

## Variabilität der Faserqualität von Lamapopulationen in Bolivien

J. Delgado Santivañez<sup>a</sup>, A. Valle Zárate<sup>a</sup>, C. Mamani<sup>b</sup> und O. Rocha<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Institut für Tierproduktion in den Tropen und Subtropen, Universität Hohenheim,  
Garbenstraße 17, 70593 Stuttgart, Deutschland,

([jdell@uni-hohenheim.de](mailto:jdell@uni-hohenheim.de) und [valle@uni-hohenheim.de](mailto:valle@uni-hohenheim.de))

<sup>b</sup> Universidad Técnica de Oruro, Estación Experimental "Condoriri", Oruro, Bolivien

<sup>c</sup> Asociación de Servicios Artesanales y Rurales (ASAR), Casilla 1714, Cochabamba,  
Bolivien, ([asar@pino.cbb.entelnet.bo](mailto:asar@pino.cbb.entelnet.bo))

### Zusammenfassung

Lamas weisen eine große Variabilität der Fasermerkmale auf, die die Qualität des Vlieses als Textilrohstoff bestimmen. Die feine Unterwolle des Doppelvlieses kann ein wertvolles Potential zur Nutzung darstellen.

Lamas sind im Andengebiet Boliviens jedoch bisher, soweit sie überhaupt züchterisch bearbeitet wurden, auf Fleischleistung selektiert worden. Möglicherweise hat sich diese Selektion nicht günstig auf die Faserqualität ausgewirkt. Die wertvollsten genetischen Ressourcen für die Faserqualität werden daher in Subpopulationen Boliviens vermutet, die bisher keinerlei künstlicher Selektion unterlagen (Sur Lipez und Ayopaya). Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, anhand einer Untersuchung der Faserqualitätsmerkmale einer fleischbetonten Lamaherde und einer unselektierten Subpopulation die Variabilität von ausgewählten Qualitätsmerkmalen in der bolivianischen Lamapopulation darzustellen. Die Subpopulationen werden verglichen und die Effekte von Region, Typ, Alter und Farbe beschrieben.

Das Ausmaß der Variabilität in den Faserqualitätsmerkmalen wurde analysiert, um einen Gesamtüberblick über das Faserqualitätspotential der bolivianischen Lamapopulationen zu erhalten, was für eine optimale Nutzung der natürlichen Ressourcen im Andengebiet Boliviens Grundvoraussetzung ist.

**Schlagwörter:** Lama, Faserqualitätsmerkmale, Variabilität, natürliche Ressourcen, Bolivien

### Einleitung

Bolivien hat einen Kamelidenbestand von ca. 2.8 Mio. Tiere, davon ca. 2.4 Mio. Lamas (ca. 60% des gesamten Weltbestandes). Sie werden in marginalen Regionen der Kordilleren und der Andenplateaus (Altiplano) gehalten. In den Höhenlagen über 3800m, die nicht zum Ackerbau geeignet sind, bilden sie den primären Lebensunterhalt als Fleisch- und Faserproduzenten sowie zum Tragen von Lasten.

Lamas weisen eine große Variabilität der Fasermerkmale auf, die die Qualität des Vlieses als Textilrohstoff bestimmen (Tellería, 1973; Loayza und Iñiguez, 1995; Martinez et al., 1997; Iñiguez et al., 1998). Das Ausmaß dieser Variabilität wurde bisher wenig untersucht.

Die feine Unterwolle des Lamadoppelvlieses kann ein wertvolles Potential zur Nutzung in der Textilindustrie darstellen. Das genetische Potential zeigt sich in verschiedenen Regionen Boliviens ganz unterschiedlich.

Lamas sind in einigen Regionen, die stadtnah liegen und daher gute Vermarktungsmöglichkeiten bieten, bisher nur auf Fleischleistung selektiert worden. Möglicherweise hat sich diese Selektion nicht günstig auf die Faserqualität ausgewirkt. Es wird deshalb vermutet, dass in abgelegenen Regionen, wo bisher keinerlei künstliche Selektion stattgefunden hat, die natürliche Selektion sich unter extremen Umweltbedingungen hingegen voll ausprägen konnte, die wertvollsten Faserqualitäten zu finden sind.

Diese Untersuchung ist Teil einer Doktorarbeit, die zur Zeit an der Universität Hohenheim durchgeführt wird. Das Ziel ist, die Perspektiven der Faserproduktion im Andengebiet Boliviens zu analysieren. In dem vorliegenden Beitrag soll die Variabilität von ausgewählten Qualitätsmerkmalen in der bolivianischen Lamapopulation anhand einer Untersuchung der Faserqualitätsmerkmale einer fleischbetonteren Lamaherde und einer unselektierten Subpopulation dargestellt werden.

