

Gibt es züchterische Möglichkeiten zur Vermeidung des Schwanzkupierens beim Schaf?

Das Schwanzkupieren bei Lämmern wird zunehmend in Frage gestellt. Die nachgewiesene Erbllichkeit des Merkmals Schwanzlänge eröffnet die Möglichkeit, Schafe mit kürzeren Schwänzen zu züchten. Kürzlich wurde eine Genvariante identifiziert, die für das Auftreten kurzer Schwänze bei Schafen mitverantwortlich ist und erstmals ein einfaches Selektionsinstrument bietet. Leider scheint diese historisch alte Variante in den Schweizer Schafrassen sehr selten zu sein.

MITCHELL R. ZWYER | LAURIN VOGEL |
ALEXANDER BURREN | HEIDI SIGNER |
CORD DRÖGEMÜLLER



Unterschiedliche Schwanzlänge bei 7 Tage alten WAS-Lämmern (links 17 cm, rechts 23 cm). Différence de longueur de queue chez les agneaux BA âgés de 7 jours (à gauche 17 cm, à droite 23 cm). (Photo: M. Zwyer)

KURZSCHWÄNZIGE WILDSCHAFE

Die Domestikation der Schafe durch den Menschen geht mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Zeit vor 10 000 bis 11 000 Jahren zurück. Der Ursprung dieser Entwicklung liegt im Südwesten Asiens. Es wird angenommen, dass der Asiatische Mufflon (*Ovis orientalis*) als kurzschwänziges Wildschaf ein möglicher Vorfahre unserer heutigen, oftmals langschwänzigen Hausschafe ist. Da Wildschafarten einen kurzschwänzigen Phänotyp aufweisen, kann angenommen werden, dass auch die ersten domestizierten Hausschafe kurze Schwänze aufwiesen.

Die Schwanzlänge eines Schafes hängt insbesondere von der Anzahl der ausgebildeten Schwanzwirbel ab. Diese kann je nach Schafrasse zwischen 3 und 24 liegen. Eine Verringerung der Anzahl der Schwanzwirbel oder eine Verschmelzung der Schwanzwirbel führt zu einer kürzeren Schwanzlänge. Die sehr seltene Extremform der Schwanzlosigkeit entsteht durch das völlige Fehlen embryonaler Schwanzknospen.

Die Evolution zum Merkmal der in modernen Schafrassen häufig vorkommenden Langschwanzigkeit, erfolgte sekundär in Folge von

Selektion durch den Menschen, wobei primär andere Merkmale wie die Wollproduktion bevorzugt wurden. In der Konsequenz zeigte sich die Langschwanzigkeit in vielen heutigen Schafrassen.

ZUNEHMENDE KRITIK AN DER SCHWANKUPIERUNG

Die erstmalige Beschreibung des Kupierens von Schwänzen bei Schafen datiert auf das Jahr 1379, wobei eine Erklärung der Vorgehensweise von Jehan de Brie in «Le Bon Berger» (The Medieval Shepherd: Jean de Brie's «Le Bon Berger (1379)» 2015) gegeben wird. Heutzutage ist das Schwanzkupieren bei Lämmern von langschwänzigen Schafrassen vielerorts gängige Praxis. Dies erfolgt hauptsächlich, um einen Fliegenmadenbefall vorzubeugen, der durch Verschmutzung des Analbereichs mit Kot bei langen Schwänzen verursacht werden kann.

Auch in der Schweiz ist es üblich, die Schwänze von Lämmern in den ersten Lebenstagen zu kupieren. Die Tierschutzverordnung schreibt vor, dass das Kürzen der Schwänze von bis zu sieben Tage alten Lämmern von einer fachkundigen Person ohne Schmerz-



Je feinwilliger die Schafrasse, desto grösser die Infektionsgefahr. Merino Schafe sind speziell gefährdet. Plus la race de moutons est à laine fine, plus le risque d'infection est grand. Les moutons mérinos sont particulièrement menacés. (Photo: M. Boessinger)

laine ou le lait et ne présente aucun risque pour la santé humaine. Il n'existe qu'un petit nombre de rapports d'infections cliniques par la maladie de la langue bleue chez les chiens. Elle survient surtout chez les chiennes en gestation, mais elle demeure très rare et il n'existe aucune source de propagation du virus. On recommande toutefois d'éviter tout contact des chiens avec le placenta ou le sang d'animaux infectés par la maladie de la langue bleue et de leur interdire l'accès au boxe de mise bas.

