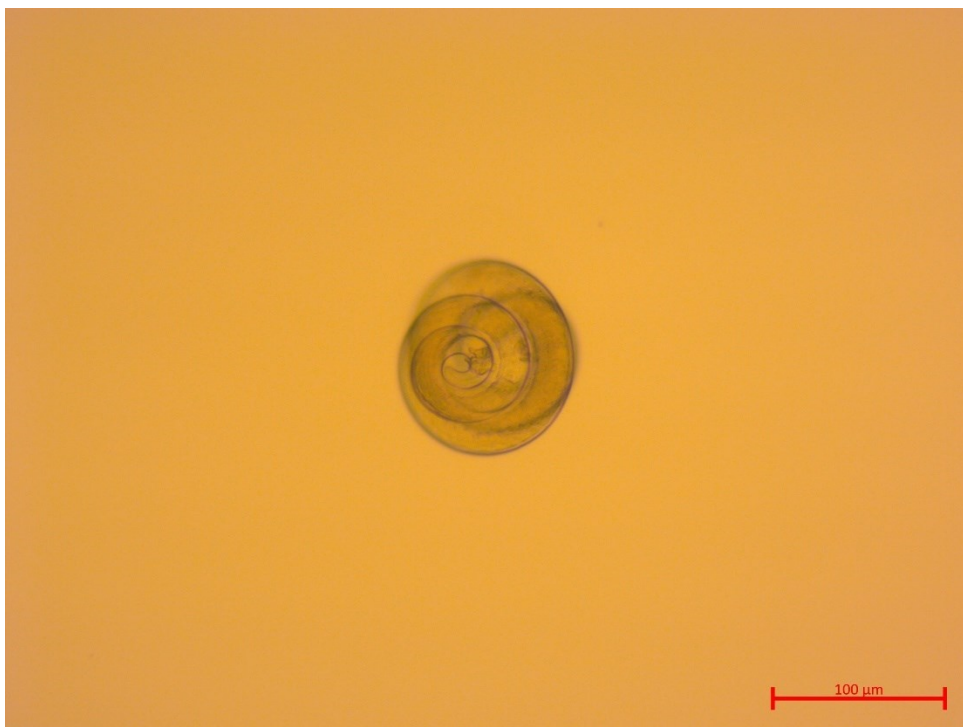


Trichinenuntersuchung

Ausbildungsunterlage für die Trichinenuntersuchung
gemäß LMSVG- Aus- und Weiterbildungsverordnung



Impressum

Herausgeber, Medieninhaber und Hersteller

Bundesministerium für Arbeit, Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz
Sektion III Konsumentenpolitik und Verbrauchergesundheit
SC Dr. Ulrich Herzog

Radetzkystraße 2 A-1030 Wien
Tel.: +43 1 711 00 – 0

unter Mitarbeit von Dr. Walter Glawischnig (AGES) und Dr. Juliane Schrott (AGES)

2. Auflage 2025 (Stand Mai 2026)

Inhaltsverzeichnis

Modul 1: Naturgeschichte der Trichinen und anderer in der Muskulatur auffindbarer Parasitenstadien; Übertragungswege und pathologische Erscheinungsbilder	5
1. Einleitung	5
2. Geschichte der Trichinen	7
3. Parasitologische Grundbegriffe	8
4. Abkürzungsverzeichnis/Definition von Begriffen	10
5. Systematik der Gattung <i>Trichinella</i>	11
6. Morphologie der Trichinenlarven	13
7. Entwicklungszyklus	16
8. Epidemiologie, Erregerreservoir und Übertragungswege	17
9. Prophylaxe und Bekämpfung	21
10. Trichinellose-Erkrankung des Menschen	23
11. Andere in der Muskulatur auffindbare Parasiten	24
Modul 2: Probenentnahme, Untersuchungsmethoden, Qualitätssicherung im Trichinenlabor	28
1. Grundzüge über die Durchführung einer Untersuchung auf Trichinen	28
2. Probenentnahme, Kennzeichnung und Transport	31
3. Nachweismethoden	36
4. Fehlermöglichkeiten bei der Referenznachweismethode ISO 18743:2015	41
5. Differentialdiagnosen und Verwechslungsmöglichkeiten	43
6. Notfallplan	44
7. Qualitätssicherung in Trichinenlabors	45
Modul 3: Grundzüge der Anatomie	47
1. Grundzüge der Anatomie der Muskulatur	47
2. Anatomische Grundkenntnisse über den Körperbau von Schweinen, Pferden und bestimmten Wildtieren	49
Literaturverzeichnis	52

Rechtsbestimmungen	55
1. Einleitung	55
2. Europarecht	55
2.1. VO (EU) 2017/625.....	55
2.2. Verordnung (EG) Nr. 853/2004 (Allgemeine LM-Hygienevorschriften)	57
2.3. Delegierte Verordnung (EU) 2019/624 (KontrollVO Fleisch).....	57
2.4. Durchführungsverordnung (EU) 2019/627 (KontrollVO Tier. LM).....	57
2.5. Durchführungsverordnung (EU) 2015/1375.....	58
3. Nationale Bestimmungen	60
3.1. Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz (LMSVG)	60
3.2. LMSVG- Aus- und Weiterbildungsverordnung	61
3.3. Erlässe.....	63
 Weiterführende Links	 65
 Fragenkatalog.....	 66

Modul 1: Naturgeschichte der Trichinen und anderer in der Muskulatur auffindbarer Parasitenstadien; Übertragungswege und pathologische Erscheinungsbilder

1. Einleitung

Die Trichinellose ist eine durch Fadenwürmer (Nematoden) der Gattung *Trichinella* hervorgerufene lebensmittelbedingte, mild bis tödlich verlaufende Infektionskrankheit des Menschen. Sie gilt weltweit als eine der bedeutendsten parasitären Zoonosen. Der Mensch infiziert sich durch den Verzehr von rohem oder ungenügend erhitztem trichinenhaltigen Fleisch oder daraus hergestellten Produkten wie Rohwürste oder Rohschinken. Träger von Trichinen können Haus- und Wildschweine, Pferde sowie Bären, Dachse, Füchse und bestimmte andere Wildtiere sein. Als natürliche Reservoir für *Trichinella* gelten in Mitteleuropa primär Nagetiere (Mäuse, Ratten) sowie verschiedene wildlebende Raubtiere (z.B. Dachs, Fuchs) und das Wildschwein.

In Österreich sind Erkrankungsfälle beim Menschen aufgrund der gesetzlich vorgeschriebenen Untersuchungspflicht von Schweinen im Rahmen der Schlacht tier- und Fleischuntersuchung sowie aufgrund der günstigen epidemiologischen Situation in der Wildschweinpopulation sehr selten. Die letzten autochthonen humanen Trichinellose-Fälle (d.h. Erkrankungen rein österreichischen Ursprungs) ereigneten sich 1970 in Salzburg (MUCH, 1970), wo zahlreiche Personen nach dem Konsum von nicht genügend erhitzten, mit Trichinen infizierten Schweinefleisch an einer Trichinellose erkrankten. Seit diesem Zeitpunkt werden in Österreich jährlich einzelne, sogenannte „importierte“ humane Erkrankungsfälle gemeldet (<https://www.ages.at/mensch/krankheit/krankheitserreger-von-a-bis-z/trichinen>). Hierbei handelte es sich um Personen, die sich im Ausland durch den Verzehr von mit *Trichinella* Larven infizierten Wurst- oder Fleischprodukten oder durch die Mitnahme von solchen Fleischerzeugnissen im Zuge einer Auslandsreise ansteckten.

Global gesehen hat die zoonotische Bedeutung der Trichinellose seit den 1980er Jahren zugenommen. Die Anzahl der mit *Trichinella* spp. infizierten Menschen wird weltweit auf ca.

11 Millionen geschätzt (DUPOUY-CAMET, 2000). Die Entwicklung des internationalen Reiseverkehrs (Tourismus, Zuwanderung) sowie die Globalisierung des weltweiten (Nahrungsmittel-) Handels vor allem mit fleischexportierenden Ländern, in denen Trichinen bei Wild- und Haustieren endemisch vorkommen, haben es mit sich gebracht, dass auch Mitteleuropäer immer wieder Trichinen-Infektionen erwerben können.

In Europa ereignen sich regelmäßig Trichinellose-Ausbrüche mit zahlreichen Erkrankungsfällen beim Menschen. Aus den Ländern der Europäischen Union wurden im Jahr 2023 insgesamt 76 bestätigte Erkrankungsfälle gemeldet. Über den Zeitraum 2019–2023 ergab sich keine signifikante Zunahme oder Abnahme der Trichinellosefälle innerhalb der EU (Europäischer One Health 2023 Zoonosebericht der EFSA). Die meisten Erkrankungen wurden in den letzten fünf Jahren in den EU-Ländern Bulgarien und Rumänien festgestellt und es ereigneten sich unter anderem größere Ausbrüche in

Frankreich, Italien, Kroatien und Spanien. Die Infektionsquellen waren fast ausschließlich Wurst- oder Fleischwaren von Wildschweinen oder Hausschweinen, wobei das Fleisch dieser Tiere nicht oder unsachgemäß auf das Vorhandensein von Trichinen untersucht wurde.

Mit der Zielsetzung, gesundheitliche Risiken durch diese gefährliche Parasitenerkrankung für den Menschen möglichst zu vermeiden, sind zahlreiche amtliche Kontrollmaßnahmen vorgeschrieben, zu denen u.a. die Schlachtier- und Fleischuntersuchung gehört. Die Grundlage dafür bildet ein umfangreiches Regelwerk an Richtlinien und Verordnungen der EU, die, in nationales Recht umgesetzt, laufend neuen Entwicklungen angepasst werden. Die spezifischen Vorschriften für die amtlichen Fleischuntersuchungen auf Trichinen sind in der Europäischen Union durch die Verordnung (EU) Nr. 2015/1375 in der aktuell gültigen Fassung, sowie auf nationaler Ebene durch das Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz (LMSVG) geregelt.

Alle für Trichinen empfänglichen Tieren, welche für den menschlichen Verzehr in der EU bestimmt sind, u.a. Hausschweine, Wildschweine und Pferde, müssen auf das Vorhandensein von Trichinenlarven in der Muskulatur getestet oder einer Gefrierbehandlung unterzogen werden, siehe VO (EU) 2015/1375. Die in der ISO 18743/2015 beschriebene oder eine äquivalente Methode muss angewendet werden.

Die gesetzliche Grundlage für den hier vorliegenden Lehr- und Lernbehelf betreffend amtliche Fachassistenten für Trichinenuntersuchungen bildet die Aus- und Weiterbildungsverordnung des LMSVG. Detaillierte Angaben über die Rechtsvorschriften für die Trichinenuntersuchungen sind Gegenstand von Modul 4.

2. Geschichte der Trichinen

Dass Trichinen beim Menschen im antiken Ägypten vorkamen, beweisen Trichinenkapseln, die in 3200 Jahre alten Mumien nachgewiesen wurden. Unklar ist, ob im alten Ägypten das Verbot des Genusses von Schweinefleisch wegen der Möglichkeit einer Infektion mit Trichinen begründet war. Auch im Alten Testament wird das Schwein als „unrein“ angesehen und nicht zum menschlichen Verzehr erlaubt, eben mit dem Argument, dass es krank macht (SATTMANN u. PROSL, 2005).

Die moderne Entdeckungsgeschichte der Trichinen beginnt im Jahr 1835, als in London ein junger Medizinstudent in der Muskulatur eines verstorbenen Patienten eingekapselte Würmer entdeckte. Die wissenschaftliche Erstbeschreibung wurde im selben Jahr von OWEN (1835) veröffentlicht. Wenige Jahrzehnte später war der Infektionskreislauf dieses Parasiten aufgrund intensiver Forschungen zahlreicher namhafter Wissenschaftler größtenteils aufgeklärt und die Infektion des Menschen durch den Verzehr von infiziertem Fleisch bewiesen. Ein großer Krankheitsausbruch in Preußen 1865, bei welchem 337 Menschen erkrankten und 101 starben, erbrachte endgültige Gewissheit über die Gefährlichkeit dieser lebensmittelbedingten Parasitenerkrankung (SATTMANN u. PROSL, 2005).

Aufgrund des Wissenstandes über den Infektionskreislauf dieses Parasiten wurden in Deutschland bereits 1864 Richtlinien zur Infektionsvermeidung erarbeitet, welche in eine Fleischuntersuchung auf Muskeltrichinen mündeten. In Österreich wurde 1866 die erste Österreichische Trichinenkommission zur weiteren Erforschung und Erarbeitung von Maßnahmen zur Bekämpfung der Trichinellose eingesetzt. Verschiedene Maßnahmen sollten die Ansteckung von Schweinen durch den Verzehr von infizierten Ratten verhindern. 1924 wurde durch eine Ministerialverordnung erstmalig eine Untersuchung von Schweinen „bei Bedarf“ vorgeschrieben. Erst im Jahr 1940 wurde schlussendlich im Reichsfleischbeschaugesetz die ausnahmslose Verpflichtung zur Trichinenuntersuchung von geschlachteten Schweinen angeordnet (SATTMANN u. PROSL, 2005).

In Österreich sind in der Zeit zwischen 1866 und 1970 insgesamt 72 Trichinellose-Fälle beim Menschen dokumentiert (AUER, 2005), wobei sicherlich eine viel größere Dunkelziffer anzunehmen ist. Der letzte rein österreichische (autochthone) humane Krankheitsausbruch ereignete sich 1970 im Bundesland Salzburg in der Umgebung von Leogang, als zwölf Touristen aus Deutschland an einer Trichinellose erkrankten. Epidemiologische Nachforschungen ergaben, dass die Personen sich durch den Verzehr von geselchtem Fleisch eines Hausschweins, in welchem sich unzähligen Trichinen-Muskellarven befanden, infizierten. Der Besitzer des Hausschweins, ein Jäger, hatte das Schwein mit Fuchskernen gefüttert (MUCH, 1970).

3. Parasitologische Grundbegriffe

Anthelminthika

Gegen Wurminfektionen wirksame Medikamente.

Epidemiologie

Lehre vom Zustandekommen, der Verbreitung, Ausbreitung und der zeitlichen Dynamik von Infektionskrankheiten und Krankheiten anderer Ätiologie.

Endwirt

Mensch oder Tier, in dem sich geschlechtsreifen Stadien eines Parasiten entwickeln.

Fehlwirt

Mensch oder Tier, in dem sich ein Parasit nicht weiterentwickeln kann; der Fehlwirt wird dennoch vom Parasiten gesundheitlich beeinträchtigt.

Hauptwirt

Als Hauptwirt wird jene Tierart bezeichnet, in welcher der Parasit optimale Lebens- und Entwicklungsmöglichkeiten vorfindet.

Inkubationszeit

Zeit zwischen der Infektion und dem ersten Auftreten von Symptomen einer Erkrankung.

Inzidenz

Anteil der neuinfizierten oder erkrankten Individuen in einer Gruppe von Tieren oder Menschen innerhalb einer Zeitspanne (von Wochen, Monaten oder Jahren).

Nebenwirt

Wirt, in dem eine Parasitenart weniger häufig vorkommt.

Parasit (Schmarotzer, Mitesser)

Ein Parasit ist ein Organismus, der sich zeitweise oder dauernd auf oder in einem anderen, artfremden und meist größeren Lebewesen (Wirt) aufhält, teilweise oder ausschließlich auf dessen Kosten lebt und pathogene (krankmachende) Eigenschaften besitzt.

Parasitose

Befall durch Parasiten mit oder ohne Erkrankung.

Patenz

Der Zeitraum vom Beginn der Ausscheidung von Eiern, Larven oder Oozysten nach einmaliger Infektion bis zum Sistieren der Ausscheidung gilt als Patenz. Die Patenz ist also jener Zeitraum, der auf die Präpatenz folgt.

Präpatenz

Mindestzeit zwischen Infektion eines Wirtes mit einer Parasitenart bis zur ersten Nachweismöglichkeit von Geschlechtsprodukten (Eiern, Larven, Oozysten), z.B. im Kot.

Prävalenz

Anteil der infizierten Individuen in einer Gruppe von Tieren oder Menschen zu einem bestimmten Zeitpunkt.

Trichinellose

Eine durch Trichinen hervorgerufene parasitäre Infektionskrankheit (Parasitose).

Wirt

Als Wirte werden Organismen bezeichnet, auf oder in denen sich Parasitenstadien zeitweise oder dauernd aufhalten.

Zoonose

Nach der Definition der WHO (Weltgesundheitsorganisation) fasst man unter dem Begriff „Zoonosen“ alle jene Krankheiten und Infektionen zusammen, die auf natürlichem Weg zwischen Menschen und anderen Wirbeltieren übertragen werden können.

Zwischenwirt

Als Zwischenwirt gilt jene Tierspezies, in der die ungeschlechtliche Vermehrung, die Larvenentwicklung, die Zystenbildung etc. stattfindet.

4. Abkürzungsverzeichnis/Definition von Begriffen

Domestischer Zyklus	Entwicklungszyklus von <i>Trichinella</i> spp., in welchem Hausschweine und Nagetiere die Wirte darstellen (lat. domesticus = zum Haus gehörend).
ISO 18743:2015	ÖNORM EN ISO 18743 (Ausgabe: 2015-12-15) Mikrobiologie der Lebensmittelkette — Nachweis von <i>Trichinella</i> -Larven im Fleisch mit künstlichem Verdauungsverfahren
L1	Larve 1
LMSVG	Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz
NRL	Nationales Referenzlabor
Nematoden	Fadenwürmer
QM	Qualitätsmanagement
Silvatischer Zyklus	Entwicklungszyklus von <i>Trichinella</i> spp., in welchem wildlebende Fleischfresser das Erregerreservoir darstellen (lat. silva = der Wald)
<i>T.</i>	<i>Trichinella</i>
Trichinen	alle Nematoden, die zu den Arten der Gattung <i>Trichinella</i> gehören (Definition laut VO (EU) 2015/1375)
VO	Verordnung

5. Systematik der Gattung *Trichinella*

Die Trichinen gehören in der Systematik der Parasiten zum Stamm der Nematelmintha (Schlauchwürmer), Klasse der Nematoden (Faden- oder Rundwürmer). Zahlreiche Nematodenarten parasitieren im Verdauungstrakt, in den Atemwegen sowie in anderen Organsystemen von Wirbeltieren und sind Erreger wichtiger Krankheiten bei Tieren und Menschen.

Innerhalb der Gattung *Trichinella* sind weltweit derzeit 13 *Trichinella* Arten, sowie mehrere Genotypen bekannt. Die Differenzierung erfolgt mittels molekularbiologischer Untersuchungen. In Europa wurden bis dato die folgenden vier Arten festgestellt:

***Trichinella spiralis* (T1)**

Vorkommen weltweit

domestischer und silvatischer Zyklus

Wirtstiere sind verschiedene Säugetierarten (z.B. Haus- und Wildschweine)

für den Menschen hoch pathogen

Kapselbildung in der Muskulatur

***Trichinella nativa* (T2)**

Vorkommen in kälteren Klimazonen (primär Nordeuropa, endemische Funde in Deutschland, Polen und Slowenien).

silvatischer Zyklus

Wirtstiere sind verschiedene Fleisch- und Allesfresser (Fuchs, Bär, Wildschwein, Luchs u.a.)

einschließlich Menschen

Kapselbildung in der Muskulatur

***Trichinella britovi* (T3)**

Vorkommen in gemäßigten Klimazonen (am häufigsten nachgewiesene Art bei Wildtieren in Österreich).

silvatischer Zyklus

Wirtstiere sind verschiedene Fleisch- und Allesfresser (Wildschwein, Fuchs, Bär u.a.)

einschließlich Menschen

Kapselbildung in der Muskulatur

***Trichinella pseudospiralis* (T4)**

Vorkommen weltweit (bei Wildschweinen in Österreich nachgewiesen)

silvatischer Zyklus

Wirtstiere sind Haus- und Wildschwein, Vögel, Fleisch- und Allesfresser einschließlich

Menschen

KEINE Kapselbildung in der Muskulatur

Tabelle 1: Übersicht über das Vorkommen der bekannten *Trichinella* Arten (Spezies)

Genotyp, Spezies	Wirt	Vorkommen
T1, <i>T. spiralis</i>	Säuger	weltweit
T2, <i>T. nativa</i>	Säuger	Arktis, subarkt. Region
T3, <i>T. britovi</i>	Säuger	gemäßigte Zonen
T4, <i>T. pseudospiralis</i> *	Vögel, Säuger	weltweit
T5, <i>T. murrelli</i>	Säuger	Nordamerika
T6	Säuger	Arktis, subarkt. Region
T7, <i>T. nelsoni</i>	Säuger	Afrika
T8	Säuger	Afrika
T9	Säuger	Japan
T10, <i>T. papuae</i> *	Säuger, Reptilien	Papua N.G., Thailand
T11, <i>T. zimbabwensis</i> *	Reptilien, Säuger	Afrika
T12, <i>T. patagoniensis</i>	Säuger	Argentinien
T13, <i>T. chanchalensis</i>	Säuger (Vielfraß)	Kanada (Nordwest)

*ohne Kollagenkapsel

6. Morphologie der Trichinenlarven

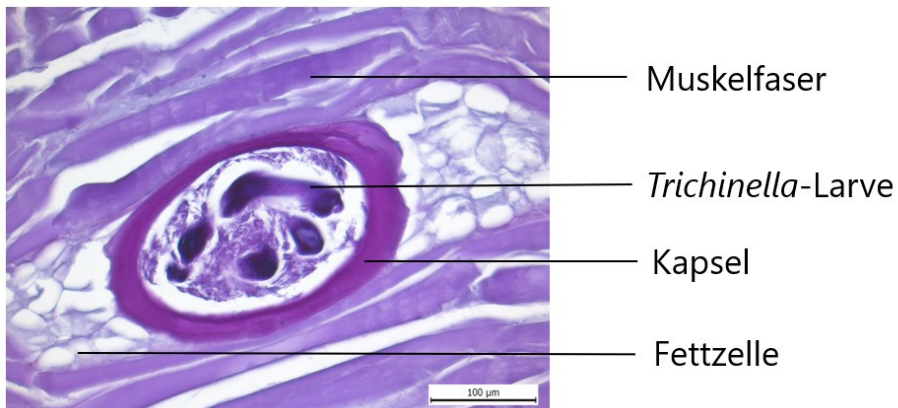
Die adulten (lat. adult = erwachsen), geschlechtsreifen **Darmtrichinen** sind fadenförmige Nematoden. Die männlichen Exemplare sind 0,6-1,6 mm, die weiblichen Exemplare 1,3-3,4 mm lang (POZIO, 2007) und somit zählen sie zu den kleinsten Würmern.

