

## 5 Diskussion

### ***5.1 Anmerkungen zur Methodik und Allgemeines zur Besiedlung von Kuhfladen mit Nematoden***

Ziel dieser Arbeit war es, einen Vergleich der Toxizität der in der Rinderproduktion als Pour-on Formulierung verwendeten Makrozyklischen Laktone Ivermectin, Doramectin, Eprinomectin und Moxidectin auf die im Kuhdung lebende Nematodenfauna und somit auf den Dungabbau anzustellen.

Die Ergebnisse zeigen durchgehend große Schwankungen in den Individuenzahlen (sichtbar an den Werten der Kontrollgruppe), die nicht Medikamenteneinflüssen zugeschrieben werden können, sondern im wesentlichen auf abiotische Faktoren zurückzuführen sind. Um Schwankungen so gering wie möglich zu halten, wurden folgende Maßnahmen ergriffen:

1. Einheitliche Fütterung der Versuchstiere
2. Gründliche Durchmischung des entnommenen Dunges vor Auslage
3. Zufällige Verteilung der Fladen auf der Versuchsweide
4. Auslage der Fladen aller Gruppen zum selben Tageszeitpunkt
5. gleicher Entnahmeort des Nematodenansatzes (aus der Mitte des Fladens)

Der Faktor Witterungseinflüsse konnte im gewählten Versuchsaufbau nicht vereinheitlicht werden. Um einen Einfluss der Makrozyklischen Laktone auf Qualität und Quantität der Nematodenfauna sichtbar zu machen, müsste Dung unterschiedlichen Medikamentengehalts am selben Tag auf der Versuchsweide platziert werden. Dies hätte ein sehr viel höheres Tiermaterial erfordert. In der vorliegenden Untersuchung wurden die Versuchstiere einmalig behandelt und somit Fladen mit den unterschiedlichen Wirkstoffgehalten (Auslagetage) zu verschiedenen Zeitpunkten auf der Versuchsweide platziert; sie unterlagen folglich auch unterschiedlichen Witterungseinflüssen. Da die Witterungseinflüsse als wesentliche abiotische Faktoren einen entscheidenden Einfluss auf Besiedlung und somit Dungabbaudauer haben, ist eine Vergleichbarkeit der Zahlen verschiedener Auslagetage einer Behandlungsgruppe nur schwer möglich.

Die Besiedlung des Rinderdungfladens mit Nematoden ist innerhalb des Fladens nicht einheitlich. Es gibt bestimmte Nematoden, die nur im Innern des Fladens anzutreffen sind, andere bevorzugen die Oberfläche oder den Rand. Da die Proben zur Nematodenzählung immer aus dem gleichen Teil des Fladens (zentral durch alle Schichten) gewählt wurden, kann man annehmen, dass für all diese Gruppen ähnliche Verhältnisse vorliegen.

Da pro Behandlungsgruppe jeweils nur zwei Fladen gleichen Medikamentengehaltes parallel angesetzt wurden, war eine statistische Auswertung lediglich deskriptiv möglich. Diese Probenzahl wurde gewählt, da im Rahmen der Arbeit vier verschiedene Medikamente miteinander verglichen werden sollten. Bei einer Erhöhung der Anzahl ausgelegter Fladen pro Medikamentengruppe hätte die Untersuchung sonst einen nicht zu bewältigenden Umfang eingenommen.

## ***5.2 Diskussion der eigenen Ergebnisse***

Hauptziel dieser Arbeit war es, Unterschiede zwischen den einzelnen Wirkstoffen hinsichtlich ihres Einflusses auf den makroskopischen Dungabbau und die Nematodenfauna des Dungfladens sichtbar zu machen.

Wichtig für den Einfluss eines Medikamentes auf den Dungabbau ist dabei die Art der Ausscheidung der aktiven Form des Medikamentes. Diese hängt ab von der Formulierung des Medikamentes und somit von der Pharmakokinetik des Wirkstoffes. Makrozyklische Laktone werden zum größten Teil in aktiver Form mit dem Kot ausgeschieden.