AUTRES MALADIES INFECTIEUSES DANS LE VISEUR DE L'OSAV

Le bulletin Radar de l'OSAV présente chaque mois la situation actuelle en matière de risque pour la BT et d'autres épizooties. L'hiver dernier, il y a eu moins à faire avec l'influenza aviaire (grippe aviaire), hautement pathogène, puisqu'on n'a trouvé qu'un seul oiseau sauvage positif. Il existe actuellement un risque important d'épidémie en Suisse pour la peste porcine africaine et un risque moyen pour la fièvre aphteuse. Pendant la saison des vecteurs (lorsque les insectes sont actifs), il y a un risque permanent de propagation de la maladie de la langue bleue et de la maladie épizootique hémorragique (EHD; infection virale cliniquement très proche de la BT et qui touche principalement les cervidés et les ruminants) via les pays voisins. Le bulletin Radar peut être consulté sur le site internet de l'OSAV (blv.admin.ch sous Animaux/Santé animale/Détection précoce/Radar).

LA FEBBRE CATARRALE DEGLI OVINI, UNA MINACCIA ATTUALE?

È ben noto che molte malattie virali infettive possono rappresentare un pericolo per i piccoli ruminanti. Con il cambiamento climatico e l'aumento generale delle temperature medie annue, il rischio di malattie infettive trasmesse da vettori, come ad esempio le zanzare, è in crescita.

Tuttavia, il rischio di contrarre la febbre catarrale degli ovini, detta anche malattia della lingua blu, considerata ancora rara nel nostro Paese, sarà particolarmente elevato quest'estate e in autunno e potrebbe costituire un motivo di preoccupazione.

L'Istituto di virologia e immunologia (IVI) è il laboratorio di riferimento svizzero per le epizootie altamente contagiose come afta epizootica o peste suina classica e per altre malattie elencate nell'ordinanza sulle epizootie, tra cui rientra ad esempio la malattia della lingua blu (detta anche febbre catarrale degli ovini). Fra le funzioni del laboratorio di riferimento rientrano la diagnosi delle epizootie altamente contagiose e gli esami di conferma di epizootie non altamente contagiose per laboratori esterni.

La malattia della lingua è una malattia virale non contagiosa che colpisce grandi e piccoli ruminanti e camelidi e si trasmette tra gli animali attraverso la puntura di moscerini del genere *Culicoides* che fungono da vettori.

I sintomi della malattia possono variare notevolmente tra gli ovini e la morbilità (numero di casi di malattia all'interno di un effettivo) può raggiungere il 100% di un gregge e la mortalità (numero di decessi all'interno dell'effettivo) di frequente può arrivare fino al 30%.

Il virus della febbre catarrale degli ovini non si trasmette all'uomo attraverso il contatto diretto con un animale malato, né attraverso il latte o la lana e pertanto non rappresenta un rischio per la salute umana. Qualche caso clinico di contagio da lingua blu è stato segnalato anche nei cani.

Purtroppo, sono ancora pochi i vaccini disponibili o omologati contro i numerosi sierotipi della febbre catarrale. È dunque fondamentale adottare misure adeguate volte a prevenire la diffusione della malattia.

ausschaltung durchgeführt werden darf. Die Praxis des Schwanzkupierens wird jedoch zunehmend kritisiert, da dieser Eingriff für die Lämmer mit Schmerzen verbunden ist und zu langfristigen Leiden führen kann. Im Jahr 2022 wurde die Motion von Meret Schneider «Kein Schwanzkupieren ohne Betäubung» in der Schweiz vom Ständerat angenommen. Mit der bevorstehenden Umsetzung dieser Motion steht die Schweizer Schafzucht vor einer Herausforderung. Im Rahmen der laufenden Vernehmlassung zur Revision der Verordnungen im Tierschutzbereich, welche ein Verbot des Kupierens ohne Schmerzausschaltung vorsieht, wurde eine mehrjährige Übergangsfrist vorgeschlagen, die für die Suche nach Alternativen genutzt werden soll.

In Norwegen, Finnland, Schweden und Estland wurde das Schwanzkupieren ohne tierärztliche Indikation bereits verboten. In den Niederlanden ist das Kupieren nur noch bei drei Schafrassen erlaubt, wobei die Auflage besteht, auf Kurzschwanzigkeit in diesen Rassen zu züchten. Diese Entwicklungen lassen den Schluss zu, dass dort nach langfristigen Lösungen zur Vermeidung des belastenden Eingriffs gesucht wird.

