

Aktueller Stand der Resistenzzüchtung beim kleinen Wiederkäuer

Matthias Gauly^{1*}

Zusammenfassung

Parasitäre Infektionen gehören weltweit zu den ökonomisch gesehen wesentlichen Problemen der Schaf- und Ziegenhaltung. Die steigenden Medikamentenresistenzen, die Rückstandsproblematik in Umwelt und Lebensmitteln sowie hohe Behandlungskosten haben zu einem gestiegenen Interesse der Resistenzzüchtung beim kleinen Wiederkäuer als Alternative geführt. Mittlerweile wurden genetisch bedingte Parasitenresistenzen für eine Reihe von Schaf- und Ziegenrassen unter unterschiedlichen Umweltbedingungen beschrieben. Die geschätzten genetischen Parameter sowie die zur Verfügung stehenden Indikatormerkmale machen deutlich, dass die Zucht auf Parasitenresistenz bei Schaf und Ziege möglich ist.

Schlüsselwörter:

Parasitenresistenz, Schaf, Ziege, Resistenzzüchtung

Summary

Infections with parasites are worldwide one of the most important factors causing high economic losses in sheep and goat production. The increasing resistance of parasites to treatments and concerns over possible chemical residues, environmental impact and cost of treatments have led to an increasing interest in genetic selection for resistance to parasites as an alternative or supplement to the use of drugs. Evaluation of sheep and goat breeds in different breeding situations and environments have demonstrated the possibility of breeding for parasite resistance.

Keywords:

parasite resistance, sheep, goat, breeding

Einleitung

Die Erweiterung bzw. Anpassung der Zuchtprogramme landwirtschaftlicher Nutztiere um funktionale Merkmale, die neben einer guten tierischen Leistung auch Wohlbefinden und Gesundheit der Tiere sichern sollen, zählt seit einigen Jahren zu den wesentlichen Herausforderungen der Tierzucht. Der ökonomische Grenznutzen für solche Merkmale ist deutlich positiv. Im Bereich extensiver Verfahren der Grünlandnutzung sind vor allem solche Merkmalskomplexe wichtig, die zu Einschränkungen des Mitteleinsatzes (z.B. Medikamente und Arbeitskraft) bei gleichzeitiger Verbesserung der Ökologie, Ökonomie sowie Tiergerechtigkeit der Systeme führen. Zu diesem Komplex gehört auch die genetisch bedingte Parasitenresistenz. Der Befall mit Parasiten (u.a. Magen-Darm-Strongyloiden) stellt in der Schaf- und Ziegenhaltung ein großes wirtschaftliches Problem dar. Neben den direkten Verlusten sind vor allem die indirekten Verluste durch geringere Wachstumsraten befällener Lämmer in Verbindung mit verschlechterter Nährstoffverwertung von großer ökonomischer Bedeutung. Die zunehmende Resistenz gegenüber Medikamenten (u.a. Anthelminthika) verschiedener Wirkstoffgruppen, die Furcht vor Rückständen in Lebensmitteln und der Umwelt sowie die ökonomische Belastung der Produktionsverfahren durch Behandlungen haben weltweit zu einem gestiegenen Interesse an der Nutzung genetisch bedingter Resistenzen gegenüber Parasiteninfektionen geführt. Dies gilt vor allem für Helmintheninfektionen beim Schaf. In verschiedenen

Regionen der Erde scheint darin der einzig verbleibende Ausweg zu sein, sollen dort auch in Zukunft kleine Wiederkäuer gehalten werden.

Bevor das Merkmal Parasitenresistenz in Zuchtprogramme einer Schaf- oder Ziegenrasse integriert werden kann, müssen geeignete, mit dem Zielmerkmal korrelierte Hilfsmerkmale zu deren Beschreibung ermittelt werden. Diese müssen leicht, d.h. mit vertretbarem wirtschaftlichem Aufwand und wiederholbar zu erfassen sein, ausreichende Erblichkeiten (Heritabilitäten) und Variationen sowie günstige Korrelationen mit dem Zielmerkmal sowie den Leistungsmerkmalen aufweisen.

Während verschiedene Indikatormerkmale zur Beschreibung der Endoparasitenresistenz bekannt sind, ist dies für Ektoparasiten nur begrenzt der Fall. Entsprechend wenige Angaben liegen in der Literatur zur genetisch bedingten Ektoparasitenresistenz vor. Einige werden im Folgenden kurz beispielhaft benannt.