### **Material und Methoden**

Als fleischbetontere Subpopulation wurde die Lamaherde des Versuchsgutes „Condoriri“ der Technischen Universität Oruro des zentralen Andengebietes herangezogen. Die unselektierte Subpopulation stammt aus einem sehr abgelegenen Gebiet der Provinz Ayopaya in der östlichen Andenkordillere des Departments Cochabamba.

Im Juli 1997 wurden von der Lamaherde aus Condoriri 96 Vliesproben, im November und Dezember 1998 aus Ayopaya weitere 998 Vliesproben von der Mitte der linken Flanke jedes Tieres entnommen (nach Martinez, 1997). Jede Probe hatte ein Gewicht von ca. 5 bis 10g und wurde nach Region (Condoriri und Ayopaya), Lamatypen (Kh'ara und Th'ampulli), Altersgruppen (<1 bis > 10 Jahre) der Tiere und nach den Farben des Vlieses (dunkel, hell und gemischt) klassifiziert. Bei den Kh'ara handelt es sich um schwächer bewollte Tiere, Th'ampullis werden gelegentlich auch als „Wolllamas“ bezeichnet.

#### *Laboranalyse*

Alle Vliesproben wurden gemischt, gereinigt, getrocknet und in einer Standardatmosphäre ( $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  und  $65\% \pm 2\%$  LF) konditioniert. Danach wurden von diesen Proben mit einer Guillotine 2 mm lange Faserschnipsel abgeschnitten und mit einem automatischen Spreizer auf einem Objektträger verteilt.

Jede Faserprobe wurde mittels des OFDA-Verfahrens (Optical Fibre Diameter Analyser) nach IWTO-47-95 Norm als verwendbare Methode für das Messen der Feinheit der Lamafasern mit  $n = 3000$  bis  $6000$  Messungen pro Probe auf folgende Merkmale untersucht: mittlerer Durchmesser der gesamten und der feinen ( $\leq 30\mu\text{m}$ ) Fasern in  $\mu\text{m}$ , sowie die Anteile an Feinfasern und an Kemps. Dabei werden Kemps definiert als Fasern mit einem mittleren Durchmesser größer als  $70\mu\text{m}$  oder mit einem sehr breiten Medullkanal, der mehr als 60% des Durchmessers der gesamten Fasern hat). Die tierindividuelle Standardabweichung des Durchmessers der gesamten Faser wurde ebenfalls als Qualitätsmerkmal berücksichtigt.

#### *Begründung der Merkmalsauswahl*

- *Mittlerer Durchmesser der gesamten Fasern*

Der mittleren Feinheit kommt große Bedeutung zu, da sie die Spinnfähigkeit beeinflusst. Aus feineren Fasern lassen sich feinere und glattere Garne ausspinnen. Die Feinheit hat weiterhin

Einfluß auf die Weichheit bzw. den Griff. Somit ist die Feinheit für die Qualität der Fasern und damit für die Preisbildung bestimmend.

• *Mittlerer Durchmesser der Feinfasern und Anteil der Feinfasern*

Der Durchmesser und Anteil der Feinfasern sind besonders wichtige Parameter bei Haartierarten, die einen uneinheitlichen Haartyp haben (Unterhaare und Oberhaare). Mit dem Anteil dieser Fasern kann die Menge feiner Fasern als Resultat eines Entgrannungsverfahrens geschätzt werden. Die feine Unterwolle ist das Endprodukt, das in der Textilindustrie nachgefragt ist.

• *Kempanteil*

Kemps sind grob und reflektieren das Licht wegen der Lufteinschlüsse im Medullationskanal stärker. Aus diesen Gründen und wegen der geringeren Farbstoffaufnahme erscheinen sie im Vergleich zu Fasern ohne Mark auch nach Färbungen heller. Sie sind deshalb in der Industrie unerwünscht.

*Statistische Analyse*

Für die Auswertung aller untersuchten Merkmale wurden die Mittelwerte aus den Einzelmessungen je Probe verwendet. Die Effekte der Regionen, der Typen, des Alters und der Farbe des Vlieses wurden durch ein lineares Modell analysiert. Die angenähert normalverteilten Residuen wurden einem Ausreißertest unterzogen, um Tiere auszuschließen, die über oder unter 3 Standardabweichungen der Population lagen. Die Merkmale, die keine Normalverteilung aufwiesen, wurden transformiert. Interaktionen zwischen den Effekten wurden nicht berücksichtigt, da sie sich in Voranalysen als nicht signifikant erwiesen hatten. Folgendes Modell wurde für die Varianzanalyse angewendet:

$$y_{ijklm} = \mu + \text{Region}_i + \text{Alter}_j + \text{Typ}_k + \text{Farbe}_l + e_{ijklm}$$

Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Programmpaketes SAS (Prozedur GLM, Typ III für parametrische Daten) durchgeführt.

