

Umweltforschung in Baden-Württemberg

Abschlussbericht

**Entwicklung von Maßnahmen zur Verminderung der
Badedermatitis-Belastung am Bodensee**

Arbeitsgruppe Badedermatitis Bodensee

Wolfgang Fiedler, Hans Güde, Wilfried Haas, Jan Hertel, Michael Hess, Peter Kimmig, Astrid Kirch, Wolfgang Ostendorp, Karl-Otto Rothhaupt, Alexandra Sproll, Hannes Winterer, Stefan Werner (Red.) & Cynthia Wulff

Förderkennzeichen: L53 24001

Laufzeit: 15.05.2004 - 31.12.2004

Die Arbeiten dieses Projekts wurden mit Mitteln
des Landes Baden-Württemberg durchgeführt

Februar 2005

Entwicklung von Maßnahmen zur Verminderung der Badedermatitis- Belastung am Bodensee

Abschlussbericht der Arbeitsgruppe Badedermatitis Bodensee

Redaktion

Dipl.-Biol. Stefan Werner
Limnologisches Institut der Univ. Konstanz

Projektbearbeitung / Autoren

Dr. Wolfgang Fiedler & Dipl.-Biol. Alexandra Sproll
Max-Planck-Institut für Ornithologie
Vogelwarte Radolfzell
Schlossallee 2
78315 Radolfzell – Möggingen

Dr. Hans Güde
Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg
Institut für Seenforschung
Argenweg 50/1
88085 Langenargen

Prof. Dr. Wilfried Haas, Dipl.Biol. Jan Hertel & Cynthia Wulff
Institut für Zoologie der Univ. Erlangen-Nürnberg
Staudtstraße 5
91058 Erlangen

Prof. Dr. Dr. Peter Kimmig & Dr. Astrid Kirch
Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg
Abt.II Parasitologie
Wiederholdstr. 15
70174 Stuttgart

Dr. Hannes Winterer, Dr. Michael Hess
Landratsamt Konstanz – Gesundheitsamt
Scheffelstraße 15
78315 Radolfzell

*Prof. Dr. Karl-Otto Rothhaupt, PD Dr. Wolfgang Ostendorp &
Dipl.-Biol. Stefan Werner,*
Limnologisches Institut der Univ. Konstanz
Mainaust. 252
78464 Konstanz

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Einleitung	6
2 Material und Methoden	7
2.1 Erhebung der Badedermatitis in der Badesaison 2004	7
2.2 Beprobung von infizierten Schnecken und Zerkarien	8
2.3 Gewinnung und Aufarbeitung von Kotproben von Wasservögeln	11
2.4 Laborzyklus von <i>Trichobilharzia</i>	12
2.5 Molekulargenetische Analyse der <i>Trichobilharzia</i> -Zerkarien	13
2.6 Prüfung von chemischen Wirksubstanzen	13
3 Ergebnisse	14
3.1 Witterung, Wassertemperaturen und Pegel	14
3.2 Badedermatitis in der Badesaison 2004	16
3.3 Schneckenverteilung und Prävalenzen	17
3.3.1 Tiefenverteilung der Wirtsschnecken	17
3.3.2 Prävalenzen der Wirtsschnecken – Zerkarientypen	19
3.3.3 Der Befall mit <i>Trichobilharzia</i>	22
3.3.4 Überlebensdauer von <i>Trichobilharzia</i> -Zerkarien	24
3.3.5 Extensive Beprobungen am Bodensee Nordufer	25
3.4 Untersuchungen zum Endwirtspektrum von <i>Trichobilharzia</i>	27
3.5 Molekulargenetische Analyse der <i>Trichobilharzia</i> -Zerkarien	30
3.6 Laborzyklus von <i>Trichobilharzia</i>	32
3.7 Schutzcreme gegen <i>Trichobilharzia</i> -Zerkarien	32
4 Diskussion	33
5 Literatur	40
Anhang	42

Dank

Wir bedanken uns bei den Forschungstauchern des Limnologischen Instituts, namentlich bei Patrick Fink, Martin Mörtl, Nicolai Müller, Nicole Scheifhacken, Oliver Walenciak und Arnd Weber sowie bei Christine Baderschneider, Anne Birga Christiansen, Stefanie Eschenbächer und insbesondere David Gustav als wissenschaftlichen Mitarbeitern, die bei der Probenahme geholfen bzw. für die Schnecken und ihre Parasiten gesorgt haben. Vielen Dank an Veronika Albrecht, Julia Farkas, Thomas Massie, Markus Möst, Johannes Peter, Miriam Scheuerle und beim Tauchsportverein Kressbronn, die dem Institut für Seenforschung bei der Probenahme geholfen haben.

Herzlich gedankt sei auch Tanja Bessier, die bei der Erhebung der Badedermatitis-Befallsmeldungen und der Fall-Kontroll-Studie des Gesundheitsamtes Konstanz mitarbeitete.

Nicht zuletzt möchten wir uns bei allen bedanken, die das Projekt finanziell ermöglicht haben sowie ganz besonders bei „unserem“ Landtagsabgeordneten Andreas Hoffmann, der sich tatkräftig und wirkungsvoll dafür eingesetzt hat.

Zusammenfassung

Während der „Entwicklung von Maßnahmen zur Verminderung der Badedermatitis-Belastung am Bodensee“ konnte die Arbeitsgruppe Badedermatitis Bodensee¹ folgende Erkenntnisse gewinnen:

- die Methodik² zur Entwicklung umweltverträglicher Maßnahmen gegen die Badedermatitis hat sich bewährt, kann aber im Einzelfall optimiert werden
- die Befallsmeldungen und Badedermatitisbelastungen waren 2004 im Vergleich zu früheren Jahren eher unterdurchschnittlich (v.a. im Vergleich zu 2003)
- zeitnahe Beprobungen nach Meldungen von Badedermatitisfällen führten i.d.R. auch zu *Trichobilharzia*-Funden
- die *Trichobilharzia*-Prävalenzen der Schnecken waren ähnlich wie Ende 2003 sehr gering (0,2%), die wenigen Ausnahmen mit erhöhten Prävalenzen (>5%) waren auch mit erhöhten Befallsmeldungen verbunden
- potenziell befallene und befallene Wirtsschnecken traten fast ausschließlich in vegetationsfreien Bereichen des Flachwassers (Spülsaum bis ca. 1,5 m Wassertiefe) sowie unterhalb des geschlossenen Vegetationsgürtels in ca. 6 bis 9 m Tiefe auf. **Schlussfolgerungen:**
 - (i) Stegbau ist zur Überbrückung der Zone der Badedermatitis-Gefahr nicht geeignet
 - (ii) Schwimmen in tiefem Wasser schützt nicht vor Zerkarienbefall
 - (iii) Wasserpflanzenmahd reduziert das Habitat der Wirtsschneckenarten nicht
- nachgewiesen wurde nur *Trichobilharzia franki* (Proben aus 10 verschiedenen Schneckenindividuen); Wirtsschnecke ist *Radix auricularia*
- die Lebensdauer der *T. franki*-Zerkarien betrug bis zu 72 Stunden, so dass die passiven Verdriftungsdistanzen je nach Wind- und Strömungsbedingungen erheblich sein könnten
- im Kot von Wasservögeln gelang bislang kein Nachweis von *Trichobilharzia*
- es wurden zwei an zahlreichen Personen wirksame Präparate gefunden, die Zerkarien am Eindringen in die menschliche Haut hindern; eines der Präparate (Sonnen- und Quallenschutz für Kinder LSF 30 von Canea Pharma GmbH) ist auf dem deutschen Markt erhältlich

¹ Gesundheitsamt Konstanz, Limnologisches Institut der Univ. Konstanz, Institut für Seenforschung Langenargen, Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Max Planck Forschungsstelle für Ornithologie, Abteilung Parasitologie der Univ. Erlangen

² Erhebung der Fallzahlen bei Badegästen, Bestimmung der Prävalenzen bei den Wirtsarten, molekularbiologische Art-Identifizierung innerhalb der Gattung *Trichobilharzia*, Etablierung des Wirtszykles im Labor sowie Austestung von Wirksubstanzen

1 Einleitung

Mit Beginn der Badesaison kommt es in mitteleuropäischen Naturgewässern jedes Jahr wieder zum Auftreten von Badedermatitis. Dieser äußerst lästige Hautausschlag wird durch *Trichobilharzia*-Zerkarien verursacht. Dieser Badedermatitis-Erreger hat einen komplexen Lebenszyklus mit Wirtswechsel (NEUHAUS 1952, ferner: ALLGÖWER 1990a und b, MÜLLER & KIMMIG 1994). Sein Entwicklungszyklus ist durch einen Generationswechsel mit zwei Vermehrungsphasen gekennzeichnet: Die Endwirte sind verschiedene Wasservogelarten (hauptsächlich Enten), bei denen die adulten Pärchenegel im Darm leben. Ihre Eier werden von dort mit dem Kot des Wirts ins Gewässer ausgeschieden. Aus den Eiern schlüpfen sogenannte Wimperlarven (Mirazidium), die in den Zwischenwirt eindringen – eine Wasserschnecke meist aus der Familie Lymnaeidae. Nach aktuellem Kenntnisstand ist jede *Trichobilharzia*-Art zwischenwirtsspezifisch, d.h. auf eine bestimmte Wasserschnecken-Art spezialisiert (KOCK 2001). Dadurch kann von der Wirtsschneckenart auf die Artzugehörigkeit des Parasiten geschlossen werden. Im Zwischenwirt werden die Mirazidien zu Mutter-Sporozysten, die ein zweites Vermehrungsstadium darstellen. Ungeschlechtlich entstehen daraus weitere Sporozysten. Innerhalb dieser sog. Tochter-Sporozysten entwickeln sich die Zerkarien. Einmal ins Wasser ausgetreten suchen diese aktiv schwimmend einen Endwirt. Die Haut des Wirts (Schwimmhäute der Wasservögel) wird unter Abwurf des Schwanzes penetriert. Hier schließt sich der Kreislauf wieder: die Zerkarien wandern in geeignete Gewebe, in denen sie die Geschlechtsreife erlangen. Die Schistosomen überwintern in den Schnecken und sind im Freiland in Form von Zerkarien von Mai bis September detektierbar (DVORÁK et al. 1999).

Bei der Suche nach einem Endwirt reagieren Zerkarien auf Turbulenzen im Wasser, plötzliche Beschattung und Temperaturdifferenzen sowie auf verschiedene Körperfette wie Cholesterol und Ceramid (FEILER & HAAS 1988a und b, HAAS & VAN DE ROEMER 1998). Da Mensch und Wasservogel alle drei Bedingungen der Wirtsfindung erfüllen und beide oft das selbe Gewässer benutzen, kommt es für die Zerkarie (und auch den Menschen) zur folgenreichen Verwechslung (ALLGÖWER 1990a). Beim ersten Kontakt im Fehlwirt (also bevor das Immunsystem gegen den Fremdkörper sensibilisiert wurde) kann der Parasit noch bis in die Lunge (Säuger, auch beim Menschen?) vordringen, wo er abstirbt (HORÁK & KOLAROVA 2000). Während dieses ersten Kontakts mit Zerkarien wird das humorale und zelluläre Immunsystem aktiviert, das bei jedem weiteren Kontakt die Zerkarien unter dem Bild der Badedermatitis frühzeitig abbaut. Diese Immunabwehr entspricht einer allergischen Reaktion, die sich in histamininduzierten Papeln äußert (NEUHAUS 1952).

Das Phänomen Badedermatitis führte vor allem im Juni 2003 zu massiven öffentlichen Diskussionen über Folgen für die Tourismus-Destination Bodensee. Der Badedermatitis-Befall wurde bundesweit in den Medien vielfach mit schlechter Wasserqualität des Bodensees gleichgesetzt, was nicht der Realität entspricht und die Bodenseegemeinden vor allem des deutschen Untersees (besonders im Bereich Gnadensee) merkliche Einbußen in den Übernachtungszahlen befürchten ließ (zuletzt: Behördengespräch beim Gesundheitsamt Konstanz am 11.07.2003). Ziel der „Arbeitsgruppe Badedermatitis Bodensee“ war, im Rahmen des beantragten Gesamtprojektes ökologisch vertretbare Maßnahmen gegen den *Trichobilharzia*-Befall zu entwickeln.

2 Material und Methoden

Die unterschiedlichen Untersuchungsprogramme innerhalb des Gesamtprojektes waren eng miteinander gekoppelt (Abb. 1). In enger zeitlicher Koordination mit den Badermatitis-Befallsmeldungen, die durch eine Erhebung (Surveillance) des Gesundheitsamtes Konstanz erfasst wurden, sollten die ökologischen Rahmenbedingungen eines Badermatitis-Befalles untersucht werden. Hierbei wurde die räumliche und zeitliche Verteilung der als Zwischenwirte fungierenden Schnecken sowie deren Befallsrate mit verschiedenen Zerkarien ermittelt (Univ. Konstanz, am Nordufer des Bodensees extensiv durch das Institut für Seenforschung).

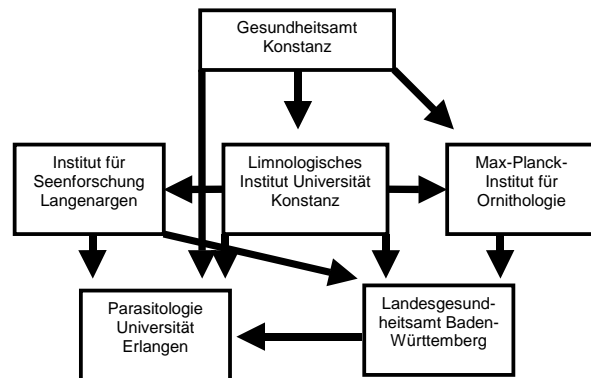


Abb. 1: Zusammenwirken der verschiedenen Kooperationspartner innerhalb der Arbeitsgruppe Badermatitis Bodensee.

Hierbei wurde die räumliche und zeitliche Verteilung der als Zwischenwirte fungierenden Schnecken sowie deren Befallsrate mit verschiedenen Zerkarien ermittelt (Univ. Konstanz, am Nordufer des Bodensees extensiv durch das Institut für Seenforschung). Ergänzend hierzu wurden Kotanalysen bei Wasservögeln zur Erfassung des Endwirtspektrums durchgeführt (Max-Planck-Institut für Ornithologie und Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg). Mittels molekularbiologischer Techniken erfolgte die artspezifische Determinierung der *Trichobilharzia*-Zerkarien und deren Eier (Landesgesundheitsamt B.-W.), die Voraussetzung für nachfolgende Tests chemischer Abwehrstoffe (Repellentien) an der Univ. Erlangen waren. Für die Austestung ökologisch vertretbarer Wirkstoffe wurde ein Infektionszyklus des Parasiten im Labor etabliert (Univ. Erlangen, Limnologisches Institut der Univ. Konstanz und Institut für Seenforschung).

2.1 Erhebung der Badermatitis in der Badesaison 2004

In der Badesaison 2004 wurde erstmals eine systematische Erhebung zur Badermatitis am westlichen Bodensee durchgeführt. Ziel war, das räumliche und zeitliche Auftreten der Badermatitis durch eine gezielte Erhebung (Surveillance) zu erfassen. Informationen über das Aufkommen an den überwachten Badeplätzen wurden unverzüglich an das Limnologische Institut der Univ. Konstanz weitergeleitet, wodurch notwendige Feldarbeiten wie z.B. das Aufsammeln infizierter Schnecken zeitnah ausgeführt werden konnte.

Zur Surveillance der Badeplätze wurde in der Zeit vom 18. Juni bis zum 14. September 2004 zweimal wöchentlich mit allen Badeplatzbetreibern telefonisch Kontakt aufgenommen. Diese wurden über das Auftreten der Badermatitis und gegebenenfalls über das Ausmaß des Befalls befragt. Zusätzlich wurden die Badeplätze stichprobenartig aufgesucht, um sich vor Ort ein Bild der Lage zu machen und die Angaben der Badeplatzbetreiber zu überprüfen. Zur Vervollständigung der Informationen wurden außerdem Apotheker im Landkreis telefonisch bezüglich ihrer Einschätzung befragt. Risikofaktoren und auch protektive Faktoren sollten anhand einer zusätzlichen Fall-Kontroll-Studie ermittelt werden. Hierfür wurden drei Campingplätze ausgesucht, die in den Vorjahren besonders stark von der Badermatitis betroffen waren. Mit einem eigens zu diesem Zweck entwickelten standardisierten Fragebogen (siehe Anhang) sollten die Camper zu ihrem Badeverhalten befragt werden.

2.2 Beprobung von infizierten Schnecken und Zerkarien

Auswahl der Probenahmestellen

Das Beprobungskonzept sah eine zeitnahe und gezielte Beprobung an den Badestellen vor, von denen Befallsmeldungen beim Gesundheitsamt Konstanz eingingen. Da jedoch vor allem in den Monaten Juni und Juli noch kein Befall vorlag, musste zunächst von diesem Konzept abgewichen werden. Stattdessen wurden in wechselnder Folge Badestellen beprobt, die sich 2003 durch hohe Fallzahlen ausgewiesen hatten. Der Badeplatz „Campingplatz Hegne“ wurde bei allen Kampagnen berücksichtigt, da dieser in den Vorjahren am stärksten befallen war. Das durchgeführte Beprobungsschema ist aus Tab. 1 ersichtlich. Gezielt wurden nur Schnecken der Familie Lymnaeidae gesammelt (*Radix* spp., *Lymnaea stagnalis*, *Stagnicola* spp.). Weitere abundante Schnecken-Arten hatten sich bei der Probenahme 2003 als zerkarienfrei erwiesen und wurden 2004 nur als Beifang berücksichtigt.

