



Motolice velká v ekosystému Šumavy
Der Große Amerikanische Leberegel
im Böhmerwald-Ökosystem



NATIONALPARK
Bayerischer Wald

LWF

Texty/Texte:

Tomáš Peterka
Pavla Jůnková Vymyslická
Marc Velling
Frederik Franke
Wibke Peters
Marco Heurich
Suzanne van Beeck Calkoen
Barbora Filipová
Jan Mokrý
Martin Starý

Ilustrace/ Illustrationen:

Václava Podhráská (perokresby/Skizzen)
Pavel Procházka (barevná ilustrace/Farbabbildungen)

Fotografie/Fotos:

Tomáš Peterka
Marek Drha
Andrea Pohl
Luboš Beran
Melanie Müller

Mapy/Karten:

Marc Velling

Překlad/Übersetzung:

Pavel Bečka

Vydavatel/Verleger: Správa Národního parku Šumava, 2022.

Grafické zpracování a tisk/Grafische Bearbeitung und Druck:
TISKÁRNA ČERNÝ s.r.o., Černá v Pošumaví, www.tiskarna-cerny.eu

ISBN 978-80-87257-62-3

Obsah | Inhalt

Úvod	1
Einleitung	1
Vývojový cyklus	3
Lebenszyklus	5
Hostitelé	10
Die Wirte	10
■ Specifictí definitivní hostitelé (Definitive hosts)	10
■ Spezifische Endwirte (Definitive hosts)	11
■ Nespecifictí definitivní hostitelé (Dead-End Hosts)	12
■ Nebenwirte (Dead-End Hosts)	12
■ Netypictí hostitelé (Aberrant Hosts)	13
■ Irrwirte (Aberrant Hosts)	13
Mezihostitelé	18
Zwischenwirte	18
Historie rozšíření motolice v Evropě	20
Geschichte der Ausbreitung des Leberegels in Europa	21
Motolice velká v Národním parku Šumava	23
Der Große Amerikanische Leberegel im Nationalpark Šumava	26
Motolice velká v Národním parku Bavorský les a lesním závodě Neureichenau	27
Der Große Amerikanische Leberegel im Nationalpark Bayerischer Wald und Forstbetrieb Neureichenau	28
Přeshraniční výzkumný projekt	29
Grenzüberschreitendes Forschungsprojekt	31
Předběžné výsledky rozšíření fascioloidózy v ekosystému Šumavy	32
Vorläufige Ergebnisse zur Ausbreitung der Fascioloidose im Böhmerwald-Ökosystem	35
Modely predikce rozšíření mezihostitelů	38
Verbreitung der Zwischenwirte	38
Závěr a managementová doporučení	44
Fazit und Managementmaßnahmen	46

Úvod

Motolice velká (Obr. 1), někdy také obrovská (*Fascioloides magna*), je druh parazitického ploštěnce cizopasíciho převážně u volně žijících přežvýkavců severní polokoule. V Evropě není tento cizopasník původním druhem a to i přes to, že je tu doma více jak jedno století. Na území tehdejšího Československa byla motolice velká zavlečena na počátku 20. století společně s dovozy zvěře ze Severní Ameriky do oborních chovů, ze kterých se ale snadno dostala i do volné přírody. V první polovině 20. století byla zaznamenána i v severovýchodním Německu. Místo původních hostitelů severoamerického kontinentu našla motolice velká v Evropě hostitele nové. Úspěšně se šíří zejména za pomoci početného jelena evropského, který se stal v novém areálu jejím nejběžnějším a nejdůležitějším hostitelem. Pro dokončení životního cyklu motolice potřebuje ale i mezihostitele – vodního plže.

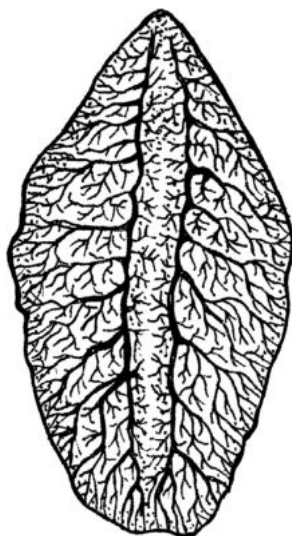
Infekce způsobované motolicí mají negativní vliv na hostitele, a to zejména v oborních a farmových chovech, kde se nákaza může snadněji koncentrovat. Infikovaní jedinci mohou chřádnout, ubývat na váze a v případě masivní infekce může docházet i k úhynům. Kvůli nebezpečí pro farmové chovy i divoké populace se motolice velká stala předmětem zájmu výzkumníků na obou stranách Šumavy. V této brožuře proto naleznete kromě obecných informací odrážejících současné poznání tohoto parazita, i první výsledky přeshraničního projektu s názvem „Hodnocení rizika infikování volně žijících zvířat invazivním parazitem motolicí obrovskou“.

Einleitung

Der Große Amerikanische Leberegel (*Fascioloides magna*) (Abb. 1) ist ein parasitärer Plattwurm, der als Endwirt hauptsächlich freilebende Wiederkäuer der nördlichen Erdhalbkugel parasitiert. Auch wenn der Parasit in Europa bereits vor mehr als einem Jahrhundert nachgewiesen wurde, gehört er nicht zu den heimischen Arten. Der Große Amerikanische Leberegel

wurde zu Beginn des 20. Jahrhunderts mit Wildtierimporten für die Gehegezucht aus Nordamerika in die ehemalige Tschechoslowakei eingeschleppt. Von dort aus verbreitete er sich und konnte in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts auch im Nordosten Deutschlands nachgewiesen werden. Anstelle der ursprünglichen Endwirte des nordamerikanischen Kontinents nutzt der Große Amerikanische Leberegel in Europa heimische Wirte. Die hier am häufigsten parasitierte Art ist der Rothirsch. Der Lebenszyklus des Großen Amerikanischen Leberegels beinhaltet neben einem Endwirt aber auch noch einen Zwischenwirt – eine aquatischen Schnecke.

Durch den Leberegel verursachte Infektionen wirken sich bei Wiederkäuern vor allem in der Gehegezucht negativ aus. Infizierte Individuen können an Gewicht verlieren, verkümmern, und bei einer massiven Infektion sogar



Obr. 1: *Motolice velká (kresba dospělce podle snímku z binokulární lupy)*

Abb. 1: *Großer Amerikanischer Leberegel (Zeichnung eines adulten Egels auf Grundlage einer Lupenansicht)*

verenden. Aufgrund seiner Gefahr für Zucht- und Wildtierbestände in der Böhmerwald-Region, ist der Große Amerikanische Leberegel zum Gegenstand der Forschung auf beiden Seiten der deutsch-tschechischen Grenze geworden. In dieser Broschüre finden Sie neben allgemeinen Informationen, die den aktuellen Wissensstand über diesen Parasiten widerspiegeln, auch die ersten Ergebnisse des grenzüberschreitenden Forschungsprojekts mit dem Titel „Risikoabschätzung für Wildtiere durch den invasiven Parasiten Großer Amerikanischer Leberegel“.

Vývojový cyklus

Životní cyklus motolice velké zahrnuje dva hostitele a několik larválních stádií. Na počátku vývojového cyklu je dospělý jedinec motolice, parazitující v játrech definitivního hostitele – například jelena. Tato motolice produkuje velké množství vajíček, která odcházejí trávicím traktem definitivního hostitele, a spolu s trusem se dostávají do vnějšího prostředí. Pokud se trus, a zejména v něm obsažená vajíčka, dostanou do vlhkého či rovnou do vodního prostředí, dojde k dalšímu vývoji (embryonaci). Ten je závislý na vnějších podmínkách, zejména na teplotě, a trvá v řádu několika týdnů. Během něho dochází k vývoji obrvené larvy (miracidia), která po otevření víčka vajíčko aktivně opouští. **Miracidium** (Obr. 2) je velmi krátkověké. Nepřežívá déle než jeden den. Během této doby se orientuje pomocí chemických i světelných signálů z okolí a pátrá po vhodném mezhlostiteli. Tím se stávají vodní plži z čeledi plovatkovitých (Lymnaeidae). Miracidia aktivně napadají plže, do kterého pronikají a přeměňují se na další vývojové stadium – **sporocystu** (Obr. 3).

Sporocysty dávají vzniknout až čtrnácti **materškým rediím** (Obr. 4). Ty jsou plně vyvinuté po týdnu až dvou a uvolňují se ze sporocysty. V každé materšské redii se může následně vyvinout až 9 **redií dceřiných** (Obr. 4), které materšskou redii také opustí. V dceřiných rediích se vyvíjejí **cerkárie**, kterých může být až 10. Cerkárie opouští dceřiné redie a dostávají se do okolního prostředí. Z jednoho miracidia vniklého do plže tak může po dvou měsících vzniknout i více jak 1 000 cercárií.

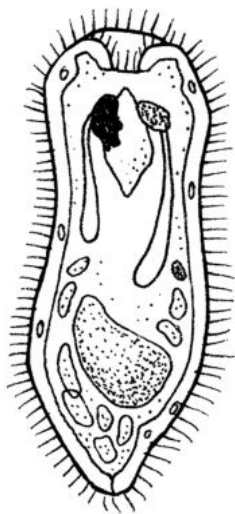
V našich klimatických podmínkách mohou nastávat první infekce plžů v přírodě již mezi únorem a březnem. Jednotlivá vývojová stádia ale v plži mohou přežít i zimu a vývoj pokračuje následující jaro. Fáze v mezipřehoditeli trvá přibližně dva a půl měsíce a ovlivňuje ji teplota.

Cerkárie ve vnějším prostředí několik málo hodin aktivně plavou a hledají vhodný podklad, na kterém by se mohly zapouzdřit a vytvořit tak **metacerkárii**. Obvykle se tak děje na vodní vegetaci, kde opouzdřené larvy dokáží životaschopné setrvat dlouhou dobu. Pokud panují příznivé vlhkostní podmínky, přežívají celé měsíce. V suchém prostředí hynou asi do dvou týdnů. Není bez zajímavosti, že nedostatečně usušené seno z vlhké louky se může stávat zdrojem infekce i v jinak motolice prostých chovech.

Definitivní hostitel se nakazí pozřením vegetace se zapouzdřenými metacerkáriemi. Ty v trávicím traktu ztrácí svůj ochranný obal a juvenilní motolice obvykle pronikají přes střevní stěnu do břišní dutiny. Odtud se, po asi dvou týdnech od pozření, dostávají do své cílové destinace – jater, kde rostou a dospívají. Ojediněle se mohou mladé motolice dostat i do jiných orgánů, jako jsou plíce nebo ledviny. V takovém případě ale motolice nedo-

sáhnou pohlavní dospělosti a přežívají jen omezenou dobu. V jaterní tkáni motolice migrují. Následkem jejich pohybu je značné poranění jaterního parenchymu. Parazit tak může výrazně oslabit hostitelský organismus a v určitých případech způsobit i smrt hostitele. Migrační trasy, vyplněné tmavým pigmentem jako odpadním produktem trávení motolic, jsou diagnostickým znakem tohoto onemocnění – fascioloidózy.

Obvykle po setkání dvou a více jedinců ustávají motolice v pohybu a imunitní systém hostitele kolem nich začne formovat obal z vazivové tkáně – pseudocystu. Uvnitř cysty motolice stráví zbytek života, pohlavně dospějí, začnou se rozmnožovat a uvolňovat



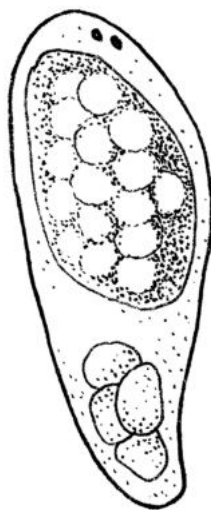
Obr. 2: *Miracidium*

Abb. 2: *Wimperlarve (Miracidium)*

vajíčka. Ačkoliv jsou motolice hermafrodité a jsou vybaveny oběma pohlavími, při rozmnožování preferují oplození odlišným jedincem. Pokud motolice nenajde další jedince, může být výjimečně zapouzďena i sama. Dospělé motolice dosahují velikosti až 35 x 100 milimetrů a v hostiteli mohou přežívat několik let. Pseudocysty kromě motolic dále obsahují mazlavou tmavě hnědou až černou kapalinu, složenou z rozpadlých těl motolic, odpadních látek, a velkého množství produkovaných vajíček. I tyto vazivové objekty, často vystupující na povrch jater, mohou sloužit jako určující znak infekce.

