

Stefan Werner, Wolfgang Fiedler, Hans Güde, Wilfried Haas, Jan Hertel,
Peter Kimmig, Astrid Kirch, Wolfgang Ostendorp, Karl-Otto Rothhaupt,
Alexandra Sproll, Hannes Winterer & Cynthia Wulff¹

BADEDERMATITIS

Ökologie und Auftreten des Auslösers *Trichobilharzia franki* am Bodensee und Entwicklung von Maßnahmen zur Verminderung des Befalls

ZUSAMMENFASSUNG

Seit einigen Jahren leiden die Badegäste am westlichen Bodensee unter einem gesundheitlich unbedenklichen, aber sehr lästigen und stark juckenden Hautausschlag, der sogenannten Badermatitis. Beim Badermatitiserreger am Bodensee handelt es sich um Vermehrungsstadien (Zerkarien) des parasitischen Saugwurms *Trichobilharzia franki*, der in der Wirtsschnecke *Radix auricularia* lebt. Potenzielle Wirtsschnecken leben auf dem Seegrund abseits der Wasserpflanzenvorkommen. Der durchschnittliche Befall der Schnecken mit *T. franki* war sehr gering (0,2 %), erreichte aber in Einzelfällen auch mehr als 5 %. In solchen Fällen waren stets erhöhte Dermatitismeldungen bei Badegästen zu verzeichnen. Es wurden zwei wirksame Präparate gefunden, die Zerkarien am Eindringen in die menschliche Haut hindern. Während das eine Präparat, ein kombiniertes Sonnen- und Quallenschutzmittel, bereits auf dem deutschen Markt erhältlich ist, kann das andere Präparat leicht durch Apotheker zu einer wirksamen Formulierung verarbeitet werden.

EINLEITUNG

Mit Beginn der Badesaison kommt es seit einigen Jahren in vielen mitteleuropäischen Naturgewässern zum gehäuften Auftreten von Badermatitis, einem äußerst lästigen Hautausschlag, der von Saugwurmlarven (Zerkarien) der Gattung *Trichobilharzia* verursacht wird. Der Badermatitis-Erreger hat einen komplexen Lebenszyklus mit Wirtswechsel (NEUHAUS 1952, ferner: ALLGÖWER 1990a und b, MÜLLER & KIMMIG 1994). Die adulten Pärchenegel leben im Darm ihres Endwirts (verschiedene Wasservogelarten), über dessen Kot die Parasiteneier ins Gewässer gelangen. Hier schlüpfen die Wimperlarven (Mirazidien), die in den Zwischenwirt eindringen – meist eine Wasserschnecke aus der Familie Lymnaeidae (Schlammschnecken). Im Zwischenwirt entwickeln

sich aus den Mirazidien über ein zweites Vermehrungsstadium, sogenannte Sporocysten, die Zerkarien. Einmal ins Wasser ausgetreten suchen diese aktiv schwimmend ihren Endwirt. Die Schwimmhäute der Wasservögel werden unter Abwurf des Zerkarienschwanzes penetriert. Hier schließt sich der Kreislauf wieder: die Zerkarien wandern in geeignete Gewebe, in denen sie zum reproduktionsfähigen Wurm heranwachsen.

Bei der Suche nach einem Endwirt reagieren die in Ruhestellung an der Wasseroberfläche haftenden Zerkarien recht unspezifisch auf Turbulenzen im Wasser, plötzliche Beschattung und Temperaturdifferenzen sowie auf verschiedene Hautfette (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 nutzen, kann dies für die Zerkarie (und auch den Menschen) zur folgenreichen Verwechslung führen (ALLGÖWER 1990a). Während des ersten Kontakts mit Zerkarien wird das menschliche Immunsystem aktiviert (HORÁK & KOLÁROVÁ 2000, HORÁK et al. 2002), das bei jedem weiteren Kontakt die Zerkarien unter dem Bild der Badermatitis frühzeitig abbaut. Diese Immunabwehr entspricht einer allergischen Reaktion, die sich in histamininduzierten, juckenden Papeln äußert (NEUHAUS 1952). Der Hautausschlag ist zwar äußerst unangenehm, heilt aber im Laufe mehrerer Tage wieder vollständig ab und ist medizinisch unbedenklich.

Das Phänomen Badermatitis führte vor allem im Juni 2003 zu öffentlichen Diskussionen über Folgen für den Tourismus am Bodensee. Bodenseegemeinden vor allem des deutschen Untersees fürchteten merkliche Einbußen bei den Übernachtungszahlen. Auf Anregung der lokalen Gesundheitsbehörden und politischer Stellen wurde im Sommer 2003 eine Forschungsgruppe mit dem Ziel zusammengestellt, die Ökologie des Parasiten zu erforschen und ökologisch vertretbare Maßnahmen gegen den *Trichobilharzia*-Befall zu entwickeln.

MATERIAL UND METHODEN

ERHEBUNG DER BADEDERMATITIS UND BEPROBUNG VON INFIZIERTEN SCHNECKEN UND ZERKARIEN

In der Badesaison 2004 wurden systematische Erhebungen zum räumlichen und zeitlichen Auftreten der Badermatitisfälle an ausgewählten Badeplätzen des westlichen Bodensees durchgeführt. In der Zeit vom 18. Juni bis zum 14. September 2004 wurden alle Badeplatzbetreiber zweimal wöchentlich kontaktiert und Informationen von Apothekern zu Rate gezogen. Ergänzend wurden die Badestellen durch Mitarbeiter des Gesundheitsamtes Konstanz aufgesucht.

Bei einem Aufkommen des Hautausschlags wurden zeitnah und gezielt Beprobungen von Schnecken an den betreffenden Badestellen durchgeführt. Während bei ersten Untersuchungen im Spätsommer 2003 zunächst alle Schnecken-Arten unabhängig von

Dermatismeldungen gesammelt wurden, wurden 2004 nur Schnecken der Familie Lymnaeidae (*Radix* spp., *Lymnaea stagnalis* (LINNAEUS 1758), *Stagnicola* spp.) an betroffenen Badestellen berücksichtigt, da sich die übrigen Schneckenarten als zerkarienfrei erwiesen hatten. Außer *Radix auricularia* (LINNAEUS 1758) konnte keine weitere *Radix*-Art sicher nachgewiesen werden.

Am Obersee-Nordufer wurde an zehn ausgewählten Badestränden ein extensives Zerkarien-Monitoring durchgeführt, während am Untersee acht und am Überlinger See drei weitere Strandbäder intensiv erfasst wurden. Die Schnecken wurden im Bereich der intensiv untersuchten Strandbäder für 1 bis 1,5 Stunden nach Tiefenstufen getrennt gesammelt. Im Spülsaum (»0 m«), im Brandungsbereich (»0,5 m«) sowie im oberen Sublitoral (»1 m«) wurde von Land aus gesammelt, während die Beprobung der Wassertiefen unterhalb 1,5 m in drei Tiefenstufen von 1,5 bis 2 m, 3 bis 4 m sowie 6 bis 10 m durch Forschungstaucher erfolgte.

