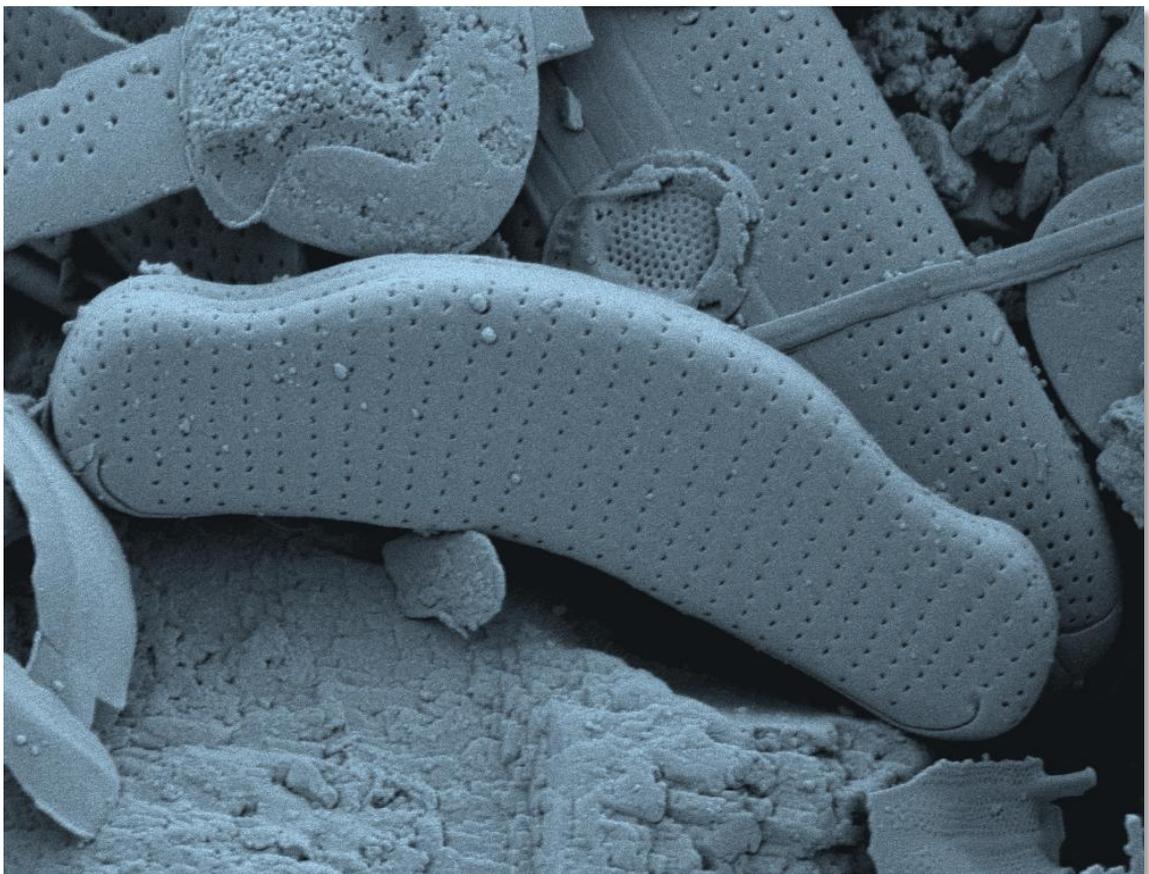


Bericht zum Projekt „25 Jahre Versauerungsmonitoring – SAMOWA25“

Bewertung des Säurezustands von Fließgewässern
des bayerischen Versauerungsmonitorings anhand
von benthischen Diatomeen



Dr. Gabriele Hofmann

April 2014

Im Auftrag des
Bayerischen Landesamtes
für Umwelt

Inhalt

Einleitung	1
Datensatz	2
Taxonomische Harmonisierung	3
Indikationsverfahren	4
pH-Gruppen (HUSTEDT 1938/1939, VAN DAM et al. 1994)	4
Indikatoren natürlich saurer Gewässer	8
Acidity-Index nach ANDRÉN & JARLMAN (2008)	10
pH-Index _{Fließgewässer}	11
Versauerungsquotient	11
Versauerungsindex nach ALLES (1999)	13
Versauerungszeiger nach PHYLIB (SCHAUMBURG et al. 2006, 2012)	13
Weitere Kenngrößen	13
Diatomeen-indizierte Versauerung: Entwicklung seit 1994 ...	15
Bayerischer Wald	16
Arbersee-Zulauf (Messstelle 8338)	16
Böbracher Bach (Messstelle 10746)	17
Große Ohe (Messstelle 11801)	18
Hinterer Schachtenbach (Messstelle 11793)	19
Hirschbach (Messstelle 8156)	20
Hochfallbach (Messstelle 8261)	21
Kleiner Rachelbach (Messstelle 8153)	23
Kleiner Regen (Messstelle 8150)	24
Sagwasser (Messstelle 11838)	25
Schimmelbach (Messstelle 13361)	26
Seebach (Messstelle 11784)	28
Seebach (Messstelle 8330)	29
Seebach (Messstelle 8331)	30
Vorderer Schachtenbach (Messstelle 11790)	31

Fichtelgebirge	32
Birkenbach (Messstelle 22875)	32
Eger (Messstelle 22837)	34
Fichtelnaab (Messstelle 4772)	35
Röslau (Messstelle 23081)	36
Weißer Main (Messstelle 13396)	37
Zinnbach (Messstelle 23088)	38
Oberpfälzer Wald	39
Tirschenreuther Waldnaab (Messstelle 4550)	39
Tirschenreuther Waldnaab (Messstelle 4553)	40
Spessart	41
Aschaff (Messstelle 22376)	41
Speckkahl (Messstelle 22619)	42
Die Entwicklungen im Überblick	43
Zusammenfassung	45
Literatur	46

Anhang

Einleitung

Der schädliche Einfluss hoher Säuregehalte und ihrer Folgewirkungen auf die Biozöosen – insbesondere der erhöhten Gehalte an Aluminium und Schwermetallen – sind vielfach belegt. So liegen in stark versauerten Bächen ähnlich einschneidende Umstrukturierungen vor wie in hoch saproben Gewässern, was in einer drastischen Artenverarmung und – damit einhergehend – in einer schwer wiegenden Störung des empfindlichen Nahrungsnetzes zum Ausdruck kommt. Doch nicht nur die Lebensgemeinschaften der Oberflächengewässer sind betroffen. So ist bei Fortschreiten der Gewässerversauerung regional mit einer Gefährdung des Grundwassers zu rechnen. Die Überwachung des Säurezustands sensibler Gewässer und die bundesweite Einbeziehung von Versauerungserscheinungen in die biologische Gütebewertung sind daher dringend geboten.

In Bayern werden bereits seit 1983 im Rahmen der Sonderuntersuchung 80.6 „Versauerung oberirdischer Gewässer“ Langzeiterhebungen durchgeführt, mit dem Ziel, Ausmaß und Verbreitung, aber auch Entwicklung und Ursachen der Gewässerversauerung zu dokumentieren (ZAHN 1990; GIETL & SCHMEDTJE 1994; SCHMEDTJE et al. 1999). Zusätzliche Daten liefern Untersuchungen, die in den Jahren 1987 bis 1995 im Rahmen des ECE-Monitoringprogramms durchgeführt wurden (ZAHN 1991; SCHNELBÖGL 1996). Seit 1992 wird im Rahmen der Gütekarte eine Zustandsbewertung von versauerungssensitiven Gewässern einbezogen.

Die Erfassung der Gewässerversauerung stützt sich dabei hauptsächlich auf biologische Indikatoren. Als geeignete Zeigerorganismen bieten sich neben der Makrofauna Diatomeen aufgrund ihrer hohen Sensibilität und weiten Verbreitung an. Infolge ihrer artspezifisch variierenden Toleranzen und Präferenzen reagieren sie auf Veränderungen des Säurezustands mit charakteristischen Verschiebungen des Arteninventars und der Arthäufigkeiten – ein Umstand, den sich bereits HUSTEDT (1938/39) zu Nutze machte. Mit der Einstufung der Diatomeenarten nach ihrem Vorkommen in verschiedenen pH-Bereichen lieferte er die Grundlagen für die Nutzung der Diatomeen als pH-Indikatoren. Gegenwärtig stehen verschiedene Bewertungsverfahren zur Quantifizierung von Versauerung in Fließgewässern zur Verfügung (ALLES 1999, CORING 1999, ANDRÉN & JARLMAN 2008).

Ziel der vorliegenden, im Rahmen des Messprogramms „Versauerung oberirdischer Gewässer in Bayern“ durchgeführten Untersuchung ist es, die Versauerungszustände ausgewählter bayerischer Fließgewässer anhand von verschiedenen Indikationsverfahren zu erfassen und deren langfristige Entwicklung im Vergleich mit Erhebungen vergangener Jahre aufzuzeigen (HOFMANN 1995, 2005, HOFMANN & DAHINTEN 1996, HOFMANN & SCHIE-FELE 2000, HOFMANN 2005). Dazu werden nicht nur bestehende Verfahren eingesetzt, sondern auch neue Methoden entwickelt, die einzeln oder in Kombination diagnostisch das Versauerungsgeschehen widerspiegeln.

Datensatz

Der Datensatz umfasst Erhebungen des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (vormals Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft) an 24 versauerungssensitiven Gewässerstellen im Bayerischen Wald, Fichtelgebirge, in der Oberpfalz und im Spessart. Die insgesamt 237 Diatomeenproben wurden im Zeitraum von 1994 bis 2011 entnommen und von verschiedenen Auftragnehmern ausgewertet. Die Kenndaten der Untersuchungs

Mst Nr.	Gewässer	Hochwert	Rechtswert	Naturraum	Zeitraum	Probenzahl
8338	Arbersee-Zulauf	5443527	4581831	Bayerischer Wald	2009	2
10746	Böbracher Bach	5422897	4564740	Bayerischer Wald	1994-2011	12
11801	Große Ohe	5423136	4603637	Bayerischer Wald	1994-2011	13
11793	Hinterer Schachtenbach	5423567	4603540	Bayerischer Wald	1994-2011	12
8156	Hirschbach	5431544	4599715	Bayerischer Wald	1994-2011	13
8261	Hochfallbach	5441484	4578124	Bayerischer Wald	1994-2011	12
8153	Kleiner Rachelbach	5429393	4601716	Bayerischer Wald	1994-2011	13
8150	Kleiner Regen	5430861	4599873	Bayerischer Wald	1994-2011	14
11838	Sagwasser	5418581	4610541	Bayerischer Wald	1994-2011	12
13361	Schimmelbach	5404352	4631141	Bayerischer Wald	1994-2011	15
11784	Seebach	5423626	4603442	Bayerischer Wald	1994-2011	12
8330	Seebach	5444108	4581837	Bayerischer Wald	2009	2
8331	Seebach	5443520	4581901	Bayerischer Wald	2009	2
11790	Vorderer Schachtenbach	5423449	4603712	Bayerischer Wald	1994-2011	12
22875	Birkenbach	5547424	4492821	Fichtelgebirge	1994-2009	11
22837	Eger	5549889	4487806	Fichtelgebirge	1994-2009	9
4772	Fichtelnaab	5542459	4488656	Fichtelgebirge	1994-2009	10
23081	Röslau	5545441	4493384	Fichtelgebirge	1994-2004	9
13396	Weißer Main	5544281	4488288	Fichtelgebirge	1994-2009	10
23088	Zinnbach	5541276	4492889	Fichtelgebirge	1994-2009	9
4550	Tirschenreuther Waldnaab	5517468	4530896	Oberpfälzer Wald	2004-2010	5
4553	Tirschenreuther Waldnaab	5514659	4530326	Oberpfälzer Wald	2004-2010	5
22376	Aschaff	5538092	4308431	Spessart	1994-2010	10
22619	Speckkahl	5550339	4306971	Spessart	1994-2010	13

Taxonomische Harmonisierung

Der Datensatz umfasst Erhebungen der Diatomeenflora aus den Jahren 1994 bis 2011, die vom Bayerischen Landesamt für Umwelt im Rahmen des nationalen und internationalen Versauerungsmonitorings durchgeführt wurden. Während den Bestimmungen der 1990er Jahre fast ausschließlich die Süßwasserflora von Mitteleuropa (Band 2/1 bis 2/4) von KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1986-1991) zu Grunde liegen, hat sich in den Folgejahren der Umfang der verwendeten Bestimmungsliteratur erheblich erweitert. Dies ist Folge weitreichender taxonomischer Änderungen und Neubeschreibungen, die unter anderem im Zuge des verstärkten Einsatzes von Diatomeen im Rahmen der deutschen Monitoringprogramme zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie (EUROPÄISCHE UNION 2000) entstanden sind. Um eine Vergleichbarkeit der über 18 Jahre hinweg erfassten Daten zu gewährleisten, mussten diese daher einer taxonomischen Harmonisierung unterzogen werden. Dabei wurden folgende, aktuelle Bestimmungswerke berücksichtigt: HOFMANN et al. (2011), KRAMMER (2000), LANGE-BERTALOT (1993, 2001), LANGE-BERTALOT & MOSER (1994), LANGE-BERTALOT & METZELTIN (1996) und WITKOWSKI et al. (2000).

Die taxonomische Harmonisierung umfasst folgende Schritte:

Alte Taxanamen (Synonyme) wurden in die aktuell gültigen Benennungen überführt, die dem Stand der bundesdeutschen Taxaliste vom September 2011 entsprechen.

Taxa, die sowohl mit Synonymen als auch mit gültigen Namen geführt waren, wurden zusammengefasst.

Schwer differenzierbare Varietäten einer Art wurden unter der Artbezeichnung vereint, zum Beispiel die verschiedenen Varietäten von *Cocconeis placentula*. Arten, die entweder schwer zu unterscheiden sind und/oder deren Identität durch mehrfache Umbenennungen in der Literatur nicht mehr eindeutig zugeordnet werden können, wurden unter einer Taxabezeichnung zusammengefasst. Dies betrifft zum Beispiel *Pinnularia silvatica* / *P. appendiculata* / *P. perirrorata*.

Die harmonisierte Liste umfasst 312 Taxa und wurde abschließend einer Plausibilitätsprüfung unterzogen. Taxa mit bekannter Autökologie, deren Vorkommen in den untersuchten Gewässern mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden können, wurden auf Gattungsniveau herabgestuft.

Indikationsverfahren

Zur Erfassung und Bewertung der zeitlichen Entwicklungen der Probestellen wurden verschiedene Verfahren und Metrics auf den bestehenden Datensatz angewendet, die nachfolgend im Einzelnen dargestellt sind (siehe Tabelle 2). Es handelt sich dabei einerseits um etablierte Indikationsverfahren der Fließgewässerversauerung (HUSTEDT 1938/1939, VAN DAM et al. 1994, ALLES 1999, SCHAUMBURG et al. 2006, 2012). Mit dem pH-Index_{Fließgewässer}, dem Versauerungsquotienten und den Dystrophiezeigern wurden aber auch Methoden angewandt, die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung entwickelt wurden und erstmals zum Einsatz kommen. Die Methoden von CORING (1993, 1999) und DAHINTEN (1995) wurden nicht berücksichtigt. Wie Anwendungen in vergangenen Untersuchungen des Bayerischen Versauerungsmonitorings (HOFMANN 1995, HOFMANN & DAHINTEN 1996, HOFMANN & SCHIEFELE 2000, HOFMANN 2005) gezeigt haben, sind diese häufig problematisch, insbesondere in periodisch stark versauerten Gewässern und erlauben zudem keine weitere Differenzierung innerhalb der verschiedenen Säurezustandstypen im Sinne BRAUKMANN (1999).

Tabelle 2: Angewendete Verfahren der Versauerungsindikation

Verfahren	Quelle
pH Gruppen	HUSTEDT (1938/1939), VAN DAM et al. (1994), Hofmann (neu)
Dystrophie Zeiger	Hofmann (neu)
Acidity Index	ANDRÉN & JARLMAN (2008)
pH Index _{Fließgewässer}	Hofmann & Paul (neu)
Versauerungsquotient	Hofmann (neu)
Versauerungsindex	ALLES (1999)
PHYLIB	SCHAUMBURG et al. (2006, 2012)

pH-Gruppen (Hustedt 1938/1939, Van Dam et al. 1994)

Die Grundlagen zur Verwendung von benthischen Diatomeen als Indikatoren unterschiedlicher Säurezustände wurden von HUSTEDT (1938/1939) gelegt. So basieren die nachfolgend entwickelten Indikationsverfahren auf seiner Einteilung der Diatomeen in fünf „Säuregruppen“ (siehe Tabelle 3). Die in den folgenden Jahrzehnten gewonnenen Erkenntnisse zur Taxonomie und Verbreitung von Diatomeenarten wurden von VAN DAM et al. (1994) in eine „Checkliste“ der ökologischen Indikationswerte implementiert. Auch heute noch

stellt die Häufigkeitsverteilung der Säuregruppen eine Basis-Auswertung bei Untersuchungen zur Versauerung dar.

Tabelle 3: Definition der pH-Gruppen nach HUSTEDT (1938/39) und VAN DAM et al. (1994)

Säuregruppen	Verbreitung im pH Spektrum
Acidobiont	Vorkommen bei pH < 7, optimale Verbreitung bei pH < 5.5
Acidophil	Vorkommen um pH 7, überwiegende Verbreitung bei pH < 7
Circumneutral	Vorkommen im Bereich um pH 7
Alkaliphil	Vorkommen um pH 7, vorwiegende Verbreitung bei pH > 7
Alkalibiont	Vorkommen ausschließlich bei pH > 7, optimale Verbreitung bei pH 8,5
Indifferent	Verbreitung im pH-Spektrum ohne erkennbares Optimum

Seit der Klassifikation von VAN DAM et al. (1994) haben die Kenntnisse zur Verbreitung der Diatomeenarten im pH-Spektrum stetig zugenommen, nicht zuletzt durch zahlreiche Erhebungen im Vorfeld und während der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Im Rahmen der aktuellen Auswertung wurden daher die Klassifikationen von VAN DAM et al. (1994) überarbeitet. Taxanamen wurden in die gültige Taxonomie überführt, bisher nicht geführte Indikatorarten ergänzt und diverse pH-Klassifikationen auf Grundlage von Literaturdaten und eigenen Einschätzungen verändert. Letzteres betrifft vor allem seltene Taxa, die im Rahmen der Indikation von untergeordneter Bedeutung sind. In der Liste der modifizierten Klassifikationen finden sich jedoch auch einige „prominente“ Arten. Zu nennen ist beispielsweise *Psammothidium helveticum*, ein weit verbreiteter und nicht selten dominanter Indikator periodisch stark saurer Gewässer. In der Klassifikation nach VAN DAM et al. (1994) ist die Art fälschlicherweise der alkaliphilen Artengruppe zugeordnet.