**Ergebnisse**

Von den insgesamt 957 Proben stammten 96 von der Versuchsstation Condoriri und 861 aus der Region Ayopaya. Die Verteilung der Vliesproben bezogen auf die Region, den Typ des Vlieses, das Alter des Tieres und die Farbe des Vlieses setzt sich wie folgt zusammen:

Tabelle 1: Verteilung der Lamaprogenen in bezug auf Region, Farbe, Alter und Typ

Region	Alter (Jahre)	Farbe: <b>dunkel</b>		<b>hell</b>		<b>gemischt</b>		Gesamt
		Typ: <b>K</b>	<b>T</b>	<b>K</b>	<b>T</b>	<b>K</b>	<b>T</b>	
<b>Condoriri</b>	≤ 1,5	10	6	3	11	0	1	31
	>1,5 - ≤3	10	5	7	9	1	0	32
	>3 - ≤5	6	9	6	8	1	0	30
	>5 - ≤7	1	0	1	1	0	0	3
	>7	0	0	0	0	0	0	0
<b>Ayopaya</b>	≤ 1,5	3	84	1	79	1	23	191
	>1,5 - ≤3	9	102	5	97	1	22	236
	>3 - ≤5	10	78	13	79	2	14	196
	>5 - ≤7	7	80	6	60	0	14	167
	>7	4	34	1	23	0	9	71
<b>Gesamt</b>		60	398	43	367	6	83	<b>957</b>

**K** = Typ Kh'ara; **T** = Typ Th'ampulli

**dunkel** = braun und schwarz; **hell** = weiß, grau und beige; **gemischt** = uneinheitliche Farbe

Für den mittleren Durchmesser der gesamten und der feinen Fasern lag eine Normalverteilung nach Durchführung einer logarithmischen Transformation ( $y = \log(x)$ ) und für den Anteil an feinen Fasern nach einer Winkeltransformation

( $y = \arcsin(\sqrt{\text{Anzahl der feinen Fasern} / \text{Anzahl der gesamten Fasern}})$ ) vor. Für die

Standardabweichung des Durchmessers der gesamten Fasern und den Kempanteil konnte nach vielen Transformationsversuchen keine Normalverteilung erreicht werden. Diese Parameter wurden daher als nicht parametrische Daten bearbeitet.

Tabelle 2 stellt Mittelwerte und Variation der Rohdaten dar.

Tabelle 2: Arithmetische Mittelwerte und Variation der Faserqualitätsmerkmale

<b>Merkmal</b>	<b>n</b>	<b><math>\bar{x}</math></b>	<b>sd</b>	<b>cv</b>	<b>min.</b>	<b>max.</b>
Durchmesser der gesamten Fasern ( $\mu\text{m}$ )	957	23,30	3,45	14,80	15,82	46,97
Standardabweichung des Faserdurchmessers ( $\mu\text{m}$ )	957	7,64	2,04	26,71	4,10	20,60
Anteil an Feinfasern (%)	957	87,44	9,82	11,23	10,85	98,62
Durchmesser der Feinfasern ( $\mu\text{m}$ )	957	21,01	2,01	9,61	15,36	26,60
Kempanteil (%)	957	1,77	6,22	350,55	0,00	70,63

**n**: Anzahl der Proben;  **$\bar{x}$** : Mittelwert; **sd**: Standardabweichung; **cv**: Variationskoeffizient; **min.**: Minimum; **max.**: Maximum.

Der Durchmesser der gesamten Fasern betrug 23,3  $\mu\text{m}$  mit einer Standardabweichung von 3,5  $\mu\text{m}$ . Die Standardabweichung der gesamten Fasern als Variationsmerkmal innerhalb des

Tieres zeigte eine Spannbreite von 4,1 bis 20,6  $\mu\text{m}$ . Der Anteil an Feinfasern wies mit 87,4 % einen hohen Wert auf, bei einer Spannbreite von 10,9 bis 98,6 %. Der Kempanteil betrug 1,8 % mit einer starken Streuung von 351 %. Daraus ergibt sich eine große Variabilität der Faserqualitätsmerkmale in den untersuchten Populationen.

Die Modelle der Varianzanalysen waren stets signifikant. In Tabelle 3 werden die Signifikanzniveaus für die Haupteffekte aufgezeigt.

Tabelle 3: Signifikanzniveaus der Haupteffekte Region, Typ, Altersklasse, Farbklasse und Sex für die einzelnen Faserqualitätsmerkmale

<b>Merkmal</b>	<b>n</b>	<b>Region</b>	<b>Typ</b>	<b>Alter</b>	<b>Farbe</b>
Durchmesser der gesamten Fasern ( $\mu\text{m}$ ) <sup>1</sup>	957	***	**	***	***
Standardabweichung des Faserdurchmessers ( $\mu\text{m}$ )	957	***	***	***	*
Anteil an Feinfasern (%) <sup>2</sup>	952	***	ns	*	ns
Durchmesser der Feinfasern ( $\mu\text{m}$ ) <sup>1</sup>	957	***	***	***	***
Kempanteil (%)	957	***	***	ns	*

**1, 2** : Signifikanzniveau nach Transformation der Rohdaten: **1** = Logfunktion; **2** = Winkelfunktion

Signifikanz (F-Test) **ns: p > 0,05**; **\***: **0,01 < p ≤ 0,05**; **\*\***: **0,001 < p ≤ 0,01**; **\*\*\***: **p ≤ 0,001**

Als stärkster Effekt beeinflusste die Region alle Merkmale hochsignifikant. Typ, Alter und Farbklasse hatten ebenfalls auf fast alle Qualitätsmerkmale einen signifikanten Effekt. Beim Typ war nur der Anteil an feinen Fasern und beim Alter der Kempanteil nicht signifikant. Die Farbklasse zeigte nur für die Merkmale der Faserdurchmesser hoch signifikante Effekte.