Die gesammelten Schnecken wurden einzeln in wassergefüllte Kunststoffgefäße sortiert und anschließend für etwa 2 h beleuchtet. Emittierte Zerkarien wurden in 6 Kategorien klassifiziert: echinostome Zerkarien, Xiphidiozercarien, *Diplostomum* spp., Furkozercarien ohne Ocellen und geradem Schwanzschaft (Typ I), Furkozercarien ohne Ocellen mit U-förmig gebogenem Schwanzschaft (Typ II) und ocellate Furkozercarien (Gattung *Trichobilharzia*). Befallene Schnecken wurden in der Länge und Breite vermessen.

GEWINNUNG UND AUFARBEITUNG VON KOTPROBEN VON WASSERVÖGELN

Zur Erfassung des Endwirtspektrums von *Trichobilharzia franki* (MÜLLER & KIMMIG 1994) wurde zwischen 22. Juni und 3. September 2004 der Kot potenzieller Endwirte auf Parasiten-Eier untersucht. Stellen mit Badedermatitisbefall wurden gezielt beprobt, und die Probenahme wurde möglichst mit den Schneckensammelkampagnen koordiniert. Um tatsächlich den Kot der beobachteten Wasservogelarten zu sammeln, wurden geeignete Ruheplätze der Wasservögel (Bootsstege, Floße, Bojen) in der Regel zunächst von älterem Kot gereinigt. Frische Kotproben wurden ohne weitere Behandlung in Probenröhrchen aufgenommen und bis zur Analyse kühl gelagert. Die gesammelten Proben (n = 182) wurden mit zwei verschiedenen Methoden auf Parasiteneier überprüft: 121 Proben wurden nur nach dem SAF-Verfahren (JANITSCHKE et al. 1998) angereichert und mikroskopisch auf Trematoden-Eier untersucht, während bei 82 Proben nur der Mirazidien schlüpfest nach DÖNGES (1966) angewandt wurde. 21 Proben wurden mit beiden Methoden untersucht.

Zusätzlich wurden die jeweils im Bereich der Badestelle anwesenden Wasservögel in einem Umkreis von etwa 100 m um die Probestelle erfasst.

MOLEKULARGENETISCHE ANALYSE

DER TRICHOBILHARZIA-ZERKARIEN

Zur Artbestimmung wurde die DNA einzelner in reinem Ethanol fixierter Zerkarien isoliert und nach HERTEL et al. (2002) der Genort ToSAU3A mittels PCR vervielfältigt und sequenziert. Die Sequenzen wurden mit denen von *Trichobilharzia ocellata* (LA VALETTE 1855) und *Trichobilharzia regenti* HORÁK, KOLÁROVÁ & DVORÁK 1998 verglichen. Insgesamt wurden je 5 Zerkarien aus 10 verschiedenen *R. auricularia* determiniert. Als Positiv-Kontrolle dienten Zerkarien eines aus Laborenten isolierten Stammes, der als *T. franki* beschrieben wurde (MÜLLER & KIMMIG 1994).

LABORZYKLUS VON TRICHOBILHARZIA UND PRÜFUNG

VON CHEMISCHEN WIRKSUBSTANZEN

Der Lebenszyklus der Parasiten wurde im Labor etabliert, um permanent Zerkarien für die Prüfung chemischer Wirkstoffe zur Verfügung zu haben. Insgesamt wurden 28 Enten und 1140 *Lymnaea stagnalis* aus einer Labor-Nachzucht mit *T. ocellata* infiziert; der Infektionserfolg lag bei 6%. Auch der Entwicklungszyklus von *T. franki* konnte mit 4 Enten und 220 *Radix auricularia* etabliert werden. Für die Analysen wurden 19 Creme-Formulierungen mit bereits für medizinische Zwecke zugelassenen Wirkstoffen hergestellt und auf ihre Wirksamkeit gegen Zerkarienbefall (*T. ocellata*) untersucht. Die Creme-Formulierungen wurden auf die Unterarme freiwilliger Probanden aufgetragen und einem Wasserfestigkeits-Test der U.S. Food and Drug Administration (2004) unterzogen (20 min in bewegtem Wasser, dann 20 min außerhalb des Wassers, danach wiederum 20 min in bewegtem Wasser). Anschließend wurden je 20 Zerkarien für 30 min aufgetragen. Als Kontrollen dienten die Trägerformulierungen ohne Wirkstoffe und unbehandelte Haut. Die Anzahl penetrierter Zerkarien wurde durch Zählen der entstandenen Papeln bestimmt.

ERGEBNISSE

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 in Konstanz um 2,2 bis 6,8° C über den langjährigen, entsprechenden Monatsmitteln. Auch die Niederschläge dieser Monate betrug nur 54 bis 81% des langjährigen Durchschnitts (DEUTSCHER WETTERDIENST 2003). Dies führte 2003 zu einem extremen Niedrigwasserstand des Bodensees. Das Jahr 2004 war hingegen ein eher normales Jahr, dennoch schwankten die Tagespegelwerte meist zwischen dem Mittelwasser und dem 10-jährigen Niedrigwasser.

Anfang August 2003 lag die maximale Oberflächentemperatur des Wassers bei 27,1° C und damit um etwa 5° C höher als in Normaljahren. 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.

BADEDERMATITIS IN DER BADESAISON 2003 UND 2004

Die Badesaison während des Jahrhundertssommers 2003 (DEUTSCHER WETTERDIENST 2003) begann außergewöhnlich früh. Bereits mit der ersten Hitzewelle Mitte Juni bis Mitte Juli kam es zu massiven Badedermatitisbefallsmeldungen vor allem im Gnadenseebereich. Nach diesen 4 Wochen flaute die Zerkarienbelastung aber schnell ab. Eine zweite Befallswelle im August und September, wie sie in den Vorjahren beobachtet wurde, blieb aus. Die niedrigen Prävalenzen Mitte August 2003 bestätigten dies, da von 5 631 *R. auricularia* nur ein sehr geringer Anteil mit *T. franki* befallen war (0,07%).