Insgesamt wurden 34 Taxa erstmals klassifiziert und 68 Zuordnungen verändert. Diese Anpassungen sind in Tabelle 4 dokumentiert. Die pH-Klassifikationen aller nachgewiesenen Taxa sind Tabelle A 1 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 4: Veränderungen der pH-Klassifikationen nach VAN DAM et al. (1994)

pH* = pH-Gruppen nach VAN DAM et al. (1994), pH** = pH-Gruppen nach Hofmann,
 n = Zahl der Vorkommen in 237 Proben, % = Summenprozent in 237 Proben

DV Nr.	Taxon	pH*	pH**	n	%
6986	<i>Achnanthes exigua</i>	alkf	alkb	1	0,2
6244	<i>Achnanthes lanceolata</i> - Sippen		circ	20	28,5
6268	<i>Achnanthes oblongella</i>	circ	acf	195	2193,6
6271	<i>Achnanthes petersenii</i>	circ		1	0,2
26037	<i>Achnanthidium kranzii</i>	acf	circ	48	45,4
26005	<i>Achnanthidium pyrenaicum</i>	alkf		2	1,5
26006	<i>Achnanthidium subatomus</i>		circ	2	1,7
26481	<i>Adlafia bryophila</i>	circ		1	0,2
26569	<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>minuscula</i>	alkf		4	0,9
26642	<i>Adlafia suchlandtii</i>		circ	9	3,1
6291	<i>Brachysira brebissonii</i>	acf	acb	42	42,8
6295	<i>Brachysira neoexilis</i>		circ	10	5,0
6296	<i>Brachysira serians</i>	acf	acb	3	0,8
6300	<i>Caloneis aerophila</i>		acf	11	2,9
36254	<i>Chamaepinnularia hassiaca</i>	acf	acb	3	0,9
26567	<i>Chamaepinnularia mediocris</i>	acf	acb	79	55,1
36255	<i>Chamaepinnularia muscicola</i>	acf		1	0,5
26628	<i>Chamaepinnularia soehrensii</i> var. <i>soehrensii</i>	acf	acb	74	123,6
6020	<i>Cocconeis pediculus</i>	alkf	alkb	3	0,6
36025	<i>Cocconeis placentula</i>	alkf	circ	24	7,5
6031	<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>solea</i>	alkf	alkb	1	0,2
6895	<i>Cymbella microcephala</i>	alkf	circ	17	9,3
26497	<i>Diadismis contenta</i>	alkf		49	26,3
26525	<i>Diadismis perpusilla</i>	circ	acf	38	24,2
6185	<i>Diatoma anceps</i>		circ	9	3,7
6208	<i>Diatoma ehrenbergii</i>	alkb	alkf	1	0,2
6167	<i>Diatoma hyemalis</i> var. <i>hyemalis</i>	alkf		2	1,1
6209	<i>Diatoma moniliformis</i> ssp. <i>moniliformis</i>		alkb	1	0,2
16991	<i>Encyonema cespitosum</i> var. <i>cespitosum</i>		alkf	2	0,4
26163	<i>Encyonopsis falaisensis</i>		circ	2	0,4
26568	<i>Eolimna minima</i>	alkf	circ	74	202,3
26638	<i>Eolimna subminuscula</i>	alkf	alkb	3	1,0
6998	<i>Eunotia</i>		acf	33	18,5
6213	<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>bilunaris</i>	acf	acb	108	135,5
6359	<i>Eunotia fallax</i> var. <i>fallax</i>	acf	acb	12	3,6
6361	<i>Eunotia formica</i>	acf		2	1,5
6214	<i>Eunotia incisa</i>	acf	acb	174	778,5

DV Nr.	Taxon	pH*	pH**	n	%
36240	Eunotia neocompacta		acf	21	16,0
6375	Eunotia rhomboidea	acf	acb	132	491,7
36243	Eunotia subherkiniensis		acf	8	1,9
26350	Eunotia valida		acf	5	2,1
26636	Fallacia subhamulata	circ	alkf	1	0,5
6034	Fragilaria construens f. construens	alkf	circ	11	21,3
6828	Fragilaria construens f. venter	alkf	circ	21	47,5
26376	Fragilaria exiguiformis	alkf	acf	6	16,7
36266	Fragilaria pararumpens		circ	3	0,7
6239	Fragilaria ulna		alkf	2	0,8
6169	Fragilaria virescens var. virescens	circ	acf	163	425,0
6187	Frustulia rhomboides var. rhomboides	acf	acb	9	10,9
6079	Frustulia vulgaris	alkf	circ	25	18,3
26542	Geissleria acceptata		circ	3	0,6
26909	Gomphonema acidoclinatum		acf	4	1,4
6912	Gomphonema minutum	alkf	alkb	4	16,8
16572	Gomphonema parvulum		circ	95	519,8
26428	Gomphonema pseudoboheemicum	acf	circ	1	0,5
36095	Gomphonema pumilum		alkf	3	0,6
6438	Gomphonema sarcophagus	alkf		2	0,5
36258	Hannaea arcus	alkf	circ	4	0,8
6084	Hantzschia amphioxys sensu stricto	circ		4	1,3
16894	Karayevia clevei var. clevei	alkf	alkb	2	1,7
26075	Karayevia ploenensis	alkf	alkb	1	0,2
26490	Luticola cohnii	alkf		1	0,2
26577	Luticola mutica var. mutica	circ		4	0,9
6446	Meridion circulare var. constrictum	alkf	circ	74	42,0
16653	Navicula antonii		alkb	4	1,1
6910	Navicula capitatoradiata	alkf	alkb	3	3,7
6917	Navicula exilis		circ	90	175,0
26655	Navicula germainii		alkf	1	0,3
6511	Navicula lundii	alkf	circ	3	1,2
6094	Navicula menisculus var. menisculus	alkf	alkb	1	0,5
6221	Navicula reichardtiana var. reichardtiana	alkf	alkb	2	0,5
6022	Navicula rhynchocephala	alkf	circ	27	12,4
6553	Navicula tenelloides	alkf		4	3,4
6890	Navicula veneta	alkf	alkb	1	0,2
6575	Nitzschia alpina		circ	6	2,4
6586	Nitzschia dissipata var. media	alkf	circ	2	0,7
26687	Nitzschia frustulum var. inconspicua	alkf	alkb	3	3,7

DV Nr.	Taxon	pH*	pH**	n	%
6605	Nitzschia perminuta	alkf	circ	5	6,8
6029	Nitzschia recta var. recta	alkf	circ	3	0,6
6961	Nitzschia sociabilis	circ	alkb	1	0,5
6960	Nitzschia sublinearis		circ	2	0,5
6924	Nitzschia supralitorea	circ	alkb	1	0,2
6615	Nitzschia tubicola		circ	3	2,0
26087	Nupela silvahercynia		acf	3	1,4
26596	Parlibellus protracta	circ		1	0,2
6148	Pinnularia borealis var. borealis	circ		7	1,6
6660	Pinnularia schoenfelderi		acf	6	1,3
16074	Pinnularia silvatica	acf	acb	121	178,1
36199	Pinnularia subcapitata		acf	1	5,4
26534	Placoneis hambergii	acf		2	0,4
26015	Platessa conspicua	circ	alkf	2	1,7
26831	Psammothidium acidoclinatum		acf	3	1,2
26832	Psammothidium bristolicum		acf	21	35,9
26031	Psammothidium helveticum	alkf	acf	181	1242,0
26091	Psammothidium subatomoides	acf	circ	93	208,4
36212	Reimeria sinuata		circ	13	2,9
26624	Sellaphora seminulum		alkf	12	4,0
26868	Stauroneis silvahassiacica		acf	3	0,7
6131	Stauroneis smithii var. smithii	alkf		1	0,2
6133	Surirella angusta	alkf	circ	11	4,5
6694	Surirella roba	acf	circ	127	382,7
6698	Tabellaria ventricosa		acb	56	126,5

Indikatoren natürlich saurer Gewässer

Neben den klassischen pH-Gruppen wurde erstmals eine Indikatorliste dystrophenter Arten erstellt und deren Vorkommen und Häufigkeiten im Datensatz ermittelt. Dystrophente Diatomeen sind typische Besiedler von Moorgewässern und als Indikatoren anthropogener Versauerung wenig geeignet. Bei der pH-Indikation gehen sie jedoch als acidophile oder acidobionte Arten ein und können daher unter Umständen eine anthropogen bedingte Versauerung vortäuschen. Die Zuordnung der nachgewiesenen Taxa zur Gruppe der Dystrophie-Indikatoren (siehe Tabelle 5) erfolge anhand von Literaturdaten zum Vorkommen in entsprechenden Gewässertypen (z.B. LANGE-BERTALOT et al. 2011) sowie anhand eigener Expertise.

Tabelle 5: Dystrophie-Indikatoren

DV Nr.	Taxa	Zahl der Proben mit Vorkommen	Summenprozent in allen Proben
6291	<i>Brachysira brebissonii</i>	42	42,8
6296	<i>Brachysira serians</i>	3	0,8
36254	<i>Chamaepinnularia hassiaca</i>	3	0,9
26567	<i>Chamaepinnularia mediocris</i>	79	55,1
36255	<i>Chamaepinnularia muscicola</i>	1	0,5
26628	<i>Chamaepinnularia soehrensii</i> var. <i>soehrensii</i>	74	123,6
26177	<i>Encyonema hebridicum</i>	2	0,4
36059	<i>Encyonema neogratile</i>	14	5,0
6213	<i>Eunotia bilunaris</i> var. <i>bilunaris</i>	108	135,5
26361	<i>Eunotia curtagrunowii</i>	8	5,7
6357	<i>Eunotia diodon</i>	1	0,2
6358	<i>Eunotia faba</i>	1	0,2
6359	<i>Eunotia fallax</i> var. <i>fallax</i>	12	3,6
6362	<i>Eunotia glacialis</i>	23	11,2
6214	<i>Eunotia incisa</i>	174	778,5
6367	<i>Eunotia meisteri</i>	60	59,1
26338	<i>Eunotia mucophila</i>	10	8,6
36240	<i>Eunotia neocompacta</i>	21	16,0
6373	<i>Eunotia paludosa</i> var. <i>paludosa</i>	71	52,0
6851	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>praerupta</i>	1	0,2
36242	<i>Eunotia pseudogroenlandica</i>	5	5,0
6375	<i>Eunotia rhomboidea</i>	132	491,7
36243	<i>Eunotia subherkiniensis</i>	8	1,9
6382	<i>Eunotia sudetica</i>	31	19,4
16668	<i>Eunotia tetradon</i>	4	2,7
26357	<i>Eunotia trinacria</i>	28	24,5
26397	<i>Frustulia crassinervia</i>	6	2,0
6187	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>rhomboides</i>	9	10,9
26398	<i>Frustulia saxonica</i>	49	37,8
26641	<i>Kobayasiella parasubtilissima</i>	7	2,4
36184	<i>Pinnularia microstauron</i>	16	11,8
36195	<i>Pinnularia rupestris</i>	2	0,4
16074	<i>Pinnularia silvatica</i>	121	178,1
6668	<i>Pinnularia subinterrupta</i>	7	2,0
6698	<i>Tabellaria ventricosa</i>	56	126,5

Acidity-Index nach ANDRÉN & JARLMAN (2008)

Mit dem erst vor wenigen Jahren entwickelten Acidity-Index (ACID) liegt erstmals eine numerische Größe zur Quantifizierung von Versauerung in Fließgewässern vor. Der Index besteht aus zwei Teil-Indizes, die einerseits die Häufigkeiten ausgewählter hochwertiger Indikatoren, andererseits die Verteilung der pH-Gruppen nach VAN DAM et al. (1994) berücksichtigen:

Acidity Index (ACID) (Andrén & Jarlman 2008)

Teil 1: $[\text{Log}_{10} (\text{ADMI}/\text{EUNO} + 0.003) + 2.5] +$

Teil 2: $[\text{Log}_{10} ((\text{neutr} + \text{alkbp})/\text{acibp} + 0.003) + 2.5$

ADMI = Prozentualer Anteil von *Achnanthes minutissima* in KRAMMER & LANGE-BERTALOT (1991)
EUNO = Summenanteil *Eunotia*-Arten
neutr = Summenanteil circumneutrale Diatomeen
alkbp = Summenanteil alkalibionte und alkaliphile Diatomeen
acibp = Summenanteil acidobionte und acidophile Diatomeen

Diese numerische Quantifizierung bietet den Vorteil unterschiedliche Grade der Versauerung auch innerhalb der einzelnen Säurezustandsklassen abzubilden und differenziert damit viel feiner als die Verfahren von CORING (1993, 1999) und DAHINTEN (1995). Ein großes Defizit besteht jedoch darin, dass eine „Bewertungsskala“ der Indexwerte derzeit noch fehlt. Die Indizes können theoretisch Werte zwischen 0 und 10 annehmen, im aktuellen Datensatz liegen sie Bereich von 0.01 bis 8.25.

Zusätzlich wurde der ACID auf Grundlage einer modifizierten Indikatorenliste berechnet (siehe Tabelle 3 und A1 im Anhang). Bei den Modifikationen handelt es sich um die Ergänzung weiterer Indikatorarten und um Änderungen der pH-Gruppen-Klassifikationen anhand von eigenen Einschätzungen und Literaturdaten. Die Abweichungen der Indizes aller 237 Proben im Vergleich beider Varianten – der modifizierten Klassifikation mit der ACID-Anwendung auf der Basis der Indikationswerte von VAN DAM (1994) – erbringt Differenzen zwischen -1.4 und 2.3. Der Median der Abweichungen beträgt 0.3, der 90. Perzentil liegt bei 1.2. In der weitaus größten Zahl der Fälle werden bei der modifizierten Variante höhere Säurebelastungen angezeigt. Nur in 7 % der Proben unterschreiten die Werte diejenigen der Anwendung auf Grundlage der van Dam-Klassifikation.

pH-Index_{Fließgewässer}

Der pH-Index_{Fließgewässer} basiert auf der aktualisierten Fassung der pH-Gruppen (Tabelle A 1) und ist unter Berücksichtigung des Dystrophiefaktors zur Differenzierung verschiedener Säurezustände im sauren bis neutralen Bereich konzipiert. Zur pH-Indikation im alkalischen Bereich ist er nicht geeignet. Die Berechnung erfolgt analog zum Saprobienindex (ZELINKA & MARVAN 1961) unter Verzicht auf Indikationsgewichte. Den indikativen Arten sind dabei nach ihrer Zugehörigkeit zu den jeweiligen pH-Gruppen Indikationswerte zugeordnet:

$$\text{pH-Index}_{\text{Fließgewässer}} = [\sum (\text{Indikationswert pH-Klasse} \cdot \text{Prozentanteil pH-Klasse}) / 100] - 1$$

pH-Klasse	Indikationswert
Acidobiont	1,0
Acidophil	2,25
Circumneutral	3,5
Alkaliphil	4,75
Alkalibiont	6,0

Der Index kann Werte zwischen 0 (nur acidobionte Taxa vorhanden) und 5 (nur alkalibionte vorhanden) annehmen. Der Wertebereich kann jedoch ohne großen Aufwand verändert werden, zum Beispiel auf eine Skalierung von 1 bis 5. Im aktuellen Datensatz liegen die Indizes im Bereich von 0 und 3.3.

Versauerungsquotient

Der Versauerungsquotient (VQ) bringt das Verhältnis von ausgewählten hochwertigen Indikatoren anthropogener Versauerung und von Charakterarten circumneutraler Gewässer zum Ausdruck. Er berechnet sich als Quotient beider Prozentsummen. Als Auswahlkriterien der Indikatorarten wurden eine weite Verbreitung und möglichst große Häufigkeit bei gleichzeitig hohem Indikationswert bezüglich Versauerung zu Grunde gelegt. Die Indikatorliste umfasst 20 Taxa und ist in Tabelle 6 wiedergegeben.

Der VQ kann Werte zwischen -100 (nur Versauerungsindikatoren) und +100 (nur Indikatoren unversauerter circumneutraler Gewässer) annehmen. Im aktuellen Datensatz deckt er nahezu das gesamte Spektrum ab und reicht von -100 bis +81. Als problematisch erweist sich bei der Anwendung die in einigen Proben geringe Zahl der indikativen Arten. Sie liegt in 16 % der Proben unter dem Wert von 25 %. Werte über 50 % an indikativen Taxa werden nur in jeder zweiten der 237 Proben erreicht. Ursächlich sind zum einen hohe Anteile dystropher Diatomeen, die als Indikatoren nicht berücksichtigt werden – Der VQ ist daher stets in Kombination mit der Häufigkeit der „Moorarten“ zu bewerten. Zum anderen können Massenvorkommen einiger Arten auftreten, die auf Grund ihres geringen Indika-

tionswertes im VQ nicht enthalten sind. Bei diesen handelt es sich überwiegend um Arten, deren optimale Verbreitung in den Übergangsbereichen acidophil/circumneutral (z.B. *Achnanthes oblongella*, *Diatoma mesodon*) oder acidobiont/acidophil liegen. Die Eignung des VQ bleibt daher zu prüfen, gegebenenfalls ist eine Erweiterung des Indikatorenspektrums vorzunehmen.

Tabelle 6: Indikatoren des Versauerungsquotienten

Indikation: 1 = Versauerungszeiger, 2 = Indikatoren unversauerter Gewässer
n = Zahl der Vorkommen in 237 Proben, % = Summenprozent in 237 Proben

DV Nr.	Taxa	Indikation	n	%
6244	<i>Achnanthes lanceolata</i> – Sippen	2	20	28,5
26037	<i>Achnanthidium kranzii</i>	2	48	45,4
26060	<i>Achnanthidium minutissimum</i> var. <i>minutissimum</i>	2	159	1.287,5
6975	<i>Eunotia exigua</i> var. <i>exigua</i>	1	230	6.435,0
6381	<i>Eunotia subarcuatoides</i>	1	7	4,1
6383	<i>Eunotia tenella</i>	1	173	880,6
6033	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>	2	29	109,8
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	2	21	47,5
16995	<i>Fragilaria gracilis</i>	2	19	26,3
26375	<i>Fragilaria rumpens</i>	2	150	602,1
26425	<i>Gomphonema exilissimum</i>	2	24	72,5
26426	<i>Gomphonema parvulus</i>	2	20	19,9
16572	<i>Gomphonema parvulum</i>	2	95	519,8
6158	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>parvulum</i>	2	62	511,7
6603	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i>	2	13	5,4
6011	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>	2	16	8,4
26914	<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>subcapitata</i>	1	167	597,7
16606	<i>Planothidium frequentissimum</i> var. <i>frequentissimum</i>	2	43	44,7
26048	<i>Planothidium lanceolatum</i>	2	87	144,0
26031	<i>Psammothidium helveticum</i>	1	181	1.242,0

Versauerungsindex nach ALLES (1999)

Der von ALLES (1999) in silikatischen Fließgewässern des Schwarzwaldes entwickelte Versauerungsindex (V) wird aus drei Komponenten berechnet, die die Anteile der in der Probe präsenten Versauerungszeiger, Vermoorungszeiger und Versauerungsflüchter wiedergeben. Gewässer mit positiven Indizes sind akut versauert, solche mit negativen Indizes unversauert. Bei $V < -10$ besteht keine Versauerungsgefahr, bei $V > -6$ ist das Gewässer kritisch versauert. Übertrifft der Wert der Vermoorungskomponente sowohl den der Versauerungszeiger wie auch den der Versauerungsflüchter ist das Gewässer mehr „vermoort“, denn als anthropogen versauert anzusehen (ALLES 1999). Das Verfahren wurde auf den aktuellen Datensatz angewendet und ergab Versauerungsindizes im Bereich von -94 bis +49.