Tab. 1a : Übersicht der erfassten Probenahmestellen (Flachwasser; immer 0 m, 0,5 m und 1 m Wassertiefe); angegeben sind die Probenahmeterminen. *: Beprobungen des Instituts für Seenforschung, die übrigen Badestellen wurden vom Limnologischen Institut der Univ. Konstanz untersucht.

Badestelle	Juni	Mitte Juli	Ende Juli	Anfang August	Mitte August	Ende August
Untersee						
Allensbach, Strandbad						31. August
Hegne Campingplatz	16. Juni	14. Juli		4. August	18. August	31. August
Markelfingen	15. Juni	13. Juli		4. August	17. August	
Radolfzell-Seebad				4. August	17. August	
Reichenau-Sandseele	17. Juni	15. Juli		5. August		
Campingplatz Willam	15. Juni	13. Juli				
Gaienhofen/Horn-Strandbad	15. Juni			13. Juli		
Obersee						
Konstanz-Horn (Nordseite)				5. August	18. August	30. August
Litzelstetten	17. Juni	15. Juli		5. August	18. August	30. August
Bodman-Ludwigshafen, Seeende					18. August	
Sipplingen*	29. Juni	19. Juli	27. Juli	2. August		
Unteruhldingen*	29. Juni	19. Juli	27. Juli	2. August	24. August	
Hagnau*	29. Juni	19. Juli	27. Juli	2. August	24. August	
Fischbach*	29. Juni	19. Juli	27. Juli	2. August		
Seemoos*	29. Juni	19. Juli	27. Juli	2. August		
Friedrichshafen*	29. Juni	21. Juli	27. Juli	4. August		
Eriskirch*	29. Juni	21. Juli	27. Juli	4. August	24. August	
Langenargen Malerecke*	29. Juni	21. Juli	27. Juli	4. August		
Campingplatz Gohren*	29. Juni	21. Juli	27. Juli	4. August		
Kressbronn Landesteg*	29. Juni	21. Juli	27. Juli	4. August	24. August	

Tab. 1b : Übersicht der mittels Tauchkampagnen erfassten Probenahmestellen (Wassertiefen unter jeweilig aktuellem Pegelstand), die Nummerierung der Probenahmestellen folgt der Badegewässerkarte Baden-Württemberg, Ausgabe 2003 (Hrsg. Sozialministerium Baden-Württemberg, Baden-Württemberg).

Nr.	Badestelle	22. Juni	22. Juli	2. August	1. September
KN 20	Litzelstetten				1,5 – 2 m 3 – 4 m 6 – 8 m
KN 16	Konstanz-Horn (Nord)				1,5 – 2 m 3 – 4 m 6 – 8 m
KN 032	Markelfingen	1,5 – 2 m 3 – 4 m 6 – 8 m			
KN 28	Radolfzell-Seebad		1,5 – 2 m 3 – 4 m 6,5 – 8,5 m	1,5 – 2 m 3 – 3,5 m 8 – 10 m	
KN 38	Reichenau-Sandseele		1,5 – 2 m 3 – 4 m 8 – 9 m	2 – 3 m 3 – 4 m 8 – 10 m	
KN 11	Gaienhofen / Horn-Strandbad	1,5 – 2 m 3 – 4 m 6,5 – 7,5 m			

Beprobungstechnik

Die Beprobungstechnik unterschied sich je nach Wassertiefe:

- a) In Wassertiefen bis ca. 1 m wurden die Schnecken von Land aus gesammelt. Dabei wurden stets drei Tiefenstufen berücksichtigt: der Spülsaum („0 m“), der Brandungsbereich („0,5 m“) sowie das obere Sublitoral („1 m“). Die Sammelzeit betrug in jeder Tiefenstufe 1,0 bis 1,5 h auf einer Strecke, die sich von einem Randbereich des Badeplatzes über den Zentralbereich bis zum gegenüberliegenden Rand erstreckte.
- b) Die Beprobung der Wassertiefen unterhalb 1,5 m erfolgte vom Boot aus durch Forschungstaucher des Limnologischen Instituts. Es wurden wiederum drei Tiefenstufen von 1,5 bis 2 m („2 m“), 3 bis 4 m („4 m“) sowie 6 bis 10 m („8 m“) erfasst. Die Sammelzeit der jeweils zwei Einsatztaucher betrug 0,5 bis 0,75 Stunden pro Tiefenstufe entlang einer tiefenlinienparallelen Strecke von etwa 50 bis 100 m im Zentralbereich der Badestellen.

Während der Probenahmen wurden zusätzlich die Wassertemperatur in 1 m Tiefe sowie bei den Tauchkampagnen die Sichttiefe im Haldenbereich gemessen (vgl. Tab. 2).

Laborarbeiten

Die im Feld gesammelten Schnecken der Gattungen *Radix*, *Lymnaea* und *Stagnicola* wurden direkt im Anschluss an die Probenahme im Labor einzeln in Plastikgefäße (Urinbecher) sortiert, die mit Leitungswasser aufgefüllt wurden. Die nummerierten Becher mit den verschiedenen Schneckenspezies



Abb. 2: Labor mit Beleuchtung für die Induktion des Zerkarienschlupfes

wurden auf Styrodur-Tabletts (mit je 48 Bohrungen gesteckt. Anschließend wurden alle Schnecken mit 40 W Glühlampen für etwa 2 h beleuchtet, um den Zerkarienschlupf durch Wärme und Licht zu induzieren (Abb. 2). Neben dieser Beleuchtung ist auch der Wasserwechsel ein wichtiger Induktionsmechanismus für den Zerkarienschlupf. Da nach eigenen Voruntersuchungen nur bei Lymnaeiden Zerkarienbefall zu erwarten ist (WERNER et al., 2003), wurden sonstige Gastropoden nach Arten getrennt gemeinsam in einem Plastikgefäß untergebracht.

Bei der Überprüfung der Zerkarien wurden diese in folgende Kategorien klassifiziert:

- echinostome Zerkarien
- Xiphidiozercarien
- *Diplostomum* spp.
- Furkozercarien ohne Ocellen (Typ I)
- Furkozercarien ohne Ocellen (Typ II)
- ocellate Furkozercarien (*Trichobilharzia*)

Die beiden Typen nicht-ocellater Furkozercarien ließen sich aufgrund ihrer Ruhestellung und der Größe unterscheiden. Typ I hat in Ruhe einen geraden Schwanzschaft und ist > 1 mm, während beim kleineren Typ II der Schwanzschaft in Ruhestellung U-förmig gebogen ist. Befallene Schnecken wurden in der Länge und Breite vermessen.

Die Infektiosität aller gefundenen Zerkariotypen wurde in Selbstversuchen (Stefan Werner) getestet. Hierfür wurde die Hand 5 min bewegungslos in Wasserproben mit den jeweiligen Zerkarien exponiert. Da eine Sensibilisierung gegenüber Badedermatitis-Auslösern vorliegt, muss eine Exponierung mit entsprechenden Zerkarien zu den bekannten Symptomen wie Hautrötung und Juckreiz führen.

Die untersuchten Lymnaeiden wurden je nach Befund unterschiedlich weiterbehandelt. *Trichobilharzia*-Zerkarien ausscheidende Schnecken wurden für eine Etablierung des Wirtszyklus genutzt. Die von diesen Schnecken emittierten Zerkarien wurden für weitergehende DNA-Analysen an das LGA Baden-Württemberg geschickt. Die nicht zerkarienemittierenden *Radix* (im Folgenden der Einfachheit wegen „zercarienfrei“ genannt) wurden für eine parasitenfreie Zucht genutzt. Alle übrigen Schnecken wurden wieder am Bodenseeufer freigelassen.

Extensive Beprobungen am Bodensee Nordufer

An zehn ausgewählten Badestränden am Bodensee Nordufer (siehe Tab. 1a) wurde ein extensives Zerkarien-Monitoring durchgeführt. Unabhängig von Badedermatitis-Befallsmeldungen fanden zwei bis fünf Beprobungen im Juli und August statt. Untersucht wurden jeweils 3 Wassertiefen (0 bis 30 cm, 30 bis 50 cm und 50 bis 100 cm). Die Sammelzeit pro Tiefe betrug insgesamt 20 Minuten (4 Personen á 5 min). Nach Hinweisen auf Badedermatitisfälle wurden an der Badestelle in Kressbronn mit Hilfe von Tauchern zusätzlich auch Wassertiefen zwischen 3 und 6 m beprobt. Trotz anhaltender Badedermatitis-Klagen von Schwimmern konnten hier im Seichtwasserbereich unter 1m Tiefe während des gesamten Sommers keine Schnecken gefunden werden.

Zwei zusätzliche Herbst-Beprobungen wurden im September und Oktober im Litoral der Argemündung Ost außerhalb von öffentlichen Badestellen im Seichtwasserbereich bis 1 m durchgeführt. Am 6.09. wurde eine Stelle direkt am linken Ufer der Argemündung und am 4.10. eine wegen des dann schon erniedrigten Wasserstandes vom See abgeschnittene Lagune mit etwa 500 m² Fläche vor dem Yachthafen Gohren beprobt.

2.3 Gewinnung und Aufarbeitung von Kotproben von Wasservögeln

Probenahmetechnik

Wasservögel sind die mobilsten Wirte im Entwicklungszyklus von *Trichobilharzia* und ihnen kommt somit die Schlüsselrolle bei der überregionalen Verbreitung des Erregers zu. Da befallene Wasservögel die Parasiten-Eier insbesondere über den Kot in die Umwelt abgeben, wurde dieser bei potenziellen Endwirten beprobt. Um diesen Teil des Entwicklungszykluses von *Trichobilharzia* besser zu verstehen und die Rolle der Wasservögel beim Auftreten von Badedermatitis besser einschätzen zu können, wurden zwischen 22. Juni und 3. September Probenahmen durchgeführt (Tab. 6). Zur Beprobung wurden geeignete Ruheplätze der Wasservögel (Bootsstege, Floße, Bojen) in der Regel zunächst von älterem Kot gereinigt, um sicherzugehen, dass wirklich der Kot der beobachteten Wasservogelart gesammelt wurde. Artspezifisch genau zuzuordnende Proben wurden auch direkt vom Spülsaum entnommen. Seeschwalben, Möwen und Kormorane konnten an ihren Ruheplätzen beprobt werden, die nach beobachteter Kotabgabe mit dem Boot oder schwimmend erreicht wurden.

Die Probenahme wurde möglichst mit den Schneckensammelkampagnen koordiniert. Ferner wurden gezielt Stellen beprobt, an denen Badedermatitisfälle gemeldet wurden. Die Kotproben wurden frisch und ohne weitere Behandlung in Probenröhrchen aufgenommen, kühl gelagert und zur Analyse an das Landesgesundheitsamt B.-W. weitergeleitet. Zusätzlich wurden die jeweils anwesenden Wasservögel im Umkreis von etwa 100 m um die Probestelle erfasst.

Untersuchung der Vogelkotproben

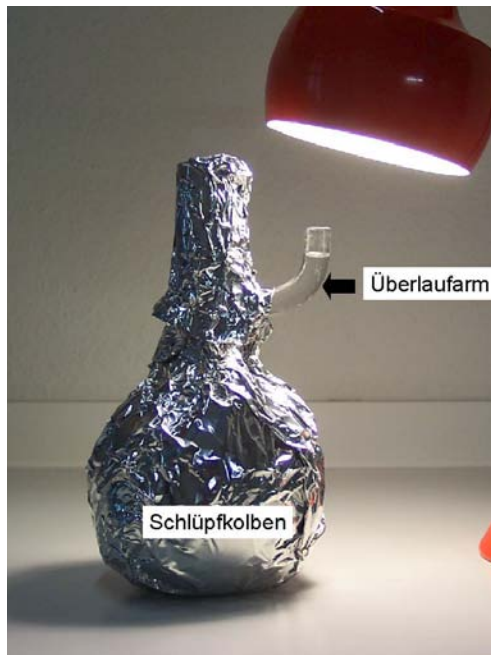


Abb. 3: Mirazidien schlüpf test nach DÖNGES: mit Aluminiumfolie abgedunkelter Schlüpfkolben mit beleuchtetem Überlaufarm. Nach 30 – 60 Minuten wandern die geschlüpften Mirazidien zum Licht.

Zum Nachweis von *Trichobilharzia* sp. in Wasservogelkot wurden 182 gesammelte Proben auf Parasiteneier überprüft. 121 Proben wurden mikroskopisch beurteilt, während bei 82 Proben der Mirazidien schlüpf test nach DÖNGES (1966) angewandt wurde. 21 Proben wurden sowohl mikroskopisch als auch mittels Mirazidien schlüpf test überprüft.

Für den Schlüpf test wurden die Kotproben zunächst mit physiologischer Kochsalzlösung gereinigt, bis der größte Teil an Detritus entfernt war. Anschließend wurden die Proben in einen mit Alufolie abgedeckten sog. Schlüpf kolben überführt, der mit lauwarmem Wasser aufgefüllt und mit dem Überlaufarm unter eine Lampe gestellt wurde (Abb. 3). Auf diese Weise wurden die natürlichen Schlüpfbedingungen der Mirazidien nachgestellt. Beim Vorhandensein von reifen Trematoden-Eiern schlüpfen die Mirazidien bereits nach ca. 30 – 60 min. Photo-taktisch angelockt sammeln sie sich im Überlaufarm.

Zusätzlich wurden 121 Proben nach dem SAF-Verfahren angereichert, bei dem Parasitenstadien in Fixierlösung dauerhaft fixiert und durch Sieben und Zentrifugieren im Sediment aufkonzentriert werden. Dieser angereicherte Rückstand wurde mikroskopisch auf Trematoden-Eier untersucht.

2.4 Laborzyklus von *Trichobilharzia*

Zur Etablierung des Lebenszyklus der Parasiten im Labor wurden *Trichobilharzia*-Zerkarien aus infizierten *Radix*-Schnecken gewonnen und Hausenten-Küken über die Füße infiziert. Nach 2 Wochen wurden regelmäßig Kotproben der Enten auf das Vorhandensein der Parasiten-Eier überprüft. Der Kot mit den *Trichobilharzia*-Eiern wurde gewaschen und die in Schlüpfkolben gewonnenen Mirazidien zur Infektion von im Labor nachgezüchteten und im Feld gesammelten *Radix* verwendet. Insgesamt wurden 4 Enten und 220 Schnecken infiziert. Damit wurde der Entwicklungszyklus von *T. franki* erfolgreich etabliert und die Zerkarien konnten für Untersuchungen verwendet werden. Für weitere Untersuchungen wurde *T. ocellata* im Labor gehalten (es wurden 28 Enten und 1.140 *Lymnaea stagnalis* aus einer Labor-Nachzucht infiziert (Infektionserfolg 6%).

2.5 Molekulargenetische Analyse der *Trichobilharzia*-Zerkarien

Zur Artbestimmung wurden einzelne Zerkarien in ein Eppendorfgefäß überführt und über Nacht bei 60° C getrocknet. Anschließend wurde deren DNA mittels Chelex-Methode isoliert und eine molekularbiologische Untersuchung am Genort ToSAU3 (HERTEL et al. 2002) durchgeführt. Dazu wurde mit Hilfe der Polymerase Ketten Reaktion (PCR) der genannte Bereich der DNA vervielfältigt und sequenziert. Diese Sequenzen wurden mit Hilfe des „Multiple sequence alignment by Florence Corpet“ (<http://prodes.toulouse.inra.fr/multalin/multalin.html>) mit den Sequenzen von *T. ocellata* und *T. regenti* verglichen.

Insgesamt wurden 10 Zerkarienlieferungen aus verschiedenen *Radix auricularia* untersucht. Die Proben kamen von den Untersuchungsstellen Litzelstetten, Gaienhofen (2003), Moos (2003), Reichenau, Radolfzell und Sealife Center Konstanz aus dem Spülsaum und den Tiefen 0,5 m und 8 m. Von Schnecken jeder Entnahmestelle wurden je 5 Zerkarien isoliert und molekularbiologisch differenziert. Als Positiv-Kontrolle dienten Zerkarien eines aus Laborenten isolierten Stammes, der als *T. franki* beschrieben wurde (MÜLLER & KIMMIG 1994).

2.6 Prüfung von chemischen Wirksubstanzen



Abb. 4: Austestung von Creme-Formulierungen bezüglich ihrer Wirksamkeit gegen Zerkarienbefall an freiwilligem Probanden.

Es wurden 19 Creme-Formulierungen mit bereits für medizinische Zwecke zugelassenen Wirkstoffen hergestellt und auf ihre Wirksamkeit gegen Zerkarienbefall untersucht. Die Creme-Formulierungen wurden auf die Unterarme freiwilliger Probanden aufgetragen und einem Wasserfestigkeits-Test der U.S. Food and Drug Administration unterworfen (20 min in bewegtem Wasser, dann 20 min außerhalb Wasser, dann 20 min bewegtes Wasser). Anschließend wurden je 20 Zerkarien für 30 min aufgetragen (Abb. 4).

Als Kontrollen dienten die Trägerformulierungen ohne Wirkstoffe und unbehandelte Haut. Die Anzahl penetrierter Zerkarien wurde durch Zählen der entstandenen Quaddeln bestimmt.

