

# Vogeleier und Vogelnester

## R. Schmitz - Scherzer

Laurens von der Post schreibt in einem seiner Bücher mit dem Titel " Der kleine Jäger " über Vogeleier... " *Am wunderbarsten zeigt sich diese Schönheit "...der Vögel... " auf ihren Eiern - wie von einem Künstler geformt und gezeichnet. Hatte ich jemals ein Vogelei gesehen, das hässlich war? Man vergleiche einmal diese lieblich gefleckten, gesprenkelten oder himmelblauen Schalen, ein wenig milchig wie von einer fernen Zirkuswolke verschleiert, mit den von Schlangen, Schildkröten und Krokodilen gelegten Eiern. Im Vergleich mit ihnen war auch noch das unansehnlichste Ei, das ein Vogel legte, wunderschön "* (Seite 137 f.).

Mit diesen Worten ist die Faszination, die viele Menschen beim Anblick von Eiern - und erst recht von Vogeleiern - empfinden, sehr gut beschrieben. Wahrscheinlich waren es auch diese Faszination und vor allem wohl die Beobachtung, dass aus den Eiern Leben schlüpft, die schon früh in der Geschichte der Menschheit dazu geführt haben, Vögeln und ihren Eiern in der Mythologie, den Sagen, Märchen und Legenden der Völker in vielen Kulturkreisen und auf allen Kontinenten eine sehr große Rolle zuzuweisen.

Erinnert sei nur an den riesengroßen Vogel Rock der arabischen Märchen oder an das jugoslawische Märchen von den drei Eiern, aus deren einem eine zukünftige Königin schlüpft und das Böse entlarvt. Auch die vielen Vogelkulte wie die um den Kondor in einigen Regionen der Anden, die schon in der Vorzeit vor den Inkas und bis heute gepflegt wurden und werden, müssen hier erwähnt werden. Auf der Osterinsel wurde übrigens der Fund und der sichere Transport eines Eis der Seeschwalbe von einer kleinen Klippe im Meer an den Strand im Rahmen eines Wettkampfes mit königlichen Belohnungen

vergolten. Weiter sei noch exemplarisch das "Weltenei" des indischen Kulturkreises, aus dem heraus alles Leben, ja sogar die ganze Welt und das Universum entstanden war, erwähnt.

Erinnert sei noch an die vielen Bräuche, in denen das Ei als Fruchtbarkeitssymbol, als Schutzsymbol, Glücksbringer und anderes mehr eine Rolle spielte und von denen das Brauchtum um das Osterei bei uns wohl das Bekannteste ist (Gattiker und Gattiker 1989).

"Der Ursprung allen Lebens ist das Ei" steht in einer Sprechblase eines Bildes in dem Buch von William Harvey, welches 1651 unter dem Titel "De Generatione Animalium" (Vom Ursprung der Tiere) erschien. Auf diesem Bild hält Jupiter ein Ei in der Hand, aus dem ein Kind, eine Spinne, ein Delphin und andere Lebewesen schlüpfen.

Und es bleibt auch für uns Heutige immer etwas Besonderes, wenn wir beobachteten, dass z. B. Störche nur vier einhalb Monate von der Eiablage bis zu einem reifen für die Reise ins Winterquartier gut gerüsteten Jungtier benötigen. So ergibt sich z. B. nach eigenen Beobachtungen: Ankunft des ersten Storches am 4. April, des zweiten einen Tag später, Paarung ab dem 7. April. Zwei Junge werden am 7. Mai, vier am 15. Juni vom Boden aus sichtbar. Am 15. Juli finden erste Flugübungen der Jungen statt, am 15. August – nur 1 Monat später – beginnt die Reise in das Winterquartier.



Abbildung.1: Storch mit Jungem im Nest (Foto vom Autor).

Die besondere Erscheinung der Eigestalt im Bereich des Lebendigen faszinierte und fasziniert auch Wissenschaftler. Daneben ist schließlich die Reproduktionsstrategie der

Fortpflanzung über das Ei eine der erfolgreichsten und weit im Reich des Lebendigen anzutreffenden Strategien.

Darüber hinaus ist die Reproduktionstechnik über Eier sehr energiesparend. Man kann deshalb annehmen, das Saurier z. B. auch deshalb viele, jedoch verhältnismäßig kleine Eier legen, weil sie sehr viel Energie zum Erhalt ihrer Körperfunktionen in ihren z. T. riesigen Körpern benötigten und deshalb keine Energie mehr hatten, um lebend gebären zu können.

Die Geschichte der Oologie ( das ist die Wissenschaft von den Eiern der Tiere und insbesondere der Vögel ) ist reich an künstlerisch gestalteten Büchern, in denen versucht wird, sowohl die Vielfalt der Formen und Farben der Eier darzustellen, als auch nach den Gesetzen ihrer Gestaltung zu fragen.

Eines der ältesten Bücher stammt aus dem Jahre 1766 und ist von J. T. Klein in Lateinisch und Deutsch geschrieben. Es heißt "Ova avium plurimarum ad naturalem magnitudinem delineata et genuinis coloribus picta" (Sammlung verschiedener Vogeleier in natürlicher Größe und mit lebendigen Farben). Es stellt nicht nur eine historische Fundgrube für interessierte Oologen dar, sondern gibt auch ein instruktives Beispiel damaliger Naturbeschreibung. Diesem Werk folgten im Laufe von mehr als 200 Jahren bis auf den heutigen Tag zahlreiche weitere. Einige dieser Werke sind am Ende dieser Schrift erwähnt.

In der zurückliegenden Zeit ist Vorzügliches in der Beschreibung und Untersuchung der Vogeleier geleistet worden, auch wenn heute noch immer eine erhebliche Anzahl der Eier der ca. 9000 bis 10000 Vogelarten unbekannt ist (in Europa leben davon ca. 600 Arten in insgesamt ungefähr 800 Unterarten).

Alle Vögel legen Eier. Die Frage, was eher gewesen sei, die Henne oder das Ei, lässt sich aus oologischer Sicht leicht beantworten: das Ei natürlich! Die Reptilien ( Kriechtiere ), wie

z. B. die Krokodile und die Schildkröten, ja sogar die Saurier, legten bzw. legen schließlich zumeist Eier und lebten z. T. schon vor den heutigen Vögeln; ja, die Vögel sollen sogar aus den Reptilien hervorgegangen sein.

## Die Verschiedenheit der Eier der einzelnen Tierarten

Vögel pflanzen sich immer, Reptilien, Amphibien, Fische und Insekten meist durch Eier fort. Diese sind aber in ihrer Charakteristik z. T. sehr unterschiedlich (siehe untenstehende Abbildungen 2 bis 6).



Abbildung 2: Lachsrogen



Abbildung 3: Eier des Nilkrokodils



Abbildung 4: Zanderrogen (vergrössert)



Abbildung 5: Schildkrötenei



Abbildung 6: Haieier (Cephaloscyllium isabella)



Abbildung 7: Rocheneier (Raja Nusata)

(Abb. 3 und 5 Stadtmuseum Schwabach, die restlichen Bilder vom Autor)

Salinenkrebse produzieren z. B. Trockeneier, die sehr große Zeiträume überstehen können, wie übrigens auch die Dau-

ereier einiger Insekten. Insekteneier sind auf Grund ihrer Gestalt besonders interessant, da sie einige recht ungewöhnliche

Formen und Mechanismen aufweisen. Sie sind meist in ihrer Form länglich und etwas gekrümmt mit einem spitzen und einem stumpfen Ende. Die häufige Betonung der Länge des Eis - im Gegensatz z. B. zu den Vogeleiern, die auch die Breite betonen - ergibt sich aus dem Körperbau der Insekten und der Tatsache, dass in diese Form am meisten Volumen untergebracht werden kann. Dies kann soweit gehen, dass ein Ei fast 2 cm lang sein kann bei einer Breite von nur einem Millimeter ( als Beispiel sei die Holzschlupfweste genannt). Oft sind Insekteneier aber eher länglich-rund wie z. B. die des Gletscherfloh, die auch deshalb interessant sind, weil sie – wegen der extremen Lebensbedingungen auf und in einem Gletscher - fast 4 Monate brauchen, bis die Jungen schlüpfen können und diese nahezu ein Jahr bis zum Erreichen des Erwachsenenstadiums benötigen. Dies ist für Insekten eher eine lange Zeit.

Die im Grundriss kreisförmigen Schmetterlingseier weisen oft eine Halbkugel - oder Kugelform auf. Sie können jedoch auch in der Form von Tönnchen, Tropfen, Pyramiden, Kegeln und Zylindern auftreten und zeigen zudem vielfältige Oberflächenstrukturen wie etwa Zacken, Grübchen, Furchen in jeweils höchst unterschiedlicher Anordnung. Sie werden einzeln, in ungeordneten Haufen, in geordneten Reihen und auch ein- oder mehrschichtigen "Päckchen", liegend oder aufrechtstehend abgelegt. Gerade gelegt sind die meisten Insekteneier von weißlichgelber bis gelblichweißer Farbe. Die Embryos in den Eiern beginnen sich erst dann zu entwickeln, wenn sich ihre Oberfläche gehärtet hat. Dann erst besitzen sie auch unterschiedlichste Farben von Gelb und Orange über Grün, Blau und Braun bis hin zu Schwarz.

Auch zwei Säugetiere, das Schnabeltier und der Schnabel-

igel, legen Eier. Wobei das Weibchen des Schnabeltieres eine Höhle gräbt, in dieser ein Nest einrichtet und dann 2 bis 3 ca. 15 bis 18 Millimeter Durchmesser messende weiße Eier hin einlegt. Es umhüllt alsdann die frisch gelegten Eier mit seinem in der Brutposition zusammengerollten Körper. Ungefähr 10 Tage nach der Eiablage schlüpfen die Jungen. Sie werden ungefähr 16 Wochen gesäugt.

Jedes Ei enthält im Dotter die Erbanlagen der Eltern. Das Dotter eines Straußeneies ist deshalb die größte lebende Zelle. Am Ei lässt sich die Entwicklung eines Embryos leicht beobachten und so die Entwicklung der eierlegenden Lebewesen verfolgen.

Eine feste Schale wie alle Eier der Vögel haben die Eier der Kriechtiere oft nicht. Vielmehr sind deren Eier - wie z. B. die der Meeresschildkröten, Eidechsen und Schlangen - mit einer Hülle umgeben, die sich elastisch und wie Papier, Pergament oder auch wie weiches Leder anfühlt. Die Eier der Krokodile, der Landschildkröten und der Geckos sind dagegen wie die Vogeleier mit einer festen Schale umgeben. Allerdings ist diese z. T. aus anderen Grundstoffen und anders aufgebaut als die der Vogeleier. Auch unterscheiden sich die Schalenstrukturen verschiedener Arten von Reptilien sehr voneinander, wie Schleich und Kästle in ihrem Buch über die Schalen von Reptilieneiern festgestellt haben (1988). Dies trifft übrigens auch für Vogeleier zu.

Die Funktionalität der Eier zeigt auch unterschiedliche Bilder: so können aus ihnen bei Amphibien und Fischen Larven, aber auch Jungformen der erwachsenen Tiere schlüpfen. Aus den Eiern eines Frosches, der auf den Fidschi Inseln lebt, schlüpfen andererseits nicht – wie zu erwarten – Kaulquappen, sondern gleich kleine Frösche, Abbilder ihrer Eltern.

Fast alle Reptilieneier sind weiß, grauweiß und schmutzig-

weiß sowie in den Zwischentönen dieser Farben gefärbt, in ihrer Form aber sehr unterschiedlich. Sie kann von länglich oval, über fast wurstförmig bis zu rund (auch abgeplattet rund) vari

ieren. Die Zahl der Eier, die ein Weibchen legt ist sehr variabel, wobei ältere Tiere oft mehr Eier als jüngere legen. Dies freilich kann auch damit zusammen hängen, dass diese Tiere oft die Geschlechtsreife vor der Endlänge erreichen und deshalb jüngere Weibchen kleiner als ältere sind.

