

Milcheiweißvarianten in der Ziegenzucht

G. ERHARDT

1. Einleitung

Milcheiweißvarianten sind seit ca. 30 Jahren bekannt und zeigen insbesondere bei Wiederkäuern einen engen Zusammenhang zu Merkmalen der Milchleistung wie der Milchmenge und den Milchinhaltstoffen und bestimmen somit neben anderen Faktoren auch die Qualität der Milch. Dabei gibt es Anhaltspunkte, dass die Zusammensetzung der Milchproteine bei der Verarbeitung der Rohmilch zu Käse die Gerinnungseigenschaften und die Käseausbeute beeinflusst.

Bei der Ernährung des neugeborenen Lammes ist die Versorgung mit der Biestmilch außerordentlich wichtig, um die passive Immunisierung sicherzustellen. Weiterhin entstehen beim Abbau der Milcheiweißfraktionen im Magen-Darmtrakt biologisch aktive Peptide, die von großer physiologischer Bedeutung sind. Eine weitere Bedeutung kommt den Milchproteinvarianten bei Evolutions- und Rassestudien zu, anhand derer die Entwicklungsgeschichte einer Rasse oder die Abstammung eines Tieres belegt und verfolgt werden kann.

2. Einflussfaktoren auf die Zusammensetzung der Ziegenmilch

Die Zusammensetzung der Ziegenmilch wird sowohl durch umweltbedingte als auch genetische Faktoren beeinflusst und kann daher von Rasse zu Rasse sehr unterschiedlich sein. Als Beispiel ist der Milchfettgehalt bei Tieren der Rasse Rove mit durchschnittlich 6,7 % gegenüber durchschnittlich 3,7 % bei der Bunten Deutschen Edelziege zu erwähnen. Desweiteren ändert sich die Zusammensetzung der Milch in Abhängigkeit vom Laktationsstand, aber auch der Tierhalter kann durch gezieltes Management, durch die Gesunderhaltung der Tiere und durch angepasste Fütterung seiner Her-

de die Milchinhaltstoffe und damit den Gehalt und die Zusammensetzung von Eiweiß, Fett, Laktose, Mineralstoffen sowie die hygienische Beschaffenheit der Milch beeinflussen. Dieser Zusammenhang ist in *Abbildung 1* dargestellt.

3. Eiweißfraktionen und Kaseinvarianten in der Ziegenmilch

Die Eiweißfraktion der Milch setzt sich aus den Molkenproteinen mit den beiden wichtigen Fraktionen α -Lactalbumin (LAA) und β -Lactoglobulin (LBA) sowie den Kaseinen zusammen (*Abbildung 2*).

Bei den Kaseinen werden vier Fraktionen unterschieden; α_{s1} -Kasein (CSN1S1), α_{s2} -Kasein (CSN1S2), β -Kasein (CSN2) sowie κ -Kasein (CSN3), wobei innerhalb der vier Fraktionen weitere genetisch festgelegte Unterschiede in Form von Allelen auftreten, die durch Großbuchstaben gekennzeichnet sind. Bei der Ziege besteht die Besonderheit, dass diese Allele mit unterschiedlichen Proteinmengen in der jeweiligen Fraktion einhergehen (*Tabelle 1*).

Wie häufig ein bestimmtes Allel auftritt ist je nach Rasse sehr unterschiedlich. In *Tabelle 2* sind die Allelfrequenzen im α_{s1} -Kasein in verschiedenen Ziegenrassen und Ländern dargestellt.

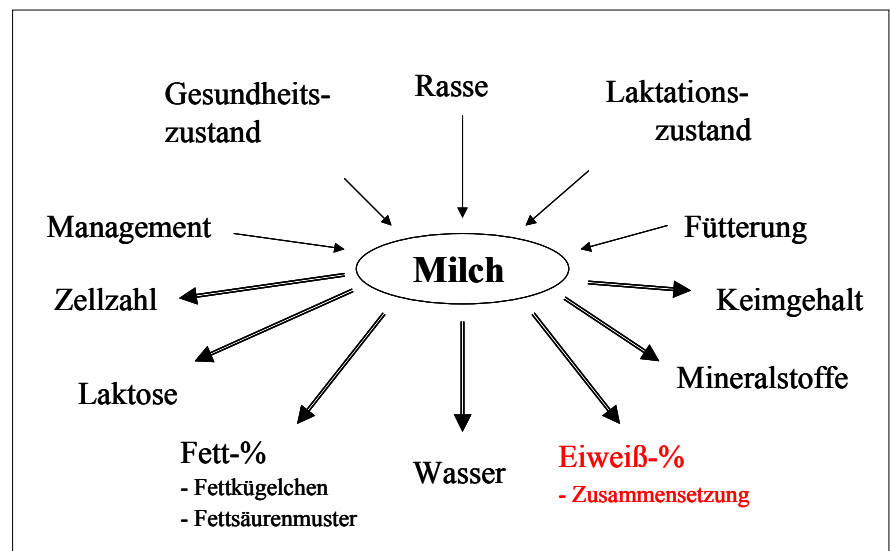


Abbildung 1: Einflussfaktoren auf die Zusammensetzung der Milch

Kaseine (2,3 - 2,8g)		-Molkenproteine (0,6 - 1,1g)	
- α_{s1} -Kasein	(~10 %)	- α -Lactalbumin	
- α_{s2} -Kasein	(~20 %)	- β -Lactoglobulin	
- β -Kasein	(~50 %)	-Serumalbumin	
- κ -Kasein	(~20 %)	-Immunglobulin	
		-Lactoferrin	
		-Transferrin	
		-weitere Enzyme	

