

Die Bekämpfung des Kleinen Fuchsbandwurms

Ein Erfahrungsbericht

Control measures against the fox tapeworm – An experience report

Ernst Holzhofer¹, Christof Janko², Andreas König³

Schlüsselwörter: Kleiner Fuchsbandwurm (*Echinococcus multilocularis*), Füchse, Wildtiermanagement, Entwurmung, Fraßköder, Praziquantel, Köderdichte, Auslagezyklen, Köderausrage durch Flugzeuge

Zusammenfassung: Nach der erfolgreichen Tilgung der Tollwut in Mitteleuropa hat die Populationsdichte der Rotfüchse erheblich zugenommen. Gleichzeitig konnte eine Zunahme der Prävalenz des Kleinen Fuchsbandwurms (*Echinococcus multilocularis*) beobachtet werden. Dadurch werden mittlerweile mehr infektiöse Eier dieses Parasiten in die Umwelt abgegeben, die beim Menschen zu einer schwer zu therapierenden Infektion führen können. Das Infektionsrisiko für den Menschen ist dadurch mittlerweile um ein Vielfaches höher als noch vor einigen Jahrzehnten. Ziel der hier beschriebenen Feldversuche war die Senkung des Infektionsrisikos durch die Entwurmung der Füchse mit Hilfe von praziquantelhaltigen Fraßködern. Während die reine Auslage der Fraßköder mit Hilfe von Flugzeugen keine zufriedenstellenden Erfolge brachte, konnte beim letzten Feldversuch durch ein integriertes Auslagekonzept die Prävalenz des Kleinen Fuchsbandwurms unter die Nachweisgrenze gedrückt und somit das Infektionsrisiko für Menschen beseitigt werden.

Keywords: Fox tapeworm (*Echinococcus multilocularis*), red foxes, wildlife management, deworming, baits, Praziquantel, density of baits, distribution cycles, aerial distribution of baits

Summary: After the successful eradication of rabies in Central Europe, the population density of red foxes has increased considerably. At the same time, a strong increase of the prevalence of *Echinococcus multilocularis* has been observed. As a result, much more infectious eggs of this parasite are now released into the environment, which could lead to human infections. The risk of an infection for humans is meanwhile many times higher than a few decades ago. The aim of the field trials described here in this article was to reduce the risk of infection by deworming the red foxes with baits containing praziquantel. While the aerial distribution of these baits alone did not bring any satisfactory results, the prevalence of *Echinococcus multilocularis* could be pushed below the detection limit during the last field trial by an integrated distribution concept, thus eliminating the risk of infection for humans.

Einleitung

Der Kleine Fuchsbandwurm (*Echinococcus multilocularis*) ist eine von vier derzeit bekannten Arten der Gattung *Echinococcus*, die zur Familie der *Taeniidae* zählt. Alle vier *Echinococcus*-Arten können bei Menschen schwierig zu therapierende Erkrankungen verursachen, die unbehandelt in aller Regel tödlich verlaufen. Während die beiden Arten *Echinococcus oligarthra* und *Echinococcus vogeli* nur in den Tropen Südamerikas existieren und Menschen nur sehr selten parasitieren, kommen die beiden anderen Arten *Echinococcus granulosus* und *Echinococcus multilocularis* auch in Europa vor, wo sie gelegentlich Erkrankungen bei Menschen hervorrufen. Obwohl die Art *E. granulosus* weltweit vertreten ist, spielt sie als Zoonose bei Menschen in Mitteleuropa nur eine untergeordnete Rolle. Durch die Bindung seines Lebenszyklus an Haushun-



Foto: René Schleichardt

de als Endwirt und Huftiere als Zwischenwirt tritt er nur in Gebieten mit extensiver Weidewirtschaft und nachlässiger Hygiene auf. In Mitteleuropa stellt *E. granulosus* deshalb kein ernst zu nehmendes Problem dar. Der Kleine Fuchsbandwurm *Echinococcus multilocularis* verursacht hingegen in Mitteleuropa zunehmend Probleme. Er ist ursprünglich in kalten und gemäßigten Breiten der nördlichen Hemisphäre verbreitet und parasitiert in erster Linie Füchse, aber auch Hunde. Die zunehmende

Populationsdichte der Füchse nach der erfolgreichen Tilgung der Tollwut als auch die Einwanderung der Füchse in den menschlichen Siedlungsraum bringt den Kleinen Fuchsbandwurm zunehmend in die Nähe des Menschen. Mit der Zunahme der Fuchspopulation geht zugleich eine Zunahme der Prävalenz des Kleinen Fuchsbandwurms einher. Hieraus resultiert, dass das Infektionsrisiko für den Menschen in den betroffenen Gebieten um ein Vielfaches gestiegen ist. Dies betrifft den ländlichen

1) Flugservice, Boxberg

2) Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Arbeitsgruppe Wildtiere in der Agrarlandschaft

