



Bayerisches Landesamt
für Wasserwirtschaft

A large, stylized blue brushstroke graphic that starts from the bottom left and extends diagonally towards the top right, ending in a rounded shape. It serves as a background for the title and issue information.

**Bakteriologisch-hygienische
Beeinflussung von Ober-
flächengewässern durch
Wasservögel**

Materialien Nr. 105 (Februar 2002)

**Bakteriologisch-hygienische
Beeinflussung von Ober-
flächengewässern durch
Wasservögel**

Materialien Nr. 105 (Februar 2002)

Herausgeber: Landesamt für Wasserwirtschaft, Lazarettstraße 67, D-80636 München, eine Behörde im Geschäftsbereich des Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen

Bearbeitung: Dipl.-Biol. A. Zaglauer

Druck:

Bezug: Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft, Kaulbachstr. 37, 80537 München

Nachdruck und Wiedergabe - auch nur auszugsweise – nur mit Genehmigung des Herausgebers

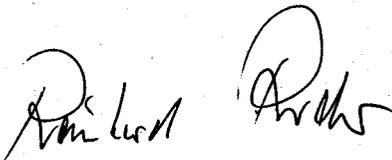
Vorwort

Werden Gewässerverunreinigungen festgestellt, so ist es eine wichtige Aufgabe der Wasserwirtschaft, die Ursachen und Eintragspfade zu ermitteln und so die Grundlagen für Sanierungsmaßnahmen zu schaffen. Dies gilt sowohl für Einträge von chemischen Stoffen als auch für bakteriologisch-hygienische Belastungen. Letztere sind für die Öffentlichkeit dann von besonderem Interesse, wenn Badegewässer betroffen sind und von der Gesundheitsverwaltung Badeverbote ausgesprochen werden müssen.

Heute sind wegen der erfolgreichen Gewässerschutzmaßnahmen, z. B. Ringkanalisation, in der Regel nicht mehr direkte Abwassereinleitungen für diese hygienischen Probleme an Seen verantwortlich. Meistens sind es sogenannte diffuse Einträge, die über die Zuflüsse in die Gewässer gelangen. Als weitere mögliche Ursache wurden in der Vergangenheit immer wieder die großen Wasservogelansammlungen diskutiert, die gerade in Naherholungsgebieten durch die Fütterung angelockt werden. Diesem Problem gingen wir in der vorliegenden Studie an zwei natürlichen Gewässern, an einem Teich in unserer Versuchsanlage Wielenbach und in Beckenversuchen nach.

Als Ergebnis unserer Untersuchungen bleibt festzuhalten, dass die natürliche Wasservogelpopulation kein hygienisches Belastungsrisiko für Gewässer darstellt. Bei fütterungsbedingter größerer Wasservogeldichte, insbesondere wenn Hausgeflügel beteiligt ist, sind aber gewisse Beeinträchtigungen der mikrobiologischen Gewässergüte festzustellen, allerdings nicht in dem Ausmaß wie bisher angenommen. Wir empfehlen daher, an sensiblen Gewässern, wie z. B. Badeseen oder mit Badegewässern verbundene Flussabschnitte, die Fütterung von Wasservögeln zu verbieten und dadurch einer Verschlechterung der hygienischen Situation vorzubeugen.

Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft
Abteilung „Stoffbewertung und Analytik“
München, im Februar 2002



Dr. Reinhard Röder

Danksagung

Unser besonderer Dank gilt den Mitarbeitern der LfW-Außenstelle Wielenbach für die Möglichkeit, die Versuche durchzuführen, die Betreuung der Wasservögel und für die chemische Analytik.

Herzlichen Dank unserer technischen Mitarbeiterin E. Thaiß und der studentischen Hilfskraft V. Kuhle.

Herzlich bedanken möchten wir uns bei Dipl. Ing. S. Frey der in seiner Freizeit auf seinem Privatgelände die Versuche in einem geschlossenen Wasserbecken durchgeführt hat.

Des weiteren möchten wir uns bei den Mitarbeitern des Wasserwirtschaftsamtes Rosenheim für die Wasserproben des Simssees bedanken.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Material und Methoden	2
2.1	Bestimmung der bakteriologisch-hygienischen Parameter im Oberflächenwasser. 2	
2.2	Bestimmung der bakteriologisch-hygienischen Parameter im Wasservogelkot..... 3	
2.3	Bestimmung der Trockensubstanz (TS)	3
2.4	Bestimmung der physikalisch-chemischen Parameter	3
3	Ergebnisse	3
3.1	Natürliche Gewässer.....	3
3.1.1	Simssee.....	3
3.1.1.1	Bereich Strandbad Baierbach	3
3.1.1.2	Zuflüsse zum Simssee	5
3.1.1.3	Pelagial und Abfluss Sims.....	6
3.1.2	Kleinhesselohrer See	7
3.2	Künstliche Gewässer	8
3.2.1	Teichanlage Wielenbach	8
3.2.1.1	Untersuchungen im Teich 1998.....	9
3.2.1.1.1	Bakteriologisch-hygienische Wasseruntersuchungen	9
3.2.1.1.2	Die physikalisch-chemischen Parameter	10
3.2.1.2	Untersuchungen im Teich 1999.....	12
3.2.1.2.1	Bakteriologisch-hygienische Wasseruntersuchungen	12
3.2.1.2.2	Die physikalisch-chemischen Parameter	14
3.2.2	Untersuchungen in einem Wasserbecken.....	15
3.2.2.1	Versuch im 40 l Wasserbecken mit 2 Stockenten	15
3.2.2.2	Versuch im 50 l Wasserbecken mit 15 Stockenten	16
3.3	Kotuntersuchungen.....	18
4	Diskussion	18
4.1	Simssee.....	19
4.2	Kleinhesselohrer See	20
4.3	Teich in Wielenbach.....	20
5	Zusammenfassung	22
6	Literaturverzeichnis.....	23

Bakteriologisch-hygienische Beeinflussung von Oberflächengewässern durch Wasservögel

1 Einleitung

Die Naherholungsgebiete von Großstädten erlangen immer größere Bedeutung. Vor allem im Sommer werden Seen von Badegästen und anderen Erholungssuchenden verstärkt genutzt. In der Vergangenheit kam es bei einigen Badeseen (z. B. Lerchenauer See, Simssee) immer wieder zu Badeverboten aufgrund starker bakteriologisch-hygienischer Belastungen. Für diese Belastungen wurden vermehrt Wasservögel verantwortlich gemacht, die sich durch das Fütterungsverhalten von sog. „Tierliebhabern“ vor allem in Stadtgebieten sehr stark vermehrten bzw. angelockt wurden. Um dieses Problem zu lösen, wurden Abschussaktionen durchgeführt und Schilder mit dem Hinweis auf ein Fütterungsverbot aufgestellt. Um jedoch eine generell gültige Grundlage für ein Fütterungsverbot zu erhalten, muss der Einfluss der Wasservögel auf die bakteriologisch-hygienische Qualität von Oberflächengewässern untersucht werden.

Zum Nachweis einer fäkalen Belastung im Wasser wurden die sogenannten Fäkalindikatorbakterien bestimmt, da sie aus dem Darm von Warmblütern in deutlich größerer Zahl als ggf. die Krankheitserreger ausgeschieden werden. Es wurden die in der EG-Badegewässer-Richtlinie vorgesehenen Fäkalindikatorbakteriengruppen untersucht, um eine Beziehung zur Badegewässerqualität herzustellen (Tab. 1).

Tab. 1: Mikrobiologische Parameter der EG-Richtlinie über die Badegewässerqualität vom 08.12.1975 (76/160 EWG)

Mikrobiologische Parameter	Volumen	Leitwert	Grenzwert
gesamtcolimforme Bakterien	100 ml	500 (80)	10 000 (95)
fäkalcoliforme Bakterien	100 ml	100 (80)	2 000 (95)
fäkale Streptokokken	100 ml	100 (90)	----
(Die Ziffern in Klammern geben die Probenzahl in Prozent an, bei denen die Werte nicht überschritten werden dürfen.)			

2 Material und Methoden

2.1 Bestimmung der bakteriologisch-hygienischen Parameter im Oberflächenwasser

Der Nachweis der gesamt- und fäkalcoliformen Bakterien erfolgte in den gleichen Kulturröhrchen im Dreifachansatz nach dem „Most-Probable-Number-Verfahren“ (MPN-Verfahren) mit Durham-Röhrchen (Gasauffangröhrchen). Als Nährlösung wurde eine Fluorocult-Laurylsulfat-Bouillon (Merck 12588) verwendet. Die Bebrütung erfolgte für (48 ± 3) h bei (37 ± 1) °C. Kennzeichnend für die gesamtcoliformen Bakterien ist die Gasbildung. In den positiven Röhrchen erfolgte auch der Nachweis der fäkalcoliformen Bakterien. Durch Zugabe von 0,5 ml 1 N NaOH in die positiven Röhrchen (Gasbildung) und anschließender Bestrahlung mit UV-Licht (360 nm) gilt Fluoreszenz als Nachweis für die fäkalcoliformen Bakterien. Die Berechnung der Keimzahlen erfolgte mit Hilfe der "McCrary-Tabelle" (deMan 1983). Die Ergebnisse wurden auf 100 ml Probevolumen bezogen [MPN/100 ml].

Die Bestimmung der fäkalen Streptokokken (Enterokokken) erfolgte modifiziert nach Slanetz und Bartley mittels Membranfiltermethode. Es wurden dazu Cellulose-Nitrat-Filter mit 0,45 µm Porengröße (Durchmesser: 50 mm) verwendet, die auf Streptokokkenagar nach Slanetz und Bartley (Merck 1.0562) gelegt und (48 ± 3) h bei (36 ± 2) °C bebrütet wurden. Danach wurden nur die dunkel- bis hellroten Kolonien ausgezählt. Die Angabe der fäkalen Streptokokken erfolgte als koloniebildende Einheiten pro 100 ml [KBE/100 ml].

Da durch diese Methode meist zu hohe Keimzahlen erhalten wurden, wurde parallel zu dieser Methode der Streptokokkennachweis nach der ISO 7899-2 durchgeführt. Bei dieser Methode wurde ebenfalls ein Streptokokkenagar nach Slanetz und Bartley (Merck 1.05285) verwendet. Die Bestimmung der fäkalen Streptokokken erfolgte wie bereits oben beschrieben. Falls charakteristische Kolonien auftraten, wurde der Filter auf einen Galle-Äsculin-Azid-Agar (Difco 0525-17) übertragen und 2 h bei $(44 \pm 0,5)$ °C bebrütet. Alle Kolonien mit gelbbraunen bis schwarzen Höfen wurden ausgezählt. Die Angabe der fäkalen Streptokokken erfolgte wie oben beschrieben.

