

Untersuchungsergebnisse von Eiern des Seeadlers *Haliaeetus albicilla* aus Schleswig-Holstein

Uwe Robitzky

EINLEITUNG

Seit 1969 wurden in Schleswig-Holstein die Eier brütender Seeadler während der Brutzeit vor Eirräubern bewacht. Die Bewacher, die meistens die Horste direkt einsehen konnten, vermochten in der Regel auf die sich ankündigende Brutaufgabe so rechtzeitig aufmerksam zu machen, daß es meistens gelang, den Horstinhalt sofort nach der Brutaufgabe zu untersuchen und wichtige Teile (Eier oder Junge) zu bergen.

Für den Nachweis von Ursachen für Brutstörungen, Brutaufgaben bzw. Brutmißerfolge sind kausale Zusammenhänge exakt herzustellen. Als wesentliche Voraussetzungen dafür steht 1. ein bestimmter Vorgang, der zeugenschaftlich ausreichend belegt sein muß und 2. der Beleg für die negative Folge. Dies soll an einem frei erfundenen Beispiel kurz erläutert werden:

Am 27.03. findet im Horstwald während des ganzen Tages und noch in der darauffolgenden Nacht ein Bundeswehrmannöver statt. Dabei werden Landungsboote eingesetzt, die direkt im Bereich des Seeadlerhorstes anlanden. Begleitet werden sie von Hubschraubern, die tief über die Wipfel der Bäume fliegen. Es wird den ganzen Tag und die ganze Nacht über geschossen. Als die ersten Soldaten aus dem Landungsboot springen, streicht der brütende Seeadler vom Nest. Beide Adler kreisen eine Zeit lang hoch über dem Horstgebiet und werden dann nicht mehr beobachtet.

Der Horst wird „bewacht“, der Brutanfang eindeutig bestimmt. Das Gelege dürfte zu diesem Zeitpunkt ca. 20 Tage bebrütet sein. Nachts friert es. Als am nächsten Mittag die Adler immer noch nicht erscheinen, wird der Horstbaum erstiegen und zwei erkaltete Seeadlereier gegen Gänseeier (für den Fall, daß die Adler doch noch zurückkehren) ausgetauscht. Beide Seeadlereier kommen zur weiteren Bebrütung vorsichtshalber für weitere 25 Tage in eine Brutmaschine. Als die Überprüfung der Eininhalte keine „Lebenszeichen“ ergeben, werden beide Eier geöffnet. Aus dem einen Ei wird ein ca. 20 Tage alter Embryo und aus dem anderen ein ca. 18 Tage alter herauspräpariert.

In diesem Fall ist die Behauptung gerechtfertigt, daß nach allen Erfahrungen über die Brut, das Vorhandensein bestimmter Temperaturen, einschließlich einer gewissen Resistenz gegen absinkende Grade usw. Ursache und Wirkung in einem klaren belegbaren Sachzusammenhang stehen! Was aber wäre gewesen, würde in beiden Eiern embryonales Wachstum nicht erkennbar sein? Dann hätte vermutlich nicht ausgeschlossen werden können, daß die Adler dabei waren, die Brut aufzugeben.

Die Praxis hat gezeigt, daß die Zusammenhänge meistens schwerer als im vorher geschilderten Sachverhalt oder gar nicht lückenlos herzustellen waren. Auch im Krimi ist selten derjenige der Täter, der zuerst bei der Leiche entdeckt wird! Dennoch ist es in den meisten Fällen bei Brutaufgaben gelungen, die Ursachen konkret herauszufinden. Einige wesentliche Ursachen konnten leider bis heute nicht abgestellt werden. Dies aber soll nicht Thema dieser Arbeit sein.

An diesem Beispiel sollte nur noch einmal verdeutlicht werden, wie wichtig es ist, beides (Ursache und Wirkung) zu kennen und welche Bedeutung dabei dem sofortigen Einblick in das Nest und die Überprüfung des Eiinhalts zukommt. Bei einer späteren Besteigung werden möglicherweise nur noch Eischalenreste oder nichts Verwertbares mehr vorgefunden. Und was nützt eine Geschichte, wenn die Folge nicht belegbar ist; ein Feld für Spekulationen. So wurden z.B. schon Hubschrauberpiloten massiv strafrechtlich verfolgt, weil ihr Überfliegen die Brutaufgabe bewirkt haben sollte, obwohl der Brutadler das Nest während des Überflugs durch den Hubschrauber nicht einmal verlassen hatte. Eine sofortige Gelegeuntersuchung hätte die Wahrheit vermutlich an den Tag gebracht. Aber es hatte nicht einmal eine Kontrollbesteigungen stattgefunden.

Kenne ich jedoch nur das negative Ergebnis und nicht die Ursache, die dazu führte, wird es ganz schwierig sein, die möglichen Ursachen exakt zu benennen. Steht nur noch die Eischale zur Verfügung oder nur Bruchstücke davon, wird es schier unmöglich, die Ursachen für die Brutaufgabe oder eventuell zerbrochene Eier zu finden. Vielleicht läßt sich mit etwas Glück noch bestimmen, daß das Ei befruchtet war (Ärcherchen an der Eihaut). Mit dieser nicht unwesentliche Feststellung kann zwar zum Erkenntnisstand der Verursachung noch nichts beigetragen werden, sie grenzt aber eventuell den Zeitraum ein in dem die Störung (en) geschah (en) und bietet Möglichkeiten, konkreter zu untersuchen.

Wichtig ist demnach, in jedem Falle immer sofort nach Brutaufgabe zu kontrollieren, was bei den hierzulande durchgeführten Schutzmaßnahmen auch meistens möglich war. Es ist dieses auch der Grund, daß bei relativ wenigen Paaren mit Nest (3NP 1973 bis 8 NP 1991) so viele Eier gesammelt und untersucht werden konnten.