ZURÜCK ZUM URSPRUNG

Die Schwanzlänge beim Schaf ist ein polygenes Merkmal, bei dem mehrere Gene einen Einfluss auf das Merkmal haben. Kreuzungsstudien zwischen kurzschwänzigen und langschwänzigen Standardrassen haben jedoch ergeben, dass eine gewisse Dominanz der Kurzschwanzigkeit besteht und dass die Schwanzlänge eine mittlere bis hohe Erbllichkeit (Heritabilität) aufweist. Des Weiteren weisen zahlreiche nordische Schafrassen, wie beispielsweise Finnschafe, von Natur aus kurze Schwänze auf. In diesen Rassen geht die Kurzschwanzigkeit nicht mit Missbildungen einher und sie gehören zudem zu den fruchtbarsten Schafrassen weltweit. Die Zucht auf eine kürzere Schwanzlänge erscheint daher in unseren heutigen Hausschafrassen vielversprechend, da alle Unterarten der Wildschafe, und somit auch die Vorfahren heutiger Hausschafe, natürlicherweise kurze Schwänze aufweisen. Ein mögliches Zuchtprogramm auf reduzierte Schwanzlänge kann demnach auch als Zucht «zurück zum Ursprung» bezeichnet werden, da es in Richtung des Zustands vor der menschlichen Selektion hinzielt.

VERSCHIEDENE STRATEGIEN

Eine mögliche einfache Strategie zur Reduzierung der Schwanzlänge bei modernen Schafrassen könnte die Einkreuzung mit verschiedenen kurzschwänzigen nordischen

Tabelle 1: Anzahl Individuen, Übersicht HOXB13-Genotypen und durchschnittliche Schwanzlänge bei Merinolandschafen

Tableau 1: Nombre d'individus, vue d'ensemble des génotypes HOXB13 et longueur moyenne de la queue chez les moutons Mérinos

HOXB13-Genotyp Génotype HOXB13	Anzahl Tiere Nombre d'animaux			Durchschnittliche Schwanzlänge Longueur moyenne de la queue
	Total	kurz / courte	lang / longue	in / en cm
SL-0	220	70	150	31.5
SL-1	118	94	14	25.7
SL-2	24	24	0	24.1

SL-0: reinerbig (homozygot) für das Langschwanzallel / homozygote pour l'allèle de queue longue

SL-1: mischerbig (heterozygot) / hétérozygote

SL-2: reinerbig (homozygot) für das Kurzschwanzallel / homozygote pour l'allèle de queue courte

(Quelle/Source: Lagler et al. (2022), Fine-mapping and identification of candidate causal genes for tail length in the Merinolandschaf breed.

Commun Biol 5, 918 (2022), <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03854-3>)

Rassen sein. Diese Option wird jedoch von Züchtern zu Recht mit Skepsis betrachtet, da die Einkreuzung in eine bestehende Rasse mit dem Verlust rassespezifischer Merkmale und einem potenziellen Rückgang züchterischer Fortschritte verbunden ist.

Als alternative Vorgehensweise kann die Identifikation und Selektion von Tieren mit kurzen Schwänzen oder versteckten (rezessiven) Erbanlagen für die Kurzschwanzigkeit innerhalb einer Rasse in Erwägung gezogen werden. Eine rein phänotypbasierte Zucht würde eine umfassende systematische und somit recht aufwendige Erfassung der individuellen Schwanzlänge bei Lämmern erfordern, um so eine Zuchtwertschätzung etablieren zu können. Demgegenüber wäre eine genotypbasierte Selektionsstrategie kurzfristiger und mitunter kostengünstiger zu etablieren, wobei jedoch geeignete DNA-Marker erforderlich sind.

HOXB13-GEN HAT EINFLUSS AUF DIE SCHWANZLÄNGE

In einer kürzlich von Lagler et al. (2022) veröffentlichten Studie wurden zwei genetisch vollständig gekoppelte Varianten im HOXB13-Gen mit starkem Einfluss auf die Schwanzlänge bei Merinolandschafen identifiziert. Bei gleichzeitiger Vererbung von beiden Eltern und Reinerbigkeit (Homozygotie) bei den Lämmern führen diese zu deutlich verkürzten Schwänzen. Lämmer, die von beiden Eltern die Genvariante geerbt hatten (SL-2), wiesen bei Merinolandschafen mit einer durchschnittlichen Schwanzlänge von 24.1cm kürzere Schwänze auf als Tiere mit einer Kopie dieser Genvariante (SL-1) mit 25.7cm und Lämmer ohne