Lebenszyklus

Der Lebenszyklus der Großen Amerikanischen Leberegels umfasst zwei Wirte und einige Larvenstadien. Adulte Egel produzieren in der Leber ihres Endwirts eine große Anzahl Eier, die mit dem Kot des Endwirts ausgeschieden werden und sich in feuchter oder aquatischer Umgebung weiterentwickeln können. Die Entwicklung des 1. Larvenstadiums – der Wimpernlarve (**Mirazidium**) (Abb. 2) – ist abhängig von äußeren Bedingungen wie der Temperatur und dauert mehrere Wochen. Ist die Wimpernlarve voll entwickelt, verlässt sie nach dem Öffnen eines Deckels das Ei. Die freischwimmende Wimpernlarve ist sehr kurzlebig – ihre Überlebenszeit beträgt weniger als einen Tag. In dieser Zeit orientiert sie sich anhand von chemischen Signalen und anhand von Lichtreizen und sucht aktiv nach einem geeigneten Zwischenwirt. Als Zwischenwirt nutzt der Große Amerikanische Leberegel einige wenige Arten semi-aquatischer Schnecken aus der Familie der Schlamm Schnecken



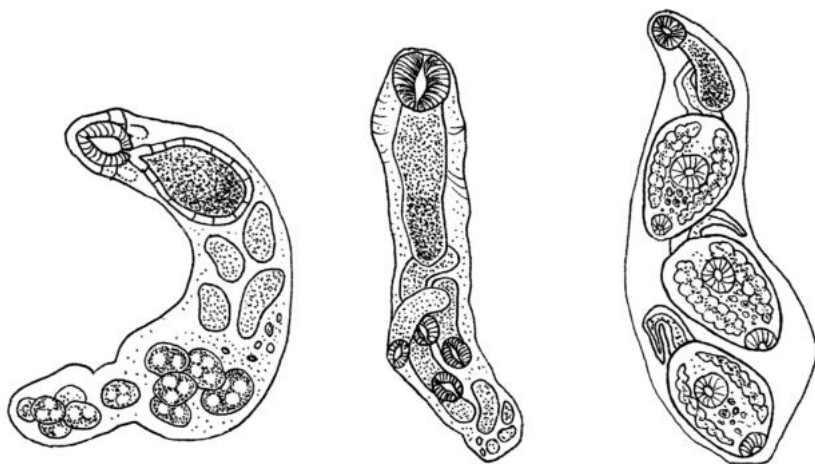
Obr. 3: Sporocysta

Abb. 3: Sporozyste

(Lymnaeidae). Hat die Parasitenlarve einen geeigneten Zwischenwirt gefunden, dringt sie über die Außenhaut in die Schnecke ein und entwickelt sich in dieser zu einer **Sporozyste** (Abb. 3).

Aus Sporozysten können bis zu 14 **Mutterredien** (Abb. 4) hervorgehen. Diese sind nach ein bis zwei Wochen voll entwickelt und werden von der Sporozyste in der Schnecke freigesetzt. In jeder Mutterredie können sich anschließend bis zu neun **Tochterredien** (Abb. 4) entwickeln, die die Mutterredie verlassen. In jeder Tochterredie entwickeln sich wiederum bis zu zehn **Zerkarien**. Die Zerkarien verlassen dann die Schnecke und sind in der Lage, sich frei im Wasser zu bewegen. Auf diese Weise können aus einem einzelnen Mirazidium innerhalb von zwei Monaten über 1.000 Zerkarien hervorgehen.

In unserem Klima kann es in der Natur bereits zwischen Februar und März zu ersten Schneckeninfektionen kommen. Einzelne Entwicklungsstadien können jedoch in der Schnecke auch den Winter überdauern und ihre Entwicklung im nächsten Frühjahr fortsetzen. Die Entwicklungsdauer in der Schnecke von der Sporozyste zur Zerkarie beträgt abhängig von der Außentemperatur ca. 2,5 Monate.



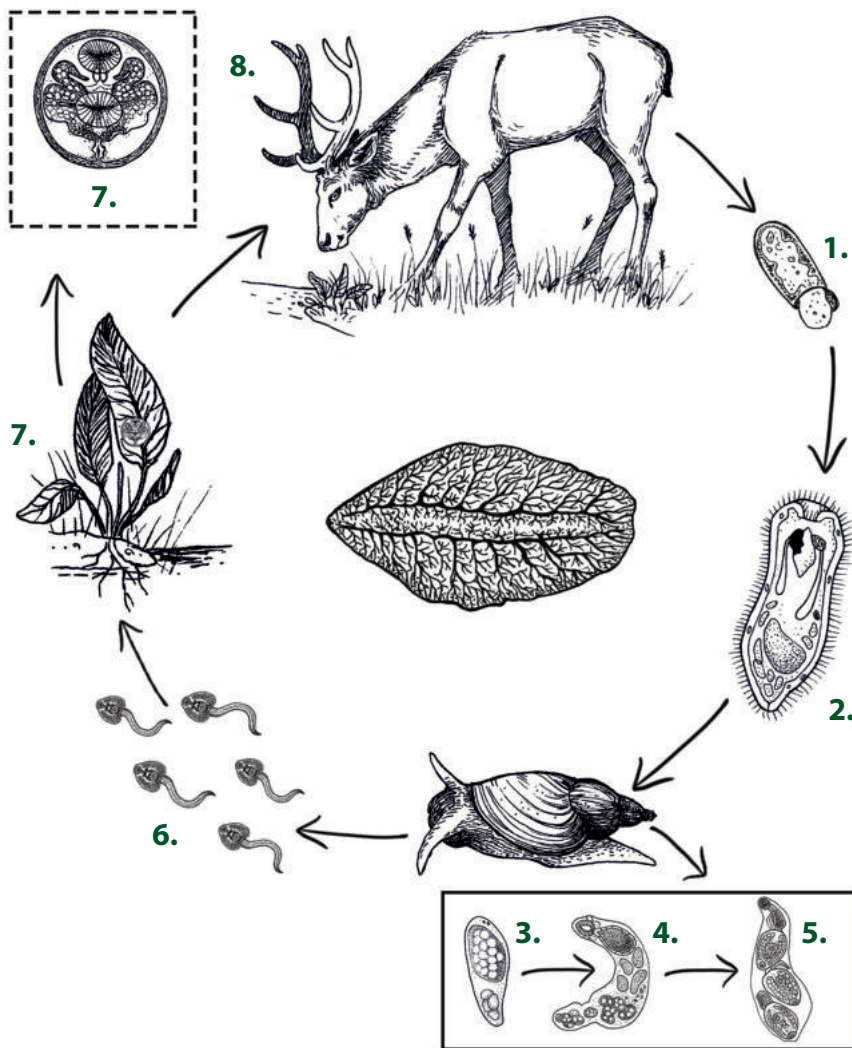
Obr. 4: Redie. Zleva mateřská redie, uprostřed mateřská redie s vyvinutými dceřinými rediemi, vpravo dceřiná redie s vyvinutými cercáriemi

Abb. 4: Redien; links Mutterredie, in der Mitte Mutterredie mit entwickelten Tochterredien, rechts Tochterredie mit entwickelten Zerkarien

Nachdem die Zekarie die Schnecke verlassen hat, sucht sie aktiv nach einem geeigneten Substrat wie beispielsweise aquatischer Vegetation, auf dem sie eine Zyste bildet. Diese Zyste enthält die für den Endwirt infektiöse **Metazerkarie**. Bei günstigen Feuchtigkeitsbedingungen kann die Metazerkarie in der Zyste Monate überdauern – in einer trockenen Umgebung stirbt sie innerhalb von ca. zwei Wochen. Unzureichend getrocknetes Heu kann somit zu einer Infektionsquelle in Zuchtbetrieben werden.

Der Endwirt infiziert sich durch die Aufnahme von kontaminiertem Pflanzenmaterial. Im Verdauungstrakt verlieren die Metazerkarien ihre Schutzhülle und dringen meist über die Darmwand in die Bauchhöhle ihres Wirts vor. Von dort erreichen sie etwa zwei Wochen später die Leber ihres Wirts, in der die weitere Entwicklung stattfindet. Selten können junge Leberegel auch andere Organe wie Lunge oder Nieren befallen. In diesen Organen erreichen die Leberegel jedoch keine Geschlechtsreife und überleben nur eine begrenzte Zeit. Das Anlegen von Fraßgängen führt dabei zu einer Schädigung des Leberparenchyms. Der Leberegel kann somit seinen Wirtsorganismus erheblich schwächen und in Ausnahmefällen sogar den Tod seines Endwirts herbeiführen. Mit dunklem Pigment – als Abfallprodukt der Egelverdauung – gefüllte Migrationswege im Lebergewebe sind ein diagnostisches Zeichen des durch den Leberegel verursachten Krankheitsbilds, der Fasciolidose.

Normalerweise endet die Migration innerhalb der Leber sobald zwei oder mehr Leberegel aufeinandertreffen. Nun beginnt das Immunsystem des Wirts eine faserige Gewebehülle um sie herum zu bilden – eine sogenannte Pseudozyste. In der Pseudozyste verbringen die Leberegel den Rest ihres Lebens, werden geschlechtsreif, beginnen sich zu vermehren und setzen Eier frei. Der Große Amerikanische Leberegel ist Zwitter, er kann sich also sowohl sexuell als auch asexuell fortpflanzen. In der Regel findet aber eine sexuelle Fortpflanzung statt. Findet der Leberegel in der Leber seines Wirts keinen Artgenossen, kann er sich auch als einzelnes Individuum in einer Zyste einschließen lassen und Eier produzieren. Erwachsene Leberegel werden bis zu 35×100 Millimeter groß und können mehrere Jahre im Endwirt überleben. Die Pseudozysten enthalten neben den Egel selbst eine klebrige, dunkelbraune bis schwarze Flüssigkeit, die aus abgebauten Egelkörpern, Abfallprodukten und einer großen Menge produzierter Eier besteht. Pseudozysten, die oft an die Oberfläche der Leber aufsteigen, gelten als eindeutiges Zeichen einer Infektion.



Obr. 5: Životní cyklus motolice velké. Vajíčko (1) – Miracidium (2) – Sporocysta (3) – Mateřská redie (4) – Dceřiná redie (5) – Cerkárie (6) – Metacerkárie (7) – Dospělec v těle definitivního hostitele (8)

Abb. 5: Lebenszyklus des Großen Amerikanischen Leberegels. Ei (1) – Mirazidium (2) – Sporozyste (3) – Mutterredie (4) – Tochterredie (5) – Zerkarie (6) – Metazerkarie (7) – adulter Leberegel im Wirtskörper (8)

Jak dlouho trvá vývoj v definitivním hostiteli?

- Doba od pozření metacerkárie po vyloučení vajíček definitivním hostitelem může být tři, ale také až sedm měsíců. Produkované množství vajíček je enormní. Denně se může jednat až o několik tisíc.

Wie lange dauert die Entwicklung in einem Endwirt?

- Die Zeit von der Aufnahme der Metazerkarie bis zur Ausscheidung der Eier durch den Endwirt kann zwischen drei und sieben Monaten betragen. Die Menge der produzierten Eier ist beträchtlich – es können bis zu mehrere tausend pro Tag sein.



Obr. 6: Jelen evropský

Abb. 6: Rothirsch

Hostitelé

Definitivní hostitelé se podle způsobu komunikace pseudocyst s okolním prostředím dělí do tří kategorií: a) **specifičtí definitivní hostitelé**, b) **nespecifičtí definitivní hostitelé** a c) **netypičtí hostitelé**.

Die Wirte

Mögliche Endwirte des Großen Amerikanischen Leberegels werden, abhängig von ihrer Eignung zur Vollendung des parasitischen Lebenszyklus, in drei Klassen eingeteilt: a) **Spezifische Endwirte**, b) **Nebenwirte** sowie c) **Irrwirte**.

■ Specifičtí definitivní hostitelé (Definitive hosts)



Obr. 7: Jelen evropský
Abb. 7: Rothirsch

Specifičtí definitivní hostitelé jsou majoritně zodpovědní za šíření parazita a to zejména proto, že u nich dochází k uzavření vývojového cyklu a uvolňování vajíček do okolí. V játrech se jim kolem motolic formují takzvané otevřené pseudocysty, které jsou napojené na žlučovody. Vajíčka, a také odpadní látky motolic, tak mohou odcházet dále do střeva hostitele a následně do vnějšího prostředí. Nákaza u těchto hostitelů probíhá často bezpříznakově. Při silnější nákaze dochází k poklesu hmotnosti a kondice, u samců může docházet k snížení tvorby paroží. Obvykle až při masivních infekcích dochází k úhynům. Do této kategorie hostitelů patří převážně novosvětští

i starosvětští zástupci čeledi jelenovitých (Cervidae). Na severoamerickém kontinentu se jedná například o jelence běloocasého (*Odocoileus virginianus*) a jelena wapiti (*Cervus elaphus canadensis*). V Evropě to jsou: jelen evropský (*C. elaphus*), daněk evropský (*Dama dama*) a také nepůvodní jelen sika (*C. nippon*).

