

rad

Wurde physisch weitergeleitet	
Original	Beilagen
	X

Frick, den 29.1.2014

Schlussbericht

Projekt 'Die genetischen Grundlagen einer Zucht auf Magen Darm Parasiten Resistenz bei der Ziege'

Sehr geehrter Herr Raemy

Anbei senden wir Ihnen den Schlussbericht zum oben genannten Projekt. Sie erhalten dasselbe Dokument auch in digitaler Form. Wir bitten Sie, uns allfällige Änderungswünsche mitzuteilen.

Mit freundlichen Grüßen

F. Heckendorn

C. Stricker

Dr. Felix Heckendorn

Dr. Christian Stricker

EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Das FiBL hat Standorte in der Schweiz, Deutschland und Österreich
 FiBL offices located in Switzerland, Germany and Austria
 FiBL est basé en Suisse, Allemagne et Autriche

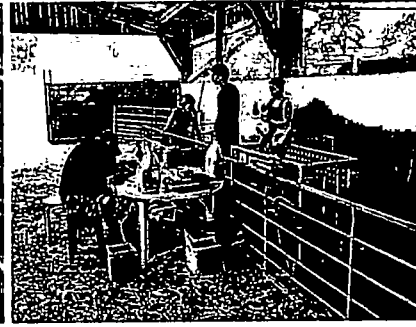
FiBL Schweiz / Suisse
 Ackerstrasse, CH-5070 Frick
 Tel. +41 (0)62 865 72 72
 info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

**FiBL**

Forschungsinstitut für biologischen Landbau
Institut de recherche de l'agriculture biologique
Research Institute of Organic Agriculture
Istituto di ricerca dell'agricoltura biologica
Instituto de investigaciones para la agricultura orgánica

**agn Genetics GmbH**

Zucht auf Nematodenresistenz in der Schweizer Ziegenpopulation



Felix Heckendorn, Christian Stricker

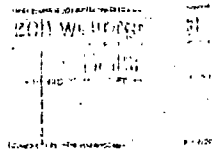
Dres. sc. tech. ETHZ

EXCELLENCE FOR SUSTAINABILITY

Das FiBL hat Standorte in der Schweiz, Deutschland und Österreich
FiBL offices located in Switzerland, Germany and Austria
FiBL est basé en Suisse, Allemagne et Autriche

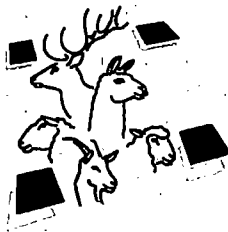
FiBL Schweiz / Suisse
Ackerstrasse, CH-5070 Frick
Tel. +41 (0)62 865 72 72
info.suisse@fibl.org, www.fibl.org

Inhalt



1. Kontext	Seite 3
2. Arbeiten im Jahr 2012	Seite 3
3. Resultate	Seite 5
4. Arbeiten und Resultate im Jahr 2013	Seite 8
5. Weitere Informationen	Seite 11
6. Dank	Seite 12

Projektpartner:



1. Kontext

Kurzrekapitulation des Projekthintergrundes: Beim Schaf wird seit einigen Jahren Zucht auf Magen-Darm Strongyliden (MDS) Resistenz betrieben. Die meisten Zuchtprogramme stützen sich dabei auf die Variabilität der MDS Eiausscheidung zwischen gleich exponierten Wirtsindividuen einer gegebenen Herde. Tiere mit geringer Eiausscheidung werden für die Zucht selektiert. Die bisherigen Erfahrungen beim Schaf zeigen, dass die mehrjährige Selektion von ‚Niedereiausscheidern‘ (MDS resistente Tiere) zu Vorteilen auf Ebene Produktion (v.a. Lebendgewichtszuwachs) führt.

Im Fall der Ziege gibt es bisher nur wenige wissenschaftliche Studien, welche die Machbarkeit einer äquivalenten Selektion untersucht haben.

Das vorliegende Projekt soll wissenschaftliche Grundlagen für die Selektion auf ‚geringe Anfälligkeit auf MDS‘ bei der Ziege in der Schweiz schaffen. Konkret sollen die folgenden beiden Fragen beantwortet werden:

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Milchleistung und dem Befall mit MDS?
- Wie hoch ist die Heritabilität verschiedener Phänotypen, die in engem Zusammenhang mit MDS Infektionen stehen (Eiausscheidung der Parasiten im Kot der Wirte, Schätzung des Grades an Anämie anhand der Augenbindehautfarbe, etc.)?

Das Projekt ist in drei Arbeitsphasen gegliedert:

- 2011 - Vorselektion von Schweizer Ziegenbetrieben (Rassen: Saanen und Gemsfarbene) anhand von parasitologischen sowie logistischen und Herdebuchinformationen.
- 2012 – Definitive Auswahl der Versuchsbetriebe und Datensammlung für Modellierungsarbeiten.
- 2013 – Modellierungs- und Auswertungsarbeiten sowie Verfassen von wissenschaftlichen Publikationen.

2. Arbeiten im Jahr 2012

Das Ziel des Projektjahrs 2012 war die Erhebung von qualitativ guten phänotypischen Daten zur parasitologischen Situation von 1'500 Ziegen (Milchziegen, Böcke, Kitze), die in der Folge für die Modellierung von statistischen und genetischen Modellen verwendet werden können.