Die Bestimmung der aeroben, heterotrophen Saprophyten ("Koloniezahl") wurde nach dem Koch'schen Plattengußverfahren auf peptonhaltigem Hefeextrakt-Glucose-Nähragar mit einer Bebrütungszeit von (48 ± 3) h bei (20 ± 2) °C durchgeführt. Die Angabe erfolgte als koloniebildende Einheiten pro ml [KBE/ml].

2.2 Bestimmung der bakteriologisch-hygienischen Parameter im Wasservogelkot

Die eingewogene Kotprobe wurde mit 10 – 20 ml physiologischer Kochsalzlösung verdünnt und 1 min mit dem Ultraturax homogenisiert. Danach wurde die Probenaufbereitung wie bereits unter 2.1 beschrieben durchgeführt.

2.3 Bestimmung der Trockensubstanz (TS)

Die Bestimmung der Trockensubstanz von den Kotproben erfolgte nach DIN 38409.

2.4 Bestimmung der physikalisch-chemischen Parameter

Die physikalisch-chemischen Parameter in den Wasserproben wurden nach dem Deutschen Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung durchgeführt. Der gelöste Sauerstoff wurde nach DIN-EN 25 814, die Leitfähigkeit nach DIN-EN 27 888, die ortho-Phosphat-Bestimmung nach DIN-EN 1189, die Ammonium-Bestimmung nach DIN 38 406-5, die Nitrat-Bestimmung nach DIN 38 405-9 und die Phosphat-Bestimmung nach DIN-EN 1189 untersucht. Diese Untersuchungen wurden im Labor der LfW-Außenstelle Wielenbach bei Weilheim durchgeführt.

3 Ergebnisse

3.1 Natürliche Gewässer

3.1.1 Simssee

3.1.1.1 Bereich Strandbad Baierbach

In Wasserproben aus dem Bereich des Strandbades Baierbach kam es in der Vergangenheit immer wieder aus bakteriologisch-hygienischer Sicht zu Leit- und Grenzwertüberschreitungen nach der EG-Badegewässer-Richtlinie, so dass der Badebetrieb eingestellt werden musste. Für diese Belastungen wurden vor allem Wasservögel verantwortlich gemacht. Zur Klärung der Sachlage wurden 1997 und 1998 im Bereich des Strandbades Baierbach mikrobiologische Untersuchungen in Wasserproben von folgenden Stellen durchgeführt ([Abb. 1](#)).

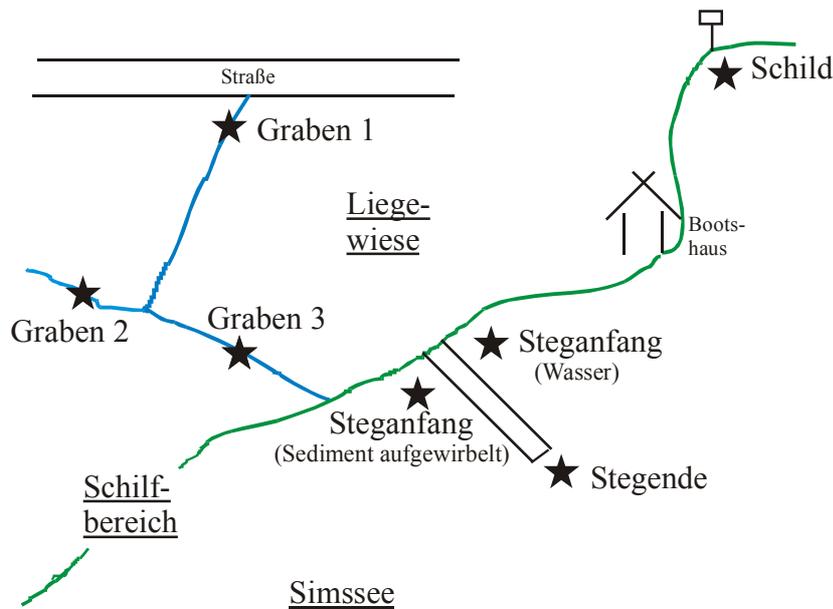


Abb. 1: Probenahmestellen Strandbad Baierbach (★ Probenahmestellen)

Die Probenahmen fanden am 21.04./05.05./20.05./01.06./16.06./30.06./14.07./28.07./11.08./25.08./08.09./22.09./06.10./20.10./03.11.1997 statt. 1998 wurden die Proben am 24.04./11.05./25.05./08.06./24.06./06.07./21.07./03.08./17.08./31.08./14.09. entnommen. Dabei wurden mehrmals Leit- und Grenzwertüberschreitungen (Tab. 2) festgestellt.

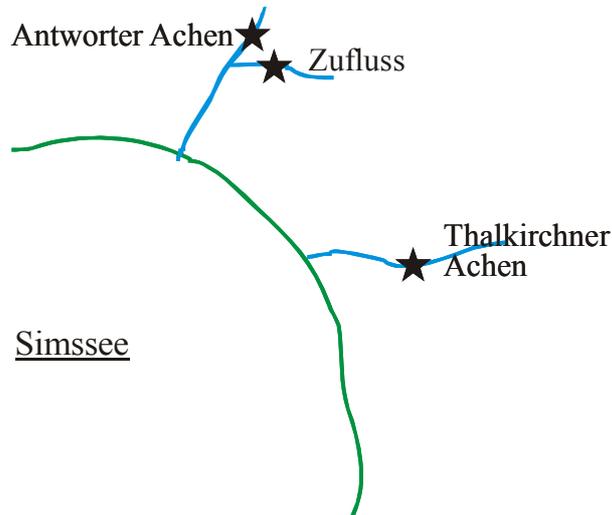
Tab. 2: Untersuchungsergebnisse 1997/98 im Bereich des Strandbades Baierbach nach der EG-Badegewässer-Richtlinie (76/160 EWG)

Probenahmestellen	Untersuchungen 1997			Untersuchungen 1998		
	nicht zu beanstanden	Leitwertüberschreitung	Grenzwertüberschreitung	nicht zu beanstanden	Leitwertüberschreitung	Grenzwertüberschreitung
Graben 1	3	6	6	1	4	6
Graben 2	-	-	-	-	3	8
Graben 3	-	8	7	-	-	-
Steganfang (Sediment aufgewirbelt)	10	3	2	5	4	2
Steganfang	12	2	1	6	4	1
Stegende	11	2	-	8	3	-
Schild	10	5	-	-	-	-

Es wurde deutlich, dass die bakteriologisch-hygienischen Gewässerbelastungen im Bereich des Strandbades Baierbach vor allem durch die Zuflüsse der stark belasteten Gräben verursacht wurden. Wasservögel waren während des Untersuchungszeitraumes im Badebereich nur in geringer Zahl vorhanden, so dass sie während des Untersuchungszeitraumes als mögliche Belastungsquellen ausscheiden.

3.1.1.2 Zuflüsse zum Simssee

Die Zuflüsse Thalkirchner Achen, Antworter Achen und ein Zufluss zur Antworter Achen wurden 1997 ebenfalls bakteriologisch-hygienisch untersucht. Die Probenahmeterminale sind bereits unter 3.1.1.1 aufgeführt. Die Entnahmestellen sind in [Abb. 2](#), die Leit- und Grenzwertüberschreitungen in [Tab. 3](#) dargestellt.



[Abb. 2](#): Probenahmestellen an verschiedenen Zuflüssen (★ Probenahmestellen)

[Tab. 3](#): Untersuchungsergebnisse 1997/98 zur Belastung einiger Zuflüsse des Simssees nach der EG-Badegewässer-Richtlinie (76/160 EWG)

Probenahmestellen	Untersuchungen 1997		
	nicht zu beanstanden	Leitwertüberschreitung	Grenzwertüberschreitung
Antworter Achen	-	12	3
Zufluss Antworter Achen	2	10	3
Thalkirchner Achen	4	9	2

Auch bei diesen Untersuchungen wurde deutlich, dass die Zuflüsse des Simssees stark bakteriologisch-hygienisch belastet waren. Eine mögliche Verschmutzungsquelle bei der Antworter Achen könnte eine große Forellenzucht oberhalb der Probenahmestelle sein. Wasservögel als mögliche Belastungsquellen waren auch in diesem Bereich weitgehend auszuschließen (vgl. 3.1.1.1).

3.1.1.3 Pelagial und Abfluss Sims

Die Sims wurde 1997/98 an den Probenahmeterminen wie unter 3.1 beschrieben untersucht. 1997 konnte die Pelagialprobe nur 1 mal am 08.09.97 vom Boot aus gezogen werden, 1998 wurde sie insgesamt 8 mal am 27.04./11.05./25.05./08.06./24.06./06.07./21.07./03.08. entnommen. Die Probenahmestellen sind in Abb. 3 schematisch dargestellt

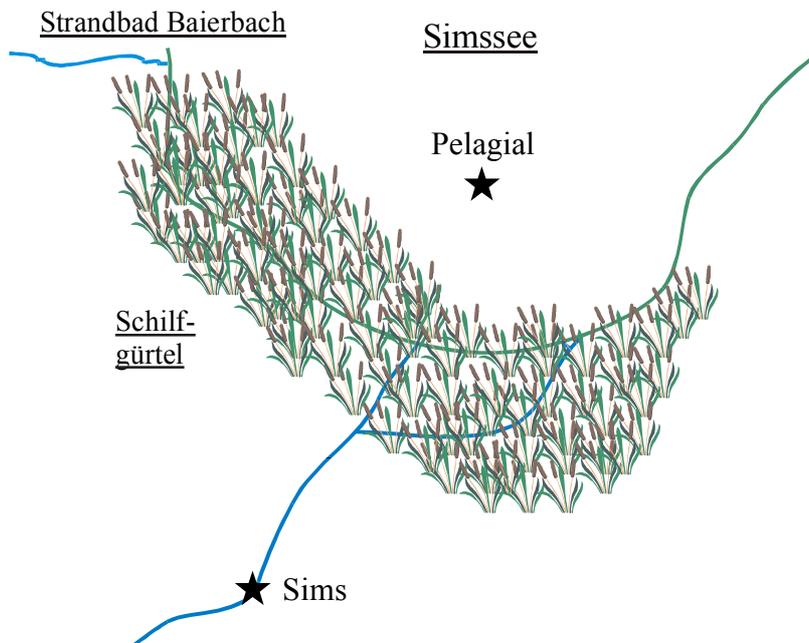


Abb. 3: Probenahmestellen Pelagial und Sims (★ Probenahmestellen)

Tab. 4: Untersuchungsergebnisse 1997/98 zur Belastung des Pelagials und der Sims nach der EG-Badegewässer-Richtlinie (76/160 EWG)

Probenahmestellen	Untersuchungen 1997			Untersuchungen 1998		
	nicht zu beanstanden	Leitwertüberschreitung	Grenzwertüberschreitung	nicht zu beanstanden	Leitwertüberschreitung	Grenzwertüberschreitung
Pelagial	-	1	-	8	-	-
Sims	3	9	2	2	4	5

Bei der einzigen Pelagialprobe 1997 wurde der Leitwert überschritten (Tab. 4). Diese einmalige Untersuchung ist jedoch nicht aussagekräftig. Die Pelagialproben waren 1998 nicht zu beanstanden. Auffällig war die starke Belastung der Sims, obwohl sie durch den Schilfgürtel abfließt.

