

Trends und Entwicklungen

Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Regionen

Dr. Thorsten Scheel

Ökologie der Fließgewässer
thorsten.scheel@lfu.bayern.de

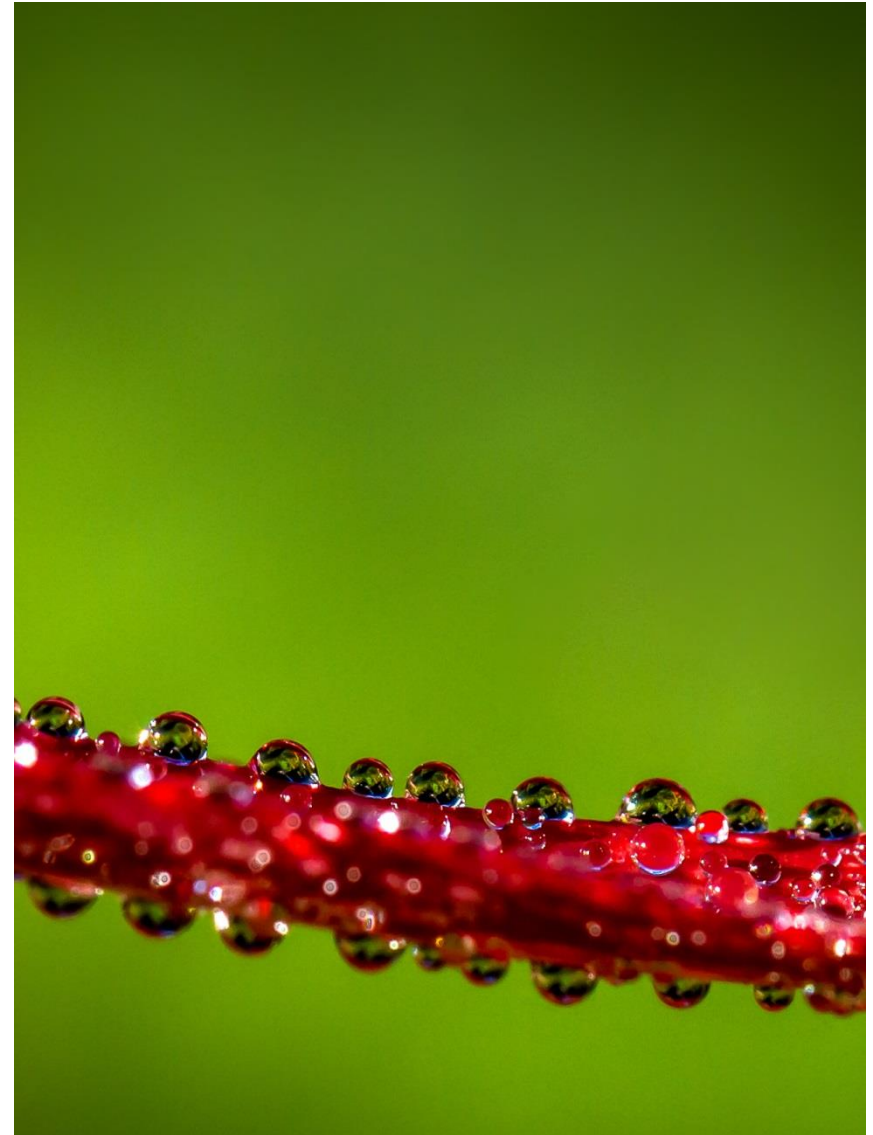


Inhalt

- Trends und Entwicklungen der Parameter
- Regionale Aspekte Chemie/Biologie
- Besonderheiten der Regionen
- 25 Jahre Versauerungsmonitoring Eine Zusammenfassung



Trends & Entwicklungen der Parameter



Ausgewertete Messstellen im Projekt

- 3 IHM Messflächen
 - Freilandniederschlag
 - Bestandsniederschlag
 - Sickerwasser (verschiedene Tiefen)
 - Grundwasser
 - Quelle
 - Fließgewässer
- 6 selektierte Grundwassermessstellen
- 26 Fließgewässer
- 4 Seen

Berechnungen der Trends

- Mann-Kendall Test (Chemie $p < 0,05$; Biologie $p < 0,1$)
MZB – Spearman's rho
- Theil-Sen Schätzer zur Festlegung der Steigung
- Signifikante Trends unter 1/1000 des Wertenniveau wurden trotzdem als keine Änderung bewertet (z.B. Al 1mg/l – sig. Änderung 0,001 mg/a)



Historische Entwicklung und aktueller Trend

- Auswertung der insgesamt Entwicklung der Zeitreihen, zur Darstellung des historischen Verlaufs
- Ableitung des aktuellen Trends (2005-2014), als Indikator für zukünftige Entwicklung
- Graphische Darstellung auf Postern, tabellarische Zusammenfassung umfangreicher

