

# Faserkunde

## Teil 3 – Faserwerte und Histogramme interpretieren und einsetzen

Teil 1: Herbst 2019

Teil 2: Sommer 2020

Das Ziel unserer Alpakazucht sollte die Zucht von gesunden Tieren mit möglichst hochwertiger und homogener Faser sein. Eine objektive Beurteilung zur Weiterverarbeitung der Faser ist aber nur möglich, wenn diese auch im Labor gemessen wurde und die Messwerte anschließend unter die Lupe genommen werden. Mit welchen Messverfahren dies möglich ist, kann in der letzten Ausgabe der LAMAS (Herbst 2020) nachgelesen werden. Dieser Artikel widmet sich nun der Fragestellung, was genau die einzelnen Faserwerte bedeuten, wie genau die daraus entstandenen Histogramme eingeordnet werden können und welche für eine erfolgreiche Zucht (je nach Zuchtziel) entscheidend sind. Eine Kurzübersicht verschiedener Faserwerte findet sich auch im Glossar. Die am meisten verwendeten Messmethoden sind das OFDA 2000 und Sirolan Laserscan (siehe LAMAS Herbst 2020), weshalb anhand deren Ergebnisse das Lesen und Interpretieren erklärt werden soll. Beide geben dabei (fast) die gleichen Faserwerte an, welche zunächst vor dem Blick auf die Histogramme verstanden werden müssen.

### Erklärung der Faserwerte

#### Mean Fibre Diameter (MFD) oder Diam

Dieser Wert gibt den mittleren Faserdurchmesser an. Gemessen wird er in Micron oder Mikrometer:  $1 \mu\text{m} = 0,000001 \text{ m}$ . Die Messung mit dem OFDA 2000 stellt neben dem durchschnittlichen Durchmesser zusätzlich noch den minimalen (min. Diam) und maximalen (max. Diam) Faserdurchmesser der Probe dar. Üblicherweise werden die Werte der Faserdurchmesser in Klassen eingeteilt, welche zwar von Land zu Land variieren (Australien, USA, Südamerika), aber von den meisten Züchtern bzw. Vereinen allgemein anerkannt werden:

- Royal: unter 19 Micron
- Baby-Alpaka: unter 22 Micron
- Superfine: unter 25,5 Micron (nach anderen Angaben bis 28 Micron)
- Fine: unter bzw. ab 28 Micron bis 30 Micron/35 Micron (je nach Angabe)
- Coarse: über 30 bzw. 35 Micron

Für viele Züchter ist diese Zahl das wichtigste Bewertungskriterium. Dies ist allerdings nur eingeschränkt richtig, denn erstens

ändert sich dieser Wert im Laufe des Lebens der Alpakas deutlich, was von verschiedenen Faktoren abhängt: Klimatische Verhältnisse, Ernährung, Stress, Parasiten und Schwangerschaften haben großen Einfluss auf den Faserdurchmesser. Es soll sogar Züchter gegeben haben, bei denen die Alpakas zur Reduktion des Faserdurchmessers besonders proteinarm (mangel-)Jernährt wurden. Zwar mag diese Ernährung den Wert tatsächlich nach unten beeinflussen, jedoch leiden die Tiere erheblich und die Faser wird wesentlich weniger stabil, reißt schnell und ist kürzer, weshalb von solchen Experimenten besonders im Sinne des Tierwohls, aber auch im Sinne der hochwertigen Faserverarbeitung dringend abgeraten werden muss. Auch das Alter ist entscheidend: erst ab dem zweiten Lebensjahr des Alpakas ist die finale Anzahl von Haarfollikeln erreicht und bis zum ca. achten Lebensjahr verschlechtert sich die Faserdicke der Tiere meist stetig. Erst danach stagniert der Faserdurchmesser, weshalb weniger häufig gemessen werden müsste („Micron Blowout“, McGregor 2004, Holt 2016, s. Abb. 1).

#### YEARLY INCREASE (BLOWOUT) (T4)

5860 WHITE & ALL COLOUR			1618 WHITE ONLY	
mic	% increase +/-	age	mic	% increase +/-
23.21		1	22.3	
25.48	9.8	2	24.3	8.9
27.7	8.7	3	26.0	7.0
28.1	1.4	4	27.0	4.1
28.91	2.9	5	28.0	3.6
29.2	1.0	6	28.7	2.5
29.82	2.1	7	29.5	2.9
29.41	-1.4	8	28.0	-5.3
29.46	0.2	9	28.3	1.1
29.46	0.0	10...12	27.8	-1.6

T4

Abbildung 1: Micron Blowout: Veränderung der Faserdicke mit dem Alter der Alpakas, Holt 2016

Zweitens kommt hinzu, dass ein berechneter Durchschnitt verschiedener Werte nicht viel über die vorliegende Probe aussagt. Dazu ein kleines Rechenbeispiel: der Durchschnitt von 19, 20 und 21 ist 20. Der Durchschnitt von 15, 20 und 25 ist aber ebenso 20. Aus diesem Grund müssen noch weitere Faserwerte, welche diese Verteilung widerspiegeln, hinzugezogen werden.

