

# Verarbeitungstauglichkeit von Ziegenmilch

**Ernst Jakob**

Seit dem Jahr 2000 ist die Menge der in der Schweiz vermarkteten Ziegenmilch um rund das Dreifache gewachsen. Der weitaus grösste Teil wird zu Käse verarbeitet, vor allem zu Frischkäse und Weichkäse, aber auch zu Halbhartkäse. Es ist darum besonders wichtig, dass die Milchqualität den für die Käseherstellung wichtigen Anforderungen entspricht.

Im Vergleich zur Kuh weist die Ziege einige Besonderheiten auf, die für die Käseherstellung von Bedeutung sind. Zu nennen ist die höhere Keimbelastung der Milch, weil die Einzelgemelke viel kleiner sind. Ausserdem ist die Zellzahl natürlicherweise so hoch, dass sie kein zuverlässiger Indikator für die Eutergesundheit ist und der Schalmtest auch bei gesunden Tieren positiv sein kann. In der Verordnung über die Hygiene bei der Milchproduktion ist darum für Ziegenmilch keine Zellzahllimite festgelegt und der Höchstwert für Keime ist mit 1 500 000 Keimen/ml massiv höher als jener für Kuhmilch. Nur für Ziegenmilch, die zur Herstellung von Rohmilchzeugnissen verwendet wird, gilt eine tiefere Keimzahllimite von 500 000 Keimen/ml. Doch auch dieser Wert ist viel zu hoch, um qualitativ überzeugende Produkte herstellen zu können. Zum Vergleich: In Käsereien angelieferte Kuhmilch weist in der Regel eine Keimzahl von weniger als 10 000 Keimen pro ml auf.

Vor gut zehn Jahren hat Agroscope Milchproben in grösseren Ziegenmilchbetrieben mit unterschiedlichen Rassen erhoben und untersucht. Dabei hat sich gezeigt, dass Ziegenmilch wesentlich höheren Anforderungen genügen kann als sie das Gesetz vorgibt. Basierend auf diesen Untersuchungen hat Agroscope die in Tabelle 1 (Seite 12) zusammengestellten Richtwerte für die Qualitätsbeurteilung von Ziegenmilch vorgeschlagen.

Die Empfehlung, Ziegenmilch regelmässig auf den Gehalt an koagulasepositiven Staphylokokken zu untersuchen, begründet sich dadurch, dass der Zellgehalt der Ziegenmilch kein guter Indikator für die Eutergesundheit ist. Es besteht darum ein höheres Risiko als bei der Kuh, dass eine Infektion des Euters zu spät erkannt wird und mit Krankheitserregern verunreinigte Milch in die Verarbeitung gelangt.

## Verkäuflichkeit der Ziegenmilch

Für die Käseherstellung ist der Caseingehalt der Milch entscheidend, nicht das Gesamtprotein. Im Vergleich zu Kuhmilch ist der Caseingehalt der Ziegenmilch niedrig



**Ihre Genetik ist noch wenig erforscht: Bündner Strahlenziege.** La génétique des chèvres Grisonnes à Raies est encore trop peu étudiée. (Photo: E. Jakob)

(Tabelle 2, Seite 12). Das wirkt sich unmittelbar auf die Käseausbeute aus und erklärt zudem, weshalb die Ziegenmilch eine vergleichsweise schwache, zerbrechliche Labgallerte bildet. Beim Schneiden einer solchen Gallerte, bildet sich viel «Käsestaub» und sehr viel Milchfett entweicht in die Molke. Beides mindert die Käseausbeute zusätzlich. Um diese Nachteile auszugleichen, wird Ziegenmilch in der Industrie häufig mittels Ultrafiltration aufkonzentriert und erst dann verkäst. Dies ist aber mit Kosten verbunden und in gewerblichen Käsereien meist nicht möglich.

## Grosse Bedeutung der Genvarianten von alpha-s1-Casein

Wie bei der Kuh hängen die Milchgehalte auch bei der Ziege stark von der Genetik der Rasse und der Einzeltiere ab. Vor dreissig Jahren haben französische Forscher entdeckt, dass eines der Milchproteine, das so genannte alpha-s1-Casein (CSNS1), für die Zusammensetzung der Ziegenmilch eine wesentliche Rolle spielt. Vom CSNS1 gibt es bei der Ziege verschiedene genetische Varianten, die wichtigsten sind A, B, E, F und o (Null). Die Forscher entdeckten, dass die Produktivität des Gens, das für die Bildung von CSNS1 in der Milchdrüse verantwortlich ist, stark von der Genvariante abhängt (Tabelle 3, Seite 12). Produktive Genvarianten sind A, B und C. Bei Vorliegen der Varianten E, G oder o wird dagegen nur wenig oder fast kein CSNS1 produziert, was sich auf den Casein- und den Gesamtproteingehalt der Milch negativ auswirkt. Die Genvarianten E, G und o sind daher unerwünscht.