3 Ergebnisse

3.1 Witterung, Wassertemperaturen und Pegel

Das Jahr 2003 war ein extrem trockenes und warmes Jahr. Insbesondere in den Monaten Mai bis August lagen die Monatsmittel der Tagesmitteltemperaturen der DWD-Station Konstanz um 2,2 bis 6,8° C über den langjährigen, entsprechenden Monatsmitteln. Die Niederschläge dieser Monate betragen in Konstanz nur 54 bis 81% des langjährigen Durchschnitts. Die mangelnden Niederschläge führten 2003 zu einem extremen Niedrigwasser (Abb. 5). Große Sublitoralfächen lagen trocken, was vermutlich zum Absterben eines Großteils der dort ansässigen Schneckenpopulation führte. Diese Auswirkungen machten sich noch 2004 bemerkbar (siehe Kap. 3.3.1 und Abb. 7).

Das Jahr 2004 war hingegen ein eher normales Jahr; ausgewertete Messreihen lagen jedoch noch nicht vor. Dennoch schwankte der Pegel 2004 meist zwischen Mittelwasserstand und 10-jährigem Niedrigwasser. Somit zeigen beide für diese Untersuchung relevanten Jahre jeweils einen Pegelverlauf, der unter dem langjährigen Mittelwasserstand liegt (Abb. 5).

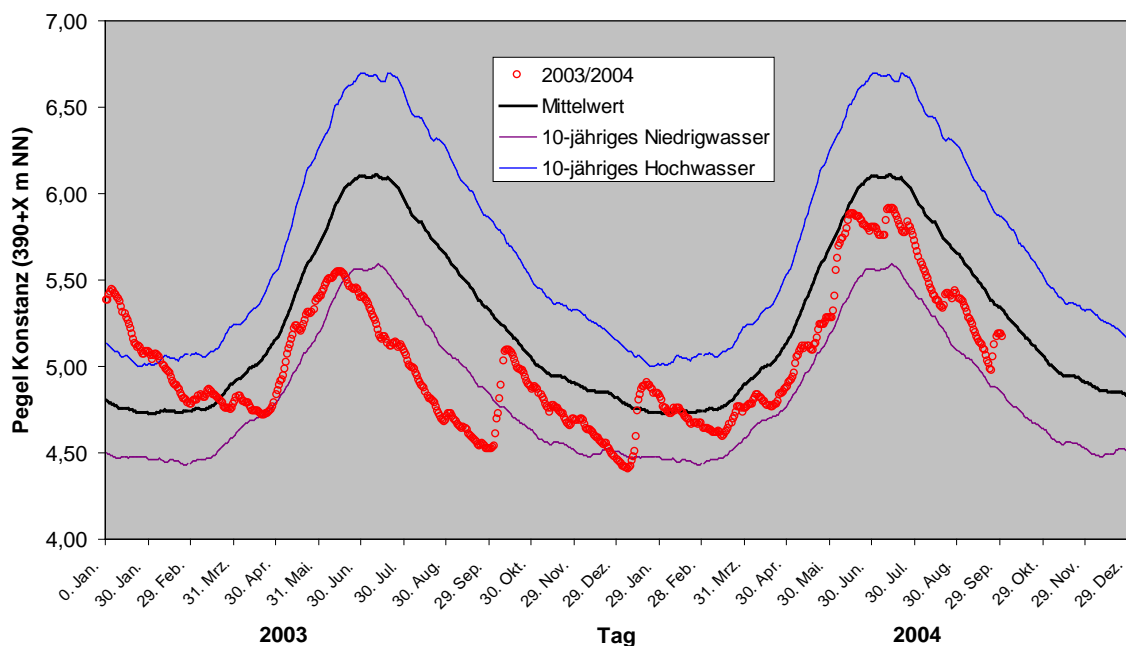


Abb. 5: Wasserstandsverlauf in den Jahren 2003 und 2004 am Pegel Konstanz; dargestellt sind außerdem die Kurve der täglichen Mittelwerte (Zeitraum 1951 bis 2003 bzw. 2004) sowie die Kurven der Tageswerte des 10-jährigen Niedrig- und des 10-jährigen Hochwassers.

Die Oberflächenwassertemperaturen des Untersees spiegeln die unterschiedlichen Witterungen beider Jahre wider (Abb. 6). Während in den Jahren 1999 bis 2002 die maximalen Oberflächentemperaturen zwischen 22 und 24° C schwankten, lagen sie Anfang August 2003 bei 27,1° C und damit um etwa 5° C höher als in Normaljahren. Auch 2004 überschritt das im August gemessene Jahresmaximum mit 24,1° C das August-Mittel um etwa 2° C.

Die Untersuchungsperiode von 2004 erstreckte sich vom 15. Juni bis zum 1. September, was einem Wassertemperatur-Bereich an der Oberfläche des Zeller Sees von 19 bis 24° C entsprach. Die Wassertemperaturen und Sichttiefen an den Probenahmestellen sind aus Tab. 2 zu entnehmen.

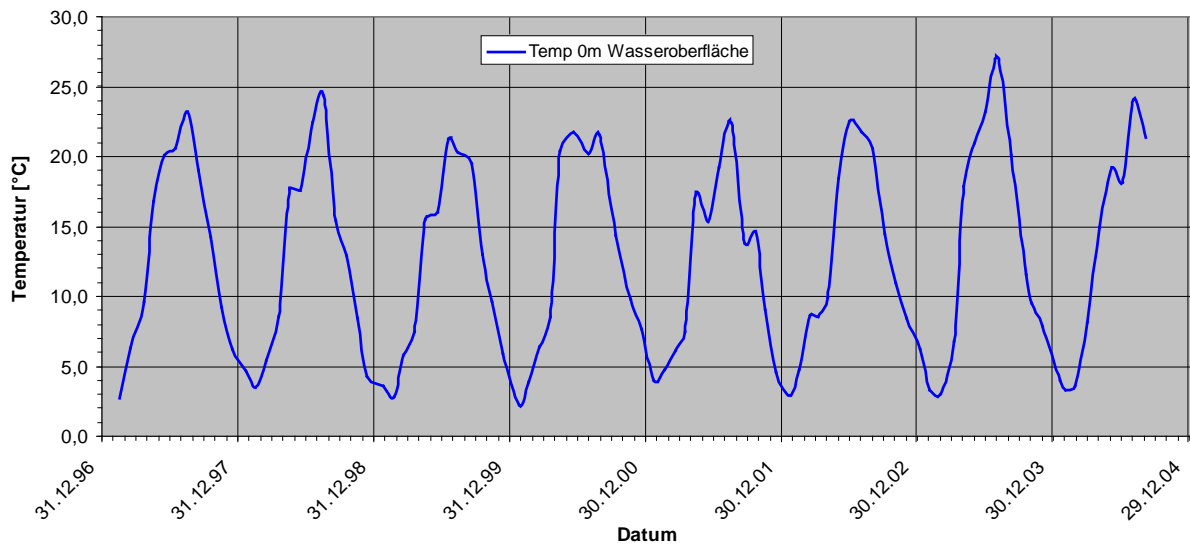


Abb. 6 : Oberflächenwassertemperaturen im Zeller See 1997 bis 2004 (Daten des Instituts für Seenforschung, Langenargen)

Tab.2 : Sichttiefen (Secchi-Depth, SD [m]) und Wassertemperaturen (T [°C] in 1m Wassertiefe)

Nr.	Badestelle	Mitte Juni	Mitte Juli	Anfang August	Mitte August	„September“
KN20	Litzelstetten	17. Juni: T = 14,5	15. Juli: T = 16,8	5. Aug.: T = 25,8	18. Aug.: T = 20,3	30. Aug.: T = 17,4 1. Sept.: T = 18,2 ; SD = 5,50
KN16	Konstanz-Horn (Nord)			5. Aug.: T = 23,6	18. Aug.: T = 20,7	30. Aug.: T = 17,1 1. Sept.: T = 17,7 ; SD = 4,90
KN03	Allensbach, Strandbad					31. Aug.: T = 18,7
KN05	Hegne Campingplatz	16. Juni: T = 18,0	14. Juli: T = 18,4	4. Aug.: k. A.	18. Aug.: T = 23,9	31. Aug.: T = 18,9
KN032	Markelfingen	15. Juni: T = 19,5 22. Juni: T = 18,6; SD = 7,0	13. Juli: T = 18,0	4. Aug.: T = 26,3	17. Aug.: T = 22,3	
KN28	Radolfzell-Seebad		22. Juli: T = 23,4; SD = 5,50	2. Aug.: T = 23,0; SD = 3,20 4. Aug.: T = 23,6	17. Aug.: T = 22,1	
KN42	Bodman-Ludwigs-hafen				18. Aug.: T = 17,9	
KN38	Reichenau-Sandseele	17. Juni: T = 19,5	15. Juli: T = 19,6 22. Juli: T = 22,1; SD = 5,50	2. Aug.: T = 23,4; SD = 3,70 5. Aug.: T = 23,0		
KN01	Campingplatz Willam	15. Juni: T = 18,5	13. Juli: T = 18,2			
KN11	Gaienhofen / Horn Strandbad	15. Juni: T = 17,5 22. Juni: T = 17,8; SD = 5,50	13. Juli: T = 16,6			

3.2 Badedermatitis in der Badesaison 2004

Die meisten Badedermatitisfälle im Landkreis Konstanz wurden während der Badesaison 2004 in der Zeit vom 23. Juli bis zum 24. August verzeichnet. Die Angaben über den Befall streuten in dieser Zeit zwischen „vereinzelt“ und „gehäuft“, wobei gehäuftes Auftreten erst ab Anfang August festgestellt wurde. Betroffen waren in dieser Saison folgende Badestellen:

- Camping- und Badeplatz See-Ende in Bodman-Ludwigshafen
- Strandbad Litzelstetten
- das Freibad Horn (Konstanz)
- Bodenseetherme Jakobsbad (Konstanz)
- Rheinseite der Insel Reichenau (ohne offizielle Badeplätze)
- Camping- und Badeplatz Sandseele auf der Insel Reichenau
- Camping- und Badeplatz Markelfingen
- Seebad Radolfzell
- Mettnau-Strandbad Radolfzell

Die Befragungen mit dem standardisierten Fragebogen erbrachten keine statistisch auswertbaren Erkenntnisse. Dies ist hauptsächlich auf die sehr geringe Stichprobengröße mit $n = 20$ zurückzuführen, da betroffene Badegäste nur vereinzelt für die Befragungen gewonnen werden konnten. Dennoch liegen erste Hinweise vor, die aber der weiteren Untersuchung bedürfen. Zum einen scheint das Badeverhalten wider Erwarten keinen wesentlichen Einfluss auf die Badedermatitis zu haben, da bei identischem Badeverhalten an der selben Badestelle manche Personen einen Befall zeigten, während andere völlig symptomfrei blieben. Hier spielt neben bisher unbekanntem Faktoren möglicherweise die allergische Sensibilisierung eine wichtige Rolle. Außerdem deuten die Berichte der befragten Badegäste auf die Wirksamkeit von Melkfett zum Schutz vor Zerkarien hin.

Das Auftreten der Badedermatitis während der Badesaison 2004 war im Vergleich zu den Vorjahren (insbesondere 2003) nicht nur wesentlich geringer, es kam auch zu einer atypischen Verteilung der Badedermatitisfälle am westlichen Bodensee. Wenngleich bisher keine systematischen Erhebungen erfolgten, ließ sich in der Vergangenheit dennoch feststellen, dass sich die Hauptaktivität der Zerkarien am Untersee (v.a. Insel Reichenau, Hegne, Allensbach bis Radolfzell und Horn) konzentrierte. Diese Erkenntnis wurde hauptsächlich durch Anrufe Betroffener beim Gesundheitsamt und durch regelmäßige Besuche der befallenen Badeplätze in der Saison 2003 gewonnen.

3.3 Schneckenverteilung und Prävalenzen

Grundsätzlich hat sich die bereits 2003 erprobte und dieses Jahr fortgeführte Probenahmetechnik bewährt. Es ist davon auszugehen, dass entlang der Sammelstrecke praktisch keine größeren Schnecken übersehen wurden und der anfänglich sehr geringe Sammelerfolg die tatsächlich geringen Individuendichten widerspiegelt.

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf Gastropodenarten der Familie Lymnaeidae, da Vorjahresergebnisse zeigten, dass weitere Wasserschneckenarten nie oder nur in Ausnahmefällen mit den häufigen Zerkariertypen befallen waren (WERNER et al. 2003). Insgesamt wurden 6.302 relevante Individuen untersucht (Tab. 3). Zwei Gattungen bereiten Bestimmungsschwierigkeiten, die mittels molekulargenetischen Untersuchungen geklärt werden müssen (Untersuchungen hierzu laufen in der AG Seenlimnologie am Limnologischen Institut der Univ. Konstanz). So konnten Arten der Gattung *Radix* anhand conchologischer Merkmale nicht immer eindeutig differenziert werden. Es existieren fließende Übergänge von sehr schlanken bis hin zu fast kreisrunden Exemplaren (Längen-Breiten-Verhältnis von 0,9 bis 2,4). Die Schalenform variierte innerhalb eines Standorts zum Teil erheblich. Unterschiedliche ökologische Reaktionsformen ließen sich mit Längen- und Breitenmessungen aber nicht trennen. Eindeutig bestimmbare Tiere gehörten immer zu *R. auricularia*, weswegen in der Folge Schnecken dieser Gattung mit dem Arbeitsbegriff *Radix „auricularia“* belegt werden. *Radix balthica* [früher: *Radix ovata*] konnte bei unseren Untersuchungen am Bodensee nicht sicher nachgewiesen werden.

Bei der Gattung *Stagnicola* ist die Taxonomie in Mitteleuropa nach wie vor ungeklärt. Die Gehäuseform der hier untersuchten Individuen, die mindestens einer Art angehören, ist dem „*fuscus/palustris*“-Komplex zuzuordnen.

Tab. 3 : Zahl der untersuchten Lymnaeiden, getrennt nach Taxa.

	Juni	Juli	August	Mitte August	September	gesamt
<i>Lymnaea stagnalis</i>	2	62	34	1	1	100
<i>Radix „auricularia“</i>	738	1.024	1.364	910	1.919	5.955
<i>Stagnicola</i> spp.	27	41	102	6	71	247
Summe	767	1.127	1.500	917	1.991	6.302

3.3.1 Tiefenverteilung der Wirtsschnecken

a) *Radix*

Zu Beginn der Untersuchungen im Juni waren die flachen Tiefenstufen bis 1 m Wassertiefe nahezu schneckenfrei (siehe Abb. 7). Durchschnittlich wurden im Spülsaum in 60 min nur $3,2 \pm 1,7$ Ind. gefunden, während es in der gleichen Zeit in 0,5 m und 1 m Tiefe sogar weniger als 2 Ind. waren. Bei den Tauchkampagnen (je etwa 60 min) im Juni konnten in 2 m Tiefe durchschnittlich $25 \pm 24,5$ Ind. gefunden werden. Erst in den beiden größten Tiefen (4 m und 8 m) konnten zahlreiche Schnecken gesammelt werden, wobei die meisten Ind. in 8 m Tiefe festgestellt wurden ($192,5 \pm 56,5$).

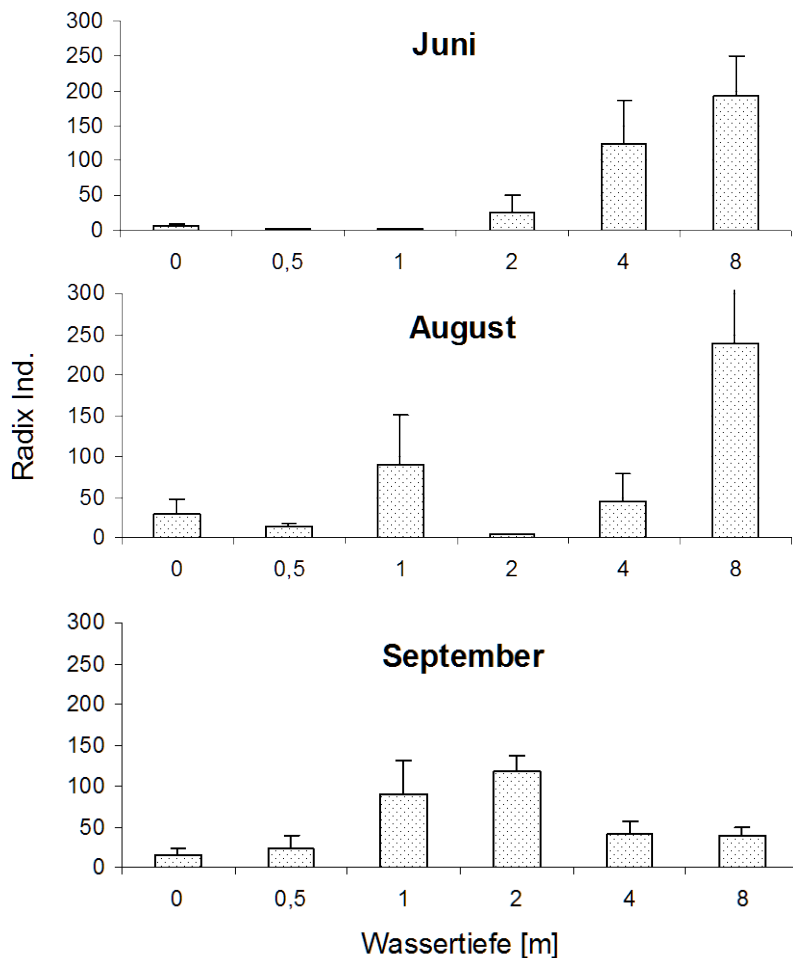


Abb. 7: Tiefenverteilung von *Radix „auricularia“* [Ind. \pm SE] im Laufe des Sommers 2004 nach Wassertiefen getrennt. Die Schnecken wurden bei vergleichbarem Suchaufwand (~ 60 min) gesammelt.