Die in der Muskulatur (**Muskeltrichinen**) angesiedelten infektiösen Larven (Larven 1 = L1) sind ca. 0,7-1,1 mm lang (POZIO, 2007). Bei der Invasion der Larven in die Muskelfasern werden die Muskelzellen gewöhnlich nicht zerstört, sondern zu „Amnizellen“ transferiert. Die Einkapselung beginnt um den siebten Tag p.i. (lat. post infectionem = nach der Ansteckung) und ist nach vier bis sechs Wochen abgeschlossen. **Die Muskellarven von *T. spiralis* liegen eingerollt in einer ovalen, zitronenförmigen Kapsel. Bei *T. pseudospiralis* (sowie bei zwei weiteren, in Europa nicht angesiedelten Arten) fehlt die Kapsel.** Fünf bis sechs Wochen p.i. kommt es an den Kapselpolen zur Anhäufung von Granulationsgewebe und Fettzellen und von den Polen ausgehend, kann die Kapsel ab dem fünften Monat p.i. allmählich verkalken. Die eingekapselten Larven sind im Wirt jahrelang lebensfähig (ECKERT, 2008).



© AGES

Abb. 1: *Trichinella* Larve (L1) nach ihrer Freisetzung aus der Muskelzelle durch Pepsinverdau (Lichtmikroskop, 150x).



© AGES

Abb. 2: Einkapselte *T. britovi* Larve (L1) in der Muskulatur eines Fuchses (Vorarlberg), histologischer Schnitt (PAS-Färbung).

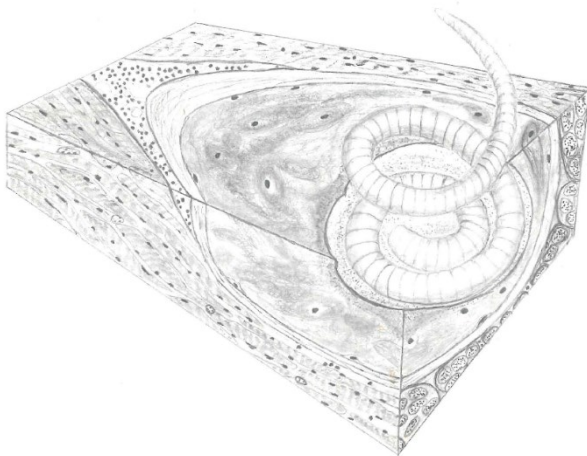


Abb. 3: Schematische Darstellung einer eingekapselte *Trichinella* Larve (L1) (aus Illustrated *Trichinella* von YUZO TAKAHASHI; 2023). Abbildung mit freundlicher Genehmigung von Yuzo Takahashi.

Bauplan von *Trichinella spiralis*

Das **Integument** (lat. Integument = äußere Hülle, Haut), die inneren Organe (u.a. Verdauungstrakt, Geschlechtsorgane) und die dazwischen liegende, mit Flüssigkeit gefüllte primäre Leibeshöhle bilden die Grundelemente des Nematodenkörpers. Die Atmungsorgane fehlen. Der Gasaustausch erfolgt durch das Integument.

Der **Verdauungstrakt** beginnt mit der Mundöffnung. Auf die Mundöffnung folgt die Mundhöhle. Der darauffolgende Ösophagus (lat. Ösophagus = Speiseröhre) besteht bei den Trichinen aus einem kurzen, vorderen muskulösen Abschnitt, gefolgt von einem dünnen Rohr, das von speziellen Drüsenzellen (Stichozyten) umschlossen wird. Dieser trichuroide Ösophagus stellt ein markantes Merkmal der Adulten und Larven dar. Auf den Ösophagus folgen der Mitteldarm und der Enddarm (Rectum), der durch den After ventral nach außen mündet.

Der **männliche Geschlechtsapparat** besteht aus Hoden, Samenleiter, Samenblase und Ductus ejaculatorius, der in eine vom Rectum gebildete Kloake mündet. Die Männchen besitzen am Hinterende zwei kutikulare Zapfen. Das Spikulum fehlt.

Der **weibliche Geschlechtsapparat** ist doppelt ausgebildet und besteht aus Ovarium, Eileiter und Uterus. Die Vagina mündet am Ende des ersten Körperviertels nach außen.

Das **Nervensystem** bildet ein den Ösophagus umfassender Nervenring, von dem aus Nerven die verschiedenen Organsysteme versorgen.

7. Entwicklungszyklus

Die Biologie der *Trichinella* Larven ist dadurch charakterisiert, dass der gesamte Entwicklungszyklus in ein und demselben Wirt stattfindet und wird hier exemplarisch für *T. spiralis* beschrieben, siehe Abb. 4.

Die Infektion (z.B. beim Hausschwein) erfolgt durch Füttern von rohen oder ungenügend erhitzten, mit *Trichinella* Larven infizierten Schlachtabfällen oder durch die Aufnahme von trichinienhaltigem Muskelfleisch lebender oder verendeter Säugetiere (z.B. Nagetiere). Die vom Wirt oral (lat. oral = durch den Mund) aufgenommenen Larven (Muskeltrichinen = L1) werden im Magen durch die Verdauungssäfte aus der Muskulatur freigesetzt und entwickeln sich in der Dünndarmwand nach viermaliger Häutung (L1 – L4) innerhalb weniger Tage zu adulten, geschlechtsreifen Würmern. Während die Männchen bald nach der Begattung absterben, beginnen die viviparen (lat. viviparus = lebendgebärend) Weibchen mit der Ausscheidung der Larven (L1). Die Weibchen, welche vier bis sechs Wochen leben, produzieren im Verlauf eines Lebens ca. 1500 Larven (POZIO, 2007).

Die freigesetzten Larven (L1) wandern von der Darmwand über das Lymph- und Blutgefäßsystem in die gesamte Skelettmuskulatur und kapseln sich etwa fünf bis sechs Wochen p.i. in modifizierten Muskelzellen (=Ammenzellen) ein (Achtung: keine Kapsel bei *T. pseudospiralis*). Die Muskeltrichinen stellen die infektiöse Form im Zyklus dar und können viele Jahre, teilweise mehrere Jahrzehnte überleben und infektiös sein. Der Entwicklungskreislauf schließt sich bei Aufnahme infektiöser Muskeltrichinen durch einen neuen Wirt.

Die während der Wanderphase auch in anderen, für ihre Entwicklung ungeeigneten Organen (u.a. Gehirn und Leber) befindlichen Larven, sterben ab. Während beim Menschen bei einer Infektion mit *Trichinella* Larven schwere Krankheitserscheinungen möglich sind, verläuft die Trichinellose bei Tieren meist erscheinungslos. Selten auftretende Symptome wie vorübergehender Durchfall, steifer Gang und Schluckbeschwerden werden bei Haus- und Wildtieren übersehen oder nicht auf einen Trichinenbefall bezogen. Bei starken Infektionen sind sporadisch auch bei Wildtieren Todesfälle zu beobachten (KUTZER u. HINAIDY, 1971). Eine Therapie von Nutz- und Wildtieren ist nicht in Betracht zu ziehen.

8. Epidemiologie, Erregerreservoirre und Übertragungswege

Die Epidemiologie der Trichinellose gestaltet sich aufgrund des Vorkommens mehrerer *Trichinella* Arten und Genotypen, dem breiten Wirtsspektrum sowie der Existenz unterschiedlicher Zyklen sehr komplex (ECKERT, 2008). Haus- und Wildschweine sind in den europäischen Ländern am häufigsten mit *T. spiralis* und *T. britovi* infiziert.

In Mitteleuropa kommt *T. spiralis* in einem domestischen Zyklus (Hausschwein) oder in einem silvatischen Zyklus (Wildtier) vor, siehe Abb. 5. Wildtierzyklen existieren bei allen *Trichinella* Arten. Beim **silvatischen Zyklus** werden die Trichinellen vorwiegend unter wildlebenden Fleischfressern durch räuberische Nahrungsaufnahme oder Aasfressen verbreitet. Von Fleischfressern und Nagetieren kann die Infektion auf andere Wildtiere (z. B. Wildschweine) übergehen. Hauptinfektionsquelle für Schwarzwild sind vornehmlich infektiöse Fuchskadaver und Nagetiere. Möglicherweise sind Nagetiere das Bindeglied zwischen den beiden Zyklen. Durch den Verzehr von trichinösem Wildschweinfleisch kann sich der Mensch direkt aus dem Wildtierzyklus infizieren. Als wichtigste *Trichinella* Art im Wildtierzyklus fungiert *T. britovi*.

T. nativa, eine an kältere Umgebungstemperaturen angepasste Trichinenart (Kälteresistenz), welche primär im nördlichen Europa auftritt, kann u.a. durch den Verzehr von Bären- und Robbenfleisch auf den Menschen übertragen werden.

Innerhalb der Hausschweinpopulation zirkuliert hauptsächlich *T. spiralis* im **domestischen Zyklus**. Die Übertragung der Trichinellen erfolgt durch das unerlaubte Verfüttern von Schlacht- oder Küchenabfällen trichineninfizierter Schweine, Verzehr infizierter toter Artgenossen oder infizierter Kadaver von Nagetieren und vermutlich auch durch Kannibalismus. Bei Pferden wird eine versehentliche Aufnahme von trichinösen Nagetieren oder die nicht erlaubte Verfütterung von Schlachtabfällen als Infektionsquelle vermutet.

In der Epidemiologie der Trichinellose spielen Fleischfresser (Fuchs, Dachs, u.a.) die Hauptrolle und stellen in Europa die wichtigsten **Reservoirwirte** dar. Die Rolle des Fuchses als Hauptreservoir des Parasiten im Alpenraum wurde durch zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen bestätigt. In Österreich konnten bis dato einzelne Fälle beim Fuchs (*T. britovi*, *T. spiralis*), Wildschweinen (*T. britovi*, *T. pseudospiralis*), Dachs (*T. britovi*) nachgewiesen werden. Studien, welche am NRL für Parasiten der AGES durchgeführt wurden, haben eine Trichinen Befallsrate (Prävalenz) von 1 % in der Fuchspopulation in den Bundesländern Kärnten und Salzburg und von 2 % in Tirol ergeben. Im Gegensatz dazu ergab eine Studie in Vorarlberg mit 7 % Trichinen-positiver Füchse die höchste Befallsrate in einem österreichischen Bundesland.

Durch gesetzliche Maßnahmen und Verbesserung der Biosicherheit in den Tierhaltungen konnte der domestische Zyklus Schwein – Ratte – Schwein unterbrochen und der Parasit dadurch in Mitteleuropa erheblich zurückgedrängt werden. **Besonderes Augenmerk muss in Österreich der Infektkette Fuchs – Wildschwein gewidmet werden**, da in den letzten Jahren eine starke Zunahme der Schwarzwildpopulation stattgefunden hat (ca. 48000 erlegte Wildschweine im Jagdjahr 2023/24 lt. Statistik Austria). Eine zunehmende Ausbreitung des Schwarzwildes in voralpine Regionen (westlichen Bundesländer) wird

beobachtet. Dadurch ergeben sich immer häufiger Überschneidungen mit Gebieten, in denen *Trichinella* positive Rotfuchse nachgewiesen wurden (DUSCHER, 2005).

Bei Wildschweinen in einzelnen europäischen Ländern wurden auch Doppelinfektionen mit *T. spiralis* und *T. pseudospiralis* nachgewiesen. Für *T. pseudospiralis* können neben Säugetieren auch Greifvögel als Wirte fungieren.

Trotz geringer Prävalenzen bei den als Hauptinfektionsquelle für den Menschen in Frage kommenden Tierarten, ereignen sich in Europa regelmäßig Trichinellose-Ausbrüche mit zahlreichen Erkrankungsfällen beim Menschen. Aus den Ländern der Europäischen Union wurden im Jahr 2023 insgesamt 76 bestätigte Erkrankungsfälle gemeldet. Über den Zeitraum 2019–2023 ergab sich keine signifikante Zunahme oder Abnahme der Trichinellosefälle innerhalb der EU (Europäischer One Health 2023 Zoonosebericht der EFSA). Die meisten Erkrankungen wurden in den letzten fünf Jahren in den EU-Ländern Bulgarien und Rumänien festgestellt und es ereigneten sich unter anderem größere Ausbrüche in Frankreich, Italien, Kroatien und Spanien. Die Infektionsquellen waren fast ausschließlich Wurst- oder Fleischwaren von Wildschweinen oder Hausschweinen, wobei das Fleisch dieser Tiere nicht oder unsachgemäß auf das Vorhandensein von Trichinen untersucht wurde.

Tabelle 2: Humane Trichinellosefälle in der EU (lt. Europäischem One Health 2023 Zoonosebericht der EFSA):

	2019	2020	2021	2022	2023
Bestätigte Fälle	97	117	77	39	76
Infektion mit nachweislichem Ursprung innerhalb der EU	26	99	29	25	68
Ausbrüche	5	6	1	7	3

Humane Trichinellosefälle in Österreich

In Österreich sind Trichinellose Erkrankungsfälle sehr selten. 1970 war der letzte autochthone Krankheitsausbruch in Österreich (genauerer dazu siehe Kap. 2). In den letzten Jahren treten immer wieder vereinzelt importierte Erkrankungsfälle auf, d.h. es erkranken Personen, die sich im Ausland durch den Verzehr von mit *Trichinella* Larven infizierten Wurst- oder Fleischprodukten oder durch die Mitnahme solcher Fleischerzeugnissen im Zuge einer Auslandsreise ansteckten.

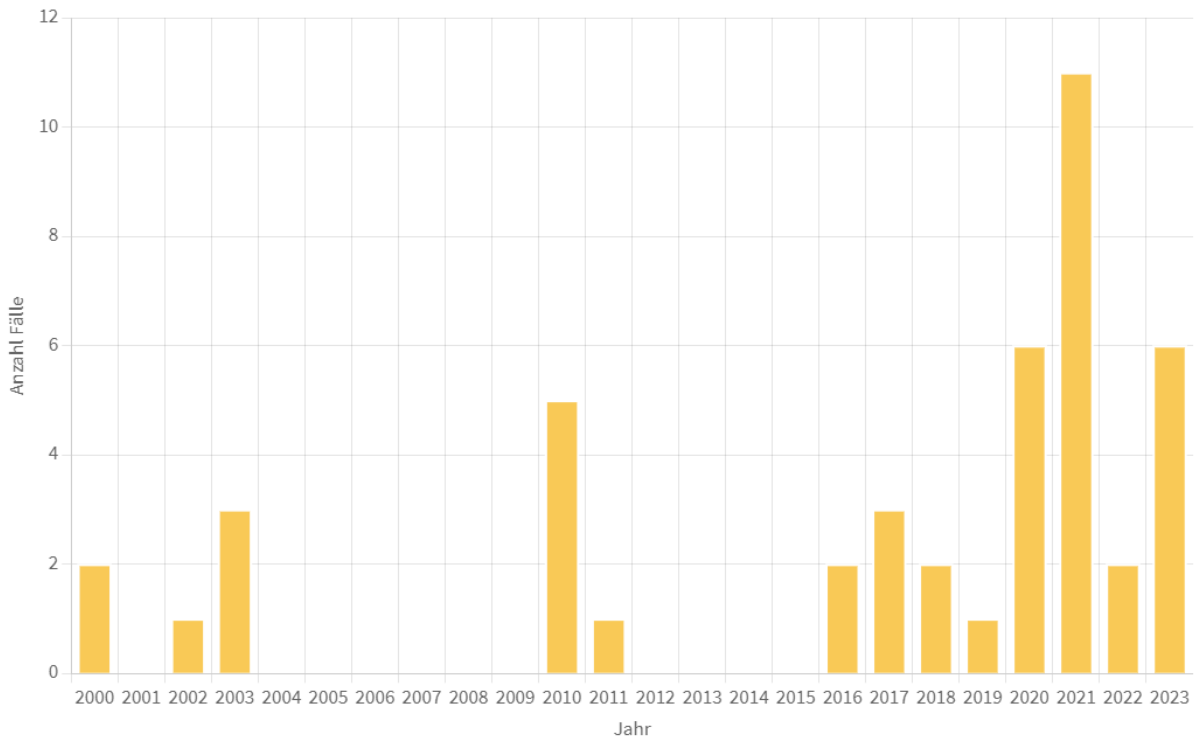


Abb. 4: Trichinellosefälle beim Menschen in Österreich 2000-2023 (<https://www.ages.at/mensch/krankheit/krankheitserreger-von-a-bis-z/trichinen>).

Trichinenuntersuchung in der EU im Jahr 2023 (lt. Europäischem One Health 2023 Zoonosebericht der EFSA)

Drei Mitgliedsstaaten (Kroatien, Rumänien und Spanien) meldete *Trichinella* positive Untersuchungsergebnisse bei Hausschweinen, insgesamt waren 46 (0,000034 %) von 133 Millionen untersuchten Tiere in der EU positiv. Bei den positiven Fällen handelte es sich um 43 Mastschweine aus Rumänien sowie um zwei Mastschweine in Freilandhaltung aus Spanien und um ein Zuchtschwein in Freilandhaltung aus Kroatien. Es wurde kein *Trichinella* positives Untersuchungsergebnis bei Pferden gemeldet (2023 wurden 91 597 Pferde einer Trichinenuntersuchung unterzogen). 16 Mitgliedsländer meldeten *Trichinella* positive Untersuchungsergebnisse bei erlegten Wildschweinen: Insgesamt waren 1104 (0,07 %) von ca. 1,7 Millionen untersuchten Wildschweinen *Trichinella* positiv.

Trichinenuntersuchung in Österreich

In Österreich wurden im Jahr 2023 im Rahmen der amtlichen Fleischbeschau ca. 4,6 Millionen Hausschweine, 469 Pferde und etwa 44 000 Wildschweine aus freier Wildbahn sowie 764 gehaltene Wildschweine mit negativem Ergebnis auf Trichinen untersucht.

Im Zeitraum 2010-2024 ergab sich in Österreich kein *Trichinella* Nachweis bei Hausschweinen, Pferden oder gehaltenen Wildschweinen. 2010 wurde *T. britovi* in Wildschweinefleisch in einem Wildzerlegungsbetrieb im Bundesland Tirol nachgewiesen, jedoch konnte in diesem Fall die genaue Herkunft des infizierten Tieres nicht rückverfolgt werden, da das Fleisch bereits zerlegt und verarbeitet war (die gesamte Charge musste unter Aufsicht der Veterinärbehörde vernichtet werden). Weitere Nachweise in den folgenden Jahren waren zwei Fälle von *T. pseudospiralis* (Burgenland 2014, Steiermark 2011), 2019 ein Nachweis von *T. britovi* bei einem Wildschwein in Oberösterreich, sowie 2023 ein *Trichinella* spp. positives Wildschwein aus der Steiermark.

