

Problematik des Helminthenbefalls bei Hauswiederkäuern in der Schweiz: Aktuelle Perspektiven*

H. Hertzberg^{1,2}, H. Sager³

¹Institut für Parasitologie der Universität Zürich, ²Forschungsinstitut für biologischen Landbau, Frick, ³Institut für Parasitologie der Universität Bern

Zusammenfassung

Magen-Darm-Strongyliden (MDS), Lungenwürmer und Leberegel (*Fasciola hepatica*) haben sich auch mehrere Jahrzehnte nach der Einführung hochwirksamer Anthelminthika erfolgreich in den schweizerischen Wiederkäuerbeständen behaupten können. Hierfür sind sowohl ein mehrheitlich hohes Reproduktionsspotenzial als auch effiziente Überlebensstrategien verantwortlich – Eigenschaften, die bei einigen Erregern zusätzlich noch mit einem ausgeprägten Potenzial zur Resistenzentwicklung gegen die eingesetzten Wirkstoffe verknüpft sind. Während das wichtige Segment des MDS-Befalls bei Jungrindern heute vergleichsweise gut kontrollierbar ist, wird die Bekämpfung in den Fällen erschwert, in denen neben den Jungtieren, infolge einer unzureichenden Immunitätsentwicklung auch die adulten Tiere vom Parasitenbefall in tiergesundheitslich und wirtschaftlich relevanter Hinsicht betroffen sind. Die Kontrolle dieser Erreger muss hier sämtliche Altersgruppen einschliessen, eine Massnahme, die der Bereitstellung von Refugien im Sinne einer Verlangsamung der Resistenzentwicklung gegen die eingesetzten Anthelminthika entgegenwirkt. Mit der vorliegenden Übersicht soll der Versuch einer Standortbestimmung zur aktuellen Bedeutung wichtiger Weidehelminthosen bei Rindern und kleinen Wiederkäuern in der Schweiz gemacht werden. Die derzeit verfügbaren Möglichkeiten zur planmässigen Parasitenkontrolle werden vorgestellt und ein Ausblick auf neue Entwicklungen gegeben, die das Spektrum praxisrelevanter Kontrollstrategien zukünftig erweitern könnten.

Schlüsselwörter: Magen-Darm-Strongyliden, *Fasciola hepatica*, Lungenwürmer, Epidemiologie, Kontrolle, Rinder, Kleinviederkäuer, Schweiz

Overview of helminth problems in domestic ruminants in Switzerland

Potent anthelmintics were introduced into the Swiss market several decades ago. Despite this, gastrointestinal nematodes (GIN), lungworms and the large liver fluke (*Fasciola hepatica*) can successfully inhabit Swiss ruminant farms. This is mainly due to a high reproductive capacity as well as very efficient survival strategies. In addition some species readily develop anthelmintic resistance. GIN-infections in young cattle are under comparatively good control. However, prophylactic measures are compromised where adult stock is also affected due to incomplete development of immune protection. Under these circumstances control measures must include all age groups. This results in fewer helminths in refugia thus may accelerate the development of anthelmintic resistance. This review aims to present a synopsis of the significance of the major helminth infections obtained on pasture by large and small ruminants in Switzerland. Currently available strategies for strategic helminth control are summarized and an outlook is given on new developments which might expand the spectrum of control measures relevant for veterinary practice in the future.

Keywords: gastrointestinal nematodes, *Fasciola hepatica*, lungworms, epidemiology, control, cattle, small ruminants, Switzerland

* Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. Johannes Eckert zum 75. Geburtstag gewidmet.

Einführung

Der Weidegang stellt einen essentiellen Bestandteil einer artgerechten Wiederkäuerhaltung dar. Den zahlreichen Vorteilen, die mit der Weidehaltung aus tiergesundheitslicher Sicht verknüpft sind, steht jedoch mit dem Helminthen-Risiko auch ein gewichtiger Problemfaktor gegenüber. Die epidemiologischen Grundlagen des Befalls mit Magen-Darm-Strongyliden (MDS), Lungenwürmern und Leberegeln sind seit mehreren Jahrzehnten bekannt, jedoch hat die Bekämpfung dieser Parasiten im Laufe der Zeit immer wieder Veränderungen erfahren, die einerseits zu einer effizienteren Parasitenkontrolle beitragen, in letzter Zeit aber vermehrt auch von Reaktionen auf einen nicht mehr befriedigenden Anthelminthika-Einsatz geprägt sind.

Das Ziel dieser Übersicht ist es, eine Standortbestimmung vorzunehmen, welche die derzeitigen Möglichkeiten und Grenzen bei der Bekämpfung von MDS, Lungenwürmern und des Grossen Leberegels bei Rindern und Kleinwiederkäuern in der Schweiz umfasst. Des weiteren wird ein Ausblick auf zukünftige Entwicklungen bei der Helminthenkontrolle gegeben.

Relevanz von Magen-Darm-Strongyliden, Lungenwürmern und des grossen Leberegels in der Schweiz

Unter den in Mitteleuropa bei Wiederkäuern vorkommenden Parasiten sind die Magen-Darm-Strongyliden (MDS) nach wie vor als wichtigste Erregergruppe anzusehen. Die Verknüpfung ihrer sehr weiten Verbreitung mit einer für bestimmte Vertreter charakteristischen hohen Pathogenität macht die MDS zum Hauptziel der bei weidenden Wiederkäuern notwendigen Bekämpfungsmassnahmen. Beim Rind beschränkt sich der für diese Infektionen problematische Lebensabschnitt auf die erste Weideperiode. Im Gegensatz zu Infektionen mit vielen bakteriellen oder viralen Erregern, erfolgt die Entwicklung einer protektiven Immunität vor allem gegenüber den im Labmagen parasitierenden MDS langsam, so dass der daraus resultierende Schutz nach einer komplett absolvierten ersten Weideperiode erst mit Beginn des zweiten Weidejahres tragfähig wird (Claerebout et al., 2003). Bei den kleinen Wiederkäuern ist die Immunität gegenüber den meisten MDS generell auch bei adulten Tieren nur eingeschränkt protektiv. Ziegen zeigen dabei eine höhere Anfälligkeit als Schafe und bei beiden Tierarten stellen Tiere in der Laktation eine besondere Risikogruppe dar.

Das Infektionsgeschehen mit MDS ist streng saisonal ausgerichtet. Nicht gesömmerte, unbehandelte Jung-

rinder sind in der Regel von Juli an mit einem ansteigenden Infektionsdruck auf den Futterflächen konfrontiert. Bei Schafen und Ziegen kann die gegen Ende der Aufstallung stark zunehmende Parasiten-Eiausscheidung bereits im Frühsommer einen hohen Infektionsdruck auf den Weiden induzieren. Bei diesem Infektionsgeschehen steht vor allem der Labmagenparasit *Haemonchus contortus* im Vordergrund. Der Umfang der in der Schweiz durch die Haemonchose verursachten Todesfälle bei Schafen und Ziegen ist nicht bekannt, jedoch dürften die jährlich mit dieser Diagnose verknüpften Sektionsergebnisse nur die Spitze des Eisberges darstellen. Bereits im Frühjahr sind in Problembetrieben bei Lämmern Infektionen mit dem Dünndarmparasiten *Nematodirus battus* anzutreffen, die bereits kurz nach dem Weideaustrieb zu einem lebensbedrohlichen Krankheitsbild führen können (Hertzberg und Wolff, 1990). Kenntnisse der Grundlagen der saisonalen Entwicklung der einzelnen Parasiten und vor allem im Falle der Kleinwiederkäuer quantitative koprologische Analysen stellen weiterhin die wesentliche Grundlage für die zielgerichtete Kontrolle dieser Erreger dar.