■ **Spezifische Endwirte** (Definitive hosts)

Spezifische Endwirte sind maßgeblich an der Ausbreitung des Parasiten beteiligt, weil nur durch sie der parasitäre Lebenszyklus regelmäßig abgeschlossen werden kann und so Parasiteneier freigesetzt werden. In der Leber der spezifischen Endwirte bildet sich um die Egel eine über die Gallengänge mit dem Darm verbundene Pseudozyste aus. Die Eier und Abfallprodukte der Leberegel können weiter in den Darm des Endwirts und so in die Umwelt gelangen. Die Infektion eines spezifischen Endwirts durch wenige Parasiten verläuft häufig asymptomatisch. Bei einer starken Befallsrate kommt es zu einer Gewichtsabnahme und einer verschlechterten Körperkondition, bei männlichen Wirten kann es zu einer Reduktion der Geweihbildung kommen. Spezifische Endwirte verenden an der Infektion in der Regel nur bei äußerst massivem Befall. Spezifische Endwirte sind hauptsächlich neuweltliche und altweltliche Vertreter der Familie der Hirsche (Cervidae). Auf dem nordamerikanischen Kontinent sind es zum Beispiel Weißwedelhirsch (*Odocoileus virginianus*) und Wapitihirsch (*Cervus elaphus canadensis*). In Europa zählen Rothirsch (*C. elaphus*), Damhirsch (*Dama dama*) und der nicht heimische Sikahirsch (*C. nippon*) zu den spezifischen Endwirten des Großen Amerikanischen Leberegels.



Obr. 8: Daněk evropský

Abb. 8: Damhirsch

■ Nespecifiční definitivní hostitelé (Dead-End Hosts)



Obr. 9: Tur domácí

Abb. 9: Hausrind

V nespecifických definitivních hostitelích mladé motolice sice dosáhnou jater, avšak zřídka kdy dospívají. Pseudocysty jsou navíc silnostěnné a nenapojené na žlučovody, což znemožňuje případné uvolňování vajíček do okolního prostředí. Nespecifickými definitivními hostiteli bývají často hospodářsky chovaná zvířata jako tur domácí (*Bos taurus*), kůň domácí (*Equus caballus*) a prase domácí (*Sus scrofa f. domestica*), ale také zástupci volně žijících zvířat: bizon (*Bison bison*) a prase divoké (*Sus scrofa*). Nákaza u skotu probíhá téměř vždy bezpříznakově.

■ Nebenwirte (Dead-End Hosts)



Obr. 10: Prase divoké

Abb. 10: Wildschwein

Bei diesen Wirten erreichen junge Leberegel zwar die Leber, werden aber selten geschlechtsreif. Außerdem sind die Pseudozysten dickwandig und nicht mit den Gallengängen verbunden, was die Freisetzung von Eiern unmöglich macht. Nebenwirte sind beispielsweise Hausrind (*Bos taurus*), Hauspferd (*Equus caballus*) und Hauschwein (*Sus scrofa f. domestica*), aber auch Vertreter von Wildtieren wie das Amerikanische Bison (*Bison bison*) und das Wildschwein (*Sus scrofa*). Die Infektion von Rindern ist fast immer asymptomatisch.

■ Netypičtí hostitelé (Aberrant Hosts)



Obr. 11: Srnec obecný

Abb. 11: Reh

Nákaza netypických hostitelů je charakterizována nadměrnou migrací nedospělých motolic játry, ale i orgány břišní a hrudní dutiny. Nedochází k tvorbě pseudocysty a nemedikovaní hostitelé obvykle do půl roku po infekci hynou na vážná zranění způsobená migrujícími motolicemi.

Podobně jako nespecifičtí hostitelé tak také tito zástupci nehrají významnou roli v přenosu fascioloidózy. Mezi netypické hostitele řadíme kozu domácí (*Capra aegagrus f. hircus*), ovci domácí (*Ovis gmelini f. aries*), srnce obecného (*Capreolus capreolus*) a také například kamzíka horského (*Rupicapra rupicapra*).

■ Irrwirte (Aberrant Hosts)

Eine Infektion von Wirten dieser Klasse ist durch die übermäßige Migration von heranwachsenden Egel in der Leber sowie in den Organen der Bauch- und Brusthöhle gekennzeichnet. Es wird keine Pseudozyste gebildet und unbehandelte Wirte sterben in der Regel innerhalb von sechs Monaten nach der Infektion an schweren Verletzungen durch die wandernden Leberegel. Ähnlich wie Nebenwirte spielen Irrwirte keine Rolle bei der Übertragung der Fascioloidose. Zu den Irrwirten zählen Hausziege (*Capra aegagrus f. hircus*), Hausschaf (*Ovis gmelini f. aries*), Reh (*Capreolus capreolus*) und z. B. auch die Gams (*Rupicapra rupicapra*).



Obr. 12: Ovce domácí

Abb. 12: Hausschaf

Mezihostitelé

Ačkoliv v areálu původního rozšíření motolice, Severní Americe, je známo několik druhů vodních plžů umožňujících vývoj mezistádií, v Evropě se jedná hlavně o bahnatku malou (*Galba truncatula*) a méně také o uchatku toulavou (*Radix labiata*). Na základě mapování těchto dvou druhů v ekosystému Šumavy, které bylo realizováno v průběhu léta 2021, je možné potvrdit jejich odlišnou preferenci biotopů. Bahnatka preferovala pomalu tekoucí až stojaté mělké vody, často s vegetací, ale bez mečů a řas. Plochy byly obvykle osluněné, nebo s částečným dopadem světla. Limitní bylo příliš kyselé prostředí způsobované okolními porosty, ale také smrkovým opadem a hnědě zbarvenou vodou tekoucí z rašelinišť. Uchatka byla nalezena v prameništích, malých stojatých či pomalu tekoucích vodách a dokonce i místech v okolí rašelinišť. Vyhovují jí ale i větší toky, tůně v okolí řek, i slepá ramena.

Zwischenwirte

Während in Nordamerika, dem ursprünglichen Verbreitungsgebiet des Großen Amerikanischen Leberegels, mehrere Arten semi-aquatischer Schnecken als Zwischenwirte bekannt sind, nutzt der Egel in Europa lediglich die Kleine Sumpfschnecke (*Galba truncatula*) und seltener die Alpen-Schlammschnecke (*Radix labiata*). Anhand einer im Sommer 2021 durchgeführten Kartierung im Böhmerwald-Ökosystem, konnten abweichende Habitatpräferenzen dieser beiden Arten nachgewiesen werden. Die Kleine Sumpfschnecke bevorzugt demnach langsam fließende und sogar stehende, flache Gewässer mit Vegetation aber ohne Moose und Algen. Die Fundorte waren in der Regel sonnig oder nur teilweise beschattet. Limitierend wirkte sich ein zu saures Milieu, beispielsweise verursacht durch Fichtenstreu oder torfhaltige Böden, aus. Die Alpen-Schlammschnecke wurde in Quellnähe, kleinen stehenden oder langsam fließenden Gewässern und sogar in der Umgebung von Mooren gefunden. Nachweise gibt es aber auch aus größeren Fließgewässern, stehenden Gewässern, oder aus Tümpeln und blinden Flussarmen.

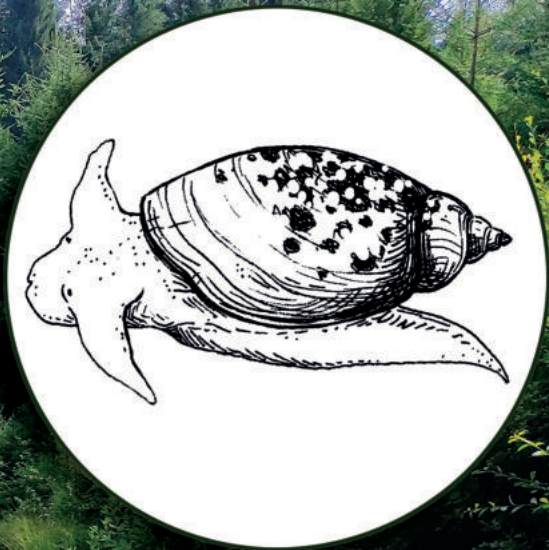




Bahnatka malá a její habitat/Die Kleine Sumpfschnecke und ihr Habitat.



Uchatka toulavá a její habitat/Die Alpen-Schlamm Schnecke und ihr Habitat.



Historie rozšíření motolice v Evropě

Ze své severoamerické oblasti výskytu se motolice velká dostala na evropský kontinent s převozy jelenců běloocasých a jelenů wapiti do oborních chovů v druhé polovině 19. století. První popis pochází z roku 1875 od jelenů evropských, chovaných v královském parku La Mandria nedaleko Turína.

Po svém zavlečení do Evropy se motolice velká etablovala ve třech oblastech:

- 1) park La Mandria v Itálii,
- 2) Česká republika a jihozápadní Polsko a
- 3) dunajské lužní lesy.

První dokumentovaný výskyt z území tehdejšího Československa pochází z roku 1930 od daňka evropského. Ohniska výskytu vznikla hlavně v jižních a středních Čechách, kde byla motolice velká nalezena u jelenů evropských, daňků, srnců, skotu a ojediněle pak u jelenců běloocasých a jelenů sika. Záznamy o výskytu motolice velké byly dále hlášeny i z dalších střeoevropských zemí (1932 v Německu a 1955 v Polsku). Na počátku nového tisíciletí byla infekce opětovně potvrzena také v česko-polském pohraničí. Mezi roky 2012 a 2015 došlo k potvrzení výskytu motolice velké u jelenů evropských, daňků a srnců v jihozápadním Polsku.

V devadesátých letech minulého století dochází k významnému šíření nákazy v třetím evropském ohnisku – dunajských lužních lesích. První nález na jihozápadním Slovensku z roku 1988 pochází od jelena evropského, stejně jako všechny další první záznamy v ostatních zemích (1994 v Maďarsku, 2000 v Rakousku a Chorvatsku). Od té doby je motolice velká v tomto ohnisku opakovaně a pravidelně reportována. Toto třetí ohnisko, jako říční biotop v okolí Dunaje tak ohrožuje možným šířením infekce další oblasti v okolí toku. Ačkoliv byla motolice velká zaznamenána v Německu v třicátých letech dvacátého století, jednalo se pravděpodobně jen o sporadický výskyt. Po roce 2000 dochází k potvrzení ohniska v jihozápadních Čechách, které naznačuje možný přenos do Německa. Ten je potvrzen po roce 2010 a motolice velká je odhalena u jelenů evropských, jelenů sika, daňků i srnců v severovýchodním Bavorsku.

Fascioloidóza byla odhalena i na jiných místech, nejen v Evropě a své původní domovině: například na Kubě, v Jižní Africe a Austrálii. Vždy se ale jednalo o dovoz zvěře infikované motolicí v jejím původním areálu.

Geschichte der Ausbreitung des Leberegels in Europa

Aus seinem natürlichen Verbreitungsgebiet – Nordamerika – gelangte der Große Amerikanische Leberegel in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts mit dem Import von Weißwedelhirschen und Wapitis für die Gehegezucht auf den europäischen Kontinent. Der erste Nachweis des Parasiten in Europa – damals entnommen von einem Rothirsch, der im königlichen Park von La Mandria in der Nähe von Turin gehalten wurden – stammt aus dem Jahr 1875.

Nach seinem Verschleppen nach Europa hat der Große Amerikanische Leberegel drei Populationen etablieren können:

- 1) im La Mandria-Park in Italien,
- 2) in Tschechien sowie Südwestpolen und
- 3) entlang der Donau-Auwälder.

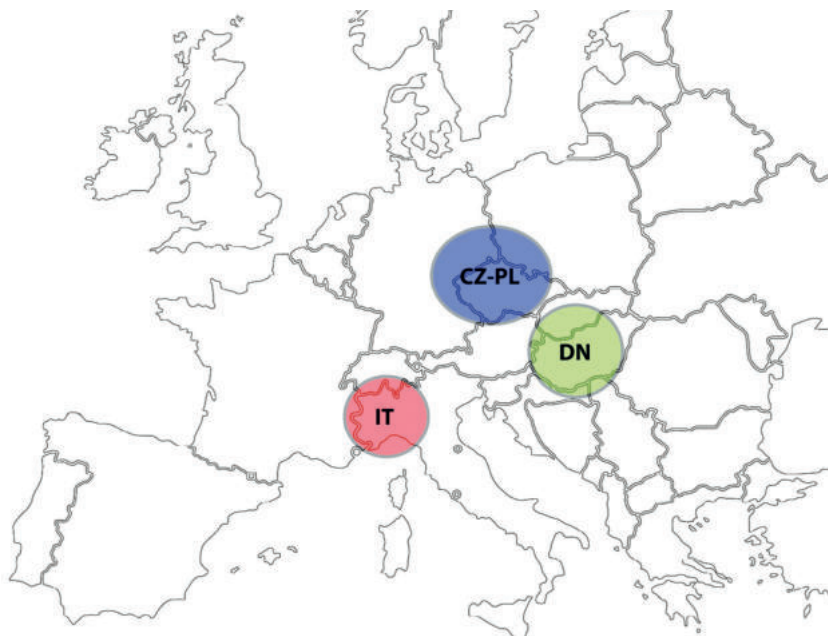
Der erste dokumentierte Fund des Großen Amerikanischen Leberegels aus dem Gebiet der damaligen Tschechoslowakei stammt aus dem Jahr 1930 von einem Damhirsch. Weitere Nachweise aus Süd- und Mittelböhmen sind bei Rothirsch, Damhirsch, Reh, Rind und vereinzelt auch bei Weißwedelhirsch und Sikahirsch belegt. Aufzeichnungen über Nachweise des Parasiten wurden auch aus anderen mitteleuropäischen Ländern (1932 aus Deutschland und 1955 aus Polen) gemeldet. Zu Beginn des neuen Jahrtausends wurden Infektionen erneut im tschechisch-polnischen Grenzgebiet und zwischen 2012 und 2015 bei Rothirsch, Damhirsch und Reh in Südwestpolen bestätigt.