pH-Wert

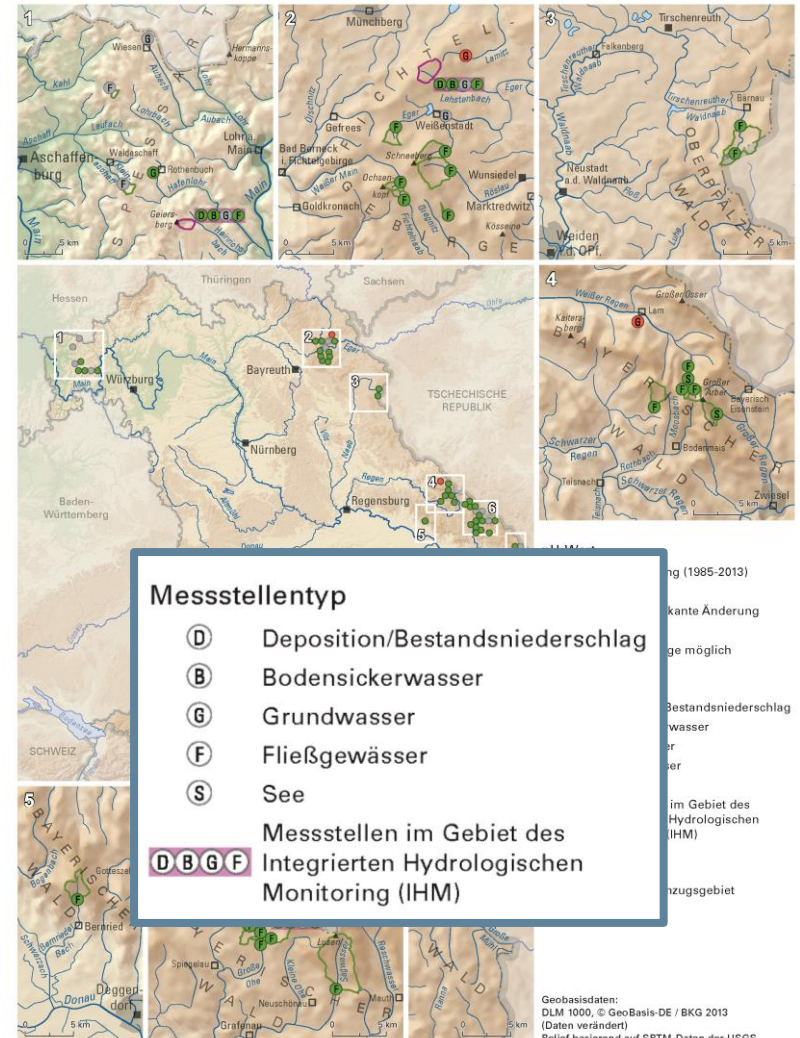
Historische Entwicklung (1985-2013)

- fallend
- keine signifikante Änderung
- steigend

pH-Wert

Aktueller Trend (2005-2013)

- fallend
- keine signifikante Änderung
- steigend



pH-Wert

Parameter	Untersuchungsbereich	Gesamt-Entwicklung (1985-2014)			Aktuell (2005-2014)			Anzahl
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	
pH-Wert	Freilandniederschlag	3	-	-	3	-	-	von 3
	Bestandsniederschlag	3	-	-	2	1	-	von 3
	Sickerwasser 50cm	3	-	-	1	2	-	von 3
	Sickerwasser 100-450 cm	2	2	1	2	3	-	von 6
	Grundwasser	1	9	2	1	8	2	von 12
	Quelle	2	1	-	1	2	-	von 3
	Fließgewässer	25	4	-	11	18	-	von 29
	SZK 3	8	1	-	3	6	-	von 9
	SZK 4	7	1	-	4	4	-	von 8
	SZK 5	10	2	-	4	8	-	von 12
	Seen	4	-	-	2	1	-	von 4

Sulfat

Parameter	Untersuchungsbereich	Gesamt-Entwicklung (1985-2014)			Aktuell (2005-2014)			Anzahl
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	
Sulfat	Freilandniederschlag	-	-	3	-	-	3	von 3
	Bestandsniederschlag	-	-	3	-	-	3	von 3
	Sickerwasser 50cm	-	-	3	-	-	3	von 3
	Sickerwasser 100-450 cm	-	-	5	-	3	2	von 6
	Grundwasser	1	5	6	-	8	3	von 12
	Quelle	-	1	2	1	1	1	von 3
	Fließgewässer	-	3	26	1	12	15	von 29
	SZK 3	-	1	8	-	7	1	von 9
	SZK 4	-	-	8	1	2	4	von 8
	SZK 5	-	2	10	-	3	9	von 12
	Seen	-	-	4	-	2	1	von 4

Nitrat

Parameter	Untersuchungsbereich	Gesamt-Entwicklung (1985-2014)			Aktuell (2005-2014)			Anzahl
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	
Nitrat	Freilandniederschlag	-	-	3	-	1	2	von 3
	Bestandsniederschlag	-	-	3	-	3	-	von 3
	Sickerwasser 50cm	-	1	2	-	2	1	von 3
	Sickerwasser 100-450 cm	-	2	3	-	3	2	von 6
	Grundwasser	2	4	6	3	7	1	von 12
	Quelle	-	-	3	-	1	2	von 3
	Fließgewässer	5	5	19	4	11	14	von 29
	SZK 3	1	2	6	2	2	5	von 9
	SZK 4	4	-	4	2	2	4	von 8
	SZK 5	-	3	9	-	7	5	von 12
	Seen	-	1	3	-	2	1	von 4

Aluminium

Parameter	Untersuchungsbereich	Gesamt-Entwicklung (1985-2014)			Aktuell (2005-2014)			Anzahl
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	
Alu- minium	Freilandniederschlag	-	2	1	-	-	-	von 3
	Bestandsniederschlag	-	-	-	-	-	-	von 3
	Sickerwasser 50cm	-	-	3	-	-	3	von 3
	Sickerwasser 100-450 cm	1	-	4	-	-	5	von 6
	Grundwasser	2	7	-	-	6	-	von 12
	Quelle	-	2	1	-	1	2	von 3
	Fließgewässer	2	6	21	1	23	5	von 29
	SZK 3	1	4	4	1	8	-	von 9
	SZK 4	1	2	5	-	7	1	von 8
	SZK 5	-	-	12	-	8	4	von 12
	Seen	-	1	2	-	3	-	von 4

Säurekapazität pH 4,3

Parameter	Untersuchungsbereich	Gesamt-Entwicklung (1985-2014)			Aktuell (2005-2014)			Anzahl
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	
Säurekapazität pH 4,3	Freilandniederschlag	3	-	-	1	2	-	von 3
	Bestandsniederschlag	2	1	-	-	3	-	von 3
	Sickerwasser 50cm	3	-	-	-	3	-	von 3
	Sickerwasser 100-450 cm	1	4	-	-	5	-	von 6
	Grundwasser	2	10	-	-	11	-	von 12
	Quelle	1	2	-	-	3	-	von 3
	Fließgewässer	12	15	-	4	23	-	von 29
	SZK 3	8	1	-	2	7	-	von 9
	SZK 4	4	4	-	2	6	-	von 8
	SZK 5	-	10	-	-	10	-	von 12
	Seen	2	-	-	-	3	-	von 4

