

# Der Einfluss von Polymorphismen im Prionprotein-Gen bei Merinoland- und Rhönschafen auf Fruchtbarkeitsmerkmale bei Mutterschafen und Gewichte bei Lämmern

H. BRANDT, GESINE LÜHKEN, SHIRIN LIPSKY, G. ERHARDT<sup>1</sup>

## 1 Einleitung

Beim Schaf wird die Empfänglichkeit für die Traberkrankheit (Scrapie), eine transmissible spongiforme Enzephalopathie (TSE), durch Polymorphismen im Prionprotein (PrP) beeinflusst (GOLDMANN et al., 1991; HUNTER et al., 1994). Die größte Bedeutung haben dabei Aminosäurevariationen an den Positionen 136, 154 und 171 mit den folgenden Haplotypen (vereinfacht als Allele bezeichnet): A<sub>136</sub>R<sub>154</sub>Q<sub>171</sub> (ARQ), ARR, AHQ, ARH und VRQ (HUNTER et al., 1996; HUNTER et al., 1997; DAWSON et al., 1998). Tiere mit dem homozygoten Genotyp ARR/ARR zeigen in allen bisherigen Studien die geringste Empfänglichkeit bzw. die höchste Resistenz im Hinblick auf Scrapie bzw. TSE. Die Allele ARK, AHR und VRR wurden in niedriger Frequenz bei verschiedenen Schafrassen identifiziert (GOMBOJAV et al. 2003; KUTZER et al. 2002; TKACIKOVA et al. 2003), wobei allerdings keine Daten über ihren möglichen Einfluss auf die Scrapie-Empfänglichkeit vorliegen.

In der Entscheidung 2002/1003/EC vom 18.12.2002 wurden Mindestanforderungen an eine Erhebung der PrP-Genotypen von Schafrassen in den einzelnen EU-Mitgliedsländern festgelegt. Diese Erfassung der rassespezifischen Allel- und Genotypfrequenzen ist am 01.07.2003 abgeschlossen worden. Für die deutschen Rassen hat es sich gezeigt, dass die ermittelten Frequenzen zwischen den Rassen sehr unterschiedlich sind. Mit der Entscheidung 2003/100/EG vom 14.02.2003 wurden Mindestanforderungen an die Aufstellung von Programmen zur Züchtung von Schafen auf Resistenz gegenüber Scrapie bzw. TSE festgelegt. Mit dieser Entscheidung hat jeder EU-Mitgliedsstaat für seine bedeutenden einheimischen Schafrassen ein entsprechendes Resistenz-Zuchtprogramm einzuführen.

Der Erfolg von Programmen zur Zucht auf Scrapie-Resistenz über die Selektion auf den homozygoten Genotyp ARR/ARR ist in erster Linie von der Ausgangsfrequenz des ARR-Allels abhängig. Besonders in kleinen Populationen mit niedrigen Ausgangsfrequenzen kann eine drastische Verdrängungszucht auf Tiere mit dem Genotyp ARR/ARR schnell zu einem Verlust an genetischer Variabilität und einem erhöhten Inzuchtgrad führen. Neben diesem Flaschenhalseffekt spielen aber auch Assoziationen zwischen PrP-Allelen und Produktions- und Reproduktionsmerkmalen sowie Merkmalen der allgemeinen Fitness und anderen Gesundheitsmerkmalen eine bedeutende Rolle (ERHARDT et al., 2002). Bisher gibt es nur wenige Untersuchungen, die der Frage nach möglichen negativen Selektionseffekten auf wirtschaftlich wichtige Leistungsmerkmale nachgegangen sind.

Studien aus Großbritannien (PROKOPOVA et al., 2002) über den Einfluss der Scrapie-Resistenzzucht auf Mastleistungs- und Schlachtkörpermerkmale an einer schottischen Suffolk Herde haben keine negativen Selektionseffekte erkennen lassen. In einer Untersuchung von DE VRIES et al. (2003) wurden diese Ergebnisse auch für die Lebenszunahme, die Ultraschallmessergebnisse für Fettauflage und Rückenmuskeldicke und die

<sup>1</sup> Institut für Tierzucht und Haustiergenetik der Justus-Liebig-Universität Giessen, Ludwigstr. 21 b, 35390 Giessen. E-mail: Horst.R.Brandt@agr.uni-giessen.de

Bonitierung der Bemuskelung und der Wolle an Fleischschafzuchten aus Schleswig-Holstein bestätigt.

Auch für Milchleistungsmerkmale bei zwei Milchschafzuchten in Frankreich konnte keine Assoziation zwischen Leistungsvermögen und PrP-Genotypen gefunden werden (BARILLET et al., 2002).

