

Möglichkeiten und Grenzen der Individualerkennung von Seeadlern (*Haliaeetus albicilla*) anhand von Mauserfederfunden in Schleswig-Holstein (1955-2000)

B. Struwe-Juhl & R. Schmidt

STRUWE-JUHL, B. & R. SCHMIDT (2002): Möglichkeiten und Grenzen der Individualerkennung von Seeadlern (*Haliaeetus albicilla*) anhand von Mauserfederfunden in Schleswig-Holstein (1955-2000). Corax 19, Sonderheft 1: 37-50.

Zwischen 1955 und 2000 wurden in den Seeadlerrevieren von Schleswig-Holstein systematisch Mauserfedern gesammelt und hinsichtlich der individuellen Paarzusammensetzung analysiert (581 Schwanzfedern und 382 Handschwingen aus maximal 22 Brutrevieren in 1999). Die Individualerkennung erfolgt anhand der Variabilität von Federmerkmalen, wobei das Pigmentmuster der Schwanzfedern und die Länge der Schwung- und Steuerfedern die Hauptmerkmale für die Unterscheidung der Individuen sind.

Adulte Seeadler erlangen die spezifische Pigmentierung ihrer Schwanzfedern ab dem 5. Kalenderjahr (Kj.), und die Federlänge ist ab dem 7. Kj. weitgehend konstant. Ab diesem Alter variieren diese Federmerkmale nur noch geringfügig, so dass sie in geografisch begrenzten Populationen zur individuellen Erkennung genutzt werden können. Eine Einschränkung der Mauserfederanalyse ergibt sich unter Umständen daraus, dass sich die Pigmentmuster verwandter Seeadler (weibchen) sehr ähnlich sehen können, wodurch die Aussagekraft dieses Merkmals eingeschränkt wird.

Seeadlerweibchen sind in der Regel größer als die Männchen. Dieser Geschlechtsdimorphismus findet sich auch in der Morphologie der Großfedern wieder.

Bernd Struwe-Juhl, Zoologisches Institut der Universität Kiel, Biologiezentrum, Olshausenstr. 40-60, D-24118 Kiel; E-mail: bstruwe-juhl@zoologie.uni-kiel.de

Dr. Rainer Schmidt, Eichhofstr. 4, D-24116 Kiel

www.ProjektgruppeSeeadlerschutz.de

1. Einleitung

Für Populationsstudien an Vögeln sind Kenntnisse über die individuelle Zusammensetzung des Brutbestandes eine wichtige Voraussetzung. Sie bilden u.a. die Grundlage für Analysen zur Bedeutung der individuellen Qualität und Fitness eines Individuums. Aus der Lebensreproduktionsleistung eines Individuums (lifetime reproduction) läßt sich auch seine Bedeutung für die Gesamtpopulation ableiten (NEWTON 1989).

Aus diesem Grund sind in Populationsstudien an Vögeln in vielen Fällen individuelle Markierungsmethoden im Einsatz (z.B. codierte Farbringe, Flügelmarken, Federmarker, Transponder u.ä.). Alle diese Methoden setzen den Fang der Vögel voraus, was bei besonders geschützten Vogelarten durch naturschutzrechtliche Bestimmungen eingeschränkt wird. In diesem Zusammenhang sind Methoden wertvoll, die z. B. ein Erkennen von bestimmten Individuen anhand ihrer

Mauserfedern ermöglichen (BRÜLL 1964, OPDAM & MÜSKENS 1976, LOOFT & NEUMANN 1981, NEWTON et al. 1981, ZIESEMER 1983, NEWTON 1986, ZOLLINGER & MÜSKENS 1994, BIJLSMA 1993, KÜHNAPFEL & BRUNE 1995, RUST & KECHELE 1996, RISCH 1997).

Ziel unserer Untersuchung ist es zu zeigen, dass die Mauserfederanalyse beim Seeadler eine auch für Dritte nachvollziehbare Methode darstellt, um anhand der Variabilität von Federmerkmalen einzelne Individuen zu erkennen. Die Methode kann dazu genutzt werden, in einer geografisch abgegrenzten Population verlässliche Informationen über den Wechsel in der Paarzusammensetzung zu gewinnen. Dies ist jedoch nur dann realisierbar, wenn langjährige, exakt datierte Mauserfedererrien aus den Brutrevieren dieser Region vorliegen. Diese Voraussetzung ist in den schleswig-holsteinischen Seeadlerrevieren seit über vier Jahrzehnten in besonderem Maße erfüllt.

2. Material und Methode

Die Sammlung von Seeadler-Mauserfedern hat in Schleswig-Holsteins mit der einsetzenden Wiederbesiedlung begonnen (LOOFT & NEUMANN 1981, RÜGER & NEUMANN 1982). Die älteren Federn (1949-55) entstammen dabei vorwiegend Einzelaufsammlungen verschiedener Personen, darunter an erster Stelle T. KUNST. Ab 1955 erfolgten dann erste systematische Sammlungen durch R. SCHMIDT, sowie ab 1964 vor allem durch T. NEUMANN, der seit 1968 im Rahmen eines umfassenden Artenschutzprojektes in allen Seeadlerrevieren Schleswig-Holsteins tätig war. Seit 1993 wird die systematische Mauserfedersammlung durch V. LATENDORF und B. STRUWE-JUHL weitergeführt. Die Ergebnisse der vorliegenden Auswertung basieren im wesentlichen auf den Funden von 581 Schwanzfedern und 382 Handschwingen aus dem Zeitraum 1955 bis 2000. Die Federn sind bei der Projektgruppe Seeadler-schutz im Biologiezentrum der Universität Kiel archiviert.

Besonders in den 1950er und 1960er Jahren wurden die Seeadlerreviere das ganze Jahr über auf Mauserfedern kontrolliert, ab Anfang der 1970er Jahre dann schwerpunktmäßig zwischen Mai und September. Aus Schutzgründen erfolgen auch heute die ersten Kontrollen nicht vor Ende Mai, zumeist während der Beringung der Jungadler. Pro Revier werden jährlich mindestens drei Kontrollen durchgeführt. Die Federn wurden jeweils direkt mit dem Fundort und -datum versehen und ggf. mit Hilfe einer Vergleichssammlung der jeweiligen Federposition zugeordnet. Eine Korrektur des Funddatums als Annäherung an das tatsächliche Mauserdatum erfolgte anhand des Erhaltungszustandes der Feder (Eintrübung des Kiels, Auflösung der Rami usw.) in der Regel mit einer Genauigkeit von ± 1 Woche. Ältere Mauserfedern, die im Vorjahr übersehen worden waren, lassen sich anhand des schlechten Erhaltungszustandes und an einem milchig eingefärbten Kiel erkennen. Sie wurden entsprechend zurückdatiert und können zur Individuenbestimmung herangezogen werden.

Bezeichnung der Federpositionen

Der Schwanz des Seeadlers wird von 12 Steuerfedern (S) gebildet, die entsprechend der Festlegung von STRESEMANN & STRESEMANN (1966) je Schwanzhälfte von innen (S 1) nach außen (S 6) nummeriert werden. Im Freiland gesammelte Mauserfedern lassen sich mit etwas Übung durch

die Form der Feder ihrer ursprünglichen Position im Schwanz zuordnen. Dies geschieht im wesentlichen über die Breite der Außenfahne, die in der Regel von S 1 nach S 6 abnimmt, und über die Krümmung des Federkiels, die in gleicher Richtung zunimmt (vgl. Foto 1).

Die Bezeichnung der Schwungfedern folgt ebenfalls STRESEMANN & STRESEMANN (1966), die die Handschwingen (HS) deszendend von HS 1 bis HS 10 benennen. Dies entspricht zwar nicht unserer Vorgehensweise im Freiland, stellt aber die Vergleichbarkeit mit anderen Autoren sicher. In der Regel ist die äußerste Feder (HS 10) die kürzeste und HS 6 die längste Feder im Flügel des Seeadlers. Die Federn HS 4 bis HS 10 zeigen die typische Verjüngung der Innen- und Außenfahne, wodurch der Flügel im Flugbild sichtbar „gefingert“ erscheint. Die Bezeichnung der Armschwingen (AS) erfolgt ascendend von AS 1 bis AS 17.

Längenmessung der Federn

Gemessen wurde die maximale Länge der gestreckten Feder (BUSCHING 1997). Eine geringfügige Längenabnahme durch die Abnutzung der Federspitze blieb unberücksichtigt. War von der Federspitze ein kleines Stück abgebrochen, wurde der Meßwert extrapoliert. Fehlten größere Teile, wurde auf eine Messung verzichtet.

