

Zur Objektivität und Reproduzierbarkeit von Flügelängenmessungen

Peter Meffert & Tim Themann

Meffert, P. & T. Themann 2008: **On objectivity and precision of wing length measurement.** Ber. Vogelwarte Hiddensee 18: 62 - 69. 1. Two different measurements for bird wing length are used in Germany: Wing Length (length of the flattened and straightened wing) and feather length (length of the third outermost primary). To calculate the precision of these two, different ringers measured the same bird (Robins *Erithacus rubecula*) with N = 443 and 519 for wing length and feather length resp. The calculated mean differences were 0.57 mm (0.79 %) for wing length and 0.32 mm (0.60 %) for feather length. In wing length and feather length the second measurement was on average 0.14 % longer. 2. Frequencies of meter readings to the nearest half- and tenth-millimetre were compared to expected values (50 % and 10 % resp.). A ruler with half-millimetre division was used. Numbers of birds measured ranged between 5,000 and 47,000 birds per ringer for half-millimetre precision and 2,000 to 6,000 for tenth-millimetre precision.

In wing length twelve out of the thirteen ringers read less frequently point five' than point zero', at an average of 44.8 %. The frequency of point-five' meter-readings in feather length was on average 47.7 %, thus closer to the expected 50 %. The reason of the positive discrimination of point zero is not very clear, some explanations are discussed.

Frequency distributions of tenth-part measurements were highly variable between ringers. Six out of seven ringers preferred point zero (mean: 15.9 % instead of expected 10 %) and negatively discriminated point five (mean: 6.9 %). Favoured cyphers were zero, one, two and eight, whereas three, five and nine were avoided. It is concluded that measuring of tenth part using a ruler with half-millimetre division is not meaningful.

Einleitung

Seit der Erhebung biometrischer Daten an Vögeln wird deren Methodik diskutiert. Angestrebt wird dabei vor allem eine hohe Präzision, also eine gute Reproduzierbarkeit. Die Messung des Vogelflügels erwies sich als besonders schwierig, da er nicht nur elastisch, sondern auch in zwei Ebenen gewölbt ist. Seit vielen Jahrzehnten hat sich die Messung des flachgedrückten und gestreckten Flügels fast überall durchgesetzt, lediglich in Nordamerika wird teilweise das Maß vom ungestreckten Flügel genommen.

BERTHOLD und FRIEDRICH (1979) propagieren die sogenannte Teilfederlänge (auch Federlänge oder Teilflügelänge genannt) als ein präziseres Maß. Ein Ziel dieser Arbeit ist es, die Präzision der beiden Flügelmessmethoden zu vergleichen. Ein anderer Aspekt bei Federlängenmessungen sind die Ablesehäufigkeiten der Nachkommastellen. Statistisch betrachtet ist die Wahrscheinlichkeit für jede Nach-

kommastelle gleich groß. Die Erfahrung im Umgang mit großen Datenmengen zeigt jedoch, dass dies nicht immer der Realität entspricht.

Für die Beantwortung beider Fragestellungen bietet sich die sehr große Stichprobe vermessener Vögel von der Beringungsstation auf der Ostseeinsel Greifswalder Oie an.

Methode

Alle ausgewerteten Daten stammen von der Beringungsstation „Walter Banzhaf“ auf der Greifswalder Oie (Einzelheiten zur Fangmethodik bei MEFFERT 2005).

Die Messungen der beiden Flügelmaße Flügel- und Teilfederlänge erfolgten nach Maßgabe von BAIRLEIN 1995. Für das Messen der Teilfederlänge wird ein Dorn, der mit der Nullstelle des Lineals abschließt (Abb. 1), zwischen die zweite und die dritte äußere Handschwinge geführt und die dritte Handschwinge glattgestrichen und vermessen (Abb. 2).

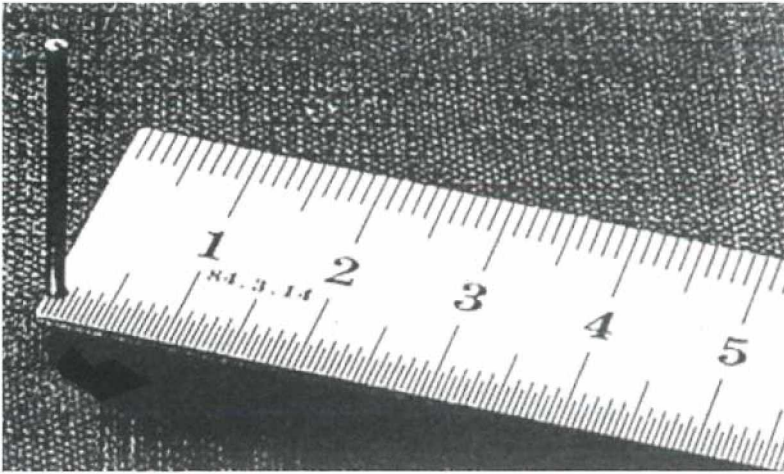


Abb. 1: Lineal zur Messung der Teilfederlänge (aus BAIRLEIN 1995). – Ruler with a vertical pin for measuring the feather length.

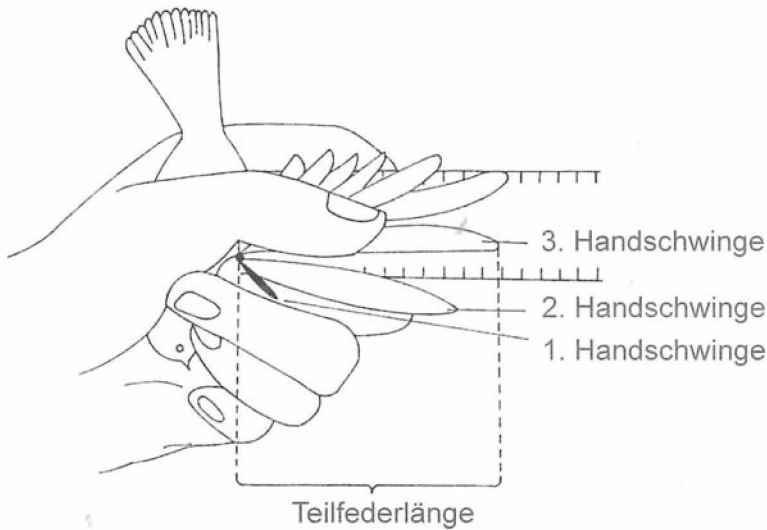


Abb. 2: Messung der Teilfederlänge (verändert nach BAIRLEIN 1995). – Taking the feather length.

Bei der Messung der Flügellänge wird das Lineal unter den Flügel geschoben. Der Flügelbug wird mit dem Daumen flachgedrückt, begradigt und an die

Nullkante gedrückt. Schließlich wird die Flügelspitze mit dem Zeigefinger glattgestrichen (Abb. 3).

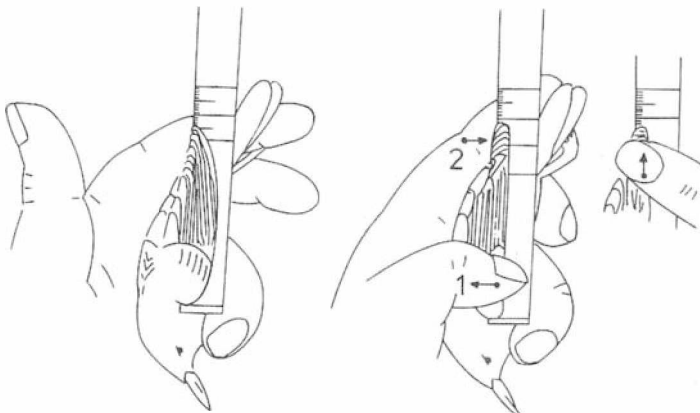


Abb. 3: Messung der Flügellänge (aus BAIRLEIN 1995). – Taking the wing length.

Für den Vergleich der Messungen von unterschiedlichen Beringern an demselben Individuum wurden Daten von Rotkehlchen *Erithacus rubecula* aus den Jahren 1994 bis 2007 herangezogen, welche innerhalb von 30 Tagen genau zweimal von zwei verschiedenen Beringern vermessen worden sind.

Um Missverständnisse zu vermeiden, hier zwei Begriffsdefinitionen: Der Begriff Genauigkeit schließt zwei Kriterien ein – Präzision und Richtigkeit. Die Präzision ist die Streuung von Messwerten um ihren Mittelwert und kann bspw. mit der Varianz berechnet werden. Die Richtigkeit hingegen ist die Abweichung vom wahren Wert, welcher in den

meisten Fällen jedoch nicht ermittelt werden kann.

Den Analysen der Ablesehäufigkeiten für halbe Millimeter bei der Teilfederlänge liegen alle zwischen Herbst 1994 und Frühjahr 2007 gefangenen Arten zugrunde (Ausnahme: ab 1996 ohne Wintergoldhähnchen *Regulus regulus*; N = 183.896). Für die Ableesungen auf zehntel Millimeter werden die Messungen an Wintergoldhähnchen ab Herbst 1996 genutzt (N = 25.061). Für die Flügelängen wurden alle Arten (Herbst 1994 bis Frühjahr 2006; N = 202.105) berücksichtigt. Die Stichprobengrößen für die einzelnen Beringer können Tab. 1 entnommen werden.

Tab. 1: Anzahl vermessener Vögel pro Beringer. – *Numbers of measured birds for each ringer.*

Beringer	Flügelänge1/2 mm	Teilfederlänge1/2 mm	Teilfederlänge1/10 mm
A	16.360	14.188	2.070
B	5.391	9.323	
C	5.164	4.460	
D	2.758	2.943	
E	14.664	11.256	3.368
F	16.535	16.114	
G	11.195	7.977	3.173
H	30.440	27.514	3.013
I	2.662	3.452	
K	20.150	17.879	4.022
L	47.359	41.248	5.942
M	9.085	8.465	

Ob die Ablesehäufigkeiten signifikant vom Erwartungswert abweichen, wurde mithilfe des Chi-Quadrat-Tests ermittelt. Es gelten folgende Abkürzungen: $p < 0,001$: ***; $p < 0,01$ **: $p > 0,05$ nicht signifikant (n. s.).

Präzision der Flügelmessmethoden

An dieser Stelle soll die Frage beantwortet werden, wie stark die Messungen verschiedener Beringer am selben Vogel voneinander abweichen.

Es sind zwei verschiedene Differenzen berechnet worden. Die erste Differenz ist der Betrag der Abweichung der Beringer untereinander bei der Messung desselben Vogels. Die zweite Differenz ist der vorzeichenbehaftete Unterschied zwischen zweiter und erster Messung, wiederum über alle Werte gemittelt. Die Ergebnisse sind in Tab. 2 dargestellt.

Tab. 2: Mittlere Differenzen der Messungen zwischen zwei Fangereignissen. – *Mean differences between two trapping events.*

	Flügelänge (N = 443)		Teilfederlänge (N = 519)	
	mm	%	mm	%
Differenz zwischen zwei Beringern	0,571	0,79	0,324	0,60
Differenz zwischen 2. und 1. Messung	0,104	0,14	0,073	0,14

Es ist ersichtlich, dass bei der zweiten Messung am selben Vogel im Mittel ein größerer Wert ermittelt wurde, und zwar sowohl für die Flügel- als auch für

die Teilfederlänge. In Abb. 4 sind die Häufigkeitsverteilungen der Messunterschiede dargestellt.

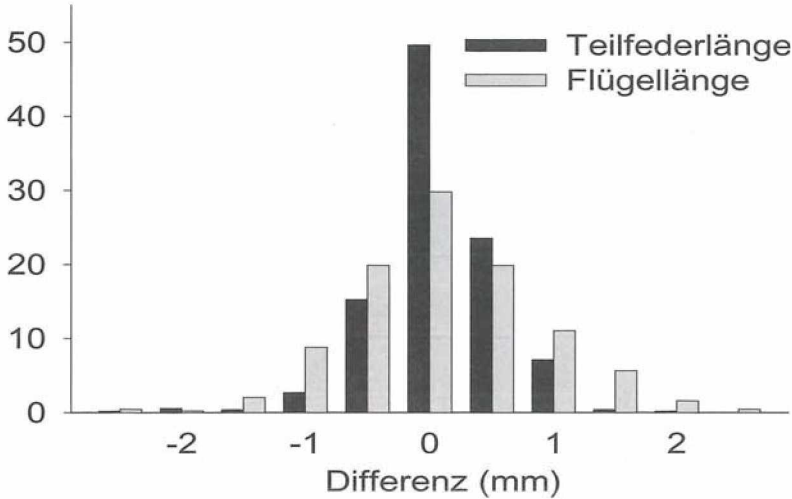


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Differenzen zwischen zwei Messungen verschiedener Beringer am selben Vogel. – *Frequency distribution of differences of different ringers on the same bird.*