Spektraler Absorptionskoeffizient (254 nm)

Parameter	Untersuchungsbereich	Gesamt-Entwicklung (1985-2014)			Aktuell (2005-2014)			Anzahl
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	
SPAK 254nm	Freilandniederschlag	-	-	3	-	3	-	von 3
	Bestandsniederschlag	1	1	1	1	2	-	von 3
	Sickerwasser 50cm	1	-	2	2	-	1	von 3
	Sickerwasser 100-450 cm	3	-	2	-	3	2	von 6
	Grundwasser	2	6	4	-	9	-	von 12
	Quelle	1	2	-	-	3	-	von 3
	Fließgewässer	26	1	-	10	16	1	von 29
	SZK 3	9	-	-	3	5	-	von 9
	SZK 4	7	1	-	3	3	1	von 8
	SZK 5	9	1	-	4	8	-	von 12
	Seen	3	-	-	1	1	-	von 4

Säurezustandsklasse - Makrozoobenthos

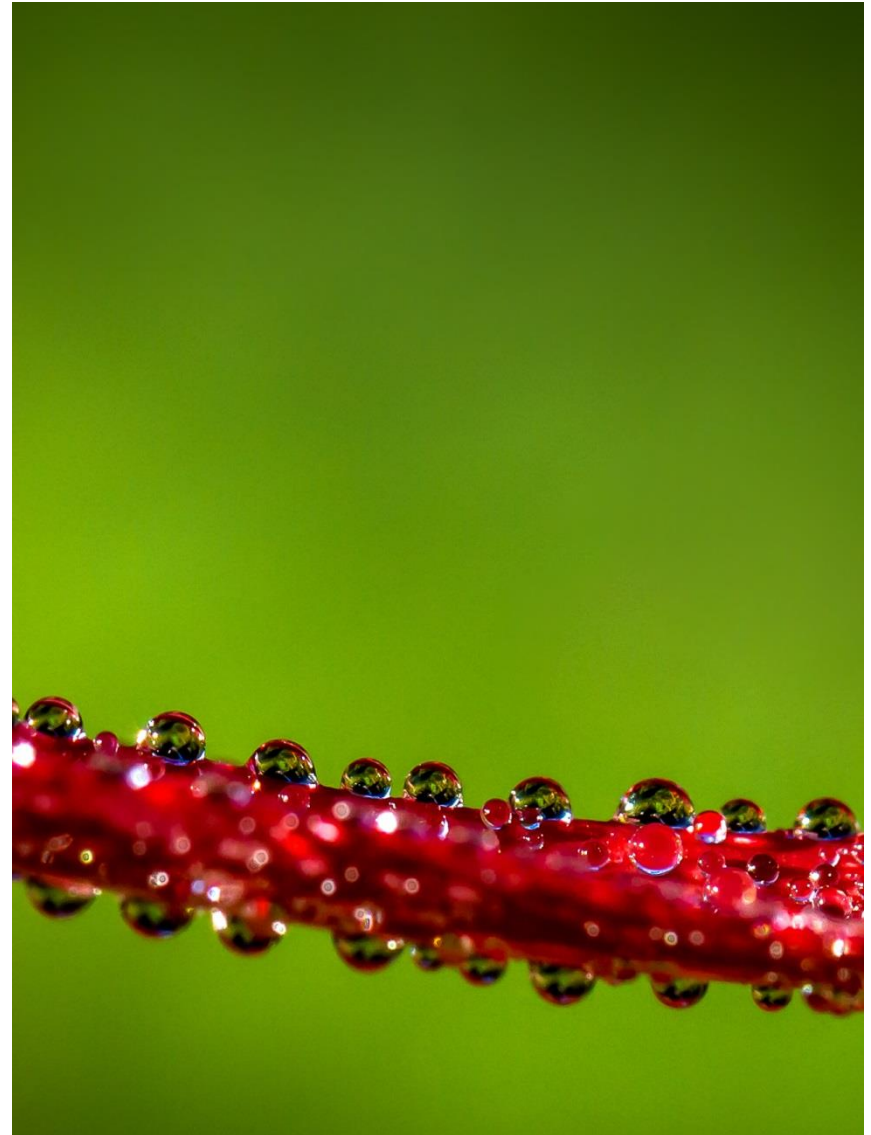
Parameter	Untersuchungsbereich	Gesamt-Entwicklung			Anzahl
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	
SZK Makrozoobenthos	Freilandniederschlag				
	Bestandsniederschlag				
	Sickerwasser 50cm				
	Sickerwasser 100-450 cm				
	Grundwasser				
	Quelle				
	Fließgewässer	-	12	14	von 29
	SZK 3	-	5	4	von 9
	SZK 4	-	2	6	von 8
	SZK 5	-	5	4	von 12
	Seen				

Acidity-Index - Diatomeen

Parameter	Untersuchungsbereich	Gesamt-Entwicklung (1994-2014)			Anzahl
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	
ACID Diatomeen	Freilandniederschlag				
	Bestandsniederschlag				
	Sickerwasser 50cm				
	Sickerwasser 100-450 cm				
	Grundwasser				
	Quelle				
	Fließgewässer	6	11	-	von 24
	SZK 3	1	4	-	von 8
	SZK 4	2	4	-	von 7
	SZK 5	3	3	-	von 9
	Seen				

Zusammenhänge Chemie / Biologie

regionale Aspekte



Zusammenhänge Chemie / Biologie (Regional)

- Messstellenbezogener Vergleich Chemie / Biologie
- Datengrundlage: Zeitraum 2005-2014
- Einteilung aller Parameter in Klassen von 1 (sehr gut) bis 5 (schlecht)
- Gruppierung der Messstellen (Fließgewässer) nach Regionen