Bestimmung der Pigmentverteilung

Zur Bestimmung der Pigmentverteilung auf den Schwanzfedern wurde eine vereinfachte Planimetrie-Wäge-Methode angewandt. Alle Federn wurden mit Hilfe eines Fotokopierers (Nashuatec 7130) kopiert. Die maßstabsgetreu abgebildeten Braun- und Weißfelder wurden sorgfältig ausgeschnitten und ihr prozentualer Flächenanteil an der Gesamtfederfahne mit Hilfe einer Analysenwaage (Mettler H 35 AR) bestimmt. Sofern in der Pigmentierung flächige Punktmuster auftraten, wurden sie durch Extrapolation der Fläche berücksichtigt. Ein visueller Vergleich der individuellen Pigmentverteilung bzw. -musterung kann durch diese Methode jedoch nicht ersetzt werden (vgl. Foto 2). Zudem wurde die Methode, Pigmentmuster mit Hilfe digitalisierter Grautonbilder am PC zu bearbeiten, versuchsweise getestet. Die digital gemessenen Flächenanteile bestätigten die Ergebnisse der Planimetrie-Wäge-Methode. Auf eine serienmäßige Anwendung der digitalen Methode mußte aber aus Kostengründen verzichtet werden.

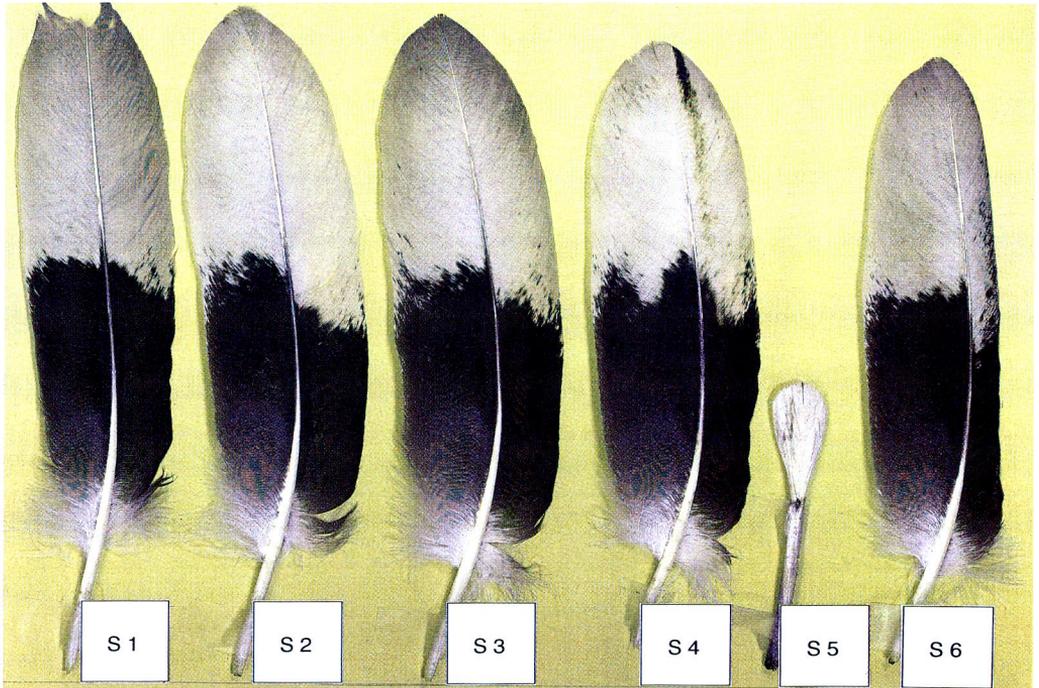


Foto 1: Schwanzfedern (S 1 - S 6) eines adulten Seeadlermännchens. Die S 5 ist noch im Wachstum.

3. Ergebnisse

3.1 Individualerkennung

Bei der Mauserfederanalyse sind die Pigmentierung der Schwanzfedern und die Federlänge die wesentlichen Unterscheidungsmerkmale für ein individuelles Erkennen der Seeadler. Jedes dieser Merkmale hat Stärken und Schwächen, so dass erst die zusammenfassende Betrachtung beider Merkmale verlässliche Aussagen zur Individualerkennung ermöglicht.

3.1.1 Pigmentierung der Schwanzfedern

Schwanzfedern immaturer Seeadler (1. bis 3. Kalenderjahr, Kj.) sind dunkel grau-braun, auf der Innenfahne befindet sich ein mehr oder weniger ausgedehntes, aufgehelltes bräunlichweißes „Fenster“. Bei S1 sind sowohl Innen- als auch Außenfahne aufgehellt. Bei subadulten Vögeln (4. Kj.) sind die Steuerfedern mehr oder minder ausgedehnt weiß (in Einzelfällen können noch braune Federn des 3. Kj vorhanden sein) mit unregelmäßiger oder fleckig aufgelöster schwarzbrauner Endbinde. Die äußeren Federn können noch eine dunkel gerandete Außenfahne aufweisen. Diese ist in der Regel nach der nächsten

Mauser verschwunden, bleibt aber in einzelnen Fällen als individuelles Merkmal des Vogels vorhanden oder verschwindet erst in den folgenden Jahren sukzessive.

In der Regel erlangen Seeadler die spezifische Pigmentierung ihrer Schwanzfedern im 5. Kj. Ab diesem Alter wird das Farbmuster nur noch geringfügig variiert und die Pigmentierung bleibt in Form und Ausdehnung weitgehend konstant (Foto 3 und Foto 4). Bei einem ♂ trat eine Pigmentierung der S nachträglich, im Zusammenhang mit einer offenbar krankheitsbedingten Wachstumsstörung der Feder auf (vgl. S 4 auf Foto 1).

Die besondere Eignung des Pigmentmusters als individuelles Erkennungsmerkmal wird erst im langjährigen Mauserfedervergleich deutlich. Dabei ergänzen sich die Federn der verschiedenen Positionen in ihrer Aussagekraft hinsichtlich der Trennschärfe, und eventuell vorhandene Lücken im Sammlungsmaterial können so überbrückt werden (Abb. 1).

Auch wenn die von uns angewandte Planimetrie-Wäge-Methode eine starke Vereinfachung des visuellen Vergleichs der Pigmentmuster darstellt, so wird doch deutlich, dass die Flächenanteile des