3.1.2 Kleinhesseloher See

Der Kleinhesseloher See hat eine Wasseroberfläche von 80.160 m² und ein Wasservolumen von ca. 95.000 m³, auf der sich im Durchschnitt ca. 400 Wasservögel während des Untersuchungszeitraumes aufhielten (Tab. 5). Bei den Bewertungen der bakteriologisch-hygienischen Untersuchungen von Wasserproben wurde ebenfalls die EG-Badegewässer-Richtlinie als Leitlinie verwendet, obwohl der Kleinhesseloher See nicht als solches ausgewiesen ist.

Tab. 5: Durchschnittliche Wasservogelanzahl und zur Verfügung stehendes Wasservolumen pro Wasservogel während der Untersuchungszeiträume

	Schwäne	Enten	Gänse	Durchschnittliche Zahl der Wasservögel mit Jungtieren	zur Verfügung stehendes Wasservolumen [m ³] pro Wasservogel
1997	4	283	35	362	262,4
1998	11	205	146	465	204,3
1999	7	111	149	341	278,6

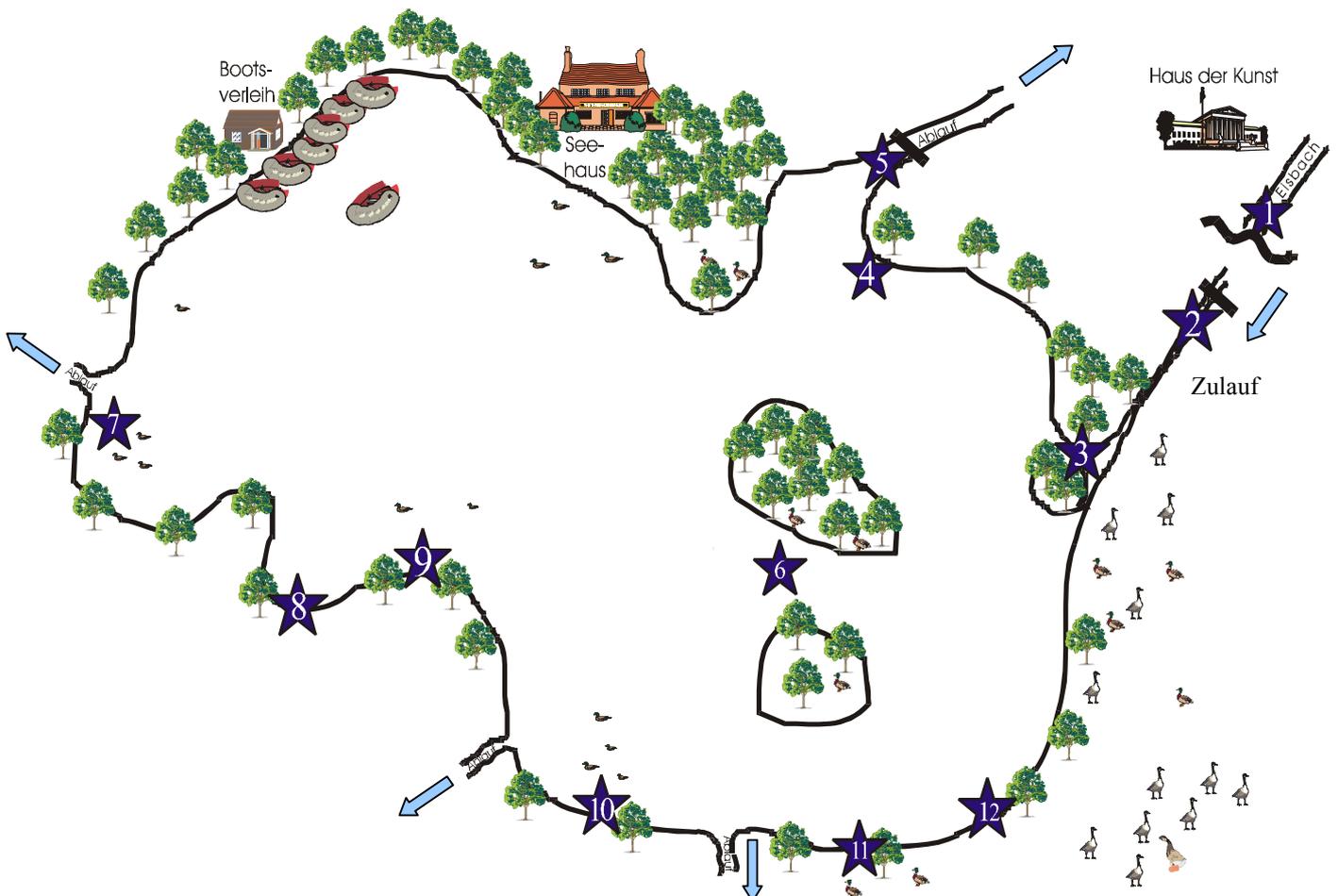


Abb. 4: Probenahmestellen am Kleinhesseloher See (★ Probenahmestellen)

Tab. 6: Untersuchungsergebnisse 1997/98/99 vom Kleinhesseloher See nach der EG-Badegewässer-Richtlinie (76/160 EWG)

Probenahme- stellen	nicht zu beanstanden			Leitwertüberschreitung			Grenzwertüberschreitung		
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999
Eisbach (1)	-	1	-	2	8	6	1	2	1
Seitenarm Eisbach Brücke (2)	-	-	-	4	9	7	3	2	-
Zulauf vor d. Insel (3)	-	k.P.	k.P.	3	k.P.	k.P.	-	k.P.	k.P.
Ablauf vor d. Brücke (4)	3	k.P.	k.P.	-	k.P.	k.P.	-	k.P.	k.P.
Ablauf Brücke (5)	1	-	2	4	9	5	2	2	-
Freiwasser (6)	1	-	2	8	3	5	-	3	-
Ablauf Bootsverleih (7)	2	2	1	4	6	4	1	3	2
Bucht (8)	1	2	1	6	6	6	-	3	-
an der Biegung (9)	1	k.P.	k.P.	2	k.P.	k.P.	-	k.P.	k.P.
zw. den 2 Abläufen (10)	1	-	2	4	10	4	2	1	1
hinter der Insel (11)	1	k.P.	k.P.	1	k.P.	k.P.	1	k.P.	k.P.
Fütterungsplatz (12)	1	1	1	8	8	6	1	2	-

Bei der Bewertung der Untersuchungsergebnisse nach der EG-Badegewässer-Richtlinie (76/160 EWG) konnte kein signifikanter Anstieg der bakteriologisch-hygienischen Belastung zwischen Zulauf (Eisbach bzw. Seitenarm des Eisbachs) und Probenahmestellen des Kleinhesseloher Sees festgestellt werden (Tab. 6). Im allgemeinen war die bakteriologisch-hygienische Belastung des Kleinhesseloher Sees etwas geringer als die des Zulaufs und mit einigen Ausnahmen sank die Zahl der Grenz- bzw. Leitwertüberschreitungen bzw. die Zahl der zu beanstandenden Proben.

3.2 Künstliche Gewässer

3.2.1 Teichanlage Wielenbach

Da bei den Untersuchungen am Simssee und Kleinhesseloher See zu viele unbekannte Einflüsse vorhanden waren, wurde ein weiterer Versuch unter definierteren Bedingungen in der LfW-Außenstelle Wielenbach bei Weilheim durchgeführt. Für diesen Versuch wurde ein Teich mit einer Fläche von 361 m² und einer mittleren Tiefe von ca. 1 m ausgewählt. Die gesamte Fläche wurde mit einem Netz überspannt (eingehaust), damit während des Versuches die Zahl der Wasservögel konstant blieb. Den Wasservögeln standen insgesamt ca. 80 m² Uferstreifen und pro Wasservogel durchschnittlich nur ca. 18 000 l Wasser zur Verfügung. 1998 wurden auf dem eingehausten Gelände 15 Pekingenten und 5 Dänische Gänse gehalten,

1999 15 Stockenten und 5 Graugänse, wobei die Stockenten aus einer Zucht und die Graugänse aus Wildbeständen stammten.

3.2.1.1 Untersuchungen im Teich 1998

3.2.1.1.1 Bakteriologisch-hygienische Wasseruntersuchungen

1998 wurden auf dem eingehausten Gelände 15 Pekingenten (Hausenten) und 5 Dänische Gänse gehalten, eine Ente starb am 10.07.98. Der Futtermittelverbrauch lag insgesamt bei 700 kg. Dem Teich wurden an mehreren Stellen Wasserproben entnommen und diese anschließend auf gesamtcoliforme Bakterien, fäkalcoliforme Bakterien und fäkale Streptokokken untersucht. Erstaunlich war der kontinuierliche Anstieg an gesamtcoliformen Bakterien im Zu- und Ablauf, der bis zum Versuchsende nicht geklärt werden konnte. Somit konnte keine Anreicherung der gesamtcoliformen Bakterien verursacht durch Wasservögel festgestellt werden (Abb. 5). Beim Zulauf handelt es sich um oberflächennahes Grundwasser, das aus einem landwirtschaftlich genutztem Gebiet stammt.