3) Leiter AG Wildbiologie und Wildtiermanagement, Technische Universität München

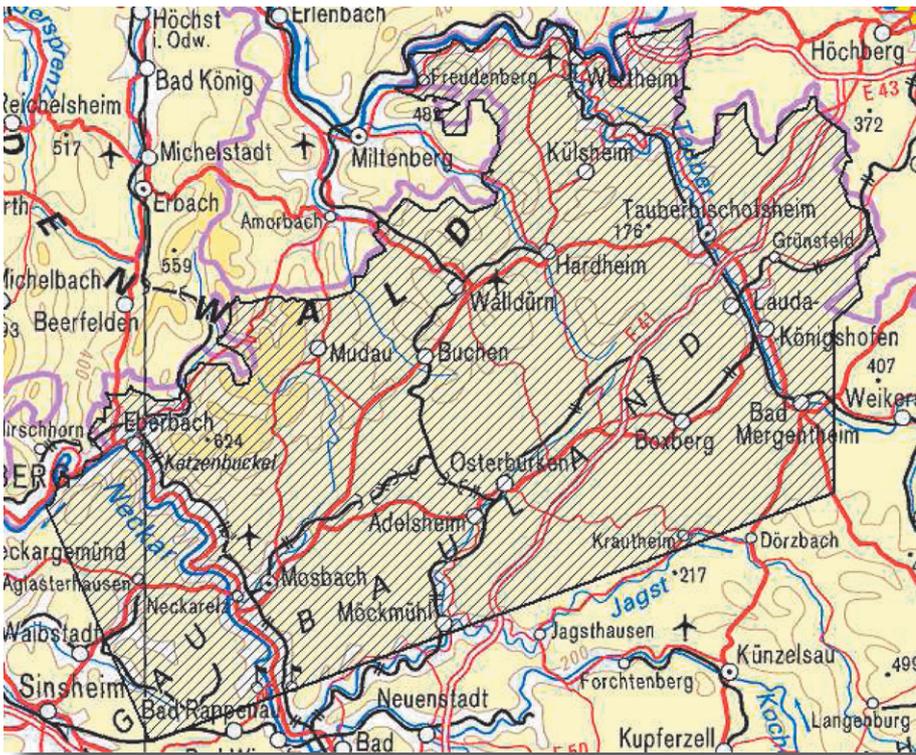


Abb. 3:
Das Behandlungsgebiet im südlichen Odenwald von Januar 2002 bis November 2004

licherweise ist die alveoläre Echinokokkose eine sehr seltene Krankheit, denn nicht jedes infektiöse Ei des Kleinen Fuchsbandwurms, das in den Verdauungstrakt des Menschen gelangt, führt zu einer Erkrankung.

Um das Gefährdungspotenzial besser zu verstehen, wurde Mitte der 90er Jahre das Europäische Echinokokkose-Register mit Fördermitteln der Europäischen Kommission an der Universität Ulm gegründet. Das Ziel war die Erfassung aller registrierten Echinokokkose-Fälle bei Menschen.

Im Jahr 1997 startete die Universität Hohenheim zusammen mit der Universität Ulm eine groß angelegte Untersuchung, bei der durch eine Reihenuntersuchung Rückschlüsse auf das Infektionsgeschehen und das Gefährdungspotenzial gezogen werden sollten. Hierzu wählte man eine Region aus, in der der Fuchsbandwurm sehr häufig vorkommt. Durch Untersuchungen zur Verbreitung von *E. multilocularis* hatte man bereits seit längerem festgestellt, dass er im Süden Deutschlands, der Schweiz und Ostfrankreich häufiger vorkommt, als in anderen Regionen Mitteleuropas. Ein Hochendemiegebiet, in dem über 70% der Füchse von *E. multilocularis* parasitiert werden, befindet sich auf der Schwäbischen Alb. Auf dem Gebiet der Gemeinde Römerstein, welche auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb liegt, wurden alle Erwachsenen und Jugendliche der knapp 4000 Einwohner aufgefordert, an einer Reihenuntersuchung teilzunehmen. Tatsächlich ließen sich 2562 Einwohner auf einen möglichen Befall untersuchen.

infiltrativ in das umgebende Lebergewebe ein. Die sog. alveoläre Echinokokkose macht sich erst nach 15 bis 20 Jahren bemerkbar. Bis klinische Symptome auftreten und die Erkrankung bemerkt wird, ist das infiltrative Wachstum in das umgebende Lebergewebe meist schon sehr weit fortgeschritten, was einen Behandlungserfolg erschwert. Da derzeit noch kein geeignetes Medikament verfügbar ist, mit dem dieses Larvengewebe abgetötet werden könnte, ohne dabei den betroffenen Menschen massiv zu schädigen, gleichzeitig aber die chirurgische Entfernung des betroffenen Lebergewebes problematisch ist, kann die Echinokokkose nur sehr schwierig therapiert werden.

Sollte die Erkrankung im Anfangsstadium entdeckt werden, in dem nur kleine Teile der Leber betroffen sind, bestehen mittlerweile gute Heilungschancen bei einer chirurgischen Entfernung des betroffenen Gewebes und einer anschließenden Chemotherapie. Meist wird die alveoläre Echinokokkose jedoch erst diagnostiziert, wenn erste Beschwerden auftreten und das Larvengewebe bereits weite Bereiche des Lebergewebes oder sogar benachbarter Organe infiltriert hat. In diesen Fällen versprechen chirurgische Eingriffe nur noch geringe oder keine Heilungschancen. Als letztes Mittel der Wahl steht eine Chemotherapie mit Benzimidazol-Präparaten zur

Verfügung. Der Einsatz dieser Mittel vermag jedoch nicht das Larvengewebe abzutöten, sondern lediglich das weitere Wachstum zu stoppen. Für die betroffenen Menschen bedeutet dies eine lebenslange Medikamentation und einen beschwerten Lebensweg.

