

Zur Kopfgefiedermauser der Lachmöwe (*Larus ridibundus* L.) im Frühjahr

II. Biometrische Analyse der von D. FRANCK und W. EPPRECHT
mitgeteilten Beobachtungen

von F. H. SCHWARZENBACH, Wädenswil

Die in der experimentellen Biologie durch den konsequenten Einsatz biometrischer Verfahren ¹⁾ erzielten Fortschritte legen es nahe, diese mathematisch-statistischen Hilfsmittel vermehrt auch zur Lösung ornithologischer Fragestellungen heranzuziehen. Das von D. FRANCK und W. EPPRECHT (1959) in der Arbeit «Zur Kopfgefiedermauser der Lachmöwe (*Larus ridibundus* L.) im Frühjahr» (Orn. Beobachter 56: 101—109) veröffentlichte Beobachtungsmaterial erlaubt durch die Art der Zusammenstellung eine biometrische Analyse, deren Ergebnisse die Schlüsse der Autoren stützen und ergänzen.

Auswahl und Zusammenstellung der Unterlagen

Für die biometrische Analyse eignet sich aus Gründen der mathematischen Statistik nur ein Teil der veröffentlichten Angaben. Die für die rechnerische Auswertung ausgewählten Beobachtungen werden vorerst für die Bearbeitung in geeigneter Form neu tabelliert und, sofern notwendig, graphisch dargestellt. Soweit sich die entsprechenden Zahlenwerte nicht aus der Arbeit von FRANCK & EPPRECHT (1959) herauslesen lassen, sind sie mir in freundlicher Weise von den beiden Autoren zur Verfügung gestellt worden.

Die für die Berechnungen herangezogenen Unterlagen finden sich in den Tabellen 1—3. Zu diesen Tabellen seien einige Hinweise angebracht:

1. Das Datum jedes Beobachtungstages wird in eine für die Bearbeitung geeignetere Form umgerechnet, indem wir in der Kolonne «d» angeben, um den wievielten Tag des Jahres es sich handelt.

2. In der dritten Kolonne setzen wir die Zahl der ausgezählten Lachmöwen ein.

3. In den nachfolgenden Kolonnen ist angegeben, wieviele Tiere des betreffenden Mauserstadiums durch den Beobachter ausgezählt wurden. Bei den Beobachtungen FRANCKs aus dem Frühjahr 1955 wurde zwischen den beiden Stadien 2 H und 3 H nicht in allen Fällen unterschieden, so dass die beiden Teilwerte zusammengefasst werden. Über die Feldmerkmale, welche von den beiden Autoren bei der Aufgliederung der Mauser in verschiedene

¹⁾ Die Biometrie befasst sich mit der Anwendung von Verfahren der mathematischen Statistik in der Planung biologischer Experimente und in der Auswertung von Beobachtungen.

Stadien verwendet wurden, orientieren die Angaben in der Arbeit FRANCK & EPPRECHT, p. 102.

Da wir mit unserer Untersuchung feststellen möchten, wie jedes einzelne Stadium der Kopfgefiedermauser zeitlich durchlaufen wird, haben wir die Angaben aus Tab. 1—3 in einer anderen Form (Tab. 4—6) neu zu tabellieren. Die Umformung veranschaulichen wir am besten anhand eines Beispiels. In Tab. 2 finden wir unter dem Datum des 22. 3. die Angaben, dass von 341 Lachmöwen 11 dem Stadium 1 H, 51 dem Stadium 2 H zugerechnet werden, während die Zahl der Vögel im Mauserstadium 3 H 205 und

TABELLE 1. Verlauf der Frühjahrsmauser bei Altmöwen in Hamburg 1955

Datum der Beobachtung	d	Zahl der ausgezählten Altvögel	Zahl der Altvögel pro Stadium			4 H
			1 H	2 H + 3 H		
12. 2.	43	746	635	111		0
19. 2.	50	540	276	262		2
5. 3.	64	316	41	258		17
12. 3.	71	289	38	202		49
19. 3.	78	459	18	295		146
20. 3.	79	294	9	195		90
26. 3.	85	186	2	95		89
2. 4.	92	144	0	34		110