Im Laufe des Sommers veränderte sich die Verteilung der Schnecken. Anfang August wurde eine Schneckenverteilung gefunden, die eine intermediäre Ausprägung zwischen den im Juni und September festgestellten Verteilungen aufweist. Der Schwerpunkt der Verbreitung verlagerte sich bis September in den Bereich um 1 bis 2 m Tiefe. Durchschnittlich wurden hier ~100 Ind. gesammelt (Abb. 7). Das Litoral wurde nach und nach von Schnecken aus den tiefen Bereichen des Sees besiedelt und auch Jungtiere traten im Laufe des Sommers in diesen Flachwasserbereichen verstärkt in Erscheinung. Obwohl diese Tendenz eindeutig ist, gilt es zu beachten, dass aufgrund der Beprobung nach Befallsmeldungen nicht immer die selben Probenahmestellen aufgesucht wurden.

b) *Stagnicola*

Stagnicola konnte nur in den 3 flachen Tiefenstufen nachgewiesen werden und fehlte unterhalb der 1 m Tiefenstufe völlig (Abb. 8). Die Schnecken kamen fast ausschließlich im Bereich oberhalb der Brandungsplattform und somit in der wind- und wellenexponierten Zone des Sees auf steinigen Substraten vor. Auf Feinsubstraten und im Makrophytengürtel fehlte *Stagnicola*.

Verbreitungsschwerpunkt dieses Taxons war der Überlinger See mit den Strandbädern Litzelstetten und KN-Horn, wo 86,6% aller Individuen gefunden wurden. Im vergleichsweise wind- und wellengeschützten Untersee gelangen lediglich Einzelfunde.

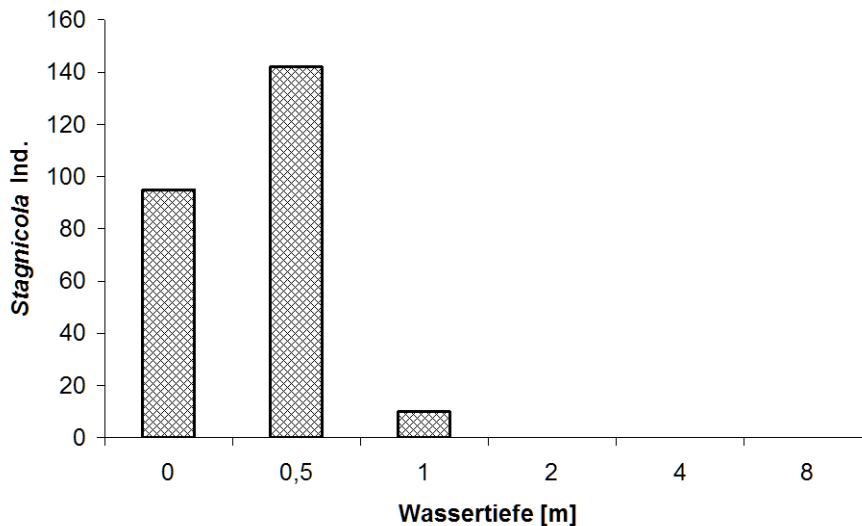


Abb. 8: Tiefenverteilung von *Stagnicola* spp. im Bodenseelitoral im Sommerhalbjahr 2004 ($n_{\text{ges}} = 247$)

c) *Lymnaea stagnalis*

Insgesamt wurden 100 Ind. dieser Art gefunden, wobei es sich ausschließlich um Jungtiere handelte, von denen nur ein Exemplar mit Zerkarien befallen war. 92 Individuen wurden in 8 m Wassertiefe unterhalb des Makrophytengürtels vor dem Strandbad Reichenau Sandseele gefunden, ansonsten gelangen nur gelegentliche Nachweise.

Somit haben alle drei Gattungen der Familie Lymnaeidae keine oder nur eine sehr geringe Affinität zu Makrophyten. Die größten Bestände existieren zum einen in 6 bis 8 m Tiefe unterhalb der Zone mit geschlossenen Armelecheralgenbeständen und zum anderen gegen Ende des Sommers im Bereich oberhalb der Wasserpflanzen. Selbst Schneckenfunde zwischen 2 und etwa 5 m Wassertiefe in der Zone der Makrophyten gelangen durchwegs in Randbereichen der Bestände und in Vegetationslücken. Im Inneren und auf der Oberfläche der Vegetation waren nur ausnahmsweise Schnecken der betreffenden Arten anzutreffen. Am Obersee saßen die Tiere im Litoral (bis 1 m Tiefe) außerdem auf größeren, unbewegten Wacken.

3.3.2 Prävalenzen der Wirtsschnecken – Zerkariertypen

Von den untersuchten Wassertierarten der Familie Lymnaeidae (*Stagnicola* spp., *Lymnaea stagnalis* und *Radix „auricularia“*) hatten alle Taxa Zerkarienbefall (Abb. 9). Hierbei wurden 6 verschiedene Zerkariertypen unterschieden (Kap. 2.2). Bei einem Selbstversuch auf die Infektiösität dieser Zerkarienformen war lediglich *Trichobilharzia* der **Auslöser von Badedermatitis**. Bei *Radix* konnten alle sechs Zerkariertypen belegt werden, während *Stagnicola* am Bodensee nur mit echinostomen Zerkarien und *Diplostomum* spp. befallen war und *Lymnaea* lediglich einmal Befall mit *Diplostomum* spp. aufwies (Tab. 4).

Somit kamen beide Typen nicht-ocellater Furkozerkarien sowie Xiphidiozerkarien ausschließlich bei *Radix* vor. Im Bodensee selbst konnte der Auslöser der Badedermatitis – *Trichobilharzia franki* – ebenfalls nur in *Radix auricularia* nachgewiesen werden. Allerdings konnten abseits des Bodensees im Außenbecken des Sealife Centers zwei *Stagnicola* spp. entdeckt werden, die *Trichobilharzia*-

Zerkarien einer unbestimmten Art ausschieden (siehe Kap. 3.3.3b). Die Befallsraten der untersuchten Schneckenarten sind in Tab. 4 zusammengefasst. Doppelbefall mit verschiedenen Zerkarien konnte in 9 Fällen und ausschließlich bei *Radix* beobachtet werden. Es kamen insgesamt 6 verschiedene Zerkarien-Kombinationen vor, wobei zwei davon nur im Außenbecken des Sealife Centers vorkamen. *Trichobilharzia* teilte sich seine Wirtsschnecke hier in einem Fall zusammen mit Xiphidiozerkarien, ansonsten waren sämtliche Kombinationen ohne Beteiligung des Badedermatitisauslösers.

Die übrigen nicht gezielt gesammelten Schneckenarten (*Bithynia tentaculata*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Physella acuta*, *Planorbis carinatus* und *Gyraulus albus*) waren nicht infiziert.

Tab. 4: Absolute Individuenzahlen [n] und Prävalenzen (= Anteil befallener Schnecken an der Gesamtpopulation) [%] aller mit Zerkarien befallenen Schnecken aus dem Bodensee (inkl. Mehrfachbefall und ohne die am Sealife Center gesammelten Schnecken).

Art	Echino		Xiphidio		Diplo		Furko 1		Furko 2		Tricho		gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Lymnaea stagnalis</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Radix „auricularia“</i>	465	7,81	230	3,86	261	4,38	144	2,41	13	0,22	12	0,20	1.125	18,89
<i>Stagnicola</i> spp.	1	0,40	-	-	5	2,02	-	-	-	-	-	-	6	2,43

a) Prävalenzen von *Radix*

Zu Beginn der Untersuchung konnten nur wenige überwiegend zerkarienfreie Schnecken gefunden werden (siehe Abb. 7 und 10). Im Juni schieden nur 0,38% der Schnecken Zerkarien aus. Im Laufe des Sommers stiegen die Prävalenzen jedoch kontinuierlich bis auf 32,3% im September an, was nicht zuletzt am Phänologiemaximum der vier häufigsten Zerkariertypen (Echinostome Zerkarien, Xiphidiozerkarien, *Diplostomum* und Furkozerkarien Typ I) zu diesem Zeitpunkt liegen dürfte. *Trichobilharzia franki* und Furkozerkarien vom Typ II zeigten eine abweichende Phänologie. Während Furkozerkarien Typ II ihr Phänologiemaximum bereits im Juli und somit etwa 2 Monate früher als die vier häufigsten Zerkariertypen hatten, blieben die Prävalenzen von *Trichobilharzia* auf sehr niederem Niveau recht konstant (Abb. 12). *Radix „auricularia“* unter 10 mm Schalenlänge schied nur ausnahmsweise Zerkarien aus (0,12%).



Abb. 9: Aus der Wirtsschnecke *Radix auricularia* austretende Zerkarien (*Diplostomum* spp.). Foto: GÜDE

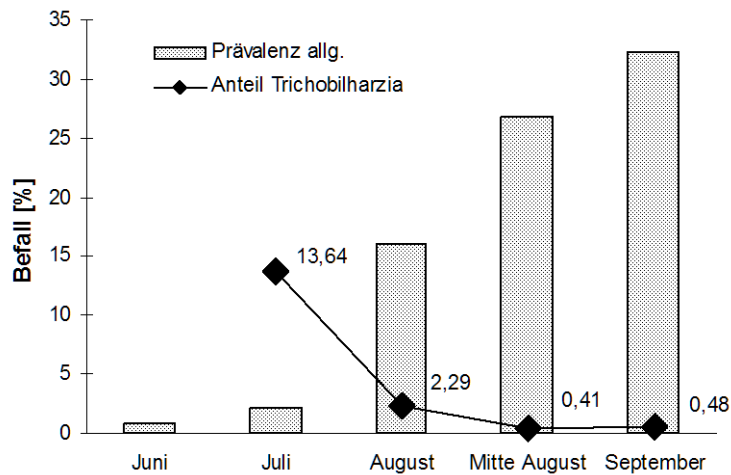


Abb. 10: Befallsraten [%] von *Radix „auricularia“* im Bodensee (allgemeiner Zerkarienbefall) und Anteil von *Trichobilharzia*-Befall (in % aller mit Zerkarien befallenen Tiere) im Laufe des Sommers 2004.

Die Tiefenverteilung der drei häufigsten Zerkarietypen während ihres Phänologiemaximums im September (nicht nach Standorten getrennt) ist in Abb. 11 dargestellt. Echinostome Zerkarien erreichten vor allem zwischen 2 und 8 m Tiefe maximale Prävalenzen, während Xiphidiozerkarien in diesen Tiefen weniger verbreitet waren. Ihr Verbreitungsschwerpunkt schien um 1 m Wassertiefe zu liegen. Befall mit *Diplostomum* spp. war am häufigsten in 1 und 2 m Tiefe. Furkozerkarien vom Typ I (nicht abgebildet) zeigten ein sehr ähnliches Muster wie die drei 3 häufigsten Typen (echinostome Zerkarien, Xiphidiozerkarien und *Diplostomum* spp.) mit maximalen Prävalenzen im September und im Bereich zwischen 1 und 4 m Wassertiefe. Der Verbreitungsschwerpunkt von Furkozerkarien vom Typ II war der Bereich zwischen Spülsaum und 1 m Wassertiefe.

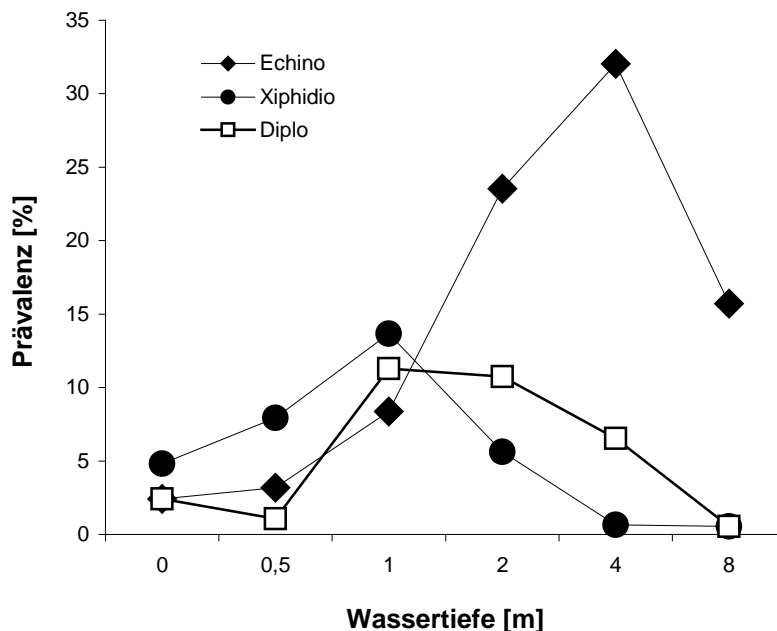


Abb. 11: Tiefenverteilung der 3 häufigsten Zerkarietypen während ihres Phänologiemaximums im September (nicht nach Standorten getrennt). Echino: Echinostome Zerkarien; Xiphidio: Xiphidiozerkarien; Diplo: *Diplostomum* spp.

3.3.3 Der Befall mit *Trichobilharzia*

a) *Trichobilharzia*-Funde bei *Radix auricularia*

Im Juni lagen noch keine Badedermatitis-Befallsmeldungen von Badegästen vor, was sich mit den ausbleibenden Funden unserer ersten Beprobung deckt. Bei allen weiteren Kampagnen konnten *Trichobilharzia*-Zerkarien gefunden werden, wobei die Prävalenzen jedoch immer auf einem sehr geringen Niveau zwischen 0,11% und 0,37% blieben (Abb. 12).

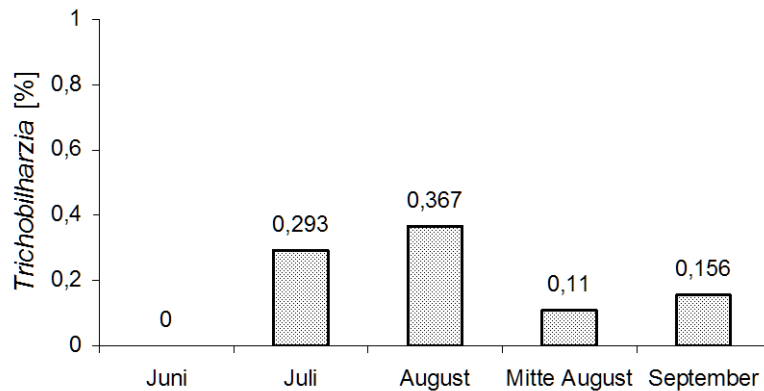


Abb. 12: *Trichobilharzia*-Prävalenz [%] von *Radix auricularia* im Bodensee im Verlaufe des Sommers 2004

Der Anteil von *Trichobilharzia* an der Gesamtprävalenz der Zerkarien sank im Laufe des Jahres, wobei im Juni bei zu geringen Schneckenfunden kein Nachweis von *Trichobilharzia* gelang (Abb. 8). Der Auslöser der Badedermatitis machte im Juli immerhin 13,64% aller gefundenen Zerkarien aus. Dieser Anteil sank dann jedoch unter 0,5% Mitte August und Anfang September. Diese Reduktion ist auf den stark steigenden Anteil der übrigen Zerkarienformen zurückzuführen, da der *Trichobilharzia*-Befall konstant unter 0,4% von allen getesteten *Radix* ausmachte (Abb. 12).

Die Tiefenverteilung von *Radix auricularia*, die mit *Trichobilharzia franki* befallen sind, scheint im Sommerhalbjahr 2004 recht gleichmäßig zu sein (Abb. 13). Die Fundlücken in 1 und 4 m Wassertiefe sind vermutlich auf die allgemein geringen Prävalenzen (unter 0,4%) und somit geringe Fundwahrscheinlichkeiten zurückzuführen. Erstaunlicherweise gab es eine zeitliche Staffelung der Nachweise: Im Juli und Anfang August gelangen zunächst 5 Funde in 8 m Tiefe, während *T. franki* ($n = 5$) danach nur noch im Flachwasser zwischen 0 und 0,5 m gefunden wurde (siehe Tab. 5). Ob ab Anfang August eine Wanderung der Wirtsschnecken vom Tiefenwasser ins Flachwasser stattfand, oder ob sich diese zeitliche Verteilung der Funde nur zufällig ergab, ist unsicher. Die Funde in 2 m Tiefe gelangen erst im September.