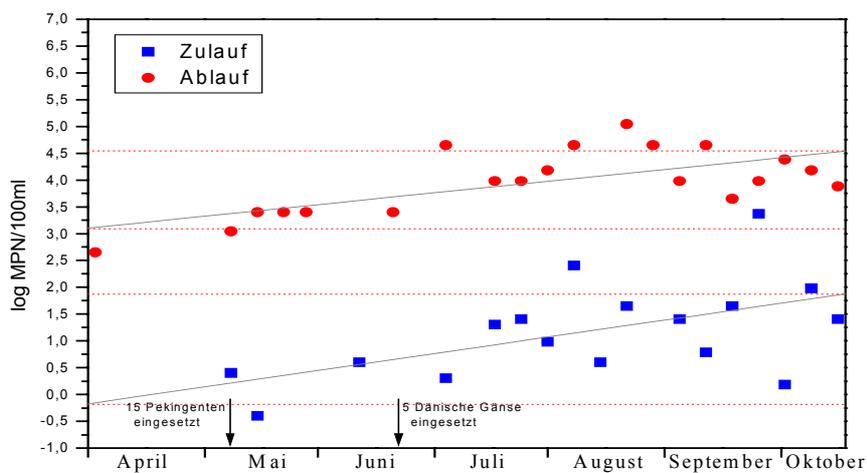


Abb. 5: Konzentrationsverlauf der gesamtcoliformen Bakterien

Bei den fäkalcoliformen Bakterien konnte aufgrund der Verunreinigungen durch Wasservögel jedoch ein deutlicher Anstieg der Konzentration um 4,5 Zehnerpotenzen bis zu einer Sättigung zwischen Zu- und Ablauf festgestellt werden (Abb. 6).

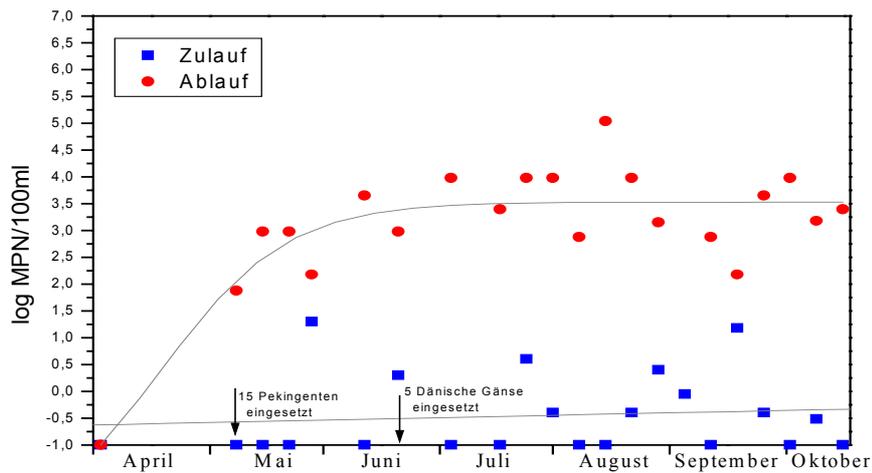


Abb. 6: Konzentrationsverlauf der fäkalcoliformen Bakterien

Die Belastung des Teichwassers mit fäkalen Streptokokken stieg während des Untersuchungszeitraumes ebenfalls um 4,5 Zehnerpotenzen kontinuierlich bis zur Sättigung an (Abb. 7). Auch dieser Anstieg kann direkt auf die fäkale Verunreinigung durch Wasservögel zurückgeführt werden.

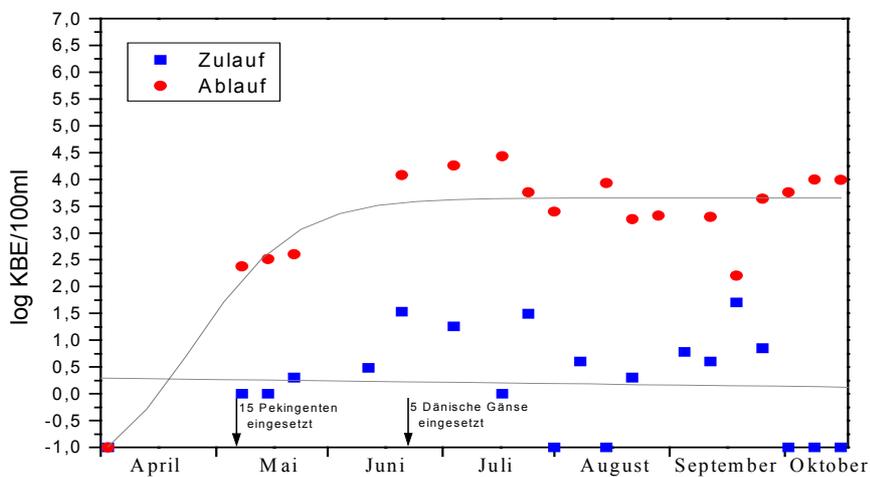


Abb. 7: Konzentrationsverlauf der fäkalen Streptokokken

3.2.1.1.2 Die physikalisch-chemischen Parameter

Die physikalisch-chemischen Gewässerparameter waren während des Versuchs im Zulauf relativ konstant. Die NH_4^+ -N-Konzentrationen lagen meist unter der Nachweisgrenze, die NO_3^- -

N-Konzentrationen bei ca. 5 mg/l, die Orthophosphat- und Gesamtphosphatkonzentrationen um 17 µg/l ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$).

Nachdem die Pekingenten eingesetzt wurden, stiegen die $\text{NH}_4^+\text{-N}$ - und $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ -Konzentration langsam an. Ab Mitte Juni wurden die Dänischen Gänse eingesetzt, worauf sich die $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration sprunghaft auf 1068 µg/l erhöhte (Abb. 10). Diese Stickstoff- und Phosphatfreisetzung konnte auf den steigenden Eintrag von Wasservogelkot und anderen organischen Belastungen (z.B. Futtermittel, freigesetzte organische Bestandteile durch das Grundeln der Wasservögel) zurückgeführt werden. Durch die Destruentenaktivität sank zeitgleich die Sauerstoffkonzentration im Oberflächenwasser von 11 mg/l auf 5,5 mg/l (Abb. 8). Die Leitfähigkeit lag bis zum 06.07.98 bei ca. 600 µS/cm (Abb. 9). Danach kam es durch biogene Entkalkung zur Abnahme der Leitfähigkeit ($\text{Ca}^{2+} + 2 \text{HCO}_3^- \rightleftharpoons \text{CaCO}_3\downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Durch die Photosyntheseaktivität der Makrophyten wurde dem Wasser CO_2 entzogen und das Reaktionsgleichgewicht auf die Seite des wasserunlöslichen CaCO_3 verschoben. Zudem fand eine Nährstoffaufnahme ($\text{NH}_4^+\text{-N}$, $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$) durch die Makrophyten statt (Abb. 10, 11). Zeitgleich stieg auch die Sauerstoffkonzentration im Oberflächengewässer wieder an, da durch das Makrophytenwachstum vermehrt Sauerstoff produziert wurde (Abb. 8).

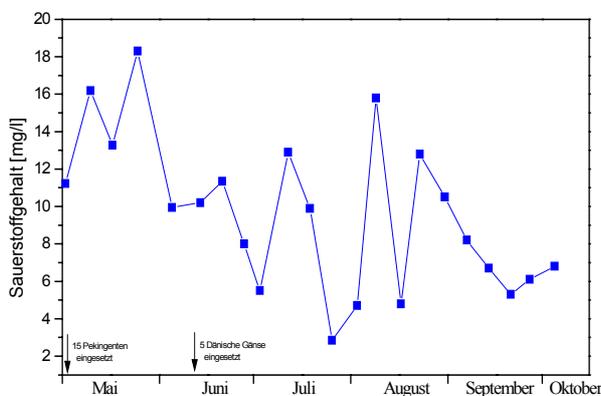


Abb. 8: Sauerstoffgehalt im Oberflächenwasser

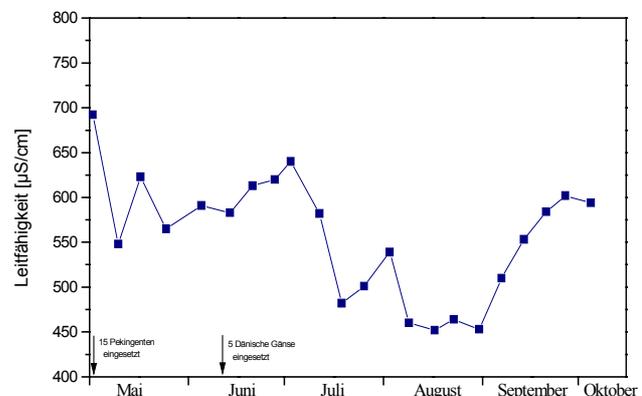


Abb. 9: Leitfähigkeit im Oberflächenwasser

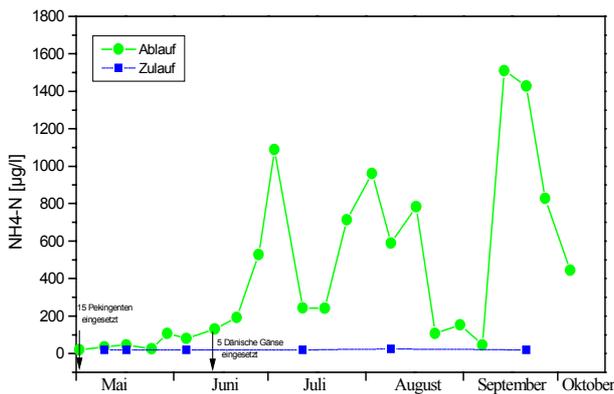


Abb. 10: Ammoniumkonzentration

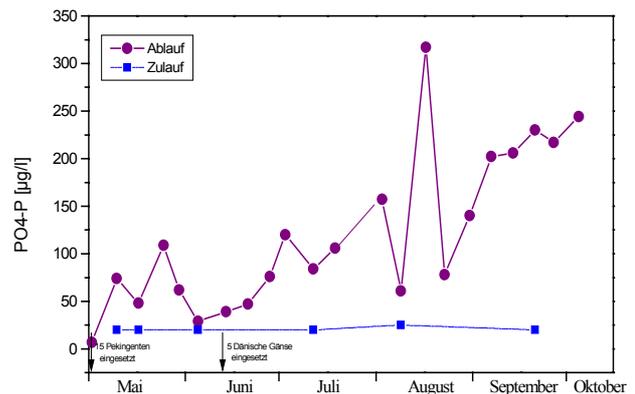


Abb. 11: Gesamtphosphatkonzentrationen

Nachdem der Teich bis Mitte Juli flächendeckend mit Makrophyten bewachsen war, konnte keine weitere Eutrophierung mehr festgestellt werden, da die freigesetzten Nährstoffe durch die Makrophyten wieder aufgenommen wurden. Aus diesem Grunde konnte wahrscheinlich auch keine deutliche Beeinflussung der Wasserqualität durch Wasservögel am Kleinhesseloher See und Simssee festgestellt werden.