Abgesehen von dem körperlichen und seelischen Leid der an der Echinokokkose erkrankten Menschen sind die finanziellen Verluste für die Gesellschaft nicht unerheblich. Lebenslange medizinische Aufwendungen in Höhe von rund 20.000 EURO pro Patient und Jahr sowie der Wegfall der Arbeitsfähigkeit verursachen Kosten, die von der Gesellschaft getragen werden müssen. Glück-



Abb. 4:
Das 220 Quadratkilometer große Behandlungsgebiet zwischen Ammersee und Starnberger See

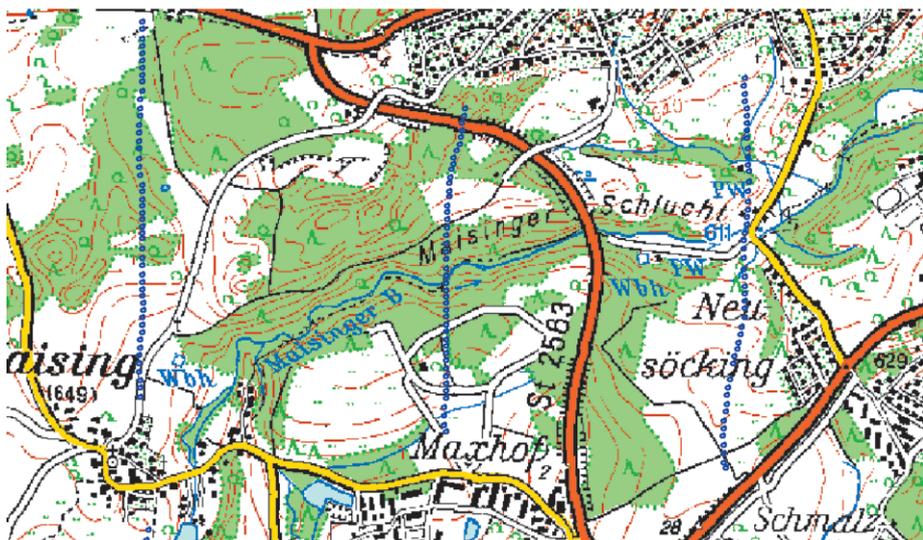


Abb. 5

Visualisierte Abwurfpositionen. Anhand dieser Geo-Daten wurde festgelegt wo weitere Entwurmungsköder per Hand ausgelegt werden mussten

Jeder der Probanden musste zwei Untersuchungen über sich ergehen lassen. Durch eine Ultraschalluntersuchung sollte festgestellt werden, ob die Leber bereits vom Parasiten befallen war und eine Blutprobe wurde auf spezifische Antikörper untersucht, um auch jene Bandwurminfektionen aufzuspüren, die bisher keine Krankheitssymptome zur Folge hatten.

Das Ergebnis war erstaunlich. Die Parasitologen entdeckten tatsächlich eine unerwartet hohe Zahl von Infektionen. Drei Dorfbewohner, die sich bis dahin gesund glaubten, litten bereits unter Leberschäden. Ein weiterer Proband stand unter Infektionsverdacht und wurde weiter untersucht. Auch bei ihm wurde nach weiteren eingehenden Untersuchungen die Echinokokkose diagnostiziert. Bei mehr als sechzig Teilnehmern stellten die Mediziner auffällige Reaktionen des Immunsystems gegen den Bandwurm fest, ohne dass eine Erkrankung erkennbar war. Dadurch war der Beweis erbracht, dass das menschliche Immunsystem offensichtlich in den meisten Fällen mit dem Parasiten fertig wird. Rätselhaft war weiterhin die Erkenntnis, dass es keine bestimmten Berufsgruppen gibt, die besonders gefährdet sein könnten, denn die diagnostizierten Infektionen betrafen weder besondere Berufsgruppen noch Menschen mit einem besonderen Freizeitverhalten. Selbst die Halter von Hunden scheinen demnach nicht überdurchschnittlich gefährdet zu sein. Wie und wo eine Infektion bei den betroffenen Personen stattfinden konnte, blieb jedoch im Dunkeln.

Zunahme der Befallsraten

Wie man nach dieser Untersuchung in Römerstein und der Auswertung der Daten im Europäischen Echinokokkoseregister feststellen konnte, beträgt die Erkrankungsrate in den Risikogebieten auf der Schwäbischen Alb etwa 40:100.000. In Ostfrank-

reich wurde unter der landwirtschaftlich arbeitenden Bevölkerung eine Befallsrate von 152:100.000 ermittelt.