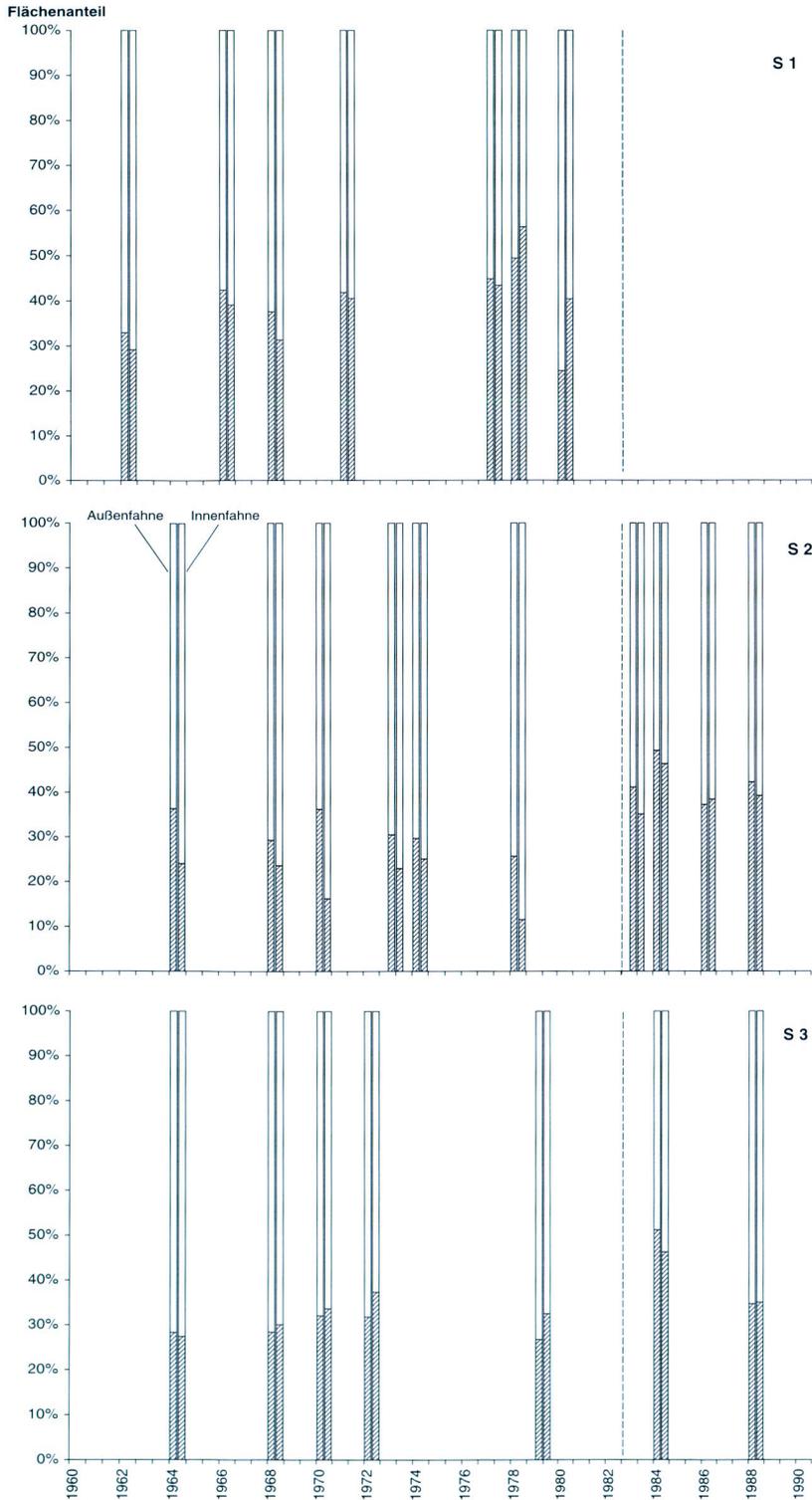
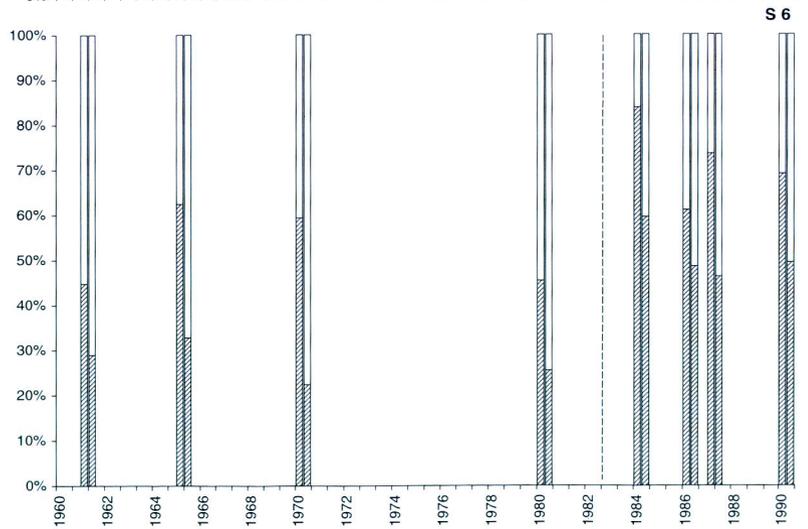
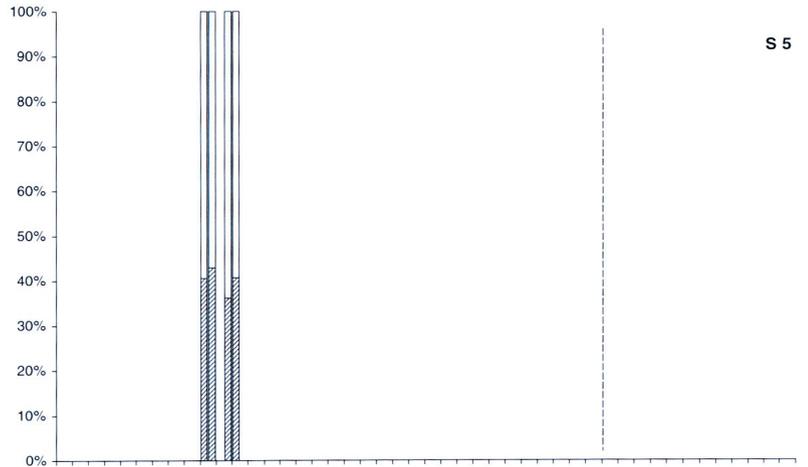
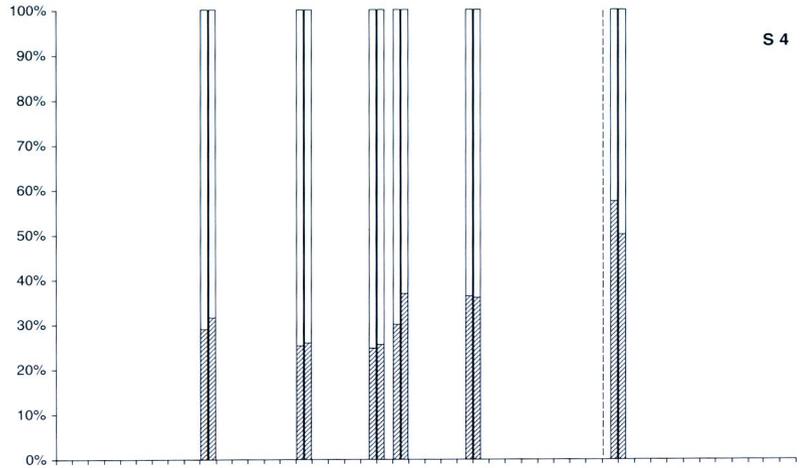


Abb. 1: Prozentualer Flächenanteil des braunen Farbpigments (schraffierte Säule) auf Außen- und Innenfahne der S 1 - S 6 bei zwei Seeadlermännchen aus dem Revier Selent. Gestrichelte Linie = Wechsel des ♂.

Fig. 1: Percentage of area covered by brown pigments (shaded columns) of the outer and inner webs of tail feathers 1 - 6 in two male White-tailed Eagles from the Selent territory. Dotted line = change of male.



braunen Farbpigments auf Außen- und Innenfahne in der Regel in einem bestimmten unveränderlichen Verhältnis zueinander stehen. Markante Abweichungen hiervon wie bei der S 1 des ♂ aus dem Revier Selent im Jahr 1978 (Abb. 1) sind nicht selten krankheitsbedingt. Findet in dem Brutrevier ein Partnerwechsel statt, so kann das neue Individuum durch einen auffälligen Wechsel in der Serie der bisherigen Farbmuster erkannt werden.

3.1.2 Länge der Federn

Die Schwanzfedern einjähriger Seeadler sind etwa zwei bis vier Zentimeter länger als die der Altvögel. Die Längenabnahme in den einzelnen Federpositionen vollzieht sich mit der Mauser sukzessiv in den nachfolgenden Jahren und ist in der Regel nach dem 7. Kj. abgeschlossen (Abb. 2).

Nach 5 bis 6 Jahren erreichen die Großfedern von Seeadlern die endgültige Länge, die nach weiteren Mauserabläufen weitgehend konstant bleibt. Die homologen Federn eines Individuums variieren danach nur noch geringfügig, während sich zwischen zwei verschiedenen Individuen (gleichen Geschlechts) oft ein augenfälliger Unterschied feststellen läßt, der es ermöglicht, einen Wechsel in der Zusammensetzung des Brutpaares zu erkennen (Abb. 3).

Zu den beiden Hauptunterscheidungsmerkmalen kommen zwei weitere Merkmale hinzu, die die Befunde ergänzen können, aber für sich allein betrachtet eher von untergeordneter Bedeutung sind.

3.1.3 Kielmarken

Beiderseits des Schaftes setzen die Federfahnen an, die, bei Gegenlicht betrachtet, in zwei cremefarbene, spitz zulaufene Kieleinlagerungen übergehen. Diese Einlagerungen verlaufen in Richtung der Federspule und enden zumeist in unterschiedlicher Höhe und Ausprägung. Sie bilden somit zwei markante „Kielmarken“, die besonders bei den HS und S adulter Seeadler als zusätzliches und über Jahre konstantes Merkmal für die individuenbezogene Zuordnung der Mauserfedern herangezogen werden können. Die Variabilität dieses Merkmals ist jedoch zu gering, als dass es sich zur Trennung großer Individuenmengen heranziehen ließe.