Die vorgesehenen Arbeiten konnten zu grossen Teilen wie geplant (siehe Abschnitt 2.2.3.5. des Projektbeschreibs) durchgeführt werden. Es wurden in zwei Zeitperioden (Frühsommer: 25.5. – 8.7. und Herbst: 24.9. – 2.11.) Daten gesammelt, resp. Beprobungen am Tier durchgeführt. Die folgenden Aspekte wurden im Vergleich zur ursprünglichen Planung angepasst:

- Anstatt der geplanten 15 wurden 20 Ziegenbetriebe in den Versuch einbezogen. Gründe dafür waren, dass (i) die avisierten 1'500 Ziegen mit 15 Betrieben aufgrund von teilweise kleinen Betrieben nicht erreicht werden konnten und (ii) auf diese Weise eine bessere Abdeckung verschiedener Höhenlagen und klimatischen Bedingungen erreicht werden konnte.
- Bei der Datensammlung im Frühsommer wurden keine Kitze beprobt, weil diese in den meisten Fällen keinen Weidegang hatten und deshalb auch nicht mit MDS in Berührung kommen konnten. Entsprechend hätten die Kitze zu diesem Zeitpunkt parasitologisch

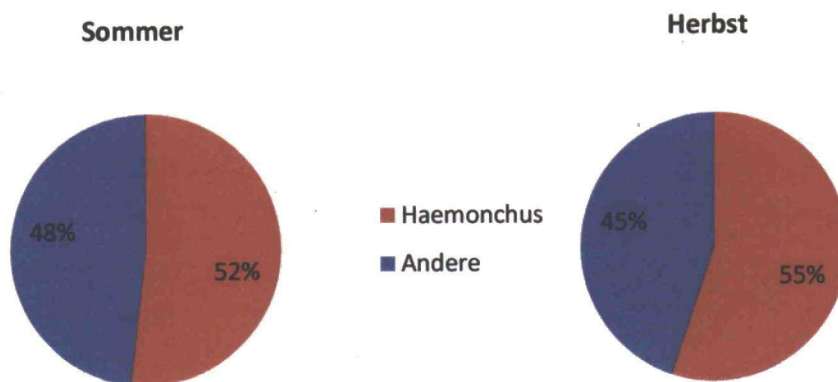
keine Information geliefert. Dies führte dazu, dass während dieser ersten Beprobungsperiode nur $n = 1392$ Tiere beprobt werden konnten. Für die Herbstbeprobung wurden die Kitze mitbeprobt, was für diesen Zeitraum einem Total von $n = 1602$ beprobten Tieren entsprach. Im Mittel wurde das Ziel von 1'500 Beprobungen erreicht.

- Es wurde festgestellt, dass nicht alle Betriebe nach der Frühsommerbeprobung eine anthelminthische Behandlung ihrer Tiere mit Eprinex® (einem Entwurmungsmittel aus der Gruppe der makrozyklischen Laktone) wünschten. Wir haben deshalb die Option eingeführt, die Tiere auch mit Endex® (Entwurmungsmittel aus der Gruppe der Levamisole) behandeln zu können. Insgesamt wurden letztlich die Ziegen von 14 Betrieben mit Eprinex® und von 6 Betrieben mit Endex® behandelt.
- Da vor allem in den letzten zwei Jahren viele Studien zu Anthelminthikaresistenz von MDS publiziert wurden, bestanden Zweifel, ob die im Rahmen des Projekts obligaten Entwurmungen (nach der Frühsommerbeprobung) der Tiere tatsächlich den gewünschten hohen Entwurmungserfolg bringen würden. Deshalb wurde der Erfolg der anthelminthischen Behandlungen über den Eizahlreduktionstest (nach WAAVP Richtlinien – World Association for Veterinary Parasitology) überprüft. Diese Arbeiten waren ursprünglich nicht geplant. Es hat sich herausgestellt, dass es sinnvoll war, diesen Mehraufwand zu betreiben, da v.a. gegen das Anthelminthikum Eprinex® erhebliche Resistenzen aufgedeckt werden konnten (siehe Abschnitt Resultate).
- Anstelle der mikroskopischen Differenzierung von MDS L3-Larven wurde eine wesentlich modernere Methode auf Basis einer Agglutinin-Fluoreszenz angewendet. Diese Methode lieferte robustere Daten als ursprünglich geplant.
- Aufgrund fehlender finanzieller Ressourcen* wurden keine N-Alkan Untersuchungen des Weidegrases durchgeführt. Der Verzicht dieser Untersuchungen wird einen Einfluss auf die Qualität der Aussagen der statistisch/genetischen Modelle haben, die Studie aber nicht grundsätzlich gefährden.