Der Einfluss der CSNS1-Varianten auf den Caseinge-

**Tabelle 1: Richtwerte für die Qualitätsbeurteilung von Ziegenmilch**

Kriterium	vorgeschlagener Richtwert
Keimzahl	< 200 000 Keime/ml
Zellzahl	< 1 000 000 Zellen/ml
Koagulasepositive Staphylokokken	< 500 KbE/ml <sup>1</sup> bzw. < 5 000 KbE/ml
Buttersäuresporen	< 300/L <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Wenn die Milch zur Herstellung von Rohmilcherzeugnissen bestimmt ist.

<sup>2</sup> Wenn die Milch zur Herstellung von Hart- und Halbhartkäse bestimmt ist (max. Sporenzahl nach dem MPN-Verfahren).

**Tabelle 3: Produktion von alpha-s1-Casein (CSNS1) in Abhängigkeit von der Genvariante**

CSNS1 Genvariante	Produktivität	Konzentration in der Milch (Mittelwert)
A	stark	3.5 g/L
B		
C		
E	mittelmässig	1.3 g/L
F	schwach	0.5 g/L
G		
0	Null	Spuren

(Quelle: Büeler Th., Dissertation ETHZ, 2002)

**Tabelle 2: Mittlere Zusammensetzung von Schweizer Ziegenmilch im Vergleich zu Kuhmilch**

Tableau 2: Composition moyenne du lait de chèvre suisse comparé au lait de vache

Merkmal / Caractéristique	Einheit Unité	Gämsfarbige Gebirgsziege Chèvre Alpine chamoisée	Saanenziegen Chèvre Gessenay	Kuhmilch Lait de vache
Gesamtprotein / Protéines totales	g/100 g	2.82	2.69	3.30
Molkenprotein Protéines du petit-lait	g/100 g	0.66	0.70	0.75
Casein / Caséine	g/100 g	2.16	1.99	2.55
Casein in % des Gesamtproteins Caséine en % des protéines totales		76.6	74.1	77.3
Fett / Matière grasse	g/100 g	3.31	3.07	4.08
Laktose / Lactose	g/100 g	4.63	4.56	4.90
Fettkügelchengrösse / Taille des particules de globules gras	µm	2.84	2.87	4.0-4.5
Zellzahl / Nombre de cellules	1 000/ml	573	881	<100

halt der Milch wurde bei verschiedenen Ziegenrassen bestätigt. Die ungünstigen Varianten F und o sind bei den mitteleuropäischen Milchziegenbeständen stark verbreitet und beeinflussen neben dem Caseingehalt auch den Milchfettgehalt negativ.

Da die ungünstigen Varianten (F, G und o) einen Mangel an CSNS1 und damit auch einen geringeren Caseingehalt mit sich bringen, wirken sie sich auch negativ auf Gelbildung bei der Käseherstellung und auf die Käseausbeute aus. Doch damit nicht genug. Vor zwanzig Jahren erkannten französische Forscher auch einen Zusammenhang zwischen den CSNS1-Varianten und der Fettspaltung in Ziegenmilch.

### Genvarianten sind auch für Ranzigkeit verantwortlich

Unter Fettspaltung versteht man die Freisetzung von Buttersäure und anderen Fettsäuren aus dem Milchfett. Als Folge davon weist die Milch einen ranzigen Geschmack auf. Bei Ziegenmilch und Ziegenmilchprodukten kann dieser sehr ausgeprägt sein. Gemäss den französischen Untersuchungen zeigen Tiere, welche die Genvarianten CSNS1 F oder o im Erbgut tragen, eine deutlich stärkere Fettspaltung in der Milch (Abbildung, Seite 14). Bei norwegischen Milchziegen wurde ein ähnlicher Zusammen-

hang festgestellt. Inzwischen gab es auch in der Schweiz einen grösseren Schadenfall mit ranzigen Ziegenmilchkäsen. Ein Zusammenhang mit unerwünschten CSNS1 Genvarianten liess sich auch hier feststellen.