3.1.4 Form der Feder

Breite und Ausformung von Innen- und Außenfahne variieren zwischen verschiedenen Vögeln und sind nur als ein zusätzliches Merkmal für die Individualerkennung geeignet. Bei den S der ♀ reduziert sich die Breite der Außenfahne von S1 zu S6 oftmals weniger stark als bei ♂, so dass die Unterschiede in den verschiedenen Federpositionen, insbesondere zwischen S2, S3 und S4, oft nur schwer wahrnehmbar sind. Auch bei den Handschwingen kann die Form der Feder als zusätzliches Erkennungsmerkmal herangezogen werden. Bei einzelnen Vögeln fallen z.B. die Krümmung der HS, die geradlinige Ausbildung der oberen „eingeschnürten“ Federfahne oder der Ansatzpunkt der Einschnürung sehr unterschiedlich aus. Bei jungen Seeadlern wirken die Federn

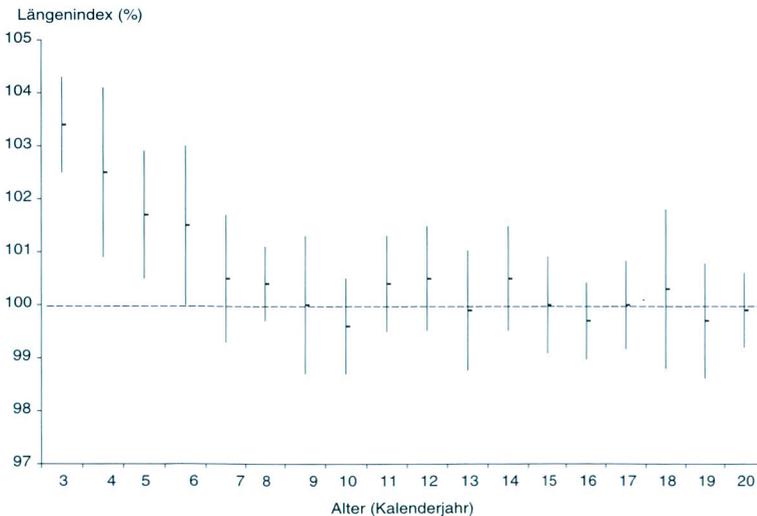


Abb. 2:
Reduktion der Schwanzfederlänge beim Seeadler in Abhängigkeit vom Alter. Dargestellt sind Mittelwerte und Standardabweichungen für den Längenindex homologer Mauserfedern in den verschiedenen Altersstufen (n=196 von 18 Vögeln). Der Indexwert 100 entspricht dem langjährigen Mittelwert für die Länge der jeweiligen Feder.

Fig. 2:
Reduction in the length of the tail feathers of White-tailed Eagles with age. Mean and standard deviation for the length-index of homologous feathers in various age classes (n = 196 from 18 individuals). The index value 100 corresponds to the mean of the length of the respective feather calculated for a period of several years.

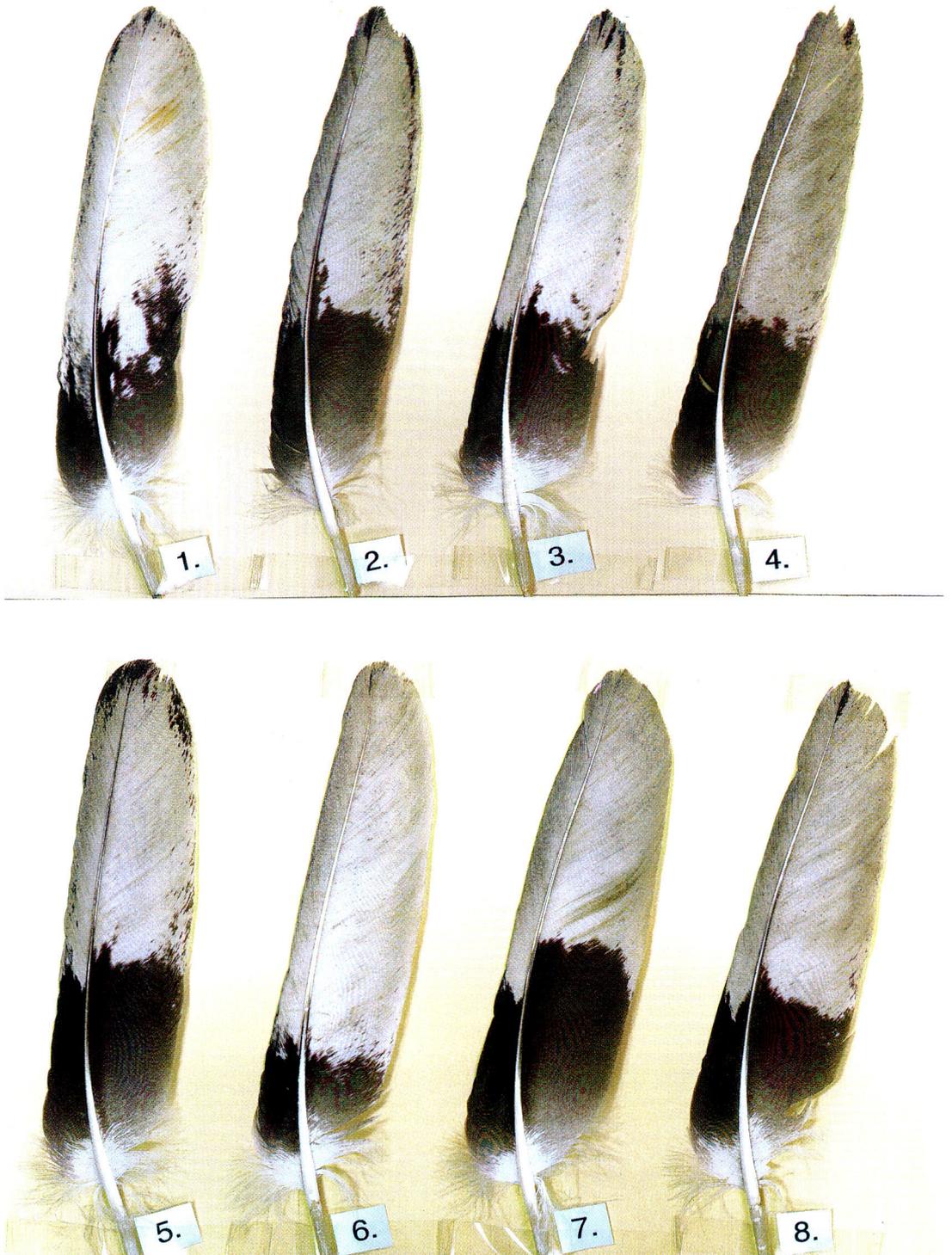


Foto 2: Individuelle Pigmentmuster der Schwanzfeder S6-rechts von acht adulten Seeadlermännchen aus Schleswig-Holstein.

zudem deutlich lappiger und dunkler als bei alten Vögeln.

Zusammenfassende Betrachtung von mehreren Merkmalen

Am Beispiel der Pigmentierungsverhältnisse der Schwanzfeder S1 von 14 Seeadlerweibchen aus acht Revieren Schleswig-Holsteins läßt sich die Trennschärfe dieses Merkmals verdeutlichen (Abb. 4). Der Braunanteil in den Schwanzfedern reicht über einen Meßbereich von 12 bis 43 %. Es finden sich zwar einige Vögel, deren Braunanteile annähernd gleich sind, doch bei einem Vergleich verschiedener ♀ aus demselben Revier (z.B. jeweils ♀ 1 und ♀ 2 aus den Revieren A, B und C) wird ersichtlich, dass sich die ♀ eindeutig voneinander unterscheiden. Bezieht man in diese Betrachtung noch ein weiteres Merkmal, z.B. die Federlänge, mit ein, bestätigen sich die Ergebnisse der ersten Merkmalsanalyse. Beispielgebend illustriert Abb. 5 die individuelle Länge der S 1. Die Federlängen von 14 Seeadlerweibchen reihen sich über einen Meßbereich von 29 bis 36 cm. Wie bei der Pigmentierung der S1 lassen auch die Federlängen deutliche individuelle Unterschiede erkennen (z.B. jeweils ♀ 1 und ♀ 2 aus den Revieren A, B und C). Bei einer zusammenfassenden

Tab. 1: Länge der Handschwingen von adulten Seeadlern (n = 149 von 23 ♂, n = 171 von 29 ♀). Angegeben sind Mittelwerte mit Standardabweichung (S.D.). Berücksichtigt wurden nur Vögel, die mindestens im 5. Kalenderjahr waren.

Table 1: Length of the primaries of adult White-tailed Eagles (n = 149 from 23 males, n = 171 from 29 females). Mean and standard deviation (S.D.). Only individuals of 5 years or older are considered

Feder	♂		♀	
	Länge [cm]	Anzahl [n]	Länge [cm]	Anzahl [n]
HS 10	36,6 ± 1,66	14	39,2 ± 1,17	7
HS 9	46,3 ± 1,56	16	49,9 ± 1,40	19
HS 8	49,0 ± 1,46	13	52,4 ± 1,88	16
HS 7	51,3 ± 1,52	12	53,8 ± 1,63	22
HS 6	51,6 ± 2,08	12	54,8 ± 1,88	18
HS 5	50,2 ± 1,20	19	54,0 ± 1,36	19
HS 4	46,1 ± 1,18	21	50,3 ± 1,39	23
HS 3	42,5 ± 0,83	16	46,4 ± 1,64	16
HS 2	40,4 ± 1,30	13	44,6 ± 1,10	16
HS 1	38,9 ± 1,19	13	42,5 ± 1,01	15

den Betrachtung von zwei (oder mehr) Merkmalen erhöht sich also die Aussagekraft der Mauserfederanalyse beträchtlich.