Bei den folgenden Mittelwertvergleichen werden grundsätzlich nur signifikante Effekte berücksichtigt.

In Tabelle 4 werden die LSMeans und die Signifikanzunterschiede bezogen auf die Region dargestellt.

Tabelle 4: LSMeans und Signifikanzunterschiede der Qualitätsmerkmale in bezug auf die Region

<b>Region</b>	<b>n</b>	<b>ØgesF</b>	<b>sd gesF</b>	<b>feinF</b>	<b>ØfeinF</b>	<b>Kemp</b>
		( $\mu\text{m}$ )	( $\mu\text{m}$ )	(%)	( $\mu\text{m}$ )	(%)
<i>Condoriri</i>	96	28,03 <sup>a</sup>	<b>11,71<sup>a</sup></b>	73,32 <sup>a</sup>	22,80 <sup>a</sup>	15,17 <sup>a</sup>
<i>Ayopaya</i>	861	23,19 <sup>b</sup>	7,99 <sup>b</sup>	89,27 <sup>b</sup>	21,25 <sup>b</sup>	0,78 <sup>b</sup>

Signifikante Unterschiede sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet (Tukey-Kramer  $p \leq 0,05$ ).

$\varnothing_{\text{gesF}}$  = Durchmesser der gesamten Fasern; **sd gesF**= Standardabweichung des Faserdurchmessers; **feinF** = Anteil an Feinfasern;  $\varnothing_{\text{feinF}}$  = Durchmesser der Feinfaser; **Kemp** = Kempanteil.

Der Durchmesser der gesamten Fasern betrug bei der Ayopaya-Population im Mittel 23,2  $\mu\text{m}$ . Er war damit um ca. 5  $\mu\text{m}$  feiner und hatte eine geringere Standardabweichung als bei der Condoriri-Herde. Gleichgewichtete Unterschiede zeigte der Durchmesser der Feinfasern, der bei den Tieren aus Ayopaya um 1,5 $\mu\text{m}$  feiner war als bei denen aus Condoriri.

Die Ayopaya-Population zeigte einen um 17 % größeren Anteil an Feinfasern. Hingegen war der Kempanteil um fast 14 % geringer als bei der Condoriri-Herde. Daraus zeigt sich, dass die Lamas aus Ayopaya ein außergewöhnlich gutes Potential für die Faserqualität aufweisen.

Wie erwartet, stellte sich das Alter der Tiere auch als sehr wichtiger Effekt heraus, der auf fast alle Merkmale einen großen Einfluss hatte.

Tabelle 5: LSMMeans und Signifikanzunterschiede der Qualitätsmerkmale in bezug auf die Altersklassen

<b>Alter</b> (Jahre)	<b>n</b>	$\varnothing_{\text{gesF}}$ ( $\mu\text{m}$ )	<b>sd gesF</b> ( $\mu\text{m}$ )	<b>feinF</b> (%)	$\varnothing_{\text{feinF}}$ ( $\mu\text{m}$ )
$\leq 1,5$	222	23,00 <sup>a</sup>	8,74 <sup>a</sup>	88,06 <sup>a</sup>	20,34 <sup>a</sup>
$>1,5 - \leq 3$	268	25,02 <sup>b</sup>	9,64 <sup>b</sup>	84,24 <sup>a</sup>	21,71 <sup>b</sup>
$>3 - \leq 5$	226	26,40 <sup>c</sup>	10,03 <sup>c</sup>	81,45 <sup>a</sup>	22,52 <sup>c</sup>
$>5 - \leq 7$	170	27,15 <sup>d</sup>	10,34 <sup>d</sup>	78,91 <sup>ab</sup>	23,10 <sup>d</sup>
$>7$	71	27,60 <sup>d</sup>	10,51 <sup>d</sup>	77,60 <sup>b</sup>	23,35 <sup>d</sup>

Signifikante Unterschiede sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet (Tukey-Kramer  $p \leq 0,05$ ).

$\varnothing_{\text{gesF}}$  = Durchmesser der gesamten Fasern; **sd gesF**= Standardabweichung des Faserdurchmessers; **feinF** = Anteil an Feinfasern;  $\varnothing_{\text{feinF}}$  = Durchmesser der Feinfaser.