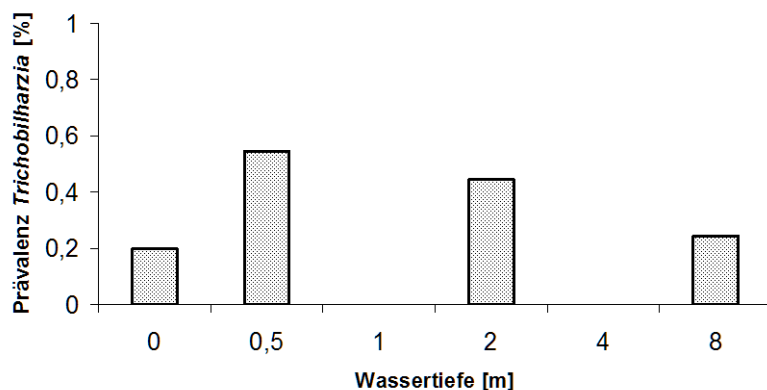


Abb. 13: Tiefenverteilung des *Trichobilharzia*-Befalls [%] bei *Radix auricularia* im Bodensee (alle Probenahmestellen und Probenahmeterminale gepoolt).

Die noch weiter differenzierte Betrachtung getrennt nach Probenahmestellen, Zeit und Wassertiefe ergab zum Teil deutlich höhere Befallsraten: Prävalenzen über 1% wurden allerdings nur im Spülsaum und in 0,5 m Wassertiefe ermittelt. An Badestellen, an denen Badermatitis gemeldet wurde, konnten im August 10 bis 25% Prävalenz mit *Trichobilharzia* bei *Radix* festgestellt werden (Tab. 5); allerdings war die absolute Zahl der befallenen Schnecken insgesamt gering.

Tab. 5: Nach Zeit, Probenahmestelle und Wassertiefe getrennte Darstellung des *Trichobilharzia*-Befalles bei *Radix auricularia*.

Zeitpunkt	Probestelle	Tiefe [m]	Anzahl <i>Trichobilharzia</i>	Prävalenz [%]
Juli	Radolfzell Seebad	8	2	0,45
Juli	Reichenau Sandseele	8	1	0,50
August	Radolfzell Seebad	8	2	0,63
August	Litzelstetten	0,5	2	11,11
August	KN-Horn	0	1	25,00
Mitte August	KN-Horn	0,5	1	10,00
September	KN-Horn	0,5	1	1,43
September	Litzelstetten	2	2	0,68

Die Gehäusegröße der im Bodensee gefundenen *Trichobilharzia*-Wirtsschnecken (n = 12) variierte von 11 mm bis 22,5 mm Länge (25%-Quartil: 12,5 mm; Median: 14 mm; 75%-Quartil: 17,75 mm). Schnecken unter 11 mm schieden somit nie *Trichobilharzia* aus.

Trichobilharzia-Funde abseits des Bodenseeuferes

Abseits des Bodensees wurden im Laufe des Sommers drei Beprobungen in einem etwa 20 bis 40 cm tiefen Beton-Außenbecken am Sealife Center in Konstanz durchgeführt. Das mit Seewasser gespeiste Becken befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Bodenseeufer und wird oft von Wasservögeln (hauptsächlich von bis zu 30 Stockenten und einem Paar brütender Blässhühner) genutzt. Unter allen gefundenen *Radix* waren im Mittel 16,8% mit *Trichobilharzia* (n = 79) befallen. Bei der ersten Beprobung am 30.06. gelang noch kein Nachweis. Bei der zweiten Kampagne am 07.07. wurden hier 78 befallene Ind. gefunden, von denen etwa 25 stark befallene Ind. nach Erlangen geschickt wurden. Bei einer abschließenden Beprobung Mitte September konnte ein *Trichobilharzia*-emittierendes Ind. mit Doppelbefall gefunden werden.

Die befallenen Wirtsschnecken vom Sealife Center (n = 78 Messungen) zeigten eine Schalenlänge zwischen 15,5 mm und 27 mm (25%-Quartil: 15,5 mm; Median: 20 mm; 75%-Quartil: 21,5 mm). Damit waren hier durchwegs sehr große Individuen von *Radix auricularia* mit *Trichobilharzia franki* befallen.

Aufgrund von Badedermatitismeldungen in Naturbadeweiern bei Wangen (Singerberger Weiher in Amtzell) und bei Kempten (Bachtelweiher) wurden dort Proben entnommen (Amtzell: 27.07., 3.08. und 29.09. und Bachtelweiher: 16.08.).

In Amtzell wurden bei ufernahen Beprobungen im Seichtwasserbereich zunächst keine Schnecken gefunden. Erst bei der zweiten Beprobung durch Schnorcheltauchgänge bis 3 m Wassertiefe wurden 16 *Radix* sp. gesammelt, von denen 5 Befall mit *Trichobilharzia* sp. aufwiesen (Prävalenz 31%). Der Amtzeller Badeweiher wurde nochmals im Herbst nach dem Ablassen besammelt. Von gesammelten 460 *Radix* hatten 41 Zerkarienbefall (allgemeine Prävalenz 9%), wovon immerhin 17 mit *Trichobilharzia* befallen waren (Prävalenz 3,7%).

Am Bachtelweiher bei Kempten wurde sowohl *Radix* (24) als auch *Lymnaea* (13) gesammelt. Von den *Lymnaea*-Schnecken waren 6 mit Zerkarien befallen (Prävalenz 45%), jedoch keine davon mit *Trichobilharzia*. 14 *Radix*-Schnecken wiesen Zerkarienfall auf (58%), von denen 5 Individuen Wirt von *Trichobilharzia* waren (Prävalenz 21%).

b) *Trichobilharzia*-Funde bei weiteren Schneckenarten

Im Juli konnten im Außenbecken des Sealife Centers zwei *Stagnicola* spp. gefunden werden, die beide mit *Trichobilharzia* sp. befallen waren. Im See selbst war dagegen keines der 247 Ind. mit diesem Trematoden infiziert. Da *Trichobilharzia* als zwischenwirtsspezifisch gilt, könnte es sich hierbei um *T. ocellata* oder eine bislang unbeschriebene Art handeln. Leider war die Anzahl der emittierten Zerkarien sehr gering (1 bzw. 2 Ind.), weswegen nur ein Fragment einer Zerkarie fixiert werden konnte.

3.3.4. Überlebensdauer von *Trichobilharzia*-Zerkarien



Abb. 14: etwa 48 h alte Zerkarie von *Trichobilharzia franki*. Foto: WERNER

Trichobilharzia-Zerkarien waren bis über 72 Stunden reaktions- und schwimmfähig, was weit über die Lebenserwartung der übrigen Zerkariotypen hinausgeht, die zumeist innerhalb der ersten 24 h sterben. *Trichobilharzia*-Zerkarien waren dagegen immer mindestens 48 h schwimmfähig (Abb. 14). In dieser Zeit ist eine aktive Verbreitung im Umkreis von etwa 100 m denkbar. Vor allem aber die passive Verbreitung durch wasserkörperinterne Strömung oder windverursachte Oberflächenströmungen könnte Zerkarien erstaunlich weit transportieren, bevor sie auf einen geeigneten Endwirten treffen. So würde eine gleichmäßig gerichtete Strömung von nur 0,1 m/s bei einer Überlebenszeit der Zerkarien von 60 h einem Dispersal von über 20 km entsprechen.

3.3.5 Extensive Beprobungen am Bodensee Nordufer

Auch am gesamten extensiv untersuchten Bodensee Nordufer konnten bis Ende Juni praktisch keine *Radix*-Schnecken im Seichtwasserbereich (<1 m Tiefe) gefunden werden. Erst bei den nachfolgenden Beprobungen von Juli bis August wurden insgesamt 652 Schnecken gefunden, davon 134 *Radix* „*auricularia*“, 414 *Bithynia tentaculata*, 62 *Planorbis* und 42 *Physella*. Nicht berücksichtigt sind hierbei die Sammlung der Taucher in Kressbronn sowie die Herbstprobenahme (Abb. 15).

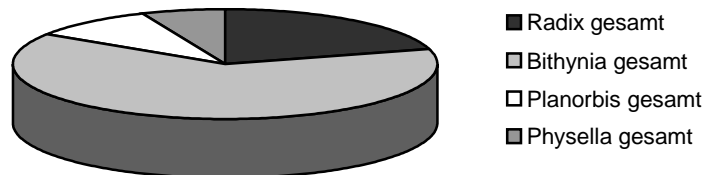


Abb. 15: Am Nordufer des Bodensees gefundene Schneckenarten (ohne Tauchgang Kressbronn sowie Herbstprobenahme).

Auffällig war, dass bis Anfang August in Hagnau, Gohren und Kressbronn im Bereich bis 1 m Tiefe (vgl. auch Kap 3.3.1) nur sehr wenige Schnecken gefunden wurden. In Eriskirch konnten zwischen großen Steinblöcken im Spülsaum sehr viele (> 50) juvenile Schnecken gefunden werden, darunter auch *Physidae*. In Unteruhldingen konnte im Bereich der Hafenummauer die zeitliche Entwicklung größerer Jung-Schneckenbestände von der Eiablage im Juni bis zu einer Größe von rund 0,5 cm Ende August verfolgt werden (vgl. Abb. 15). Auch bei zwei nach dem 6.08.04 durchgeführten Nachuntersuchungen in Unteruhldingen, Fischbach, Eriskirch und Kressbronn wurden diese Verteilungsbilder bestätigt. Die Schnecken wurden auch hier vor allem auf den vegetationsfreien Flächen oder an Steinen gefunden, während sie sich an Makrophyten eher selten aufhielten.

Bei den Tauchgängen in Kressbronn wurden 30 *Radix* und 29 *Bithynia* gefunden, von denen 11 *Radix* mit Zerkarien (55% allgemeine Prävalenz) infiziert waren. Davon waren 7 mit *Trichobilharzia* sp. (23% Prävalenz) und 4 mit sonstigen Zerkarien befallen. An den übrigen Badestellen gelangen nur vereinzelte Zerkarienfunde weiterer Arten.

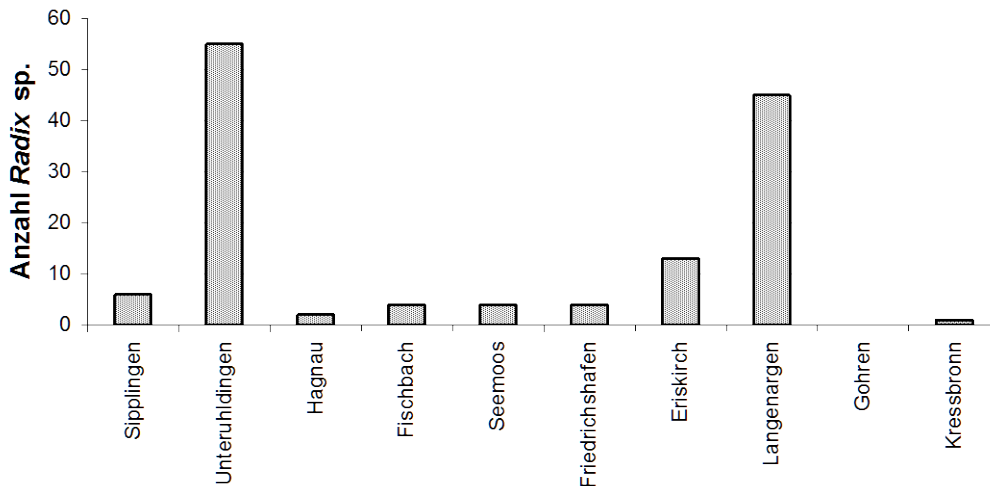


Abb. 15: Gesamtabundanz von *Radix* „auricularia“ der Beprobungen im Juli und August

Zwei Stichproben im Herbst an der Argenmündung zeigten, dass sich auch im insgesamt "mageren" Zerkarienjahr 2004 lokal durchaus noch beachtliche Bestände im zuvor kaum von Schnecken besiedelten Seichtwasserbereich entwickeln konnten. So wurden am 6. September direkt am Ostufer der Argenmündung 24 *Radix* gefunden, wovon 5 einen Befall mit *Trichobilharzia* sp. aufwiesen (21% Prävalenz). Unweit davon wurden fast einen Monat später am 4. Oktober in einer häufig von Enten genutzten Lagune, die zum Zeitpunkt der Probenahme keine Verbindung mehr zum See hatte, 67 *Radix* gefunden. Bei 22 dieser Individuen wurden Zerkarien von *Trichobilharzia* sp. festgestellt (33% Prävalenz). Die DNA dieser Zerkarien wird zur Zeit vom Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg analysiert.

Zusammenfassend kann für die Befunde am nördlichen Oberseeufer festgestellt werden, dass nur Schnecken der Gattung *Radix* Befall mit *Trichobilharzia* sp. aufwiesen, die zudem eine Größe von mindestens einem Zentimeter hatten. Dabei wurden bis auf die Herbstproben größere *Radix*, nur in den tieferen Bereichen nachgewiesen. Schnecken der Gattungen *Planorbis*, *Bithynia* und *Physella* waren generell unbelastet.

3.4 Untersuchungen zum Endwirtspektrum von *Trichobilharzia*

Sammlung von Wasservogelkotproben in touristisch genutzten Uferbereichen des Untersees

Die hier angewandte, nicht-invasive Form der Probennahme ist methodisch zwar einfach, aber zeitintensiv. Die Erreichbarkeit geeigneter Proben ist artspezifisch sehr verschieden, was letztlich der Grund dafür ist, dass die Probenanzahl nicht proportional zum Anteil der anwesenden Wasservogelarten gehalten werden konnte. Während die Probenahme bei einigen Arten wie Stockente und Höckerschwan relativ einfach war, entpuppte sich das Blässhuhn als unerwartet problematische Art, da die Vögel zwar regelmäßig trockene Ruheplätze aufsuchen, jedoch fast ausschließlich schwimmend ins freie Wasser abkoten. Dies gilt in noch stärkerem Maße für den Haubentaucher, während Möwen, Seeschwalben oder Kormorane an ihren Ruheplätzen leicht beprobt werden konnten.

Die Aufstellung der jeweils an den Probestellen anwesenden Wasservogel (siehe Tab. 6 und Abb. 17) zeigt, dass es sich bei den zahlenmäßig stark auftretenden Arten um „Allerweltsarten“ handelt, die wesentlich durch die Nähe zum Menschen – beispielsweise durch Fütterung – Vorteile genießen. Vier Arten (Grau-, Kanada-, Rostgans und die Hausenten-Hybriden) sind als Gefangenschaftsflüchtlinge bzw. deren Nachkommen als faunenfremd anzusehen.

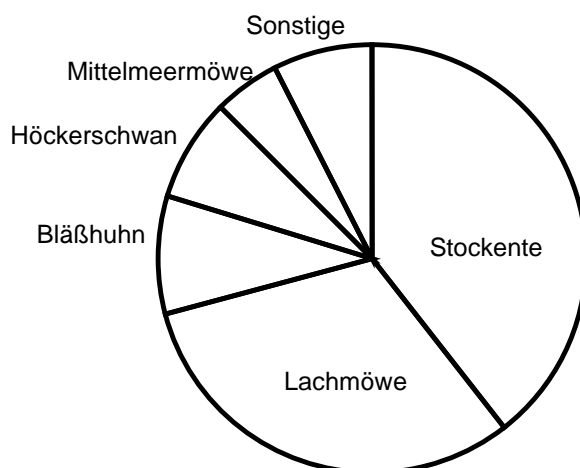


Abb.17: Verteilung der an den Probestellen anwesenden Wasservogelarten (nach rel. Häufigkeiten aus Tab. 7)

Tab. 6: Anwesende Wasservögel und beprobte Arten (unterstrichen)