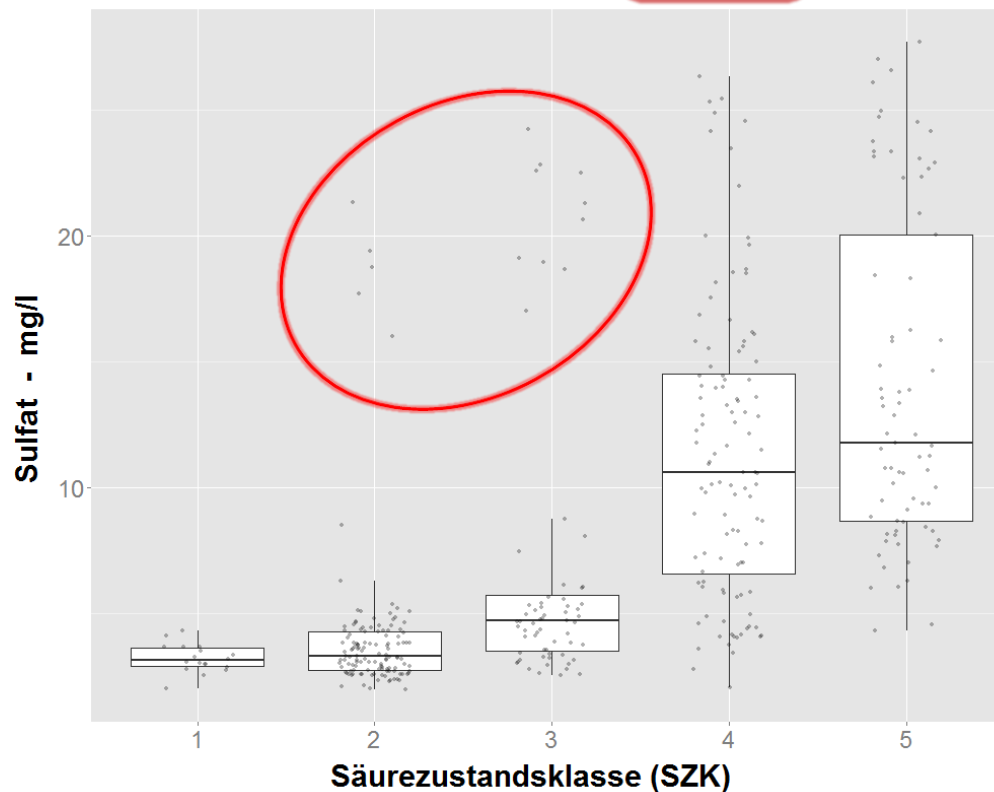
Klasse	Einteilung der Parameter					
	pH	Al	SO ₄	KS 4,3	SZK	ACID
1	> 6,0	< 0,2	< 2,5	> 0,20	1	> 6,0
2	5,5 - 6,0	0,2 – 0,3	2,5 – 5,0	0,15 – 0,20	2	4,5 – 6,0
3	5,0 - 5,5	0,3 – 0,5	5,0 – 10	0,10 – 0,15	3	3,0 – 4,5
4	4,5 - 5,0	0,5 – 1,0	10 – 15	0,05 – 0,10	4	1,5 – 3,0
5	< 4,5	> 1,0	> 15	< 0,05	5	< 1,5

Messstellen Fichtelgebirge (Fließgewässer)

Mst.Nr.	Gewässer	pH	Al	SO4	KS4,3	SZK	ACID
4772	Fichtelnaab	4	3	3	5	4	5
13396	Weißer Main	1	2	3	4	3	4
22837	Eger	1	1	2	4	3	3
22875	Birkenbach	3	3	3	5	4	3
23081	Roeslau	2	3	3	4	4	4
23088	Zinnbach	5	5	4	5	4	4
3414000	Lehstenbach	4	4	4	4	4	

Messstellen Spessart (Fließgewässer)

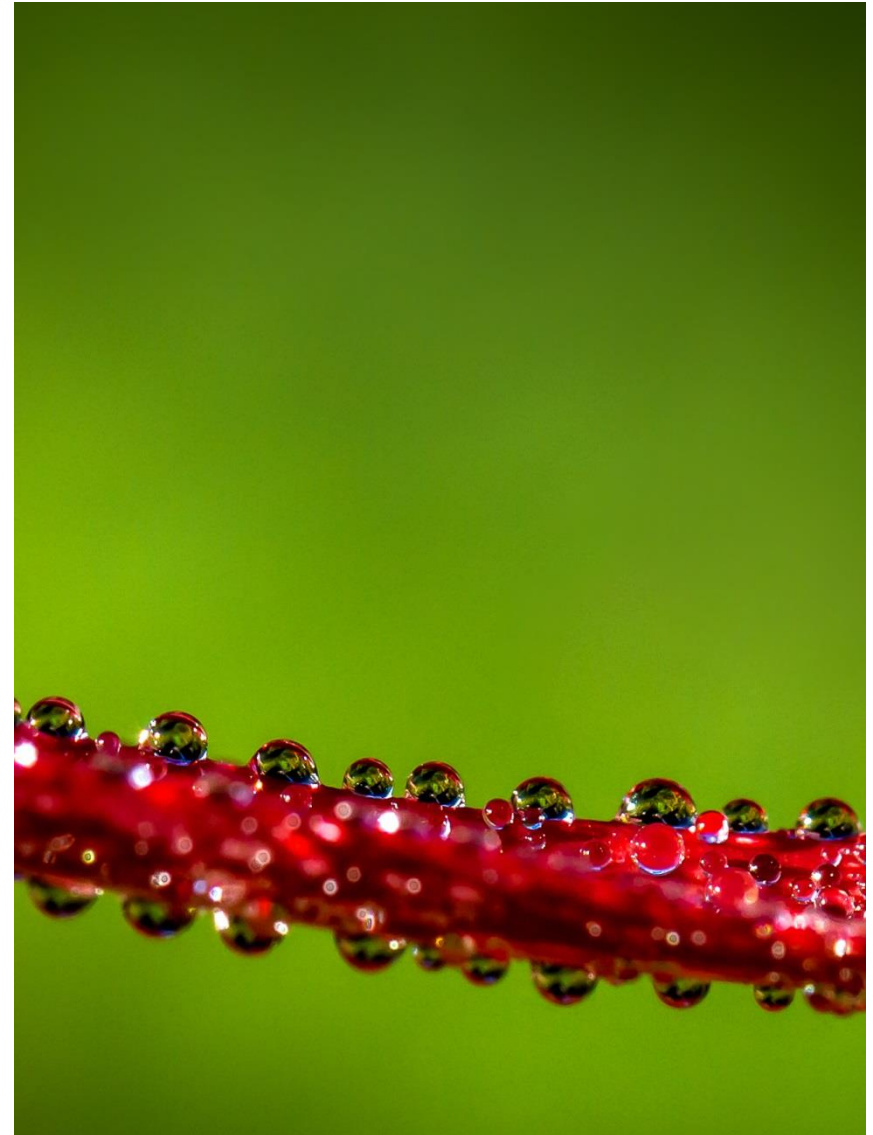
Mst.Nr.	Gewässer	pH	Al	SO4	KS4,3	SZK	ACID
22376	Aschaff	1	1	5	2	2	2
22619	Speckkahl	2	1	5	4	3	4
1414000	Metzenbach	1	1	4	3	2	