Während der Badesaison 2004 wurden die meisten Badedermatitisfälle in der Zeit vom 23. Juli bis zum 24. August und somit etwa 6 Wochen später als 2003 gemeldet. In den Strandbädern traten »vereinzelt« bis »gehäuft« Fälle auf, wobei letzteres erst ab Anfang August festgestellt wurde. Dies stimmte mit Tagesmittelwerten der Lufttemperatur überein, die nur zwischen dem 16. Juli und dem 12. August über 20 °C lagen (DEUTSCHER WETTERDIENST 2004). Betroffen waren in dieser Saison folgende Bereiche des Sees:

- Überlinger See mit Konstanzer Trichter (4 Strandbäder)
- Zeller See (2 Strandbäder)
- Insel Reichenau (1 Strandbad und nicht offizielle Badeplätze)
- ferner: Gnadensee (1 Strandbad)

TIEFENVERTEILUNG POTENZIELLER WIRTSSCHNECKEN

a) *Radix auricularia*

Zu Beginn der Untersuchungen im Juni 2004 waren die Tiefenstufen bis 1 m Wassertiefe nahezu schneckenfrei (Abb. 1). Durchschnittlich wurden zwischen Spülsaum und 1 m Tiefe weniger als 3 Ind. pro Stunde Sammelzeit gefunden. Bei den Tauchkampagnen im Juni konnten in 2 m Tiefe durchschnittlich $25 \pm 24,5$ Ind./h gefunden werden. Erst in den beiden Tiefen 4 und 8 m konnten zahlreiche Schnecken gesammelt werden, wobei sich die meisten Individuen in 8 m Tiefe aufhielten ($192,5 \pm 56,5$ Ind./h).

Im Laufe des Sommers verlagerte sich der Schwerpunkt des Schneckenvorkommens in den Bereich um 1 bis 2 m Tiefe (Abb. 1). Das obere Sublitoral wurde allmählich von Schnecken aus den tieferen Bereichen des Sees besiedelt, wobei auch Jungtiere verstärkt in Erscheinung traten.

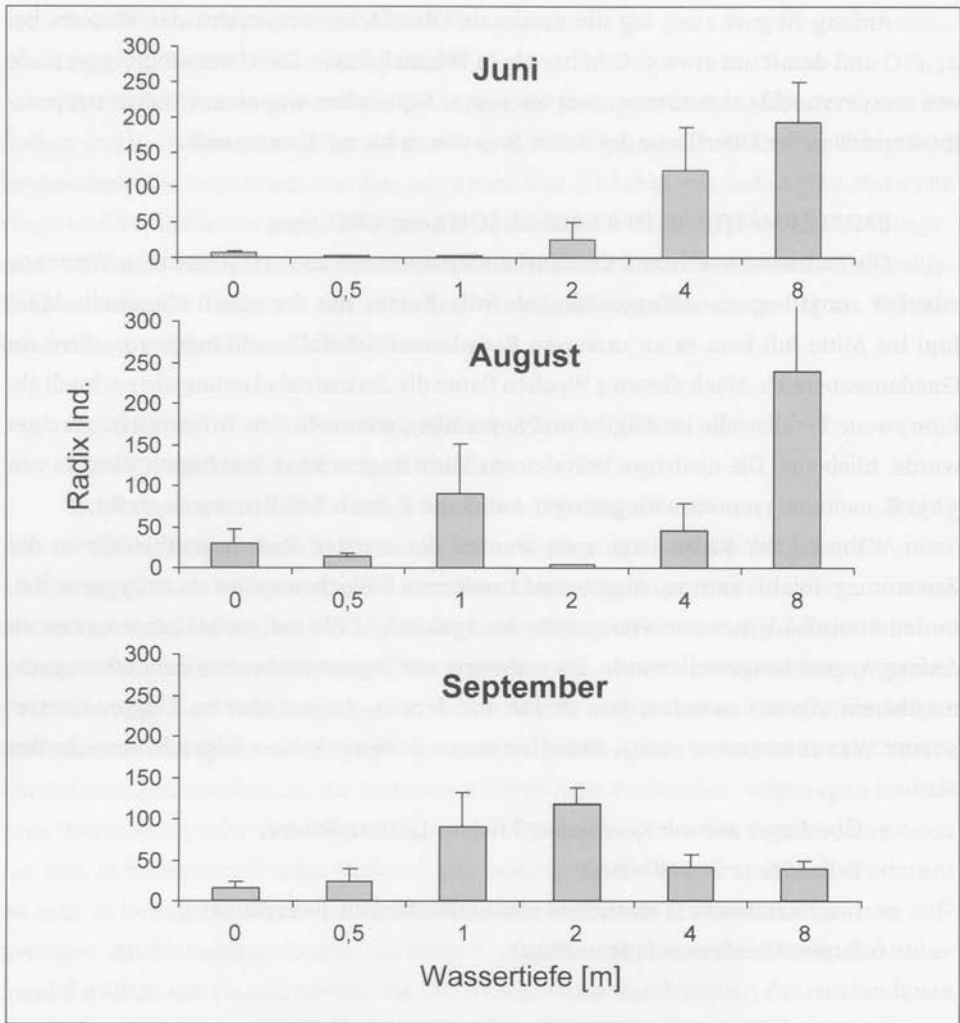


Abb. 1 Tiefenverteilung von *Radix auricularia* [Ind. \pm SE] im Laufe des Sommers 2004 nach Wassertiefen getrennt; alle Untersuchungsstellen zusammengefasst. Die Schnecken wurden bei vergleichbarem Suchaufwand (ca. 60 min) gesammelt. Es gilt zu beachten, dass aufgrund der Beprobung nach Befallsmeldungen nicht immer die selben Probenahmestellen aufgesucht wurden.

b) weitere Lymnaeiden

Stagnicola spp. fehlte unterhalb der 1 m Tiefenstufe völlig. Die Schnecken kamen fast ausschließlich in der wind- und wellenexponierten Zone des Sees auf steinigem Substraten bis 0,5 m Wassertiefe vor ($n = 247$). Auf Feinsubstraten und im Wasserpflanzengürtel fehlte *Stagnicola*. *L. stagnalis* ($n = 100$) wurde fast ausschließlich in 8 m Wassertiefe unterhalb des Armeleuchteralgen-Gürtels vor dem Strandbad Reichenau Sandseele gefunden.

Somit haben alle potenziellen Wirtsschnecken (Lymnaeidae) von *Trichobilharzia* am Bodensee keine oder nur eine sehr geringe Affinität zu Wasserpflanzen. Die größten

Schneckenbestände existieren ober- und unterhalb der Zone mit geschlossenen Armleuchteralgenbeständen. Schneckenfunde in dieser Zone gelangen durchwegs in Vegetationslücken und in Randbereichen der Wasserpflanzenbestände.