Versauerungszeiger nach PHYLIB (SCHAUMBURG et al. 2006, 2012)

Zur ergänzenden Information wurde die Zahl der Versauerungszeiger nach PHYLIB berechnet und dokumentiert. Diese stellt ein simples Maß des Versauerungseinflusses dar, dessen Information begrenzt und in den anderen aufgeführten Verfahren ebenso enthalten ist.

Weitere Kenngrößen

Als zusätzliche Informationen wurden der Halobienindex (ZIEMANN 1999, verändert und erweitert durch Hofmann in SCHAUMBURG et al. 2006, Tabelle 33), der Saprobienindex (ROTT et al. 1997) und der Trophie-Index (ROTT et al. 1999) berechnet. Diese ermöglichen Aussagen zur Salinität, zur organischen Belastung und zum trophischen Zustand der untersuchten Gewässerstellen. Weiterhin wurden als Kenngrößen der Gesellschaften die Taxazahlen (siehe Tabelle 7), die Diversitäten nach SHANNON & WEAVER (1949), die Evenness (HAEUPLER 1982) sowie Zahl und Häufigkeiten der Roten Liste-Taxa (LANGE-BERTALOT 1996) dokumentiert und dem Auftraggeber in elektronischer Form übermittelt.

Tabelle 7: Zahl der nachgewiesenen Taxa an 24 Gewässerstellen

Mst-Nr. = Messstellenummer

Mst Nr.	Gewässer	Naturraum	Zeitraum	Probenzahl	Taxa
10746	Böbracher Bach	Bayerischer Wald	1994-2011	12	122
11801	Große Ohe	Bayerischer Wald	1994-2011	13	102
11793	Hinterer Schachtenbach	Bayerischer Wald	1994-2011	12	88
8156	Hirschbach	Bayerischer Wald	1994-2011	13	81
8261	Hochfallbach	Bayerischer Wald	1994-2011	12	108
8153	Kleiner Rachelbach	Bayerischer Wald	1994-2011	13	40
8150	Kleiner Regen	Bayerischer Wald	1994-2011	14	88
11838	Sagwasser	Bayerischer Wald	1994-2011	12	105
13361	Schimmelbach	Bayerischer Wald	1994-2011	15	113
11784	Seebach	Bayerischer Wald	1994-2011	12	96
11790	Vorderer Schachtenbach	Bayerischer Wald	1994-2011	12	79
8338	Arbersee-Zulauf	Bayerischer Wald	2009	2	14
22875	Birkenbach	Fichtelgebirge	1994-2009	11	58
22837	Eger	Fichtelgebirge	1994-2009	9	92
4772	Fichtelnaab	Fichtelgebirge	1994-2009	10	36
23081	Röslau	Fichtelgebirge	1994-2004	9	40
8330	Seebach	Bayerischer Wald	2009	2	18
8331	Seebach	Bayerischer Wald	2009	2	12
13396	Weißer Main	Fichtelgebirge	1994-2009	10	70
23088	Zinnbach	Fichtelgebirge	1994-2009	9	66
4550	Tirschenreuther Waldnaab	Oberpfalz	2004-2010	5	81
4553	Tirschenreuther Waldnaab	Oberpfalz	2004-2010	5	78
22376	Aschaff	Spessart	1994-2010	10	110
22619	Speckkahl	Spessart	1994-2010	13	131

Diatomeen-indizierte Versauerung – Entwicklung seit 1994

Nachfolgend ist die zeitliche Entwicklung der diatomeen-indizierten Versauerung an den 24 Monitoringstellen dargestellt (siehe Tabellen 8 bis 55). Neben einer verbalen Bewertung sind als Kenngrößen tabellarisch die Anteile der pH-Gruppen, ergänzt durch die dystrophente Gruppe, der Acidity-Index von ANDRÉN & JARLMAN (2008) sowie der im Rahmen dieser Untersuchung entwickelte pH-Index und Versauerungsquotient dokumentiert. Vorangestellt sind die Anteile der wichtigsten Versauerungsindikatoren (VZ) *Eunotia exigua*, *Psammothidium helveticum* und *Pinnularia subcapitata*. In separaten Tabellendarstellungen sind die an den Probestellen dominanten Diatomeenarten und ihre Zugehörigkeiten zu den pH-Gruppen wiedergegeben. Korrelationen mit relevanten chemischen Parametern und Bewertungen der Qualität der angewandten Indizes und Kenngrößen sind nicht Gegenstand des Auftrags. Diese werden durch das Bayerische Landesamt für Umwelt ausgeführt.

Defizite bestehen derzeit darin, dass Bewertungsmaßstäbe für die verschiedenen Versauerungsindizes fehlen. Diese müssen in Verbindung mit den versauerungssensitiven chemischen Parametern noch entwickelt und auf ihre Praxistauglichkeit hin überprüft werden. Denkbar sind zum Beispiel numerische Zuordnungen analog zum PHYLIB-Verfahren oder Klassifizierungen von Säurezustandsklassen nach BRAUKMANN (1999). Zur einer besseren Visualisierung wurden die verschiedenen Versauerungsindizes farblich hinterlegt (mit abnehmender Versauerung: rot-gelb-grün-blau). Auch die Anteile der pH-Gruppen sind farblich gestaffelt dargestellt. Die jeweiligen Bereiche entsprechen dabei nicht verschiedenen Werteklassen, sondern sollen lediglich der Veranschaulichung dienen!

Bayerischer Wald

Arbersee-Zulauf (Messstelle 8338)

Der linke Arbersee-Zulauf ist im Datensatz lediglich durch zwei Proben vertreten, die im Mai und Oktober 2009 entnommen wurden. Mit insgesamt nur 14 nachgewiesenen Taxa sind die Gesellschaften sehr artenarm und werden von acidophilen Diatomeen – *Eunotia incisa* und *Tabellaria flocculosa* – dominiert. Im Spektrum der Begleitarten finden sich mehrere Arten, die wie *E. incisa* als Dystrophie-Zeiger gelten und auf einen starken natürlich sauren Einfluss hindeuten (z.B. *Brachysira brebissonii*, *Frustulia saxonica*). Als Indikator anthropogener Versauerung ist lediglich *Eunotia exigua* vertreten, erreicht aber nur mäßig hohe Anteile.

Tabelle 8: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Arbersee-Zulaufs

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
12.05.2009	15,6	60,3	75,7	24,1	0,0	0,2	0,25	0,31	-16,1	12
05.10.2009	7,3	27,6	34,9	64,2	0,0	0,0	0,01	0,81	-7,3	10

Tabelle 9: Aspektbildner und häufige Diatomeen des linken Arbersee-Zulaufs 2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Eunotia incisa</i>		<i>Eunotia exigua</i>	<i>Eunotia intermedia</i>
<i>Tabellaria flocculosa</i>			

Böbracher Bach (Messstelle 10746)

Bedeutende Gesellschaftsanteile von Indikatoren anthropogener Versauerung wurden lediglich in den Frühjahrsmonaten der Jahre 1994 und 1999 dokumentiert. Bei den Versauerungszeigern handelt es sich um *Eunotia exigua* und *Psammothidium helveticum*, die Werte bis zu 30 % erreichen (April 1994). In den folgenden Untersuchungsjahren wird die 10 %-Grenze nicht mehr erreicht. Vielmehr dominieren circumneutrale Diatomeen wie *Diatoma mesodon*, *Achnantheidium minutissimum*, *Fragilaria rumpens*, *Gomphonema parvulum* und *Navicula exilis* (siehe Tabelle 11). In den Herbstmonaten der Jahre 2004, 2008 und 2011 treten zu diesen die acidophilen Arten *Achnanthes oblongella* und *Eunotia minor* individuenreich hinzu und indizieren episodisch schwach saure Zustände.

Tabelle 10: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Böbracher Baches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
21.03.1994	20,7	8,0	25,7	28,0	41,1	8,0	4,36	1,45	-10,2	54
18.04.1994	29,8	3,7	19,7	28,4	49,7	2,9	4,62	1,63	-24,4	30
08.08.1994	8,3	4,1	9,7	21,6	67,3	6,3	5,05	1,96	26,3	35
24.10.1994	1,9	0,2	2,1	6,8	90,6	4,7	5,86	2,36	35,5	23
20.05.1999	13,7	1,9	14,7	6,9	74,1	3,6	4,75	2,07	-6,6	36
25.10.1999	0,0	1,3	1,1	12,9	84,8	8,9	5,35	2,31	43,0	25
17.05.2004	2,7	0,6	3,1	5,9	90,9	1,5	6,03	2,35	9,0	22
02.11.2004	5,6	2,4	6,8	24,9	63,8	6,2	5,04	2,00	9,2	47
28.04.2008	5,4	1,6	6,3	10,8	81,0	0,0	5,60	2,20	5,9	34
08.10.2008	5,1	1,6	5,6	38,5	48,4	1,4	5,16	1,83	16,2	59
23.05.2011	4,5	1,4	4,3	6,2	88,8	1,4	6,25	2,32	11,7	35
06.10.2011	2,3	0,9	2,3	25,0	71,2	3,5	5,57	2,13	22,9	43

Tabelle 11: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Böbracher Baches 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Diatoma mesodon</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Achnanthes lanceolata</i>
		<i>Achnantheidium minutissimum</i>	<i>Eunotia minor</i>
		<i>Eunotia exigua</i>	<i>Eunotia tenella</i>
		<i>Fragilaria rumpens</i>	<i>Gomphonema rhombicum</i>
		<i>Navicula exilis</i>	<i>Planothidium lanceolatum</i>
		<i>Psammothidium helveticum</i>	<i>Surirella roba</i>

Große Ohe (Messstelle 11801)

Die Diatomeenflora ist seit Beginn der Untersuchungen im Jahr 1994 durch wechselnde Dominanzen acidophiler und circumneutralen, versauerungssensibler Arten gekennzeichnet, von denen als häufigste *Achnanthes oblongella*, *Achnantheidium minutissimum*, *Diatoma mesodon* und *Gomphonema parvulum* zu nennen sind. In den Jahren 1994, 1999 und 2004 tritt in den Frühjahresmonaten co-dominant die Gruppe der Versauerungszeiger hinzu – insbesondere *Eunotia exigua* – und indiziert periodisch stark saure Zustände. Seit 2008 ist eine deutliche Abnahme dieser Indikatoren anthropogener Versauerung nachzuweisen (siehe Tabelle 12). Im Frühjahr 2008 und 2011 vermindert sich ihr Gesellschaftsanteil auf wenige Prozent – es werden ganzjährig episodisch schwach saure Zustände erreicht.

Tabelle 12: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften der Großen Ohe

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
12.04.1994	35,9	4,4	30,0	26,3	38,6	3,8	4,33	1,41	-25,9	35
22.06.1994	5,9	0,0	2,7	6,6	89,9	0,0	5,28	2,35	-4,3	13
17.08.1994	26,8	1,7	16,3	37,1	45,2	2,1	5,05	1,63	2,6	30
26.10.1994	11,5	0,4	10,0	10,6	78,5	0,0	5,77	2,11	16,1	19
25.05.1999	57,0	2,1	31,4	48,7	19,8	0,0	2,76	1,10	-57,2	17
28.09.1999	10,6	0,0	6,9	24,9	67,6	0,5	5,55	2,01	29,0	20
26.04.2004	40,0	4,1	30,7	31,4	37,4	1,8	4,14	1,34	-34,9	33
15.09.2004	9,1	0,4	8,7	25,0	66,3	0,2	5,23	1,97	41,5	26
05.09.2005	5,6	1,9	6,3	34,6	53,6	4,0	4,49	1,96	24,6	46
16.04.2008	7,5	2,2	3,8	54,6	40,1	0,7	4,77	1,72	-3,4	25
27.10.2008	1,4	1,7	2,4	24,4	71,4	0,2	6,15	2,13	44,2	35
20.04.2011	3,3	0,0	2,4	10,0	87,1	1,0	6,22	2,32	36,3	24
13.10.2011	1,4	2,3	3,3	48,8	46,9	3,0	5,80	1,82	24,2	27

Tabelle 13: Aspektbildner und häufige Diatomeen der Großen Ohe 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Diatoma mesodon</i>	<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	<i>Eolimna minima</i>
	<i>Eunotia exigua</i>	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>	<i>Eunotia minor</i>
	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>construens</i>	<i>Fragilaria virescens</i>
	<i>Psammothidium helveticum</i>	<i>Fragilaria rumpens</i>	<i>Navicula exilis</i>
		<i>Psammothidium subatomoides</i>	<i>Surirella roba</i>
			<i>Tabellaria flocculosa</i>

Hinterer Schachtenbach (Messstelle 11793)

In den Jahren 1994 und 1999 war der Gewässerabschnitt anhand seiner Diatomeenflora noch als permanent sauer bis periodisch deutlich sauer zu charakterisieren. Seitdem hat sich die Belastungssituation deutlich verbessert. Bereits 2004 tritt der vormals dominante Versauerungszeiger *Eunotia exigua* deutlich zurück. Es ist ein verstärktes Aufkommen circumneutraler Diatomeen wie *Diatoma mesodon*, *Eunotia minor* und *Fragilaria capucina* zu beobachten. Im Jahr 2008 war ein Fortschreiten dieser positiven Entwicklung zu beobachten, die sich 2011 stabilisiert: Die Anteile der noch 1999 dominanten Charakterarten anthropogener Versauerung sind auf wenige Prozent vermindert (siehe Tabelle 14). Das für permanent nicht saure bis allenfalls episodisch saure Gewässer typische *Achnanthes minutissimum* dominiert die Gesellschaften.

Tabelle 14: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Hinteren Schachtenbaches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
12.04.1994	47,8	5,0	34,1	54,3	8,2	0,4	3,91	0,91	-48,2	29
22.06.1994	82,5	0,4	78,4	15,2	6,0	0,0	2,47	0,34	-80,6	15
17.08.1994	83,3	0,6	79,5	9,2	10,4	0,0	2,10	0,38	-79,0	16
26.10.1994	16,7	0,4	13,0	70,0	17,0	0,0	3,89	1,30	-6,6	17
25.05.1999	88,0	2,8	84,2	9,9	4,2	0,8	2,08	0,25	-87,7	30
28.09.1999	95,5	0,2	94,2	2,7	2,9	0,0	1,22	0,11	-95,3	11
27.04.2004	37,8	4,3	30,1	52,2	16,3	0,8	3,27	1,08	-34,5	32
15.09.2004	35,6	0,8	29,6	30,9	39,1	0,4	3,74	1,38	-18,8	28
16.04.2008	7,8	6,2	9,5	70,4	16,8	1,2	3,51	1,36	-4,3	35
27.10.2008	1,7	0,2	0,5	27,7	70,4	0,0	5,60	2,14	35,6	27
20.04.2011	2,1	3,2	4,1	13,1	82,3	0,5	6,79	2,23	49,2	30
13.10.2011	2,2	2,0	3,8	28,1	67,7	0,0	6,50	2,05	56,9	26

Tabelle 15: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Hinteren Schachtenbaches 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Diatoma mesodon</i>	<i>Eunotia minor</i>	<i>Fragilaria rumpens</i>
<i>Achnanthes minutissimum</i>		<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>	<i>Fragilaria virescens</i>
<i>Eunotia exigua</i>		<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Navicula exilis</i>
		<i>Psammothidium helveticum</i>	<i>Surirella roba</i>

Hirschbach (Messstelle 8156)

Anhand der Diatomeenflora werden im Hirschbach seit 1999 deutliche Verbesserungen indiziert. Acidobionte und acidophile Arten treten deutlich zurück, ihr maximaler Anteil beträgt im Jahr 2011 nur noch 6 %. Typische Indikatoren anthropogener Versauerung (*Eunotia exigua*, *Pinnularia subcapitata*, *Psammothidium helveticum*) bleiben sogar unter 1 %. Im Jahr 1994 wurden dagegen noch Summenanteile bis zu 47 % verzeichnet. Der Rückgang der Versauerungszeiger geht mit der zunehmenden Dominanz circumneutralen Diatomeen einher (siehe Tabelle 16), von denen *Achnantheidium minutissimum*, *Diatoma mesodon*, *Gomphonema parvulum* und die seltene *G. rhombicum* zeitweise Massenvorkommen ausbilden. Seit 2004 ist der Gewässerabschnitt als permanent nicht sauer, aber versauerungsgefährdet zu klassifizieren.

Tabelle 16: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Hirschbaches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
21.03.1994	47,2	4,2	18,8	41,2	38,7	0,5	5,09	1,49	-34,9	30
18.04.1994	14,2	2,8	10,7	16,6	72,1	2,2	5,18	2,02	-6,1	27
13.06.1994	16,3	0,2	15,0	5,1	79,1	0,5	4,54	2,07	-13,4	15
08.08.1994	27,5	9,0	32,5	23,0	42,0	2,5	4,56	1,38	-10,0	36
24.10.1994	1,0	0,4	0,9	6,5	91,6	0,2	6,78	2,40	21,6	21
20.05.1999	17,1	2,8	18,0	15,1	66,4	0,2	5,44	1,86	6,4	23
25.10.1999	0,2	0,2	0,2	4,1	94,8	0,2	8,25	2,44	81,0	12
08.06.2004	4,8	1,8	6,2	9,6	83,5	1,4	6,22	2,23	17,7	29
02.11.2004	0,4	0,2	0,6	2,4	97,0	0,2	7,66	2,46	37,3	17
09.10.2008	0,5	1,0	1,4	5,8	92,3	0,0	6,12	2,39	18,8	22
19.05.2009	8,6	5,6	11,2	20,5	67,5	1,9	6,39	1,97	47,2	34
23.05.2011	0,7	0,5	1,1	2,5	96,2	0,0	8,14	2,44	60,4	16
06.10.2011	0,7	0,2	0,9	5,0	94,1	0,0	6,98	2,42	79,1	17

Tabelle 17: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Hirschbaches 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Achnantheidium minutissimum	Psammothidium helveticum	Achnanthes oblongella	Fragilaria gracilis
Diatoma mesodon		Eunotia exigua	Fragilaria rumpens
Gomphonema parvulum			
Gomphonema rhombicum			

Hochfallbach (Messstelle 8261)

In den Jahren 1994 und 1999 war der Gewässerabschnitt dem Übergangsbereich der Säurezustandsklassen 2 und 3 zuzuordnen (HOFMANN 2000) mit dem für diesen Bereich typischen Dominanzwechsel von acidobionten, acidophilen und circumneutralen Arten (siehe Tabelle 18). Im Jahr 2004 treten die Säurezeiger bei weitgehend unverändertem Arteninventar zugunsten der versauerungssensiblen circumneutralen Diatomeen bereits merklich zurück. In der Folgeuntersuchung 2009 war schließlich eine deutliche Umstrukturierung der Gesellschaften zu beobachten: So verringern die acidobionten Versauerungsindikatoren weiter ihre Anteile. Dominante Art ist *Eunotia intermedia*, die in den Jahren 1994 bis 2004 nicht nachgewiesen wurde. Die Art scheint sich in der Folgezeit zu etablieren und dominierte auch im Jahr 2011 die Gesellschaften. Beginnend mit dem Jahr 2009 hat sich somit ein deutlicher Aspektwechsel vollzogen.