Nicht unerwähnt soll dabei bleiben, daß Uneinigkeit innerhalb der Projektgruppe ein absolut geschlossenes Bild über diesen Bereich verhinderte und überhaupt kein Verständnis läßt sich aufbringen für Entscheidungen, die Kontrollbesteigungen überhaupt nicht zuließen.

Die Ergebnisliste ist dadurch bedauerlicherweise nicht vollständig. Es kam noch hinzu, daß einige Eier, die auch noch in verschiedenen Schubladen verschiedener Besitzer liegen, für mich teils unerreichbar waren oder ich daran nur Teiluntersuchungen durchführen durfte. So erklärt sich manch unausgefülltes Feld der nachfolgenden Liste.

Bemerkenswert ist noch, daß in der Zwischenzeit „der Eierdieb der 60er Jahre schlechthin“, Detlef W. aus Großhansdorf bei Ahrensburg, in der Nähe von Hamburg, der Zollfahndung ins Netz ging. Ich durfte die beschlagnahmte Eiersammlung wenigstens sehen (der Prozeß hat noch nicht stattgefunden!) und auch mehrere vermutlich in Schleswig-Holstein geraubte Seeadlereier bestaunen und vermessen.

MATERIAL

Aus Tabelle 1 ergeben sich die Zahl der untersuchten Eier und deren Werte im Einzelnen. Ergänzend wurde hinzugefügt, ob es sich jeweils um das 1., 2., oder 3. Ei eines Geleges handelte, ob es Resteier waren, die beinahe ausnahmslos bei Beringungen dem Nest entnommen sind, wobei mindestens immer ein Junges geschlüpft war oder um Eier aus Folgen von Brutaufgaben. Für mich war dabei besonders interessant, daß auch solche Gelege geborgen werden konnten, aus denen noch Junge in der Brutmaschine schlüpften. Gerade der Vergleich der Eiwerte von Eiern mit erfolgreich geschlüpften Jungen mit solchen Eiern, bei denen es keinen Schlupf gegeben hatte, ließ konkrete Ergebnisse erhoffen.

Das Gewicht der Eischale (Gesamtgewicht) und der Schalendicke wurde ohne Eihaut und in total trockenem Zustand des Materials ermittelt.

Nest Ort	Ei Nr.	Datum der Entnahme	Gewicht Gramm	Maße cm	Eischale Gramm	Schalen dicke mm	Bemerkungen Erläuterungen
Do	1	1988				0,507	Brutaufgabe durch Waldarbeiten
Do	1	07.05.1991	110,00	6,0x7,1		0,477	Brutaufgabe durch Waldarbeiten
Gü	1	21.04.1976				0,523	Juv i.Brm. geschl., W. vergiftet
Gü	2	26.04.1976	125,00	6,0x7,2		0,517	Juv i.Brm. geschl., W. vergiftet
Gü	3	26.04.1976	125,00	5,8x7,18	12,30	0,520	Juv i.Brm. geschl., W. vergiftet
Gü	1	30.04.1977		5,91x7,3			Juv i.Brm. geschl., Waldarbeiten
Gü	2	30.04.1977	114,10	5,1x6,4	12,64	0,520	Juv i.Brm. geschl., Waldarbeiten
Gü	1	1978	110,00	5,8x7,3	12,99	0,540	Restei, unbefr.
Gü	1	15.04.1990	128,00	5,81x7,6		0,530	Juv i.Brm. geschl. Bewacherfehl.
Gü	2	15.04.1990	134,00	5,9x7,9		0,510	Juv i.Brm. geschl. Bewacherfehl.
Kl	1	18.04.1984		5,6x7,9			Brutaufg.wegen Feldarbeiten
Kl	2	18.04.1984		5,6x7,1	9,64		Brutaufg.wegen Feldarbeiten
Pl	1	1979		5,91x7,2	11,65	0,432	Restei, M. verschollen
Pl	1	02.06.1984		5,81x7,35	12,80	0,558	Restei
Pl	1	02.06.1988	99,00	5,80x7,49	13,17	0,547	Restei
Pl	1	02.04.1985	121,00	?	10,87	0,570	Restei, Brutaufgabe weg. Bewach
Pl	2	02.04.1985	130,00			0,517	Juv i.Brm. geschl., Brutaufgabe
Ra	1	26.04.1975	82,00	6,1x7,5			Brutaufg., ?
Ro	1	26.04.1975		5,91x7,85	12,51	0,477	Restei, Adoption
Ro	1	09.05.1976	106,00	6,1x7,6	13,78	0,523	Brutaufg.wegen Waldarbeiten
Ro	2	09.05.1976	87,00	5,92x7,72	12,31	0,510	Brutaufg.wegen Waldarbeiten
Ro	1	1978	103,00	5,8x7,68			Restei
Ro	1	30.04.1979		5,8x7,5	11,39	0,468	Brutaufg., Bewacherfehler
Ro	1	05.05.1984		5,9x7,36	11,87	0,460	Brutaufg., Restei, M. vergiftet
Ro	2	05.05.1984		5,8x7,61	12,29	0,485	Brutaufg., Restei, M. vergiftet
Ro	1	09.05.1988	100,00	5,8x7,4	12,59	0,500	Brutaufg.wegen Waldarbeiten
Ro	2	09.05.1988	87,00	5,6x7,2	11,57	0,517	Brutaufg.wegen Waldarbeiten
Ro	3	09.05.1988	85,00	5,6x7,5	12,17	0,505	Brutaufg.wegen Waldarbeiten
Ro	1	17.04.1990	100,00	5,60x7,65		0,467	Brutaufg.,Waldarb., M. geschoss.
Ro	2	17.04.1990	104,00	5,62x7,08	10,97	0,490	Brutaufg.,Waldarb.,M.geschoss.
Ro	1	30.05.1991	95,00	5,55x7,20		0,455	Brutaufg.wegen Waldarbeiten
Ro	2	30.05.1991	90,00	5,55x7,20		0,450	Brutaufg. wegen Waldarbeiten
Ro	3	30.05.1991	85,00	5,55x7,31		0,463	Brutaufg. wegen Waldarbeiten
?	1	1975 (?)		5,88x7,70	11,14		Brutaufg. durch Sturm
		Mittelwert:			12,10	0,497	
Summe:	34						