In den neunziger Jahren kam es zu einer erheblichen Ausbreitung des Parasiten entlang der Donau-Auwälder. Der erste Fund in der Südwestslowakei aus dem Jahr 1988 stammt von einem Rothirsch, ebenso wie alle anderen

Erstnachweise in anderen Ländern (1994 in Ungarn, 2000 in Österreich und Kroatien). Seit diesen ersten Nachweisen wurde der Leberegel immer wieder und regelmäßig in den Auenwäldern entlang Donau nachgewiesen.

Obwohl einzelne Funde des Großen Amerikanischen Leberegels in den 1930er Jahren auch in Deutschland gemacht wurden, gab es hier vermutlich nur ein sporadisches Vorkommen. Seit dem Jahr 2000 wurden vermehrt Parasiten in Südwestböhmen nachgewiesen. Seit dem Jahr 2010 werden auch im Nordosten Bayerns regelmäßig infizierte Rot-, Sika- und Damhirsche sowie Rehe erlegt.

Der Große Amerikanische Leberegel konnte sich auch auf andern Kontinenten etablieren – beispielsweise auf Kuba, in Südafrika und Australien. Allerdings gehen die dortigen Populationen immer auf Importe infizierter Wildtiere aus seinem natürlichen Verbreitungsgebiet zurück.



Obr. 15: Tři stabilní populace motolice velké v Evropě – upraveno dle Králová-Hromadová et al. 2016

Abb. 15: Die drei etablierten Populationen des Großen Amerikanischen Leberegels in Europa – angepasst nach Králová-Hromadová et al. 2016

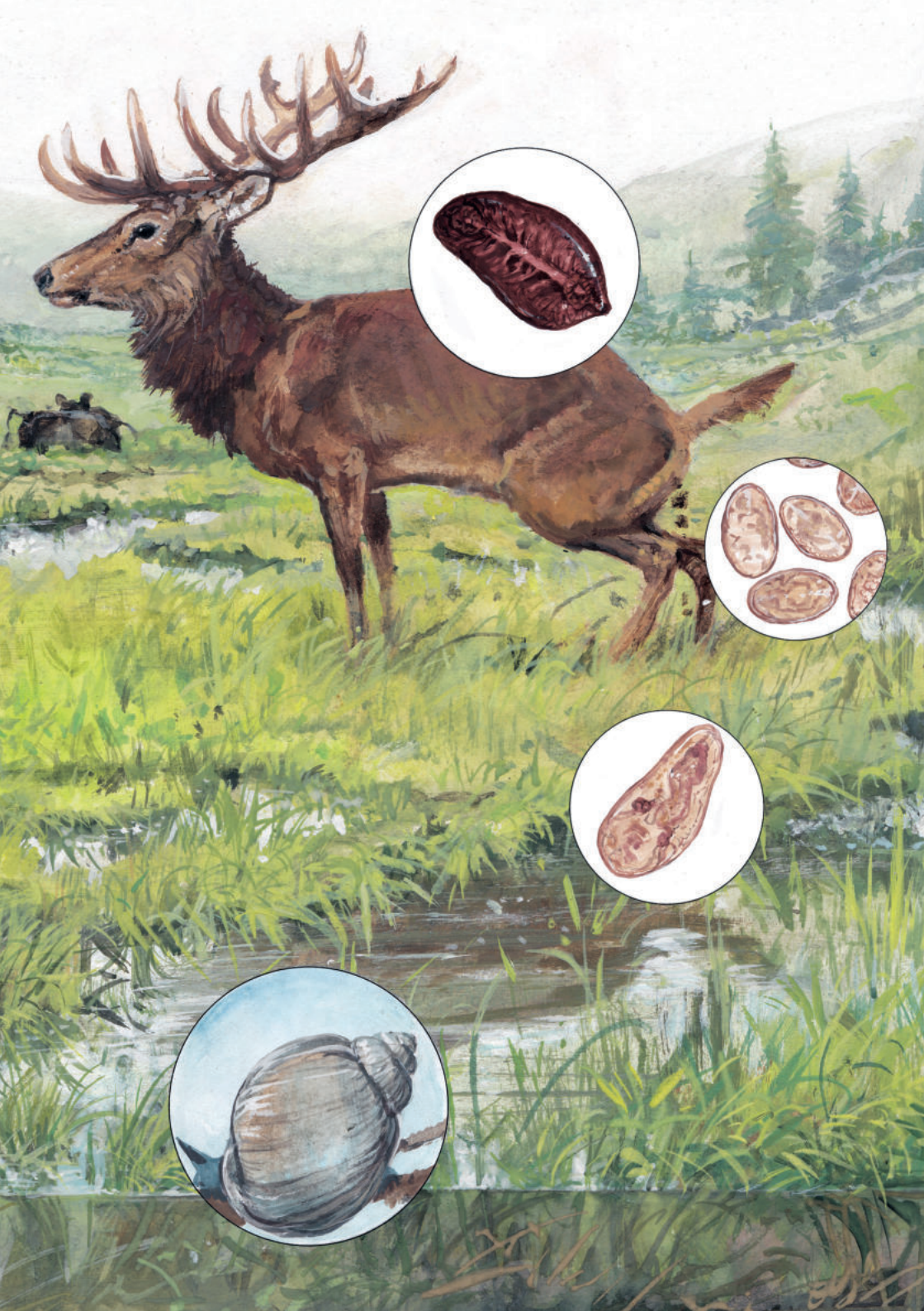
Motolice velká v Národním parku Šumava

Přestože záznamy v odborné literatuře nákazu v prostoru Národního parku Šumava potvrzují až v roce 2007, její rozšíření zde mělo historii delší. Reporty o nákaze motolicí u zvěře jsou uváděny v osmdesátých letech, před vznikem národního parku. Nicméně nejsou jednoznačné v tom, zda šlo o motolici velkou nebo motolici jaterní (*Fasciola hepatica*). Motolice jaterní může parazitovat nejen u zvěře, ale i u lidí, přesto, že hlavními hostiteli se stávají ovce, kozy a skot. Po založení národního parku pak přichází první zmínka o motolici velké. V průběhu března 1997 jsou vyšetřeny vzorky trusu jelenů veterinárním lékařem. Ten do své zprávy uvádí jako původce nalezených vajíček motolici velkou. Historie záznamů veterinárních vyšetření dále jako původce nalezených vajíček uvádí střídavě *F. magna*, *F. hepatica*, a někdy také pouze „motolice“. Nicméně se dá předpokládat, že motolice velká je na území NP Šumava v té době již rozšířená, což dokumentují opakované pozitivní nálezy. V listopadu 2005 dochází k potvrzení pitvou jater pětiletého jelena, jemuž v opouzdřených jaterních cystách parazitovalo celkově 55 motolic o průměrné velikosti 7 centimetrů.

Od roku 1998 pak dochází k aplikaci preparátů pro tlumení původců parazitárních onemocnění v krmivu. Jedná se o přípravky Cermix (účinná látka ivermektin) a speciálně na motoličnost určený Rafendazol s účinnou látkou rafoxanid a mebendazol. Nejprve se přípravky předkládaly do krmelců. Později, se vznikem přezimovacích obůrek, dochází k aplikaci léčiva téměř výhradně v nich. Přičemž aplikace Rafendazolu odráží vždy zjištěný výskyt motolic velkých ze sebraných vzorků trusu. Nejčastěji je tak aplikován v západní části NP Šumava, dnešním územním pracovišti Prášíly. Ze svědectví pracovníků NP Šumava vychází, jako lokality s největším výskytem motolice velké, kromě západní části i část jižní: Stožecko a Českožlebsko. Obě lokality jsou charakteristické přítomností rozsáhlých mokřadů. Poslední aplikace Rafendazolu proběhla na území Národního parku v roce 2013, Cermixu pak v roce 2019.



Životní cyklus motolice velké v ekosystému Šumavy (© Pavel Procházka)
Lebenszyklus des Großen Amerikanischen Leberegels im Böhmerwald-Ökosystem



Der Große Amerikanische Leberegel im Nationalpark Šumava

Obwohl die Fachliteratur eine Infektion im Gebiet des Nationalparks Šumava erstmals für das Jahr 2007 belegt, geht man heute davon aus, dass sich der Große Amerikanische Leberegel schon zuvor etablierte. In den 1980er Jahren vor der Gründung des Nationalparks wurden Fälle von Egelinfektionen bei Wildtieren gemeldet. Allerdings ist unklar, ob es sich um den Großen Amerikanischen Leberegel oder seinen heimischen Verwandten den Großen Leberegel (*Fasciola hepatica*) handelte. Der Große Leberegel kann verschiedene Tiere und sogar den Menschen befallen, wobei seine Hauptwirte Schafe, Ziegen und Rinder sind. Nach der Gründung des Nationalparks wurde der Große Amerikanische Leberegel zum ersten Mal erwähnt. Im März 1997 wurden Rothirsch-Kotproben von einem Tierarzt untersucht. In seinem Bericht nennt er den Großen Amerikanischen Leberegel als Quelle der gefundenen Eier. Weitere tierärztliche Berichte weisen spätere Ei-Funde sowohl *F. magna* als auch *F. hepatica* und manchmal nur dem „Leberegel“ zu. Es ist jedoch anzunehmen, dass der Große Amerikanische Leberegel schon damals im Nationalpark Šumava verbreitet war. Im November 2005 wurden bei einer Autopsie 55 Individuen des Großen Amerikanischen Leberegels mit einer durchschnittlichen Größe von sieben Zentimetern in der Leber eines fünf Jahre alten Hirschs gefunden.

Seit 1998 wurden im Nationalpark Šumava Präparate gegen Erreger parasitärer Erkrankungen den Futtermitteln zugesetzt. Dabei kamen Cermix (Wirkstoff: Ivermectin) und Rafendazol (Wirkstoffe: Rafoxanid und Mebendazol), letzteres wurde speziell gegen Leberegel entwickelt, zum Einsatz. Zunächst wurden die Präparate in Futterkrippen verabreicht. Später, mit der Errichtung der Rotwild-Wintergatter, wurden die Medikamente fast ausschließlich in den Gattern verabreicht. Dabei kam Rafendazol immer erst nach dem Nachweis des Großen Amerikanischen Leberegels in Kotproben zum Einsatz. Am häufigsten wurde es im westlichen Teil des Nationalparks Šumava, im Bereich

von Prášily, angewendet. Nach Aussagen der Nationalparkmitarbeiter finden sich die größten Vorkommen des Großen Amerikanischen Leberegels im westlichen und südlichen Teil des Nationalparks: im Bereich von Stožec und České Žleby. Für beide Standorte sind ausgedehnte Feuchtgebiete charakteristisch. Die letzte Anwendung von Rafendazol erfolgte im Nationalpark Šumava im Jahr 2013 und von Cermix im Jahr 2019.

Motolice velká v Národním parku Bavorský les a lesním závodě Neureichenau

První dokladovaný výskyt motolice velké, na německé straně Šumavy, je ze září 2019. Motolice byla nalezena u jelena evropského uloveného v národním parku Bavorský les. Dříve byly výskyty známy pouze v jiných částech Bavorska – například ve Veldensteinerském lese v Horních Frankách.



Obr. 16: Přezimovací obůrka
Abb. 16: Rotwild im Wintergatter

Na každoročně konaném setkání k jelení zvěři v Mauthu byl v listopadu 2019 tematický blok věnován právě motolici velké. Panovala shoda, že informace o šíření nákazy v obecně širší oblasti Šumavy, by měly být shromažďovány v rámci společného výzkumného projektu. Při přípravě tohoto výzkumného záměru bylo v mysliveckém roce 2020/2021 v Národním parku Bavorský les vyšetřeno celkem 228 jater z ulovené jelení zvěře. Byla stanovena míra napadení 15 %. Kromě toho byly v květnu 2020 odebrány vzorky trusu v přezimovacích zařízeních Buchenau a Neuhüttenwiese (Národní park Bavorský les) a motolice byla detekována ve vzorcích z obou přezimovacích obůrek.

Der Große Amerikanische Leberegel im Nationalpark Bayerischer Wald und Forstbetrieb Neureichenau

Auf der deutschen Seite des Böhmerwald-Ökosystems wurde der Große Amerikanische Leberegel erstmals im September 2019 bei einem erlegten Rothirsch im Nationalpark Bayerischer Wald nachgewiesen. Zuvor waren lediglich in anderen Teilen Bayerns – so beispielsweise im Veldensteiner Forst in Oberfranken – Vorkommen bekannt. Auf der jährlich stattfindenden Rotwildtagung in Mauth wurde im November 2019 dem Großen Amerikanischen Leberegel ein Themenblock gewidmet. Es bestand Konsens, dass Informationen zum Ausbreitungszustand und Infektionsgeschehen im Großraum Böhmerwald im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojekts erhoben werden sollen. Während der Vorbereitung dieses Forschungsprojekts wurden im Jagdjahr 2020/21 im Nationalpark Bayerischer Wald insgesamt 228 Rotwildlebern untersucht. Es konnte eine Befallsrate von 15 % festgestellt werden. Zudem wurden im Mai 2020 Lösungsproben in den Wintergattern Buchenau und Neuhüttenwiese (Nationalpark Bayerischer Wald) gesammelt und Leberegel-Eier in Proben beider Gatter nachgewiesen.