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen sollte geklärt werden, ob es bei Merinoland- und Rhönschafen Beziehungen zwischen Reproduktionsmerkmalen, Geburtsgewichten und dem frühen Wachstum von Lämmern zu Polymorphismen am Prionprotein-Gen gibt, die bei einer Zucht auf Scrapie-Resistenz berücksichtigt werden müssen.

## 2 Material und Methoden

Für die Untersuchung wurden die Aminosäurekombinationen an den Codons 136, 154 und 171 des PrP-Gens bei insgesamt 344 Mutterschafen der Rassen Merinoland- und Rhönschaf der Lehr- und Forschungsstation Oberer Hardthof der Universität Giessen durch Restriktionsfragment-Längenpolymorphismus(RFLP)-Analyse (LÜHKEN et al. 2004) ermittelt sowie deren Ablammergebnisse ausgewertet. Des Weiteren erfolgte die Genotypisierung am PrP-Gen von 254 im Zuchtjahr 2002/2003 geborenen Merinoland- und Rhönschafälammern sowie die Erfassung der Geburtsgewichte und des Gewichtes bei einem Alter von ca. 10 Wochen.

Die Ablammung erfolgte im Stall, wo die Lämmer gemeinsam mit den Muttertieren auf Tiefstreu bis zum Absetzen bei einem Alter von 12 Wochen gehalten wurden und Heu zur freien Aufnahme zur Verfügung hatten. Ab einem Alter von 14 Tagen hatten die Jungtiere über einen Lämmerschlufl Zugang zu pelletiertem Lämmermastfutter mit 18% Rohprotein und 9,5% Rohfaser ad libitum. Es wurden die Geburtsgewichte und die 10-Wochen-Gewichte der Lämmer erfasst.

Die in der Herde untersuchten Tierzahlen mit den Frequenzen der PrP-Allele – getrennt nach Mutterschafen und Lämmern innerhalb der beiden Rassen – sind in Tabelle 1 zusammengestellt.

Die Mutterschafe der Rasse Merinolandschaf stammten von insgesamt 15 Böcken, die der Rasse Rhönschaf von nur 7 Böcken ab. Als Väter der Lämmer aus dem Geburtsjahrgang 2002/2003 kamen 7 Böcke bei der Rasse Merinolandschaf und 4 Böcke bei der Rasse Rhönschaf zum Einsatz.

Für die Auswertung der Ablammergebnisse sowie der Geburtsgewichte und der 10-Wochengewichte der Lämmer wurden die gefundenen Genotypen in Klassen nach der Anzahl an ARR-Allelen (0, 1 bzw. 2 ARR-Allele) eingeteilt. Die Tierzahlen in den gebildeten Genotypklassen sind in den Ergebnistabellen (Tab. 5 und 7) der geschätzten LSQ-Mittelwerte angegeben. Bei den Mutterschafen in der Herde der Merinolandschafe war nur ein Schaf mit dem Genotyp ARR/ARR vorhanden. Dieses Tier wurde bei der Auswertung der Ablammergebnisse nicht berücksichtigt. Bei der Analyse der Merkmale der Lämmer blieben die vier gefundenen Tiere mit dem Genotyp ARR/ARR bei den Merinolandschafen und die fünf identifizierten Tiere ohne ein ARR-Allel bei den Rhönschafen ebenfalls unberücksichtigt. Die Rohmittelwerte und Standardabweichungen der untersuchten Ablammergebnisse mit den Tierzahlen (Anzahl Ablammungen) sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Die Rohmittelwerte und Standardabweichungen für die Merkmale bei den Lämmern mit Angabe der Tierzahlen nach Rasse und Geschlecht sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Da die Klasse mit zwei ARR-Allelen bei den Merinolandschafen und bei den Rhönschafen die Klasse mit keinem ARR-Allel bei den Lammgewichten nicht besetzt war, wurde die statistische Auswertung für alle Merkmale getrennt nach Rassen durchgeführt.

Tab. 1. Allelfrequenzen der gefundenen PrP-Allele in Prozent bei den Mutterschafen und Lämmern nach Rassen  
*Frequencies of the observed PrP-alleles in per cent in ewes and lambs by breeds*

| PrP-Allel | Mutterschafe             |                   | Lämmer                   |                   |
|-----------|--------------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|
|           | Merinolandschaf<br>n=273 | Rhönschaf<br>n=71 | Merinolandschaf<br>n=179 | Rhönschaf<br>n=75 |
| ARR       | 9,3                      | 68,3              | 22,9                     | 72,0              |
| AHQ       | 22,0                     | 0,7               | 25,7                     | 0,0               |
| ARH       | 2,0                      | 15,5              | 1,4                      | 11,3              |
| ARQ       | 66,7                     | 14,1              | 50,0                     | 16,0              |
| VRQ       | 0,0                      | 1,4               | 0,0                      | 0,7               |