Der grosse Lungenwurm des Rindes (*Dictyocaulus viviparus*) wird seinem Ruf, hinsichtlich seiner saisonalen Dynamik wenig verlässlich zu sein, weiterhin gerecht. Neuere Untersuchungen zur Verbreitung dieses Parasiten in der Schweiz existieren nicht, als Problemregionen gelten jedoch weiterhin die Innerschweiz und die Jura-region. Die Ausdehnung klinischer Fälle auf Kühe hat in den letzten Jahren die tiergesundheitsliche und wirtschaftliche Relevanz dieses Parasiten erneut in den Vordergrund gerückt (Braun et al., 1999). Bei Schafen und Ziegen sind Lungenwürmer aus der Familie der Protostrongylidae weitverbreitet anzutreffen, die wirtschaftliche Bedeutung dieser Parasiten ist jedoch weiterhin als gering einzuschätzen. Der deutlich pathogenere grosse Lungenwurm (*Dictyocaulus filaria*) ist bei Schafen und Ziegen nur noch sehr sporadisch nachweisbar.

Die Fasciolose des Rindes ist in der Schweiz in den letzten Jahren wieder vermehrt in das Zentrum des wissenschaftlichen Interesses gerückt. Untersuchungen von Gallenblasen geschlachteter Rinder (n = 797) haben auf der Basis zweier ausgewerteter Grossschlachthöfe eine Prävalenz von 19.4% für *F. hepatica* ergeben (Rapsch, 2005). Dieser Wert übertrifft die in einer früheren Untersuchung ermittelte Prävalenz von 15.0% (Eckert et al., 1975), obwohl in der dreissigjährigen Periode zwischen beiden Studien die Einführung des hochwirksamen Fasciolizids Triclabendazol eine entscheidende Verbesserung der Leberegelbekämpfung hätte erwarten lassen müssen. Die Gründe für die anhaltend hohe Prävalenz sind nicht eindeutig. Einerseits könnte sich die Verbreitung von *F. hepatica* in der Zwischenzeit deutlich ausge-

dehnt haben, durch die Kontrollmassnahmen aber dann auf den beobachteten Wert von etwa 20% eingegrenzt worden sein. Eine weitere Möglichkeit ist, dass die Kontrollmassnahmen sich zwar in einer Reduktion der Befallsintensität niederschlugen, nicht aber zu einer Eradikation in den Betrieben und damit einer Senkung der Prävalenz führten. Offenbar ist auch das Problembewusstsein der Landwirte im Hinblick auf die Fasciolose nur gering ausgeprägt, so dass in vielen betroffenen Betrieben keine Kontrollmassnahmen eingeleitet werden (Schweizer et al., 2005a). Die in Zusammenhang mit der Fasciolose in der Schweiz auftretenden wirtschaftlichen Verluste beim Rind werden auf durchschnittlich € 299 pro infiziertes Tier und Jahr geschätzt, wobei die Einbussen bei den Milchkühen im Vordergrund stehen (Schweizer et al., 2005b). Vergleichszahlen zur wirtschaftlichen Bedeutung der übrigen Parasiten existieren nicht.

Die aktuelle Bedeutung der Fasciolose bei den kleinen Wiederkäuern in der Schweiz ist deutlich weniger gut dokumentiert. Die häufige Nutzung qualitativ schlechterer und weniger ertragreicher Flächen besonders durch Schafe lassen jedoch vermuten, dass die Häufigkeit des *Fasciola*-Befalls bei den Kleinwiederkäuern nicht unter der des Rindes liegen dürfte.

Strategische Helminthenkontrolle auf der Basis von Anthelminthika

Das Ziel der Helminthenkontrolle ist eine Verschiebung des Gleichgewichts zu Ungunsten der Parasiten mit ökonomisch und ökologisch vertretbaren Mitteln. Im Einzelnen können die Ziele der strategischen Bekämpfung folgendermassen formuliert werden: (a) Begrenzung die Weidekontamination auf einem tiefen Niveau, (b) Schutz der Jung- und Alttiere vor Parasitenbefall in einem Umfang, dass weder Krankheitssymptome noch Leistungseinbussen auftreten, (c) Ermöglichung einer ausreichenden Immunisierung der Tiere.

Kontrolle von MDS beim Rind

Für die Kontrolle des MDS-Befalls der Jungrinder sind derzeit noch Anthelminthika aus drei verschiedenen Wirkstoffgruppen registriert (Benzimidazole, Imidazothiazole, makrozyklische Laktone). Übergreifend über diese Gruppen stehen als Applikationsrouten die perorale (Suspension, Bolus), die pour-on Verabreichung sowie die subkutane / intramuskuläre Injektion zur Verfügung (Tab. 1). Trotz der fehlenden Verfügbarkeit von Marktstatistiken ist in den letzten Jahren ein deutlich wachsendes Interesse bei der pour-on Verabreichung makrozyklischer Laktone zu Ungunsten der übrigen Präparate feststellbar. Diese

Tabelle 1: In der Schweiz registrierte Anthelminthika für den Einsatz bei Rindern (R), Schafen (S) und Ziegen (Z).

Wirkstoffgruppe	Wirkstoffe	Applikationsart ¹	Registrierung
Benzimidazole	Albendazol	p. o.	R, S, Z
	Fenbendazol	p. o., Bolus ²	R, S, Z
	Mebendazol	p. o.	S, Z
	Netobimin	p. o.	R, S
	Oxfendazol	p. o., Bolus ²	R, S
	Triclabendazol ³	p. o.	R, S
Imidazothiazole	Levamisol	p. o., Bolus ²	R, S
Quinolinderivate	Praziquantel	p. o.	S
Makrozyklische Laktone	Doramectin	inject., pour on	R, S
	Eprinomectin	pour on	R, Z
	Ivermectin	inject.	R, S
	Moxidectin	p. o., pour on	R, S

¹ p.o.: per os in Form von Suspension, Paste, Granulat oder Boli; inject.: Injektionslösung

pour on: Applikation im Aufgussverfahren.

² Bolus nur für Rinder ab einem Gewicht von 100 kg zugelassen.

³ In der Schweiz nur als Kombinationspräparat mit Levamisol registriert.

Nachfrage begründet sich in erster Linie mit dem hohen Anwendungskomfort und dem breiten Wirkungsspektrum dieser Anthelminthika. Verlangt der Infektionsdruck auf den Sömmerungsweiden eine Prophylaxe, so hat sich die zweimalige Applikation der makrozyklischen Laktone bei Alpauftrieb und Alpabtrieb gut bewährt. Die lange Residualwirkung dieser Präparate erstreckt sich auch noch auf die ersten Wochen nach Sömmerungsbeginn. Nach dem Alpabtrieb sind die Tiere für eine entsprechende Periode auch gegen die vor allem im Herbst auftretenden Lungenwurminfektionen geschützt. Ist der Infektionsdruck vor allem auf höher gelegenen Sömmerungsweiden eher moderat, können auch Benzimidazole für die beiden Behandlungen verwendet werden. Speziell bei gesömmerten Jungrindern ist in der Schweiz weiterhin auch die Applikation von Anthelminthika-Boli attraktiv, wenn auch mit dem Paratect-Flex Bolus ein Präparat nicht mehr im Handel ist, welches wegen seiner 0-Tage-Absetzfrist speziell auch im Hinblick auf mögliche Notschlachtungen verletzter Tiere gefragt war. Mit der seit Mitte der 90er-Jahre propagierten Spätapplikation von Boli bei gesömmerten Jungrindern (Hertzberg et al., 1994; 1996) konnte das Potenzial dieser Strategie deutlich verbessert werden. Dies gilt insbesondere bei Präparaten, deren Wirksamkeit nach einer Applikation bei Weidebeginn aufgrund einer eher kurzen Frei-

setzungsdauer des Anthelminthikums bereits Mitte des Sommers abklingt. Gerade bei der häufig praktizierten gemischten Nutzung grösserer Gemeinschaftsweiden durch Tiere verschiedener Besitzer können behandelte Tiere vom kontaminationsprophylaktischen Effekt der Boli nicht profitieren und in der zweiten Saisonhälfte einem problematischen, durch die unbehandelten Tiere verursachten Infektionsdruck ausgesetzt sein. Eine späte Bolus-Applikation schützt sie dagegen auch während dieser Periode (Eckert und Hertzberg, 1994; Hertzberg et al., 1994; Hertzberg und Eckert, 1996).