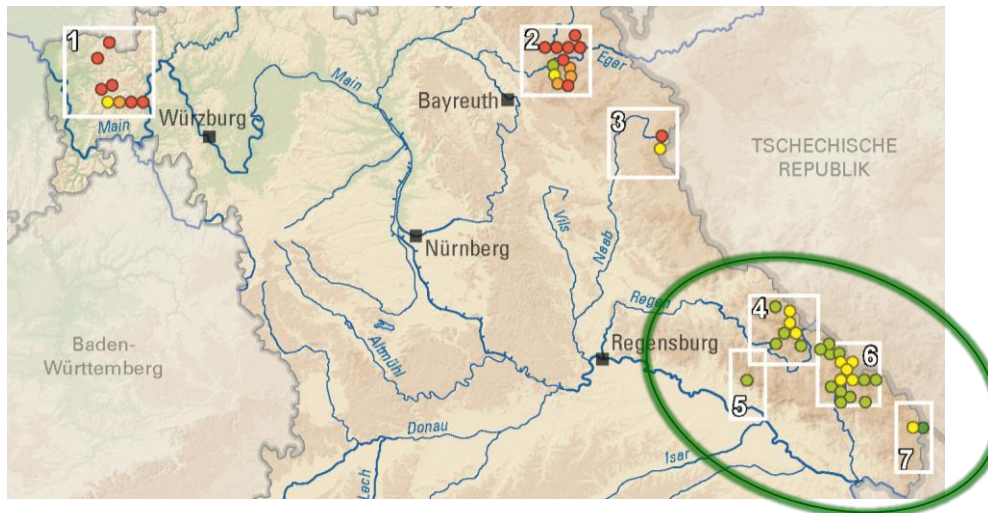
Messstellen Bayerischer Wald (Fließgewässer)

Mst.Nr.	Gewässer	pH	Al	SO4	KS4,3	SZK	ACID
8150	Kleiner Regen	1	1	1	3	2	2
8153	Kl. Rachelbach	4	3	1	5	4	5
8156	Hirschbach	1	1	2	3	1	1
8261	Hochfallbach	1	1	2	4	3	4
8330	Seebach	3	2	2	4	3	5
8331	Seebach	4	3	2	5	4	5
8338	Arbersee-Zulauf	3	1	1	5	4	5
10746	Boebracher Bach	1	1	2	3	1	2
11784	Seebach	1	1	1	3	2	2
11787	Nörd. Seewandb.	4	3	2		4	
11788	West. Seewandb.	4	4	2		4	
11790	Vord. Schachtenb.	1	1	2	2	2	1
11793	Hint. Schachtenb.	1	1	2	3	2	2
11801	Große Ohe	1	1	1	3	2	2
11838	Sagwasser	1	1	1	3	1	2
13362	Schimmelbach	3	3	2	4	3	3
2414000	Markungsgraben	1	1	2	4	2	

Regionale Besonderheiten



Sulfat-Konzentrationen im Bayerischen Wald

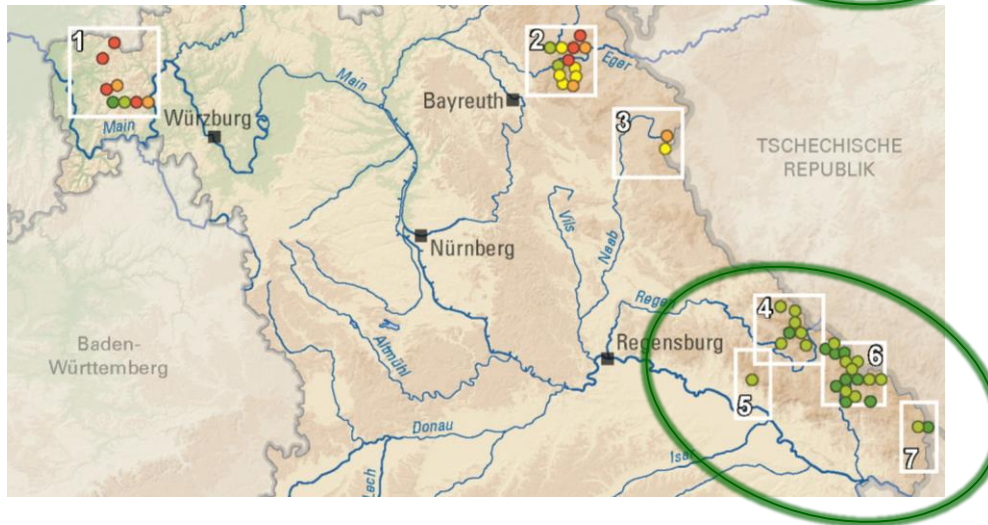


Sulfat

Median (1985-1994)