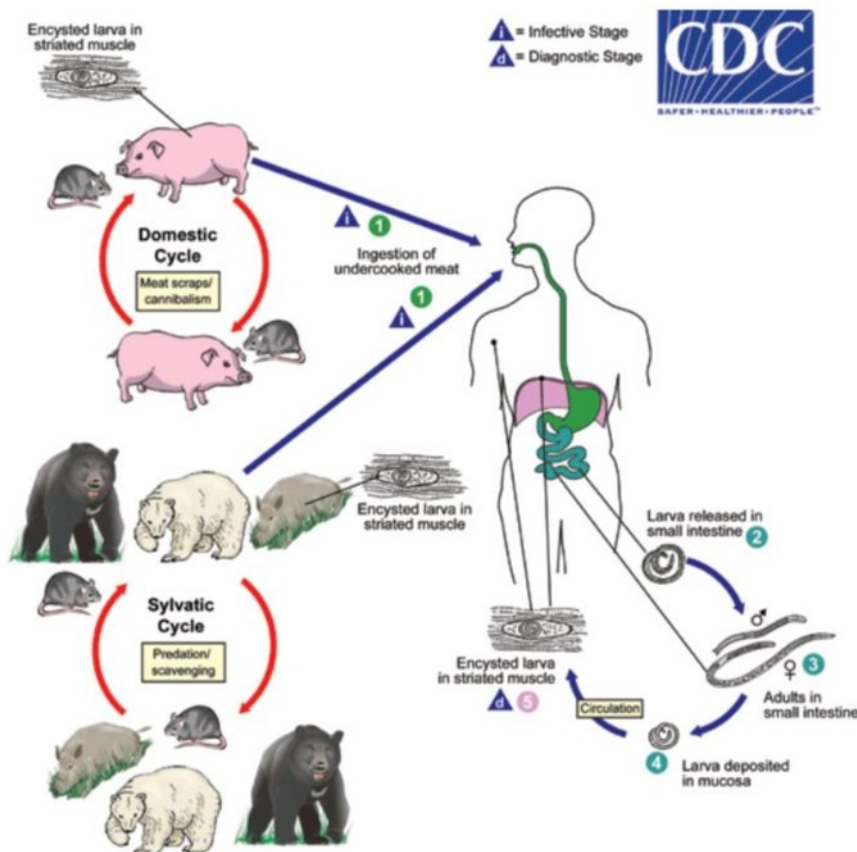


Abb. 5: Entwicklungszyklus von *Trichinella* spp.

(<https://www.cdc.gov/dpdx/trichinellosis/index.html>).

Abbildung mit freundlicher Genehmigung von DPDx, Centers for Disease Control and Prevention (<https://www.cdc.gov/dpdx>).

9. Prophylaxe und Bekämpfung

Die Prophylaxe (griech. Prophylaxe = Vorbeugung) und Bekämpfung der Trichinellose basiert primär auf der strikten Einhaltung der in der Gesetzgebung der Europäischen Union festgeschriebenen Schutzmaßnahmen. Für den Verbraucher bestehen zudem Möglichkeiten der Prävention in der Behandlung und Zubereitung des Fleisches.

Alle für Trichinen empfänglichen Tieren, welche für den menschlichen Verzehr in der EU bestimmt sind, u.a. Hausschweine, Wildschweine und Pferde, müssen auf das Vorhandensein von Trichinenlarven in der Muskulatur getestet oder einer Gefrierbehandlung unterzogen werden, siehe **VO (EU) 2015/1375**.

Fleisch von für Trichinen empfänglichen Tieren, welches nach **der Lebensmittelhygiene-Direktvermarktungsverordnung** abgegeben wird, unterliegt ebenfalls der Untersuchungspflicht.

Ausgenommen von der allgemeinen Untersuchungspflicht sind gemäß § 53 LMSVG:

- Fleisch aus Schlachtungen für den privaten häuslichen Gebrauch (Hausschlachtung, Eigenbedarf)
- Fleisch von Wildtieren (Wildschweine, Dachs, etc.) für den Eigenbedarf.

Der **Notfallplan** Österreichs gem. Art. 7 VO (EU) 2015/1375 stellt sicher, dass

- Schlachtkörper erst nach Vorliegen des negativen Trichinenbefundes den Schlachthof, Wildschweine den Betrieb, wo die Trichinenuntersuchung eingeleitet wurde, verlassen.
- eine weitere Bearbeitung vor dem Vorliegen des Untersuchungsergebnisses nur dann stattfinden darf, wenn [...] sichergestellt ist, dass kein Teil der betreffenden Partie Fleisch vor Abschluss der Untersuchungen aus dem Betrieb abgegeben wird.
- die Rückverfolgbarkeit der einzelnen Tierkörper zum Herkunftsbetrieb [...] gewährleistet wird.
- positive und zweifelhafte Befunde im österreichischen Referenzlabor für Trichinen [...] abgeklärt werden.

Der Notfallplan enthält zudem Vorgaben zur Genusstauglichkeitskennzeichnung, Entsorgung von *Trichinella* infiziertem Fleisch und Maßnahmen bezüglich Rückholung sowie epidemiologischen Erhebungen.

Bei der **Einfuhr** von Fleisch und Fleischerzeugnissen von *Trichinella* empfänglichen Tierarten aus Drittländern in den innergemeinschaftlichen Handel gelten äquivalente Vorgaben wie innerhalb der EU (siehe VO (EU) 2015/1375). Fleisch und Fleischerzeugnisse aus Drittländern sind stets grenztierärztlich kontrollpflichtig.

Für den Verbraucher bestehen Möglichkeiten der Prävention in der Behandlung und Zubereitung des Fleisches. Das Abtöten der Parasiten durch Erhitzen erfolgt mit Sicherheit, wenn Temperaturen im Kern des Fleisches von mindestens 71 °C über eine Minute erreicht

wurden (GOTTSTEIN, 2009). Zu beachten ist dabei, dass diese Temperaturen auch im Kern größerer Fleischstücke erreicht werden müssen. Das Abtöten der Parasiten durch Tiefgefrieren ist nur für Hausschweine eine geeignete Methode. Im Fleisch anderer Tierarten können kälteresistente *Trichinella* Arten (*T. nativa*) vorkommen, hierbei müssen 15 cm dicke Fleischstücke bei mindestens -15°C für mindestens drei Wochen tiefgefroren werden (GOTTSTEIN, 2009). Die Methode der Bestrahlung zur Abtötung von *Trichinella* Larven ist in der Europäischen Union nicht zugelassen. Räuchern, Pökeln und Trocknen sind keine ausreichend wirksamen Maßnahmen zur Larvenabtötung.

Weitere generelle Maßnahmen zur Verhinderung der Trichinellose sind unter anderem:

- Einhaltung von Standards der Biologischen Sicherheit in Nutztierhaltungen (siehe Tiergesundheitsgesetz).
- Schädnerbekämpfung in den Tierbeständen
- Beseitigung von Tierkadavern (Wildtiere, Haustiere)
- Die Verfütterung von Fleischabfällen an Nutztiere ist verboten (siehe VO (EG) Nr. 1069/2009).
- Körper abgebalgter Füchse (Fuchskerne) und andere Wildtierkadaver dürfen nicht als Luder oder Vogelfutter verwendet werden.

Ein Bestandteil der Trichinellose-Prophylaxe ist zudem die Meldepflicht humaner Trichinellose-Fälle.

10. Trichinellose-Erkrankung des Menschen

Obwohl der Mensch für *Trichinella* spp. als hoch empfänglicher Wirt gilt, stellt die Trichinellose in Mitteleuropa eine seltene Zoonose dar. Der letzte autochthone Trichinellose-Ausbruch in Österreich ereignete sich im Jahr 1970. Bei den später gemeldeten *Trichinella* Erkrankungen handelt es sich ausschließlich um importierte Fälle (siehe Kap. 7). Die Trichinellose kann in seltenen Fällen als sporadische Einzelerkrankung auftreten, meist ist jedoch eine Mehrzahl von Personen betroffen, die sich durch eine gemeinsame Quelle infiziert haben.

Abhängig von der Infektionsdosis (Anzahl aufgenommener Larven) und der Wirtsabwehr finden sich beim Menschen Verlaufsformen mit milden bis schweren Krankheitssymptomen, in seltenen Fällen führt die Krankheit auch zum Tod. Als krankmachende Dosis für den Menschen werden nach gegenwärtigen Kenntnissen 100 bis 300 *Trichinella* Larven angenommen, unter Umständen genügt der Verzehr von wenigen Gramm infektiösen Fleisches (DUPOUY-CAMET u. BRUSCHI, 2007). Die Inkubationszeit (Zeit zwischen der Infektion und dem ersten Auftreten von Symptomen) beträgt abhängig von Infektionsdosis und Schwere der Erkrankung zwischen ein und vier Wochen (DUPOUY-CAMET, 2021).

Während der akuten Krankheitsperiode laufen beim Menschen zwei verschiedene Infektionsphasen ab. Die **Darmphase** beginnt etwa eine Woche nach dem Verzehr von trichinösen Fleischwaren mit Durchfällen, Bauchschmerzen, Übelkeit und Erbrechen und dauert meist eine Woche. In der anschließenden **Wanderphase** (Wanderung der Trichinellenlarven über das Blut- und Lymphgefäßsystem in die quergestreifte Muskulatur) treten hohes Fieber, Muskelschmerzen und Muskelsteifheit, Schluck- und Atembeschwerden, Hautausschläge und die für die Trichinellose typischen Ödeme der Augenlider auf. Die Wanderphase dauert zwei bis vier Wochen. Sobald die in der Muskulatur abgekapselten Trichinellen ihren Stoffwechsel reduzieren, klingen die Symptome langsam wieder ab. Schwerwiegende, manchmal auch zum Tode führende Komplikationen sind Herzmuskelentzündung, Entzündung des Gehirngewebes und Sekundärinfektionen mit Lungenentzündung und Sepsis (AUER u. ASPÖCK, 2002; DUPOUY-CAMET, 2021).

Die Diagnose wird auf Basis der Anamnese (gezielte Befragung nach Essgewohnheiten und Reiseverhalten), der klinischen Symptome und der Laborbefunde gestellt. Im Differenzialblutbild der Patient:innen ist häufig eine Eosinophilie (= starke Erhöhung der eosinophilen Granulozyten) in Kombination mit einer Erhöhung des Muskelenzyms Kreatinkinase (CK) vorhanden. Abgesichert wird die Verdachtsdiagnose durch den Nachweis spezifischer Antikörper im Blutserum des Patienten mittels ELISA und/oder Western blot. Eine weitere Möglichkeit ist der Nachweis von *Trichinella* Larven in durch Muskelbiopsie gewonnenem Gewebe. Zur Behandlung der Trichinellose stehen neben symptomatischen Maßnahmen eine Reihe von Anthelmintika (gegen Wurminfektionen wirksame Medikamente) zur Verfügung. Falls mehrere Personen das gleiche infektiöse Lebensmittel konsumiert haben, sollte deren Gesundheitszustand beobachtet werden, hierbei kann auch eine medikamentöse Postexpositionsprophylaxe notwendig sein (AUER, 2005; DUPOUY-CAMET, 2021). Für humane Trichinellose-Fälle besteht eine Meldepflicht.

11. Andere in der Muskulatur auffindbare Parasiten

Sarkosporidien-Zysten

Sarkosporidien, auch *Sarcocystis* genannt, werden den Kokzidien (einzellige Parasiten) zugeordnet. Sie sind weltweit vorkommend.

Die bedeutenden, für den Menschen infektiösen Arten sind die beim Rind vorkommende Spezies *Sarcocystis hominis* und die beim Schwein vorkommende Spezies *Sarcocystis hominisuis*.

Schweine und Rinder fungieren als Zwischenwirte, während Fleischfresser und der Mensch Endwirte darstellen. Der Mensch infiziert sich in der Regel durch den Verzehr von rohem oder ungenügend erhitztem, infektiösem Muskelfleisch. In den Zwischenwirten erfolgt die ungeschlechtliche Vermehrung der Sarkosporidien und führt zu Zystenbildung mit den infektiösen Erregerstadien in der Skelettmuskulatur. Diese, auch als **Miescher-Schläuche** bezeichneten, gekammerten Zysten beherbergen eine Vielzahl sichelförmiger Zystozoen, welche für den Endwirt infektiös sind. Die Zysten sind in Größe und Form sehr unterschiedlich, im Durchmesser etwa 0,02-10 mm groß, meist spindelförmig und von gelbgrüner Farbe (VALLANT, 2010), welche im Wirt lebenslang persistieren. Wird eine Sarkosporidiose im Rahmen der amtlichen Fleischuntersuchung festgestellt, muss das betroffene Fleisch nach VO (EG) Nr. 854/2004 für genussuntauglich erklärt werden.

Nach Aufnahme von zystenhaltigem Fleisch durch einen Endwirt (Mensch, Hund, Katze) kommt es im Verdauungstrakt zur geschlechtlichen Vermehrung der Erreger. Die gesamte Entwicklung läuft in der Dünndarmwand ab und führt zur Bildung von Oozysten, welche zwei Sporozysten mit jeweils vier Sporozoiten enthalten. Nach kurzer Präpatenz (Tage) werden infektiöse Sporozysten mit dem Kot ausgeschieden und bleiben monate- bis jahrelang in der Außenwelt lebensfähig und können Weideflächen, Futter und Wasser kontaminieren, von wo aus sich wieder Pflanzenfresser oder Allesfresser infizieren können (ECKERT, 2008). Während die Infektion bei den Zwischenwirten gewöhnlich ohne klinische Konsequenzen bleiben, können Infektionen beim Menschen Übelkeit, Bauchschmerzen und Durchfall verursachen. Die Diagnose wird bei Endwirten durch den Nachweis von Sporozysten im Kot gestellt.

Als Präventivmaßnahmen sollte auf den Verzehr von rohem oder ungenügend erhitztem Fleisch verzichtet werden, auch Tiefrieren bietet einen wirksamen Schutz. Die Kontamination von Weideflächen mit Faeces von Fleischfressern und Mensch ist nach Möglichkeit zu vermeiden und Hunde und Katzen sollten keinen Zutritt zu Stallungen und Futterlagerräumen haben.

Finnen

Finnen stellen die infektiösen Zwischenstadien in der Entwicklung der Bandwürmer dar. Sie sind rundliche oder ovale, mit Flüssigkeit gefüllte, erbsen- bis bohnen große Blasen (Zysten), in welcher sich als kleine, weiße, punktförmige Veränderung die Kopfanlage des zukünftigen Bandwurms befindet. Finnen treten in oder auf verschiedenen Organen oder Skelettmuskulatur von Schlachttieren und jagdbaren Wildtieren auf, wobei diese Tiere als Zwischenwirte fungieren.

Die beiden für den Menschen infektiösen Bandwurmart sind der **Rinderfinnenbandwurm** (*Taenia saginata*) mit dem Finnenstadium *Cysticercus bovis* und der **Schweinefinnenbandwurm** (*Taenia solium*) mit dem Finnenstadium *Cysticercus cellulosae*.

Die Finnen von *Taenia saginata* und *Taenia solium* entwickeln sich primär in gut durchbluteter Muskulatur (Kiefer, Zwerchfell, Zwischenrippenmuskulatur, Zunge) von Rindern bzw. Schweinen. Der Mensch fungiert für beide Arten als Endwirt und infiziert sich beim Verzehr von rohem oder ungenügend erhitztem Rind- oder Schweinefleisch, das infektiöse Finnenstadien enthält. Die Larven entwickeln sich im menschlichen Darm zu adulten, meist mehrere Meter langen Bandwürmern, die regelmäßig Eier enthaltende Glieder (Proglottiden) abschnüren, welche mit dem Stuhl ausgeschieden werden. Die humane Infektion verläuft meist symptomlos (AUER u. ASPÖCK, 1995). Die Diagnose beim Menschen erfolgt durch den Nachweis der Bandwurmglieder und -eier im Stuhl.

Die Infektion der Zwischenwirte erfolgt durch perorale Aufnahme eihaltiger Bandwurmglieder oder Eier über kontaminiertes Futter oder Wasser, wobei die Erreger bei guten Bedingungen in der Außenwelt mehrere Monate überleben und nur gegen Trockenheit hoch empfindlich sind. Aus den Eiern schlüpfen im Dünndarm kleine Larven, welche über den Blutstrom in die Skelettmuskulatur gelangen und dort in etwa drei Monaten zu infektiösen Finnen heranreifen. Beim Schwein finden sich die Finnen manchmal auch im Gehirn, Auge und inneren Organen. Bei Rindern und Schweinen verläuft die Krankheit (Zystizerkose) ebenfalls meist symptomlos (ECKERT, 2008). Gelangt finnenhaltiges Fleisch in die Nahrungskette des Menschen, ist der Entwicklungszyklus des Bandwurms geschlossen.

Die Zystizerkose des Rindes stellt eine weltweit verbreitete, vom Menschen ausgehende Zoonose dar. Der Schweinefinnenbandwurm ist endemisch in Afrika, Asien sowie in Zentral- und Lateinamerika und kommt nur sporadisch in Süd- und Osteuropa vor. Wird eine Zystizerkose im Rahmen der amtlichen Fleischuntersuchung bei dem beim Rind vorgeschriebenen Anlegen der Fennschnitts und dem Durchtasten der Zunge, muss das betroffene Fleisch nach VO (EG) Nr. 854/2004 für genussuntauglich erklärt werden.

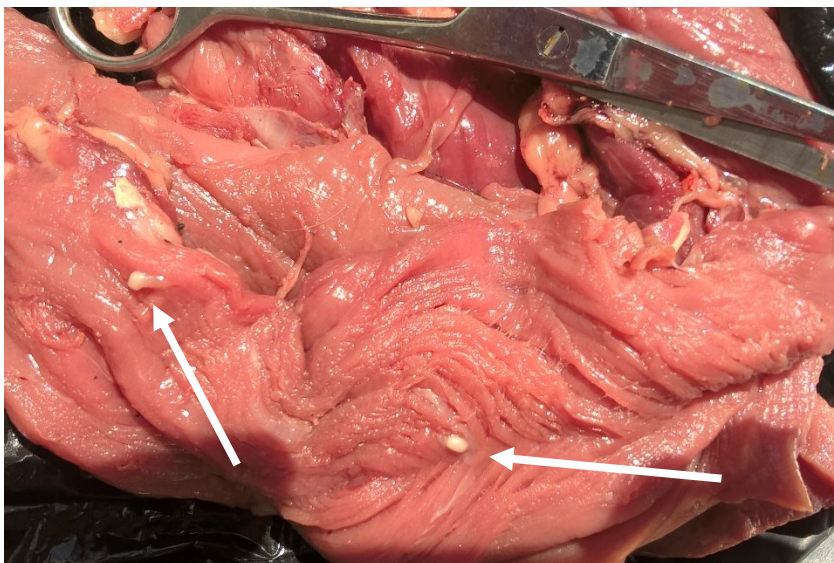
Durch Schmier- und Schmutzinfektionen mit Eiern des Schweinefinnenbandwurms *Taenia solium* kann der Mensch diesem Parasiten auch als Fehlwirt dienen und an verschiedenen Formen der Zystizerkose erkranken. Die klinische Symptomatik beim Menschen ist stark abhängig von der Lokalisation der Erreger und reicht von Muskelbeschwerden, Sehstörungen bis zu neurologischen Ausfällen mit Hirnhautentzündung. Diese auch als „Neurozystizerkose“ bezeichnete Erkrankung führt

häufig zu Epilepsie und im schlimmsten Fall zum Tod des Patienten. Autochthone Fälle von humaner Zystizerkose werden bei uns nicht mehr beobachtet, importierte Fälle werden auch in Mitteleuropa gelegentlich diagnostiziert.



© AGES

Abb. 6: Zysten (*Cysticercus bovis*) in der Herzmuskulatur eines Rindes (Maßstab 0,5 cm).



© AGES

Abb. 7: Zysten (*Cysticercus cellulosae*) in der Muskulatur eines Schweines.

Duncker-Muskelegel (*Alaria alata*)

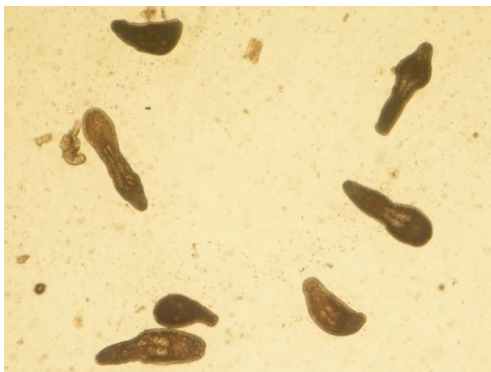
Dieser weltweit verbreitete Parasit gehört zur Familie der Saugwürmer (Trematoden). Im adulten Stadium erreicht *Alaria alata* eine Größe von 2-6 mm Länge und 1-2 mm Breite. Endwirte sind verschiedene Fleischfresser (Fuchs, Marder, Hund, Katze, etc.) bei denen sich *Alaria alata* im Dünndarm befindet. Die mit dem Kot in die Umwelt ausgeschiedenen Eier entwickeln sich zu Larven und gelangen über zwei Zwischenwirtstadien (Süßwasserschnecken und Frösche) zum Endwirt.

Werden Frösche von anderen Transportwirten aufgenommen (insbesondere Wildschweinen), so gelangen die Zwischenstadien (Mesozerkarien) in die Skelettmuskulatur dieser Stapelwirte, wo sie sich zu sogenannten Duncker-Muskelegeln entwickeln. In der Skelettmuskulatur findet keine weitere Entwicklung statt (Ruheform), befallenes Muskelgewebe kann aber als Infektionsquelle für Füchse, Hunde, etc. dienen, womit sich der Entwicklungszyklus wieder schließt.

