



Bayerisches Landesamt für  
Umwelt



# Alles im Fluss?

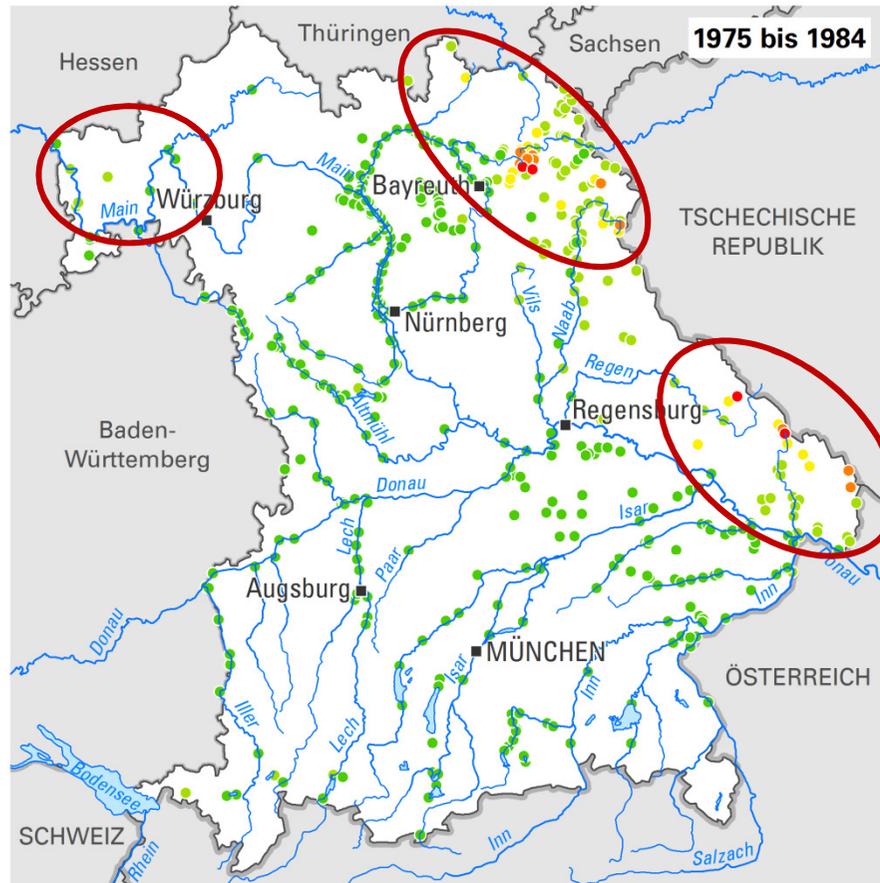
Versauerungsmonitoring  
Fließgewässer

Ref. 83 I. Schlößer

# 25 Jahre Versauerungmonitoring: Fließgewässer



Bayerisches Landesamt für Umwelt



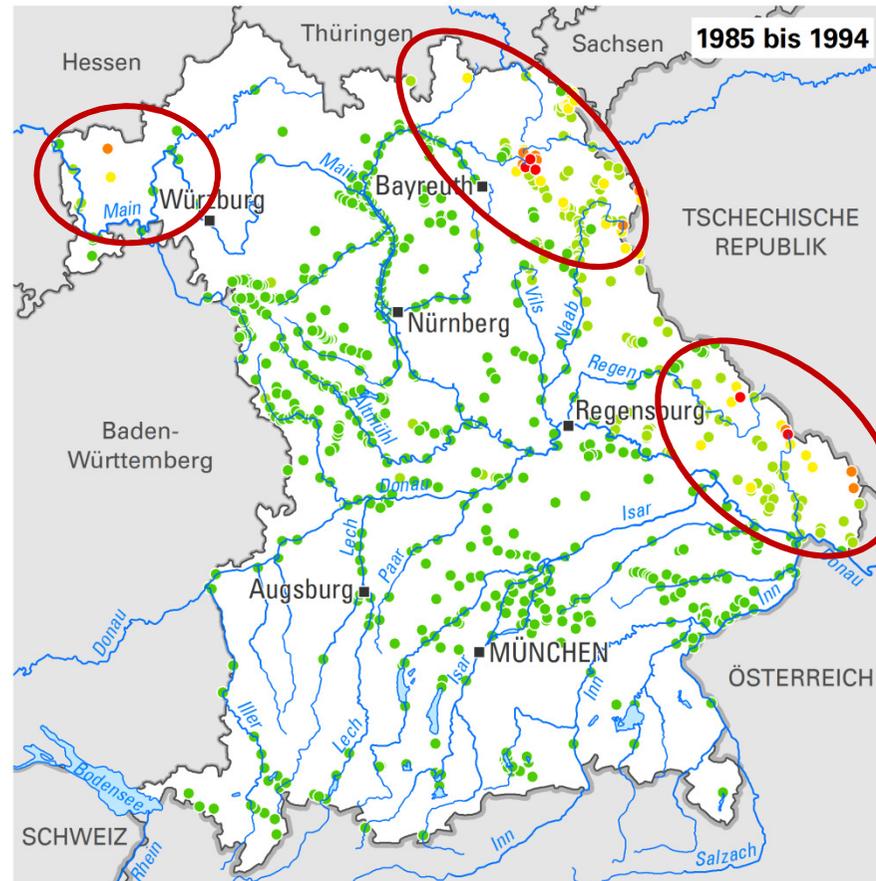
Geobasisdaten: DLM 1000, © GeoBasis-DE / BKG 2013 (Daten verändert) 0 50 km

## Fließgewässer

pH-Wert (Mittelwert)

- < 4,5
- 4,5 bis < 5,5
- 5,5 bis < 6,5
- 6,5 bis < 7,5
- ≥ 7,5

# 25 Jahre Versauerungmonitoring: Fließgewässer



Geobasisdaten: DLM 1000, © GeoBasis-DE / BKG 2013 (Daten verändert) 0 50 km

## Fließgewässer

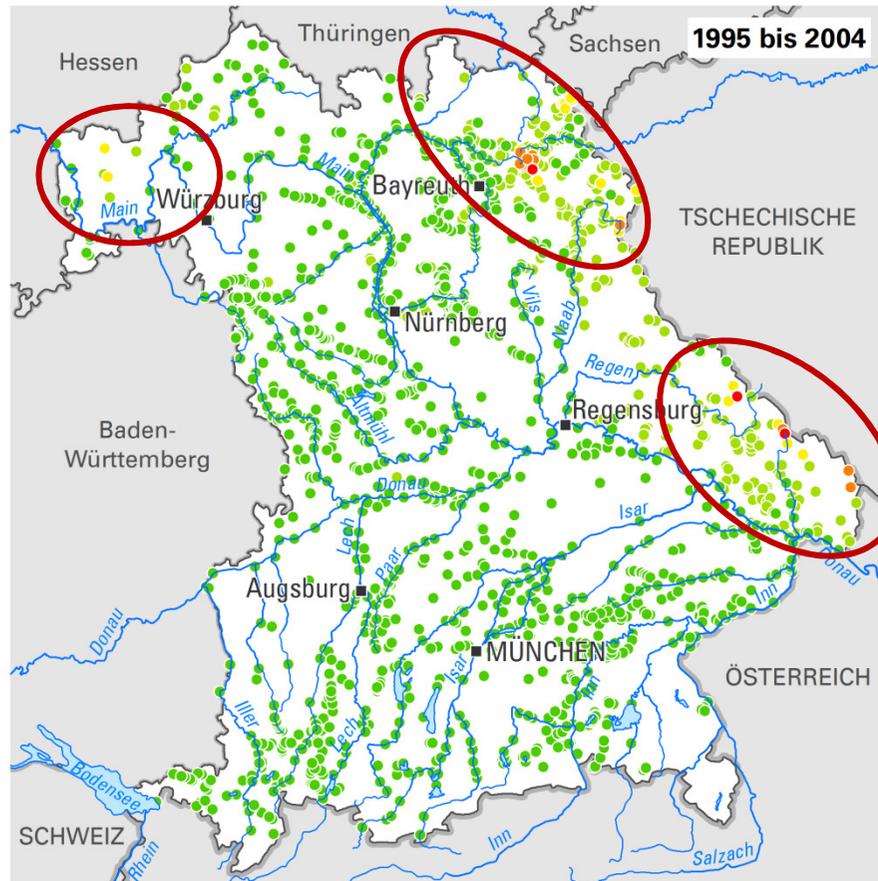
pH-Wert (Mittelwert)