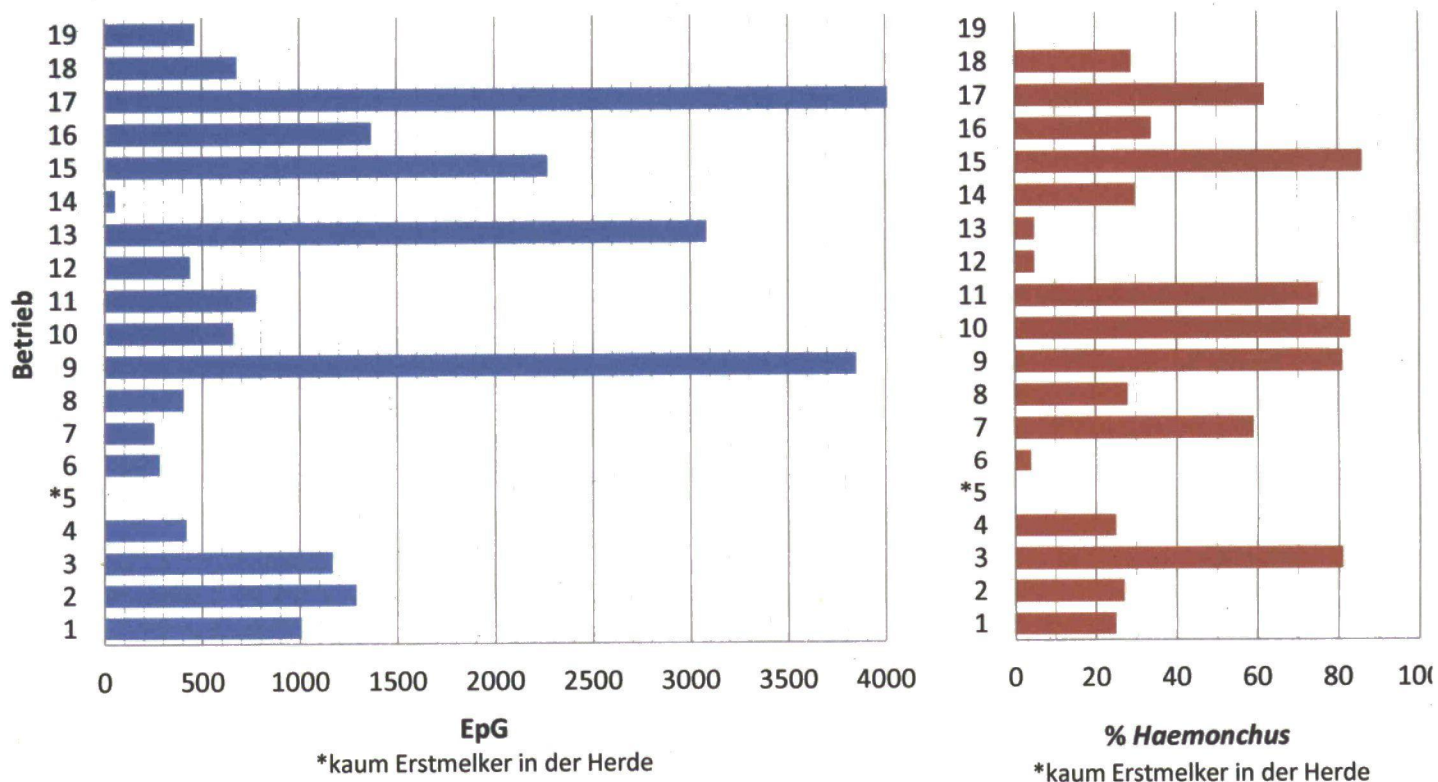
*initial (Projektbeschreibung) war das Projekt mit 117'000 CHF budgetiert (nur BLW), wovon 40'000 für Sachmittel (v.a. N-Alkan Bestimmungen) vorgesehen waren.

3. Resultate der Arbeiten im Jahr 2012

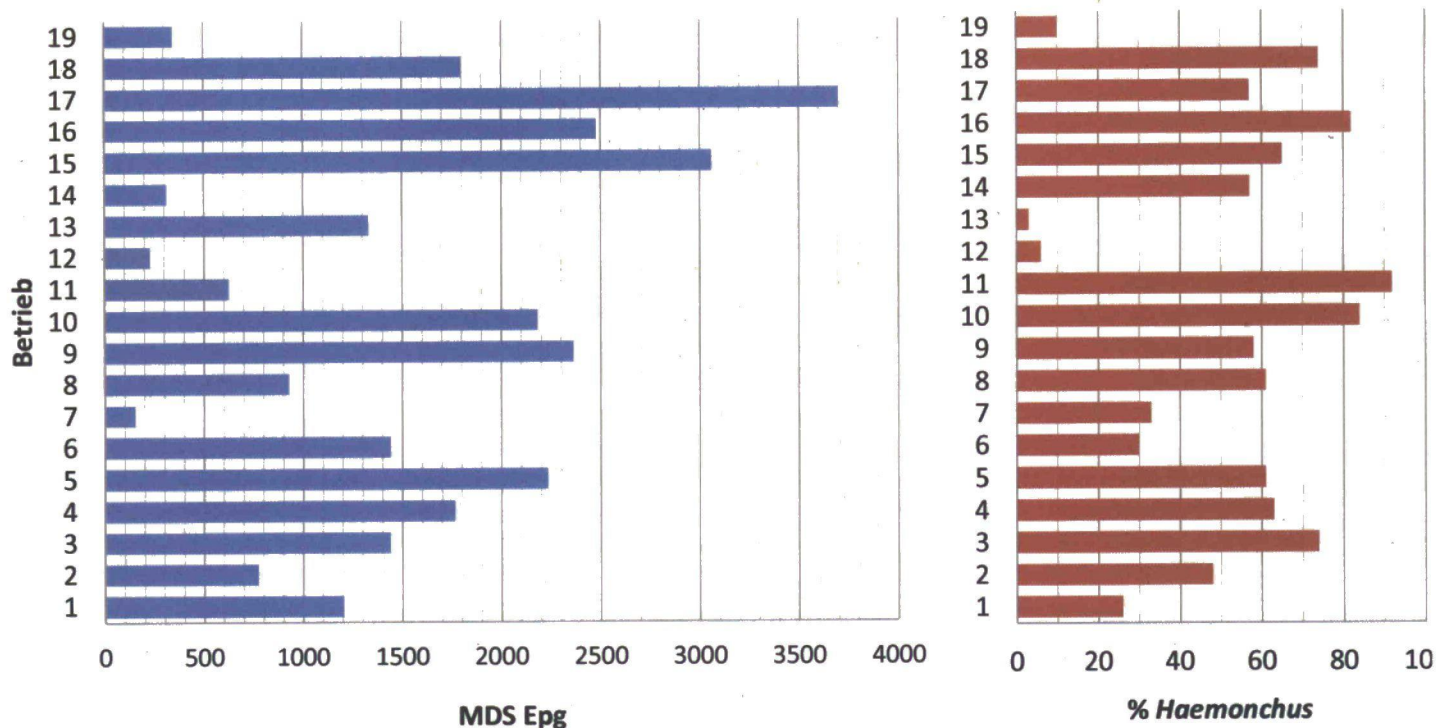
Die nachfolgend präsentierten Resultate sind noch nicht publiziert. Diese sind deshalb vertraulich zu behandeln