Tab. 2. Anzahl Ablammungen (n), Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichungen (Std) der Ablammergebnisse nach Rassen  
*Number of lambings (n), means ( $\bar{x}$ ) and standard deviations (Std) of lambing results by breeds*

|                              | Merinolandschaf |           |       | Rhönschaf |           |       |
|------------------------------|-----------------|-----------|-------|-----------|-----------|-------|
|                              | n               | $\bar{x}$ | Std   | n         | $\bar{x}$ | Std   |
| Geborene Lämmer, n           | 951             | 1,63      | 0,587 | 182       | 1,56      | 0,531 |
| Tot geborene Lämmer, n       | 951             | 0,13      | 0,406 | 182       | 0,06      | 0,261 |
| Verluste, n                  | 951             | 0,19      | 0,435 | 182       | 0,13      | 0,370 |
| Mittleres Geburtsgewicht, kg | 616             | 5,19      | 1,000 | 145       | 4,22      | 0,945 |

Tab. 3. Anzahl Tiere (n) und Mittelwerte ( $\bar{x}$ ) und Standardabweichungen (Std) der Merkmale bei Lämmern nach Rasse und Geschlecht  
*Number of animals (n) and means ( $\bar{x}$ ) and standard deviations (Std) for lamb traits by breed and sex*

| Rasse           | Geschlecht | Anzahl    | Geburts-<br>gewicht<br>kg | Gew.10<br>Wochen<br>kg | Tägliche<br>Zunahme<br>g | Alter<br>Tage |
|-----------------|------------|-----------|---------------------------|------------------------|--------------------------|---------------|
| Merinolandschaf | Männlich   | n         | 69                        | 65                     | 65                       | 65            |
|                 |            | $\bar{x}$ | 5,4                       | 32,0                   | 354                      | 76,8          |
|                 |            | Std       | 1,04                      | 5,41                   | 62,6                     | 11,85         |
|                 | Weiblich   | n         | 106                       | 101                    | 101                      | 101           |
|                 |            | $\bar{x}$ | 5,0                       | 29,9                   | 303                      | 75,8          |
|                 |            | Std       | 0,88                      | 5,26                   | 66,7                     | 17,31         |
| Rhönschaf       | Männlich   | n         | 37                        | 31                     | 31                       | 31            |
|                 |            | $\bar{x}$ | 4,1                       | 24,1                   | 260                      | 72,8          |
|                 |            | Std       | 0,80                      | 5,92                   | 75,1                     | 13,17         |
|                 | Weiblich   | n         | 33                        | 32                     | 32                       | 32            |
|                 |            | $\bar{x}$ | 3,8                       | 20,5                   | 219                      | 76,2          |
|                 |            | Std       | 0,81                      | 3,42                   | 39,1                     | 9,97          |

Für die Auswertung der Ablammergebnisse wurde die Prozedur MIXED (SAS, Version 8.2, 2002) angewendet. Als fixe Effekte wurden im Modell die Genotypklasse, die Nummer der Lammung (Klasse 5 enthält alle Daten ab der 5. Lammung), das Jahr (alle Daten vor 1999 wurden in der Klasse 1999 zusammengefasst) und für das mittlere Geburtsgewicht zusätzlich der Geburtstyp (Einling oder Zwilling) einbezogen. Zur Berücksichtigung der wiederholten Leistungen wurde das Mutterschaf als zufälliger Effekt in das Modell aufgenommen. Zusätzlich wurde der Vater des Mutterschafes im Modell ebenfalls als zufälliger Effekt berücksichtigt (Modell 1), um den additiv-genetischen Effekt getrennt vom Einfluss des PrP-Genotyps bzw. der Genotypklasse schätzen zu können.

Modell 1 für Ablammergebnisse

$$y_{ijklmno} = \mu + Gt_i + Lnr_j + Jahr_k + Gtyp_l + Vater_m + Mutter_n + e_{ijklmno}$$

mit

$y_{ijklmno}$  = Beobachtungswert des Tieres

$\mu$  = Mittel im jeweiligen Merkmal

$Gt_i$  = fixer Effekt der Genotypklasse des Mutterschafes (3 Klassen beim Rhönschaf und 2 Klassen beim Merinolandschaf)

$Lnr_j$  = fixer Effekt der Nummer der Lammung (5 Klassen)

$Jahr_k$  = fixer Effekt des Jahres der Ablammung (5 Klassen)

$Gtyp_l$  = fixer Effekt des Geburtstyps (Einling, Zwilling) nur für das mittlere Geburtsgewicht

$Vater_m$  = zufälliger Effekt des Vaters des Mutterschafes

$Mutter_n$  = zufälliger Effekt des Mutterschafes

$e_{ijklmno}$  = zufälliger Restfehler

Für die Merkmale bei den Lämmern wurden mittels der Prozedur MIXED (SAS, Version 8.2, 2002) als fixe Einflussfaktoren die Genotypklasse, das Geschlecht und der Geburtstyp (Einling oder Zwilling) berücksichtigt. Für das 10-Wochengewicht wurde das Alter beim Wiegen als Kovariable ins Modell aufgenommen. Der Vater der Lämmer wurde als zufälliger Effekt im Modell berücksichtigt (Modell 2).