Bis zur Altersgruppe von  $>5 - \leq 7$  Jahren stieg der Faserdurchmesser mit zunehmendem Alter deutlich an. Der Durchmesser der gesamten Fasern betrug bei Tieren, die bis zu 1,5 Jahren alt waren, im Mittel 23,0  $\mu\text{m}$  und war damit um 2,0 bis 4,6 $\mu\text{m}$  feiner als bei älteren Tieren. Auch bei der Standardabweichung der gesamten Fasern sowie beim Durchmesser der feinen Fasern ergab sich eine Zunahme mit dem Alter. Bei der jüngsten Altersgruppe betrug der Anteil an feinen Fasern 88,06 % und war damit um fast 11 % höher als bei der ältesten Gruppe.

Unterschiede zwieschen den Lamatypen werden in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: LSMeans und Signifikanzunterschiede der Qualitätsmerkmale in bezug auf den Vliestyp

<b>Typ</b>	<b>n</b>	<b>ØgesF</b> (µm)	<b>sd gesF</b> (µm)	<b>ØfeinF</b> (µm)	<b>Kemp</b> (%)
Kh'ara	109	26,01 <sup>a</sup>	10,62 <sup>a</sup>	22,43 <sup>a</sup>	8,60 <sup>a</sup>
Th'ampulli	848	25,20 <sup>b</sup>	9,10 <sup>b</sup>	21,62 <sup>b</sup>	7,36 <sup>b</sup>

Signifikante Unterschiede sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet (Tukey-Kramer  $p \leq 0,05$ ).

**ØgesF** = Durchmesser der gesamten Fasern; **sd gesF**= Standardabweichung des Faserdurchmessers; **ØfeinF** = Durchmesser der Feinfaser, **Kemp** = Kempanteil.

Der Th'ampulli-Typ zeigte einen etwas feineren Durchmesser der gesamten und feinen Fasern sowie einen geringeren Kempanteil im Vergleich zum Kh'ara-Typ. Die Unterschiede waren jedoch gering.

Signifikante Farbeffekte werden in Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: LS Means und Signifikanzunterschiede der Qualitätsmerkmale in bezug auf die Farbklassen

<b>Farbe</b>	<b>n</b>	<b>ØgesF</b> (µm)	<b>sd gesF</b> (µm)	<b>ØfeinF</b> (µm)	<b>Kemp</b> (%)
<i>dunkel</i>	459	26,40 <sup>a</sup>	9,95 <sup>a</sup>	22,63 <sup>a</sup>	8,41 <sup>a</sup>
<i>gemischt</i>	89	25,74 <sup>b</sup>	9,87 <sup>b</sup>	22,14 <sup>b</sup>	7,89 <sup>b</sup>
<i>hell</i>	409	25,36 <sup>b</sup>	9,75 <sup>b</sup>	21,82 <sup>b</sup>	7,64 <sup>b</sup>

Signifikante Unterschiede sind durch verschiedene Buchstaben gekennzeichnet (Tukey-Kramer  $p \leq 0,05$ ).

**ØgesF** = Durchmesser der gesamten Fasern; **sd gesF**= Standardabweichung des Faserdurchmessers; **ØfeinF** = Durchmesser der Feinfaser; **Kemp** = Kempanteil.

Die Farbe des Vlieses hatte einen untergeordneten Einfluss auf die Faserqualität. Die Farbklassen hell und gemischt zeigten eine geringfügig bessere Qualität des Vlieses beim Durchmesser der gesamten und der feinen Fasern sowie beim Kempanteil.

## Diskussion

Der mittlere **Durchmesser der gesamten Fasern** betrug im Durchschnitt aller untersuchten Tiere 23,3µm und beim **Durchmesser der Feinfasern** ergab sich ein Wert von 21,0µm. Beide Merkmale zeigten eine große Spannweite bzw. eine hohe Variabilität.

Die **Region** der untersuchten Populationen konnte als wichtiger Haupteffekt nachgewiesen werden. Darüber hinaus war festzustellen, dass die Faserdurchmesser der Ayopaya-Population, die bisher keine künstlichen Selektion unterworfen war, deutlich feiner als die aus