Diskussion

Nach GOSLER et al. (1995) ist die Präzision der Teilfederlängenmessung in Großbritannien nicht größer als die der Flügellängenmessung: Bei 100 vermessenen Rotkehlchen betragen die Differenzen bei der Flügellänge 0,36 mm (0,50 %) und bei der Teilfederlänge 0,37 mm (0,69 %). Während also die Präzision bei Flügellängenmessungen dort höher war, lag sie bei der Teilfederlänge etwas unter den Werten von der Greifswalder Oie.

In Großbritannien wird ein erheblich größerer Aufwand bei der Schulung von Beringern betrieben als in Deutschland (BTO 2008). Dies wirkt sich vermutlich auf die Präzision der Messungen aus. Bei der Messreihe von GOSLER war keiner der Beteiligten mit der Erhebung der Teilfederlänge vertraut, trotzdem wurde sie fast ebenso präzise gemessen wie die Flügellänge. Demnach scheint die Teilfederlänge leichter erlernbar zu sein als die Messung des ganzen Flügels. Auf der Greifswalder Oie war die Teilfederlänge das etwas präzisere Flügelmaß. Als Ursachen kommen eine schlechtere Schulung oder ein laxerer Umgang in Frage, was damit zusammenhängen könnte, dass in Deutschland bei

vielen Beringern die Teilfederlänge als genauer gilt. Wenn dies zuträfe, wäre es eine selbsterfüllende Prophezeiung.

Als Ursache für die Verlängerung der Flügel durch die Messwiederholung kommt nur eine reale, also physische Veränderung des Flügels in Frage. Bei der Teilfederlänge ist ein Erklärungsansatz, dass die Haut zwischen den Federn durch den Stift am Lineal eingedrückt wird. Dies erklärt jedoch nicht die Verlängerung bei der Flügellänge, die exakt im gleichen Ausmaß stattfindet. Dass sich beide Flügelmaße bei Mehrfachmessungen im Durchschnitt erhöhen, ist jedoch praktisch fast nicht von Belang, da jeder Vogel normalerweise nur einmal gemessen wird. Zudem ist die Erhöhung mit 1,4 % nur sehr geringfügig. Relevant wird diese Tatsache höchstens bei Kalibrierungen, bei denen der „Verlängerungsfaktor“ berücksichtigt werden könnte.

Ablesehäufigkeiten

Bei einer Ablesung ganzer und halber Millimeter ist der Erwartungswert, also die mittlere Häufigkeit jedes Ereignisses, 50 %, bei einer Ablesung mit zehntel Millimeter Genauigkeit ist sie 10 %. Im Folgenden wird untersucht, ob verschiedene Beringer diesen Erwartungswerten entsprechend ablesen. Mit dem Chi-Quadrat-Test lässt sich ermitteln, ob die Verteilung eines Beringers vom Erwartungswert abweicht.

Die Abb. 5 zeigt für 13 Beringer, bei welchem Anteil der Messungen „Komma Fünf“ abgelesen wurde. Zwölf von 13 Beringern maßen hoch signifikant seltener „Komma Fünf“ ab. Im Mittel wurde zu 44,8 % „Komma Null“ registriert, die Extremwerte lagen bei 25,2 % (Beringer B) und 50,2 % (Beringer

N). Bei der Teilfederlänge lasen von dreizehn Beringern zehn häufiger „Komma Null“ ab (davon acht signifikant). Im Mittel wurde zu 47,7 % „Komma Fünf“ notiert, die Extremwerte lagen bei 34,7 % (Beringer A) und 57,8 % (Beringer N).

Interessanterweise ist derjenige Beringer mit der „besten“ Ablesehäufigkeit beim Flügel gleichzeitig der einzige, der bei der Teilfederlänge deutlich öfter als die anderen „Komma Fünf“ abgelesen hat.

Es besteht ein Zusammenhang zwischen den Ablesehäufigkeiten der beiden Maße bei den verschiedenen Beringern (lineare Regression: korrigiertes $R^2 = 0,40$; $p = 0,01$).

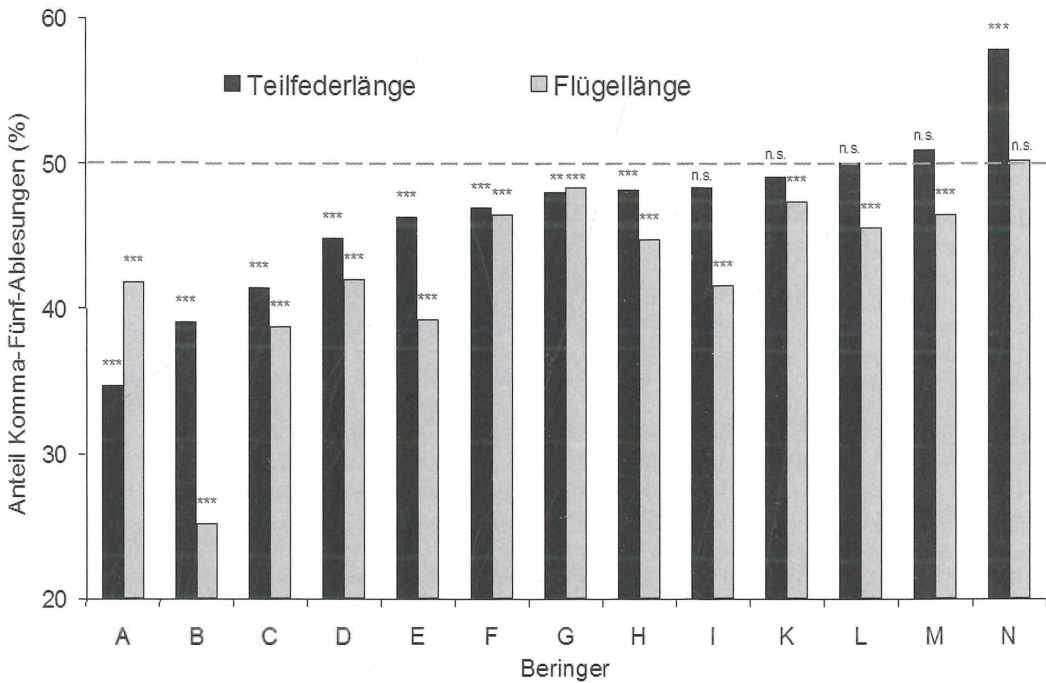


Abb. 5: Ablesehäufigkeiten von Nachkommastellen bei Teilfeder- und Flügellänge; die gestrichelte Linie gibt den Erwartungswert wider; über den Balken sind die Signifikanz der Abweichung vom Erwartungswert dargestellt; Anzahlen s. Tab. 1. – Frequency-distributions of meter-readings of decimal places for feather length (black bars), and wing length (grey bars) resp.; dashed line shows expectancy value; above the bars statistical significances for deviation from expectancy value; for numbers see Tab. 1.

Abb. 6 zeigt die Verteilung der Ablesehäufigkeiten auf die Nachkommastellen bei Messungen auf Zehntel Millimeter. Bei allen Beringern weicht die Häufigkeitsverteilung hoch signifikant von der zu erwartenden Gleichverteilung ab (Chi-Quadrat-Test, $p < 0,001$). Sechs von sieben Beringern lasen häufiger als zu erwarten die Null ab (im Mittel in 15,9

% der Fälle anstatt, wie zu erwarten, in 10 %), die Fünf wurde hingegen von allen seltener als erwartet registriert (6,9 %). Bei allen Zehnteln sind große Unterschiede zwischen den Beringern festzustellen, welche von 4,5 % (Ziffer 4) bis zu 13,2 % (Ziffer 7) reichen.

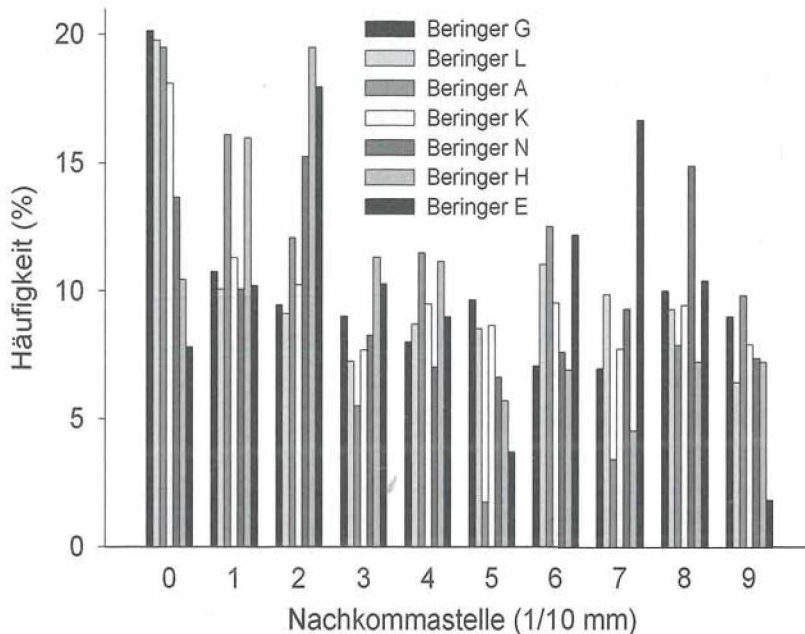


Abb. 6: Ablesehäufigkeiten der Nachkommastellen bei der Teilfederlänge für sieben verschiedene Beringer; die gestrichelte Linie gibt den Erwartungswert an; Anzahlen siehe Tab. 1. – *Frequency-distributions of meter-readings of decimal places of feather length for seven different rings; dashed line shows expectancy value.*

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen deutliche Unterschiede zwischen den Beringern, woraus sich schlussfolgern lässt, dass die Abweichungen vom Erwartungswert beringerspezifische psychologische Ursachen haben.

Bei der Ablesung auf halbe Millimeter zeigt sich eine Bevorzugung der Null als Nachkommastelle, die bei der Flügellängenmessung noch deutlicher ausgeprägt ist als bei der Messung der Teilfederlänge. Ursache hierfür ist möglicherweise das Bewusstsein bei den messenden Beringern, dass die Flügellänge als ungenauerer der beiden Maße „größer“ gemessen wird.

Die Ablesehäufigkeiten bei den zwei Flügelmaßen hängen zwar zusammen, der Zusammenhang

ist jedoch recht schwach, da auch hier individuelle Unterschiede bestehen (z.B. Beringer A und Beringer B in Abb. 4).

Aus der deutlichen Bevorzugung der Null bei gleichzeitiger Abneigung gegen die Fünf lässt sich schließen, dass die häufige Ablesung der Null nicht auf die Gewöhnung an die Ablesung halber Millimeter ist, sondern einen eigenständigen Effekt darstellt. Bemerkenswert ist, dass dieser Effekt noch stärker ist als bei der Ablesung halber Millimeter.

Kein Zusammenhang besteht zwischen der Anzahl der gemessenen Vögel und den Abweichungen vom Erwartungswert, die Messungen werden also mit der Zeit bzw. durch wachsende Erfahrung nicht verändert.

Eine Ursache für die Bevorzugung von ganzen Millimetern könnte die Tatsache sein, dass auf den Messlinealen verschiedene Strichlängen aufgedruckt sind (vgl. Abb. 1). Gegen einen Einfluss der Teilstriche auf die Ablesung spricht allerdings die Meidung der Fünf bei der Ablesung auf Zehntel Millimeter.

Bei allen Beringern sind Affinitäten und Aversionen zu bestimmten Ziffern festzustellen. Neben der Null sind die Eins, die Zwei und die Acht besonders beliebt, während die Ziffern Drei, Fünf und Neun von den meisten Beringern gemieden werden.

Eine psychologische Erklärung der starken und individuell verschiedenen Ungleichverteilung bei den Zehnteln wäre eine Art unbewusster Protesthaltung der Beringer gegen die in Anbetracht des Messgerätes zu genaue Messung, die eigentlich eher eine Schätzung darstellt.

Eine Auswirkung der fehlerhaften Ablesungen ist, dass die Normalverteilungskurven der Flügelmaße „zackig“ werden, da ganze Zahlen zu häufig und halbe Millimeter zu selten abgelesen werden (Abb. 7).

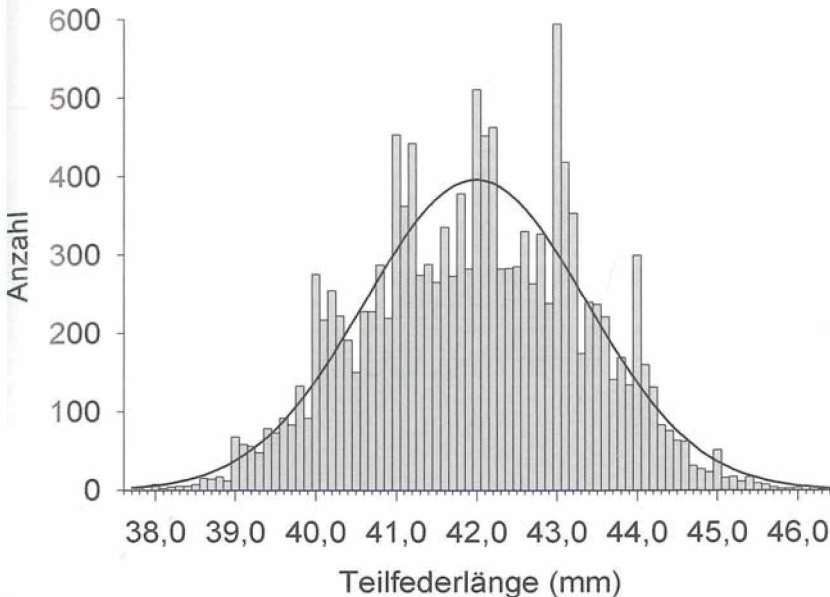


Abb. 7: Häufigkeitsverteilung der Teilfederlängen von Wintergoldhähnchen (Balken; $N = 13.709$); durch die Ablesefehler wird die Gaußkurve „zackig“. – *Frequency distribution of Feather Length for Goldcrests (bars; $N = 13,709$); due to mis-meter-reading Gaussian distribution is jagged.*

Schlussfolgerungen und Ausblick

Die hier gezeigten psychologisch begründeten Ablesefehler haben keine Auswirkungen auf Mittelwert und Streuung der erhobenen Maße. Sie zeigen jedoch, wie Messdaten durch subjektive Einflüsse verfälscht werden können.

Obwohl die Unterschiede der Strichlängen auf den Messlinealen eine mögliche Ursache für falsches Ablesen der Nachkommastelle sein könnten, sollten diese in jedem Fall weiterhin verwendet werden, da sie der Vermeidung von anderen Ablesefehlern dienen.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Ablesung auf Zehntel Millimeter keine Verbesserung der Messmethodik darstellt und keineswegs zu präziseren Ergebnissen führt. Die erzielte Pseudo-Genauigkeit führt im Gegenteil zu systematischen Fehlern, die mit individuellen Eigenschaften des Messenden zu erklären und damit bei Auswertungen kaum beherrschbar sind.

Ein bewusster Umgang mit der Ableseproblematik und Schulungen können den subjektiven Fehler vermutlich deutlich mindern, besonders bei der Flügellänge. Eine höhere Präzision wird damit jedoch aller Wahrscheinlichkeit nach nicht erreicht.

Literatur

- BAIRLEIN, F. 1995: Manual of field methods. European-African songbird migration network. Institut für Vogelforschung, Wilhelmshaven.
- BERTHOLD, P. & W. FRIEDRICH 1979: Die Federlänge: Ein neues nützliches Flügelmaß. *Die Vogelwarte* (30): 11–21. BTO (British Trust of Ornithology), Januar 2008: <http://www.bto.org/ringing/ringinginfo/become-a-ringer.htm>
- GOSLER, A. G.; J. J. D. GREENWOOD; J. K. BAKER und J. R. KING 1995: A comparison of wing length and primary length as size measures for small passerines. A report to the British Ringing Committee. *Ringing & Migration* 16 (2): 65–78.
- MEFFERT, P. 2005: Rastökologie, Phänologie und Biometrie von Kleinvögeln auf der Greifswalder Oie. Diplomarbeit an der Universität Potsdam.

Adressen der Autoren:

Peter Meffert
Strahl-Goder-Straße 16
17268 Templin
P.J.Meffert@web.de

Tim Themann
Arminiusstraße 15
22525 Hamburg
Tim.Themann@cuc.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte aus der Vogelwarte Hiddensee](#)

Jahr/Year: 2007

Band/Volume: [2007_18](#)

Autor(en)/Author(s): Meffert Peter, Themann Tim

Artikel/Article: [Zur Objektivität und Reproduzierbarkeit von Flügellängenmessungen
55-62](#)