E. intermedia ist im Rahmen des Gewässermonitorings bislang nur selten nachgewiesen worden. Sie besiedelt elektrolytarmer, schwach saure bis circumneutrale, oligotrophe Gewässer in Gebirgslagen (LANGE-BERTALOT et al. 2011) und ist als acidophil zu charakterisieren. Es ist davon auszugehen, dass die Art anthropogene Versauerung nicht toleriert. Ihre Dominanz in den Jahren 2009 und 2011 ist daher als deutliches Zeichen eines verminderten Einflusses anthropogener Versauerung zu werten.

Tabelle 18: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Hochfallbaches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	Dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
21.03.1994	18,4	8,4	25,1	22,9	49,2	5,6	5,11	1,54	16,1	45
18.04.1994	9,2	7,4	14,3	22,3	61,2	1,2	5,70	1,85	32,5	38
08.08.1994	87,3	1,4	88,2	2,5	7,1	0,5	2,56	0,20	-82,9	26
24.10.1994	88,9	0,5	87,7	3,8	7,9	0,0	2,17	0,23	-86,9	13
20.05.1999	13,6	8,3	19,3	16,6	42,4	21,4	5,20	2,11	11,1	60
25.10.1999	59,0	3,0	59,9	6,7	30,7	1,9	3,50	0,84	-47,4	34
17.05.2004	23,5	5,1	26,7	15,8	52,8	4,6	4,95	1,57	0,4	51
02.11.2004	38,2	0,4	38,4	2,4	58,5	0,2	2,26	1,51	-36,6	19
19.05.2009	6,8	0,5	7,0	85,0	6,8	0,2	2,26	1,25	-4,1	27
02.10.2009	26,9	0,2	21,6	48,1	28,1	0,0	2,75	1,33	-20,2	16
23.05.2011	7,1	0,2	6,4	86,4	7,1	0,2	2,30	1,25	-2,5	17
06.10.2011	5,3	2,2	7,4	80,1	12,5	0,2	3,13	1,31	3,6	21

Tabelle 19: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Hochfallbachs 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Eunotia exigua	Achnanthydium minutissimum	Diatoma mesodon	Achnanthes oblongella
Eunotia intermedia			Diatoma vulgare
Surirella roba			Fragilaria rumpens
			Planothidium lanceolatum
			Psammothidium helveticum

Kleiner Rachelbach (Messstelle 8153)

Die Diatomeengesellschaften des Kleinen Rachelbaches zeigen sich von 1994 bis zum Sommer des Jahres 2004 weitgehend unverändert. Es dominiert *Eunotia exigua* – ein Indikator anthropogener Versauerung. Als häufige Begleitarten treten weitere, jedoch als dystrophant geltende Arten der Gattung *Eunotia* hinzu. Im Oktober 2004 wurden gänzlich veränderte Dominanzstrukturen angetroffen, die bis zum Jahr 2011 dauerhaft etabliert sind (siehe Tabelle 20). Der Versauerungszeiger *Eunotia exigua* tritt stark zurück und wird als dominante Art durch *Tabellaria flocculosa* und *T. ventricosa* ersetzt, beide Taxa sind typisch für anthropogen unversauerte Gewässer. Insbesondere durch das Aufkommen der dystrophanten *Tabellaria ventricosa* und weiterer Moordiatomeen – zum Beispiel *Frustulia saxonica* – tritt der dystrophe Aspekt als Ausdruck natürlich saurer Zustände deutlich in den Vordergrund.

Tabelle 20: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Kleinen Rachelbaches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
17.05.1994	62,1	30,0	87,7	9,4	1,8	0,0	1,20	0,16	-64,8	24
13.06.1994	75,5	21,7	97,2	0,4	1,2	1,0	1,37	0,07	-74,5	9
08.2008.1994	68,9	27,5	96,2	3,3	0,2	0,0	0,37	0,05	-69,9	12
24.10.1994	87,3	12,6	99,9	0,0	0,0	0,0	0,01	0,00	-87,3	6
20.05.1999	29,7	62,0	84,2	13,4	1,9	0,2	1,62	0,23	-29,5	15
25.10.1999	98,6	1,5	99,9	0,2	0,0	0,0	0,01	0,00	-98,6	4
08.06.2004	73,0	24,2	96,4	3,4	0,0	0,0	0,37	0,04	-73,6	14
02.11.2004	16,8	40,0	55,8	44,2	0,0	0,0	0,78	0,55	-17,9	13
19.05.2008	0,0	23,0	22,0	77,8	0,2	0,0	0,28	0,98	0,0	9
09.10.2008	24,8	53,0	75,9	23,9	0,0	0,0	0,63	0,30	-24,8	13
02.10.2009	21,2	11,4	32,2	67,8	0,0	0,0	0,43	0,85	-22,4	8
23.05.2011	13,4	37,4	50,0	49,8	0,0	0,0	0,45	0,62	-13,8	12
06.10.2011	1,0	38,3	39,0	60,7	0,2	0,0	0,01	0,77	-0,7	10

Tabelle 21: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Kleinen Rachelbachs 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophante Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Eunotia exigua	Eunotia incisa	Eunotia rhomboidea	Eunotia bilunaris
Tabellaria flocculosa	Tabellaria ventricosa		Eunotia neocompacta

Kleiner Regen (Messstelle 8150)

Noch bis zum Jahr 1999 war der Kleine Regen anhand seiner Diatomeenflora als periodisch deutlich sauer zu charakterisieren, wies allerdings bereits 1994 saisonal starke Schwankungen mit episodischen Aufkommen circumneutraler versauerungssensibler Taxa in den Sommer und Herbstmonaten auf (siehe Tabelle 22). Höchste Anteile von Versauerungszeigern waren in den Jahren 1994, 1999 und 2004 jeweils im späten Frühjahr (Mai, Juni) zu beobachten. Seit 2004 ist eine im Jahresverlauf deutliche Verbesserung der Belastungssituation nachzuweisen. Im Jahr 2011 stellt die Gruppe der versauerungssensiblen Arten erstmals zu beiden Untersuchungszeitpunkten im Mai und Oktober die absolut dominante ökologische Gruppe dar. Versauerungszeiger wie auch acidobionte Taxa wurden nur noch als Einzelfunde registriert.

Tabelle 22: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Kleinen Regen

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
21.03.1994	44,9	10,2	44,9	30,4	17,8	5,5	3,99	1,08	-39,3	47
18.04.1994	40,7	14,0	45,2	31,5	19,6	1,0	4,16	0,93	-30,1	24
13.06.1994	84,4	2,4	86,4	7,5	5,8	0,0	1,45	0,24	-86,9	16
08.08.1994	35,1	9,0	37,1	29,6	33,1	0,0	3,75	1,20	-23,6	20
24.10.1994	5,1	2,0	6,2	21,9	71,1	0,2	6,33	2,07	47,7	23
20.05.1999	68,8	3,6	56,4	41,7	0,9	0,5	2,32	0,57	-68,8	17
25.10.1999	4,2	0,5	3,3	4,2	92,1	0,5	6,37	2,37	69,7	12
08.06.2004	26,7	4,0	27,3	54,0	16,1	2,4	3,28	1,16	-21,7	35
02.11.2004	8,9	3,1	8,1	29,3	62,9	0,0	5,38	1,93	34,7	23
09.10.2008	5,7	21,0	24,3	43,7	30,9	0,5	3,60	1,35	10,8	36
19.05.2009	9,0	7,3	13,3	60,5	25,2	0,0	5,17	1,40	6,1	28
02.10.2009	1,6	2,1	3,7	5,8	90,5	0,0	6,90	2,33	76,3	22
23.05.2011	0,4	0,9	1,3	5,4	93,3	0,0	7,37	2,40	67,7	14
06.10.2011	0,2	0,7	1,0	17,6	81,5	0,0	6,36	2,26	75,1	15

Tabelle 23: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Kleinen Regen 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Eunotia exigua	Achnanthes oblongella	Diatoma mesodon	Eunotia tenella
Gomphonema parvulum	Achnantheidium minutissimum	Eunotia incisa	
	Fragilaria rumpens	Eunotia intermedia	
		Eunotia minor	
		Fragilaria virescens	
		Psammothidium helveticum	
		Tabellaria flocculosa	

Sagwasser (Messstelle 11838)

Noch in den Jahren 1994 und 1999 charakterisiert die Diatomeenflora den Gewässerabschnitt als periodisch deutlich sauer. Mit wechselnden Anteilen dominieren die Versauerungszeiger *Eunotia exigua* und *Psammothidium helveticum* sowie die acidophile *Achnanthes oblongella* die Gesellschaften. Im Jahr 2004 ist eine deutliche Verbesserung der Belastungssituation nachzuweisen, die sich bis 2011 fortsetzt. So treten die Indikatoren anthropogener Versauerung deutlich zurück. Betrug ihr Anteil 1994 noch zeitweise 87 %, wurde 2011 nur noch ein Maximum von 3 % erreicht. Auch bei den acidophilen Arten ist eine Verminderung zu beobachten, die mit einer Zunahme circumneutraler versauerungs-sensibler Diatomeen einhergeht (siehe Tabelle 24). Letztere stellen seit 2004 – sieht man vom April 2008 ab – die dominante ökologische Gruppe dar. Im Jahr 2011 wird zu beiden Untersuchungszeiten die episodisch schwach saure Zustandsklasse erreicht.

Tabelle 24: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Sagwassers

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
12.04.1994	45,8	8,2	37,2	35,5	26,4	5,5	3,98	1,13	-37,2	33
22.06.1994	72,2	2,9	48,4	34,9	16,2	1,2	3,31	0,85	-68,5	26
17.08.1994	59,0	2,9	27,7	54,2	16,9	0,9	3,79	1,12	-52,9	27
26.10.1994	15,4	0,0	3,4	60,8	35,7	4,2	5,99	1,65	3,4	17
31.05.1999	86,7	3,1	33,2	62,3	3,5	1,3	2,74	0,89	-85,8	21
28.09.1999	20,3	1,7	8,0	81,6	10,0	0,0	4,73	1,28	-17,2	18
25.05.2004	11,9	3,7	10,8	25,3	63,1	1,2	4,28	1,92	-4,5	31
15.09.2004	11,0	5,0	12,9	17,8	69,4	0,6	4,48	1,95	16,7	23
24.04.2008	20,8	8,8	21,2	56,6	18,2	1,0	3,51	1,23	-22,2	46
27.10.2008	1,0	2,9	3,1	22,5	72,3	0,5	5,76	2,14	30,3	32
20.04.2011	2,4	3,6	4,6	9,8	85,5	0,8	4,74	2,26	19,9	31
13.10.2011	3,1	17,7	18,3	24,1	56,8	0,8	4,43	1,74	8,9	36

Tabelle 25: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Sagwassers 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Eunotia exigua</i>	<i>Eunotia incisa</i>	<i>Achnantheidium minutissimum</i>
<i>Diatoma mesodon</i>		<i>Fragilaria rumpens</i>	<i>Eunotia tenella</i>
<i>Psammothidium helveticum</i>		<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Fragilaria virescens</i>
			<i>Navicula exilis</i>
			<i>Pinnularia sinistra</i>
			<i>Pinnularia subcapitata</i>
			<i>Surirella roba</i>

Schimmelbach (Messstelle 13361)

Noch 1999 war der Schimmelbach anhand seiner Diatomeenflora dem unteren Bereich der Säurezustandsklasse 3 zuzuordnen. Es bestand eine deutliche Tendenz zur Klasse 4. Seitdem ist eine deutliche Verbesserung zu beobachten (siehe Tabelle 26). So treten die vormals dominanten Versauerungsindikatoren *Eunotia exigua* und *Psammothidium helveticum* zunehmend zugunsten acidophiler und circumneutraler Arten zurück. Zu nennen sind *Achnanthes oblongella*, *Diatoma mesodon*, *Fragilaria exiguiformis*, *F. rumpens*, *F. virescens*, *Gomphonema parvulum* und *Melosira varians*. Wurden circumneutrale Arten im Jahr 1994 nur vereinzelt nachgewiesen, vermögen diese ihre Anteile 2011 zeitweise auf bis zu 53 % (April) zu steigern. Dies geht mit einer deutlichen Zunahme der Artenzahl einher: Wurden 1994 durchschnittlich 15 Taxa verzeichnet, waren es in den Jahren 2009 und 2011 45 bzw. 46 Arten. Aktuell besteht eine Tendenz zur Säurezustandsklasse 2.

Tabelle 26: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Schimmelbaches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
27.04.1994	85,2	5,7	43,7	55,0	0,7	0,0	2,92	0,71	-91,2	17
22.06.1994	68,3	24,4	84,8	13,0	1,2	0,0	1,55	0,19	-72,0	16
07.07.1994	80,1	13,3	64,0	34,2	0,6	0,7	2,20	0,47	-80,9	20
17.08.1994	83,4	12,0	82,6	16,7	0,0	0,0	1,68	0,21	-86,6	14
26.10.1994	97,1	1,1	74,3	25,4	0,2	0,0	2,01	0,32	-98,1	9
31.05.1999	84,1	2,2	65,5	34,2	0,0	0,0	1,92	0,43	-84,1	10
28.09.1999	86,7	5,1	67,2	25,7	5,3	0,0	2,00	0,46	-85,0	11
25.05.2004	50,9	2,2	22,4	70,2	7,1	0,0	3,02	1,06	-44,2	16
15.09.2004	59,1	4,3	49,4	29,5	20,0	0,0	3,24	0,88	-44,5	31
24.04.2008	64,7	6,0	11,2	84,5	1,4	0,5	2,98	1,13	-68,7	26
27.10.2008	20,8	8,7	18,6	47,7	31,6	0,0	3,49	1,42	-2,1	25
24.04.2009	15,6	38,4	50,6	25,6	9,1	12,8	2,71	1,08	-13,3	55
06.11.2009	46,5	11,1	46,9	46,0	5,7	0,2	3,23	0,73	-47,4	35
20.04.2011	0,9	22,8	22,1	19,3	52,5	3,7	4,09	1,70	33,0	48
13.10.2011	22,0	14,4	30,8	45,2	22,0	1,2	4,17	1,16	-11,6	44

Tabelle 27: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Schimmelbachs 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Eunotia exigua	Eunotia incisa	Achnanthes oblongella	Chamaepinnul. soehrensii
Psammothidium helveticum	Fragilaria virescens	Chamaepinnul. mediocris	Eunotia rhomboidea
	Pinnularia subcapitata	Diatoma mesodon	Eunotia tenella
		Fragilaria construens f. vent.	Melosira varians
		Fragilaria exiguiformis	
		Fragilaria rumpens	
		Gomphonema parvulum	
		Pinnularia sinistra	

Seebach (Messstelle 11784)

In den Jahren 1994, 1999 und 2004 wiesen die Gesellschaften eine außerordentlich hohe saisonale Dynamik auf. So wurde jeweils im Frühjahr infolge von individuenreichen Vorkommen des Versauerungszeigers *Eunotia exigua* die Säurezustandsklasse 3 (periodisch deutlich sauer) indiziert. In den Herbstmonaten war dagegen ein starkes Aufkommen circumneutraler Diatomeen zu beobachten. Zu nennen sind insbesondere *Diatoma mesodon*, *Fragilaria rumpens* und *Gomphonema parvulum*. Damit einhergehend wurde die Säurezustandsklasse 2 (episodisch schwach sauer) erreicht (vergleiche HOFMANN 2000, 2005). Seit 2008 wird ein verminderter Versauerungseinfluss indiziert. So bleiben die Versauerungszeiger auch im Frühjahr deutlich unter den Werten der Vergleichsjahre 1994, 1999 und 2004 (siehe Tabelle 28). Dagegen werden die Gesellschaften 2008 und 2011 erstmals ganzjährig von acidophilen und circumneutralen Arten dominiert. Zeitgleich ist ein leichter Anstieg der Anteile dystrophenter Arten zu beobachten.

Tabelle 28: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Seebachs

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
12.04.1994	73,3	1,7	72,0	22,9	1,8	0,2	1,93	0,35	-86,5	22
22.06.1994	26,9	0,9	27,8	0,9	70,7	0,0	2,90	1,79	-25,4	13
17.08.1994	27,4	1,6	26,8	20,5	52,0	0,5	4,77	1,56	9,8	27
26.10.1994	4,4	0,2	3,9	8,0	87,6	0,5	6,28	2,30	44,4	17
27.05.1999	71,8	3,4	59,7	34,8	4,5	0,2	2,53	0,55	-70,6	21
28.09.1999	8,8	1,1	8,3	22,7	67,9	0,9	6,02	2,01	47,0	29
27.04.2004	34,8	4,5	32,6	39,6	27,1	0,6	4,71	1,19	-13,6	38
15.09.2004	53,8	0,2	53,6	22,0	24,5	0,0	3,20	0,89	-39,2	22
16.04.2008	14,3	12,1	23,1	49,5	20,0	2,6	3,68	1,28	-8,6	45
27.10.2008	0,5	0,5	0,5	10,6	88,7	0,0	6,82	2,35	59,4	23
20.04.2011	6,8	9,7	15,5	28,8	55,3	0,6	4,83	1,74	9,5	39
13.10.2011	1,2	13,3	12,1	42,1	44,0	0,2	4,61	1,65	31,0	38

Tabelle 29: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Seebachs 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Diatoma mesodon</i>	<i>Fragilaria rumpens</i>	<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Eunotia incisa</i>
<i>Eunotia exigua</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	<i>Eunotia minor</i>
		<i>Eunotia tenella</i>	<i>Fragilaria virescens</i>
		<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>	<i>Pinnularia sinistra</i>
		<i>Psammothidium helveticum</i>	<i>Surirella roba</i>
		<i>Tabellaria flocculosa</i>	

Seebach (Messstelle 8330)

Mit nur 18 nachgewiesenen Arten ist die Diatomeenflora des Arbersee-Ablaufs sehr artenarm und wird durch die Dominanz der acidobionten *Eunotia exigua* geprägt, einem Indikator anthropogener Versauerung. Individuenreiche Vorkommen von *Eunotia incisa* und *Eunotia meisteri* deuten jedoch gleichzeitig auf einen starken dystrophen Einfluss hin. Versauerungssensible Arten wurden nur als Einzelfunde erfasst.