Es sind Fälle bekannt, wo Menschen sich durch den Verzehr von nicht ausreichend erhitzten Froschschenkeln mit Mesozerkarien von *Alaria alata* infizierten und an einer larvalen Alariose erkrankten. Des Weiteren besteht für Menschen die Gefahr einer Infektion beim Konsum von nicht vollständig erhitztem Wildschweinfleisch, welches mit Mesozerkarien von *Alaria alata* befallen ist, somit ist die larvale Alariose des Menschen eine lebensmittelbedingte Zoonose (BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG, 2017).

Bei der Trichinenuntersuchung von Schwarzwild mittels Verdaumethode besteht die Möglichkeit, dass Duncker-Muskelegel gelegentlich festgestellt werden (sogenannter Zufallsbefund). Die Muskelegel werden in der Trichinenuntersuchung durch den Verdauvorgang aus der Muskulatur gelöst und können bei der mikroskopischen Untersuchung in der Verdaulichkeit vorgefunden werden. Sie unterscheiden sich in ihrer Morphologie (groß, breit, platt) deutlich von *Trichinella* Larven (siehe auch Modul 2, Kap. 5).

Studien, durchgeführt am NRL für Parasiten der AGES, haben eine Befallsrate (Prävalenz) von 2 % in der Wildschweinpopulation im Bundesland Niederösterreich ergeben, hierbei wurde Kaumuskulatur mittels Larvenauswanderungsverfahren AMT untersucht. Routinemäßig wird Wildschweinfleisch derzeit nicht auf den Befall mit *Alaria alata* untersucht (SAILER, 2012).



© AGES

Abb. 8: *Alaria alata* (Stereomikroskop, 20x).

Modul 2: Probenentnahme, Untersuchungsmethoden, Qualitätssicherung im Trichinenlabor

1. Grundzüge über die Durchführung einer Untersuchung auf Trichinen

In der Verordnung (EU) 2015/1375 in der aktuell gültigen Fassung werden die spezifischen Anforderungen in Bezug auf Trichinen festgelegt. Alle für Trichinen empfänglichen Tieren, welche für den menschlichen Verzehr in der EU bestimmt sind, u.a. Hausschweine, Wildschweine und Pferde, müssen auf das Vorhandensein von Trichinenlarven in der Muskulatur getestet oder einer Gefrierbehandlung (Anhang 2) unterzogen werden.

Für den Fall eines *Trichinella* Nachweises im Rahmen der amtlichen Trichinenuntersuchung greift der Notfallplan Österreichs gem. Art. 7 VO (EU) 2015/1375. Demnach ist Fleisch von *Trichinella* infizierten Tieren als genussuntauglich zu kennzeichnen und als Material der Kategorie 2 zu entsorgen (gemäß VO (EG) Nr. 1069/2009), zudem muss die lückenlose Rückverfolgbarkeit der einzelnen Tierkörper gewährleistet sein. Positive und zweifelhafte Befunde müssen im österreichischen Referenzlabor für Trichinen abgeklärt werden, inklusive Speziesbestimmung.

Die Referenznachweismethode ist das Magnetrührverfahren für die künstliche Verdauung von Sammelproben, beschrieben in der ISO 18743/2015. Für die Trichinenuntersuchung muss die Referenzmethode oder eine äquivalente Methode (Anhang I, Kapitel II VO (EU) 2015/1375) angewendet werden.

Nach Maßgabe der VO (EU) 2015/1375 sind alle Trichinenuntersuchungen in einem von der zuständigen Behörde benannten Labor (amtlichen Labor) durchzuführen. Amtliche Laboratorien arbeiten grundsätzlich nach den Anforderungen der ISO/IEC 17025:2017 (allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien).

Die Trichinenuntersuchung ist laut VO (EU) 2017/625 Art. 40 auch in behördlich benannten Laboren möglich, welche unter bestimmten Voraussetzungen von der Akkreditierung befreit werden können. Für diese Labore bestehen EU-Leitlinien zu den Mindestanforderungen, die an für Fleischuntersuchungen auf Trichinen benannten, amtliche Laboratorien gestellt werden, siehe: https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-10/biosafety_fh_legis_guidance_min-recom-trichinella-meat_de.pdf

Zur Unterstützung der amtlichen Tierärzte in den Trichinenlaboren können amtliche Fachassistenten herangezogen werden. Der Umfang ihrer Tätigkeit ergibt sich aus Art. 18 der VO (EU) 2017/625 sowie die VO (EU) 2019/624. Als grundsätzlich qualifiziert gelten solche Personen, welche die Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz (LMSVG) – „Aus- und Weiterbildungs-Verordnung“ erfüllen (Ausbildung gemäß Ausbildungsrahmenplan „B“ für amtliche Fachassistenten für Trichinenuntersuchungen). Fleisch von für Trichinen empfänglichen Tieren, welches nach **der Lebensmittelhygiene-Direktvermarktungsverordnung** abgegeben wird, unterliegt ebenfalls der

Untersuchungspflicht. Der Geltungsbereich der Lebensmittelhygiene-Direktvermarktungsverordnung umfasst die direkte Abgabe kleiner Mengen bestimmter Lebensmittel an den Endverbraucher oder an örtliche Einzelhandelsunternehmen, die diese direkt an den Endverbraucher abgeben.

Ausgenommen von der allgemeinen Untersuchungspflicht sind

gemäß § 53 LMSVG:

- Fleisch aus Schlachtungen für den privaten häuslichen Gebrauch (Hausschlachtung, Eigenbedarf)
- Fleisch von Wildtieren (Wildschweine, Dachs, etc.) für den Eigenbedarf.

gemäß VO (EU) 2015/1375

- Fleisch von Hausschweinen, das einer Gefrierbehandlung gemäß Anhang II unter Aufsicht der zuständigen Behörde unterzogen wurde
- Fleisch von nicht abgesetzten Hausschweinen, die weniger als fünf Wochen alt sind

Die VO (EU) 2015/1375 sieht zudem vor, dass Schlachtkörper und Fleisch von Hausschweinen von der Untersuchung auf Trichinen ausgenommen werden können, sofern die Tiere aus einem Haltungsbetrieb oder einem Kompartiment stammen, der/das amtlich anerkannt kontrollierte Haltungsbedingungen nach Anhang IV anwendet. Aus solchen Betrieben müssen alle Schlachtkörper von Zuchtsauen und Ebern oder mindestens 10 % der jährlich geschlachteten Tiere auf Trichinen untersucht werden. Des Weiteren kann eine Ausnahme von der Untersuchungspflicht erfolgen, wenn anhand historischer Daten über regelmäßige Untersuchungen in der Schlachtschweinepopulation mit 95-prozentiger Zuverlässigkeit belegt wird, dass die Prävalenz des Trichinenbefalls in dieser Population 1/Million nicht übersteigt, oder die Haltungsbetriebe mit kontrollierten Haltungsbedingungen in Belgien oder Dänemark angesiedelt sind.

Diese Möglichkeit kommt in Österreich nicht zur Anwendung. Eine Anerkennung Österreichs als Region mit einem vernachlässigbaren *Trichinella* Risiko beim Hausschwein ist aufgrund des Vorkommens von *Trichinella* spp. im silvatischen Zyklus (Wildschwein und Wildkarnivoren) nicht möglich. Die in vielen Regionen zunehmende Freilandhaltung von Schweinen (z.B. Alpschwein oder Almschwein) birgt das Risiko in sich, dass die Tiere sich durch Verzehr von Kadavern wildlebender *Trichinella* Träger (Nager, Fuchs u.a.) infizieren können.

Im Jahr 2023 wurden in der EU 133 Millionen Hausschweine auf Trichinen untersucht, insgesamt waren 46 (0,000034 %) davon positiv (Europäischem One Health 2023 Zoonosebericht der EFSA). Es wurde kein *Trichinella* positives Untersuchungsergebnis bei Pferden gemeldet (2023 wurden 91 597 Pferde einer Trichinenuntersuchung unterzogen). 16 Mitgliedsländer meldeten *Trichinella* positive Untersuchungsergebnisse bei erlegten Wildschweinen: insgesamt waren 1104 (0,07 %) von ca. 1,7 Millionen untersuchten Wildschweinen *Trichinella* positiv.

In Österreich wurden im Jahr 2023 im Rahmen der amtlichen Fleischbeschau ca. 4,6 Millionen Hausschweine, 469 Pferde und etwa 44 000 Wildschweine aus freier

Wildbahn sowie 764 gehaltene Wildschweine mit negativem Ergebnis auf Trichinen untersucht. Im Zeitraum 2010-2024 ergab sich in Österreich kein *Trichinella* Nachweis bei Hausschweinen, Pferden oder gehaltenen Wildschweinen, jedoch einzelne Nachweise bei erlegten Wildschweinen aus freier Wildbahn.

2. Probenentnahme, Kennzeichnung und Transport

Nach Art. 2 der Verordnung (EU) 2015/1375 sind Schlachtkörpern von Hausschweinen, Pferden, Wildschweinen, Zuchtwild und freilebendem Wild, die Träger von Trichinen sein können, systematisch im Rahmen der Fleischuntersuchung im Schlachthof oder einem Wildverarbeitungsbetrieb Muskelproben für die Trichinenuntersuchung zu entnehmen. Die Probenentnahme hat vor der Zerteilung des Tierkörpers zu erfolgen. Von jedem Schlachtkörper wird eine Probe entnommen, die in einem von der zuständigen Behörde benannten Labor mittels einer zugelassenen Nachweismethode gemäß VO (EU) 2015/1375, Anhang 1 auf Trichinen untersucht wird.

Die Probenentnahme, Kennzeichnung und Transport liegt im Verantwortungsbereich des probenehmenden amtlichen Tierarztes am Schlacht- oder Zerlegungsbetrieb. Sie unterliegen folglich nicht den qualitätssichernden Maßnahmen der amtlichen Trichinenuntersuchungsstelle. Die VO (EG) Nr. 852/2004 legt fest, dass die Hauptverantwortung für die Sicherheit eines Lebensmittels beim Lebensmittelunternehmer liegt. Die Rückverfolgbarkeit der einzelnen Tierkörper zum Herkunftsbetrieb bzw. Jagdrevier ist durch betriebseigene Systeme in Verbindung mit den vorgeschriebenen Begleitdokumenten im Rahmen der Lebensmittelkette durch den Lebensmittelunternehmer zu gewährleisten (siehe Notfallplan).

Bis zum Vorliegen der Ergebnisse der Untersuchung auf Trichinen und vorausgesetzt, dass der Lebensmittelunternehmer die vollständige Rückverfolgbarkeit garantiert, dürfen Schlachtkörper von Hausschweinen und Einhufern in einem Schlachthof oder einem Zerlegebetrieb, der sich auf demselben Gelände befindet, in höchstens sechs Stücke zerlegt werden (siehe VO (EU) 2015/1375). Somit liegt es in der Verantwortung des Schlachthofs oder Wildzerlegungsbetriebes, dass Schlachtkörper oder Teile davon das Betriebsgelände erst verlassen, wenn ein negativer Trichinenuntersuchungsbefund vorliegt. Davon ausgenommen sind tierische Abfälle und tierische Nebenprodukte, die nicht für den menschlichen Verzehr bestimmt sind und keine quergestreifte Muskulatur enthalten, sofern diese Vorgangsweise von der zuständigen Behörde genehmigt ist. Die Anbringung der Genusstauglichkeitskennzeichnung am Schlachtkörper vor Vorliegen eines negativen Trichinenbefundes ist nur dann zulässig, wenn der Betrieb über ein von der zuständigen Behörde anerkanntes Verfahren verfügt, mit dem garantiert wird, dass kein Teil eines der Trichinenuntersuchungspflicht unterliegenden Schlachtkörpers das Betriebsgelände verlässt, bevor ein negativer Trichinenbefund vorliegt.

Tabelle 3: Art und Menge der für die Trichinenuntersuchung zu entnehmende Probe, siehe VO (EU) 2015/1375 Anhang 1, Kapitel 1.2. (Hausschwein) und Anhang 3 (sonstige Tierarten).

Tierart/Kategorie	Prädelektionsstelle	Zu entnehmende Menge
Mastschwein	Zwerchfell*	mind. 1 g
Zuchtschwein	Zwerchfell*	mind. 2 g
Wildschwein	Unterarm, Zunge, Zwerchfell*	mind. 10 g
Pferd	Kiefermuskel, Zunge	mind. 10 g
Sonstige Tierarten	Prädelektionsstelle lt. Anhang III	mind. 10 g

* Zwerchfellfeiler am Übergang vom muskulösen in den sehnigen Teil

Fehlen die Zwerchfellfeiler, so ist eine Probe mit dem doppelten Gewicht aus dem Rippenstück oder dem Brustbeinstück des Zwerchfells, aus dem Kaumuskel oder dem Bauchmuskel zu entnehmen (2 g beim Mastschwein und 4 g beim Zuchtschwein). Bei **Fleischteilen** ist eine mindestens 5 g schwere, fettarme Probe aus quer gestreiftem Muskelfleisch, möglichst in der Nähe von Knochen oder Sehnen, zu entnehmen. Der gleiche Probenumfang sollte aus Fleisch entnommen werden, das nicht durchgegart oder einer anderen Verarbeitung nach der Schlachtung unterzogen werden soll.

Prädelektionsstelle lt. Anhang 3, VO (EU) 2015/1375 bzw. ISO 18743/2015 (Anhang A.1)

Dachs, Fuchs, Marderhund: Zwerchfell, Vorderbein, Zunge

Bären: Zwerchfell, Kaumuskel und Zunge

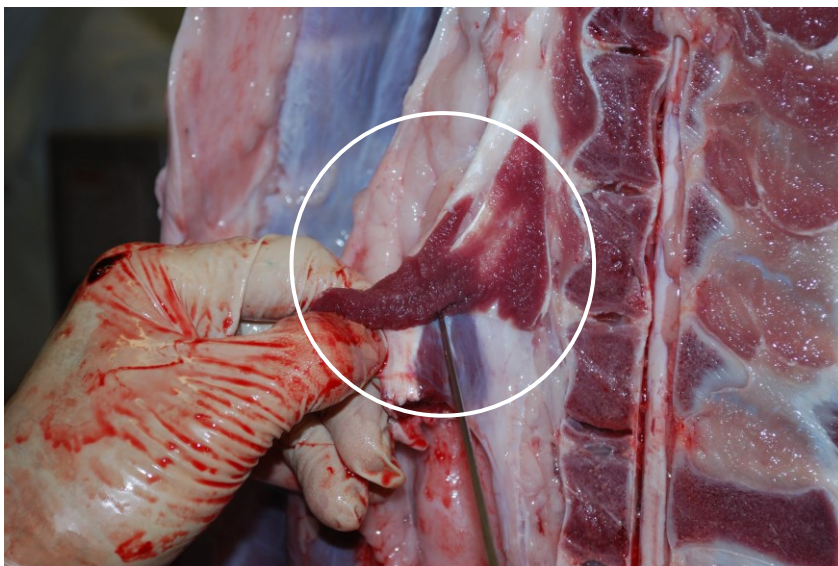
Krokodil: Kaumuskulatur und Zwischenrippenmuskulatur

Vögel: Kopfmuskeln und Halsmuskulatur

Walross: Zunge

Um die erforderliche Genauigkeit zwischen 1,00 und 1,15 g zu garantieren, kann eine spezielle Trichinenzange verwendet werden.

Für die in Anhang I, Kapitel II der VO (EU) 2015/1375 angeführten **gleichwertigen Methoden** gelten hinsichtlich Probenmaterial und Probenmenge dieselben Vorschriften wie für die Referenznachweismethode.



© AGES

Abb. 9: Probenentnahmestelle beim Hausschwein (Zwerchfellpfeiler am Übergang vom muskulösen in den sehnigen Teil).

Transport

Proben, welche an die trichinenuntersuchende Stelle versendet werden, sind nach den jeweils aktuellen gefahrgutrechtlichen Bestimmungen zu verpacken, zu kennzeichnen und zu transportieren, die nationale gesetzliche Grundlage ist die Gefahrgutverordnung Straße und Eisenbahn (GGVSE). Muskelproben für die Trichinenuntersuchung fallen in die Kategorie der von Tieren entnommenen Proben, bei denen eine minimale Wahrscheinlichkeit besteht, dass sie Krankheitserreger enthalten, und können als "**Freigestellte veterinärmedizinische Probe**" befördert werden. Beim Transport dieser Probenkategorie sind bestimmte Verpackungsvorschriften einzuhalten. Die Verpackung muss aus drei Komponenten bestehen (siehe Abb. 10):

- a) aus einem Gefäß als Erstverpackung
Dieses Gefäß muss dicht sein, z.B. mit Schraubverschluss, wie BSE-Einsendegefäße.
Das Primärgefäß muss gekennzeichnet werden.
- b) aus saugfähigem Material, welches zwischen dem primären und sekundären Behälter, etwaig austretende Flüssigkeit aufnehmen kann, z.B. Zellstoff, Küchenrolle, Papiertücher.
- c) aus einem zweiten, flüssigkeitsdichten Behälter (Sekundärverpackung)
Das mitgesendete Einsendeformular sollte - vorzugsweise in einem Plastikbeutel - zwischen Sekundärbehälter und Außenverpackung platziert werden.
- d) Starre Außenverpackung (Schaumstoffboxen, Plastiktüten und Papierumschläge sind ungeeignet).
Die äußere Versandverpackung muss auf der Adressseite mit den Worten "Freigestellte veterinärmedizinische Probe" gekennzeichnet sein.

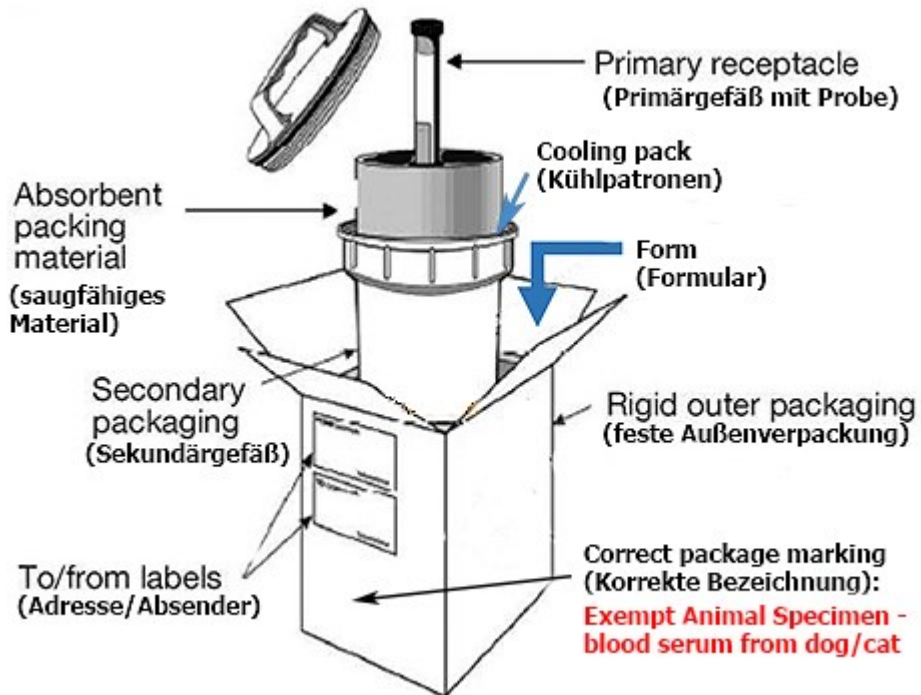


Abb. 10: Verpackung einer Freigestellten veterinärmedizinischen Probe (<https://www.ages.at/tier/tiergesundheit/tiergesundheit-services/proben-abgabe-einsendung>).

Das Probengefäß ist so zu kennzeichnen, dass eine eindeutige Zuordnung zum Probenbegleitschein gegeben ist. Der Probenbegleitschein hat neben Signatur und der genauen und leserlichen Adresse des Einsenders eine exakte Rückverfolgbarkeit der Probe zum Schlachttier oder Wildtier zu beinhalten.

Umgang mit der Probe bei Einlangen im Labor

Das trichinenuntersuchende Labor verfügt über ein standardisiertes Vorgehen im Umgang mit Proben (siehe Kapitel 7 Qualitätssicherung), nach welchem die Probenannahme zu erfolgen hat. Die Annehmbarkeitskriterien dieser Vorgabe müssen den Anforderungen der Verordnung (EU) 2015/1375 bezüglich Probenart und Probenmenge entsprechen (siehe Tabelle 3).