Genvariante (SL-0) mit einer durchschnittlichen Schwanzlänge von 31.5cm (Tabelle 1). Dieses Erkenntnis eröffnet erstmals die Möglichkeit einer einfachen züchterischen Vorgehensweise mittels Gentests, um sogenannte Anlageträger für das erwünschte Allel für die Kurzschwanzigkeit, unter den rassetypisch langschwänzigen Tieren zu identifizieren. Die beiden HOXB13-Varianten konnten neben Merinolandschafen bereits auch bei anderen Schafrassen nachgewiesen werden. Das Vorhandensein dieser vermutlich ursprünglichen (ancestralen) HOXB13-Allele in den heutigen Populationen langschwänziger Schafrassen würde somit einen einfachen Gentest erlauben, mit dem Ziel, anschliessend auf HOXB13-homozygote Tiere mit kürzeren Schwänzen zu selektieren. Dies würde die Notwendigkeit einer Einkreuzung von Tieren aus kurzschwänzigen Schafrassen mit allen damit verbundenen Unwägbarkeiten entfallen lassen.

UNTERSUCHUNGEN BEI ENGADINERSCHAFEN UND WEISSEN ALPENSCHAFEN

Im Rahmen von Studienarbeiten an der Universität Bern sowie der BFH-HAFL Zollikofen wurde der Einfluss des bei Merinolandschafen entdeckten Effekts des individuellen HOXB13-Genotyps auf die Schwanzlänge in hiesigen Schafrassen überprüft. Zu diesem Zweck wurde bei 82 adulten Auen aus drei Betrieben mit Engadinerschafen (ES) die Schwanzlänge sowie Nasentupferproben für die Genotypisierung erhoben. Des Weiteren wurden auf 16 Betrieben bei 16 bereits kupierten adulten Böcken der Rasse Weisses Alpenschafe (WAS)

Tabelle 2: Pilotstudie zur Schwanzlängenbestimmung und HOXB13-Genotypisierung bei Schweizer Schafen

Tableau 2: Étude pilote sur la détermination de la longueur de la queue et le génotypage HOXB13 chez les moutons suisses

Rasse Race	Genotyp Génotype	Anzahl Individuen Nombre d'individus	Durchschnittliche Schwanzlänge Longueur moyenne de la queue in / en cm
ES	SL-0	72	41.9
	SL-1	9	40
	SL-2	1	36
WAS-Lämmer Agneaux BA	SL-0	60	19.5
	SL-1	2	17.25
	SL-2	0	-
WAS-Böcke Béliers BA	SL-0	14	kupiert / Queue raccourcie
	SL-1	2	kupiert / Queue raccourcie
	SL-2	0	-

SL-0: reinerbig (homozygot) für das Langschwanzallel / homozygote pour l'allèle de queue longue
 SL-1: mischerbig (heterozygot) / hétérozygote
 SL-2: reinerbig (homozygot) für das Kurzschwanzallel / homozygote pour l'allèle de queue courte

sowie 62 WAS-Lämmern Nasentupferproben für die Genotypisierung entnommen bzw. die Schwanzlänge, im Alter von 7 Tagen, gemessen (Photo Seite 12). Im Anschluss wurde für alle Tiere der individuelle HOXB13-Genotyp mittels PCR-Test bestimmt. Aufgrund des Altersunterschiedes sind die Resultate der Messungen der WAS-Lämmer im Vergleich zu den Messungen der adulten ES-Auen kürzer ausgefallen. In der untersuchten Gruppe von ES-Auen konnte unter 82 Tieren ein Schaf mit dem Genotyp SL-2 identifiziert werden. Interessanterweise war die gemessene Schwanzlänge dieses SL-2 Tieres um mehr als 5cm kürzer als der Durchschnitt der 72 Schafen mit SL-0 Genotyp, die nicht das HOXB13-Allel tragen, das mit der Kurzschwanzigkeit assoziiert ist (Tabelle 2). Wie in der Studie beim Merinolandschaf festgestellt, zeigte sich auch bei den neun SL-1 Tieren ein leichter Trend, der auf eine um fast 2cm kürzere Schwanzlänge im Vergleich zu den SL-0 Tieren hindeutet. In der untersuchten Gruppe von Tieren der Rasse WAS konnte kein einziges SL-2 Tier identifiziert werden. Die beiden heterozygoten Lämmer (SL-1) zeigten ebenfalls leicht verkürzte Schwänze im Vergleich zu den 60 SL-0-WAS-Lämmern, die das züchterisch erwünschte Allel nicht auf-

wiesen. Diese Pilotstudien liefern somit erste Hinweise, dass sich die beim Merinolandschaf entdeckten Zusammenhänge möglicherweise auch in hiesigen Rassen bestätigen lassen. Allerdings ist davon auszugehen, dass das Allel für die Kurzschwanzigkeit in den hiesigen Populationen nur selten vorkommt.