Figur 1. Anteil von *Haemonchus contortus* im Sommer und Herbst 2012, gemittelt über alle Betriebe und auf Betriebsebene über repräsentative Sammelkotproben und Agglutinin-Fluoreszenz Analyse bestimmt.

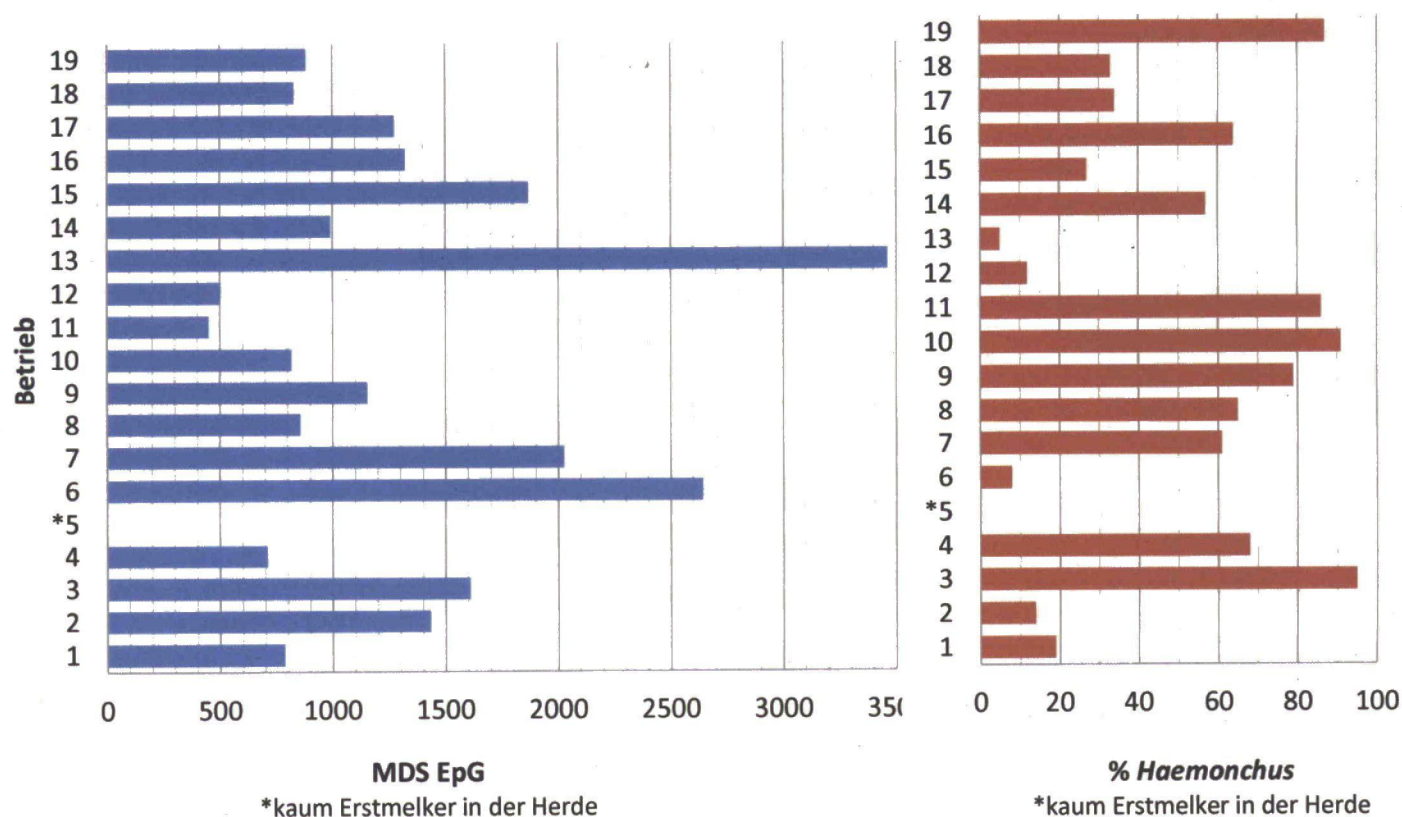


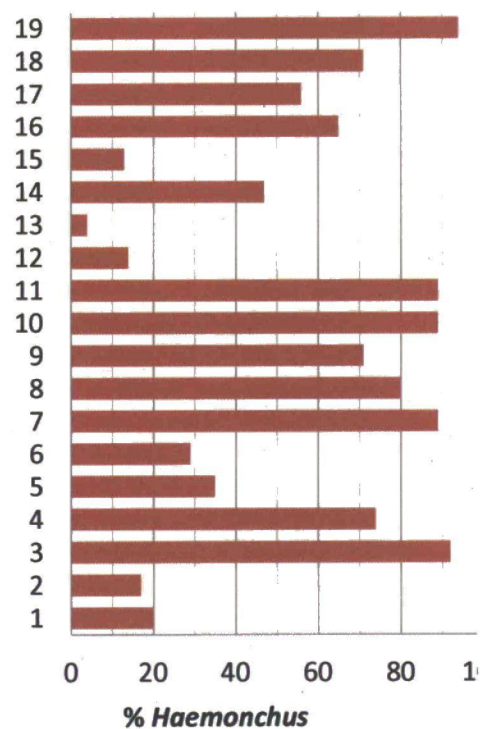
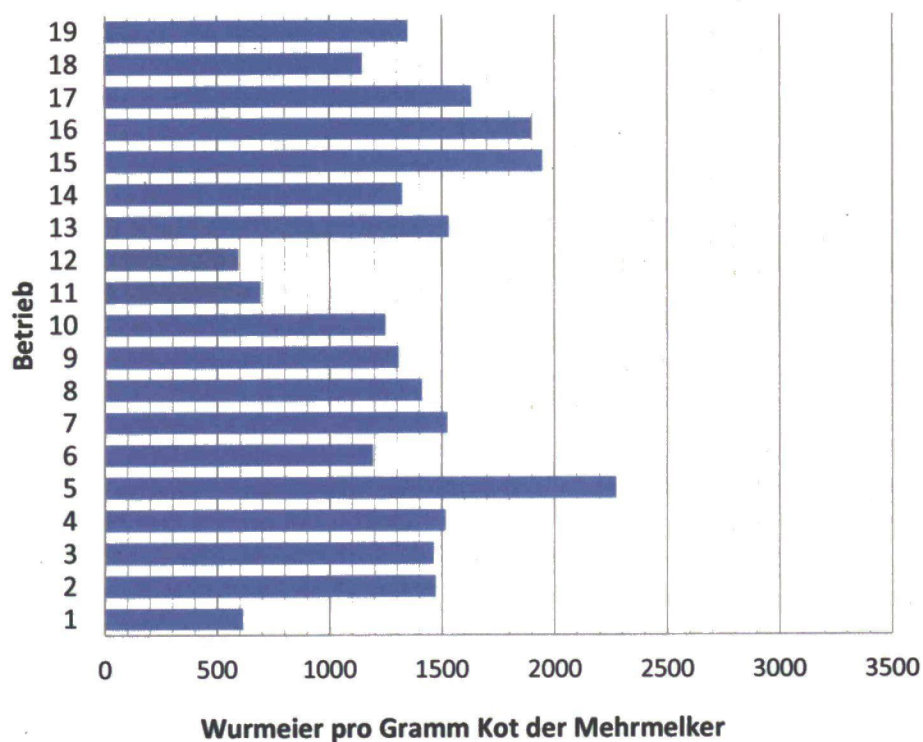
Figur 2. Mittlere MDS Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) und entsprechender Anteil an *H. contortus* von primiparen Ziegen für 19 untersuchte Betriebe im Sommer 2012.



Figur 3 (oben). Mittlere MDS Eiausscheidung pro Gramm Kot (EpG) und entsprechender Anteil an *H. contortus* von multiparen Ziegen für 19 untersuchte Betriebe im Sommer 2012.

Figur 4 (unten): Gleich wie Figur 3 aber Daten für primipare Ziegen im Herbst 2012





Figur 5. Wie Figur 4 aber für multipare Ziegen im Herbst

Tabelle 1. Wirksamkeitsdaten Eprinex® und Endex®. Gemäss Eizahlreduktionstest nach WAAVP Richtlinien, mit n = 20 Ziegen pro Betrieb. Die Wirksamkeit wurde nach der Sommerbeprobung ermittelt.

Betrieb	Wirksamkeit Eprinex (%)	Wirksamkeit Endex (%)