der fleischbetonen Condoriri-Herde waren. Der Durchmesser der gesamten Fasern aus der Ayopaya-Region war um  $4,84\mu\text{m}$  hochsignifikant feiner als der von Tieren aus der Condoriri-Region. Dies war auch der Fall beim Durchmesser der Feinfasern. Die Standardabweichung des Durchmessers der gesamten Fasern zeigte sich ebenfalls geringer bei den Tieren der abgelegenen Region (Ayopaya) gegenüber denen der Condoriri-Region. Die Population aus Ayopaya und die von Iñiguez et al. (1998) untersuchten Tiere aus Sud-Lipez, ebenfalls einer abgelegenen Region, ergaben für den Durchmesser der gesamten Fasern einen feineren Wert im Vergleich mit den Untersuchungen die sich auf fleischbetonte Tiere bezogen (Rodriguez, 1981 mit  $30\mu\text{m}$ ; Castro, 1988 mit  $31,5\mu\text{m}$  und Martinez, 1997 mit  $31,6\mu\text{m}$ ). Das scheint unsere Vermutungen zu bestätigen, dass in abgelegenen Regionen, wo bisher keine einseitige Selektion stattgefunden hat, bessere Faserqualitäten zu finden sind. Da die Umweltbedingungen in beiden Regionen ähnlich extrem sind, könnten sie auf die untersuchten Tieren die gleichen Auswirkungen haben und die Futtergrundlage, die einen Unterschied zwischen den Regionen aufweist, scheint nach den Ergebnissen von Russel und Redden (1993) keinen Einfluss auf die Faserfeinheit zu haben.

Das **Alter** der Tiere wirkte sich in einem tendenziellen Anstieg des Durchmessers aller Fasertypen bis zur Alterskategorie  $>5 - \leq 7$  Jahren aus. Diesen Verlauf bestätigen die Arbeiten von Telleria (1973), Castro (1988), Rocha (1988), Martinez (1997), Hinojosa (1998), Iñiguez et al. (1998), Parra (1999), und Delgado et al. (1999). Der Durchmesser der gesamten Fasern von Tieren, die 1,5 oder jünger waren, war signifikant um  $4,6\mu\text{m}$  feiner als der von Tieren, die älter als 7 Jahre waren. Ähnliche Verläufe sind auch für die Standardabweichung des Durchmessers der gesamten Fasern und den Durchmesser der Feinfasern zu beobachten.

Die Auswirkung des **Typeeffekts** ergab einen signifikanten Unterschied bei allen Durchmessern und bei der Standardabweichung des Durchmessers der gesamten Fasern. Der Th'ampulli-Typ zeigte feinere Fasern als der Kh'ara-Typ. Diese Unterschiede hatten allerdings ein geringes Ausmaß. Die Ergebnisse von Iñiguez et al. (1998) und Delgado et al. (1999) zeigten, dass der Typ keinen Einfluss auf den Durchmesser der gesamten Fasern hatte und auf den Durchmesser der Feinfasern ergaben sich auch keine Auswirkungen dieses Effekts in den Arbeiten von Castro (1988), Rocha (1988), Delgado et al. (1999) und Ayala (1999). Dieser Widerspruch könnte sich dadurch erklären, dass besonders bei Fohlen und alten unselektierten Tieren, die nie geschoren wurden, die Identifizierung von Kh'ara- und Th'ampulli-Typen sehr schwierig ist.

Die **Vliesfarbe** hatte eine Auswirkung auf die Faserfeinheit und auch geringfügig auf die Standardabweichung des Durchmessers der gesamten Fasern. Beim Durchmesser der gesamten Fasern war die Farbklasse hell um  $1,1\mu\text{m}$  und gemischt um  $0,7\mu\text{m}$  feiner als die Farbklasse dunkel, wobei die Standardabweichung der gesamten Fasern der Klasse hell signifikant geringer war als die bei der Klasse dunkel. Für die Farbklasse gemischt bestand kein signifikanter Unterschied gegenüber den Farbklassen hell und dunkel. Beim Durchmesser der Feinfasern in den Kategorien hell und gemischt konnten feinere Werte im Vergleich zur dunklen Kategorie festgestellt werden. Das Ausmaß dieser Differenzen war jedoch bei allen Durchmessern unerheblich. Daraus ergibt sich, dass der Farbeffekt, ebenso wie der Typeffekt, von geringer Bedeutung ist, was auch die Untersuchungen von Telleria (1973), Castro (1988) und Iñiguez et al. (1998) erwiesen. Teilweise widersprechen sich die Ergebnisse jedoch auch indem, die weißen Tiere einen größeren Durchmesser der gesamten (Iñiguez et al., 1998) und feinen Fasern (Castro, 1988) als die dunkelfarbigen Tieren hatten. Die Arbeiten von Martinez et al. (1997), Parra (1999) und Delgado et al. (1999) erwiesen, dass der Farbeffekt keinen Einfluss auf diese Merkmale hatte. Diese Diskrepanzen lassen sich

mit Populationsunterschieden und auch dadurch erklären, dass unterschiedliche Kriterien verwendet wurden, um die Farbklassen zu bilden.