PRÄVALENZEN DER WIRTSSCHNECKEN

Während der Saison 2004 wurden 100 *L. stagnalis*, 247 *Stagnicola* spp. und 5955 *R. auricularia* untersucht. *R. auricularia* war mit allen sechs Zerkariertypen befallen, während *Stagnicola* am Bodensee nur Befall mit echinostomen Zerkarien und *Diplostomum* spp. aufwies; *Lymnaea* war lediglich einmal Zwischenwirt von *Diplostomum* spp. (Tab. 1).

Somit kamen Xiphidiozerkarien und beide Typen nicht-ocellater Furkozerkarien ausschließlich bei *R. auricularia* vor. Auch der Auslöser der Badedermatitis im Bodensee – *T. franki* – konnte nur in *R. auricularia* nachgewiesen werden. Doppelbefall mit verschiedenen Zerkarien konnte in 9 Fällen und ausschließlich bei *Radix* beobachtet werden. Es kamen insgesamt 6 verschiedene Zerkarien-Kombinationen vor; *T. franki* teilte sich seine Wirtsschnecke in einem Fall zusammen mit Xiphidiozerkarien, ansonsten waren sämtliche Kombinationen ohne Beteiligung des Badedermatitisauslösers.

Die nur sehr lokal verbreitete Posthornschncke *Planorbis cornutus* (LINNAEUS 1758) war 2003 zu 3 % mit Xiphidiozerkarien und mit echinostomen Zerkarien befallen. Die übrigen überprüften Schneckenarten *Bithynia tentaculata* (LINNAEUS 1758), *Potamopyrgus antipodarum* (GRAY 1843), *Physella acuta* (DRAPARNAUD 1805), *Physa fontinalis* (LINNAEUS 1758), *Planorbis carinatus* O.F. MÜLLER 1774, *Gyraulus albus* (O.F. MÜLLER 1774), *Gyraulus acronicus* (FÉRUSAC 1807), *Valvata piscinalis* (O.F. MÜLLER 1774) und *Viviparus ater* (CHRISTOFORI & JAN 1832) waren ebenso wenig mit Zerkarien infiziert, wie die im Bodensee sehr häufige Dreikantmuschel *Dreissena polymorpha* (PALLAS 1771).

Art	Echino		Xiphidio		Diplo		Furko Typ I		Furko Typ II		Tricho		Zerkazien gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<i>Lymnaea stagnalis</i>	0	0,00	0	0,00	1	1,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	1,00
<i>Radix auricularia</i>	465	7,81	230	3,86	261	4,38	144	2,41	13	0,22	12	0,20	1125	18,89
<i>Stagnicola</i> spp.	1	0,40	0	0,00	5	2,02	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	2,43

Tab. 1: Absolute Individuenzahlen [n] und Prävalenzen (= Anteil befallener Schnecken an der Gesamtpopulation) [%] aller mit Zerkarien befallenen Schnecken aus dem Bodensee (inkl. Mehrfachbefall). Echino = Echinostome Zerkarien; Xiphidio = Xiphidiozerkarien; Diplo = *Diplostomum* spp., Furko = Furkozerkarien; Tricho = *Trichobilharzia*.

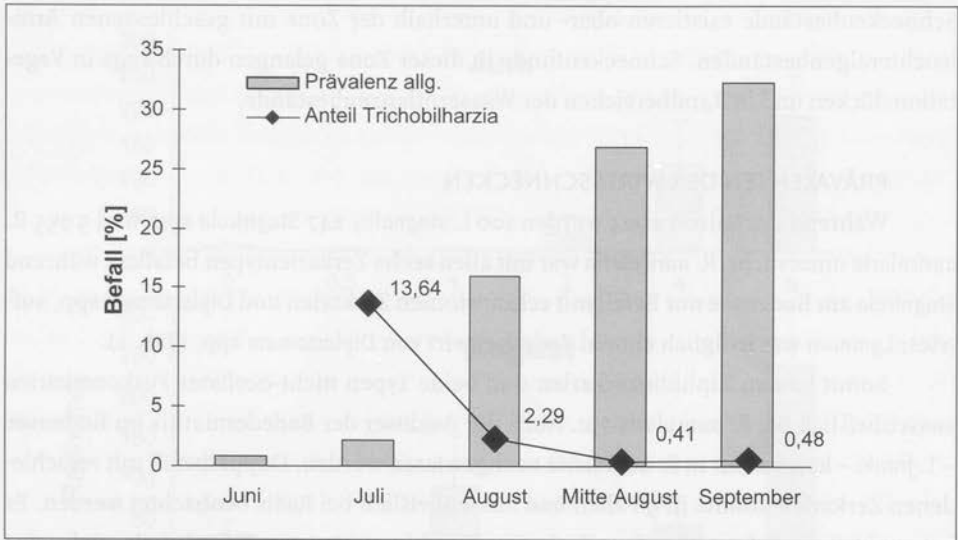


Abb. 2 Befallsraten [%] von *Radix auricularia* im Bodensee (gesamter Zerkarienbefall) und Anteil von *Trichobilharzia franki*-Befall (in % aller mit Zerkarien befallenen Tiere) im Laufe des Sommers 2004; alle Untersuchungsstellen zusammengefasst.



Abb. 3 Zerkarie von *Trichobilharzia franki*.
Foto: S. WERNER

DER BEFALL MIT TRICHOBIKHARZIA FRANKI

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

Im folgenden Abschnitt werden im Wesentlichen die Ergebnisse der Kampagne 2004 besprochen, da ein Vergleich mit den synchron erhobenen Badedermatitisfällen nur für dieses Jahr möglich ist.

Im Juni lagen noch keine Badedermatitis-Meldungen vor, was sich zu diesem Zeitpunkt mit ausbleibenden Funden 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. Der Anteil von *Trichobilharzia* an der Gesamtprävalenz der Zerkarien sank im Laufe des Jahres von 13,64% aller gefundenen Zerkarien im Juli auf unter 0,5% Mitte August und Anfang September (Abb. 2). Diese Reduktion ist auf den stark steigenden Anteil der übrigen Zerkarienformen zurückzuführen.

Die Tiefenverteilung von *R. auricularia*, die mit *T. franki* befallen waren, schien im Sommerhalbjahr 2004 recht gleichmäßig zu sein (Abb. 4). 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. 2). Die Fundlücken in 1 und 4 m Wassertiefe sind vermutlich auf die allgemein geringen Prävalenzen (unter 0,4%) und somit geringe Fundwahrscheinlichkeiten zurückzuführen.