3.2.1.2 Untersuchungen im Teich 1999

3.2.1.2.1 Bakteriologisch-hygienische Wasseruntersuchungen

1999 wurden auf dem eingehausten Gelände 15 Stockenten und 5 Graugänse gehalten. Nach 2 Wochen waren 2 Stockenten verschwunden, eine Stockente verendete nach 4 Wochen, eine Graugans Anfang August. Der Futtermverbrauch lag bei 250 kg, und damit deutlich niedriger als bei dem Versuch mit Hausgeflügel 1998. Wie im Vorjahr war auch 1999 ein parallel verlaufender Anstieg der gesamtcoliformen Bakterien im Zulauf wie auch im Ablauf zu beobachten (Abb. 12).

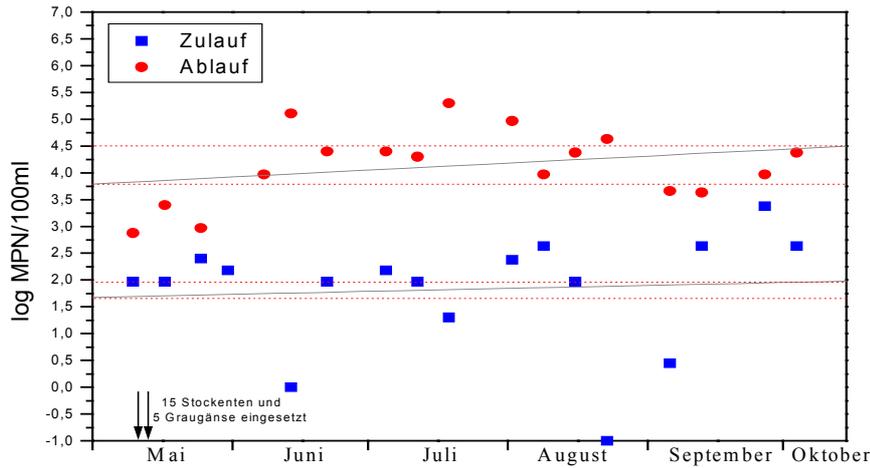


Abb. 12: Konzentrationsverlauf der gesamtcoliformen Bakterien

Bei den fäkalcoliformen Bakterien wurde eine Anreicherung von 2,5 Zehnerpotenzen festgestellt (Abb. 13). Diese Verschmutzung kann auf die fäkale Verunreinigung durch Wasservögel zurückgeführt werden. Eine geringere Belastung durch die Stockenten und Graugänse gegenüber dem Versuch mit Pekingenten und Dänischen Gänsen ist auf den geringeren Futterverbrauch (ca. $\frac{2}{3}$ weniger) und dem damit verbundenen unterschiedlichen Wachstum erklärbar. Die Belastung der Gewässer durch Wasservögel ist somit auch sehr stark von der Art der Wasservögel abhängig.

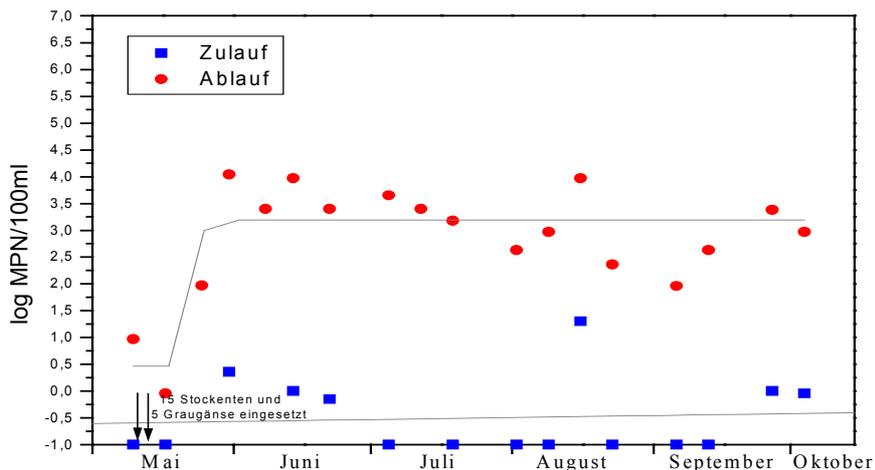


Abb. 13: Konzentrationsverlauf der fäkalcoliformen Bakterien

Auch die Anreicherung der fäkalen Streptokokken um 1,5 Zehnerpotenzen (Abb. 14) während des Versuchszeitraumes kann auf die fäkale Belastung durch die Wasservögel zurückgeführt werden.

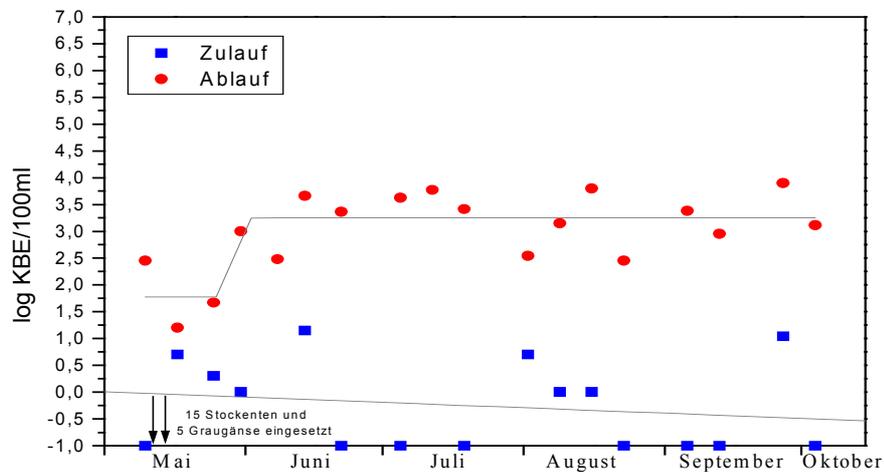


Abb. 14: Konzentrationsverlauf der fäkalen Streptokokken

3.2.1.2.2 Die physikalisch-chemischen Parameter

Im Teichzulauf waren die physikalisch-chemischen Parameter relativ konstant. Die Ammonium- sowie die Orthophosphat- und Gesamtphosphatkonzentrationen lagen meist unter der Nachweisgrenze, die Nitrat-N-Konzentrationen bei 6 mg/l.

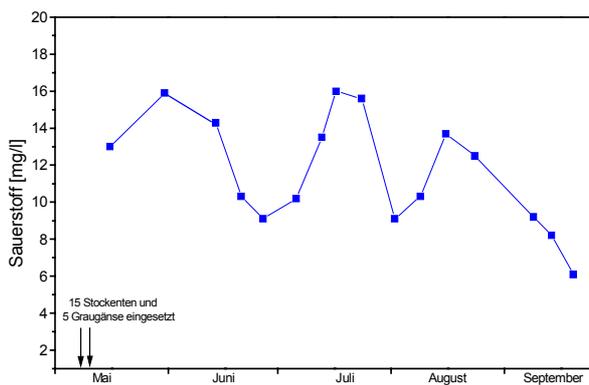


Abb. 15: Sauerstoffgehalt im Oberflächenwasser

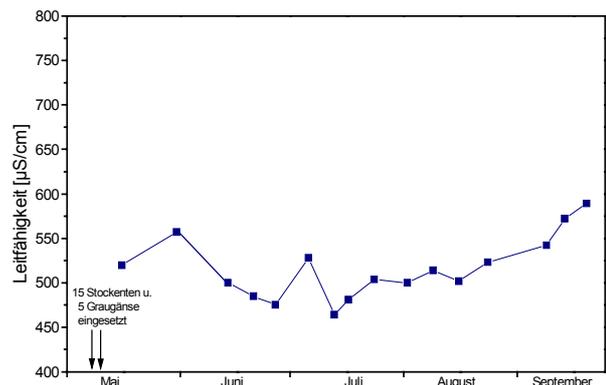


Abb. 16: Leitfähigkeit im Oberflächenwasser

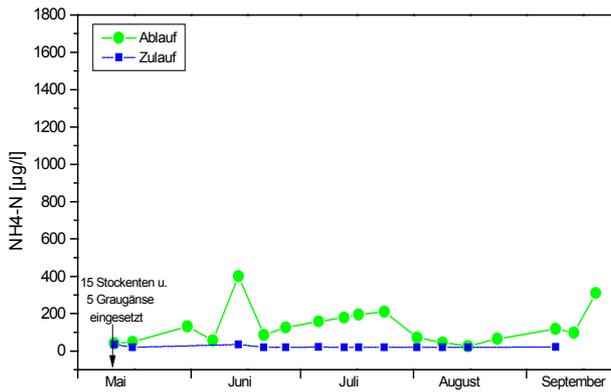


Abb. 17: Ammoniumkonzentrationen

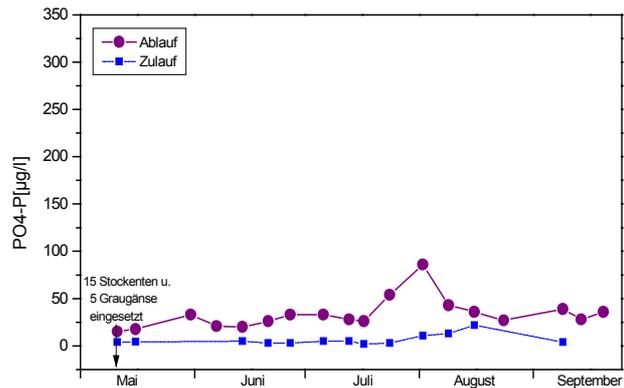


Abb. 18: Gesamtphosphatkonzentrationen

Im Gegensatz zu 1998 (Versuch mit Pekingenten und Dänischen Gänsen) konnte nur eine geringe Beeinflussung der physikalisch-chemischen Gewässerparameter durch Stockenten und Graugänsen festgestellt werden (Abb. 15, 16, 17, 18), obwohl den Wasservögeln in beiden Versuchsjahren dasselbe Wasservolumen zur Verfügung stand. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Stockenten und Graugänse nur ca. $\frac{1}{3}$ des Futters benötigten und somit auch die Belastung des Wassers mit Nährstoffen wesentlich geringer war.