Der **Anteil an Feinfasern** lag mit 87,4% sehr hoch. Dieses Merkmal war stark abhängig von der **Region**. Die Tiere aus der Ayopaya-Region hatten einen höheren Anteil an Feinfasern von 89,27% als die aus der Condoriri-Region (durchschnittlich um 16% höher) und die von Castro (1988) mit 70,0% beschriebenen. Eine Erklärung dafür könnte wiederum sein, dass in der Ayopaya-Region die unselektierte Population verwendet wurde, im Gegensatz zur Condoriri-Region und bei Castro (1988), wo eher fleischbetontere Tiere untersucht wurden. Hierbei ist auch zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Methoden und Kriterien benutzt wurden, um den Anteil an Feinfasern zu bestimmen. In der vorliegenden Arbeit wurde die Anzahl der Fasern  $\leq 30\mu\text{m}$  im Verhältnis zur Gesamtanzahl der gemessenen Fasern in Prozent berechnet im Gegensatz zu Castro (1988) wo die prozentuelle Berechnung des Gewichtanteiles von Feinfasern nach einer objektiven Feinheitssklassifikation im Verhältnis zum Gesamtgewicht des Vlieses nach der Methode von Villarroel (1981) durchgeführt wurde.

Durch den **Alterseffekt** konnten ebenfalls signifikante Unterschiede festgestellt werden. Bei der Altersgruppe  $\leq 1,5$  Jahre betrug der Anteil an feinen Fasern 88,1 % und damit war er um 11,0 % signifikant höher als bei der Altersgruppe  $> 7$  Jahre. Zu vergleichbaren Ergebnissen kamen Martinez (1997), Castro (1988) und Delgado et al. (1999), die ebenfalls eine Abnahme des Anteils an feinen Fasern mit dem Alter feststellten.

Die **anderen Effekte** hatten keine signifikante Auswirkung auf den Anteil an Feinfasern.

**Der Kempanteil** betrug 1,77 % mit einer breiten Streuung von 0 bis 70,6%. Für den **Regionseffekt** ergab sich ein hoher und signifikanter Unterschied beim Anteil des Kempes. Die unselektierten Tiere aus der Ayopaya-Region zeigten einen geringeren Kempanteil (0,78%) gegenüber den fleischbetonten aus der Condoriri-Region (15,17%) sowie den Ergebnissen von Martinez (1997) mit 3,7 % und von Iñiguez et al. (1998) mit 2,4%. Diese Unterschiede lassen sich dadurch erklären, dass unterschiedliche Populationen (unselektierte und fleischbetonte), Methoden und Kriterien verwendet wurden, um den Kempanteil zu bestimmen (in der vorliegenden Arbeit mittels OFDA, im Gegensatz zu Martinez, 1997 und Iñiguez et al., 1998 mit Mikroprojektion).

Beim **Alterseffekt** konnten keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden. Dieses bestätigten Iñiguez et al. (1998) und Delgado et al. (1999).

Durch den **Typeffekt** wurden signifikante Unterschiede bewirkt. Der Th'ampulli-Typ hatte einen geringeren Kempanteil als der Kh'ara-Typ. Aber das Ausmaß dieser Differenzen war trotz signifikanter Unterschiede klein, was in der Untersuchung von Iñiguez et al. (1998) nicht der Fall war. Die Erklärung dafür könnte wiederum sein, dass eine genaue Typklassifikation nach Kh'ara und Th'ampulli bei Fohlen und älteren Tieren schwierig ist und unterschiedliche Methoden und Kriterien verwendet wurden (OFDA gegenüber Mikroprojektion).

Die **Farbe** des Vlieses bewirkte einen signifikanten Unterschied nur zwischen der Farbklasse dunkel (8,41%) und den anderen Farbklassen (hell= 7,64% und gemischt= 7,89).

Diese Unterschiede zeigten allerdings ein kleines Ausmaß. Nach den Ergebnissen von Iñiguez et al. (1998) zeigten sich keine signifikanten Auswirkungen durch die Farbe. Das könnte dadurch bedingt sein, dass die bunten Proben in der vorliegenden Arbeit vor der Faseranalyse nicht gebleicht und unterschiedliche Methoden und Kriterien verwendet wurden (OFDA gegenüber Mikroprojektion). Um diese Hypothese zu überprüfen, wird zur Zeit an der Universität Hohenheim eine Untersuchung mit gebleichten Proben durchgeführt.

Mit einem Durchmesser der gesamten Fasern von 23,3  $\mu\text{m}$  (sd = 3,4 $\mu\text{m}$  und cv = 14,8%) lässt sich das Lamavlies nach ASTM Norm als Alpaca Class T (Baby oder  $\varnothing < 25\mu\text{m}$ ) klassifizieren. Nach der Entfernung der größeren Fasern erhält man einen hohen Anteil an feinen Fasern von 87,4% mit einem Durchmesser der Feinfasern von 21,0 $\mu\text{m}$ . Nach ASTM Norm würde diese Qualität in Alpaca Class T-Extra (Baby extra fine bzw.  $\varnothing < 22,0\mu\text{m}$ , die feinste Feinheitsklasse bei Alpakas ) gehören.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung ergaben, dass in der Lamapopulation der abgelegenen Provinz Ayopaya außergewöhnlichere Faserqualitäten als in den Populationen der Zentral- und Nordandenplateaus (Castro, 1988; Martinez, 1997; Hinojosa, 1998 und Delgado et al., 1999) zu finden sind. Daraus ergibt sich, dass die untersuchten Tiere aus Ayopaya als bedeutendes Potential für die Faserproduktion aufgrund einer außergewöhnlichen Faserqualität und einer großen Variabilität zu beurteilen sind. Damit konnte die Vermutung bestätigt werden, dass in den abgelegenen Regionen Ayopaya und Sud Lipez, wo bisher keine künstliche Selektion stattgefunden hat, die wertvollsten Faserqualitäten zu finden sind. Ob und inwieweit die Intensität der Züchtung auf Fleisch einen negativen Einfluss auf die Faserqualität hat, ist jedoch noch nicht nachweisbar.