Manche Schildkrötenarten legen aber auch unterschiedlich große Eier. Junge, gerade geschlüpfte Tiere wiegen ungefähr die Hälfte des Eis. Interessant ist in diesem Zusammenhang, dass in der Natur aus nur ca. 50 Prozent der abgelegten Eier der Schildkröten Junge schlüpfen. Die anderen Eier werden von anderen Tieren gefressen (wie z. B. von Waschbären und Krabben an der Küste Floridas) oder sie verrotten. So versorgen sie ihre Legeplätze wiederum mit wichtigen Grundstoffen. In der ungestörten Natur geht nichts verloren.

Je nach Nahrungsangebot machen Reptilien kein bis mehrere Gelege pro Brutsaison. Dabei vergraben sie ihre Eier meist oder bedecken sie mit Erde, einige, wie die Pythonschlange, bebrüten sie auch (weil sie eine höhere Temperatur als die der Umgebung erzeugen kann).

Generell dauert die Brutzeit bei Reptilien zwischen ca. 20 bis 30 Tagen mindestens und manchmal höchstens bis zu fast einem Jahr. Eine Krokodilart baut übrigens Nester. Dabei ist bei vielen Reptilien zu beobachten, dass sie die Auswahl eines Nistplatzes mit einer bemerkenswerten Fähigkeit zumerspüren der Temperaturverhältnisse ihres Brutplatzes vornehmen.

Momentan wird viel über Saurier und auch über deren Eier geforscht und geschrieben. Gemessen an der Vielzahl der bislang entdeckten Saurierarten kennen wir aber nur eine ver-

gleichsweise kleine Zahl ihrer Eier. Diese sind, gemessen an der Größe dieser Tiere, verhältnismäßig klein, und variieren in ihrer Form von eher rund wie z. B. beim Hypselosaurus über zylindrisch und länglich oval (bei den Eiern der Gazellen- und Entenschnabelsaurier) bis zu elliptisch.

Größe und Gewicht der Eier der Saurier waren, wenn überhaupt, dann nur gering mit der Größe und dem Gewicht der Weibchen korreliert. So messen die Eier des 2,5 m großen Protoceraptus nur 16 cm im Durchmesser und die des 12 m langen Hypselosaurus gerade einmal 20 cm. Sauriereier wogen schätzungsweise höchstens 5 bis 7 kg und waren damit leichter als die des ausgestorbenen Madagaskarstraußes. Ihre Oberflächen waren unterschiedlich strukturiert mit Längsfurchen, Poren (für die Atmung der Embryos) und anderen Strukturelementen.

Möglicherweise legten viele Saurier relativ viele Eier pro Individuum. Zumindest traf dies auf den Compsognathus zu, dessen Eier wahrscheinlich nur einen Durchmesser von ca. 1 cm hatten (und die wir erst seit kurzem kennen, da sie zunächst als fossiler Kot gedeutet wurden).

Die Untersuchungen der Sauriereier haben ein verblüffendes Bild ergeben, ein Bild, welches dann allerdings doch nicht so sehr überrascht; denn warum sollten sich Saurier in ihrem Fortpflanzungsverhalten so sehr von den heute lebenden Tieren, etwa den Krokodilen oder Varanen unterscheiden? Einige von ihnen brüteten wahrscheinlich in Kolonien, andere zogen die Einzelbrut vor. Was das Verhalten bei der Aufzucht von Jungen angeht, fanden sich Hinweise auf Brutfürsorge (bei den Hadrosauriern). Andere Saurier, wie z. B. die Jungen der Gazellen-Dinosaurier, waren wohl Nestflüchter. Nester und eine Bewachung der Nester scheint es ebenfalls gegeben zu haben.

Eine möglichst sichere Bestimmung eines Sauriereis ist aller-

dings bis heute erst möglich, wenn man Embryos oder Teile und Reste von ihnen aus den Eiern herauspräparieren kann. Deshalb sind viele Zuordnungen von Eiern zu den einzelnen Arten noch mehr oder weniger unsicher. Es mehren sich aus



Abbildung 8: Sauriereier (Fotos vom Autor aus dem naturhistorischen Museum in Ulan Bator, Mongolei)

den jüngsten Untersuchungen von Fossilien Hinweise darauf, dass die Vögel in den Sauriern möglicherweise ihre Vorfahren haben, dass aber auch schon unter den Sauriern vogelähnliche Tiere wahrscheinlich sogar mit Federn lebten. Einige Tiere, mit oder ohne Federn, konnten sicher auch schon fliegen. Nicht alle Tiere, die damals Federn besaßen und / oder fliegen konnten, waren also Vögel und das Fliegen als Fortbewegungsart beherrschten vor den Vögeln schon einige der Saurierarten. Sie machten auch nachweislich Brutpflege.

### **Die Größe der Vogeleier**

Bei der Betrachtung der Vogeleier fallen zunächst einmal die erheblichen Unterschiede in ihrer Größe und ihrem Gewicht auf. Ein Vergleich des Gewichts eines Eis von einem Strauß mit dem Ei eines Kolibris zeigt diese Unterschiede augenfällig: das Straußenei wiegt ungefähr 1.6 kg, das Ei eines der kleinsten Kolibris nur 0,25 g. Und nehmen wir die Größe, so ist das Straußenei bei einer Länge von ungefähr 160 mm ca.

130 mm breit. Die entsprechenden Zahlenangaben für das schon erwähnte Ei des Kolibris dagegen sind ca. 10,5 und 6,5 mm. Übrigens hat der ausgestorbene Riesenstrauß *Aepyornis maximus* aus Madagaskar, der über 3 m hoch wurde, über 10 kg schwere Eier gelegt. Aber die Eier des Elefantenvogels *Aepyornis* sollen noch größer gewesen sein: sie hatten einen Umfang von 80 cm bei einer Länge von ca. 40 Zentimeter.

Wenn man bedenkt, dass ein Strauß ungefähr 90 kg wiegt, der erwähnte Kolibri aber nur ca. 1,7 g, wird noch etwas anderes - deutlich: das relativ größte Ei im Vergleich zum Körpergewicht legt der Kolibri! Denn das Ei von einem Strauß wiegt nur 1,8 Prozent seines Körpergewichts, das des Kolibris dagegen 11,8 Prozent.

Demnach kann man zwar sagen: große Vögel legen große, kleine Vögel kleine Eier; jedoch bezogen auf das Körpergewicht legen kleine Vögel die relativ größeren Eier.



Abbildung 9: Straussen- und Kolibriei im Nest (Foto Jens Schmitz-Scherzer)

Die Eier einiger Vögel haben ein (auf ihren Körper bezogen) sehr hohes relatives Eigewicht. Dies sind z. B. neben unserer Zwergseeschwalbe und dem Wellenläufer insbesondere der Kiwi, der Wappenvogel Neuseelands. Kiwieier wiegen ungefähr ein Fünftel bis ein Viertel des Körpergewichtes der Hennen! Vielleicht brütet deshalb das Kiwimännchen, weil sich das Weibchen nach der enormen Kraftanstrengung bei der Produktion von zwei so großen Eiern erholen muss.

Das spezifische Gewicht eines Eis schwankt zwischen 1,05

(beim Kolibri) und 1,24 (beim Strauss) je nach der Stärke und dem spezifischen Gewicht der Schale.

Die Größe der Eier hängt u. a. von der Körpergröße des weiblichen Tieres ab. Dabei gehen die Frischgewichte der Eier und die Gewichte der Hennen keine lineare Beziehung miteinander ein. Vielmehr findet sich eher ein kurvilinearere Zusammenhang dergestalt, dass die Steigungswinkel der Kurve relativ flach bis zu einem Eigewicht von etwa 100 g verläuft, danach ansteigt um dann jenseits eines Eigewichtes von 300 g wieder flacher zu werden. Der Satz: "Je schwerer der weibliche Vogel, je schwerer das Ei" gilt demnach zwar, aber je nach Gewichtsklasse in unterschiedlicher quantitativer Gewichtung. Entsprechend wäre zu formulieren: "Je schwerer das Ei, je mehr oder weniger schwerer die Henne oder umgekehrt". Allerdings gilt dies nur bis zu einem Vogelgewicht von ca. 7000 g, bei den wenigen Vögeln über diesem Gewichtslimit werden die Eier dann wieder relativ leichter.

Tabelle 1 zeigt statistische Kennzahlen der Gewichte, der Länge und der Breite der Eier von 207 repräsentativ für die Brutvögel Europas ausgewählten Vögeln.

**Tabelle 1 : Statistische Kennzahlen der Frischeigewichte, Der Relativgewichte, der Eilängen und der Eibreiten**

Maß	Mittelwert	Minimum	Maximum
G: Eifrischgewicht in gr	36,4	,9	348
A: Eilänge in mm	42,1	13,5	116,1
B: Breite des Eis in mm	30,4	10,4	75,2

Trotz des sicheren Zusammenhanges zwischen Körperlänge und Eilänge sowie Eibreite muss auch auf Beobachtungen zu

den z. T. deutlichen Varianzen und Streubreiten in diesen Massen hingewiesen werden. So beobachteten z. B. Bezzel

und Schwarzenbach (1968) von verschiedenen Entenarten, dass sowohl genetische als auch umweltspezifische Elemente auf die Eilänge, die Eibreite und die Eiform einwirken. Weiter fanden die Autoren, dass die Eilänge leicht mit der Gelegegröße variiert, nicht aber die Breite eines Eis und Zweitgelege tendenziell nicht nur weniger, sondern auch kleinere Eier im Vergleich zu den Erstgelegen aufwiesen. Zudem konnte von den Autoren noch eine deutliche Tendenz dahingehend nachgewiesen werden, dass das jeweils zuletzt gelegte Ei in einem Gelege überzufällig oft auch das kleinste, mindestens aber häufig deutlich kürzer und schmaler als die entsprechenden Durchschnitte der Eier im jeweiligen Gelege waren. Zudem legen Befunde von Schönwetter (1971 bis 1980, S. 11) nahe, dass jüngere Tiere oft kleinere Eier legen als ältere, was auch von Haushühnern bekannt ist (Schmitz - Scherzer 1997). Darüber hinaus finden sich bei den in nördlichen Regionen lebenden Arten größere Eier als bei denen, die in südlicheren Gebieten leben. Schönwetter (1971 bis 1980) fand z. B. für Habichteier aus Lappland Gewichtsschwankungen von 48,6 bis zu 63,6 g bei einem K-Faktor (Formindex aus der Division Länge dividiert durch Breite des Eis, auch als Achsenverhältnis zu bezeichnen) von 1,31 und bei solchen aus Marokko von 41,6 bis zu 52,8 g und einen K-Faktor von 1,27 (a. a. O.).

Aber die Eigrösse wird auch vom Paarungsverhalten zumindest bei vielen Strandvögeln, die in Polyandrei leben, beeinflusst. Hier nämlich werden die Eier vergleichsweise kleiner, wenn der weibliche Vogel mehrere Gelege im Jahr macht (Liker et al., 2001). Auch wenn sich mehrere Altvögel an der Brutpflege beteiligen, kommt es oft zu kleineren Eiern. Dieses kooperative Aufziehen scheint vor allem den Weibchen zu nützen, sie können ihre Ressourcen schonen und schädigen den Nachwuchs nicht. Sein geringeres Gewicht beim Schlupf

ist in den ersten Lebenstagen durch die besonders gute Versorgung durch die Altvögel schnell ausgeglichen (Russel 2007).

Nicht unerwähnt bleiben darf in diesem Zusammenhang die Tatsache, dass jede Domestikation zu erheblichen Zunahmen von Eigewichten (und von Körpergewichten) führen kann. So berichten u. a. Burley und Vadehra in ihrem Buch ( 1989 ) von Steigerungen zwischen 13 und 59 Prozent bei Hühnern, Enten, Gänsen und Puten beim Vergleich von Wildformen mit deren domestizierten Vertretern. Dies schon zeigt, wie sehr Lebensart, Ernährung und züchterische Manipulationen auch Eigewichte manipulieren können. Es ist z. B. bei Hühnerzüchtern bekannt, dass die Zugabe von Linolsäure und den Aminosäuren Cystein und Methionin zum Futter die Eigrösse und damit das Eigewicht ansteigen lässt. Allerdings bleibt oft auch zu beobachten, dass Eier z. B. von Hühnern, die weit über dem Durchschnittsgewicht liegen, zur Brut eher ungeeignet sind.

