



## Undersøgelse af forekomst og hyppighed af blæreorm, hjerteorm, lungeorm og zoonotiske parasitter hos danske mårhunde

Petersen, Heidi Huus; Jensen, Laura Mark; Chriél, Mariann

*Publication date:*  
2019

*Document Version*  
Også kaldet Forlagets PDF

[Link back to DTU Orbit](#)

*Citation (APA):*  
Petersen, H. H., Jensen, L. M., & Chriél, M. (2019). *Undersøgelse af forekomst og hyppighed af blæreorm, hjerteorm, lungeorm og zoonotiske parasitter hos danske mårhunde*. Kgs. Lyngby: Danmarks Tekniske Universitet (DTU).

---

### General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

# Undersøgelse af forekomst og hyppighed af blæreorm, hjerteorm, lungeorm og zoonotiske parasitter hos danske mårhunde.



Heidi Huus Petersen, Laura Mark Jensen, Mariann Chriél

Januar 2019

**Undersøgelse af forekomst og hyppighed af blæreorm, hjerteorm, lungeorm og zoonotiske parasitter hos danske mårhunde.**

Rapport 2019-1

2019

Af

Heidi Huus Petersen, Laura Mark Jensen, Mariann Chriél

Copyright: Hel eller delvis gengivelse af denne publikation er tilladt med kildeangivelse

Udgivet af: Veterinærinstituttet, Kemitovet, Bygning 202, 2800 Kgs. Lyngby

Rekvireres: [www.vet.dtu.dk](http://www.vet.dtu.dk)

# Indhold

1. Indledning .....	4
2. Metode.....	4
3. Beskrivelse af parasitterne.....	8
4. Beskrivelse af flåtbårne sygdomme.....	19
5. Korrekt håndtering af døde levende og mårhunde.....	23
Referencer .....	25

# 1. Indledning

Mårhunden blev første gang registret i naturen i Danmark i 1980 ved Vejle. Siden da har bestanden af mårhunde været stærkt stigende i Danmark til trods for en plan om udryddelse af arten gennem en intensiv bekæmpelsesindsats.

Mårhunde deler værtskab for flere parasitter med hjemmehørende vilde dyr, husdyr og mennesker. I kraft af at bestanden af mårhunde øges med risiko for spredning til andre områder i Danmark, kan der være en risiko for spredning af parasitter til disse områder og øget prævalens af parasitinfektioner.

På den baggrund har vi i 2018 undersøgt for danske mårhunde for endoparasitter som kan smitte til andre dyr og mennesker. Endvidere er der gennemført undersøgelser af status for flåtbårne sygdomme.

Mårhunde er undersøgt for følgende parasitter:

- *Alaria* sp.
- *Capillaria plica*
- Hjerte/lungeorm
- *Trichinella* sp.
- *Toxoplasma gondii* (antistoffer)

Mårhunde er undersøgt for følgende flåtbårne sygdomme:

- *Anaplasma phagocytophilum*
- *Babesia* spp. (*B. divergens*, *B. microti*, *B. canis*, *B. venatorum*, *Babesia* EU1)
- *Borrelia* spp. (*B. garinii*, *B. afzelii*, *B. spielmanii*, *B. valaisiana*, *B. lusitaniae*, and *B. miyamotoi*, *B. burgdorferi* sensu strictu)
- *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*
- *Coxiella burnetii*
- *Francisella tularensis*
- *Rickettsia Helvetica*
- Spotted fever group (SFG)

# 2. Metode

De undersøgte mårhunde er indsamlet gennem mårhundereguleringsjægere og lokale vildtkonsulenter i Naturstyrelsen og obduceret på DTU Veterinærinstituttet (DTU-VET).

## 2.1 Parasit-undersøgelser

Materiale til undersøgelse for parasitter er udtaget under obduktion på DTU-VET.

Mårhundene er undersøgt for *Alaria* æg i afføringen via sedimentering. Sedimentering foregår ved, at afføringsprøven opløses i vand, herefter henstår prøven således at de tunge *Alaria* æg falder til bunds og kan suges op, hvorved de isoleres fra fækale flydepartikler. Prøven undersøges mikroskopisk og det noteres om *Alaria* æg er til stede.

Infektion med *Capillaria plica* blev påvist ved at påvise æg i urinen. Urinen udtages fra blæren og denne centrifugeres. Overskydende urin fjernes og der tilsættes flotationsvæske til bundfaldet. Blandingen overføres til et tællekammer hvor æggene flyder til tops og kan identificeres mikroskopisk. Var der ikke urin i blæren blev denne skyllet med sterilt vand og prøven blev derefter behandlet som hvis det var urin. Det noteres om *C. plica* æg er til stede.

Hjerte/lungeorm påvises enten ved makroskopisk at påvise ormene enten i hjertet eller i lungerne, eller ved at skylle lungerne med sterilt vand. Ved skylning henstår blandingen til sedimentering i et spidsbundet glas og efterfølgende suges evt. lungeorm op fra bunden. Prøven undersøges mikroskopisk for tilstedeværelsen af larver. Det noteres om larverne er af arterne *Angiostrongylus vasorum*, *Crenosoma vulpis* eller umiddelbar uidentificerbar art. Uidentificerbare lungeorm er gemt på frys for efterfølgende artsidentificering via sekventering.

Der er undersøgt for *Trichinella* ved magnetomrører-metode. Ved denne metode undersøges muskelprøver fra 10 dyr samtidig. Muskelvævet fordøjes med pepsin, hvorved evt. tilstedeværende muskeltrikiner frigøres fra muskulaturen. Det fordøjede kød henstår til sedimentering i en tragt i 30 min, hvorefter de nederste 40 ml aftappes. Væsken henstår i yderlige 10 min og de 30 øverste ml fjernes. De resterende 10 ml undersøges via mikroskopi for tilstedeværelsen af trikinlarver.

Mårhundene undersøges for antistoffer mod *T. gondii* via ELISA kit (ID Screen Toxoplasmosis Indirect Multi-species, IDvet, Grabels, Frankrig) ved at følge producentens anvisning.

I tabel 1 ses antal undersøgte mårhunde for hver af overstående parasitter, samt prævalensen og fordelingen af positive dyr per region. Antallet af mårhunde undersøgt for de forskellige parasitter varierer da ikke alt materiale fra alle mårhunde er egnet til undersøgelse. Der er

inkluderet resultater fra mårhunde undersøgt for hjerte/lungeorm og blæreorm fra både 2017 og 2018.

**Tabel 1.** Antal undersøgte og positive mårhunde (

Parasit	Total	Positive	%	Region
<i>Alaria sp.</i>	238	79	33,2	Nordjylland 40% Midtjylland 35% Sydjylland 33%
<i>Capillaria plica</i>	498	2	0,5	Sydjylland
<b>Hjerte/lungeorm</b>				
<i>Angiostrongylus vasorum</i>	476	1	0,2	Midtjylland
<i>Crenosoma vulpis</i>	476	0	0,0	-
Andre lungeorm	476	48	10,1	Nordjylland 3% Midtjylland 9% Sydjylland 5%
<i>Trichinella</i>	233	0	0,0	-
<i>Toxoplasma</i>	227	97	42,7	Nordjylland 52% Midtjylland 26% Sydjylland 46%

## 2.2 Flåtbårne sygdomme

Mårhundene blev kæmmet for flåter primært ved øjenregionen samt bug og inderlår. I alt blev der indsamlet 564 flåter fra 41 mårhunde. I alt er 190 flåter (150 larver og 40 nymfer) fra 15 mårhunde testet for flåtbårne sygdomme via Fluidigm RT-PCR, hvoraf både larver og nymfer er testet fra fire mårhunde.