Tabelle 30: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Seebaches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
12.05.2009	66,6	22,4	75,1	24,2	0,5	0,0	1,42	0,32	-72,6	11
05.10.2009	47,0	35,0	74,9	24,1	0,2	0,2	1,13	0,32	-52,4	14

Tabelle 31: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Seebaches 2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Eunotia exigua	Eunotia incisa	Eunotia meisteri	Eunotia tenella
			Pinnularia subcapitata

Seebach (Messstelle 8331)

Die Gesellschaftsstrukturen des rechten Arbersee-Zulaufs ähneln in hohem Maße denen des nahe gelegenen linken Zulaufs (Messstelle 8338). So stellen auch hier *Eunotia incisa*, *Tabellaria flocculosa* und *Eunotia exigua* die häufigsten Diatomeen dar. Der dystrophe Einfluss ist jedoch weniger deutlich ausgeprägt. So fehlen die im linken Zulauf nachgewiesenen typischen „Moor-Arten“ *Brachysira brebissonii* und *Frustulia saxonica*. Wie im linken Zulauf handelt es sich um extrem artenarme Gesellschaften. Insgesamt wurden nur 12 Taxa nachgewiesen (linker Zulauf: 14).

Tabelle 32: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Seebaches (Messstelle 8331)

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
12.05.2009	5,6	57,2	62,5	37,5	0,0	0,0	0,01	0,47	-6,9	9
05.10.2009	44,4	15,7	59,4	40,6	0,0	0,0	0,01	0,51	-52,1	10

Tabelle 33: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Seebaches 2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Eunotia incisa</i>	<i>Eunotia exigua</i>		<i>Eunotia tenella</i>
	<i>Tabellaria flocculosa</i>		

Vorderer Schachtenbach (Messstelle 11790)

In der Zeitreihe von 1994 bis 2011 weist die Diatomeenflora eine außerordentliche Konstanz auf indiziert seit Juni 2004 zu allen Untersuchungszeitpunkten episodisch schwach saure Zustände (Säurezustandsklasse 2). Jedoch besteht eine zunehmende Tendenz zur Säurezustandsklasse 1. So vermindern sich die Anteile der Versauerungszeiger (VZ) seit 2008 auf Werte um 1 % (siehe Tabelle 34). Es dominiert die circumneutrale Artengruppe, zeitweise ist jedoch auch die acidophile *Achnanthes oblongella* noch individuenreich vertreten.

Tabelle 34: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Vorderen Schachtenbaches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
12.04.1994	17,5	0,4	11,5	86,4	1,8	0,0	4,31	1,13	-21,0	14
22.06.1994	1,9	0,0	0,9	2,5	96,4	0,0	4,21	2,45	-1,0	10
17.08.1994	12,7	1,9	6,9	34,0	57,8	8,7	4,40	1,90	15,9	31
26.10.1994	2,4	0,6	1,7	37,9	61,3	7,8	6,16	1,99	32,6	21
27.05.1999	11,2	0,2	9,8	23,7	66,3	0,5	5,49	1,96	-0,7	20
28.09.1999	7,7	1,4	5,0	26,9	67,2	2,6	5,52	2,03	23,2	33
26.04.2004	8,6	0,2	3,4	17,6	78,0	0,2	5,14	2,20	-3,7	20
15.09.2004	2,1	0,0	1,9	9,4	88,0	0,6	6,98	2,34	73,6	27
16.04.2008	0,7	0,7	1,2	7,1	91,3	0,0	5,13	2,38	18,2	20
27.10.2008	0,2	0,0	0,0	15,2	82,7	0,5	6,54	2,32	32,2	30
20.04.2011	1,6	0,0	0,4	5,6	93,9	0,2	6,87	2,42	17,8	27
13.10.2011	1,2	1,6	1,8	25,6	70,8	5,3	5,65	2,13	24,2	39

Tabelle 35: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Vorderen Schachtenbaches 1994-2011

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Eolimna minima</i>	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	<i>Eunotia minor</i>
<i>Diatoma mesodon</i>	<i>Fragilaria rumpens</i>	<i>Eunotia exigua</i>	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>
		<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Fragilaria virescens</i>
		<i>Psammothidium subatomoides</i>	<i>Planothidium lanceolatum</i>
			<i>Psammothidium helveticum</i>
			<i>Surirella roba</i>

Fichtelgebirge

Birkenbach (Messstelle 22875)

In den Jahren 1994 bis 2004 ist die Gewässerstelle als permanent bis periodisch stark sauer zu charakterisieren. Es dominieren die typischen Versauerungszeiger *Eunotia exigua* und *Pinnularia subcapitata*. Mit gleichfalls hohen Anteilen tritt zeitweise die acidophile *Eunotia tenella* hinzu. Circumneutrale und alkaliphile Arten sind nur vereinzelt vertreten. Abweichende Verhältnisse wurden dagegen im Jahr 2009 angetroffen: Im April wurde eine starke Zunahme dystrophenter Diatomeen (z.B. *Chamaepinnularia soehrensii*, *C. mediocris*, *Frustulia erifuga*) beobachtet, im Oktober dagegen ein Massenvorkommen der saprophilen *Mayamaea atomus* var. *permitis*. Diese ist eine kleinschalige Art, die infolge ihrer hohen Teilungsrate bei episodischer organischer Belastung häufig hohe Dichten ausbildet und die Gesellschaften dominiert. Die im Jahr 2009 beobachteten deutlich voneinander abweichenden Gesellschaftsstrukturen – hohe Anteile von Dystrophie-Zeigern im April und Dominanz eines Indikators saprobieller Belastung im Oktober – sind Ausdruck stark wechselnder Einflussgrößen, die aus ökologischer Sicht kein heterogenes Bild ergeben. Zu ihrer Bewertung sind Informationen zu den Bedingungen während der Probenahmen erforderlich. So deutet etwa das individuenreiche Vorkommen der aerophilen *Pinnularia obscura* im April 2009 auf abweichende Verhältnisse im Vergleich zu den Vorjahren hin.

Tabelle 36: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Birkenbaches

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
28.03.1994	48,5	5,5	51,5	48,0	0,5	0,0	0,63	0,61	-92,5	8
09.05.1994	41,9	12,5	50,5	39,8	7,5	2,2	2,60	0,70	-69,5	23
21.08.1994	72,1	3,7	74,9	17,1	1,2	1,7	1,19	0,32	-87,4	20
15.11.1994	82,9	5,1	87,1	11,3	0,0	0,0	0,70	0,14	-92,1	14
06.04.1995	46,2	10,6	55,5	38,3	2,5	0,3	1,09	0,57	-80,4	20
03.05.1999	96,2	0,0	96,2	3,8	0,0	0,0	0,51	0,05	-99,1	5
19.10.1999	96,6	0,2	96,8	2,7	0,5	0,0	0,63	0,05	-98,3	6
23.03.2004	66,8	7,4	71,2	26,9	1,2	0,4	1,09	0,37	-83,3	22
02.11.2004	72,1	4,2	73,5	24,2	2,0	0,6	1,40	0,35	-86,9	24
21.04.2009	32,0	37,2	65,8	18,4	14,1	0,2	1,86	0,60	-40,4	25
05.10.2009	8,8	1,0	7,3	6,6	3,9	82,1	5,36	3,26	-7,6	14

Tabelle 37: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Birkenbaches 1994-2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Eunotia exigua	Chamaepinnularia soehrensii	Pinnularia obscura	
Mayamaea atomus var. permitis	Eunotia tenella		
	Pinnularia subcapitata		

Eger (Messstelle 22837)

In den Jahren 1994 bis 1999 weisen die Diatomeengesellschaften der Eger oberhalb Voitsumra keine bemerkenswerten Veränderungen auf und stellen typische Assoziationen der Säurezustandsklasse 3 dar. Mit *Eunotia exigua* und *Psammothidium helveticum* dominieren Versauerungsindikatoren, co-dominant tritt die acidophile *Achnanthes oblongella* hinzu. Als Begleitarten sind weitere acidophile Arten vorhanden, aber auch circumneutrale Diatomeen sind zeitweise in beachtlicher Dichte assoziiert (siehe Tabelle 38). Dies berechtigt dazu, die Gewässerstelle dem oberen Bereich der Säurezustandsklasse 3 zuzuordnen (HOFMANN 2000). In den Jahren 2004 und 2009 treten die Versauerungszeiger merklich zurück, mit wechselnden Dominanzen stellen acidophile (Frühjahr) und circumneutrale Arten (Herbst) die häufigsten Diatomeen dar. Es besteht eine schwache Tendenz zur Säurezustandsklasse 2.

Tabelle 38: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften der Eger

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
31.08.1994	47,0	8,1	47,8	39,8	11,3	0,4	3,22	0,79	-45,4	31
15.11.1994	22,0	13,9	31,3	41,5	21,1	2,3	2,48	1,14	-18,6	35
06.04.1995	58,6	10,3	61,8	29,6	4,8	2,8	2,88	0,56	-56,2	24
03.05.1999	61,5	4,0	41,0	42,0	15,0	0,5	3,37	0,92	-52,8	22
19.10.1999	13,2	7,3	17,0	64,8	17,2	0,5	2,73	1,27	-10,9	30
23.03.2004	18,8	8,1	20,7	67,1	12,1	0,0	3,39	1,14	-23,6	31
02.11.2004	27,5	1,6	26,5	21,3	52,0	0,0	4,84	1,57	18,3	25
21.04.2009	15,6	9,6	21,5	69,2	8,9	0,2	3,87	1,10	-16,1	34
05.10.2009	9,0	19,7	24,1	41,7	33,0	0,7	4,35	1,35	5,6	50

Tabelle 39: Aspektbildner und häufige Diatomeen der Eger 1994-2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
	Achnanthes oblongella	Achnantheidium minutissimum	Diatoma mesodon
	Eunotia exigua	Gomphonema exilissimum	Eunotia bilunaris
		Gomphonema parvulum	Eunotia incisa
		Psammothidium helveticum	Eunotia paratridentula
			Eunotia tenella
			Fragilaria rumpens
			Fragilaria virescens
			Pinnularia sinistra
			Pinnularia subcapitata
			Surirella roba
			Tabellaria flocculosa

Fichtelnaab (Messstelle 4772)

Die Diatomeenflora des permanent sauren Gewässeranschnittes ist im Zeitraum von 1994 bis 2004 weitgehend unverändert und wird von dem Versauerungszeiger *Eunotia exigua* und der acidophilen *E. tenella* geprägt. Im Jahr 2009 wurde ein verstärktes Aufkommen von dystraphenten Diatomeen beobachtet (*Chamaepinnularia soehrensis*, *Eunotia trinacria*, *Pinnularia silvatica*). Auch wurde erstmals die acidophile *Fragilaria virescens* individuenreich nachgewiesen – eine Art typisch für periodisch bis schwach saure Standorte. Inwieweit es sich dabei um episodische Ereignisse oder um eine einsetzende Reaktion der Diatomeenflora auf abnehmende Säurebelastungen handelt, bleibt zu untersuchen.

Tabelle 40: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften der Fichtelnaab 1994-2009

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
28.03.1994	28,2	6,0	29,9	69,1	0,2	0,0	0,64	0,88	-92,6	15
31.08.1994	65,5	15,3	80,0	20,3	0,0	0,0	0,30	0,25	-84,0	15
15.11.1994	63,9	6,7	70,6	29,4	0,0	0,0	0,01	0,37	-93,3	6
06.04.1995	72,6	7,3	76,0	23,4	0,2	0,0	0,22	0,30	-92,4	9
03.05.1999	89,9	2,5	90,9	9,0	0,0	0,0	0,01	0,11	-97,0	8
19.10.1999	91,8	5,3	97,1	2,9	0,0	0,0	0,01	0,04	-94,7	6
23.03.2004	50,1	9,3	59,4	40,5	0,2	0,0	0,47	0,51	-90,2	11
02.11.2004	64,6	6,2	70,8	29,2	0,0	0,0	1,18	0,37	-89,0	10
04.05.2009	41,0	29,6	69,5	30,3	0,2	0,0	0,67	0,38	-67,9	18
05.10.2009	36,9	15,5	52,2	47,8	0,0	0,0	2,00	0,60	-58,8	17

Tabelle 41: Aspektbildner und häufige Diatomeen der Fichtelnaab 1994-2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystraphente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Eunotia exigua</i>		<i>Eunotia rhomboidea</i>	<i>Chamaepinnularia soehrensis</i>
<i>Eunotia tenella</i>		<i>Fragilaria virescens</i>	<i>Eunotia bilunaris</i>
		<i>Pinnularia subcapitata</i>	<i>Pinnularia silvatica</i>

Röslau (Messstelle 23081)

Die Diatomeenflora der Röslau wurde in den Jahren 1992 bis 1994 intensiv untersucht und kennzeichnet den Gewässerabschnitt in diesem Zeitraum als periodisch deutlich sauer mit Tendenz zum stark sauren Zustand (HOFMANN 2000). Seitdem ist eine langsame, aber kontinuierlich fortschreitende Verbesserung nachzuweisen. Die noch 1999 dominanten acidobionten Versauerungszeiger *Eunotia exigua* und *Pinnularia subcapitata* sowie das weitgehend tolerante *Psammothidium helveticum* treten seit dem Jahr 2004 merklich zurück und acidophile Arten (*Achnanthes oblongella*, *Eunotia tenella*) gewinnen an Bedeutung. Von hohem Indikationswert ist das Aufkommen einer Reihe von circumneutralen Arten, deren Vorkommen auf einen verminderten Versauerungseinfluss schließen lassen (siehe Tabelle 42). Diese versauerungssensible Gruppe erreicht noch keine hohen Anteile, ist aber mit mehreren Taxa (z.B. *Surirella roba*) vertreten.

Tabelle 42: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften der Röslau

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
31.08.1994	96,2	0,9	81,1	19,1	0,3	0,0	1,86	0,25	-96,6	18
15.11.1994	97,6	2,4	91,9	8,2	0,3	0,0	1,42	0,11	-97,6	11
06.04.1995	97,5	2,1	99,1	1,0	0,0	0,0	0,63	0,01	-97,5	8
03.05.1999	99,6	0,2	98,1	1,7	0,0	0,0	0,77	0,02	-99,8	5
19.10.1999	93,1	0,0	91,9	6,6	1,5	0,0	1,32	0,12	-93,1	7
23.03.2004	80,4	1,3	62,0	33,9	4,3	0,0	2,06	0,53	-85,1	16
02.11.2004	48,3	2,5	34,3	63,7	1,4	0,0	2,95	0,84	-56,6	20
21.04.2009	77,7	1,2	70,9	24,5	4,4	0,0	1,94	0,42	-78,0	18
05.10.2009	56,0	3,1	45,0	48,1	6,7	0,0	2,27	0,77	-58,7	23

Tabelle 43: Aspektbildner und häufige Diatomeen der Röslau 1994-2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Eunotia exigua</i>	<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Psammothidium helveticum</i>	<i>Eunotia tenella</i>
	<i>Pinnularia subcapitata</i>		<i>Frustulia erifuga</i>

Weißer Main (Messstelle 13396)

Noch 1999 war der Weiße Main anhand seiner Diatomeenflora als periodisch deutlich sauer zu charakterisieren (Säurezustandsklasse 3). Mit Anteilen über 5 % wurden ausschließlich *Eunotia exigua*, *Psammothidium helveticum* und *Fragilaria virescens* erfasst – alle acidobiont bzw. acidophil. Versauerungssensible circumneutrale Diatomeen waren nur in geringer Zahl präsent. Seitdem ist eine deutliche Verbesserung mit Tendenz zur Säurezustandsklasse 2 zu beobachten. Die vormaligen dominanten Versauerungsindikatoren *E. exigua* und *P. helveticum* treten zunehmend zugunsten versauerungssensibler Arten zurück (siehe Tabelle 44). Zu nennen sind etwa die acidophile *Achnanthes oblongella* und die circumneutralen Taxa *Fragilaria rumpens*, *Surirella roba* sowie der Formenkreis um *Gomphonema gracile*/*G. hebridense*. Wurden circumneutrale Arten im Jahr 1994 nur in geringer Zahl nachgewiesen, vermögen diese ihre Anteile 2009 zeitweise auf bis zu 44 % (Oktober) zu steigern. Die Zahl der Indikatoren anthropogener Versauerung verringert sich demgegenüber von 66 % im November 1994 auf 6 % im Oktober 2009. Allerdings sind noch starke Schwankungen nachzuweisen.

Tabelle 44: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Weißen Mains

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
28.03.1994	90,0	0,4	26,5	74,1	0,6	0,1	2,76	0,93	-99,1	18
31.08.1994	87,8	3,7	38,7	57,7	2,2	0,2	2,89	0,79	-88,2	24
15.11.1994	65,6	12,1	54,1	42,9	2,7	0,0	2,26	0,61	-72,4	18
06.04.1995	71,1	7,6	49,3	48,2	1,2	0,0	2,20	0,64	-85,8	14
03.05.1999	81,4	5,0	65,6	32,3	2,0	0,0	2,09	0,45	-85,9	10
19.10.1999	86,4	1,1	69,7	23,7	5,2	0,0	2,03	0,43	-85,2	12
23.03.2004	33,7	6,5	33,2	37,7	28,3	0,0	2,74	1,19	-39,2	23
02.11.2004	42,2	16,2	48,8	39,1	11,3	0,0	2,20	0,78	-46,0	27
04.05.2009	34,1	13,1	41,0	42,9	10,5	3,6	2,25	0,95	-45,2	45
05.10.2009	6,1	1,9	7,5	12,9	44,1	0,0	3,14	1,96	34,3	20

Tabelle 45: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Weißen Mains 1994-2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Eunotia exigua</i>	<i>Fragilaria rumpens</i>	<i>Eunotia tenella</i>	<i>Achnanthes oblongella</i>
<i>Psammothidium helveticum</i>	<i>Gomphonema hebridense</i>	<i>Fragilaria virescens</i>	<i>Eunotia incisa</i>
		<i>Surirella roba</i>	<i>Gomphonema gracile</i>

Zinnbach (Messstelle 23088)

Die Diatomeenflora zeigt sich in den Jahren 1994 bis 2004 weitgehend unverändert und charakterisiert den Gewässerabschnitt als permanent stark sauer. Es dominiert *Eunotia exigua*, die Charakterart anthropogener Versauerung. Subdominant tritt *E. rhomboidea* hinzu, deren Vorkommen auf einen deutlichen dystrophen Einfluss deutet. Mit wechselnden Anteilen sind weitere Dystrophie- und Versauerungsindikatoren assoziiert. Im Mai 2009 wurde ein Aufkommen diverser circumneutralen und alkaliphiler Taxa beobachtet (siehe Tabelle 46), die jedoch bereits im Oktober des gleichen Jahres nicht mehr nachzuweisen waren. Ob dies lediglich von episodischer Natur war oder eine Reaktion der Diatomeenflora auf die seit 1998 zunehmenden Alkalinität und verminderte pH-Amplitude darstellt, kann auf Grund der geringen Untersuchungsintensität derzeit nicht beantwortet werden.