Jungrinder, die im Mittelland auf Stand- oder Umtriebsweiden verbleiben, sind in der Regel einem höheren Infektionsdruck mit MDS ausgesetzt, als gesömmerte Tiere. Abhängig vom Haltungsmanagement kann das Risiko für die Tiere jedoch sehr unterschiedlich ausfallen (s. Abschnitt Weidemanagement). Zur Bewertung des Infektionsgeschehens und für den zielgerichteten Anthelminthika-Einsatz hat sich eine quantitative koprologische Untersuchung etwa 8 Wochen nach dem Weideaustrieb als sinnvoll erwiesen (Shaw et al., 1997). Bei Jungrindern, die einer medikamentellen MDS-Prophylaxe unterzogen werden, erstreckt sich diese Medikation in aller Regel auch auf die Vorbeugung des Lungenwurm-Befalls, da die meisten Wirkstoffe beide Parasitengruppen abdecken. In den Fällen, in denen wegen einer geringen MDS-Problematik ausschliesslich eine Lungenwurm-Prophylaxe gefragt ist, was beispielsweise auf höher gelegenen Alpweiden der Fall sein kann, stellt die Bovilis Dictol-Schluckvakzine die Methode der Wahl dar. Im Gegensatz zu vielen anderen europäischen Ländern, in denen diese Vakzine nicht mehr erhältlich ist, kann und sollte ihr Potenzial in der Schweiz weiterhin genutzt werden.

Obwohl es hinsichtlich der sich entwickelnden Immunität weitgehend unbestritten ist, Vorbeugemassnahmen gegenüber MDS auf die Jungtiere in ihrer ersten Weideperiode zu beschränken, werden in letzter Zeit Empfehlungen laut, die Kühe zum Zwecke einer Steigerung der Milchleistung in die Kontrollmassnahmen einzubeziehen. Eine Auswertung mehrerer Studien zeigte, dass durch eine anthelminthische Behandlung laktierender Kühe durchschnittlich eine Milchleistungssteigerung von 0.63 kg/d erreicht werden kann, ein positiver Effekt war jedoch nur in einem Teil der Studien erkennbar (Gross et al., 1999). Derzeit existiert keine diagnostische Möglichkeit, einen allenfalls relevanten MDS-Befall bei Kühen erkennen zu können. Der Tierhalter, der sich für eine solche Behandlung entscheidet, kann somit nicht sicher davon ausgehen, dass diese Massnahme bei ihm einen wirtschaftlichen Nutzen generiert.

Der Anteil der biologisch bewirtschafteten Flächen ist in den letzten Jahren in der Schweiz stark gewachsen. Er betrifft vor allem das Grünland und steht somit in direktem Zusammenhang mit einer Ausweitung der Milchproduktion in der biologischen Landwirtschaft. Eine aktuelle Bestandaufnahme zeigt, dass Jungrinder in Biobetrieben nur ein sehr moderates Befallsniveau mit MDS aufweisen, obwohl nur etwa ein Drittel der Betriebe Anthelminthika einsetzt (Hördegen, 2005). Eine Analyse der Haltungsbedingungen zeigt, dass dafür vor allem das in den Betrieben gewählte Haltungs- und Weidemanagement verantwortlich ist.

Kontrolle von MDS bei Kleinwiederkäuern

Bei Schaf und Ziege stellt sich die zielgerichtete medikamentelle Kontrolle des MDS-Befalls deutlich schwieriger dar als bei den Rindern. Wesentliche Unterschiede liegen darin, dass bei den kleinen Wiederkäuern infolge einer unzureichenden Immunprotektion neben den Jungtieren auch die Alttiere erheblich infiziert sein können und daher üblicherweise in die strategische Bekämpfung mit einzubeziehen sind. Bei Tieren die sich in Laktation befinden, ist die Abwehrleistung gegenüber MDS nochmals reduziert. Somit sieht sich die Milchschaaf- und Milchziegenhaltung einer deutlich höheren Problematik ausgesetzt als die Fleischschafhaltung. Ein standardisiertes, anthelminthikagestütztes Bekämpfungsschema wird in der Praxis häufig verlangt, ein solches Schema kann es jedoch wegen der sehr unterschiedlichen Betriebs- und Haltungsstrukturen nicht geben. Wäre es etabliert, würde daraus in vielen Fällen eine deutliche Überversorgung der Tiere mit Anthelminthika resultieren.

Für die Nematodenkontrolle bei Schafen sind derzeit Anthelminthika aus den Gruppen der Benzimidazole, makrozyklischen Laktone und der Imidazothiazole registriert (Tab. 1), wobei letztere, vertreten durch das Levamisol, nur in einem Kombinationspräparat mit dem Fasciola-wirksamen Triclabendazol erhältlich ist. Die Notwendigkeit zur Behandlung milchliefernder Tiere hat eine weitere Reduktion des ohnehin schon engen Spektrums einsetzbarer Medikamente zur Folge, faktisch scheiden wegen der langen Absetzfristen auf Milch zudem zusätzliche Präparate aus. Unter Berücksichtigung der betriebsspezifischen Resistenzlage ergibt sich für einige Betriebe daraus ein veritabler Behandlungsnotstand. Dieses trifft in noch stärkerem Umfang auf die Behandlung von Milchziegen zu, für die der überwiegende Teil der handelsüblichen Anthelminthika nicht registriert ist und daher Unwidmungen durch den Tierarzt notwendig sein können – eine Massnahme, welche die Absetzfristen jedoch deutlich verlängert. Die kürzlich erfolgte Registrierung des Eprinomectins als pour-on-Formulie-

nung für Ziegen führte zu einer gewissen Entspannung der Situation, speziell bei den milchliefenden Tieren, da in diesem Fall keine Absetzfrist auf Milch einzuhalten ist. Generell stellt jedoch, auch jenseits der Parasitenprophylaxe, die Behandlung der sogenannten «minor species» vor allem im Zusammenhang mit der Milchproduktion derzeit eine der grössten Herausforderungen bei der medikamentellen Versorgung der Nutztiere dar. Diese Herausforderung gilt in noch stärkerem Umfang für den grossen Teil der Milchschaft- und Milchziegenhalter, die in der Schweiz unter den Bedingungen des biologischen Landbaus wirtschaften und sich damit verpflichtet haben, nicht-medikamentellen Kontrollstrategien den Vorrang zu geben.