Přeshraniční výzkumný projekt

Je známo, že se motolice velká v ekosystému Šumavy vyskytuje a že je setrvalým cizopasníkem zde žijících kopytníků. Na české straně je známa několik dekád, zatímco na německé straně je relativně novým přistěhovalcem. Tato situace dala základ společnému výzkumnému projektu s názvem „Hodnocení rizika infikování volně žijících zvířat invazivním parazitem motolicí obrovskou“ (2020–2022), podpořeného programem Přeshraniční spolupráce Česká republika – Svobodný stát Bavorsko Cíl EÚS 2014–2020.

Hlavním cílem projektu je přispět k poznání tohoto parazita v šumavském ekosystému a posoudit jak velkým rizikem je pro populace volně žijících kopytníků. Do projektu jsou zahrnuty správy obou sousedících Národních parků (Národní park Šumava a Národní park Bavorský les) a Bavorský státní výzkumný ústav pro les a lesnictví – Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF), jako vedoucí partner. Asociovaným partnerem je Lesní závod Neureichenau Bavorských státních lesů.

Jedním z cílů projektu je zjistit, jakou roli v přenosu infekce mohou hrát přezimovací zařízení, kde jsou jeleni soustředěni v zimním období na relativně malé ploše. V obůrkách jsou vždy i zdroje vody, tedy vhodná stanoviště pro meziphostitele, kde motolice může dokončit svůj životní cyklus. V rámci výzkumného projektu byly testovány různé přístupy v řízení přezimovacích obůrek, které by mohly vést ke snížení rizika infekce. Některá přezimovací zařízení fungovala jako otevřená krmná místa, jiná byla otevřena dříve v sezóně, a jiná sloužila jako kontrola beze změny. Pro sledování pohybu v závislosti na změně managementu obůrek bylo zhruba 50 laní vybaveno telemetrickými obojkami. Dopad změněného managementu obůrek může ovlivnit obnovu lesa v jejich blízkosti. Proto bylo součástí projektu i terénní šetření na škody zvěří.

Za pomoci monitoringu fotopastmi je možné získat informace o definitivních hostitelích – jelenech evropských, srncích a divokých prasatech. Na základě těchto dat je možné vytvořit mapy jejich výskytu. Za stejným účelem jsou mapováni i meziphostitelé. Mapy výskytu vodních plžů

vycházejí z projektových terénních šetření. Díky znalostem o výskytu v daných biotických i abiotických podmínkách je možné modelovat jejich potenciální výskyt. Proložení map hostitelů a mezhospitelů tak bude možné vykreslit hotspoty – riziková místa pro šíření motolice.

Vyšetření vzorků trusu z přezimovacích obůrek a z ulovených kusů jelenů, srnců a prasat dává představu o prevalenci parazita v ekosystému. Na základě vyšetřených jater ulovených jelenů a jejich tělesných parametrů je možné vyhodnotit, zda a případně jak moc motolice ovlivňuje svého definitivního hostitele.

Díky těmto informacím bude možné zodpovědně posoudit vliv motolice velké v celém přeshraničním ekosystému a rozhodnout o případných managementových opatřeních.



Obr. 17: Laň s telemetrickým obojkem

Abb. 17: Hirschkuh mit einem Telemetrie-Halsband

Grenzüberschreitendes Forschungsprojekt

Es ist bekannt, dass der Große Amerikanische Leberegel im Böhmerwald-Ökosystem vorkommt. Für die tschechische Seite ist sein Vorkommen seit mehreren Jahrzehnten belegt, während er auf deutscher Seite ein relativ neuer Einwanderer ist. Die Ausbreitung des Egels war auch mitverantwortlich dafür, dass das Forschungsprojekt „Risikoabschätzung für Wildtiere durch den invasiven Parasiten Großer Amerikanischer Leberegel“ (2020–2022), unterstützt durch das Programm zur grenzübergreifenden Zusammenarbeit Freistaat Bayern – Tschechische Republik Ziel ETZ 2014–2020, ins Leben gerufen wurde. Das Hauptziel des Projekts ist es, aktuelle Daten zur Verbreitung des Parasiten im Böhmerwald-Ökosystem zu erheben. Eingebunden in das Projekt sind die Verwaltungen der beiden benachbarten Nationalparks, Nationalpark Bayerischer Wald und Nationalpark Šumava, sowie die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) als Leadpartner. Assoziierter Partner ist der Forstbetrieb Neureichenau der Bayerischen Staatsforsten.

Ein Projektschwerpunkt liegt auf der Rolle der Rotwild-Wintergatter als mögliche Infektionshotspots. In den Gattern konzentriert sich Rotwild auf engem Raum. Außerdem ist in den Gattern in der Regel auch geeignetes Habitat für Zwischenwirte verfügbar. Für viele Gatter wurden Vorkommen der Zwischenwirte nachgewiesen, sodass alle Bedingungen für einen erfolgreichen Abschluss des Lebenszyklus des Großen Amerikanischen Leberegels gegeben sind und die Gatter möglicherweise Infektionshotspots darstellen. Im Rahmen des Forschungsprojekts werden alternative Managementverfahren für die Gatter erprobt, um ein mögliches Infektionsrisiko in den Gattern zu senken. So fungieren einige Wintergatter auf tschechischer Seite als offene Fütterungen, andere werden früher in der Saison geöffnet. Das Raumnutzungsverhalten in Reaktion auf das geänderte Gattermanagement wird mit Hilfe von ca. 50 Hirschkühen, die mit Telemetrie-Halsbändern ausgestattet sind, untersucht. Änderungen im Gattermanagement könnten sich auch auf die Waldverjüngung in der Nähe der Gatter auswirken. Deshalb ist auch eine Verbissinventur Teil des Projekts.

Eine gezielte Erfassung der Wirtsarten Rothirsch, Reh und Wildschwein, erfolgt zudem mit Hilfe von Kamerafallen. Basierend auf diesen Daten wird es möglich sein, Verbreitungskarten dieser drei Arten zu erstellen. Mit dem gleichen Ziel wurden auch die Zwischenwirte des Großen Amerikanischen Leberegels kartiert. Die Ergebnisse der Kartierung erlauben eine Modellierung ihres Vorkommens unter den gegebenen biotischen und abiotischen Bedingungen. Durch Interpolation der Verbreitungskarten der verschiedenen Wirtsarten, wird es möglich sein, Infektionshotspots zu lokalisieren.

Die Untersuchung von Rotwild-Kotproben aus den Wintergattern sowie von erlegten Rothirschen gibt Aufschluss über die Verbreitung des Parasiten im Ökosystem. Anhand von Lebern erlegter Rothirsche sowie erhobenen Konditionsparametern, lässt sich abschätzen, ob und ggf. wie stark der Leberegel seinen Wirt schwächt. Die so gewonnenen Informationen werden es erleichtern, die Auswirkungen des Großen Amerikanischen Leberegels auf das Böhmerwald-Ökosystem abzuschätzen und ggf. Managementmaßnahmen einzuleiten.

Předběžné výsledky rozšíření fascioloidózy v ekosystému Šumavy

Rozšíření této infekce v ekosystému je možné ilustrovat výsledky vyšetření sebraných vzorků trusu jelení zvěře v přezimovacích obůrkách, a také rozborů jater z ulovených kusů jelení zvěře. V průběhu sezóny 2021/2022 probíhal v projektové oblasti odběr jater z ulovených kusů. Vyšetřením odebraných jater, cíleným na odhalení pseudocyst/migračních tras, případně jedinců motolice velké, bylo možné infekci potvrdit nebo vyloučit (obr. 18). Procenta pozitivních vzorků v jednotlivých oblastech znázorňuje obr. 19A. Nejvyšší, téměř dvacetiprocentní promořenosti dosahovaly vzorky z Národního parku Šumava (NPŠ). Graf procentuálního zastoupení infikovaných jedinců jelení

zvěře v projektových podoblastech rozdělený na laně, jeleny a kolouchy (obr. 19B) zobrazuje, že s rostoucím věkem roste i procentuální promořenost jelení zvěře. Nejvyšší promořenosti, téměř 40 %, dosahovaly laně z Národního parku Bavorský les (NPBW).

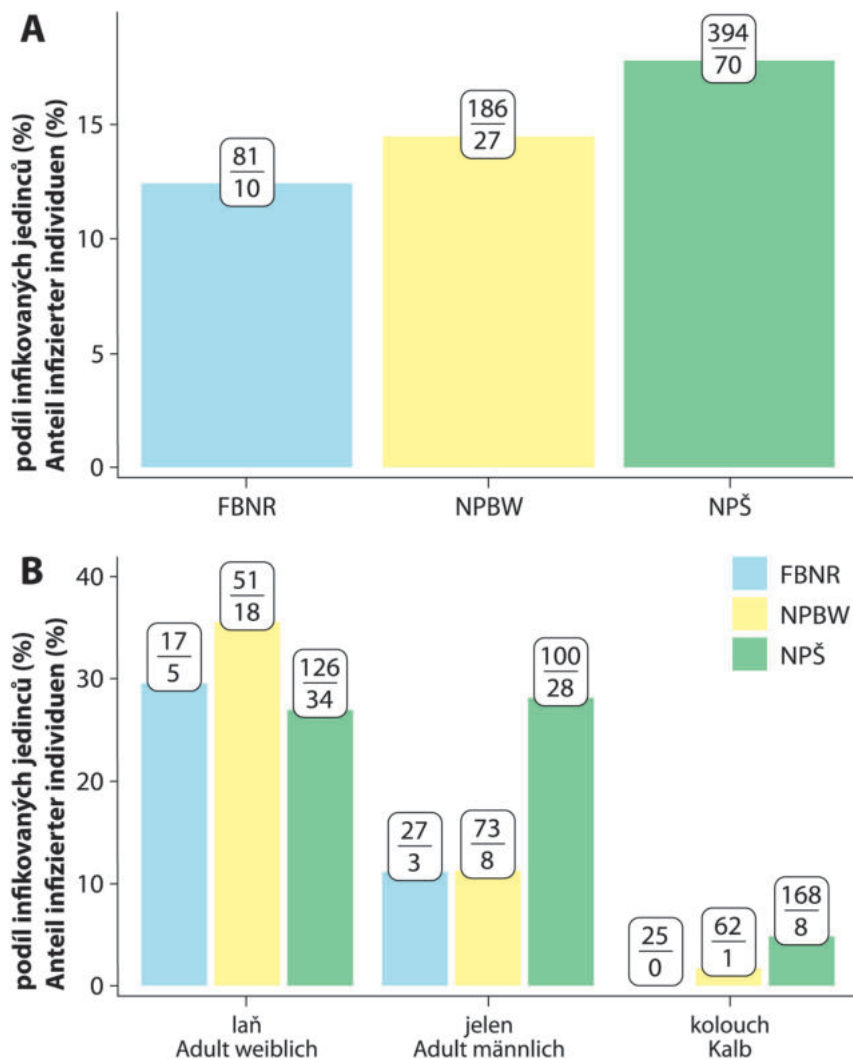
Pro Národní park Šumava a lesní závod Neureichenau (FBNR) byly navíc odebírány vzorky jater ulovených divokých prasat a srnců. V NPŠ bylo odebráno 367 jater prasat a 8 jater srnců. Z nich byl pozitivní jen jediný srnčí vzorek. Ve FBNR bylo vyšetřeno 115 jater divokých prasat a 147 jater srnců. Žádný z těchto vzorků nebyl pozitivní.

V přezimovacích obůrkách projektového území proběhl v zimním období 2021/2022 sběr vzorků trusu jelení zvěře. Vzorky byly podrobeny koprologickému vyšetření metodou Ep2G, která stanovuje množství vajíček ve 2 gramech vzorku trusu. Procentuální pozitivitu sebraných vzorků v přezimovacích obůrkách znázorňuje mapa na straně 36–37.



Obr. 18: Vyšetřovaná játra jelena evropského – migrační trasy vyplněné tmavým pigmentem. Na řezu dospělec motolice uvolněný z pseudocysty (ve žlutém kruhu)

Abb. 18: Befallene Leber vom Rothirsch. Die mit dunklem Pigment gefüllten Migrationswege des Egels sind deutlich zu erkennen. Durch den gelben Kreis markiert ist eine geöffnete Zyste mit einem adulten Egel.



Obr. 19: Grafy procentuálního zastoupení infikovaných jedinců jelení zvěře v projektové oblasti na základě vyšetření jater z ulovených kusů. Čísla na vrcholu sloupce uvádí celkový počet a počet pozitivních vzorků.