Neben den Genvarianten sind weitere Faktoren bekannt, welche die Fettspaltung in Ziegenmilch fördern. Zu nennen sind die mechanische Fettschädigung bei Schaumbildung oder beim Pumpen von Milch, kurze Zwischenmelkzeiten oder das Zufüttern von Kraftfutter. In Frankreich wurde zudem festgestellt, dass in Betrieben, deren Milch anfällig auf Fettspaltung ist, eine starke Saisonabhängigkeit besteht. Ein starker Anstieg wurde von März bis Juni beobachtet, gefolgt von einem ebenso starken Rückgang bis September.

Warum die CSNS1 Genvarianten die Fettspaltung in Ziegenmilch beeinflussen ist nicht geklärt. Klar ist hingegen, dass sich ein Mangel an alpha-s1-Casein sehr negativ auf die Käseausbeute auswirkt. Obwohl noch viele Fragen offen sind, sind die verfügbaren Erkenntnisse gewichtig genug, um sie bei der Zucht von Milchziegen zu berücksichtigen. Tiere, die Träger der ungünstigen Varianten F und o sind, sollten möglichst von der Zucht ausgeschlossen werden. Prioritär ist dabei die Selektion der Böcke. Die Genotypisierung der weiblichen Herdenbuchtiere ist wünschbar, aber eine Frage der Analysenkosten. Im Ausland werden züchterische Massnahmen teilweise bereits umgesetzt.

# Aptitude à la transformation du lait de chèvre

## Jakob Ernst

La quantité de lait de chèvre commercialisée en Suisse a environ triplé depuis l'an 2000. L'essentiel est transformé, principalement en fromage frais et en fromage à pâte molle, mais aussi en fromage à pâte mi-dure. Il est donc particulièrement important que la qualité du lait corresponde aux contraintes élevées de la technologie fromagère.

Comparé à la vache, la chèvre affiche quelques particularités importantes pour ce processus. On notera, la charge plus élevée en germes du lait, car les quantités traitées individuellement sont nettement plus réduites. Par ailleurs, les numérations cellulaires sont naturellement si élevées qu'elles ne permettent pas de servir d'indicateur fiable pour la santé mammaire et que le test de Schalm peut être positif chez les animaux tout-à-fait sains. L'ordonnance réglant l'hygiène dans la production laitière ne prévoit par conséquent pas de limite du nombre de cellules pour le lait de chèvres et la valeur limite de 1 500 000 germes par ml est massivement plus élevée que pour le lait de vache. Seul le lait de chèvre utilisé pour la fabrication de produits au lait cru est soumis à une limite du nombre de germes plus basse de 500 000 germes/ml. Cependant, cette valeur reste trop élevée pour pouvoir fabriquer des produits de qualité irréprochable. À titre de comparaison, le lait de vache livré dans les fromageries affiche généralement des valeurs de germes inférieures à 10 000 germes par ml.

Il y a une bonne dizaine d'années, Agroscope a prélevé et analysé des échantillons de lait provenant de grandes exploitations caprines de différentes races. Il en est ressorti que le lait de chèvre peut satisfaire des exigences considérablement plus élevées que ce que prescrit la loi.

**Tableau 1: Valeurs de référence pour l'évaluation de la qualité du lait de chèvre**

Critère	Valeur de référence proposée
Nombre de germes	< 200 000 germes/ml
Nombre de cellules	< 1 000 000 cellules/ml
Staphylocoques à coagulase positive	< 500 UFC/ml <sup>1</sup> ou < 5 000 UFC/ml
Spores butyriques	< 300/l <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Lorsque le lait est destiné à la fabrication de produits au lait cru.

<sup>2</sup> Lorsque le lait est destiné à la fabrication de fromage à pâte dure ou mi-dure (nombre de spores max. selon procédure NPP).



**Ziegenkäse im Keller der Geissalp Malschüel, Sevelen SG.** Fromage de chèvre dans la cave de Malschüel, Sevelen SG. (Photo: E. Jakob)

Se basant sur ces examens, Agroscope a proposé les valeurs de référence pour l'évaluation de la qualité du lait de vache récapitulées dans le tableau 1.