Ein weiteres bisher ungeklärtes Phänomen bereitete den Wissenschaftlern der Universitäten Hohenheim und Ulm Sorgen. Während bei Untersuchungen in den 70er Jahren selbst in den Hochendemiegebieten der Schwäbischen Alb Befallsraten von ca. 20% bei den untersuchten Füchsen festgestellt werden konnten, ist diese Befallsrate zwischenzeitlich auf über 70% gestiegen. Selbst in anderen Regionen Mitteleuropas, in denen *E. multilocularis* vorher nicht oder nur sehr selten nachgewiesen werden konnte, wurden in den letzten Jahren Befallsraten von rund 30% festgestellt. Zu dieser höheren Inzidenz kommt noch die starke Zunahme der Fuchspopulation nach der erfolgreichen Tilgung der Tollwut, so dass heute ein Vielfaches an infektiösen Eiern von *E. multilocularis* in die Umwelt abgegeben wird. Allein durch diesen Umstand dürfte das Infektionsrisiko heute ein Vielfaches wie noch vor 20 – 30 Jahren betragen. Weiterhin konnte in den letzten Jahren beobachtet werden, dass Füchse den menschlichen Siedlungsraum erobert haben und dauerhaft innerhalb von Städten leben. Wie Untersuchungen der Universität Hohenheim und der TU München ergeben haben, sind in Städten und Vorstädten erheblich höhere Fuchsdichten als in der freien Natur zu finden. Die Fuchsdichte in der Stadt kann bis zu 10fach höher sein als auf dem Land. Dörfer und Kleinstädte nehmen mit 3 – 5 Füchsen pro 100ha eine Mittelposition ein (Abb. 1). Diese Nähe der wildlebenden Füchse zum menschlichen Siedlungsraum sorgt für eine weitere Zunahme des Infektionsrisikos. Während von den Stadtfüchsen in den Zentren der Großstädte ein geringeres Infektionsrisiko ausgeht, da sich diese Füchse weniger von Kurzschwanzmäusen ernähren, besteht

ein erhöhtes Risiko in den Stadtrandgebieten und in dörflichen Strukturen. Füchse, die zwischen dem Siedlungsbereich der Menschen und dem ländlichen Umland hin und her pendeln, können durch den Verzehr infizierter Kurzschwanzmäuse Endwirt von *E. multilocularis* werden und infektiöse Eier in die von Menschen bewohnte Umwelt abgeben.

Senkung des Infektionsrisikos

Maßnahmen zur Senkung des Infektionsrisikos beim Menschen können an verschiedenen Stellen erfolgen. Hierzu zählt die Hygiene bezüglich Lebensmitteln und nach der händischen Arbeit in der Natur, Absenkung der Fuchspopulation, Absenkung der Zwischenwirtpopulation, Entwurmung von Haushunden und die künstliche Entwurmung von Füchsen mittels Fraßködern, wobei die Absenkung der Zwischenwirtpopulation weder praktikabel noch ökologisch vertretbar wäre. Auf großer Fläche und in der Stadt ist die Fuchsjagd zu ineffektiv um Auswirkungen auf die Prävalenz von *E. multilocularis* zu haben. Überlegungen, den Infektionsdruck durch eine Senkung der Fuchspopulation zu reduzieren, stellten sich nicht als zielführend heraus. Eine intensive Bejagung der Füchse konnte die Fuchspopulation allenfalls kurzfristig in kleinräumigen Gebieten halbwegs zufriedenstellend absenken. Der Fuchs als anpassungsfähiges Wildtier mit einer hohen Reproduktionsrate konnte sich bisher allen Versuchen zur nachhaltigen Populationsabsenkung entziehen. Leer geschossene Fuchs-Streifgebiete werden von einwandernden Füchsen schnell neu besetzt, so dass durch diese durch die Jagd ausgelösten Wanderbewegungen eher eine Verbreitung von *E. multilocularis* zu befürchten ist. Da sich durch die Jagd außerdem die Altersstruktur der Fuchspopulation hin zu mehr Jungtieren verschieben kann, könnte die Jagd im Hinblick auf eine Senkung des Infektionsrisikos für den Menschen sogar kontraproduktiv sein, denn junge Füchse scheinen eher Träger des Kleinen Fuchsbandwurms zu sein als adulte Tiere, wie Untersuchungen der Universität Hohenheim ergeben haben.

Wegen der vielfältigen Verbreitungs- und Verschleppungsmöglichkeiten der nur ca. 35 - 40 Mikrometer kleinen Bandwurmeier und der mangelhaften Kenntnis über konkrete Risikofaktoren für den Menschen können kaum praktikable Vorbeugemaßnahmen getroffen werden. Die Einhaltung

allgemeiner Hygieneregeln nach Arbeiten oder dem Aufenthalt im Freien sowie das sorgfältige Waschen von Feld- und Gartenfrüchten sind zwar hilfreich, bieten jedoch keinen sicheren Schutz vor einer möglichen Infektion.

Die Entwurmung der Füchse als Mittel der Wahl

Bereits Mitte der 90er Jahre begann man mit Überlegungen, ob eine groß angelegte Entwurmung der Füchse mit Hilfe von praziquantelhaltigen Fraßködern die Prävalenz von *E. multilocularis* nennenswert verringern könnte. Ähnlich wie bei der Bekämpfung der Tollwut, die man durch die großflächige Auslage von impfstoffhaltigen Ködern erfolgreich tilgen konnte, wurde 1996 ein Projekt gestartet, um Füchse in einem größeren Gebiet zu entwurmen. Durch die Aufnahme solcher praziquantelhaltigen Köder würden die Füchse entwurmt und könnten keine infektiösen Eier mehr ausscheiden. Allerdings war den Verantwortlichen bereits im Vorfeld klar, dass dieses Vorhaben erheblich schwieriger zu bewerkstelligen war, als die Bekämpfung der Tollwut mit Hilfe der Impfköder. Während man die Infektionskette der Tollwut bereits unterbrechen konnte, wenn nur rund 60%–70% der Fuchspopulation erfolgreich immunisiert wurde, war eine Absenkung der Prävalenz oder gar Tilgung der Infektionsrate durch *E. multilocularis* erheblich problematischer.