Beim Eingang der Proben im Labor sind u.a. folgende Tätigkeiten durchzuführen, damit die Annehmbarkeit der Probe verifiziert werden kann:

- Datum und Uhrzeit der Anlieferung dokumentieren
- Einsendeformular auf Vollständigkeit prüfen
- korrekte Probenbeschriftung prüfen
- Ist die Rückverfolgbarkeit auf das einzelne Schlachttier gegeben? Ja/nein
- Einzelproben oder gepoolte Probe?
- Probenart (Muskulatur oder sichtlich ungeeignetes Material wie z.B. Fettgewebe)
- Ausreichende Probenmenge
- Probenerhaltungszustand sensorisch beurteilen (Farbe, Geruch, Konsistenz)

3. Nachweismethoden

In der Verordnung (EU) 2015/1375, Anhang 1 werden mehrere Varianten der künstlichen Verdauung beschrieben. Die Referenzmethode ist die ISO 18743:2015 (Nachweis von *Trichinella*-Larven im Fleisch mit künstlichem Verdauungsverfahren). Sechs weitere Methoden werden als gleichwertige Methoden angeführt. Diese Verfahren arbeiten ebenfalls mit dem Prinzip der künstlichen Verdauung von Sammelproben und werden bei Massenuntersuchungen verwendet.

A) Referenznachweismethode ISO 18743:2015 (Nachweis von *Trichinella*-Larven im Fleisch mit künstlichem Verdauungsverfahren)

Anmerkung: Die Methode wird im Folgenden vorgestellt, jedoch wird nicht auf die Details eingegangen. Jede Trichinenuntersuchungsstelle ist angehalten, Zugang zu einem Exemplar der ISO 18743:2015 zu haben.

Testprinzip: Durch eine Pepsin-Salzsäure-Lösung werden die Muskelfasern enzymatisch aufgeschlossen und die dadurch freigesetzten intramuskulär parasitierenden *Trichinella* Larven, nach einer Reihe von Sedimentations- und Waschschritten, im Sediment der Verdauungsflüssigkeit mikroskopisch nachgewiesen.

Geräte

- Messer, Schere und Pinzette
- Gekennzeichnete flache Sammelbehälter oder Kunststoffbeutel, für Proben
- Mixer aus Glas, Kunststoff, oder Stahl, mit scharfem Schneidmesser
- Magnetrührer mit einer einstellbaren Heizplatte oder in einem Brutschrank angeordneter Magnetrührer
- Konische Scheidetrichter aus Glas (Fassungsvermögen mindestens 2,5 l), vorzugsweise mit Sicherheitsverschlüssen aus Polytetrafluorethylen (PTFE) (Absperrhahn)
- Sieb, aus Messing oder nichtrostendem Stahl, spezifische Maschenweite zwischen 180 µm und 200 µm (Durchmesser etwa 10 cm oder größer)
- Trichter (Glas, Kunststoff oder Stahl (Minstdurchmesser etwa 15 cm)
- Bechergläser (Fassungsvermögen mindestens 3 l)
- Röhrchen oder Messzylinder (50 ml oder 100 ml, Glas)
- Stereomikroskop, mit in der Intensität einstellbarer Durchlichtquelle oder Trichinoskop mit Horizontaltisch
- Petrischalen (Durchmesser etwa 90 mm), mit einem Raster aus Quadraten von etwa 1 cm, oder eine gleichwertige Vorrichtung zum Auszählen der Larven
- Aluminiumfolie, oder Deckel, zum Abdecken der Bechergläser
- Kalibrierte Waage mit einer Genauigkeit von $\pm 0,1$ g
- Pipetten, Fassungsvermögen 1 ml, 10 ml und 25 ml
- Thermometer mit einer Genauigkeit von mindestens $\pm 0,5$ °C, Temperaturbereich mindestens von 20 °C bis 70 °C

- Rührstab (Mindestlänge 5 cm)
- Kleine Glasfläschchen, zum Sammeln von isolierten Larven

Reagenzien

- Salzsäure (25%ig, Stoffmengenkonzentration (Molarität): 7,8 bis 7,9, oder ein beliebiger anderer prozentualer Gehalt)
- Pepsin (Pulver oder Granulat: 1:10 000 NF, 1:12 500 BP, 2 000 FIP; Flüssigkeit: 660 U/ml)
- Leitungswasser, erwärmt auf $47\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$
- Ethanol (70 % bis 90 % Ethylalkohol)
- Natriumhypochlorit

Die Waage und das Thermometer sind in ein Kalibrationsprogramm einzubeziehen und sämtliche Einrichtungs- und Ausrüstungsgegenstände sind in einwandfreiem Zustand zu halten. Die Reinigung und Desinfektion ist in einem Reinigungs- und Desinfektionsplan festzulegen und zu dokumentieren. Der jährliche Verbrauch von Pepsin und Salzsäure sind zu dokumentieren und die Aufzeichnungen mindestens 5 Jahre aufzubewahren (siehe 8. Qualitätssicherung in Trichinenlabors).

Verfahren

Achtung: es wird im Folgenden nicht auf Einzelheiten der ISO 18743:2015 eingegangen!

- a) **Vollständiger Ansatz** (gleichzeitige Untersuchung von bis zu 100 Proben)
- In ein Becherglas, das 2 l vorgewärmtes Leitungswasser ($47\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) enthält, werden 16 ml 25%ige Salzsäure gegeben.
 - In das Becherglas wird ein Rührstab eingebracht, das Becherglas wird auf einen vorgewärmten Magnetrührer platziert und das Rühren wird in Gang gesetzt.
 - Der wesentlichste Schritt ist die **zwingend erforderliche Reihenfolge des Mischens der Verdauungsflüssigkeit: 1. Wasser; 2. Salzsäure; und 3. Pepsin.**
 - 10 g Pepsinpulver oder –granulat oder 30 ml flüssiges Pepsin werden hinzugefügt.
 - Für das Zerkleinern/Wolfen muss dem Fleisch im Mixer/Fleischwolf eine geringe Menge Verdauungsflüssigkeit oder Leitungswasser zugefügt werden. Das Zerkleinern/Wolfen sollte so lange fortgeführt werden, bis das Fleisch zerkleinert ist (i.d.R. 3 Impulsfolgen von jeweils 5-10 s).
 - Nach dem Zerkleinern/Wolfen wird das Fleisch in ein 3-l-Becherglas gegeben, das die Verdauungsflüssigkeit enthält. Die Geräte sollen wiederholt gründlich mit der Verdauungsflüssigkeit im Becherglas gespült werden und anschließend in das Becherglas zurückgegeben werden.
 - Das Becherglas wird mit Aluminiumfolie abgedeckt.
 - Die Temperatur der Verdauungsflüssigkeit ($45\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$) wird regelmäßig mit einem Thermometer überwacht.

- Während des Rührens wird sichergestellt, dass die Verdauungsflüssigkeit mit ausreichender Geschwindigkeit gedreht wird.
- Die Probe wird 30 min verdaut; falls erforderlich kann die Verdauungszeit bis auf 60 min erhöht werden.
- Die Verdauungsflüssigkeit wird vorsichtig durch ein Sieb in den Scheidetrichter gegeben.
- Das Becherglas und das Sieb werden mit zusätzlichen mind. 100 ml Leitungswasser gespült.
- Der Verdauungsprozess gilt als zufriedenstellend, wenn die im Sieb verbleibenden Bestandteile in erster Linie aus unverdaulichem Nicht-Muskelgewebe einer Menge von höchstens 5 % der ursprünglichen Probenmasse bestehen (ansonsten muss das Verdauungsverfahren wiederholt werden).
- Zur Sedimentation wird die Verdauungsflüssigkeit 30 min stehen gelassen.
- Etwa 40 ml der Verdauungsflüssigkeit (primäres Sediment) werden in ein Glasröhrchen abgegeben.
- Zur Sedimentation werden 40 ml des primären Sediments 10 min stehen gelassen.
- Vorsichtig werden 30 ml des Überstandes durch Absaugen aus dem oberen Teil der Flüssigkeit entnommen, sodass ein Volumen von höchstens 10 ml (sekundäres Sediment) verbleibt.
- Das sekundäre Sediment wird in eine Petrischale mit Raster oder ein Larvenzählbecken gegossen.
- Das Röhrchen wird mit 10 ml Wasser gespült und anschließend der Flüssigkeit in der Petrischale hinzugefügt.
- Die sich ergebenden 20 ml Verdauungsflüssigkeit in der Petrischale müssen mindestens 1 min stehen gelassen werden, damit alle Larven vor der mikroskopischen Untersuchung absinken können.
- Die Verdauungsflüssigkeit in der Petrischale wird mit einem Stereomikroskop oder Trichinoskop bei einer 10-fachen bis 20-fachen Vergrößerung auf Transparenz untersucht.
- Die Verdauungsflüssigkeit in der Petrischale wird Feld für Feld mit einem Stereomikroskop oder Trichinoskop bei einer 10-fachen bis 20-fachen Vergrößerung mindestens 10 min untersucht.
- Die Untersuchung sollte unmittelbar nach der Verdauung durchgeführt werden; wenn das nicht möglich ist, muss die Petrischale gekühlt aufbewahrt und die Verdauungsflüssigkeit am Tag der Verdauung untersucht werden.

b) **Ansätze mit einem Gesamtgewicht von weniger als 100 g**

Proben von einzelnen Tieren dürfen in einer Sammelprobe zusammengefasst werden. Die Höchstmasse an Muskelgewebe in einer zu verdauenden Sammelprobe muss 100 g betragen, jedoch dürfen bei Bedarf bis zu 15 g an zusätzlichem Muskelgewebe hinzugefügt werden.

Bei Sammelproben mit einer niedrigeren Gesamtmasse an Muskelgewebe (z. B. 50 g) dürfen das Volumen der Verdauungsflüssigkeit und die einzelnen Bestandteile auf ein Minimum von 1 l angepasst werden.

Vorgehen bei positiven oder fraglichen Ergebnissen

- Werden beim Hausschwein Trichinen-Larven in einer Sammelprobe gefunden oder stellt sich ein nicht eindeutiges Ergebnis ein, so erfolgt eine Unterteilung in 20 Untergruppen mit je 5 Tierkörpern mit 20 g Untersuchungsmaterial pro Tier, die nach oben angegebenen Verfahren untersucht werden.
- Werden in einer Untergruppe Trichinen-Larven nachgewiesen, hat eine Untersuchung der einzelnen Tierkörper mit jeweils 20 g Untersuchungsmaterial mittels der Referenznachweismethode zu erfolgen.
- Bei einem positiven oder nicht eindeutig negativen Ergebnis beim Wildschwein oder Pferd ist eine weitere 50 g schwere Probe je Tier zu entnehmen.

Trichinella positive Proben sind aufgrund der gesetzlich vorgegebenen Bestimmungen (VO (EU) 2015/1375, Art. 6 und Notfallplan) für die Identifizierung der *Trichinella* Spezies an das Nationale Referenzlabor für Trichinen oder an das EU-Referenzlabor zu übermitteln. Ziel dieser Maßnahmen sind Rückschlüsse über die Herkunft des Erregers sowie möglicher infizierter Wirte zur Vermeidung von Neuinfektionen beim Menschen.

Die Parasitenproben sollen in einem Glasgefäß in 70-90 %igem Ethylalkohol an das NRL übermittelt werden. Nach Rücksprache ist es auch möglich, verdächtige Muskelproben oder die untersuchte Verdaulichkeit einzusenden. Im NRL werden zudem Abklärungsuntersuchungen von konfiszierten Lebensmitteln im Zusammenhang mit humanen Erkrankungsfällen durchgeführt.

Eine Telefonische Avisierung ist unbedingt notwendig!

NRL für Parasiten

AGES - Institut für Veterinärmedizinische Untersuchungen Innsbruck

Technikerstr. 70

A-6020 Innsbruck

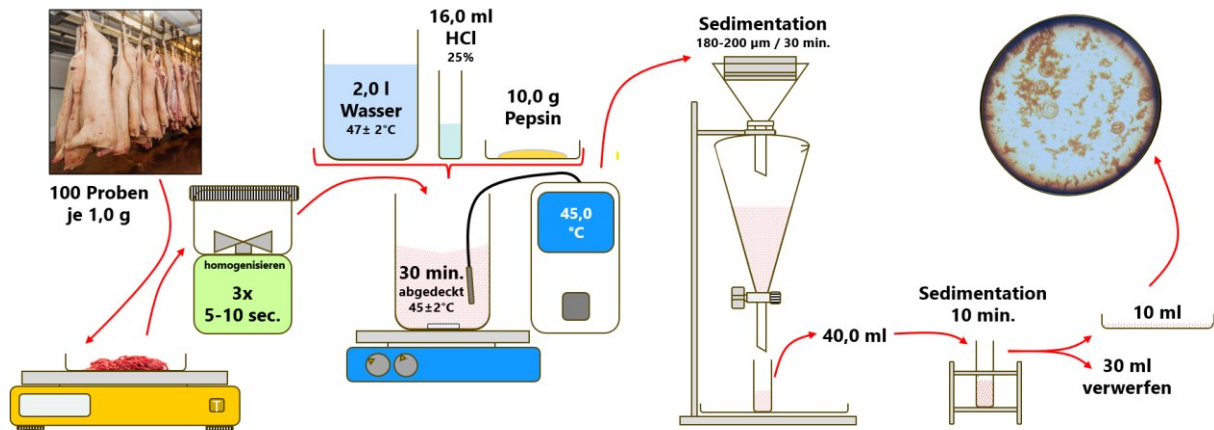
T +43 (0)50555 71111

vetmed.innsbruck@ages.at

www.ages.at

Sicherheitsmaßnahmen

Flüssigkeiten (Verdauungsflüssigkeiten, überstehende Flüssigkeiten, Spülflüssigkeiten usw.) sowie Glasgeräte und andere Ausrüstung, die mit *Trichinella* Larven kontaminiert sein könnten, müssen vor der Entsorgung oder der Reinigung durch **Erhitzen auf mindestens 70 °C** oder durch alternative chemische Verfahren (z. B. mit Natriumhypochlorit mit einer Endkonzentration von aktivem Chlorit von 0,01 % für mindestens 3 h) dekontaminiert werden.



© AGES

Abb. 11: Schematische Übersicht zur Referenznachweismethode ISO 18743:2015.

B) Gleichwertige Methoden (VO (EU) 2015/1375, Anhang I, Kapitel II) sind:

- die mechanisch unterstützte Methode der künstlichen Verdauung von Sammelproben/Sedimentationstechnik
- die mechanisch unterstützte Methode der künstlichen Verdauung von Sammelproben / „On-Filter-Isolation“-Technik
- das automatische Verdauungsverfahren für Sammelproben bis zu 35 g
- das Magnetrührverfahren für die künstliche Verdauung von Sammelproben/ „On-Filter-Isolation“-Technik und Larvennachweis mittels eines Latexagglutinationstests (nur beim Hausschwein!)
- die Prüfung durch künstliche Digestion für den In-vitro-Nachweis von Larven der *Trichinella* spp. in Fleischproben, PrioCHECK® *Trichinella* AAD Kit (nur beim Hausschwein!)
- das automatisierte Nachweisverfahren mittels lumiVAST *Trichinella* Methode (nur beim Hausschwein!)

Auf diese der Referenznachweismethode gleichwertigen Methoden gemäß Anhang I, Kapitel II der VO EU) 2015/1375 wird in diesem Skript nicht näher eingegangen.

4. Fehlermöglichkeiten bei der Referenznachweismethode ISO 18743:2015

Beim Eingang der Proben im Labor wird überprüft, ob die Einsendung den Anforderungen der Verordnung (EU) 2015/1375 bezüglich Probenart und Probenmenge entsprechen (siehe Tabelle 3) und den Annehmbarkeitskriterien entspricht (siehe Umgang mit der Probe bei Einlangen im Labor).

Probenvorbereitung

- Waage mit zu hoher Messunsicherheit, nicht kalibriert/gewartet
 - Homogenisation zu kurz > Verdau unvollständig
 - Homogenisation zu lang > Larven werden mechanisch zerstört und verdaut
 - Probe wird noch im gefrorenen Zustand zerkleinert > Larven werden mechanisch zerstört und verdaut
 - Messer stumpf
 - Probenmenge übersteigt zulässiges Gesamtgewicht (>115 g) > ungenügende Verdauung der Probe
 - Probenreste verschleppt
 - Homogenisat nicht gut verteilt
 - Temperatur des Leitungswassers zu niedrig > ungenügende Verdauung der Probe
 - Pepsin unzureichender Qualität > ungenügende Verdauung der Probe
 - Falsche Pepsin-/Salzsäurekonzentration > ungenügende Verdauung der Probe
 - Reagenzien überlagert
 - Pepsin in direktem Kontakt mit Salzsäure > ungenügende Verdauung der Probe
- Achtung:** Niemals Salzsäure direkt auf Pepsin geben (durch Klumpenbildung von Pepsin keine ausreichende Verdauung). **Die zwingend erforderliche Reihenfolge des Mischens der Verdauungsflüssigkeit ist: 1. Wasser; 2. Salzsäure; und 3. Pepsin.**

Verdauung

- Temperatur während des Verdauvorganges zu hoch > Larven werden mit verdaut.
- Temperatur während des Verdauvorganges zu niedrig > ungenügende Verdauung der Probe.
- Thermometer ungenau/defekt. Achtung: Immer ein geeichtes Thermometer zur Überwachung der Verdautemperatur verwenden.
- Verdauzeit zu kurz/zu lang

Sedimentation

- zu zögerliches Abgießen in den Trichter > Larven bleiben beim Ausgießen im Becherglas zurück
- Filtermaschenweite zu groß > unverdaute Bestandteile werden nicht zurückgehalten und beeinträchtigen als optischer Störfaktor die Qualität der mikroskopischen Beurteilung
- Filtermaschenweite zu klein > Larven bleiben im Sieb hängen
- Sieb verunreinigt
- Rückstand zu groß (<5% Einwaage)
- Sedimentationszeit zu kurz > Larven können nicht vollständig sedimentieren
- Sedimentationszeit zu lange > unverdaute Bestandteile sedimentieren ebenfalls und beeinträchtigen als optischer Störfaktor die Qualität der mikroskopischen Beurteilung
- Scheidetrichter zu alt/verunreinigt
- Verschluss undicht
- Ablassen einer zu geringen Flüssigkeitsmenge aus dem Scheidetrichter > Larven bleiben im Scheidetrichter zurück
- Sedimentationszeit im Röhrchen zu kurz > Larven können nicht vollständig sedimentieren
- Zu schnell/zu viel Flüssigkeit wurde aus dem Röhrchen abgesaugt > vorhandene Larven können versehentlich mit abgesaugt werden
- Röhrchen wird nicht mit Leitungswasser gespült > Larven bleiben im Röhrchen zurück

Mikroskopieren

- Mikroskop mit geringer Qualität/nicht gewartet/falsch bedient
- Verwendung einer Petrischale ohne Raster > zu ungenaue Durchmusterung
- Verdauungsflüssigkeit zu trüb > Larven werden übersehen
- Durchmusterung des Präparates mit zu kleiner Vergrößerung (SOLL: 10-20x) > Larven werden übersehen
- Durchmusterung erfolgt zu schnell/unsystematisch > Larven werden übersehen
- Probe verschüttelt
- Mangelnde Kenntnisse von Größe und Morphologie der Larven > Artefakte werden mit Larven verwechselt
- Ungenügende Reinigung der Geräte > falsch positives Untersuchungsergebnis aufgrund Kontamination mit Larven

5. Differentialdiagnosen und Verwechslungsmöglichkeiten

In der mikroskopischen Untersuchung orientiert sich die Beurteilung verdächtiger Gebilde anhand des typischen morphologischen Erscheinungsbildes der Trichinenlarven (siehe Modul 1, Kap. 5). Aufgrund der typischen Morphologie sowie des speziellen Prozedere der Verdauuntersuchung sind Verwechslungsmöglichkeiten mit Artefakten oder anderen Parasiten relativ selten, jedoch nicht ausgeschlossen.

Im Folgenden sind Beispiele von Verwechslungsmöglichkeiten aufgezählt:

- Wanderlarvenstadien verschiedener Nematodenarten (Larva migrans visceralis) unterscheiden sich in der Morphologie
- Metazerkarien von *Alaria alata* (Duncker Muskelegel) deutlich unterschiedliche Morphologie
- Regenwurmborsten – deutlich unterschiedliche Morphologie
- Lungenwurmlarven (*Metastrongylus* spp.) beim Wildschwein
 - Morphologie: bogenförmig, Hinterende mit Haken, kleiner als *Trichinella*
 - *Metastrongylus* spp. sind Nematoden, die in der Lunge von Schweinen und Wildschweinen parasitieren, mit weltweitem Vorkommen.
 - Wildschweinfleisch für die Trichinenuntersuchung (z.B. Zwerchfellpfeiler) kann durch einen Lungenschuss lungenwurmbefallener Tiere oder bei der Probenentnahme kontaminiert werden.

Im Zweifelsfall ist das verdächtige Untersuchungsmaterial an das NRL für Parasiten zur Abklärung des Verdachtes weiterzuleiten und es sind Dekontaminationsmaßnahmen durchzuführen (siehe oben: Vorgehen bei positiven oder fraglichen Ergebnissen).