Ektoparasitenresistenz

NELSON und KOZUB (1980) schätzten erstmalig Heritabilitäten für die Resistenz gegenüber *Melophagus ovinus* – Infektionen beim Schaf. JAMES et al. (2002) und PFEFFER et al. (2007) schätzen Erblichkeiten für *Bovicola ovis* Resistenzen zwischen 0,06 bis 0,45, was eine züchterische Bearbeitung grundsätzlich ermöglicht. Problematisch ist allerdings die Erfassung der Merkmale, die sehr zeitaufwendig und kostenintensiv ist, so dass somit die züchterische

¹Department für Nutztierwissenschaften, Lehrstuhl Produktionssysteme für Nutztiere, Georg-August-Universität Göttingen, Albrecht-Thaer-Weg 3, D-37075 Göttingen

*Ansprechpartner: Prof.Dr.Dr. Matthias GAULY, mgauly@gwdg.de

Nutzung gegenwärtig noch stark eingeschränkt scheint.

Endoparasitenresistenz

Endoparasitenbefall führt schätzungsweise im Durchschnitt zu ca. 25 % reduzierten Wachstumsleistungen bei Lämmern. In Großbritannien verursachen sie einen Schaden von ca. 103 Mio. €/Jahr (NIEUWHOF und BISHOP, 2005) (ca. 2,5 €/Schaf). In Australien wird der Schaden auf ca. 215 Mio. €/Jahr geschätzt (SACKETT et al., 2006) (ca. 2,2 €/Schaf). Daraus lässt sich z.B. für Deutschland ein Schaden von ca. 5,5 Mio. €/Jahr ableiten.

Es existieren verschiedene tropische und subtropische Rassen mit beschriebener Trichostrongylidenresistenz. Dazu gehören Red Maasai (MUGAMBI et al., 2005), Florida (Gulf Coast) Native (AMARANTE et al., 1999), St. Croix (GAMBLE und ZAJAC, 1992), Barbados Blackbelly (COURTNEY et al., 1985) sowie die Westafrikanische Zwergziege (BEHNKE et al., 2006). Da diese Rassen kein gutes Leistungsvermögen besitzen kann nur in geringem Umfang auf sie zurückgegriffen werden. Ziel muss es deshalb sein genetische Unterschiede innerhalb der mitteleuropäischen Leistungs- und Landschaftsrassen zu schätzen und in der Folge zu nutzen. Heritabilitätsschätzwerte für verschiedene Indikatormerkmale der Parasitenresistenz verschiedener wirtschaftlich bedeutender Rassen liegen zwischen 0,27 und 0,53 (Woolaston et al., 1991; Woolaston and Baker, 1996; Bisset et al., 1996, 2001). Die wenigen zur Ziege vorliegenden Arbeiten weisen ähnliche Schätzwerte auf (HOSTE et al., 2002; MANDAL und SHARMA, 2008).

Protozoenresistenz

Zweifelsohne spielen Protozoeninfektionen auch beim kleinen Wiederkäuer eine bedeutende Rolle. Negative Korrelationen zur Körpergewichtsentwicklung sind bekannt. Geeignete Indikatormerkmale (z.B. Oozystenausscheidung pro g Kot) sind vorhanden. Die für diese Merkmale geschätzten Heritabilitäten liegen zum großen Teil in einem züchterisch nutzbaren Bereich (GAULY et al., 2001, 2004; REEG et al., 2005). Dennoch ist eine züchterische Nutzung gegenwärtig ausgeschlossen, da die Erfassung der Indikatormerkmale nur mit einem ökonomisch nicht vertretbaren Aufwand (u.a. kurze Beprobungsintervalle) möglich ist. Die Situation könnte sich z.B. mit der Verfügbarkeit genetischer Marker ändern. Solche Marker sind bereits für das Geflügel beschrieben (PINARD-VAN DER LAAN et al., 2009).

Helminthenresistenz

Züchterisches Ziel ist die Reduktion der tatsächlichen Wurmbelastung pro Tier. Da dieses Zielmerkmal (geringe Wurmmzahl) nur unter großem Aufwand (Schlachtung und Zählung) zu erfassen ist, müssen auch hier geeignete, d.h. mit dem Zielmerkmal korrelierte, Indikatormerkmale gefunden werden. Als ein besonders nutzbares Hilfsmerkmal hat sich die Bestimmung der Zahl ausgeschiedener Parasiteneier im Kot (EpG = Eizahl pro Gramm Kot) erwiesen. Das Merkmal ist relativ einfach, wiederholbar und kostengünstig zu bestimmen und es ist gut mit der tatsächlichen Wurmmzahl sowie anderen Merkmalen mit ökonomischer Bedeutung korreliert. Neben der Eizahl pro g Kot gibt es, je nach patho-physiologischem Effekt der Parasiten, noch

andere Hilfsmerkmal, die sich als geeignete Indikatoren erweisen. Bei blutverbrauchenden Helminthen ist dies z.B. der Hämatokritwert oder der FAMACHA®-Score (GAULY et al., 2004).