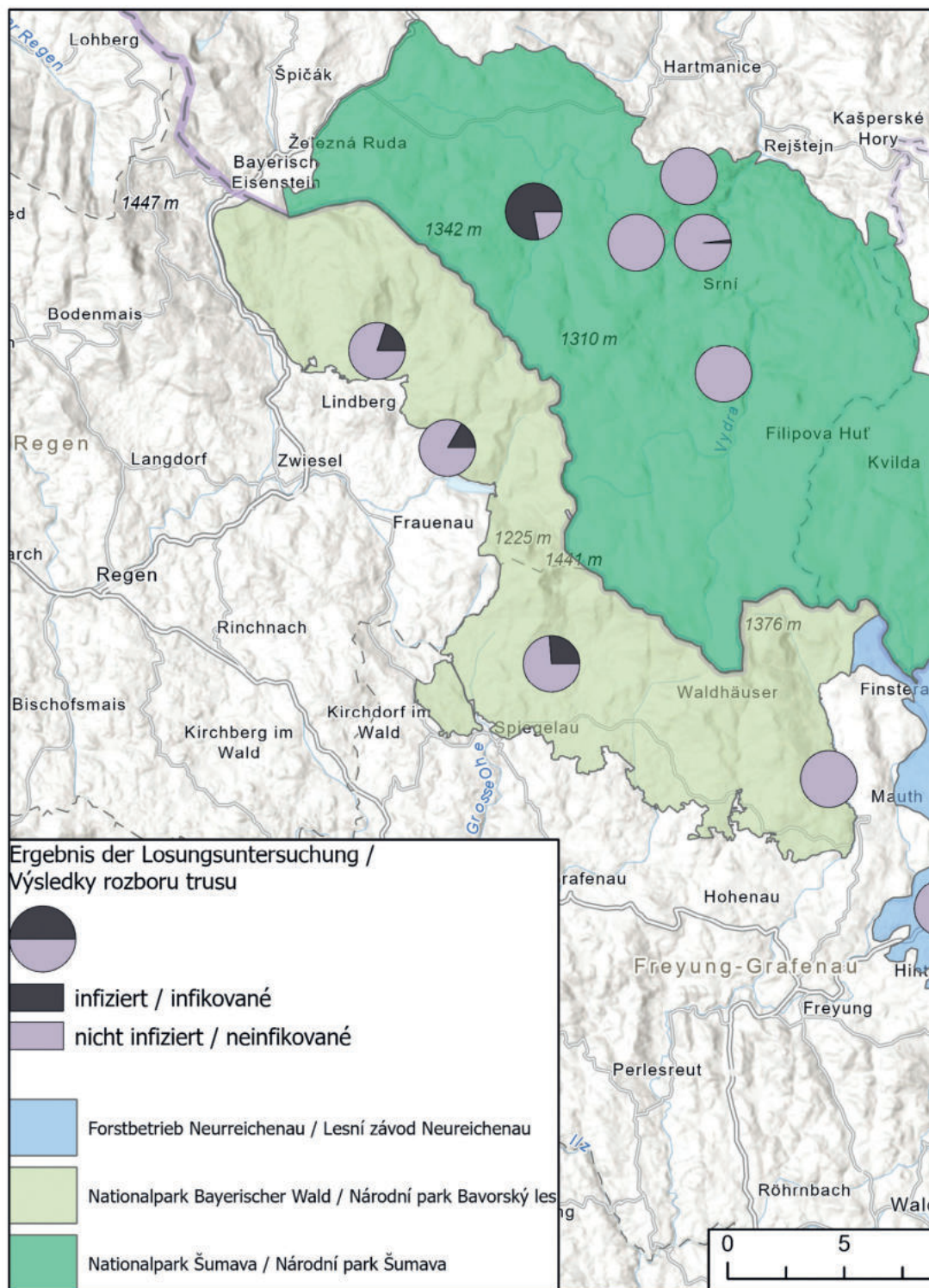
Abb. 19: Anteil infizierter Hirsche im Projektgebiet basierend auf der Untersuchung von Lebern erlegter Stücke. Die Zahlen auf den Balken geben die Anzahl untersuchter bzw. infizierter Proben an.

Vorläufige Ergebnisse zur Ausbreitung der Fascioloidose im Böhmerwald-Ökosystem

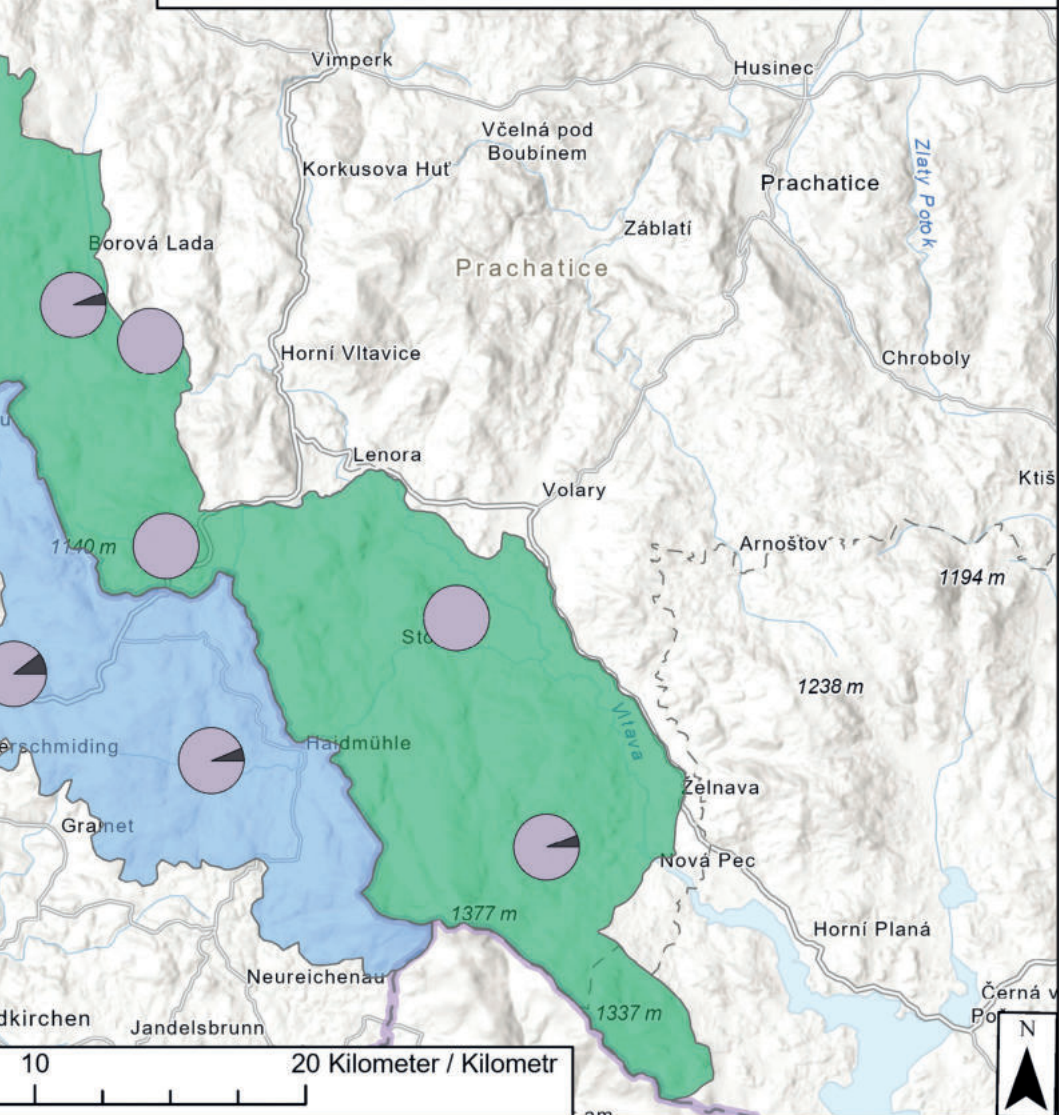
Die Ausbreitung des Großen Amerikanischen Leberegels im Böhmerwald-Ökosystem lässt sich durch den Nachweis von Parasiteneiern in genommenen Kotproben abschätzen. Zusätzlich geben die im Jagdjahr 2021/22 beprobten Lebern erlegter Hirsche, Rehe und Wildschweine Auskunft über die Verbreitung des Parasiten. Dafür wurden die entnommenen Lebern erlegter Wildtiere auf Pseudozysten, Migrationswege oder Egelindividuen untersucht. Abbildung 19A zeigt den prozentualen Anteil der durch den Großen Amerikanischen Leberegel befallenen Rothirschlebern in den einzelnen Teilen des Projektgebiets. Die Infektionsrate beim Rothirsch lag mit fast 20 % im Nationalpark Šumava (NPŠ) am höchsten. Abbildung 19B macht deutlich, dass mit zunehmendem Alter auch der Anteil infizierte Tiere zunimmt. Mit knapp 40 % zeigen weibliche adulte Rothirsche aus dem Nationalpark Bayerischer Wald (NPBW) die höchste Infektionsrate.

Im Nationalpark Šumava und dem Forstbetrieb Neureichenau (FBNR) wurden auch Lebern von Reh und Wildschwein beprobt. So wurden im NPŠ acht Rehlebern und 367 Wildschweinlebern untersucht. Für nur eine der Rehlebern konnte ein Befall mit dem Großen Amerikanische Leberegel festgestellt werden. Keine der 147 Reh- und 115 Wildschweinlebern aus dem FBNR war infiziert.

In der Winter 2021/22 wurde Rotwild-Losung in den Wintergattern des Projektgebiets beprobt. Die Proben wurden mit der Ep2G-Methode untersucht, mit der die Anzahl Leberegel-Eier in zwei Gramm einer Kotprobe bestimmt wird. Die folgende Karte zeigt die Infektionsraten in den Rotwild-Wintergattern des Projektgebiets.



Infekčnísraten in den Rotwild- Wintergattern im Projektgebiet/ Podíl jelenů evropských infikovaných motolicí velkou v přezimovacích obůrkách v projektové oblasti



Modely predikce rozšíření meziphostitelů

Pro poznání prostorové distribuce meziphostitelů, *G. truncatula* a *R. labiata*, byly vytvořeny modely stanovišť, které predikují rozšíření těchto druhů v projektové oblasti. Při mapování celkem 865 lokalit byly zaznamenány souřadnice míst výskytu a případná neobsazená stanoviště. Poté byly extrahovány proměnné v daném prostředí, jako je nadmořská výška, sklon svahu, typy stanovišť, hustota zápoje a vzdálenosti k vodním plochám/tekoucí vodě. Na základě těchto dat byl sestaven model a výsledky byly interpolovány na celou projektovou oblast, aby bylo možné předpovědět, kde se meziphostitelé s větší a menší pravděpodobností nacházejí. Tento model dává představu o prostorové distribuci meziphostitelů a o tom, kde se definitivní hostitelé mohou infikovat motolicí velkou.

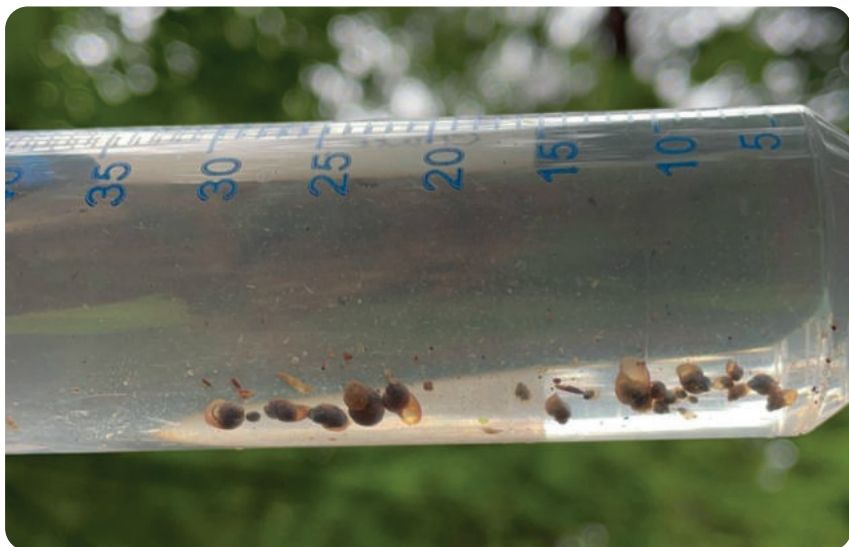
Verbreitung der Zwischenwirte

Zur Untersuchung der räumlichen Verteilung der Zwischenwirte, *G. truncatula* und *R. labiata*, wurden Lebensraummodelle erstellt, die die Verbreitung dieser Arten im Projektgebiet vorhersagen. Bei der Kartierung von insgesamt 865 Standorten wurden Koordinaten von Fundstandorten aber auch Koordinaten geeigneter Habitate ohne Artnachweis festgehalten. In die spätere Modellierung flossen außerdem Umweltvariablen – beispielsweise die Höhe über NN, die Hangneigung, der Lebensraumtyp, die Kronenschlussdichte und die Distanz zum nächsten Steh- bzw. Fließgewässer – mit ein. Anhand dieser Informationen konnte auch für Standorte die nicht beprobt wurden, die Habitateignung errechnet und flächendeckende Habitatkarten für die beiden Arten erstellt werden. Diese Karten geben Aufschluss darüber, wo im Projektgebiet Vorkommen der beiden Zwischenwirt-Arten zu erwarten sind und somit die Infektion der Endwirte stattfinden kann.