in mg/l

- $\geq 15,0$
- 10,0 bis < 15,0
- 5,0 bis < 10,0
- 2,5 bis < 5,0
- < 2,5



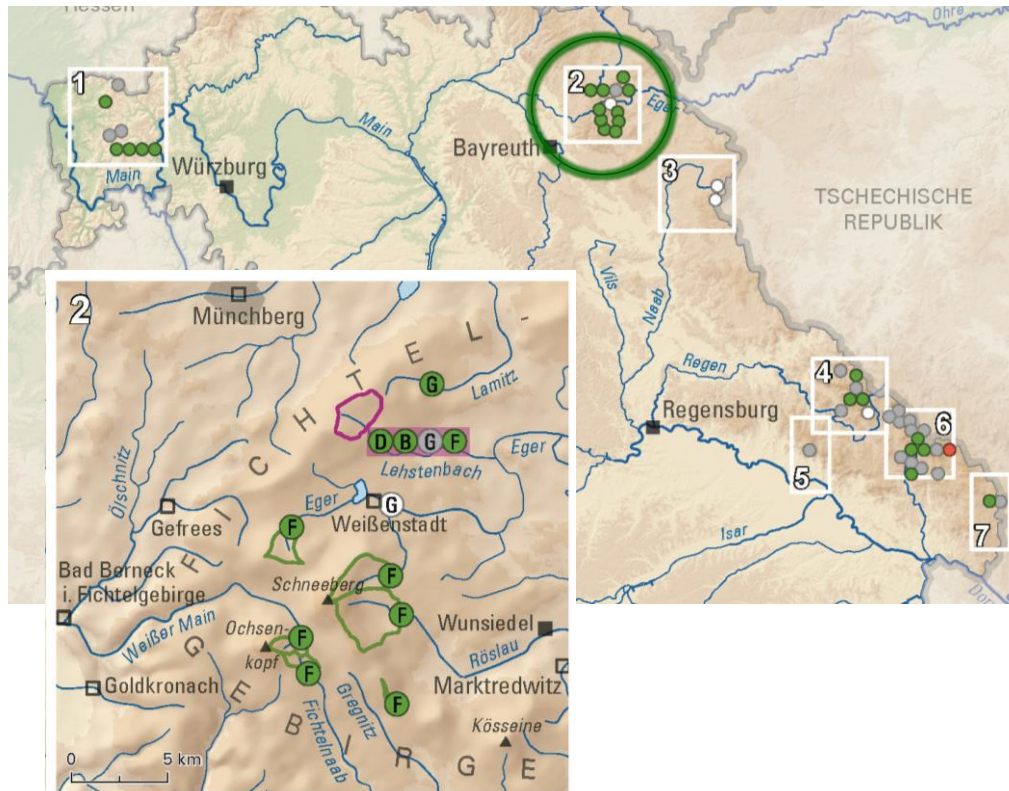
Sulfat

Median (2005-2013)

in mg/l

- $\geq 15,0$
- 10,0 bis < 15,0
- 5,0 bis < 10,0
- 2,5 bis < 5,0
- < 2,5

Sulfat Trend Fichtelgebirge



Sulfat

Aktueller Trend (2005-2013)

- steigend
- keine signifikante Änderung
- fallend
- keine Aussage möglich

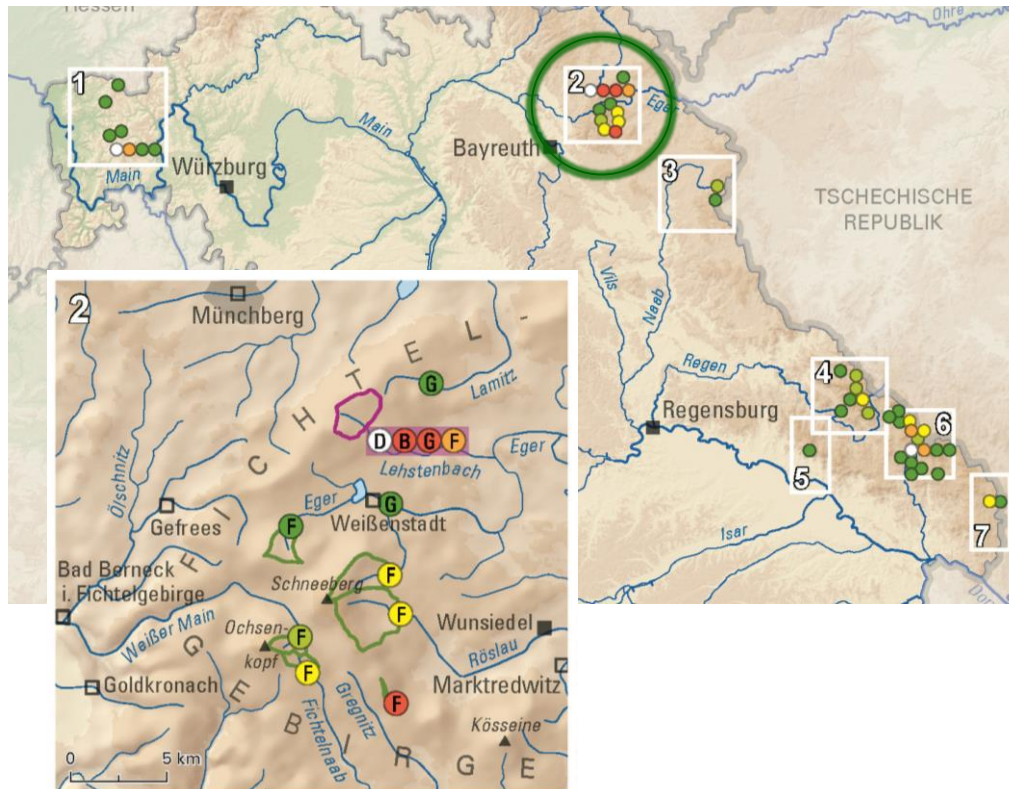
Messstellentyp

- D Deposition/Bestandsniederschlag
- B Bodensickerwasser
- G Grundwasser
- F Fließgewässer
- S See