### 2.2.1 DNA-ekstraktion

Flåterne blev vasket i 70 % ethanol og herefter 2 x 5 min i sterilt vand. Til de vaskede flåter blev der tilsat 75 µl inkuberingsbuffer (D920), 75 µl lysisbuffer (MC501) samt 3 mm tungstens beads (Qiagen), og flåterne blev homogeniseres i en TissueLyser II (Qiagen, Hilden, Germany). DNA blev efterfølgende isoleret ved brug af Maxwell 16 LEV Blood DNA kit (Promega, Madison, Wisconsin, USA) ifølge producentens anvisninger med få modifikationer (prøverne blev inkuberet ved 56°C natten over).

### 2.2.2 Screening for flåtbårne patogener via Fluidigm realtime-PCR (RT-PCR)

Flåterne er undersøgt for tilstedeværelsen af de ovenforstående bakterielle og parasitiske patogener (se afsnit 1) via BioMark RT-PCR systemet (Fluidigm, San Francisco, California, USA).

Disse patogener er udvalgt da de anses for de mest almindelig flåtbårne sygdomme og er tidligere fundet i danske flåter. Før undersøgelsen, blev DNA'et præ-amplificeret i en mastermix bestående af 2,5 µL TaqMan PreAmp Master Mix (2X), 1,2 µL poolet primer mix og 1,3 µL flåt DNA. Prøverne kørte én cyklus ved 95°C i 10 min, 14 cykler ved 95°C i 15 s og 4 min ved 60°C.

Det præ-amplificerede DNA blev fortyndet 5 gange i vand før RT-PCR er udført med FAM- and black hole quencher (BHQ1)-labeled TaqMan probes med TaqMan Gene Expression Master Mix i overensstemmelse med fabrikantens anvisninger (Applied Biosystems, Foster City, California, USA). De afsluttende cykler udføres som følger: 50°C i 2 min, 95°C i 10 min, 40 cykler ved 95°C i 15 s, og ved 60°C i 15 s.

Resultaterne er opnået gennem BioMark RT-PCR systemet og analyseret ved at anvende et Fluidigm RT-PCR Analyse software.

I tabel 2 og 3 ses resultaterne for flåtbårne sygdomme for hhv. undersøgte larver og nymfer.

**Tabel 2.** Antal undersøgte og positive mårhunde (larver) for flåtbårne patogener via Fluidigm RT-PCR.

Patogen	Total	Positive	%	Region (antal)
<i>Anaplasma phagocytophilum</i>	15	3	20	Nordjylland 1 Sydjylland 2
<i>Babesia spp.</i>	15	0	0,0	-
<i>Babesia EU1</i>	15	1	6,7	Midtjylland 1
<i>Borrelia spp.</i>	15	0	0,0	-
<i>Borrelia miyamotoi</i>	15	1	6,7	Sydjylland 1
<i>Candidatus Neoehrlichia mikurensis</i>	15	0	0,0	-
<i>Coxiella burnetii</i>	15	0	0,0	-
<i>Francisella tularensis</i>	15	0	0,0	-
<i>Neoehrlichia mikurensis</i>	15	1	6,7	Midtjylland 1
<i>Rickettsia helvetica</i>	15	9	60	Nordjylland 1 Midtjylland 2 Sydjylland 6
Spotted Fever Group	15	7	46,6	Nordjylland 1 Midtjylland 1 Sydjylland 5



**Tabel 3.** Antal undersøgte og positive mårhunde (nymfer) for flåtbårne patogener via Fluidigm RT-PCR.

Patogen	Total	Positive	%	Region
<i>Anaplasma</i>	4	1	75	Sydjylland 1
<i>Babesia</i> spp.	4	0	0	-
<i>Babesia</i> EU1	4	0	0	-
<i>Borrelia</i> spp.	4	0	0	-
<i>Borrelia miyamotoi</i>	4	0	0	-
<i>Candidatus Neoehrlichia mikurensis</i>	4	0	0	-
<i>Coxiella burnetii</i>	4	0	0	-
<i>Francisella tularensis</i>	4	0	0	-
<i>Neoehrlichia mikurensis</i>	4	1	25	Sydjylland
<i>Rickettsia helvetica</i>	4	2	50	Sydjylland 2
Spotted Fever Group	4	2	50	Sydjylland 2

### 3. Beskrivelse af parasitterne

#### 3.1 *Alaria* sp.

- **Morfologi:**

*Alaria* er en typisk bladformet ikte. Den voksne orm er 3-6 mm lang og 1-2 mm brede. *Alaria* har, ligesom de fleste andre ikter, sugeskåle på undersiden af kroppen som bruges til at indtage føde med. *Alaria* æg er brunlige og måler 98-125 µm x 62-81 µm. Udover æg og voksne orm har *Alaria* også stadiene miracidium (fritsvømmende stadie med fibrehår), cercarier (fritsvømmende stadie med bevægelig hale), mesocercaria (muskelstadie i bl.a. mellemværter og parateniske værter) og metacercarier (lungestadie i hovedvært).

- **Hovedvært:**

Vilde rovdyr i hundefamilien, herunder ræv og mårhund<sup>1</sup>. Derudover er *Alaria* er påvist hos tamme rovdyr, både hunde og katte<sup>2</sup>.

- **Mellemvært:**

1. mellemvært er ferskvandsnegle og 2. mellemvært er padder. Herudover kan en lang række vertebrater, herunder vildsvin og mennesker, fungere som parateniske værter, også kaldet transportværter.

- **Hvor i dyret findes parasitten:**

I hovedværten opholder de voksne *Alaria* orm sig i tyndtarmen. Hos de parateniske værter kan *Alaria* forekomme i muskulaturen i hele kroppen.

- **Sygdomssymptomerne, diagnostik og behandling:**

I og med *Alaria* kan forekomme i muskulaturen i hele kroppen, afhænger symptomerne i humane tilfælde også af hvor mange parasitter, der er i kroppen og hvor de er lokaliseret. Smittede individer kan udvise lungesygdomme, såsom bronkospasmer og åndenød. Anafylaksis chok med dødelig udgang kan forekomme. Det er svært at diagnosticere infektion i parateniske værter, da det kræver man påviser *Alaria* i muskulaturen, mens der kan påvises æg i afføringen hos hovedværter. Der er ingen kendt behandling.