Tabelle 46: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften des Zinnbachs

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
31.08.1994	29,1	62,6	91,1	9,0	0,5	0,0	0,74	0,12	-36,9	20
15.11.1994	38,3	51,6	87,6	8,5	0,5	0,0	0,64	0,12	-43,4	14
06.04.1995	57,9	24,0	80,7	16,3	1,4	0,0	1,16	0,24	-71,4	21
03.05.1999	49,1	42,7	88,9	8,4	1,1	0,5	1,28	0,15	-51,3	23
19.10.1999	73,9	25,3	99,0	0,7	0,0	0,0	0,42	0,01	-73,9	8
23.03.2004	54,8	29,7	82,9	16,9	0,0	0,0	0,22	0,21	-70,1	14
02.11.2004	32,9	49,9	82,6	17,1	0,2	0,2	0,63	0,23	-49,0	14
04.05.2009	42,2	39,1	81,0	3,1	7,4	11,0	2,58	0,55	-39,6	29
05.10.2009	70,4	21,3	89,5	9,8	0,2	0,2	0,69	0,14	-77,5	18

Tabelle 47: Aspektbildner und häufige Diatomeen des Zinnbachs 1994-2009

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Eunotia exigua		Eunotia tenella	Chamaepinnul. soehrensensis
Eunotia rhomboidea			Eunotia bilunaris
			Eunotia incisa
			Pinnularia silvatica

Oberpfälzer Wald

Tirschenreuther Waldnaab (Messstelle 4550)

Von der Gewässerstelle liegen lediglich fünf Diatomeenanalysen aus den Jahren 2004 bis 2010 vor. Fundierte Aussagen zur zeitlichen Dynamik sind auf dieser Grundlage nicht möglich. Mit wechselnden Dominanzen bilden in den drei Untersuchungsjahren sowohl acidobionte und acidophile als auch circumneutrale Diatomeen individuenreiche Bestände aus. Im November 2004 und April 2008 stellen die säuretoleranten Arten die dominante Gruppe dar. Im Oktober 2008 ist ein verstärktes Aufkommen circumneutraler und alkaliphiler/alkalibionter Diatomeen zu beobachten, deren Bestände auch 2010 noch bestehen (siehe Tabelle 48). Zu nennen ist insbesondere die circumneutrale *Gomphonema parvulum*, die in beiden Proben des Jahres 2010 Anteile von nahezu 30 % erreicht – aber auch das erstmalige Auftreten von *Gomphonema minutum*, die 2010 in beiden Proben als häufige Begleitart dokumentiert wurde (falls korrekt bestimmt). *G. minutum* ist eine typische Art eutropher Gewässer und bereits unter schwach sauren Bedingungen nicht mehr zu finden. Weitere Untersuchungen sind erforderlich.

Tabelle 48: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften der Tirschenreuther Waldnaab

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
02.11.2004	9,5	3,7	11,0	66,0	22,9	0,0	2,81	1,40	-2,6	24
24.04.2008	21,6	40,6	61,5	27,1	9,0	3,2	3,38	0,63	-17,4	35
15.10.2008	3,4	3,9	7,4	49,0	39,2	12,5	5,46	1,74	23,3	33
14.04.2010	7,0	15,7	20,4	21,9	36,3	17,5	5,26	2,15	26,1	33
25.10.2010	28,7	8,4	37,1	19,6	31,4	12,7	3,68	1,64	1,4	21

Tabelle 49: Aspektbildner und häufige Diatomeen der Tirschenreuther Waldnaab 2004-2010

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
Achnanthes oblongella	Gomphonema parvulum	Chamaepinnularia soehrensii	Achnantheidium minutissimum
		Eunotia exigua	Eunotia implicata
		Fragilaria virescens	Eunotia tenella
		Gomphonema exilissimum	Frustulia rhomboides
		Pinnularia silvatica	Gomphonema minutum
		Pinnularia subcapitata	

Tirschenreuther Waldnaab (Messstelle 4553)

Wie an Messstelle 4550 liegen auch hier lediglich fünf Diatomeenanalysen aus den Jahren 2004 bis 2010 vor. Fundierte Aussagen zur Versauerungsdynamik sind auf dieser Grundlage nicht möglich. Die Gesellschaften lassen jedoch eine hohe Stabilität erkennen, die durch die Dominanz circumneutralen und acidophiler Arten gekennzeichnet ist (siehe Tabelle 50). Versauerungszeiger und acidobionte Diatomeen sind in deutlich geringerer Zahl vertreten als an Messstelle 4550. Auch die im Vergleich höheren Anteile circumneutraler versauerungssensibler Arten lassen auf eine geringere Belastung schließen (permanent nicht sauer, aber versauerungsgefährdet) als an Stelle 4550.

Tabelle 50: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften der Tirschenreuther Waldnaab

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
02.11.2004	2,6	2,0	3,8	30,3	52,6	13,1	4,62	2,18	10,7	41
24.04.2008	2,9	3,9	6,8	40,1	47,8	7,0	6,15	1,87	17,6	29
15.10.2008	2,9	1,9	4,8	41,8	48,5	8,7	6,12	1,88	23,9	27
14.04.2010	3,5	7,0	9,1	16,2	63,3	16,2	5,67	2,12	20,7	31
25.10.2010	4,2	4,2	8,3	28,8	53,7	14,1	5,67	2,00	19,3	32

Tabelle 51: Aspektbildner und häufige Diatomeen der Tirschenreuther Waldnaab

2004-2010

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
	Achnanthes oblongella	Achnantheidium minutissimum	Achnantheidium lanceolata
		Diatoma mesodon	Eunotia implicata
		Eolimna minima	Eunotia minor
		Navicula lanceolata	Nupela lapidosa
		Psammothidium subatomoides	Planothidium frequentissimum

Spessart

Aschaff (Messstelle 22376)

Im Vergleich der Jahre 1994 und 1999 ist eine deutliche Umstrukturierung der Gesellschaften dokumentiert. Dominierte 1994 mit *Eunotia exigua* noch die charakteristische Indikatorart anthropogener Versauerung, waren die Gesellschaften mit Beginn des Jahres 1995 bis ins Frühjahr 2007 durch versauerungssensible, circumneutrale Diatomeen geprägt, denen subdominant acidophile Arten hinzugesellt sind. Die Anteile der Versauerungszeiger sind in diesem Zeitraum deutlich bis drastisch vermindert (siehe Tabelle 52). Im Herbst 2007 und im Jahr 2010 ist ein Aufkommen von acidophilen Taxa zu beobachten, die als typische Indikatoren schwach saurer Gewässer gelten. Zu nennen sind *Achnanthes oblongella*, *Eunotia implicata* und *Eunotia minor*. Ihre Vorkommen lassen jedoch nicht zwangsläufig auf eine gegenüber den Vorjahren erhöhte Säurebelastung schließen. Weiterführende Untersuchungen sind erforderlich.

Tabelle 52: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften der Aschaff (Messstelle 22376)

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
16.03.1994	94,3	2,7	93,0	5,8	0,0	0,0	1,23	0,07	-95,4	8
06.06.1994	68,6	3,9	70,3	4,4	23,1	0,6	3,37	0,66	-64,6	25
13.02.1995	8,6	6,2	10,9	12,2	65,1	13,7	5,23	2,16	6,3	51
07.12.1999	5,0	1,6	5,4	11,7	80,5	1,8	6,71	2,21	46,7	30
14.04.2004	10,9	1,3	5,5	31,1	58,4	4,5	5,89	2,00	29,5	35
14.10.2004	2,5	2,1	3,6	34,7	57,1	1,4	6,18	1,97	39,7	30
27.03.2007	2,0	0,0	2,0	42,0	55,5	0,5	4,82	1,93	51,7	14
25.09.2007	4,4	0,4	4,9	64,1	29,4	0,2	4,51	1,57	18,1	20
06.04.2010	11,8	0,2	8,3	64,8	27,0	0,0	5,72	1,48	1,4	9
28.09.2010	7,3	3,1	7,7	50,6	34,3	2,2	5,76	1,64	10,7	40

Tabelle 53: Aspektbildner und häufige Diatomeen der Aschaff 1994-2010

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Achnantheidium minutissimum</i>	<i>Diatoma mesodon</i>	<i>Gomphonema calcifugum</i>
<i>Eunotia exigua</i>	<i>Eunotia implicata</i>	<i>Psammothidium subatomoides</i>	<i>Gomphonema micropus</i>
	<i>Eunotia minor</i>	<i>Surirella roba</i>	<i>Planothidium lanceolatum</i>
	<i>Gomphonema exilissimum</i>		<i>Psammothidium helveticum</i>
	<i>Psammothidium daoense</i>		

Speckkahl (Messstelle 22619)

Die Speckkahl ist anhand ihrer Diatomeenflora im gesamten Untersuchungszeitraum 1994 bis 2010 als periodisch deutlich sauer zu charakterisieren. Dabei sind die Gesellschaften einer starken Dynamik unterworfen. So stellen sowohl Versauerungszeiger zeitweise sehr hohe Gesellschaftsanteile als auch acidophile und dystrophente Arten. Auch versauerungssensible circumneutrale Taxa erreichen episodisch bedeutende Gesellschaftsanteile (siehe Tabelle 54). Insgesamt werden eine hohe pH-Amplitude und in deren Folge instabile Gesellschaftsstrukturen angezeigt. Eine Verringerung der diatomeen-indizierten Versauerung ist durch die anhaltend hohe Dynamik der Gesellschaften nicht nachzuweisen. Bemerkenswert sind die zeitweise hohen Anteile dystrophenter Diatomeen wie zum Beispiel *Eunotia rhomboidea*, *Brachysira brebissonii* und *Eunotia trinacria*, die auf einen Einfluss natürlich versauernder Faktoren schließen lassen.

Tabelle 54: Kenngrößen der Diatomeengesellschaften der Speckkahl

VZ = Indikatoren anthropogener Versauerung, dys = Dystrophie-Zeiger, acb = acidobionte Arten, acp = acidophile Arten, circ = circumneutrale Arten, alkfb = alkaliphile und alkalibionte Arten [alle Artengruppen in Summenprozent]; VQ = Versauerungsquotient

Datum	VZ	dys	acb	acp	circ	alkfb	ACID-Index	pH-Index	VQ	Taxazahl
24.03.1994	20,5	41,6	52,5	26,1	16,1	2,5	3,20	0,84	-19,7	57
06.06.1994	38,6	28,1	64,7	13,7	15,0	2,4	3,21	0,64	-36,3	44
29.08.1994	42,4	33,1	72,8	14,4	9,6	0,0	2,63	0,42	-41,5	40
12.12.1994	35,6	12,3	46,4	5,7	46,1	0,9	2,25	1,24	-30,5	32
13.02.1995	29,8	27,5	52,6	19,1	24,8	2,1	3,31	0,94	-21,3	49
09.11.1999	71,3	16,3	86,4	11,0	0,9	0,0	1,40	0,16	-72,0	17
07.12.1999	80,0	11,1	88,5	10,6	0,3	0,0	0,67	0,14	-80,0	18
14.04.2004	69,6	10,4	79,4	18,3	2,2	0,0	1,99	0,28	-69,0	26
14.10.2004	27,8	35,5	62,9	35,9	1,0	0,0	2,52	0,47	-27,8	21
27.03.2007	32,6	14,0	45,4	17,7	34,5	0,6	2,10	1,12	-30,7	42
25.09.2007	46,3	27,3	72,5	15,6	9,6	0,4	2,63	0,46	-44,3	41
06.04.2010	48,5	18,3	64,9	18,8	12,6	2,6	2,93	0,63	-46,1	46
28.09.2010	53,5	16,1	68,4	19,5	9,9	1,0	2,87	0,51	-49,2	42

Tabelle 55: Aspektbildner und häufige Diatomeen der Speckkahl 1994-2010

dunkelrot = acidobionte Arten, hellrot = acidophile Arten, blau = circumneutrale Arten, gelb = alkaliphile und alkalibionte Arten, braun = dystrophente Arten

Max. Häufigkeit > 50	≤ 50% und > 25%	≤ 25% und > 10%	≤ 10% und > 5%
<i>Eunotia exigua</i>	<i>Eunotia rhomboidea</i>	<i>Achnanthes oblongella</i>	<i>Brachysira brebissonii</i>
	<i>Surirella roba</i>	<i>Eunotia implicata</i>	<i>Eunotia tenella</i>
		<i>Eunotia incisa</i>	<i>Pinnularia obscura</i>
		<i>Eunotia trinacria</i>	<i>Pinnularia silvatica</i>
		<i>Psammothidium bristolium</i>	

Die Entwicklungen im Überblick

Obgleich im **Bayerischen Wald** ein deutlicher Rückgang der Schwefeldepositionen zu beobachten war (SCHMEDTJE et al. 1999), konnten noch 1999 keine weitreichenden Veränderungen der Diatomeenflora nachgewiesen werden. Lediglich im Bernrieder Bach, im Hirschbach und im Vorderen Schachtenbach war eine positive Entwicklung zu beobachten (HOFMANN & SCHIEFELE 2000). In der Folgeuntersuchung 2004 wurde in acht der untersuchten Gewässer eine Verminderung der Säurebelastung angezeigt (HOFMANN 2005). Die Verhältnisse in der Großen Ohe, im Hinteren Schachtenbach und im Kleinen Rachelbach waren dagegen weitgehend unverändert.

Seitdem hat sich die positive Entwicklung auf alle Untersuchungsstellen ausgeweitet. An allen Gewässerabschnitten wird eine verminderte Versauerung indiziert, wobei das Ausmaß der Verbesserungen schwankt (siehe Tabelle 56) und auch von der Ausgangslage abhängt. Die Abnahme der biologisch wirksamen Versauerung äußert sich deutlich durch den Rückgang typischer Indikatoren anthropogener Versauerung bei gleichzeitiger Zunahme versauerungssensiblerer Diatomeenarten. Im Kleinen Rachelbach hat die verminderte Säurebelastung ein starkes Aufkommen dystropher Diatomeen zur Folge, die die vormals dominanten Versauerungszeiger zurückdrängen.

Die Verbesserungen kommen zum großen Teil auch in den pH-Ganglinien zum Ausdruck, scheinen in ihrem Ausmaß aber weniger von den absoluten pH-Werten als vielmehr von der Höhe der pH-Schwankungen im Jahresverlauf bzw. dem Puffermögen sowie dem Überschreiten biologisch wirksamer Schwellenwerte abhängig zu sein. Eine Abnahme der pH-Amplituden ist an der Mehrzahl der Stellen zu beobachten. Weiterführende Analysen erfolgen durch das Bayerische Landesamt für Umwelt.

Das **Fichtelgebirge** ist die Region mit den am stärksten, bereits im Grundwasservorkommen versauerten Gewässern (SCHMEDTJE et al. 1999). Im Vergleich zum Bayerischen Wald wird in den untersuchten Gewässern anhand der Diatomeenflora unverändert ein deutlich höherer Säurestatus angezeigt. So sind drei der sechs untersuchten Bäche – Birkenbach, Fichtelnaab und Zinnbach nach wie vor als stark versauert zu charakterisieren. Die Röslau war noch 1999 als permanent stark sauer zu bewerten, erreicht aktuell aber die Säurezustandsklasse 3.

Die Eger und der Weiße Main sind durch ihre geografische Lage nach Osten abgeschirmt und dadurch besser vor Depositionen aus den angrenzenden Gebieten geschützt als Birkenbach, Fichtelnaab, Röslau und Zinnbach. Beide Gewässer sind weiterhin als periodisch kritisch sauer zu bewerten. Anhand der Diatomeenflora wird jedoch ein verminderter Säureeinfluss indiziert – es besteht eine Tendenz zur Säurezustandsklasse 2. Im Vergleich zum Bayerischen Wald ergeben sich damit im Fichtelgebirge deutlich geringere Verbesserungen der Säurebelastung.

Der Naturraum **Spessart** ist lediglich durch zwei Gewässer im Untersuchungsprogramm vertreten. Während in der Aschaff seit 1995 eine deutliche Verminderung der Säurebelastung angezeigt wird, weist die Diatomeenflora der Speckkahl eine hohe Dynamik auf, die keine eindeutigen Aussagen erlaubt.

Tabelle 56: Entwicklung des indizierten Versauerungseinflusses auf die Gesellschaften

		Geringe Verbesserung	Moderate Verbesserung	Starke Verbesserung	Keine Verbesserung	
SZK = Säurezustandsklassen im letzten Untersuchungsjahr, dys = stark dystroph beeinflusst						
Mst. Nr	Gewässer	Naturraum	Zeitraum	Probenzahl	Entwicklung	SZK
10746	Böbracher Bach	Bayerischer Wald	1994-2011	12		2
11801	Große Ohe	Bayerischer Wald	1994-2011	13		2
11793	Hinterer Schachtenbach	Bayerischer Wald	1994-2011	12		(1-) 2
8156	Hirschbach	Bayerischer Wald	1994-2011	13		1
8261	Hochfallbach	Bayerischer Wald	1994-2011	12		1-2
8153	Kleiner Rachelbach	Bayerischer Wald	1994-2011	13		Dys
8150	Kleiner Regen	Bayerischer Wald	1994-2011	14		1
11838	Sagwasser	Bayerischer Wald	1994-2011	12		2
13361	Schimmelbach	Bayerischer Wald	1994-2011	15		3
11784	Seebach	Bayerischer Wald	1994-2011	12		2
11790	Vorderer Schachtenbach	Bayerischer Wald	1994-2011	12		1
22875	Birkenbach	Fichtelgebirge	1994-2009	11		3-4
22837	Eger	Fichtelgebirge	1994-2009	9		3
4772	Fichtelnaab	Fichtelgebirge	1994-2009	10		4
23081	Röslau	Fichtelgebirge	1994-2004	9		3
13396	Weißer Main	Fichtelgebirge	1994-2009	10		2-3
23088	Zinnbach	Fichtelgebirge	1994-2009	9		4
22376	Aschaff	Spessart	1994-2010	10		2
22619	Speckkahl	Spessart	1994-2010	13		3

Zusammenfassung

Die vorliegende Studie dokumentiert und analysiert die im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt seit dem Jahr 1994 durchgeführten Erhebungen der Diatomeenflora säuresensitiver Gewässer Bayerns. Anhand von Zeitreihen wird die diatomeen-indizierte Entwicklung des Säurezustands von 24 Gewässerabschnitten im Bayerischen Wald, Fichtelgebirge, Oberpfälzer Wald und Spessart dargestellt. Der Auswertung liegen 237 Proben benthischer Diatomeen zugrunde, die in den Jahren 1994 bis 2011 entnommen und ausgewertet wurden. Zur Erfassung und Bewertung der Versauerungsdynamik werden sowohl etablierte Indikationsverfahren der Fließgewässerversauerung angewandt als auch neue, feiner auflösende Bewertungsmethoden entwickelt. Diese kommen im Rahmen dieser Untersuchung erstmals zum Einsatz.