Abbildung 2: Eiweißfraktionen in der Ziegenmilch

Autor: Prof. Georg ERHARDT, Institut für Tierzucht und Haustiergenetik, Justus-Liebig-Universität Gießen, Ludwigstraße 21 b, D-35390 GIESSEN, email: georg.erhardt@agr.uni_giessen.de

In *Tabelle 3* sind die Allelfrequenzen im α_{s2} -Kasein (CSN1S2) tabellarisch dargestellt. Dabei gelang es, neben den Varianten CSN1S2*A,B,C eine weitere Variante CSN1S2*G erstmals in drei Ziegenrassen (Bunte Deutsche Edelziege, Toggenburger und Garganica) nachzuweisen. Alle vier Varianten kommen bei der Bunten Deutschen Edelziege und bei Toggenburger vor, während bei Orobica und Ionica lediglich zwei Allele auftreten. Dies zeigt, dass an diesem Genort

zwischen den Rassen deutliche Unterschiede in der Zahl der Genotypen auftreten. Weiterhin konnte im k-Kasein (CSN3) dokumentiert werden (*Tabelle 4*), dass dort durch den Nachweis von CSN3*B ebenfalls eine breitere genetische Variation vorliegt als bisher angenommen. Über die Auswirkungen bezüglich der Zusammensetzung der Milch und der Käseerzeugung liegen für diese Varianten noch keine Aussagen vor. Demgegenüber ist beim Rind be-

kannt, dass einzelne Varianten im k-Kasein sich negativ oder positiv auf die Käseerzeugung auswirken.

4. Darstellung von Milcheiweißvarianten

Die Milcheiweißvarianten können unmittelbar aus Milchproben durch elektrophoretische Trennverfahren dargestellt werden, wobei für die Erfassung des Genotyps eine einmalige Milchprobe ausreicht. In *Abbildung 3* sind die derzeit bei der Ziege bekannten α_{s2} -Kasein Phänotypen dargestellt. Aufgrund des bekannten Erbgangs kann dabei vom Phänotyp direkt auf den Genotyp geschlossen werden.

In den letzten Jahren wurden für verschiedene Varianten darüber hinaus molekulargenetische Testverfahren entwickelt, die eine geschlechts-, alters- und laktationsunabhängige Diagnose des Genotyps möglich machen. Die Zucht auf bestimmte Proteinvarianten in der Ziegenmilch wird zunehmend an Bedeutung gewinnen, wie man bereits bei der französischen Saanenziege sieht. Dort wird heute schon bei jedem gekörten Bock die Vererbungseigenschaft bezüglich des α_{s1} -Kaseins ausgewiesen. Dabei ist jedoch bei einer Einbeziehung der Milchproteinvarianten in Zuchtprogramme zu berücksichtigen, dass die Milchproteingene eng gekoppelt als Cluster auf Chromosom 6 liegen und daher nicht unabhängig voneinander vererbt werden. Dies führt dazu, dass nicht alle theoretischen Allelkombinationen auch in der Praxis vorkommen. Es sollte deshalb angestrebt werden, bei Untersuchungen Haplotypen zu erfassen.

5. Nutzung von Milchproteinvarianten in Ziegenmilch für die menschliche Ernährung und Identitätssicherung

Die Ziege ist die einzige Tierart, für die bei den Milchproteinen sowohl im α_{s1} -, α_{s2} - als auch im β -Kasein 0-Allele nachgewiesen wurden, die dazu führen, dass die jeweilige Eiweißfraktion nicht oder sehr stark reduziert in der Milch vorkommt. Dadurch ergeben sich mit Hilfe der Lebensmitteltechnologie neue Möglichkeiten, die Ziegenmilch für spezielle

Tabelle 1: Kaseinvarianten in der Ziegenmilch

α_{s1} -Kasein(CSN1S1)		α_{s2} -Kasein(CSN1S2)	
A,B (B1,B2,B3),C	3,6 g/l	A,B,C,E,F	2,50 g/l
E	1,6 g/l	D	1,25 g/l
F,D	0,6 g/l	G	?
0	0 g/l	0	0 g/l
β -Kasein(CSN2)		κ -Kasein(CSN3)	
A	5,0 g/l	A	~2 g/l
0	0 g/l	B	?