### Standarddeviation oder Standardabweichung (SD)

Dieser Wert wird meist in Micron (teilweise auch in Prozent) angegeben und zeigt, wie stark die Faserdurchmesser innerhalb einer Probe um den Mittelwert herum variieren. Zugrunde liegt die in der Natur beobachtete Gaußsche Verteilungskurve für die Häufigkeit des Vorkommens natürlicher Anzahlen. Ein SD von 1 gibt an, dass der Faserdurchmesser von 68 % aller Fasern der Probe +/- 1 Micron um den Mittelwert herum verteilt sind. Auch hier ein kleines Rechenbeispiel: Eine Probe mit einem MFD von 26 Micron und einem SD von 6 Micron bedeutet, dass 68 % aller Fasern zwischen 20 und 32 Micron liegen. Besonders für die garnverarbeitende Industrie ist dieser Wert von Bedeutung, da ein möglichst homogenes Vlies zu gleichmäßigem und damit stabilem Garn verarbeitet werden kann.

Holt (2016) konnte an einer Studie mit 7000 Alpakas nachweisen, dass Tiere mit niedrigen Faserdurchmessern eine geringe, Tiere mit großem Faserdurchmesser aber eine eher große Standardabweichung/Variation in der Faser aufweisen (s. Abb. 2, Seite 11). Um Alpakas mit verschieden dicker Faser in ihrer Variation im Vlies trotzdem vergleichen zu können, wird ein weiterer Wert genutzt: der CV.

### Coeffizient der Variation des Durchmessers (CV)

Dieser Wert beschreibt, ebenso wie der SD, den Grad der Variation des Faserdurchmessers in einer Faserprobe. Dies wird aber zusätzlich in Relation zum Mittelwert dieses Durchmessers in Prozent angegeben:

$$\frac{SD}{MFD} \cdot 100 = CV \quad \frac{SD}{MFD} \cdot 100 = CV \quad [\%]$$

Je höher nun der SD, also die Variation des Faserdurchmessers, desto größer wird der CV. An dieser Stelle soll kurz erwähnt werden, dass es verschiedene Meinungen dazu gibt, ob SD oder CV eine bessere Aussage über die Variation im Vlies treffen (Holt 2016, Vallely 2016 (AAFT-Europe)). Begründet wird dies durch die Tatsache, dass ein Alpaka mit z.B. einem MFD von 20 und einem SD von 2 einen schlechteren CV-Wert (=10 %) erhält, als ein Alpaka mit einem größeren (und damit schlechteren) MFD von 30 und demselben SD von 2 (CV=6,67 %). Dies ist mathematisch auch vollkommen korrekt. Vallely befürchtet aber, dass dies die Zucht der Alpakas bei ausschließlicher Betrachtung des CV in Richtung dickerer Faser verlagert. Da die Studie von Holt allerdings klar aufzeigen konnte, dass Tiere mit dickerem Faserdurchmesser auch immer eine größere Variation der Faser

(SD) aufweisen, tritt der Fall des Rechenbeispiels in der Realität allerdings praktisch nicht auf. Im Gegenteil: Alpakas mit unterschiedlichen Faserdicken lassen sich durch den CV-Wert deutlich besser untereinander vergleichen, da der SD Wert bei größerer Dicke ansteigt, der CV Wert allerdings bei ähnlicher Variation gleich bleibt (s. Abb. 2, Seite 11). Trotzdem dürfen auch laut beider Autoren all diese Werte nicht isoliert voneinander betrachtet werden, da es noch weiterer Faserwerte zum Beurteilen der Faser bedarf.