Obr. 20: Monitoring vodních plžů v podmínkách Šumavy

Abb. 20: Monitoring aquatischer Schnecken im Böhmerwald-Ökosystem

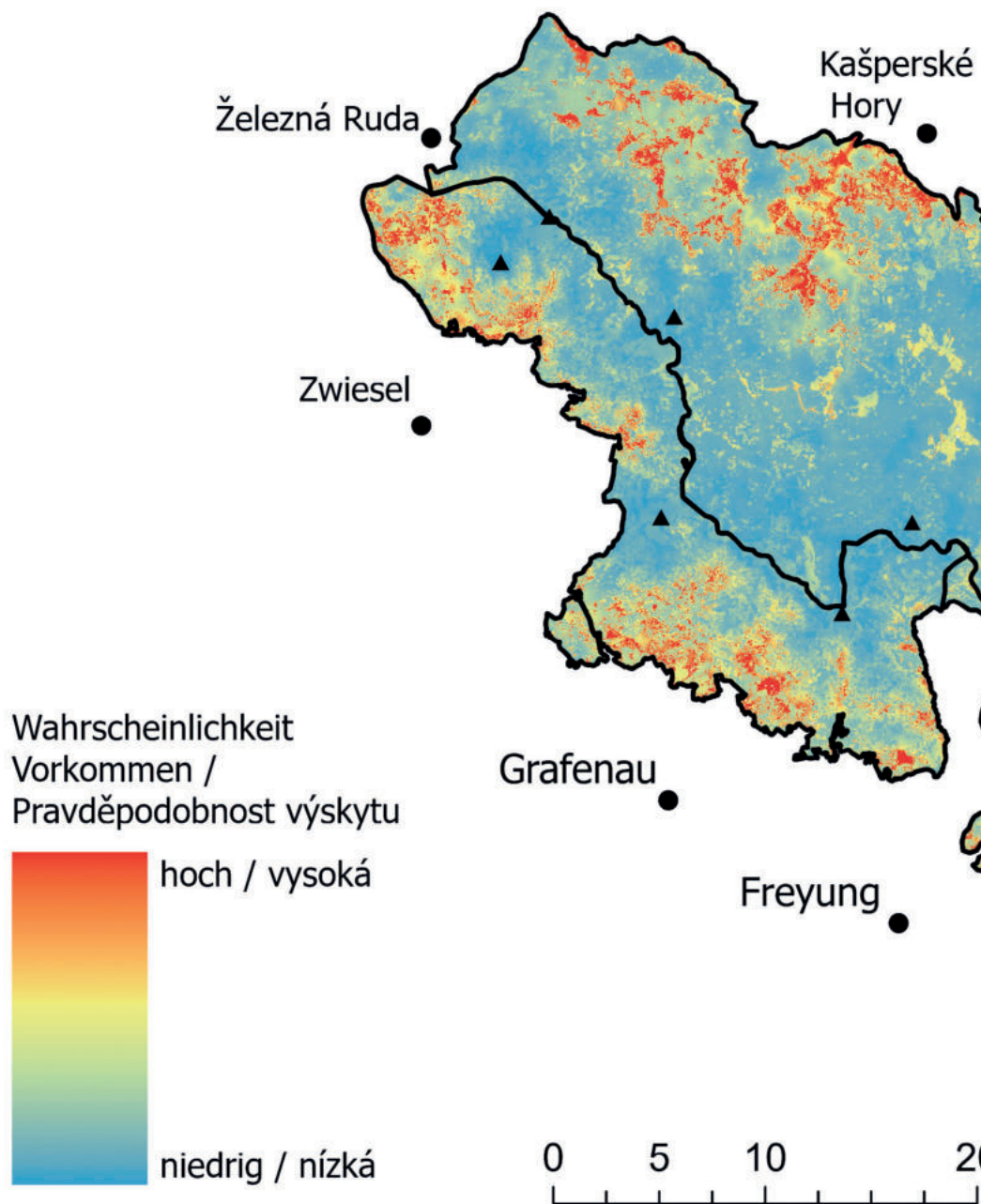


Obr. 21: Ukázka vodních plžů sbíraných během projektu

Abb. 21: Probe aquatischer Schnecken, die im Rahmen des Projekts genommen wurde

Vorhergesagtes Vorkommen

G. tru

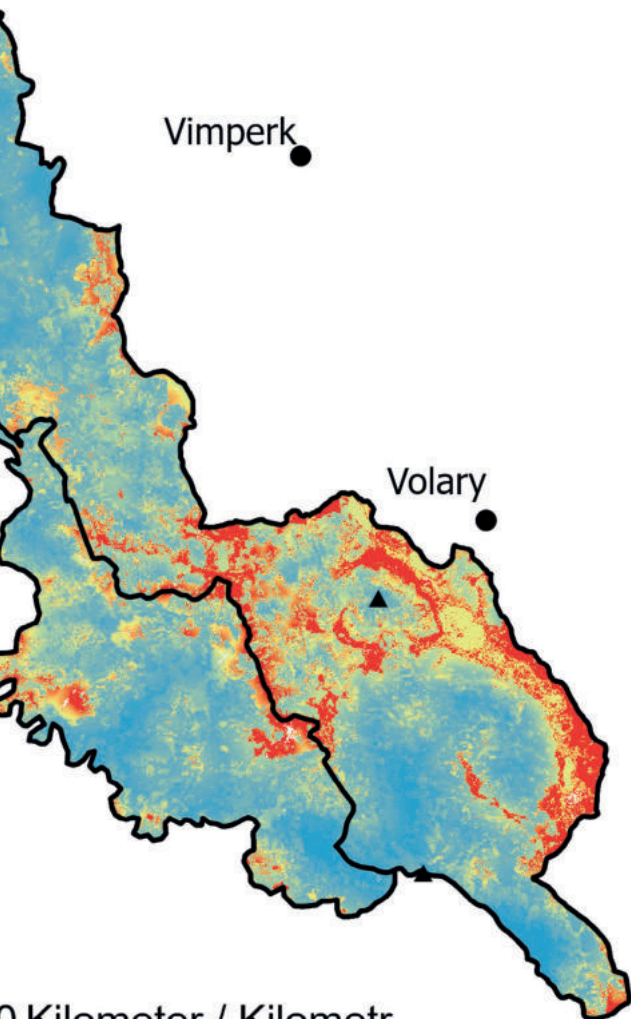


en / Předpokládaný výskyt *ncatula*



Vimperk ●

Volary ●

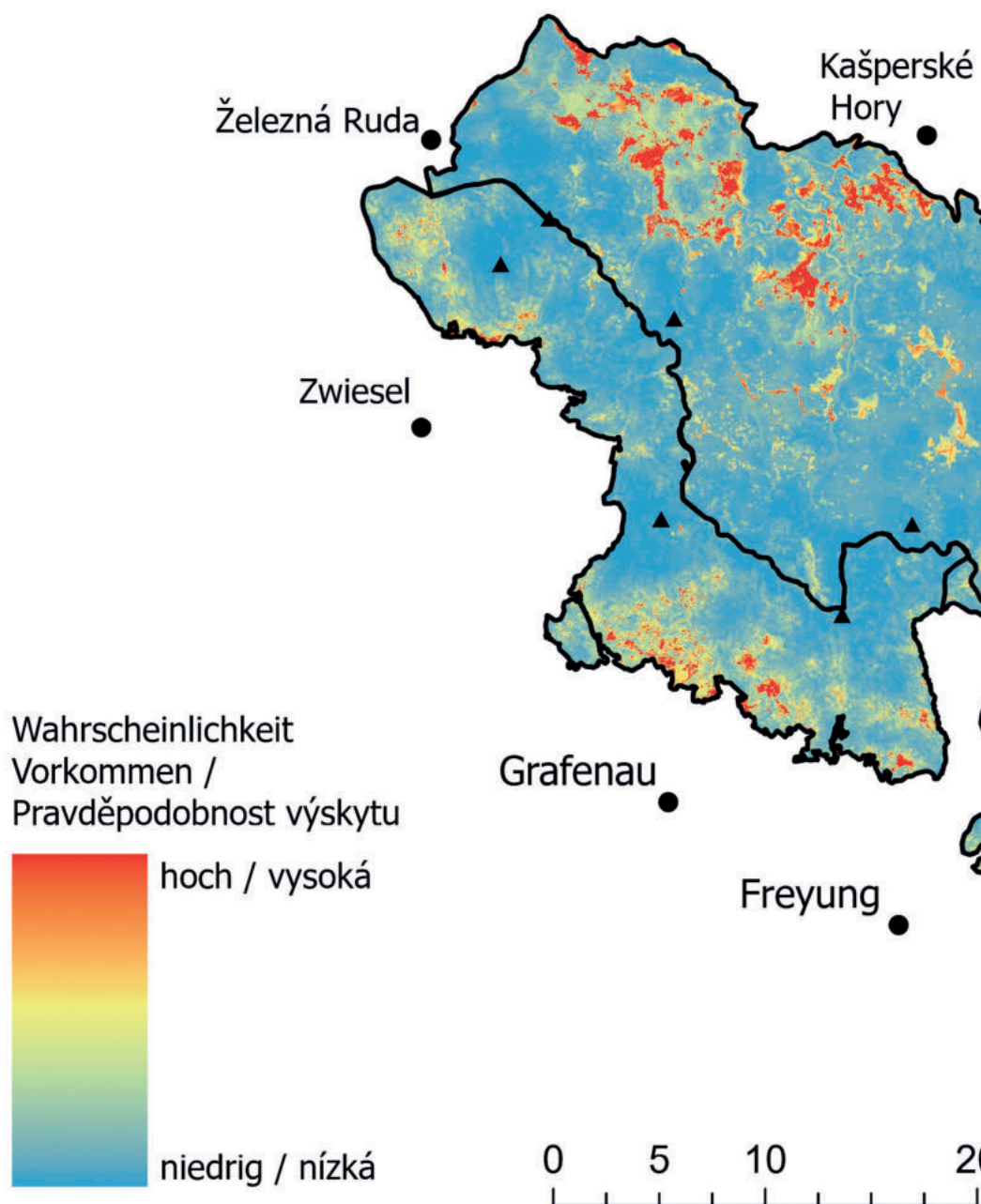


10 Kilometer / Kilometr

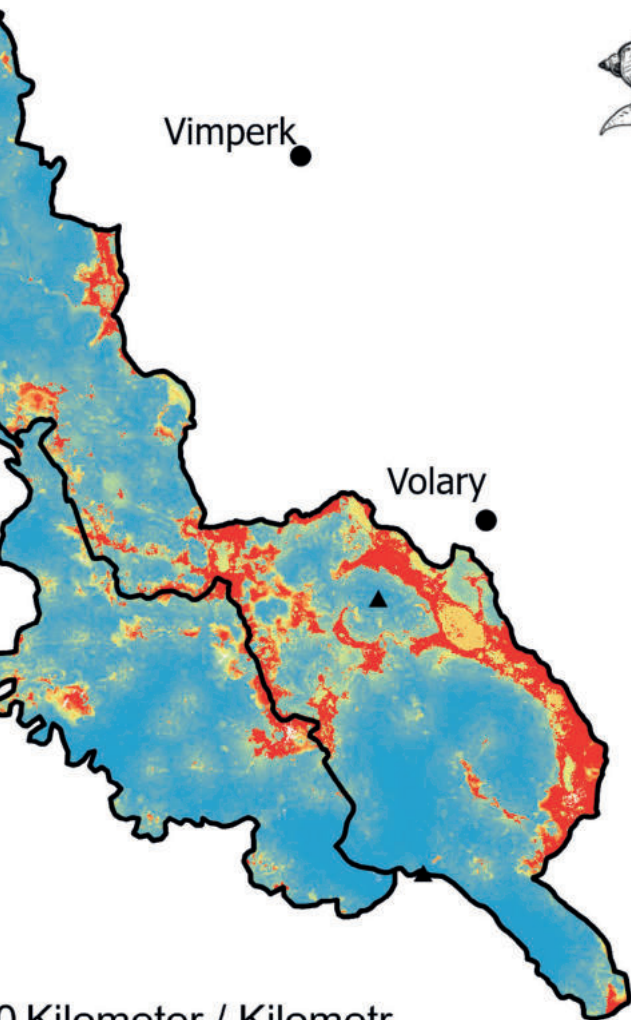


Vorhergesagtes Vorkommen

R. la



en / Předpokládaný výskyt *abiata*



Závěr a managementová doporučení

Motolice velká je jedním z nejvíce patogenních parazitů vyskytujících se v játrech volně žijících kopytníků. Od jejího prvního zdokumentovaného záznamu ve střední Evropě uplynulo již téměř sto let. Za tu dobu se motolice velká v šumavském ekosystému etablovala a rozšířila tak jedno ze tří evropských ohnisek.