Offenbar gibt es sowohl aus biologischen, als auch aus physikalischen Gründen eine minimale Untergrenze und eine maximale Obergrenze für die Größe und die Gewichte der Vogeleier. Für die untere Grenze dürfte das bereits erwähnte Kolibriei mit 10,5 mm Länge und 6,5 mm Breite bei 0,25 g Gewicht stehen können, während die obere Grenze wohl eher bei den über 10 bis 15 kg schweren Eiern der auch bereits erwähnten und ausgestorbenen Arten des Madagaskarstraußes *Aepiornis maximus* und des Elefantenvogels *Aepiornis* liegen dürfte.

Je größer und je schwerer das Ei, desto dicker müsste nämlich aus physikalischen Gründen auch seine Schale sein, damit es in seiner Form stabil bleibt. Dennoch müssen die einzelnen Porenkanälchen den Gasaustausch zwischen Eiinnerem und der Aussenwelt ermöglichen. Da die Diffusionsstrecke für den Gasaustausch zwischen Eiinnerem und Außen-

welt nicht zu groß sein darf, um diesen Prozess sicher zu gewährleisten, kann die Eischale nur eine bestimmte Dicke haben.

Die Schale darf zudem nur so dick sein, dass sie das Küken beim Schlupfvorgang durchbrechen kann. Allerdings spielt hier auch noch ihre Form insofern eine Rolle, als sich die Calcitblöckchen, aus denen die Schale aufgebaut ist, wie die Steine eines römischen Rundbogen verhalten: sie ertragen viel Druck von oben (das Hühnerei mehr als 2 Kilogramm) und dennoch können die Küken sie von Innen her durchpicken, weil dort ihre Stabilität eben geringer ist. Zusätzlich muss natürlich ein minimaler Raum für die Entwicklung überlebensfähiger Jungvögel vorhanden sein.

## **Farben und Farbtönungen**

Analysiert man in der relevanten Literatur die Benennungen der Farben und Farbtönungen der Eier, kommt man nicht selten auf über 50 verschiedene Begriffe (die nachfolgend in Tabelle 2 auf 18 reduziert wurden). Dies schon ergibt einen Eindruck von der Vielfältigkeit der anzutreffenden Farben und Farbvarianten bei der Betrachtung von Vogeleiern. Erst in der letzten Zeit haben K. und B. Schläpfer und K. Schläpfer systematische Arbeiten zu diesem Thema vorgelegt (2007).

Grob formuliert sind nach unseren Befunden etwa ein Fünftel der Eier der Brutvögel Europas weiß und fast 20 Prozent von weißer Grundfarbe, aber gefleckt. Ungefähr 18 Prozent der Eier zeigen eine farbige Grundfärbung und fast 42 Prozent sind bei einer farbigen Grundfarbe gefleckt.

Ergänzend lässt sich feststellen, dass man Weiß und verschiedene Tönungen von Weiß bei ungefähr 25, eine Farbe (Weiß bleibt hier und nachfolgend zunächst unberücksichtigt) bei ca. 9, zwei bei 19 und mehr als zwei Farben bei 47 Prozent der Eier findet. In fast der Hälfte der Eier kommt eine

Häufung der Flecken am stumpfen Pol des Eis vor. Die häufigste Form der Verteilung der Flecken auf der Eioberfläche ist in 55 Prozent der Fälle unregelmäßig und zufällig zu nennen. Die Farben und Farbtönungen der Flecken, Punkte, Linien etc. können einmal der Eioberfläche aufgelagert oder in die Schalenstruktur eingelagert sein. Entsprechend wird von Fleckenober- und Fleckenunterfarben gesprochen.

Berücksichtigt man bei der Farbbetrachtung und -analyse der Vogeleier die Schwierigkeiten, die sich bei allen subjektiven Farbeinschätzungen von Beobachtern z. B. dann ergeben, wenn zwischen den Farben Weiß, Grau und Sandfarben etc. unterschieden werden muss. Schläpfer und Schläpfer (2007) machen hierzu weitere detaillierte Ausführungen. Deshalb sind bei Farbuntersuchungen der Vogeleier nur ungefähre Angaben zu erwarten. Nicht umsonst stellen die Farben der Eier nur ein Merkmal unter vielen und noch nicht einmal das sicherste etwa bei ihrer Zuordnung zu den einzelnen Vogelarten dar. Dies liegt u. a. auch daran, dass Vögel unterschiedlicher Arten einander sehr ähnliche und Vögel einer Art sehr verschiedene Eier legen können.

Makatsch (1967) vermutet, dass die Farbe Weiß die entwicklungs-geschichtlich gesehen älteste Farbe der Vogeleier ist, gefolgt von bläulichen und grünlichen Farbtönen. Als Begründung führt er an, dass Eier der Reptilien - aus denen sich bekanntlich die Vögel entwickelt haben sollen - weiß bzw. weißlich sind und weiße Eier vor allem jene Vögel legen, auf denen kein Druck lag – etwa durch Beutegreifer etc. - die Eier zur Tarnung farblich zu verändern.

Diese können im Gegenteil auf eine Tarnung ihrer Eier verzichten weil sie - z. B. wie die Spechte - Höhlen- oder Halbhöhlenbrüter sind oder wegen ihrer Größe Feinde nicht fürchten müssen was beispielsweise bei Störchen oder einigen Adlerarten der Fall ist. Dementsprechend könnte man mei-

nen, dass u. a. die Kormorane und Pelikane die Eifarben ihrer Reptiliennahmen beibehalten hätten: Bläulichweiß oder Weiß.

Andererseits legen alle Kolibris weiße oder (nur bei frisch gelegten Eiern zu beobachten) zartrosa angehauchte weiße Eier. Dass bei diesen kein Druck zur Tarnung vorliegt, kann jedoch kaum gesagt werden. möglicherweise aber übernehmen ihre Nester die Tarnung der Eier, da diese durch ihre unauffälligen Farben (fahlrot, bräunlich, gräulich und grünlich) sowie durch ihre geringe Größe äußerst schwer zu finden sind (Martin und Musy o. J.). Dies spräche dann gegen die zuvor berichtete Sichtweise von Makatsch.

### **Tabelle 2 : Die Farben der Vogeleier**

(in absoluten Zahlen und Mehrfachnennungen von 207 repräsentativ aus den Eiern der Brutvögel Europas ausgesuchten Eiern)

<b>Farbtöne</b>	<b>Grundfarbe der Eischale</b>	<b>Farbtönung der Eiflecken</b>
violett	1	53
beige	6	
bläulich	62	2
bräunlich	54	139
grünlich	77	5
türkis	1	
rötlich	35	55
rosa	5	
gräulich	60	69
lachsfarben	4	
lehmfarben	16	
ocker	11	

Farbtöne	Grundfarbe der Eischale	Farbtönung der Eiflecken
violett	1	53
beige	6	
oliv	37	29
rubin	7	
schwärzlich	2	41
gelblich	55	12
weißlich	90	1
sandfarben	13	

Übrigens bauen Kolibris auch sehr unterschiedliche Nestformen, legen aber in alle ihre weißen bzw. zartrosa angehauchten weißen Eier. Hier liegt also entweder eine Unabhängigkeit der Eifarbe von der jeweiligen Nestform vor, oder aber ein Beispiel einer engen Verzahnung beider, da man ja argumentieren könnte, dass in diesen Fällen das Nest die Tarnung sicher stellt, die Eier also auffälliger gefärbt sein können (Altum 1906). Jedenfalls widerspricht diese Beobachtung Makatsch's Vermutungen zu den Farben der Vogeleier in der Frühzeit der Evolution der Vögel.

Ergänzend führt Makatsch in diesem Zusammenhang weiter aus, dass auch blaue Eier bei Höhlenbrütern wie Staren, Alpenbraunellen und Braunkehlchen und großen Vögeln wie den Reihern vorkommen. Der Diademrotschwanz legt sogar weiße oder hellblaue Eier (wobei natürlich ein Weibchen entweder nur weiße oder nur hellblaue Eier legt). Diese Beobachtungen könnten weitere Belege für die Nähe der Farbe Blau zur Farbe Weiß sein und damit auch für ihr hohes entwicklungsgeschichtliches Alter.

Im Vergleich zu den Grundfarben zeigen die Fleckenfarben charakteristische Unterschiede: bräunlich, rötlich und violett sind in abgestufter Rangfolge die Farbtönungen, die hier am häufigsten auffallen im Gegensatz zu weißlichen, gräulichen, bläulichen, grünlichen, bräunlichen, olivfarbenen und rötlichen Farbtönen, die als Grundfarben der Eischalen am häufigsten vorkommen.

Es ist offensichtlich, dass sich die Farben nicht zufällig verteilen. Violette und schwarze Farbtöne kommen überwiegend nur als Fleckenfarben vor, bläuliche Töne und freilich Weiß fast nur als Grundfarben. Als Grundfarben finden sich zudem noch Grün, Beige, Rosa, Ocker, Lachs- und Lehmfarben, Rubin und Sandfarbe, während Gelb nach nach unseren Befunden nur als Fleckenfarbe auftritt (Tabelle 2).



Abbildung 10: Gelege des Waffenkiebitz, Südafrika (Foto vom Autor)

Es ist bekannt, dass alle Eifarben auf die Wirkung von den zwei Stoffen Oozyan (aus dem Gallenfarbstoff gebildet) und Protoporphyrin ( aus dem Blutfarbstoff gebildet ) zurückgeführt werden können. Alleine oder in verschiedenen Kombinationen können diese Farbstoffe in die Eischale ein - und / oder aufgelagert sein. Dabei bildet Oozyan eher die bläulichen oder grünen Farbtönungen der Grundfarbe der Eioberfläche und Protoporphyrin nach Makatsch (1967) vor allem die Tönungen der Fleckenfarben. Im Übrigen scheint die Bewegung des Eis im Ovidukt das Muster der Eifleckenfarben zu beeinflussen: ruht das Ei, können sich Punkte bilden, bei seiner Bewegung formen sich dagegen Linien und Flecken. Möglicherweise stellt auch die Ernährung bei der Färbung der Eier eine Rolle. So berichten Jubb, Wilkin und Golser, dass

der Gehalt an Kalzium im Boden zu dickeren Eierschalen führt und die Dicke der Eierschalen mit ihrer Pigmentierung zumindest bei Kohlmeisen positiv korreliert: je dicker die Eierschalen, je stärker pigmentiert (2006). So könnte man mit Golser vermuten, dass bei Kalziummangel Farbstoffe, vor allem Protoporphyrin, zur Stabilisierung der Schale herangezogen werden (2005).

Warum aber hat sich eine Färbung der Eier vieler Vögel entwickelt? Zu der Vermutung, dies sei aus Gründen der Tarnung geschehen, hält die Literatur einige Überlegungen bereit. Da weiße Eier leicht gesehen werden können und demnach keine Tarnwirkung besitzen, könnte nämlich behauptet werden, dass weiße Eier bei Höhlenbrütern deshalb zu finden sind, weil diese wegen des Schutzes der Höhlen keine Tarnfarbe benötigen. Andere Autoren vermuteten, dass diese Eier gerade wegen ihrer Farbe leichter in den dämmerigen und dunklen Höhlen dieser Vögel zu finden seien.

Diese Vermutung ist indes nicht zu bestätigen, da unklar ist, ob Vögel überhaupt ihre Eier "kennen". Es gibt Belege, dafür, dass dies der Fall ist. Manches aber spricht dafür, dass Vögel ihre Eier nicht kennen, sehr wohl aber ihren Nistplatz. Wie dem auch sei, die Färbung und die Größe der Eier unterliegen in jedem Falle gewissen Anpassungsmechanismen, wie dies die Eier der Vögel zeigen, die Brutparasitismus betreiben – wie etwa der Kuckuck. Diese passen ihre Eier immer mehr in Bezug auf Größe und Farbe denen ihrer Wirtsvögel an (wobei der Kuckuck eines der kleinsten Eier bezogen auf das Gewicht des Weibchens legt). Übrigens verfügt auch der Dreibandregenpfeifer über ein Farbmimikry. Andererseits hat Lathi nachgewiesen, dass bei Fehlen etwa von Brutparasitismus die Eier eine andere Färbung annehmen können, also eine Reaktion auf Brutparasiten wie den Kuckuck durchaus Einfluss auf die Färbung von Schale und Flecken haben kann (2004).