Tabelle 1: Daten und Werte von in Schleswig-Holstein geborgenen Seeadlereiern

03.09.92, 14.45 Uhr Lübeck, bei Herr Mausulf, Zollfahndg	Eibeschriftung.	Eimaße
Seeadlerei	keine	5,9x7,85
Seeadlerei	keine	5,9x7,7
Seeadlerei	keine	5,8x7,4
Seeadlerei	August, Dobersdorf 1967, Buche	5,9x7,5
Seeadlerei	August, Dobersdorf, 1967, Buche	5,7x7,5

Tabelle 2: Eidaten von bei Detlef W. beschlagnahmten Seeadlereiern, die vermutlich in den 60er Jahren in Schleswig-Holstein gestohlen wurden

METHODIK

Zur Datenerhebung an den Eiern sind folgenden Hilfsmitteln benutzt worden:

Eigewicht mit Inhalt	Küchenwaage mit digitaler Grammanzeige
Eigröße	handelsübliche Schieblehre
Gewicht der Eischale ohne Eihaut	oberschälige, 3-stellige Digitalwaage von Metrom
Schalendicke	handelsübliche Mikrometerschraube

Die Erhebung der Werte der Eigewichte, Eigrößen und Eischalengewichte wurden nur jeweils einmal durchgeführt, die Schalendicke jedoch dreimal gemessen und davon der Mittelwert in der Liste angegeben.

Die Meßgenauigkeit der Mikrometerschraube betrug nach Vorversuchen $\pm 5 \mu\text{m}$.

Da die Eischalen (durch Poren und Rundung) eine ungleichmäßige Oberfläche haben ($\pm 15\text{-}20 \mu\text{m}$) wurde das Eischalenstück zwischen einer ebenen metallenen Grundfläche und einem Metallplättchen $\varnothing 1,5 \text{ mm}$ gemessen. Der kleine Durchmesser wurde gewählt, um keinen Fehler durch die Eischalenwölbung zu erzeugen. Vor und nach jedem Meßvorgang wurde der Nullpunkt überprüft.

Darüber hinaus wurden die Werte einzelner Spalten der Liste nach Größen sortiert und über einen PC in der Software EXEL 4.0 miteinander verglichen und graphisch ausgewertet.

ERGEBNISSE

Die reinen Meßdaten ergeben sich bereits aus der Tabelle. Bei 22 Eiern konnte das Eigewicht mit Inhalt unmittelbar nach der Brutaufgabe ermittelt werden. Das Gewicht variiert sehr stark von 82g bis 134g. Dabei ist folgende Feststellung besonders bedeutsam: Bei allen unter 103g liegenden Eiern konnten Beschädigungen an der Eischale festgestellt werden. Diese waren z.T. mit bloßem Auge sichtbar oder dadurch erkennbar, daß die Eier „verklebt“ wirkten oder es außen an der Eischale nach Ei roch. Soweit Risse oder Löcher nicht deutlich sichtbar waren, tauchte ich das ganze Ei kurz in siedendes Wasser. Wenn sich Haarrisse in der Eischale befanden, traten immer Bläschen aus, beim heilen Ei jedoch nicht.

Durch die Bebrütung und das Bewärmen der Eier durch die Adler ist die Eiflüssigkeit einem gewissen Feuchtigkeitsverlust ausgesetzt. Bei einer Brutzeit von 38 Tagen beim Seeadler wiegen weit überbrütete Eier deshalb auch weniger als solche, die z.B. mit 30 Tagen gewogen wurden. Die Gewichtsunterschiede von 104g nach Brutaufgabe bis zum untersten Gewicht eines Eis, bei dem ein Jungvogel schlüpfte - 114,1g - finden so ihre Begründung.

In Abb. 1 werden die Hinweise der Spalte Bemerkungen/Erläuterungen den Eigewichten zugeordnet. Es soll dabei die Frage untersucht werden, welche Bedeutung das Eigewicht bei den so zu ermittelnden Werten für den Schlupf hat und welche Aussagen und Feststellungen darüber getroffen werden können.