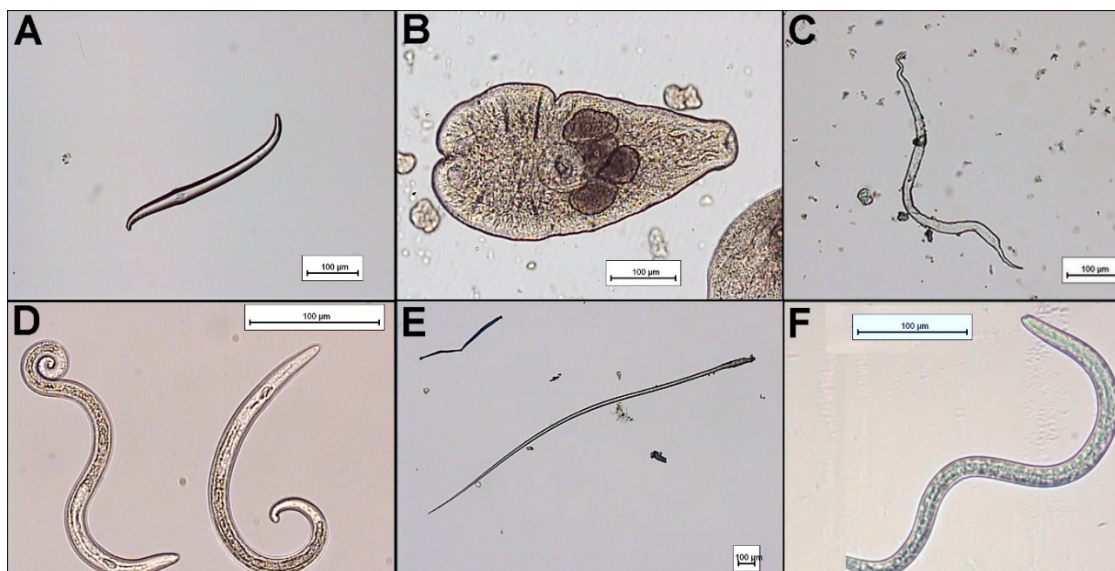


Abb. 12: Andere in der Muskulatur auffindbare Parasitenstadien (nach Verdauuntersuchung). (A) borsten-ähnliches Haar eines Regenwurms (B) *Alaria alata* (C) Muskelfaser (D) *Metastrongylus* spp. Larve (E) Pflanzenfaser (F) *Toxocara* spp. Larve
Abbildung mit freundlicher Genehmigung von MAYER-SCHOLL, 2017.

6. Notfallplan

(gemäß VO (EU) Nr. 2015/1375, Art. 7 sowie
Erlass GZ. BMASGPK-2025-0.447.641)

Die zuständige Behörde erstellt einen Notfallplan mit Maßnahmen für den Fall, dass ein positiver Trichinenbefund vorliegt. Im Notfallplan sind u.a. folgende Maßnahmen und Vorgehensweisen festgehalten:

Der **Notfallplan** Österreichs gem. Art. 7 VO (EU) 2015/1375) stellt sicher, dass

- Schlachtkörper erst nach Vorliegen des negativen Trichinenbefundes den Schlachthof, Wildschweine den Betrieb, wo die Trichinenuntersuchung eingeleitet wurde, verlassen.
- eine weitere Bearbeitung vor dem Vorliegen des Untersuchungsergebnisses nur dann stattfinden darf, wenn [...] sichergestellt ist, dass kein Teil der betreffenden Partie Fleisch vor Abschluss der Untersuchungen aus dem Betrieb abgegeben wird.
- die Rückverfolgbarkeit der einzelnen Tierkörper zum Herkunftsbetrieb [...] gewährleistet wird.
- positive und zweifelhafte Befunde im österreichischen Referenzlabor für Trichinen [...] abgeklärt werden.

Der Notfallplan enthält zudem Vorgaben zur Genusstauglichkeitskennzeichnung, Entsorgung von *Trichinella* infiziertem Fleisch und Maßnahmen bezüglich Rückholung sowie epidemiologischen Erhebungen.

7. Qualitätssicherung in Trichinenlabors

Für Laboratorien, die Trichinenuntersuchungen durchführen, sind Qualitätssicherungsmaßnahmen erforderlich. Amtliche Laboratorien arbeiten grundsätzlich nach den Anforderungen der **ISO 17025:2017** – Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien. Die Trichinenuntersuchung ist laut VO (EU) 2017/625 Art. 40 auch in behördlich benannten Laboren möglich, welche unter bestimmten Voraussetzungen von der Akkreditierung befreit werden können. Für diese Labore bestehen **EU-Leitlinien zu den Mindestanforderungen** bezüglich Qualitätsmanagements (siehe https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-10/biosafety_fh_legis_guidance_min-recom-trichinella-meat_de.pdf). Die EU-Leitlinie zu den Mindestanforderungen in Trichinenlabors geben folgende Empfehlungen:

Ein Qualitätsmanagementsystem mit Richtlinien und Verfahren muss einrichtet sein, dieses umfasst unter anderem:

- die Durchführung regelmäßiger Qualitätskontrollen, z.B. durch die Teilnahme an Laborvergleichstests
- Bereitstellung von geeignetem Personal und dessen laufende Qualifikation
- Bereitstellung geeigneter Räumlichkeiten, u.a. räumliche Trennung am Schlachthof
- zweckmäßige Laboreinrichtungen und Laborausrüstung
- Verwendung einer anerkannten Methode gemäß VO (EU) 2015/1375
- Sicherstellen von Identifizierung und Rückverfolgbarkeit der Proben

Ausgewählte qualitätsrelevante Punkte in der Analytik – Geräte

- kalibriertes Thermometer (Genauigkeit $0,5\pm^{\circ}\text{C}$, Temperaturbereich mind. $20\text{-}70^{\circ}\text{C}$)
- kalibrierte, regelmäßig gewartete Waage (Genauigkeit $\pm 0,1\text{g}$; Mindesteinwaage: 1g ; Überprüfung vor jeder Messreihe mit geeignete Prüfgewichten)
- Gewartetes, für die Untersuchung geeignetes Stereomikroskop oder Trichinoskop mit $10\text{-}20\text{x}$ Vergrößerung

Nationale Vorschriften zur Qualitätssicherung in Trichinenlabors

Der **Erlass GZ. BMASGPK-2025-0.522.846** enthält ein Qualitätssicherungsverfahren für Trichinenuntersuchungsstellen außerhalb der Akkreditierung. Vorgegeben wird eine Qualitätssicherung verbunden mit einer Überwachung durch die Landesveterinärverwaltungen ergänzt durch regelmäßige Ringversuche (jährlich und bei entsprechendem Ergebnis alle drei Jahre). Die Behörde führt in diesen Trichinenuntersuchungsstellen eine Erstkontrolle und einmal jährlich eine umfassende Kontrolle durch.

Im Erlass sind u.a. folgende Qualitätssicherungsmaßnahmen vorgegeben:

- Salzsäure und Pepsin werden so aufbewahrt, dass Geruchsbelästigung und Verletzungsgefahren ausgeschlossen sind.
- Aufzeichnungen über den jährlichen Verbrauch an Pepsin und Salzsäure (5 Jahre Aufbewahrungspflicht).
- **Halbjährliche Überprüfung der Thermometer** mittels kalibrierter oder geeichter Thermometer **und der Waagen** mittels geeichter Gewichte auf deren volle Funktionsfähigkeit, Aufzeichnungen darüber müssen 5 Jahre lang aufbewahrt werden.
- Laufende Aufzeichnungen über die erfolgten Untersuchungen, u.a.
 - über die Kontrolle der Temperatur des Leitungswassers bei jeder Untersuchung (siehe ISO 18743:2015)
 - über die Kontrolle der Temperatur der Verdaulichkeit bei jeder Untersuchung (siehe ISO 18743:2015)

Zu Qualitätssicherungs- und Schulungszwecken kann *Trichinella* positives Referenzmaterial über schriftliches Ansuchen der zuständigen Landesveterinärverwaltung beim Nationalen Referenzlabor für Trichinen angefordert werden.

Ringversuche (Laborvergleichstests)

Das Nationale Referenzlabor für Trichinen veranstaltet einmal jährlich (im Herbst) einen nationalen Ringversuch für österreichische Trichinenuntersuchungsstellen, die Untersuchung erfolgt mittels ISO 18743:2015 (Nachweis von *Trichinella*-Larven im Fleisch mit künstlichem Verdauungsverfahren). An die Teilnehmer werden drei Fleischproben versendet, in denen sich eine genau bestimmte Anzahl an *Trichinella*-Larven befindet. Ziel dieses Ringversuches ist die Überprüfung der Kompetenz und die Möglichkeit der Qualitätssicherung der am Ringversuch teilnehmenden Untersuchungsstellen.

Modul 3: Grundzüge der Anatomie

1. Grundzüge der Anatomie der Muskulatur

Die über das Lymph- und Blutgefäßsystem in die Skelettmuskulatur gelangenden Trichinenlarven dringen in Muskelfasern ein, wobei die Muskelzelle zu einer kapselförmigen „Ammenzelle“ transformiert wird, in der die Larven jahrzehntelang infektiös bleiben können. Bevorzugte Stellen sind sauerstoffreiche, d.h. gut durchblutete Muskelpartien wie z. B. Zwerchfell, Zunge, Nacken-, Kaumuskulatur, Augenmuskeln sowie Schulter- und Beckenmuskeln.

Das Muskelgewebe besteht aus charakteristischen Muskelzellen, welche bei der Skelettmuskulatur auch als Muskelfasern bezeichnet werden. Diese Baueinheit ist von der makroskopisch sichtbaren „Muskelfaser“ zu unterscheiden. Die Muskelfasern selbst sind fadenförmige, bis ca. 15 cm lange Zellen mit 10-100 µm Durchmesser und durchlaufen meist den gesamten Muskel. Die mit bloßem Auge sichtbare Muskelfaser ist immer ein Muskelfaserbündel. Mehrere dieser Muskelbündel bilden dann den Muskel.

Zum besseren Verständnis des Infektionsmechanismus der Trichinellen werden nachfolgend die Grundzüge der Anatomie der Muskulatur zur Kenntnis gebracht. Grundsätzlich unterscheidet man nach ihrer anatomisch-histologischen Struktur zwischen **glatter** Muskulatur und **quergestreifter** Muskulatur. Letztere lässt sich weiter in die Skelettmuskulatur und Herzmuskulatur unterteilen.

Die **glatte Muskulatur** (unwillkürliche Muskulatur) bildet die kontraktile Komponente in der Wand vieler Hohlorgane (Magen-Darm-Traktes, Harn- und Geschlechtsorgane, Atemwege, Blut- und Lymphgefäße und Drüsen). Der glatten Muskulatur fehlt das Phänomen der Querstreifung. Die glatte Muskulatur ist nicht der bewussten Kontrolle unterworfen, sondern wird vom vegetativen Nervensystem gesteuert.

Die **Skelettmuskulatur** (willkürliche Muskulatur) stellt die aktive Komponente des Bewegungsapparates dar und ist auch am Aufbau von Zunge, Gaumen, Kehlkopf, oberer Speiseröhre, äußere Augenmuskeln und Zwerchfell beteiligt. Die Muskelkontraktion ist fast immer willkürlich steuerbar.

Aufbau der Skelettmuskelfaser:

- Sarkolemm (= Zellmembran)
- Sarkoplasma (= Zytoplasma der Muskelzelle) in diesem befinden sich
- Myofibrillen, bestehend aus den kontraktilen Muskelproteinen Aktin und Myosin (bedingen die Querstreifung)

Skelettmuskelzellen enthalten viele randständige, relativ kleine, abgeflachte Kerne.

Auffallendes Merkmal einer Skelettmuskelzelle ist die lichtmikroskopisch erkennbare

typische Querstreifung. Das Bild der Querstreifung resultiert aus der regelmäßigen Anordnung ihrer kontraktile Muskelproteine, den roten Myosinfilamenten und den weißen Aktinfilamenten.

Eine besondere Form der quergestreiften Muskulatur stellt die Herzmuskulatur dar. Herzmuskelzellen verzweigen sich im Gegensatz zu den Skelettmuskelzellen häufig. Das Herzmuskelgewebe ist aufgebaut aus 50-100 µm langen und 10-20 µm dicken, meist einkernigen Muskelzellen. Die relativ großen, runden bis ovalen Zellkerne liegen im Zentrum der Zelle. Ein weiteres Kennzeichen bilden die lichtmikroskopisch sichtbaren Glanzstreifen (Kontaktstrukturen). Die Herzmuskulatur arbeitet selbstständig und hat ein eigenes Erregungsleitungssystem.

Tabelle 4: Unterscheidungsmerkmale der drei Formen von Muskelgewebe
(SOBOTTA u. WELSCH, 2006)

Gewebeart	Bauelement	Kernzahl je Bauelement	Lage und Gestalt der Kerne	Fibrillen	Länge, Durchmesser
Skelettmuskulatur	vielkernige Zellen (Synzytium)	viele Hunderte bis Tausende	randständig, länglich, abgeflacht	quergestreift	wenige mm-10 cm, 40-100 µm
Herzmuskulatur	im Allgemeinen einkernige Zellen	eine (selten zwei)	zentral, rund-oval	quergestreift	50-100 µm, 10-20 µm
Glatte Muskulatur	einkernige Zellen	eine	zentral, zigarrenförmig	keine	20-200 µm, 3-10 µm

2. Anatomische Grundkenntnisse über den Körperbau von Schweinen, Pferden und bestimmten Wildtieren

Der Körper stellt ein Gesamtkunstwerk von großer Komplexität dar. Verschiedene Körpersysteme und ihre Einzelheiten ermöglichen in ihrem Zusammenspiel die Funktionen, die unser Leben bestimmen. Damit dieses Zusammenspiel intakt ist, müssen alle Bestandteile direkt oder indirekt miteinander verbunden sein. Die wichtigsten Organsysteme des Körpers finden hier im Folgenden kurz Erwähnung:

Das **Skelett** ist die Stützstruktur des Körpers und gibt ihm Halt und Form. Das Skelett der Wirbeltiere besteht aus einer Vielzahl an Knochen und Knorpel, wobei die einzelnen Knochen je nach Lage und Funktion unterschiedlich aussehen. Die Knochen werden einerseits über Bänder, die die Knochen verbinden, und andererseits mit Hilfe von Muskeln, die auch mit Bändern und Sehnen an den Muskeln ansetzen, stabilisiert. Eine wichtige Aufgabe der Knochen ist die Bildung von verschiedenen Blutzellen, welche im Knochenmark stattfindet. Zeitlebens sind Knochen einem ständigen Auf- und Abbau unterworfen.

Die **Muskulatur** ist ein Organsystem, das aus Muskelgewebe aufgebaut ist. Der Körper von Wirbeltieren besitzt bis zu 1000 einzelne Muskeln. Ohne Muskeln wären Wirbeltiere nicht in der Lage sich zu bewegen. Bewegung oder Haltung erfordern eine Aktivität von gewissen Muskeln. Muskelbewegungen können nur in Verbindung mit dem Nervensystem und dem Gehirn stattfinden. Auch die inneren Organe verfügen über eine Muskulatur, die sogenannte Organmuskulatur, die unentwegt in Aktion ist. Man kann sie nicht bewusst steuern. Die gesamte Körpermuskulatur wiegt mehr als das Knochengüst (=Skelett).

Unter den **inneren Organen** versteht man im allgemeinen Sinn die in der Brust- und Bauchhöhle liegenden Organe. Zu diesen gehören das Herz- und Kreislaufsystem, das Blutsystem, das endokrine System (=Hormondrüsen), der Atmungstrakt, das Verdauungssystem (Verdauungstrakt, Leber, Bauchspeicheldrüse) und das Urogenitalsystem (=Harn- und Geschlechtsorgane).

Schweine

Das Schwein (Haus- und Wildschwein) gehört in der Systematik zur Ordnung der Paarhufer, Familie der echten Schweine. Das weibliche Hausschwein wird Sau (Wildschwein: Bache), das männliche Eber (Wildschwein: Keiler) genannt. Das Hausschwein gehört zu den am längsten domestizierten Haustieren (seit ca. 9000 Jahren). Schweine sind Allesfresser, das heißt sie ernähren sich sowohl von tierischer als auch pflanzlicher Nahrung.

In verschiedenen Religionen gelten Schweine als unrein (Islam, Judentum) und werden von Menschen nicht verzehrt. Ob dahinter bereits das Wissen um eine mögliche gesundheitliche Gefährdung aufgrund des Verzehrs von Fleisch trichinöser Schweine steht, ist spekulativ und bis dato nicht bestätigt.

In der landwirtschaftlichen Tierproduktion der westlichen Welt werden Schweine heutzutage größtenteils in industrialisierter Tierproduktion erzeugt. Zuchtprogramme,

genaue Abstimmungen in Fütterung und Haltung inklusive Stallklima, sowie hohe Standards an biologischer Sicherheit ermöglichen die Produktion von fast vollständig standardisierten Tieren, welche den Produktions- und Konsumentenwünschen entsprechen. Bezüglich Trichinen ist die industrialisierte Haltungsform unter anderem hauptverantwortlich für das fast vollständige Verschwinden des domestischen Zyklus.

Das Wildschwein (auch Schwarzwild) ist die Stammform des Hausschweins. Sein Körperbau wirkt im Vergleich zum Hausschwein aufgrund der großen Körpermasse und den dazu vergleichsweise eher kleinen und kurzen Beinen gedungen und massiv. Die Körperhöhe nimmt zu den Hinterbeinen hin ab. Die Ohren sind klein, der gesamte Kopf im Vergleich zum restlichen Körper fast überdimensioniert. Wildschweine haben ein aus langen zottigen Borsten bestehendes Fell und sind meist in größeren Familienverbänden, sogenannten Rotten, unterwegs. Als Allesfresser nehmen sie unter anderem auch Mäuse und Ratten sowie Kadaver von verendeten Füchsen auf.

In den letzten Jahrzehnten ist in Europa wieder eine Zunahme der Wildschweinpopulation zu verzeichnen, was sich auch in erhöhten jährlichen Abschusszahlen (Jagdstrecken) niederschlägt. Aufgrund der dynamischen Populationsentwicklung kommt es europaweit (auch in Österreich) zu einer vermehrten Ausbreitung in ehemals „Wildschweinfreie“ Landschaften, was mitunter zu einer Überschneidung mit Gebieten führt, in denen eine erhöhte Trichinen-Prävalenz bei Füchsen bekannt ist.

Pferde

Pferde sind Einhufer und gehören in der Systematik der Tiere zur Familie der Equiden. Pferde sind reine Vegetarier und, im Gegensatz zu Wiederkäuern, sogenannte Enddarmfermentierer, das heißt die Verdauung findet größtenteils im Darmtrakt statt. Der Magen ist, im Gegensatz zum viergeteilten Magen der Wiederkäuer, einhölig. Die Fermentation der Pflanzennahrung findet im sehr großen Blinddarm sowie im aufsteigenden Teil des Dickdarms statt.

Pferdefleisch war in der Vergangenheit für humane Trichinellose-Ausbrüche mit mehreren hundert erkrankten Personen verantwortlich. Vereinzelt werden bei geschlachteten Pferden in Europa auch heute noch Trichinen-Larven im Zuge der Trichinenuntersuchung gefunden. Der Infektionsweg ist bis heute noch unklar und wird gegensätzlich diskutiert. Während auf der einen Seite eine versehentliche Aufnahme eines trichinösen Nagetiers vermutet wird, steht auch der Verdacht einer nicht artifizialen Fütterung von Abfällen, welche trichinöses Fleischprodukte beinhalten könnten, im Raum.

Andere Wildtiere, die Träger von Trichinen sein können

Zu den Wildtieren (exklusiv Wildschwein), welche Träger von Trichinen sein können, zählen in Europa u.a. **Fuchs, Dachs, Luchs, Marderhund** und **Bär**. Während der Luchs als katzenartiges Raubtier ein reiner Fleischfresser ist, gehören Dachs, Bär, Marderhund und im weiteren Sinne auch der Fuchs zu den Allesfressern.

Die Speisegewohnheiten des Menschen haben sich im letzten Jahrhundert bezüglich dieser Wildtiere bereits deutlich geändert. Als heimische Wildtierart wird nur noch der Dachs

ganz vereinzelt in Jägerkreisen als besondere Delikatesse verspeist. In letzter Zeit sind in Europa immer wieder humane Trichinellosefälle beobachtet worden, welche durch trichinöses Bärenfleisch bzw. geräucherte Fleischprodukte von Bären, meist im Zuge eines Jagdausfluges (Nordamerika, Russland, Nordafrika), verursacht wurden. Dabei erkrankten häufig mehrere Personen an einer Trichinellose.

Alle für Trichinen empfänglichen Wildtiere, welche für den menschlichen Verzehr in der EU bestimmt sind, müssen auf das Vorhandensein von Trichinenlarven in der Muskulatur getestet oder einer Gefrierbehandlung unterzogen werden (siehe VO (EU) 2015/1375).