Im Bayerischen Wald hat sich die seit 1999 lokal zu beobachtende Abnahme der Versauerung verstärkt und auf alle untersuchten 14 Gewässerabschnitte des Naturraums ausgeweitet. An fast allen Untersuchungsstellen wird die Säurezustandsklasse 2 und besser erreicht. Hingegen werden im Fichtelgebirge unverändert deutlich höhere Versauerungsgrade angezeigt: Fünf der sechs untersuchten Bäche sind nach wie vor als permanent sauer bzw. periodisch kritisch sauer zu bewerten. Lediglich an drei dieser Stellen ist eine geringe bis moderate Revitalisierung nachzuweisen. Im Vergleich zum Bayerischen Wald ergibt sich damit im Fichtelgebirge eine deutlich geringere Verminderung der biologischen Versauerungsfolgen. Die Naturräume des Spessarts und des Oberpfälzer Waldes sind jeweils nur durch zwei Stellen mit teilweise geringer Bearbeitungsintensität vertreten.

Literatur

- ALLES, E. (1999): Fließgewässerversauerung im Schwarzwald. Ökologische Bewertung auf der Basis benthischer Diatomeen.- Zentraler Fachdienst Wasser – Boden – Abfall – Altlasten bei der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.- Handbuch Wasser 2: 1-507.
- ANDRÉN, C. & JARLMAN, A. (2008): Benthic diatoms as indicators of acidity in streams.- *Fundamental and Applied Limnology*, Archiv für Hydrobiologie 173/3: 237-253.
- BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Hrsg.) (1999): Versauerung oberirdischer Gewässer in Bayern.- *Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft* 4/99: 1-343.
- BRAUKMANN, U. (1999): Säuregrad. Indikation mit Hilfe des Makrozoobenthos. In: VON TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. (Hrsg.): *Biologische Gewässeruntersuchung.- Methoden der biologischen Gewässeruntersuchung* 2: 286-298.
- CORING (1993): Zum Indikationswert benthischer Diatomeengesellschaften in basenarmen Fließgewässern.- *Dissertation Georg-August Universität Göttingen*, Verlag Shaker (Aachen): 1-165 und Anhang.
- CORING, E. (1999): Säuregrad. Indikation mit Hilfe von Diatomeen. In: VON TÜMPLING, W. & FRIEDRICH, G. (Hrsg.): *Biologische Gewässeruntersuchung.- Methoden der biologischen Gewässeruntersuchung* 2: 298-305.
- DAHINTEN, B. (1995): Bioindikation der Gewässerversauerung mit Hilfe benthischer Kieselalgenengesellschaften.- *Unveröffentlichter Bericht zum F/E-Vorhaben „Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der ECE“*, im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft, München.
- EUROPÄISCHE UNION (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.- *Amtsblatt der Europäischen Union* L 32771, 22.12.2002.
- GIETL, B. & SCHMEDTJE, U. (1994): Zwischenbericht zur Sonderuntersuchung 80.6 „Versauerung oberirdischer Gewässer (Berichtszeitraum 1983-1993)“, Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft.
- HAEUPLER, H. (1982): Evenness als Ausdruck der Vielfalt in der Vegetation. Untersuchungen zum Diversitätsbegriff.- *Diss Botanicae* 65: 1-268.
- HOFMANN, G. (2005): Säurezustandsbewertung ausgewählter Fließgewässer von Niederbayern, Oberfranken und Unterfranken anhand von benthischen Diatomeen.- *Bericht zum Meßprogramm „Versauerung oberirdischer Gewässer in Bayern“*, im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft: 1-34 und Anhang.

- HOFMANN, G. (2000): Säurezustandsbewertung ausgewählter Fließgewässer von Niederbayern, Oberfranken und Unterfranken anhand von benthischen Diatomeen.- Bericht zum Meßprogramm „Versauerung oberirdischer Gewässer in Bayern“, im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft: 1-31 und Anhang.
- HOFMANN, G.; WERUM, M. & LANGE-BERTALOT, H. (2011): Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa.- Gantner Verlag, 908 S.
- HUSTEDT, F. (1938/1939): Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra.- Archiv Hydrobiologie Suppl. 15: 638-798; 16: 274-394.
- KRAMMER, K. & LANGE-BERTALOT, H. (1986-91): Süßwasserflora von Mitteleuropa, Bacillariophyceae. 2/1: Naviculaceae, 876 S.; 2/2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae, 596 S.; 2/3: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae, 576 S.; 2/4: Achnantheaceae, 437 S.; Stuttgart (Fischer).
- KRAMMER, K. (2000): The genus *Pinnularia*.- Diatoms of Europe 1: 1-703.
- LANGE-BERTALOT, H. (1993): 85 Neue Taxa.- Bibliotheca Diatomologica 27: 1-454.
- LANGE-BERTALOT, H. (2001): *Navicula* sensu stricto. 10 Genera Separated from *Navicula* sensu lato *Frustulia*.- Diatoms of Europe 2: 1-526.
- LANGE-BERTALOT, H. & MOSER, G. (1994): *Brachysira*. Monographie der Gattung.- Bibliotheca Diatomologica 29: 1-212.
- LANGE-BERTALOT, H. (1996): Rote Liste der Kieselalgen (Bacillariophyceae) Deutschlands.- Schriftenreihe für Vegetationskunde 28: 633-678.
- LANGE-BERTALOT, H. & METZELTIN, D. (1996): Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativ für drei diverse Seen-Typen.- Iconographia Diatomologica 2: 1-390.
- LANGE-BERTALOT, H.; BAK, M. & WITKOWSKI, A. (2011): *Eunotia* and some related genera.- Diatoms of Europe 6: 1-747.
- MAUCH, E.; SCHMEDTJE, U.; MAETZE, A. & FISCHER, F. (2003): Taxaliste der Gewässerorganismen Deutschlands zur Kodierung biologischer Befunde.- Informationsberichte des Bayerischen Landesamtes für Wasserwirtschaft 1/03: 1-388.
- ROTT, E.; HOFMANN, G.; PALL, K.; PFISTER, P. & PIPP, E. (1997): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 1: Saprobielle Indikation.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1-73.
- ROTT, E.; BINDER, N.; VAN DAM, H.; ORTLER, K.; PALL, K.; PFISTER, P. & PIPP, E. (1999): Indikationslisten für Aufwuchsalgen. Teil 2: Trophieindikation und autökologische Anmerkungen.- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft Wien: 1-248.
- SCHAUMBURG, J.; SCHRANZ, C.; STELZER, D.; HOFMANN, G.; GUTOWSKI, A. & FOERSTER, J. (2006): Handlungsanweisung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten & Phytobenthos: 1- 119. Arbeitsmaterialien des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Stand Januar 2006).

- SCHAUMBURG, J.; SCHRANZ, C.; STELZER, D.; VOGEL, A. & GUTOWSKI, A. (2012):
Verfahrensanleitung für die ökologische Bewertung von Fließgewässern zur
Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie: Makrophyten & Phytobenthos: 1- 191.
Arbeitsmaterialien des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (Stand Januar 2012).
- SCHNELBÖGL, G. (1996): Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschad-
stoffe in der Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der ECE.- Endbericht des Um-
weltbundesamtes Nr. 102 04 362, 251 S.
- SHANNON, C.E. & WEAVER, W. (1949); The mathematical theory of communication.-
Urbana (Univ. Illinois Press), 117 S.
- VAN DAM, H.; MERTENS, A. & SINKELDAM, J. (1994): A coded checklist and ecological indi-
cator values of freshwater diatoms from the Netherlands.- Netherlands Journal of
Aquatic Ecology 28(1): 117-133.
- WITKOWSKI, A.; LANGE.BERTALOT, H. & METZELTIN, D. (2000): Diatoma flora of marine
coasts.- Iconographia Diatomologica 7: 1-925.
- ZAHN, H. (1990): Ergebnisbericht zur Sonderuntersuchung 80.6 „Versauerung oberirdischer
Gewässer (Berichtszeitraum 1983-1990)“, Bayerisches Landesamt für Wasserwirt-
schaft, München, 49 S.
- ZAHN, H. (1991): Monitoringprogramm für versauerte Gewässer durch Luftschadstoffe in der
Bundesrepublik Deutschland im Rahmen der ECE.- Zwischenbericht des Umwelt-
bundesamtes Nr. 102 04 362, 302 S.
- ZELINKA, M. MARVAN, P. (1961): Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der
Reinheit fließender Gewässer.- Arch. Hydrobiol. 57: 389-407.
- ZIEMANN, H.; NOLTING, E. & RUSTIGE K.H. (1999): Bestimmung des Halobienindex.
In: VON TÜMLING, W. & FRIEDRICH, G. (Hrsg.): Biologische Gewässeruntersuchung.-
Methoden der Biologischen Gewässeruntersuchung 2: 310-313.

Anhang

Tabelle A 1: pH-Gruppen und Häufigkeiten der nachgewiesenen Taxa

Kenngößen nach ANDRÉN & JARLMAN (2008): ADMI = *Achnanthydium minutissimum*-Komplex, EUNO = Gattung *Eunotia*; pH* = pH-Gruppen nach VAN DAM et al. (1994), pH** = pH-Gruppen nach Hofmann; n = Zahl der Vorkommen in 237 Proben, % = Summenprozent in 237 Proben

DV-Nr.	Taxon	ADMI	EUNO	pH*	pH**	n	%
6160	<i>Achnanthes</i>	0	0			15,0	6,0
6986	<i>Achnanthes exigua</i>	0	0	alkf	alkb	1,0	0,2
6244	<i>Achnanthes lanceolata</i> - Sippen	0	0		circ	20,0	28,5
6706	<i>Achnanthes lutheri</i>	0	0	acf	acf	2,0	0,4
6268	<i>Achnanthes oblongella</i>	0	0	circ	acf	195,0	2193,6
6271	<i>Achnanthes petersenii</i>	0	0	circ		1,0	0,2
6272	<i>Achnanthes pusilla</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,3
26037	<i>Achnanthydium kranzii</i>	1	0	acf	circ	48,0	45,4
26056	<i>Achnanthydium linearoides</i>	0	0	circ	circ	2,0	0,4
26060	<i>Achnanthydium minutissimum</i> var. <i>minutissim.</i>	1	0	circ	circ	159,0	1287,5
26005	<i>Achnanthydium pyrenaicum</i>	0	0	alkf		2,0	1,5
26006	<i>Achnanthydium subatomus</i>	0	0		circ	2,0	1,7
36262	<i>Achnanthydium subhudsonis</i>	0	0			1,0	0,5
26481	<i>Adlafia bryophila</i>	0	0	circ		1,0	0,2
26569	<i>Adlafia minuscula</i> var. <i>minuscula</i>	0	0	alkf		4,0	0,9
26642	<i>Adlafia suchlandtii</i>	0	0		circ	9,0	3,1
26102	<i>Amphora copulata</i>	0	0	alkf	alkf	2,0	0,5
6044	<i>Amphora ovalis</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,7
6983	<i>Amphora pediculus</i>	0	0	alkf	alkf	19,0	5,8
16565	<i>Brachysira</i>	0	0			1,0	0,3
6291	<i>Brachysira brebissonii</i>	0	0	acf	acb	42,0	42,8
6295	<i>Brachysira neoexilis</i>	0	0		circ	10,0	5,0
6296	<i>Brachysira serians</i>	0	0	acf	acb	3,0	0,8
6823	<i>Caloneis</i>	0	0			3,0	0,8
6300	<i>Caloneis aerophila</i>	0	0		acf	11,0	2,9
6051	<i>Caloneis bacillum</i>	0	0	alkf	alkf	2,0	1,2
26557	<i>Cavinula lapidosa</i>	0	0	acf	acf	3,0	1,5
26609	<i>Cavinula pusio</i>	0	0			1,0	0,2
26474	<i>Chamaepinnularia begeri</i>	0	0			1,0	0,2
26513	<i>Chamaepinnularia evanida</i>	0	0	circ	circ	8,0	8,3
36254	<i>Chamaepinnularia hassiaca</i>	0	0	acf	acb	3,0	0,9
26567	<i>Chamaepinnularia mediocris</i>	0	0	acf	acb	79,0	55,1
36255	<i>Chamaepinnularia muscicola</i>	0	0	acf		1,0	0,5
26628	<i>Chamaepinnularia soehrensii</i> var. <i>soehrensii</i>	0	0	acf	acb	74,0	123,6
26480	<i>Chamaepinnularia submuscicola</i>	0	0			1,0	1,0
6306	<i>Cocconeis neothumensis</i>	0	0	alkb	alkb	1,0	0,8
6020	<i>Cocconeis pediculus</i>	0	0	alkf	alkb	3,0	0,6
36025	<i>Cocconeis placentula</i>	0	0	alkf	circ	24,0	7,5

DV-Nr.	Taxon	ADMI	EUNO	pH*	pH**	n	%
6146	Cyclotella	0	0			3,0	6,9
6031	Cymatopleura solea var. solea	0	0	alkf	alkb	1,0	0,2
6157	Cymbella	0	0			7,0	1,7
6895	Cymbella microcephala	0	0	alkf	circ	17,0	9,3
26137	Cymbopleura amphicephala	0	0	circ	circ	2,0	0,6
26210	Cymbopleura naviculiformis	0	0	circ	circ	1,0	0,2
26267	Diadismis	0	0			1,0	0,2
26497	Diadismis contenta	0	0	alkf		49,0	26,3
26525	Diadismis perpusilla	0	0	circ	acf	38,0	24,2
6185	Diatoma anceps	0	0		circ	9,0	3,7
6208	Diatoma ehrenbergii	0	0	alkb	alkf	1,0	0,2
6167	Diatoma hyemalis var. hyemalis	0	0	alkf		2,0	1,1
6949	Diatoma mesodon	0	0	circ	circ	153,0	2410,8
6209	Diatoma moniliformis ssp. moniliformis	0	0		alkb	1,0	0,2
6006	Diatoma vulgare	0	0	alkb	alkb	6,0	10,2
6869	Diploneis	0	0			2,0	0,4
6347	Diploneis oculata	0	0	circ	circ	1,0	0,2
6348	Diploneis parva	0	0			1,0	0,2
6349	Diploneis petersenii	0	0	circ	circ	2,0	0,4
26288	Encyonema	0	0			2,0	0,5
16991	Encyonema cespitosum var. cespitosum	0	0		alkf	2,0	0,4
26177	Encyonema hebridicum	0	0	acf	acf	2,0	0,4
26208	Encyonema minutum	0	0	circ	circ	4,0	1,2
36059	Encyonema neogracile	0	0	acf	acf	14,0	5,0
26214	Encyonema paucistriatum	0	0			1,0	0,2
26218	Encyonema perpusillum	0	0	acf	acf	8,0	2,3
36062	Encyonema silesiacum	0	0	circ	circ	32,0	17,0
26147	Encyonopsis cesatii var. cesatii	0	0	circ	circ	1,0	0,5
26163	Encyonopsis falaisensis	0	0		circ	2,0	0,4
26568	Eolimna minima	0	0	alkf	circ	74,0	202,3
26638	Eolimna subminuscula	0	0	alkf	alkb	3,0	1,0
6998	Eunotia	0	1		acf	33,0	18,5
26360	Eunotia bigibba	0	1	acf	acf	1,0	0,2
6213	Eunotia bilunaris var. bilunaris	0	1	acf	acb	108,0	135,5
6761	Eunotia botuliformis	0	1	acf	acf	12,0	6,8
26361	Eunotia curtagrunowii	0	1	acf	acf	8,0	5,7
6357	Eunotia diodon	0	1	acf	acf	1,0	0,2
6975	Eunotia exigua var. exigua	0	1	acb	acb	230,0	6435,0
6358	Eunotia faba	0	1	acf	acf	1,0	0,2
6359	Eunotia fallax var. fallax	0	1	acf	acb	12,0	3,6
6361	Eunotia formica	0	1	acf		2,0	1,5

DV-Nr.	Taxon	ADMI	EUNO	pH*	pH**	n	%
6362	<i>Eunotia glacialis</i>	0	1	acf	acf	23,0	11,2
6364	<i>Eunotia implicata</i>	0	1	acf	acf	35,0	120,4
6214	<i>Eunotia incisa</i>	0	1	acf	acb	174,0	778,5
6365	<i>Eunotia intermedia</i>	0	1	acf	acf	10,0	299,8
6367	<i>Eunotia meisteri</i>	0	1	acf	acf	60,0	59,1
6369	<i>Eunotia minor</i>	0	1	acf	acf	161,0	355,5
26338	<i>Eunotia mucophila</i>	0	1	acf	acf	10,0	8,6
36240	<i>Eunotia neocompacta</i>	0	1		acf	21,0	16,0
6373	<i>Eunotia paludosa</i> var. <i>paludosa</i>	0	1	acb	acb	71,0	52,0
36241	<i>Eunotia paratridentula</i>	0	1	acf	acf	75,0	61,1
6168	<i>Eunotia pectinalis</i> var. <i>pectinalis</i>	0	1	acf	acf	3,0	0,8
6851	<i>Eunotia praerupta</i> var. <i>praerupta</i>	0	1	acf	acf	1,0	0,2
36242	<i>Eunotia pseudogroenlandica</i>	0	1	acf	acf	5,0	5,0
6375	<i>Eunotia rhomboidea</i>	0	1	acf	acb	132,0	491,7
6376	<i>Eunotia septentrionalis</i>	0	1	acf	acf	3,0	1,7
6379	<i>Eunotia soleirolii</i>	0	1	circ	circ	3,0	2,6
6381	<i>Eunotia subarcuatoidea</i>	0	1	acb	acb	7,0	4,1
36243	<i>Eunotia subherkiniensis</i>	0	1		acf	8,0	1,9
6382	<i>Eunotia sudetica</i>	0	1	acf	acf	31,0	19,4
6383	<i>Eunotia tenella</i>	0	1	acf	acf	173,0	880,6
16668	<i>Eunotia tetraodon</i>	0	1	acf	acf	4,0	2,7
26357	<i>Eunotia trinacria</i>	0	1	acb	acb	28,0	24,5
26350	<i>Eunotia valida</i>	0	1		acf	5,0	2,1
26574	<i>Fallacia monoculata</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,2
26636	<i>Fallacia subhamulata</i>	0	0	circ	alkf	1,0	0,5
26517	<i>Fallacia vitrea</i>	0	0	acb	acb	2,0	0,9
6161	<i>Fragilaria</i>	0	0			4,0	5,4
16233	<i>Fragilaria acidoclinata</i>	0	0	acf	acf	2,0	1,2
26389	<i>Fragilaria acus</i>	0	0	alkf	alkf	3,0	2,1
6385	<i>Fragilaria bicapitata</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,2
6388	<i>Fragilaria brevistriata</i> var. <i>brevistriata</i>	0	0	alkf	alkf	7,0	4,0
16570	<i>Fragilaria capucina</i>	0	0			2,0	0,7
6033	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>capucina</i>	0	0	circ	circ	29,0	109,8
6186	<i>Fragilaria capucina</i> var. <i>vaucheriae</i>	0	0	alkf	alkf	4,0	1,2
6397	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>binodis</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	1,7
6034	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>construens</i>	0	0	alkf	circ	11,0	21,3
6828	<i>Fragilaria construens</i> f. <i>venter</i>	0	0	alkf	circ	21,0	47,5
26376	<i>Fragilaria exiguiiformis</i>	0	0	alkf	acf	6,0	16,7
16995	<i>Fragilaria gracilis</i>	0	0	circ	circ	19,0	26,3
6076	<i>Fragilaria leptostauron</i> var. <i>leptostauron</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,3
26373	<i>Fragilaria mesolepta</i>	0	0	alkf	alkf	3,0	6,9