3.2.2 Untersuchungen in einem Wasserbecken

Da die vorangegangenen Versuche stark von Parametern wie Makrophyten, Plankton und Durchströmung beeinflusst wurden, wurde ein künstliches System mit möglichst konstanten Versuchsbedingungen geschaffen. Diese Bedingungen sind auch häufig bei Entenhaltungen auf Bauernhöfen anzutreffen. Hierbei sollte ausschließlich der Einfluss der Wasservögel auf die Wasserqualität unter extremen Bedingungen untersucht werden.

3.2.2.1 Versuch im 40 l Wasserbecken mit 2 Stockenten

Ein vorgereinigtes Kunststoffbecken wurde mit 40 l Trinkwasser befüllt, eine Wasserprobe entnommen (Nullwert) und anschließend einem brütenden Paar Stockenten zur Verfügung gestellt. Die Enten hatten freien Auslauf auf einer Wiese. Der Versuch dauerte 12 Stunden und während der ersten 4 Stunden war nur das Weibchen im Wasser.

Obwohl einer Ente nur 20 l Wasser zur Verfügung standen, konnte auch hier kein Einfluss der Wasservögel auf die Konzentration an gesamtcoliformen Bakterien nachgewiesen werden (Abb. 19, 20). Diese Grundbelastung an gesamtcoliformen Bakterien wurde wahrscheinlich durch bakteriologische Rückstände aus dem Kunststoffbecken verursacht (Abb. 20).

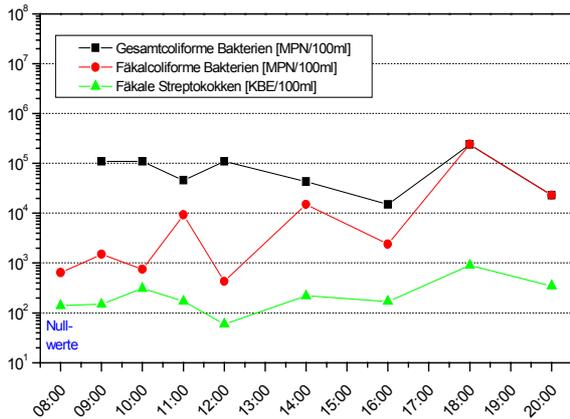


Abb. 19: Konzentrationsverlauf d. bakteriologisch-hygienischen Parameter

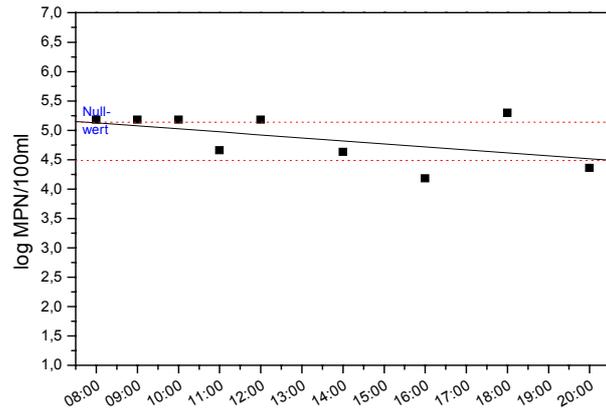


Abb. 20: Konzentrationsverlauf der gesamtcoliformen Bakterien

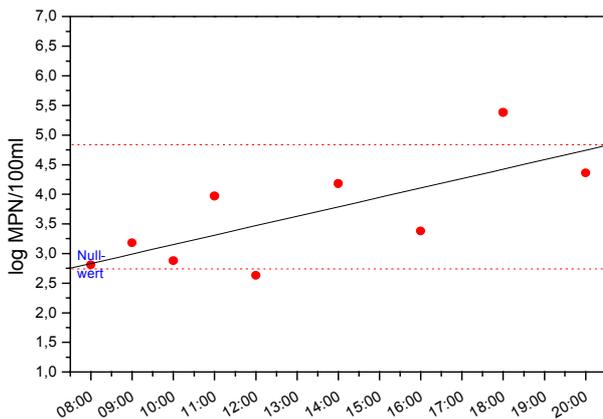


Abb. 21: Konzentrationsverlauf d. fäkalcoliformen Bakterien

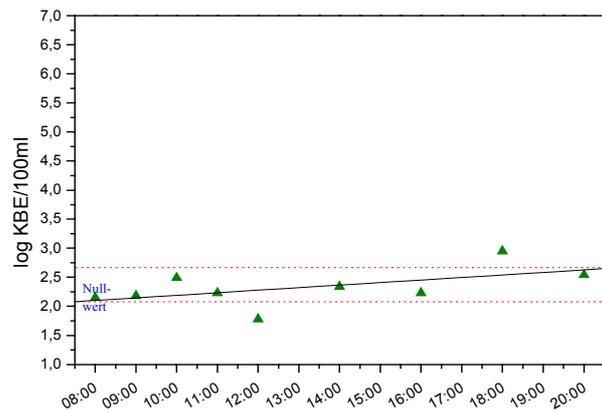


Abb. 22: Konzentrationsverlauf d. fäkalen Streptokokken

Die Konzentration der fäkalcoliformen Bakterien stieg um 2 Zehnerpotenzen (Abb. 19, 21). Eine geringere Anreicherung von $\frac{1}{2}$ Zehnerpotenz war bei den fäkalen Streptokokken zu beobachten (Abb. 19, 22). Der Anstieg dieser beiden Parameter in den Wasserproben war direkt auf den Eintrag durch die 2 Stockenten zurückzuführen, andere Einflüsse konnten bei diesem Versuch ausgeschlossen werden.

3.2.2.2 Versuch im 50 l Wasserbecken mit 15 Stockenten

Da in den vorangegangenen Versuchen keine Anreicherung der gesamtcoliformen Bakterien nachgewiesen werden konnte, wurde das Verhältnis Wasservogel zu Wasservolumen weiter reduziert. In diesem Versuch stand dem Stockentenpärchen mit 13 Jungenten ein Kunststoff-

becken mit 50 l Wasser zur Verfügung. Auch bei diesem Versuch hatten die Enten freien Auslauf. Der Versuch wurde 4,5 Stunden lang durchgeführt, die Entnahme der Wasserproben fand anfangs nach ½ Stunde und anschließend jede Stunde statt. Kürzere Zeitabstände zwischen den Probenahmen waren nicht möglich, da ansonsten die Enten zu sehr gestört worden wären.

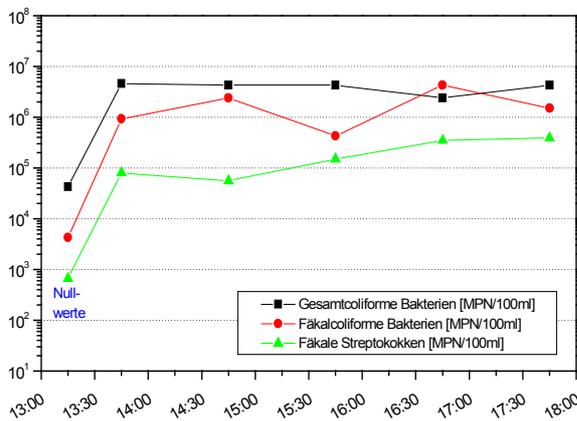


Abb. 23: Konzentrationsverlauf d. bakteriologisch-hygienischen Parameter

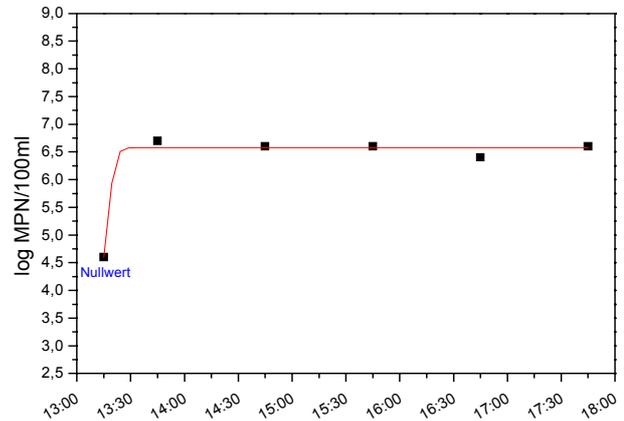


Abb. 24: Anreicherung der gesamtcolliformen Bakterien

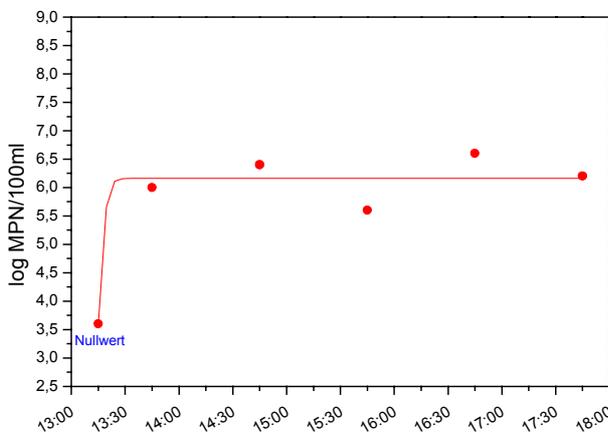


Abb. 25: Anreicherung der fäkalcolliformen Bakterien

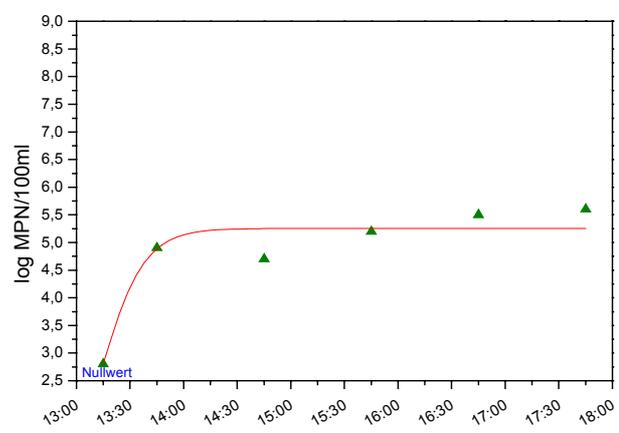


Abb. 26: Anreicherung der fäkalen Streptokokken

Da bei diesem Versuch einer Ente nur 3,3 l Wasser zur Verfügung standen, stiegen die bakteriologisch-hygienischen Parameter innerhalb 30 min sprunghaft an und erreichten anschließend einen Sättigungswert (Abb. 23). Die gesamtcolliformen Bakterien stiegen um 2 Zehnerpotenzen, die fäkalcolliformen Bakterien und die fäkalen Streptokokken um 2,5 Zehnerpotenzen, danach konnte keine weitere Anreicherung mehr festgestellt werden (Abb. 24, 25, 26).