- < 4,5
- 4,5 bis < 5,5
- 5,5 bis < 6,5
- 6,5 bis < 7,5
- ≥ 7,5

# 25 Jahre Versauerungmonitoring: Fließgewässer



Bayerisches Landesamt für Umwelt



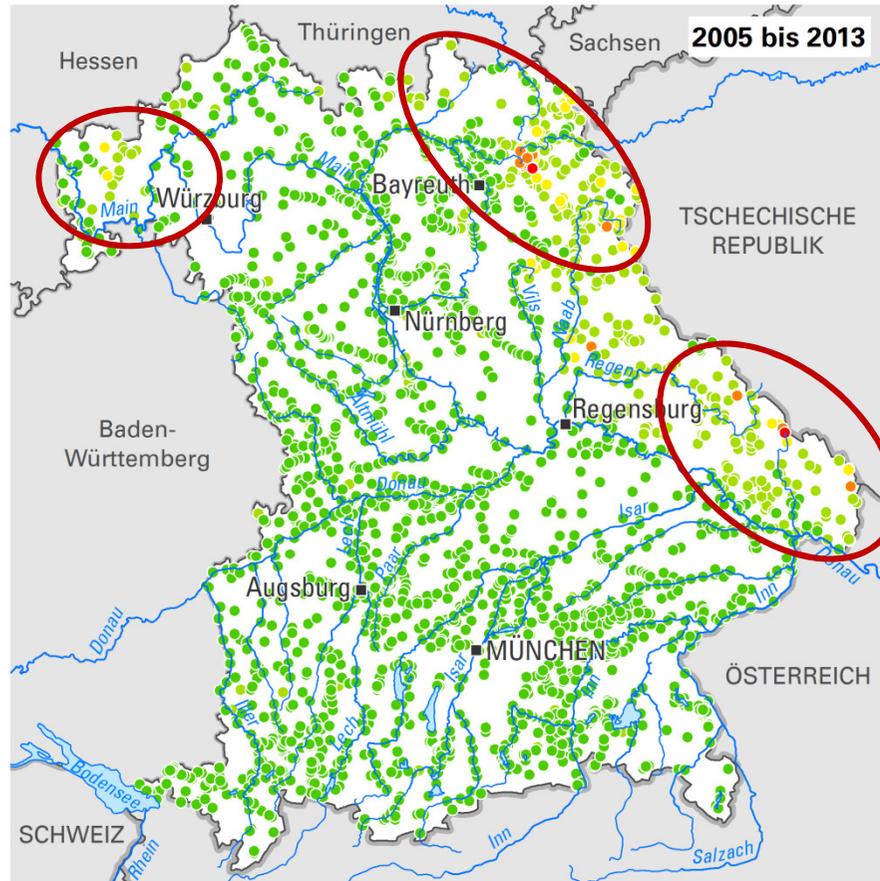
Geobasisdaten: DLM 1000, © GeoBasis-DE / BKG 2013 (Daten verändert) 0 50 km

## Fließgewässer

pH-Wert (Mittelwert)

- < 4,5
- 4,5 bis < 5,5
- 5,5 bis < 6,5
- 6,5 bis < 7,5
- ≥ 7,5

# 25 Jahre Versauerungmonitoring: Fließgewässer



Geobasisdaten: DLM 1000, © GeoBasis-DE / BKG 2013 (Daten verändert) 0 50 km

## Fließgewässer

pH-Wert (Mittelwert)

- < 4,5
- 4,5 bis < 5,5
- 5,5 bis < 6,5
- 6,5 bis < 7,5
- ≥ 7,5

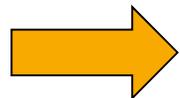
---

# Gliederung

- Was wurde untersucht?
- Wo wurde untersucht?
- Ergebnisse
- Schlussfolgerung

### Was wurde untersucht?

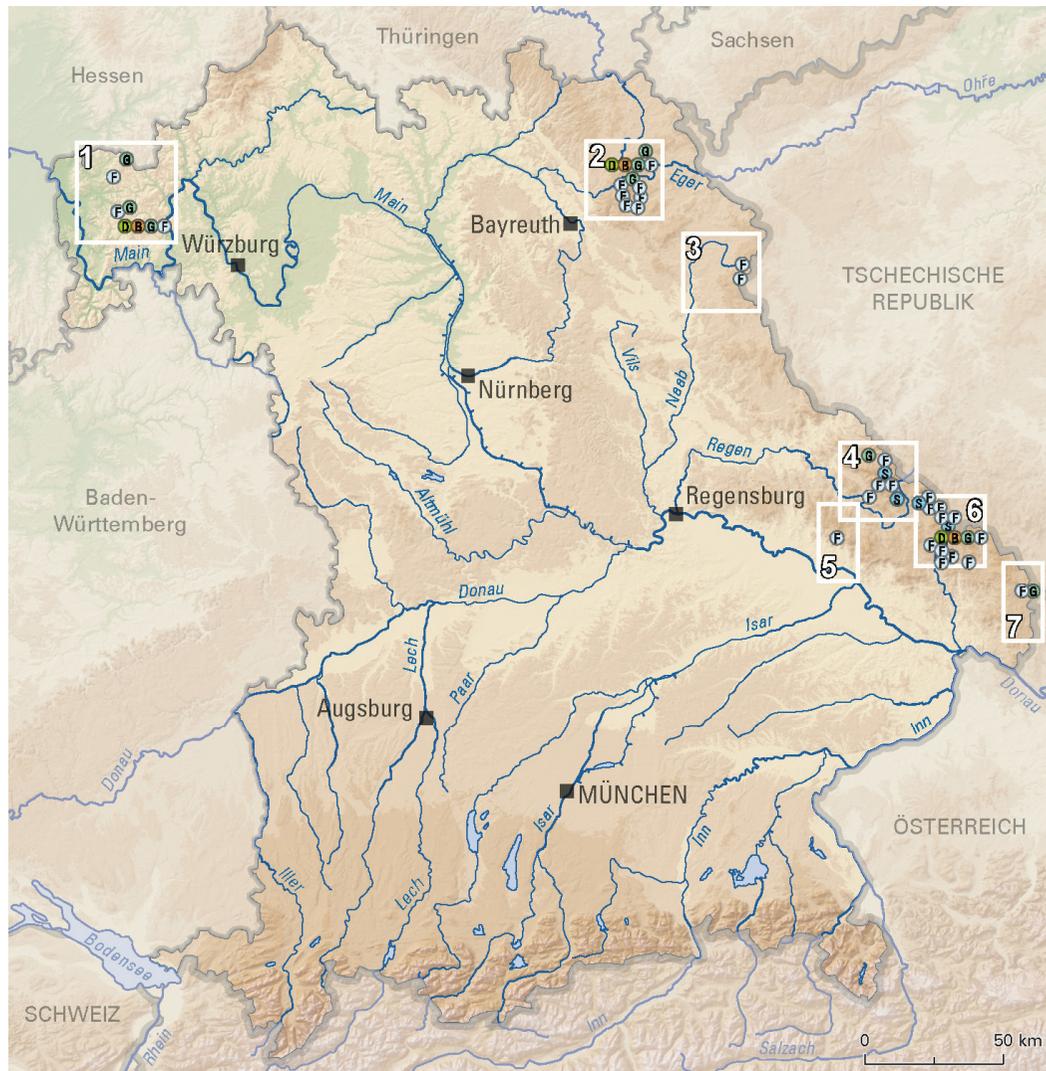
- „Versauerung oberirdischer Gewässer“ seit 1983
  - Spessart, Fichtelgebirge, Oberpfälzer Wald und Bayerischer Wald
  - Monatliche Probenahme an Fließgewässern
  - Während der Schneeschmelze tägliche Erfassung des pH-Wertes
  - 15 Parameter darunter pH, Leitfähigkeit, spektraler Absorptionskoeffizient (254 und 436 nm); KB8,2, KS4,3, Ca, Mg, Na, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>-N, Al
  - 26 Mst Fließgewässer, 3 Seen und 1 Trinkwassertalsperren
- Forschungsvorhaben 1983 – 1987 und 1992 – 1994
  - 137 Mst in Fließgewässern und Seen
  - Naab- und Regen-EZG
  - 2 x jährlich chemische und biologische Untersuchung



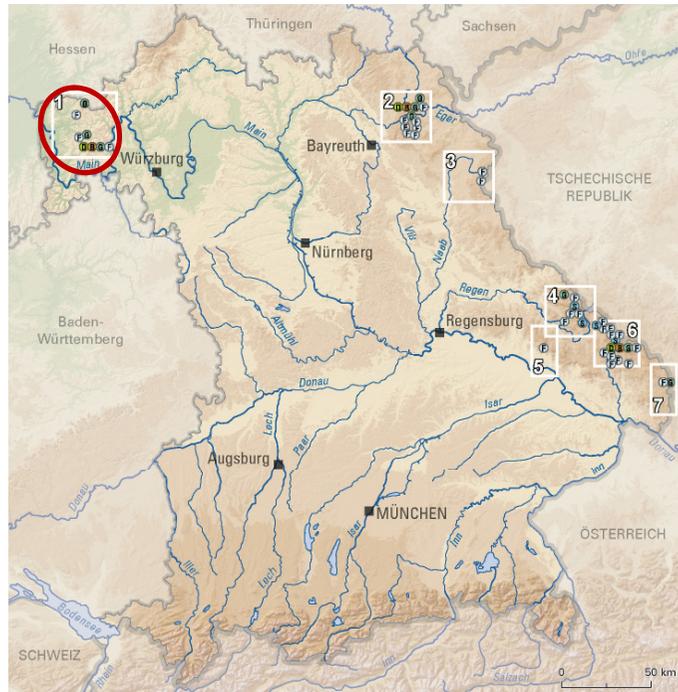
### **Internationales Messprogramm UN-ECE**