TABELLE 2. Verlauf der Frühjahrsmauser bei Altmöwen in Hamburg 1958

Datum der Beobachtung	d	Zahl der ausgezählten Altvögel	Zahl der Altvögel pro Stadium			
			1 H	2 H	3 H	4 H
10. 1.	10	162	151	11	0	0
18. 1.	18	222	204	16	2	0
28. 1.	28	188	168	19	1	0
8. 2.	39	265	204	56	5	0
15. 2.	46	188	84	97	7	0
22. 2.	53	352	130	198	20	4
3. 3.	62	169	20	119	27	3
12. 3.	71	271	21	105	120	25
22. 3.	81	341	11	51	205	74
25. 3.	84	173	3	29	78	63
31. 3.	90	216	2	6	80	128

TABELLE 3. Verlauf der Frühjahrsmauser bei Altmöwen in Zürich 1958

Datum der Beobachtung	d	Zahl der ausgezählten Altvögel	Zahl der Altvögel pro Stadium			4 Z
			1 Z	2 Z	3 Z	
18. 1.	18	163	17	126	20	0
25. 1.	25	137	14	95	28	0
1. 2.	32	218	11	160	43	4
8. 2.	39	181	4	100	74	3
15. 2.	46	114	2	55	54	3
22. 2.	53	165	1	40	107	17
1. 3.	60	303	1	41	207	54
8. 3.	67	264	1	24	153	86
15. 3.	74	187	0	14	68	105
22. 3.	81	261	0	3	62	196

im Mauserstadium 4 H 74 ausmacht. Zielen wir bei unserer Auswertung beispielsweise darauf ab, das zeitliche Durchlaufen des Stadiums 3 H zu erfassen, so haben wir auszurechnen, wieviele Lachmöwen am gewählten Stichtag das Stadium 3 bereits erreicht oder überschritten hatten. Diese Zahl «m» ergibt sich in einfacher Weise als die Teilsumme der beiden Werte 3 H und 4 H.

Die Zahlen der mit «m» überschriebenen Kolonnen rechnen wir in Prozentwerte der ausgezählten Vögel um. Auf die Bedeutung der in der Kolonne «Pr.» tabellierten Zahlen wird später hingewiesen.

TABELLE 4. Verlauf der Frühjahrsmauser bei Altmöwen in Hamburg 1955

d	Teilsummen für die verschiedenen Stadien					Zahl der ausgezählten Altvögel	
	2 H + 3 H + 4 H			4 H		Pr.	
	m	%	Pr.	m	%		
43	111	14,8	3,9	0	0,0	—	746
50	264	48,8	4,9	2	0,4	2,3	540
64	275	87,0	6,1	17	5,4	3,4	316
71	251	86,7	6,1	49	16,9	4,0	289
78	441	96,0	6,7	146	31,8	4,5	459
79	285	96,9	6,8	90	30,6	4,5	294
85	184	98,9	7,2	89	48,0	4,9	186
92	144	100,0	—	110	76,4	5,7	144

TABELLE 5. Verlauf der Frühjahrsmauser bei Altmöwen in Hamburg 1958

d	Teilsummen für die verschiedenen Stadien							Zahl der ausgezählten Altvögel		
	2 H + 3 H + 4 H			3 H + 4 H		4 H		Pr.	Altvögel	
	m	%	Pr.	m	%	Pr.	m			%
10	11	6,7	3,5	0	0,0	—	0	0,0	—	162
18	18	8,1	3,6	2	0,9	2,6	0	0,0	—	222
28	20	10,6	3,7	1	0,6	2,5	0	0,0	—	188
39	61	23,0	4,2	5	1,8	2,9	0	0,0	—	265
46	104	55,3	5,1	7	3,7	3,2	0	0,0	—	188
53	222	63,2	5,3	24	6,8	3,5	4	1,1	2,7	352
62	149	88,2	6,1	30	17,7	4,0	3	1,7	2,8	169
71	250	92,3	6,4	145	53,4	5,0	25	9,2	3,6	271
81	330	96,8	6,8	279	81,9	5,9	74	21,7	4,2	341
84	170	98,4	7,1	141	81,8	5,9	63	36,4	4,6	173
90	214	99,1	7,3	208	96,4	6,7	128	59,3	5,2	216