3.3 Kotuntersuchungen

Um einen Anhaltspunkt zu bekommen, wie stark die Gewässer durch Wasservogelkot belastet werden können, wurde Kot von den Versuchstieren in Wielenbach gesammelt und bakteriologisch-hygienisch auf gesamtcoliforme Bakterien, fäkalcoliforme Bakterien, fäkale Streptokokken und die Koloniezahl hin untersucht.

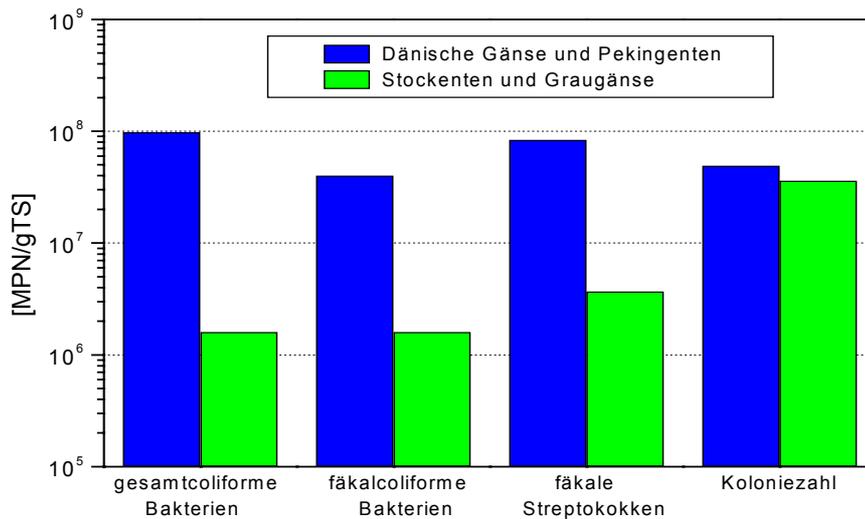


Abb. 27: Kotprobenuntersuchungen von 1998 (Dänische Gänse und Pekingenten) und 1999 (Graugänse und Stockenten) – Medianwerte

Wie aus Abb. 27 ersichtlich wird, waren die Kotproben der Dänischen Gänse und der Pekingenten im Vergleich mit den Graugänsen und Stockenten um ca. 1½ Zehnerpotenzen stärker mit den Fäkalindikatorbakterien belastet. Die Keimzahl dagegen war bei beiden Versuchsgruppen in etwa gleich.

4 Diskussion

In der Vergangenheit kam es bei einigen Badeseen immer wieder zu Badeverboten aufgrund bakteriologisch-hygienischer Belastungen. Diese Gewässerbelastungen wurden oft auf die große Anzahl von Wasservögeln zurückgeführt, die sich vor allem in Stadtgebieten durch das falsche Fütterungsverhalten von sogenannten Tierfreunden und Tierschützern stark vermehren bzw. angelockt wurden. Durch sie werden nach Dobrolowski et al. (1976) organische Substanzen ins Gewässer ein- bzw. ausgebracht, die somit den Kreislauf des Systems verändern. Eine solche Beeinflussung ist abhängig von der Art, der Anzahl, dem Verhalten und

dem jährlichen Rhythmus der Wasservögel. Eine starke bakteriologisch-hygienische Belastung von Oberflächenwasser steht zudem in engem Zusammenhang mit der Eutrophierung und somit der limnologischen Einstufung des Gewässers (Gusinde 1978).

4.1 Simssee

Am Simssee im Strandbad Baierbach kam es 1996 zu starken bakteriologisch-hygienischen Belastungen, so dass ein Badeverbot ausgesprochen wurde. Für diese Belastungen des Seewassers wurden vor allem Wasservögel verantwortlich gemacht, die in diesem Bereich vermehrt auftraten.

Während der Untersuchungen 1997/98 stellte sich heraus, dass die Belastungen im Badebereich vor allem durch die Zuflüsse (Graben 1, 2, 3) verursacht wurden. Das Wasser dieser Gräben überschritt fast immer den Leit- bzw. den Grenzwert der EG-Badegewässer-Richtlinie. Eine solche Belastung mit Fäkalbakterien ist vor allem in Badebereichen problematisch, da dadurch die Gesundheit der Badegäste – vor allem von Kindern - beeinträchtigt werden kann. Nach Schindler (1993) schluckt ein Schwimmer durchschnittlich 50 ml Wasser, ein Nichtschwimmer 30 ml Wasser und Kinder beim Herumtollen ca. ½ l Wasser. Demnach wird bei belasteten Badegewässern eine entsprechende Menge gesundheitsgefährdender Bakterien aufgenommen. Zudem reichern sich die eingeschwemmten Bakterien im Sediment an. Šimek (1982) stellte fest, dass die Belastung mit Fäkalindikatorbakterien im Sediment 2 – 3 mal höher ist als im freien Wasser. Dadurch kann es vor allem im Badebereich zu einer sekundären Belastung, verursacht durch das Aufwirbeln von Sediment, kommen. Nach Untersuchungen von Bauernfeind et al. (1981) haben Fäkalindikatorbakterien eine längere Überlebensdauer im Sediment als im Freiwasser. Gerba und McLeod (1976) untersuchten die Überlebensfähigkeit von *E. coli* und stellten beim Vorhandensein von Sediment sogar eine Vermehrung dieses Indikatororganismus fest.

Stark belastet waren auch die anderen Zuläufe (Antwörter Achen, Zufluss zur Antwörter Achen und Thalkirchner Achen) und der Abfluss des Simssees, die Sims. Unbelastet war lediglich das Pelagial. Nach Bauernfeind et al. (1981) haben Fäkalbakterien im Freiwasser nur eine geringe Überlebensfähigkeit. Grund für die Belastung der Antwörter Achen könnte eine Forellenzucht oberhalb der Probenahmestelle sein. Erstaunlich war auch die starke Belastung der Sims, obwohl das Pelagial unbelastet war und die Sims durch einen Schilfgürtel abfließt. Zwischen Schilfgürtel und Probenahmestelle fließt sie noch durch landwirtschaftlich genutztes Gebiet. Die Ergebnisse zeigen, dass der Simssee im Untersuchungszeitraum nicht durch

Wasservögeln belastet wurde, da bereits 1996 Maßnahmen gegen das massenhafte Auftreten von Wasservögel unternommen wurde. Für die bakteriologisch-hygienischen Verschmutzungen des Simssees sind hauptsächlich die Zuflüsse mit ihren diffusen und punktuellen Belastungsquellen verantwortlich. Diffuse Einträge sind vor allem Oberflächenabschwemmungen von landwirtschaftlich genutzten Flächen und Einleitungen von Dränen, punktuelle Einträge sind meist Kläranlagenabläufe und Überläufe aus der Mischkanalisation von Regensammlern. Damit beim Simssee die Badewasserqualität verbessert werden könnte, müssten die Belastungsquellen der Zuflüsse ausfindig gemacht und so weit wie möglich eliminiert werden.

4.2 Kleinhesseloher See

Unter dem Gesichtspunkt der bakteriologisch-hygienischen Belastung von Oberflächengewässern durch Wasservögel wurde parallel zum Simssee der Kleinhesseloher See untersucht. Die bakteriologisch-hygienische Belastung des Wassers zwischen Zulauf (Eisbach bzw. Seitenarm des Eisbachs) und Ablauf war etwa gleich. Im allgemeinen war sie im Kleinhesseloher Sees manchmal sogar etwas geringer als im Zulauf. Es wurde festgestellt, dass eine zusätzliche bakteriologisch-hygienische Belastung durch Wasservögel unter den gegebenen Bedingungen nicht nachweisbar war. Durch die "Selbstreinigungskraft" des Sees konnte die Verunreinigung kompensiert werden, da kein Anstieg der Indikatororganismen im See nachweisbar war ("Bakteriensenke"). Bei einer geringeren Anzahl an Wasservögeln wäre der Ablauf des Sees vermutlich weniger belastet als der Zulauf.

4.3 Teich in Wielenbach

Da am Beispiel des Simssees und des Kleinhesseloher Sees eine zusätzliche bakteriologisch-hygienische Gewässerbelastung durch Wasservögel nicht nachweisbar war, wurde in der LfW-Außenstelle Wielenbach ein Versuch unter definierteren Bedingungen durchgeführt. Die Wasservogeldichte wurde erhöht, so dass einem Wasservogel nur ca. 18 000 l Wasser zu Verfügung standen. Außerdem wurden Versuche mit verschiedenen Arten von Enten und Gänsen durchgeführt. 1998 wurden Pekingenten und Dänische Gänse ("Masttiere") und 1999 Stockenten und Graugänse gehalten. Der Futtermittelverbrauch lag 1998 bei 700 kg und 1999 bei 250 kg. Dieser unterschiedliche Futtermittelverbrauch machte sich im Durchschnittsgewicht der Wasservögel bemerkbar. Die Pekingenten wogen bei Versuchsende durchschnittlich 2,9 kg, die Dänischen Gänse 4,2 kg, die Stockenten 0,85 kg und die Graugänse 2,5 kg.

Eine bakteriologisch-hygienische Beeinflussung der Wasserqualität durch Wasservögel mit gesamtcoliformen Bakterien konnte in beiden Versuchsjahren nicht bewertet werden, da der Zufluss (Grundwasser) teilweise belastet war. Die fäkalcoliformen Bakterien und die fäkalen Streptokokken stiegen beim Besatz mit Pekingenten und Dänischen Gänsen um ca. 4,5 Zehnerpotenzen bis auf ein Sättigungsniveau. Dagegen lag 1999 (Stockenten und Graugänse) die Belastung mit fäkalcoliformen Bakterien bei ca. 2,5 Zehnerpotenzen und die fäkalen Streptokokken bei 1,5 Zehnerpotenzen. Allgemein waren im Versuchsjahr mit Pekingenten und Dänischen Gänsen (1998) die Konzentrationen der Indikatororganismen um ca. 2 Zehnerpotenzen höher.