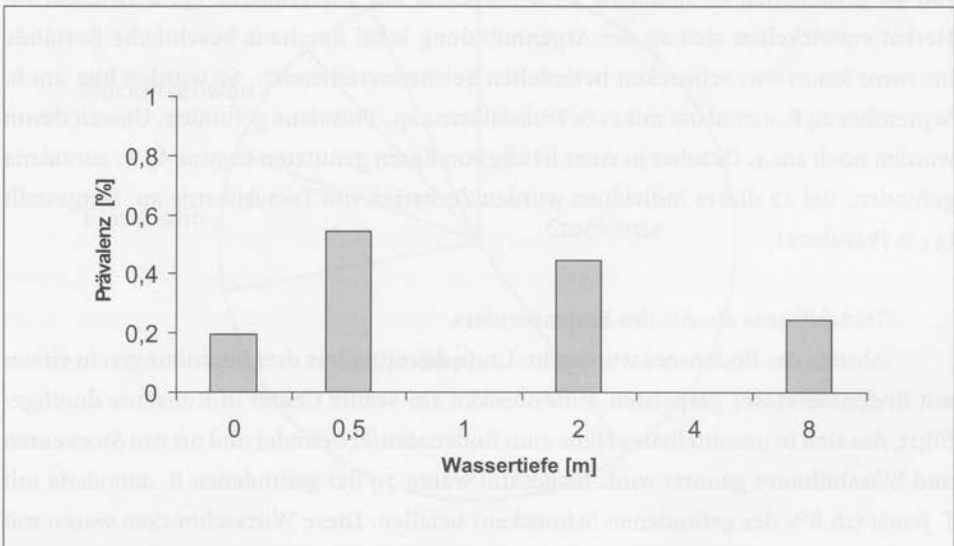


Abb. 4 Tiefenverteilung des *Trichobilharzia*-Befalls [%] bei *Radix auricularia* im Bodensee (alle Probenahmestellen und Probenahmetermine gepoolt).

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

Tab. 2: Nach Zeit, Probenahmestelle und Wassertiefe getrennte Darstellung des *Trichobilharzia*-Befalls bei *Radix auricularia*.

Die noch weiter differenzierte Betrachtung getrennt nach Probenahmestellen, Zeit und Wassertiefe ergab zum Teil deutlich höhere Befallsraten: Prävalenzen über 1% wurden nur im Spülsaum und in 0,5 m Wassertiefe ermittelt. An Badestellen, an denen Badermatitis gemeldet wurde, konnte im August lokal 10 bis 25% Prävalenz mit *T. franki* festgestellt werden (Tab. 2); allerdings war die absolute Zahl der befallenen Schnecken gering.

Die Gehäusegröße der mit *T. franki* befallenen Wirtsschnecken ($n = 12$) variierte von 11 bis 22,5 mm Länge (25%-Quartil: 12,5 mm; Median: 14 mm; 75%-Quartil: 17,75 mm).

Tauchgänge in Kressbronn am Bodensee Nordufer (August 2004) ergaben, dass von 30 gefundenen *R. auricularia* 23% Prävalenz mit *Trichobilharzia* sp. aufwiesen. Im Herbst entwickelten sich an der Argenmündung lokal durchaus beachtliche Bestände im zuvor kaum von Schnecken besiedelten Seichtwasserbereich. So wurden hier am 6. September 24 *R. auricularia* mit 21% *Trichobilharzia* sp.-Prävalenz gefunden. Unweit davon wurden noch am 4. Oktober in einer häufig von Enten genutzten Lagune 67 *R. auricularia* gefunden. Bei 22 dieser Individuen wurden Zerkarien von *Trichobilharzia* sp. festgestellt (33% Prävalenz).

Trichobilharzia abseits des Bodenseeufer

Abseits des Bodensees wurden im Laufe des Sommers drei Beprobungen in einem mit Bodenseewasser gespeisten Außenbecken am Sealife Center in Konstanz durchgeführt, das sich in unmittelbarer Nähe zum Bodenseeufer befindet und oft von Stockenten und Blässhühnern genutzt wird. Insgesamt waren 79 der gefundenen *R. auricularia* mit *T. franki* (16,8% der gefundenen Schnecken) befallen. Diese Wirtsschnecken waren mit Schalenlängen ($n = 78$ Messungen) zwischen 15,5 mm und 27 mm durchwegs sehr groß.

Im Singerberger Weiher in Amtzell bei Wangen im Allgäu wurden bei *Radix* sp. ($n = 16$) *Trichobilharzia* sp.-Prävalenzen von 31% ermittelt. Bei einer Beprobung dieses im Herbst abgelassenen Weihers wurden 460 *Radix* gefunden, die zu 9% mit Zerkarien befallen waren und eine *Trichobilharzia*-Prävalenz von 3,7% aufwiesen.

Am Bachtelweiher bei Kempten wurde sowohl *Radix* sp. ($n = 24$) als auch *Lymnaea stagnalis* ($n = 13$) gesammelt. *L. stagnalis* waren in 6 Fällen mit Zerkarien befallen (Prävalenz 45%), jedoch keine davon mit *Trichobilharzia*. 14 *Radix*-Schnecken wiesen Zerkarienbefall auf (58%), von denen 5 Individuen Wirt von *Trichobilharzia* waren (Prävalenz 21%).

b) *Trichobilharzia* in weiteren Schneckenarten

Im Juli konnten im Außenbecken des Sealife Centers zwei *Stagnicola* spp. gefunden werden, die mit *Trichobilharzia* sp. befallen waren. Im See selbst war dagegen keines der 247 Ind. mit diesem Trematoden infiziert. Da *Trichobilharzia* als zwischenwirtsspezifisch gilt, handelt es sich hierbei möglicherweise nicht um *T. franki*.

UNTERSUCHUNGEN ZUM ENDWIRTSPEKTRUM VON TRICHOBIKHARZIA

Bei den im Bereich der untersuchten Strandbäder häufig auftretenden Wasservögeln (Abb. 5) handelte es sich durchwegs um weitverbreitete und häufige Arten, die wesentlich durch die Nähe zum Menschen – beispielsweise durch Fütterung – Vorteile