- **Livscyklus:**

De voksne ikter i tyndtarmen hos hovedværten lægger æg som udskilles med afføringen. Æggene har brug for vand, for at larven, kaldet miracidium, kan udvikles inde i ægget. Efter 2 uger i vand, klækker ægget og larven frigives og trænger ind i 1. mellemvært (ferskvandsnegl). I sneglen reproducerer larven sig og efter næsten 1 års udvikling, frigives cercarier til vandet. Cercarierne kan bevæge sig i vandet og opsøger derved den 2. mellemvært (haletudse, frøer eller andre padder), hvor de udvikles til mesocercaria (fig. 1). Hovedværten inficeres når den æder en inficeret padde. I hovedværten vandrer mesocercarierne gennem tarmvæggen og videre til lungerne og bliver til metacercarier. Disse hostes op og sluges og udvikles til voksne ikter tyndtarmen<sup>1</sup>.

Indtages inficerede padder af andre dyr end hovedværten kan disse agere som såkaldte parateniske værter. I tilfældet med de parateniske værter kan mesocercarierne overleve i værten, men de undergår ingen videre udvikling. I stedet vandrer mesocercarierne gennem tarmvæggen og bosætter sig i muskulaturen i forskellige organer. Her ligger de i en dvaletilstand indtil dyret bliver spist af en potentiel hovedvært, hvorved udviklingen kan fortsætte. Det betyder, at selv om dyr fra hundefamilien ikke spiser padder, kan de alligevel blive inficeret, da *Alaria* forbliver smittefarlig for hovedværten i den parateniske vært. Smitten kan også videreføres fra en paratenisk vært til en anden, fx hvis mennesker spiser rått eller ikke gennemstegt vildsvin<sup>1</sup>.



**Figur 1:** *Alaria alata* mesocercarier isoleret fra muskulaturen fra danske vildsvin.

- **Samspil mellem vilde dyr og husdyr og tidligere fund:**

I denne undersøgelse er der påvist *Alaria* æg i afføringen hos næsten 30 % af dyrene. Dette er lavere end i et tidligere dansk studie hvor prævalens var på næsten 70 %<sup>3</sup>. Dog kan det konkluderes at *Alaria* er almindelig forekommende i danske mårhunde. Den høje forekomst i mårhunde skyldes sandsynligvis mårhundes fødepræference, som bl.a. inkluderer padder<sup>4</sup>. Med det store antal mårhunde som udskiller æg til omgivelser, giver det anledning til et stort antal inficerede padder og dermed grundlag for spredning til parateniske værter herunder både mennesker og husdyr. I enkelte danske hegninger med vildsvin er *Alaria* tidlige blevet påvist hos mere end 50 % af vildsvinene, mens vildsvin i andre hegninger var negative<sup>5</sup>. Endvidere er ca. 60 % af danske grævlinger fundet positive for *Alaria*<sup>6</sup>. Risikoen for smitte til mennesker er størst ved konsum af ikke varmebehandlet vildsvinekød (>60°C).

### 3.2 *Capillaria plica* - blæreorm.

- **Morfologi:**

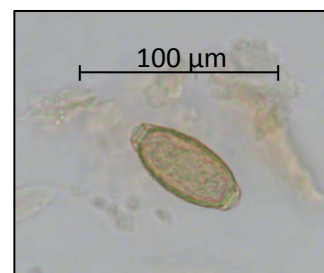
Tynde, filamentøse, hårlignende orm på ca. 13-40 mm. Æggene er tøndeformet med polpropper i begge ender (fig. 2).

- **Hovedværter:**

Især hunde og ræve, dog er blæreorm lejlighedsvis observeret hos andre rovdyr, herunder mårhunde.

- **Mellemvært(er):**

Regnorme af slægterne *Lumbricus* eller *Dendrobaena*.



**Figur 2:** *Capillaria plica* æg.

- **Hvor i dyret findes parasitten:**

De voksne orm findes i blæren og nyrerne, dog kan de også opholde sig i urinrøret og nyrebækken.

- **Sygdomssymptomerne, diagnostik og behandling:**

Hos hunde kan infektion med *C. plica* føre til blod i urinen, blærebetændelse og vandladningsbesvær, dog er infektionen ofte symptomfri. Infektion med *C. plica* diagnosticeres ved at påvise æg i urinen<sup>7</sup>. Ved obduktion er det observeret at blæren hos positive dyr ofte er stor, slap og urinfyldt (fig. 3). Infektionen kan behandles med ormemiddel.



Figur 3: Slap blære fyldt med urin.

- **Livscyklus:**

Livscyklus er indirekte med regnormen som mellemvært. Æg fra *C. plica* frigives fra hovedværten med urinen, hvorefter de optages af mellemværten. Æggene klækker i regnormens tarm og første stadie larverne borer sig gennem tarmvæggen, hvor de bliver indlejret i bindevæv i hele regnormens krop. Hvis regnorme bliver spist af en hovedvært, fx ræv, hund eller lign. udvikler larverne sig til anden stadie larver, der borer sig gennem tarmvæggen på værten, og udvikler sig til tredje stadie larver. Disse larver føres med kredsløbet til nyrerne. Derfra bevæger de sig gennem urinlederen til urinblæren. Ca. 30 dage efter infektion kan tredje- og fjerde stadie larver ses i urinblæren. Her modnes de til voksne orm, som reproducerer sig, hvorefter befrugtede æg frigives til miljøet med urinen ca. 60 dage efter infektion i ca. 2,5 måneder<sup>7</sup>.

- **Samspil mellem vilde dyr og husdyr og tidligere fund:**

Hypigheden af *C. plica* infektion i ræve blev i 2006 vurderet til 80.5 % i forbindelse med et undersøgelse af parasit-infektionerne i danske ræve<sup>8</sup>. Dette tyder på, at en betydelig del af den danske population af ræve er smittet med blæreorm. Da ræve ofte søger efter føde i nærheden af menneskers boligområder er de også tæt på hunde, og dermed er der en væsentlig risiko for at smitten overføres til hunde gennem inficerede regnorme. I Danmark er mårhunde ikke tidligere undersøgt for blæreorm, men et litauisk undersøgelse har påvist blæreorm hos 11,3 % af mårhunde<sup>9</sup>. Denne undersøgelse har bekræftet, at også hos

danske mårhunde er forekomsten lav. Dette skyldes måske ringere egenskaber som hovedvært, da tidligere undersøgelser af fødevalg hos mårhunde har vist en større fund af regnorm end hos tilsvarende undersøgelser i danske ræve<sup>4</sup>.

### 3.3 Hjerte-lungeorm

Danske rovdyr kan være inficeret med flere arter af hjerte/lungeorm, herunder beskrives dog kun de to mest almindelige hjerte-lungeorm under danske himmelstrøg, nemlig fransk hjerte-lungeorm (*Angiostrongylus vasorum*) og rævens lungeorm (*Crenosoma vulpis*).

#### ***Angiostrongylus vasorum* – fransk hjerteorm**

- **Morfologi:**

De voksne orm er 1,5 – 2,0 cm lange. Hunnerne har et karakteristisk (for blodsugende orm) udseende med hvide ovarier som slynger sig om den blodfyldte tarm (fig. 4).

- **Hovedvært:**

Primært hunde og ræve, men den er også påvist hos mårhunde.

- **Mellemvært(er):**

En lang række landsnegle som forekommer almindeligt i parker, haver og skove, herunder små havesnegle, vinbjergsnegle og "nøgne" snegle. Frøer, som spiser inficerede snegle, kan endvidere fungere som paratenisk vært.