Tabelle 2: Allelfrequenzen im α_{s1} -Kasein (CSN1S1) in verschiedenen Ziegenrassen und Ländern

Rasse	Land	A	B	C	E	D	F	O
		3,6 g/l			1,6 g/l	0,6 g/l		0 g/l
Saanen	F	0,07	0,06	-	0,41	-	0,43	0,03
	US	0,09	0,13	-	0,32	-	0,45	-
Alpine	F	0,14	0,05	0,1	0,34	-	0,41	0,05
	US	0,03	0,08	0,01	0,20	0,08	0,54	0,05
Garganica	I	0,61	0,37	0,37	-	-	0,02	-
Maltese	I	0,33	0,28	0,28	0,11	-	0,27	0,11
Toggenburger	US	0,06	0,05	-	0,06	-	0,82	-

Tabelle 3: Allelfrequenzen im α_{s2} -Kasein (CSN1S2) in deutschen und italienischen Ziegenrassen

Rasse	n	A	Allel B	C	G
Bunte Deutsche Edelziege	240	0,875	0,060	0,060	0,004
Weisse Deutsche Edelziege	51	0,922	0,009	0,069	-
Thüringer Waldziege	13	0,885	-	0,115	-
Toggenburger	22	0,795	0,091	0,068	0,045
Orobica	89	0,944	0,056	-	-
Ionica	68	0,662	-	0,338	-
Garganica	33	0,693	-	0,239	0,068

ERHARDT et.al. (2002)

Tabelle 4: Allelfrequenzen im κ -Kasein (C3N3) in deutschen und italienischen Ziegenrassen

Rasse	n	A	Allel B
Bunte Deutsche Edelziege	244	0,887	0,113
Weißer Deutsche Edelziege	134	0,978	0,022
Thüringer Waldziege	70	0,986	0,014
Toggenburger	25	1	0
Ionica	68	0,897	0,103
Orobica	88	0,631	0,369

CAROLI et al. (2001)

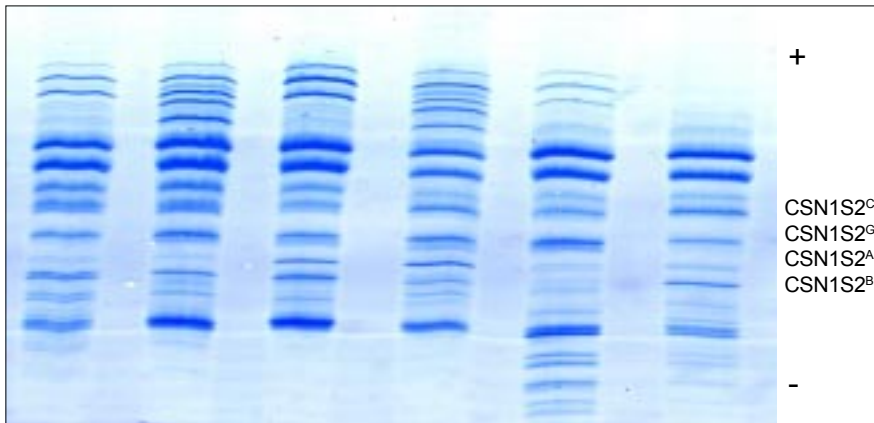


Abbildung 3: Darstellung von α_{s2} -Kasein Phänotypen (CSN1S2) in Ziegenmilch durch isoelektrische Fokussierung

Diäten zu nutzen. Zur Züchtung von Populationen mit spezifischen Eigenschaften, die für die menschliche Ernährung genutzt werden können, wird die Biotechnologie verstärkt zum Einsatz kommen, da hierdurch auf Tiere von besonderer Bedeutung hinsichtlich ihrer Milchproteinvarianten selektiert werden kann.

Eine weitere Möglichkeit, die derzeit intensiv bearbeitet wird, ist die Nutzung von Milchproteinvarianten zur Charak-

terisierung von spezifischen Milchprodukten einer Tierart (Rind/Ziege) und von Milchprodukten einer Region/Rasse. Während die Tierartendifferenzierung möglich ist, sind noch keine Milchproteinvarianten nachgewiesen, die spezifisch für eine Rasse sind.

6. Zusammenfassung

Die Milchproteine in der Ziegenmilch zeigen Unterschiede im Vorkommen

und in ihrer Frequenz innerhalb und zwischen den Rassen. Die Variation der Milchproteine, die in der Ziegenmilch auftritt, ist größer als bisher angenommen und in ihrer physiologischen Bedeutung noch unzureichend charakterisiert. Sie bergen noch ein erhebliches Potential für Wissenschaft und Praxis.

7. Danksagung

Die Untersuchungen werden gefördert im Rahmen des Vigoni-Projektes und waren nur möglich durch die Bereitschaft zahlreicher deutscher und italienischer Ziegenzüchter, Milch- und Blutproben zur Verfügung zu stellen.

8. Literatur

- CAROLI, A., O. JANN, E. BUDELLI, P. BOLLA, S. JÄGER und G. ERHARDT, 2001: Genetic polymorphism of goat κ -casein (CSN3) in different breeds and characterization at DNA level. *Animal Genetics* 32, 226-230.
- ERHARDT, G., S. JÄGER, E. BUDELLI und A. CAROLI, 2002: Genetic polymorphism of goat α_{s2} -casein (CSN1S2) and evidence for a further allele. *Milchwissenschaft*, 57, 121-140.