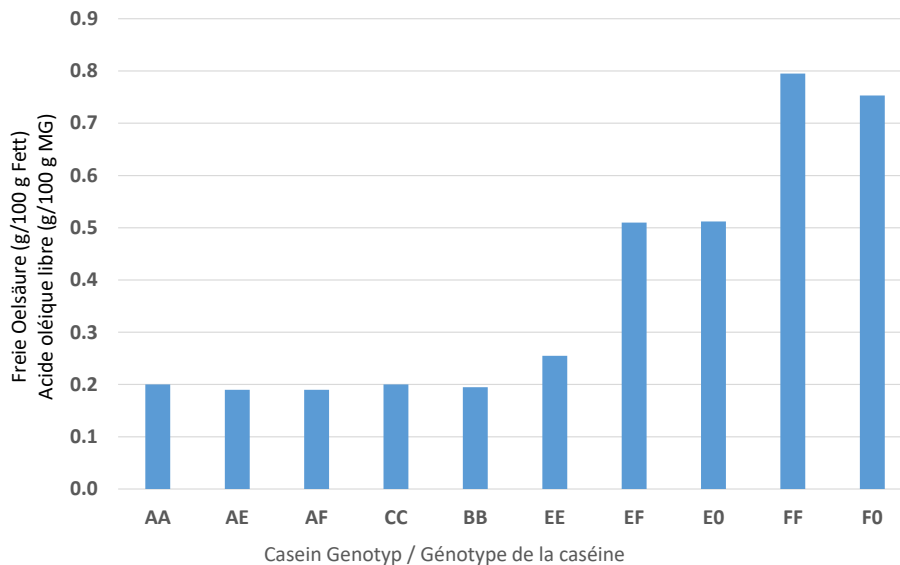
La recommandation de contrôler régulièrement le lait de chèvre quant à sa teneur en staphylocoques à coagulase positive découle du fait que la teneur en cellules n'est ici pas un bon indicateur de la santé mammaire. Il existe donc un risque plus élevé que chez la vache de reconnaître trop tard une infection mammaire et que du lait contaminé par des germes pathogènes parvienne dans la chaîne de transformation.

## Aptitude à la caséification du lait de chèvre

La teneur en caséine du lait, et non la teneur totale en protéines, s'avère décisive pour la fabrication du fromage. Comparé au lait de vache, la teneur en caséine du lait de chèvre est faible (cf. tableau 2, page 12). Cela a une incidence directe sur le rendement en fromage et explique par ailleurs pourquoi le lait de chèvre forme un caillé présumé relativement fragile et friable. Au moment de couper le caillé, il se forme une «poussière de fromage» indésirable et une grande quantité de matière grasse du lait s'écoule avec le petit-lait. Tous deux réduisent encore davantage le rendement fromager. Afin de compenser ces inconvénients, le lait de chèvre est souvent tout d'abord concentré par ultrafiltration, dans l'industrie, avant d'être transformé en fromage. Cela a toutefois l'inconvénient d'entraîner des coûts que les fromageries artisanales ne sont pas en mesure de porter.

**Abbildung: Durchschnittliche Fettspaltung in der Milch von Ziegen mit unterschiedlichem alpha-s1-Casein (CSNS1) Genotyp, N=780**

Illustration: Dégradation moyenne des graisses dans le lait de chèvres possédant différents génotypes de caséine, N=780



(Quelle/Source: Raynal-Ljutovac K., L'égide Nr. 31, 2003)

### Importance de la variante génétique de la caséine alpha-s1

Comme pour la vache, la teneur du lait dépend aussi, chez la chèvre, de la génétique de la race et de la génétique individuelle. Il y a trente ans, des chercheurs français ont découvert que l'une des protéines du lait, appelée caséine alpha-s1 (CSNS1), jouait un rôle essentiel dans la composition du lait de chèvre. Il existe chez la chèvre plusieurs variantes génétiques de la CSNS1, les principales étant A, B, E, F, o (zéro). Les chercheurs ont découvert que

la productivité du gène, lequel est responsable de la formation de CSNS1 dans la glande mammaire, dépendait grandement de la variante génétique (cf. tableau 3, page 15). Les variantes génétiques productives sont A, B et C. En présence des variantes F, G ou o, il n'est par contre produit que peu ou pratiquement pas de CSNS1, ce qui a une incidence négative sur la teneur en caséine et en protéine totale du lait. Pour F, G et o, on peut donc véritablement parler de variantes génétiques défectueuses.