Um die CV-Werte der Alpakas einordnen zu können, gibt Holt (2016) eine Skala an, die eine grobe Orientierung liefern kann:

- 14 % ist sehr homogen
- 19 % ist gut
- Um 24 % ist durchschnittlich
- Über 30 % ist unregelmäßig
- 35 % ist sehr unregelmäßig und unerwünscht

### Comfort Faktor (CF)

Dieser Wert gibt den prozentualen Anteil der Fasern an, die einen Durchmesser unter 30 Micron aufweisen. Da Fasern mit einer Dicke von 30 Micron und mehr die unangenehme Eigenschaft haben zu kratzen und damit im späteren Produkt unerwünscht sind, liegt dieser Wert im Idealfall bei 100 %. Dabei entspricht der Comfort Faktor dem Gegenteil der auch üblichen Angabe „% >30“ oder Pricle Factor, welche den Anteil der Fasern über 30 Micron aufzeigt. Ein entsprechender Idealwert läge hier bei 0 %.

### Spinning Fineness (SF)

Dieser Wert ist besonders für die Garnindustrie entscheidend, denn er gibt an, wie sich die Faser nach dem Spinnen zu Garn verhalten wird. Er wird aus dem Faserdurchmesser und dem CV berechnet und in Micron angegeben. Die Berechnung dieses Wertes leitet sich von der Martindale-Theorie über die Feinheit von Faser ab, welche von Butler und Dolling (1995) zu einer Formel ausgearbeitet wurde:

$$SF = 0,881 \cdot MFD \cdot \sqrt{1 + 5 \cdot \left(\frac{CV\%}{100}\right)^2}$$

Auf diesen Hintergrund soll hier allerdings nicht tiefer eingegangen werden. Nach dieser Theorie verhält sich die Faser mit einem MFD von 20 und einer Spinning Fineness von 19 nach dem Verspinnen also grob gesagt so, wie eine Faser von 19 Micron. Der SF sollte also möglichst im Bereich des Faserdurchmessers oder darunter liegen.

### Curvature oder Mean Curvature (MC)

Die Curvature bezeichnet die Krümmung oder Kräuselung der Faser. Zur Interpretation dieses Wertes sollte auch das Gerät, mit der dieser Wert bestimmt wurde, miteinbezogen werden.

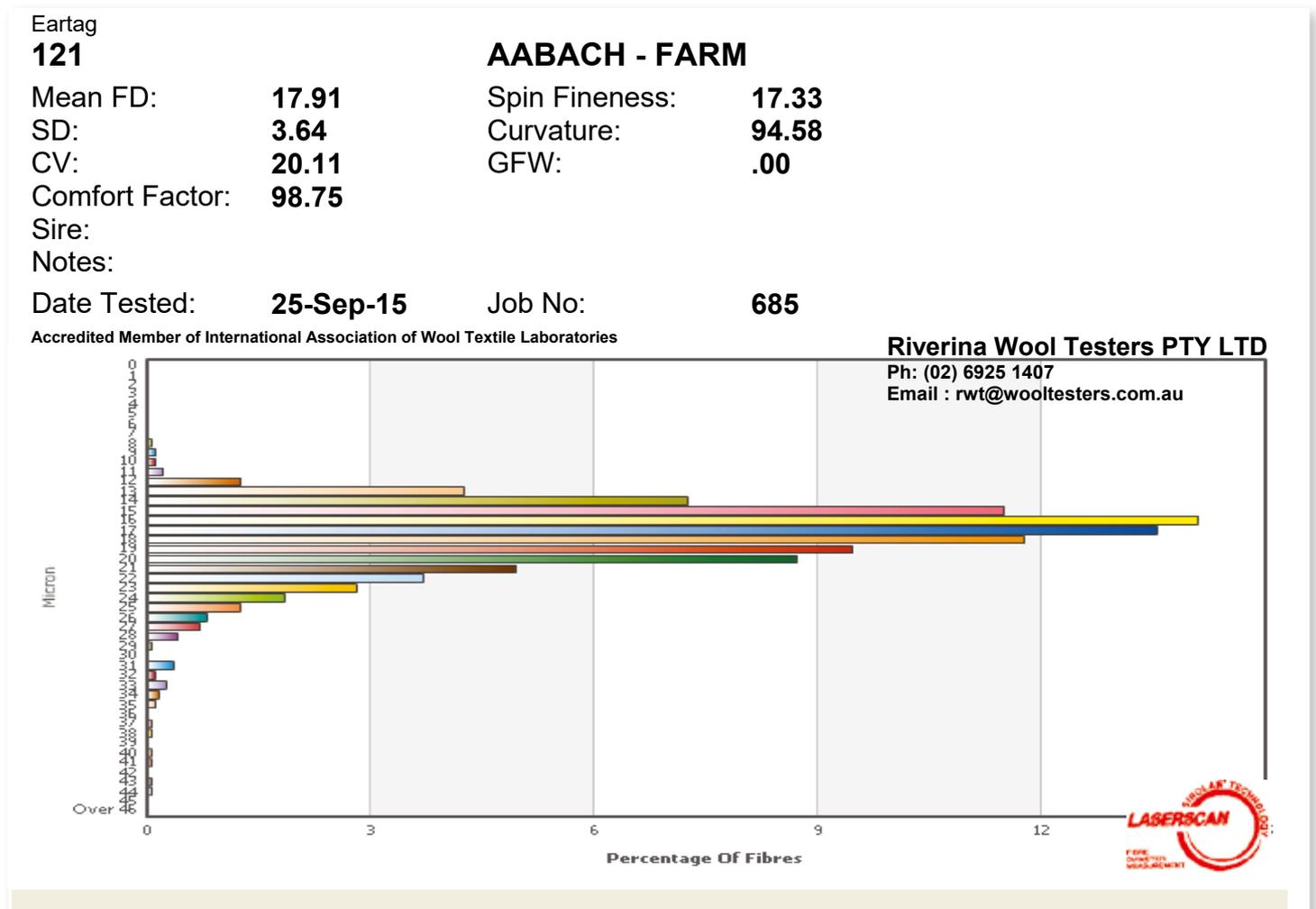
Warum, wird in der vorigen LAMAS-Ausgabe ausführlich dargestellt und wird hier nicht weiter ausgeführt. Der MC gibt die durchschnittliche Krümmung in °/mm an, wobei ein höherer Wert eine stärkere Krümmung der Faser aufzeigt. Dünnere Fasern weisen nach Holt (2006) meist einen größeren Curvature-Wert, dickere Fasern einen niedrigeren Wert auf. Je nach Autor gilt bei anderen Tierarten zur Faserverarbeitung eine Curvature von 50°/mm als gering, 60-90 °/mm als mittel und ein Wert von über 100 °/mm als hoch [McColl 2009]. Obwohl dieser Wert von enormer Bedeutung für die spätere Garn – aber auch Bettwaren-Herstellung ist, liegen die durchschnittlichen Curvature Werte von Huacaya Faser zwischen 20 und 60/65 °/mm und Suri zwischen 0-20, in Ausnahmen auch bis 50 °/mm. Dies kann ein Indiz dafür sein, warum z.B. Merino- oder Vicunja-Faser mit Werten von 90-130 °/mm einen deutlich höheren Verkaufswert

und bessere Garn-Eigenschaften besonders beim Waschen aufweisen. Ziel für die Alpaka-Zucht sollte also ein möglichst hoher Curvature-Wert zur Verarbeitung hochwertiger und langlebiger Produkte sein.

**SD Curvature**

Auch die Krümmung der Faser variiert innerhalb eines Alpaka-vlieses. Aus diesem Grund wird, ebenso wie beim Faserdurchmesser, die Standardabweichung der Krümmung (SD) für die Kräuselung angegeben, sodass die minimalen und maximalen Krümmungswinkel abgelesen werden können. Im Sinne von möglichst homogener Garnqualität gilt auch hier: je niedriger der Wert, desto homogener ist die Curvature über die Faser verteilt.

Abbildung 3: Faserhistogramm erstellt mit Sirolan Laserscan zeigt die prozentuale Verteilung der Fasern mit bestimmten Faserdurchmessern, Quelle: Aabach-Farm Alpakas

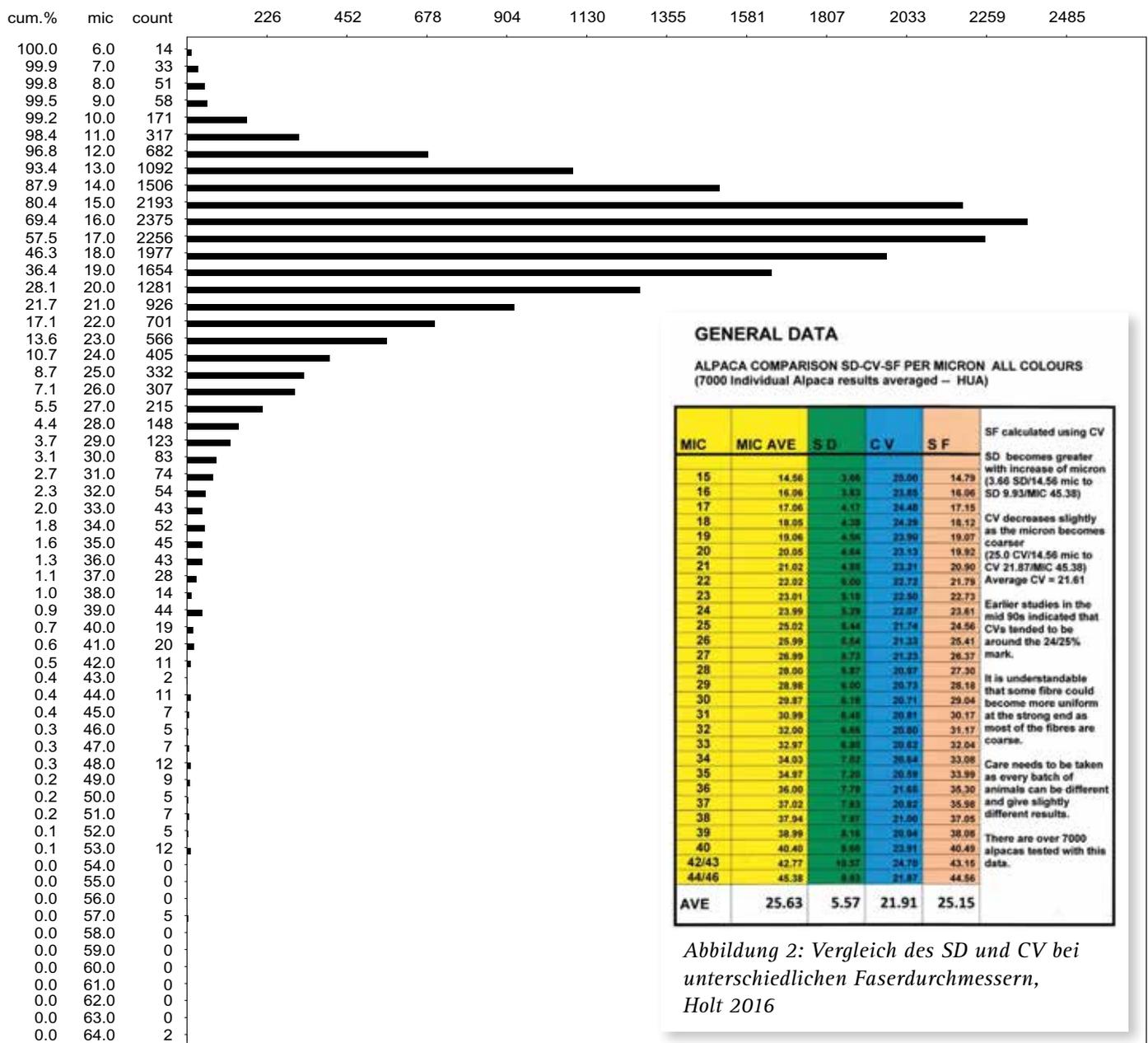


## Abach-Farm : Diameter Histogram

Date : 10Apr15  
 Sample ID : Artemis(Av3)  
 Description : Sample 3  
 Lot/Client : Hornik  
 Operator : HH

Diam = 18.08[5.11] um  
 CV = 28.26 %  
 CEM = 9.41 um  
 CF = 97.32 %  
 Spin fineness = 18.97  
 Sample size = 20002

OFDA2160:5.363 Cal: D = 5.2526\*WH -3.72  
 Filename : Aabach-farmAverage.mes



### GENERAL DATA

ALPACA COMPARISON SD-CV-SF PER MICRON ALL COLOURS  
 (7000 Individual Alpaca results averaged – HUA)

MIC	MIC AVE	SD	CV	SF	SF calculated using CV
15	14.56	3.66	25.00	14.79	SD becomes greater with increase of micron (3.66 SD/14.56 mic to SD 9.93/MIC 45.38)
16	16.06	3.83	23.85	16.06	
17	17.06	4.17	24.48	17.15	
18	18.05	4.35	24.29	18.12	
19	19.06	4.56	23.90	19.07	
20	20.05	4.84	23.13	19.92	
21	21.02	4.88	23.21	20.90	
22	22.02	5.00	22.72	21.79	
23	23.01	5.19	22.50	22.73	
24	23.99	5.39	22.87	23.61	
25	25.02	5.64	21.74	24.56	
26	25.99	5.84	21.33	25.41	
27	26.99	5.73	21.23	26.37	
28	28.00	5.87	20.97	27.30	
29	28.98	6.00	20.73	28.18	
30	29.97	6.18	20.71	29.04	
31	30.95	6.45	20.81	30.17	
32	32.00	6.86	20.80	31.17	
33	32.97	6.88	20.82	32.04	
34	34.02	7.07	20.64	33.08	
35	34.97	7.25	20.89	33.99	
36	36.00	7.79	21.64	35.30	
37	37.02	7.83	20.82	35.96	
38	37.94	7.87	21.00	37.05	
39	38.99	8.16	20.94	38.08	
40	40.40	8.80	23.91	40.49	
42/43	42.77	10.37	24.78	43.15	
44/46	45.38	9.93	21.87	44.56	
<b>AVE</b>	<b>25.63</b>	<b>5.57</b>	<b>21.91</b>	<b>25.15</b>	CV decreases slightly as the micron becomes coarser (25.0 CV/14.56 mic to CV 21.87/MIC 45.38) Average CV = 21.61 Earlier studies in the mid 90s indicated that CVs tended to be around the 24/25% mark. It is understandable that some fibre could become more uniform at the strong end as most of the fibres are coarse. Care needs to be taken as every batch of animals can be different and give slightly different results. There are over 7000 alpacas tested with this data.