Bei Wildtieren sind mindestens 10 g Muskulatur der Prädelektionsstelle lt. Anhang 3, VO (EU) 2015/1375 bzw. ISO 18743/2015 (Anhang A.1) für die Trichinenuntersuchung zu entnehmen. Die Prädelektionsstelle beim Dachs, Fuchs und Marderhund sind Zwerchfell, Vorderbein sowie Zunge und beim Bären Zwerchfell, Kaumuskel und Zunge.

Literaturverzeichnis

AGES: Krankheitserreger von A bis Z – Trichinen. Online:
<https://www.ages.at/mensch/krankheit/krankheitserreger-von-a-bis-z/trichinen>. (Zugriff am 10.01.2025).

Auer, H., Aspöck, H. (1995): Helminthozoonosen in Mitteleuropa – Übersicht der Epidemiologie, Diagnostik und Therapie am Beispiel der Situation in Österreich. Mitt. Österr. Ges. Tropenmed. Parasitol. 16, 17-41.

Auer, H., Aspöck, H. (1995): Helminthozoonosen in Österreich: Häufigkeit, Verbreitung und medizinische Bedeutung. In: FRICKE W., SCHWEIKART J. (Hrsg.): Krankheit und Raum. Steiner Stuttgart. Erdkundl. Wissen 115, 82-118.

Auer, H., Aspöck, H. (2002): Die Trichinellose – eine fast vergessene Helminthose in Mitteleuropa. In: Denisia 6, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge Nr. 184, 379-392.

Auer, H. (2005): Die Trichinellose des Menschen in Österreich. Wien. Tierarztl. Monat. – Vet. Med. Austria. 92, 288-294.

Bundesinstitut für Risikobewertung (2017): Wildschweinfleisch kann den Duncker'schen Muskelegel enthalten, BfR-Stellungnahmen. DOI 10.17590/20170626-143801.

Dupouy-Camet, J. (2002): Trichinellosis: A worldwide zoonosis. Vet. Parasitol. 93, 191-200.

Dupouy-Camet, J.; Bruschi, F. (2007): Management and diagnosis of human trichinellosis. In: DUPOUY-CAMET, J. and MURRELL, KD. (Hrsg.), FAO/WHO/OIE guidelines for the surveillance, management, prevention and control of trichinellosis. World Organisation for Animal Health Press. 37-68.

Dupouy-Camet, J.; Raffetin, A.; Rosca, E.C.; Yera, H. (2021): Chapter 10 - Clinical picture and diagnosis of human trichinellosis. In: BRUSCHI F. (Hrsg.): *Trichinella* and Trichinellosis. Academic Press, 333-352. DOI: 10.1016/B978-0-12-821209-7.00010-X.

Duscher, G.; Winkelmayr, R.; Prosl, H. (2005): Schwarzwildverbreitung in Gebieten mit Trichinellenfunden bei Füchsen in Österreich. Wien. Tierarztl. Monat. – Vet. Med. Austria. 92, 315-321.

Eckert, J. (2008): Lehrbuch der Parasitologie für die Tiermedizin. 2. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.

EFSA (2010): The Community Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union in 2008. EFSA Journal. 8 (1), 1496.

EFSA and ECDC (European Food Safety Authority and European Centre for Disease Prevention and Control) (2024): The European Union One Health 2023 Zoonoses report. EFSA Journal. 22(12), e9106.

Gottstein, B.; Pozio, E.; Nöckler, K. (2009): Epidemiology, diagnosis, treatment, and control of trichinellosis. Clin Microbiol Rev. 22(1), 127-45. DOI: 10.1128/CMR.00026-08.

Krois, E.; Nöckler, K.; Duscher, G.; Joachim, A.; Kapel, C.M.O.; Prosl, H. (2005): *Trichnella britovi* beim Rotfuchs (*Vulpes Vulpes*) in Österreich. Wien. Tierarztl. Monat. – Vet. Med. Austria. 92, 308-314.

Kutzer, E.; Hinaidy, H.K. (1971): Trichinose beim Fuchs. Anblick 26, 223-225.

Mayer-Scholl, A.; Pozio, E.; Gayda, J.; Thaben, N.; Bahn, P.; Nöckler, K. (2017): Magnetic Stirrer Method for the Detection of *Trichinella* Larvae in Muscle Samples. J. Vis. Exp. 121, e55354. DOI:10.3791/55354.

Much, G. (1970): Und wieder einmal ist der Fuchs schuld. Jagd in Tirol 22, 11-12.

National Center for Emerging and Zoonotic Infectious Diseases (NCEZID), Division of Parasitic Diseases and Malaria: DPDx A-Z Index – Trichinellosis. Online: <https://www.cdc.gov/dpdx/trichinellosis/index.html> (Zugriff am 10.01.2025).

Owen, R. (1835): Description of microscopic entozoon infecting the muscles of the human body. Transact. Zool. Soc. 1, 315-324.

Pozio, E. (2007): Chapter 1: Taxonomy, biology and epidemiology of *trichinella* parasites. In: DUPOUY-CAMET, J; MURRELL, KD. (Hrsg.). FAO/WHO/OIE guidelines for the surveillance, management, prevention and control of trichinellosis. Food & Agriculture Org., 17 ff.

Sailer, A.; Glawischnig, W.; Irschik, I.; Lückner, E.; Riehn, K.; Paulsen, P. (2012): Findings of *Alaria alata* mesocercariae in wild boar in Austria: current knowledge, identification of risk factors and discussion of risk management options. Wien. Tierarztl. Monat. – Vet. Med. Austria. 99, 346-352.

Sattmann, H.; Prosl, H. (2005): Zur Geschichte der Trichinenforschung in Österreich. Österr. Gesellschaft für Tropenmedizin und Parasitologie. Helminthologische Fachgespräche, 3-8.

Sobotta, J.; Welsch, U. (2006): Lehrbuch Histologie, Urban & Fischer, 152, Tab. 3.3-1.

Ständiger Ausschuss für Pflanzen, Tiere, Lebensmittel und Futtermittel (2018): Leitlinien zu den Mindestanforderungen, die an für Fleischuntersuchungen auf Trichinen benannte amtliche Laboratorien gestellt werden. Online: https://food.ec.europa.eu/system/files/2021-10/biosafety_fh_legis_guidance_min-recom-trichinella-meat_de.pdf (Zugriff 28.03.2025).

Stangl, P.V.; Paulsen, P. (2005): Zur Durchführung der Trichinenuntersuchung ab 1.1.2006 auf Grund der geänderten Vorschriften der Europäischen Gemeinschaft. Wien. Tierarztl. Monat. – Vet. Med. Austria. 92, 295-297.

Takahashi, Y. (2023). Illustrated *Trichinella* of the newborn larva, muscle larva, adult and cyst based on electron microscopical observation.

Vallant, A. (2010): Taschenatlas Schlachttierkörper-Pathologie bei Rind und Schwein. ENKE Verlag, Stuttgart, 66-67.

Wedl, C. (1866): Bericht der über die Trichinose niedergesetzten Kommission. Wien. Med. Presse, 7, 1110-1112.

Winkelmayer, R.; Paulsen, P.; Lebersorger, P.; Zedka, H.F. (2008): Wildbret-Hygiene. 3. Aufl., Zentralstelle Österreichischer Landesjagdverbände, Wien.

Rechtsbestimmungen

1. Einleitung

Das vorliegende Skriptum gibt einen kurzen Überblick über die für den Bereich der Trichinenuntersuchung relevanten gemeinschaftsrechtlichen und nationalen Vorschriften.

2. Europarecht

Die Lebensmittelsicherheit ist ein wichtiges Thema in Europa. Die sogenannte „EG-BasisVO“ (Verordnung (EG) Nr. **178/2002**) sowie die Verordnung (EG) Nr. **852/2004** und die Verordnung (EG) Nr. **853/2004** weiters die Verordnung (EU) **2019/624** und die Verordnung (EU) **2019/627** bilden die Grundlage des Lebensmittelrechts auf EU-Ebene. Ziel ist es sicherzustellen, dass die Lebensmittel in der Gemeinschaft für die Verbraucher so sicher wie möglich sind.

Dieses Konzept verknüpft alle Herstellungsstufen miteinander: Lebens- und Futtermittel werden vom Erzeuger bis zum Verbraucher sorgfältig verfolgt (Prinzip – „from stable to table“). Dieses System gilt für alle Lebens- und Futtermittel, ob sie nun aus der EU oder aus Drittländern stammen.

In Folge soll auf die für den Bereich der Trichinenuntersuchung wichtigen Bestimmungen eingegangen werden. Diese finden sich in folgenden unmittelbar anwendbaren Rechtsvorschriften:

- VO (EU) 2017/625
- VO (EG) Nr. 852/2004
- VO (EU) 2019/624
- VO (EU) 2019/627
- VO (EU) 2015/1375

2.1. VO (EU) 2017/625

über amtliche Kontrollen und andere amtliche Tätigkeiten zur Gewährleistung der Anwendung des Lebens- und Futtermittelrechts und der Vorschriften über Tiergesundheit und Tierschutz, Pflanzengesundheit und Pflanzenschutzmittel

Diese Verordnung regelt die Durchführung amtlicher Kontrollen.

In Hinblick auf die Durchführung von amtlichen Kontrollen wird Folgendes gefordert:

- Wirksamkeit und Angemessenheit der Kontrollen
- Durchführung durch Personen, die keinem Interessenskonflikt ausgesetzt sind

- Ausreichende Laborkapazitäten für die Untersuchungen sowie ausreichend und entsprechend qualifiziertes und erfahrenes Personal, damit die Kontrollen effizient und wirksam durchgeführt werden können
- Geeignete und ordnungsgemäß gewartete Einrichtungen und Ausrüstungen, damit die Kontrollen effizient und wirksam durchgeführt werden können
- Notfallpläne für den Fall des Auftretens bestimmter Erkrankungen bei Tieren
Unterstützungspflicht für die Behörde durch die Futtermittel- und Lebensmittelunternehmer

Befangenheit

Als allgemeiner Grundsatz hinsichtlich Befangenheit kann § 7 des Allgemeinen Verwaltungsverfahrensgesetzes-AVG herangezogen werden:

„Verwaltungsorgane, die in einer Sache befangen sind, dürfen in dieser Sache das Verwaltungsverfahren nicht führen und müssen sich vertreten lassen. Befangen sind z.B. Organe in Sachen, die sie selbst, ihre Ehegatten, nahe Verwandte oder Verschwägerete betreffen oder wenn sonstige, wichtige Gründe vorliegen, die Unbefangenheit in Zweifel zu ziehen.“

Amtliche Laboratorien

Gemäß Artikel 37 hat die zuständige Behörde Laboratorien, welche die bei den amtlichen Kontrollen gezogenen Proben analysieren können zu benennen. Diese müssen gemäß der Europäischen Norm EN ISO/IEC 17025 über „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien betrieben, bewertet und akkreditiert werden.

Die zuständige Behörde hat die Benennung gemäß Artikel 37 zurückzuziehen, wenn die Anforderungen nicht mehr erfüllt sind (Artikel 39).

Abweichend von Artikel 37 können die zuständigen Behörden Laboratorien als amtliche Laboratorien für die Trichinenuntersuchung benennen, die

- ausschließlich mit dem Nachweis von Trichinen in Fleisch befasst sind,
- zum Nachweis von Trichinen ausschließlich die Methoden gemäß Artikel 6 der Durchführungsverordnung (EU) 2015/1375 verwenden,
- Trichinenuntersuchungen unter der Aufsicht der zuständigen Behörden oder eines amtlichen Laboratoriums durchführen, das gemäß Artikel 37 benannt und nach der Norm EN ISO/IEC 17025 akkreditiert worden ist und
- sich regelmäßig und mit zufriedenstellendem Ergebnis an den Laborvergleichstests oder Eignungstests beteiligen, die von den nationalen Referenzlaboratorien für die von ihnen verwendeten Methoden zum Trichinennachweis organisiert werden (Artikel 40).

2.2. Verordnung (EG) Nr. 852/2004 (Allgemeine LM-Hygienevorschriften)

Anhang I enthält Vorschriften für die Primärproduktion (Grundprinzipien der Hygiene und der Aufzeichnungen in der Primärproduktion)

Anhang II Allgemeine Hygienevorschriften für alle Lebensmittelunternehmer

- **Kapitel VIII Persönliche Hygiene**

1. persönliche Sauberkeit halten, geeignete und saubere Arbeitskleidung und erforderlichenfalls Schutzkleidung tragen

2. „Personen, die an einer Krankheit leiden, die durch Lebensmittel übertragen werden kann, oder Träger einer solchen Krankheit sind, sowie Personen mit beispielsweise infizierten Wunden, Hautinfektionen oder -verletzungen oder Diarrhöe ist der Umgang mit Lebensmitteln und das Betreten von Bereichen, in denen mit Lebensmitteln umgegangen wird, generell verboten, wenn die Möglichkeit einer direkten oder indirekten Kontamination besteht. Betroffene Personen, die in einem Lebensmittelunternehmen beschäftigt sind und mit Lebensmitteln in Berührung kommen können, haben dem Lebensmittelunternehmer Krankheiten und Symptome sowie, wenn möglich, deren Ursachen unverzüglich zu melden.“

2.3. Delegierte Verordnung (EU) 2019/624 (KontrollVO Fleisch)

In dieser Verordnung ist eine umfangreiche Ausbildung für amtliche Fachassistenten geregelt.

Führen die amtlichen Fachassistenten jedoch nur Probenahmen und Analysen im Zusammenhang mit der Trichinenuntersuchung durch, muss die zuständige Behörde lediglich sicherstellen, dass sie für diese Aufgaben angemessen geschult werden (Artikel 14).

2.4. Durchführungsverordnung (EU) 2019/627 (KontrollVO Tier. LM)

In dieser Verordnung werden einheitliche praktische Verfahren zur Durchführung von amtlichen Kontrollen für bestimmte Erzeugnisse festgelegt.

In Abschnitt 4: „Amtliche Kontrollen in Bezug auf spezifische Gefahren und Laboruntersuchungen“ werden in Artikel 31 praktische Modalitäten der amtlichen Kontrollen auf Trichinen bei der Fleischuntersuchung wie folgt festgelegt:

„1. Schlachtkörper von Suidae, Einhufern und anderen für Trichinen empfänglichen Arten werden gemäß der Verordnung (EU) 2015/1375 auf Trichinen untersucht, sofern keine der in Artikel 3 der genannten Verordnung aufgeführten Ausnahmeregelungen greift.

2. Fleisch von mit Trichinen infizierten Tieren wird für genussuntauglich erklärt.“

2.5. Durchführungsverordnung (EU) 2015/1375 mit spezifischen Vorschriften für die amtlichen Fleischuntersuchungen auf Trichinen

Diese Durchführungsverordnung beinhaltet die spezifischen Vorschriften für die Untersuchung auf Trichinen. Im Detail wird Folgendes geregelt:

- **Fleischuntersuchung auf Trichinen und Anbringen der Genusstauglichkeitskennzeichnung**

In den Artikeln 2 bis 4 wird die Probenahme von Schachtkörpern und die Untersuchung auf Trichinen, Ausnahmen von der Untersuchungspflicht sowie das Anbringen der Genusstauglichkeitskennzeichnung geregelt.

- **Ausbildung**

Artikel 5 regelt die Ausbildung, der Personen, welche die Trichinenuntersuchung durchführen. Die zuständige Behörde hat sicherzustellen, dass das gesamte an der Untersuchung von Proben zum Nachweis von Trichinen beteiligte Personal eine entsprechende Ausbildung absolviert hat und teilnimmt, an:

- a) einem Qualitätskontrollprogramm für die Trichinennachweisverfahren, und
- b) einer regelmäßigen Bewertung der im Labor eingesetzten Test-, Aufzeichnungs- und Analyseverfahren.

- **Nachweismethoden (Artikel 6)**

Das Grundprinzip für die Standardmethode ist die Untersuchung mittels künstlicher Verdauung, wobei eine Referenzmethode und einige gleichwertige Methoden zugelassen sind.

Alle positiven Proben sind zur Bestimmung der Trichinenart an das nationale Referenzlabor IVET Innsbruck weiterzuleiten.

- **Notfallpläne (Artikel 7)**

Die zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten mussten einen Notfallplan mit den Maßnahmen für den Fall, dass bei Proben ein positiver Trichinenbefund vorliegt, erstellen. Dieser Plan enthält Einzelheiten zu:

- a) Rückverfolgbarkeit infizierter Schlachtkörper und Teile davon, die Muskelgewebe enthalten;
- b) Maßnahmen zum Umgang mit infizierten Schlachtkörpern und Schlachtkörperteilen;
- c) Ermittlung der Infektionsursache und eventueller Verbreitung bei freilebenden Tieren;
- d) eventuelle Maßnahmen im Einzelhandel oder beim Verbraucher;
- e) Maßnahmen für den Fall, dass der Befall von Schlachtkörpern nicht im Schlachthof festgestellt werden kann;
- f) Bestimmung der Trichinenart.

Der österreichische Notfallplan ist in Erlass GZ 2025-0.447.641 des BMG enthalten.

Der Erlass ist auf der „Kommunikationsplattform Verbrauchergesundheit“ bei den Erlässen zur Schlachttier- und Fleischuntersuchung zu finden.

- **Amtliche Anerkennung von Betrieben als trichinenfrei (Artikel 8)**

Die zuständige Behörde kann Tierhaltungsbetriebe, die kontrollierte Haltungsbedingungen anwenden, amtlich anerkennen.

Bei den Tieren dieser Betriebe ist die Frequenz der Trichinenuntersuchung stark reduziert. Dies ist in Österreich derzeit nicht in Anwendung. Als trichinenfrei anerkannte Betriebe unterliegen umfangreichen Kontrollen sowohl hinsichtlich der Herkunft der Tiere, der Art ihrer Haltung und ihrer Fütterung. Als Grundprinzip gilt, dass alle Übertragungsmöglichkeiten von Trichinen in den Tierbestand verhindert werden müssen.

- **Bestimmungen hinsichtlich der Einfuhr von trichinoseanfälligen Tierarten stammenden Fleisches**

Von trichinoseanfälligen Tierarten stammendes Fleisch, das (quer gestreifte) Skelettmuskeln enthält und aus einem Drittland kommt, kann nur in die Gemeinschaft eingeführt werden, wenn es vor der Ausfuhr in dem betreffenden Drittland gemäß Artikel 2 oder 3 auf Trichinen untersucht wurde.

Ausnahmen bestehen für das Fleisch von Hausschweinen.

sofern es aus einem Betrieb in einem Drittland stammt, der von der Gemeinschaft amtlich als trichinenfrei anerkannt wurde, und zwar aufgrund eines Antrags der zuständigen Behörde des betreffenden Landes, zusammen mit einem Bericht an die Kommission mit entsprechenden Nachweisen, dass die Anforderungen in Anhang IV Kapitel I erfüllt sind, oder sofern unter Aufsicht der zuständigen Behörde in dem betroffenen Drittland eine Gefrierbehandlung gemäß Anhang II durchgeführt wurde.

Anhänge

In den Anhängen geregelt sind:

Anhang I Nachweismethoden

Anhang II Gefrierbehandlung

Anhang III Untersuchung von anderen Tieren als Schweinen

Anhang IV Amtliche Anerkennung eines Haltungsbetriebs oder eines Kompartiments mit kontrollierten Haltungsbedingungen

3. Nationale Bestimmungen

3.1. Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz (LMSVG)

Das Bundesgesetz über Sicherheitsanforderungen und weitere Anforderungen an Lebensmittel, Gebrauchsgegenstände und kosmetische Mittel zum Schutz der Verbraucherinnen und Verbraucher (Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz - LMSVG) wurde am 20. Jänner 2006 mit BGBl. I Nr. 13/2006 kundgemacht. Das österreichische Lebensmittelrecht sowie das österreichische Fleischuntersuchungsrecht wurden mit dem LMSVG einer Gesamtreform unterzogen. Mit dem LMSVG wurde den neuen gemeinschaftsrechtlichen Anforderungen Rechnung getragen.

Dabei wird - wie vom Gemeinschaftsrecht vorgegeben - die gesamte Lebensmittelkette einschließlich der Primärproduktion berücksichtigt.

Das neue LMSVG nicht nur das LMG 1975, sondern auch das FIUG enthält auch die Regelungen zur Fleischuntersuchung ebenso wie die Hygienevorschriften für Lebensmittel und deren Kontrolle.

Generell regelt das LMSVG die Anforderungen an Lebensmittel, Wasser für den menschlichen Gebrauch, Gebrauchsgegenstände und kosmetische Mittel. Es gilt auf allen Produktions-, Verarbeitungs- und Vertriebsstufen.

Dem LMSVG liegen eine Vielzahl von EG-Verordnungen zu Grunde bzw. begleiten dieses. Diese EG-Verordnungen sind im Rechtstext selbst bzw. in der Anlage zum LMSVG angeführt. Ergänzende bzw. durchführende Bestimmungen dazu sowie zum LMSVG selbst sind in Nationalen Verordnungen und Durchführungserlassen geregelt.