TABELLE 6. Verlauf der Frühjahrsmauser bei Altmöwen in Zürich 1958

d	Teilsummen für die verschiedenen Stadien					Zahl der ausgezählten Altvögel	
	3 Z + 4 Z			4 Z		Pr.	
	m	%	Pr.	m	%		
18	20	12,3	3,8	0	0,0	—	163
25	28	20,4	4,2	0	0,0	—	137
32	47	21,6	4,2	4	1,8	2,9	218
39	77	42,5	4,8	3	1,6	2,8	181
46	57	50,0	5,0	3	2,6	3,1	114
53	124	75,2	5,7	17	10,3	3,7	165
60	261	86,6	6,7	54	17,8	4,1	303
67	239	90,5	6,3	86	32,5	4,5	264
74	173	92,5	6,5	105	56,1	5,2	187
81	258	98,9	7,3	196	75,1	5,7	261

Die Angaben in den Tabellen 4—6 dienen als Unterlage für die graphischen Darstellungen in den Abb. 1—3.

Biometrische Bearbeitung der Versuchsergebnisse

Tragen wir den Prozentsatz der Vögel, die ein bestimmtes Stadium in der Mauserung des Kopfgefieders erreicht haben, als Funktion der Zeit auf, so erhalten wir übereinstimmend S-förmige Kurven (Abb. 1—3). Dieser Kurventyp wird in der statistischen Literatur als Sigmoidkurve bezeichnet. Die Kurve verläuft vorerst parallel zur Zeitachse (x -Achse), steigt dann aber rasch an und durchläuft einen Wendepunkt, um sich schliesslich unter erneuter Abflachung der oberen Grenze der 100% anzunähern. Die Kurven zeigen eine bestimmte Art der Symmetrie; klappen wir nämlich den oberen Ast der Sigmoidkurve um den Wendepunkt nach unten, so fallen die beiden Kurvenschenkel zusammen.

Funktionen, deren graphische Darstellung Sigmoidkurven ergibt, treten bei biologischen Experimenten nicht selten auf. Die Auswertung solcher Versuchsergebnisse bereitet dem Biologen im allgemeinen Schwierigkeiten.

Am Beispiel der Kopfgefiedermauser soll nun gezeigt werden, wie man mit Hilfe einer biometrischen Analyse derartige Resultate auswerten kann.

Ergeben sich in biologischen Versuchen Resultate, die sich graphisch als Kurven darstellen lassen, so trachten wir zuerst ganz allgemein darnach, die Kurve durch eine geeignete Veränderung in den Masstäben der x - und y -Achse in eine Gerade überzuführen. Eine solche Veränderung im Masstab unseres Koordinatensystems bezeichnen wir als *Transformation*. Es hängt von der Art der Kurve ab, wie diese Transformation vorzunehmen ist; Hinweise dazu finden sich in der biometrischen Fachliteratur (LINDER, 1951, FISHER, 1951, FISHER & YATES, 1957).

Die Mathematiker BLISS (1935) und FINNEY (1951) haben gezeigt, wie sich *Sigmoidkurven in Gerade* transformieren lassen. Das von den beiden Mathematikern ausgearbeitete Verfahren ist als *Probittransformation* in die Biometrie eingegangen. Um den Rahmen der Arbeit nicht zu sprengen, begnüge ich mich mit einem Überblick über das Verfahren und verzichte darauf, die mathematischen Probleme, die der Probittransformation zu Grunde liegen, darzustellen. Für Einzelheiten sei auf die Originalliteratur (FINNEY, 1951) verwiesen.

Bei der Probittransformation werden die Prozentzahlen in neuen Einheiten, in den sogenannten Probits aufgetragen. Die den einzelnen Prozentzahlen entsprechenden Probits können Tabellen entnommen werden.²⁾ Die für unser Beispiel massgebenden Probitwerte finden sich in den Tabellen 4—6 in den Kolonnen «Pr.». Die tabellierten Probitwerte werden graphisch als Funktion der Zeit aufgetragen (Abb. 4—6). Die Gesamtheit aller Messpunkte bestimmt eine Gerade. Diese Gerade wird entweder nach Augenmass durch die Punkteschar gelegt oder auf Grund der Tabellenwerte analytisch berechnet.