- IHM-Monitoring

## Wo wird untersucht?



## Spessart



8330 Bezeichnung der Messstelle

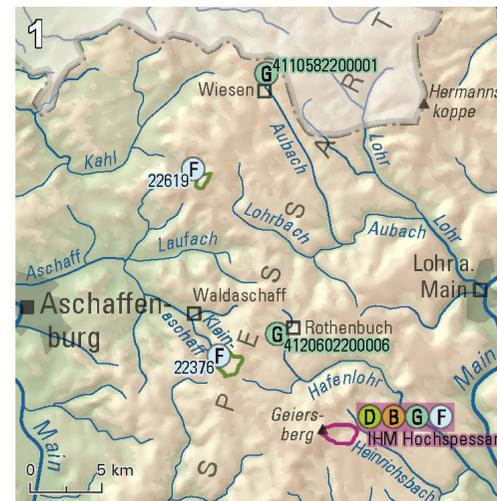
### Messstellentyp

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

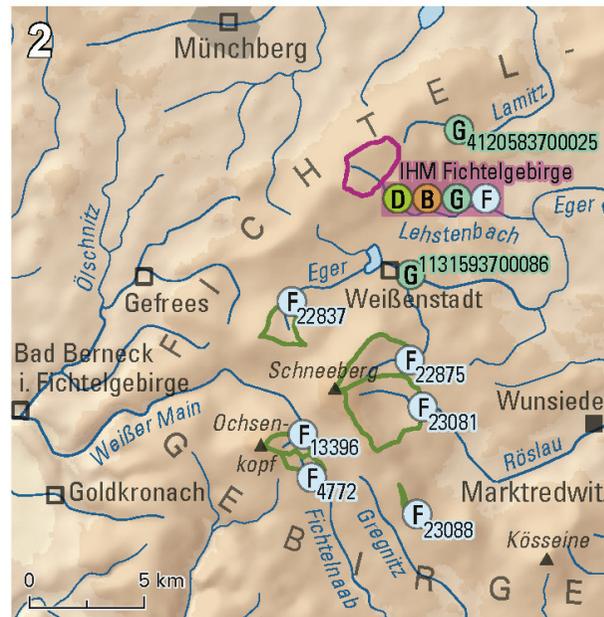
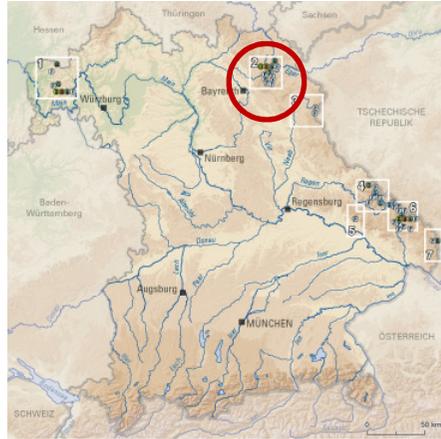
Messstellen im Gebiet des Integrierten Hydrologischen Monitoring (IHM)

**D B G F**

- IHM-Gebiet
- Gewässereinzugsgebiet



## Fichtelgebirge



8330 Bezeichnung der Messstelle

### Messstellentyp

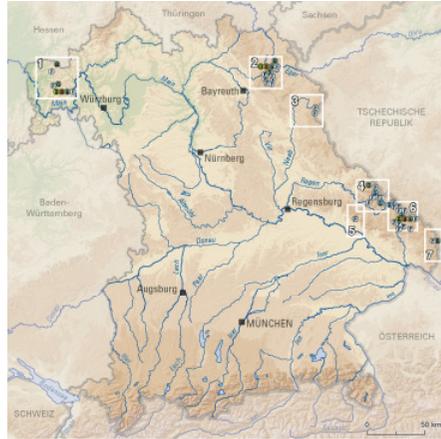
- D** Deposition/Bestandsniederschlag
- B** Bodensickerwasser
- G** Grundwasser
- F** Fließgewässer
- S** See

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

- IHM-Gebiet
- Gewässereinzugsgebiet



## Oberpfälzer Wald



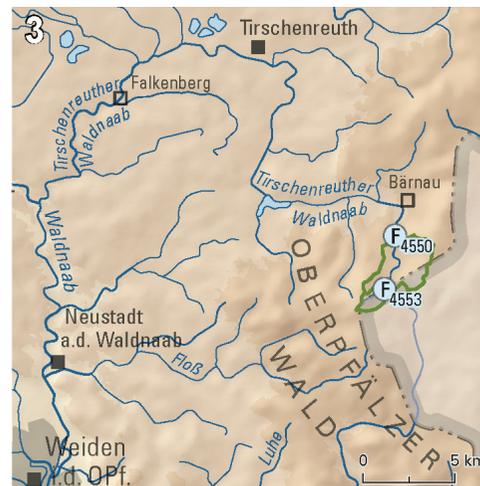
8330 Bezeichnung der Messstelle

### Messstellentyp

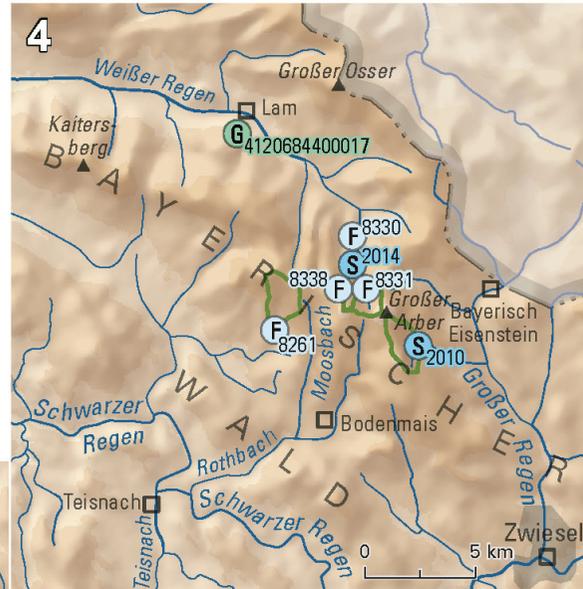
- D** Deposition/Bestandsniederschlag
- B** Bodensickerwasser
- G** Grundwasser
- F** Fließgewässer
- S** See

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

- IHM-Gebiet
- Gewässereinzugsgebiet



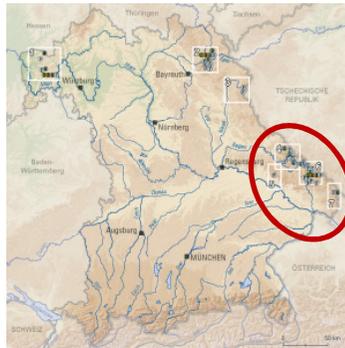
## Bayerischer Wald



- 8330 Bezeichnung der Messstelle
- Messstellentyp**
- D Deposition/Bestandsniederschlag
  - B Bodensickerwasser
  - G Grundwasser
  - F Fließgewässer
  - S See
- Messstellen im Gebiet des Integrierten Hydrologischen Monitoring (IHM)
- D B G F
- IHM-Gebiet
  - Gewässereinzugsgebiet



## Bayerischer Wald



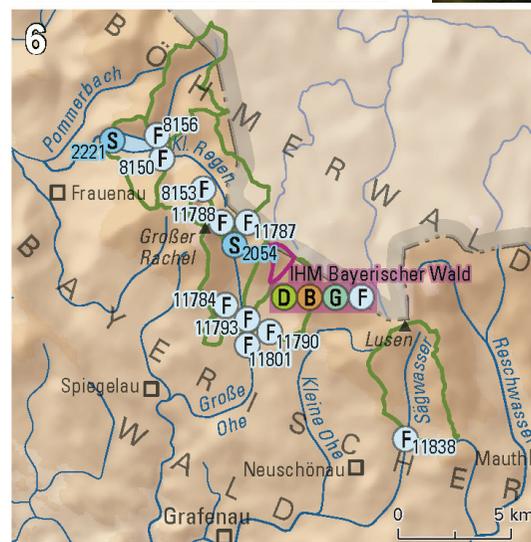
Kleiner Regen, 8150



Kleiner Rachelbach, 8153



Hirschbach, 8156



Schimmelbach, 13362



Sagwasser, 11838

8330 Bezeichnung der Messstelle

### 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



Seebach, 11784



Hinterer Schachtenbach, 11793

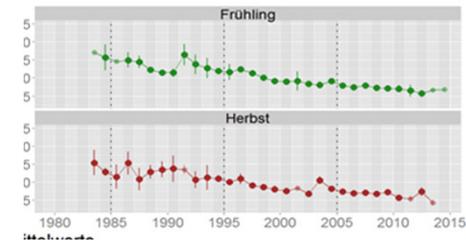
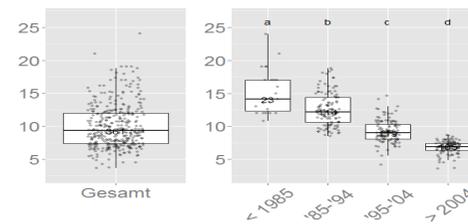
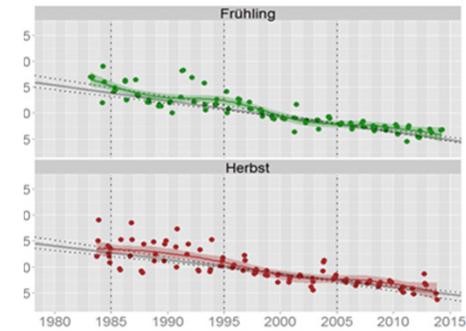
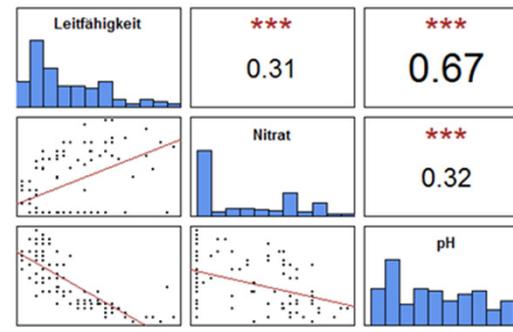