Abbildung 2: Vergleich des SD und CV bei unterschiedlichen Faserdurchmessern, Holt 2016

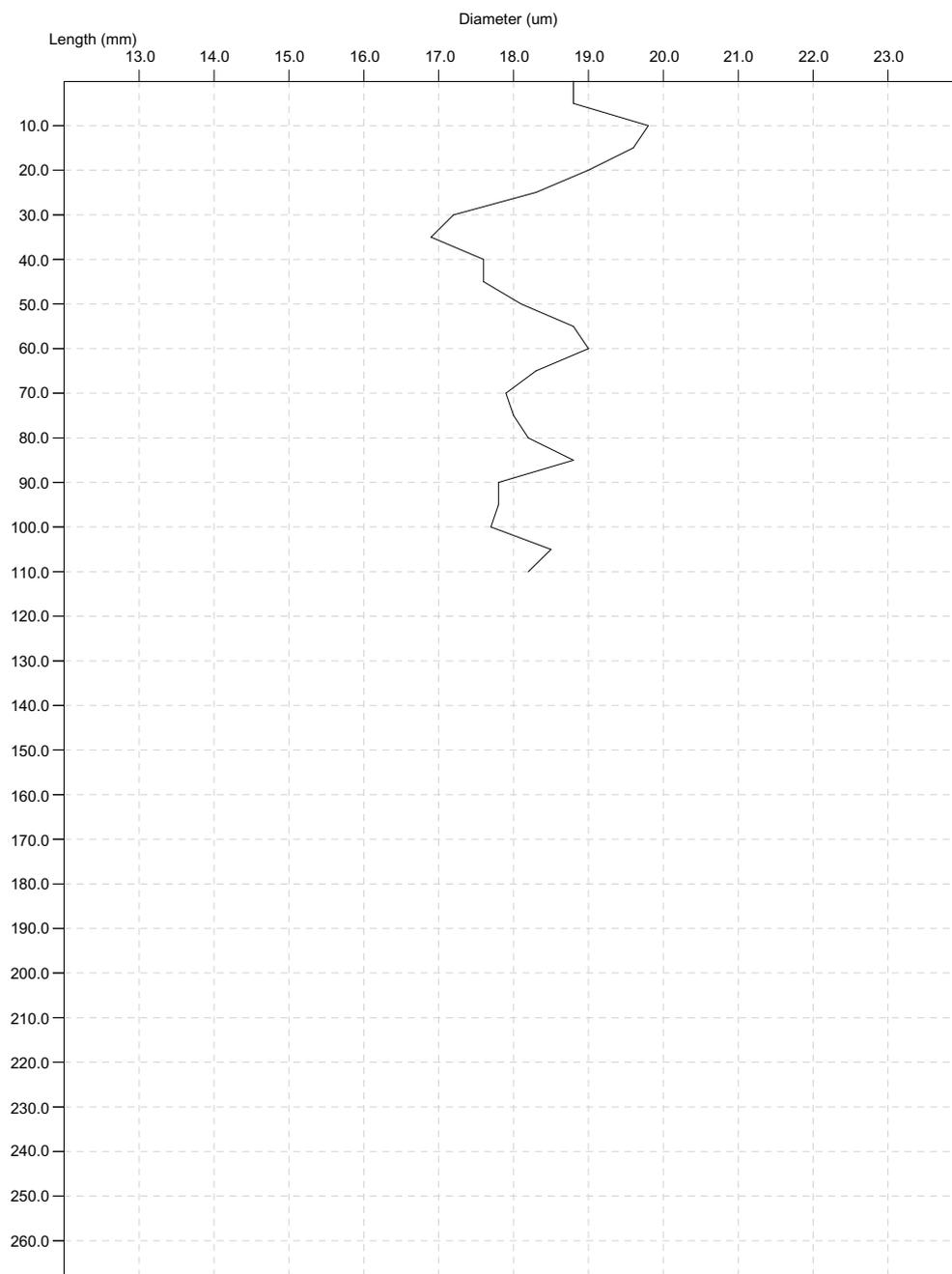
Abbildung 4: Faserhistogramm erstellt mit OFDA 2000 zeigt die Anzahl und prozentuale Verteilung der Fasern mit bestimmten Faserdurchmessern, Quelle: Aabach-Farm Alpakas