²⁾ Eine praktische Anleitung für die Durchführung der Probittransformation mit den notwendigen Tabellen finden sich in Documenta Geigy, 1955 (Wissenschaftliche Tabellen Geigy).

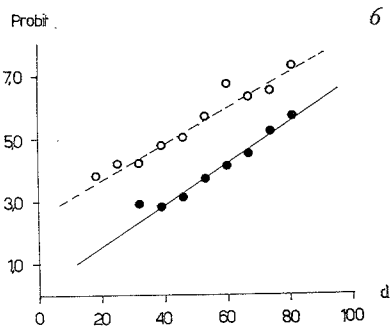
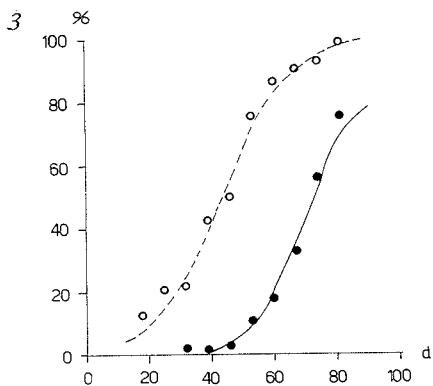
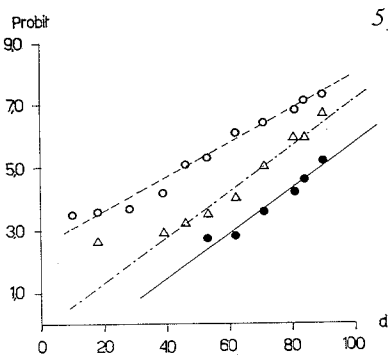
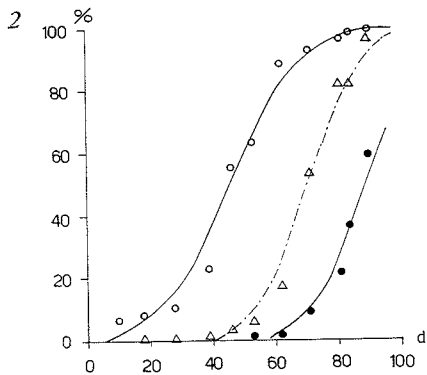
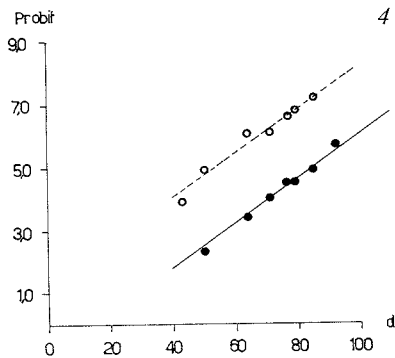
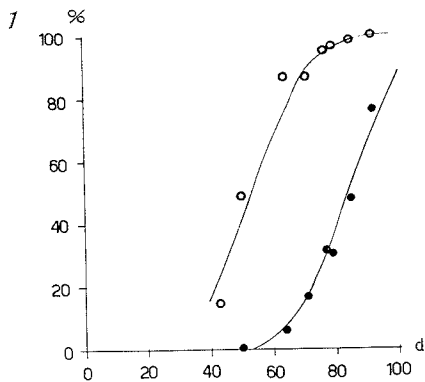


Abb. 1—3. Verlauf der Mauserung von Altmöwen, lineare Darstellung.

Abb. 4—6. Verlauf der Mauserung von Altmöwen, Probittransformation.

Abb. 1, 4: Hamburg 1955; Abb. 2, 5: Hamburg 1958; Abb. 3, 6: Zürich 1958. — *Offene Kreise*: Prozentsatz der Lachmöwen, welche das Mauserstadium 2 H (Abb. 1, 2, 4, 5) resp. 3 Z (Abb. 3, 6) erreicht haben (Teilsommen 2 H + 3 H + 4 H resp. 3 Z + 4 Z). — *Dreiecke*: Prozentsatz der Lachmöwen, welche das Mauserstadium 3 H erreicht haben (Teilsommen 3 H + 4 H). — *Ausgefüllte Kreise*: Prozentsatz der Lachmöwen, welche das Mauserstadium 4 H (Abb. 1, 2, 4, 5) resp. 4 Z (Abb. 3, 6) erreicht haben (Teilsomme 4 H resp. 4 Z).

Die eingepasste Gerade wird als *provisorische Probitgerade* bezeichnet.

Die mathematische Statistik hat eine Methode ausgearbeitet, die erlaubt, die Steigung der Geraden und ihre Lage im Koordinatensystem, sowie die Streuungsverhältnisse der Messpunkte rechnerisch zu erfassen. Es handelt sich um ein Annäherungsverfahren, das uns gestattet, bei mehrfacher Wiederholung des ganzen Rechnungsganges die Geraden mit beliebiger Genauigkeit in die Punkteschar einzupassen. Für die praktischen Zwecke genügt in der Regel eine einmalige Durchführung des mathematischen Anpassungsverfahrens.

Die numerischen Berechnungen erfolgen nach einem ausgearbeiteten Verfahren, erfordern aber einen erheblichen Aufwand an Rechenarbeit. Für die rechnerische Bestimmung sei wiederum auf die Fachliteratur verwiesen (DOCUMENTA GEIGY, 1955, BLISS, 1935, FINNEY, 1951). Die angepasste Probitgerade weicht in der Regel etwas von der provisorischen Probitgeraden ab; sie wird in der Folge als «*gewogene Probitgerade*» bezeichnet und ist in den Abb. 4—6 eingezeichnet. Diese Gerade bildet die Unterlage für die weitere Auswertung der Beobachtungen:

1. Mit Hilfe der gewogenen Probitgeraden bestimmen wir eine beliebige Zahl von Messpunkten, die uns erlauben, in den Abb. 1—3 Sigmoidkurven einzuzichnen. Zu diesem Zwecke lesen wir aus den graphischen Darstellungen zu verschiedenen Zeitpunkten die zugehörigen Ordinatenwerte in Probits ab, suchen in der Tabelle die zugehörigen Prozentzahlen auf und zeichnen diese Prozentwerte in den ursprünglichen graphischen Darstellungen der Abb. 1—3 ein.

2. In den graphischen Darstellungen zeichnen wir die Parallele zur x-Achse bei Probit $Pr. = 5,0$ ein. Ihr Schnittpunkt mit den gewogenen Probitgeraden entspricht dem *Wendepunkt* der Sigmoidkurve. Den Abszissenwert des Wendepunktes bezeichnen wir als *Latenzzeit*. Die Latenzzeit gibt uns das Intervall an, das zwischen dem Zeitpunkt $d = 0$ und dem Datum liegt, an dem 50% der Lachmöwen das in Frage stehende Stadium der Kopfgefiedermauser durchlaufen haben. Die Latenzzeit bildet ein bequemes Mass, um festzustellen, zu welchem Zeitpunkt in verschiedenen Jahren und an verschiedenen Orten ein bestimmtes Mauserungsstadium erreicht wird.

3. Die Berechnungen ergeben als weiteres wichtiges Mass die *Steigung* der gewogenen Probitgeraden. Dieses Mass sagt uns, um wieviele Probiteinheiten pro Tag der Anteil der Lachmöwen für das ausgewählte Mauserungsstadium zunimmt. Je grösser die Steigung ist, um so rascher durchläuft die untersuchte Lachmöwenpopulation die für die Beobachtung herausgegriffene Mauserungsstufe.

Anschaulicher als die berechnete Steigung ist ein anderes Mass. Bestimmen wir nämlich die Abszisse für die beiden Punkte Probit = 4,0 (16%) und Probit 6,0 (84%), so gibt uns die Differenz der beiden Horizontalabstände den Zeitraum an, in welchem der Anteil der Merkmalsträger von 16% (1/6) auf 84% (5/6) ansteigt. Wählen wir als Beispiel die Beobachtungen EPPRECHTS für 1958 (voll ausgemauserte Altvögel, Stadium 4 Z), so geht aus der graphischen Darstellung hervor (Abb. 6), dass am Tag 57 (16. 2. 58) erst 1/6 aller Altvögel das Brutkleid tragen, während am 87. Tag

(28. 3. 58) der Anteil der voll ausgemauerten Tiere auf 5/6 angestiegen war. (Der Wert ist extrapoliert.) Es braucht also volle 30 Tage, bis der Anteil der Lachmöwen des Stadiums 4 von 1/6 auf 5/6 ansteigt. Für Vergleichszwecke ist dieses Zeitintervall, das dem Anstieg der gewogenen Probitgeraden von Probit 4,0 (16%) auf Probit 6,0 (84%) entspricht, für alle 7 Beobachtungsreihen in Tab. 7 zusammengestellt worden.

TABELLE 7. Zusammenstellung der ermittelten Messwerte

Ort	Jahr	Stadium	Steigung	d _{1%}	d _{16%}	d _{50%}	d _{84%}	Zeitintervall d _{84%} - d _{16%}
				(Latenzzeit)				
Hamburg	1955	2 H u. älter	0,074	—	40	53	66	26
Hamburg	1955	4 H	0,070	49	70	84	98	28
Hamburg	1958	2 H u. älter	0,056	—	27	45	63	36
Hamburg	1958	3 H u. älter	0,072	—	57	70	84	27
Hamburg	1958	4 H	0,074	54	76	89	102	26
Zürich	1958	3 Z u. älter	0,056	—	26	43	62	36
Zürich	1958	4 Z	0,067	33	57	72	87	30

4. In entsprechender Weise bestimmen wir in den graphischen Darstellungen für das Stadium 4 (Hamburg 1955, 1958, Zürich 1958) die Zeitpunkte, an welchen erst 1% aller Vögel voll vermausert sind; dieser Zeitpunkt wird durch die Abszisse des Kurvenpunktes mit Probit 2,4 gegeben.

Biologische Schlüsse

Vergleich der Mauserstadien 4 H und 4 Z

FRANCK & EPPRECHT weisen auf p. 102 darauf hin, dass die beiden Stadien 4 H und 4 Z als gleichwertig zu betrachten seien. Damit bietet dieses Stadium die lohnendsten Vergleichsmöglichkeiten.

Die Latenzzeit (vgl. Tab. 7) für die Zürcher Population ist im Frühjahr 1958 um 17 Tage kürzer (Latenzzeit = 72) als die Latenzzeit für die Hamburger Lachmöwen (Latenzzeit = 89). Die Mauserung setzte daher 1958 in Zürich 17 Tage später ein als in Hamburg.

Die Steigungen stimmen recht gut überein; die Zeitintervalle d_{84%} — d_{16%} liegen zwischen 26 und 30 Tagen.

Nach unseren Berechnungen sind die ersten Beobachtungen voll vermausert Lachmöwen an folgenden Tagen zu erwarten (d_{1%}):

	Hamburg 1955	Hamburg 1958	Zürich 1958
erwartet	d = 49 18. 2.	d = 54 23. 2.	d = 33 2. 2.
beobachtet	19. 2.	22. 2.	1. 2.

Für Hamburg und Zürich stimmen die berechneten mit den beobachteten Daten in verblüffender Weise überein.

Zeitliche Aufeinanderfolge der Mauserstadien

Recht aufschlussreich sind die Beobachtungen über die zeitliche Aufeinanderfolge der verschiedenen Mauserstadien. In der Hamburger Population liegt im Frühjahr 1958 die Latenzzeit für das Stadium 2 H bei 49

Tagen (18. 2.); das Stadium 3 H weist eine Latenz von 70 Tagen (11. 3.) und das Stadium 4 H eine Latenzzeit von 89 Tagen (31. 3.) auf.

Der Übergang von Stadium 2 H zu Stadium 4 H erfolgte 1958 in 44 Tagen (Differenz der Latenzzeit von 4 H und 2 H); 1955 dauerte diese Phase insgesamt nur 31 Tage. Ob dieser Unterschied mit dem Witterungsverlauf der beiden Jahre im Zusammenhang steht, kann auf Grund des vorliegenden Beobachtungsmaterials nicht entschieden werden.

Dauer der Kopfgefiedermauser

Die Beobachtungen an Hamburger Lachmöwen erlauben uns, die Gesamtdauer für die Kopfgefiedermauser zu bestimmen. Als Beginn für die Mauser wählen wir das Datum, an welchem 5% (Pr. = 3,0) aller Altvögel das Stadium 2 H erreicht haben; als Ende setzen wir den Zeitpunkt fest, an dem 95% (Pr. = 7,0) aller ausgewachsenen Möwen das Brutkleid tragen. Die entsprechenden Daten lassen sich aus den Abb. 4 und 5 herauslesen. Für den Beginn der Mauser wählen wir den Punkt aus der gewogenen Probitgeraden mit der Ordinate Probit = 3,0; um das Ende des Gefiederwechsels festzulegen, bestimmen wir den Punkt der gewogenen Probitgeraden für das Stadium 4 H mit der Ordinate Probit = 7,0.

Jahr	Beginn der Mauser	Ende der Mauser	Dauer der Mauserung
1955	d = 27 (27. 1.)	d = 72 (13. 3.)	45 Tage
1958	d = 10 (10. 1.)	d = 66 (7. 3.)	56 Tage

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die Mauserung 1958 2 Wochen früher als 1955 einsetzte, aber schleppender verlief, so dass das Ende des Gefiederwechsels nur noch um 6 Tage differierte. Während der Abschluss der Mauser von einem Jahr zum andern offenbar nur wenig schwankt, dürfte der Beginn erheblichen Abweichungen unterliegen. Ob diese Schwankungen auf Witterungsverhältnisse oder auf Unsicherheit in der feldornithologischen Erfassung der frühen Mauserstadien beruht, bleibe dahingestellt.

Zur Frage der Beeinflussung des zeitlichen Mauserverlaufs

FRANCK & EPPRECHT haben die Kopfgefiedermauser in verschiedener Weise in je vier Stadien unterteilt. Diese unterschiedliche Auffassung prägt sich sehr schön in den graphischen Darstellungen aus. Die Differenz in den Latenzzeiten zwischen dem Hamburgerstadium 3 H und 4 H erreicht nur 19 Tage; der entsprechende Unterschied in der für Zürich massgebenden Klassierung zwischen dem Stadium 3 Z und 4 Z beträgt dagegen volle 31 Tage. Damit wird der folgende Hinweis FRANCKs auf p. 102 voll bestätigt: «Ad. 3 Z: Der grösste Teil der in Hamburg unter ad. 2 H und alle ad. 3 H gezählten Vögel sind hierher gehörend.»

Auf einen Vergleich der beiden Stadien 2 H und 2 Z, welche den Beginn der Mauserung beschreiben, muss leider verzichtet werden, da die entsprechenden Zürcher Beobachtungen nur noch die Endphase des Überganges von 1 Z zu 2 Z erkennen lassen, so dass eine Probittransformation nicht mehr verantwortet werden kann.

Die Steigungen der gewogenen Probitgeraden stimmen mit Ausnahmen von zweien (Hamburg 1958, Stadium 2 H und ältere, sowie Zürich 1958, Stadium 2 Z und ältere) in auffälliger Weise überein. Daraus wird geschlossen, dass das Zeitintervall, innert welchem eine Lachmöwenpopulation ein bestimmtes Mauserstadium durchläuft, im wesentlichen als konstant vorausgesetzt werden kann. Eine Konstanz in dieser Zeitspanne würde bedeuten, dass die Mauserung in ihrem Ablauf durch innere Faktoren bestimmt und durch wechselnde äussere Umstände kaum beeinflusst wird. Dieser Schluss ist für das Endstadium (4 H, 4 Z) durch die drei Vergleichskurven belegt.

Im Anfangsstadium des Gefiederwechsels scheint jedoch den Umweltfaktoren eine stärkere Bedeutung zuzukommen, weisen doch die vergleichbaren Kurven aus Hamburg (2 H und stärker vermausert) und Zürich (3 Z und stärker vermausert) für das Frühjahr 1958 bei auffälliger Übereinstimmung niedrige Steigungswerte auf (0,055 bzw. 0,056), als ob die Mauserung in diesem Jahre an beiden Orten langsamer abgelaufen wäre.

Gelingt es, das Beobachtungsmaterial zu vermehren, so lässt sich die Frage entscheiden, inwieweit der zeitliche Verlauf der Mauserung durch innere Faktoren oder durch äussere Umstände beeinflusst werden kann.

Diskussion

Die biometrische Bearbeitung des Beobachtungsmaterials von FRANCK & EPPRECHT (1959) zeigt, dass die von beiden Autoren gewählte Methode zur Erfassung der Kopfgefiedermauser der Lachmöwe erlaubt, den zeitlichen Verlauf des Kopfgefiederwechsels in aufschlussreicher Weise zu beschreiben. Es steht meines Erachtens nichts im Wege, das Verfahren zu erweitern und in entsprechenden Beobachtungsserien die verschiedenen Phasen der Brutbiologie (Nestbau, Eiablage, Schlüpfen und Aufzucht der Jungvögel) in ihrem zeitlichen Verlauf zu erfassen, um damit den gesamten Brutzyklus in seinem zeitlichen Verlauf zu beschreiben.

Für den Feldornithologen sind eine Reihe von Hinweisen wichtig, welche sich aus der biometrischen Bearbeitung der vorliegenden Beobachtungen ergeben:

1. Erwünscht sind Beobachtungen an mehr als 100 Tieren pro Beobachtungstag. Zählt der Beobachter die gleiche Anzahl pro Tag aus, so wird die Rechenarbeit des Biometrikers wesentlich erleichtert.
2. Es ist für die Berechnungen von grossem Vorteil, wenn in regelmässigen zeitlichen Abständen beobachtet wird. So hat z. B. EPPRECHT konsequent am gleichen Wochentag seine Erhebungen durchgeführt.
3. Die Beobachtungen sollen auf 8—12 Tage verteilt werden. In dieser Hinsicht bieten die Beobachtungen beider Autoren günstige Voraussetzungen.
4. Nach Möglichkeit sollte die Beobachtungsperiode so gewählt werden, dass der Beginn oder das Ende des zu untersuchenden Stadiums erfasst wird. Beste Voraussetzung bildet eine Beobachtungsperiode, bei welcher die

16 %-Grenze (Probit 4,0) und die 84 %-Grenze (Probit 6,0) der Merkmals-träger mit einbezogen wird.

5. Die Aufgliederung der Kopfgefiedermauser in Teilstadien soll nach eindeutigen, im Feld leicht anzusprechenden Merkmalen erfolgen, um das subjektive Ermessen des Beobachters auf ein Minimum zu reduzieren.

D. FRANCK und W. EPPRECHT haben mir in zuvorkommender Weise die Originaldaten ihrer Beobachtungen zur Verfügung gestellt und sich ausserdem der Mühe unterzogen, das Manuskript kritisch durchzusehen.

Frl. E. SCHNEGG hat einen grossen Teil der Berechnungen durchgeführt und die graphischen Darstellungen ausgearbeitet; U. LIENHARD nahm zur Arbeit kritisch Stellung.

Allen Beteiligten möchte ich für ihre Mitarbeit an dieser Stelle herzlich danken.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Am Beispiel einer Arbeit von FRANCK und EPPRECHT 1957: «Zur Kopfgefiedermauser der Lachmöwe (*Larus ridibundus* L.) im Frühjahr» wird gezeigt, wie die Beobachtungen über den zeitlichen Verlauf der Mauserung biometrisch analysiert werden.

2. Als biometrische Methode zur Bearbeitung der Beobachtungsergebnisse wird die *Probittransformation* nach BLISS (1935 a, b) gewählt.

3. Die biometrische Analyse erlaubt uns, die Schlüsse der beiden Autoren zu stützen und in verschiedenen Punkten zu ergänzen.

LITERATUR

- BLISS, E. (1935 a): Ann. appl. Biology 22: 134—167.
 — (1935 b): Ann. appl. Biology 22: 307—333.
- DOCUMENTA GEIGY (1955): Wissenschaftliche Tabellen, Basel.
- FINNEY, D. J. (1951): Probit analysis, Cambridge University Press, 2. Aufl.
- FRANCK, D. & EPPRECHT, W. (1959): Zur Kopfgefiedermauser der Lachmöwe (*Larus ridibundus* L.) im Frühjahr. Orn. Beob. 56: 101—109.
- FISHER, R. A. (1951): Statistical methods for research workers. Oliver and Boyd, Edinburgh a. London. 11. Aufl.
- FISHER, R. A. a. YATES (1957): Statistical tables for biological, agricultural and medical research. Oliver & Boyd, Edinburgh u. London. 5. Aufl.
- LINDER, A. (1951): Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Birkhäuser, Basel, 2. Aufl.