Modell 2 für Lammgewichte und Zunahme

$$y_{ijklm} = \mu + Gt_i + S_j + Gtyp_k + Vater_l + b(\text{Alt}_{ijklm} - \overline{\text{Alt}}) + e_{ijklm}$$

mit

$y_{ijklm}$  = Beobachtungswert des Tieres

$\mu$  = Mittel im jeweiligen Merkmal

$Gt_i$  = fixer Effekt der Genotypklasse des Lammes (2 Klassen)

$S_j$  = fixer Effekt des Geschlechts (2 Klassen)

$Gtyp_k$  = fixer Effekt des Geburtstyps (Einling, Zwilling)

$Vater_l$  = zufälliger Effekt des Vaters des Mutterschafes

$b(\text{Alt}_{ijklm} - \overline{\text{Alt}})$  = Alter als Kovariable

$e_{ijklm}$  = zufälliger Restfehler

### 3 Ergebnisse und Diskussion

Bei Merinolandschafen (Tab. 2, Tab. 3) liegen das Ablammergebnis, das Geburtsgewicht und die täglichen Zunahmen auf einem Niveau, das in Abhängigkeit von Geschlecht und Geburtstyp den Angaben von MENDEL (1988), SCHLOLAUT und WACHENDÖRFER (1992) und LENZ (2003) für diese Rasse entspricht. Demgegenüber liegen beim Rhönschaf (Tab.

2, Tab. 3) sowohl das Ablammergebnis, das Geburtsgewicht als auch die täglichen Zunahmen auf einem etwas höheren Niveau als von SCHLOLAUT und WACHENDÖRFER (1992), BEIER (1984), LINNEKOHL UND HUNDT (1958) und LINNEKOHL UND WABMUTH (1957) angegeben. Dies lässt sich dadurch erklären, dass laut KRAUS et al. (1998) in der Population der Rhönschafe eine Umzüchtung hin zu höheren Gewichten zu beobachten ist, woraus höhere Zunahmen und höhere Geburtsgewichte resultieren.

Im Vergleich zwischen den Mutterschafen und dem letzten Lämmerjahrgang hat sich die Frequenz des gewünschten ARR-Allels beim Merinolandschaf mehr als verdoppelt (Tabelle 1). Hier ist deutlich der Effekt der Selektion auf den Genotyp ARR/ARR zu erkennen. Bei den Rhönschafen lag die Ausgangsfrequenz mit 68 % schon sehr hoch und ist daher nur geringfügig auf 72 % angestiegen. Bei den Merinolandschafen hat das ARQ-Allel die höchste Frequenz; dies deckt sich auch mit der Mitteilung der BR Deutschland an die Europäische Kommission über die Häufigkeit verschiedener PrP-Genotypen in deutschen Schafrassen vom 01.07.2003 im Rahmen der EU-Entscheidung 2002/1003/EC vom 18.12.2002. Bis auf die Frequenz des AHQ-Allels beim Merinolandschaf (22 bis 25 % in dieser Untersuchung gegenüber 9 % in o.g. Mitteilung) stellt das hier untersuchte Datenmaterial für beide Rassen in Bezug auf die Allelfrequenzen eine zu obiger Mitteilung vergleichbare Stichprobe dar.

### 3.1 Ablammergebnisse

Die Signifikanz der im Modell untersuchten fixen Einflussfaktoren auf die Ablammergebnisse für die beiden Rassen ist in Tabelle 4 zusammengestellt.

Die Tabelle 4 macht deutlich, dass der Einfluss der Genotypklasse bei beiden Rassen und über alle Merkmale keinen signifikanten Effekt zeigt. Dies wurde bisher auch bei anderen Rassen und anderen Merkmalen (DE VRIES et al., 2003) gefunden. Der Jahreseinfluss zeigt sich nur für das mittlere Geburtsgewicht als hoch signifikant über beide Rassen, ebenso wie der erwartete Einfluss des Geburtstyps auf dieses Merkmal. Die unterschiedlichen Signifikanzen der Effekte Nummer der Lammung und Jahr auf die restlichen Merkmale können teilweise durch die geringeren Tierzahlen bei den Rhönschafen erklärt werden.

Die geschätzten LSQ-Mittelwerte der Ablammergebnisse für die Genotypklassen innerhalb der Rassen sind in Tabelle 5 aufgelistet.

Tab. 4. Signifikanz der Einflussfaktoren auf die Ablammergebnisse nach Rassen  
*Significance of effects on lambing traits by breeds*

| Effekt             | Geborene Lämmer |    | Tot geborene Lämmer |     | Verluste |    | Mittleres Geburtsgewicht |     |
|--------------------|-----------------|----|---------------------|-----|----------|----|--------------------------|-----|
|                    | ML              | RH | ML                  | RH  | ML       | RH | ML                       | RH  |
| Genotypklasse      | ns              | ns | ns                  | ns  | ns       | ns | ns                       | ns  |
| Nummer der Lammung | ***             | ns | ns                  | ns  | *        | ns | ***                      | ns  |
| Jahr               | ns              | ns | ns                  | *** | ***      | ns | ***                      | *** |
| Geburtstyp         | -               | -  | -                   | -   | -        | -  | ***                      | *** |

ML = Merinolandschaf

RH = Rhönschaf

ns = nicht signifikant

\* = signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %

\*\* = signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 %

\*\*\* = signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 %

Tab. 5. LSQ-Mittelwerte und Standardfehler (in Klammern) der Ablammergebnisse für die Genotypklassen nach Rassen  
*Least-square-means and standard errors (in brackets) for lambing traits for the genotype classes by breeds*

|                          | Merinolandschaf         |                        | Rhönschaf            |                       |                       |
|--------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                          | GT 0<br>n=223<br>nl=777 | GT 1<br>n=49<br>nl=174 | GT 0<br>n=8<br>nl=17 | GT 1<br>n=29<br>nl=78 | GT 2<br>n=34<br>nl=87 |
| Geborene Lämmer          | 1,62<br>(0,045)         | 1,67<br>(0,061)        | 1,78<br>(0,140)      | 1,57<br>(0,072)       | 1,63<br>(0,072)       |
| Tot geborene Lämmer      | 0,130<br>(0,021)        | 0,111<br>(0,039)       | 0,157<br>(0,067)     | 0,084<br>(0,035)      | 0,084<br>(0,035)      |
| Verluste                 | 0,167<br>(0,018)        | 0,205<br>(0,036)       | 0,127<br>(0,106)     | 0,139<br>(0,058)      | 0,134<br>(0,057)      |
| Mittleres Geburtsgewicht | 5,48<br>(0,128)         | 5,55<br>(0,155)        | 4,75<br>(0,301)      | 4,29<br>(0,222)       | 4,55<br>(0,217)       |

GT 0 = ohne ARR-Allel; GT 1 = 1 ARR-Allel, GT 2 = 2 ARR-Allele; n = Anzahl Mutterschafe;  
nl = Anzahl Lammungen

Die Tabelle zeigt bei den Rhönschafen mit allen 3 Genotypklassen tendenziell bei der Klasse ohne ARR-Allel eine höhere Zahl an geborenen Lämmern, eine höhere Zahl der tot geborenen Lämmer und auch tendenziell höhere mittlere Geburtsgewichte gegenüber den anderen beiden Klassen. Diese Unterschiede sind wohl in erster Linie darauf zurückzuführen, dass es sich in dieser Klasse nur um 8 Mutterschafe mit nur 17 Lammungen handelt. Auch in der Untersuchung von DE VRIES et al. (2003) traten signifikante Effekte zwischen Genotypklassen nur dann auf, wenn innerhalb einer Klasse geringe Tierzahlen vorlagen. Bei den Merinolandschafen mit einer viel größeren Zahl an Mutterschafen in der Klasse ohne ARR-Allel wird diese Tendenz nicht bestätigt. Zwischen den Klassen mit einem bzw. zwei ARR-Allelen zeigen sich sogar tendenziell Vorteile des ARR/ARR Genotyps gegenüber den Tieren mit nur einem ARR-Allel, die aber auch als zufällig anzusehen sind.

Obwohl die beiden Rassen Merinolands- und Rhönschaf aus dieser Untersuchung nicht alle Genotypklassen mit genügend großen Tierzahlen und Lammungen besetzt haben, gibt es aufgrund der hier gefundenen Ergebnisse keinen Hinweis darauf, dass eine Fixierung auf den homozygoten ARR/ARR Genotyp zu einem negativ korrelierten Selektionserfolg bei den Ablammergebnissen führen wird.