- **Hvor i dyret findes parasitten:**

Navnet hjerteorm skyldes, at de voksne orm befinder sig i hovedværtens højre hjertekammer samt lungernes blodkar. De kan forekomme så talrigt, at de store blodårer kan være helt tilstoppede (fig. 5).

- **Sygdomssymptomerne, diagnostik og behandling:**



Figur 4: *Angiostrongylus vasorum* hunorm.

*Angiostrongylus vasorum* forårsager sygdommen angiostrongylose. Hos hunde, angiostrongylose være en lunefuld sygdom, kan være svær at opdage, og den kan nemt forveksles med andre sygdomme, da der kan forekomme mange forskellige symptomer. I fald kan en infektion med fransk hjerteorm hunde alvorlige hjerte-og lungeproblemer døden til følge, hvis infektionen ikke opdages behandles i tide.



**Figur 5:** *Angiostrongylus vasorum* i hjertet hos hund.

kan  
der  
  
værste  
give  
med  
og

De mest almindelige symptomer er luftvejsproblemer, som hoste, åndedrætsbesvær og hurtig vejrtrækning. Andre symptomer, som jævnligt ses, er appetitløshed, ændring i adfærd, nedstemthed og vægttab.

Der er efterhånden udviklet en lang række test til undersøgelse for hjerte-lungeorm, enten via identifikation af larver i afføringen eller påvisning af antistoffer i blodet. Parasitten kan behandles med ormemiddel.

- **Livscyklus:**

Værten smittes ved at spise en snegl inficeret med larver. Når sneglen fordøjes i maven og tarmene, frigives larverne. I tyndtarmen borer larverne sig igennem tarmvæggen og føres med lymfevæsken til højre hjertekammer, hvor de vokser og bliver til kønsmodne orm. Det tager ca. 5-7 uger fra en snegl indtages, til de voksne orm begynder at udskille æg. Æggene føres med blodet til lungerne, hvor de klækker. Larverne hostes derefter op i svælget og synkes for til sidst at blive udskilt med afføringen. De voksne orm kan leve i værten i årevis og producere æg og larver, med mindre værten bliver så syg, at den dør. Derfor er det vigtigt, at afføring fra hunde samles op og lægges i skraldespand.

- **Samspil mellem vilde dyr og husdyr og tidligere fund:**

Nordsjælland og hovedstadsområdet er i årevis blevet betragtet som en enzootisk lokalitet. Tidligere undersøgelser har vist, at mere end halvdelen af rævene i disse områder er inficeret<sup>10</sup>. Det antages at smitten er bragt til området med hunde. Da rævene i byområdet oftest befinder sig tæt på eller i samme områder som hundene, spiller de utvivlsomt en vigtig rolle som reservoirtænder for infektion i hunde. Endvidere kan

subklinisk inficerede hunde sprede infektionen rundt i Danmark, når afføringen ikke samles op. Da kun en enkelt mårhund ud af de 476 undersøgte var positive for fransk hjerteorm, kan mårhunde øjensynligt ikke betragtes som en sandsynlig reservoirvært for spredning af fransk hjerteorm.

## ***Crenosoma vulpis* – rævens lungeorm**

- **Morfologi:**

De voksne er tynde og hvide 0,4 - 1,5 cm lange orm. Hanormen er mindre end hunormen. Første stadie larver udskilles med afføringen, og er 265 – 330 µm lange med spids hale (fig. 5).

- **Hovedvært:**

Primært ræve og hunde, men er dokumenteret hos andre vildtlevende rovdyr, herunder mårhunde.

- **Mellemvært(er):**

Ligesom med fransk hjerteorm, er mellemværten en lang række landsnegle.

- **Hvor i dyret findes parasitten:**

De voksne orm opholder sig i bronchier og bronchioler.

- **Sygdomssymptomerne, diagnostik og behandling:**

Det dominerende symptom på infektion med *C. vulpis* hos hunde er kronisk hoste, nedstemhed og let feber. Der kan forekomme lungebetændelse og øget slimdannelse. Værtens almenbefindende påvirkes ofte ikke synderligt, og infektion med rævens lungeorm hos ræve giver kun sjældent anledning til alvorlig sygdom. *Crenosoma vulpis* diagnosticeres ved at påvise første stadie larver i afføringen. Parasitten kan behandles med ormemediel.

- **Livscyklus:**

Efter indtagelse af inficeret mellemvært, vandrer tredje stadie larverne gennem tarmvæggen, hvorfra de via leveren og lungekredsløbet føres til bronchioler og bronchier, hvor de færdigudvikles og etablerer sig som voksne lungeorm.



**Figur 5:** *Crenosoma vulpis* larve fra gødningen fra ræv.

- **Samspil mellem vilde dyr og husdyr og tidligere fund:**

Ligesom med fransk hjerteorm, er rævens lungeorm højprævalent i ræve i Nordsjælland og hovedstadsområdet. Forekomsten af *C. vulpis* i rævepopulationen må antages at opretholde infektionen inden for et givet område, samt bidrage til eventuel spredning af smitten. Da rævene i byområdet oftest befinder sig tæt på eller i samme områder som hundene spiller de utvivlsomt en vigtig rolle som reservoirtværter for infektion i hunde. Endvidere kan subklinisk inficerede hunde sprede infektionen, hvis afføringen ikke samles op. Ingen af de undersøgte mårhund var smittet med rævens lungeorm og mårhunde kan derfor ikke betragtes som en sandsynlig reservoirtvært for spredning af rævens lungeorm.

### 3.4 *Toxoplasma gondii*

- **Morfologi:**

*Toxoplasma gondii* er en protozoisk parasit med fire stadier; tachyzoitter (2 x 6 µm), bradyzoitter (1-3 x 6-8 µm), sporozoitter (2 x 6-8 µm) og oocyster (11 x 13 µm).

- **Hovedvært:**

Katte.

- **Mellemvært:**

Kan sandsynligvis inficere alle varmblodede dyr (pattedyr og fugle) og mennesker. I virkeligheden er disse ikke ægte mellemværter, da en mellemvært er defineret som et nødvendigt led i transmissionen af parasitten. For *T. gondii* er mellemværten ikke nødvendig for videreførelsen af parasitten.

- **Hvor i dyret findes parasitten:**

Encysteret i muskeltvæv og det centrale nervesystem (CNS). Hos katten findes parasitten i tarmcellerne, hvor den kønslige reproduktion finder sted og resulterer i oocyster, som udskilles med afføringen.

- **Sygdomssymptomerne og diagnostik:**

Human infektion med *T. gondii* er meget almindelig, dog er klinisk sygdom stort set begrænset til få risikogrupper (medfødt toxoplasmose, toxoplasmose hos immunkompromitterede mennesker). De fleste tilfælde af *T. gondii* infektioner hos raske



mennesker forløber uden symptomer<sup>11</sup>. I særlige tilfælde, kan infektion med *Toxoplasma* hos gravide kvinder forårsage abort eller medfødt sygdom.