Falls aber Vögel ihre Eier kennen, wäre noch zu klären, an welchen Merkmalen der Eier ein Prozess des Wiedererkennen orientiert ist. Dass dabei die Farbe eine Rolle spielen könnte, ist nach den vorliegenden Forschungsergebnissen zum Farbsehen der Vögel nicht zu entscheiden. Zwar liegen über das Farbsehen der Vögel einige Resultate vor, doch lässt sich aus diesen kaum ein Bezug zu den Eiern der Vögel ableiten. Dies verwundert auch weiter nicht, da wohl eher das Farbsehen zur Orientierung im Gelände, sowie bei der Nahrungssuche und bei der Partnersuche eine Rolle zu spielen scheint.

So berichtet u. a. Poley ( 1994 ) für Kolibris von widersprüchlichen Ergebnissen bei der Untersuchung der Frage, ob wirklich, wie in der Literatur oft beschrieben, die Kolibris insbesondere rote Blüten anfliegen und damit eine Erkennung der Farbe Rot belegen. Z. Zt. scheint man davon auszugehen, dass reine Spektralfarben und deren vielfältige Kombinationen eine Anpassung der Blütenfarben an die Vögel darstellen und nicht alleine nur die rote Farbe. Andererseits aber scheint es bei Kolibris tatsächlich eine Vorliebe für Rot zu geben. Allerdings ist nach vielen Befunden die Farbe nur deshalb wichtig, weil sie eine Rolle beim Wiedererkennen guter Nahrungsquellen zu spielen scheint. Ein gutes Beispiel ist in diesem Zusammenhang die Attraktivität der roten Farbe bei den Chako Hühnern am Amazonas.

Die Vögel dressieren sich entsprechenden Befunden zufolge rasch auf die Farbe, die gute Nahrung verspricht. Dabei scheint diese Selbstdressur auf Rot allerdings im Gegensatz zu der auf andere Farben sehr schnell zu gehen und auch nach langer Zeit nicht löschar zu sein.

Neuere Untersuchungen fanden bei Vögeln neben den auch bei Menschen zu findenden 3 verschiedenen Sehzellen oder Zapfen mit verschiedener Farbempfindlichkeit eine vierte Art, die offensichtlich für kurzwelliges Licht, vor allem für ultravio-

lettes Licht, empfindlich ist. Möglicherweise spielt also diese Empfindlichkeit eine große Rolle bei der Wahrnehmung – wie z. B. auch bei Bienen.

Für einige Arten ist das Sehen von UV Licht nachgewiesen. Auch das Sehen von "Vogelbunt" ist wahrscheinlich und demnach die Wahrnehmung von Farben und Flächen, die uns Menschen weiß erscheinen.

Andererseits spielt die Farbe des Gefieders meist nur eine geringe Rolle. Jedenfalls lässt sich dies aus der Tatsache schliessen, dass bei dem Hausgeflügel eine solche Beziehung nicht nachweisbar ist. Selbst dort, wo aus einer Art viele Farbschläge herausgezüchtet wurden, wie bei den Araukarnern, behalten die Eier ihre ursprüngliche Farbe.

### **Oberfläche und Form der Eier**

Detailliertere Betrachtungen wie die unseren, weisen bei einem Fünftel der Eier der Brutvögel Europas Eiglanz auf. Natürlich findet sich außer dem Eiglanz auch Eimatt, jedoch scheint Eimatt deutlich seltener. Der biologische Sinn von Eiglanz und Eimatt ist unklar. Die These, dass Eiglanz das Wiedererkennen der Eier erleichtert, darf auf Grund der schon zitierten Überlegungen von Makatsch (1967) angezweifelt werden. Ein Specht in seiner Bruthöhle wird schon wegen deren Enge auch im Dunklen sein Gelege sofort finden, auch wenn seine Eier kein Eiglanz besäßen, ergänzt Makatsch seine Überlegungen hierzu.

Es gibt neben den Eiern, deren Schale normale Poren aufweisen (ungefähr 7000 bis 10000 beim Hühnerei) auch grobporige und feinporige Eier. Legt man 10000 Poren eines Hühnereis zusammen, dann ergibt sich wegen ihres geringen Durchmessers nur eine Fläche von 2 Quadratmillimetern. Alle Poren haben mit der Atmung des Embryos zu tun. Sie helfen, zusammen mit verschiedenen Ei- und Embryonalhäuten, bei

der Sicherstellung des Gasaustausches: durch Diffusionsprozesse strömt Sauerstoff in das Ei und Kohlendioxyd sowie Wasserdampf (der bei dem zur Energiegewinnung notwendigen Abbau des Fetts im Eidotter entsteht) aus dem Ei. Während der Entwicklung eines Hühnerembryos werden ca. 6 Liter Sauerstoff aufgenommen und viereinhalb Liter Kohlendioxyd sowie 11 Liter Wasserdampf abgegeben. Nach dem Schlüpfen aus einem 60 g schweren Hühnerei wiegt das Küken ca. 39 und die Eischale 12 Gramm. 9 Gramm wurden in Energie umgesetzt. Die meisten Poren befinden sich am stumpfen Pol des Eis, dort also, wo sich in der Regel auch die Luftblase befindet. Je größer das Ei ist, je grösser ist auch der Porenquerschnitt. Dieses Faktum ist u. a. dafür verantwortlich, dass ein Straussenei im Kühlschrank bedeutend länger haltbar bleibt, als ein Hühnerei. Eine gewisse Breite des Porenkanals ist also, um den Gasaustausch sicher zu stellen (und gleichzeitig z. B. auch der Grund dafür, dass Insekten nicht größer werden können, als sie sind: ihre Trochäenatmung ist nichts anderes als eine Atmung durch Poren).

Da der Gasaustausch so wichtig ist, entwickelt sich das Herz des Embryos rasch. Beim Haushuhn ist es schon nach ungefähr 20 Prozent der Brutdauer vollständig entwickelt und wird in der nachfolgenden Zeit nur noch größer. Ab dem 5ten Bruttag schlägt es schon 200 mal in der Minute.

Schon Aristoteles bemerkte den "hüpfenden", den springenden Punkt im bebrüteten Ei: nämlich das junge schlagende Herz des Embryos und damit den Beginn des Lebens. Auch Schiller erwähnt ihn, denn "verborgen im Ei sich regt der hüpfende Punkt!"

Allerdings benutzen auch schädliche Mikroorganismen die Poren als Wege in das Innere des Eis. So fand Beissinger (2003) heraus, dass ein längerer Zeitraum zwischen Eiablage und Brutbeginn deshalb zu einem geringeren Bruterfolg führen kann, weil in der Zwischenzeit Mikroorganismen das Ei

befallen und geschädigt haben. Diese können sehr schnell durch die Poren in das Eiinnere eindringen und schon einen Tag nach der Infektion die innere Schalenhaut, nach drei Tagen das Eiweiß und nach fünf Tagen das Eigelb erreichen. Wenn Greifvögel vor der letzten Eiablage bereits anfangen zu brüten, gehen sie damit einen Kompromiss ein: sie mindern das Risiko eines Mikrobenbefalls ihrer Eier, doch erhöhen sie gleichzeitig die Risiken der zuletzt geschlüpften Jungen. Diese sterben oft an Unterernährung, weil sie als zuletzt geschlüpfte jüngere und schwächere Küken im Kampf um Nahrung mit den ältern Geschwistern unterliegen.

Die Größe der Luftblase im Eiinneren, die sich in der Regel am stumpfen Eipol befindet lässt Rückschlüsse auf das Alter des Eis zu: je größer sie ist, desto älter ist das Ei.

Einige Eier zeigen auch Kalküberzüge von gleich bleibender oder unterschiedlicher Dicke, die in Teilen oder gleichmäßig über das Ei verteilt sind. Auch hier ist die Frage nach dem Grund dieser Überzüge und überhaupt der unterschiedlichen Oberflächenstrukturen, die sich erst unter dem Mikroskop oder gar dem Elektronenmikroskop erschließen, nicht klar zu beantworten.

Dies gilt auch für den Wechsel der Eifarben durch die Einwirkung von modernem Nistmaterial oder Kot und anderen im oder am Nest befindlichen Stoffen. Allerdings wird vermutet, dass unregelmäßig strukturierte Oberflächen mit - oft nicht mit dem Auge sichtbaren - Rillen, Kerben etc. Schmutzteile besser abstoßen oder deren Festsetzen erschweren.

Die Feinstruktur der Schale ist verantwortlich für die häufig vorgetragene Behauptung, dass immer nur die Schale eines Eis platzt, wenn zwei Eier mit gleicher Kraft aufeinander geschlagen werden. Kleinste Unterschiede in der Struktur der Schale sind hier verantwortlich und bewirken, dass niemals zwei Eier der gleichen Art genau gleich widerstandsfähig ge-

gen Schlag sind.

Auch die Eiform stellt sich sehr unterschiedlich dar (siehe Tabelle 3). 81 Prozent der Eier der Brutvögel Europas sind oval, 7 elliptisch, 3 spitzoval und 9 Prozent sind kreiselförmig (ohne Berücksichtigung der Unterarten der ovalen, elliptischen und kreiselförmigen Form).

Da zweifellos die Form der Kugel den Vorteil hat, dass bei gleicher Oberfläche in der Kugel das Volumen größer ausfällt, als in allen anderen runden Körpern und somit das Ei als Kugel die energie- und materialökonomischste Form überhaupt darstellt, muss es Gründe haben, dass die Form der Eier oft von der der Kugel mehr oder weniger abweicht. Diese sind allerdings noch unbekannt.

Diese Formenvielfalt der Eier hat aber sicherlich einmal ihre Begründung im Körperbau der Vögel, insbesondere ihrer Becken und zum anderen in brutbiologischen Aspekten. So ist es schon auf den ersten Blick einleuchtend, dass ein Haubentaucher, der ein vergleichsweise längeres und vor allem gestreckteres Becken aufweist, ein elliptisches Ei, während der Uhu, der ein tiefes Becken besitzt, eher ein rundes Ei legt. Zudem muss die Form eines Eis neben rein physikalischen Gründen auch einen biologischen Zweck haben. Von Haushühnern weiß man nämlich, dass deutliche Abweichungen von der üblichen Form ihrer Eier zu einer Reduktion der Schlupfergebnisse führen können (Hattenbauer in Legel 1993).

Die Eier der Löffler und des Waldkauzes auf Abb. 11 (Foto Jens Schmitz-Scherzer) und der Ringellumme auf Abb. 12 (Foto Stadtmuseum Schwabach) zeigen verschiedene Eiformen.

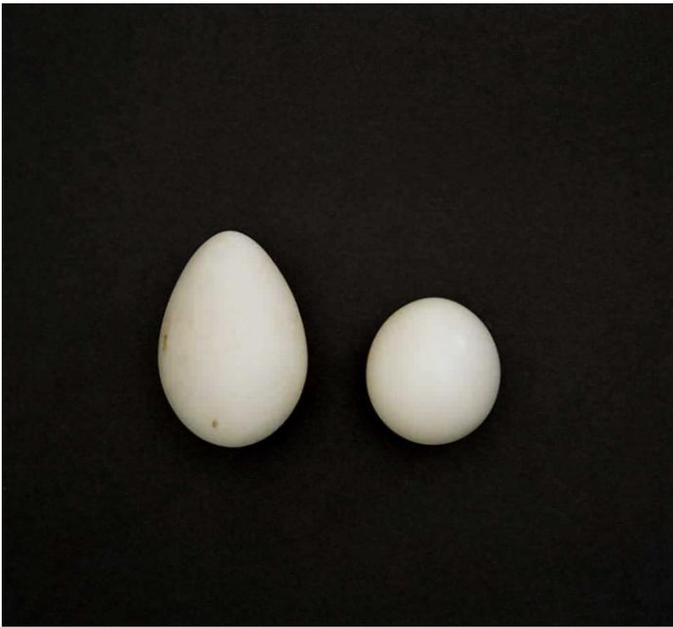


Abbildung 11: Ei von Löffler und Waldkauz



Abbildung 12: Ei von Ringellumme

### Tabelle 3 : Formen der Vogeleier

Eiform	Angaben in Prozent ( aufgerundet )
kurzelliptisch	
elliptisch	1
langelliptisch	2
kurzoval	9
oval	66
langoval	5
kurzspitzoval	1
	3
spitzoval	
kurzkreiselförmig	1

<b>Eiform</b>	<b>Angaben in Prozent ( aufgerundet )</b>
kreiselförmig	7
langkreiselförmig	1

Sicherheitskriterien dürften ebenfalls von einer gewissen Wichtigkeit für die Herausbildung einer Eiform sein. Bei den Lummen wird z. B. durch deren kreiselförmige Eier ein Herabrollen der Eier von dem Fels, auf den sie gelegt werden, wenn nicht verhindert, so doch erschwert: Ein kreiselförmiges Ei rollt niemals gerade Strecken sondern gebogene um seinen eigenen Schwerpunkt herum. Weiter scheint auch die Optimierung der Brutwärme zumindest bei einigen Vögeln durch die Form ihrer Eier zu gelingen. Die kreiselförmigen Eier der Kiebitze liegen z. B. mit ihrer Längsachse schräg nach unten gerichtet und den spitzen Eipol voran im Nest. So benötigen sie den geringsten Raum und können vom brütenden Vogel mit seinem Brutfleck gut abgedeckt werden.

Auch berichtet Schönwetter (a. a. O. S 11), dass sich die Eigestalt bei nördlich brütenden Arten von der der südlicher brütenden Arten wie auch das zuvor bereits erwähnte Gewicht unterscheiden können, da die Veränderungen des Gewichts nicht selten auch zu einer relativen Zunahme der Länge führen können.

Weiterhin sind in diesem Zusammenhang allgemeinere biologische und physikalische Aspekte zu beachten. Dies kann aber nur - wie bereits ausgeführt - bis zu einer gewissen Grenze geschehen, da die Jungen die Schale beim Schlüpfvorgang durchhacken müssen. Für den Brut- und den Schlüpfvorgang darf die Schale nicht zu dünn - sonst würde sie beim Brüten zerstört - und nicht zu dick - sonst ist der Schlüpfvorgang nicht möglich - sein. Ein Beispiel für diesen

Sachverhalt stellt die Verdünnung der Schale der Eier durch DDT dar. Sie hat nachweislich zu einer erheblichen Gefährdung einiger Greifvogelarten geführt, da diese keine Brut mehr groß ziehen konnten, weil ihre Eier wegen deren z. T. extremen Dünnschaligkeit bei der Brut zerstört wurden.

Auch saure Böden scheinen nach neuesten Befunden zu einer Dünnschaligkeit zu führen. Diese reduzieren nämlich die Häufigkeit von Schnecken, die wiederum viele Vögel zur Deckung ihres Kalkbedarfs während der Legeperiode benötigen. Sie picken vielfach die Schnecken an oder verzehren sie. Jedenfalls ist dies bei Kohlmeisen schlüssig nachgewiesen worden.

## **Brutbiologische Daten**

Nachfolgend sollen zur Vervollständigung des Bildes einige weitere Durchschnittsdaten aus einer Untersuchung von 207 Vogelarten berichtet werden. Sie stellen eine repräsentative Auswahl aus allen Brutvögeln Mitteleuropas dar ( Schmitz - Scherzer 1997).

Im April / Mai beginnt frühestens bei 73 Prozent der Brutvögel Europas die Brutsaison. Bei 23 Prozent beginnt sie früher und nur bei 4 Prozent später. Zumeist liegt sie aber bei durchschnittlichen Witterungsverhältnissen einen Monat, im nördlichen und im arktischen Biotop ohnehin bis zu zwei Monaten später, als in südlicheren Gegenden. Geht ein Gelege verloren, findet sich bei über 70 Prozent der Vögel ein Nachgelege. Die Vögel übrigens, die ein Nachgelege machen, besitzen im Durchschnitt ein vergleichsweise etwas kleineres Gelege, so als ob sie für ein eventuell notwendiges Nachgelege noch Energie und Kraft sparen würden. Oft befinden sich in einem Nachgelege auch etwas weniger Eier. Aber auch ein raueres Klima kann mit kleineren Gelegen korreliert sein. Stach (2000) berichtet über meteorologische Einflüsse auf das Brutverhalten bei Haustauben. Übermäßiger Regen, Küh-

le oder zu große Hitze kann zu einer ungewöhnlich hohen Anzahl von Strohbrütern, zu vermehrt auftretenden unbefruchteten Eiern und zu Verzögerungen im Brutverhalten generell führen.

Die Anzahl der Gelege im Jahr beträgt im Durchschnitt 1,3 und schwankt zwischen einem und drei Gelegen, die Brutdauer zeigt zwischen 11 und 55 Tagen einen Durchschnitt von 23,8 Tagen bei einer großen Standardabweichung von nahezu 10 Tagen. Dabei hängt die Brutdauer sehr stark vom Gewicht der Eier ab: je schwerer das Ei, je länger die Brutdauer. Noch stärker tritt der Zusammenhang zwischen der Dauer der Aufzucht und dem Eigewicht zu Tage. Je länger die Aufzuchtdauer, desto schwerer war das Ei, aus dem die Küken schlüpften.

Die Größe des Geleges variiert sehr stark von durchschnittlich 1 bis 15 Eier bei den untersuchten Vögeln. Auch ist sie von verschiedenen Parametern abhängig wie z. B. der Gefährdung einer Art: gefährdete Arten legen mehr Eier als solche, die wenig Feinde haben. Einige Greifvögel und Seevögel, die keine Feinde haben, legen nur ein Ei (Lummen, Gänsegeier). Größere Vögel scheinen innerhalb einer Art weniger Eier als die kleineren zu legen. Auch die Lage und die Form des Brutflecks spielt eine Rolle, da je nach dessen Form mehr oder weniger Eier bebrütet werden können. Der Mittelwert der Eianzahl beträgt 5,3 Eier pro Gelege. Generell also sind die Schwankungen sehr groß. Dabei sind durchaus auch einmal extreme Variationen beobachtbar wie z. B. 27 Eier bei einer Amsel, die offensichtlich unter einer Hormonstörung litt (beobachtet von Frau Schudel - Zwingli in Buchs / Schweiz 1977).

Hinzu kommt, dass ältere Tiere oft mehr Eier legen als jüngere und die, die im Norden brüten mehr, als diejenigen, die ihre Eier im Süden in ihr Nest legen. Vögel, die in Wassernähe brüten, verfügen meist über größere Gelege, als jene, die in einer rechten Entfernung vom Wasser nisten. Auch Savan-

nenbrüter verfügen über größere Gelege als solche Vogelarten, die im Regenwald brüten. Geringe Dichte einer Besiedlung einer von Brutvögeln geht auch oft mit größeren Gelegen einher.

Alle diese Unterschiede dürften vor allem auf Nahrungsressourcen zurück zu führen sein. Sind diese sehr groß, dann werden mehr Eier gelegt. Dafür spricht z. B. auch die Beobachtung, dass späte Brüter in der Regel kleinere Gelege machen, da ihre Nahrungsquellen nicht mehr so groß sind als früher im Jahr. Einen besonderen Fall stellen die Tauben dar, die in der Regel nur ein, höchstens zwei Eier legen. Bei ihnen ist die Produktion der Kropfmilch, die aus sehr eiweißhaltigen abgestorbenen Kropfzellen besteht und mit der sie ihre Brut vor allem in der ersten Lebenswoche füttern, natürlich begrenzt. Für mehr als ein oder zwei Küken reicht sie eben nicht. Bei Haushühnern ist bekannt, dass deren Legetätigkeit auch vom Licht abhängt, da die Hirnanhangdrüse erst ab einem bestimmten Schwellenwert der Lichtintensität und -dauer ( der von Rasse zu Rasse unterschiedlich ist) die Ausschüttung von Geschlechtshormonen stimuliert. Die Hormone wiederum regen die Legetätigkeit an. Dies machen sich die Züchter zu Nutze, indem sie bis zu 16 Stunden Kunstlicht im Stall brennen lassen. Kunstlicht wirkt eben wie natürliches Licht.

Eineileger sind vergleichsweise selten. Vor allem Seevögel, die ihre Nahrung vorwiegend auf See finden - off shore also - gehören zu dieser Gruppe. Ihre Küken wachsen sehr langsam. Möglicherweise handelt es sich - auch angesichts der langen Brutdauer bei diesen Vögeln - um eine Art Voralterung des Kükens, welches so weniger Nahrung bedarf im Vergleich zu den Küken der Mehreierleger.

Die meisten Vögel beginnen mit der Brut, wenn das Gelege vollständig ist. Sie legen ihre Eier zumeist im Abstand von einem Tag. In der Hälfte der Fälle brüten ausschließlich die weiblichen, in nur 2 Prozent ausschließlich die männlichen

Tiere und in 48 Prozent der untersuchten Vögel lösen sich die weiblichen und männlichen Tiere bei der Brut ab. In mehr als zwei Drittel der Fälle ziehen männliche und weibliche Tiere gemeinsam die Jungen auf, nur in weniger als einem Fünftel ist dies ausschließlich die Arbeit der weiblichen und sehr selten ausschließlich die der männlichen Tiere. Ein Drittel der Jungen sind Nestflüchter, zwei Drittel entsprechend Nesthocker.

Nesthocker bebrüten durchschnittlich gesehen mehr Gelege im Jahr aus als Nestflüchter. Dafür sind die Gelege der Nestflüchter größer. So sichern beide Gruppen mit unterschiedlichen Strategien das Überleben ihrer Art.

Bei den Nestflüchtern finden sich vergleichsweise die größeren, schwereren und stabileren Eier und die mit einem vergleichsweise größeren Dotteranteil ( mit dickerer und schwererer Schale ). Dies wird einseitig oft als eine Notwendigkeit zur Erreichung eines höheren Reifungsgrades, den die Nestflüchter beim Schlüpfen aufweisen, " erklärt ". Da die Brut- und die Aufzuchtdauer bei Nestflüchtern aber ebenfalls größer sind, darf man jedoch eher annehmen, dass diese Zusammenhänge etwas komplexer sind. Dafür spricht eines unserer Resultate, nach dem die Unterschiede zwischen Nestflüchtern und Nesthockern eher eine Folge des generell größeren Körpers der Nestflüchter sind. Dennoch kommen Nestflüchter reifer zur Welt, nämlich im Dunenkleid, motorisch aktiv und mit entwickelten Sinnesorganen können sie selbständig Nahrung aufnehmen.

## **Vogelnester**

Auch Vogelnester fanden schon in der Frühzeit der beschreibenden Ornithologie großes Interesse. Das Buch von James Rennie " Die Baukunst der Vögel ", welches in der Überset-

zung von Kottenkamp 1847 in Stuttgart erschien, zeigt dies eindrucksvoll. Hier werden sehr genaue Beobachtungen geschildert, aber auch Vermutungen angestellt und Interpretationen geäußert, die in vielen Fällen zwar dem heutigen Wissen nicht mehr entsprechen und z. T. in ihrer bizarren Art nur vor dem Hintergrund der damaligen Zeit verständlich sind, doch generell kann man diesem Werk schwerlich die Ernsthaftigkeit einer wissenschaftlichen Auseinandersetzung absprechen.

Nicht nur Vögel, sondern auch Insekten (Abb. 14), Fische,



Abbildung 13: Wespennest  
(Foto vom Autor)

Reptilien, ja sogar einige Säugetiere kennen die Haufennester der Ameisen und haben auf Reisen oder in Filmen auch schon die imponierenden, manchmal zwei Meter hohen und manchmal sogar noch höheren Termitennester, die z. T. sogar mittels kompliziertester Bau-

formen zu regeln in der Lage sind, gesehen. Den Fischliebhabern sind die Neströhren der maulbrütenden Brunnenbauer und die Nester der Stichlinge bekannt und manch ein Waldgänger oder Gartenfreund hat schon Nester der Eichhörnchen oder Zwergmäuse gesehen. Weniger bekannt sind die Erdgruben vieler Krokodile, Schildkröten und Schlangen, die ebenfalls als Nester angesprochen werden können. Der Bau von Nestern ist also bei vielen und auch sehr unterschiedlichen Tieren zu finden.

Warum Tiere Nester bauen ist - obwohl sich zahlreiche Gründe dafür anführen lassen - nicht so klar. Als eher allgemeine Gründe für den Nestbau werden meist und vor allen Dingen genannt: zum eigenen Schutz und zu dem der Jungen, zum Schutz der Eier und der Brut und zur Sicherung einer Umwelt,

in der eine ungestörte Entwicklung der Embryos in den Eiern wie etwa bei den Reptilien stattfinden kann.

Aber je nach Tierart sind auch andere Gründe für einen Nestbau denkbar, wie z. B. die Erstellung eines geschützten Schlafplatzes oder eines Platzes für den Winterschlaf. Möglicherweise gibt es deshalb gar keine für alle Tiere gültige Antwort auf die Frage nach den Gründen des Nestbaus und der Interessierte muss alle Tiere, die Nester bauen, einzeln anschauen, um mehr über die Gründe eines Nestbaus bei einer einzelnen Art in Erfahrung zu bringen.

Die kunstvollsten und unterschiedlichsten Nester bauen jedoch ohne allen Zweifel die Vögel. Auch Vogelnester bezeugen durch ihre Form und mit ihrem jeweiligen Standort die Wichtigkeit von Deckung und Tarnung sowie von Isolation.

Es ist bislang nicht ausreichend untersucht, wie die verschiedenen Formen und Standorte der Nester zum generellen Verhalten der Vögel in Beziehung stehen, doch ist klar, dass die Nestbauer unter den Vögeln (und auch unter den anderen Tierstämme) neben vielleicht sehr speziellen und nicht bekannten Gründen ihre Nester zum Schutz der Eier und der Brut anlegen. Bei der Brut und der Aufzucht sind auch die Elterntiere mehr als sonst gefährdet und bedürfen - wie die Eier und die Jungen - in dieser Zeit ihres Lebens oft besondere Deckung, Tarnung und somit den speziellen Schutz von Nestern. Zu diesen Funktionen der Nester gehört auch der Schutz vor allem der jungen Tiere vor Auskühlung oder Überhitzung und auch vor Nässe. So wird es verständlich, dass viel Energie in den Nestbau investiert wird. Sehr viele Vögel benötigen mehr als 1000 "Arbeitsflüge" zum Transport des Nestmaterials. Nach eigenen Beobachtungen benötigte eine Amsel 1248 Anflüge bis zur Fertigstellung ihres Nestes.

Die Vögel, die keine Nester bauen, weisen jedoch im Gegenteil zu den Nestbauern darauf hin, dass es auch ganz ohne

Nester geht und damit unter bestimmten Bedingungen auf Deckung, Tarnung und Isolation vor Überhitzung oder Unterkühlung durch Nester verzichtet werden kann. Sie stellen offensichtlich den notwendigen Schutz, die Deckung und die Isolation auf andere Weise sicher.

In jedem Fall aber ist der Nestbau triebgesteuert und damit eine Lebensaktivität wie Fressen, Balzen, Sich - Paaren, Junge aufziehen etc.. Wie triebgesteuert der Nestbau ist, kann man z. B. daran sehen, dass ein Kleiber auch dann den Eingang in seinen Nistkasten ummauert, wenn dieser auf seine Größe zugeschnitten ist, also eine eigentlich nicht "notwendige" Arbeit leistet (Noll 1968).

Die Triebsteuerung besagt aber nicht, dass es bei einer einzelnen Art nicht Varianten im Nestbauverhalten oder in der Auswahl eines Nistplatzes gibt. So kommt es z. B. nach Noll (1968) bei Wasserhühnern vor, dass diese ihre Nester im Wasser meist mit " Laufstegen " versehen, dies aber unterlassen, wenn sie ihr Nest auf dem Trockenen anlegen. Ein anderes Beispiel: der Zwergreiher, der meist sein Nest im Schilf baut und dazu Halme von Schilf und Binsen verwendet, baut einen Horst aus Reisern, wenn er im Gebüsch nistet. Auch der Weißstorch, der in der Regel auf erhöhten Punkten auf Gebäuden seinen Horst anlegt, kann durchaus auf Bäumen nisten wie eine Kolonie in Österreich zeigt.

Während nun die Nester zumindest bei gefährdeten (oft kleineren) Vögeln sehr oft nach den Prinzipien größtmöglicher Deckung, Tarnung und Temperaturisolation angelegt werden - auch ein Naturfreund mit geübten Augen vermag deshalb oft Nester nur mit größter Mühe zu finden - können sich große Vögel mit wenig oder keinen Feinden weithin sichtbare Nester bzw. Horste leisten wie z. B. viele Adlerarten oder der Weißstorch. Diese Vögel können auch durch ihre Körpergröße den Schutz ihrer Jungen vor Unterkühlung oder Überhitzung sicherstellen.

Übrigens werden nicht alle Nester bei den Vögeln zu Zwecken der Brut und der Aufzucht der Jungen gebaut. Der Zaunkönig z. B. baut stets mehrere Nester. Eines von diesen wird dann Brutnest und die anderen werden als Spielnester und später von den Jungen als Schlafnester gebraucht. Die meisten Vögel schlafen jedoch nicht in Nestern, sondern versteckt am Boden, im Gebüsch oder auf Bäumen.

Man kann sehr verschiedene Nestformen voneinander unterscheiden. Es darf vermutet werden, dass diese Unterschiede sowohl mit den besonderen Gründen zum Nestbau bei einer Art, als auch mit dem zur Verfügung stehenden und verwendeten Material im Zusammenhang stehen. Ein Nest aus Schlamm ermöglicht eine andere Bauweise und Form als ein solches aus Zweigen. Selbstverständlich ist auch der Nistort für die Form eines Nestes mit entscheidend. Darüber hinaus spielt das Klima eine Rolle. So fand Wagner (1966) bei Kolibrinestern z. B. dickere Wandungen und auch umfangreiche Auspolsterungen in kälteren und dünnere oft ohne alle Polsterungen in wärmeren Gegenden (wegen der Notwendigkeit oder der Verzichtbarkeit einer Isolation). Zudem konnte er feststellen, dass diese Vögel zur Ableitung von Regenwasser Verkleidungen ihrer Nester, etwa aus Blättern oder anderem Material, bauen. Andere Vögel, wie z. B. die Singdrossel, kleiden ihre Nester mit einer glatten Schicht aus, die möglicherweise Ungeziefer abhält, zumindest minimiert. Sie besteht aus einem Gemisch aus verspeicheltem Holzmulm und Erde.

Einige Forscher haben versucht, Kategorien für die verschiedenen Nestformen zu bilden. Auf der Basis der Arbeiten von Goodfellow (1977) und Makatsch (1950) sollen hier in einem vorläufigen Versuch insgesamt 15 verschiedene Formen von Vogelnestern voneinander unterschieden werden:

1. Keine Nester. Eine nicht unerhebliche Anzahl von Vögeln

baut keine Nester, sondern legt ihre Eier einfach auf den Boden oder auf den Fels, wie die Lummen, oder - eine extreme Seltenheit - wie die Feenseeschwalbe, die ihr Ei auf einer Astgabel ablegt. Zu dieser Gruppe von Vögeln gehören weiter die Strauße, die Nandus und die Kasuare.

2. Nestparasitismus in seinen verschiedenen Formen. Nach Makatsch ( 1950 ) kann hier unterschieden werden:

- Der vollständige Nestparasitismus. Hier wird ein fremdes Nest, eine Höhle, ein Ameisen- oder ein Termitenbau oder auch ein Säugetiernest übernommen. Viele Vertreter der Falken- oder Eulenarten gehören zu den Vögeln, die diese Form von Nestparasitismus aufweisen.

- Die Nutzung eines Nestes durch zwei oder mehr Weibchen oder Vogelpaare. Dies kommt u. a. bei den Bartmeisen, den Gänse- oder der Mittelsägern vor. Auch Schellenten legen nach einer Studie von Ahlund und Anderson Eier in fremde Schellenten Nester, um so eine grössere Anzahl von Jungen zu erzielen ( 2006).

- Die Mitbenutzung von Nestern anderer Vögel durch zumeist kleinere Vögel als die Nestbauer selbst. Dies findet man z. B. bei Spatzen, die sozusagen als " Untermieter " in besetzten Storchennestern nisten.

3. Nistmulden, wie sie z. B. bei Rebhühnern und Jagdfasanen aber auch bei der Heidelerche vorkommen. Es können in dieser Kategorie die einfachsten neben kompliziert ausgepolsterten Nistmulden vorkommen und auch z. B. solche, die der Adelle - Pinguin anlegt. Er " enteint " z. B. den Eiablageplatz und begrenzt diesen mit den aus der Nistmulde und an anderen Orten in der Nachbarschaft gesammelten Steinen.

4. Bodennester sind zumeist aus pflanzlichen Materialien wie Halmen aus Gras, Laub, Zweigen und Ästen etc. hergestellt.

Sie können sich z. T. deutlich über dem Boden erheben und sind oft - wie z. B. bei der Eiderente - kunstvoll ausgepolstert.

5. Laubennester, wie sie die Laubenvögel bauen, sind über ein Meter lange Nester in der Form eines Laubgangs, vor dessen Ein- und Ausgang je ein freier Platz ist.

6. Haufennester. Dies sind manchmal sehr große Nester von zwei und mehr Meter Höhe und einem Durchmesser von bis zu fünf Metern. In diese " Haufen " aus Laub und auch anderen pflanzlichen Materialien legen einige Arten der Thermometerhühner ihre Eier und lassen sie von der Fäulniswärme ausbrüten. Für die richtige Temperatur sorgen die Vögel, die die Wärme mit einem Organ in ihrem Schnabel messen können, mit dem Bau entsprechender Lüftungsgänge oder deren Verschießen.

7. Nester in künstlichen oder natürlichen Höhlen. Viele Meisenarten und die Kleiber bauen ihre Nester in künstlichen oder natürlichen Höhlen.

8. Nester in z. T. selbstgebauten Höhlen und Erdröhren bauen u. a. viele Spechte und auch die Eisvögel.

9. Plattform - oder tellerförmige Nester bauen Tauben, aber auch größere Vögel wie unsere Störche (Abb. 1).

10. Napfförmige Nester bauen sehr viele Singvögel. Obwohl die Herausbildung der typischen Vertiefung dieser Nester schon in den Plattformnestern angedeutet ist, stellt diese Nestform eine wesentliche Variante der Nestformen in der Evolution dar. Isolation - gut isolierende Nester können die Brutzeit und damit die Zeit der besonderen Gefährdung der Eier und der brütenden Tiere verringern - und Schutz sowie Deckung sind hier bestens optimiert. Diese Nester werden durch die rotierenden Bewegungen des bauenden Vogels im Nest gebildet ( weshalb sie auch für die Größe des bauenden

Vogels einen recht guten Schätzmaßstab abgeben ).

11. Kugelnester, wie sie die Elster aber auch der Laubsänger bauen. Das sind auch oben gedeckte Nester, die - wie der Name sagt - eine Kugelform besitzen. Nicht selten haben diese an der Seite den Eingang.

12. Hängenester hängen die bauenden Vögel an Zweige und Äste. Sie stellen hervorragende Konstruktionen von einem für die menschliche Wahrnehmung und Einschätzung besonderen Schwierigkeitsgrad dar. Verschiedene Studien bei Weibervögeln haben die Abfolge des Baus genau untersucht und gezeigt, dass - wie zu erwarten - auch hier die einzelnen Nestbauschnitte triebgesteuert sind. Der indische Schneidervogel verwendet wie einige tropische Vögel Spinnweben für das Zunähen seines Nestes und für dessen Aufhängevorrichtung. Bei uns sind Beutelmeisen und Rohrsänger typische Vertreter der Vögel, die Hängenester bauen. Hängenester sind auch aus unterschiedlichen Materialien herstellbar. Neben Halmen kann z. B. auch Moos zusammen mit Halmen, Spinnweben, Federn etc. als Baumaterial dienen, wie z. B. Wagner ( 1966 ) bei einer Kolibriart der Tyrannen ( Zwergfliegenjäger ) in Mexiko nachwies.

13. Schlamm -, Lehm - und Erdnester sind durch ihren Baustoff klassifiziert. Wenn sie nicht - wie z. B. beim Flamingo - auf dem Boden errichtet werden, werden sie oft am Fels und an Gemäuerwänden angebracht, manchmal fast " geklebt ". Unsere Schwalbennester sind gute Beispiele für diesen Nesttyp. Aber auch die Salanganen aus Südostasien gehören in diese Gruppe. Ihre Nester werden von Menschen gesammelt und gegessen.

14. Nester auf der Wasseroberfläche wie z. B. beim Blässhuhn oder beim Haubentaucher sind aus Binsen und ähnlichen pflanzlichen Materialien gefertigte schwimm-



fähige Nester. Die Vögel decken ihr Gelege mit den gleichen Materialien, mit denen das Nest gebaut ist, beim Verlassen des Nestes zu.

Abbildung 14: Haubentaucher-Nest mit Eiern (Foto vom Autor)

15. Gemeinschaftsnester sind grosse bis sehr grosse Nester, in denen zahlreiche Vögel überwiegend einer Art brüten und ihre Jungen aufziehen können. Sie können mehrere Meter lang, hoch und breit sein und Dutzende von Eingängen aufweisen.



Abbildung 15: Gemeinschaftsnest der Siedelweber (Foto vom Autor)

Über die Katalogisierung der Nester herrscht unter den meisten Wissenschaftlern noch keine endgültige Einigkeit. Der obige Versuch basiert auf einer Kombination der Ansätze von Goodfellow (1977) und Makatsch (1950).

Doch variieren nicht nur die Formen der Vogelnester, auch ihre Standorte können sehr verschieden sein. Es gibt wohl keine Landschaft zwischen Meer, Flachland und Hochgebirge, keine Regenwälder, Dschungel, Savannen, Steppen und Wüsten, in die Vögel ihre Nester nicht gebaut haben. In allen Klimazonen von der Arktis, Antarktis bis in die Tropen legen Vögel ihre Nester an.

Bei Standortfragen der Vogelnester ist immer eine gewisse Variabilität in Betracht zu ziehen. Dies kann dazu führen, dass z.B. Elstern an den Wänden von Gebäuden von Häusern zu nisten versuchen. Andere Skurrilitäten werden Jahr für Jahr beobachtet. Es lassen sich unter den Standorten der Nester, die entweder vom Weibchen oder vom Männchen, sehr selten von beiden Geschlechtern gemeinsam, ausgesucht werden, folgende Kategorien voneinander unterscheiden:

1. Auf dem Boden ( auf Geröll, Wiese, im Ried und im Moor )
2. Auf der Wasseroberfläche
3. An den Ufern von Bächen, Flüssen, Seen und Meer
4. Am Kliff, an und auf Felsen und Bergen
5. Im Buschwerk und auf Büschen ( Nicht höher als 2 Meter )
6. An und / oder auf Laubbäumen
7. An und / oder auf Nadelbäumen
8. An und / oder auf abgestorbenen Bäumen
9. Im Laub oder im Weinlaub
10. An und in Gebäuden, an Wänden, auf Sims etc.

Freilich, diese Kategorien sind sehr grob. Doch die z. T. ausgeprägte Variabilität der Neststandorte, z. T. auch bei einer Art, lässt nur grobe diesbezügliche Schemata zu. Sie sollen ohnehin nur einer ersten Orientierung dienen.

Es gibt kaum ein Material, welches nicht zum Nestbau verwendet wird: Erde, Lehm, Schlamm, oft mit Speichel als Bindemittel vermischt; dann Spinnweben, Haare, Zweige, Grashalme, Laub und weitere Pflanzenmaterialien, Federn, Steine und Steinchen und glänzende Gegenstände ( z. B. die Elster, die auch Löffel, Ringe etc. in ihr Nest einbaut ). Die Materialien werden vom Boden aufgesammelt. Auch werden Halme gezupft oder sogar Zweige gebrochen. Da die meisten Vögel ihre Nester nur in einer Brutsaison benutzen dienen auch alte und nicht mehr benutzte Nester als "Material-

quellen". Aber auch im Bau befindliche Nester anderer Arten werden hier und dort geplündert. Mit dem Schnabel oder mit dem Füßen werden dann diese Materialien zum Neststandort transportiert und weiter verarbeitet. Eine Vorliebe für leicht erreichbare Materialien lässt sich generell oft erkennen.

Man kann mit Makatsch ( 1950 ) feststellen, dass die Wahrscheinlichkeit, dass nur Weibchen oder Männchen alleine bauen, steigt, je komplizierter der Nestbau ist. Ansonsten kommen beim Bau der Nester die unterschiedlichsten Kombinationen beider Geschlechter vor. Man kann unterscheiden:

1. Weibchen und Männchen bauen gemeinsam
2. Weibchen und Männchen bauen gemeinsam, aber das Männchen konstruiert das Nest
3. das Weibchen baut alleine
4. das Weibchen baut alleine, aber mit dem Material, welches das Männchen bringt
5. das Männchen baut alleine
6. das Männchen baut alleine, aber mit dem Material, welches das Weibchen bringt
7. das Weibchen baut alleine mit dem Material, welches Männchen und Weibchen herbeischaffen
8. das Männchen baut mit dem Material, welches Weibchen und Männchen herbeischaffen.

Ein Nest der Grauammer kann in einem oder zwei Tagen fertig gestellt sein. Es können aber auch bis zur Fertigstellung

des Nestes eines Kleibers zwei Wochen vergehen. Drei Wochen gar muss ein Goldhähnchen für den Bau seines Nestes manchmal verwenden ( Makatsch 1950 ).

Die fertigen Vogelnester können von wenigen Gramm bis zu mehreren Zentnern ( bei generationenlanger Benutzung und stetigem Aus-, Weiter - und Reparaturbau ) wiegen. So wiegt ein Storchennest in einer Kolonie in Österreich, wo diese Vögel auf Bäumen nisten, ungefähr 800 kg. Nestinnendurchmesser schwanken je nach Art zwischen 2 cm und 170 cm (die Haufennester der Megapoden können - wie schon ausgeführt - durchaus zwei Meter hoch und mehrere Meter im Durchmesser sein).

Besonders interessant ist auch die Technik, mit der Vögel ihre Nester bauen. Harnier ( 1895 ) hat eine entsprechende Typologie zusammengestellt. Er unterscheidet:

- Töpfer
- Maurer
- Zementierer
- Zimmerer
- Korbflechter
- Weber
- Schneider
- Filzer
- Wölber
- Dachdecker
- Laubenbauer
- Kasernenbauer
- Horstbauer
- Mineure
- Wallbauer
- Wasserbauer
- Erdnister
- Schmarotzer.

Später hat Wolf - Harnier diesen Ansatz präzisiert ( 1910 ) und zuvor hat schon Rennie ( 1847 ) eine ähnliche Typenlehre vorgestellt, in der er u. a. Mineure, mauernde Vögel, Plattenbauer, Filzmacher etc. von einander unterschied. Auch Franke ( 1938 ) berichtet am Beispiel der Beutelmeise sehr interessante Details über deren Nestbautechnik bei der Erstellung ihres beutelförmigen Nestes, welches sie an Zweige oder Äste hängend anbringt. Gerade hier sieht man die Kette der in einem gewissen Freiraum instinktgesteuerten einzelnen Schritte beim Nestbau. Ähnlich ist es bei einigen Arten der Webervögel, wie erst vor kurzem berichtet wurde.

Natürlich haftet auch dieser Kategorisierung etwas Vergroberndes an und ebenso natürlich gibt es Überschneidungen und im Prinzip auch andere Möglichkeiten der Kategorienbildung. Dennoch gibt diese Kategorisierung einen interessanten Überblick über die vielfältigen Techniken, die die Vögel beim Nistbau einsetzen.

Nicht unerwähnt sollen hier die Nestfunde bleiben, die Doppelnester zeigen, sozusagen Nester, die zwei Etagen aufweisen. Diese Nester, die meist höher sind als üblich, zeigen ein oder mehrere aus einem ersten Gelege im neuen Nest "eingebaute" Eier über die dann ein neues Nest gebaut wurde.

Die meisten Vögel brüten alleine, einige aber auch in Kolonien. Dabei ist zu unterscheiden zwischen

- dem Zusammen - Nisten und der Aufzucht der Jungen bei vielen Vögel der gleichen Art in Kolonien,
- der Brut und Aufzucht in Gemeinschaftsnestern in kooperativen Kolonien und
- der arbeitsteiligen Brut und Aufzucht in kommunalen Kolonien, in denen einige Vögel die Eier legen, andere brüten

und wieder andere die Jungen aufziehen.

Man sieht, es stimmt nicht nur, dass kein Ei dem anderen gleicht, auch kein Nest ist wie ein anderes. Dies gilt generell. So hat Indykiewicz ( 1991 ) gezeigt, dass die Variationen von Haussperlingsnestern mit dem ökologischen Umfeld ( z. B. Innenstadt, Vorstadt und Land ) z. T. erheblich variieren, insbesondere was die Nesthöhe, die Nestgröße, das Nestgewicht und die Nistmaterialien angeht.

Nester scheinen generell so sehr verwoben mit Elementen der Lebenswelt eines Vogels und dessen Verhalten, dass es zu einer Vielzahl unterschiedlicher Nester in der Entwicklungsgeschichte kam, die zudem noch durch individuelle Varianten auch bei einem einzelnen Vogel weiter differenziert wird.

Ob sich dem zufolge die Nestformen in eine Reihe einordnen lassen, die mit den formalen Extremen vom einfachsten zum kompliziertesten Nest auch eine Entwicklungsfolge vom entwicklungsgeschichtlich ältesten zum jüngsten Nest beschreiben kann, ist nicht sicher, wenngleich einiges dafür zu sprechen scheint, dass die entwicklungsgeschichtlich ältesten Vogelarten die " einfachsten " und die jüngsten die Kompliziertesten Nester bauen. In jedem Fall kann man - wie bereits gesagt - immer davon ausgehen, dass das Elemente der Lebenswelt eines Vogels, das vorfindbare Nistmaterial und genetische Faktoren ( die auch die einzelnen Bautechniken bestimmen ) die Form der Nester wenn nicht bestimmen, so doch maßgeblich beeinflussen.

## **Hexeneier**

Jeder Hühnerzüchter kennt sie, die absonderlichen Eier, die u. a. Hexeneier bezeichnet werden und die in zahlreichen Form-, Farb- und Schalenabweichungen vorkommen können. Sie können einzeln und einmalig auftreten, jedoch auch bei

bestimmten Hennen oder vielen Hennen einer Zucht öfter oder gar regelmäßig. Abnorme Eier sind vor allem von Hühnern, weniger von Tauben, Enten, Gänsen und Truthühnern sowie anderen Vögeln in der Literatur beschrieben worden. Im Einzelnen handelt es sich um

- Wind- oder Fließ Eier - Eier ohne Kalkschale - entstehen, wenn im letzten Abschnitt des Eileiters die Einlagerung von Kalzsalzen in die Schalenhaut nicht stattfindet oder das Ei ohne eine feste Schale gebildet zu haben, vorzeitig abgelegt wird.
- Zwergeier (Spareier, Kummer-eier) treten oft dann auf, wenn junge Hennen zum ersten Mal legen. Dabei handelt es sich um normal aufgebaute Eier, nur sind sie eben viel kleiner als die normalen Eier. Sie können weniger als 30 Prozent des Normalgewichts eines Eis wiegen. Oft sind sie nicht befruchtet oder bringen die Küken nicht zum Schlupf.

Dies ist auch der Fall bei über- großen Eiern oder Rieseneiern. Diese erreichen allerdings nur selten das doppelte Gewicht des Normaleis.

- Zwergeier und Riesen- Eier kommen auch bei Wild- vögeln vor (Zöllner 2006),

-

Eingeschnürte Eier



Abbildung 16: Ei im Ei bei einem Gänseei (Foto Jens Schmitz-Scherzer)

sind gestaltveränderte Eier mit verschiedenen schlauch- oder spiralförmigen Enden oder Bauchungen.

- Besondere Formen, wie z. B. Ei im Ei, mehrfache Schalen, doppeldottrige Eier und solche ohne Dotter (Spareier).

Neben fehlerhaften Varianten, die in der Natur immer wieder auftreten und die keinerlei pathologische Grundlage erkennen lassen, sind Fehlernährung, zu großer Stress, allgemeine Störungen und Störungen in der Nahrungsaufnahme und Verdauung, sowie Infektionen als Ursache dieser Fehlbildungen zu nennen. In geringerem Umfang müssen noch erworbene Missbildungen des Uterus als Ursachen in Betracht gezogen werden.

In der Geflügelbörse 7 von 2002 wird über ein Ei im Ei und Spareier berichtet (S. 3). Demnach kann es aus unterschiedlichen (zuvor schon genannten) Gründen vorkommen, dass der Eierstock statt einer reifen Dotterkugel nur einen Dottertropfen abgibt. Dieser wird dann wie die reife Dotterkugel auch im Eileiter mit - allerdings nur sehr wenig - Eiweiß umgeben und im Eihalter mit einer Kalkschale ummantelt. Solche Minieier (Spareier) enthalten oft noch nicht einmal einen Dotteranteil, da es im Eileiter auch ohne das Vorhandensein von Dotter oder die Reizung durch Dotter zu einer Eiweißabsonderung kommen kann.

Solche Spareier können durch eine Rückwärtsbewegung im Eileiter nochmals aufwärts wandern. Dann erhalten sie wiederum eine Eiweißanlagerung und beim erneuten Abwärtswandern eine (zweite) Kalkschale. Ein Doppelei, ein Ei im Ei ist entstanden.

Es gibt aber auch die viel seltenere Erscheinung, dass anstatt eines Spareis ein völlig normales Ei im Ei zu finden ist. In diesem Fall wandert ein normales Ei mit ausgebildeten Dotter,

umgeben von Eiweiß und von einer Kalkschale umhüllt, wieder zurück und wird von einer normalen Eiweißmenge umhüllt und beim erneuten Herabwandern im Eileiter mit einer zweiten Kalkschale versehen. Diese Eier sind oft vergleichsweise sehr groß.

## Literatur

Absonderliche Eier. In: Geflügelbörse Nr. 18, Gräfeling 1997, S. 5 und zum Thema Ei-im-Ei in Nr. 7, Gräfeling 2002, S. 3

Ahlund, M. und M. Anderson: Bird parasitism: female ducks can double their reproduction. In: Nature, 2001, 414, S. 600 – 601

Altum, B.: Der Vogel und sein Leben. Verlag von Heinrich Schöningh, Münster 1906

Amann, G.: Vögel des Waldes. Naturbuch Verlag, Augsburg ( 2. Auflage ) 1992

Berge, F.: Die Fortpflanzung europäischer und außereuropäischer Vögel. Verlag von L. F. Rieger & Comp., Stuttgart 1841

Bezzel, E. und H. Schwarzenbach: Zur Variation der Eidimensionen bei Enten und ihrer biometrischen Auswertung. In: Anz. Orn. Ges. Bayern 8, 235 - 254, 1968

Bezzel, E. : Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Bde. I und II. Aula Verlag, Wiesbaden 1985

Bissinger, S.: Online in: [www.wissenschaft.de](http://www.wissenschaft.de), wissen, news, 3. 11. 2003

Blotzheim, v., U. N. Glutz ( Hg. ): Handbuch der Vögel Mitteleuropas

leuropas. Bd 1, Aula Verlag, Wiesbaden, 2. durchgesehene Aufl., 1987

Buer, F. und M. Regner: Mit Spinnennetz und UV Absorbern gegen den Vogeltod an transparenten und spiegelnden Flächen. In Vogel und Umwelt 13, 31 – 41

Burley, R. W. D. V. Vadehra : The Avian Egg. Chemistry and Biology. John Wiley and Sons. New York 1989

Collias, N. E.: The evolution of nests and nestbuildings in birds. American Zoologist, 4, 175 - 190, 1964

Enderle, U. ( Hrsg. ) : Märchen der Völker Jugoslawiens. Leipzig 1990

Fischer, J. : Das Problem der Bebrütung. Verlag von Quelle und Meyer in Leipzig 1913,

Franke, H. : Z-i-i-h – die Beutelmeise. Franz Deuticke. Wien und Leipzig 1938

Gattiker, A. und E. Gattiker: Die Vögel im Volksglauben. Aula Verlag, Wiesbaden 1989

Golser, A.: In: Ecology Letters, Online Vorabveröffentlichung, DOI:10.1111/j.1461- 0248.2005.00816.x

Goodfellow, P.: Birds as Builders. Arco Publishing Company, Inc., New York 1977

Harnier, E. R. : Gefiederte Baukünstler. Hilfsverein Deutscher Lehrer, Berlin 1895

Hoehner, S. : Gelege der Vögel Mitteleuropas. Verlag J. Neumann-Neudamm, Melsungen - Berlin - Basel - Wien, 2. Aufl. 1973

Horner, J.: Brutpflege bei Dinosauriern. In: Spektrum der Wissenschaft. Digest: Saurier und Urvögel. Spektrum. Akademischer Verlag, Stuttgart 1998, S. 68 - 79

Indykiewicz, P.: Nests and nest - sites of the House Sparrow *Passer Domesticus* in Urban, suburban and rural environments. In: Acta zool. cracov. , 34 ( 2): 475 - 495, Krakau, Dez 1991

Jubb, M. R., T. A. Wilken and A. G. Golser: Eggshell pigmentation soil calcium and the local abundance, distribution and diversity of woodland snails (Mollusca). *Ardea* 94, 2006, S. 59 - 70.

Klein, J. T. : Sammlung verschiedener Vogeleier in natürlicher Größe und mit lebendigen Farben ( auch in lateinischer Sprache ). Jahann Jacob Kanter, Leipzig, Königsberg, Mietau 1766

König, C. : Europäische Vögel. Chr. Belser Verlag, 3 Bde.. Stuttgart 1970

De Koster: Und wie legt die Henne ein Ei? In: Geflügelbörse 4 / 2001, S. 3

Lahti, D. C.: Evolution of bird eggs in the absence of cuckoo parasitism. In: PNAS, December 2, 2005

Legel, S. ( Hrsg. ): Nutztiere der Tropen und Subtropen. 3 Bde..( In Bd. 3 die Beiträge von Heynold und Hattenbauer über Geflügel 321 - 622. )Hirzel, Stuttgart - Leipzig 1993

Liker, A. J.D. Reynolds and T. Szekely: The evolution of egg-size in socially polyandrous shorebirds. In: *Oikos*, 95, 2001, 3-14

Makatsch, W.: Der Vogel und sein Nest. Akad. Verlagsgesell-

schaft, Leipzig und A. Ziemsen Verlag, Wittenberg / Lutherstadt 1950

Makatsch, W. : Der Vogel und sein Ei. Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig und A. Ziemsen Verlag, Wittenberg / Lutherstadt 1949

Makatsch, W.: Kein Ei gleicht dem anderen. Neumann Verlag, Radebeul 1967

Makatsch, W. : Die Eier der Vögel Europas. Bde. I und II. Verlag J. Neumann - Neudamm, Melsungen 1974

Martin, A. und A. Musy : Das Leben der Kolibris. Naturkundliche K. + F. Taschenbücher - Creatura. Kümmerly und Frey Geographischer Verlag, Bern o. J.

Noll, H. : Bestimmungstabelle für Nester und Eier einheimischer Vögel. Wepf & Co. Verlag, Basel 1959

Pfarr, M. und A. Limbrunner : Ornithologischer Bildatlas. Bde I und II. Verlag J. Neumann - Neudamm, Melsungen 1980

Poley, D.: Kolbris. Westarp Wissenschaften, Magdeburg 1994

Post, van der, Laurens : Das Herz des kleinen Jägers. Diogenes Verlag, Diogenes Taschenbuch, Zürich 1994

Rennie, James: Die Baukunst der Vögel ( übersetzt von F. Kottenkamp ). Gedruckt von Scheible, Rieger und Sattler. Stuttgart 1947

Rey, E.: Die Eier der Vögel Mitteleuropas. Verlag von Fr. Krüger, Lobenstein Reuss 1899

Russel, A. et al.:In: Science, Bd 317, S. 941

Schläpfer, K. und B. Schläpfer : Vogeleier und ihre Farben.

Beatrice und Kurt Schläpfer, St. Gallerstrasse 60, CH-9082 Engelburg, Engelburg 2007

Schläpfer, K.: An atlas describing the avian eggshell colours. Manuskript St. Gallerstrasse 60, CH-9082 Engelburg, Engelburg 2007

Schleich, H. H. and W. Kästle: Reptile Egg Shells. SEM Atlas. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart - New York 1988

Schmitz - Scherzer, R.: Statistische Erhebung über Hühnereier. In: Geflügel - Börse, 118, 1997, Heft 3, S. 4 - 6

Schmitz - Scherzer, R.: Weiße und Braune Hühnereier - gibt es Unterschiede? In: Deutscher Kleintierzüchter, 106, 1997, Heft 19, S. 8 - 11

Schmitz - Scherzer, R.: Die Eier der Hühnervögel der Welt. 1. Teil. In: Deutsche Geflügelzeitung, 45, 23 / 97, 1997, S. 34 f.

Schmitz - Scherzer, R. und J. Söllner: Vogeleier und Vogelnester. Schriftenreihe des Stadtmuseums Schwabach, Bd. II. Schwabach 1998

Schmitz - Scherzer, R.: Eierfarben und Färbungen. Die Eier der Hühnervögel der Welt. 2. Teil. In: Deutsche Geflügelzeitung, 3 / 98, 1998, S. 36

Schmitz - Scherzer, R.: Eierfarben und Färbungen. Die Eier der Hühnervögel der Welt. 3. Teil. In: Deutsche Geflügelzeitung, 8 / 98, 1998, S. 37

Schmitz - Scherzer, R.: Vogelnester. In: Geflügel - Börse, 119. Jg., Heft 11, 1998 S. 14 f.

Schmitz-Scherzer, R.: Farben und Formen. Eier der Hüh-

nervögel der Welt. 4.Teil. In: Deutsche Geflügel-eitung, 14 / 98, 1998, S. 36 f

Schmitz-Scherzer, R.: Die Vogeleier - und Nestersammlung im Stadtmuseum Schwabach. In : Geflügelbörse, 119, 20, 1998, S. 17

Schmitz-Scherzer, R. und M. Huber: Über Vogeleier. In: Tertianum. Eine Zeitschrift für Generationen, Nr. 13 / 2000, S. 14 – 17

Schmitz – Scherzer, R.: Das Ei als Symbol in der Geschichte der Menschheit - eine Skizze. In: Kaleidoskop. Die volkshundliche Eiersammlung im Stadtmuseum Schwabach. Stadtmuseum Schwabach. Schwabach 2003, S. 5 - 10

Schmitz - Scherzer, R.: Die Farben der Vogeleier - eine statistische Analyse. Manuskript 1997

Schönwetter, M. : Handbuch der Oologie. Bde I und II. Akademie Verlag, Berlin ( in einzelnen Lieferungen ) 1971 - 1980

Singer, D. : Die Vögel Mitteleuropas. Franckh - Kosmos, Stuttgart 1997

Stach,G. : Atmosphärische Einflüsse und Brutverhalten. In: Geflügel Börse, 15 / 2000, S. 11

Wagner, H. O. : Meine Freunde, die Kolibris. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg 1966

Waters, M. : Birds Eggs. Eyewitness Handbooks. Dorling Kindersley, London - New York - Stuttgart 1994

Willibald, E. : Die Nester und Eier der in Deutschland und den angrenzenden Ländern brütenden Vögel. C. A. Kochs Ver-

lagsbuchhandlung, Leipzig 1886

Wolf – Harnier, E. : Gefiederte Baukünstler, A. Anton & Co, Leipzig und Berlin 1910

Wolf, G. : Vögel am Nest. 2. Aufl.. Verlag von J. Neumann und Neudamm o. J.

Zöllner, Th.: Abnorme Kiebitzeier. In Der Falke 2/2006, S. 61