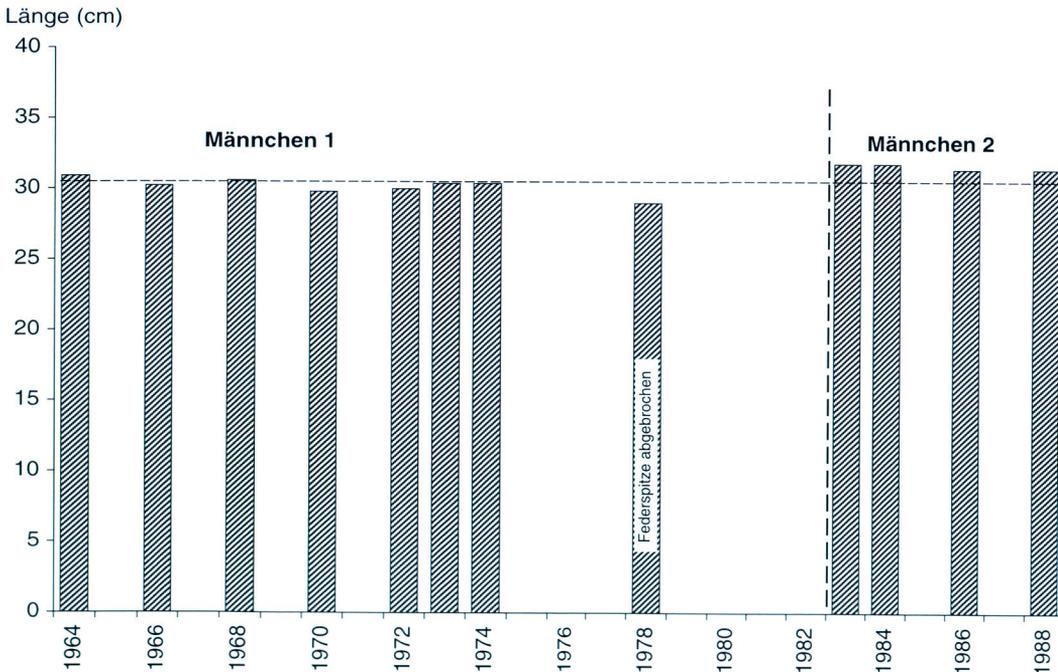


Abb. 3: Länge der S 2 von zwei Seeadlermännchen aus dem Revier Selent. Gestrichelte Linie = Wechsel des ♂.

Fig. 3: Length of the 2nd tail feather of two White-tailed Eagle males from the territory „Selent“. Dotted line = change of male.

Methodische Einschränkungen der Mauserfederanalyse

Um in einem Seeadler-Brutbestand die einzelnen Vögel mittels Mauserfederanalyse individuell erkennen zu können, ist es wichtig, dass es bei den Unterscheidungsmerkmalen viele Varianten gibt. Dabei wird die Trennschärfe zwischen unterschiedlichen Individuen sowohl durch die Variabilität eines Merkmals jedes einzelnen Vogels, als auch durch die Gesamtvariabilität des Merkmals bestimmt. Letzteres hängt u. a. von der Größe des kontrollierten Brutbestandes ab.

Eine weitere Einschränkung der Mauserfederanalyse ergibt sich daraus, dass sich die Pigmentmuster verwandter Seeadler sehr ähnlich sehen können. Ein Vergleich der Schwanzfedern von drei verschiedenen Seeadlerweibchen weist z. B. darauf hin, dass das

Pigmentmuster der Schwanzfedern von der Mutter auf die Tochter vererbt wird (Foto 5). Alle drei Federn zeigen markante Ähnlichkeiten, die durch das Verwandtschaftsverhältnis zwischen den Vögeln B und C in einem neuen Licht erscheinen; denn eine Ringablesung belegt, dass der Vogel C (♀, Helgoland Nr. 16053) eine Tochter des Vogels B ist. Die S 1 des Vogels A zeigt gegenüber den anderen beiden Federn leichte Abweichungen, ist aber durchaus ähnlich gemustert. Aufgrund der räumlichen Nähe der Brutplätze und der zeitlichen Abfolge der Federfunde kann ein Verwandtschaftsverhältnis zwischen den Vögeln A und B vermutet werden (Vogel B könnte die Tochter von A sein). Weitere Beispiele liegen vor, die jedoch nur mit Hilfe einer DNA-Analyse abgesichert werden könnten, die aus Kostengründen bislang unterblieb.

3.2 Geschlechtsdimorphismus

Seeadlerweibchen sind bis zu 15 % größer und 25 % schwerer als die ♂ (GLUTZ et al. 1971, CRAMP & SIMMONS 1980). Der Größenunterschied zwischen den Geschlechtern läßt sich auch in der Morphologie der Schwung- und Steuerfedern

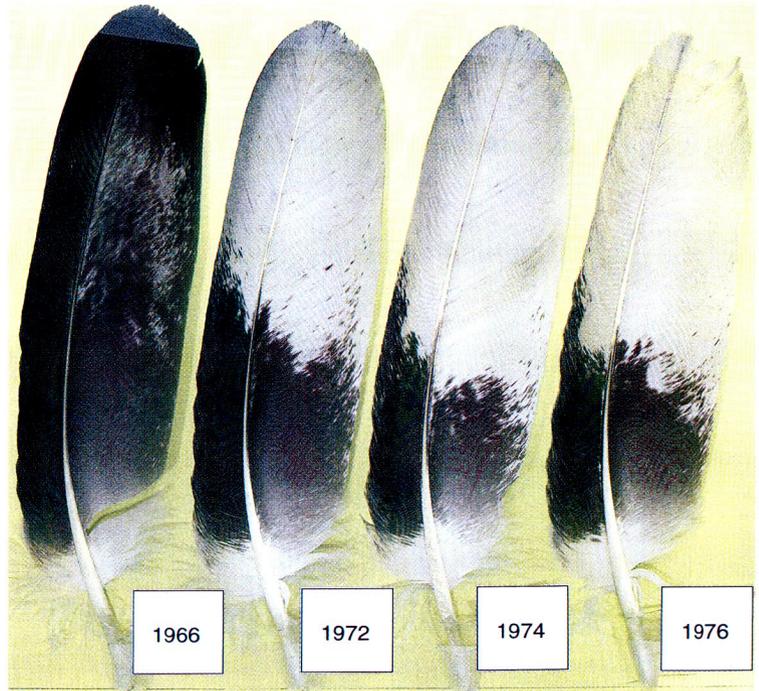


Foto 3: Entwicklung der Pigmentierung der S 5 des Seeadlers ♀ 2 aus Revier C. Der Vogel war 1966 im 4. Kalenderjahr.

nachweisen (BRÜLL 1982). Mauserfederfunde aus den schleswig-holsteinischen Brutrevieren belegen, dass die Steuerfedern adulter ♀ in der Regel zwei Zentimeter länger sind als die entsprechenden Federn der ♂ (Abb. 6). Damit können die in einem Seeadlerrevier gesammelten Schwanzfedern relativ zuverlässig einem bestimmten Geschlecht zugeordnet werden, wenn die Federn beider Vögel vorliegen.

Bei den Handschwingen ist der Größenunterschied zwischen den Geschlechtern noch deutlicher. Handschwingen von ♀ sind in der Regel 2,5 bis 4,2 cm länger als die der ♂ (Tab. 1). Dies gilt für alle 10 Handschwingen gleichermaßen, die in der Länge von HS 10 bis HS 6 zunehmen und dann bis HS 1 wieder abnehmen.

Da der Durchmesser des Kiels (Scapus) mit der Gesamtfederlänge zunimmt, ist er bei Schwanzfedern von ♀ und noch ausgeprägter bei HS kräftiger als bei ♂, was schon beim Aufsammeln der Feder als augenfälliges Merkmal wahrgenommen und als eine zusätzliche Bestimmungshilfe bei der geschlechtsspezifischen Zuordnung der Federn genutzt werden kann.