Vorderer Schachtenbach, 11790



Grosse Ohe, 11801

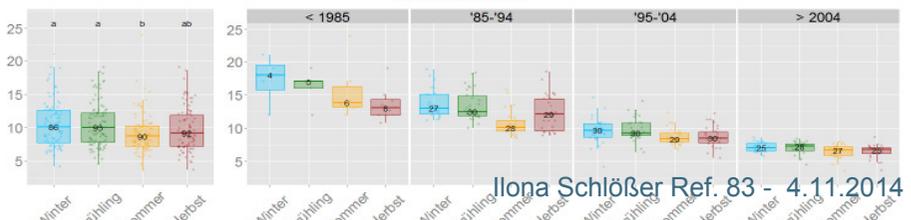
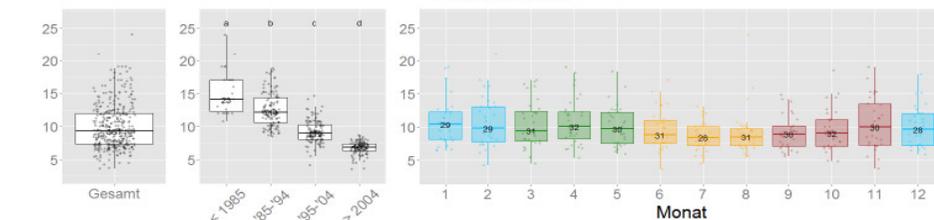
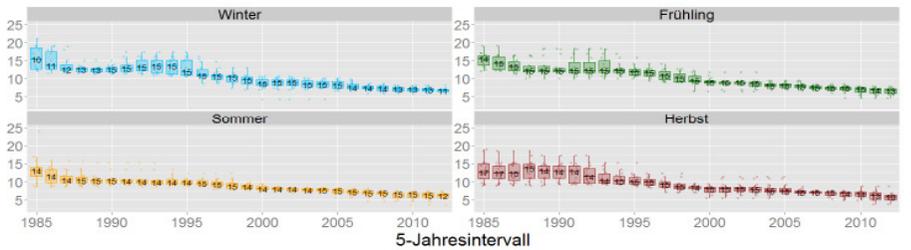
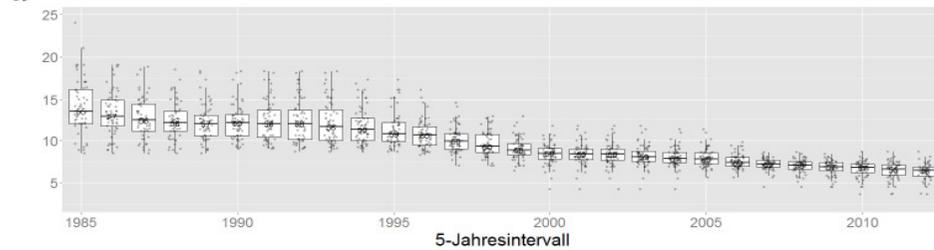
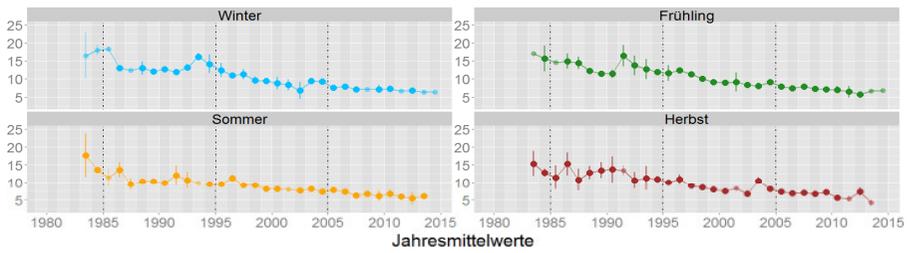
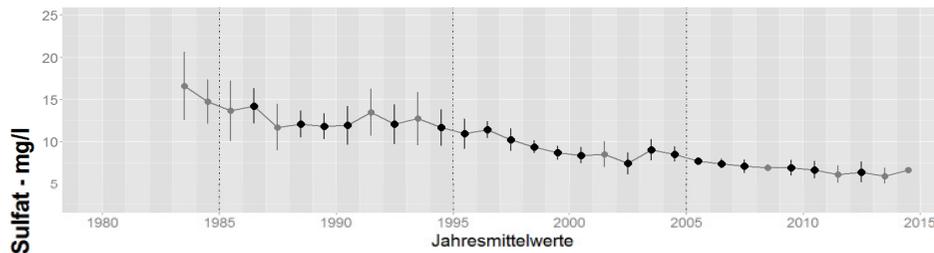
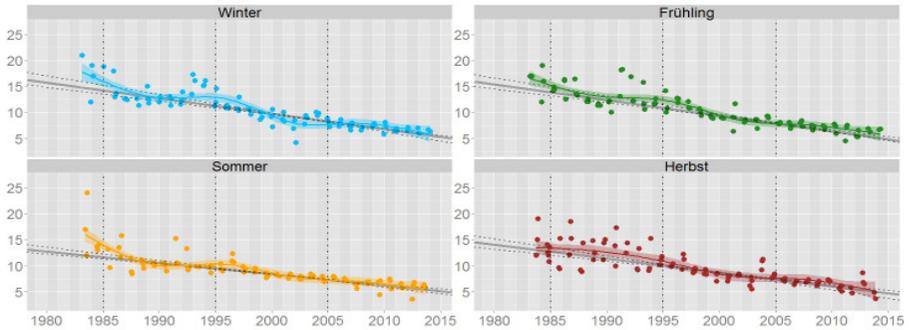
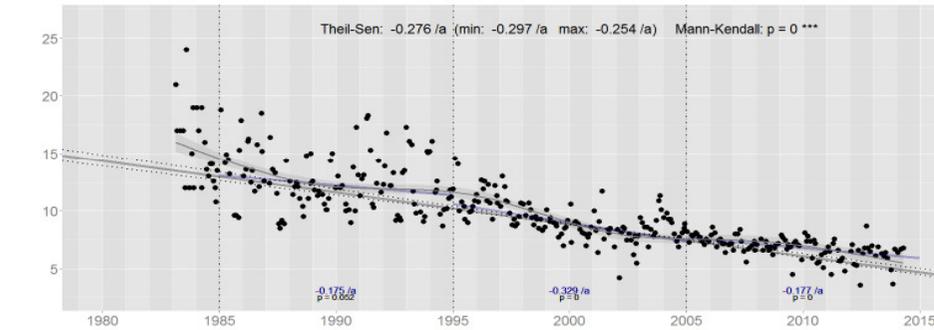
## Ergebnisse



## Ergebnisse

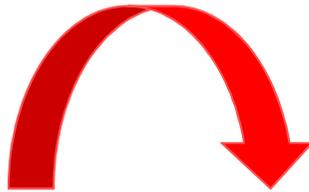
**Sulfat - Gewässer: Fichtelnaab (141200000)**

**Mst.Name: obh. Neubau SR17 Mst.Nr.: 4772**



## Ergebnisse

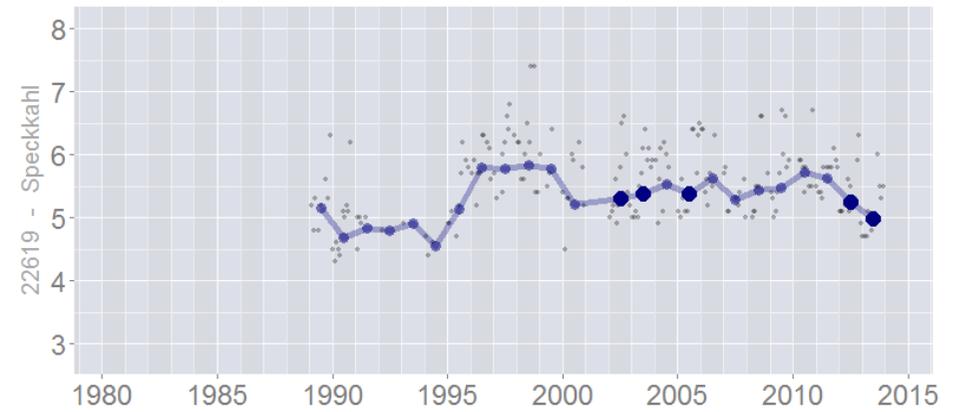
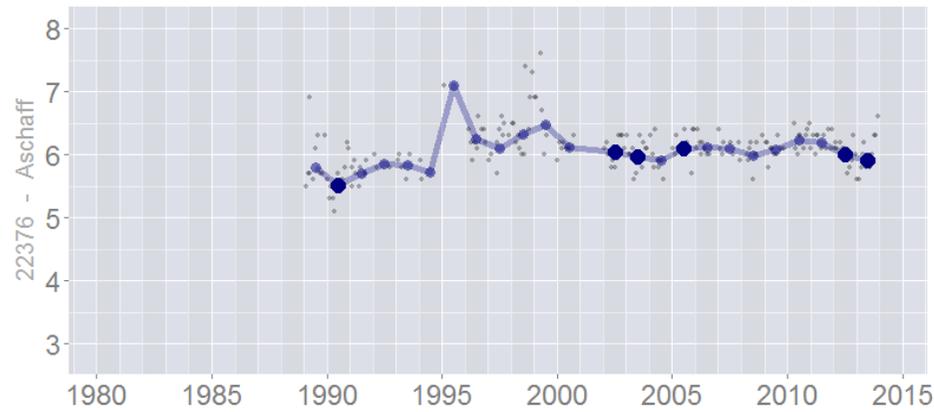
<b>Parameter</b>
pH-Wert
Aluminium
Nitrat
Sulfat
Säurekapazität 4,3
SPAK 254nm
Basenkapazität 8,2
SPAK 436nm
Ammonium
Calcium
Chlorid
Kalium
Leitfähigkeit
Magnesium
Natrium
Sauerstoff
Kieselsäure
Wassertemperatur



Parameter	Gesamt-Entwicklung (1985-2014)			Aktuell (2005-2014)			Mittelwert je Parameter		
	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	85-95	95-05	ab 05
pH-Wert	25	4	0	11	18	0	5,323	5,524	5,750
Aluminium	2	6	21	1	23	5	0,400	0,343	0,244
Nitrat	5	5	19	4	11	14	4,430	4,288	3,404
Sulfat	0	3	26	1	12	15	8,828	7,201	6,207
Säurekapazität 4,3	12	15	0	4	23	0	0,062	0,077	0,081
Spek. Absorption 254nm	26	1	0	10	16	1	8,589	10,878	16,159