D B G F
Messstellen im Gebiet des
Integrierten Hydrologischen
Monitoring (IHM)

- IHM-Gebiet
- Gewässereinzugsgebiet

Aluminium-Konzentration im Fichtelgebirge



Aluminium

Median (2005-2013)

in mg/l

- $\geq 1,0$
- 0,5 bis $< 1,0$
- 0,3 bis $< 0,5$
- 0,2 bis $< 0,3$
- $< 0,2$
- keine Aussage möglich

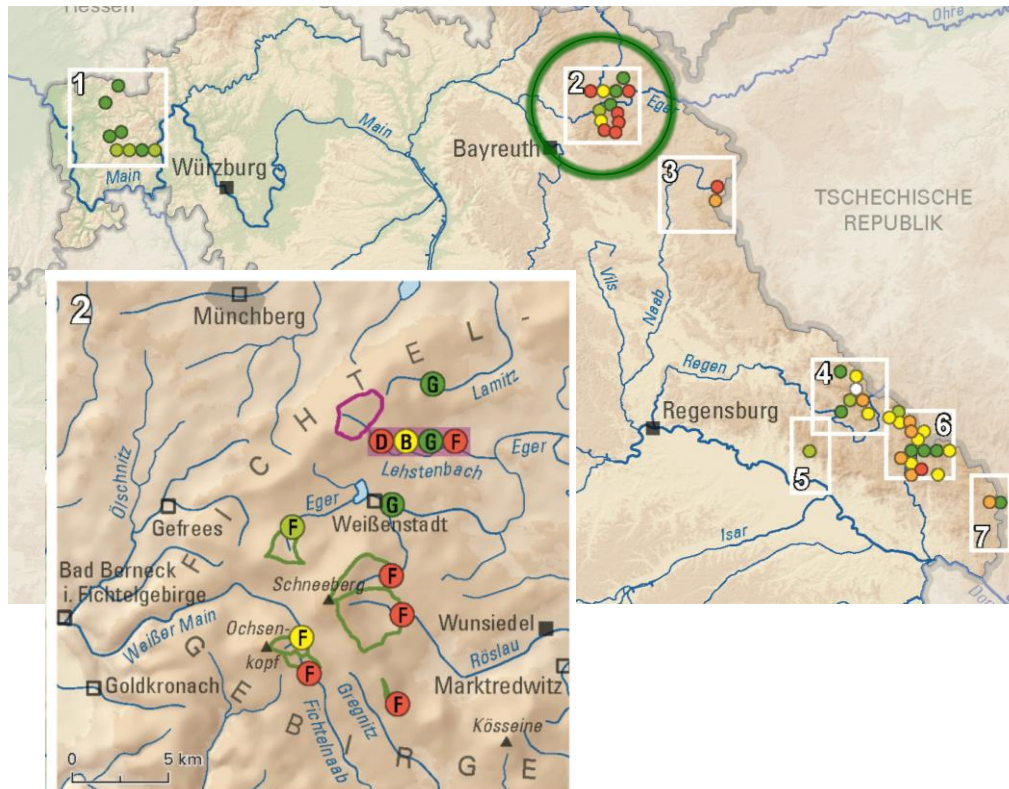
Messstellentyp

- (D) Deposition/Bestandsniederschlag
- (B) Bodensickerwasser
- (G) Grundwasser
- (F) Fließgewässer
- (S) See

D B G F Messstellen im Gebiet des
Integrierten Hydrologischen
Monitoring (IHM)

- IHM-Gebiet
- Gewässereinzugsgebiet

SPAK 254 Fichtelgebirge



Spek. Absorptionskoeffizient (254 nm)

Median (2005-2013)

in 1/m

- $\geq 20,0$
- 15,0 bis $< 20,0$
- 10,0 bis $< 15,0$
- 5,0 bis $< 10,0$
- $< 5,0$
- keine Aussage möglich

Messstellentyp

- D Deposition/Bestandsniederschlag
- B Bodensickerwasser
- G Grundwasser
- F Fließgewässer
- S See