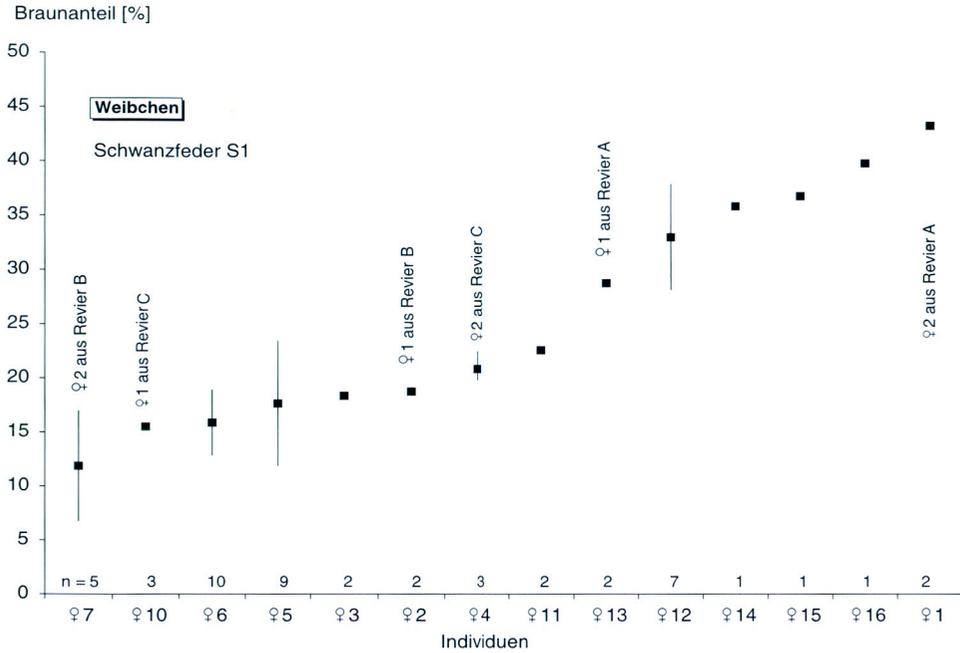


Abb. 4: Prozentualer Flächenanteil des braunen Farbpigments der S 1 von 14 adulten Seeadlerweibchen. Angegeben sind Einzelwerte bzw. Mittelwerte mit und ohne Standardabweichung (n = Anzahl der berücksichtigten Mauserfedern).

Fig. 4: Percentage of area covered by brown pigments of tail feather 1 in 14 adult female White-tailed Eagles. Single values and mean values with and without standard deviation are presented (n = number of the feathers considered).

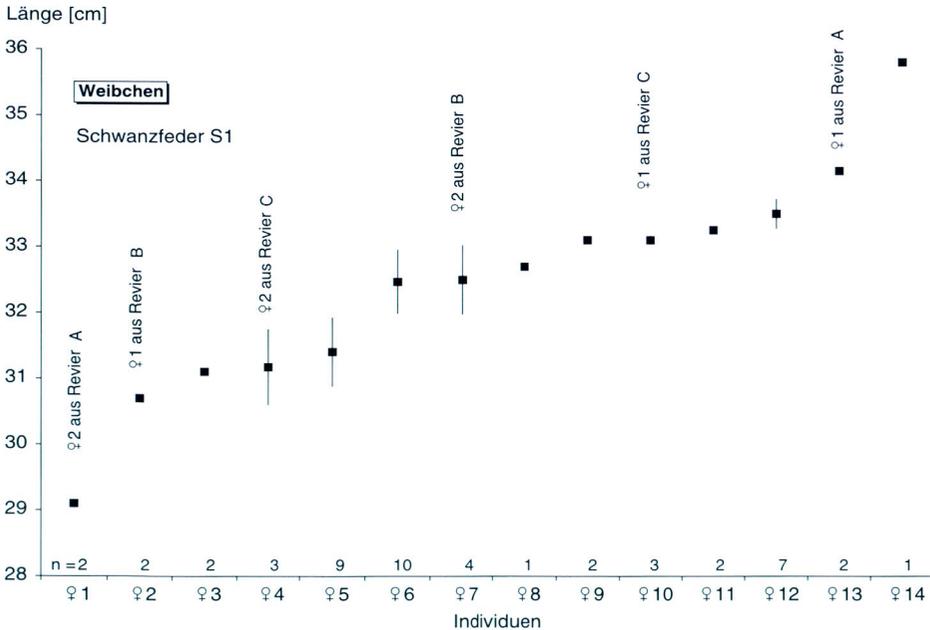


Abb. 5: Länge der S 1 von 14 adulten Seeadlerweibchen. Angegeben sind Einzelwerte bzw. Mittelwerte mit und ohne Standardabweichung.

Fig. 5: Length of tail feather 1 of 14 adult female White-tailed Eagles. Single values and mean values with and without standard deviation are presented.

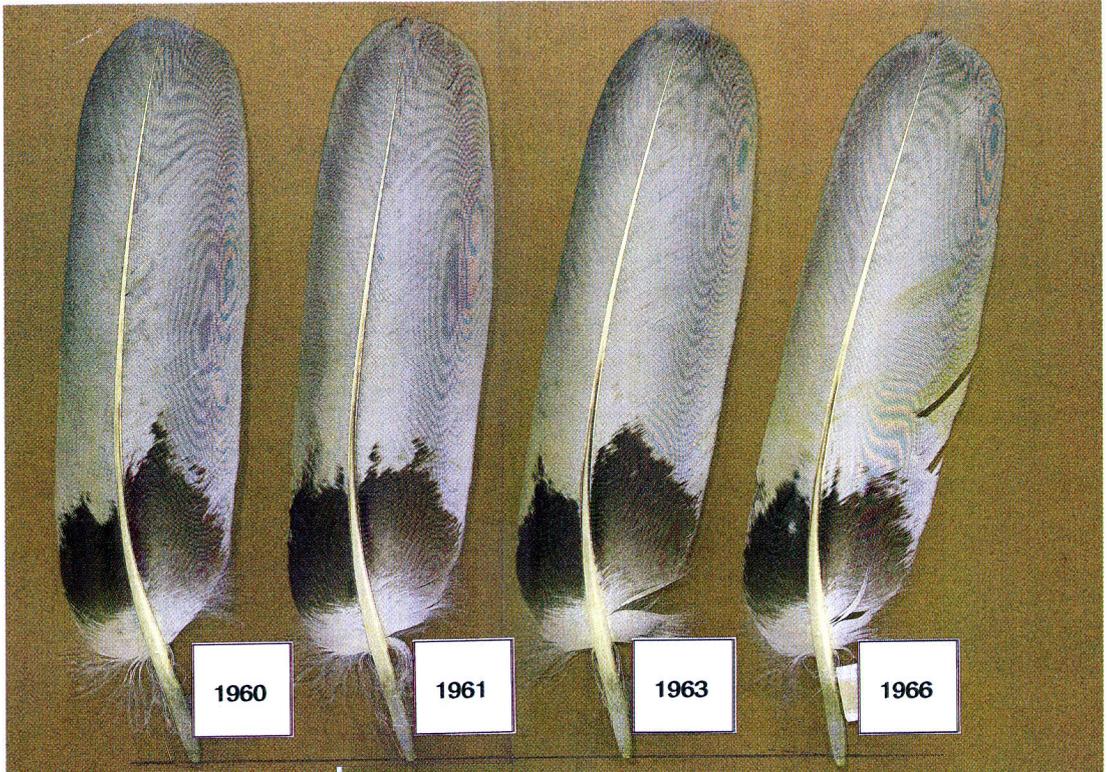


Foto 4: Pigmentierung der S 5 des Seeadlers ♀ 1 aus Revier B.

3.3 Altersmerkmale

In einigen Fällen waren Seeadler in Schleswig-Holstein bereits im 3. Lebensjahr (4. Kj.) geschlechtsreif (LOOFT & NEUMANN 1981, STRUWEJUHL 2002). Die Geschlechtsreife dokumentiert sich in der Schnabel- und Gefiederfärbung jedoch erst mit deutlicher Verzögerung, so dass einige erstmals brütende Seeadler noch nicht vollständig ausgefärbt sind. In der Regel weist ein erheblicher Teil der Körperfedern noch bis zur 4. Mauser (im 5. Kj.), in Einzelfällen sogar bis zur 5. Mauser, die typischen schwarzen Federspitzen auf, und die Schnabelspitze kann dunkel eingefärbt sein (vgl. FORSMAN 1981, GERDEHAG & HELANDER 1988, STENLUND 1995).

Ein Teil der HS und AS zeigt nach eigenen Beobachtungen bis zur 5. Mauser (im 6. bzw. 7. Kj.) die typischen Jugendmerkmale mit der hellen Fleckung der Innenfahne. Die S sind in der Regel noch bis zur 5. Mauser durch Rudimente der dunklen Endbinde aus dem Jungengefieder zu erkennen. Die Verzögerung der Gefiederausfärbung wird hauptsächlich dadurch verursacht, dass

Schwung- und Steuerfedern ein bis drei Jahre im Gefieder verbleiben. Zudem ist die Körperbefiederung von jungen geschlechtsreifen Seeadlern deutlich dunkler als von älteren Vögeln. Immature Seeadler haben längere und teilweise breitere Schwung- und Steuerfedern als adulte Vögel. Dadurch kann das größere Körpergewicht zumindest teilweise ausgeglichen werden, das in der Regel über dem Gewicht der Altvögel liegt (FISCHER 1970, GLUTZ et al. 1971, CRAMP & SIMMONS 1980).

4. Diskussion

Individualerkennung

Die Eignung von Mauserfedern zur Individuenbestimmung ist von zwei grundsätzlichen Vorbedingungen abhängig. Zum einen muss die Variabilität der Federmorphologie und -pigmentierung zwischen den einzelnen Individuen möglichst groß sein, gleichzeitig aber sollten sich die homologen Mauserfedern eines Individuums möglichst sehr ähnlich sein (OPDAM & MÜSKENS 1976).

Für die Mauserfederanalyse beim Seeadler sind insbesondere das Pigmentierungsmuster der Schwanzfedern und die Federlänge wesentliche Unterscheidungsmerkmale zur Individualerkennung. Auch beim Weißkopfseeadler (*Haliaeetus leucocephalus*) in Kanada existieren Hinweise, dass das Pigmentmuster der Schwanzfedern, sofern es bei dieser Art überhaupt vorhanden ist, zur Individuenerkennung genutzt werden kann (BORTOLOTTI & HONEYMAN 1983). Die Ausformung der Kielmarken und die Form der Feder sind auf Grund der geringeren Trennschärfe nur eingeschränkt anwendbar.

Im Gegensatz zum Habicht (vgl. OPDAM & MÜSKENS 1976) gibt es beim Seeadler keinen individuell unterscheidbaren Mauserverlauf, denn auf Grund der Teilmauser und ihrer komplexen Abläufe besteht keine Möglichkeit, über das Abwurfdatum einzelner Federn ein individuelles Erkennen der Vögel zu ermöglichen.

Grenzen der Methode

Durch die Mauserfederanalyse sind im allgemeinen nur Wahrscheinlichkeiten in der Abgrenzung zwischen verschiedenen Individuen festzustellen, was u.a. von der Größe des kontrollierten Brutbestandes abhängig ist. Bei regelmäßiger und zeitlich aufwändiger Kontrolle der Brutreviere liefert die Methode der Mauserfederanalyse jedoch zuverlässige Aussagen. So gelang es in Schleswig-Holstein bislang in sieben Fällen, den Wechsel eines Altvogels sowohl durch die Mauserfederanalyse als auch durch die Ablesung von Farbringen zu bestätigen. Eine zusätzliche Absicherung der Ergebnisse der Mauserfederanalyse mit Hilfe molekulargenetischer Methoden (DNA-Fingerprinting) steht noch aus.

Schränken enge Verwandtschaftsverhältnisse unter den Seeadlerweibchen die Mauserfederanalyse ein?

Die Pigmentierung der Schwanzfedern wird durch die Einlagerung von Pigmentfarben (Melanine) verursacht, die in Melanozyten syntheti-

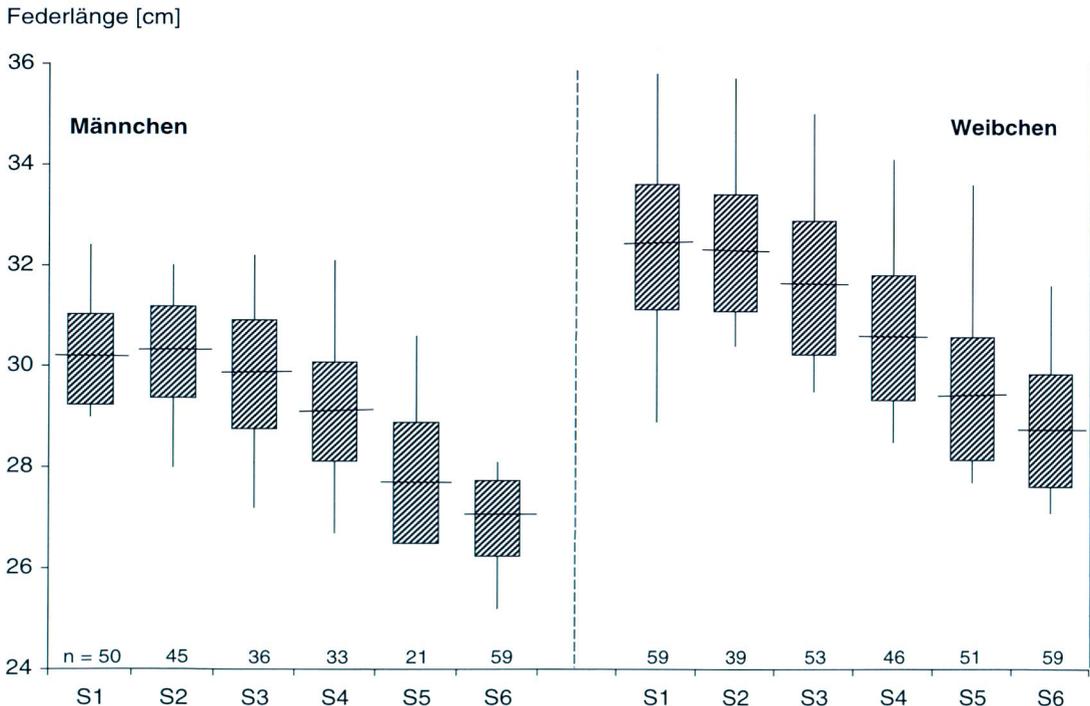


Abb. 6: Länge der Schwanzfedern (S 1 - S 6) von adulten Seeadlern (n = 244 von 24 ♂; n = 307 von 27 ♀). Angegeben sind Mittelwerte (waagrecht), Standardabweichung (schraffiert) sowie Minimum und Maximum (senkrecht). Berücksichtigt wurden nur Vögel, die mindestens im 5. Kj. waren.

Fig. 6: Length of the tail feathers 1 - 6 of adult White-tailed Eagles (n = 244 from 24 males; n = 307 from 27 females). Means (horizontal), standard deviation (shaded) and minima and maxima (vertical) are presented. Only individuals of 5 years or older are considered.

siert werden. Dabei wandern Melaningranula in die Federn ein und lagern sich dort in allen Teilen ab (FRANK 1939, HUTT 1953, BEZZEL & PRINZINGER 1990). BRINCKMANN (1958) stellt heraus, dass die Federanlage in ihrer Ausprägung des Farb- und Zeichnungsmusters genetisch vorgegeben ist, und, z.B. in Abhängigkeit von der Jahreszeit, hormonell gesteuert wird. Die Faktoren, die die Musterung einer Feder bestimmen, unterliegen einem der Einzelfeder übergeordneten System.

Mit Hilfe der Beringung konnte die „Weitergabe“ des Pigmentmusters der S von einem Seeadlerweibchen an seine Tochter in mindestens einem Fall belegt werden. Sollte dies auch bei anderen ♀ der Fall sein, so besteht auf Grund der hohen Geburtsortstreue der jungen Seeadler die Möglichkeit, dass die Aussagekraft der Mauserfederanalyse für die Individuenbestimmung gerade innerhalb eines regionalen Brutbestandes abgeschwächt wird. In den regelmäßig kontrollierten Seeadlerrevieren Schleswig-Holsteins ist aber sichergestellt, dass ein Partnerwechsel durch das Auffinden von weiteren charakteristischen Federn, z.B. Handschwingen, erfasst und abgesichert wird. Zudem treten durch den Tod eines Brutpartners und den nachfolgenden Partnerwechsel meist Unregelmäßigkeiten im Brutablauf und im Verhalten der Vögel auf, die ein Indiz für einen Wechsel sind. Fast immer wird von diesen Paaren auch ein neues Nest errichtet, jedoch ist auf Grund fehlender Partnerharmonie der erste Brutversuch häufig erfolglos.

Danksagung

Für die Überlassung von Mauserfedern danken wir insbesondere Thomas NEUMANN, ARNO MENDE, INGBERT MICHAEL, HANS BOLDT und VOLKER LATENDORF. Christina WREDE (FÖJ) übernahm die technische Assistenz bei der Planimetrie-Wäge-

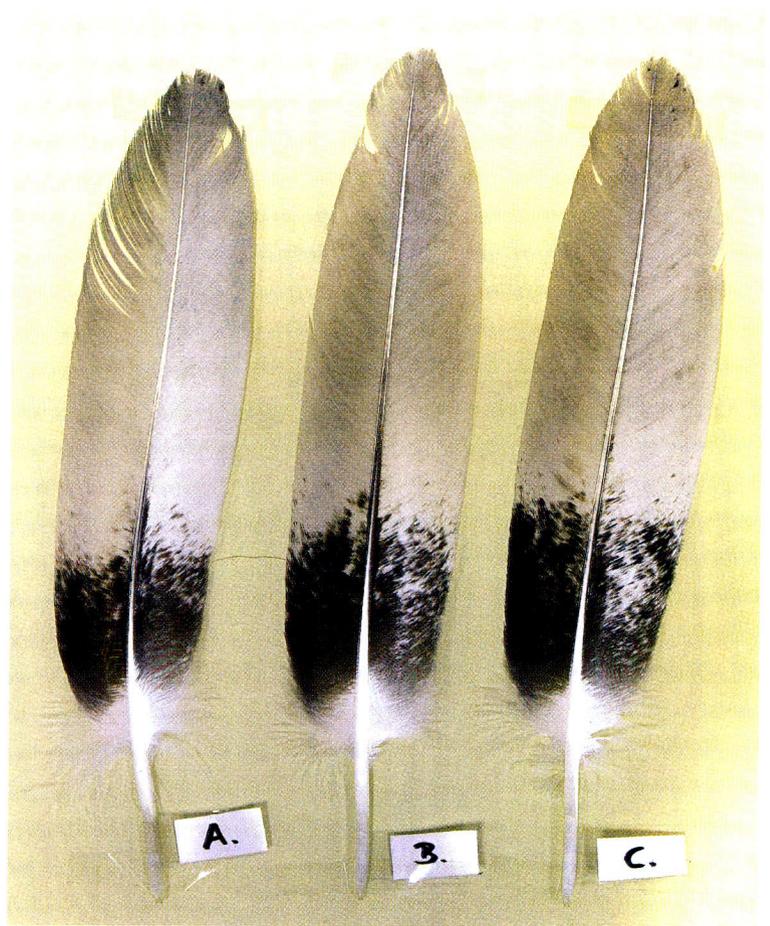


Foto 5: Pigmentierung der S 1 von drei adulten Seeadlerweibchen mit verwandtschaftlicher Beziehung.

Methode. Für kritische Anmerkungen zum Manuskript und weiterführende Diskussionen zu verschiedenen Teilaspekten danken wir Dr. Wilfried KNIEF. Ein besonderer Dank gebührt Richard J. EVANS vom RSPB Sea Eagle Projekt in Schottland für die sprachliche Überarbeitung der Summary.

5. Summary: Possibilities and limitations of individual identification of White-tailed Eagles (*Haliaeetus albicilla*) by screening moulted feathers in Schleswig-Holstein, Germany (1955-2000)

Between 1955 and 2000, feathers moulted by White-tailed Eagles were collected systematically in breeding territories in Schleswig-Holstein, Germany (581 tail feathers and 382 primaries from 22 nest sites). Pair composition was analysed

on the basis of individual identification mainly detected by (1) the pattern of tail feathers and (2) the lengths of primaries and tail feathers. Tail feathers of adult sea eagles acquire their specific pigmentation by the 5th calendar year and feather lengths have largely stabilised by the 7th calendar year. After this age, the variability of these feather characteristics is small, and individual identification is possible in geographically limited populations. The fact that pigmentation patterns of related female eagles appear similar may limit the usefulness of analysing tail feather patterns alone. Female White-tailed Eagles are generally bigger than males. This sexual dimorphism was also found in the morphology of tail and flight feathers.

6. Schrifttum

- BEZZEL, E. & R. PRINZINGER (1990): Ornithologie. Ulmer, Stuttgart.
- BULSMA, R.G. (1993): Ecologische Atlas van de Nederlandse Roofvogels. Schuyt & Co, Haarlem, The Netherlands.
- BORTOLOTTI, G. & V. HONEYMAN (1983): Flight feather molt of breeding Bald Eagles in Saskatchewan. Proc. Bald Eagle Days 1983. Eagle Valley Environmentalists, Apple River, Illinois. pp. 166-178.
- BRINCKMANN, A. (1958): Die Morphologie der Schmuckfeder von *Aix galericulata*. Rev. Suisse Zool. 65: 485-608.
- BRÜLL, H. (1964): Das Leben deutscher Greifvögel. 2. Aufl. Fischer, Stuttgart.
- BRÜLL, H. (1982): Über Verhalten und Mauser Brutpflegender Seeadler (*Haliaeetus albicilla*) in offenen Zuchtvolieren im „Wildpark Eekholt“. Jb. Deutscher Falkenorden 1981: 17-23.
- BUSCHING, W.-D. (1997): Handbuch der Gefiederkunde europäischer Vögel. Aula, Wiesbaden.
- CRAMP, S. & K.E.L. SIMMONS (1980): Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa. Oxford Univ. Press, London.
- FISCHER, W. (1970): Die Seeadler. Ziemsen, Wittenberg Lutherstadt.
- FORSMAN, D. (1981): Ruggningsförlopp hos och åldersbestämning av Havsörn *Haliaeetus albicilla* (L.). (Moult sequence and aging in the White-tailed Eagle). In: STJERNBERG, T. (ed.): Projekt havsörn i Sverige och Finland. Luonnonvarainhoitoyhdistys, julkaisuja 3: 165-194.
- FRANK, F. (1939): Die Färbung der Vogelfeder durch Pigment und Struktur. J. Ornithol. 87: 426-523.
- GERDEHAG, P. & B. HELANDER (1988): Havsörn. Bonnier, Stockholm.
- GLUTZ VON BLOTZHEIM, U.N., K.M. BAUER & E. BEZZEL (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas, Bd. 4. Akadem. Verlagsges., Frankfurt/Main.
- HUTT, F.B. (1953): Genetic control of pigmentation in the fowl. In: GORDON, M. (ed.): Pigment cell growth. Academic Press, Inc., New York, p. 29-41.
- KÜHNAPFEL, O. & J. BRUNE (1995): Die Mauserfeder als Hilfsmittel zur Altersbestimmung und Individualerkennung von Habichten (*Accipiter gentilis*). Charadrius 31: 120-125.
- LOOFT, V. & T. NEUMANN (1981): Seeadler – *Haliaeetus albicilla*. In: LOOFT, V. & G. BUSCHE (Hrsg.): Vogelwelt Schleswig-Holsteins, Bd. 2.
- NEWTON, I. (1986): The Sparrowhawk. Poyser, Calton.
- NEWTON, I. (1989): Lifetime reproduction in birds. Academic Press, London.
- NEWTON, I., M. MARQUISS & D. MOSS (1981): Age and breeding in Sparrowhawks. J. Anim. Ecol. 50: 839-853.
- OPDAM, P. & G. MÜSKENS (1976): Use of shed feathers in population studies of Accipiter hawks (Aves, Accipitriformes, Accipitridae). Beaufortia 24: 55-62.
- RISCH, M. (1997): Der Einfluß individueller Qualität auf die Reproduktion des Sperbers. Ad fontes, Hamburg.
- RÜGER, A. & T. NEUMANN (1982): Das Projekt Seeadlerschutz in Schleswig-Holstein. Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und Projektgruppe Seeadlerschutz, Eigenverlag, Kiel.
- RUST, R. & W. KECEHELE (1996): Altersbestimmung von Habichten (*Accipiter gentilis*): Langfristige Vergleiche gemauserter Handschwingen. Ornithol. Anz. 35: 75-83.
- STENLUND, J. (1995): Zur Alterbestimmung des Seeadlers (*Haliaeetus albicilla*). Orn. Mitt. 47: 284-288.
- STRESEMANN, E. & V. STRESEMANN (1966): Die Mauser der Vögel. J. Ornithol. 107, Sonderheft, S. 1-337.
- STRUWE-JUHL, B. (2002): Altersstruktur und Reproduktion des Seeadlerbrutbestandes (*Haliaeetus albicilla*) in Schleswig-Holstein. Corax 19, Sonderheft 1: 51-61.
- ZIESEMER, F. (1983): Untersuchungen zum Einfluß des Habichts (*Accipiter gentilis*) auf Populationen seiner Beutetiere. Hartmann, Kronshagen.
- ZOLLINGER, R. & G. MÜSKENS (1994): Population dynamics and lifetime reproductive success in Sparrowhawks (*Accipiter nisus*) in a Dutch-german study area. In: MEYBURG, B.-U. & R.D. CHANCELLOR (eds.): Raptor Conservation Today. WWGBP, Pica Press, London.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Corax](#)

Jahr/Year: 2002

Band/Volume: [19_SH_1](#)

Autor(en)/Author(s): Struwe-Juhl Bernd, Schmidt Rainer

Artikel/Article: [Möglichkeiten und Grenzen der Individualerkennung von Seeadlern \(*Haliaeetus albicilla*\) anhand von Mauserfederfunden in Schleswig-Holstein \(1955-2000\) 37-50](#)