#### 4 Merkmale bei Lämmern

Die Signifikanz der untersuchten Einflussfaktoren auf die bei den Lämmern erfassten Merkmale ist in Tabelle 6 zusammengestellt. Auch hier zeigt sich – wie bei den Merkmalen bei den Mutterschafen – kein signifikanter Einfluss der Genotypklasse bei allen Merkmalen und beiden Rassen. Erwartungsgemäß hat der Geburtstyp einen hoch signifikanten Einfluss auf das Geburtsgewicht. Die Einlinge haben bei Merinolandschafen und bei Rhönschafen ein um 1,2 bzw. 0,8 kg höheres Geburtsgewicht sowie eine um 40 bzw. 23 g höhere Zunahme, welche zu einem um 4,2 bzw. 2,3 kg höheren 10-Wochengewicht führt. Die Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Lämmern sind bei Merinolandschafen und Rhönschafen mit 45 bzw. 40 g für die Zunahme ebenfalls hoch signifikant. Auch die Unterschiede im 10-Wochengewicht sind bei den beiden Rassen mit 4 bzw. 3,5 kg zugunsten der männlichen Lämmer signifikant unterschiedlich.

Tab. 6. Signifikanz der Einflussfaktoren auf die Merkmale bei Lämmern nach Rassen  
*Significance of effects on lamb traits by breeds*

| Effekt               | Geburtsgewicht |     | 10-Wochengewicht |     | Zunahme |    |
|----------------------|----------------|-----|------------------|-----|---------|----|
|                      | ML             | RH  | ML               | RH  | ML      | RH |
| Genotypklasse        | ns             | ns  | ns               | ns  | ns      | ns |
| Geschlecht           | *              | ns  | ***              | **  | ***     | *  |
| Geburtstyp           | ***            | *** | ***              | *   | ***     | ns |
| Alter als Kovariable | -              | -   | ***              | *** | -       | -  |

ML = Merinolandschaf

RH = Rhönschaf

ns = nicht signifikant

\* = signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 %

\*\* = signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 %

\*\*\* = signifikant bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,1 %

Tab. 7. LSQ-Mittelwerte und Standardfehler (in Klammern) der Merkmale bei den Lämmern für die Genotypklassen nach Rassen  
*Least-square-means and standard errors (in brackets) for lamb traits for the genotype classes by breeds*

|                  |    | Merinolandschaf |                 | Rhönschaf       |                 |
|------------------|----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|                  |    | GT 0<br>n = 101 | GT 1<br>n = 74  | GT 1<br>n = 32  | GT 2<br>n = 38  |
| Geburtsgewicht   | kg | 5,36<br>(0,135) | 5,35<br>(0,123) | 4,01<br>(0,127) | 4,05<br>(0,115) |
| 10-Wochengewicht | kg | 30,2<br>(0,59)  | 29,4<br>(0,70)  | 22,3<br>(0,84)  | 22,8<br>(0,75)  |
| Tägliche Zunahme | g  | 339<br>(6,44)   | 329<br>(7,83)   | 240<br>(11,53)  | 244<br>(10,30)  |

GT 0 = ohne ARR-Allel; GT 1 = 1 ARR-Allel; GT 2 = 2 ARR-Allele; n = Anzahl Lämmer

Für die Genotypklassen sind die LSQ-Mittelwerte mit ihren Standardfehlern in Tabelle 7 aufgeführt. In den Unterschieden zwischen den Genotypklassen sind bei allen Merkmalen und bei beiden Rassen keine Tendenzen zu erkennen. Ähnlich kleine Differenzen zwischen den Genotypklassen von maximal 10 g sind auch bei DE VRIES et al. (2003) für die Lebensstagszunahme bei den Rassen Texel, Suffolk und Deutsches Weißköpfiges Fleischschaf vermerkt.

Die Ergebnisse aus Tabelle 7 bestätigen alle bisher bekannten Untersuchungen zu anderen Merkmalen auch für das Geburtsgewicht und die frühe Wachstumsentwicklung von Lämmern. Es ist bei der Selektion auf homozygote ARR/ARR-Genotypen nicht mit negativ korrelierten Selektionserfolgen zu rechnen. Eine mögliche Reduktion der genetischen Variabilität und damit einhergehende Leistungseinbußen durch einen sogenannten Flaschenhals, wie er bei Rassen mit geringen ARR-Allelfrequenzen auftreten kann, ist eine andere Fragestellung, welche nicht Gegenstand dieser Untersuchung war. Diese Problematik ist besonders bei den kleinen vom Aussterben bedrohten Rassen nur durch eine optimale überregionale Zuchtplanung zu lösen.

## Zusammenfassung

An insgesamt 273 Mutterschafen der Rasse Merinolandschaf mit 951 Lammungen und 71 Mutterschafen der Rasse Rhönschaf mit 182 Lammungen wurde die Assoziation zwischen dem Prionprotein-Genotyp und Fruchtbarkeitsmerkmalen untersucht. Weiterhin standen 179 Lämmer der Rasse Merinolandschaf und 75 Lämmer der Rasse Rhönschaf zur Verfügung, um den Einfluss des PrP-Genotyps auf Geburtsgewicht, 10-Wochengewicht und die tägliche Zunahme zu untersuchen. Bei den Merinolandschafen zeigte das gewünschte ARR-Allel bei den Mutterschafen eine Frequenz von 9 % und bei den Lämmern von 23 %. In der Rasse Rhönschaf lagen diese Frequenzen bei 68 % für die Mutterschafe und 72 % für die Lämmer. Folglich wurden bei den Merinolandschafen nur sehr wenig Tiere mit dem Genotyp ARR/ARR gefunden, die aus statistischen Gründen nicht in die Analyse einbezogen wurden. Bei der Rasse Rhönschaf wurden bei den Lämmern dagegen kaum Tiere ohne ein ARR-Allel gefunden, die auch bei der Analyse unberücksichtigt blieben. Die statistische Analyse wurde für jede Rasse getrennt durchgeführt.