Datum	Zeit	Beprobungsort	Anwesende Wasservögel	Anzahl Proben
22.6.04	18:40 – 21:00	Allensbach Uferpromenade Ost	8 Blässhühner, 10 <u>Stockenten</u> , 5 Höckerschwäne, 2 Kolbenenten, 1 Haubentaucher, 20 Lachmöwen, 2 Graugänse	4
23.6.04	08:25 – 10:00	Allensbach Uferpromenade Ost	keine Zählung; beprobt: <u>Höckerschwan</u> , <u>Stockente</u>	11
23.6.04	15:00 – 16:00	Allensbach Uferpromenade Ost	Höckerschwan (Familie mit 2 juv.), 8 Blässhühner, 6 <u>Stockenten</u> , 1 Lachmöwe.	1
24.6.04	10:50 – 11:30	Allensbach Uferpromenade Ost	keine Zählung; beprobt: <u>Höckerschwan</u>	3
26.6.04	11:00 – 12:00	Allensbach Uferpromenade Ost	6 Höckerschwäne (Familie mit 4 Jungv.), 10 Blässhühner, 6 <u>Lachmöwen</u> , 1 Haubentaucher, 1 Schwarzhalstaucher, 2 <u>Kolbenenten</u>	5
28.6.04	11:00 – 12:30	Hegne Campingplatz	4 Höckerschwäne, 5 Kolbenenten, 2 Lachmöwen, 6 Blässhühner, 3 <u>Stockenten</u>	0
28.6.04	15:50 – 18:00	Hegne Campingplatz	25 <u>Stockenten</u> (+ 1 Stockentenfamilie mit 9 Pulli), 4 Lachmöwen, 4 <u>Flusseeschwalben</u> , 11 Blässhühner, 2 Höckerschwäne	7
29.6.04	12:30 – 15:30	Hegne Campingplatz	5 Flusseeschwalben, 2 Lachmöwen, 1 Mittelmeermöwe, 4 Blässhühner, 5 <u>Stockenten</u> , 2 Höckerschwäne	0
30.6.04	10:30 – 12:00	Hegne Campingplatz	7 <u>Stockenten</u> , 3 <u>Lachmöwen</u> , 3 <u>Flusseeschwalben</u> , 2 Höckerschwäne, 4 Blässhühner, 2 Kolbenenten	9
30.6.04	21:00 – 22:00	Hegne Campingplatz	1 <u>Schnatterente</u> , 10 <u>Stockenten</u> , 1 Kolbenente mit 10 Pulli, 4 Blässhühner, 2 Haubentaucher, 1 Graureiher, 2 <u>Höckerschwäne</u>	7
18.7.04	15:00 – 17:30	Radolfzell Kurgelände Mettnau	6 <u>Rostgänse</u> , 5 <u>Höckerschwäne</u> , 3 <u>Stockenten</u>	8
20.7.04	11:30 – 12:00	Radolfzell Kurgelände Mettnau	keine Zählung; beprobt: <u>Rostgans</u>	2
20.7.04	13:30 – 14:30	Moos Hafen	1 <u>Höckerschwan</u> , 5 <u>Stockenten</u> , 1 Kolbenente, 2 Blässhühner, 7 Mittelmeermöwen, 20 Lachmöwen, 2 Flusseeschwalben, 1 Haubentaucher	4
20.7.04	15:15 – 16:30	Horn, Privatstrand Gaststätte nördl.	20 <u>Höckerschwäne</u> , 2 Kolbenenten, 1 Familie Stockenten	5
29.7.04	9:30 – 10:00	Allensbach Uferpromenade Ost	15 <u>Stockenten</u> , 6 Blässhühner, 1 Haubentaucher, 1 Mittelmeermöwe, 46 Lachmöwen	12
29.7.04	10:00 – 11:30	Allensbach Hafen	3 <u>Blässhühner</u> , 10 <u>Stockenten</u> , 2 Hausenten-Hybriden, 2 <u>Kolbenenten</u> , 19 Lachmöwen; nicht mehr anwesend: <u>Höckerschwan</u>	9
2.8.04	17:30 – 18:00	Radolfzell Hafen und Hafepromenade	keine Zählung; beprobt: <u>Höckerschwan</u> , <u>Stockente</u>	5
2.8.04	19:30 – 20:30	Radolfzell Kurgelände und NSG Mettnau	keine Zählung; beprobt: <u>Kanadagans</u> , <u>Graugans</u> , <u>Mittelmeermöwe</u> , <u>Kormoran</u> , <u>Stockente</u>	11
3.8.04	10:15 – 11:00	Konstanz Bootssteg bei Sealife	keine Zählung; beprobt: <u>Blässhuhn</u> , <u>Stockente</u>	6
3.8.04	12:00 – 13:00	Konstanz Hafen	33 <u>Stockenten</u> , 20 <u>Blässhühner</u> , 1 <u>Kanadagans</u> , 30 Lachmöwen, 1 Reiherente	7
3.8.04	13:30 – 14:00	Konstanz Yachtclub	20 <u>Stockenten</u> , 2 <u>Blässhühner</u> ,	7
3.8.04	14:00 – 14:30	KN Seepromenade (Giess)	keine Zählung; beprobt: 5 <u>Höckerschwäne</u> (Familie)	1
9.8.04	10:20 – 11:30	Radolfzell Hafemole	36 <u>Stockenten</u> , 20 Lachmöwen, 3 Blässhühner (Familie mit 1 Pullus), 4 Haubentaucher (Familie)	7
10.8.04	10:30 – 10:45	Reichenau Strandbad	15 <u>Stockenten</u> , 2 Hausenten-Hybriden, 2 Höckerschwäne, 2 Blässhühner (Nest), 1 Lachmöwe	6
10.8.04	11:00 – 11:40	Reichenau Ufer Niederzell	1 Lachmöwe, 2 Blässhühner. Nicht mehr anwesend: <u>Höckerschwan</u>	4
10.8.04	11:45 – 12:15	Reichenau Camping Mittelzell	9 <u>Stockenten</u> , 2 Blässhühner (Nest), 1 Lachmöwe	5
31.8.04	11:30 – 12:30	Litzelstetten Strandbad	43 <u>Stockenten</u> , 4 Mittelmeermöwen, 1 Kormoran, 60 Lachmöwen, 3 Höckerschwäne, 2 Familien Haubentaucher	9
31.8.04	13:30 – 14:15	Konstanz Freibad Horn	16 <u>Stockenten</u> , 30 Mittelmeermöwen, 2 Graureiher	9
1.9.04	12:20 – 13:00	Konstanz Freibad Horn	5 <u>Höckerschwäne</u> , 1 Lachmöwe	1
3.9.04	10:20 – 12:20	Hegne Campingplatz	2 Lachmöwe, 4 <u>Mittelmeermöwen</u> , 40 <u>Stockenten</u> , 1 Hausenten-Hybrid, 1 Haubentaucher, 10 <u>Höckerschwäne</u> , 2 Blässhühner	8
3.9.04	13:50 – 14:30	Konstanz Freibad Horn	13 <u>Mittelmeermöwen</u> , 2 <u>Stockenten</u>	10

Tab.7: Anwesende Wasservögel an den Probestellen (bei Mehrfachbesuchen wurden Mittelwerte gebildet)

	Allensbach Promenade	Allensbach Hafen	Hegne Camping	Horn (Höri)	KN Hafen	KN Bad Horn	Litzelstetten	Moos Hafen	Radolfzell Hafen	Radolfzell Mettnaukur	Reichenau Mittelzell	Reichenau Niederzell	Reichenau Strandbad	relative Häufigkeit
Haubentaucher	1	-	1	-	-	-	2	1	4	-	-	-	2	0,85
Schwarzhalstaucher	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08
Graureiher	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	0,15
Kormoran	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	0,08
Höckerschwan	4	-	5	20	-	2	3	1	-	5	-	-	2	3,23
Graugans	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08
Kanadagans	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08
Rostgans	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	0,46
Stockente	8	10	18	1	33	6	43	5	36	3	9	-	15	16,9
Stock- x Hausente	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0,38
Schnatterente	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08
Reiherente	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	0,08
Kolbenente	1	2	2	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	0,62
Lachmöwe	19	19	2	-	30	1	60	20	20	-	1	1	1	13,4
Mittelmeermöwe	1	-	1	-	-	14	4	7	-	-	-	-	-	2,08
Flusseeschwalbe	-	-	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	0,31
Blässhuhn	8	3	7	-	20	-	-	2	3	-	2	2	2	3,77

Nachweis von *Trichobilharzia*-Eiern in Kot von Wasservögeln

Bei der mikroskopischen Untersuchung der Kotproben nach SAF-Methode unterschiedlicher Vogelarten (Tab. 8) konnten diverse Parasiten wie zum Beispiel Kokzidien, Hakenwurmeier und Nematodenlarven nachgewiesen werden. *Trichobilharzia*-Eier waren in den Kotproben jedoch nicht enthalten. Der sensitive Mirazidien-Schlüpf-Versuch ergab ebenfalls keinen Hinweis auf das Vorhandensein von Trematoden-Eiern in den Vogelkotproben.

Tab. 8: Übersicht der untersuchten Vogelkotproben, geordnet nach Vogelarten und Untersuchungsmethode.

Vogelart	Anzahl Proben [n]	SAF Methode [n]	Mirazidien-schlüpftest [n]	beide Methoden [n]
Stockente	87	46	46	5
Höckerschwan	29	22	8	1
Blässhuhn	15	15	14	14
Mittelmeermöwe	14	2	12	
Lachmöwe	13	12	1	
Flusseeeschwalbe	7	7		
Kormoran	4	4		
Rostgans	4	4		
Kanadagans	3	3	1	1
Kolbenente	2	2		
Graugans	1	1		
Schnatterente	1	1		
Stock- x Hausente	1	1		
unbekannte Art	1	1		
Summe	182	121	82	21

3.5 Molekulargenetische Analyse der *Trichobilharzia*-Zerkarien

Die DNA-Analyse anhand der PCR zeigte, dass alle ocellaten Furkozerkarien der verschiedenen Sammelstellen sämtlich zu der Gattung *Trichobilharzia* gehörten. Bei all diesen Zerkarien ist ein Produkt von 200 Basenpaaren amplifiziert worden (Abb. 18). Dieses Produkt spiegelt den Genort ToSAU3 wieder und wurde im Weiteren zur Artdifferenzierung in die Sequenzanalyse eingesetzt.

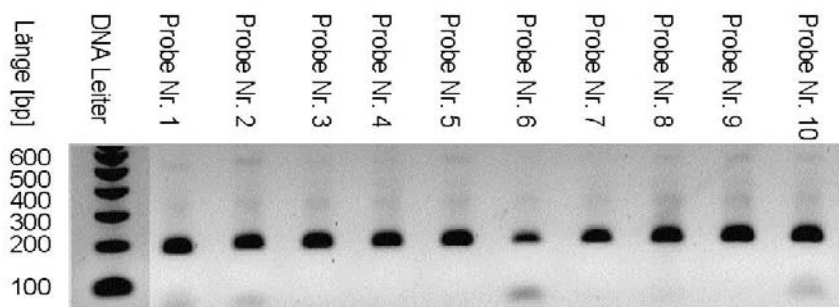


Abb. 18: PCR-Produkte des Genorts ToSAU 3 der Bodenseezerkarien 1-10. Jede Probe steht repräsentativ für einen Sammelort.

Zur Artdifferenzierung fand ein Vergleich der Gensequenzen von *T. ocellata*, *T. regenti* und *T. franki* mit der Sequenz der Bodenseezerkarien statt. Aus Abb. 19A wird ersichtlich, dass der größte Unterschied zwischen den Sequenzen von *T. ocellata* und den Bodenseezerkarien (*T. spec.*) besteht (schwarze Pfeile). Die Sequenzen von *T. regenti* und *T. spec.* (Abb. 19B) hingegen sind weitaus ähnlicher. Die Zerkarien des Bodensees waren mit *T. franki* identisch, während sie sich von *T. ocellata* und *T. regenti* punktuell in einigen wenigen Basen unterschieden (Abb. 19C). Diese Punktunterschiede lassen sich aufgrund ihrer Konstanz zur Artbestimmung heranziehen. Daher sollen mit dieser Methodik im Weiteren auch Zerkarien von zusätzlichen Sammelstellen untersucht werden, um zu ermitteln, ob im Bodensee nur *Trichobilharzia franki* vorkommt.

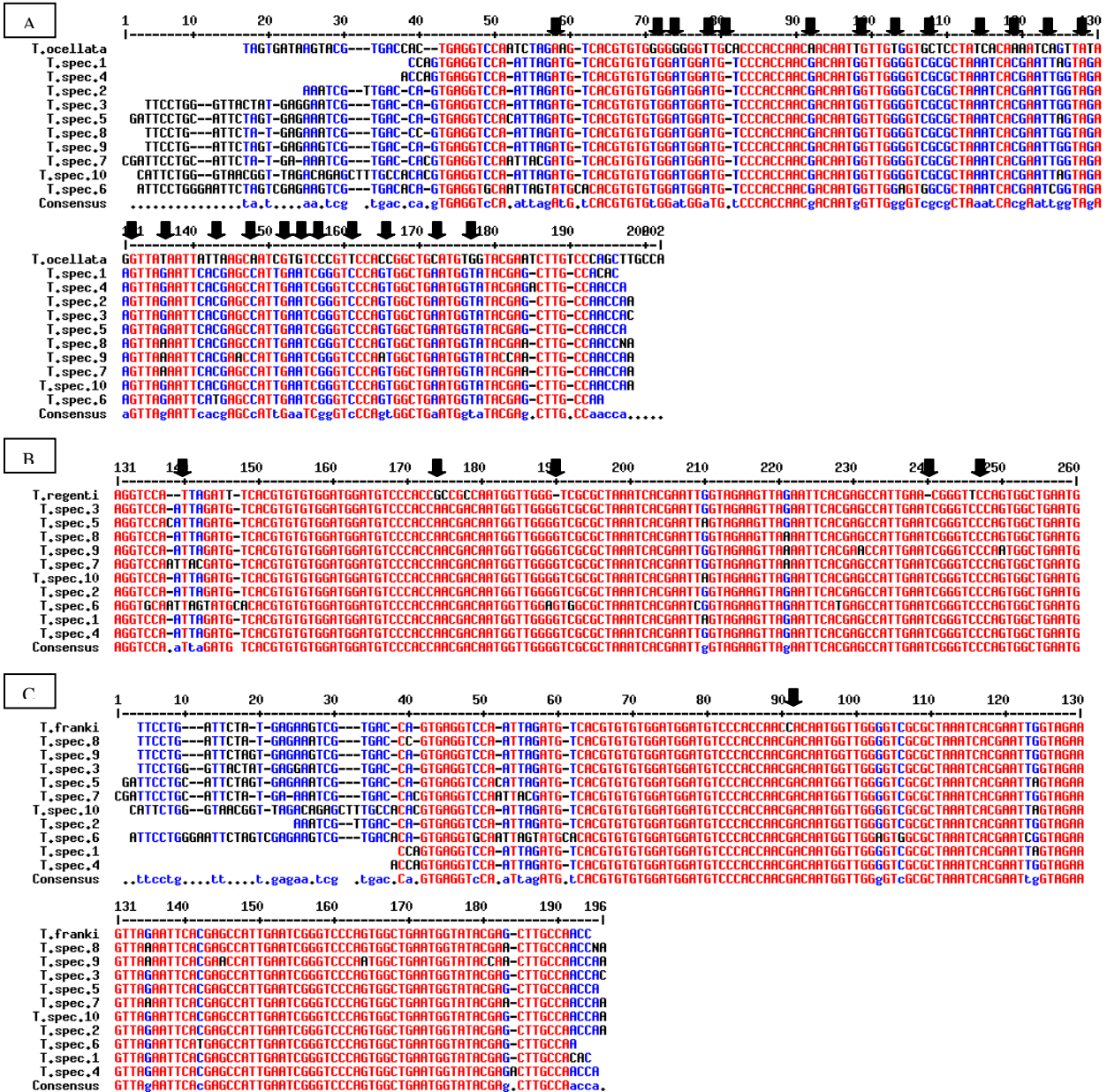


Abb. 19: Vergleich der Sequenzen der Bodenseezerkarien (*T. spec.* 1-10) mit der Sequenz von *Trichobilharzia ocellata* (A), *T. regenti* (B) und *T. franki* (C) zur Artbestimmung. Schwarze Pfeile kennzeichnen Stellen, an denen sich die Sequenzen der Bodenseezerkarien von der jeweiligen Vergleichssequenz (*T. ocellata*, *T. regenti* bzw. *T. franki*) unterscheiden.

3.6 Laborzyklus von *Trichobilharzia*

Die zerkarienfreien *Radix*-Schnecken wurden zur Etablierung des Wirtszklus im Labor verwendet. Inzwischen konnten viele Jungschnecken aus Gelegen im Aquarium bis zu einer Größe von ca. 5 mm herangezogen werden. Eine Eigenzuchtpopulation von *Radix* hat bis November überlebt, die Verluste sind aber hoch und es ist unsicher, ob die Population durch den Winter kommt.

Der Entwicklungszyklus von *Trichobilharzia franki*, der nach bisherigen Erkenntnissen die Dermatitis-Fälle am Bodensee verursacht, wurde erfolgreich im Labor etabliert. Es wurden insgesamt 4 Enten mit Zerkarien aus *Radix auricularia* infiziert. Alle Enten schieden nach 2 Wochen (über einen Zeitraum von weiteren 2 Wochen) *Trichobilharzia*-Eier aus. Mit den Mirazidien konnten 220 Schnecken infiziert werden, die Infektionsrate liegt im November bei 14%. Dieser Laborzyklus ist nötig, da untersucht werden soll, inwiefern sich die Wirtsfindung und Invasion der menschlichen Haut durch *T. franki* von der durch *T. ocellata* unterscheidet (mit dieser Art wurden die anschließend beschriebenen Untersuchungen durchgeführt).

3.7 Schutzcreme gegen *Trichobilharzia*-Zerkarien

Diese Untersuchungen wurden mit der bislang im Bodensee nicht sicher nachgewiesenen Art *T. ocellata* durchgeführt, deren Entwicklungszyklus im Labor bereits etabliert und hochgefahren wurde. In aufwändigen und für die Probanden sehr schmerzhaften Untersuchungen wurde die repellente Aktivität unterschiedlicher Formulierungen bestimmt, die schon für medizinische Zwecke zugelassen sind und von denen eine Schutzwirkung vermutet werden konnte. Bei den ersten Versuchsserien, bei denen die Zerkarien ohne Wasserbehandlung auf die Haut aufgebracht wurden, zeigten 19 verschiedene Formulierungen Schutzwirkung, unter anderem sogar eine wasserresistente Sonnenschutzcreme. Wurden die Substanzen auf der Haut jedoch einem Wasserfestigkeits-Test der U.S. Food and Drug Administration unterzogen (20 min in bewegtem Wasser, dann 20 min außerhalb Wasser, dann 20 min bewegtes Wasser), zeigten nur noch 2 Präparate Schutzwirkung. Es ist abzusehen, dass sich 2 Formulierungen zur Bekämpfung der Zerkariendermatitis eignen:

- 1) Eine Formulierung, die ein Präparat enthielt, das schon für andere therapeutische Zwecke zugelassen wurde und als Creme-Formulierung keine Zulassungsprobleme haben dürfte. Doch muss die angewendete Formulierung erst noch optimiert und produziert werden. Es kann davon ausgegangen werden, dass sie viel billiger hergestellt werden kann, als Präparat 2).
- 2) **Quallen + Sonnenschutz für Kinder LSF 30**, vertrieben von Canea Pharma GmbH. Dieses Präparat ist als Quallenschutzcreme auf dem Markt. Es ist zwar relativ teuer (118 ml kosten 16,50 Euro), aber gegenwärtig der einzig bekannte, zuverlässige Schutz gegen Zerkarien.