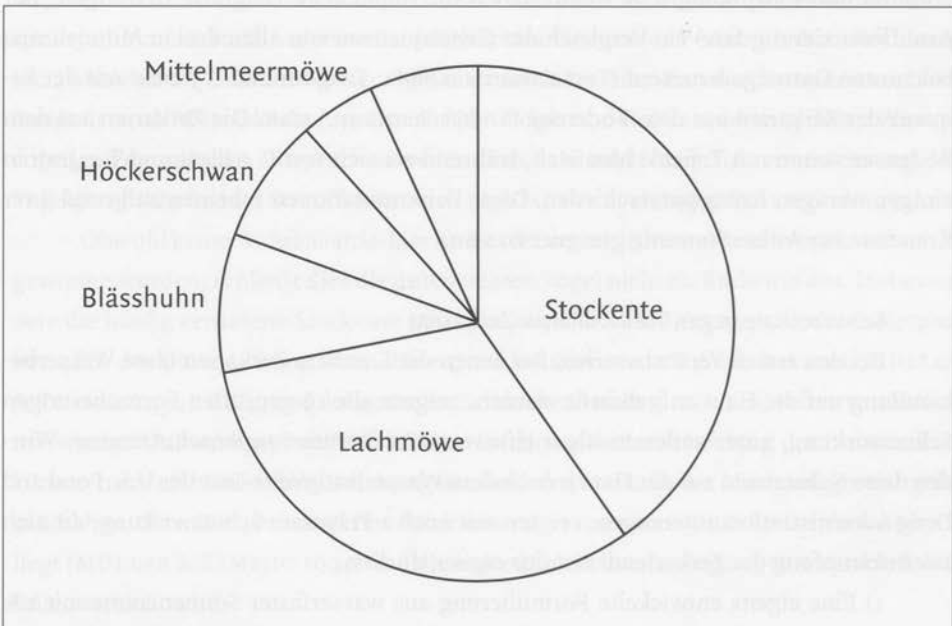


Abb. 5 Verteilung der an den Probestellen anwesenden Wasservogelarten nach relativen Häufigkeiten (mittlere Anzahl Individuen an 13 beobachteten Probestellen)

genießen. Stockenten, Lachmöwen und Blässhühner machten etwa 80% der Wasservogel im Bereich der Badestellen aus. Vier Arten (Grau-, Kanada- und Rostgans sowie Hausenten-Hybriden) sind sogar Gefangenschaftsflüchtlinge beziehungsweise deren Nachkommen.

Mit keiner der beiden Methoden zur Untersuchung der Kotproben (Tab. 3) konnte *Trichobilharzia* nachgewiesen werden. Dagegen konnten diverse Parasiten wie Kokzidien, Hakenwurmeier und Nematodenlarven mikroskopisch nachgewiesen werden.

Molekulargenetische Analyse der *Trichobilharzia*-Zerkarien

Bei allen ocellaten Furkozerkarien, die aus 10 verschiedenen *R. auricularia* stammten, wurde ein Produkt von 200 Basenpaaren detektiert. Sämtliche Zerkarien sind der Gattung *Trichobilharzia* zugehörig, da mit dieser Methode bisher keine weiteren Schistosomengattungen detektiert werden konnten und morphologische Kennzeichen die molekulare Diagnose bestätigen. Zur Art differenzierung fand ein Vergleich der Gensequenzen von allen drei in Mitteleuropa bekannten Gattungsvertretern (*Trichobilharzia ocellata*, *T. regenti* und *T. franki*) mit der Sequenz der Zerkarien aus dem Bodensee (*Trichobilharzia* sp.) statt. Die Zerkarien aus dem Bodensee waren mit *T. franki* identisch, während sie sich von *T. ocellata* und *T. regenti* in einigen wenigen Basen unterschieden. Diese Punktmutationen scheinen aufgrund ihrer Konstanz zur Artbestimmung geeignet zu sein.

Schutzcreme gegen *Trichobilharzia*-Zerkarien

Bei den ersten Versuchsserien, bei denen die *T. ocellata*-Zerkarien ohne Wasserbehandlung auf die Haut aufgebracht wurden, zeigten alle 19 geprüften Formulierungen Schutzwirkung, unter anderem sogar eine wasserresistente Sonnenschutzcreme. Wurden diese Substanzen auf der Haut jedoch dem Wasserfestigkeits-Test der U.S. Food and Drug Administration unterzogen, zeigten nur noch 2 Präparate Schutzwirkung, die sich zur Bekämpfung der Zerkariendermatitis eignen dürften:

- 1) Eine eigens entwickelte Formulierung aus wasserfester Sonnencreme mit 1% Niclosamid.
- 2) Quallen + Sonnenschutz für Kinder LSF 30 von Canea Pharma GmbH. Dieses Präparat ist gegenwärtig der einzig erhältliche, zuverlässige Schutz gegen Zerkarien.

Vogelart	Anzahl Proben
Stockente	87
Höckerschwan	29
Blässhuhn	15
Mittelmeermöwe	14
Lachmöwe	13
Flussseeschwalbe	7
Kormoran	4
Rostgans	4
Kanadagans	3
Kolbenente	2
Graugans	1
Schnatterente	1
»Hybrid Stock-/Hausente«	1
unbekannte Art	1
Summe	182

Tab. 3 Übersicht der untersuchten Vogelkotproben, geordnet nach Vogelarten.

DISKUSSION

Am Bodensee wurde von den drei in Mitteleuropa bekannten Arten bislang nur *T. franki* nachgewiesen. Nach aktuellem Kenntnisstand ist jede *Trichobilharzia*-Art zwi-schenwirtsspezifisch (KOCK 2001). Folglich kann von der Wirtsschneckenart auf die Artzugehörigkeit des Parasiten geschlossen werden. Da *Trichobilharzia* im Bodensee ausschließlich in *R. auricularia* gefunden wurde, ist davon auszugehen, dass auch die bis-her molekularbiologisch nicht identifizierten *Trichobilharzia*-Zerkarien zu *T. franki* gehö-ren.

Da auch *Stagnicola* spp. mit ocellaten Furkozerkarien infiziert war, liegen erste Hin-weise auf eine weitere *Trichobilharzia*-Art im näheren Umfeld des Bodensees vor. Ob sich der möglicherweise humanpathogene *T. regenti* ebenfalls am Bodensee vermehrt, bedarf der weiteren Beobachtung.

ENDWIRT

Das Artenspektrum der Wasservögel in den Badebereichen ist durch die räumliche Nähe zu den badenden Menschen geprägt. Daher sind die effektivsten Wirte und da-mit letztlich die Quellen von *Trichobilharzia* auch hier zu erwarten. Da die Distanzen, die freigewordene Zerkarien vom Zwischenwirt zum Endwirt im Wasserkörper zurücklegen können, nach wie vor spekulativ sind, ist ein Zusammenhang zwischen Badedermatitis-fällen und Infektionen der abseits der Badestellen am Untersee auftretenden, größeren Wasservogelmengen weiter unbekannt. Große Wasservogelansammlungen (z. B. Mau-sergesellschaften von Haubentauchern und verschiedenen Entenarten) bestehen insbe-sondere im meist stark badedermatitisbelasteten Gnadensee bereits ab dem Hochsom-mer, während die Zahl der Wasservögel in anderen Seeteilen fast durchweg erst nach der Badesaison ab Mitte Oktober zunimmt. Phänologie und Größenordnung dieser Wasser-vogelkonzentrationen entsprechen weder nach Zahl noch Artenzusammensetzung den Vogelgesellschaften im Strandbadbereich (vgl. HEINE et al. 1999, STARK et al. 1999).