Zu den möglichen Hilfsmerkmalen gehören auch biochemische Polymorphismen. Natürlich infizierte Rhönschafe mit dem Hämoglobingenotyp BB zeigten in einer Untersuchung z.B. signifikant ($p < 0,01$) höhere Parasiteneiausscheidungsraten als Tiere mit den Hämoglobingenotypen AA und AB. Tiere mit dem Albumintyp SS hatten ebenfalls signifikant ($p < 0,01$) niedrigere Werte verglichen mit den Typen DD und DS. Die beiden polymorphen Systeme Hämoglobin und Albumin können demnach unter bestimmten Bedingungen beim Rhönschaf als genetische Marker genutzt werden (GAULY und ERHARDT, 2002).

Weitere Hilfsmerkmale können parasitenspezifische Antikörper sein, die allerdings in der Erfassung sehr aufwendig bzw. in der Bestimmung sehr teuer sind (GAULY et al., 2002).

Was machen die deutschen Rassen?

Untersuchungen an deutschen Schafzuchtfrassen haben deutlich gezeigt, dass eine züchterische Nutzung verschiedener Merkmale der Parasitenresistenz möglich ist. Heritabilitäten für die Eizahl pro g Kot bei Rhönschafen und Merinolandschafen lagen z.B. bei einer natürlichen Infektion zwischen 0,11 bis 0,44. Dies bedeutet, dass bis zu 44 % der Variation des Wurmbefalls genetisch zu erklären ist und bei konsequenter Selektion signifikante Fortschritte zu erreichen sind (GAULY und ERHARDT, 2001). Züchterisch ausreichend hohe Werte wurden auch nach künstlichen Infektionen mit *Haemonchus contortus* geschätzt (GAULY et al., 2001; GAULY et al., 2002). Damit kommen für die Merkmalserfassung sowie Feldprüfungen (evtl. Referenzherden) wie auch Leistungsprüfungen auf Station in Frage. Im Ausland erfolgt die Erfassung in der Regel im Feld auf der Basis natürlicher Infektionen.

Die Umsetzung von züchterischen Maßnahmen ist in Deutschland bisher nicht erfolgt. Wesentliche Gründe dafür sind die (z.B. im Vergleich zu Australien) ungünstigen Herdenstrukturen, die Formen der Leistungsprüfung sowie die fehlende Mittelausstattung. Dazu kommt, dass noch wirksame Wirkstoffgruppen verfügbar sind. Es zeigt sich, dass die Motivation von Züchtern Zuchtprogramme um Merkmale der Tiergesundheit zu erweitern erst mit dem Wegfall wirksamer Medikamente steigt.

Stand im Ausland

In verschiedenen Ländern werden seit einigen Jahren bis Jahrzehnten verstärkte Anstrengungen unternommen Merkmale der Parasitenresistenz (vornehmlich Helminthenresistenz beim Schaf) in Zuchtprogramme zu integrieren. Dazu gehören: Großbritannien und Frankreich, die USA (Selektion auf Basis FAMACHA), Südafrika (Selektion auf Basis FAMACHA) (VAN WYK et al., 2006), Neuseeland (Zuchtwerte auf Basis EpG) sowie Australien (Zuchtwerte auf Basis EpG; teils FAMACHA) (u.a. Mc EWAN et al., 1997; BISSET et al., 2001; KHUSRO et al., 2004; HUNT et al., 2008).

Dass die Bemühungen (erwartungsgemäß) erfolgreich sind zeigt das Beispiel der Rylington Merinos in Australien. Nach 20 Jahren Zuchtarbeit (resistente Selektionslinie/unselektierte Kontrolle) zeigen sich folgende Ergebnisse:

- Reduktion der mittleren EpGs um 81%,
- Reduktion adulter *Trichostrongylus colubriformis* um 90 %,
- Reduktion adulter *Teladorsagia circumcincta* um 44 %,
- Reduktion der Wurmfruchtbarkeit um 11 – 17,
- signifikant besseres Wachstum (Fleisch, Wolle) und
- im Durchschnitt 9,5 % höhere Einkommen bei den auf Parasitenresistenz selektierten Tieren gegenüber den Kontrolltieren (Karlsson, 2002).