Diese Informationen sollten den zuständigen Instanzen mitgeteilt werden.



Abb. 20: Unmittelbar nach Exposition noch keine Symptome, Auswertung nach 3-10 Stunden

4 Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Arbeitsgruppe „Badedermatitis Bodensee“, eine fachübergreifende Kooperationsgemeinschaft verschiedener Institutionen³, führte in den Jahren 2003 und 2004 Untersuchungen zur Ökologie des Badedermatitis-Erregers sowie zur Prävention der Krankheit durch. Wesentliche Erkenntnisse der Voruntersuchung 2003 konnten bestätigt und vertieft werden. Darüber hinaus wurden neue Erkenntnisse erarbeitet. Die Untersuchungsprogramme innerhalb des Gesamtprojektes waren zeitlich wie inhaltlich eng miteinander verknüpft. Die Ergebnisse dieser Kooperation steigerten den Kenntnisstand in Sachen Badedermatitis am Bodensee im Vergleich zur Ausgangssituation vor Mitte 2003 erheblich.

Bei allen bisher molekularbiologisch untersuchten Zerkarien (n = 50) handelte es sich ausschließlich um *Trichobilharzia franki*. Die Untersuchungen basierten auf dem PCR-Verfahren von HERTEL et al. (2002), mit dessen Primer sich die Gattung *Trichobilharzia* spezifisch erfassen lässt. Die Artdetermination gelang anhand von DNA-Sequenzierungen und der Erfassung von Punktmutationen. Anhand weiterer Zerkarien von verschiedenen Stellen des Bodensees muss geklärt werden, ob im Bodensee tatsächlich nur diese eine Art vorkommt. Aufgrund von *Stagnicola* als Wirtsart liegen bereits erste Hinweise auf eine weitere *Trichobilharzia*-Art am Bodensee vor. Ob sich z.B. der möglicherweise humanpathogene *T. regenti* ebenfalls am Bodensee vermehrt, bedarf der weiteren Beobachtung.

³ Gesundheitsamt Konstanz, Limnologisches Institut der Univ. Konstanz, Institut für Seenforschung Langenargen, Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg, Max Planck Forschungsstelle für Ornithologie und Abteilung Parasitologie der Univ. Erlangen

Erhebung der Badedermatitisfälle

Das Surveillancesystem des Gesundheitsamtes Konstanz eignete sich für die rasche Übermittlung von Informationen über das zeitliche und örtliche Auftreten der Badedermatitis an das Schneckenbeprobungsteam sowie für weiteren Erkenntnisgewinn. Da die Angaben der Badeplatzbetreiber jedoch oftmals im Widerspruch zu den Aussagen von stichprobenartig befragten Apothekern und Badegästen standen, musste der Aufwand durch die Einbindung von Apothekern und durch Vor-Ort-Befragungen intensiviert werden.

Die Fall-Kontroll-Studie mittels standardisiertem Fragebogen zur Erkennung von Risiko- und protektiven Faktoren erscheint unter geänderter Konzeption weiterhin wertvoll. Ursprünglich sollten Gäste von drei ausgewählten Campingplätzen regelmäßig mit dem standardisierten Fragebogen befragt werden, was den Vorteil gehabt hätte, dass sowohl Betroffene (Fälle) als auch Nicht-Betroffene (Kontrollen) ständig angetroffen werden können. An öffentlichen Badestellen ist dies nur mit erhöhtem Aufwand möglich, da die Symptome der Badedermatitis erst mit einer mehrstündigen Verzögerung nach der Exposition auftreten. Die geplante Erhebung konnte in dieser Form aber nicht realisiert werden, da die ausgewählten und in den Vorjahren stark betroffenen Campingplätze in dieser Saison nicht befallen waren. Daher beschränkten sich die Befragungen auf einzelne Badegäste an befallenen Badestellen ohne Campingplatz, wodurch der eigens entwickelte Fragebogen getestet und weiterentwickelt werden konnte. Bei einer für sinnvoll gehaltenen Weiterführung des Befallsmonitorings wird neben der Überarbeitung der Konzeption hinsichtlich der Fallfindung auch ein hierfür erhöhter personeller Einsatz erforderlich sein, den das Gesundheitsamt Konstanz ohne finanzielle sowie personelle Unterstützung nicht leisten kann.

Endwirt

Die relativen Häufigkeiten der Wasservogel in den Badebereichen (Tab. 7) zeigen ein realistisches Artenspektrum, obwohl die Besuche der Probestellen nicht zufallsverteilt und die Beobachtungsdauern stark unterschiedlich waren. Aufgrund der räumlichen Nähe zu den badenden Menschen sind hierbei die effektivsten Wirte und damit letztlich die Quellen von *Trichobilharzia* zu erwarten. Da es nach wie vor spekulativ ist, welche Distanzen die freigewordenen Zerkarien vom Zwischenwirt zum Endwirt durch den offenen Wasserkörper zurücklegen können und welchen Anteil die Schneckenwirte an der Dispersionsentfernung beisteuern, ist eine wissenschaftlich fundierte Diskussion eines Zusammenhangs zwischen der Badedermatitis und den abseits der Badestellen am Untersee auftretenden, größeren Wasservogelmengen derzeit nicht möglich. Solche Wasservogelansammlungen bestehen insbesondere im Gnadensee bereits ab Hochsommer zwischen Hegne / Allensbach und Reichenau (z.B. Mausegesellschaften von Haubentauchern und verschiedenen Entenarten), während die Wasservogelkonzentrationen in anderen Seeteilen fast durchweg erst ab Mitte Oktober und somit deutlich nach Ende der Badesaison auftreten. Phänologie und Größenordnung dieser Wasservogelkonzentrationen (ab Mitte September) sind durch die Ornithologische AG Bodensee seit den frühen 1960er Jahren gut dokumentiert (HEINE et al. 1999, STARK et al. 1999). Die während der Badesaison im Bereich der Badestellen beobachteten Wasservogelansammlungen entsprechen weder nach Zahl noch Artzusammensetzung der ab Herbst überwinternden Vogelgesellschaft.

Obwohl *Trichobilharzia* in sämtlichen Kotproben der verschiedenen Wasservogelarten nicht nachgewiesen wurde, schließt dies die betreffenden Vögel jedoch nicht als Endwirte aus. Zumal Proben von Stockenten (*Anas platyrhynchos*), die bekanntermaßen Endwirte von *Trichobilharzia franki* sind (MÜLLER & KIMMIG 1994), in diesen Untersuchungen einen hohen Anteil (48%) ausmachten. Vermutlich waren aufgrund der geringen Schneckenbefallsrate (Prävalenz von 0,2%) zum einen nur wenige Wasservögel mit *Trichobilharzia* infiziert und zum anderen beherbergten befallene Vögel wohl auch nur wenige Trematoden. Die Ei-Ausscheidung könnte dementsprechend so gering gewesen sein, dass sie trotz etablierter Untersuchungsmethode (SAF-Anreicherung) nicht nachweisbar war. Damit die Parasiten-Eier überhaupt im Kot nachweisbar waren, mussten Enten in Laborversuchen mit einer großen Anzahl an Zerkarien (1.000 – 5.000) infiziert werden (MÜLLER & KIMMIG 1994). Dermaßen hohe Infizierungsraten sind unter natürlichen Bedingungen allerdings höchst unwahrscheinlich.

Um eine geringe Ei-Ausscheidung besser erfassen zu können, wurde daher das SAF-Anreicherungsverfahren durch den sensitiveren Mirazidien-Schlüpfversuch ergänzt. Auch mit diesem Verfahren gab es nur negative Ergebnisse. Neben der mutmaßlich geringen Eizahl ist die Ursache hierfür möglicherweise in der Lagerung der Kotproben zu suchen. Eine bis zu 3 Tage dauernde Lagerung von *Trichobilharzia*-Eiern im Kühlschrank beeinträchtigt die Überlebensfähigkeit der Mirazidien zwar nicht (Haas, pers. Mitteilung), allerdings wurden diese Beobachtungen bei Aufbewahrung in physiologischer Kochsalzlösung vorgenommen. Es ist nicht bekannt, ob Mirazidien auch eine längere Lagerung in Wasservogelkot überleben, der nicht in Wasser gelöst wird. Bei Folgeuntersuchungen sollte die mögliche Lagerungsproblematik daher berücksichtigt werden.

Eine Reduktion der Vögel zum Zwecke der Badedermatitis-Bekämpfung im Bereich der Badestellen erscheint aufgrund der vermuteten geringen Infizierungsraten nicht sinnvoll, ungeachtet dessen ist ein Fütterungsverbot zur Vermeidung unnötiger Wasservogelkonzentrationen im Badebereich dennoch sinnvoll (z.B. wegen möglicher Keimbelastungen).

Zwischenwirt

In beiden Untersuchungsjahren war der Befall mit *T. franki* ausschließlich auf *Radix auricularia* beschränkt, deren Verbreitungsschwerpunkt makrophytenfreie Flächen waren. Bei allen Beprobungen am Ober- und Untersee konnte diese geringe Affinität aller Lymnaeiden gegenüber Wasserpflanzen festgestellt werden. Die potenziellen Wirtsschnecken leben auf dem Sediment (Steine und Schlamm) abseits der Makrophyten, deren Mahd somit als Maßnahme gegen hohe Schneckendichten und Badedermatitis nicht hilft.

Abgesehen von dieser Erkenntnis waren die beiden Untersuchungsjahre 2003 und 2004 hinsichtlich der Schneckenabundanz und -verteilung sehr verschieden. Während bis Ende Juli 2004 das Litoral bis 1 m Tiefe nahezu schneckenfrei war (~3 Ind. pro h Suchaufwand), konnten im Spätsommer 2003 während dem Rekord-Niedrigwasser bis über 500 *Radix* / h im Spülsaum des Bodensees gefunden werden, was vermutlich als Aufkonzentrierung der Schnecken-Populationen aus den trockenfallenden Sublitoralflächen zu deuten ist. Die warmen Temperaturen 2003 begünstigten laut der Fischereiforschungsstelle Langenargen ungewöhnlich hohe Karpfenbestände in den Flachwasserbereichen, die bekannte Schneckenprädatoren sind. Der Fraßdruck auf die Schnecken hat damit neben unbekanntem Gründen möglicherweise zu einer Dezimierung der Bestände beigetragen. Die hohe

Mortalität dieser Schnecken (beobachtetes Massensterben im Herbst 2003) schien sich auch auf das Jahr 2004 auszuwirken, da insbesondere im Juni und Juli trotz erheblichem Suchaufwand in den flachen Wassertiefen kaum Funde gelangen. Erst ab etwa 4 m Tiefe schienen sich Populationen gehalten zu haben, die im Laufe des Sommers allmählich in die flacheren Uferbereiche vordrangen. Hierbei konnten die Uferbereiche (0 bis 1 m Tiefe) des steilscharigen Überlingersees offensichtlich schneller wiederbesiedelt werden, als die flachen Ufer des Untersees, die noch im September nahezu schneckenfrei waren.

Die 2003 früh erhöhte Wassertemperatur hat möglicherweise zu einer früheren Reproduktion und zu schnellerem Wachstum der Schnecken geführt, so dass die Jungtiere zeitiger ausgewachsen waren. Beobachtungen der natürlichen Wachstumsgeschwindigkeit in 2004 lassen demgegenüber bezweifeln, dass die 1 cm großen Schnecken diesjährig waren, die schon im Juni 2004 im Seichtwasserbereich gefunden wurden.

Insgesamt scheinen die Schneckenpopulationen am Bodensee erheblich von den äußeren Bedingungen abhängig zu sein, was sich in lokalen und interannuellen Schwankungen der Bestände äußern kann.

Zerkarienfunde und Befallsmeldungen

Vergleiche des Badedermatitis-Auftretens 2004 mit den Vorjahren (v.a. aber 2003) sind nur bedingt vollziehbar, da die Wetterverhältnisse sehr verschieden waren und dadurch andere Voraussetzungen entstanden. Während des Jahrhundertssommers 2003 als heißester Sommer seit Beginn der Messungen (DWD, MÜLLER-WESTERMEIER, RIECKE 2003) kam es zu einem massenhaften Auftreten der Badedermatitis bereits Mitte Juni bis Mitte Juli, das danach schnell abflaute. Eine in den Vorjahren erfasste zweite Befallswelle im Herbst blieb aus.

Der Sommer 2004 hingegen war trotz zögerlichem Beginn im Juni und vielen kühlen und regnerischen Tagen im Juli ein vergleichsweise „durchschnittlicher“ Sommer (DWD, 2004). Erst ab dem 16. Juli bis zum 12. August traten Tagesmittelwerte der Lufttemperatur von über 20° C auf. Die Aktivität der Badedermatitis begann mit einer zeitlichen Verzögerung von ca. einer Woche. Die systematische Erhebung im Jahre 2004 im Vergleich zu den empirisch gewonnenen Erkenntnissen aus den Vorjahren belegt die Abhängigkeit des zeitlichen Auftretens der Badedermatitis und ihrer Intensität von den klimatischen Bedingungen. Nach dem späten Auftreten 2004 blieb eine zweite Badedermatitiswelle im Herbst ebenfalls aus. Die eher atypische lokale Verbreitung 2004 mit z.B. am langjährigen „Zerkarien-hotspot“ Campingplatz Hegne ausbleibenden Befallsmeldungen, lag vermutlich an der Verteilung der Zwischenwirtsschnecken. So fehlte *Radix* – insbesondere Individuen über 10 mm, in denen *Trichobilharzia* ausschließlich festgestellt wurde – am Campingplatz Hegne bei allen Kampagnen 2004 fast völlig. Die hier beprobten Flächen lagen im Spätsommer 2003 wochenlang trocken, so dass die hier ansässige Schneckenpopulation vermutlich zugrunde ging. Einen weiteren Hinweis auf die Abhängigkeit des Badedermatitisbefalls von der Dichte der Zwischenwirtsschnecken lieferten die Badestrände des Überlingersees. Vom Freibad KN-Horn und vom Campingplatz Litzelstetten gingen dieses Jahr zahlreiche Dermatitisbefälle ein, die sich zu diesem Zeitpunkt mit recht hohen Schneekendichten und *Trichobilharzia*-Prävalenzen deckten (bis zu 25%).

Nach Auskunft der Fischereiforschungsstelle Langenargen waren auch die fischpathogenen Zerkarien 2004 wohl deutlich weniger aktiv als in den Vorjahren. Die Befallsbefunde der parasitologischen Überwachung der Fische zeigte für 2004 deutlich erniedrigte Werte.

Insgesamt wurden in beiden Untersuchungsjahren im Rahmen der intensiven Kampagnen im Vergleich zu Baggerseen im Raum Freiburg (ALLGÖWER 1990a und b; MÜLLER & KIMMIG 1994) nur sehr geringe Prävalenzen mit *T. franki* (0,2%) festgestellt, wenngleich lokal Prävalenzen über 20% ermittelt werden konnten. Zerkarienuntersuchungen in Bayern (LOY & HAAS, 2001) ergaben, dass *T. ocellata* ebenfalls nur 0,2% seiner Wirtschnecken befällt und diese ganzjährig eine konstant niedere Prävalenz aufweisen.

Allerdings erfolgten unsere Sammelkampagnen in beiden Jahren in Phasen sehr geringer Badermatitismeldungen. Im Umkehrschluss darf also auch angenommen werden, dass geringe *Trichobilharzia*-Prävalenzen bei den Schnecken auch ein geringeres Dermatitis-Risiko bedingen. Diese Aussage wird auch durch die Fallbeispiele mit erhöhten Prävalenzen (og. Baggerseen, Litzelstetten 2003 und 2004, Kressbronn 2004, KN-Horn 2004 und Amtzeller Weiher) gestützt. In diesen Fällen waren nämlich auch deutlich erhöhte und anhaltende Meldungen wegen Badermatitis-Belästigungen zu verzeichnen. Insofern erscheint auch die Fortführung eines „extensiven“ Schneckenmonitorings sinnvoll.

Der Vergleich zwischen Effizienz von „Meldemonitoring“ und „Schneckenmonitoring“ fällt unter Kosten-Nutzen-Gesichtspunkten nach den gesammelten Erfahrungen wohl eher zu Ungunsten des Schneckenmonitorings aus, da seine Trefferwahrscheinlichkeit zu gering erscheint und Ansatzpunkte für eine effiziente Erhöhung derzeit nicht erkennbar sind. Insofern sollte ein zukünftiges Monitoring vorrangig auf dem offensichtlich hochempfindlichen „Biosensor“ Mensch beruhen. Ein begleitendes „extensives“ Schneckenmonitoring wäre dennoch in Fällen besonders hoher Befallsmeldungen empfehlenswert. Damit könnte längerfristig zum einen eventuell die Basis für eine „Badermatitis-Vorhersage“ aufgrund des Schneckenmonitorings verbessert werden, und zum anderen auch auf weitere möglicherweise humanpathogene Arten wie *T. regenti* geachtet werden.