Drei Schwierigkeiten waren zu überwinden. Zum einen musste man alle in dem Behandlungsgebiet lebenden Füchse gleichzeitig entwurmen, denn selbst wenn nur wenige Füchse nicht entwurmt werden konnten, gelangten immer noch infektiöse Eier in die Umwelt, die wiederum die Beutetiere der Füchse mit den Zwischenstadien von *E. multilocularis* infizieren konnten. Zum anderen war problematisch, dass sich selbst erfolgreich entwurmete Füchse wenige Tage nach der Entwurmung über die Aufnahme von infizierten Beutetieren erneut infizieren und spätestens nach 4 Wochen wieder infektiöse Eier in die Umwelt abgeben konnten. Drittens sind die infektiösen Eier sehr widerstandsfähig gegen Umwelteinflüsse und bleiben mitunter über ein Jahr lang infektiös. Der Lebenszyklus von *E. multilocularis* könnte somit selbst dann wieder beginnen, wenn tatsächlich alle Füchse zur gleichen Zeit entwurmt würden und selbst infizierte Beutetiere nicht mehr vorhanden wären.

Die unten dargestellten Feldversuche experimentierten mit unterschiedlichen Köderdichten (20–50 Köder pro Quadratkilometer) und unterschiedlichen Auslageintervallen (4–xy Wochen). Zudem erfolgte die Auslage mit einer erheblich höheren Präzision, wie man dies bei der Auslage der Impfköder zur Bekämpfung der Tollwut praktiziert hatte. Die GPS-gesteuerte Ausbringung der Fraßködter erreicht mittlerweile eine sehr hohe Qualität. Weiterhin musste solch ein Versuch über einen Zeitraum von mehreren Jahren hinweg durchgeführt werden, um verwertbare Ergebnisse zu erzielen.

Feldversuch 1: Schwäbische Alb vom Oktober 1994 bis Dezember 1997

Das 3.400 Quadratkilometer große Versuchsgebiet umfasste die Hochfläche der Schwäbischen Alb südlich von Stuttgart zwischen Neckar und Donau.

Insgesamt wurden in 13 Auslagen jeweils 20 Köder pro Quadratkilometer mit Hilfe von Kleinflugzeugen ausgebracht. Die Abstände zwischen den Köderkordons betragen 1 Kilometer. Parallel dazu wurden jährlich 700 bis 1.000 erlegte Füchse aus dem Versuchsgebiet seziiert, um den Verlauf des Befalls mit dem Kleinen Fuchsbandwurm zu dokumentieren. Zusätzlich wurde versucht, eine koprodiagnostische PCR (Polymerase-Kettenreaktion) zu entwickeln, um mit deren Hilfe spezifische DNA des Parasiten im Kot von Füchsen, Hunden und Katzen nachweisen zu können, ohne die Tiere sezieren zu müssen. Problematisch war bei diesem Feldversuch,

dass die Auslage der Köder noch nicht mit Hilfe eines geeigneten Aufzeichnungsgerätes erfasst werden konnte, so dass nicht bekannt war, wie präzise die Verteilung der Köder mit Hilfe der Flugauslage war.

Nach Abschluss dieses Feldversuchs konnte festgestellt werden, dass die Befallsrate der Füchse durch *E. multilocularis* im Versuchsgebiet von ursprünglich 64% auf 16% reduziert werden konnte. Die Reduktion fiel dabei im Kernbereich des Versuchsgebietes deutlicher aus als im Randbereich. Weiterhin konnte festgestellt werden, dass die Jungfüchse (jünger als 6 Monate) eine entscheidende Rolle bei der Übertragung des Parasiten spielten. Deren Befallsrate ließ sich als Maß für die lokale Infektionskapazität nutzen, denn diese reduzierte sich im Kernbereich von 87% im Sommer 1995 auf 15% im Sommer 1997. Die Prävalenz anderer Cestoden reduzierte sich bei 6-wöchigen Auslageintervallen gleichsinnig zu der von *E. multilocularis*, stieg jedoch nach der Umstellung auf 3-Monats-Intervalle deutlich an. Im externen (unbehandelten) Referenzgebiet trat im Untersuchungszeitraum keine Reduktion der Prävalenz von *E. multilocularis* oder anderen Cestoden ein. Die Überlegung, die Prävalenz von *E. multilocularis* in den natürlichen Zwischenwirten als Messgröße für den Therapieeffekt heranzuziehen, wurde bereits vor Beginn des Feldversuchs verworfen, da dies nicht als praktikabel angesehen wurde. Unter anderem spielen auch Bismas eine wichtige Rolle bei der Verbreitung und der Wiedereinschleppung des Parasiten. Populationsschwankungen von Zwischenwirten kamen im untersuchten Gebiet höchstens lokal und zeitlich



Abb. 6:

Die Positionen der per Hand ausgelegten Köder wurden ebenfalls mit Hilfe von GPS-Empfängern erfasst