1	77	-
2	60	-
3	81	-
4	98	-
5	34	-
6	-37	-
7	-34	-
8	29	-
9	12	-
10	89	-
11	93	-
12	43	-
13	33	-
14	90	-
15	-	99
16	-	90
17	-	100
18	-	97
19	-	99
20		99

4. Arbeiten und Resultate im Jahr 2013

Statistische Analyse

Daten: 20 Ziegenherden (Betriebe) wurden der Studie zugewiesen, die Auswahl geschah aufgrund der mittleren Verwandtschaft zwischen den Tieren auf den verschiedenen Betrieben, deren Exposition bzgl. MDS und ihrer geografischen Lage. Die plausibilisierten Rohdaten bestanden aus 2974 Phänotypen zu Eiausscheidung (Wurmeier pro Gram Kot, EpG), 2961 FAMACHA scores und 2937 Messungen zu packed cell volume (PCV = Haematokrit) von 1585 Tieren. Die Plausibilisierungen stellten sicher, dass der Wertebereich für die Variablen EpG, FAMACHA, PCV, das Datum des Betriebsbesuchs, die Angabe zum verwendeten Anthelmintikum und dessen Wirksamkeit sowie die Angabe zur Jahreszeit in einem plausiblen Bereich lagen. Die Wirksamkeit des Anthelmintikums wurde an einer Stichprobe von 20 Ziegen pro Betrieb erhoben und auf alle Tiere des Betriebes extrapoliert.

Der Schweizerische Ziegenzuchtverband (SSZV) stellte dem Projekt die Laktations- und Testtagesleistungen von Milch-, Fett- und Eiweissmenge aller Tiere im Projekt zur Verfügung. Diese Daten beinhalteten auch das Geburtsdatum der Tiere, deren Wurfdatum, Rasse, Laktationsnummer und Herdenzugehörigkeit. Auch diese Daten wurden auf plausible Wertebereiche überprüft. Es wurden nur Leistungsdaten zu Tieren verwendet, die auch eine phänotypische MDS Messung entweder zu EpG, FAMACHA oder PCV hatten. Es wurde jene Laktations- oder Testtagesleistung modelliert, die zeitlich am nächsten zum MDS Phänotyp lag.

Das Pedigree aller Tiere im Projekt stammte ebenfalls vom SSZV Herdebuch. Total wurden 10043 Tiere analysiert, 1585 davon hatten MDS und Leistungsdaten.

Methoden und Modelle: Die Daten wurden mittels linearer Modelle analysiert. EpG ist nicht normalverteilt. Via Powertransformation wurde eine neue Variable EpGtrans erstellt, wobei $\text{EpGtrans} = (\text{EpG} + 1)^{0.36}$ die beste Näherung an die Normalverteilung lieferte (Shapiro-Wilk Test). Die abhängigen Variablen EpGtrans, FAMACHA, PCV und die Milchleistung wurden univariat und multivariat modelliert. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die 8 verschiedenen Modelle. Die fixen Effekte der Rasse, der Saison (Frühjahr/Herbst), des Geschlechts, des Anthelmintikums (Eprinex oder Endex), der Wirksamkeit des Anthelmintikums (EpG Reduktion, siehe auch Tabelle 1) und des Alters wurden bei allen Modellen gefittet. Die Rasse wurde als genetische Gruppe gefittet, d.h. dass bei jedem Tier die entsprechenden Rassenanteile der Saanen und Gemsfarbigen Gebirgsziegen als Effekte modelliert wurden. Das Alter wurde als Altersklasse gefittet: 1-290 Tage, 291-980 Tage und >980 Tage alt. Um die Wirksamkeit der Entwurmung zu modellieren, wurden 6 Faktorstufen gebildet: <21% Reduktion, 21-40% Reduktion, ..., 81-100% Reduktion EpG und „fehlend“ für die Beobachtungen des ersten Betriebsbesuchs. Die Milchleistung der Laktation wurde nur im multivariaten Modell MV31+m als fixer Effekt miteinbezogen und zwar abgestuft als „fehlend“, <200kg, 200-300kg, ..., 400-500kg und >500kg Milch. Das Laktationsstadium wurde als Laktationsmonat erfasst, wobei max. 2 schlecht besetzte Monate zusammengefasst wurden. Als zufällige Effekte wurden in allen Modellen das Tier und die Permanente Umwelt für MDS sowie der Betrieb verwendet. Dies erlaubte die Schätzung der Erblichkeit der MDS Phänotypen bzw. die Modellierung wiederholter Messungen der MDS Phänotypen. Die multivariaten Modelle mit Milchleistung des Testtages enthielten zudem einen permanenten Umwelteffekt für die Milchleistung, weil diese ebenfalls wiederholt gemessen wurde.

	Modelle							
Abhängige Variable	uEpG	uEpGtrans	uFam	uPCV	MV3	MV3+m	MV4L	MV4TD
EpG	x							
EpGtrans		x			x	x	x	x
Famacha			x		x	x	x	x
PCV				x	x	x	x	x
Milchmenge Laktation							x	
Milchmenge Testtag								x
Fixe Effekte								
Rasse	x	x	x	x	x	x	x	x
Saison	x	x	x	x	x	x	x	x
Geschlecht	x	x	x	x	x	x	x	x
Anthelmintikum	x	x	x	x	x	x	x	x
EpG Reduktion	x	x	x	x	x	x	x	x
Alter	x	x	x	x	x	x	x	x
Lactation							x	x
Milchmenge Laktation						x		
Laktationsstadium								x
Zufällige Effekte								
Tier	x	x	x	x	x	x	x	x
Permanente Umwelt MDS	x	x	x	x	x	x	x	x
Permanente Umwelt Milchleistung								x
Betrieb MDS	x	x	x	x	x	x	x	x
Betrieb Milchleistung							x	x
Klassierer FAMACHA			x		x	x	x	x

Tabelle 2: Analysemodelle

Resultate: Das primäre Interesse bestand in der Schätzung der Erbllichkeit für die MDS Phänotypen. Diese ist in allen verwendeten Modellen etwa gleich hoch geschätzt worden und in Tabellen 3 und 4 für die multivariaten Modelle angegeben. Diese Modelle erlauben auch die Schätzung der Korrelationen zwischen den Merkmalen (offdiagonale Werte). Von den modellierten Umwelteinflüssen zeigt der Klassierer des FAMACHA Scores einen geringen Einfluss. Dies ist erwünscht und zeigt auf, dass die FAMACHA Klassierung einheitlich über alle Klassierer gleich gut funktioniert hat. Ebenso wenig relevant sind die permanenten Umwelteffekte, d.h.

jene Umwelteffekte, die auf wiederholte Messungen am gleichen Tier konstant bleiben (z.B. der Verdauungstrakt des Tieres), alle übrigen Umwelteinflüsse sind jedoch relevant. Das primäre Merkmal EpGtrans zeigt eine Erblichkeit von 0.08. Damit zeigt die Belastung eines Tieres mit MDS eine Erblichkeit, die im Vergleich zu Schafen etwas tiefer liegt, aber für ein funktionelles Krankheitsmerkmal im mittleren Bereich liegt und eine züchterische Bearbeitung erfolgversprechend macht. Das Merkmal FAMACHA, das leichter und wesentlich kostengünstiger am Tier zu erheben ist, zeigt eine dreifach höhere Erblichkeit und liegt im Bereich der Erblichkeiten für Merkmale der Milchleistung. Leider besteht aber zwischen dem FAMACHA Score und dem wirklich interessierenden Merkmal EpG keine genetische Korrelation. Dies bedeutet, dass FAMACHA Scores nicht stellvertretend (und damit kostengünstig) für das Merkmal EpG erhoben werden können.

EpGtrans	Famacha	PCV	Milchmenge
0.08	-0.04	-0.33	0.12
	0.24	-0.63	0.13
		0.23	-0.37
			0.28

Tabelle 3: Resultate des Modells MV4L: 4 Merkmalsmodell mit EpG, FAMACHA, PCV und Laktationsleistung Milch als abhängige Variablen. Heritabilitäten auf der Diagonalen, genetische Korrelationen off-diagonal.

EpGtrans	Famacha	PCV	Milchmenge
0.08	-0.04	-0.34	0.41
	0.24	-0.64	0.06
		0.23	-0.3
			0.12

Tabelle 4: Resultate des Modells MV4TD: 4 Merkmalsmodell mit EpG, FAMACHA, PCV und Milchleistung des zeitlich am nächsten liegenden Testtages als abhängige Variablen. Heritabilitäten auf der Diagonalen, genetische Korrelationen off-diagonal.

Das Merkmal PCV ist mit EpG genetisch schwach, mit FAMACHA hingegen hoch korreliert und weist eine mittlere Erblichkeit im Bereich von FAMACHA auf. PCV ist aber ebenfalls nicht einfach zu erheben und damit als Hilfsmerkmal für EpG nicht geeignet. Die genetischen Korrelationen zur Milchleistung einer ganzen Laktation sind klein, einzig für PCV etwas erhöht. Weil die Belastung mit MDS in den in dieser Studie untersuchten Herden hoch war, zeigt sich hier kein Zusammenhang: Die meisten Tiere waren im Verlauf ihrer Laktation MDS und deren negativen Auswirkungen auf die Leistung ausgesetzt. Wird hingegen die Milchleistung des am nächsten zur Beprobung liegenden Testtages modelliert, dann zeigt sich eine moderate positive genetische Korrelation zwischen der Testtagesleistung und EpG. Diese positive Korrelation ist ungünstig und bedeutet, dass genetisch leistungsstärkere Tiere gleichzeitig eine höhere Anfälligkeit für MDS haben.

Schlussfolgerungen:

- Die Erbllichkeit für EpG lässt eine erfolgreiche Zucht auf MDS Resistenz zu.
- Die Merkmale FAMACHA und PCV eignen sich nicht als Hilfs- oder Stellvertretermerkmale für EpG.
- Die ungünstige Korrelation zur Milchleistung erfordert ein Zuchtprogramm mit Selektion nach Gesamtzuchtwert unter Berücksichtigung aller wirtschaftlich langfristig wichtiger Merkmale.
- Wegen der teuren Erhebung von EpG ist die Selektion auf EpG Resistenz über die Selektion von resistenten Böcken am Besten geeignet.
- Eine Nachzuchtprüfung für Böcke auf EpG würde Zuchtwerte mit hoher Sicherheit ergeben.
- Wegen der hohen Kosten der MDS Bekämpfung und der damit verbundenen Resistenzproblematik (Entwurmungsmittel) ist die Einführung eines Zuchtprogramms mit einer Nachzuchtprüfung für das Merkmal EpG und weiterer Merkmale eines zu entwickelnden Gesamtzuchtwertes zu empfehlen.
- Aufgrund der begrenzten finanziellen Mittel, die der Schweizerischen Ziegenzucht zur Verfügung stehen ist davon auszugehen, dass die Entwicklung eines entsprechenden Zuchtprogramms finanziell und wissenschaftlich unterstützt werden muss.

Ausblick: Die vorliegenden Resultate dieses Projekts werden zur Zeit zu einer wissenschaftlichen Publikation aufbereitet. Bis zum Schlussbericht der COST Action FA0805 im April 2014 wird diese Publikation vorliegen.