Ein für die Risikobewertung und das dafür erforderliche Monitoring ebenfalls wichtiger Aspekt ist der Zusammenhang zwischen örtlichen Prävalenzbefunden und örtlichem Badermatitis-Befall. Unter Berücksichtigung der überraschend langen Überlebenszeiten von *T. franki* (in Abwesenheit von Fressfeinden) und der am Bodensee anzunehmenden weiträumigen horizontalen Wassermassenverfrachtungen muss zunächst von einem potenziell sehr weiten passiven Verteilungsradius der Zerkarien ausgegangen werden, bei dem ein „Einzelbefall“ auch noch im km-Abstand von der Quelle (= Schnecke) nicht ausgeschlossen werden kann. Dies würde die Effizienz des Schneckenmonitorings noch weiter in Frage stellen. Das Risiko eines „Intensivbefalls“ (mögliche Definition: >10 Pusteln / Badetag) verringert sich theoretisch mit zunehmender Entfernung von der Quelle, da die Zerkariendichte durch die passive, horizontale Verteilung (evt. auch aktiv durch Fraß, s.u.) auf jeden Fall abnehmen muss und damit auch die „Trefferwahrscheinlichkeit“ für die Zerkarien sinkt. Bei auftretendem Intensivbefall, der aus touristischen Aspekten von Belang ist, kann also von einer geringen Distanz zwischen Quelle

(befallene Schnecke) und Wirkort (Mensch) ausgegangen werden. Dies ist auch viel eher mit den meist sehr lokalen Klagemeldungen vereinbar. Zudem wurden in allen o.g. Fallbeispielen hohen Badedermatitisbefalls **ortsnah** auch *Radix*-Schnecken mit hoher Prävalenz gefunden.

Zerkarienbefallene Schnecken konnten im Spülsaum ebenso nachgewiesen werden, wie in Tiefen um 8 m, die am Untersee zum Teil erst mehrere hundert Meter vor dem Ufer erreicht werden. Das schnelle Passieren der flachsten Uferbereiche und das Schwimmen in tiefem Wasser schützt also nicht vor Zerkarien und Badedermatitis, auch Stege überbrücken die Gefahrenzone nicht.

Zerkarienschutzmittel

Aufgrund der Befragung der Badegäste liegen Berichte über die Wirksamkeit von Melkfett zum Schutz vor Zerkarien hin. Diese Angaben sollen an der Univ. Erlangen überprüft werden. Bei repellenter Wirkung stünde neben den beiden wirksamen Formulierungen eine weitere für Badegäste und Umwelt toxikologisch unbedenklicher Schutz zur Verfügung.

Die Wirksamkeit der beiden entdeckten Formulierungen „Sonnen und Quallenschutz für Kinder LSF 30“ von Canea Pharma GmbH sowie ein weiteres Präparat, das demnächst kostengünstig produziert werden soll, wurde bislang nur an *T. ocellata* bewiesen, der am Bodensee nicht sicher nachgewiesen ist. Eine Wirksamkeit dieser Schutzmittel auch gegen Zerkarien der am Bodensee Badedermatitis verursachenden Art *T. franki* ist aufgrund der engen artlichen Verwandtschaft jedoch anzunehmen. Da der Infektionszyklus dieser Art nun im Labor der Univ. Erlangen etabliert ist, soll der Beweis demnächst erbracht werden.

Oft proklamierte Maßnahmen wie Makrophytenmahd, Schwimmen in tiefem Wasser und Stegbau zur Reduktion des Badedermatitisrisikos sind wirkungslos. Wasserschnecken kommen erwiesenermaßen nicht in dichten Wasserpflanzenbeständen vor, weswegen die Mahd der Pflanzen den Lebensraum der Schnecken nicht reduziert, sondern – im Gegenteil – sogar erweitert.

Die Zone der Zerkarienaktivität kann nicht durch Stege überbrückt werden, da am Ober- wie am Untersee zahlreiche *Trichobilharzia*-infizierte Schnecken in Wassertiefen um 8 m gefunden werden. Diese Tiefenbereiche liegen gerade im oft stark betroffenen Gnadensee mehrere hundert Metern vor dem Ufer – vor Hegne werden diese Tiefen gar nicht erst erreicht. Es ist weiterhin davon auszugehen, dass auch unterhalb von 8 m Wassertiefe noch *Trichobilharzia*-befallene Schnecken vorkommen. Das Schwimmen in tiefem Wasser ist als Maßnahme gegen Dermatitisfall somit ebenfalls ungeeignet.

Weiterführende Untersuchungen mit *Trichobilharzia*

Im Vergleich zum vorherigen Zustand (bis 2003) konnte der Wissensstand über Badedermatitis am Bodensee erheblich gesteigert werden, dennoch sind nach wie vor zahlreiche Fragen über die Ökologie der Schnecken und über die Interaktionen zwischen dem Parasiten, den Schnecken und den Wasservögeln unbeantwortet. Daher soll in der Abteilung Parasitologie (Erlangen), neben weiteren Austestungen von Wirkstoffen wie z.B. Melkfett gegen Zerkarien (Finanzierung durch eigene Mittel), die Übertragung der Parasiten an *T. ocellata* im Feld untersucht werden. Sobald *T. franki* ebenfalls ständig zur Verfügung steht, soll auch diese Art vergleichend einbezogen werden. Folgende Fragestellungen sollen untersucht werden:

- (1) Wie verteilen sich Mirazidien und Zerkarien im Gewässer? Zerkarien halten sich an der Wasseroberfläche auf und scheinen sich schnell auszubreiten. Die Verteilung der Mirazidien wird von verschiedenen Faktoren bestimmt.
- (2) Wie präzise können Mirazidien ihre Wirtsschnecke finden, und welchen Einfluss haben andere Wasserschnecken auf den Infektionserfolg?
- (3) Welche anderen Organismen, die in Gewässern mit Badedermatitis vorkommen, haben einen Einfluss auf die Zerkarien? Dazu wurden in einer Diplomarbeit schon einige effektive planktische Räuber (insbesondere Hüpferlinge der Gattung *Cyclops*) der Zerkarien ermittelt. Trotz des Nachweises, dass Zerkarien in das Nahrungsnetz des Sees eingebunden sind, erscheint es angesichts der Größe des Sees und der Komplexität des Nahrungsnetzes unrealistisch, daraus Ansätze für eine biologische Kontrolle der Zerkarien entwickeln zu können.
- (4) Wie unterscheidet sich die Wirtsfindung der Zerkarien von *T. franki* von der bekannten von *T. ocellata*? Es gibt Hinweise dafür, dass sich die Wirtsfindung beider Arten stark unterscheidet.

Abschließende Empfehlungen

Zur **Vorbeugung** eines Befalls mit **Badedermatitis** können wir zum gegenwärtigen Zeitpunkt die Anwendung der **Schutzcreme** „Sonnen- und Quallenschutz“ und zukünftig die Anwendung einer preiswerteren Formulierung des Wirkstoffs empfehlen. Bei bekanntem Auftreten von Badedermatitis sollten die Badegäste entsprechend rechtzeitig informiert und vorgewarnt werden, damit die wirksamen Formulierungen auch vorbeugend angewendet werden können.

Deswegen sollte ein extensives langjähriges Monitoring durch das Gesundheitsamt Konstanz durchgeführt werden (Fallzahlen bei Badegästen), das gegebenenfalls durch Aufsammeln und Testen von Schnecken durch das Institut für Seenforschung unterstützt werden könnte. Dieses Schnecken-Monitoring sollte nicht zuletzt im Hinblick auf den bislang nicht am Bodensee nachgewiesenen, humanpathogenen *T. regenti* in extensiver Form weitergeführt werden; die entsprechenden Institutionen haben ihre Bereitschaft hierzu bereits signalisiert.

Als flankierende Maßnahmen in Badebereichen empfehlen wir die Verhängung eines Fütterungsverbots für Wasservögel. Stegbau und Wasserpflanzenmahd sind zur Reduktion des Badedermatitis-Risikos nicht geeignet.

Literatur

- ALLGÖWER, R. (1990a): Die Zerkarien- oder Badedermatitis. - *Biologie in unserer Zeit*. 20 (3): 144-148.
- ALLGÖWER, R. (1990b): Zur Trematodenfauna einiger Freiburger Baggerseen, mit besonderer Berücksichtigung des Erregers der Zerkariendermatitis beim Menschen. - *Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz* 15(1): 59-79.
- DÖNGES, J (1966): Der Miracidien-Schlüpftest auf Bilharziose. - *Dtsche. med. Wochenschr.* 91: 2212-2214
- DVORÁK, P., H. SATTMAN, P. HORÁK & R. KONECNY (1999): Bird schistosomes from freshwater snails in Austria with some notes in current problems (Digena, Schistosomatidae). - *Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol.* 21: 69-76.
- DWD, DEUTSCHER WETTERDIENST OFFENBACH (2003): Witterungsreport Daten Jan. – Dez. 2003
- FEILER, W. & W. HAAS (1988a): Host-finding in *Trichobilharzia ocellata* cercariae: Swimming and attachment to the host. - *Parasitology* 96: 493-505
- FEILER, W. & W. HAAS (1988b): *Trichobilharzia ocellata*: Chemical stimuli of duck skin for cercarial attachment. - *Parasitology* 96: 507-517
- GRABE, K. & W. HAAS (2004): Navigation within host tissues: cercariae orientate towards dark after penetration. - *Parasitol. Res.* 93: 111-113
- GRABE, K. & W. HAAS (2004): Navigation within host tissues: *Schistosoma mansoni* and *Trichobilharzia ocellata* schistosomula respond to chemical gradients. - *Internat. J. Parasitol.* 34: 927-934
- HAAS, W. & A. VAN DE ROEMER (1998): Invasion of the vertebrate skin by cercariae of *Trichobilharzia ocellata*: penetration processes and stimulating cues. - *Parasitol. Res.* 84: 787-795
- HAAS, W. & U. PIETSCH (1991): Migration of *Trichobilharzia ocellata* schistosomula in the duck and in the mouse abnormal host. - *Parasitol. Res.* 77: 642-644
- HAAS, W., HABERL, B., KALBE, M. & K. STOLL (1998): Traps for schistosome miracidia/cercariae. - In: IX International Congress of Parasitology, ICOPA IX. Eds. Tada, I., Kojima, S., Tsuji, M. Monduzzi Editore, Bologna, 359-363
- HEINE G., JACOBY H., LEUZINGER H. & H. STARK: *Die Vögel des Bodenseegebietes*. Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg, 14/15: 847 S.
- HERTEL, J., HAMBURGER, J., HABERL, B. & W. HAAS (2002): Detection of bird schistosomes in lakes by PCR and filter-hybridization. - *Experimental Parasitol.* 101, 57-63

- HORÁK, P. & L. KOLÁROVÁ (2000): Survival of bird schistosomes in mammalian lungs. - Int. J. Parasitol. 36: 65-68.
- KALBE, M., HABERL, B. & W. HAAS (1997): Miracidial host-finding in *Fasciola hepatica* and *Trichobilharzia ocellata* is stimulated by species-specific glycoconjugates released from the host snails. - Parasitol. Res. 83: 806-812
- KALBE, M., HABERL, B. & W. HAAS (2000): Finding of the snail host by *Fasciola hepatica* and *Trichobilharzia ocellata*: Compound analysis of 'Miracidia attracting glycoprotein'. - Exp. Parasitol. 96: 231-242
- KOCK, S. (2001): Investigations of intermediate host specificity help to elucidate the taxonomic status of *Trichobilharzia ocellata* (Digenea: Schistosomatidae). - Parasitol. 123: 67-70.
- LOY, C. & W. HAAS (2001): Prevalence of cercariae from *Lymnea stagnalis* snails in a pond system in Southern Germany. - Parasitol. Res. 87: 878-882.
- MÜLLER, V. & P. KIMMIG (1994): *Trichobilharzia franki* n. sp. – die Ursache für Badedermatitiden in südwestdeutschen Baggerseen. - Appl. Parasitol. 35: 12-31
- MÜLLER-WESTERMEIER, G. & W. RIECKE (2004): Klimastatusbericht 2003 - Die Witterung in Deutschland. Hrsg. Deutscher Wetterdienst Offenbach (DWD): 71-78.
- NEUHAUS, W. (1952): Biologie und Entwicklung von *Trichobilharzia szidati* n. sp. (Trematoda, Schistosomatidae), einem Erreger von Dermatitis beim Menschen. - Z. f. Parasitenkunde 15: 203-266.
- STARK H., BAUER H.-G., SUTER W. & H. JACOBY (1999): Internationale Wasservogelzählung am Bodensee. Ergebnisse aus den Zählperioden 1961/62 bis 1996/97. Dynamik der Zugrast- und Überwinterungsbestände und der Einfluß von Umweltbedingungen. In: HEINE G., JACOBY H., LEUZINGER H. & H. STARK: *Die Vögel des Bodenseegebietes*. Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg, 14/15: 64-122
- WERNER, S., OSTENDORP, W., GÜDE, H. & K.-O. ROTHHAUPT (2003): Entwicklungen von Maßnahmen zur Verminderung der Badedermatitis-Belastung am Beispiel des Bodensees. - Bericht für das Sozialministerium Baden-Württemberg, Stuttgart: 24 S.

Anhang

Erhebungen zur Badedermatitis 2004

Befragung der Badegäste

Fragebogen Nr.:

Badestelle/ Campingplatz:

1. Haben Sie nach dem Baden einen juckenden
Hautausschlag bekommen? nein
 ja

falls nein, bitte weiter mit Frage 12

2. Wie lange haben Sie den Ausschlag
schon? seit:
 0-2 Stunden
 3-5 Stunden
 6-12 Stunden
 13-23 Stunden
 1-2 Tagen
 mehr als 2 Tagen

3. Wie viel Zeit lag zwischen dem Beginn des
Ausschlags und dem letzten Aufenthalt im Wasser? 0-2 Stunden
 3-5 Stunden
 6-12 Stunden
 13-23 Stunden
 1-2 Tage

4. Auftreten von juckenden Hautstellen (nach Urteil
des Interviewers) massenhaft mäßig wenig

5a. Welche Körperstellen sind befallen? Kopf/Hals
 Rumpf
 Arme
 Beine

5b Sind auch beim Baden bedeckte Körperstellen
befallen? (Badehose/-anzug/ Bikini?) nein
 ja

6. Haben Sie außer dem Ausschlag
weitere Krankheitszeichen? nein
 ja

7. Falls ja, welche? Schwindel
 Kopfschmerzen
 Übelkeit, Erbrechen
 eitrige Hautstellen
 andere: _____

8. Haben Sie medizinische Hilfe in Anspruch
genommen? nein
 ja, welche?: Arzt Apotheker

9. Haben Sie Medikamente, Cremes, Hausmittel nein
zur Linderung angewendet? ja, welche?: _____

10. Haben diese Mittel geholfen? gut etwas kaum gar nicht

11. Haben Sie bewusst irgendwelche Mittel nein
vorbeugend zum Schutz vor der Badedermatitis ja, welche?: _____
angewendet?

12. Haben Sie vor dem Baden eine
Sonnenschutzcreme/-lotion aufgetragen?

13. Falls ja, welche Creme/Lotion haben Sie Produkt _____
verwendet? (Möglichst zeigen lassen) LSF____; wasserfest? ja nein

Frage an Befallene:

13b. Sind ausschließlich Körperstellen befallen, die nein
Sie nicht eingecremt haben? ja

14. Haben Sie innerhalb einer Stunde vor dem
Baden ein Mittel zum Schutz vor Insektenstichen nein
aufgetragen? ja, welches?: _____

15. Haben Sie sofort nach dem Baden gründlich nein
geduscht? ja, sofort
 ja, einige Minuten später

16. Haben Sie sich nach dem Baden gründlich nein
abgetrocknet? ja, sofort
 ja, einige Minuten später

17. Hatten Sie beim Baden Wasserpflanzen nein
berührt? ja
 weiß nicht

18. Waren beim Baden Wasservögel im Bereich nein
des Badeplatzes im Wasser? ja
 weiß nicht

19. Hatten Sie früher schon ein- oder mehrmals nein
ähnliche Beschwerden nach dem Baden? ja, und zwar 1 mal,
 2 mal,
 3 oder mehr mal

20. Wie oft waren Sie innerhalb der letzten 48 Stunden im Wasser? 1 mal
 2 mal
 3 mal oder häufiger

21. Wann haben Sie zuletzt gebadet? Vor
 0-2 Stunden
 3-5 Stunden
 6-12 Stunden
 12-24 Stunden
 1-2 Tagen

22. Wie lange haben Sie sich während der letzten 48 Stunden insgesamt im Wasser aufgehalten ? Maximal 5 Min
 zwischen 5 und 15 Min
 mehr als 15 Min

23. Zu welchen Tageszeiten waren Sie hauptsächlich im Wasser?
(Mehrfachantworten möglich) am Morgen/ Vormittag
 in der Mittagszeit
 am Nachmittag
 am Abend ab 18:00 Uhr

24. Von wo aus gingen Sie hauptsächlich ins Wasser? vom Ufer
 vom Steg
 vom Boot : Entfernung vom Ufer ca. _____ Meter
 mit Luftmatratze

25. Was haben Sie überwiegend im Wasser gemacht? Schwimmen
 Tauchen
 Planschen
 sonstiges: _____

Sonstiges: Beobachtungen, Meinungen, Besonderheiten des Befragten

Sonstiges: Beobachtungen, Anmerkungen, des Interviewers

Alter: Geschlecht: w m

Datum:

Uhrzeit: :

Wassertemperatur: °C

Lufttemperatur: °C