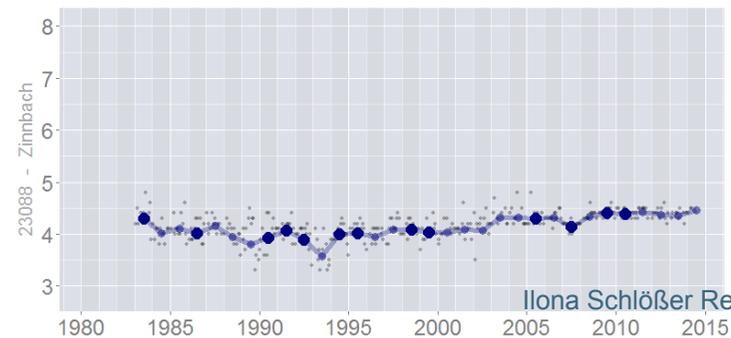
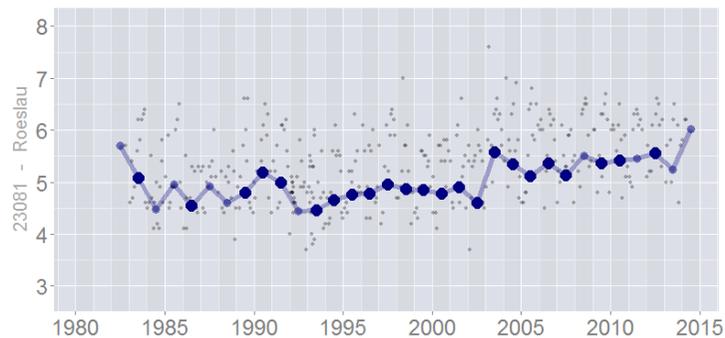
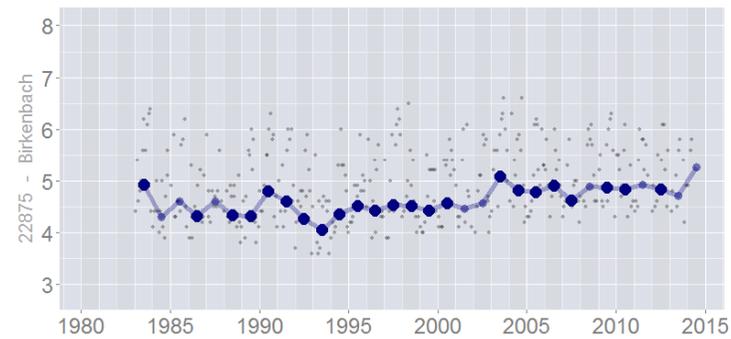
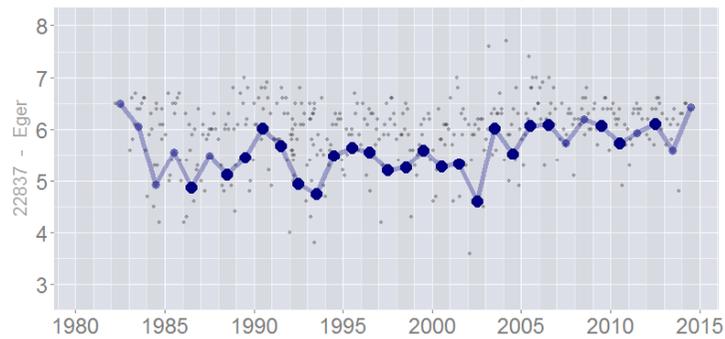
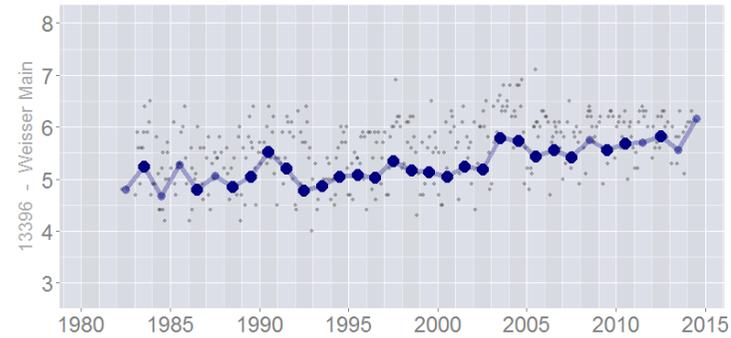
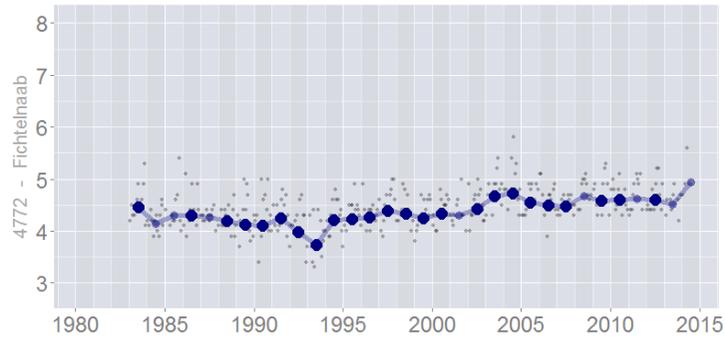
## Spessart

### pH-Wert (-) - Gewässer - Spessart



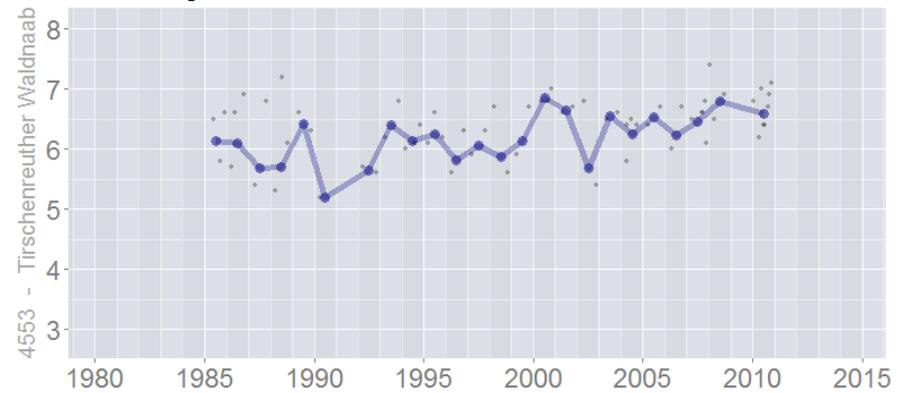
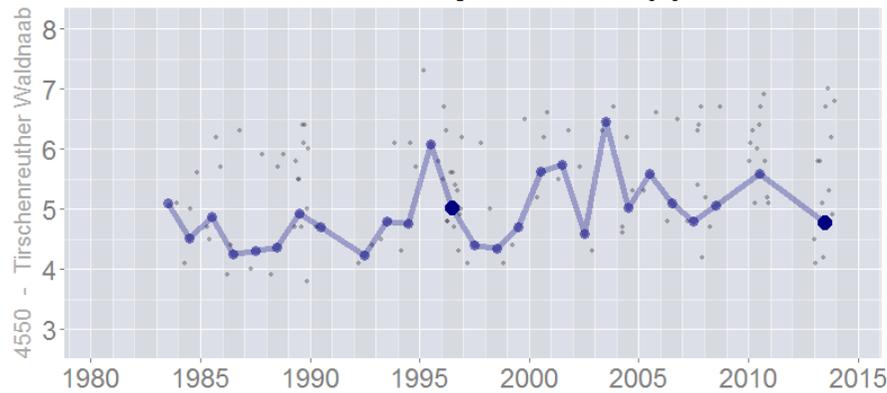
## Fichtelgebirge