Der Einfluss auf die Nährstoffkonzentrationen im Teichwasser war 1998 ebenfalls am größten. Nach Einsetzen der Wasservögel stieg die NH_4^+ -N- und die PO_4^{3-} -P-Konzentration an. Diese Stickstoff- und Phosphatfreisetzung kann auf Futtermittel, Grundeln oder Kot der Wasservögel zurückgeführt werden. Nachdem der Teich bis Mitte Juli flächendeckend mit Makrophyten bewachsen war, konnte keine weitere Eutrophierung mehr festgestellt werden, dem Wasserkörper wurden sogar Nährstoffe entzogen. 1999 konnte nur eine geringe Beeinflussung der Nährstoffkonzentration beobachtet werden.

Nach Geldreich et al. (1969) scheiden "Hausenten" eine Kotmasse von 336 g bzw. 95 g Nassgewicht (NG) pro Tag aus. Diese großen Unterschiede in der ausgeschiedenen Kotmasse wurden nicht näher erläutert. Hier könnte es sich um verschieden große Entenarten wie z.B. "Mastenten" (336 g) und Stockenten oder eine andere kleinere Entenart (95 g) handeln. Der Faeces von Enten wird vorwiegend ins Wasser abgegeben. Die Belastung von 1 g Kotmasse (NG) wurde nach Geldreich (1978) mit $3,3 \cdot 10^7$ fäkalcoliformen Bakterien und $5,4 \cdot 10^7$ fäkalen Streptokokken angegeben, bezogen auf g Trockengewicht (TG) ergibt dies $1,2 \cdot 10^7$ fäkalcoliforme Bakterien und $2,1 \cdot 10^7$ fäkale Streptokokken. Diese Werte entsprechen der im Faeces von Pekingenten enthaltenen Konzentrationen ($2,3 \cdot 10^7$ fäkalcoliforme Bakterien/gTG und $1,8 \cdot 10^7$ fäkale Streptokokken/gTG). Zudem wurde deutlich, dass die bakteriologisch-hygienische Belastung des Mastentenkots vergleichbar ist der des Mastgänsekots.

Nach Geldreich (1978) scheidet ein Mensch pro Tag 150 g Kot (NG) mit einer Belastung von $1,3 \cdot 10^7$ fäkalcoliformen Bakterien und $3 \cdot 10^6$ fäkalen Streptokokken aus. Schindler (1993) verglich die Kotbelastung eines Menschen mit der von "Enten". Dies ergibt rein rechnerisch eine Verschmutzung pro "Ente", die der von 6 Menschen entspricht bzw. eine Belastung von 550 m^3 Wasser über den Grenzwert.

Insgesamt scheidet eine Graugans durchschnittlich 880 g/d Kot aus, dies entspricht 80 % der aufgenommenen Biomasse (Balkenhol et al. 1984). Vergleicht man die Belastung der Faeces zwischen Pekingenten und Dänischen Gänsen mit der von Stockenten und Graugänsen, so ist die Konzentration mit fäkalcoliformen Bakterien und fäkalen Streptokokken um ca. 1,5 Zehnerpotenzen bei letzteren niedriger. In den vorliegenden Untersuchungen konnte zwischen der Faeces von Stockenten und Graugänsen nicht unterschieden werden, die durchschnittliche fäkale Belastung lag bei 10^6 Organismen pro g TG. Bei Baumann et al. (1992) lag die fäkale Belastung der Faeces von Stockenten bei $10^4 - 10^5$ fäkalen Bakterien pro g TG. Durch diese Werte kann die bakteriologisch-hygienische Belastung des Gänsekotes von ca. $10^7 - 10^8$ fäkalen Bakterien pro g TG ermittelt werden. Johnstone et al. (1968) gibt die fäkale Belastung von Kanadagänsen mit $7 \cdot 10^3$ gesamtcoliformen Bakterien und mit $8 \cdot 10^3$ fäkalen Streptokokken pro g Faeces an, ob es sich dabei um Nassgewicht bzw. Trockengewicht handelt wurde nicht angegeben. Diese Unterschiede können nach Mundt (1963) auch futterabhängig sein.

Nach den Untersuchungen, die in Wielenbach durchgeführt wurden, ist die bakteriologisch-hygienische Belastung entscheidend von der Enten- bzw. der Gänseart abhängig. Auf Gewässern in der Nähe von Stadtgebieten kommen vor allem Stockenten und Graugänse vor. Zudem scheiden Gänse den Kot nur zu ca. 20 – 25 % (Rutschke et al. 1978/79) ins Wasser aus. Dies ist ein wichtiger Gesichtspunkt in Bezug auf die Eutrophierung und die bakteriologisch-hygienische Betrachtung des Gewässers. Würde diese Menge ins Wasser freigesetzt werden, wäre die Belastung der Gewässer vermutlich um einiges höher. Bei sehr starken Regenfällen kann es durch Oberflächenabschwemmung dieser Faeces zu einer sekundären bakteriologisch-hygienischen Belastung des Sees kommen.

5 Zusammenfassung

Die bakteriologisch-hygienische Belastung des Simssees wurde in den Untersuchungsjahren hauptsächlich durch die Zuflüsse verursacht. Die Untersuchungen am Kleinhesselohrer See zeigten ebenfalls eine starke bakteriologisch-hygienische Belastung des Zuflusses. Die Belastung des Seewassers war im allgemeinen etwas geringer, obwohl sich auf dem See durchschnittlich 400 Wasservögel aufhielten. Die "Selbstreinigungskraft" des Sees reichte aus, die zusätzliche Belastung durch die Wasservögel zu kompensieren. Da kein Anstieg der bakteriologisch-hygienischen Belastung nachweisbar war, kann sogar von einer "Bakteriensenke" gesprochen werden. Mit einer geringeren Anzahl an Wasservögeln wäre der Ablauf des Sees vermutlich geringer belastet. Die Untersuchungen in Wielenbach zeigten zudem, dass die bakteriologisch-hygienische Belastung entscheidend von der Enten- bzw. Gänseart abhängt.

Der Kot der Dänischen Gänse und der Hausenten war bei den fäkalcoliformen Bakterien um den Faktor 30 höher belastet als bei den Stockenten und Graugänsen. Wie Dobrolowski et al. (1978) feststellten, ist die Beeinflussung von der Art, der Anzahl, dem Verhalten und dem jährlichen Rhythmus der Wasservögel abhängig. Als Ergebnis dieser Untersuchungen ist festzuhalten, dass die Wasservögel die Wasserqualität zwar beeinflussen, jedoch nicht in dem Ausmaß wie allgemein vermutet wird (Schindler 1993). Hauptursache für Gewässerbelastungen sind die Zuflüsse mit ihren punktuellen und diffusen Einträgen. Die hygienische Belastung eines stehenden oberirdischen Gewässers ist vor allem von dem Durchfluss, dem Bewuchs, der Zuflussbelastung und der Wasservogeldichte abhängig. Letzteres kann durch ein Fütterungsverbot reguliert werden.

6 Literaturverzeichnis

- Balkenhol, B., Bergmann, H., Holländer, R. and Stock, M. (1984). Über den Einfluß von Gänsekot auf die Vegetation von Grünflächen. *Ökol. Vögel (Ecol. Birds)* 6: 223-247
- Bauernfeind, S., Götz, G. G. and Rheinheimer, G. (1981). Untersuchungen zur Überlebensdauer von Fäkalbakterien mit und ohne Sediment. *Zbl. Bakt. Hyg, I. Abt. Orig. B* 174: 364-374
- Baumann, M., Lemmer, H., Roth, D. and Popp, W. (1992). Bakteriologisch-hygienische Untersuchungen zur diffusen Belastung von Oberflächengewässern am Beispiel des Einzugsgebietes des Garnbachs
- Dobrolowski, K. A., Halba, R. and Nowicki, J. (1976). The role of birds in eutrophication by import and export of trophic substances of various waters. *Limnologica* 10: 543-549
- Geldreich, E. E. (1978). Bacterial populations and indicator concepts in feces, sewage, stormwater and solid wastes. Ann Arbor, Mich., Ann Arbor Science
- Geldreich, E. E. and Kenner, B. A. (1969). "Concepts of fecal streptococci in stream pollution." *Water Pollut. Control Fed.* 41: 336-352
- Gerba, C. P. and McLeod, J. S. (1976). Effect of sediments on the survival of *Escherichia coli* in Marine Waters. *Appl. Environ. Microbiol.* 32 (1): 114-120
- Gusinde, R.-E. (1978). Auswertung bakteriologischer Untersuchungen an Kärntner Badeseen. *Zbl. Bakt. Hyg, I. Abt. Orig. B* 167: 326-336
- Johnstone, D. L. and Drake, C. H. (1968). Incidence of enterococci in the feces of common wild birds. *J. Environ. Health* 30: 539
- Mundt, J. O. (1963). Occurrence of enterococci in animals in a wild environment. *Appl. Microbiol.* 11: 136

- Richlinie des Rates vom 8. Dezember 1975 über die Qualität der Badegewässer.
(76/160/EWG), Amtsblatt Nr. L 31 vom 5.2.1976 S.1
- Rutschke, E. and Schiele, G. (1978/79). The influence of geese migrating and wintering in the GDR on agricultural and limnological ecosystems. *Verh. orn. Ges. Bayern* 23: 177-190
- Schindler, P. R. (1993). Ungetrübte Badefreuden. *Wasserspiegel-Umweltinformation der Österreichischen Wasserschutzwach* - L 22: 4-6
- Schindler, P. R. G. (1984). Bakteriologische Überwachung von Badegewässern. *Münchner Beitr. Abwasser-, Fischerei- und Flußbiol.* 38: 517-528
- Schindler, P. R. G. (1984). Erfahrungen bei der bakteriologischen Gewässerüberwachung. *Münchner Beitr. Abwasser-, Fischerei- und Flußbiol.* 38: 517-528
- Šimek, K. (1982 (Recd 1983)). The occurrence of fecal bacteria in a fish pond with a duck farm. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.* 67 (6): 851-868