Betreffend Trichinenuntersuchung soll hier in Folge kurz auf **§ 24 LMSVG** und die **LMSVG- Aus- und Weiterbildungsverordnung** (BGBl II Nr. 275/2008): eingegangen werden.

§ 24 LMSVG

Die Vollziehung des LMSVG erfolgt in mittelbarer Bundesverwaltung, d.h. sie erfolgt durch die Landesbehörden. Die Kontrolle der Einhaltung der lebensmittelrechtlichen Vorschriften obliegt dem Landeshauptmann.

Der Landeshauptmann hat sich zur Erfüllung seiner Aufgaben besonders geschulter Organe als Aufsichtsorgane zu bedienen, die in einem Dienstverhältnis zu einer Gebietskörperschaft stehen und deren Bestellung durch einen entsprechenden Bestellungsakt kundzutun ist. Als besonders geschult gelten Aufsichtsorgane, die den Ausbildungserfordernissen gemäß § 29 entsprechen.

Der Landeshauptmann kann zur Unterstützung der amtlichen Tierärzte bei der Schlachttier- und Fleischuntersuchung und den Hygienekontrollen von Schlacht-, Zerlegungs- und Wildbearbeitungsbetrieben amtliche Fachassistenten heranziehen, die die Ausbildungserfordernisse gemäß § 29 erfüllen. Diese unterliegen in ihrer Tätigkeit nach diesem Bundesgesetz der Fachaufsicht und den fachlichen Weisungen des amtlichen Tierarztes. Der Umfang der Tätigkeit ergibt sich aus der Verordnung (EU) Nr. 2019/624.

Sämtliche genannten Personen müssen einen Gesundheitszustand aufweisen, der sicherstellt, dass bei der Tätigkeit mit Lebensmitteln keine Möglichkeit der Übertragung von Krankheitserregern besteht. Der Bundesminister für Gesundheit kann nach Anhören des Ständigen Hygieneausschusses der Codexkommission nähere Bestimmungen in Form von

Leitlinien hierfür erlassen.

Diese Regelung gilt nur insofern, als die Trichinenuntersuchung direkt am Schlachthof, durch vom LH bestellte oder beauftragte Personen durchgeführt wird. Findet die Untersuchung in akkreditierten Labors statt, besteht lediglich die Verpflichtung der entsprechenden Ausbildung. Die Untersucher arbeiten dann in einem Dienstverhältnis zum Labor und werden nicht vom Landeshauptmann bestellt oder beauftragt. Auch gelten für diese nicht die Gesundheitsbestimmungen, da sie nicht in einem Lebensmittelbetrieb arbeiten.

3.2. LMSVG- Aus- und Weiterbildungsverordnung

Diese Verordnung regelt die Voraussetzungen für die Zulassung zur Ausbildung, Art und Umfang der Ausbildung sowie den Umfang der Prüfungsfächer und die Prüfungskommission für

1. Aufsichtsorgane gemäß § 24 Abs. 3 bis 5 LMSVG (Aufsichtsorgane einschließlich bestellte amtliche Tierärzte, beauftragte amtliche Tierärzte und amtliche Fachassistenten) und

2. Personen, die für die Erstattung von Gutachten in der Agentur gemäß § 65 LMSVG oder in den gemäß § 72 LMSVG autorisierten Untersuchungsanstalten der Länder herangezogen werden, und legt die Grundsätze der Weiterbildung für diesen Personenkreis fest.

Ziel ist es, die Aus- und Weiterbildung der genannten Personen so zu regeln, dass ihre fachliche Befähigung durch eine standardisierte und hochqualifizierte Aus- und Weiterbildung in Übereinstimmung mit den Aus- und Weiterbildungserfordernissen für diese Berufsgruppen nach der Verordnung (EU) 2017/625 und der Verordnung (EU) 2019/624 sichergestellt ist.

Gem. § 3 ist für die Zulassung zur Ausbildung als Aufsichtsorgan nach § 24 Abs. 5 LMSVG (amtlicher Fachassistent) eine einschlägige Berufsvorbildung mit entsprechendem Abschluss (z.B. Fleischerlehre) oder eine Reife- oder Diplomprüfung an einer einschlägigen Höheren technischen und gewerblichen Lehranstalt oder an einer einschlägigen höheren land- und forstwirtschaftlichen Lehranstalt Voraussetzung. Ebenso ist zumindest ein provisorisches Dienstverhältnis zu der entsendenden Behörde Voraussetzung. Das Dienstverhältnis zur Behörde gilt nicht, wenn die Anstellung in einem Labor gegeben ist.

Die Ausbildung ist modular aufgebaut. Die Ausbildungserfordernisse gemäß den Verordnungen (EU) 2016/625 und (EU) Nr. 2019/624 für diese Berufsgruppen sind Bestandteil der Ausbildungsrahmenpläne, in denen die Ausbildungsinhalte in den Grundzügen festgelegt sind.

Als Ausbildungsstellen gelten insbesondere:

1. die für die amtliche Kontrolle zuständige Behörde (Dienststelle),
2. die Agentur sowie die Untersuchungsanstalten der Länder,
3. die Akademie der Agentur (AGES-Akademie), einschlägige Universitäten sowie einschlägige Aus- und Weiterbildungseinrichtungen der Interessenvertretungen der Berufsgruppen und
4. das Bundesministerium für Gesundheit

Die Ausbildungserfordernisse für amtliche Fachassistenten richten sich nach der Art des

geplanten beruflichen Einsatzes, d.h. danach, ob der betreffende amtliche Fachassistent

1. zur Unterstützung des amtlichen Tierarztes bei der Schlachttier- und

Fleischuntersuchung und den Hygienekontrollen von Schlacht-, Zerlegungs- und Wildbearbeitungsbetrieben herangezogen wird, oder ob

2. sich **seine Tätigkeit auf die Trichinenuntersuchung beschränkt.**

Die theoretische und praktische Ausbildung gestaltet sich gemäß den Ausbildungsrahmenplänen der Anlagen 3.A und 3.B wie folgt:

1. Der Ausbildungsrahmenplan „A“ für amtliche Fachassistenten gemäß Anlage 3.A regelt die Ausbildung für amtliche Fachassistenten im Allgemeinen,

2. Der **Ausbildungsrahmenplan „B“ für amtliche Fachassistenten für**

Trichinenuntersuchung gemäß Anlage 3.B regelt die Ausbildung für amtliche Fachassistenten für die Trichinenuntersuchung. Dort ist Folgendes festgehalten:

Anlage 3.B

Ausbildungsrahmenplan „B“ für amtliche Fachassistenten für Trichinenuntersuchungen

(Für amtliche Fachassistenten, deren Einsatzbereich auf die Trichinenuntersuchung eingeschränkt ist)

Ausbildungsdauer insgesamt: 40 UE

Praktische Ausbildung

Ausbildungsdauer: 24 UE

Ausbildungsinhalte:

1. Übung der Probenentnahme
2. Übung der Untersuchung
3. Demonstration von mikroskopischen Präparaten mit Trichinen, Miescher'schen Schläuchen sowie mit den in den Präparaten sichtbaren Geweben und den hauptsächlich in Betracht kommenden Verunreinigungen
4. Handhabung und Pflege der Untersuchungsgeräte

Theoretische Ausbildung

Ausbildungsdauer: 16 UE

Ausbildungsinhalte:

1. Naturgeschichte der Trichinen und anderer in der Muskulatur auffindbarer Parasitenstadien; Übertragungswege und pathologische Erscheinungsbilder
2. Untersuchungsmethoden und Differentialdiagnosen
3. Grundzüge der Anatomie der betroffenen Tierarten
4. Rechtsvorschriften für die Trichinenuntersuchung

Nach absolvierter Ausbildung besteht eine Pflicht zur regelmäßigen Teilnahme an Weiterbildungen. Diese haben für Fachassistenten, deren Tätigkeit sich auf die Trichinenuntersuchung beschränkt im Zeitraum von zwei Jahren Weiterbildungsmaßnahmen im Ausmaß von insgesamt 4 Weiterbildungseinheiten zu 50 Minuten zu umfassen.

3.3. Erlässe

3.3.1. Qualitätssicherungsvorschriften bei der Trichinenuntersuchung

Der Erlass GZ. BMASGPK 2025-0.522.846 enthält ein Qualitätssicherungsverfahren für in Schlachthöfen eingerichtete Trichinenuntersuchungsstellen, die nur Trichinenuntersuchung durchführen. In diesen erscheint es vertretbar, anstelle einer formellen Akkreditierung, eine definierte Qualitätssicherung verbunden mit einer Überwachung durch die Landesveterinärverwaltungen ergänzt durch regelmäßige Ringversuche, welche vom Referenzlabor Innsbruck durchgeführt werden vorzusehen. Die rechtliche Grundlage findet sich in Artikel 40 der VO (EU) 2017/625.

Die Behörde hat diese Trichinenuntersuchungsstellen vor der Erstaufnahme einer Erstkontrolle und danach einmal jährlich einer umfassenden Kontrolle zu unterziehen. Im Falle gravierender Mängel oder nicht entsprechender Ergebnisse beim Ringversuch hat die Landesbehörde unter Verwendung von Testproben das Laborpersonal einer Schulung zu unterziehen.

3.3.2. Notfallplan

Der Notfallplan Österreichs gemäß Art. 7 VO (EU) 2015/1375 (Beilage zu GZ 2025-0.447.641 vom 8. Juli 2025) sieht Folgendes vor:

„Zur Verhinderung der Übertragung von Trichinellen von Tieren auf den Menschen ist folgende Vorgangsweise einzuhalten und sind gegebenenfalls folgende Maßnahmen durchzuführen:

1. Schlachtkörper dürfen erst nach Vorliegen des negativen Trichinenbefundes den Schlachthof, Wildschweine den Betrieb, wo die Trichinenuntersuchung eingeleitet wurde, verlassen. Eine weitere Bearbeitung vor dem Vorliegen des Untersuchungsergebnisses darf nur dann stattfinden, wenn diese in einem Betrieb erfolgt, der in unmittelbarem örtlichen und organisatorischem Zusammenhang mit dem Schlachthof steht und durch entsprechende Maßnahmen sichergestellt ist, dass kein Teil der betreffenden Partie Fleisch vor Abschluss der Untersuchungen aus dem Betrieb abgegeben wird.
2. Die Rückverfolgbarkeit der einzelnen Tierkörper zum Herkunftsbetrieb (Tierhalter) bzw. Jagdrevier im Falle von Wildschweinen ist durch betriebseigene Systeme in Verbindung mit den vorgeschriebenen Begleitdokumenten im Rahmen der Lebensmittelkette durch den Lebensmittelunternehmer zu gewährleisten.
3. Das Ergebnis der Untersuchung und damit die endgültige Genusstauglichkeitserklärung ist nachweislich dem Betriebsverantwortlichen bekanntzugeben. Tierkörper und Fleischteile die als trichinenpositiv beurteilt wurden, sind als genussuntauglich zu kennzeichnen und gemäß VO (EG) Nr. 1069/2009 und dem Tiermaterialgesetz als Material der Kategorie 2 zu entsorgen. Werden vor Abschluss der Trichinenuntersuchung im Zuge einer weiteren Bearbeitung Teile verschiedener Tierkörper vermischt, so sind im positiven Fall alle Teile der betroffenen Partie entsprechend zu entsorgen.

4. Werden nach dem Inverkehrbringen von genusstauglich befundetem Fleisch bei Kontrollen Trichinen festgestellt, so sind vom Lebensmittelunternehmer alle erforderlichen Maßnahmen, einschließlich der Verständigung der Lebensmittelaufsichtsbehörde, gemäß Artikel 19 der VO (EG) 178/2002 und einer allfälligen Rückholung bereits abgegebener Ware, zu veranlassen.
5. Positive und zweifelhafte Befunde sind im österreichischen Referenzlabor für Trichinen (Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit, Institut für Veterinärmedizinische Untersuchungen Innsbruck) abzuklären.
6. Im Herkunftsbetrieb bzw. Jagdrevier sind von der zuständigen Behörde gemäß Zoonosengesetz Erhebungen durchzuführen.“

Weiterführende Links

Onlinezugang zum EU-Recht: <https://eurlex.europa.eu/homepage.html>

Onlinezugang zum Bundesrecht: <https://www.ris.bka.gv.at/default.aspx>

[AGES Nationales Referenzlaboratorium für Parasiten - AGES](#)

[Trichinen - AGES](#) (allgemeine Informationen)

Europäisches Referenzlabor für Parasiten (EURLP):

<https://www.iss.it/en/eurlp-chi-siamo>

Internationale Trichinellose Kommission (ICT): trichinellosis.org

Schulungsvideo für Trichinenuntersuchungsstellen vom Bundesinstitut für Risikobewertung BfR, Deutschland:

[Schulungsvideo Magnetrührverfahren in deutscher Sprache - BfR](#)

Fragenkatalog

Modul 1

1. Die Trichinellen gehören in der Systematik der Parasiten zu den:

- Saugwürmer (Trematoden)
- Bandwürmer (Cestoden)
- Faden- oder Rundwürmer (Nematoden)

2. Die Infektion des Menschen kann erfolgen durch den Verzehr von:

- rohem oder ungenügend erhitztem Fleisch
- gepökelten und geräucherten Fleischerzeugnissen
- Produkten wie Rohwürste und Rohschinken

3. Als mögliche Infektionsquellen für den Menschen kommen Fleisch und Fleischerzeugnisse von ... in Frage.

- Pferden
- Wildwiederkäuern
- Haus- und Wildschweinen

4. Als natürliche Trichinellen-Reservoirs in Mitteleuropa gelten vorwiegend:

- Wildvögel
- Nagetiere (Mäuse und Ratten)
- wildlebende Raubtiere (Fuchs, Dachs, Marderhund)

5. Ein Gesetz zur obligatorischen Untersuchung auf Trichinen bei geschlachteten Schweinen existiert in Österreich seit:

- 1866
- 1940
- 1970

6. Inkubationszeit bedeutet die Zeit:

- von der Infektion eines Wirtes mit einem Parasiten bis zur ersten Nachweismöglichkeit von Geschlechtsprodukten in Kot, Urin, Blut etc.
- zwischen der Infektion und dem ersten Auftreten von Symptomen einer Erkrankung
- vom Beginn der Ausscheidung von Eiern, Larven oder Oozysten nach einmaliger Infektion bis zum Ende der Ausscheidung

7. Welche von den weltweit bekannten *Trichinella* Arten konnten in Europa bis dato festgestellt werden?

- *Trichinella pseudospiralis*
- *Trichinella murelli*
- *Trichinella spiralis*
- *Trichinella britovi*
- *Trichinella nativa*

8. Die Infektion welcher *Trichinella* Arten geht mit einer Kapselbildung in der Muskulatur einher?

- *Trichinella nativa*
- *Trichinella pseudospiralis*
- *Trichinella britovi*
- *Trichinella spiralis*

9. Nach wie vielen Wochen post infectionem ist die Einkapselung der Trichinellen-Larven in der Muskulatur abgeschlossen?

- 1 Woche
- 5 - 6 Wochen
- 20 Wochen

10. Welche Stadien stellen die infektiöse Form im Entwicklungszyklus der Trichinen dar?

- Muskeltrichinen
- Darmtrichinen
- Wandertrichinen im Lymph- und Blutgefäßsystem

11. Beim Hauptreservoirwirt in den Alpen, dem Fuchs, herrscht in Österreich welche Trichinella Art vor?

- *Trichinella spiralis*
- *Trichinella britovi*
- *Trichinella pseudospiralis*

12. Bei welcher Trichinella Art bietet die Gefrierbehandlung keinen ausreichenden Schutz?

- *Trichinella nativa*
- *Trichinella britovi*
- *Trichinella pseudospiralis*

13. Ausgenommen von der gesetzlichen Trichinenuntersuchungspflicht sind:

- vier Wochen alte Hausschweine
- Hausschweine, die im Rahmen einer Hausschlachtung geschlachtet werden und für den Eigenbedarf bestimmt sind
- freilebende Wildschweine, welche direkt vermarktet werden

14. Als krankmachende Dosis für den Menschen werden wie viele Larven angenommen?

- 1 Larve
- 100-300 Larven
- über 500 Larven

15. Wie erfolgt die Absicherung der Diagnose beim Menschen?

- Nachweis von spezifischen Antikörpern im Blutserum des Patienten
- Nachweis von Muskeltrichinen in der Skelettmuskulatur
- Nachweis von Trichinenlarven in Stuhlproben des Patienten

16. Was sind Miescher Schläuche?

- eingekapselte, verkalkte Trichinenlarven in der quergestreiften Muskulatur
- Zysten mit den für den Menschen infektiösen Erregerstadien von Sarkosporidien in der Skelettmuskulatur von Schlachttieren
- infektiöse Zwischenstadien von Bandwürmern in der quergestreiften Muskulatur von Schlachttieren

17. Was versteht man als Duncker-Muskelegel?

- Das infektiöse Zwischenstadium des Schweinebandwurms *Taenia solium* in der quergestreiften Muskulatur von Schweinen
- Das infektiöse Zwischenstadium des Trematoden *Alaria alata* in der Skelettmuskulatur von z.B. Wildschweinen
- Das Endstadium des Leberegels beim Wildschwein

Modul 2

18. Warum ist eine Anerkennung Österreichs als Region mit vernachlässigbarem *Trichinella* Risiko beim Hausschwein gegenwärtig nicht möglich?

- sporadisch positive *Trichinella* Befunde beim Hausschwein im Rahmen der amtlichen Fleischuntersuchung
- auf Grund vereinzelter *Trichinella* Vorkommen beim Wildschwein u.v.a. bei Wildkarnivoren
- auf Grund zunehmender Freilandhaltung von Hausschweinen

19. Wann dürfen ganze Schlachtkörper oder Schlachtkörperteile das Betriebsgelände verlassen?

- nach erfolgter Probenentnahme
- nach Vorliegen eines negativen Trichinenuntersuchungsbefundes
- nach Anbringung der Genusstauglichkeitskennzeichnung

20. Als Referenznachweismethode ist in der VO (EU) 2015/1375 folgende Methode festgelegt:

- die ISO 18743/2015
- das Magnetrührverfahren für die künstliche Verdauung von Sammelproben
- das automatische Verdauungsverfahren für Sammelproben bis 35g

21. Welche Probenmenge ist bei der Referenznachweismethode für ganze Schlachtkörper von Zuchtsauen und Zuchtebern vorgeschrieben?

- mind. 1 g
- mind. 2 g
- mind. 5 g

22. Welche Probenmenge darf einem vollständigen Ansatz von 100 g maximal zugesetzt und mit diesem zusammen untersucht werden?

- 10 g
- 15 g
- 35 g

23. Was gilt als kleinste im Larvenzählbecken mikroskopisch feststellbare Larvenanzahl?

- 5 Larven
- 1 Larve
- 10 Larven

24. Warum darf beim Verdauungsvorgang das Pepsin nie in direktem Kontakt mit der Salzsäure gelangen?

- die Trichinenlarven werden unmittelbar zerstört
- durch Klumpenbildung von Pepsin kommt es zu keiner ausreichenden Verdauung
- die Verdauungsflüssigkeit trübt ein – Larven können nicht erkannt werden

25. Die regelmäßige Überprüfung der Qualität einer Trichinenuntersuchungsstelle erfolgt durch:

- Audits der Landesverwaltungsbehörde
- Ringversuche
- Inspektionen durch die EU

26. Das Nationale Referenzlabor für Trichinen befindet sich in der Untersuchungsstelle der AGES in:

- Linz
- Mödling
- Innsbruck

27. Welche Temperatur ist für die Verdaulichkeit während des Verdauvorganges notwendig?

- 22-30 °C
- 45 °C ± 2 °C
- 47 °C ± 1 °C

28. Wie werden Geräte bei einem positiven Untersuchungsergebnis dekontaminiert?

- im Kühlschrank bei 4-6 °C über 2 Stunden
- in 2 mol Natronlauge
- mit heißem Wasser (70 °C)

29. Wie oft müssen Thermometer und Waagen auf deren Funktionsfähigkeit überprüft werden?

- alle 4 Jahre
- monatlich
- halbjährlich

Modul 3

30. Welche Körpermuskulatur kann willentlich gesteuert werden?

- glatte Muskulatur
- Skelettmuskulatur
- Herzmuskulatur

31. Welche europäischen Wildtiere können Trichinenträger sein?

- Elch
- Dachs
- Bär

32. Können in der Muskulatur verkalkte Trichinenkapseln infektiös sein?

- Ja
- Nein

33. Müssen geschossene Bären auf Trichinen untersucht werden?

- Ja
- Nein
- Nur wenn ihr Fleisch für den menschlichen Verzehr bestimmt ist

Dies ist eine Ausbildungsunterlage für die Trichinenuntersuchung gemäß LMSVG- Aus- und Weiterbildungsverordnung, sie beinhaltet neben dem allgemeinen Teil auch die Rechtsbestimmungen und einen Fragenkatalog.