### pH-Wert (-) - Gewässer - Fichtelgebirge



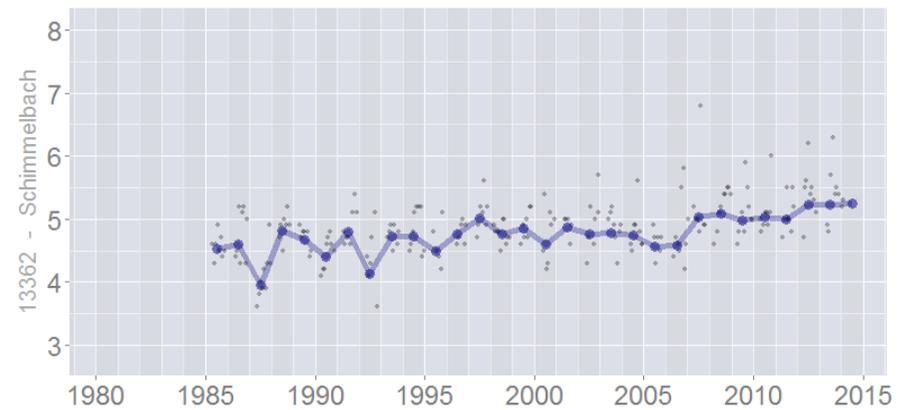
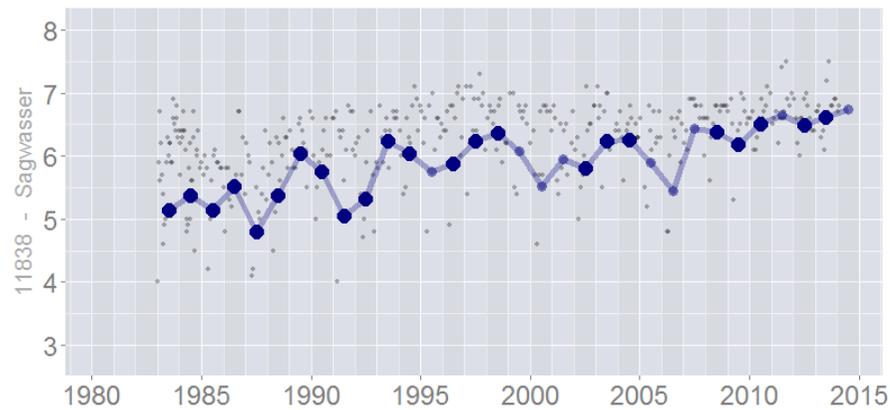
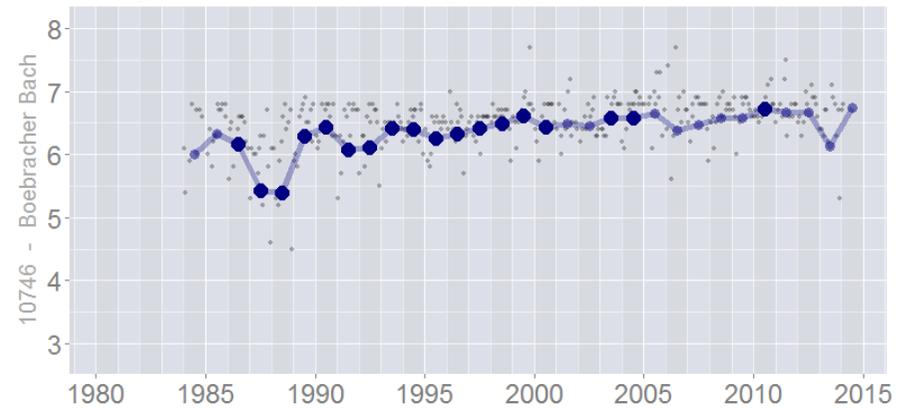
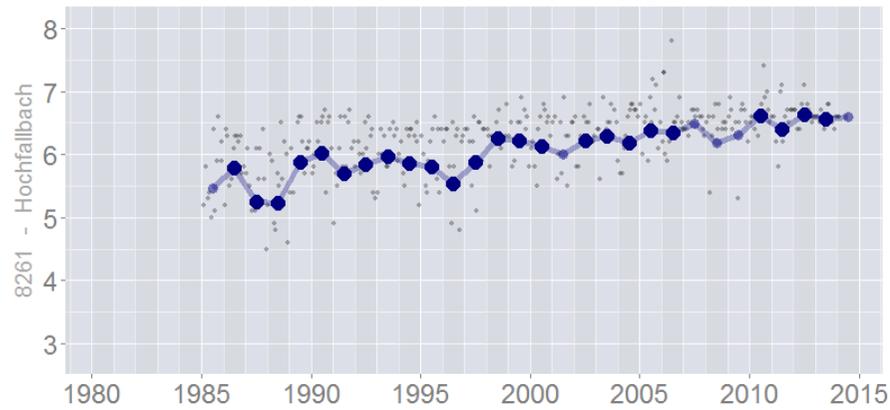
## Oberpfälzer Wald

### pH-Wert (-) - Gewässer - Oberpfälzer Wald



# Bayerischer Wald

## pH-Wert (-) - Gewässer - Bayerischer Wald



## Säurezustandsklasse

pH-Regime, Säurezustandstyp	SZK	Zönose	Indikatorarten
<b>Permanent neutral (nicht sauer)</b> Der pH-Wert liegt meist über 6,5, oft um 7,0. Minima von rund 6,0 werden nicht unterschritten	1	Es treten keine biologischen Artendefizite auf	1: säureempfindlich, nur in permanent zirkumneutralen Gewässern vorkommend
<b>Überwiegend neutral bis episodisch schwach sauer</b> Meist neutral, extrem seltene Säureschübe < pH 5,5	2	Die Biozönose erholt sich in der Regel von den seltenen episodischen Säureschüben schnell. Keine auffällige biozönotische Verarmung.	2: mäßig säureempfindlich, auch in leicht sauren Gewässern vorhanden
<b>Periodisch (kritisch) sauer</b> Der pH-Wert liegt normalerweise < 6,5. Bei Schneeschmelze oder nach Starkregen sinken die pH-Werte öfter auf Werte <5,5. Bei geringem Abfluss in Trockenperioden können die pH-Werte im neutralen Bereich liegen.	3	Nach Säureschüben treten länger anhaltende ökologische Schäden in den Lebensgemeinschaften in Form von deutlichen Artenfehlbeträgen auf, die erst nach Monaten, zumindest teilweise, kompensiert werden.	3: säuretolerant, vertragen stärkere periodische Säureschübe
<b>Periodisch stark sauer</b> Der pH-Wert liegt ganzjährig im sauren Bereich um pH 5,5. Während Schneeschmelze und Starkregen werden Minima <5 bis 4,3 erreicht.	4	Es treten markante ökologische Schäden in den aquatischen Biozönosen auf, die sich in einem meist ganzjährigen Ausfall säuresensitiver Taxa äußern.	4: Säureresistent, auch in periodisch stark sauren Gewässern noch lebensfähig, oft wegen fehlender Konkurrenten häufiger als in weniger sauren Gewässern
<b>Permanent stark versauert</b> Der pH-Wert liegt ganzjährig im sauren Bereich <pH 5,5. Während Schneeschmelze und Starkregen werden Minima <5 oft sogar <4,3 erreicht.	5	Gravierende ökologische Schäden in den aquatischen Biozönosen, außerordentlich artenarm.	5: Sehr säureresistent, in permanent stark sauren Gewässern, aus Mangel an Konkurrenz und der extrem sauren Lebensbedingungen erreichen wenige Arten hohe Individuendichten

nach Braukmann & Biss 2004

## Zuordnung der Fließgewässer in SZK

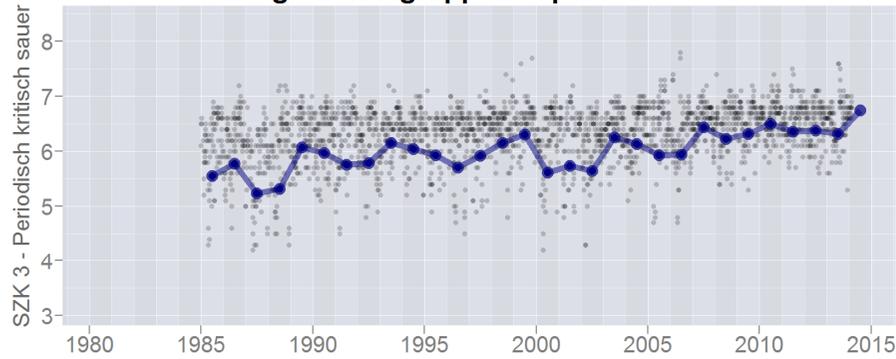
MstNr	Gewässer	SZK	Naturraum
22376	Aschaff	3	Spessart
IHM	Metzenbach	3	Spessart
4553	Tirsch. Waldnaab	3	OpfWald
10746	Boebracher Bach	3	BayWald
11793	Hint. Schachtenbach	3	BayWald
8156	Hirschbach	3	BayWald
8261	Hochfallbach	3	BayWald
8150	Kleiner Regen	3	BayWald
11790	Vord. Schachtenbach	3	BayWald
22619	Speckkahl	4	Spessart
22837	Eger	4	Fichtelgeb
13396	Weißer Main	4	Fichtelgeb
4550	Tirsch. Waldnaab	4	OpfWald
11801	Große Ohe	4	BayWald
IHM	Markungsgraben	4	BayWald
11838	Sagwasser	4	BayWald
11784	Seebach	4	BayWald
22875	Birkenbach	5	Fichtelgeb
4772	Fichtelnaab	5	Fichtelgeb
IHM	Lehstenbach	5	Fichtelgeb
23081	Röslau	5	Fichtelgeb
23088	Zinnbach	5	Fichtelgeb
8338	Arbersee-Zulauf	5	BayWald
8153	Kleiner Rachelbach	5	BayWald
11787	Nördl. Seewandbach	5	BayWald
13362	Schimmelbach	5	BayWald
8330	Seebach	5	BayWald
8331	Seebach	5	BayWald
11788	Westl. Seewandbach	5	BayWald