Es ist zu vermuten, dass ein Medikament, das in aktiver Form in hoher Konzentration, aber über einem relativ engen Zeitraum ausgeschieden wird, einen begrenzten Umwelteinfluss hat, da nur eine limitierte Anzahl Dungfladen in ihrem Abbau gestört werden. Wird ein Medikament dagegen über einem längeren Zeitraum in geringen, aber noch schädigenden Konzentrationen in aktiver Form ausgeschieden, so ist der Einfluss auf den Dungabbau vermutlich größer, da eine sehr viel höhere Anzahl von Dungfladen in ihrem Abbau gestört werden können.

Die untersuchten Makrozyklischen Laktone haben eine antiparasitäre Wirkung gegen Endoparasiten, die für Ivermectin 14-21 Tage (WALLACE et al., 1995; BENZ et al.,

---

1989), für Doramectin 21-28 Tage (WEATHERLEY et al., 1993), für Eprinomectin 21 Tage (YAZWINSKI et al., 1997) und für Moxidectin 28-35 Tage (VERCRUYSSSE et al., 1995) anhält. Da unbestritten ist, dass die Makrozyklischen Laktone in gleichem Maße auch auf freilebende Nematoden wirken, ist zu erwarten, dass ein hemmender Effekt genau so lang anhält.

### **5.2.1 Einfluss auf den makroskopischen Fladenabbau**

In der vorliegenden Arbeit konnten bei keinem der gewählten Auswertungskriterien (Austrocknungsgrad der Fladenoberfläche, Erkennbarkeit der Fladenform, Pflanzendurchwuchs und Intaktheit der Oberfläche) ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt werden. Dabei wurde für die Beurteilung des makroskopischen Fladenabbaus pro Gruppe und Auslagetag jeweils nur ein Fladen ausgewertet. Unter den gewählten Versuchsbedingungen kann daher kein Einfluss der als Pour-on Formulierung untersuchten Makrozyklischen Laktone auf die Dauer des Abbaus festgestellt werden.

Diese Ergebnisse gleichen denen der Untersuchungen von MCKEAND et al. (1988), SCHAPER (1989), WARDHAUGH und MAHON (1991), BARTH et al. (1993b, 1994) und WRATTEN et al. (1993), bei diesen kamen aber jeweils nur die Makrozyklischen Laktone Ivermectin oder Abamectin zum Einsatz. Ivermectin wurde zum einen als subkutane Injektionslösung angewendet (SCHAPER, 1989; WRATTEN et al., 1993 und BARTH et al., 1994). Dabei wird eine maximale Ausscheidung des Medikamentes mit dem Dung an Tag drei post iniektionem erreicht, die im weiteren kontinuierlich absinkt (HERD et al., 1996). Ein Wirkstoffspiegel, der zu einer Schädigung adulter Würmer führt, liegt dabei etwa über einen Zeitraum von 14 Tagen im Dung vor (WANG, 1989). Die subkutane Injektion liefert damit der Pour-on Formulierung vergleichbare Ausscheidungsparameter (BENZ et al., 1989). Die Untersuchung von MCKEAND et al. (1988) fanden bei Nutzung der Pour-on Formulierung dann auch vergleichbare Ergebnisse. In den Untersuchungen von BARTH et al. (1993b) und WRATTEN et al. (1993) wurde auch bei Anwendung eines Ivermectin-sustained-release-Bolus keine hemmende Wirkung auf die Abbaudauer des Dunges festgestellt. Eine Wirkstofffreisetzung erfolgt nach Bolusgabe über einen Zeitraum von 135 Tagen, wobei über diesen Zeitraum konstante Plasmaspiegel

bestehen und damit eine ebenso konstante Ausscheidung mit dem Dung erfolgt (HERD et al., 1996). Untersuchungen von WARDHAUGH und MAHON (1991) mit dem Wirkstoff Abamectin, verwendet als subkutane Injektionslösung, fanden ebenfalls keinen hemmenden Einfluss auf den Abbau des Dungfladens.

Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von WALL und STRONG (1987), MADSEN et al. (1990), SOMMER et al. (1992) und BAGGOTT et al. (1994), die ebenfalls Ivermectin oder Abamectin in unterschiedlichen Formulierungen untersuchten und dabei eine Hemmung des Fladenabbaus fanden. MADSEN et al. (1990) und SOMMER et al. (1992) stellten bei Verwendung von Ivermectin als subkutane Lösung eine Hemmung des Abbaus von 1 bis 20 Tage nach Behandlung platzierten Fladen fest. Eine Hemmung über einen vergleichbaren Zeitraum fanden SOMMER et al. (1992) mit der Pour-on Formulierung von Ivermectin. WALL und STRONG (1987), die ebenfalls den Dungabbau von mit Ivermectin-sustained-release-Bolus behandelten Rindern untersuchten stellten dabei eine erhebliche Abbauverzögerung des Dungfladens fest. Für den Wirkstoff Abamectin (subkutane Injektionslösung) fanden BAGGOTT et al. (1994) ebenfalls einen hemmenden Effekt auf den Dungfladenabbau.

Die Vergleichbarkeit all dieser Studien wird erschwert, da uneinheitliche Kriterien für die Beurteilung des Fladenabbaus herangezogenen wurden. Keine der genutzten Methoden kann dabei als "Gold-Standard" festgelegt werden. SCHAPER (1988) nutzte als Kriterium für den Dungabbau die Abnahme der Fladenoberfläche. Nachfolgende Untersuchungen von KARRER et al. (1994) zur Aussagekraft des Kriteriums Fladenoberfläche zeigten, dass es nur bedingt geeignet ist, um den Abbau des Fladens zu beurteilen. Sie stellten fest, dass sich auf der Fladenoberfläche bei entsprechenden Witterungsbedingungen sehr schnell eine dünne, aber feste Kruste bildet, die sich dann rein optisch kaum verändert. Sie lässt keine Beurteilung dessen zu, was darunter im Innern des Fladens vor sich geht. Ein geeigneteres Verfahren zur Verdeutlichung des Dungabbaus ist der, unter anderem von WARDHAUGH und MAHON (1991) genutzte, Biomasseverlust des Fladens mit fortschreitendem Alter.

Um statistisch relevante Aussagen treffen zu können, müsste man sehr viele parallel angesetzte Fladen untersuchen. Aufgrund des hohen experimentellen Aufwandes beschränkte sich die vorliegende Arbeit wie auch die meisten anderen auf die Dokumentation eines Dungfladens je Auslagetag und Gruppe.

Daneben erschweren auch die unterschiedlichen klimatischen Bedingungen und damit die auf all diese Untersuchungen einwirkenden abiotischen Faktoren die Vergleichbarkeit der jeweils gefundenen Ergebnisse. Auf Grund der unterschiedlichen Untersuchungsländer (Australien, Dänemark, Deutschland, England und Schottland) können mit Sicherheit bereits mehr oder weniger deutliche klimatische Unterschiede angenommen werden.

### **5.2.2. Einfluss auf die Nematodenfauna**

Die **Ergebnisse der Nematodenzählung** zeigen bei Gesamtbesiedlungszahlen bereits in den noch unbehandelten Gruppen des Auslagetages 0 erhebliche Schwankungen. Diese setzen sich über alle Auslagetage und Gruppen fort. Lediglich für doramectinhaltigen Dung scheint durchgängig eine geringere Gesamtbesiedlung vorzuliegen, was statistisch jedoch nicht abgesichert werden kann. Auch zeigen die Schwankungen in der Gesamtbesiedlungszahl der Kontrollgruppen jedes Auslagetages bereits, dass der Einfluss abiotischer Faktoren in diesem Zusammenhang eine wesentliche Rolle spielt. Dies entspricht früheren Untersuchungen von SCHAPER (1989), der bei Anwendung von Ivermectin als subkutane Injektionslösung für den unbehandelten Dung unterschiedlicher Auslagetage bereits deutliche Schwankungen in der Anzahl der Nematoden feststellte. Er fand allerdings für die Gesamtbesiedlungszahl von ivermectinhaltigem Dung eine signifikante Hemmung gegenüber unbehandeltem Dung. Diese Hemmung der Gesamtbesiedlungszahl durch Makrozyklische Laktone kann in der hier vorgelegten Untersuchung nicht bestätigt werden.