L'influence des variantes CSNS1 sur la teneur en caséine dans le lait a été confirmée auprès de différentes races de

**Tableau 3: Production de caséine alpha-s1 (CSNS1) en fonction de la variante génétique**

Variante génétique CSNS1	Productivité	Concentration dans le lait (valeurs moyennes)
A		
B	forte	3.5 g/L
C		
E	moyenne	1.3 g/L
F	faible	0.5 g/L
G		
O	nulle	traces

(Source: Büeler Th., Dissertation ETHZ, 2002)

**Tabelle 4: Häufigkeit der häufigsten Genvarianten von CSNS1 in Schweizer Milchziegenpopulationen**

**Tableau 4: Incidence des variantes génétiques les plus fréquentes de CSNS1 dans les populations de chèvres laitières suisses**

Rasse/Race	A	B	E	F	O (null/zéro)
Saannenziege Chèvre Gessenay	3 %	10 %	59 %	26 %	2 %
Toggerburgerziege Chèvre du Toggenbourg	-	2 %	8 %	11 %	79 %
Gämssfarbige Gebirgsziege Chèvre Alpine chamoisée	-	6 %	45 %	19 %	30 %

(Quelle/Source: Büeler Th., Dissertation ETHZ, 2002)

chèvres. On a également constaté que les variantes défavorables F et o étaient non seulement fortement représentées dans les troupeaux de chèvres laitières d'Europe centrale, mais qu'elles avaient par ailleurs une incidence négative, outre sur la teneur en caséine, sur la teneur en matière grasse du lait.

Les variantes défavorables (F, G et o) livrant un manque de CSNS1 et donc une teneur en caséine réduite, elles ont aussi une incidence négative sur la formation de gel dans la fabrication du fromage et sur le rendement fromager. Comme si cela ne suffisait pas, il y a vingt ans des chercheurs français ont mis en évidence une relation entre les variantes CSNS1 et la dégradation de la matière grasse dans le lait de chèvre.

### Les variantes génétiques aussi responsables du rancissement

Par dégradation des graisses, on entend la libération d'acide butyrique et d'autres acides gras à partir de la matière grasse du lait. Il en découle un goût de rance. Pour le lait de chèvre et les produits au lait de chèvre, ce goût peut être très marqué. Selon des études françaises, les animaux qui portent les variantes génétiques CSNS1 F ou

### L'attitudine del latte di capra alla lavorazione

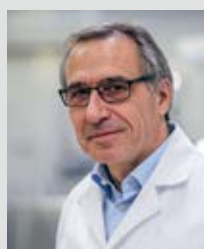
Nell'ultimo ventennio la quantità di latte di capra commercializzata in Svizzera è quasi triplicata. La maggior parte del latte è usata per la fabbricazione di formaggio. La qualità del latte riveste un ruolo particolarmente importante nella sua lavorazione. La capra rispetto alla vacca presenta nel latte una carica batterica più elevata, dovuta alla minor quantità di latte prodotta dal singolo animale. Il numero di cellule somatiche è talmente alto che non rappresenta un indicatore affidabile per la salute della mammella e il test di Schalm può risultare positivo anche in animali sani. Di conseguenza nell'Ordinanza concernente l'igiene nella produzione di latte di capra non è stabilito alcun limite per il numero di cellule somatiche e il valore limite del tenore di germi è pari o inferiore a 1 500 000 per ml.

Ricerche effettuate da Agroscope hanno mostrato che il latte di capra è in grado di soddisfare i requisiti molto più severi di quanto stabilito dalla legge, v. tabella 1 (pagina 12). È pertanto opportuno eseguire controlli regolari sul latte di capra al fine di rivelare il contenuto di stafilococchi coagulasi positivi, dato che il numero di cellule non è un indicatore affidabile per la salute della mammella.

Il contenuto di caseina nel latte di capra è più basso rispetto a quello di vacca e ciò implica una minor resa nella trasformazione casearia. Già 30 anni fa, ricercatori francesi hanno scoperto che la proteina del latte, la cosiddetta caseina alfa-S1 ha un ruolo determinante nella composizione del latte di capra. Questa proteina ha diverse varianti genetiche, delle quali alcune incidono negativamente sul contenuto di caseina e sul contenuto di grasso, ma anche sulla lipolisi, ossia la scissione dei grassi del latte con la liberazione di acido butirrico e di altri acidi, il che comporta un deterioramento del grasso del latte con alterazioni del gusto quali il sapore di rancido. Questo sapore può risultare particolarmente intenso nel latte di capra stessa o nei prodotti a base di latte di capra. Oltre alle varianti genetiche ci sono altri fattori che favoriscono la lipolisi: il danneggiamento meccanico del grasso a seguito della formazione di schiuma o del pompaggio del latte, o dovuto a brevi intervalli tra le mungiture o alla somministrazione di foraggio concentrato.