Zusammenfassung

Für die Selektion auf genetisch bedingte Parasiten- vor allem Helminthenresistenz liegen geeignete Indikatormerkmale vor (z.B. EpG). Die Merkmalerfassung kann u.a. im Rahmen der Leistungsprüfung (Feld oder Station) erfolgen. Die genetischen Parameter zeigen günstige Werte. Die Korrelationen zu wirtschaftlich bedeutsamen Merkmalen sind günstig. Für australische Rassen sind darüber hinaus bald molekulare Marker (QTLs) verfügbar. In Neuseeland gibt es bereits ein kommerzielles Angebot der Testung von Tieren auf der Basis molekularer Marker.

Literatur

- AMARANTE, A.F., T.M. CRAIG, W.S. RAMSEY, N.M. EL-SAYED, A.Y. DESOUKI and F.W. BAZER, 1999. Comparison of naturally acquired parasite burdens among Florida native, Rambouillet and crossbreed ewes. *Vet. Parasitol.*, 85, 61-69.
- BEHNKE, J.M., S.N. CHIEJINA, G.A. MUSONGONG, B.B. FAKAE, R.C. EZEOKONKWO, P.A. NNADI, L.A. NGONGEH, E.N. JEAN and D. WAKELIN, 2006. Naturally occurring variability in some phenotypic markers and correlates of haemonchotolerance in West African Dwarf goats in a subhumid zone of Nigeria. *Vet. Parasitol.*, 141, 107-121.
- BISSET, S.A., A. VLASSOFF, P.G.C. DOUCH, W.E. JONAS, C.J. WEST and R.S. GREEN, 1996. Nematode burdens and immunological responses following natural challenge in Romney lambs selectively bred for low or high faecal worm egg count. *Vet. Parasitol.* 61, 249-263.
- BISSET, S.A., J.A. VAN WYK, G.F. BATH, C.A. MORRIS, M.O. STENSON and F.S. MALAN, 2001. Phenotypic and genetic relationship amongst FAMACHA Score, faecal egg count and performance data in Merino sheep exposed to *Haemonchus contortus* infection in South Africa. Proceedings of the 5th International Sheep Veterinary Congress, 22-25 January 2001, Stellenbosch, South Africa.
- BISSET, S.A., C.A. MORRIS, J.C. McEWAN and A. VLASSOFF, 2001. Breeding sheep in New Zealand that are less reliant on anthelmintics to maintain health and productivity. *N. Z. Vet. J.*, 49, 236-246.
- COURTNEY, C.H., C.F. PARKER, K.E. Mc CLURE and R.P. HERD, 1985. Resistance of nonlambing exotic and domestic ewes to naturally acquired gastrointestinal nematodes. *Int. J. Parasitol.*, 15, 239-243.
- GAMBLE, H.R. and A.M. ZAJAC, 1992. Resistance of St. Croix lambs to *Haemonchus contortus* in experimentally and naturally acquired infections. *Vet Parasitol.*, 41, 211-225.
- GAULY, M., C. KRAUTHAHN, C. BAUER, H.-J. BÜRGER and G. ERHARDT, 2001. Pattern of *Eimeria* oocyst output and repeatability in naturally infected suckling Rhön lambs. *J. Vet. med. B.* 48, 665-673.
- GAULY, M. and G. ERHARDT, 2001. Genetic resistance to gastrointestinal nematode parasites in Rhön sheep following natural infection. *Vet. Parasitol.*, 102, 253-259.
- GAULY, M. and G. ERHARDT, 2002. Changes in faecal trichostrongyle egg count and haematocrit in naturally infected sheep over two grazing periods and associations with biochemical polymorphism. *Small Rum. Res.*, 44, 103-108.
- GAULY, M., M. KRAUS, L. VERVELDE, M.A.W. VAN LEEUWEN and G. ERHARDT, 2002. Estimating genetic differences in natural resistance in Rhön and Merinoland sheep following experimental *Haemonchus contortus* infection. *Vet. Parasitol.*, 106, 55-67.
- GAULY, M., M. SCHACKERT und G. ERHARDT, 2004. Nutzung des FAMACHA[®]-Scoring-Systems als diagnostisches Hilfsmittel zur Merkmalerfassung in Zuchtprogrammen bei Schafblämmern nach experimenteller Infektion mit *Haemonchus contortus*. *Dtsch. tierärztl. Wschr.*, 111, 430-433.
- HOSTE, H., Y. LE FRILEUX, C. GOUDEAU, C. CHARTIER, I. PORS, C. BROQUA and J.P. BERGEAUD, 2002. Distribution and repeatability of nematode faecal egg counts in dairy goats: a farm survey and implications for worm control. *Res. Vet. Sci.*, 72, 211-215.
- HUNT, P., J.C. McEWAN and J.E. MILLER, 2008. Future Perspectives for the implementation of genetic markers for parasite resistance in sheep. *Trop. Biomed.*, 25, 18-33.
- JAMES, P.J., I.H. CARMICHAEL, A. PFEFFER, R.R. MARTIN and M.G. O'CALLAGHAN, 2002. Variation among Merino sheep in susceptibility to lice (*Bovicola ovis*) and association with susceptibility to trichostrongylid gastrointestinal parasites. *Vet. Parasitol.*, 103, 355-365.
- KARLSSON, J., 2002. Sheep worms – breeding worm resistant sheep. Department of Agriculture, Farmnote No. 53.
- KHUSRO, M., J.H.J. VAN DER WERF, D.J. BROWN and A. BALL, 2004. Across flock (co)variance components for faecal worm egg count, live weight, and fleece traits for Australian Merinos. *Livestock Prod. Sci.*, 91, 35-43.
- MANDAL, A. and D.K. SHARMA, 2008. Inheritance of faecal nematode egg count in Barbari goats following natural *Haemonchus contortus* infection. *Vet. Parasitol.*, 155, 89-94.
- McEWAN, J.C., S.A. BISSET and C.A. MORRIS, 1997. The selection of sheep for natural resistance to internal parasites. In: Barrell G.K. (ed.), Sustainable Control of Internal Parasites in Ruminants: Animal Industries Workshop Lincoln University, 161-182.
- MUGAMBI, J.M., J.O. AUDHO, S. NJOMO and R.L. BAKER, 2005. Evaluation of the phenotypic performance of a Red Maasai and Dorper double backcross resource population: indoor trickle challenge with *Haemonchus contortus*. *Vet. Parasitol.*, 127, 263-275.
- NELSON, W.A. and G.C. KOZUB, 1980. *Melophagus ovinus*, Evidence of local mediation in acquired resistance of sheep to keds. *J. of Medical Entomology*, 13, 389-428.
- NIEUWHOF, G.J. and S. BISHOP, 2005. Costs of the major endemic diseases of sheep in Great Britain and the potential benefits of reduction in disease impact. *Animal Science*, 81, 23-30.