Ein gezieltes Parasiten-Monitoring auf der Basis regelmässig einzusendender Kotproben gilt heute als die effizienteste Methode zur gezielten Kontrolle von Endoparasiten. Ein derartiges Programm wurde vor etwa 10 Jahren vom Beratungs- und Gesundheitsdienst für Kleinwiederkäuer (BGK) mit Unterstützung des Bundesamtes für Veterinärwesen etabliert und stellt derzeit eine in Europa einzigartige Dienstleistung dar. Im Rahmen einer Evaluation des Programms vom Winter 2003/2004 konnte unter den beteiligten Tierhaltern ein hohes Mass an Akzeptanz für diese Dienstleistung festgestellt werden. Die durchschnittliche Anzahl der in Zusammenhang mit dem Monitoring pro Betrieb durchgeführten jährlichen Behandlungen liegt bei 2.2 und ist damit deutlich tiefer als im landesweiten Durchschnitt von 3.4 (Meyer, 2001). Aus dem zielgenauen Einsatz von Entwurmungsmitteln und der damit verbundenen Einsparung nicht notwendiger Behandlungen ergeben sich nicht nur finanzielle Vorteile, sondern dieses Vorgehen reduziert auch die Resistenzentwicklung der Parasiten gegen die eingesetzten Wirkstoffe. Es ist das Ziel, mit weiterer Aufklärungsarbeit, auch unter Einbezug von Kosten/Nutzen-Analysen, den Umfang dieses Programms zukünftig noch auszubauen und die Attraktivität weiter zu steigern. In Biobetrieben, die an das Parasiten-Monitoring angeschlossen sind, ist kein höherer Befall mit MDS gegenüber konventionellen Betrieben feststellbar (Hertzberg, unveröffentlicht). Dagegen zeigen Untersuchungen aus Frankreich, dass Schafe aus Biobetrieben ausserhalb solcher Überwachungsprogramme in stärkerem Umfang mit MDS infiziert sind (Cabaret et al., 2002).

Kontrolle der Fasciolose

Die Bekämpfung der Fasciolose in der Schweiz hat letztmalig mit der Einführung des Triclabendazols im Jahre 1986 einen deutlichen Aufschwung erfahren. In der Zwischenzeit ist der Wirkstoff nicht mehr als Monopräparat, sondern nur noch in Kombination

mit Levamisol erhältlich, was zumindest für eines der wesentlichen Zielsegmente, der Behandlung der Milchkühe, keine wünschenswerte Entwicklung darstellt. Hinsichtlich der Möglichkeiten zur Abgrenzung der beweideten Bereiche von den Biotopen der als Zwischenwirt fungierenden Zwergschlamm-schnecke beruhen die derzeit propagierten Massnahmen weiterhin auf den klassischen Empfehlungen, wie dem Auszäunen permanenter oder temporärer Wasseransammlungen. Demgegenüber sind die Möglichkeiten zur Biotopregulierung, beispielsweise durch Drainage, zunehmend eingeschränkt durch gegenläufige Interessen im Bereich von Naturschutz und Wasserwirtschaft. Tierhalter, die neben Risiko-Flächen auch leberegelfreie Weiden zur Verfügung haben, können durch die Futterkonservierung auf den Risikoflächen die Problematik partiell abschwächen. In diesen Fällen ist auch eine Wechselbeweidung der verschiedenen Flächenkategorien in Kombination mit einer Triclabendazol-Behandlung möglich. Diese Massnahme basiert auf der langen Präpatenzperiode von *F. hepatica*, während der, nach einer erfolgreichen Behandlung, keine Eier auf eine dann genutzte Risikofläche ausgeschieden werden und somit der Zyklus unterbrochen werden kann (Boray, 1971).

Parasitenkontrolle über das Weide- und Haltungsmanagement

Extensive Rinderhaltungssysteme haben in den letzten Jahren in der Schweiz an Bedeutung gewonnen und dies nicht nur in Zusammenhang mit der Expansion der biologischen Tierhaltung. Schon seit vielen Jahren ist gut dokumentiert, dass die traditionelle Sömmerung auf höher gelegenen Alpweiden, welche traditionell von einem grossen Teil der Jung-rinder durchlaufen wird, einen sehr schonenden Erstkontakt mit MDS vermittelt (Eckert und Hertzberg, 1994; Hertzberg und Eckert, 1996). Die unter diesen Voraussetzungen generierte Immunität ist ausreichend, die Tiere ab der zweiten Weideperiode auch auf stärker kontaminierten Flächen wirksam gegenüber MDS zu schützen. Neben der Sömmerung auf Alpweiden, sind es in den letzten Jahren vermehrt auch extensive Haltungsformen in tieferen Lagen, welche sich, speziell der hochwertigen Fleischproduktion widmen. In dieses Segment gehören die Mutterkuhhaltung und auch einige Bio-Label-Produktionen, wie das Bio Weide-Beef. Bei Mutterkuhkälbern ist der gemeinsame Weidegang junger, empfänglicher und älterer, immuner Tiere mit einer deutlichen Reduktion der Infektionen mit MDS verbunden (Lentze et al., 1999; Scharf und Hertzberg, 2000). Diese Befallsintensität macht eine routinemässige Prophylaxe gegen diese Parasiten auch in tieferen

Lagen nicht erforderlich, wenn eine Haltungsintensität von 2 GVE/ha nicht überschritten wird (Scharf, 1998). Bei der mutterlosen Haltung von Fleischrindern, die üblicherweise während zwei Weideperioden gemästet werden, hat dieser Effekt dann die gleichen positiven Konsequenzen, wenn die Jungtiere mit zweitsömmerigen Tieren entweder gemeinsam oder alternierend auf den gleichen Flächen geweidet werden. Mit Empfehlungen auf der Basis dieser einfachen und für den Tierhalter praktikablen Massnahme konnte im Rahmen einer zweijährigen Studie mit Bio-Fleischrindern der Infektionsdruck mit MDS auf einem sehr geringem Niveau gehalten werden, so dass nur in wenigen Betrieben weitere Kontrollmassnahmen gegen MDS notwendig wurden (Hertzberg et al., 2004).

Im Unterschied zu den MDS folgt die Befallsintensität mit Lungenwürmern oder Leberegeln der Tierbesatzdichte deutlich weniger stark. In Herden, in denen diese Parasiten vorkommen, können daher auch unter extensiven Haltungsbedingungen Kontrollmassnahmen erforderlich werden.

Resistenzproblematik

Seit mehr als fünf Jahrzehnten basiert die Bekämpfung von MDS weitgehend auf dem Einsatz von Anthelminthika. Als Folge daraus, entstanden bislang vor allem unter den MDS der kleinen Wiederkäuer Wurmpopulationen, die sich gegenüber den Wirkstoffen als resistent erwiesen und trotz Medikationen zu Leistungseinbussen oder Krankheitsausbrüchen führten. Seit einigen Jahren mehren sich auch in Europa Berichte über das Vorhandensein von Populationen, die gegen zwei oder drei Wirkstoffgruppen teilweise oder vollständig unempfindlich sind (Mehrfachresistenz). In Europa sind bei den MDS von Schafen und Ziegen inzwischen Resistenzen gegen alle verfügbaren Gruppen von nematoziden Anthelminthika bekannt (Hertzberg und Bauer, 2000). Der erste aus der Schweiz beschriebene Fall einer Resistenz gegen die Wirkstoffgruppe der Benzimidazole stammt aus dem Jahr 1980 (Jordi, 1980). Sporadische, zwischen Oktober 1996 und März 1997 in der Ostschweiz durchgeführte Untersuchungen ergaben in 75% von 20 Schaf- oder Ziegenhaltungsbetrieben den Nachweis von Benzimidazol-Resistenz (Hertzberg et al., 2000). In einer nachfolgenden Querschnittsstudie wurden Benzimidazol-resistente MDS-Populationen in 83% von 109 untersuchten Betrieben festgestellt; Ziegenherden waren dabei tendenziell häufiger betroffen (91%) als Schafbetriebe (81%) (Meyer, 2001). Für das erhebliche Resistenzvorkommen war vor allem *H. contortus* verantwortlich. Die Tiere wurden im Durchschnitt 3–4 mal

jährlich behandelt. In einigen Betrieben, die auch den stärksten Resistenzgrad aufwiesen, erfolgten bis zu 12 Behandlungen pro Jahr. Eine häufige Beobachtung in den von verminderter anthelminthischer Wirksamkeit betroffenen Betrieben ist eine Dosiserhöhung und/oder Intensivierung der Behandlungsfrequenz, beides Massnahmen, die zu einer Verschärfung der Resistenzproblematik beitragen. Neben der Neuselektion resistenter Populationen kommt dem Tierverkehr sehr wahrscheinlich eine erheblich grössere Rolle bei der Verbreitung resistenter MDS-Populationen zu, als bislang angenommen wurde, wobei unter den schweizerischen Bedingungen vor allem die gemeinsame Sömmerung eine wichtige Bedeutung haben dürfte.

Die eingeschränkte oder ausbleibende Wirksamkeit der Benzimidazole hatte in den letzten Jahren in vielen Schaf- und Ziegenhaltungsbetrieben eine Neuorientierung der Kontrollmassnahmen in Richtung der Avermectine (AVM) und Milbemycine zur Folge. Eine weitere Verschärfung der Situation in der Schweiz ergab sich im Jahr 2000 mit dem ersten Nachweis einer Resistenz gegenüber Avermectinen in einem Ziegenbetrieb im Kanton Zürich (Schnyder et al., 2005). Im Betrieb wurden unter anderem importierte südafrikanische Burenziegen gehalten. Es muss als sehr wahrscheinlich gelten, dass das Auftreten der Resistenz in Zusammenhang mit dem Import von Tieren aus Südafrika steht, einen direkten Beweis hierfür gab es jedoch nicht. Weiterführende Untersuchungen ergaben eine zusätzliche Resistenz gegenüber Benzimidazolen in diesem Betrieb, allein Levamisol konnte noch als voll wirksam gegenüber der von *H. contortus* dominierten MDS-Population eingestuft werden. Neben den Burenziegen rückte mit den Dorper-Schafen eine weitere Rasse in den Mittelpunkt des Interesses, weil beiden die südafrikanische Herkunft gemein ist. Eine Avermectin-Resistenz konnte nachfolgend in 46% der untersuchten Bestände mit Burenziegen ($n = 24$) und 58% der Dorperschafebestände ($n = 12$) nachgewiesen werden (Artho et al., 2006). Diese Resultate deuten darauf hin, dass die Avermectin-Resistenz in den schweizerischen Beständen mit Burenziegen- und Dorperschafhaltung bereits weit verbreitet ist. Erste positive Fälle bei den lokalen Rassen zeigen, dass eine Dissemination der resistenten MDS-Populationen in die heimischen Schaf- und Ziegenbestände vor allem verursacht durch gemeinsamen Weidegang von Tieren verschiedener Betriebe ein grosses Risiko darstellt, dem jedoch derzeit nur auf Beratungs- und Empfehlungsebene begegnet werden kann.

Eine spezielle Interessenskollision wird deutlich im Rahmen der Verabreichung von Doramectin zur Räudeprophylaxe vor der Sömmerung. Diese inzwi-

schen im Hinblick auf die Bekämpfung der anzeigepflichtigen *Psoroptes*-Räude als sehr sinnvoll erachtete Massnahme kann sich bezüglich der Verbreitung Avermectin-resistenter MDS-Populationen als sehr ungünstig erweisen. MDS mit einer Avermectin-Resistenz, welche die Vorsömmerungs-Behandlung überleben, sind für den grössten Teil des neu generierten Infektionsdruckes auf den Alpweiden verantwortlich, ein Prozess, der somit die resistenten Erreger deutlich selektioniert.

Die Anthelminthikaresistenz bei den MDS des Rindes ist, im Vergleich zur Problematik bei Schafen und Ziegen, weltweit noch von relativ geringer Bedeutung. Dies mag zum Teil auch darauf zurückzuführen sein, dass resistente Populationen in der Praxis oftmals erst wahrgenommen werden, wenn sie bereits einen beachtlichen Teil der Wurmpopulation ausmachen (Kaplan, 2004). Beschrieben sind Resistenzen gegen Avermectine und Milbemycine bislang vor allem für die Gattung *Cooperia* (Loveridge et al., 2003), aus der Schweiz gibt es bislang jedoch keine entsprechenden Nachweise. Die Gründe für die sehr unterschiedliche Resistenzsituation bei den sehr nahe verwandten MDS der Rinder und Kleinwiederkäuer sind vordergründig nicht eindeutig. Da jedoch die Resistenzsituation in engem Zusammenhang mit der Intensität des Anthelminthika-Einsatzes in einer Wirtstierpopulation steht (Hertzberg und Bauer, 2000) ist die Tatsache, dass bei den kleinen Wiederkäuern im Gegensatz zu den Rindern in der Regel alle Altersgruppen therapiert werden, als eine wichtige Voraussetzung für die Resistenzentwicklung anzusehen. Neueren, vor allem von industrieller Seite vorgetragene Empfehlungen, auch die Kühe mit dem Ziel einer Steigerung der Milchleistung in die MDS-Prophylaxe einzubeziehen, sollte daher sehr reserviert begegnet werden.

Eine Resistenzentwicklung beim grossen Leberegel galt wegen des komplexen Entwicklungszyklus von *Fasciola hepatica* lange Zeit als wenig wahrscheinlich. Inzwischen liegen jedoch mehrere Berichte aus Australien, Grossbritannien und Holland über eine Resistenz gegenüber dem Wirkstoff Triclabendazol vor (Overend und Bowen, 1995; Fairweather und Boray, 1999; Gaasenbeek et al., 2001). In diesen Berichten stehen mehrheitlich Schafe im Mittelpunkt der Problematik, von einer Ausweitung der Problematik auf Rinder muss jedoch jederzeit ausgegangen werden. In der Schweiz liegen nach unseren Kenntnissen aktuell keine Hinweise auf eine Resistenz gegenüber Triclabendazol, wie auch gegen andere gegen *F. hepatica* eingesetzte Medikamente vor.

Die gegenwärtige Ausweitung der Resistenzproblematik, vor allem bei den MDS von Schafen und Zie-

gen, stellt eine besorgniserregende Entwicklung dar. Ein Rückgang einer phänotypisch messbaren Anthelminthika-Resistenz ist selbst bei langjähriger Nichtanwendung der selektierenden Wirkstoffe nicht zu erwarten. Darüber hinaus ist in näherer Zukunft, trotz entsprechender Entwicklungen im Kleintierbereich (von Samson-Himmelstjerna et al., 2005) nicht mit der Verfügbarkeit von Anthelminthika aus anderen Wirkstoffgruppen im Nutztierbereich zu rechnen.

Die wichtigsten Regeln zur Verhinderung einer weiteren Verschärfung der Resistenzproblematik lassen sich einteilen in Massnahmen zur Vermeidung der Neuentstehung resistenter Populationen und die Unterdrückung ihrer Verbreitung. Ein Empfehlungskatalog wurde kürzlich am Beispiel der Strongyliden des Pferdes zusammengefasst (Meier und Hertzberg, 2005), ist jedoch entsprechend auch für die MDS der Wiederkäuer gültig.

Komplementäre Kontrollmassnahmen gegen Magen-Darm-Strongyliden

Die sich ausweitende Resistenzproblematik und das wachsende Konsumenteninteresse nach rückstandsarmen Lebensmitteln hat die Entwicklung nicht-medikamenteller Kontrollstrategien vor allem gegen die MDS in den letzten Jahren erheblich vorangetrieben. Als derzeit realistisches Ziel kann dabei nicht der Ersatz der Anthelminthika-Prophylaxe, sondern deren Ergänzung im Sinne einer Erweiterung des Spektrums von Kontrollmassnahmen und die Möglichkeit ihrer Kombination gelten.