Non è chiaro perché queste varianti genetiche influiscono sulla scissione dei grassi nel latte di capra. Ci sono ancora molte domande senza risposta, tuttavia le conoscenze attualmente a disposizione sono sufficientemente importanti per prenderle in considerazione nell'ambito dell'allevamento di capre da latte. Se possibile, è opportuno escludere dall'allevamento animali portatori delle varianti dannose F o O (zero) (tabella 3, pagina 12). In questo senso occorre dare priorità alla selezione dei becchi.

### Der Autor des Artikels / L'auteur de cet article



**Jakob Ernst ist Lebensmittelingenieur ETH und hat in seiner Dissertation den Einfluss der genetischen Varianten der Milchproteine auf die technologischen Eigenschaften der Kuhmilch untersucht. Seit 2004 arbeitet er als Projektleiter und wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Forschungsgruppe Käsequalität & Authentizität von Agroscope.**

Jakob Ernst est ingénieur en denrées alimentaires EPF. Dans sa thèse de doctorat, il a étudié l'influence des variantes génétiques des protéines du lait sur les caractéristiques technologiques du lait de vache. Il travaille depuis 2004 à titre de responsable de projet et collaborateur scientifique dans le groupe de recherche sur la qualité du lait et l'authenticité au sein d'Agroscope.

o dans leur matériel génétique affichent une tendance nettement plus élevée à la dégradation des graisses dans le lait (cf. graphique, page 14). Une relation semblable a été constatée chez les chèvres laitières norvégiennes. Plus tard, un incident important s'est produit en Suisse en raison de rancissement persistant de fromage de chèvre. Ici aussi, on a constaté un lien avec les variantes génétiques CSNS1.

Il existe bien entendu aussi des facteurs non génétiques favorisant la dégradation des graisses dans le lait de chèvre. On citera notamment la détérioration mécanique lors de formation de mousse ou par le pompage du lait, les intervalles courts entre traites ou l'affouragement d'aliment concentré. En France, on a par ailleurs relevé que les exploitations dans lesquelles le lait était sensible à la dégradation des graisses étaient soumises à de fortes fluctuations saisonnières, soit une forte augmentation de mars à juin, suivie d'un recul tout autant marqué jusqu'en septembre.

On ne sait pas encore pourquoi les variantes génétiques CSNS1 influent sur la dégradation des graisses dans le lait de chèvre. On sait cependant qu'un manque de caséine alpha-S1 a une incidence très négative sur le rendement en fromage. Bien que de nombreuses questions soient encore ouvertes, les connaissances acquises à ce jour sont suffisamment importantes pour les prendre en compte dans la sélection des chèvres laitières. A l'étranger, cela se pratique parfois déjà. Il convient, dans la mesure du possible, d'exclure de l'élevage les animaux porteurs de variantes défavorables F et o. La priorité doit toutefois être mise sur les boucs. La génotypisation des femelles au herdbook serait certes souhaitable, mais relève d'une question de coûts d'analyses.

## WEITERE MITTEILUNGEN

### Ziegen mit oder ohne Bart, was steckt dahinter?



(Photo: Uni Bern)

Nachdem am Institut für Genetik der Universität Bern die genetischen Ursachen der Horn- sowie Glöckchen-Vererbung erfolgreich aufgeklärt worden sind, möchten wir nunmehr der Frage nachgehen, warum einige Ziegen einen Bart tragen und andere nicht. Schon lange wird angenommen, dass eine dominant vererbte Genvariante in

verschiedenen Ziegenrassen vorkommt. Insbesondere bei weiblichen Ziegen gibt es Tiere mit und ohne Ausprägung der besonderen Behaarung unterhalb des Kinns. Um mehr über den genetischen Hintergrund dieser morphologischen Besonderheit zu erfahren, suche ich im Rahmen meiner Masterarbeit vor allem weibliche laktierende Ziegen der Rassen Saanen, Gämbsfarbige, Pfauen sowie Bündner Strahlen aus Herden, in denen Tiere mit und ohne Bart vorkommen. Die Tiere sollen fotografisch dokumentiert werden und für die spätere Laboranalyse sollen Blut- oder Haarwurzelproben entnommen werden. Interessierte Ziegenhaltende, die bereit wären unsere Studie zu unterstützen, mögen sich bitte direkt per E-Mail [jennifer.graber@students.unibe.ch](mailto:jennifer.graber@students.unibe.ch) oder Telefon 079 862 09 14 melden.

Jennifer Graber, Masterstudentin  
in Veterinärmedizin, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern