

Aus dem Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie, Vogelwarte Radolfzell

## Die Federlänge: Ein neues nützliches Flügelmaß<sup>1)</sup>

Von Peter Berthold und Wolfgang Friedrich

### 1. Einleitung

Bedingt durch die Tatsache, „daß sehr viele Vogelarten in kalten Gebieten durch größere Rassen vertreten sind als in Gebieten mit höherer Jahres- oder Sommertemperatur“ (BERGMANNSCHE Regel, SRESEMANN 1934), nimmt bekanntlich bei vielen Arten unserer Breiten unter anderem die Flügellänge von S nach N und von W nach O zu. Daten von derartigen Unterschieden in der Flügellänge sind für einige Arten kontinentweit systematisch erarbeitet worden (z. B. NIETHAMMER 1937: verschiedene Arten, BLONDEL 1967: *Phoenicurus phoenicurus*, RHEINWALD 1973, GRUNER 1977 und andere: *Delichon urbica*, KLEIN *et al.* 1973: *Sylvia atricapilla*, *S. borin*; weitere Beispiele s. v. a. „Handbuch der Vögel Mitteleuropas“, GLUTZ *et al.*).

Mehr als andere Maße wird die Flügellänge in großem Umfang zur Bestimmung und Unterscheidung von Rassen und Populationen, aber auch von Arten sowie von Alter und Geschlecht, bei Individuen wie Gruppen, verwendet, und zwar sowohl von Bälgen als auch von lebenden Vögeln, hier insbesondere auf Fang- und Beringungsstationen (z. B. NIETHAMMER 1937, NISBET *et al.* 1970, ECK 1974). Der Grund dafür ist, daß der Flügel „ein wertvolles, weil innerhalb individueller Schwankung konstantes Merkmal . . .“ ist (NIETHAMMER 1937).

Nach KLEINSCHMIDT (1922), der überaus große Erfahrung im Vermessen von Vögeln besaß, ist das Messen — gerade auch der Flügellänge — „eine Kunst, die nur durch Übung erlangt werden kann“ Wie im nächsten Abschnitt näher gezeigt werden wird, haben trotz Übung verschiedene Meßmethoden, aber auch unterschiedliche Handhabung von Vogel und Flügel bei gleicher Methode durch verschiedene Untersucher oder bei wiederholten Messungen derselben Untersucher, zu beträchtlichen und vielfach unbefriedigend unterschiedlichen Flügelmeßwerten geführt. „Zehntausende von nicht auswertbaren Karteikarten“ sind beispielsweise unter anderem das betrübliche Ergebnis unzureichenden Flügelmessens, auf das GLUTZ *et al.* (1975) bei der Bearbeitung der *Charadriiformes* für das „Handbuch der Vögel Mitteleuropas“ stießen.

Angesichts der Schwierigkeiten des Flügelmessens, die uns vor allem aus dem „Grasmückenprogramm“ (Vogelwarte 24, 1968: 320—323) bekannt waren, überlegten wir anlässlich des Beginns des „Metttau-Reit-Illmitz-Fangprogramms“ (BERTHOLD & SCHLENKER 1975), wie Unsicherheiten beim Flügelmessen verringert werden könnten. Eine Methoden-Analyse schien uns um so mehr gerechtfertigt, als sich in der Zwischenzeit gezeigt hatte, welche Fülle von Erkenntnissen im Bereich der Vogelzugforschung gerade das Studium der Flügellänge zu liefern vermag (z. B. KLEIN *et al.* 1973). Verbesserungen der Meßmethodik versprachen somit für die Vogelzugforschung, aber auch für die Untersuchung der Populationsdynamik (z. B. BERTHOLD & SCHLENKER 1975) und für andere Bereiche erheblichen Erkenntnisgewinn. Im Hinblick auf die zum Teil nur geringfügigen Unterschiede in der Flügellänge zwischen verschiedenen Populationen (z. B. NIETHAMMER 1937, KLEIN *et al.* 1973) sind derartige Überlegungen zwingend notwendig, da Fehlergrenzen bei Kleinvögeln, um Flügellängenvergleiche sinnvoll zu machen, unter einem Millimeter liegen sollten, was bisher vielfach nicht der Fall ist (Abschn. 2, 4). Dabei sollten nach Möglichkeit Verbesserungen erzielt werden, die vor allem auch ein sicheres Messen auf Fang- und Beringungsstationen bei möglichst vielen Vögeln in relativ kurzer Zeit ermöglichen. Wir erwogen deshalb die Möglichkeit, die Länge einzelner Federn als relatives Flügelmaß zu verwenden, um damit — an einem weitgehend ebenen

<sup>1)</sup> Erweiterte Fassung eines Vortrags, gehalten auf der 88. Jahrestagung der DO-G 1976 in Kiel; 4. Mitteilung aus dem „Metttau-Reit-Illmitz-Programm“; mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

Flügelteil — den Schwierigkeiten beim Messen des natürlicherweise gewölbten und gebogenen Flügels (Abschn. 2) zu entgehen.

Die Untersuchungen zeigten, daß die Federlänge, zumindest für bestimmte Untersuchungen, als relatives Flügelmaß gegenüber den herkömmlichen Flügelmaßen Vorteile hat. In Abschn. 3 und 4 werden Meßserien von Flügelmaßen behandelt, und die Federlänge wird als neues nützliches Flügelmaß vorgestellt.

## 2. Bislang gebräuchliche Flügelmeßmethoden und ihre Nachteile

Die gebräuchlichen Flügelmeßmethoden sind eingehend vor allem bei STEWART (1963), KELM (1970) und SVENSSON (1970) beschrieben. Sie variieren vom Messen des in seiner natürlichen Wölbung belassenen Flügels bis hin zum Messen des vollständig flachgedrückten und maximal gestreckten Flügels, wobei die Flügellänge als Entfernung der Spitze der längsten Schwinge vom Flügelbug ermittelt wird. v. BALEN (1967) weist mit Recht darauf hin, daß es in der Praxis nicht immer leicht ist, zwischen den verschiedenen vorgeschlagenen Methoden zu unterscheiden. Gegenwärtig besteht überwiegend die Neigung, das maximale Flügelmaß nach der von KELM (1970) so benannten „Methode KLEINSCHMIDT“ zu nehmen.

Eine Reihe von Untersuchern, denen Unterschiede in den Flügelmaßen bei Anwendung verschiedener Methoden, beim Messen durch verschiedene Untersucher oder bei wiederholtem Messen auch durch denselben Untersucher aufgefallen waren, beschäftigte sich systematisch mit derartigen Meßabweichungen und führte Vergleichsmessungen mit 2—11 Untersuchern durch (z. B. NAU 1962, EVANS 1964, v. BALEN 1967, JOHANNESON 1967, NISBET *et al.* 1970, SVENSSON 1970, LINDELL 1978). Dabei wurde festgestellt, daß Meßwerte, an ein und demselben Material gewonnen, zum Teil erheblich und hochsignifikant (im Maximum um 6—30%) voneinander verschieden waren. Neben Training im Messen (z. B. JOHANNESON 1967, LINDELL 1978) oder Korrektur von Meßwerten (BLONDEL 1967) schlugen NISBET *et al.* (1970) Doppelmessungen vor: „We recommend that wing-lengths which may be significant in identification should be measured twice (the same wing), preferably by different observers.“ Ähnlich äußert sich KELM (1970): „Notwendig ist eine mehrmalige Kontrolle des Flügelmaßes, da sich erfahrungsgemäß nicht selten durch Verschieben des Flügels auf dem Maßstab und andere Ursachen Fehler bei der Messung ergeben. Eine zusätzliche Sicherung zur Feststellung des exakten Meßwertes, auf die tunlichst nie verzichtet werden sollte, bietet die Messung des anderen Flügels: . . .“ Derartiges Nach- und Mehrfachmessen ist jedoch vor allem auf Fang- und Beringungsstationen, wo Meßdaten großer Anzahlen von Finglingen in relativ kurzer Zeit gewonnen werden sollen, sehr hinderlich.

KELM (1970) nimmt an, daß das oben besprochene maximale Flügelmaß „als konstant angesehen und durch verschiedene Untersucher mit großer Sicherheit unabhängig voneinander erzielt werden“ kann, offenbar allerdings ohne statistische Überprüfung vergleichender Meßuntersuchungen. Über das Messen auf Fangstationen mit der „Methode KLEINSCHMIDT“ schreibt KELM: „Auf Helgoland wurden von VAUK und Mitarbeitern sowie mir unabhängig voneinander zahlreiche Messungen an Drosseln und Kleinvögeln durchgeführt. Sie ergaben bei einzelnen, in Ruhe vorgenommenen Messungen nahezu stets gleiche, d. h. im Bereich eines Millimeters schwankende Resultate. Bei Messungen größerer Serien, die unter einem gewissen Zeitdruck vonstatten gingen, steigerte sich die Verschiedenheit der Meßergebnisse auf ca. 20—30%. Weitere Kontrollen der unterschiedlich gemessenen Vögel führten stets zu übereinstimmendem Ergebnis. Ein wichtiges Korrektiv bildete auch hier die Messung beider Flügel.“ RHEINWALD (1973) stellte bei der Mehlschwalbe fest, „daß der methodische Fehler bei der Messung der Flügellänge [Methode KLEINSCHMIDT]<sup>2)</sup> — obgleich stets von der gleichen Person ausgeführt — rund einen Millimeter ausmacht . . .“. Wir fanden bei Anwendung der „Methode KLEINSCHMIDT“ zwischen den Meßwerten verschiedener Untersucher vielfach signifikante Unterschiede und zum Teil unbrauchbar weit gestreute Meßwerte (Abschn. 4). Somit ist auch die „Methode KLEINSCHMIDT“ keine zuverlässige und allgemein brauchbare Flügelmeßmethode.

<sup>2)</sup> Einfügungen in eckigen Klammern hier und im folgenden von den Verfassern.

Die „Methode KLEINSCHMIDT“ hat möglicherweise einen weiteren erheblichen Nachteil. Nach ihr wird erst „nach vollständiger Streckung der Fingergelenke und Beseitigung der [natürlichen] Wölbung“ (KELM) des Flügels gemessen, wozu es erforderlich ist, auf den Flügel erheblichen Druck auszuüben. Wird zuwenig gedrückt, besteht die Gefahr, daß das maximale Flügelmaß nicht festgestellt werden kann (z. B. Abschn. 4). Wird zu stark gedrückt, besteht u. U. Verletzungsgefahr für den Flügel. Sie besteht vor allem deshalb, weil die den Flügel drückende Hand auch den Vogelkörper sehr nahe am Maßstab halten muß, damit der Winkel, den Unterarm- und Hand- sowie Fingerknochen auf dem Maßstab bilden, 45° nicht überschreitet, da sonst zu große Flügelmaße erzielt werden können (KELM 1970 und eigene Beobachtungen). Die Annahme von KELM (1970), daß „Schädigungen des Flügels lebender Vögel durch Andrücken [nach „Methode KLEINSCHMIDT“] an den Maßstab . . . bei der Einhaltung der selbstverständlichen Vorsicht nicht zu erwarten“ sind, steht im Widerspruch zur Warnung von SVENSSON (1972):

„Ich möchte aber dringend davon abraten, die Methode KLEINSCHMIDT für lebende Kleinvögel, die nach der Vermessung wieder in Freiheit gesetzt werden sollen, anzuwenden. . . . Fingerfertigkeit und Behutsamkeit sind z. B. bei Beringern sehr unterschiedlich vorhanden. Praktische Erwägungen haben mich daher veranlaßt, die wissenschaftliche Exaktheit hinter das Wohlergehen der lebenden Vögel zu stellen.“

Nach unseren Erfahrungen treten augenfällige Beeinträchtigungen beim Flügel messen nach der „Methode KLEINSCHMIDT“ bei normaler sorgfältiger Behandlung der Vögel auch bei sehr kleinen Vogelarten nicht auf. Andererseits läßt sich nicht ausschließen, daß der relativ starke Druck auf die Flügel zu Quetschungen und Zerrungen führt, die bei Kleinvögeln optimale Flugleistungen zumindest vorübergehend beeinträchtigen. Das könnte Zugvögel auf langen Nonstop-Flügen beeinträchtigen und läßt deshalb die „Methode KLEINSCHMIDT“ für das Flügel messen von Zugvögeln auf Durchzugsstationen als fragwürdig und deshalb nicht empfehlenswert erscheinen.

Vielfach wurden Versuche unternommen, die Form von Vogelflügeln durch Formeln und Indizes zu beschreiben, um genauere Unterscheidungen zwischen Vogelgruppen treffen zu können, als dies die Flügellänge erlaubt (z. B. KIPP 1936, 1959, RENSCH 1936, HOLYNSKI 1965, BUSSE 1967, NITECKI 1969). Innerhalb von Verwandtschaftsgruppen ließen sich damit charakteristische Unterschiede z. B. in der Spitzheit von Flügeln als Anpassungen an das Zugverhalten feststellen und allgemeine Schlußfolgerungen daraus ziehen (z. B. KIPP 1959). Für die Arbeit auf Fangstationen ist die Erfassung mit Flügel formeln sehr zeitaufwendig (z. B. BUSSE 1967 und eigene Beobachtungen); ferner mangelt es an guten Analyse-Methoden und zudem bereitet die Bestimmung mit Hilfe von Flügel formeln unterschiedener Gruppen z. T. erhebliche Schwierigkeiten (z. B. HOLYNSKI 1965, NITECKI 1969). So ergaben sich bei Untersuchungen mit Flügel formeln selbst für die Brutpopulation des Buchfinken *Fringilla coelebs* von Rybatschi (Rossitten) vier verschiedene „Sub-Populationen“ (DOLNIK mündl.). Aus den genannten Gründen ist die Anwendung von Flügel formeln zur routinemäßigen Unterscheidung von Gruppen und Populationen auf Fangstationen vorläufig problematisch.

### 3. Material und Methodik

Zunächst wurde 1973 an zwei Vogelarten — Feldsperling *Passer montanus* und Kohlmeise *Parus major* —, die für vergleichende Untersuchungen leicht zu beschaffen waren, an Vögeln der SW-deutschen Brutpopulation geprüft, ob Flügellänge (maximales Maß nach „Methode KLEINSCHMIDT“) und Federlänge in einem bestimmten gleichbleibenden Verhältnis zueinander stehen.

Zur Messung der Federlänge wurde die achte Handschwinge (die dritte von außen her gezählt) ausgewählt, da sie bei den meisten unserer ziehenden Kleinvögeln die Flügelspitze bildet oder mitbildet (z. B. SVENSSON 1970).

Zum Messen der Federlänge wird der Vogel — mit dem Kopf dem Untersucher zugewandt — so in die Hand genommen, daß ein Flügel zwischen Daumen und Zeigefinger mit leicht gefächerten Flügel federn gehalten werden kann, wobei die Flügel oberseite dem Untersucher zugewandt ist. Dann wird der Flügel auf einem normalen Metall-Flügelmaßstab auf einen senkrecht aus der Maßstabkante herausstehenden Metallstift so zugeführt, daß der Stift in den Zwischenraum zwischen 8. und 9. Handschwinge eingeführt werden kann. Einen ähnlichen senkrecht aus der Linealkante herausragenden Stift (Näheres s. u.) verwendete BALDWIN (1967) zum Messen der Schwanzlänge. Beim Einführen dieses Stiftes wird der

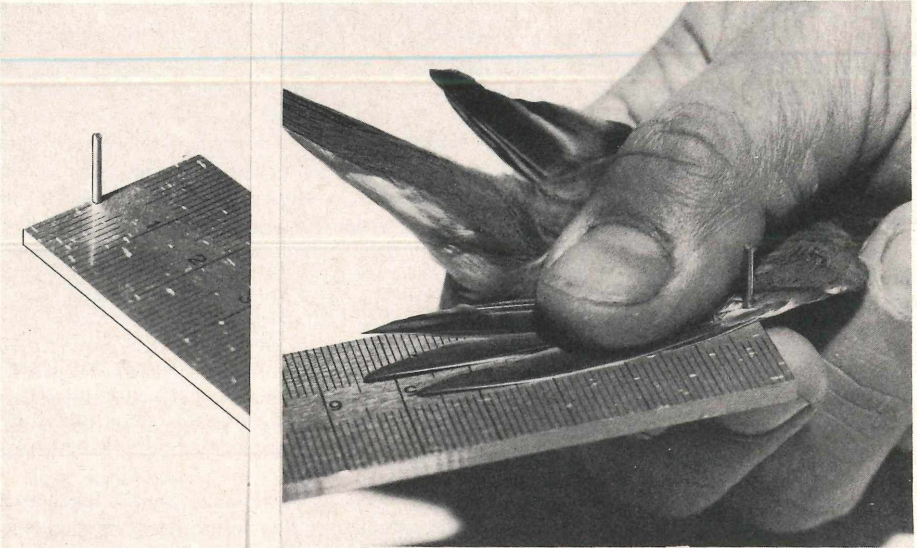


Abb. 1: Links: Flügelmaßstab mit Anschlagstift zum Messen der Federlänge. Rechts: Messen der Federlänge (der 8. Handschwinge) bei einer Mönchsgrasmücke *Sylvia atricapilla*. Bei dem dargestellten Flügel schlägt der Anschlagstift bereits an der Flügelhaut an. Die achte Handschwinge müßte zum Messen jedoch noch gerade gestrichen werden, um ihre maximale Länge von etwa 54,3 mm erkennen zu lassen. Näheres s. Text. — Fig. 1: Left: Steel metric rule with projecting pin for taking feather lengths. Right: Measuring the feather length (of the eighth primary) in a blackcap *Sylvia atricapilla*. In the wing presented the pin already touches the skin of the wing. The eighth primary is left to be straightened in order to show the maximum length of about 54,3 mm. For details s. text.

Flügel mit der freien Hand an der 9. Handschwinge erfaßt und *leicht* gezogen sowie vom Flügelbug her leicht gedrückt, bis der Metallstift an der Haut zwischen den beiden Handschwingen leicht anschlägt. Mit dem Daumen der Hand, die den Vogel hält, wird danach die 8. Handschwinge im proximalen Teil auf dem Maßstab fixiert und im distalen Teil mit den Fingern der freien Hand geradegestrichen. Danach wird die *Federlänge* abgelesen (Abb. 1), wobei auf 1/10 mm genau geschätzt wird. Sie ist eine *Teillänge der Feder*, nämlich des aus der Haut herausragenden Federteiles ohne die in der Haut steckende Spule. Sehr wichtig ist, daß der Anschlagstift *nur leicht* gegen die Haut zwischen den Federn gedrückt wird. Andernfalls kann die Haut leicht eingedrückt werden, was zwar dem Vogel nicht schadet, da das leichte Eindringen keine Verletzungen darstellt, aber das Eindringen kann zu einer unerwünschten geringfügigen Erhöhung der Meßwerte (um 1–3 Zehntelmillimeter) führen.

Der von uns verwendete Metall-Anschlag-Stift, der in den Maßstab eingelassen werden muß, hat einen Durchmesser von 1,4 mm.

Die Meßwerte für die Vergleiche von Flügel- und Federlänge wurden von einer Person (W. FRIEDRICH) ermittelt.

Als nächstes wurde 1973 eine Serie von 23 Feldsperlingen von 16 im Messen teils erfahrenen (9), teils unerfahrenen (7) Untersuchern vermessen, wobei jede Person die Flügellänge nach der „Methode KLEINSCHMIDT“ und die Federlänge in oben beschriebener Weise zu ermitteln hatte. Die Meßwerte wurden anschließend in verschiedener Hinsicht verglichen. Die im Flügel messen erfahrenen Personen waren Mitarbeiter der Vogelwarte Radolfzell, die seit Jahren Flügelmaße ermittelt hatten. Die im Flügel messen unübten Personen waren Vogelkundige, die noch keine oder kaum Flügelmeßerfahrung hatten, wohl aber mit lebenden Vögeln in der Hand umgehen konnten. Sie erhielten vor dem Messen genaue Anleitung zum Flügel messen einschließlich von Demonstrationen und Probemessen in einer Weise, wie sie normalerweise etwa zur Einführung neuer Mitarbeiter in einem Arbeitskreis auf ornithologischen Stationen gegeben werden. In einem zweiten Versuch wurden in entsprechender Weise von 6 im Messen erfahrenen Mitarbeitern Flügelmeßwerte von 22 Kohlmeisen ermittelt.

Nachdem sich das Messen der Federlänge nach den bisher beschriebenen Untersuchungen als ausgesprochen vorteilhaft erwiesen hatte (Abschn. 4), wurde 1975 auf allen drei Stationen des „Mettnau-Reit-Illmitz-Programms“ (Näheres s. BERTHOLD & SCHLENKER 1975) an über 16000 Vögeln von rund 40

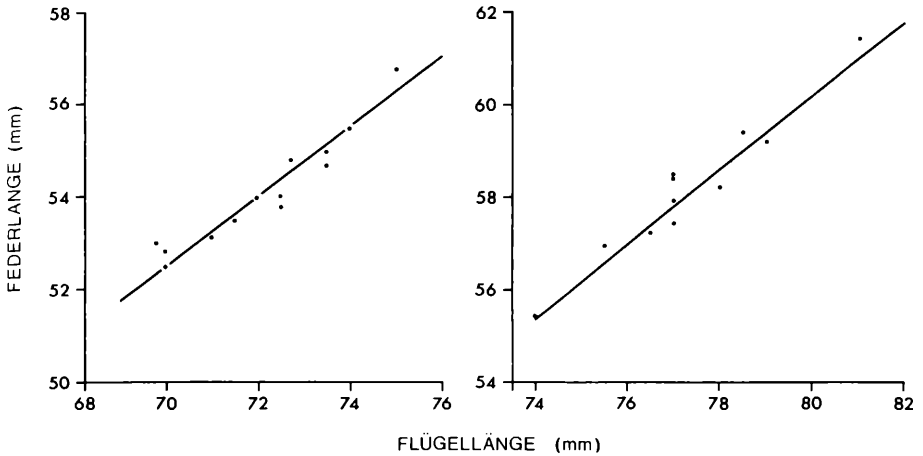


Abb. 2: Beziehungen zwischen Flügel- und Federlänge bei *Passer montanus* (links:  $r = 0,9430$ ) und *Parus major* (rechts:  $r = 0,9204$ ). — Fig. 2: Relationships between wing lengths and feather lengths in *Passer montanus* (left:  $r = 0,9430$ ) and *Parus major* (right:  $r = 0,9204$ ).

Arten sowohl die Flügellänge nach der „Methode KLEINSCHMIDT“ als auch die Federlänge der 8. Handschwinge gemessen. Auf diese Weise konnte an einem großen Material überprüft werden, ob die Federlänge entsprechende jahreszeitliche Muster ergibt wie die Flügellänge.

Die Ergebnisse wurden mit dem F-, t- u. U-Test sowie mit dem LEVENE-Verfahren und dem Schnelltest nach PILLAI & BUENAVENTURA (SACHS 1969, DOW 1976) auf Signifikanz überprüft. Es bedeuten hochsignifikant  $p < 0,001$ , signifikant  $p < 0,01$  und wahrscheinlich signifikant  $p < 0,05$ .

Für die Untersuchungen im Institut ermittelten Flügelmaße Frl. U. HÜCKLER und E. ROMANOWSKI und außer uns die Herren J. BECKERT, D. BRENSING, G. HEINE, K. HUND, G. KNÖTZSCH, G. LANG, Dr. B. LEISLER, Dr. F.-B. LUDESCHER, R. MÖRIKE, K. MÜLLER, R. SCHLENKER und K. WÜSTENBERG. Ihnen sowie all denjenigen Mitarbeitern, die 1975 das zweifache Flügelmaße auf den Stationen des „MRI-Programms“ auf sich genommen haben, danken wir herzlich.

## 4. Ergebnisse

### 4.1. Beziehungen zwischen Flügellänge und Federlänge

Untersuchungen an SW-deutschen Brutvögeln aus der Umgebung von Radolfzell ergaben für Feldsperling und Kohlmeise hochsignifikante und damit enge positive Korrelationen zwischen Flügellänge und Federlänge (Abb. 2). D.h., Individuen mit großer Flügellänge weisen in der Regel auch große Federlängen auf. Mit Umrechnungsfaktoren kann von einer Größe auf die andere leicht umgerechnet werden. Beziehungen zwischen Flügel- und Federlänge bei anderen Arten s. 4.3.

### 4.2. Vergleiche von Flügellängen- und Federlängen-Meßwerten verschiedener Untersucher

Bei den in Abb. 3 und Tab. 1 dargestellten Flügellängenmaßen beträgt die Variationsbreite 3,5%, bei den Federlängenmaßen nur etwa  $\frac{1}{3}$  davon, nämlich 1,2%. Ähnlich unterscheiden sich die Variationskoeffizienten mit 1,09 bzw. 0,32. Die Streuungen beider Meßwertreihen sind hochsignifikant voneinander verschieden. Vergleicht man innerhalb beider Meßwertreihen alle Werte untereinander, so ergeben sich innerhalb der Flügellängen 8mal hochsignifikante, 18mal signifikante und 21mal wahrscheinlich signifikante Unterschiede, innerhalb der Federlängen hingegen keine signifikanten oder wahrscheinlich signifikanten Unterschiede. Bei den Flügellängen ergibt somit etwa jeder fünfte Vergleich der Meßwerte zweier Untersucher eine signifikante Differenz.

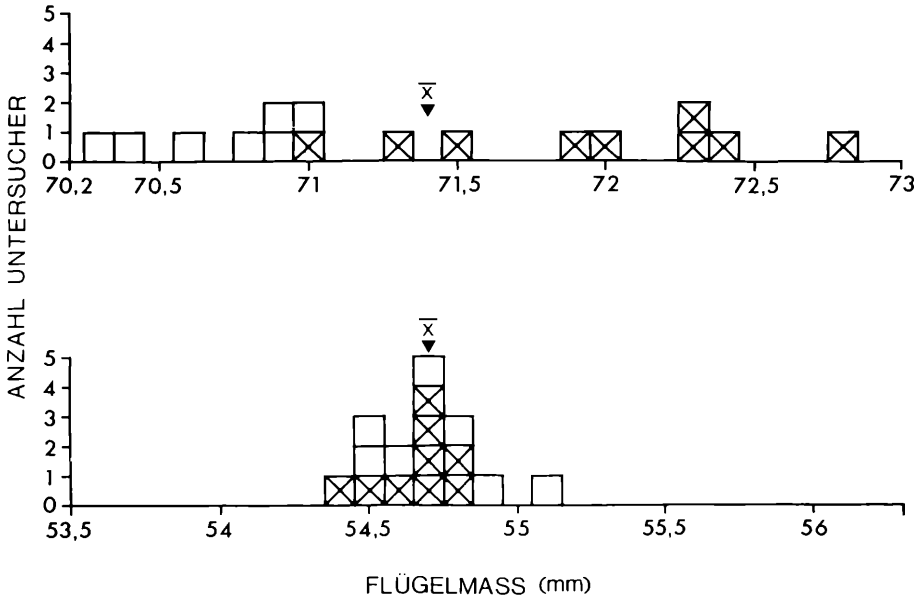


Abb. 3: Durchschnittliche Meßwerte der Flügellänge (oben) und der Federlänge (unten) 16 verschiedener im Messen unerfahrener (weiße Säulen) und erfahrener Untersucher (durchgekennzeichnete Säulen) sowie Gesamtmittelwerte ( $\bar{x}$ ). — Fig. 3: Mean measurements of wing lengths (above) and feather lengths (below) of 16 different investigators inexperienced in wing measuring (white columns) and experienced (crossed columns) as well as the overall mean values ( $\bar{x}$ ).

Tab. 1: Standardabweichungen der in Abb. 3 (von links nach rechts) dargestellten Meßwerte. — Standard deviations of the measurements depicted (from the left to the right) in Fig. 3.

Flügellänge:	1,82 — 1,66 — 2,07 — 1,78 — 1,84 — 1,78 — 1,75 — 1,76 — 1,76 — 1,93 — 1,88 — 1,88
	— 1,90 — 1,85 — 1,85 — 1,98
Federlänge:	1,57 — 1,48 — 1,56 — 1,56 — 1,41 — 1,73 — 1,72 — 1,57 — 1,57 — 1,61 — 1,52 — 1,56
	— 1,55 — 1,56 — 1,61 — 1,54

In einem zweiten kleineren Versuch ergaben sich für die Meßwerte von 22 Kohlmeisen, gemessen von 6 im Messen erfahrenen Mitarbeitern, für die Flügellänge insgesamt 3mal wahrscheinlich signifikante Differenzen, für die Federlänge wiederum keine gesicherten oder wahrscheinlich signifikanten Unterschiede.

Wie aus Abb. 3 weiter hervorgeht, gruppieren sich die Flügelängen-Meßwerte der im Messen unerfahrenen Untersucher als die niedrigen Ergebnisse, die der erfahrenen als die höheren. Die Mittelwerte beider Untersuchungsgruppen sind mit  $70,7 \pm 0,27$  und  $71,9 \pm 0,58$  hochsignifikant voneinander verschieden. Damit bestätigt sich die auf unseren Stationen allgemein und auch anderswo gemachte Erfahrung, daß beim Ermitteln maximaler Flügelängen nach der „Methode KLEINSCHMIDT“ unerfahrene Untersucher im allgemeinen zu niedrige Maße feststellen. Die Ursache dafür dürfte vor allem darin begründet sein, daß sich unerfahrene Untersucher vielfach nicht trauen, so starken Druck auf den Flügel auszuüben, wie zur Ermittlung des maximalen Flügelängen-Meßwertes notwendig ist.

Überraschend ist, daß sich die Meßwerte der im Messen erfahrenen Untersucher über eine zweieinhalbmal so große Variationsbreite erstrecken wie die der unerfahrenen Mitarbeiter (Unterschied wahrscheinlich signifikant). Das bedeutet, daß im Messen erfahrene Untersucher mit der „Methode KLEINSCHMIDT“ keinesfalls einheitlichere Meßwerte zu erzielen brauchen als Anfänger. Das bestätigt auch folgender Befund: Die durchschnittlichen Standardabweichungen der Messungen der erfahrenen Untersucher waren nicht geringer als die der Anfänger

(Tab. 1). Bei den Federlängen-Meßwerten treten derartige Unterschiede in Bezug auf Gruppierung der Werte und Streuung zwischen mehr und weniger erfahrenen Untersuchern wie oben geschildert nicht auf. Nach diesen Untersuchungen erweist sich die Federlänge als äußerst *nützlich* weil *relativ wenig streuend* und *von der Erfahrung des Untersuchers weitgehend unabhängiges Flügelmaß*, die Flügellänge hingegen — obwohl nach der „Methode KLEIN-SCHMIDT“ ermittelt — als sehr problematisches Maß.

### 4.3. Jahreszeitliche Muster von Flügel- und Federlänge

Die in Abb. 4 als Beispiele dargestellten jahreszeitlichen Muster von Flügel- und Federlänge zeigen durchweg gute Übereinstimmung. Je nach Form der Muster wurden über die gesamte Untersuchungszeit oder für Teilabschnitte für beide Arten von Meßwerten Regressionsgeraden berechnet, die sich jedoch in keinem Fall signifikant unterschieden. Entsprechende Übereinstimmung in den jahreszeitlichen Mustern zeigten auch die Flügel- und Federlängen aller anderen im „MRI-Programm“ untersuchten Arten (s. BERTHOLD & SCHLENKER 1975).

## 5. Schlußfolgerungen und Diskussion der Ergebnisse

Die Literaturübersicht (Abschn. 2) und die eigenen Meßwerte-Untersuchungen (Abschn. 3 u. 4) zeigen, daß Flügellängenmaße aus verschiedenen Gründen vielfach unbefriedigend ausfallen. Das gilt auch für die gegenwärtig besonders empfohlene „Methode KLEIN-SCHMIDT“. Demgegenüber hat sich das Messen des aus der Flügelhaut herausragenden Teils einer (der 8.) Handschwinge — der sogenannten Federlänge — als relativen Flügelmaßes sehr vorteilhaft erwiesen. Wie die Übersicht in Tab. 2 zeigt, ist die Federlänge der Flügellänge in neun von elf wichtigen Punkten überlegen. Was die beiden Pluspunkte beim Messen der Flügellänge anbelangt, so ist das Vorhandensein älteren Vergleichsmaterials oft nur ein Scheinvorteil. Vielfach wurde das Material mit heterogenen, unbekanntem oder nur unzureichend beschrie-

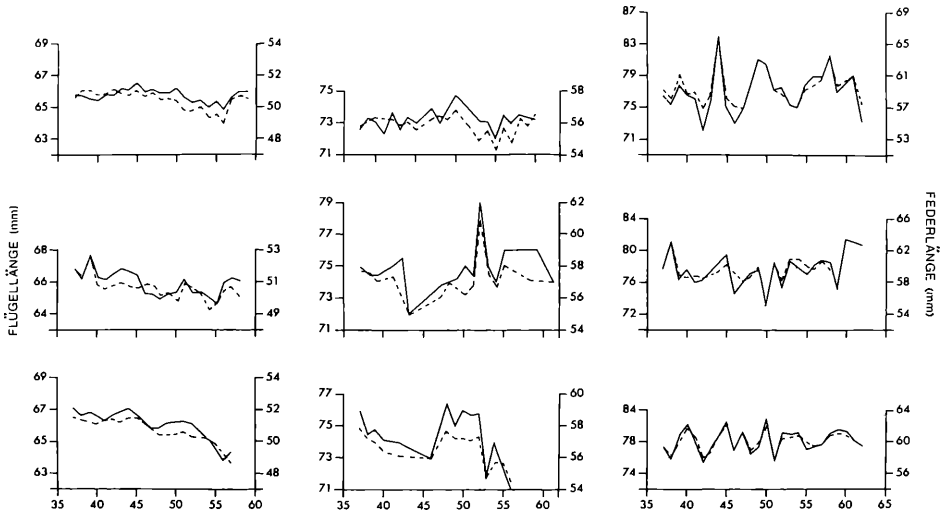


Abb. 4: Flügellänge (durchgezogene Linien) und Federlänge (gestrichelte Linien) der 1975 im „MRI-Programm“ auf den Stationen Mettnau (oben), Reit (Mitte) und Illmitz (unten) gefangenen *Acrocephalus scirpaceus* (links, n = 5107), *Sylvia atricapilla* (Mitte, n = 505) und *Emberiza schoeniclus* (rechts, n = 1267). — Fig. 4: Wing lengths (solid lines) and feather lengths (broken lines) of *Acrocephalus scirpaceus* (left, n = 5107), *Sylvia atricapilla* (middle, n = 505) and *Emberiza schoeniclus* (right, n = 1267) trapped at the stations Mettnau (above), Reit (middle) and Illmitz (below) in the „MRI-Programm“ in 1975.

Tab. 2: Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile von Flügellänge und Federlänge als relativem Flügelmaß. — Comparisons of advantages and disadvantages using wing lengths or feather lengths as relative wing measurements.

Flügellänge	Vorteil: + Nachteil: —	Federlänge
Messungen weisen relativ starke Streuungen (Variationsbreite, Variationskoeffizient) auf	—	Messungen weisen etwa $\frac{2}{3}$ geringere Streuungen auf
Messungen verschiedener Untersucher an ein und demselben Material führen häufig zu signifikanten Differenzen und sind schlecht reproduzierbar, das bedeutet:	—	Messungen führen zu relativ einheitlichen nicht signifikant verschiedenen und leicht reproduzierbaren Meßergebnissen
Unterschiede zwischen verschiedenen Vogelgruppen sind relativ schwer zu bestimmen, Abgrenzungen relativ schwer zu treffen	—	Unterschiede sind leichter festzustellen, Abgrenzungen leichter zu treffen
Verschiedene gebräuchliche Meßmethoden erschweren das Messen und Vergleiche von Meßdaten	—	Nur eine Meßmethode erleichtert das Messen und Meßwertvergleiche
Genaueres Messen erfordert relativ viel Übung und Geschicklichkeit („Kunst“)	—	Genaueres Messen erfordert nur kurze Anleitung und keine besondere Geschicklichkeit
Genaueres Messen erfordert Mehrfachmessen (am besten durch weitere Untersucher)	—	Genaueres Messen erfordert kein Mehrfachmessen
Genaueres Messen erfordert relativ viel Zeit (Plattdrücken des Flügels, Strecken des Flügels, mehrfache Kontrollen der Flügellage auf dem Maßstab)	—	Genaueres Messen geht rasch vonstatten
Messung an größeren Vögeln sind schwieriger als an kleinen und erfordern z. T. einen Helfer	—	Messungen an größeren Vögeln sind nicht schwieriger als an kleineren
Unfallgefahr für Vögel macht die Methoden z. T. fragwürdig	—	Unfallgefahr besteht vergleichsweise nicht
Meßwerte älterer Untersuchungen liegen als Vergleichswerte vor	—	Meßwerte älterer Untersuchungen existieren nicht
Meßwerte können auch von Bälgen gewonnen werden	—	Meßwerte können von Bälgen nur bedingt gewonnen werden

benen Meßmethoden gewonnen und ist daher für exakte Vergleiche schwer zu verwenden oder unbrauchbar (z. B. BLONDEL 1967). Meßwerte von Bälgen fallen bekanntlich allgemein niedriger aus als solche von lebenden Vögeln und können nur mit Hilfe von Umrechnungsfaktoren — und auch nur mit Vorbehalten (z. B. EVANS 1964) — verglichen werden. Solche Umrechnungen lassen sich über entsprechende Vergleichsmessungen (Abschn. 4.1) jedoch auch für Federlängen durchführen.

Von Flügelängen lebender Vögel auf Federlängen und umgekehrt kann in gewissen im einzelnen zu bestimmenden Grenzen leicht über Meßserien an Brutvögeln (Beispiele: Abschn. 4.1: Abb. 2) umgerechnet werden oder auch über kontinuierliche Meßserien im Jahresverlauf (Beispiele: Abschn. 4.3: Abb. 4) und mit Hilfe entsprechender Umrechnungsfaktoren.

Die Federlänge, die in der vorliegenden Arbeit vorgestellt wird, hat auch bei anderen Untersuchungen bereits eine Rolle gespielt: STRAVINSKY (1974, 1976) schreibt, daß bei der



Unterscheidung von Populationen der Stockente *Anas platyrhynchos* „Of all the measurements, those of the feathers [longest primary] proved to be the best to distinguish between different Mallard populations“, wobei auch die Flügellänge mit einbezogen war. Leider sind die Feststellungen STRAVINSKY's nicht näher dargestellt und erläutert. Wie BRUDERER & JACQUAT (1977) mitteilen, wurde in den 50er Jahren an der Schweizerischen Vogelwarte eine Methode zur Messung der Handschwinger an Nestlingen ausprobiert, die inzwischen in einem Kurs „Zum Messen der Teilfederlängen an Nestlingen“ an die hier vorgestellte Methode der Federlängenmessung angepaßt wurde.

Wir empfehlen die Federlänge als relatives Flügelmaß unbedingt für Fang- und Beringungsstationen. Hier kommt es darauf an, in relativ kurzer Zeit von möglichst vielen Individuen bei nicht selten rasch wechselnden Untersuchern zuverlässige Flügelmaße zu gewinnen, die später möglichst feine Differenzierungen z. B. nach Populationen, Zugschüben, Geschlecht und Alter ermöglichen sollen. Diesen Anforderungen genügt am ehesten die Federlänge. Auf sie trifft zu, was EVANS (1964) von einem guten Flügelmeßverfahren forderte: „... it is essential to use a method of measurement which can be learnt satisfactorily from a description rather than a demonstration, and which gives consistent results when used either by the same ringer or by a group of independent ringers. Only such measurements can usefully be compared.“ Wie wir inzwischen an weit über hundert Mitarbeitern auf unseren Stationen feststellen konnten, ist das Federlängenmessen in der Tat, auch allein nach unserer für die Stationen ausgearbeiteten Anleitung, auf Anhieb erlernbar, so daß Meßwerte von hoher Konsistenz, die keine statistisch signifikanten Differenzen innerhalb ein und demselben Material enthalten, gewonnen werden.

Nachdem nun eine sehr genaue Daten liefernde Flügelmeßmethode auch für Fangstationen mit großen Anzahlen von Vögeln vorliegt, ist es wichtig, Phänomene wie Flügellängenreduktion bedingt durch Federabnutzung oder Längenzunahmen in Abhängigkeit vom Alter (z. B. FOLK & NOVOTNY 1970, BLAKE 1971, THORNE 1973, 1975) systematisch zu untersuchen, um die Aussagekraft von Flügelmeßwerten möglichst weiter zu verbessern.

## 6. Zusammenfassung

1. Wie allgemein bekannt ist und eine Sichtung der Literatur deutlich zeigte (Abschn. 2), führen die gebräuchlichen Flügelmeßmethoden vielfach zu unbefriedigend stark streuenden Ergebnissen. Die Ermittlung des maximalen Flügelmaßes gefährdet möglicherweise zudem Kleinvögel (Abschn. 2). Nach im „Grasmücken-Programm“ gesammelten eigenen Erfahrungen und aus Anlaß des Beginns des „Mettnau-Reit-Illmitz-Fangprogramms“ wurde 1973 begonnen, die gebräuchliche Flügelmeßmethodik zu verbessern.
2. Eigene vergleichende Untersuchungen der Meßwerte von bis zu 16 im Messen erfahrenen und unerfahrenen Untersuchern ergaben, daß Flügellängen-Meßwerte, auch wenn maximale Werte nach standardisierter Methode („Methode KLEINSCHMIDT“) angestrebt werden, sehr stark streuen und für ein und dasselbe Material vielfach signifikante Unterschiede zwischen verschiedenen Untersuchern aufweisen (Abb. 3, Tab. 1).
3. Demgegenüber hat das Messen nur einer (der achten) Handschwinge und das Verwenden dieser Teillänge einer Feder — der „Federlänge“ — als relativem Flügelmaß (Abb. 1) beträchtliche Vorteile: Durchs Messen bedingte Streuungen (enthalten in Variationsbreite und Variationskoeffizient) werden im Vergleich zum Flügellängenmessen um etwa  $\frac{1}{3}$  reduziert, erzielte Meßwerte weisen hohe Konsistenz auf und Meßwerte können auch von Ungeübten rasch und ohne längeres Üben zuverlässig gewonnen werden (Näheres s. Tab. 2).
4. Für *Passer montanus* und *Parus major* wurden beispielhaft enge positive Korrelationen zwischen Flügel- und Federlänge ermittelt (Abb. 2), die zeigen, daß leicht von einer Größe auf die andere umgerechnet werden kann. An über 16000 Fänglingen von etwa 40 verschiedenen Arten wurde zudem 1975 im „MRI-Programm“ festgestellt, daß Flügel- und Federlänge entsprechende jahreszeitliche Muster auf Durchzugsstationen ergeben (Abb. 4).
5. Die Methode des Federlängenmessens zur Ermittlung eines relativen Flügelmaßes wird vor allem für Fang- und Beringungsstationen empfohlen, wo genaue Flügelmaße in kurzer Zeit gewonnen werden müssen.

## 7. Summary

The feather length: a new useful wing measurement<sup>3)</sup>

1. The methods of wing length measuring in use, as widely known and as a review of the literature makes clear (sect. 2) often lead to an unsatisfactorily wide spread of the data. Taking the maximum wing length in addition may endanger small birds (sect. 2). According to experiences obtained in the „warbler-program“ and with respect to the beginning of the „Mettnau-Reit-Illmitz-program“ we started in 1973 to improve the current methods of wing length measuring.
2. Comparisons of wing length measurements of up to 16 experienced and inexperienced investigators collected in a special study showed: even maximum values obtained according to a standardized method („method KLEINSCHMIDT“) showed a high degree of deviations and often resulted in significant differences between different investigators for one and the same material (fig. 3, tab. 1).
3. Over against this, to measure only one primary (the eighth) and to use this partial length of a feather — the „feather length“ as a relative wing measurement (fig. 1) is of considerable advantage: compared with wing length measurements the deviations caused by the measuring (contained in the range and in the coefficient of variation) are reduced by about  $\frac{2}{3}$ , the measurements are highly consistent, and measurements can also reliably be taken by inexperienced investigators without time-consuming training (for details s. tab. 2).
4. In *Passer montanus* and *Parus major*, as examples, highly positive correlations of wing and feather lengths could be calculated (fig. 2) indicating that easily can be transferred from one measurement to the other. In 1975 in the „MRI-program“ in more than 16000 individual birds of about 40 species it was shown that wing and feather length measuring results in corresponding annual patterns of these measurements at trapping sites (fig. 4).
5. The method of feather length measuring is especially recommended for trapping and ringing stations where exact wing measurements have to be taken in relatively short time.

## 8. Literatur

- Baldwin, D. H. (1967): A simple device for taking wing and tail measurements. Ring 5: 10—12. ● Balen, J. H. van (1967): The significance of variations in body weight and wing length in the great tit, *Parus major*. Ardea 55: 1—59. ● Berthold, P., & R. Schlenker (1975): Das „Mettnau-Reit-Illmitz-Programm“ — ein langfristiges Vogelfangprogramm der Vogelwarte Radolfzell mit vielfältiger Fragestellung. Vogelwarte 28: 97—123. ● Blake, C. H. (1971): Wear and wing length in the cardinal. Bird Banding 42: 295. ● Blondel, J. (1967): Étude d'un cline chez le rouge-queue à front blanc, *Phoenicurus phoenicurus phoenicurus* (L.): La variation de la longueur d'aile, son utilisation dans l'étude des migrations. Alauda 35: 83—105, 163—193. ● Bruderer, B., & B. Jacquat (1977): Beringertagung an der Schweizerischen Vogelwarte in Sempach, 5./6. März 1977. Orn. Beob. 74: 35—36. ● Busse, P. (1967): Zastosowanie liczbowych współczynników kształtu skrzydła. Notatki Ornitologiczne 8: 1—8. ● Dow, D. D. (1976): The use and misuse of the coefficient of variation in analysing geographical variation in birds. Emu 76: 25—29. ● Eck, S. (1974): Wozu dienen Lebendmaße bei Vögeln. Falke 21: 222—227. ● Evans, P. R. (1964): Wader measurements and wader migration. Bird Study 11: 23—38. ● Folk, Č., & I. Novotný (1970): Variation in body weight and wing length in the house sparrow, *Passer domesticus* L., in the course of a year. Zool. Listy 19: 333—342. ● Glutz von Blotzheim, Ü. N., K. M. Bauer & E. Bezzel (1975): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 6. Akad. Verlagsges., Wiesbaden. ● Gruner, D. (1977): Zur geographischen Variation der Flügelänge bei der Mehlschwalbe (*Delichon urbica*). Bonner Zool. Beitr. 28: 77—81. ● Holynski, R. (1965): Metody analizy zmienności formuły skrzydła ptaków. Notatki Ornitologiczne 6: 21—25. ● Johannesson, H. (1967): Vinglängd och mätfel — ett försök till analys. Vår Fågelvärld 26: 249—255. ● Kelm, H. (1970): Beitrag zur Methodik des Flügelmessens. J. Orn. 111: 482—494. ● Kipp, F. (1936): Studien über den Vogelzug in Zusammenhang mit Flügelbau und Mauerzyklus. Mitt. Vogelwelt 35: 49—80. ● Ders. (1959): Der Handflügel-Index als flugbiologischer Maß. Vogelwarte 20: 77—86. ● Klein, H., P. Berthold & E. Gwinner (1973): Der Zug europäischer Garten- und Mönchsgrasmücken (*Sylvia borin* und *S. atricapilla*). Vogelwarte 27: 73—134. ● Kleinschmidt, O. (1922): A-B-C-Unterricht für ornithologische Sammler. Falco 18: 10—12. ● Lindell, L. (1978): Mätmetodik vid insamling av vingmatt. Calidris 7: 64—68. ● Nau, B. S. (1962): Accuracy of measurements. Rye Meads Ringing Group Rep. 2: 37—39. ● Niethammer, G. (1937): Über die Beziehungen zwischen Flügelänge und Wanderstrecke bei einigen europäischen Singvögeln. Arch. Naturgesch. N. F. 6: 519—525. ● Nisbet, I. C. T., J. Baird, D. V. Howard & K. S. Anderson (1970): Statistical comparison of wing-lengths measured by four observers. Bird Banding 41: 307—308. ● Nitecki, C. (1969): Zmienność formuły skrzydła u pokrzywnicy, *Prunella modularis*. Notatki Ornitologiczne 10: 1—8. ● Rensch, B. (1936): Studien über klimatische Parallelität der Merkmalsausprägung bei