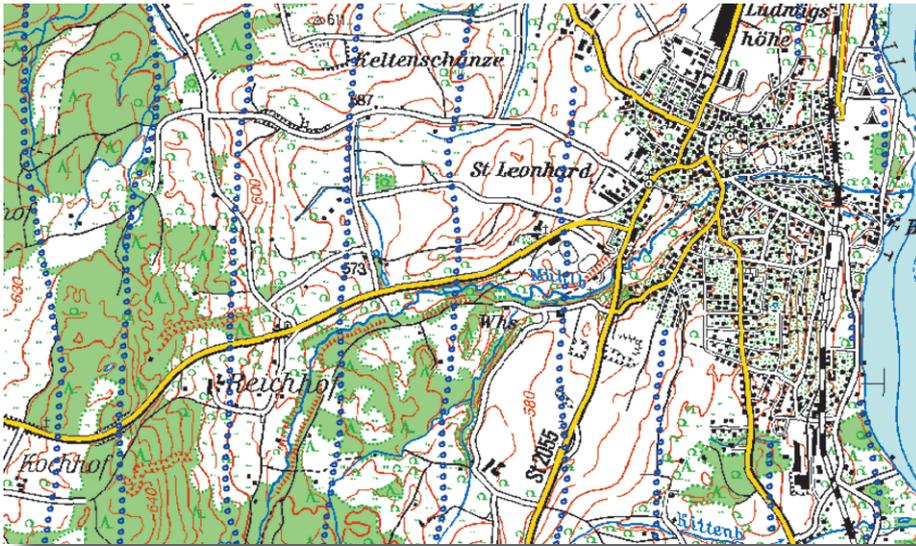


Abb. 7: Visualisierte Abwurfpositionen am Westufer des Ammersees

begrenzt als Mitursache für die beobachtete Prävalenzreduktion in Füchsen in Betracht. Im Vergleich zum Untersuchungszeitraum 1989 bis 1994 ist die Befallsrate der Füchse mit dem Kleinen Fuchsbandwurm in nahezu allen untersuchten Landkreisen weiter angestiegen.

Konsequenzen aus den Ergebnissen des ersten flächendeckenden Feldversuchs

Diese Studie zeigte als Konsequenz für die Praxis, dass durch die Entwurmung wildlebender Füchse sich deren Befallsrate mit *E. multilocularis* auch auf großen Flächen drastisch senken lässt. Ein völliges Erlöschen der Infektionen war jedoch bei dieser flächendeckenden Entwurmung nur kurzzeitig und bei lokaler Intervention zu erwarten.

Feldversuch 2: Schwäbische Alb vom Januar 2002 bis November 2004

Nachdem Ende der 90er Jahre die Auslage der Köder zur Bekämpfung der Tollwut durch den Einsatz modernster Technik eine neue Qualität erreicht hatte, wurde ein zweiter Feldversuch auf der Hochfläche der Schwäbischen Alb geplant. Mittlerweile stand ein eigens für die Flugauslage von Impfködern entwickeltes vollautomatisches Abwurfssystem zur Verfügung. Mit Hilfe dieses Systems konnten die Köder sehr präzise verteilt werden, da die Abwurfgeschwindigkeit anhand der Fluggeschwindigkeit über Grund automatisch ermittelt und eingestellt wurde. Dadurch ließen sich die Entwurmungsköder nun in der erforderlichen Dichte pro Quadratmeter ausbringen. Zusätzlich wurden die Abwurfdaten jedes einzelnen Köders elektronisch aufgezeichnet, so dass sich nach der Beköderung die tatsächlich erreichte Dichte auf digitalisierten Karten darstellen ließ und Rückschlüsse aus der Köderverteilung und den ermittelten Befallsraten der

Füchse anhand von Korrelationen gezogen werden konnten.

Dieser zweite Feldversuch umfasste ein Gebiet von 3.000 Quadratkilometern, bei dem pro Auslage 54.000 Köder per Flugzeug verteilt wurden. Insgesamt wurden wieder 16 Auslagen durchgeführt, wobei die ersten 7 Auslagen in einem Intervall von 4 Wochen durchgeführt wurden. Ab April 2003 wurde das Intervall auf 3 Monate verlängert.

Die Ergebnisse deckten sich trotz der präziseren Verteilung der Köder mit Hilfe des automatischen Abwurfsystems mit denen des ersten Versuchs. Eine Reduzierung der Prävalenz auf Null war mit dieser Methode offensichtlich nicht möglich.

Feldversuch 3: Südlicher Odenwald vom Januar 2002 bis November 2004

Aufgrund der durch Sektionen ermittelten Befallsraten hatte man bereits Ende der 90er Jahre ein zweites Hochendemiegebiet in Süddeutschland ermittelt. Im Januar 2002 begann man auch in diesem 2.400 Quadratkilometer großen Gebiet im südlichen Odenwald mit der Auslage von jeweils 48.000 Entwurmungsködern. (siehe Abb. 3)

Hier wurden die ersten 7 Auslagen mit einem Intervall von 6 Wochen durchgeführt und anschließend wurde dieses Intervall auf 3 Monate ausgedehnt.

Problematisch in diesem Gebiet war, dass zeitgleich Impfköder zur oralen Immunisierung der Füchse gegen die Tollwut ausgelegt wurden. Wie Fraßversuche ergeben hatten, wurden die Impfköder von den Füchsen bevorzugt aufgenommen, da das in den Entwurmungsködern enthaltene Praziquantel die Köder weniger schmackhaft für die Füchse machte. Es bestand dadurch die Möglichkeit, dass infolge des gleichzeitigen Angebots von Impfködern gegen die Tollwut die Attraktivität der Ent-

wurmungsköder geringer sein und dadurch die Aufnahmerate leiden könnte.

Um möglichst alle Füchse mit den Fraßködern zu erreichen, wurden die Flugbahnen bei jeder folgenden Auslage um 90° gedreht, so dass sich die Köderkordons bei jeder 2. Auslage kreuzten. Zusätzlich wurden die Flugrouten bei jeder weiteren Auslage um 500 Meter verschoben, so dass selbst kleinräumige Fuchsreviere spätestens bei der nächsten Auslage mit Ködern versorgt werden konnten.

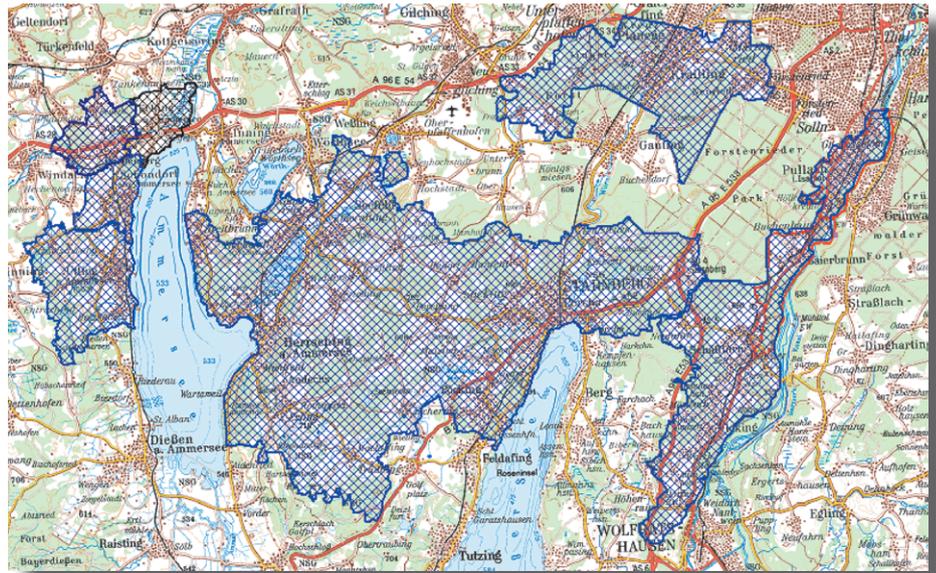
Auch hier wurde das Projekt laufend durch begleitende Untersuchungen überwacht. Nach Auswertung aller gewonnenen Daten waren die Ergebnisse jedoch ähnlich wie bei den beiden Versuchen auf der Schwäbischen Alb. Wohl konnten die Befallsraten drastisch gesenkt werden, jedoch war eine völlige Eliminierung der Prävalenz des Parasiten nicht möglich. Ein kleiner Prozentsatz von rund 10%–15% der wild lebenden Füchse war immer noch mit *E. multilocularis* infiziert. Offensichtlich konnte man durch die reine Flugauslage nie alle Füchse gleichzeitig entwurmen, um somit den Lebenszyklus von *E. multilocularis* zu durchbrechen.

Feldversuch 4: Landkreis Starnberg von Januar 2005 bis Dezember 2013

Entwicklung eines integrierten Entwurmungsprojekts

Nach einer Vorstudie im Jahr 2002, in deren Rahmen im Landkreis Starnberg sowie den Gemeinden Planegg und Neuried eine mittlere Befallsrate von 51% der Füchse mit *E. multilocularis* festgestellt wurde, entschlossen sich im Jahr 2005 zehn dieser Gemeinden, ein Entwurmungsprojekt zu starten. Unter der wissenschaftlichen Leitung der TU München wurde nach den Erfahrungen aus den drei vorher durchgeführten Feldversuchen ein neues Konzept erarbeitet. Bereits bei den Planungen musste die geringe Größe sowie die teilweise dichte Besiedlung im nördlichen Teil des Behandlungsgebietes berücksichtigt werden. Eine reine Auslage der Fraßködern mit Hilfe von Kleinflugzeugen wäre sehr wahrscheinlich nicht zufriedenstellend verlaufen, wie die Ergebnisse der drei vorhergehenden Feldversuche ergeben hatten, denn über Siedlungen durften keine Köder abgeworfen werden. Außerdem würden bei einem Abwurf über Siedlungen ein Teil der Köder auf den Hausdächern liegen bleiben und wären somit für die Füchse unzugänglich. Wie aber intensive Untersuchungen in ausgewählten Gemeinden südlich von Mün-

Abb. 8:
Das gesamte Projektgebiet südlich von München



chen ergeben hatten, war dort der Anteil an urbanisierten Füchsen überdurchschnittlich hoch. Um auch diese Füchse zuverlässig und möglichst gleichzeitig mit den ländlichen Füchsen zu entwurmen, wurde ein integratives Entwurmungskonzept für das nur 220 Quadratkilometer große Behandlungsgebiet erarbeitet. Dieses umfasste die Auslage von Fraßködern in der Offenlandschaft per Flugzeug als auch die Köderausrage innerhalb von Dörfern und Städten per Hand. Dieser Ansatz der flächendeckenden Beköderung – in diesem Versuch explizit einschließlich der Siedlungsräume – war eine entscheidende Neuerung zu den bisher erprobten Beköderungsstrategien.

Nach der erfolgten Flugauslage wurden die visualisierten Abwurfdaten umgehend den Mitarbeitern der TU München übermittelt. Sofort wurde festgelegt wo weitere Köder ausgelegt werden mussten, um einen möglichst effektiven Behandlungserfolg zu erzielen.

Weiterhin wurde die Köderdichte auf 50 Stück pro Quadratkilometer angehoben, so dass pro Auslage 11.000 Köder per Flugzeug und weitere 2.500 Köder per Handauslage verteilt werden mussten.

Während die Auslage der 11.000 Köder mit Hilfe eines Kleinflugzeugs in etwa einer Stunde abgeschlossen war, gestaltete sich die Auslage per Hand aufwändiger. Mitarbeiter der TU München legten im betroffenen Gebiet unmittelbar nach der erfolgten Flugauslage die Köder an den zuvor festgelegten Plätzen aus.

Nachdem Anfang Dezember 2005 die erste Flugauslage stattfand, folgten weitere Beköderungen im Abstand von jeweils vier Wochen. Nach drei Durchgängen wurden die ersten Füchse zur Sektion an die Universität Hohenheim übersandt. Der Erfolg der drei Köderausragen überraschte, denn die Befallsrate konnte von ursprünglich 49% im Projektgebiet in nur drei Monaten auf 12% gesenkt werden.

Nach weiteren drei Monaten betrug die Befallsrate nahezu 0%. Außerhalb des Behandlungsgebietes hingegen blieb die Befallsrate nahezu konstant auf hohem Niveau. Lediglich in unmittelbarer Nähe des Behandlungsgebietes konnte ein gewisser Effekt auf das Umland beobachtet werden, denn auch dort sank die Befallsrate. Dies war offensichtlich auf Wanderbewegungen der Füchse am Rand des Projektgebietes zurückzuführen.

Nach dem Erfolg im Landkreis Starnberg schlossen sich weitere Gemeinden am Westufer des Ammersees sowie im Anzeigelsartal an dieses Projekt an, so dass die Fläche des Behandlungsgebietes nunmehr

300 Quadratkilometer betrug. Die erratischen Formen der räumlich dislozierten Behandlungsgebiete verlangte eine erneute Optimierung der Köderausrage. Wurden vorher im Hauptgebiet im Landkreis Starnberg Fluglinien mit einem Abstand von 1 Kilometer geflogen und dabei alle 25 Meter ein Köder ausgeworfen, wurden nun die Fluglinien in einem Abstand von nur noch 500 Metern geflogen und die Abstände zwischen den Ködern auf 50 Meter erhöht. Dies erlaubte auch eine Versorgung kleinräumiger Fuchsreviere sowie die Zonen am Rand des unregelmäßigen Grenzverlaufs.

Das Projekt wurde bis Ende des Jahres 2011 bzw. 2013 weitergeführt. Bereits nach 5 bis 6 Auslagen konnte die Prävalenz des Kleinen Fuchsbandwurms auf unter 2% gesenkt werden und auf einem stabilen niedrigen Niveau gehalten werden. Beispielsweise trug im Jahr 2007 lediglich ein Fuchs von 116 untersuchten Füchsen den Parasiten in sich.

Im Landkreis Starnberg wurden bis zum Ende der Auslage im Dezember 2011 die Auslageintervalle schrittweise von 6 Wochen auf 12 Wochen reduziert. Die Befallsrate lag hier im Dezember 2011 bei 1%. Befallene Füchse fanden sich nur an den Randbereichen des Beköderungsgebietes. Im Isartal konnten in weiten Bereichen die Befallsraten auf 0% gesenkt werden. Das gleiche galt für das Gemeindegebiet von Utting am Westufer des Ammersees.

Innerhalb von Ortschaften mit typischen Stadtfuchspopulationen, wie sie z. B. in den Gemeinden Grünwald, Pullach, Neuried, Planegg und Krailling zu finden sind, konnten die Befallsraten dauerhaft auf 0% bzw. unter die Nachweisgrenze gedrückt werden. Dies lag an der günstigen Populationsdynamik der Füchse, da der Populationsfluss aus den Stadtfuchspopulationen hin zu den Landfuchspopulationen

läuft. Damit ist in den suburbanen Gebieten eine Wiedereinschleppung des Bandwurms von außerhalb seltener bzw. unwahrscheinlicher.

Der Gesamterfolg ist zurückzuführen auf eine konsequente Beköderungsstrategie, welche außerhalb der Ortschaften eine Beköderung per Flugzeug und innerhalb der Siedlungen eine Köderausrage von Hand beinhaltet. Die effektive Entwurmung der Füchse konnte das Infektionsrisiko für die Bürger in dem Behandlungsgebiet dauerhaft auf ein Minimum reduzieren.

Ausblick und die Suche nach einem Hersteller für die Köder

Nach den Erfahrungen durch die vier Feldversuche liegen umfassende Erkenntnisse zur erfolgreichen Reduktion von *E. multilocularis* vor. Wichtig ist die Abstimmung der Beköderungsstrategie auf die jeweilige Fuchsdichte im entsprechenden Lebensraum und ein darauf abgestimmtes Beköderungssystem. Da der bisherige Hersteller der praziquantelhaltigen Fraßködern die Produktion einstellte, endeten die Beköderungsprojekte Ende 2013, obwohl einzelne Gemeinden im Gebiet südlich von München Bestrebungen hatten, die Entwurmungsprojekte weiterzuführen. Derzeit ist man auf der Suche nach einem neuen Hersteller, der diese Köder nicht nur fertigt, sondern außerdem eine arzneimittelrechtliche Zulassung anstrebt.

Kontaktanschrift:

Ernst Holzhofer
Flugservice
Unterschüpfer Straße 9
97944 Boxberg
Telefon: 0179 30 / 13 11
Mobil: 01 77 / 8 11 53 05
E-Mail: ernst.holzhofer@t-online.de