UNTERSUCHUNGEN BEI DEN VIER SCHWEIZER HAUPTTRASSEN

Um eine bessere Aussage über das Vorkommen der die Kurzschwanzigkeit bestimmenden HOXB13-Genvarianten bei den vier Schweizer Haupttrassen treffen zu können, wurden daher anschliessend zufällig ausgewählte, mehr oder weniger repräsentative DNA-Proben von jeweils 192 vorwiegend männlichen Herdebuchtieren der Rassen Braunköpfiges Fleischschaf (BFS), Schwarzbraunes Bergschaf (SBS), Schwarznasenschaf (SN) und WAS analysiert. Die zufällige Auswahl, die als Populationskohorte bezeichnet wird, betraf eine Sammlung von DNA-Proben, die in den letzten zwei Jahren im Zuge der vom Schweizerischen Schafzuchtverband neu eingeführten SNP-Chip-Genotypisierung im Auftragslabor eingelagert und über die Qualitas AG verfügbar gemachten wurden.

DIE SCHLUSSFOLGERUNGEN

Das Vorkommen des für die Selektion auf Kurzschwanzigkeit erwünschten HOXB13-Allels unterscheidet sich deutlich zwischen den Rassen (Tabelle 3, Seite 17). In zwei Rassen, BFS und SN, gibt es keine Hinweise auf Trägartiere, alle untersuchten Schafe zeigten den Genotyp SL-0. In den beiden Rassen WAS und SBS wiesen jeweils ca. 5% der Tiere den Genotyp SL-1 auf. In keiner der vier Haupttrassen konnte ein SL-2 Tier identifiziert werden. Für eine Zucht auf kürzere Schwänze könnten daher zumindest in den Rassen WAS und SBS die selten auftretenden heterozygoten Tiere (SL-1) eine mögliche Grundlage darstellen. In Anbetracht der geringen Allelfrequenzen für das bevorzugte Allel wäre ein Zuchtprogramm, das nur auf wenigen Tieren basiert, mit der Gefahr verbunden, die Häufigkeit unbekannter rezessiver Defektallele in diesen Rassen zu erhöhen. Daher wäre zumindest in Gebrauchsschaffherden die Einkreuzung von Tieren aus anderen Rassen, die eine höhere Anzahl von Trägern für die HOXB13-assoziierte Kurzschwanzigkeit aufweisen, vorzuziehen.

Die Situation bei den Engadiner-schafe, bei denen das Schwanzkupieren explizit nicht erwünscht ist, gestaltet sich auf Basis dieser ersten Resultate etwas interessanter (Tabelle 2). Das möglicherweise leicht verbreitetere Vorkommen des erwünschten HOXB13-Allels in dieser Rasse sollte jedoch in einer noch ausgedehnteren Stichprobe validiert werden. Mit der Identifizierung weiterer SL-2-Tiere wäre zudem die Bestätigung des beim Merinolandschaf publizierten Effektes dieser als ursprünglich angenommenen HOXB13-Genvariante möglich.

Abschliessend ist anzumerken, dass die Verteilung der gemessenen Schwanzlängen auch innerhalb der Gruppe der Tiere mit identischem HOXB13-Genotyp zeigt, dass es jeweils Tiere mit kurzen Schwänzen gibt (Abbildung Seite 16). Dies zeigt deutlich, dass es neben den Allelen am HOXB13-Genort noch weitere Varianten gibt, die an der Ausprägung der Schwanzlänge beteiligt sind. Wir kennen sie nur noch nicht. Dies steht im Einklang mit dem bekannten komplexen Erbgang des Merkmals Schwanzlänge, das, wie bereits erwähnt, ein polygen bestimmtes Merkmal darstellt, so dass ein einzelner Genort bei weitem nicht die gesamte Variation innerhalb einer Rasse erklärt, sondern nur einen gewissen Anteil.