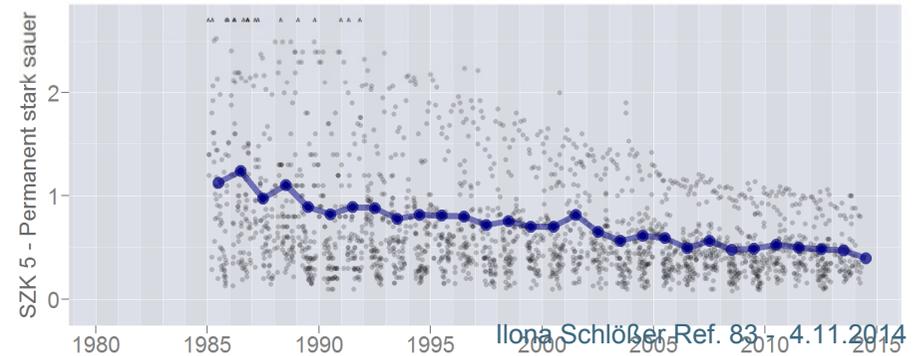
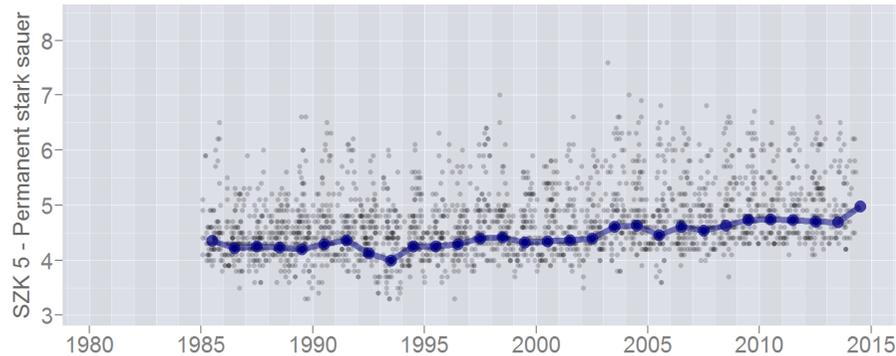
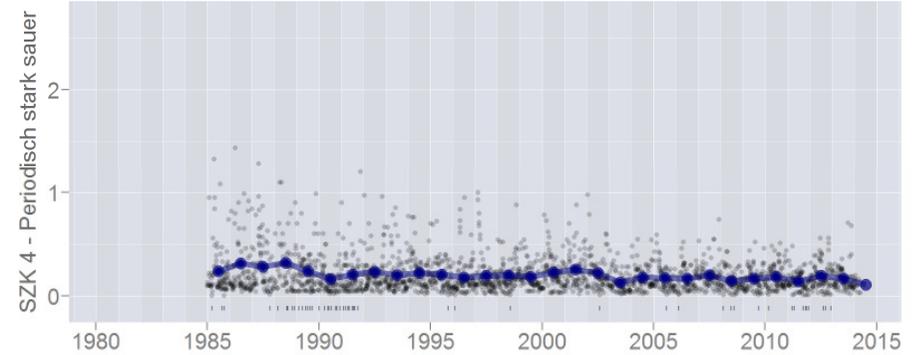
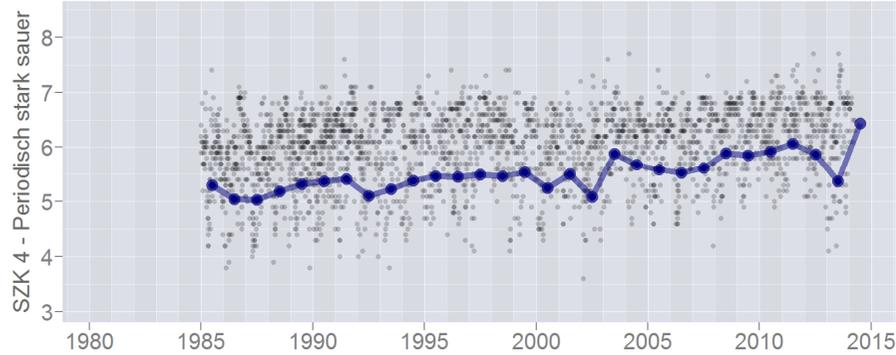
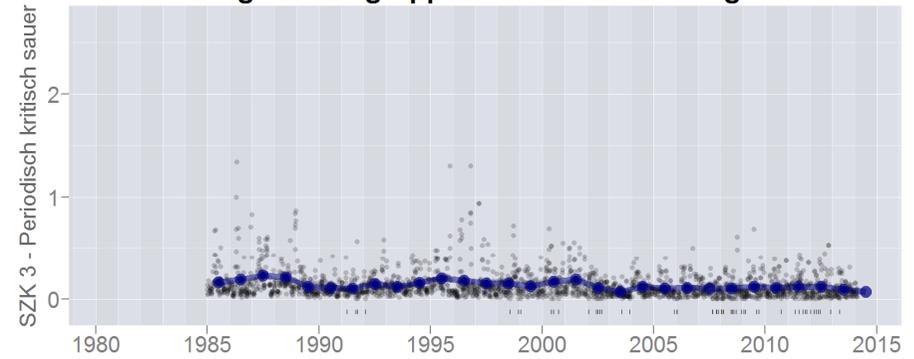
	SZK 3	SZK4	SZK5
Spessart	2	1	
Fichtelgeb		2	5
OpfWald	1	1	
BayWald	6	4	7

## Ergebnisse gruppiert nach Säurezustandsklasse

Fließgewässergruppen: pH-Wert - -



Fließgewässergruppen: Aluminium - mg/l



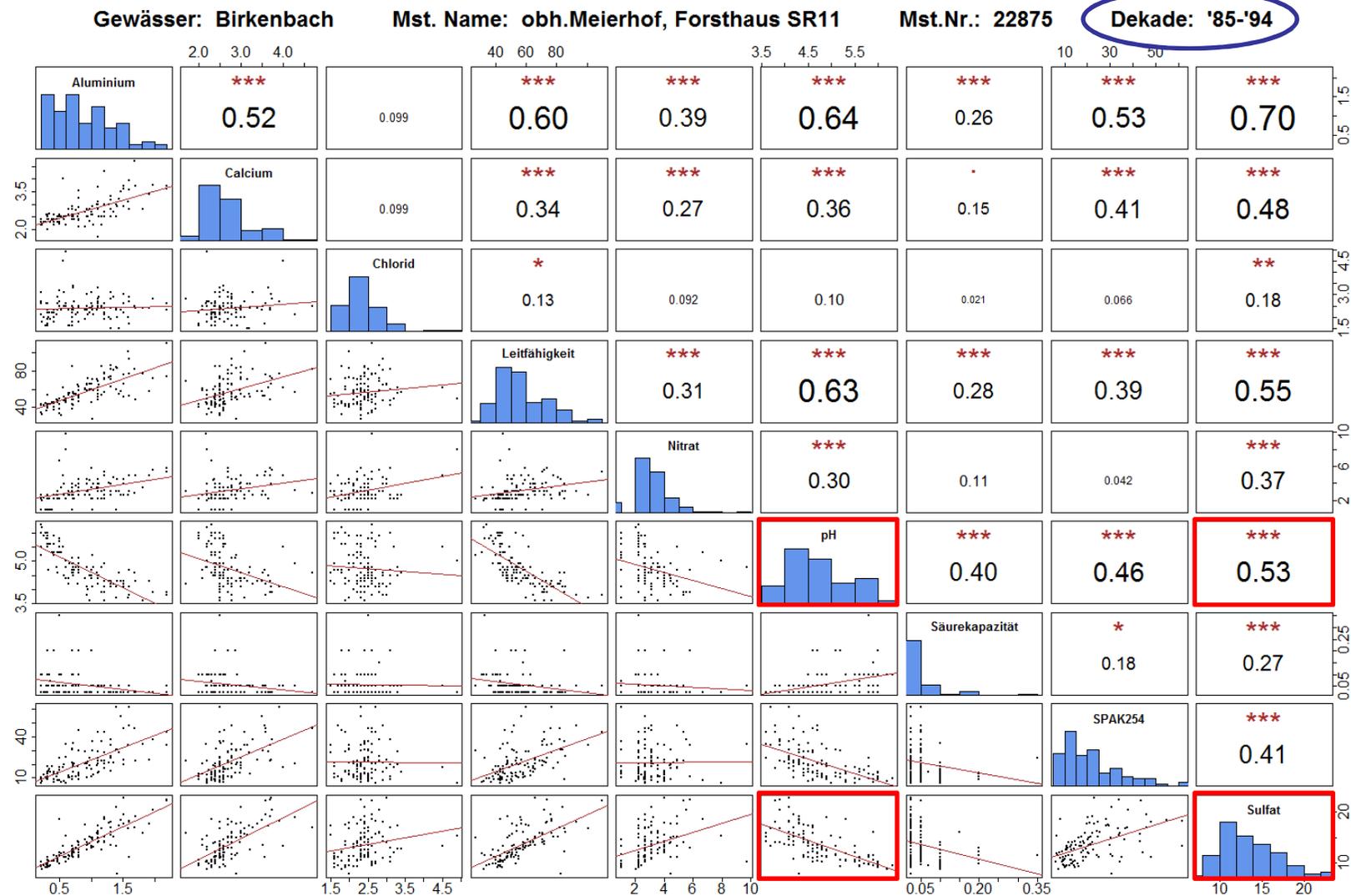
## Ergebnisse gruppiert nach Säurezustandsklasse

Parameter	Untersuchungs-Bereich	Gesamt-Entwicklung (1985-2014)			Aktuell (2005-2014)			Mittelwert je Parameter und SZK		
		Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	Steigend	Kein sig. Trend	Fallend	85-95	95-05	ab 05
pH-Wert	SZK 3	8	1	0	3	6	0	6,169	6,388	6,550
	SZK 4	7	1	0	4	4	0	5,632	5,876	6,155
	SZK 5	10	2	0	4	8	0	4,477	4,650	4,881
Aluminium	SZK 3	1	4	4	1	8	0	0,099	0,091	0,084
	SZK 4	1	2	5	0	7	1	0,222	0,185	0,155
	SZK 5	0	0	12	0	8	4	0,744	0,638	0,423
Nitrat	SZK 3	1	2	6	2	2	5	5,125	4,600	4,131
	SZK 4	4	0	4	2	2	4	4,520	4,983	4,108
	SZK 5	0	3	9	0	7	5	3,849	3,590	2,389
Sulfat	SZK 3	0	1	8	0	7	1	7,561	6,944	6,067
	SZK 4	0	0	8	1	2	4	8,550	7,259	6,625
	SZK 5	0	2	10	0	3	9	9,963	7,354	6,033
Säurekapazität 4,3	SZK 3	8	1	0	2	7	0	0,092	0,113	0,128
	SZK 4	4	4	0	2	6	0	0,063	0,087	0,086
	SZK 5	0	10	0	0	10	0	0,028	0,030	0,030
Spek. Absorption 254nm	SZK 3	9	0	0	3	5	0	5,289	6,600	9,922
	SZK 4	7	1	0	3	3	1	7,731	9,338	15,669
	SZK 5	9	1	0	4	8	0	12,245	15,113	21,163