Nematophage Pilze

Ein Ansatz zur biologischen Bekämpfung von MDS begründet sich auf der Eigenschaft eines Pilzes (*Duddingtonia flagrans*), sich im Kot von Weidetieren von Nematodenlarven zu ernähren. Die mit Kraftfutter verfütterten Sporen beginnen nach der Magen-Darm-Passage mit der Entwicklung engmaschiger Netze im Kot, in denen die sich entwickelnden MDS-Larven immobilisiert und verdaut werden. In mehreren Freilandversuchen war bei Jungrindern eine gute Kontrollaktivität gegenüber MDS feststellbar (Wolstrup et al., 1994; Fernandez et al., 1999). Bei den Kleinwiederkäuern stellt sich die Situation derzeit noch weniger erfolgreich dar. Das liegt zum einen begründet in der sehr hohen Eiproduktion von *H. contortus*, eine Spezies, die beim Rind keine Rolle spielt und die Fangkapazität des Pilzes partiell zu überfordern scheint. Auf der anderen Seite stellt die meist pelletierte Struktur des Schaf- und Ziegenkotes für das Wachstum und das Überleben

des Pilzes einen Nachteil gegenüber dem Rind dar. Die Lösung der einem Praxiseinsatz noch im Wege stehenden Probleme ist das Ziel aktueller Forschungsprojekte. Derzeit ist weltweit noch kein Produkt im Handel, das sich auf den biologischen Bekämpfungsansatz mit *D. flagrans* stützt.

Phytotherapie

In der westlichen Welt ist seit mehreren Jahren ein stark wachsendes Interesse beim Einsatz von Phytotherapeutika in der Veterinärmedizin zu beobachten (Danø und Bøgh, 1999). Im Bereich der Helminthen-Bekämpfung haben neue Prüfungen von potenziell erfolgversprechenden Pflanzen jedoch leider überwiegend enttäuschende Resultate erbracht (Ketzi et al., 2002; Githiori et al., 2004; Githiori et al., 2005). Von vielen Pflanzen steht jedoch eine wissenschaftliche Überprüfung ihrer Wirksamkeit noch aus. Als problematisch ist anzusehen, dass derzeit noch keine international gültigen Prüfrichtlinien existieren, die einen Vergleich der Ergebnisse verschiedener Studien ermöglichen. Im Gegensatz zu synthetischen Wirkstoffen kann die Wirksamkeit von Pflanzen von einer Reihe wichtiger Faktoren beeinflusst werden, wie Herkunft, Anbauzeitpunkt, Verarbeitung, Extraktion, Lagerung, etc. Die Tatsache, dass ein Phytotherapeutikum mit einer spezifischen Indikation rechtlich ein Arzneimittel darstellt, stellt für viele Produzenten eine gravierende Hürde dar. Potenzielle Kandidaten müssen hinsichtlich der Dokumentation der Wirksamkeit und Registrierung den selben Weg beschreiten, wie ein synthetischer Wirkstoff. Wegen der hohen Entwicklungskosten von Tierarzneimitteln, speziell im Bereich der lebensmittelliefernden Nutztiere, wird dieser Weg für die Herstellerfirmen heute zunehmend unattraktiv.

Bioaktive Futterpflanzen

Bei der Abklärung bioaktiver Futterpflanzen hinsichtlich einer Wirkung gegen MDS stehen derzeit vor allem Pflanzen mit einem erhöhten Gehalt kondensierter Tannine im Vordergrund (Min und Hart, 2003). Die Mehrheit der Untersuchungen deutet auf eine negative Beeinflussung adulter Parasiten oder deren Larvalstadien hin, doch weisen die derzeit verfügbaren Resultate noch eine erhebliche Heterogenität auf. Die Wirksamkeit und Praktikabilität dieses Ansatzes unter schweizerischen Bedingungen wird derzeit im Rahmen eines multizentrischen und interdisziplinären Projektes unter Beteiligung der Forschungsanstalten Agroscope Liebefeld-Posieux, FAL Reckenholz, des Forschungsinstitutes für biologischen Landbau (FiBL) und des Institutes für Parasito-

logie, Universität Zürich untersucht (Lüscher et al., 2005).

FAMACHA

Die FAMACHA-Strategie (van Wyk und Bath, 2002) stellt im Gegensatz zu den übrigen diskutierten Verfahren keinen selbstständigen Kontrollansatz dar, sondern begründet sich auf dem gezielten Einsatz wirksamer Anthelminthika bei Schafen, die aufgrund ihres Anämiegrades ausgewählt werden. *H. contortus* wird dabei als wesentlicher Verursacher der Blutarmut vorausgesetzt. Auf der Tatsache beruhend, dass gewöhnlich nur ein kleiner Teil einer Herde stark mit MDS infiziert ist und daher auch überdurchschnittlich zur Neukontamination der Weideflächen beiträgt, steht die Möglichkeit einer Identifikation solcher Tiere schon seit längerem im Mittelpunkt des Forschungsinteresses. Da individuelle und wiederholte koprologische Messungen in der Praxis aus logistischen und finanziellen Gründen nicht durchführbar sind, wird der Grad der Blutarmut der Tiere mit Hilfe einer Farbskala an der Bindehaut der Augen gemessen. Nur die Tiere mit einer erkennbaren Anämie werden nachfolgend einer Medikation unterzogen. Da die Fähigkeit zur Parasitenresistenz gut vererbbar ist, kann auf Basis dieses Ansatzes auch züchterisch eingegriffen werden. Die FAMACHA-Strategie wurde in Südafrika entwickelt, wo *H. contortus* deutlich dominiert. In der Schweiz ist diese Dominanz nicht überall präsent, beispielsweise nimmt der Anteil von *H. contortus* mit zunehmender Höhenlage ab (Hösl, 1975). In diesen Fällen ist die alleinige Abstützung auf die FAMACHA-Messung weniger aussagekräftig. Für Betriebe, in denen die Haemonchose das wesentliche Problem darstellt, könnte es sinnvoll sein, Erfahrungen mit diesem System zu sammeln.

Vakzinierung

Derzeit befassen sich weltweit mehrere Forschungsgruppen mit Projekten, die das Ziel verfolgen, Infektionen mit MDS auf der Basis einer Vakzine zu kontrollieren (Newton und Meeusen, 2003; Vercauteren et al., 2004). Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass die Impfung mit direkt aus den Parasiten (*H. contortus*) gewonnenen Impfstoffen eine gute Schutzwirkung vermittelt, die sogar mit der Milch auf die Lämmer übertragbar ist (Andrews et al., 1995) zu einem Zeitpunkt, an dem die Lämmer selbst noch keine eigene Immunkompetenz gegenüber *H. contortus* besitzen. Für einen grossflächigen Einsatz ist jedoch eine synthetische Herstellung dieser Vakzine Voraussetzung, ein Schritt der aus technologischer Sicht derzeit noch erhebliche Probleme bereitet.

Gentechnologische Vakzinen gegen *Dictyocaulus viviparus* und *Fasciola hepatica* sind ebenfalls das Ziel aktueller Forschungsprojekte.