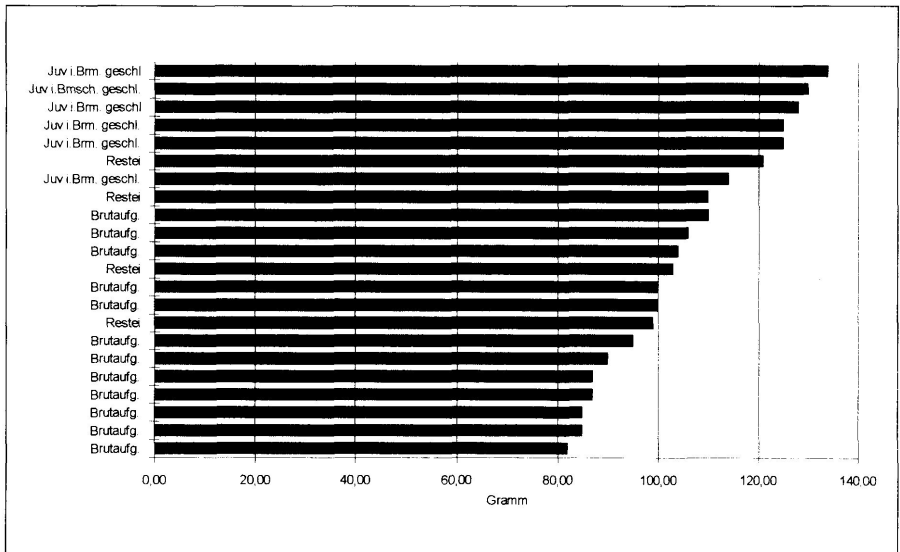


Abbildung 1: Ermittelte Eigewichte in Gramm

Der Kurvenverlauf des Balkendiagramms zeigt besonders deutlich, daß gegen Ende der regulären Brutzeit bei der erfolgreich verlaufenden Brut das Mindestgewicht bei 114g liegt und für die Betrachtung und den Schutz ein Wert $< \text{ca. } 110\text{g}$ einen Erfolgreichen Verlauf vermutlich nicht mehr erwarten lassen.

Dazu ergänzend wird darauf hingewiesen, daß von den insgesamt 34 Eiern nur 12 (35,29 %) befruchtet waren und bei 22 Eiern (64,71 %) eine Befruchtung nicht nachgewiesen werden konnte. Ich persönlich schließe sie auch aus. Es soll deshalb zunächst der Frage nachgegangen werden, ob und welche Bedeutung die Schalendicke der Eier dabei hat.



Aus dem Balkendiagramm ergibt sich eine Variation der Schalendicke von 0,432 bis 0,570mm. Die Schalendicken der Eier, bei denen Junge schlüpften, liegen im Bereich über 0,510 mm. Damit scheint offensichtlich, daß die Schalendicke für den erfolgreichen Verlauf der Entwicklung im Ei nicht ohne Belang ist. So kommen auch Odsjö & Helander (1977) sowie Oehme (1987) zu der Feststellung, daß die Eischalendicke sich $\pm$ normal reproduzierender Paa-re signifikant über der von Brutpaaren mit geringer oder fehlender Reprodukti-on liegt. Weil erfolgreicher Schlupf von Jungen nur ab einem Wert von 0,510 mm stattfand, sind Werte, kleiner als 0,510 mm demnach einem kritischen Be-reich zuzurechnen, unterhalb dessen die Wahrscheinlichkeit erfolgreichen Schlupfes immer unwahrscheinlicher wird. Vermutlich ist darüber hinaus bei einem Wert, der unter ca. 0,505 mm liegt, das Ei als dünnschalig anzusehen.

Das Phänomen der Eidünnschaligkeit bei Seeadlern ist von Odsjö & Helander (1977) und Oehme (1987) umfassend beschrieben und diskutiert worden. Nach Oehme (1987) beginnen populationsgefährdende Beeinträchtigungen infolge erhöhter Eizerbrechlichkeit bereits bei einem Dünnschaligkeitsgrad von > 10 (-15) % gemessen von einem Eischalenmittelwert von 0,63 mm.

Zur besseren Übersicht werden zum Vergleich die Mittelwerte der erwähn-ten Regionen in Tab. 3 wiedergegeben.

Region, Autoren,	Zeitraum	Ø, mm	Anzahl der Eier, Eischale
Ehemalige DDR: Oehme (1987)	1851 - 1946	0,63	32
	1968 - 1975	0,48	131 (von 1954 bis 1986)
	1976 - 1981	0,53	
	1982	0,65	2 aus einem Gelege
Schweden: Odsjö & Helander (1977)	1861 - 1920	0,611	24
	1951 - 1976	0,504	36
Schleswig-Holstein	1975 - 1979	0,503	10
	1984 - 1991	0,500	18

Tabelle 3: Vergleich von Mittelwerten der Eischalendicke aus der ehem. DDR, Schwe-den und Schleswig-Holstein

Im direkten Vergleich läßt sich der Mittelwert des Zeitraumes 1975 bis 1979 zwar in etwa mit denen der anderen Länder vergleichen, nicht jedoch der des Zeitraumes 1984 bis 1991, bei dem, statt eine Dickenzunahme, eher eine Ab-nahme stattzufinden scheint. Hierbei zeigt sich, daß der Vergleich über Mittel-

werte zu einem Problem werden kann. Zumindestens der Wert aus Schleswig-Holstein ist nicht repräsentativ für die insgesamt gelegten Eier dieses Zeitraumes, sondern nur für die überwiegend bei Brutaufgaben gefundenen Reste. Der repräsentative Wert dürfte in jedem Fall höher liegen, läßt sich aber nicht ermitteln, weil das Material erfolgreich verlaufender Bruten immer erheblich unterrepräsentiert sein wird.

Der geringe Mittelwert von 0,50 mm Eischalendicke in Schleswig-Holstein aus der Zeit 1984 bis 1991 müßte nach dem Vorhergesagten dann auch verminderte Nachwuchsraten erwarten lassen. Genau das Gegenteil ist jedoch der Fall. Zutreffend ist es aber bei den Paaren, bei denen die Eier entnommen wurden. Dabei ist mit 10 von 18 Eiern ein Paar dabei, in der Liste 1 das Paar Ro, das jetzt bereits im siebenten Jahr ohne Erfolg ist, 6 Jahre unbefruchtete Eier legte und 1994 gar nicht zur Brut schritt.

Bei den Eiern über 0,53 mm handelt es sich um Resteier. Sie wurden bei den Beringungen förmlich ausgegraben. Es „lohnte“ sich, die Nestmulde nach abgedeckten Eiern zu durchwühlen. Eine Befruchtung war nur in einem Fall erkennbar. Drei weitere befruchtete Eier befanden sich mit ihren Werten unterhalb des kritischen Bereichs.