DV-Nr.	Taxon	ADMI	EUNO	pH*	pH**	n	%
6406	<i>Fragilaria nitzschioides</i>	0	0			1,0	0,2
36266	<i>Fragilaria pararumpens</i>	0	0		circ	3,0	0,7
6237	<i>Fragilaria parasitica</i> var. <i>parasitica</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,2
6078	<i>Fragilaria pinnata</i> var. <i>pinnata</i>	0	0	alkf	alkf	23,0	7,8
36260	<i>Fragilaria recapitellata</i>	0	0			18,0	12,8
26375	<i>Fragilaria rumpens</i>	0	0	circ	circ	150,0	602,1
6239	<i>Fragilaria ulna</i>	0	0		alkf	2,0	0,8
16658	<i>Fragilaria ulna</i> var. <i>ulna</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,2
6169	<i>Fragilaria virescens</i> var. <i>virescens</i>	0	0	circ	acf	163,0	425,0
26397	<i>Frustulia crassinervia</i>	0	0	acb	acb	6,0	2,0
26399	<i>Frustulia erifuga</i>	0	0	acf	acf	46,0	47,3
6187	<i>Frustulia rhomboides</i> var. <i>rhomboides</i>	0	0	acf	acb	9,0	10,9
26398	<i>Frustulia saxonica</i>	0	0	acb	acb	49,0	37,8
6079	<i>Frustulia vulgaris</i>	0	0	alkf	circ	25,0	18,3
6416	<i>Frustulia weinholdii</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,3
26542	<i>Geissleria acceptata</i>	0	0		circ	3,0	0,6
26141	<i>Gomphocymbellopsis ancyli</i>	0	0			2,0	0,6
6794	<i>Gomphonema</i>	0	0			54,0	25,5
26909	<i>Gomphonema acidoclinatum</i>	0	0		acf	4,0	1,4
6417	<i>Gomphonema acutiusculum</i>	0	0			1,0	0,2
6419	<i>Gomphonema auritum</i>	0	0			1,0	0,3
6421	<i>Gomphonema bohemicum</i>	0	0	circ	circ	2,0	0,4
26421	<i>Gomphonema calcifugum</i>	0	0	circ	circ	9,0	13,9
6217	<i>Gomphonema clavatum</i>	0	0	circ	circ	14,0	5,1
6422	<i>Gomphonema clevei</i>	0	0			1,0	0,2
26425	<i>Gomphonema exilissimum</i>	0	0	circ	circ	24,0	72,5
6883	<i>Gomphonema gracile</i>	0	0	circ	circ	35,0	24,3
6424	<i>Gomphonema hebridense</i>	0	0			4,0	38,1
6428	<i>Gomphonema micropus</i>	0	0	alkf	alkf	11,0	15,3
6912	<i>Gomphonema minutum</i>	0	0	alkf	alkb	4,0	16,8
6867	<i>Gomphonema olivaceum</i> var. <i>olivaceum</i>	0	0	alkb	alkb	3,0	0,7
6793	<i>Gomphonema parallelistriatum</i>	0	0			1,0	0,3
26426	<i>Gomphonema parvulus</i>	0	0	acf	acf	20,0	19,9
16572	<i>Gomphonema parvulum</i>	0	0		circ	95,0	519,8
6158	<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>parvulum</i> f. <i>par.</i>	0	0	circ	circ	62,0	511,7
6435	<i>Gomphonema productum</i>	0	0	circ	circ	22,0	13,1
26428	<i>Gomphonema pseudoboheicum</i>	0	0	acf	circ	1,0	0,5
36095	<i>Gomphonema pumilum</i>	0	0		alkf	3,0	0,6
16586	<i>Gomphonema rhombicum</i>	0	0	circ	circ	13,0	131,8
6438	<i>Gomphonema sarcophagus</i>	0	0	alkf		2,0	0,5
26431	<i>Gomphonema subclavatum</i>	0	0	circ	circ	3,0	0,7

DV-Nr.	Taxon	ADMI	EUNO	pH*	pH**	n	%
6801	<i>Gomphonema utae</i>	0	0			2,0	1,7
6041	<i>Gyrosigma attenuatum</i>	0	0	alkb	alkb	1,0	0,5
36258	<i>Hannaea arcus</i>	0	0	alkf	circ	4,0	0,8
6084	<i>Hantzschia amphioxys sensu stricto</i>	0	0	circ		4,0	1,3
16891	<i>Hippodonta capitata</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,2
16894	<i>Karayevia clevei</i> var. <i>clevei</i>	0	0	alkf	alkb	2,0	1,7
26075	<i>Karayevia ploenensis</i>	0	0	alkf	alkb	1,0	0,2
26547	<i>Kobayasiella jaagii</i>	0	0			1,0	0,2
26641	<i>Kobayasiella parasubtilissima</i>	0	0	acb	acb	7,0	2,4
26490	<i>Luticola cohnii</i>	0	0	alkf		1,0	0,2
26577	<i>Luticola mutica</i> var. <i>mutica</i>	0	0	circ		4,0	0,9
26469	<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>atomus</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,8
26472	<i>Mayamaea atomus</i> var. <i>permitis</i>	0	0	alkf	alkf	3,0	82,3
26471	<i>Mayamaea excelsa</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,2
26519	<i>Mayamaea fossalis</i> var. <i>fossalis</i>	0	0	circ	circ	4,0	0,8
26552	<i>Mayamaea lacunolaciniata</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,2
6005	<i>Melosira varians</i>	0	0	alkf	alkf	9,0	8,0
36104	<i>Meridion circulare</i>	0	0			1,0	0,2
6026	<i>Meridion circulare</i> var. <i>circulare</i>	0	0	alkf	alkf	15,0	11,4
6446	<i>Meridion circulare</i> var. <i>constrictum</i>	0	0	alkf	circ	74,0	42,0
26550	<i>Microcostatus krasskei</i>	0	0	acf	acf	35,0	12,5
6990	<i>Navicula</i>	0	0			40,0	20,9
6809	<i>Navicula angusta</i>	0	0	acf	acf	17,0	8,8
16653	<i>Navicula antonii</i>	0	0		alkb	4,0	1,1
16289	<i>Navicula aquaedurae</i>	0	0			1,0	0,7
6452	<i>Navicula arvensis</i> var. <i>arvensis</i>	0	0			7,0	2,0
6910	<i>Navicula capitatoradiata</i>	0	0	alkf	alkb	3,0	3,7
6089	<i>Navicula cincta</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,2
6010	<i>Navicula cryptocephala</i> var. <i>cryptocephala</i>	0	0	circ	circ	14,0	17,9
6889	<i>Navicula cryptotenella</i>	0	0	alkf	alkf	11,0	3,3
6476	<i>Navicula difficillima</i>	0	0	acf	acf	1,0	2,0
6917	<i>Navicula exilis</i>	0	0		circ	90,0	175,0
26655	<i>Navicula germainii</i>	0	0		alkf	1,0	0,3
6015	<i>Navicula gregaria</i>	0	0	alkf	alkf	22,0	9,3
6496	<i>Navicula heimansioides</i>	0	0	acf	acf	2,0	0,7
6508	<i>Navicula kotschyi</i> var. <i>kotschyi</i>	0	0			1,0	0,2
6864	<i>Navicula lanceolata</i>	0	0	alkf	alkf	15,0	22,3
16011	<i>Navicula leptostriata</i>	0	0	acf	acf	2,0	0,7
6511	<i>Navicula lundii</i>	0	0	alkf	circ	3,0	1,2
6094	<i>Navicula menisculus</i> var. <i>menisculus</i>	0	0	alkf	alkb	1,0	0,5
16349	<i>Navicula notha</i>	0	0	acf	acf	1,0	0,2

DV-Nr.	Taxon	ADMI	EUNO	pH*	pH**	n	%
16023	<i>Navicula obsoleta</i>	0	0			4,0	2,1
6526	<i>Navicula pseudoarvensis</i>	0	0			2,0	3,1
6221	<i>Navicula reichardtiana</i> var. <i>reichardtiana</i>	0	0	alkf	alkb	2,0	0,5
6022	<i>Navicula rhynchocephala</i>	0	0	alkf	circ	27,0	12,4
6553	<i>Navicula tenelloides</i>	0	0	alkf		4,0	3,4
6554	<i>Navicula tridentula</i>	0	0	acf	acf	12,0	6,0
6831	<i>Navicula tripunctata</i>	0	0	alkf	alkf	11,0	3,4
6890	<i>Navicula veneta</i>	0	0	alkf	alkb	1,0	0,2
6037	<i>Navicula viridula</i> var. <i>viridula</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,5
6822	<i>Neidium</i>	0	0			2,0	0,4
6820	<i>Neidium affine</i> var. <i>affine</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,4
6563	<i>Neidium alpinum</i>	0	0	acf	acf	9,0	6,0
6566	<i>Neidium bisulcatum</i> var. <i>bisulcatum</i>	0	0	circ	circ	2,0	0,6
6567	<i>Neidium carteri</i>	0	0	acf	acf	2,0	0,7
6568	<i>Neidium hercynicum</i>	0	0	acf	acf	1,0	0,3
26673	<i>Neidium longiceps</i>	0	0	acf	acf	2,0	1,2
6972	<i>Nitzschia</i>	0	0			15,0	4,5
6573	<i>Nitzschia acidoclinata</i>	0	0	circ	circ	10,0	4,0
6575	<i>Nitzschia alpina</i>	0	0		circ	6,0	2,4
6039	<i>Nitzschia amphibia</i>	0	0	alkf	alkf	5,0	1,4
6991	<i>Nitzschia angustata</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,5
6008	<i>Nitzschia dissipata</i> ssp. <i>dissipata</i>	0	0	alkf	alkf	8,0	2,8
6586	<i>Nitzschia dissipata</i> var. <i>media</i>	0	0	alkf	circ	2,0	0,7
6025	<i>Nitzschia fonticola</i> var. <i>fonticola</i>	0	0	alkf	alkf	5,0	1,6
26687	<i>Nitzschia frustulum</i> var. <i>inconspicua</i>	0	0	alkf	alkb	3,0	3,7
6197	<i>Nitzschia gracilis</i>	0	0	circ	circ	3,0	1,4
6931	<i>Nitzschia hantzschiana</i>	0	0	circ	circ	15,0	6,1
16576	<i>Nitzschia palea</i>	0	0	circ	circ	3,0	2,0
6603	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>debilis</i>	0	0	circ	circ	13,0	5,4
6011	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>palea</i>	0	0	circ	circ	16,0	8,4
16056	<i>Nitzschia palea</i> var. <i>tenuirostris</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,7
6199	<i>Nitzschia paleacea</i>	0	0	alkf	alkf	4,0	1,4
6605	<i>Nitzschia perminuta</i>	0	0	alkf	circ	5,0	6,8
6925	<i>Nitzschia pusilla</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,7
6029	<i>Nitzschia recta</i> var. <i>recta</i>	0	0	alkf	circ	3,0	0,6
6961	<i>Nitzschia sociabilis</i>	0	0	circ	alkb	1,0	0,5
26695	<i>Nitzschia solgensis</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,2
6960	<i>Nitzschia sublinearis</i>	0	0		circ	2,0	0,5
6924	<i>Nitzschia supralitorea</i>	0	0	circ	alkb	1,0	0,2
6615	<i>Nitzschia tubicola</i>	0	0		circ	3,0	2,0
26053	<i>Nupela lapidosa</i>	0	0	acf	acf	53,0	40,6

DV-Nr.	Taxon	ADMI	EUNO	pH*	pH**	n	%
26087	<i>Nupela silvahercynia</i>	0	0		acf	3,0	1,4
26596	<i>Parlibellus protracta</i>	0	0	circ		1,0	0,2
26597	<i>Parlibellus protractoides</i>	0	0			1,0	0,5
6947	Pennales	0	0			12,0	5,5
6619	<i>Peronia fibula</i>	0	0	acf	acf	5,0	1,4
6151	<i>Pinnularia</i>	0	0			38,0	16,6
16656	<i>Pinnularia acidophila</i>	0	0			1,0	0,2
6148	<i>Pinnularia borealis</i> var. <i>borealis</i>	0	0	circ		7,0	1,6
6632	<i>Pinnularia divergens</i> var. <i>divergens</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,3
6121	<i>Pinnularia gibba</i> var. <i>gibba</i>	0	0	circ	circ	2,0	0,4
6637	<i>Pinnularia gibba</i> var. <i>linearis</i>	0	0	acf	acf	1,0	0,5
26734	<i>Pinnularia grunowii</i>	0	0			2,0	0,5
16886	<i>Pinnularia marchica</i>	0	0			1,0	0,5
6124	<i>Pinnularia mesolepta</i> var. <i>mesolepta</i>	0	0	circ	circ	2,0	0,4
36184	<i>Pinnularia microstauron</i>	0	0			16,0	11,8
6654	<i>Pinnularia obscura</i>	0	0	circ	circ	26,0	31,3
36195	<i>Pinnularia rupestris</i>	0	0			2,0	0,4
6660	<i>Pinnularia schoenfelderi</i>	0	0		acf	6,0	1,3
16074	<i>Pinnularia silvatica</i>	0	0	acf	acb	121,0	178,1
6662	<i>Pinnularia sinistra</i>	0	0	acf	acf	104,0	124,4
36199	<i>Pinnularia subcapitata</i>	0	0		acf	1,0	5,4
26914	<i>Pinnularia subcapitata</i> var. <i>subcapitata</i>	0	0	acb	acb	167,0	597,7
6668	<i>Pinnularia subinterrupta</i>	0	0	acb	acb	7,0	2,0
6128	<i>Pinnularia viridis</i> var. <i>viridis</i>	0	0	circ	circ	14,0	7,0
26811	<i>Placoneis</i>	0	0			1,0	0,2
16601	<i>Placoneis clementis</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,2
26510	<i>Placoneis elginensis</i>	0	0	alkf	alkf	3,0	1,3
26534	<i>Placoneis hambergii</i>	0	0	acf		2,0	0,4
26511	<i>Placoneis ignorata</i>	0	0	alkf	alkf	2,0	0,4
26019	<i>Planothidium engelbrechtii</i>	0	0	alkb	alkb	1,0	0,5
16606	<i>Planothidium frequentissimum</i> var. <i>frequentis</i> .	0	0	alkf	alkf	43,0	44,7
26048	<i>Planothidium lanceolatum</i>	0	0	alkf	alkf	87,0	144,0
26051	<i>Planothidium rostratum</i>	0	0	alkf	alkf	2,0	0,8
26015	<i>Platessa conspicua</i>	0	0	circ	alkf	2,0	1,7
26830	<i>Psammothidium</i>	0	0			4,0	1,7
26831	<i>Psammothidium acidoclinatum</i>	0	0		acf	3,0	1,2
16608	<i>Psammothidium bioretii</i>	0	0	circ	circ	7,0	3,9
26832	<i>Psammothidium bristolicum</i>	0	0		acf	21,0	35,9
26013	<i>Psammothidium chlidanos</i>	0	0			1,0	0,5
26016	<i>Psammothidium daonense</i>	0	0	circ	circ	7,0	47,1
26031	<i>Psammothidium helveticum</i>	0	0	alkf	acf	181,0	1242,0

DV-Nr.	Taxon	ADMI	EUNO	pH*	pH**	n	%
26080	<i>Psammothidium rechtense</i>	0	0	circ	circ	4,0	4,5
26083	<i>Psammothidium rossii</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,2
26091	<i>Psammothidium subatomoides</i>	0	0	acf	circ	93,0	208,4
36212	<i>Reimeria sinuata</i>	0	0		circ	13,0	2,9
6224	<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>	0	0	alkf	alkf	9,0	4,2
16614	<i>Sellaphora pupula</i> var. <i>pupula</i>	0	0	circ	circ	5,0	1,5
26624	<i>Sellaphora seminulum</i>	0	0		alkf	12,0	4,0
6821	<i>Stauroneis</i>	0	0			3,0	1,0
6129	<i>Stauroneis anceps</i> var. <i>anceps</i>	0	0	circ	circ	25,0	8,4
16620	<i>Stauroneis gracilior</i>	0	0	acf	acf	1,0	0,2
6681	<i>Stauroneis kriegeri</i>	0	0	circ	circ	7,0	3,6
6683	<i>Stauroneis legumen</i>	0	0	circ	circ	1,0	0,5
36271	<i>Stauroneis parathermicola</i>	0	0			2,0	1,2
26868	<i>Stauroneis silvahassiaca</i>	0	0		acf	3,0	0,7
6131	<i>Stauroneis smithii</i> var. <i>smithii</i>	0	0	alkf		1,0	0,2
6688	<i>Stauroneis thermicola</i>	0	0	circ	circ	22,0	10,6
6952	<i>Surirella</i>	0	0			3,0	0,6
6133	<i>Surirella angusta</i>	0	0	alkf	circ	11,0	4,5
16508	<i>Surirella bohémica</i>	0	0			4,0	2,7
6693	<i>Surirella brebissonii</i> var. <i>brebissonii</i>	0	0	alkf	alkf	6,0	5,2
6135	<i>Surirella linearis</i> var. <i>linearis</i>	0	0			9,0	10,3
6229	<i>Surirella minuta</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,2
6694	<i>Surirella roba</i>	0	0	acf	circ	127,0	382,7
6155	<i>Tabellaria</i>	0	0			1,0	0,2
36222	<i>Tabellaria flocculosa</i>	0	0	acf	acf	102,0	575,3
16096	<i>Tabellaria quadriseptata</i>	0	0	acb	acb	2,0	0,4
6698	<i>Tabellaria ventricosa</i>	0	0		acb	56,0	126,5
26379	<i>Tabularia fasciculata</i>	0	0	alkf	alkf	1,0	0,2