<sup>3)</sup> 4th paper of the „Mettnau-Reit-Illmitz-program“; supported by the DFG.

Vögeln und Säugern. Arch. Naturgesch. N. F. 5: 317—363. ● Rheinwald, G. (1973): Die Flügelänge der Mehlschwalbe: Altersabhängigkeit, Geschlechtsunterschied und Vergleich zweier Populationen. Bonner Zool. Beitr. 24: 374—386. ● Sachs, L. (1969): Statistische Auswertungsmethoden. Springer, Berlin, Heidelberg & New York. ● Stewart, I. F. (1963): Variation of wing length with age. Bird Study 10: 1—9. ● Stravinsky, S. (1974): An attempt to determine duck populations in transit by a biometrical method. Mater. Conf. Study Conserv. Migratory Birds Baltic Basin, Tallinn, 75—76. ● Ders. (1976): An attempt to determine duck populations in transit by a biometrical method. In: Bird Migration (herausgeg. v. E. Kumari), Valgus, Tallinn, 73—75. ● Stresemann, E. (1934): Aves. In: Kükenthal & Krumbach, Handbuch der Zoologie 7, 2. De Gruyter & Co., Berlin & Leipzig. ● Svensson, L. (1970): Identification Guide to European Passerines. Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm. ● Ders. (1972): Welches Flügelmaß ist richtig? J.Orn. 113: 111—112. ● Thorne, C. J. R. (1973): Growth of reed warblers. Wicken Fen Group Rep. 5: 33—35. ● Ders. (1975): Wing length of reed warblers. Wicken Fen Group Rep. 7: 10—13.

Anschrift der Verfasser: Vogelwarte Radolfzell, Schloß, D-7760 Radolfzell 16.

*Die Vogelwarte 30, 1979: 21—28*

Aus dem Max-Planck-Institut für Verhaltensphysiologie,  
Vogelwarte Radolfzell, und dem Tierhygienischen Institut Freiburg

## Hohe Pestizidrückstände in tot aufgefundenen Sperbern (*Accipiter nisus*) als mögliche Todesursache

Von Bernd Conrad

### 1. Einleitung

Im Rahmen von Untersuchungen über die Belastung der einheimischen Vogelwelt mit verschiedenen chlorierten Kohlenwasserstoffen und polychlorierten Biphenylen (PCB) wurden am Tierhygienischen Institut Freiburg neben Vogeleiern (CONRAD 1977, 1978) auch tote und nach Auffinden in menschliche Pflege genommene und dann eingegangene Jung- und Altvögel vieler Arten analysiert. Die Ergebnisse der Rückstandsanalysen beim Sperber (*Accipiter nisus*) stellen die Basis für den folgenden Bericht dar.

### 2. Material und Methode

Untersucht wurden insgesamt 32 Sperber unterschiedlichen Alters aus verschiedenen Gebieten der Bundesrepublik Deutschland. 28 Vögel waren zum Zeitpunkt des Fundes bereits tot. Bei 20 dieser 28 Exemplare konnten von den Einsendern nähere Angaben zur Todesursache gemacht werden: 4 Tiere waren erschlagen worden, 1 Jungtier geschossen, 2 kamen durch Fallen um, je 5 verunglückten an Hochspannungsleitungen oder flogen gegen Glasscheiben, und 3 wurden Opfer des Autoverkehrs. Die übrigen 8 tot aufgefundenen Sperber wiesen keine äußerlich sichtbaren Verletzungen auf. Bei 4 von diesen Vögeln haben wir am Tierhygienischen Institut Freiburg pathologisch-anatomische Untersuchungen zur Ermittlung der Todesursache durchführen lassen, die aber keine Anhaltspunkte für eine Erkrankung oder einen altersbedingten Tod lieferten.

Die restlichen vier Sperber wurden ermattet und abgemagert aufgegriffen, wiesen aber keine Verletzungen auf. Drei von ihnen litten unter Lähmungserscheinungen und Krampfanfällen. Versuche der Zwangsfütterung schlugen fehl; alle Tiere verendeten innerhalb weniger Stunden. Die bei diesen Vögeln durchgeführten tierärztlichen Untersuchungen ergaben auch hier keine Hinweise auf die Krankheits- bzw. Todesursache.

Als Indikatorgewebe für die Schadstoffbelastung wurde in Anlehnung an die vorhandene Literatur (z. B. DRESCHER-KADEN 1977, FUCHS *et al.* 1972, HAYS & RISEBROUGH 1972, JENSEN *et al.* 1969, KOEMAN *et al.* 1973a, b) bei allen Exemplaren die Leber gewählt, bei 23 Tieren zusätzlich Gewebe aus dem Brustmuskel und bei 9 Vögeln Proben aus dem Unterhautfettgewebe.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Vogelwarte - Zeitschrift für Vogelkunde](#)

Jahr/Year: 1979

Band/Volume: [30\\_1979](#)

Autor(en)/Author(s): Berthold Peter, Friedrich Wolfgang

Artikel/Article: [Die Federlänge: Ein neues nützliches Flügelmaß 11-21](#)