## Abach-Farm : Staple Graph

Date : 10Apr15  
 Sample ID : Artemis(Av3)  
 Description : Sample 3  
 Lot/Client : Hornik  
 Operator : HH

Diam = 18.08[5.11] um  
 Min Diam = 16.90 um  
 Max Diam = 19.80 um  
 SD Along = 0.78 um  
 Length (mm) = 115.00 mm  
 Break Point = 35.00 mm

OFDA2160:5.363 Cal: D = 5.2526\*WH -3.72  
 Filename : Aabach-farmAverage.mes



## Histogramme lesen und interpretieren

Ein Histogramm ist eine grafische Darstellung (meist Säulen oder Balken) einer Häufigkeitsverteilung. Sowohl die Messmethode OFDA 2000 als auch Sirolan Laserscan erstellen ein Histogramm zur prozentualen Verteilung der Faserdicke über die gesamte Faserprobe, sodass dies optisch schnell erfasst werden kann. Die Abbildung 3 zeigt ein Histogramm des Sirolan-Laserscan Verfahrens, welches diese Verteilung deutlich macht: ca. 14 % der Faser weisen eine Faserdicke von 16 Micron und nur ca. 2,9 % weisen eine Dicke von 23 Micron auf. Je schmäler diese Verteilung dargestellt ist, desto geringer ist die Variation und damit der SD. Dieser liegt hier bei 3,64 Micron was bedeutet, dass bei einem MFD von 17,91 Micron 68 % der Faser zwischen 14,27 und 21,55 Micron liegen. Anhand der Balkenverteilung im Histogramm wird dies auch ohne Rechnen schnell deutlich.

Das gleiche Histogramm erstellt auch das OFDA 2000, wobei hier zusätzlich die „Counts“, also Anzahl der Fasern mit diesen Faserdicken angegeben werden (s. Abb. 4, hier dargestellt bei einem anderen Alpaka als Abb. 3). Zusätzlich zu diesen Darstellungen der prozentualen Verteilung der Faserdicke, gibt die OFDA 2000 Messmethode noch einen weiteren Graphen an: den „Staple Graph“ (s. Abb. 5). Dieser zeigt die Verteilung der Faserdurchmesser über die Länge der Faser. Da nur das OFDA 2000 (und OFDA 4000)

Abbildung 5: Der „Staple Graph“ erstellt mit OFDA 2000 zeigt die Faserdicke über die ganze Länge der Faser, Quelle: Aabach-Farm Alpakas

die ganze Länge der Faser misst und damit die Faserdicke über das Wachstum innerhalb eines Jahres darstellt, ist ein Staple Graph im Sirolan-Laserscan nicht möglich.

Weil das Ablesen der Faser an der Faserspitze beginnt (Länge = 0 mm), kann für nordeuropäische Breiten hier die durchschnittliche Faserdicke für den April des vorangegangenen Jahres abgelesen werden. Der unterste Teil der Kurve gibt den Wert kurz vor der Schur an. Anhand dessen ist deutlich zu erkennen, dass der Faserdurchmesser innerhalb eines Jahres in diesem Beispiel Schwankungen von fast 3 Micron aufweist. Dies erklärt sich durch den Einfluss von Nahrung, Jahreszeit, Trächtigkeit, Parasiten, besonderer Behandlung, Erkrankungen usw. Die hier zunächst große Kurve nach links, hin zum kleineren Faserdurchmesser, ist meist den Wintermonaten zuzusprechen, da die Alpakas dort ohne Gras mit proteinärmerem Heu gefüttert werden. Anschließend ist eindeutig zu erkennen, wie sich der Faserdurchmesser durch die Ernährung wieder vergrößert. Im Sinne von homogenen Garnprodukten, sollten Tiere mit möglichst kleinen Jahresschwankungen für die weitere Zucht bevorzugt werden. Da allerdings auch Erkrankungen diese Werte stark beeinflussen können, sollte auch u. a. der Gesundheitszustand/Schwangerschaft des Tieres innerhalb eines Jahres in diese Entscheidungsfindung mit einfließen.

