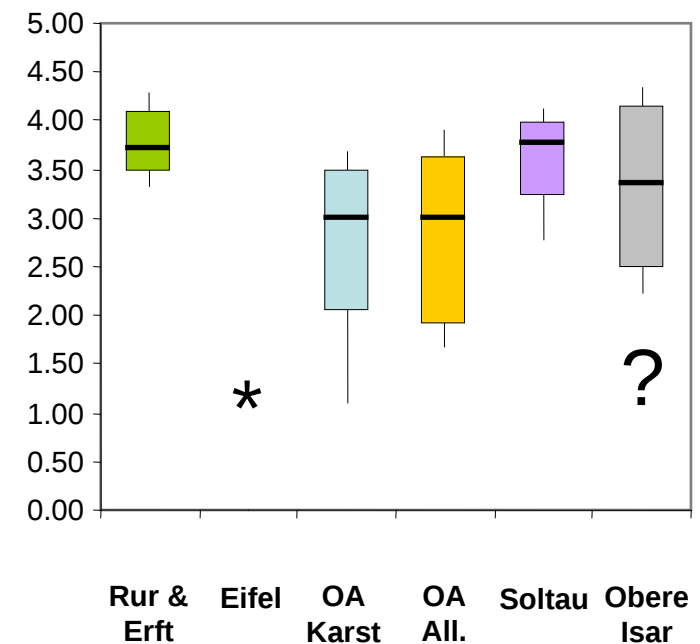
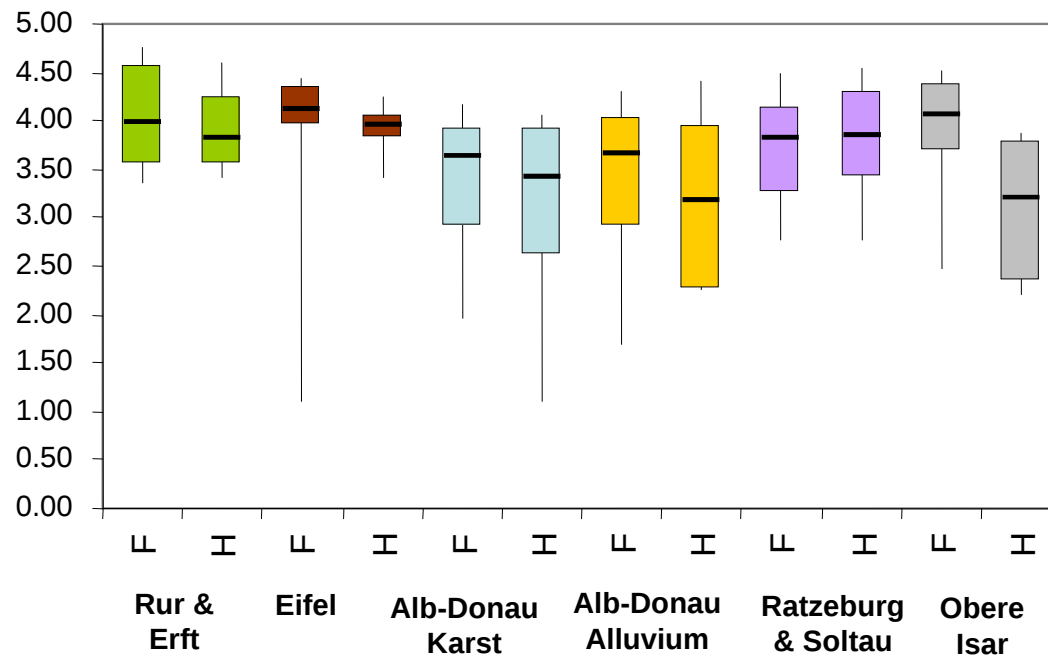
Bakteriengemeinschaft (T-RFLP) - Richness



* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

auf spezifische Analyse und Auswertebedingungen bezogen

Bakteriengemeinschaft (T-RFLP) - Shannon Index



* Anzahl verbleibender Messwerte zu gering

auf spezifische Analyse und Auswertebedingungen bezogen

Erftgebiet: Rur- & Erftscholle

Parameter		Selektierter Datensatz			
		N	10.P	50.P	90.P
KBEs¹	[1/mL]	8	36	106	638
BA²	[Zellen/mL]	8	2.0*10 ⁴	3.9*10 ⁴	1.2*10 ⁵
BKP³	[ngC L⁻¹ h⁻¹]	8	0.052	0.10	0.258
Shannon-Index		8	3.5	3.7	4.1
Richness		8	82	94	124

¹ Koloniebildende Einheiten

² Bakterielle Abundanz

³ Bakterielle Kohlenstoffproduktion

Alb-Donau: Karst

Parameter		Selektierter Datensatz			
		N	10.P	50.P	90.P
KBEs¹	[1/mL]	15	120	700	3290
BA²	[Zellen/mL]	15	6.2*10 ³	1.4*10 ⁴	1.4*10 ⁵
BKP³	[ngC L⁻¹ h⁻¹]	13	0.01	0.13	0.47
Shannon-Index		14	2.03	2.99	3.49
Richness		14	22	60	89

Alb-Donau: Alluvium

Parameter		Selektierter Datensatz			
		N	10.P	50.P	90.P
KBEs¹	[1/mL]	12	199	735	2500
BA²	[Zellen/mL]	13	1.1*10 ³	1.5*10 ⁴	3.0*10 ⁴
BKP³	[ngC L⁻¹ h⁻¹]	12	0.03	0.09	0.41
Shannon-Index		14	1.9	3.0	3.6
Richness		14	25	52	77

¹ Koloniebildende Einheiten

² Bakterielle Abundanz

³ Bakterielle Kohlenstoffproduktion

Soltau

Parameter		Selektierter Datensatz			
		N	10.P	50.P	90.P
KBEs¹	[1/mL]	14	12.5	125	2376
BA²	[Zellen/mL]	14	4.6*10 ⁴	1.7*10 ⁵	3.2*10 ⁵
BKP³	[ngC L⁻¹ h⁻¹]	12	0.02	0.09	0.15
Shannon-Index		13	3.21	3.77	4.00
Richness		13	41.6	77	119.8

Obere Isar

Parameter		Selektierter Datensatz			
		N	10.P	50.P	90.P
KBEs¹	[1/mL]	24	200	800	1760
BA²	[Zellen/mL]	23	4.2*10 ³	2.8*10 ⁴	9.1*10 ⁴
BKP³	[ngC L⁻¹ h⁻¹]	21	0.004	0.01	0.02
Shannon-Index		24	2.48	3.36	4.16
Richness		24	30	71	121.3

¹ Koloniebildende Einheiten

² Bakterielle Abundanz

³ Bakterielle Kohlenstoffproduktion

Zusammenfassung

- viel versprechender erster Ansatz für ein Bewertungssystem
- Mikrobiologische Daten zeigen Unterscheidung der Gebiete
- Unklar, inwieweit Unterschiede mit Hydrogeologie zusammenhängen
- Fauna wird mit einbezogen werden
- größere Datenmengen erforderlich



HelmholtzZentrum münchen
German Research Center for Environmental Health



Vielen Dank an:

Landesbetrieb für
Küstenschutz, National-
park und Meeresschutz
Schleswig-Holstein



SW Soltau



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!