Für die Fruchtbarkeitsmerkmale wurden als fixe Effekte die Genotypklasse (0, 1 oder 2 ARR-Allele), die Nummer der Lammung, das Jahr der Lammung und der Typ der Lammung (Einling, Zwilling) im Modell berücksichtigt und der Vater des Mutterschafes als zufälliger Einflussfaktor. Für die Merkmale der Lämmer wurden die Genotypklasse, der Typ der Lammung und das Geschlecht als fixe Effekte und der Vater des Lammes als zufälliger Effekt im Modell berücksichtigt. Für das 10-Wochengewicht wurde als Kovariable das Alter mit einbezogen.

Es konnte für die Genotypklasse bei keiner Rasse und bei keinem untersuchten Merkmal ein signifikanter Effekt nachgewiesen werden. Aus diesen Ergebnissen kann daher die Schlussfolgerung gezogen werden, dass eine Selektion auf den PrP-Genotyp ARR/ARR keine korrelierten Selektionseffekte für Fruchtbarkeitsmerkmale beim Schaf sowie Geburtsgewichte und frühe Wachstumsmerkmale bei Lämmern erwarten lässt.

**Schlüsselwörter:** Schaf, Prionproteingen-Polymorphismen, Fruchtbarkeit, Gewichtsentwicklung

## Literatur

- BARILLET, F., O. ANDREOLETTI, I. PALHIÈRE, X. AGUERRE, J.M. ARRANZ, S. MINERY, C. SOULAS, J.P. BELLOC, M. BRIOIS, G. FREGEAT, P. TEINTURIER, Y. AMIGUES, J.M. ASTRUC, M. Y. BOSCHER and F. SCHELCHER (2002): Breeding for scrapie resistance using PrP genotyping in the French dairy sheep breeds. 7<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, August 19-23, **31**, 683-686.
- BEIER, H. (1984): Untersuchungen über 70 Jahre organisierte Rhönschafzucht und die sich daraus ergebenden Folgerungen für die Zukunft dieser Rasse. Diss. agr., Justus-Liebig-Universität Gießen.
- DAWSON M., L.J. HOINVILLE, B.D. HOSIE and N. HUNTER (1998): Guidance on the use of PrP genotyping as an aid to the control of clinical scrapie. *Vet. Rec.* **142**, 623-625.
- DE VRIES, F., N. BORCHERS, C. DRÖGEMÜLLER, H. HAMANN, S. REINECKE, W. LÜPPING und O. DISTL (2003): Analyse der Assoziation zwischen den Prionproteingenotypen und Leistungsmerkmalen bei Fleischschafzucht. *Züchtungskunde*, **75**, 249-258.
- ERHARDT, G., H. BRANDT, R. BREYHAHN, P.R. FÜRST ZU SOLMS-HOHENSOLMS-LICH, E. GROENEVELD, M. GROSCHUP, G. LÜHKEN, G. NITTER, H.-J. ROESSLER, H. SCHULTE-COERNE, H.J. THIEL und E. WEISS (2002): Stellungnahme einer gemeinsamen Projektgruppe der Deutschen Gesellschaft für Züchtungskunde e. V. und der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V. zur Genotypisierung von Schafen auf Scrapie Resistenz. *Züchtungskunde* **74**, 6-31.