Stanovit managementová doporučení pro potlačení tohoto široce rozšířeného parazita se složitým vývojovým cyklem vázaným na několik druhů mezipřenositelů a postihující celou škálu definitivních hostitelů je úkol vyžadující spolupráci zodpovědných správců území, zemědělců, a subjektů zodpovědných za lov a péči o zvěř. Teoreticky je možné snahy cílit jak na mezipřenositele, tak na definitivní hostitele. U farmových chovů a pastvin mimo chráněná území by výrazné změny vodních poměrů a v jejich důsledku omezení vodních plžů mohly být účinné. V unikátním šumavském ekosystému však nejsou environmentálně přijatelným opatřením.

Zabránit pohybu volně žijících kopytníků, definitivních hostitelů, kteří mohou infekci zavléct na pastviny domácích zvířat, se zdá nemožné. Jedním z opatření pro zamezení infekce hospodářských zvířat je zamezení pastvy na lokalitách s výskytem infikovaných plžů.

Možností omezení šíření motolice velké mezi definitivními hostiteli může být důkladná veterinární kontrola při převozech divoké volně žijící i farmové zvěře, jež může sloužit jako rezervoár infekce. Dále podávání medikamentů transportované zvěři či zamezení krmení nedostatečně usušeným senem z lokalit s výskytem tohoto parazita.

I přes skutečnost, že na území Národního parku Šumava probíhalo v minulosti cílené předkládání léčiv volně žijící zvěři s cílem infekci potlačit, nebylo dosaženo trvalých účinků. Léčba volně žijících živočichů je vždy složitá zejména z důvodu nemožnosti nastavení přesné dávky danému jedinci při aplikaci léčiv do krmiva. Zároveň je nutné si uvědomit, že účinné látky odchází

z těla medikované zvěře a mohou ovlivňovat deponovaným trusem s rezidui léčiv půdní faunu. Taková opatření by tedy neměla být uplatňována v chráněných oblastech.

V národních parcích, jejichž účelem je podpora přirozených procesů, je aplikování široce platných managementových opatření obtížné. Jako každé infekční onemocnění i fascioloidóza se snadněji šíří v populacích s vyššími počty jedinců. Významnou úlohu v toto směru má redukce početnosti lovem a přirozenými predátory. S rostoucí populací vlků, mezi jejichž kořist patří i jelení zvěř, je však v ekosystému Šumavy šance, že hospodaření s divokou zvěří ve větší míře převezme sama příroda.

Dlouhodobé sledování trusu volně žijící jelení zvěře a zejména jater odstřelených kusů je žádoucí, jelikož může poskytnout informaci o šíření a četnosti parazita v průběhu času. S ohledem na ekologické vazby ekosystému Šumavy se jako riziko může jevit infekce srnčí zvěře. Ta je jednak na nákazu mimořádně vnímavá a jako netypický hostitel často hyne.

Uvedené výsledky představují jen část sebraných dat a zpracovaných výstupů. Bližší informace o společném výzkumném projektu a jeho výsledcích budou po zpracování k dispozici na webových stránkách partnerů projektu.



Obr. 22: Jelení zvěř

Abb. 22: Rothirsche

Fazit und Managementmaßnahmen

Der Große Amerikanische Leberegel parasitiert in der Leber einiger Huftierarten und kann sowohl in Nutztierbeständen als auch in Wildtierpopulation Probleme verursachen. Seit dem ersten dokumentierten Nachweis in Mitteleuropa vor einem Jahrhundert konnte der Parasit in Europa drei Populationen etablieren. Eine dieser Populationen schließt auch das Böhmerwald-Ökosystem mit ein.

Um die weitere Verbreitung des Großen Amerikanischen Leberegels aufzuhalten, ist eine enge Zusammenarbeit von Gebietsverwaltungen, Landwirten, Jagdausübenden sowie Organisationen des Jagd- und Wildtiermanagements erforderlich. Maßnahmen setzen an unterschiedlichen Stellen des komplexen Lebenszyklus des Parasiten an. Landwirte außerhalb von Schutzgebieten können mit dem Absenken des Bodenwassergehalts und der damit einhergehenden Reduzierung des Wasserschneckenhabitats Erfolge erzielen. Im einzigartigen Böhmerwald Ökosystem ist dies jedoch keine umweltverträgliche Maßnahme. Eine weniger invasive – aber häufig nicht praktikable – Maßnahme zur Infektionsvorbeugung für Nutztierbestände ist das Vermeiden von Feuchtbiotopen bei der Einrichtung von Weideflächen.

Eine Möglichkeit, die weitere Verbreitung des Großen Amerikanischen Leberegels einzudämmen, ist eine gründliche tierärztliche Untersuchung vor dem Transport von Wild- oder Nutztieren, die als spezifische Wirte in Frage kommen. Sollte bei einem zum Transport vorgesehenen Tier eine Infektion festgestellt werden, stehen wirksame Medikamente zur Verfügung. Wildtiermanager können das Infektionsrisiko weiter beeinflussen, indem sie ausschließlich ausreichend durchgetrocknetes Heu an ihre Tiere verfüttern.

Obwohl in der Vergangenheit auf dem Gebiet des Nationalparks Šumava an Fütterungen und in den Wintergattern gezielt Medikamente an Wildtiere verabreicht wurden, um eine Infektion mit dem Großen Amerikanischen Leberegel zu unterdrücken, wurde damit keine nachhaltige Wirkung erzielt. Die medikamentöse Behandlung von Tieren in freier Wildbahn ist besonders kompliziert, da sich bei der Verabreichung von Arzneimitteln über Futterzu-

gaben die genaue Medikamentendosis nicht regulieren lässt. Gleichzeitig muss berücksichtigt werden, dass Medikamentenrückstände den Körper der behandelten Wildtiere wieder verlassen und Auswirkungen auf die Bodenfauna haben können. Solche Maßnahmen sollten deshalb in Schutzgebieten grundsätzlich nicht zur Anwendung kommen.

Wie bei Infektionskrankheiten üblich, nimmt auch die Wahrscheinlichkeit der weiteren Ausbreitung der Fascioloidose mit dichterem Wirtsbeständen zu. Auch wenn die Nationalparks Bayerischer Wald und Šumava das Motto „Natur Natur sein lassen“ verfolgen, kann auf ein jagdliches Management – das auch dem Infektionsschutz zugutekommt – momentan nicht gänzlich verzichtet werden. Mit einer steigenden Wolfspopulation, zu deren Beute der Rothirsch zählt, besteht im Böhmerwald-Ökosystem aber die Chance, dass künftig das Wildtiermanagement wieder zu einem größeren Anteil von der Natur selbst übernommen wird.

Ein langfristiges Infektions-Monitoring anhand von Losung oder Lebern erlegter Wildtiere kann Tendenzen in der Ausbreitung und Häufigkeit der Fascioloidose im Verlauf der Zeit liefern. Ein Monitoring sollte sich aber nicht nur auf Rothirsche fokussieren, sondern auch Rehe mit einschließen, da diese Art sehr sensibel auf Infektionen mit dem Großen Amerikanischen Leberegel reagiert.

Die aufgelisteten Ergebnisse stellen nur einen Teil der gesammelten Daten und verarbeiteten Ergebnisse dar. Genauere Informationen zum gemeinsamen Forschungsprojekt und seinen Ergebnissen werden nach Projektabschluss auf den Webseiten der Projektpartner zur Verfügung gestellt.



Obr. 23: *Ilustrace dospěle motolice velké (© Pavel Procházka)*
Abb. 23: *Illustration eines adulten Großen Amerikanischen Leberegels*

Pro zájemce o hlubší problematiku motolice velké lze doporučit dvě anglicky psané publikace.

Weitere Informationen zum Großen Amerikanischen Leberegel finden sich in folgenden englischsprachigen Publikationen.

- 1) **Pybus M. J.**, (2001). Liver Flukes. In *Parasitic diseases of wild mammals*, WM Samuel, MJ Pybus, and AA Kocan (eds.). Iowa State Press, Ames, Iowa, 121–149.
- 2) **Králová-Hromadová I., Juhásová L., Bazsalovicsová E.**, (2016). The giant liver fluke, *Fascioloides magna*: past, present and future research. Springer Briefs in Animal Sciences, Springer Nature.

Projekt číslo 315 s názvem „**Hodnocení rizika infikování volně žijících zvířat invazivním parazitem motolicí obrovskou**“ byl podpořen programem přeshraniční spolupráce Cíl EÚS Česká republika – Svobodný stát Bavorsko 2014–2020.

Das Projekt Nummer 315 mit dem Namen „**Risikoabschätzung für Wildtiere durch den invasiven Parasiten Großer Amerikanischer Leberegel**“ wurde vom Programm zur grenzübergreifenden Zusammenarbeit Freistaat Bayern – Tschechische Republik Ziel ETZ 2014-2020 unterstützt.



Ziel ETZ | Cíl EÚS

Freistaat Bayern –
Tschechische Republik
Česká republika –
Svobodný stát Bavorsko
2014 – 2020 (INTERREG V)



**Europäische Union
Evropská unie**

Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung
Evropský fond pro
regionální rozvoj

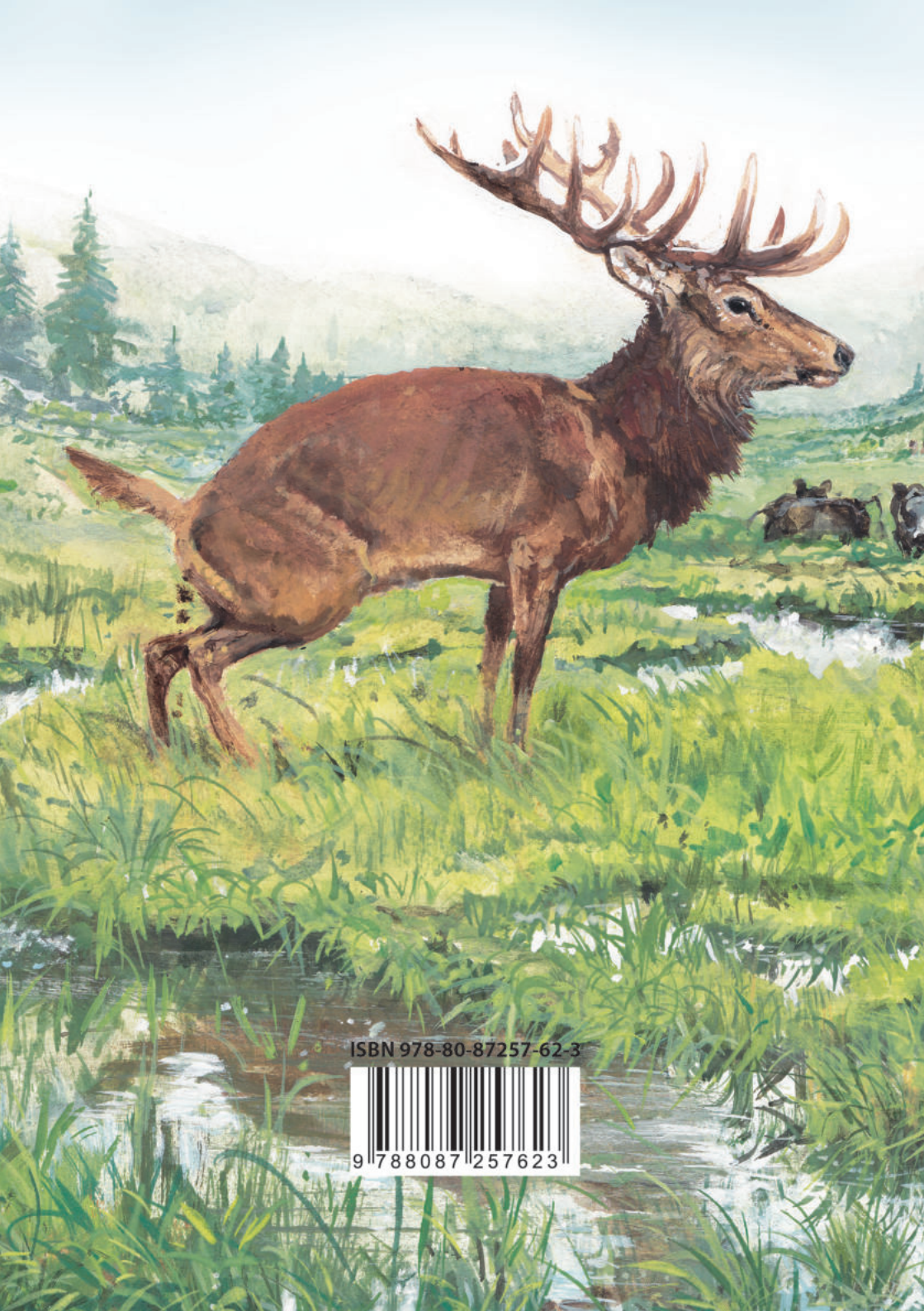
Partneři projektu/Projektpartner:



**NATIONALPARK
Bayerischer Wald**

Ministerstvo životního prostředí





ISBN 978-80-87257-62-3



9 788087 257623