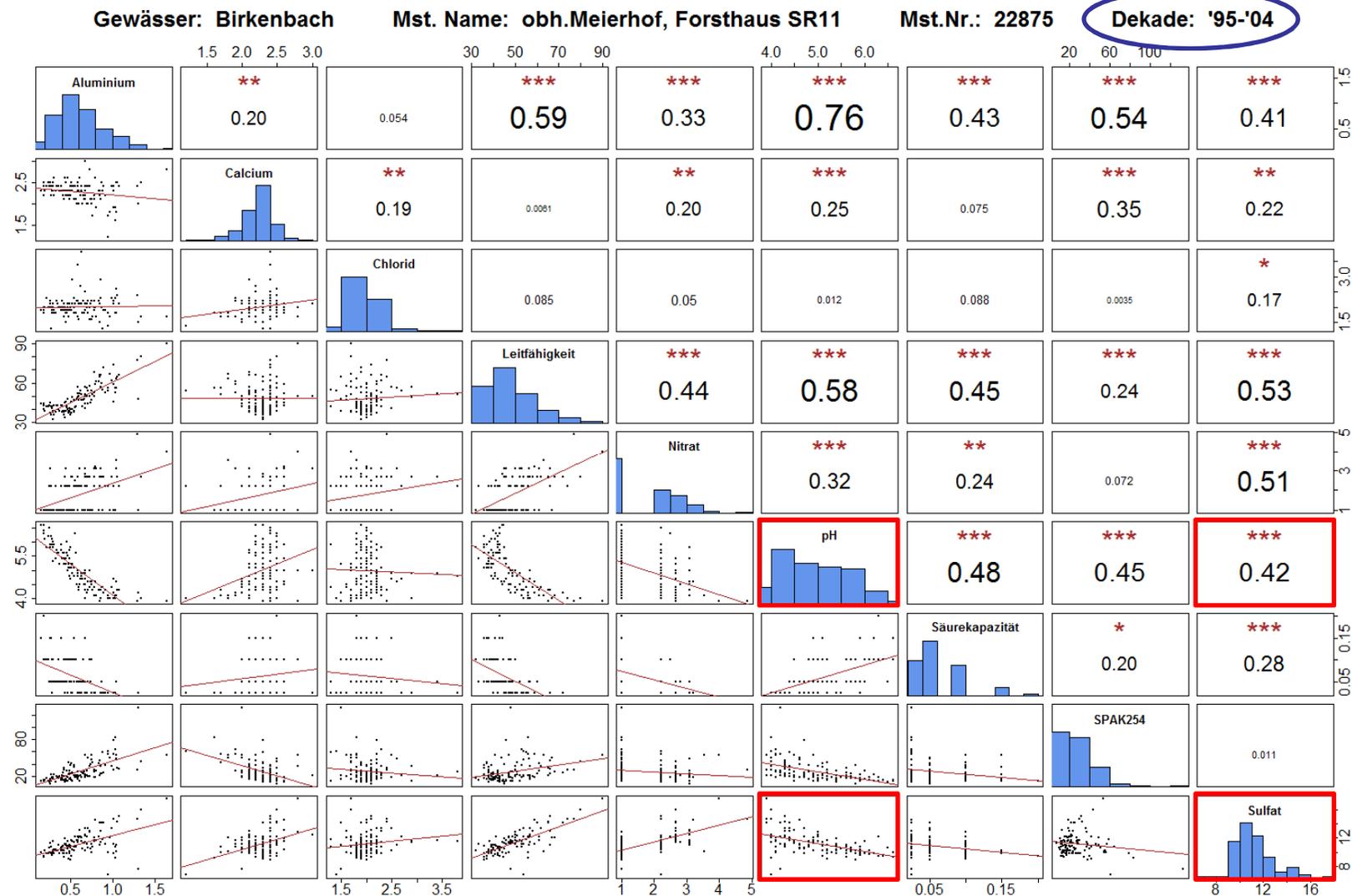
### Korrelation Chemie

- Korrelation aller Parameter einer Messstelle innerhalb eines Zeitraumes (1985-1994, 1995-2004 und 2005-2013)
- Kendall's tau Rangkorrelationstest (nicht parametrisch)

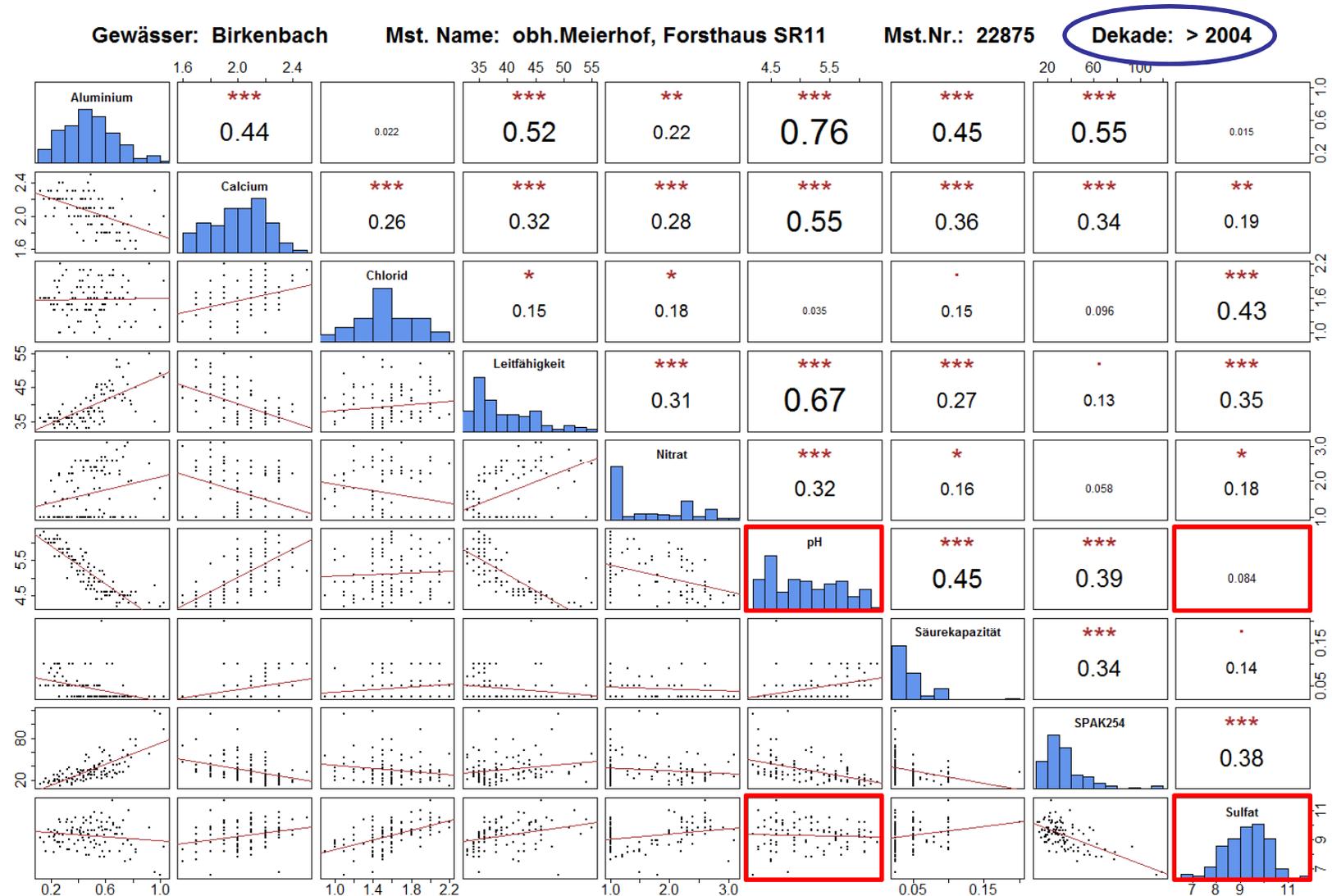
## Korrelation Chemie



## Korrelation Chemie



# Korrelation Chemie



## Korrelation Chemie (Fließgewässer)

- Auswertung aller Messstellen ergibt

Parameter für Korrelation	Anzahl der Messstellen mit			
	Gleichbleibend keiner Korrelation	Zunahme der Korrelation	Abnahme der Korrelation	Gleichbleibend guter Korrelation
Sulfat, pH	5	-	15	4
Sulfat, Al	5	-	15	4
SPAK 254, Al	4	14	1	4

# Schlußfolgerung

- Erholung von der Versauerung über den Gesamtzeitraum für die meisten Gewässer erkennbar
  - Steigend: pH, Säurekapazität
  - Abnehmend: Aluminium, Sulfat, Nitrat
- Im aktuellen Zeitraum (2005-2014)
  - stagnierender Trend für pH, Aluminium, Säurekapazität, Spek. Absorption
  - anhaltend positiver Trend für Nitrat und Sulfat
- kein naturräumlicher Trend ableitbar
- Stattdessen: Gruppierung über Säurezustandsklassen zielführend
  - SZK 3: Erholung weitgehend abgeschlossen
  - SZK 4: erkennbarer Trend zur Verbesserung
  - SZK 5: Verbesserung auf niedrigem Niveau mit stagnierendem Trend bei pH und Säurekapazität und anhaltend positivem Trend bei Sulfat und Aluminium
- Untermauerung des positiven Trends mittels Korrelationsanalyse
  - Einfluss Sulfat auf pH abnehmend
  - Verschiebung der Korrelation Aluminium / Sulfat hin zu Aluminium / Spek. Absorption (DOC)