- GOLDMANN, W., N. HUNTER, G. BENSON, J.D. FOSTER and J. HOPE (1991): Different scrapie-associated fibril proteins (PrP) are encoded in lines of sheep selected for different alleles of the sip gene. *J. Gen. Virol.* **72**, 2411-2477.
- GOMBOJAV A., N. ISHIGURO, M. HORIUCHI, D. SERJMYADAG, B. BYAMBAA and M. SHINAGAWA (2003): Amino acid polymorphisms of PrP gene in Mongolian sheep. *J. Vet. Med. Sci.* **65**, 78-81.
- HUNTER, N., J.D. FOSTER, W. GOLDMANN, M.J. STEAR, J. HOPE and C. BOSTOCK (1996): Natural scrapie in a closed flock of Cheviot sheep occurs only in specific PrP genotypes. *Arch. Virol.* **141**, 809-824.
- HUNTER, N., L. MOORE, B.D. HOSIE, W.S. DINGWALL and A. GREIGH (1997): Association between natural scrapie and PrP genotype in a flock of suffolk sheep in Scotland. *Vet. Rec.* **140**, 59-63.
- HUNTER, N., W. GOLDMANN, G. SMITH and J. HOPE (1994): The association of a codon-136 PrP gene variant with the occurrence of natural scrapie. *Arch. Virol.* **137**, 171-177.
- KRAUS, M., R. BEUING, M. GAULY und G. ERHARDT (1998): Zum Zuchtziel beim Rhönschaf in Hinblick auf Mutterschafgewicht und Fruchtbarkeit unter dem Aspekt extensiver und intensiver Haltung. *Arch. Tierz.* **41**, 99-109.
- KUTZER T., I. PFEIFFER and B. BRENIG (2002): Identification of new allelic variants in the ovine prion protein (PrP) gene. *J. Anim. Breed. Genet.* **119**, 201-208.
- LENZ, H. (2003): Ergebnisse der Stationsleistungsprüfung bei Schafen in der Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut GmbH Buttstedt, Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. Prüfbericht 2003.
- LINNEKOHL, K. und K. W. HUNDT (1958): Kurhessische Stammböcke in Fleischleistungsprüfung. Aus der Arbeit der Mastversuchsanstalt für Schafe Kassel-Wilhelmshöhe. *Dtsch. Schäferzeitung* **50**, 392- 393.
- LINNEKOHL, K. und R. WABMUTH: Bericht über die Arbeit der Mastversuchsanstalt für Schafe 1956/1957. Zitiert nach Beier (1984).
- LÜHKEN G., A. BUSCHMANN, M.H. GROSCHUP and G. ERHARDT (2004): Prion protein allele A<sub>136</sub>H<sub>154</sub>Q<sub>171</sub> is associated with high susceptibility to scrapie in purebred and crossbred German Merinoland Sheep. *Arch. Virol.*, in press.
- MENDEL, C. (1988): Genetische, physiologische und umweltbedingte Einflüsse auf die Fruchtbarkeit von Bergschafen. Diss. med. vet., T.U. München.
- PROKOPOVA, L., R.M. LEWIS, W.S. DINGWALL and G. SIMM (2002): Scrapie genotype: a correlation with lean growth rate? 7<sup>th</sup> World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, Montpellier, August 19-23, **31**, 779-782.
- SAS (2002): Statistical Analysis System, Version 8.2, Cary, N. C., USA
- SCHLOLAUT, W und G. WACHENDÖRFER (1992): Handbuch Schafhaltung. DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.
- TKACIKOVA L., E. HANUSOVSKA, M. NOVAK, M. ARVAYOVA and I. MIKULA (2003): The PrP genotype of sheep of the improved Valachian breed. *Folia Microbiol.* **48**, 269-276.

## Danksagung

Die Autoren danken den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Lehr- und Forschungsstation Oberer Hardthof für ihre technische Unterstützung bei den durchgeführten Untersuchungen.

**The effect of polymorphisms of the prion-proteine-gene on fertility of ewes and weight of lambs in Merinoland- and Rhönsheep**

by H. BRANDT, GESINE LÜHKEN, SHIRIN LIPSKY, G. ERHARDT

A total of 273 Merinolandsheep with 951 lambings and 71 Rhönsheep with 182 lambings was analysed to study the association between PrP genotypes and reproductive traits. Additionally, 179 Merinolandsheep lambs and 75 Rhönsheep lambs were available to analyse the effect of PrP genotype on birth weight and early growth traits (weight at 10 week and daily gain). The Merinolandsheep showed a frequency of only 9% for ewes and 23% for lambs for the desired ARR allele which was with 67% for ewes and 72% for lambs much higher within the Rhönsheep. As a result within the Merinolandsheep only a few ewes and lambs within the genotype class with ARR alleles were found, which were for statistical reasons excluded from the analysis. On the other hand within the Rhönsheep the few lambs without any ARR allele were not included in the statistical analysis. For each breed, the statistical analysis was done separately.

For the reproductive traits within the model as fixed effects the genotype class (0, 1 and 2 ARR alleles), the lambing number, the year of lambing and the type of lambing (single or twins) were included and as random effect the sire of the ewe. For the lamb traits the genotype class, the sex, and the lambing type as fixed effects and the sire as random effects were used in the model. For the weight at 10 weeks the age was taken into the model as covariate.

For none of the analysed traits for ewes and for lambs a significant effect of the genotype class could be found. From these results it can be concluded that a strong selection for the PrP genotype ARR/ARR will not show any correlated selection response on fertility traits in ewes or on birth weights and early growth traits in lambs.

**Keywords:** sheep, prionproteingene polymorphisms, fertility, weight development