### Wozu brauchen wir nun all diese Werte?

Ausschließlich objektiv gemessene Faserwerte sollten entscheiden, für welche Produkte die Fasern der jeweiligen Tiere geeignet sind und legen somit das eigene Zuchtziel fest. Möchte man hochwertiges Alpaka-Garn herstellen, sollten verschiedene Werte eingehalten werden: eine Faserdicke unter 22 Micron mit einem CV unter 24 %, eine Curvature über 60 °/mm, eine Spinning Fineness gleich oder unterhalb des Faserdurchmessers und ein großer Comfort Faktor, damit das spätere Produkt nicht kratzt.

Für Alpaka-Bettdecken kann etwas dickere Faser von 22 bis ca. 26 °/mm genutzt werden, da dünne Faser weniger „Bauschigkeit“ aufweist und genauso wie dickere Haare mit einer größeren Wahrscheinlichkeit durch den Stoff tritt und somit im Bett landet. Die Verwendung von Faser mit hoher Curvature ist auch hier sinnvoll, denn so bleibt die Bettdecke auch über einen längeren Zeitraum „bauschiger“ und liegt sich nicht so schnell platt, da die Krümmung für Abstand zwischen den Fasern sorgt. Für Teppiche, Filzwaren o. ä. ist hingegen die dickere und stabilere Faser über 26 Micron sinnvoll, da diese besonders hohem mechanischem Druck ausgeliefert sind, welchem dünnere Fasern nicht standhalten können.

Zusammenfassend gilt es, je nach Zuchtziel zu entscheiden, auf welche Faserwerte bei der Zucht der Alpakas Wert gelegt wird. Keiner dieser Werte lässt sich dabei isoliert voneinander betrachten, sodass es grundsätzlich der Beachtung mehrerer Faktoren bedarf, mindestens jedoch des MFD, des CV und der Curvature. Histogramme sind dabei zur ersten Einschätzung

der Variation des Faserdurchmessers in der Probe bzw. über das Jahr sehr gut geeignet. Diese sollten dann aber mit einem Blick auf die genauen Zahlen ergänzt werden, da sich nur der MFD und SD ablesen lässt. Zur Selektion der Zuchttiere ist es deshalb sinnvoll, jährlich ab dem zweiten bis mindestens zum ca. achten Lebensjahr die Faserwerte durch zertifizierte Labore bestimmen zu lassen, um später die gewünschten Alpaka-Produkte aus der Faser gezielt herstellen zu können.

### Quellen

- McColl, A. (2009) Hinter den Kulissen der Faser Analyse, [https://www.vechtetal-alpakas.de/files/translation\\_2009\\_mccoll.pdf](https://www.vechtetal-alpakas.de/files/translation_2009_mccoll.pdf) [04.11.2020]
- Holt, C. (2016) Alpaca Myths SD or CV – What's it to be??. <http://cameronholt.com/BLOWOUT%20ARTICLE%20%20sd%20cv%20.pdf> [04.11.2020]
- Holt, C. (2006) Is Crimp important?, <http://cameronholt.com/IS%20CRIMP%20IMPORTANT.pdf> [04.11.2020]
- Valley, P. (2016) Should alpaca breeders use „SD“ or „CV“ when evaluating fibre traits? (AAFT-Europe), <https://artoffibre.com/wp-content/uploads/2020/03/SD-v-CV.pdf.pagespeed.ce.DameT24fz1.pdf> [04.11.2020]
- McGregor, B. A. & Butler, K. L. (2004) Sources of variation in fibre diameter attributes of Australian alpacas and implications fleece evaluation and animal selection, In: Australian Journal of Agricultural Research 55, S. 433-442
- Butler, K.L. & Dolling, M. (1995) Spinning fineness for wool, In: The Journal of The Textile Institute, Vol. 86, No. 1, S. 164-166

Text: Elisabeth Freitag

Bilder: Aabach-Farm Alpakas

## Autorenprofil

**Elisabeth Freitag** ist 31 Jahre alt und seit 2002 Mitinhaberin der Aabach-Farm Alpakas im Münsterland mit über 300 Tieren. Nach einem abgeschlossenen Studium auf Lehramt für Biologie und Physik und dem Referendariat hat sie sich nun vollständig der Alpaka-Zucht gewidmet und übernimmt in der Zukunft die Organisation und Erweiterung der Farm und deren Produkte.