- **Livscyklus:**

*T. gondii* reproducerer sig både ved aseksuel og seksuel formering og smittevejen kan være både direkte og indirekte. Katten er eneste hovedvært, mens alle varmblodede dyr kan være mellemværter. *Toxoplasma gondii* kan overføres fra hovedvært til mellemvært, fra mellemvært til hovedvært, og mellem hovedværter og mellem mellemværter. Det er uvist hvilken smittevej der er vigtigst epidemiologisk. Livscyklus kan fortsætte på ubestemt tid ved transmission af vævscyster mellem mellemværter (selv i mangel af hovedværter) og ved overførsel af oocyster mellem hovedværter (selv i mangel af mellemværter).

*T. gondii* har tre infektiøse stadier i sin livscyklus: tachyzoitter, bradyzoitter i vævscyster og sporulerede oocyster. Alle tre stadier er smittefarlige for både hovedværter og mellemværter. Smitten kan foregå ved 1) oral indtagelse af sporulerede oocyster udskilt med gødningen fra katte, 2) ved oral indtagelse af vævscyster med bradyzoitter fra rådt eller kød som ikke er gennemstegt fra mellemværter, og 3) ved transplacentral overførsel af tachyzoitter. Tachyzoitter kan også overføres via mælken fra mor til afkom hos flere mellemværter.

- **Samspil mellem vilde dyr og husdyr og tidligere fund:**

*T. gondii* er udbredt i de fleste områder af verden og er af betydning både veterinær og human-medicinsk betydning. Det er uvist hvilken betydning *Toxoplasma* har for f.eks. svin. Dog har undersøgelser af minipigs vist, at infektionen kan resultere i abort<sup>12</sup>.

### 3.5 *Trichinella*

- **Morfologi:**

Hunormene er 3-4 mm og hanormene er ca. 1,5 mm lange. Trikinlarver (vandretrikiner), der er ganske små og ikke synlig med det blotte øje (ca. 0,1 mm).

**Hovedvært:** Trikinen kan smitte næsten alle varmblodede dyr, herunder mennesket. Trikiner er unikke ved at samme værtsdyr fungerer både som hovedvært og mellemvært, idet de voksne orm producerer afkom, som ikke forlader værtsdyret.

- **Mellemvært:**

I hovedvært.

- **Hvor i dyret findes parasitten:**

For de fleste trikinarters vedkommende ligger trikinlarverne sammenrullet og indkapslet i muskelfibre (fig. 7).

- **Sygdomssymptomerne, diagnostik og behandling:**

Trikiner påfører sjældent dyr kliniske symptomer, men mennesker kan få alvorlige symptomer, evt. med dødsfald. Nogle trikinarter er der mere patogene end andre. Tarmtrikiner kan give anledning til kvalme, diarre og bugsmarter. Vandretrikinernes indtrængen i muskelcellen giver anledning til allergisk betonedede reaktioner og



**Figur 7:** *Trichinella spiralis* sammenrullet og indkapslet i musklerne fra en mus.

betændelsesreaktion. Muskeltrikiner giver anledning til muskelsmerter, muskelsvaghed, og evt. respirationsbesvær afhængigt af hvilke muskler de befinder sig i.

Trikiner diagnosticeres hos døde dyr ved fordøjelse af kødet, hvorved de indkapslede larver frigøres og kan identificeres mikroskopisk. Hos levende dyr og mennesker kan infektionen diagnosticeres ved en blodprøve eller muskelbiopsi. *Trichinella* behandles ikke hos dyr, derimod aflives dyret hvis der påvises trikiner.

- **Livscyklus:**

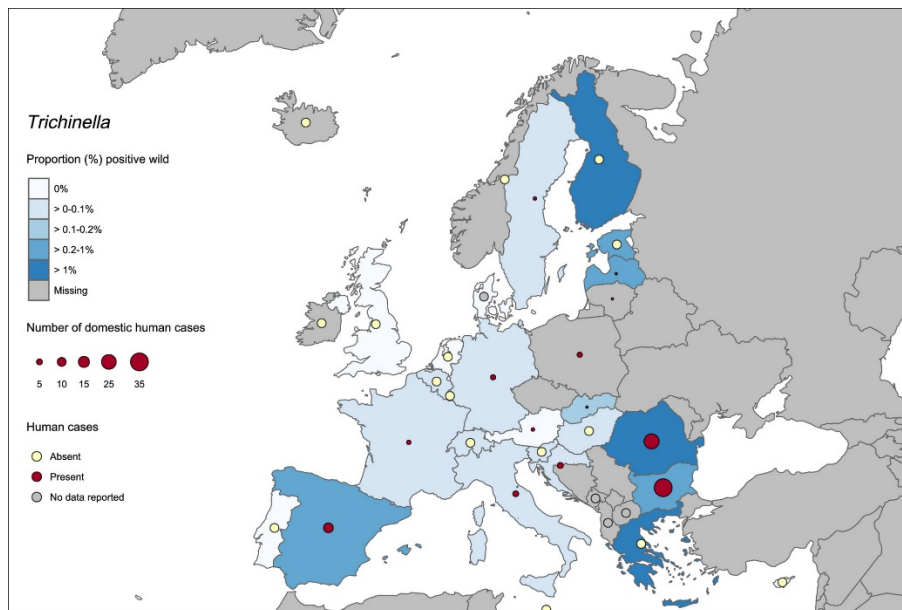
Smitte fra en vært til en anden, sker ved indtagelse af rått eller utilstrækkeligt varmebehandlet kød med trikiner. Når kødet spises og derefter fordøjes i maven, frigøres larverne, og disse larver udvikler sig til voksne rundorm i tyndtarmen. De voksne orm kaldes tarmtrikiner. De bevæger sig i tarmvæggens celler, hvor de optager næring fra værtsdyret. Hannen kan parre sig mindst 2 gange, inden den udstødes fra tarmen. Hunnen er efter parring befrugtet for resten af sin livstid (uger til måneder), idet hun kan opbevare sæden i et sædgemme. Æggene føres gennem en livmoder (uterus), hvor de klækkes og bliver til larver. Det er disse trikinlarver, der fødes gennem kønsåbningen. Hunnen borer sin forende ind i tarmvæggen og frigør de nyfødte trikinlarve, der kaldes vandretrikiner. Vandretrikinerne borer sig ind i de store lymfekar og overføres derefter til blodbanen. Med blodet føres vandretrikinerne rundt i kroppen, indtil de kommer til deres foretrukne

opholdssted: den tværstribede muskulatur. Vandrettrikinerne søger mod muskler med stor blodgennemstrømning, og i mange værtsdyrarter findes trikiner derfor især i mellemgulvsmuskulaturen, ribbens-, tunge- og tyggemuskulatur. Disse muskelgrupper kaldes for trikinens prædilektionssteder (dvs. de foretrukne steder), og det kan variere mellem værtsdyrarterne. Når vandrettrikinen er nået frem til et passende sted muskelcelle, trænger ind i cellen og vokser til en længde på ca. 1 mm, ruller sig sammen og bliver omgivet af en beskyttende kapsel.

Trikinlarven, der nu er inde i muskelcellen, kaldes en muskeltrikin (figur 7). Det er først, når trikinen er blevet til muskeltrikin, at den er smittefarlig, dvs. tidligst ca. 3-4 uger efter indtagelse af smittet kød. Muskeltrikinen befinder sig i en hvilefase, hvor den kan overleve op til flere årtier sammenrullet i den samme muskelcelle.

- **Samspil mellem vilde dyr og husdyr og tidligere fund:**

Da *Trichinella* har et bredt værtspektrum, kan det være svært at kontrollere infektionen i vilde dyr, og gnavere i svinestalde kan bringe smitten til svin. Under naturlige forhold forbliver muskeltrikinen smittefarlig i lang tid - for nogle arter op til flere måneder - selv efter at det omgivende kød er stærkt forrådneth, da kapslen omkring larven beskytter den mod ydre påvirkning. *Trichinella* har ikke været påvist i svin i Danmark siden 1930. I 2008 blev der dog påvist *T. pseudospiralis* i en vild mink fra Bornholm. *Trichinella* findes dog i landene omkring (fig. 8). I delstaten Mecklenburg-Vorpommern i Nordtyskland er der noteret en stigende prævalens af *Trichinella* i vildsvin, samt prævalens på 4 % i mårhunde og 1 % i ræve. I Sverige er *Trichinella* påvist i både mårhund, ræve, ulve, vildsvin, brun bjørn, los og jærv med prævalenser på mellem 1,5 % og 9,5 %.



**Figur 8.** Humane *Trichinella*-tilfælde og prævalens i vildt (vildsvin, rød ræv, brun bjørn, andet vildt), 2016<sup>13</sup>.

## 4. Beskrivelse af flåtbårne sygdomme



**Figur 9.** Voksen hunskovflåt (*Ixodes ricinus*).  
Foto: Rene Bødker, DTU Veterinærinstituttet.

Skovflåten (*Ixodes ricinus*) er den mest udbredte flåt i Danmark<sup>14</sup>. Den har tre livscyklusstadier, og for hver stadiet behøver flåten et blodmåltid fra en vært. Skovflåten er opportunistisk i alle stadier, hvilket betyder at både larver, nymfer og voksne flåter kan findes på mårhundene. Hver gang flåten tager et blodmåltid, kan den på samme tid erhverve sig flere forskellige bakterier, vira og parasitter: enten gennem blodmåltidet fra sin vært, som kan være bære af flere

infektioner, eller ved overførelse gennem 'co-feeding', hvor flåter kan inficere hinanden gennem spyt<sup>15</sup>. Nedenfor følger en kort beskrivelse af de patogener som flåterne er undersøgt for.

### 4.1 *Anaplasma phagocytophila*

*Anaplasma phagocytophila* er en obligat intracellulær, gram-negativ bakterie. Den betegnes som en bakteriel zoonose og kan forårsage sygdommen anaplasmose. Bakterien overføres

mellem værter via flåter. Sygdommen ses oftest i dyr som hund, kat, hest får og kvæg, men kan i sjældne tilfælde også forekomme hos mennesker i de to humane former:

Human granulocytær ehrlichiose (HGE)

Human monocytær ehrlichiose (HME)

Symptomerne ses primært som milde influenzalignende symptomer som feber, hovedpine, slaphed, og muskel- og ledsmerter, men er som regel uden symptomer.

Prøverne viste, at i alt 10 larve (fra 3 mårhund) ud af de 150 undersøgte var positive for *Anaplasma*.

## 4.2 *Babesia*

*Babesia* er en protozoisk parasitten som forårsager sygdommen babesiose. Skovflåten fungerer som mellemvært for parasitten<sup>27</sup>. *Babesia*-slægten omfatter over 100 arter som er infektive for vilde dyr, såvel som domesticerede. Dog er babesiose globalt bedst kendt som en kvægsygdom. Udover at være en velkendt kvæg-parasit, er *Babesia* i stigende grad også anerkendt som en zoonose. I Europa er der dog kun rapporteret få tilfælde af human babesiose.

Der er endnu ikke rapporteret om tilfælde af babesiose opstået i Danmark, men i 2007 blev det første tilfælde af indført *Babesia microti* rapporteret i Danmark<sup>29</sup>. I dette studie blev der kun påvist *Babesia* EU1. *Babesia* EU1 blev første rapporteret hos to mænd fra henholdsvis Italien og Østrig<sup>28</sup>. Dog viste vores undersøgelser at blot én larve ud af de 150 undersøgte var bærer af *Babesia* EU1, og vi kan på det grundlag konkludere, at mårhunde ikke udgør stor opformeringsrisiko for Babesiose

- **Hovedvært:**

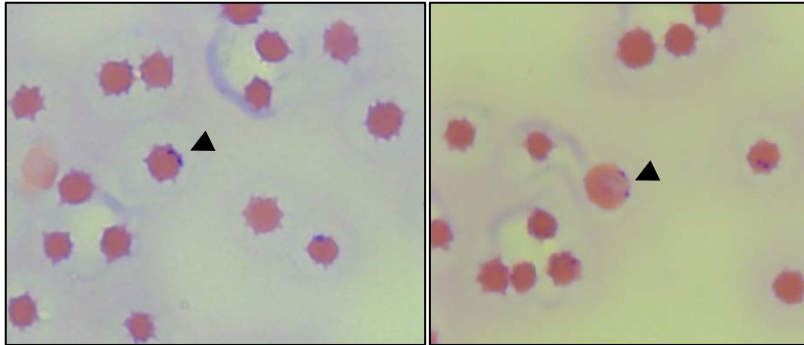
Både vilde dyr og domesticerede samt mennesker.

- **Mellemvært:**

*Babesia* overføres mellem modtagelige værter med flåter af slægten *Ixodes*, dog har de enkelte *Babesia* arter forskellige flåt-arter som vektor, hvorfor udbredelsen af *Babesia*-arter hænger sammen med udbredelsen af den tilhørende flåt art.

- **Hvor i dyret findes parasitten:**

I hovedværten opholder *Babesia* sig i de erythrocytterne (røde blodlegemer) (Fig. 10).



Figur 10. Udstrygningspræparat af *Babesia divergens* (sort pil) i erythrocytter fra kvæg.

- **Sygdomssymptomerne og diagnostik:**

Symptomerne ved infektion med *Babesia* EU1 er malarialignende, eventuel med blod i urinen, men kan også være mere beskedne, hvis mængden af parasitter er lav.

Diagnosen stilles ved påvisning af parasitter i blod.

#### 4.3 *Borrelia*

*Borrelia* er en bakterie slægt tilhørende rækken spirokæter. De humane *Borrelia* bakterier består af to hovedgrupper: Lyme borreliose gruppen som indeholder de *Borrelia* arter som forårsager borreliose/lyme disease, og relapsing fever-inducing gruppen som indeholder *Borrelia* arter som forårsager tilbagevendende feber<sup>22</sup>. I mårhundene i dette studie er påvist *B. miyamotoi* som tilhører den sidstnævnte gruppe. *Borrelia miyamotoi* er en spiralformet spirokæt (bakterie), som overføres via flåter. De mest almindelige symptomer er influenzalignende som feber og træthed i nogle tilfælde med tilhørerne ledsmerter og svær hovedpine<sup>23</sup>. I Europa er *B. miyamotoi* vidt udbredt i habitater hvor skovflåten er hjemmehørende<sup>24</sup>.

De undersøgte prøver i dette studie viste, at blot én larve ud af de 150 undersøgte var positiv for *B. miyamotoi*, og da der ikke er fundet andre *Borrelia* spp., må det antages at mårhundene ikke udgør stor opformeringsrisiko for *Borrelia* infektion.

#### 4.4 *Candidatus Neoehrlichia mikurensis*

*Neoehrlichia mikurensis* er en bakterie der tilhører familien Anaplasmataceae, slægten *Anaplasma*. Bakterien kan forårsage inflammatorisk sygdom i mennesker med symptomer som hovedpine, opkast, kvalme og muskelsmerter. Gnavere er primære reservoir værter, men bakterien er vidt udbredt i pattedyr og fugle, både vilde og domesticerede<sup>25</sup>. *Neoehrlichia mikurensis* blev første gang identificeret som en human patogen i en Svensk patient i 2010<sup>26</sup>. Selvom bakterien første gang blev isoleret og analyseret i 1999, er det endnu ikke lykkedes at kultivere og studere den<sup>25</sup>.

Undersøgelserne i dette studie viste, at blot én larve ud af de 150 undersøgte var positiv for *N. mikurensis*, og vi kan på det grundlag konkludere, at mårhunde ikke udgør stor opformeringsrisiko.

#### 4.5 *Coxiella burnetii*

*Coxiella burnetii* tilhører familien Coxiellaceae, slægten *Coxiella*. Den er en obligat intracellulær, gram-negativ bakterie som forårsager sygdommen Q feber. *Coxiella burnetii* er særdeles resistent over for miljøbelastninger såsom høje temperatur, osmotisk tryk og ultraviolet lys. Den kan endvidere overleve almindelige desinfektionsmidler. Der blev ikke påvist *C. burnetii* i flåterne.

#### 4.6 *Francisella tularensis*

*Francisella tularensis* tilhører familien Francisellaceae, slægten *Francisella*. Det er en lille, aerob, gram-negativ stavbakterie som forårsager sygdommen tularæmi (harepest). *Francisella tularensis* kan inficerer gnavere, fugle, hunde, katte, svin og mennesker. Hos smittede gnavere er der stor dødelighed. Harepest forekommer i Nordamerika, Asien og Europa og ses hyppigt i Sverige og Norge. I Danmark er harepest senest blev konstateret i en hare på Bornholm i december 2015 og i en hare ved Roskilde i maj 2016. De hyppigste symptomer er pludselig høj feber, sløvhed, appetitløshed, muskelsmerter og sår dannelse på regionale lymfeknuder. Er smitten sket via en myg eller en flåt, ses efter kort tid, op til et par dage, en lokal hævelse eller byld på stedet. Bylden kan briste og danne sår. Senere hæver den nærmeste lymfeknude op og denne kan ligeledes briste og danne sår.

## 4.7 Spotted Fever Group

Rickettsia-slægten tilhører familien Rickettsiaceae, slægten Rickettsia. Slægten Rickettsia er opdelt i 4 grupper: Spotted fever group (SFGR), tyfusgruppen, 'ancestral' gruppen og 'transitional' gruppen. I dette studier er der kun undersøgt for *Rickettsia* tilhørende SFGR. SFGR består af ca. 20 arter, bl.a. *Rickettsia helvetica* (se 4.1.1 nedenfor)<sup>16</sup>.

Alle Rickettsia er Gram-negative, obligate intracellulære bakterier som opformerer i det vaskulære endothelium. SFGR kan overføres til mennesker via leddyr, ofte flåter, og kan forårsage alvorlige sygdomme med letale konsekvenser. De fleste tilfælde er dog milde med symptomer som hovedpine, feber, myalgi og udslet.

Vi har undersøgt for spotted fever group rickettsia uden at skelne mellem de forskellige arter, dog er *R. helvetica* undersøgt for sig selv.

### 4.1.1 *Rickettsia helvetica*

*Rickettsia helvetica* er tidligere påvist i danske flåter<sup>17</sup>. Derudover blev der i 2006 påvist et tilfælde af *R. helvetica* associeret meningitis hos en svensk patient<sup>18</sup>. Dog er infektion med *R. helvetica* oftest symptomfri eller med milde symptomer som feber, hovedpine og muskel- og ledsmerter<sup>19</sup>.

Det er tidligere vist at større dyr som hjorte og vildsvin kan agere som reservoir værter for *R. helvetica*<sup>20,21</sup>, og vores resultater viser, at det samme gør sig gældende for danske mårhunde da 60% var positive.

## 5. Korrekt håndtering af mårhunde.

Mårhunden er en invasiv art der forekommer i hele Jylland og tillige er fundet enkelte gange på Fyn. Mårhunden ønskes bekæmpet hvor den forekommer i Danmark. I forbindelse med bekæmpelsesindsatsen kommer jægere og hunde i fysisk kontakt med mårhunde.

Der bør altid udvises stor forsigtighed og strenge hygiejniske forholdsregler ved håndtering af døde mårhunde, således at man beskytter sig mod smitte med sygdomme, der kan overføres til mennesker. WHO (Verdenssundhedsorganisationen) oplyser, at ca. 60% af de sygdomsfremkaldende agens der diagnosticeres hos mennesker, kommer fra dyr og denne andel er stigende.



Som påvist i dette studie er mårhunden modtagelig for sygdomme og parasitter, der kan smitte til andre dyrearter i den danske fauna, men også til mennesker og husdyr. Der er dog ikke kendskab til, at mårhunden har introduceret nye smitsomme sygdomme til Danmark.

Af de tre undersøgte zoonoser (*Alaria*, *Trichinella* og *Toxoplasma*), var mårhundene positive for *Toxoplasma* og *Alaria*. *Toxoplasma* kan overføres til mennesker og andre dyr ved indtagelse af rått eller utilstrækkeligt varmebehandlet kød. Mårhundene udskiller *Alaria* æg ved infektion. Æggene er ikke direkte infektive for mennesker, da de skal overføres gennem indtagelse af rått kød fra en mellemvært.

Da flåter er opportunistiske, kan flåter fra mårhundene godt fortsætte jagten på et blodmåltid på mennesker. Derfor anbefales det, at håndtering af døde og levende mårhunde sker iført lange bukser, støvler og langærmet overtøj og gerne iført handsker. Det anbefales desuden, at man tjekker sin krop for flåter efter håndteringen og fjerner dem hurtigst muligt for at undgå flåtbid.

Generelt bør man altid bruge handsker ved håndtering af døde rovdyr, vask hænderne grundigt med sæbe og lunkent vand efter håndtering af dyret, undgå at spise og drikke mens arbejdet med vildt pågår. For de ovennævnte zoonoser sker smitten gennem munden og man bør overveje brug af mundbind, da støv i pelsen kan indeholde æg.

Ved håndtering af levende dyr bør man altid anvende handsker, da dyrene kan udskille æg fra rævens dværgbændelorm og disse kan smitte mennesker.

Der er ikke krav i lovgivningen i dag omkring bortskaffelse af døde mårhunde, hvorfor de kan efterlades, hvor dyret er nedlagt. Hvis dyr har været transporteret, bør det bortskaffes ved enten at nedgrave det eller afleveres til renovation/destruktion, da mårhunde kan have parasitter som kan smitte til andre vilde dyr og husdyr. Det er altid jægerens ansvar at sikre korrekt bortskaffelse.

## Referencer

1. Möhl, K. *et al.* Biology of *Alaria* spp. and human exposition risk to *Alaria* mesocercariae—a review. *Parasitol. Res.* **105**, 1–15 (2009).
2. Johnson, E. M. *et al.* Prevalence of *Alaria* infection in companion animals in north central Oklahoma from 2006 through 2015 and detection in wildlife. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **250**, 881–886 (2017).
3. Al-Sabi, M. N. S., Chriél, M., Jensen, T. H. & Enemark, H. L. Endoparasites of the raccoon dog (*Nyctereutes procyonoides*) and the red fox (*Vulpes vulpes*) in Denmark 2009–2012 – A comparative study. *Int. J. Parasitol. Parasites Wildl.* **2**, 144–151 (2013).
4. Mikkelsen, D. M. G. *et al.* Mårhundens (*Nyctereutes procyonoides*) føde og fødeoverlap med hjemmehørende rovdyr i Danmark. *Flora og Fauna* **122**, 101–114 (2016).
5. Enemark, H. L., Al-Sabi, M. N. S., Takeuchi-Storm, N., Larsen, G. & Chriél, M. High prevalence of *Alaria alata* in farmed wild boars (*Sus scrofa*) in Denmark – preliminary results of ongoing surveillance of zoonotic parasites. in *25th International Conference of the World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology* (2015).
6. Takeuchi-Storm, N., Al-Sabi, M. N. S., Thamsborg, S. M. & Enemark, H. L. *Alaria alata* Mesocercariae among Feral Cats and Badgers, Denmark. *Emerg. Infect. Dis.* **21**, 1872–4 (2015).
7. Senior, D. F., Solomon, G. B., Goldschmidt, M. H., Joyce, T. & Bovee, K. C. *Capillaria plica* infection in dogs. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* **176**, 901–5 (1980).
8. Saeed, I., Maddox-Hyttel, C., Monrad, J. & Kapel, C. M. O. Helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) in Denmark. *Vet. Parasitol.* **139**, 168–179 (2006).
9. Bružinskaitė-Schmidhalter, R. *et al.* Helminths of red foxes (*Vulpes vulpes*) and raccoon dogs (*Nyctereutes procyonoides*) in Lithuania. *Parasitology* **139**, 120–127 (2012).
10. Willingham, A. L., Ockens, N. W., Kapel, C. M. O. & Monrad, J. A helminthological survey of wild red foxes (*Vulpes vulpes*) from the metropolitan area of Copenhagen. *J. Helminthol.* **70**, 259 (1996).

11. Tenter, A. M., Heckerroth, A. R. & Weiss, L. M. *Toxoplasma gondii*: from animals to humans. *Int. J. Parasitol.* **30**, 1217–1258 (2000).
12. Jungersen, G., Bille-Hansen, V., Jensen, L. & Lind, P. Transplacental transmission of *Toxoplasma gondii* in minipigs infected with strains of different virulence. *J. Parasitol.* **87**, 108–113 (2001).
13. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and food-borne outbreaks in 2016. *EFSA J.* **15**, (2017).
14. Kjær, L. J. *et al.* Predicting and mapping human risk of exposure to *Ixodes ricinus* nymphs in northern Europe using climatic and environmental data. *Euro Surveill.* (2018).
15. Piesman, J. & Happ, C. M. The efficacy of co-feeding as a means of maintaining *Borrelia burgdorferi*: a North American model system. *J. Vector Ecol.* **26**, 216–20 (2001).
16. Wood, H. & Artsob, H. Spotted Fever Group Rickettsiae: A Brief Review and a Canadian Perspective. *Zoonoses Public Health* **59**, 65–79 (2012).
17. Nielsen, H. *et al.* Serological and molecular evidence of *Rickettsia helvetica* in Denmark. *Scand. J. Infect. Dis.* **36**, 559–563 (2004).
18. Nilsson, K., Elfving, K. & Pahlson, C. *Rickettsia helvetica* in patient with meningitis, Sweden, 2006. *Emerg. Infect. Dis.* **16**, 490–2 (2010).
19. Parola, P. & Raoult, D. Ticks and tickborne bacterial diseases in humans: an emerging infectious threat. *Clin. Infect. Dis.* **32**, 897–928 (2001).
20. Inokuma, H. *et al.* Detection of *Rickettsia helvetica* DNA from Peripheral Blood of Sika Deer (*Cervus nippon yezoensis*) in Japan. *J. Wildl. Dis.* **44**, 164–167 (2008).
21. Sprong, H. *et al.* *Ixodes ricinus* ticks are reservoir hosts for *Rickettsia helvetica* and potentially carry flea-borne *Rickettsia* species. *Parasit. Vectors* **2**, 41 (2009).
22. Cosson, J.-F. *et al.* Genetic characterization of the human relapsing fever spirochete *Borrelia miyamotoi* in vectors and animal reservoirs of Lyme disease spirochetes in France. *Parasit. Vectors* **7**, 233 (2014).
23. Krause, P. J., Fish, D., Narasimhan, S. & Barbour, A. G. *Borrelia miyamotoi* infection in nature and in humans. *Clin. Microbiol. Infect.* **21**, 631–639 (2015).

24. Crowder, C. D. *et al.* Prevalence of *Borrelia miyamotoi* in Ixodes ticks in Europe and the United States. *Emerg. Infect. Dis.* **20**, 1678–82 (2014).
25. Portillo, A., Santibáñez, P., Palomar, A. M., Santibáñez, S. & Oteo, J. A. 'Candidatus *Neoehrlichia mikurensis*' in Europe. *New microbes new Infect.* **22**, 30–36 (2018).
26. Welinder-Olsson, C., Kjellin, E., Vaht, K., Jacobsson, S. & Wennerås, C. First case of human Candidatus *Neoehrlichia mikurensis* infection in a febrile patient with chronic lymphocytic leukemia. *J. Clin. Microbiol.* **48**, 1956–9 (2010).
27. Stensvold, C. R. *et al.* *Babesia* spp. and other pathogens in ticks recovered from domestic dogs in Denmark. *Parasit. Vectors* **8**, 262 (2015).
28. Herwaldt, B. L. *et al.* Molecular characterization of a non-*Babesia divergens* organism causing zoonotic babesiosis in Europe. *Emerg. Infect. Dis.* **9**, 942–8 (2003).
29. Holler, J. G. *et al.* A case of human babesiosis in Denmark. *Travel Med. Infect. Dis.* **11**, 324–328 (2013).

## Tak til

Aktive jægere og medarbejdere i Naturstyrelsen takkes for deres indsats med indsamling af materiale til undersøgelse, samt til vildtkonsulenterne for at stille fryserne til rådighed.

Rene Bødker og Anastasia Isbrand takkes for analysering af flåter for flåtbårne sygdomme.

Boi-Tien Thi Pharm og Panchale Olsen takkes for analysering for parasitære infektioner.

Medarbejdere ved Center for Diagnostik takkes for indsamling af organmateriale til undersøgelse.