Obwohl keine *Trichobilharzia*-Eier im Kot der verschiedenen Wasservogelarten nach-gewiesen wurden, schließt dies die untersuchten Vögel nicht als Endwirte aus. Insbeson-dere die häufig vertretene Stockente (*Anas platyrhynchos* LINNAEUS 1758), deren Kotpro-ben 48% der Untersuchung ausmachten, ist als Endwirt von *T. franki* bekannt (MÜLLER & KIMMIG 1994). Aufgrund der geringen Schneckenbefallsrate (0,2%) waren vermutlich nur wenige Wasservögel mit *Trichobilharzia* infiziert. Die Ausscheidung der Parasiteneier könnte trotz etablierter Untersuchungsmethoden unterhalb der Nachweisgrenze ge-legen haben, die mit experimentellen Infektionsraten von 1 000–5 000 Zerkarien sehr hoch liegt (MÜLLER & KIMMIG 1994) und die unter natürlichen Bedingungen wahrscheinlich selten erreicht wird.

Neben der mutmaßlich geringen Eizahl ist die Ursache für den fehlenden Nachweis in der Lagerung der Kotproben zu suchen. Es ist nicht bekannt, ob *Trichobilharzia* eine längere Lagerung in Wasservogelkot überlebt, der nicht in Wasser gelöst wird.

ZWISCHENWIRT

In beiden Untersuchungsjahren war der Befall mit *T. franki* ausschließlich auf die Schlamm Schnecke *R. auricularia* beschränkt, die am Ober- und Untersee auf dem Sediment und auf Steinen abseits der Wasserpflanzenvegetation lebt. In den beiden Untersuchungsjahren 2003 und 2004 waren Schneckenabundanz und -verteilung sehr verschieden. Während im Spätsommer 2003 während des Rekord-Niedrigwassers bis über 500 Radix pro Stunde Sammelaufwand im Spülsaum des Bodensees gefunden wurden, war bis Ende Juli 2004 das Litoral bis 1 m Tiefe nahezu schneckenfrei, was zum einen vermutlich auf Abwanderung der Schnecken-Populationen aus den trockenfallenden Sublitoralflächen zurückzuführen ist. Zum anderen starb ein Großteil dieser Population allerdings ab. Die warmen Temperaturen 2003 begünstigten zudem ungewöhnlich hohe Karpfenbestände in den Flachwasserbereichen (Fischereiforschungsstelle Langenargen, pers. Mitteilung), deren Fraßdruck möglicherweise zur Dezimierung der Schneckenpopulation beigetragen hat. Das Massensterben der Schnecken im Herbst 2003 hatte auch noch Auswirkungen auf das Jahr 2004, da sich insbesondere im Juni und Juli in den geringen Wassertiefen kaum Schnecken aufhielten. Erst ab etwa 4 m Tiefe schienen sich Populationen gehalten zu haben, die im Laufe des Sommers allmählich in die flacheren Uferbereiche vordrangen, die im Sommer 2003 trockengefallen waren. 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. Insgesamt scheinen die Schneckenpopulationen am Bodensee erheblich von den äußeren Bedingungen abhängig zu sein, was sich in lokalen und interannuellen Schwankungen der Bestände äußert.

In beiden Untersuchungsjahren wurden im Vergleich zu Baggerseen im Raum Freiburg, bei denen Prävalenzen über 20% festgestellt wurden (ALLGÖWER 1990a und b; MÜLLER & KIMMIG 1994), nur sehr geringe *T. franki*-Befallsraten (0,2%) festgestellt, wenngleich lokal auch am Bodensee Prävalenzen über 20% auftraten. Entsprechende Untersuchungen an bayerischen Fischteichen (LOY & HAAS, 2001) ergaben aber, dass *T. ocellata* ebenfalls nur 0,2% seiner Wirtschnecken (*L. stagnalis*) befällt und diese ganzjährig eine konstant niedere Prävalenz aufweisen. Diese reicht hier aufgrund der täglich aus den Wirtschnecken austretenden Mengen von mehreren Tausend Zerkarien aber aus, um Teichwirte massiv zu befallen.

BEWERTUNG DES BEFALLSRISIKOS

Auftreten und Intensität der Badedermatitis sind offensichtlich vom Witterungsverlauf abhängig. Während des Jahrhundertsommers 2003 (MÜLLER-WESTERMEIER & RIECKE 2003) kam es bereits mit der ersten Hitzewelle im Juni zu massenhaftem Auftreten der Badedermatitis, allerdings sank die Zerkarienbelastung nach Mitte Juli schnell. Eine zweite Befallswelle, die in den Vorjahren beobachtet wurde, blieb aus. Im Sommer 2004 traten Tagesmittelwerte der Lufttemperatur von über 20° C ab dem 16. Juli auf; Badedermatitisfälle häuften sich mit einer zeitlichen Verzögerung von etwa einer Woche. Nach dem späten Auftreten 2004 blieb eine zweite Badedermatitiswelle im Spätsommer wie schon 2003 aus.

Anders als in den vorausgegangenen Jahren blieben in der Saison 2004 an einigen Badestellen, z. B. am Campingplatz Hegne die Badedermatitis-Meldungen aus. Hier fehlten allerdings auch *R. auricularia*-Wirtsschnecken fast völlig. Vom Überlinger See (Freibad KN-Horn und Campingplatz Litzelstetten) gingen dagegen im Jahr 2004 zahlreiche Dermatitismeldungen ein, die sich mit recht hohen Schneckendichten und *T. franki*-Prävalenzen (bis zu 25 %) deckten. Das Risiko eines Badedermatitisbefalls ist daher auch von der Dichte der Zwischenwirtsschnecken und deren Befallsrate abhängig. Trotz der langen Überlebensdauer von *T. franki* im Wasser (bis zu 72 h) und der damit möglichen weiträumigen horizontalen Verfrachtung mit Seeströmungen, muss erhöhtes Risiko für Intensivbefall, der aus touristischen Aspekten von Belang ist, nur in der Nähe befallener Schnecken angenommen werden.

Ein zukünftiges Badedermatitis-Monitoring sollte vorrangig auf dem offensichtlich hochempfindlichen »Biosensor« Mensch beruhen, da die Effizienz eines Schneckenmonitorings zu gering erscheint. Ein begleitendes Schneckenmonitoring wäre in Fällen besonders hoher Befallsmeldungen dennoch empfehlenswert.

ZERKARIENSCHUTZMITTEL

Im Rahmen des Projektes wurde eine auf dem Markt erhältliche Sonnenschutzcreme entdeckt, die eine starke Schutzwirkung vor einem Dermatitisbefall besitzt. Zusätzlich wurde eine Mixtur aus einer wasserfesten Sonnencreme und 1% Niclosamid entwickelt und getestet, die einen Befall mit Badedermatitiserregern ebenfalls verhindert (WULFF & HAAS, in Vorbereitung).