Ausblick

Während die Kontrolle der Weideparasitosen bei den Rindern derzeit von der Problematik der Anthelminthika-Resistenz noch weitgehend unbelastet erfolgen kann, zeichnet sich bei den Kleinwiederkäuern im Falle einer starken Ausbreitung der Avermectin-Resistenz bei den MDS ein Behandlungsnotstand ab. Die verfügbaren Kenntnisse um die Ursachen und die Dynamik der Anthelminthika-Resistenz sind ausreichend für die Planung und Umsetzung von Massnahmen zur Verminderung ihrer weiteren Ausbreitung. Defizite sind derzeit vor allem feststellbar bei der Vermittlung und der Umsetzung des Wissens in der Praxis. Alle an der Nutzung von Anthelminthika beteiligten Parteien, wie Hersteller, Zulassungsbehörden, TierärztInnen und Tierhalter sind aufgefordert, die vorhandenen Kenntnisse im Sinne eines schonenden Umgangs mit den verbliebenen Ressourcen sinnvoll umzusetzen. Der mit einem noch

gezielteren Einsatz verbundene partielle Verzicht auf Anthelminthika und die daraus resultierenden Mindereinnahmen für die tierärztliche Praxis können somit auch als eine Dienstleistung zum Erhalt der Ressourcen für die Allgemeinheit verstanden werden. Fehler, die in der Vergangenheit im Bereich der anthelminthischen Versorgung der Kleinwiederkäuer gemacht wurden, sollten bei den Rindern heute nicht wiederholt werden. Durch die Klimaerwärmung bedingte längere Vegetationszeiten werden nicht ohne Auswirkungen auf den Parasitendruck sein, dem die Weidetiere exponiert sind. Es zeichnet sich daher ab, dass im Gegensatz zu Pauschallösungen die Zukunft der Parasitenkontrolle in den wirtschaftlich erfolgreichen Betrieben vor allem in betriebspezifischen Bekämpfungsmassnahmen liegen wird, die sich, basierend auf geeignetem Monitoring, aus einer Kombination medikamenteller und nicht medikamenteller Strategien generieren und in enger Kooperation zwischen Tierhalter und Tierarzt umgesetzt werden sollten. Deutliche Defizite in der Finanzierbarkeit der problemorientierten parasitologischen Forschung bei Nutztieren stellen derzeit einen erheblichen Hinderungsgrund für ein noch stärkeres wissenschaftliches Engagement in diesem Bereich dar.

Problématique des infections à helminthes chez les ruminants domestiques en Suisse: perspectives actuelles

Les strongylidés gastro-intestinaux, les vers pulmonaires et la douve du foie (*Fasciola hepatica*) ont pu se maintenir avec succès dans les troupeaux de ruminants en Suisse malgré plusieurs décennies d'anthelminthiques efficaces. Aussi bien un potentiel de reproduction élevé que des stratégies de survie efficaces sont responsables de cette situation. Chez quelques parasites, on note en outre un potentiel de développement de résistance. Alors que le groupe important des strongylidés gastro-intestinaux semble aujourd'hui bien contrôlable, la lutte est plus difficile dans les cas où, à côté des jeunes animaux, des adultes sont également atteints, suite à un développement insuffisant de l'immunité. Le contrôle de ces parasites doit alors inclure toutes les catégories d'âge, une mesure qui s'oppose au développement de résistance contre les produits utilisés. Dans le présent travail on tente de faire le point de la situation quant à la signification des helminthiases de pâturage chez les bovins et les petits ruminants en Suisse. Les possibilités disponibles ac-

Problematica delle infezioni da elminti nei ruminanti domestici in Svizzera: prospettive attuali

Gli strongili gastrintestinali, i vermi polmonari e la fasciola epatica sono riusciti ad affermarsi nelle mandrie di ruminanti in Svizzera, e ciò decenni dopo l'introduzione di antielmintici molto efficaci. Ne sono responsabili sia l'elevato potenziale di riproduzione che anche l'efficiente strategia di sopravvivenza – proprietà che certi agenti patogeni uniscono inoltre all'ancora più pronunciato potenziale di sviluppo di resistenze contro le sostanze impiegate. Oggigiorno l'importante segmento di infezioni di strongili gastrintestinali in giovani manzi è ben controllato. Ma la lotta si complica quando l'infezione implica rilevanti aspetti della salute degli animali ed economici quando oltre agli animali giovani, a causa di un'insufficiente sviluppo immunitario, anche gli animali adulti sono toccati da infezioni parassitarie. Il controllo di questi agenti patogeni deve comprendere in questo modo tutti i gruppi di età, una misura che porta ad un rallentamento dello sviluppo di resistenze agli antielmintici utilizzati. Questo riassunto ha lo scopo di dare uno

tuellement pour contrôler les parasites sont présentées et une vision quant à de nouveaux développements est apportée, qui devrait élargir à l'avenir les stratégies de contrôle.

stato situazionale del significato attuale di importanti elmintosi nei pascoli in manzi e in piccoli ruminanti in Svizzera. Vengono presentate le possibilità a disposizione oggi per un controllo pianificato dei parassiti e viene dato uno sguardo sui nuovi sviluppi che allargano lo spettro di future strategie di controllo nella pratica.

Literatur

- Andrews S.J., Hole N.J., Munn E.A., Rolph T.P.: Vaccination of sheep against haemonchosis with H11, a gut membrane-derived protective antigen from the adult parasite: prevention of the periparturient rise and colostral transfer of protective immunity. *Int. J. Parasitol.* 1995, 25: 839–846.
- Artho R., Schnyder M., Kohler L., Torgerson P.R., Hertzberg H.: Avermectin resistance in gastrointestinal nematodes of Boer goats and Dorper sheep in Switzerland, Proceedings of the COST Action B16, Budapest, Hungary, 2006.
- Boray J.: Fortschritte in der Bekämpfung der Fasciolose. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1971, 113: 361–386.
- Braun U., Schweizer T., Hertzberg H., Melzer K., Estermann U., Wüest M., Nietlisbach G.: Dictyocaulose in einem Milchviehbetrieb. *Tierärztl. Umsch.* 1999, 54: 70–76.
- Cabaret J., Mage C., Bouillhol M.: Helminth intensity and diversity in organic meat sheep farms in centre of France. *Vet. Parasitol.* 2002, 105: 33–47.
- Claerebout E., Knox D.P., Vercruyse J.: Current research and future prospects in the development of vaccines against gastrointestinal nematodes in cattle. *Expert Rev. Vaccines* 2003, 2: 147–157.
- Dano A.R., Bøgh H.O.: Use of herbal medicine against helminths in livestock—renaissance of an old tradition. *Wld. Anim. Rev.* 1999, 93: 60–67.
- Eckert J., Hertzberg H.: Parasite control in transhumant situations. *Vet. Parasitol.* 1994, 54: 103–125.
- Eckert J., Sauerländer R., Wölff K.: Häufigkeit und geographische Verbreitung von *Fasciola hepatica* in der Schweiz. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1975, 117: 173–184.
- Fairweather I., Boray J.C.: Fasciolicides: efficacy, actions, resistance and its management. *Vet. J.* 1999, 158: 81–112.
- Fernandez A.S., Larsen M., Henningsen E., Nansen P., Grøn-vold J., Bjørn H., Wolstrup J.: Effect of *Duddingia flagrans* against *Ostertagia ostertagi* in cattle grazing at different stocking rates. *Parasitology* 1999, 119: 105–111.
- Gaasenbeek C.P., Moll L., Cornelissen J.B., Vellema P., Borgsteede F.H.: An experimental study on triclabendazole resistance of *Fasciola hepatica* in sheep. *Vet. Parasitol.* 2001, 95: 37–43.
- Githiori J.B., Høglund J., Waller P., Baker R.L.: Evaluation of anthelmintic properties of some plants used as livestock dewormers against *Haemonchus contortus* infections in sheep. *Parasitology* 2004, 129: 245–253.
- Githiori J.B., Høglund J., Waller P.: Ethnoveterinary plant preparations as livestock dewormers: practices, popular beliefs, pitfalls and prospects for the future. *Anim. Health. Res. Rev.* 2005, 6: 91–103.
- Gross S.J., Ryan W.G., Ploeger H.W.: Anthelmintic treatment of dairy cows and its effect on milk production. *Vet. Rec.* 1999, 144: 581–587.
- Hertzberg H., Bauer C.: Anthelminthika-Resistenzen bei Magen-Darm-Strongyliden von Schafen und Ziegen: Aktuelles über Verbreitung, Epidemiologie, Vorbeugemassnahmen und Alternativen zum Anthelminthika-Einsatz. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 2000, 113: 122–128.
- Hertzberg H., Durgiai B., Kohler L., Eckert J.: Untersuchungen zur Früh- oder Spätapplikation des Paratect Flex Bolus bei Jungrindern. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1994, 136: 186–192.
- Hertzberg H., Durgiai B., Schnieder T., Kohler L., Eckert J.: Prophylaxis of bovine trichostrongylidosis and dictyocaulosis in the alpine region. Comparison of an early and late administration of the oxfendazole pulse release bolus to first year grazing calves. *Vet. Parasitol.* 1996, 66: 181–192.
- Hertzberg H., Eckert J.: Epidemiologie und Prophylaxe des Magen-Darm- und Lungenwurmbefalls bei erstsömmrigen Rindern unter alpinen Weidebedingungen. *Wien. Tierärztl. Mschr.* 1996, 83: 202–209.
- Hertzberg H., Noto F., Figi R., Heckendorn E.: Control of gastrointestinal nematodes in organic beef cattle through grazing management. In: Hovi M., Sundrum A., Padel S. (Hrsg.). *Organic livestock farming: potential and limitations of husbandry practice to secure animal health and welfare and food quality. Proceedings of the 2nd SAFO Workshop, 2004, Witzenhausen, 129–135.*
- Hertzberg H., Rossmann J., Kohler L., Willi U.: Vorkommen von Benzimidazol-Resistenzen bei Magen-Darmnematoden des Schafes und der Ziege in der Schweiz. *Wien. Tierärztl. Mschr.* 2000, 87: 3–9.