Derzeit werden Quantitätsmerkmale (Vliesertrag und Stapellänge) in verschiedenen Regionen erhoben.

In Zukunft wird versucht, die besonderen Faserqualitätspotentiale in abgelegenen Landesregionen gezielt zu nutzen und zu vermarkten.

## **Literatur**

- Adamczyk, L., Montaña, P., 1997. Censo nacional de Camélidos 1997 (Llamas y Alpacas). UNEPCA, Oruro, Bolivia.
- ASTM, 1989. Annual Book of ASTM Standard (Textiles). Designation: D 2252-85. Standard Specification for Fineness of Types of Alpaca. Philadelphia, Vol. 07.02. 530-532.
- Ayala, C., 1999. Características físicas de la fibra de llamas jóvenes. In Proceedings of the 3<sup>rd</sup> European Symposium on South American Camelids, Göttingen 1999, Germany (in press).
- Castro, I., 1988. Análisis del vellón comercial de los camélidos: Alpaca y Llama. Tesis Ing. Agr., Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Charcas, U., 1998. Identificación de alpacas sobresalientes para producción de fibra como base para la formación de un rebaño élite. Tesis Ing. Agr., Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Delgado, J., Valle Zárate, A., Mamani, C., 1999. Fibre quality of a Bolivian meat-orientated llama population. In Proceedings of the 3<sup>rd</sup> European Symposium on South American Camelids, Göttingen 1999, Germany (in press).
- Göttsche, T., 1990. Einführung in das SAS-System für den PC. Stuttgart, Deutschland.
- Hansford, K. A., 1992. Fibre diameter distribution: Implications for wool production. Wool Technology and sheep breeding. 4c (1992), 1, 2-9.
- Hinojosa, P., 1998. Caracterización de la fibra de llama (lama glama) en la Provincia Sajama del Departamento de Oruro. Tesis Ing. Agr., Universidad Técnica de Oruro, Oruro, Bolivia.
- Iñiguez, L., Alem, R., Wauer, A. and Mueller, J., 1998. Fleece types, fibre characteristics and production system of an outstanding llama population from Southern Bolivia. Small Rum. Res. 30, 57-65.
- IWTO-47-95, 1995. Measurement of the mean and distribution of fibre diameter of wool using an optical fibre diameter analyser (OFDA). IWTO Test Method.

**Deutscher Tropentag 1999 in Berlin**  
**Session: Sustainable Technology Development in Animal Agriculture**

- Köhler, W., Schachtel, G., Voleske, P., 1984. Biostatistik, Einführung in der Biometrie für Biologen und Agrarwissenschaftler.
- Loayza, O., Iñiguez, L., 1995. Identificación de un rebaño de llamas élite como base para un programa de mejoramiento genético (Identification of an elite llama flock in Bolivia as a base for a genetic improvement program). Instituto Boliviano de Tecnología Agropecuaria, Series de Trabajo 2, 1-36.
- Martinez, Z., Iñiguez, L. and Rodriguez, T., 1997. Influence of effects on quality traits and relationship between traits of the llama fleece. *Small Rum Res.* 24, 203-212.
- Parra, G., 1999. Evaluación del potencial productivo de la llama (lama glama), en la quinta Sección Municipal Charaña. Tesis Ing. Agr., Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Riera, S., 1969. Ritmo de crecimiento y finura del pelo de la llama (Growth and fineness of the llama fiber). Estación Experimental Patacamaya, La Paz Bolivia. Boletín 39, 1-10.
- Rocha, O., 1988. Tipificación de las llamas Kcaras y Thampullis en tres diferentes ecoregiones del Altiplano de Bolivia. Tesis Ing. Agr., Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.
- Rodríguez, T., 1981. Importancia de la influencia de factores ambientales sobre algunos caracteres de producción de carne y lana en llamas. Tesis Maestro en Ciencias, Colegio Post graduados Chipango, Mexico.
- Russel, A.J.F and Redden, H., 1993. Effects of season and nutrition on fibre growth in Llamas. In *Proceedings of the European Symposium on South American Camelids, Bonn 1999, Germany.*
- Tellería, W., 1973. Estudio sobre algunas características físicas y químicas de la fibra de llama (Physical and chemical characteristics of the llama fiber). Tesis Ing. Agr., Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia.