

# Vorkommen des Hautwurms *Dirofilaria repens* bei Hunden in der Schweiz

C. Rohrer Kaiser<sup>1</sup>, P. Müller<sup>2,3</sup>, J. Zinsstag<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Institut für Epidemiologie, Biostatistik und Prävention der Universität Zürich (EBPI);

<sup>2</sup>Schweizerisches Tropen- und Public Health-Institut (Swiss TPH) Allschwil; <sup>3</sup>Universität Basel

## Zusammenfassung

Durch die vermehrte Reisetätigkeit der letzten Jahrzehnte und den Import von Hunden aus dem Ausland könnten vermehrt Infektionskrankheiten in die Schweiz eingeführt werden. Eine davon ist die Dirofilariose verursacht durch *Dirofilaria immitis* oder *D. repens*.

Eine Infektion mit *D. repens*, der Verursacherin der kaninen kutanen Dirofilariose, verläuft beim Hund zwar oft asymptomatisch, stellt aber für den Menschen eine potentielle Zoonose dar und wird in Nordosteuropa aufgrund der stark steigenden Zahl humaner Fälle als neu auftretende Zoonose bezeichnet. Die Prävalenz von *D. repens*-Infektionen beim Hund und beim Menschen in der Schweiz ist unbekannt.

Die Einführung der Filarien PCR im analysierenden Labor erlaubt seit 2016 eine zuverlässige Unterscheidung zwischen *D. immitis* und *D. repens*. Dabei wird Gesamt-Nukleinsäure (DNA und RNA) aus 200 µl EDTA-Blut ohne vorhergehende Anreicherung extrahiert und speziesspezifische Real-Time PCR-Assays werden durchgeführt. In einer deskriptiven retrospektiven Studie wurden die Analysen auf Dirofilarien in den Jahren 2016 bis 2021 untersucht und die Proportion positiver Tests pro Jahr (Prävalenz mit 95 % Vertrauensintervall) wurde beschrieben. Weiter wurden anhand einer explorativen Querschnittstudie bei 50 aus dem Ausland in die Schweiz importierten Hunden Blutproben auf das Vorhandensein von Dirofilarien analysiert.

In den ersten zwei Jahren nach Einführung der PCR wurde kein *D. repens* positiver Fall festgestellt. In den Jahren 2018 bis 2021 waren 5/546 (0,9 %, 95 % Konfidenzintervall [95 % CI]=0,7–1,2 %), 4/591 (0,7 %, 95 % CI=0,5–0,9 %), 15/783 (1,9 %, 95 % CI=1,6–2,3 %) und 11/1058 (1,0 %, 95 % CI=0,8–1,3 %) der analysierten Proben positiv für *D. repens*. In der explorativen Querschnittstudie waren vier der 50 untersuchten Hunde positiv für *D. repens* (8 %, 95 % CI=2,6–20,1 %). Bei einem Hund war eine Mischinfektion mit *D. immitis* und *D. repens* vorhanden. Alle vier positiv getesteten Hunde wurden aus Ungarn importiert.

Potentiell zoonotische Infektionen mit *D. repens* kommen bei in der Schweiz lebenden Hunden vor. Sie sollten bei den Gesundheitskontrollen und Differenzialdiagnosen von im-

## Occurrence of canine subcutaneous dirofilariosis (*Dirofilaria repens*) in Switzerland

Infectious diseases are increasingly introduced into Switzerland due to the increased travel activity in recent decades and the import of dogs. Dirofilariosis, caused by *Dirofilaria immitis* or *D. repens*, is one of them.

An infection with *D. repens*, the cause of canine subcutaneous dirofilariosis, is often asymptomatic in dogs, but represents a potential zoonotic disease risk for humans. Due to the rapidly increasing number of human cases, *D. repens* is considered an emerging zoonosis in north-eastern Europe. The prevalence of *D. repens* infections in dogs and humans in Switzerland is unknown.

Since 2016 the analysing diagnostic laboratory provided with the newly introduced filaria PCR a reliable diagnostic test to differentiate between *D. immitis* and *D. repens*. Total nucleic acid (DNA and RNA) was extracted from 200 µl EDTA blood without prior enrichment followed by a species-specific real-time PCR assay. The analyses for Dirofilariae in the years 2016 to 2021 were examined in a descriptive retrospective study and the proportion of positive tests per year (prevalence with 95 % confidence interval) was calculated. Furthermore, blood samples of 50 imported dogs to Switzerland were analyzed in an exploratory cross-sectional study for the presence of dirofilaria.

No *D. repens* positive case was found in the first two years after the introduction of the PCR. In 2018 five of 546 analyzed samples (5/546, 0,9 %, 95 % confidence interval [95 % CI]=0,7–1,2 %) tested positive for *D. repens*, in 2019 four of 591 (0,7 %, 95 % CI=0,5–0,9 %), in 2020 15 of 783 (1,9 %, 95 % CI=1,6–2,3 %) and in 2021 eleven of 1058 samples (1,0 %, 95 % CI=0,8–1,3 %). In the exploratory cross-sectional study, four of the 50 examined dogs were positive for *D. repens* (8 %, 95 % CI=2,6–20,1 %). One dog had a concurrent infection with *D. immitis* and *D. repens*. All four positive tested dogs were imported from Hungary.

Potentially zoonotic infections with *D. repens* occur in dogs living in Switzerland. This disease should be included in the differential diagnoses of imported dogs and a monitoring

<https://doi.org/10.17236/sat00395>

Eingereicht: 03.01.2023  
Angenommen: 14.03.2023

Vorkommen des  
Hautwurms *Dirofilaria*  
*repens* bei Hunden in der  
Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag

portierten Hunden vermehrt einbezogen werden. Die Tierärztenschaft kann so ihre Verantwortung in der Prävention von Zoonosen im Rahmen eines One-Health-Ansatzes wahrnehmen.

**Schlüsselwörter:** Diagnostik, *Dirofilaria repens*, Häufigkeit, Hund, Tierimport, One Health

during routine health checks should be done more often. The veterinary profession can thus assume its responsibility for the prevention of zoonoses as part of a One Health approach.

**Keywords:** Diagnostics, *Dirofilaria repens*, frequency, dog, animal import, One Health

## Einleitung

Seit mehreren Jahren wird eine vermehrte Reisetätigkeit von Besitzern mit ihren Hunden beobachtet und der Import von Hunden aus dem Ausland durch Privatpersonen, Händler und Tierschutzorganisationen nimmt zu.<sup>38</sup> Im letzten Jahr wurden in der Schweiz 48'570 Hunde neu registriert. Davon wurden 46,5% aus dem Ausland importiert.<sup>32</sup> Diese Importhunde könnten Träger von Zoonosen sein. Eine davon ist die *Dirofilariose*.

Diese durch Vektoren (Stechmücken) übertragene parasitäre Erkrankung wird verursacht durch *Dirofilaria immitis* oder *D. repens*.<sup>5</sup> Als Verursacher der Herzwurmerkrankung spielt *D. immitis* beim Hund die grössere Rolle als *D. repens*, welche für die kutane *Dirofilariose* verantwortlich ist. Die kutane *Dirofilariose* verläuft beim Hund oft asymptomatisch oder verursacht nur milde Krankheitszeichen in Form von subkutanen Knoten.

In den letzten Jahren zeigte sich eine Ausbreitungstendenz der *Dirofilarien* in Europa.<sup>13</sup> Es ist wahrscheinlich, dass auch die Schweiz davon betroffen ist. Die Aufmerksamkeit der Wissenschaft liegt dabei vermehrt auf *D. repens*. Obwohl beide Filarienarten den Menschen infizieren können, stellt die kutane *Dirofilariose* die häufigere Zoonose dar und wird in Europa aufgrund der stark ansteigenden Zahl humaner Fälle als «emerging» Zoonose bezeichnet.<sup>3, 27, 31</sup>

Der Hund als Endwirt für *D. repens* gehört zu den bevorzugten Reservoiren für die Infektion des Menschen.<sup>7</sup> Beim Hund besiedeln die adulten Würmer (Nematoden) von *D. repens* die Subkutis. Nach der Paarung und einer Präpatenzzeit von 5,5 bis 8 Monaten können Mikrofilarien im Blut beobachtet werden (L1-Larven). Die Mikrofilarien werden bei einer Blutmahlzeit durch Stechmücken aufgenommen. Die Stechmücke ist der Zwischenwirt und in ihr kommt es zu einer temperaturabhängigen Entwicklung zur L3-Larve über zwei Häutungen. Anschliessend wandern die L3-Stadien in die Speicheldrüse der Stechmücke und können beim nächsten Stich auf einen anderen Hund übertragen werden. Im Hund schliesst sich der Zyklus: über die Bildung von L4-Stadien und Präadulte kommt es zur Entwicklung der adulten Würmer.<sup>2</sup>

Menschen infizieren sich durch den Stich einer Stechmücke. Die sich entwickelnden L3-Stadien von *D. repens* migrieren

subkutan über Wochen oder Monate zu verschiedenen Körperregionen. Oft entstehen wie beim Hund nur milde Krankheitszeichen in Form von subkutanen Knötchen an ganz unterschiedlichen Stellen des Körpers, wobei Kopf und Augen besonders häufig betroffen sind. Manchmal werden tiefer gelegene Regionen befallen, wie zum Beispiel Lymphknoten, der Bauchraum oder die Lunge. Selten können sich Abszesse bilden oder systemische Reaktionen mit Fieber oder Lymphknotenvergrösserungen auftreten. Schwerere Symptome werden bei immunsupprimierten Patienten beobachtet.<sup>26,34</sup> Falls unbehandelt, können die Nematoden bis zu 18 Monate überleben.

Über 60 Stechmücken-Arten sind Vektoren für *Dirofilaria* spp. In Europa sind bekannte Vektoren für die Übertragung von *D. repens* Stechmücken der Gattung *Anopheles*, *Aedes*, *Culex* und *Coquillettidia*.<sup>3</sup> Auch in der Schweiz kommen Vektoren vor.<sup>33</sup> In einer kürzlich publizierten Studie konnten die Autoren zum ersten Mal zeigen, dass *Aedes japonicus*, die in einem Wald innerhalb der Stadtgrenze von Zürich gesammelt wurden, kompetent für beide *Dirofilarienspezies* sind.<sup>33</sup>

Allerdings müssen neben der Vektorkompetenz noch weitere Faktoren gegeben sein, damit es zu einer Übertragung kommt oder die Krankheit im Extremfall gar endemisch wird. Das Auftreten vektorübertragener Krankheiten – und so auch der *Dirofilariose* – wird insbesondere durch Faktoren wie die Häufigkeit der Vektoren, Zwischenwirte und Reservoire, die lokalen Umweltbedingungen wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit, die Wirtspräferenz des Vektors sowie das Verhalten und die Immunität der Bevölkerung bestimmt.<sup>11</sup>

Eine korrekte Diagnose von *Dirofilaria* spp. ist essentiell für eine effektive Therapie und zur Kontrolle der Ausbreitung der Infektion auf Hunde und Menschen. Um eine *D. immitis*-Infektion zu bestätigen, empfehlen die American Heartworm Society und die European Society of *Dirofilariosis* and *Angiostrongylosis* in ihren Richtlinien das Testen auf das Vorhandensein von Adulten anhand eines Antigentests sowie das Testen auf zirkulierende Mikrofilarien.<sup>1,9</sup>

Die aktuelle Generation der Herzwurm-Antigentests identifiziert die meisten «okkulten» (erwachsene Würmer vorhanden, aber keine zirkulierenden Mikrofilarien) Infektio-

nen, die aus mindestens einem reifen weiblichen Wurm bestehen, und sind nahezu 100 % spezifisch. Unterschiede in der Sensitivität bestehen vor allem in Fällen mit geringer Wurmlast und/oder geringer Antigenämie.<sup>1</sup>

Um Mikrofilarien festzustellen, wird eine Anreicherungstechnik verwendet und die Morphologie der Mikrofilarien wird anschliessend mikroskopisch beurteilt (modifizierter Knott-Test).<sup>1,9</sup> Da die morphologische Differenzierung der Mikrofilarien aufwändig ist, werden heutzutage vermehrt molekularbiologische Verfahren angewendet.

Für *D. repens* gibt es bis heute keine routinemässig anwendbare Testmöglichkeit, um nach den adulten Würmern zu suchen. Das ist wahrscheinlich mit ein Grund, warum mit *D. repens* infizierte Hunde bis vor einigen Jahren in der Schweiz sehr selten diagnostiziert wurden. Im Jahr 2016 wurde beim Labor IDEXX Diavet AG eine PCR-Analyse eingeführt, welche es erlaubt, zwischen Mikrofilarien von *D. immitis* und *D. repens* sowie anderen Mikrofilarienspezies zu unterscheiden. Zwei Jahre nach Einführung der Filarien-PCR wurden im Labor regelmässig mit *D. repens* infizierte Hunde diagnostiziert. Möglicherweise wird in Zukunft ein Antikörper-ELISA zur Verfügung stehen, um adulte *D. repens*-Würmer nachzuweisen.<sup>4</sup>

In ihrer Arbeit haben Capelli et al. das Vorkommen von *D. repens* in Europa beschrieben.<sup>3</sup> Die Autoren nennen für die Schweiz sporadische Infektionen beim Hund und beim Menschen. Eine neuere Übersichtsarbeit fasst die Situation in Nord- und Zentraleuropa detailliert zusammen.<sup>11</sup> Für die Schweiz konzentrierten sich die Forscher auf das Gebiet südlich der Alpen, insbesondere das Tessin. Berichte über Infektionen mit *D. repens* bei Menschen und Hunden in dieser Region sind selten. In einer Studie wurden im Jahr 2001 bei zwei Hunden, die im Kanton Tessin lebten, eine Infektion mit *D. repens* diagnostiziert.<sup>28</sup> In derselben Zeit wurde dort auch ein Fallbericht eines Menschen mit subkonjunktivaler *D. repens*-Infektion publiziert.<sup>17</sup>

Eine Häufung von *D. repens* Infektionen beim Menschen wurde in Regionen beschrieben, wo die Infektion beim Hund endemisch ist.<sup>24</sup> Damit sich hierzulande *D. repens* als Zoonose etablieren kann, braucht es erst einmal infizierte Hunde als Reservoir sowie kompetente Vektoren: diese Voraussetzungen sind gegeben.<sup>28,33</sup>

Die Prävalenz von mit *D. repens* infizierten Hunden in der Schweiz ist unbekannt. Deshalb war das Ziel dieser Arbeit zu untersuchen, wie bedeutend der Hund als Reservoir für *D. repens* in der Schweiz ist. Obwohl noch weitere Faktoren für eine Risikobeurteilung einer Übertragung der Dirofilariose von Hunden auf den Menschen miteinbezogen werden müssten, so sollten Tierärztinnen und Tierärzte auf diese zoonotische Infektionskrankheit sensibilisiert werden, damit

sie ihre Verantwortung in der Prävention von Zoonosen im Rahmen eines One-Health-Ansatzes wahrnehmen können.

## Material und Methoden

### Retrospektive Studie

Eine quantitative und qualitative deskriptive retrospektive Studie wurde durchgeführt, mit dem Ziel, die Veränderung der Anzahl auf Dirofilarien positiv getesteter Hunde zu untersuchen.

Für diesen Zweck wurden die Analysen auf Dirofilariose des veterinärmedizinischen Diagnostiklabors IDEXX Diavet AG, Bäch SZ, Schweiz untersucht und die Rate positiver Tests als Prävalenz mit 95 % Vertrauensintervall beschrieben. In der retrospektiven Studie wurden alle Analysen auf Dirofilarien (Antigen-Test, Filtrationstest und PCR-Analyse) der Jahre 2016 bis 2021 berücksichtigt. Die Tierärzte der positiven *D. repens*-Hunde wurden kontaktiert, um Reiseanamnese sowie Signalement zu erfragen.

### Antigen-Test auf Makrofilarien von *Dirofilaria immitis*

Für den serologischen Nachweis von *D. immitis*-Antigen wurde aus dem Serum ein kommerzieller in-house Enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) gemäss der Gebrauchsanweisung des Herstellers durchgeführt (SNAP 4Dx Plus Test Kit, IDEXX Laboratories, Westbrook, ME, USA).<sup>35</sup> Der SNAP 4Dx Plus weist in einem einzigen Test Antikörper gegen *Anaplasma phagocytophilum*, *Anaplasma platys*, *Borrelia burgdorferi*, *Ehrlichia canis* und *Ehrlichia ewingii* sowie Antigen gegen *D. immitis* des Hundes nach.<sup>20</sup> Die Sensitivität des Tests für den Nachweis von *D. immitis* ist 98,9 % und die Spezifität 99,3 %.<sup>35</sup>

### Filtrationstest

Ein Milliliter EDTA-Blut in Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA) wurde mit 10 ml 0,2-prozentiger Formalinlösung gemischt und die Mischung wurde durch einen Nucleopore-Filter gefiltert, um die Mikrofilarien zu konzentrieren. Der Filter wurde anschliessend auf einen Objektträger aufgebracht und mit Methylenblau gefärbt. Das Präparat wurde dann mikroskopisch auf das Vorkommen von Mikrofilarien beurteilt.<sup>8</sup>

### PCR-Analyse

Gesamt-Nukleinsäure (DNA und RNA) wurde aus 200 µl EDTA-Blut ohne vorhergehende Anreicherung mit Hilfe des MagVet™ Universal Kit (ThermoFisher) über die KingFisher Flex 96-Plattform (ThermoFisher) extrahiert gemäss den Anweisungen des Herstellers mit leichten Modifikationen.

Vier speziesspezifische Real-Time PCR-Assays wurden mit dem LightCycler 480-System (Roche) mit proprietären Vorwärts- und Rückwärtsprimern und Hydrolysesonden durchgeführt. Das Zielgen für *D. repens* war die Cytochromoxida-

Vorkommen des Hautwurms *Dirofilaria repens* bei Hunden in der Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag

Vorkommen des Hautwurms *Dirofilaria repens* bei Hunden in der Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag

se-Untereinheit I (COI; accession number AJ271614.1), für *D. immitis* der nuclear ribosomal internal transcribed spacer ITS-1 Lokus (AB973231) und für *Acanthocheilonema reconditum* und *A. dracunculoides* der ITS-2 Lokus (AF217801 bzw. DQ018785). Die Grösse der amplifizierten Genprodukte liegt bei 156 bp für *D. immitis*, 92 bp für *D. repens*, 87 bp für *A. reconditum* und 95 bp für *A. dracunculoides*. Basierend auf den bei IDEXX durchgeführten Studien und Ergebnissen aus den Validierungsexperimenten der real-time PCR-Testsystemen weisen alle vier PCR-Assays eine reproduzierbare durchschnittliche analytische Sensitivität von 10 DNA-Molekülen pro Reaktion auf. Die Screening-Reaktion wurde als Multiplex-PCR durchgeführt und, falls positiv, folgten 4 separate PCR-Reaktionen zur Differenzierung.

Alle Real-Time PCRs wurden mit 5 Qualitätskontrollen abgesichert, darunter PCR-Positivkontrollen, PCR-Negativkontrollen, Negativextraktionskontrollen, eine exogene Extraktionskontrolle zur Überwachung der Nukleinsäureextraktionseffizienz und des Vorhandenseins oder Fehlens inhibitorischer Substanzen und eine Überwachungskontrolle zum Ausschluss von Umgebungskontaminationen.

### Statistische Analyse

Die Prävalenz und das 95 % Konfidenzintervall (95 % CI) wurden gemäss Standardmethoden für homogene Populationen berechnet.<sup>30</sup>

### Explorative Studie

In der explorativen Querschnittstudie wurden bei Hunden aus Tierheimen und Tierschutzorganisationen Blutuntersuchungen auf Dirofilarien durchgeführt.

### Stichprobengrösse

Eine Prävalenz war unbekannt und wurde für «hotspots» mit 10 % angenommen. Für die Annahme einer Prävalenz von 10 % genügt eine Stichprobengrösse von 50 Hunden mit einer unteren 95 % Konfidenzgrenze von 2 %. Aufgrund dieser Berechnung wurde bei 50 Hunden Blut genommen.<sup>30</sup>

### Einschlusskriterien der Hunde

Die Prävalenz von *D. repens*-Infektionen beim Hund in der Schweiz ist unbekannt. Es wurde von einer tiefen Prävalenz ausgegangen. Die grösstmögliche Wahrscheinlichkeit, infizierte Hunde in der Schweiz zu finden, ist durch die gezielte Un-

**Tabelle 1:** Anzahl untersuchter Hunde, positiver Hunde und Prävalenz mit 95 % Konfidenzintervall (95 % CI) für *Dirofilaria immitis*-Antigen und Filarien-PCR-Analysen in den Jahren 2016 bis 2021.

Jahr	<i>Dirofilaria immitis</i> -Antigen		Filarien-PCR	
	Positive Proben / Anzahl Proben	Prävalenz % (95 % CI)	Positive Proben / Anzahl Proben	Prävalenz % (95 % CI)
2016	24/675	3,6 (3,1–4,1)	1/12	8,3 (5,8–15,4)
2017	33/711	4,6 (4,1–5,2)	4/316	1,3 (0,9–1,8)
2018	24/801	3,0 (2,6–3,4)	11/546	2,0 (1,6–2,5)
2019	30/882	3,4 (3,0–3,8)	13/591	2,2 (1,8–2,6)
2020	47/1046	4,5 (4,1–4,9)	37/783	4,7 (4,2–5,3)
2021	64/1408	4,5 (4,2–4,9)	26/1058	2,5 (2,2–2,8)

**Tabelle 2:** Anzahl Mikrofilarien-positiver Hunde und Mikrofilarien-Art in den Jahren 2016 bis 2021.

Jahr	<i>Dirofilaria immitis</i>		<i>D. repens</i>		<i>Acanthocheilonema reconditum</i>		<i>A. dracunculoides</i>	
	Pos Proben / Pos PCR	Prävalenz % (95 % CI)	Pos Proben / Pos PCR	Prävalenz % (95 % CI)	Pos Proben / Pos PCR	Prävalenz % (95 % CI)	Pos Proben / Pos PCR	Prävalenz % (95 % CI)
2016	1/1	100,0 (69,3–100)	0/1	0 (0–30,7)	0/1	0 (0–30,7)	0/1	0 (0–30,7)
2017	3/4	75,0 (58,4–82,7)	0/4	0 (0–10,2)	1/4	25,0 (17,3–41,6)	0/4	0 (0–10,2)
2018**	4/11	36,4 (27,3–46,5)	5/11	45,5 (35,7–55,6)	3/11	27,3 (19,3–37,1)	0/11	0 (0–4,0)
2019**	7/13	53,8 (44,5–62,9)	4/13	30,8 (22,9–39,9)	3/13	23,1 (16,2–31,8)	0/13	0 (0–3,4)
2020**	22/37	59,5 (53,9–64,8)	15/37	40,5 (35,2–46,1)	1/37	2,7 (1,9–5,2)	0/37	0 (0–1,2)
2021***	14/26	53,8 (47,2–60,3)	11/26	42,3 (36,0–48,9)	2/26	7,7 (4,9–12,0)	2/26	7,7 (4,9–12,0)

\*\*In den Jahren 2018 bis 2020 wurde in je einem Fall eine Doppelinfektion mit *D. immitis* und *D. repens* festgestellt

\*\*\*Im Jahr 2021 wurde in drei Fällen eine Doppelinfektion festgestellt. Zweimal mit *D. immitis* und *D. repens* und einmal mit *D. repens* und *A. dracunculoides*. POS: positiv

tersuchung von Hunden, welche aus *D. repens* endemischen Gebieten stammen. Deswegen wurden die Blutuntersuchungen bei Hunden durchgeführt, die durch Tierschutzorganisationen oder Tierheime aus Südeuropa, Mitteleuropa und Südosteuropa in die Schweiz importiert wurden («hotspots»).

Laut Literatur scheinen Alter und Grösse der Hunde Risikofaktoren für eine Infektion mit *D. repens* zu sein. Es wurde deswegen ein Mindestalter von 12 Monaten und ein Mindestgewicht von 5 Kilogramm für die Aufnahme in die Studie festgelegt.<sup>18,22</sup>

### Blutanalysen

Es wurden 4–5 ml Blut für die Studie entnommen: 2 ml Blut wurden in einem EDTA-Röhrchen aufbewahrt und aus dem restlichen Blut wurde 0,5 ml Serum hergestellt. Die Blutentnahmen erfolgten durch die Erstautorin.

Zum Nachweis von adulten *D. immitis* wurde aus dem Serum durch die Erstautorin der SNAP 4Dx Plus-Test durchgeführt. Zum Nachweis von Mikrofilarien wurde das EDTA-Blut an die Vet Med Labor GmbH, Div. of IDEXX Laboratories, Kornwestheim, Deutschland gesandt. Mit diesem wurde ein Filtrationstest durchgeführt. Im Fall eines positiven Resultates wurde anschliessend eine PCR zur Differenzierung der Mikrofilarienart gemacht. Alle Analysen wurden wie weiter oben beschrieben durchgeführt.

## Resultate

### Retrospektive Studie

In den Jahren 2016 bis 2021 wurden insgesamt 222 positive *D. immitis* Antigen-Tests festgestellt (Tabelle 1). Mikrofilarien für *D. immitis* wurden in derselben Zeitperiode bei 51 Blutproben gefunden. Pro Jahr, beginnend im Jahr 2016 waren es 1/12 (8,3%, 95% CI = 5,8–15,4%), 3/316 (0,9%, 95% CI = 0,6–1,4%), 4/546 (0,7%, 95% CI = 0,5–1,0%), 7/591 (1,2%, 95% CI = 0,9–1,5%), 22/783 (2,8%, 95% CI = 2,4–3,2%), und 14/1058 (1,3%, 95% CI = 1,1–1,6%).

In zehn beziehungsweise zwei Fällen wurden Mikrofilarien von *A. reconditum* und *A. dracunculoides* gefunden (Tabelle 2).

In den ersten zwei Jahren nach Einführung der Filarien PCR wurde kein *D. repens*-positiver Fall gefunden. In den Jahren 2018 bis 2021 wurden insgesamt 36 mit *D. repens* infizierte Hunde diagnostiziert. Bei einem Hund wurde die Diagnose anhand der typischen Symptome und der PCR-Analyse des Wurmes gestellt (siehe Fallvorstellung), bei den anderen 35 Hunden war die PCR-Analyse des Blutes positiv für *D. repens*. In den Jahren 2018 bis 2021 waren 5/546 (0,9%, 95% CI = 0,7–1,2%), 4/591 (0,7%, 95% CI = 0,5–0,9%), 15/783 (1,9%, 95% CI = 1,6–2,3%) und 11/1058 (1,0%, 95% CI = 0,8–1,3%) der analysierten PCR-Proben positiv für *D. repens*.

Detaillierte Resultate zu den Dirofilaria-Antigen- und den Filarien-PCR-Analysen sind in Tabelle 1 und 2 wiedergegeben.

Bei den insgesamt 36 *D. repens*-positiven Hunden waren 20 männlich kastriert, 14 weiblich kastriert und zwei männlich intakt. Das Alter der positiven Hunde variierte von 19 bis 149 Monaten (Median=47,5 Monate) und das Gewicht variierte von 6,4 bis 41,6 kg (Median=22,3 kg). Die Herkunftsländer waren folgendermassen verteilt: elf Hunde kamen aus Rumänien, neun aus Ungarn, sechs aus Italien und je ein Hund war aus Polen, Serbien, Sri Lanka, Spanien, Griechenland und der Slowakei. Bei vier Hunden konnte durch Nachfragen in der Praxis das Herkunftsland nicht in Erfahrung gebracht werden. Die meisten Hunde waren Mischlinge. Zusätzlich waren folgende Rassen vertreten: zwei Labrador Retriever, ein Boxer, eine Französische Bulldogge, ein Cane Corso und ein Komondor.

Nachfolgend wird ein typischer Fall eines mit *D. repens* infizierten Hundes vorgestellt.

### Fall-Vorstellung

Der Jagdhund-Mischling, männlich kastriert, 15,1 kg, geboren am 16.7.2013, kam im Juli 2018 aus Ungarn in die Schweiz. Er hatte von Anfang an einen Knoten auf dem Nasenrücken, der ihn jedoch nicht störte. Ansonsten war die klinische Untersuchung unauffällig. Eine Blutuntersuchung (Hämatologie und klinische Chemie) eine Woche nach der Einreise war unauffällig. Im Juli 2021 wurde der Hund in einer Tierarztpraxis vorgestellt, um in Narkose die Zähne zu reinigen. In derselben Narkose wurde der Knoten auf dem Nasenrücken aufgeschnitten (Abbildung 1). Ein 17 cm langer Wurm (Abbildung 2) wurde herausgezogen und in Formalin gelegt.

Anschliessend wurde der Hund mit Milbemax® behandelt. Ein Monat nach der Operation wurde Blut genommen und ein SNAP 4Dx Plus-Test durchgeführt. Es wurde kein Antigen für *D. immitis* nachgewiesen. Eine PCR-Analyse des in Formalin eingelegten Wurmes war schwach positiv für *D. repens*.

### Explorative Studie

#### SNAP 4Dx Plus

Bei zwei von 50 Hunden wurde ein positives Resultat für *Ehrlichia canis* erhalten und ein Hund hatte ein positives Resultat für *D. immitis*. Alle anderen Tests waren negativ.

#### Filtrationstest und Real-time PCR-Analyse

Bei 4/50 Hunden war der Filtrationstest positiv (8%, 95% CI = 2,6–20,1%). Bei der anschliessend durchgeführten PCR-Analyse waren die Mikrofilarien-positiven Tiere positiv für *D. repens*. Ein Hund wies eine Doppelinfektion mit *D. repens* und *D. immitis* auf. Dieser Hund hatte auch das positive SNAP 4Dx Plus-Resultat für *D. immitis*. In

Vorkommen des Hautwurms *Dirofilaria repens* bei Hunden in der Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag

Vorkommen des  
Hautwurms *Dirofilaria*  
*repens* bei Hunden in der  
Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag



**Abbildung 1:** Bei einem im Jahr 2018 importierten Jagdhund-Mischling wurde in einem Knoten auf dem Nasenrücken ein Hautwurm (*Dirofilaria repens*) (links) gefunden und entfernt (rechts).  
Bilder: VetTrust Kleintierpraxis Zug.



**Abbildung 2:** Der 17 cm lange Hautwurm (*Dirofilaria repens*) nach der Entfernung aus einem Knoten auf dem Nasenrücken bei einem importierten Jagdhund-Mischling.  
Bild: VetTrust Kleintierpraxis Zug.

Tabelle 3 sind die Resultate der positiven Hunde, sowie deren Signalement und Herkunftsland dargestellt. Keiner der positiven Hunde hatte Symptome.

## Diskussion

Die meisten Hunde, welche in der Schweiz auf *Dirofilaria* untersucht werden, werden aufgrund eines Auslandsaufenthalts oder nach einem Import untersucht. Alle der insgesamt 40 *D. repens*-infizierten Hunde dieser Arbeit hatten eine Reiseanamnese.

In den letzten Jahren ist die Anzahl der auf *Dirofilaria* untersuchten Proben kontinuierlich gestiegen. Es erstaunt deshalb nicht, dass mehr Infektionen mit *Dirofilaria* diagnostiziert wurden. Seit 2018 wurden auch regelmässige Infektionen mit *D. repens* gefunden. Das steht sehr wahrscheinlich im Zusammenhang mit der im Jahr 2016 eingeführten PCR-Analyse.

Obwohl mit dem Knott-Test eine Differenzierung zwischen *D. immitis* und *D. repens* möglich ist, kann die Spezies-Differenzierung schwierig sein.<sup>21</sup> PCR-basierte Protokolle erlauben es, die Mikrofilarienspezies zuverlässig zu identifizieren.

**Tabelle 3:** Laborresultate, Rasse, Geschlecht, Gewicht, Alter und Herkunftsland der vier Hunde, die in der explorativen Studie positiv für *Dirofilaria repens* waren.

Fall	SNAP 4Dx Plus ( <i>D. immitis</i> )	Filtration	PCR	Rasse	Geschlecht	Gewicht (kg)	Alter (Mt)	Herkunftsland	Bemerkung
1	POS	POS	POS ( <i>D. immitis</i> + <i>D. repens</i> )	Mischling	mk	31	84	Ungarn	Lebte in Tierheim
2	NEG	POS	POS ( <i>D. repens</i> )	DSH-Mischling	mk	24	50	Ungarn	Ausgesetzt, dann Tierheim
3	NEG	POS	POS ( <i>D. repens</i> )	Mischling	mk	15	66	Ungarn	Ausgesetzt, dann Tierheim
4	NEG	POS	POS ( <i>D. repens</i> )	Mischling	mk	15	76	Ungarn	Ausgesetzt, dann Tierheim

POS: positiv; NEG: negativ; DSH: Deutscher Schäferhund; mk: männlich kastriert; Mt: Monate

zieren und scheinen eine Infektion mit *D. repens* früher zu entdecken (hohe Spezifität und Sensitivität).<sup>4</sup>

Beim Jagdhund-Mischling der Fall-Vorstellung hat das Einlegen des Wurms in Formalin über einen Zeitraum von ca. sechs Wochen offensichtlich zu einer erheblichen Denaturierung des Erbguts geführt, so dass Erreger-spezifische DNA nicht mehr in ausreichend amplifizierbarer Menge vorlag.

Ob die Prävalenz von mit *D. repens*-infizierten Hunden in der Schweiz in den Jahren 2016–2021 gestiegen ist, kann anhand dieser Studie aufgrund der geringen Anzahl positiver Proben nicht beurteilt werden.

In manchen Gebieten Europas übersteigt die Prävalenz von *D. repens* diejenige von *D. immitis*.<sup>14</sup> Obwohl diese Beobachtung anhand der vorliegenden Arbeit für die Schweiz nicht bestätigt werden kann, wurden im Jahr 2018 mehr Mikrofilarien von *D. repens* als *D. immitis* festgestellt. Ein Grund für die Verschiebung der Prävalenz zugunsten von *D. repens*-Infektionen könnte das stärkere Bewusstsein von Tierärzten und Besitzern für *D. immitis* sein, was zu einer konsequenteren Diagnostik, Therapie und Prävention dieser klinisch relevanten Infektionskrankheit führt. Es ist erfreulich, dass in den letzten Jahren die Anzahl angeforderter Filarien-PCR-Analysen stark zugenommen hat. Die Diagnosestellung ist ein essentieller Schritt in der Bekämpfung von *D. repens*, vorausgesetzt, die infizierten Hunde werden behandelt.

Nachdem *D. repens* anhand eines infizierten Hundes einmal in ein neues Gebiet eingeführt wurde, bestimmen mehrere Faktoren über die weitere Ausbreitung: Die wichtigsten sind geeignete Wirte (Hunde) sowie Vorhandensein und Anzahl kompetenter Vektoren (Mücken). Auch klimatische Bedingungen spielen eine Rolle, da eine Mindesttemperatur für die Entwicklung der Larve von Dirofilarien in den Mücken notwendig ist.<sup>15, 16</sup>

Risikofaktoren für die Infektion von Hunden wurden publiziert: Höheres Alter, Lebensweise im Freien und geographische Lage wurden besonders häufig erwähnt.<sup>10, 18, 37</sup> Aus diesem Grund wurden im explorativen Teil dieser Studie nur Hunde eingeschlossen, welche aus dem Ausland importiert wurden und älter als ein Jahr waren. Da auch die Grösse als prädisponierender Faktor eine Rolle spielen könnte, wurden nur Hunde inkludiert, die schwerer als 5 kg waren.<sup>22</sup> Hunde mit diesen Merkmalen haben die höhere Wahrscheinlichkeit, von Mücken gestochen zu werden, was der entscheidende Faktor sein könnte. Dieses Signalement (höheres Alter und mittelgrosse Hunde) entsprach auch den 40 mit *D. repens* infizierten Hunden dieser Studie. Das männliche Geschlecht wird ebenfalls als ein prädisponierender Faktor für eine Infektion mit *D. repens* erwähnt.<sup>10</sup> Der Grund dafür ist unbekannt. Auch in der vorliegenden Studie überwiegt das männliche Geschlecht.

In der retrospektiven Untersuchung wurden bei zehn Hunden Infektionen mit *Acanthocheilonema reconditum* und bei zwei Hunden solche mit *A. dracunculoides* diagnostiziert. Diese sind wenig bekannte Spezien von Filarien.<sup>36</sup> Sie sind minimal oder nicht pathogen für den Hund; der erste wird gelegentlich als Zoonose-Erreger beschrieben.<sup>23,25,36</sup>

Therapie und Prävention von mit *D. repens* infizierten Hunden basieren auf einem regelmässigen Gebrauch von makrozyklischen Laktonen. Die Applikation von Spot-on-Produkten mit Imidacloprid/Moxidectin für sechs Monate hat Wirkung gegen die adulten Würmer gezeigt.<sup>29</sup> Die vier positiven Hunde der explorativen Studie wurden nach diesem Protokoll behandelt. Sind subkutane Knoten vorhanden, so können diese chirurgisch entfernt werden.

Die monatliche Gabe von Imidacloprid/Moxidectin oder Milbemycin oxime während der Mückensaison kann in endemischen Gebieten prophylaktisch eingesetzt werden.<sup>6,12</sup> Die Prävention der Übertragung von *D. repens* ist wichtig, da die Verminderung der Anzahl infizierter Hunde eine sehr effektive Massnahme ist, um das Risiko von Infektionen beim Menschen zu reduzieren. Obwohl die Frage, ob die kutane Dirofilariose in der Schweiz eine neu auftretende Zoonose darstellt, nicht beantwortet werden kann, zeigte diese Arbeit, dass in der Schweiz Hunde mit *D. repens*-Infektionen leben. Das ist eine der Voraussetzungen für die Etablierung einer Zoonose.

Die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt ist auf vielfältige Weise eng miteinander verbunden. One Health ist der Teil von Public Health, bei welchem die interdisziplinäre Zusammenarbeit im Mittelpunkt steht, um die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt gemeinsam zu fördern. Laut Zinsstag et al. wird One Health als der Mehrwert definiert, welcher durch die Kooperation von Akteuren der Human- und Veterinärmedizin und anderen Wissenschaftlern erreicht werden kann: Mehrwert in Bezug auf eine bessere Gesundheit für Mensch und Tier, finanzielle Einsparungen oder Umweltdienstleistungen.<sup>39</sup> Neben Antibiotikaresistenzen und Gesundheitsbeeinträchtigungen durch Lebensmittel sind Zoonosen ein klassisches Beispiel für ein Problem, dessen Lösung nur mit einem One-Health-Ansatz möglich ist. Die meisten neuen Infektionskrankheiten beim Menschen stammen vom Tier.<sup>19</sup> Nur durch eine ganzheitliche Betrachtungsweise können die oft komplexen Zusammenhänge bei Zoonosen aufgedeckt und sektorübergreifende Lösungen gefunden werden. Der One-Health-Ansatz erlaubt es, neu auftretende (emerging) Zoonosen früher zu entdecken und somit auch wirksamer zu bekämpfen.<sup>40</sup>

*Dirofilaria repens* ist ein gutes Beispiel für eine emerging Zoonose.<sup>34</sup> Über das aktuelle Risiko einer Ausbreitung von *Dirofilaria* spp. in Zentral- und Nordeuropa wird in einem kürzlich erschienen Artikel berichtet.<sup>11</sup> In ihrer Übersichtsarbeit zur Ausbreitung von *D. repens* in Europa erwähnen

Vorkommen des Hautwurms *Dirofilaria repens* bei Hunden in der Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag

Vorkommen des  
Hautwurms *Dirofilaria*  
*repens* bei Hunden in der  
Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag

Capelli et al., dass *D. repens* sich schneller als *D. immitis* aus den endemischen Gebieten im Süden Richtung Norden ausgebreitet hat.<sup>3</sup> Der wichtigste Grund für diesen Unterschied sehen sie in der Rate nicht-diagnostizierter Hunde, welche den Lebenszyklus von *D. repens* aufrechterhalten. Tatsächlich bleiben viele infizierte Hunde unerkannt, einerseits wegen dem asymptomatischen Verlauf der Erkrankung, andererseits wegen des Fehlens von schnell durchzuführenden und zuverlässigen Tests. Eine grosse Rolle spielt auch das mangelnde Wissen über diese Erkrankung in nichtendemischen Gebieten. Die Autoren schliessen ihren Artikel mit einem Appell an die Tierärzteschaft, ihre Verantwortung in der Prävention von Zoonosen wahrzunehmen. Sie empfehlen eine interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Entomologen und anderen Public Health Experten ganz im Sinne von One Health.<sup>3</sup>

Zukünftige Studien zur Vektorkompetenz verschiedener Mückenarten sowie zur Interaktion von *D. repens* mit den Vektoren sind wünschenswert. Die Entwicklung von schnellen und empfindlichen Tests zur Früherkennung von mit *D. repens* infizierten Hunden würden dazu beitragen, die Ausbreitung dieser Zoonose zu begrenzen. Auf *D. repens* positiv diagnostizierte Hunde sollten nach dem heutigen Wissensstand therapiert werden, damit sie kein Reservoir für eine Infektion des Menschen darstellen. Am besten wäre es, die Hunde schon im Herkunftsland zu behandeln, bevor sie in die Schweiz eingeführt werden. Das setzt voraus, dass die Hunde im Herkunftsland auf *D. repens* untersucht werden. Die Umwandlung von *D. repens* in eine meldepflichtige Erkrankung würde es erlauben, offizielle und vergleichbare Daten über die Prävalenz in den Ländern Europas zu haben.

## Schlussfolgerung

Die retrospektive und die explorative Studie zeigen, dass in der Schweiz Hunde mit *D. repens*-Infektionen leben. Alle infizierten Hunde wurden aus dem Ausland importiert. Bisher gibt es für die Schweiz keine Hinweise für ein autochthones Vorkommen von *D. repens*. Bei aus dem Ausland importierten Hunden sollte im Rahmen der routinemässig durchgeführten Reiseprofile zur Kontrolle ihres Gesundheitszustandes nicht nur an *D. immitis*, sondern ebenfalls an *D. repens* gedacht werden. Eine PCR-Untersuchung auf Mikrofilarien sollte durchgeführt werden. Dies ist umso wichtiger in Anbetracht des höheren zoonotischen Potentials von *D. repens* verglichen mit *D. immitis*. So kann die Tierärzteschaft ihre Verantwortung in der Prävention von Zoonosen wahrnehmen. Das ist ganz im Sinne von One Health.

## Danksagung

Diese Studie wurde mit einem Beitrag von CHF 8000,- durch die Emilia Guggenheim-Schnurr Stiftung unterstützt. Der Stiftung sei herzlich dafür gedankt.

Wir danken den beiden Tierheimen Surber in Zürich und Strubeli in Volketswil, sowie dem Glückshof Help for animals in Schmidrüti für die angenehme Zusammenarbeit bei den Blutentnahmen der Hunde. Unser Dank gilt auch den Tierarztpraxen für die Auskunftserteilung zum Herkunftsland der positiven *D. repens*-Hunde und insbesondere der VetTrust Kleintierpraxis Zug für das Überlassen der Bilder des beschriebenen Falles.

## Ethische Erklärung

C. Rohrer Kaiser arbeitet als Medical Consultant bei IDEXX Diavet. Diese Arbeit entstand im Rahmen einer Masterarbeit in Public Health, unabhängig von dieser Anstellung. Die Autoren erklären, dass sie keine finanziellen oder anderweitigen Interessenkonflikte haben.

Eine Tierversuchsbewilligung für die Untersuchung des Blutes bei den Hunden aus Tierschutzorganisationen und Tierheimen wurde eingeholt: Nationale Nr. 33604, Kantonale Nr. ZH063/2021.



## Présence de la dirofilariose sous-cutanée canine (*Dirofilaria repens*) en Suisse

Au cours des dernières décennies, des maladies infectieuses sont de plus en plus souvent introduites en Suisse en raison de l'augmentation des voyages et de l'importation de chiens. La dirofilariose, causée par *Dirofilaria immitis* ou *D. repens*, est une de ces maladies.

Une infection par *D. repens*, responsable de la dirofilariose sous-cutanée canine, est souvent asymptomatique chez le chien, mais elle représente un risque potentiel de zoonose pour l'homme. En raison de l'augmentation rapide du nombre de cas humains, *D. repens* est une zoonose émergente dans le nord-est de l'Europe. La prévalence des infections à *D. repens* chez les chiens et les humains en Suisse est inconnue.

L'introduction de la PCR des filaires dans le laboratoire d'analyse permet depuis 2016 de faire une distinction fiable entre *D. immitis* et *D. repens*. L'acide nucléique total (ADN et ARN) a été extrait de 200 µl de sang EDTA sans enrichissement préalable, suivi d'un test PCR en temps réel spécifique à l'espèce. Les résultats des analyses de la dirofilariose de 2016 à 2021 ont été examinés dans une étude rétrospective descriptive et la proportion de tests positifs par an (prévalence avec un intervalle de confiance de 95 %) a été calculée. En outre, des échantillons de sang de 50 chiens importés en Suisse ont été analysés dans le cadre d'une étude transversale exploratoire pour la présence de dirofilaires.

Aucun cas positif à *D. repens* n'a été trouvé au cours des deux premières années suivant l'introduction de la PCR. En 2018, cinq des 546 échantillons analysés (5/546, 0,9 %, intervalle de confiance à 95 % [95 % CI]=0,7–1,2 %) ont été testés positifs pour *D. repens*, en 2019 quatre des 591 (0,7 %, CI 95 % = 0,5–0,9 %), en 2020 15 des 783 (1,9 %, CI 95 % = 1,6–2,3 %) et en 2021 onze des 1058 échantillons (1,0 %, CI 95 % = 0,8–1,3 %). Dans l'étude transversale exploratoire, quatre des 50 chiens examinés étaient positifs pour *D. repens* (8 %, CI à 95 % = 2,6–20,1 %). Un chien présentait une infection concomitante par *D. immitis* et *D. repens*. Les quatre chiens testés positifs avaient été importés de Hongrie.

Des infections potentiellement zoonotiques par *D. repens* se produisent chez des chiens vivant en Suisse. La surveillance de cette maladie devrait être davantage incluse dans les contrôles de santé de routine et dans les diagnostics différentiels chez les chiens importés. La profession vétérinaire peut ainsi assumer sa responsabilité dans la prévention des zoonoses dans le cadre d'une approche One Health.

**Mots clés:** Diagnostic, *Dirofilaria repens*, fréquence, chien, importation d'animaux, One Health

## Diffusione della dirofilariosi sottocutanea (*Dirofilaria repens*) nei cani in Svizzera

L'aumento dei viaggi degli ultimi decenni e l'importazione di cani dall'estero sono le cause di un aumento delle malattie infettive in Svizzera. La dirofilariosi, causata da *Dirofilaria immitis* o *D. repens*, è una di esse.

Un'infezione da *D. repens*, che causa la dirofilariosi sottocutanea canine, è spesso asintomatica nei cani, ma rappresenta un potenziale rischio di zoonosi per l'uomo e viene considerata una nuova zoonosi emergente nell'Europa settentrionale e orientale a causa del rapido aumento di casi nell'uomo. La prevalenza delle infezioni da *D. repens* nei cani e nell'uomo in Svizzera è sconosciuta.

L'introduzione della PCR per le filarie nel laboratorio di analisi a partire dal 2016 ha permesso una differenziazione affidabile tra *D. immitis* e *D. repens*. L'acido nucleico totale (DNA e RNA) è stato estratto da 200 µl di sangue EDTA senza arricchimento preliminare e analisi di PCR specie-specifiche in tempo reale sono state effettuate. In uno studio retrospettivo descrittivo sono state esaminate le analisi delle filarie dal 2016 al 2021 ed è stata calcolata la proporzione di test positivi per anno (prevalenza con intervallo di confidenza del 95 %). Inoltre, i campioni di sangue di 50 cani importati in Svizzera sono stati analizzati in uno studio trasversale esplorativo sulla presenza di dirofilaria.

Nei primi due anni dopo l'introduzione della PCR non è stato riscontrato alcun caso positivo alla *D. repens*. Tra il 2018 e il 2021, 5/546 (0,9 %, intervallo di confidenza al 95 % [95 % CI]=0,7–1,2 %), 4/591 (0,7 %, 95 % CI=0,5–0,9 %), 15/783 (1,9 %, 95 % CI=1,6–2,3 %) e 11/1058 (1,0 %, 95 % CI=0,8–1,3 %) campioni analizzati sono risultati positivi alla *D. repens*. Nello studio trasversale esplorativo, quattro dei 50 cani esaminati sono risultati positivi a *D. repens* (8 %, 95 % CI=2,6–20,1 %). Un cane aveva un'infezione concomitante con *D. immitis* e *D. repens*. Tutti e quattro i cani positivi al test erano stati importati dall'Ungheria.

Infezioni potenzialmente zoonotiche da *D. repens* sono presenti nei cani che vivono in Svizzera. Queste dovrebbero essere più frequentemente incluse nei controlli della salute e nelle diagnosi differenziali dei cani importati. In questo modo, la professione veterinaria può adempiere alla sua responsabilità nella prevenzione delle zoonosi nel quadro di un approccio One Health.

**Parole chiave:** Diagnostica, *Dirofilaria repens*, frequenza, cane, importazione di animali, One Health

Vorkommen des Hautwurms *Dirofilaria repens* bei Hunden in der Schweiz

C. Rohrer Kaiser, P. Müller, J. Zinsstag

Vorkommen des  
Hautwurms *Dirofilaria  
repens* bei Hunden in der  
Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag

## Literaturnachweis

- 1 American Heartworm Society. Heartworm Guidelines. [www.heartwormsociety.org](http://www.heartwormsociety.org) (accessed 15.12.2022).
- 2 Baneth G, Thamsborg SM, Otranto D, Guillot J, Blaga R, Deplazes P, Solano-Gallego L: Major parasitic zoonoses associated with dogs and cats in Europe. *J Comp Pathol.* 2016; 155(1 Suppl 1): 54–74.
- 3 Capelli G, Genchi C, Baneth G, Bourdeau P, Brianti E, Cardoso L, Danesi P, Fuehrer HP, Giannelli A, Ionică AM et al: Recent advances on *Dirofilaria repens* in dogs and humans in Europe. *Parasit Vectors.* 2018; 11(1): 663.
- 4 Ciuca L, Vismarra A, Lebon W, Beugnet F, Morchon R, Rinaldi L, Cringoli G, Kramer L, Genchi M: New insights into the biology, diagnosis and immune response to *Dirofilaria repens* in the canine host. *Vet Parasitol X.* 2020; 4: 100029.
- 5 Deplazes P, Joachim A, Mathis A, Strube C, Taubert A, von Samson-Himmelstjerna G, Zahner H: Parasitologie für die Tiermedizin. Thieme, Stuttgart, Deutschland. 2020.
- 6 Di Cesare A, Braun G, Di Giulio E, Paoletti B, Aquilino V, Bartolini R, La Torre F, Meloni S, Drake J, Pandolfi F et al: Field clinical study evaluating the efficacy and safety of an oral formulation containing milbemycin oxime/praziquantel (Milbemax®, Novartis Animal Health) in the chemoprevention of the zoonotic canine infection by *Dirofilaria repens*. *Parasit Vectors.* 2014; 7: 347.
- 7 Diaz JH: Increasing risks of human dirofilariasis in travelers. *J Travel Med.* 2015; 22(2): 116–123.
- 8 European Scientific Counsel Companion Animal Parasites (ESCCAP). Diagnostik-Leitfaden «Helminthen» Hunde und Katzen. [www.esccap.org/diagnostikleitfaden.pdf](http://www.esccap.org/diagnostikleitfaden.pdf) (accessed 15.12.2022).
- 9 European Society of Dirofilariasis and Angiostrongylosis (ESDA). Guidelines for clinical management of canine heartworm disease. [www.esda.vet/canine-heartworm-disease.pdf](http://www.esda.vet/canine-heartworm-disease.pdf) (accessed 15.12.2022).
- 10 Fioretti DP, Diaferia M, Grelloni V, Maresca C: Canine filariasis in Umbria: An update of the occurrence one year after the first observation of autochthonous foci. *Parassitologia.* 2003; 45(2): 79–83.
- 11 Fuehrer H, Morelli S, Unterköfler MS, Bajer A, Bakran-Lebl K, Dwuznik-Szarek D, Farkas R, Grandi G, Heddergott M, Jokelainen P, Knific T, Leschnik M, Miterpáková M, Modrý D, Huus Petersen H, Skirnisson K, Vergles Rataj A, Schnyder M, Christina Strube: *Dirofilaria* spp. and *Angiostrongylus vasorum*: Current Risk of Spreading in Central and Northern Europe. *Pathogens* 2021; 10: 1268. doi.org/10.3390/pathogens10101268 (accessed 15.12.2022).
- 12 Genchi C, Genchi M, Petry G, Kruedewagen EM, Schaper R: Evaluation of the efficacy of imidacloprid 10% / moxidectin 2,5% (Advocate®, Advantage® Multi, Bayer) for the prevention of *Dirofilaria repens* infection in dogs. *Parasitol Res.* 2013; 112(Suppl 1): 81–89.
- 13 Genchi C, Kramer L: Subcutaneous dirofilariasis (*Dirofilaria repens*): An infection spreading throughout the Old World. *Parasit Vectors.* 2017; 10(Suppl 2): 517.
- 14 Genchi C, Kramer LH: The prevalence of *Dirofilaria immitis* and *D. repens* in the Old World. *Vet Parasitol.* 2020; 280: 108995.
- 15 Genchi C, Mortarino M, Rinaldi L, Cringoli G, Traldi G, Genchi M: Changing climate and changing vector-borne disease distribution: The example of *Dirofilaria* in Europe. *Vet Parasitol.* 2011; 176(4): 295–299.
- 16 Genchi C, Rinaldi L, Mortarino M, Genchi M, Cringoli G. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet Parasitol.* 2009; 163(4): 286–292.
- 17 Hasler S, Grimm F, Thiel MA, Müller NJ, Eberhard R, Bosch MM: Swiss patient with a subconjunctival *Dirofilaria repens*. *Klin Monbl Augenheilkd.* 2010; 227(4): 332–333.
- 18 Iglódyová A, Miterpáková M, Hurníková Z, Antolová D, Dubinský P, Letková V: Canine dirofilariosis under specific environmental conditions of the Eastern Slovak Lowland. *Ann Agric Environ Med.* 2012; 19(1): 57–60.
- 19 Jones KE, Patel NG, Levy MA, Storeygard A, Balk D, Gittleman JL, Daszak P: Global trends in emerging infectious diseases. *Nature.* 2008; 451(7181): 990–993.
- 20 Liu J, Drexel J, Andrews B, Eberts M, Breitschwerdt E, Chandrashekar R: Comparative evaluation of 2 in-clinic assays for vector-borne disease testing in dogs. *Top Companion Anim Med.* 2018; 33(4): 114–118.
- 21 Magnis J, Lorentz S, Guardone L, Grimm F, Magi M, Naucke TJ, Deplazes P: Morphometric analyses of canine blood microfilariae isolated by the knott's test enables *Dirofilaria immitis* and *D. repens* species-specific and *Acanthocheilonema* (syn. *Dipetalonema*) genus-specific diagnosis. *Parasit Vectors.* 2013; 6: 48.
- 22 McCall JW, Genchi C, Kramer LH, Guerrero J, Venco L: Heartworm disease in animals and humans. *Adv Parasitol.* 2008; 66: 193–285.
- 23 Muñoz C, González M, Rojas A, Martínez-Carrasco C, Baneth G, Berriatua E, Ortiz J: Massive microfilaremia in a dog subclinically infected with *Acanthocheilonema dracunculoides*. *Parasitol Int.* 2020; 76: 102070.
- 24 Otranto D, Brianti E, Gaglio G, Dantas-Torres F, Azzaro S, Giannetto S: Human ocular infection with *Dirofilaria repens* (railliet and henry, 1911) in an area endemic for canine dirofilariasis. *Am J Trop Med Hyg.* 2011; 84(6): 1002–1004.
- 25 Pacifico L, Ferrari N, Romeo C, Buono F, Varuzza P, Sgroi G, Neola B, Buch J, Beall M, Breitschwerdt EB et al: Haematological and biochemical abnormalities in hunting dogs infected with *Acanthocheilonema reconditum*, associated risk factors, and a European overview. *Parasitol Res.* 2021; 120(6): 2109–2124.
- 26 Pampiglione S, Rivasi F: Human dirofilariasis due to *Dirofilaria (Nochtiella) repens*: An update of world literature from 1995 to 2000. *Parassitologia.* 2000; 42(3–4): 231–254.
- 27 Pampiglione S, Rivasi F, Angeli G, Boldorini R, Incensati RM, Pastormerlo M, Pavesi M, Ramponi A: Dirofilariasis due to *Dirofilaria repens* in Italy, an emergent zoonosis: Report of 60 new cases. *Histopathology.* 2001; 38(4): 344–354.
- 28 Petruschke G, Rossi L, Genchi C, Pollono F: Canine dirofilariasis in the Canton of Ticino and in the neighboring areas of northern Italy. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2001; 143(3): 141–147.
- 29 Petry G, Genchi M, Schmidt H, Schaper R, Lawrenz B, Genchi C: Evaluation of the adulticidal efficacy of imidacloprid 10% / moxidectin 2,5% (w/v) spot-on (Advocate®, Advantage® Multi) against *Dirofilaria repens* in experimentally infected dogs. *Parasitol Res.* 2015; 114(Suppl 1): 131–144.
- 30 Sachs L: *Angewandte Statistik : Anwendung statistischer Methoden.* Springer Verlag, Berlin, Deutschland. 1984.

- <sup>31</sup> Sałamatin RV, Pavlikovska TM, Sagach OS, Nikolayenko SM, Korniyushin VV, Kharchenko VO, Masny A, Cielecka D, Konieczna-Sałamatin J, Conn DB et al: Human dirofilariasis due to *Dirofilaria repens* in Ukraine, an emergent zoonosis: Epidemiological report of 1465 cases. *Acta Parasitol.* 2013; 58(4): 592–598.
- <sup>32</sup> Schweizerische Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz (STVT). Illegaler Hundeimport. Bern, CH [www.stvt.ch/ilegaler-hundeimport/](http://www.stvt.ch/ilegaler-hundeimport/) (accessed 10.12.2022).
- <sup>33</sup> Silaghi C, Beck R, Capelli G, Montarsi F, Mathis A: Development of *Dirofilaria immitis* and *Dirofilaria repens* in *Aedes japonicus* and *Aedes geniculatus*. *Parasit Vectors.* 2017; 10(1): 94.
- <sup>34</sup> Simón F, Diosdado A, Siles-Lucas M, Kartashev V, González-Miguel J: Human dirofilariosis in the 21st century: A scoping review of clinical cases reported in the literature. *Transbound Emerg Dis.* 2021: 1–16.
- <sup>35</sup> Stillman BA, Monn M, Liu J, Thatcher B, Foster P, Andrews B, Little S, Eberts M, Breitschwerdt EB, Beall MJ et al: Performance of a commercially available in-clinic ELISA for detection of antibodies against *Anaplasma phagocytophilum*, *Anaplasma platys*, *Borrelia burgdorferi*, *Ehrlichia canis*, and *Ehrlichia ewingii* and *Dirofilaria immitis* antigen in dogs. *J Am Vet Med Assoc.* 2014; 245(1): 80–86.
- <sup>36</sup> Tahir D, Davoust B, Parola P: Vector-borne nematode diseases in pets and humans in the Mediterranean Basin: An update. *Vet World.* 2019; 12(10): 1630–1643.
- <sup>37</sup> Tasić A, Rossi L, Tasić S, Miladinović-Tasić N, Ilić T, Dimitrijević S: Survey of canine dirofilariosis in Vojvodina, Serbia. *Parasitol Res.* 2008; 103(6): 1297–1302.
- <sup>38</sup> Willi B: Wie gefährlich sind Importhunde – Importhunde und Zoonosen. Paper presented at: Jubiläumskongress 200 Jahre GST. Bern, Switzerland, 2013.
- <sup>39</sup> Zinsstag J, Schelling E., Crump, L., Whittaker, M., Tanner, M., and Stephen, C: One Health: The theory and practice of integrated health approaches (2nd edition). Wallingford: CABI. 2020.
- <sup>40</sup> Zinsstag J, Utzinger J, Probst-Hensch N, Shan L, Zhou XN: Towards integrated surveillance-response systems for the prevention of future pandemics. *Infect Dis Poverty.* 2020; 9(1): 140.

Vorkommen des  
Hautwurms *Dirofilaria*  
*repens* bei Hunden in der  
Schweiz

C. Rohrer Kaiser,  
P. Müller, J. Zinsstag

## Korrespondenzadresse

C. Rohrer Kaiser  
Institut für Epidemiologie, Biostatistik und  
Prävention der Universität Zürich (EBPI)  
Hirschengraben 84  
CH-8001 Zürich  
Mobile: +41 79 561 50 74  
E-Mail: [cecile.rohrer@bluewin.ch](mailto:cecile.rohrer@bluewin.ch)