5. Weitere Informationen

Finanzielles

Das Projekt befand sich per Ende Jahr 2012 in einem finanziellen Defizit von 43'000 CHF. Der Schweizerische Ziegenzuchtverband (SZZV), der über diese Situation informiert wurde, konnte im Januar 2013 10'000 CHF für das Projekt sprechen, sodass das Defizit nun bei Abschluss des Projekts bei 33'000 CHF liegt.

Personelles

Wie bereits im Jahresbericht 2011 erwähnt hat Herr Markus Grohmann von der BOKU Universität, Wien, Österreich, im Frühjahr 2012 im Rahmen des Projekts seine Masterarbeit erfolgreich abgeschlossen. Die Arbeit war dem Zwischenbericht 2012 beigelegt. Im Weiteren konnten für die beiden Beprobungsperioden im Rahmen der COST Aktion FA0805 zwei wissenschaftliche Kurzaufenthalte von jungen ausländischen Forschern organisiert werden. Im Frühsommer hatte Herr Ferit Uzunoglu (Masterstudent an der BOKU Universität Wien) die Gelegenheit im Projekt mitzuarbeiten. Im Herbst konnten wir Herrn Anastasios Saratsis von NAGREF, Thessaloniki, Griechenland für die Mitarbeit im Feld und im Labor gewinnen.

Dissemination

Erste Resultate des Projektjahres 2011 wurden am vierten Workshop der COST Aktion FA0805 in Gran Canaria, Spanien (19.-21.9.2012) vorgestellt. Die Zusammenfassung des entsprechenden Vortrags war dem Zwischenbericht 2012 beigelegt.

Das Gesamtprojekt inklusive aller Resultate wurde am Abschlussworkshop der COST Aktion FA0805 in Berlin, Deutschland (2.-4.12.2013) vorgestellt. Die Zusammenfassung des entsprechenden Vortrags ist diesem Bericht beigelegt.

Nebst der auf Seite 11. dieses Berichts erwähnten wissenschaftlichen Publikation werden die Resultate des Projekts auch im Forum für Kleinwiederkäuer (Schweizer Fachzeitschrift für Kleinwiederkäuer) präsentiert werden. Zudem ist vorgesehen, das Projekt an Veranstaltungen des Schweizer Ziegenzuchtverbands (SZZV) vorzustellen.

6. Dank

Wir bedanken uns für die finanzielle Unterstützung des Bundesamts für Landwirtschaft.

Cost action FA 0805



Final CAPARA General Assembly & MC Meeting 2-4. December 2013 in Berlin (Germany)

Title: The genetic basis for the selection of goats resistant to gastrointestinal nematodes

Heckendorn F.^{1*}, Perler, E.¹, Isensee, A.¹, Amsler, Z.¹, Werne, S.¹, Grohmann, M.^{1,2}, Uzunoglu, F.^{1,2}, Saratsis, A.³, Maurer, V.¹ and Stricker, C.⁴

¹ Research Institute for Organic Agriculture (FiBL), PO BOX 219, 5070 Frick, Switzerland

² University of Natural Resources and Life Sciences, Gregor Mendel Str. 33, 1180 Vienna, Austria

³ Veterinary Research Institute, Hellenic Agricultural Organisation-Demeter, Thessaloniki Greece

⁴ AGN Genetics GmbH, Börtjistrasse 8b, 7260 Davos, Switzerland

In Australia and New Zealand the formulation of breeding values for GIN resistance led to large selection programs in sheep successfully improving genetic resistance to GIN. Compared to sheep, the progress with respect to breeding for GIN resistance for various reasons has been much slower in goats. Data on heritabilities of potential auxiliary traits for selection and knowledge about their genetic correlation to production traits is limited. The present Swiss study was designed to fill this gap.

A total of 1.500 goats (20 flocks) of the Alpine and Saanen breed were enrolled in the study. They were individually phenotyped twice for faecal egg count (FEC), FEC of *Haemonchus* (HCFEC; using fluorescein based differentiation of eggs), FAMACHA eye scores and packed cell volume (PCV) within the period from May to October 2012. After the first phenotype recording, GIN infections of all study animals were cleared with either Eprinomectin or Levamisole in order to assure recording of independent GIN populations. The efficacy of anthelmintic treatments was determined by faecal egg count reduction tests (FECRTs). Heritabilities of and genetic correlations between traits were estimated using mixed linear models with transformed FEC, FAMACHA, PCV and milk yield as dependent variables. Breed, season, sex, type of anthelmintic treatment, age, lactation number were considered fixed effects, whereas animal, classifier, herd and permanent environment were modelled as random effects.

The heritability of FEC was around 0.08. Although the heritabilities of Famacha eye scores and PCV were 0.24 and 0.23, the genetic correlation of these traits with FEC was low. The genetic correlation between FEC and milk yield was low. Heritability of HCFEC was slightly smaller (0.05) compared to FEC but the genetic correlations were more pronounced: 0.22 for HCFEC and FAMACHA, -0.52 for HCFEC and PCV. However, we also found the genetic correlation between HCFEC and milk yield to be 0.62, which is a downside for the future implementation of a selection program for increased genetic resistance to GIN in goats.

FECRTs revealed considerable resistance of GIN populations against Eprinomectine (30-95% efficacy) and a comparatively good efficacy of Levamisole (85-100% efficacy).