Auch für die Besiedlungszahlen der einzelnen Auslagetage zeigen sich durchgängig starke Schwankungen, die aber ebenfalls keinen Rückschluss auf einen Einfluss der Makrozyklischen Laktone zulassen. Dies ist deutlich bei der Betrachtung des Besiedlungsverlaufes der an Tag 0 (unbehandelt) ausgelegten Dungfladen, die Besiedlungszahl variiert stark. Auch eine später einsetzende Besiedlung der Fladen an den Auslagetagen 2 und 5 betrifft alle Gruppen und lässt folglich keinen Rückschluss auf einen Einfluss der Makrozyklischen Laktone zu, sondern ist vermutlich abiotischen Faktoren anzurechnen.

Die **Ergebnisse der Nematodenbestimmung** zeigen ein Artenspektrum, das nach den von SACHS (1951), REHFELD (1988) und SUDHAUS et al. (1988) vorgelegten Untersuchungen als ein für Deutschland repräsentatives betrachtet werden kann. Dabei sind die spezifischen Dungnematoden in Anzahl und Artenvielfalt die dominierende Gruppe. Bodennematoden finden sich in deutlich geringeren Mengen und auch erst zu späterem Zeitpunkt im Fladen.

Die Betrachtung der Artenvielfalt über den Gesamtbeobachtungszeitraum lässt keinen Rückschluss auf einen wirkstoffabhängigen Einfluss zu. Eine an Auslagetag 2 festzustellende geringere Artenvielfalt betrifft die Kontrollgruppe gleichermaßen wie die Behandlungsgruppen und kann daher nur an diesem Auslagetag einwirkenden abiotischen Faktoren angerechnet werden.

Ebenfalls kann für die einzelnen Auslagetage hinsichtlich der Artenabfolge der besiedelnden Nematoden kein Effekt der betrachteten Wirkstoffe gefunden werden. Die Sukzession gleicht der in unbehandeltem Dung gefundenen Abfolge (REHFELD, 1988 und SUDHAUS et al., 1988).

Eine genauere Betrachtung der ausgewählten **spezifischen Dungnematoden/-gruppen** lässt für die Arten der Gattung Diplogaster (Stercoraria-Gruppe und Diplogaster monhysteroide-Gruppe) einen geringen Einfluss der betrachteten Wirkstoffe vermuten. In der Doramectin-Gruppe sind hier durchgängig geringere Besiedlungszahlen zu finden, was aber nicht statistisch abzusichern ist. Für Rhabditis monhystera ist keine Beeinflussung durch die Makrozyklischen Laktone festzustellen, was den Ergebnissen von BARTH et al. (1993b, 1994) entspricht.

Betrachtet man die Gesamtheit der **Larvalstadien** aller Fladen für die einzelnen Gruppen, so kann für doramectin- und ivermectinhaltigen Dung eine Reproduktionshemmung der Nematoden vermutet werden, die aber wiederum statistisch nicht abgesichert ist. Im zeitlichen Verlauf der Entwicklungszahlen der Auslagetage 0 bis 20 ist insgesamt kein absoluter Rückgang der Larvalstadien zu sehen.

Die geringe Anzahl der bisher vorliegenden Arbeiten zum Einfluss der Makrozyklischen Laktone auf freilebende Nematoden macht es schwierig, die Ergebnisse der hier vorgelegten Studie in einen Kontext zu stellen. Genauere Untersuchungen zum Einfluss auf die Nematodenfauna liegen lediglich für den Wirkstoff Ivermectin von SCHAPER (1989) und BARTH et al. (1993b, 1994) vor, deren Ergebnisse und Methoden sich jedoch deutlich unterscheiden.

Die hier vorgelegten Untersuchungen lassen nicht den Schluss zu, dass die Makrozyklischen Laktone in ihrer Nutzung als Pour-on Formulierung einen hemmenden Einfluss auf den Fladenabbau sowie die Nematodenfauna des Rinderdunges haben.