Die Wirksamkeit der beiden entdeckten Formulierungen wurde bislang nur an *T. ocellata* nachgewiesen, dessen Vorkommen am Bodensee bislang nicht belegt ist. Eine Wirksamkeit dieser Schutzmittel auch gegen Zerkarien der am Bodensee Badedermatitis verursachenden Art *T. franki* ist jedoch aufgrund der engen Verwandtschaft sehr wahrscheinlich. Da der Infektionszyklus dieser Art inzwischen auch etabliert ist, soll der Beweis demnächst erbracht werden.

EMPFEHLUNGEN

Bei bekannt gewordenem Auftreten von Badedermatitis sollten die Badegäste entsprechend rechtzeitig informiert und vorgewarnt werden, damit die Schutzcreme-Formulierungen vorbeugend verwendet werden können, da deren Anwendung bei einer bereits eingetretenen Infektion unwirksam ist.

Oft vorgeschlagene Maßnahmen wie Wasserpflanzenmahd, Schwimmen in tiefem Wasser und Bau von Badestegen sind zur Reduktion des Badedermatitisrisikos wirkungslos. Wasserschnecken kommen vornehmlich außerhalb der Wasserpflanzenbestände 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 *T. franki*-infizierte Schnecken in Wassertiefen bis fast 10 m Wassertiefe gefunden wurden. Diese Tiefen liegen gerade im oft stark betroffenen Gnadensee mehrere hundert Meter vom Ufer entfernt und können daher nicht mit Stegen überbrückt werden. Das Schwimmen in tiefem Wasser ist als Maßnahme gegen Dermatitisfall somit ebenfalls ungeeignet.

Obschon die Infektionsrate der Wasservögel nicht abschließend geklärt werden konnte, empfehlen wir zur Fernhaltung der Wasservögel vom Badebereich ein generelles Fütterungsverbot.

DANK

Wir bedanken uns bei dem Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg und den Gemeinden am westlichen Bodensee für die Finanzierung der Untersuchung. Dank gebührt den Forschungstauchern des Limnologischen Instituts sowie den Mitarbeitern C. Baderschneider, A. Christiansen, S. Eschenbächer und D. Gustav. Wir möchten uns auch bei V. Albrecht, J. Farkas, T. Massie, M. Möst, J. Peter, M. Scheuerle und dem Tauchsportverein Kressbronn bedanken, die dem Institut für Seenforschung bei den extensiven Probenahmen geholfen haben, sowie bei T. Bessier, die bei der Erhebung der Badedermatitis-Befallsmeldungen mitarbeitete. Nicht zuletzt danken wir auch Herrn MdL A. Hoffmann für die Initiative zu dieser Untersuchung und seine Bemühungen um finanzielle Unterstützung.

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-Schlüpfest 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.
- 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: III–III3.
- 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., B. HABERL, M. KALBE & 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., H. JACOBY, H. LEUZINGER & H. STARK (1999): Die Vögel des Bodenseegebietes. Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg, 14/15: 847 S.
- HERTEL, J., J. HAMBURGER, B. HABERL & W. HAAS (2002): Detection of bird schistosomes in lakes by PCR and filter-hybridization. – Exp. Parasitol. 101, 57–63.
- HORÁK, P. & L. KOLÁROVÁ (2000): Survival of bird schistosomes in mammalian lungs. – Int. J. Parasitol. 36: 65–68.
- HORÁK, P., L. KOLÁROVÁ & C. ADEMA (2002): Biology of the schistosome genus *Trichobilharzia*. – Advances in Parasitology 52: 155–233.
- JANITSCHKE, K., P. KIMMIG, H.M. SEITZ, M. FROSCHE, U. GROSS, H. HLOBIL & I. REITER-OWANA (1998): Parasitosen. – In: MAUCH, H., R. LÜTTICHEN & S. GATERMANN (Hrsg): MiQ: Qualitätsstandards in der mikrobiologisch-infektiologischen Diagnostik. Loseblattausgabe, Heft 1–4. Stuttgart: Gustav Fischer.
- KALBE, M., B. HABERL & 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., B. HABERL & 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* (Digena: Schistosomatidae). – Parasitol. 123: 67–70.
- LOY, C. & W. HAAS (2001): Prevalence of cercariae from *Lymnaea 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 Badermatitiden 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., H.-G. BAUER, W. SUTER & 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., H. JACOBY, H. LEUZINGER & H. STARK: Die Vögel des Bodenseegebietes. Ornithologische Jahreshefte für Baden-Württemberg, 14/15: 64–122.
- U.S. Food and Drug Administration (2004): Federal Register 21CFR352.76. – http://a257.g.akamaitech.net/7/257/2422/04nov20031500/edocket.access.gpo.gov/cfr_2003/apr/qtr/pdf/21cfr352.76.pdf

WERNER, S., W. OSTENDORP, H. GÜDE & K.-O. ROTHHAUPT (2003): Entwicklungen von Maßnahmen zur Verminderung der Bader dermatitis-Belastung am Beispiel des Bodensees. – Bericht für das Sozialministerium Baden-Württemberg, Stuttgart: 24 S.

ANMERKUNGEN

¹ Dipl. Biol. Stefan Werner, PD Dr. Wolfgang Ostendorf und Prof. Dr. Karl-Otto Rothhaupt sind Mitarbeiter des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz. Herr Prof. Rothhaupt ist der Institutsleiter, während Herr Werner dort als Wissenschaftlicher Angestellter arbeitet. Herr Ostendorf ist Privatdozent für das Limnologische Institut. Dipl.-Ing. (FH) Alexandra Sproll und Dr. Wolfgang Fiedler arbeiten an der Vogelwarte Radolfzell am Max-Planck-Institut für Ornithologie: Herr Fiedler ist als Wissenschaftler tätig und Frau Sproll als freie Mitarbeiterin. Dr. Hans Güde ist Leiter des Sachgebiets Hydrobiologie am Institut für Seenforschung der Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg in Langenargen.

Prof. Dr. Wilfried Haas leitet die Abteilung Parasitologie im Institut für Zoologie der Universität Erlangen-Nürnberg, an dem die beiden Dipl. Biol. Cynthia Wulff und Jan Hertel als Wissenschaftliche Mitarbeiter angestellt sind.

Herr Dr. Hannes Winterer ist Mitarbeiter des Gesundheitsamtes Konstanz.

Herr Prof. Dr. Dr. Peter Kimmig ist Referatsleiter der Abteilung Parasitologie am Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg in Stuttgart. Frau Dr. Astrid Kirch ist angestellte Mitarbeiterin in dieser Abteilung.