Die Überprüfung der Eigröße in Bezug auf einen erfolgreichen Brutverlauf, sowie Vergleiche oder Zuordnungen Eigröße zu Schalendicke bzw. Eigewicht und Schalendicke ergaben keine besonderen Rückschlüsse. Die Vermutung, wonach größere Eier auch dickere Schalen oder höheren Bruterfolg erwarten lassen, wurde nicht bestätigt. Die Eigröße bestimmt sich wohl auch in erster Linie durch die Größe des Vogels, während sich auf die Schalendicke vermutlich Streßerscheinungen besonders negativ auswirken.

Eigröße und Eigewichte ließen sich nicht miteinander vergleichen, weil die Ausgangssituation von Ei zu Ei zu verschieden war. Die Eier, um sie miteinander vergleichen zu können, hätten unmittelbar nach Eiablage gewogen, bzw. erst über ein besonderes Berechnungsverfahren über das Eivolumen vergleichbar gemacht werden müssen (Helander 1983 nach Stickel et al. 1973). Auch der Vergleich mit Eigrößen in Glutz et al. (1971) machte keine besondere Betrachtung erforderlich.

Eingehen möchte ich jedoch näher auf die Tatsache, daß 65 % (gerundet) der Eier mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit unbefruchtet waren. Besonders herausragt dabei das Gebiet Ro, in dem zwar jährlich ein Adlerpaar brütete, jedoch seit 1988 immer jeweils ohne Erfolg. Dabei waren alle auf der Liste enthaltenen Eier von 1988 bis 1991 unbefruchtet (8 Eier)! 1989 wurden ebenfalls zwei Eier geborgen. Dieses geschah auf Anordnung des Forstamtes Eutin mit Hilfskräften und bedauerlicherweise sehr dilettantisch. Das Forstamt

wollte auch ein paar Seeadlereier besitzen. Die Eier wurden ausgeblasen und der Eiinhalt bei laufendem Wasserhahn weggespült. So wie man mir den Eiinhalt beschrieb, dürften auch diese Eier nicht befruchtet gewesen sein.

Weitere gewichtige Probleme stellen die immer noch festzustellenden beschädigten oder dünnchaligen Eier dar. Es stellt sich dabei die Frage, ob sich für diese beiden Tatsachen konkrete Hinweise auf mögliche Ursachen finden lassen. Die Ursachen für diese Erscheinungsformen werden in verschiedenen Zeiträumen gesetzt. Am einfachsten dürften noch die Beschädigungen zu erklären sein. Sie können nur auftreten während der Bebrütung. Da sich unter diesen Eiern sehr viele befinden, die sich unterhalb des kritischen Bereichs zur Dünnchaligkeit hin bewegen, ist zu vermuten, daß diese leichter zu beschädigen sind als solche mit dickeren Schalen. Sie kann deshalb auch eine ganz natürliche Folge von Auseinandersetzungen des Brutadlers mit Krähen oder anderen Tieren, z.B. dem Waldkauz in der Nacht sein, die regelmäßig stattfinden. Andere, z.B. menschliche, Störungen kommen bei der hier durchgeführten Bewachung dafür nicht in Betracht. Auch Oehme (1987) schlußfolgert: „Je dünner die Eischalendicke, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit des Zerbrechens und um so geringer die Chance eines erfolgreichen Auskommens von Jungvögeln.“

Die Befruchtung der Eier und der Aufbau der Eierschale im Eierstock des Vogels finden fast zeitgleich unmittelbar vor der Eiablage statt. Man ist deshalb leicht geneigt zu glauben, daß wenige Tage ausschlaggebend und bestimmend sind für Erfolg oder Mißerfolg. Tatsächlich konnte ich nachweisen, daß die Seeadler während der Balz besonders störempfänglich reagieren und sehr leicht mehrere Tage mit der Balz und dann auch mit der Kopula aussetzen (Robitzky & Knutzen 1991). Andere Autoren sahen in den Brutmißerfolgen sogar eine Art „Selbstregulation“ des Adlerbestandes (T. Neumann mündl.), ausgelöst durch intra- und interspezifische Konkurrenz. Auf diese und andere Theorien soll hier aber nicht weiter eingegangen werden, konnte ich doch nachweisen (Robitzky 1992), daß dieses für Schleswig-Holstein nicht zutreffen kann.

Störungsanlässe und die Störungsempfindlichkeit der Seeadler wurden von mir umfassend untersucht. Dabei bewertete ich besonders den Einfluß der Waldwirtschaft auf den Brutverlauf. Dazu muß ich erwähnen, daß alle Waldeigentümer, in deren Wälder Seeadler brüten, freiwillig und auf eigene Kosten spätestens Mitte Februar, meistens schon früher, die Wirtschaftsmaßnahmen weiträumig um den Horst herum einstellen.

Ein Ergebnis der Untersuchungen wird in Abb. 3 dargestellt (Robitzky 1992). Die angegebenen Werte stellen Durchschnittswerte aus 19 Jahren dar.

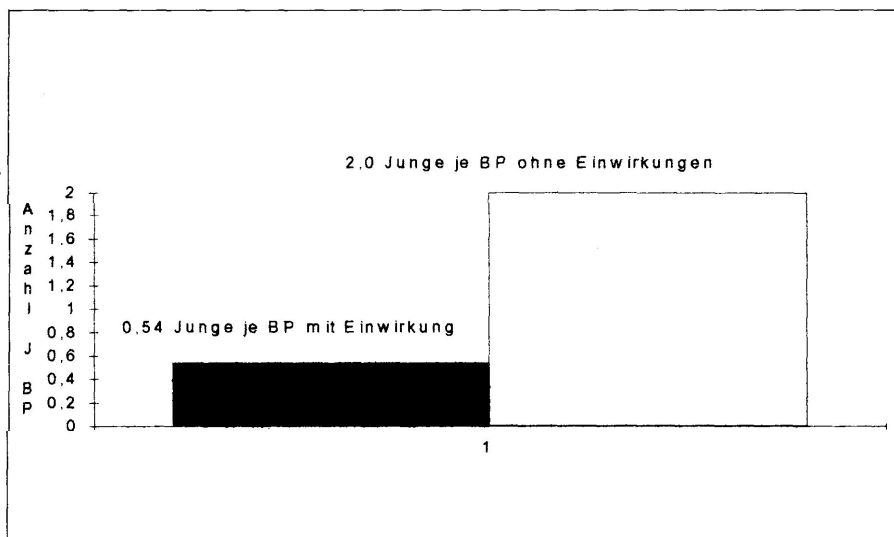


Abbildung 3: Einfluß der Waldwirtschaft auf den Bruterfolg

Da es für dieses Berichtsgebiet und für den Berichtszeitraum ausgeschlossen werden kann, daß während der Hochbalz der Seeadler, die ca. 20 Tage vor der Eiablage beginnt (Robitzky & Knutzen 1991) noch gewirtschaftet wird, werden die Ursachen für den Mißerfolg durch unbefruchtete und dünnschalige Eier zeitlich früher (wie weit davor ?) zu suchen sein.

Seeadler balzen z.B. im Herbst (um den 15. Oktober herum) sehr intensiv und bauen dann bereits ihr neues Nest oder das alte aus. Der aufmerksame Beobachter kann jetzt bereits erkennen, in welches Nest das Paar im März die Eier legen und brüten wird. Das Paar bleibt den gesamten Winter über zusammen, wobei immer noch Balz zu erkennen ist. Relativ regelmäßig wird dabei Nistmaterial eingetragen und häufig am Tage gerufen. Beide Vögel übernachten während dieser Zeit regelmäßig auf Sitzplätzen im Horstwald und gehen auch häufig gemeinsam auf die Jagd. Es hat den Anschein, als wäre dieser lange Zeitraum, in dem die Vögel sich auffällig häufig miteinander beschäftigen, zwingend für bestimmte Anpassungen bzw. Angleichungen z.B. des Hormonenspiegels oder für den Aggressionsabbau erforderlich. Bei ungestörter gemeinsamer Entwicklung sind sie vermutlich optimal koordiniert mit der Folge, daß die optimale Gelegezahl erreicht wird, alle Eier befruchtet sind und keine Ei während der Brutphase wegen Dünnschaligkeit zerbricht. Dieses sind jedoch lediglich begründete Vermutungen, bei denen der exakte Nachweis noch fehlt. Nachgewiesen werden konnte jedoch, daß Waldarbeiten, auch ganz einfa-

che wie Zäune ziehen, auslichten, Holzabfuhr, planieren von Wegen usw., in der Zeit von Anfang Oktober bis Mitte Februar im Brutgebiet den Brutverlauf nicht gänzlich unwesentlich beeinträchtigten. Diesem Störungsfeld lassen sich auch dünnschalige und zerbrochene Eier zuordnen.

Unter Einbeziehung der Tatsache des geringen Vorhandenseins von Altholzbeständen in Schleswig-Holstein ergeben sich daraus eindeutig die wesentlichen den Bestand eingrenzenden und lenkenden Faktoren.

Wie sich nun zeigt, lassen sich Bruterfolge oder Brutmißerfolge nicht nur über direkte Brutstörungen oder durch den Einfluß von Umweltchemie erklären. Im Übrigen wurden die meisten Eiinhalte auf chemische Rückstände untersucht. Die Ergebnisse sind auch nicht uninteressant, lassen aber ähnliche Schlußfolgerungen wie sie aus den Folgen der Waldarbeit resultieren zur Dünnschaligkeit oder Toxidität nicht zu (Robitzky in Vorbereitung). Dabei wird die seit 1969 klare Ursachen-Wirkungs-Relation zwischen der DDE-Rückstandskonzentration im Körper der Seeadler und dem Grad der Eidünnschaligkeit auch der Seeadler an der Spitze langgliedriger Nahrungsketten (Odsjö & Helander 1977, Helander 1983, Oehme 1987) auch für die Seeadler in Schleswig-Holstein angenommen. Sie ist durch verschiedene technische Mängel im methodischen Bereich nur nicht ganz so exakt nachweisbar wie die oben genannten Verfasser es für Schweden und das ehemalige Gebiet der DDR nachweisen konnten.

Die Feststellung der erheblichen Störempfindlichkeit Waldarbeiten gegenüber unter Einbeziehung der Tatsache, daß die Belastung der Seeadler durch Umweltchemie seit ca. 1983 vermutlich überwunden ist, dennoch aber Dünnschaligkeit noch in einer nicht nur als gering einzustufenden Größenordnung vorkommt, läßt begründet vermuten, daß weitere zivilisatorische Einflüsse, insbesondere die technische Entwicklung ab ca. 1950 die Adler und nicht nur die regelrecht in Panik versetzt haben muß. Auch Oehme (1987) stellte fest, daß bereits ab 1955 neben noch annähernd normaldicken Werten extrem dünne Schalenreste nach Aufgabe der Brut gefunden wurden, obwohl die DDE-Kontamination in der Nahrungskette noch nicht so stark gewesen sein kann, um allgemein in der Population eine stark ausgeprägte Dünnschaligkeit hervorzurufen. Was hat zu diesem frühen Zeitpunkt schon die Dünnschaligkeit bewirkt? Wird in diese, im Augenblick vielleicht noch sehr vage Beurteilung auch noch einbezogen wie und was Adler lernen, ließe sich sogar das ganz andere Verhalten der „heutigen“ manchem gegenüber eher vertrauten Seeadler erklären.

So hat es den Anschein, als hätten bei den Seeadlern in Schleswig-Holstein seit ca. 1982/1983 gewisse Anpassungen stattgefunden. Seit dieser Zeit werden z.B. auch nicht einmal selten Horststandorte unmittelbar an stark begangenen Wegen oder Hauptverkehrsstraßen gewählt. Es könnte so sein, daß nur diejeni-

gen überlebten, die anpassungsfähig genug waren. Diese Exemplare (hier waren es drei Paare beim absoluten Tiefstand der Anzahl der Brutpaare 1981) bildeten den Stamm für eine anschließende deutliche Zunahme der Brutpaare mit erheblichem Bruterfolg (1982 bis 1991 $\bar{X}$ 1,21 ausgeflogene Jungen pro Brutpaar) seit dieser Zeit. Sind das evolutionäre Erscheinungsformen? Erste Beringungsergebnisse, wonach nur hier beringte Vögel sich in unmittelbarer Nähe neu ansiedelten, können sogar zur Untermauerung hinzugezogen werden (Robitzky in Vorb.).

Es muß künftig einfach verstärkte Aufgabe des Schutzes sein, hier mit Forschung nachzusetzen, die andere Zeiträume abdeckt als die der Hochbalz, Brut und Jungenaufzucht.

Mit dieser Arbeit verdichten sich auch die Hinweise, daß die Nestumgebung, einschließlich der in der Nähe gelegenen Sitzplätze ganzjährig störungsfrei zu halten sind, damit sich Seeadler mit optimalen Ergebnissen fortpflanzen können. Bloßes Spaziergehen stört dabei regelmäßig nicht. Mit dem heutigen Erkenntnisstand muß es doch außerdem möglich sein, bei jedem einzelnen Brutpaar Störungen zu erkennen und abzustellen.

DANKSAGUNG

Evelin Steinwender und Hauke Lass vom Geologischen Institut der Christian-Albrechts-Universität Kiel danke ich für das Vermessen der Schalendicke, Professor Dr. Christian Saar und Claus Fentzloff für die Inobhutnahme einiger Seeadlereier zum Ausbrüten, besonderen Dank möchte ich dabei sagen für die Mühen der schwierigen Aufzucht, besonders in den ersten Lebenstagen, Claus Fentzloff darüber hinaus für sein besonderes Engagement, er löste auch alle Kosten- und Transportprobleme, Herrn Dr. Hatlapa für manch guten Rat, den Waldbesitzern und zugleich Jagdausübungsberechtigten mit Seeadlervorkommen, SKH Herzog Otto von Oldenburg, Frau Hirschberg, Graf Brockdorff, Graf Buchwald, Baron von Fürstenberg-Plessen, Baron von Burgsdorf und Herrn Philipp von Stumm für die Möglichkeit der Bergung der Eier für Untersuchungszwecke, für die Unterstützung bei den Bergungsaktionen den Ortsbetreuern, Jörg Görke, Heinrich Alwart, Martin Lange, Hans Steffens, Fritz Lippert und Hans-Ullrich König, den vielen ehrenamtlichen Seeadlerbewachern, die durch ihre präzisen Beobachtungen das rechtzeitige Sichern erst ermöglichten und besonders Joachim Schwartzkoff, mit dem ich viele dieser Aktionen gemeinsam durchführte. Ohne seine Hilfsbereitschaft, seine praktischen Erfahrungen und unermüdlichen Einsatz wäre manches nicht möglich gewesen, letztendlich danke ich auch meiner Familie, die häufig genug auf den Ehemann und Vater warten mußten, der oft Stunden und Tage bei den Adler verbrachte und mit sich und anderen rang, ob nun geklettert werden sollte oder nicht

ZUSAMMENFASSUNG

Seit 1969 werden in Schleswig-Holstein die brütenden Seeadler vor Eierräubern bewacht. Dadurch sind Brutaufgaben immer sofort festgestellt und unverzügliche Kontrollen der Nester möglich geworden. Durch diese Situation konnte einerseits die Sicherstellung relativ vieler Eier (34) von wenigen Nestpaaren (3 NP 1973 bis 8 NP 1991) ermöglicht werden und erweiterte sich andererseits der Einblick in kausale Zusammenhänge zur negativen Beeinflussung der Brutergebnisse.

Die Eier und deren Schalen wurden gewogen und vermessen. Der Mittelwert beim Gewicht der Eischale betrug 12,10g und bei der Schalendicke 0,497 mm. Das Eigewicht bei der Horstentnahme variierte von 82g bis 134g. Bei allen Eiern unter 103g wurden Beschädigungen der Schale festgestellt. Aus 8 Eiern schlüpften noch Jungvögel in der Brutmaschine. Das Ei mit dem geringsten Gewicht aus dieser Reihe betrug 114g. Bei Eiern mit geringeren Gewichten, ist vermutlich der Feuchtigkeitsverlust durch Beschädigungen der Eischale erfolgt. Nur 35,29 % der Eier waren befruchtet; bei 64,71 % konnte eine Befruchtung nicht nachgewiesen werden. Die Schalendicke variiert von 0,432 mm bis 0,570 mm. Schlupf gab es nur bei Eiern über einer Dicke von 0,510 mm. Eier mit Werten darunter sind vermutlich als dünnchalig anzusehen. Dünnchaligkeit ergab sich beinahe ausschließlich bei schlecht reproduzierenden Paaren innerhalb eines Gesamtbestandes, der überwiegend gut reproduziert (1982 bis 1991 1,21 ausgeflogene Juv. pro Brutpaar) und stark expandiert. Die Eier erfolgreicher Paare weisen höhere Schalendicken auf. Der Vergleich der Schalendicken über Mittelwerte ist deshalb problematisch und kann keinen repräsentativer Wert für den Gesamtbestand darstellen, weil in aller Regel nur wenig Material von erfolgreichen Brutpaaren zur Verfügung steht.

Als wesentliche Ursache für die hohe Anzahl der unbefruchteten und dünnchaligen Eier werden Störungen durch die Waldwirtschaft in der Zeit von Anfang Oktober bis Mitte Februar jeden Jahres im Bruthabitat verantwortlich gemacht. Es verdichten sich ferner die Hinweise darüber, daß Seeadler auch auf Teile der technischen Entwicklung nach 1950 sehr empfindlich reagierten und dieses noch heute tun. Dieses ist bei einigen Paaren noch heute an unbefruchtete Gelegen bzw. dünnchaligen Eiern festzustellen. Mit dem heutigen Erkenntnisstand muß es theoretisch möglich sein, bei jedem Brutpaar diese Störungen zu erkennen. Festgestellt wurde auch, daß die Seeadler sich bestimmten Entwicklungen der Menschen angepaßt haben dürften und diese angepaßten Vögel die neue Populationsentwicklung bzw. -dynamik bestimmen (evolutionäre Entwicklung). Für gewisse notwendige Anpassungen nicht nur in der Paarungszeit ist eine „ungestörte Lebensweise“ unabdingbar. Erst dadurch werden befruchtete Eier mit normaldicken Schalen möglich. Darüberhinaus

sind erst befruchtete Eier Garanten für erfolgreiche Bruten. Hier sollte ein zukünftiger Forschungsschwerpunkt liegen.

SUMMARY

Research on Eggs of the White-tailed Sea Eagle *Haliaeetus albicilla* in Schleswig-Holstein (Germany)

Since 1969, in Schleswig-Holstein, nesting Sea Eagles have been guarded against egg-robbers. In this way nesting behaviour has been continuously monitored and on-the-spot control of the nest ensured. Thus on the one hand it has been possible to secure a relatively large number of eggs (34) from a few nesting pairs (three in 1973 up to eight in 1991) and on the other to obtain a certain insight into the causes of negative factors influencing breeding results.

The eggs and their shells were weighed and measured, the mean weight of shell being 12.10 g and mean thickness 0.497 mm. Egg weight at removal from the nest ranged from 82 g to 134 g. All eggs below 103 g showed shell damage. Eight of the eggs hatched in the incubator. Among these, the egg with the lowest weight was 114 g. Eggs weighing less presumably suffered from loss of humidity due to damage to the shell. Only 35.29% of the eggs were fertile; in 64.71% there was no sign of fertilisation. Shell thickness varied from 0.432 mm to 0.570 mm. Only eggs thicker than 0.510 mm hatched. Eggs with lower values were presumably to be regarded as thin-shelled. Thin-shelled eggs came almost exclusively from poorly-reproducing pairs in a population which predominantly bred well (1982-1991 a mean of 1.21 young fledged per breeding pair). The eggs of successful pairs showed greater thickness. Thus comparison of average shell thicknesses is problematical and can yield no representative value for the population as a whole since in all respects insufficient material is available from successful pairs.

Basic reasons for the high number of infertile and thin-shelled eggs are the disturbances caused by forestry work in the nesting habitat annually from early October to mid-February. This reinforces the view that Sea Eagles reacted very sensitively to technological advances since 1950 and still do to this day. With our present-day knowledge it should theoretically be possible to recognise these negative impacts on every breeding pair. It would also be confirmed that the Sea Eagle must have adapted to certain specific human activities and that these adapted birds determine the recent increase in the population and its dynamics (evolutionary development). For certain necessary adaptations an undisturbed "lifestyle" is absolutely vital, not only during the courtship period. Only then will fertile eggs with normal shell-thickness be the norm and only fertile eggs can guarantee successful breeding. This should be a priority for future research.

LITERATUR

- Brüll, H.** (1984): Das Leben europäischer Greifvögel. 4. Aufl., Stuttgart
- Glutz von Blotzheim, U. N., K. M. Bauer & E. Bezzel** (1971): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. - Bd. 4 *Falconiformes*, Akademische Verlagsgesellschaft, Frankfurt am Main
- Helander, B.** (1983): Reproduction of the White-tailed Sea Eagle *Haliaeetus albicilla* (L.) in Sweden, in relation to food and residue levels of organochlorine and mercury compounds in the eggs; Akademisk avhandling som för avläggande av filosofie doktorsexamen; Dep. of Zool. , Univ. of Stockholm and Swedish Soc. for the Cons. of Natur, Stockholm 1983
- Oehme, G.** (1987): Zum Phänomen der Eidünnschaligkeit allgemein sowie am Beispiel des Seeadlers, *Haliaeetus albicilla* (L.), in der DDR. Populationsökol. Greifvögel- und Eulenarten 1 :159-170
- Odsjö, T. & B. Helander** (1977): Äggskalets förtunning hos havsörn häckande in Sverige. Bilaga 6: 1-7
- Robitzky, U. F. Knutzen** (1989): 20 Jahre Seeadlerschutz in Schleswig-Holstein. Greifvögel u. Falknerei (Jahrb. DFO) 1989: 30-39
- Robitzky, U.** (1992): Causes and Tolerance of Disturbance in nesting Sea Eagles *Haliaeetus albicilla* in Schleswig-Holstein. Vortrag aus Anlaß der Weltkonferenz über Greifvögel und Eulen , veranstaltet von der Weltarbeitsgruppe für Greifvögel und Eulen e.V. (WAG) in Berlin vom 10.-17.5.1992. Kurzfassungsbuch S. 31-32

Uwe Robitzky
Riihimäkistr. 20
23795 Bad Segeberg
Germany