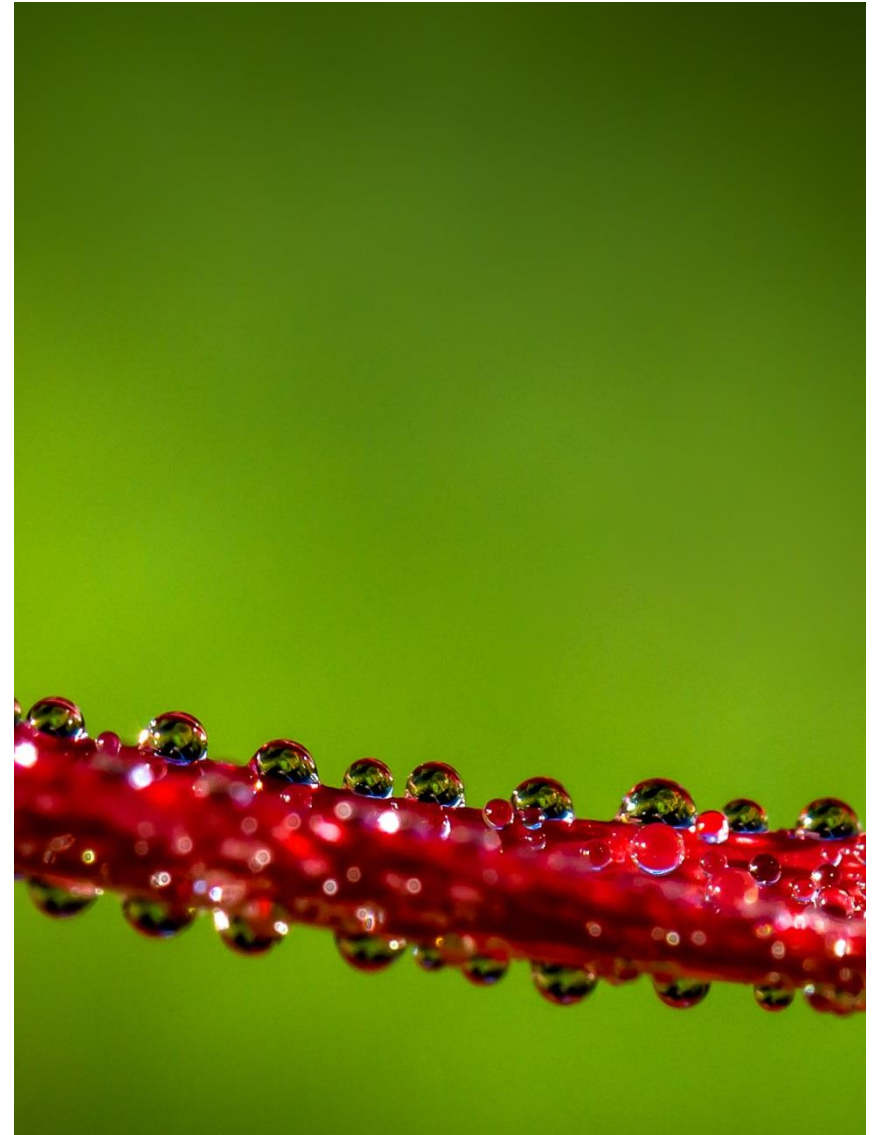
D B G F Messstellen im Gebiet des
Integrierten Hydrologischen
Monitoring (IHM)

IHM-Gebiet

Gewässereinzugsgebiet

25 Jahre Versauerungs- monitoring

Zusammenfassung

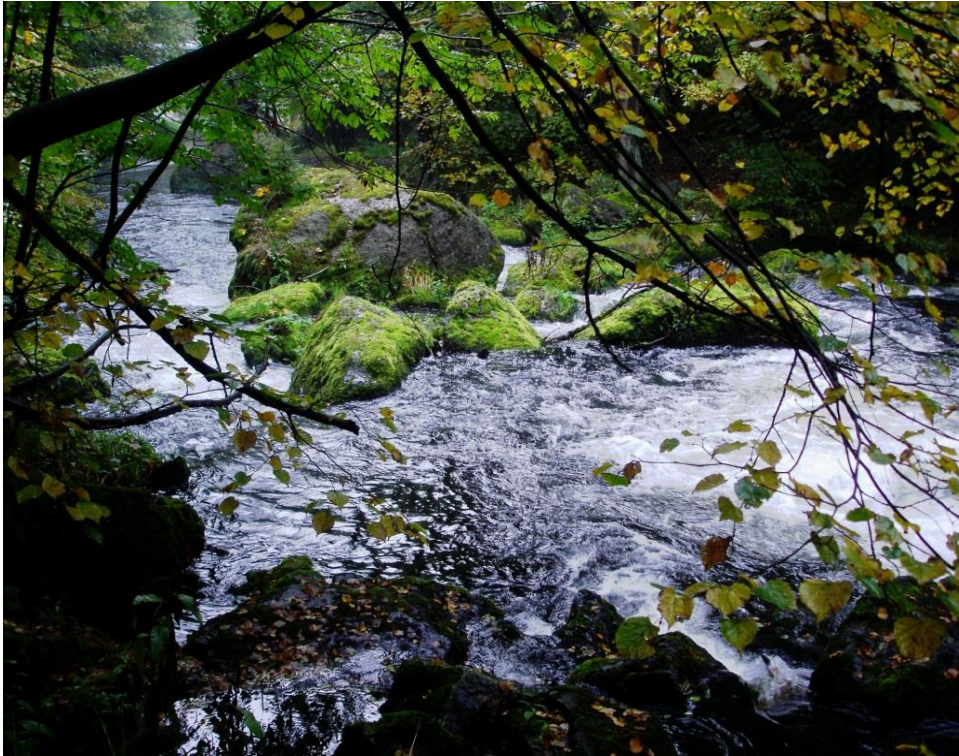


25 Jahre Versauerungsmonitoring – Zusammenfassung I

- Deutlicher Rückgang der Sulfat-Konzentrationen im Niederschlag und Anstieg der pH-Werte
- Frachtbilanzen für S deutlich positiv
- Tendenz zur Erholung in obersten Bodenschichten
- Grundwasser und tieferes Sickerwasser im Boden zeigt bis jetzt nur sehr geringe Reaktion auf verringerte Einträge
- Fließgewässer und Seen deutliche Tendenz zur Erholung (auf unterschiedlichen Niveaus) – sowohl chemische als auch biologische Untersuchungen (Makrozoobenthos, Diatomeen) belegen dies

25 Jahre Versauerungsmonitoring – Zusammenfassung II

- Starken Einfluss auf das Makrozoobenthos und die Diatomeen besitzen pH-Wert, Aluminium, Säurekapazität und Sulfat
- Säurekapazitäten erholen sich sehr langsam wieder – haben großen Einfluss auf Biologie, da Schwankungen gedämpft werden
- Biologische und chemische Untersuchungsmethoden ergänzen sich sinnvoll
- Zusammenführung der Ergebnisse aus den verschiedenen Kompartimenten erhöht das Verständnis
- Erholung von der Versauerung ist in vielen Bereichen deutlich sichtbar, allerdings wird uns das Thema trotzdem auch in Zukunft begleiten



**Vielen Dank
für die
Aufmerksamkeit!**

*Bayerisches Landesamt für Umwelt
Ref.83 - Ökologie der Fließgewässer
Dr. Thorsten Scheel
thorsten.scheel@lfu.bayern.de*