Hertzberg H., Wolff K.: Welche Diagnose stellen Sie? Schweiz. Arch. Tierheilk. 1990, 132: 331–334.

Hördegen P.: Epidemiology of internal parasites on Swiss organic dairy farms and phytotherapy as a possible worm control strategy. Dissertation. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich, No. 16144. 2005.

Hösli J.: Zur geographischen Verbreitung und Epizootologie der Haemonchose des Schafes in der Schweiz. Dissertation, Universität Zürich, 1975.

Jordi R.: Untersuchungen zur Anthelminthika-Resistenz von Trichostrongyliden des Schafes. Schweiz. Arch. Tierheilk. 1980, 122: 679–696.

Kaplan R.M.: Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. Trends Parasitol. 2004, 20: 477–481.

Ketzis J.K., Taylor A., Bowman D.D., Brown D.L., Warnick L.D., Erb H.N.: Chenopodium ambrosioides and its essential oil as treatments for Haemonchus contortus and mixed adult-nematode infections in goats. Small Rumin. Res. 2002, 44: 193–200.

Lentze T., Hofer D., Gottstein B., Gaillard C., Busato A.: Häufigkeit und Bedeutung von Endoparasiten bei Kälbern aus Schweizer Mutterkuhbetrieben. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 1999, 106, 275–281.

Loveridge B., McArthur M., McKenna P.B., Mariadass B.: Probable multigeneric resistance to macrocyclic lactone anthelmintics in cattle in New Zealand. N.Z. Vet. J. 2003, 51: 139–141.

Lüscher A., Häring D.A., Heckendorn F., Scharenberg A., Dohme F., Maurer V., Hertzberg H.: Use of tanniferous plants against gastrointestinal nematodes in ruminants. Researching sustainable systems, Proceedings of the 15th IFOAM Organic World Congress, Adelaide, Australia 2005: 272–276.

Meier A., Hertzberg H.: Problematik der Resistenzentwicklung gegen Anthelminthika bei den Strongyliden des Pferdes: Eine Übersicht. Schweiz. Arch. Tierheilk. 2005, 147: 381–388.

Meyer A.: Verbreitung von Benzimidazol-Resistenzen bei den Trichostrongyliden von Schafen und Ziegen in der Schweiz. Dissertation, Universität Zürich, 2001.

Min B.R., Hart S.P.: Tannins for suppression of internal parasites. J. Anim. Sci. 2003, 81: E102–E109.

Newton S.E., Meeusen E.N.: Progress and new technologies for developing vaccines against gastrointestinal nematode parasites of sheep. Parasite Immunol. 2003, 25: 283–96.

Overend D.J., Bowen F.L.: Resistance of Fasciola hepatica to triclabendazole. Aust. Vet. J. 1995, 72: 275–276.

Rapsch C.: Diagnostische und epidemiologische Untersuchungen zur bovinen Fasciolose in der Schweiz. Dissertation, Universität Zürich, 2005.

Scharf G.: Untersuchungen zur Epidemiologie und Prophylaxe von Endoparasitosen bei Kälbern und Kühen in Schweizer Mutterkuhhaltungen. Dissertation, Universität Zürich, 1998.

Scharf G., Hertzberg H.: Epidemiology and prophylaxis of endoparasitic infections in cow-calf herds in Switzerland. In: Livestock farming systems, Hrsg. Gagnaux D., Poffet J.R., EAAP Publication No. 97, 2000, 231–235.

Schnyder M., Torgerson P., Schönmann M., Kohler L., Hertzberg H.: Multiple anthelmintic resistance in Haemonchus contortus isolated from South African Boer goats in Switzerland. Vet. Parasitol. 2005, 128: 285–290.

Schweizer G., Hässig M., Braun U.: Das Problembewusstsein von Landwirten in Bezug auf die Fasciolose des Rindes. Schweiz. Arch. Tierheilk. 2005a, 147: 253–257.

Schweizer G., Braun U., Deplazes P., Torgerson P.R.: Estimating the financial losses due to bovine fasciolosis in Switzerland. Vet. Rec. 2005b, 157: 188–193.

Shaw D.J., Vercauteren J., Claerebout E., Agneessens J., Dorny P.: Gastrointestinal nematode infections of first-season grazing calves in Belgium: General patterns and the effect of chemoprophylaxis. Vet. Parasitol. 1997, 69: 103–116.

Van Wyk J.A., Bath G.F.: The FAMACHA-system for managing haemonchosis in sheep and goats by clinically identifying individual animals for treatment. Vet. Res. 2002, 33: 509–529.

Vercauteren I., Geldhof P., Vercauteren J., Peelaers I., van den Broeck W., Gevaert K., Claerebout E.: Vaccination with an Ostertagia ostertagi polyprotein allergen protects calves against homologous challenge infection. Infect. Immun. 2004, 72: 2995–3001.

Von Samson-Himmelstjerna G., Harder A., Sangster N.C., Coles G.: Efficacy of two cyclooctadepsipeptides, PF1022A and emodepside, against anthelmintic-resistant nematodes in sheep and cattle. Parasitology 2005, 130: 143–147.

Wölstrup J., Grønvold J., Henriksen S.A., Nansen P., Larsen M., Bøgh H.O., Ilsoe B.: An attempt to implement the nematode-trapping fungus Duddingtonia flagrans in biological control of trichostrongyle infections of first-year-grazing calves. J. Helminthol. 1994, 68: 175–180.

Korrespondenzadresse

PD Dr. Hubertus Hertzberg, Institut für Parasitologie, Universität Zürich, Winterthurerstrasse 260, CH-8057 Zürich

Eingang: 12. Juni 2006

Angenommen: 20. Juni 2006