- PFEFFER, A., C.A. MORRIS, R.S. GREEN, M. WHEELER, D. SHU, S.A. BISSET and A. VLASSOFF, 2007. Heritability of resistance to infestation with the body louse, *Bovicola ovis*, in Romney sheep bred for differences in resistance or resilience to gastro-intestinal nematode parasites. *Int. J. Parasitol.*, 37, 1589-1597.
- PINARD-VAN DER LAAN, M.H., B. BED'HOM, J.L. COVILLE., F. PITEL, K. FEVE, S. LEROUX, H. LEGROS, A. THOMAS, D. GOURICHON, J.M. REPÉRANT and P. RAULT, 2009. Microsatellite mapping of QTLs affecting resistance to coccidiosis (*Eimeria tenella*) in a Fayoumi x White Leghorn cross. *BMC Genomics*;10, 31.
- REEG, K.J., M. GAULY, C. BAUER, C. MERTENS, G. ERHARDT and H. ZAHNER, 2005. Coccidial infections in housed lambs: Oocyst excretion, antibody levels and genetic influences on the infection. *Vet. Parasitol.*, 127, 209-219.
- SACKETT, P., P. HOLMES, K. ABBOTT, S. JEPHCOTT and M. BARBER, 2006. Assessing the economic cost of endemic disease on the profitability of Australian beef cattle and sheep producers. Meat and Livestock Australia Limited, North Sydney.
- VAN WYK, J.A., H. HOSTE, R.M. KAPLAN and R.B. BESIER, 2006. Targeted selective treatment for worm management--how do we sell rational programs to farmers? *Vet. Parasitol.*, 139, 336-346.
- WOOLASTON, R.R., I.A. BARGER and L.R. PIPER, 1990. Response to helminth infection of sheep selected for resistance to *Haemonchus contortus*. *Int. J. Parasitol.*, 20, 1015-1018.
- WOOLASTON, R.R. and R.L. BAKER, 1996. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. *Int. J. Parasitol.*, 26, 845-855.