

Sonntagszeitung | Wissen | 25. Oktober 2009

Federleicht und multifunktional

Dinosauriern dienten Federn ursprünglich zur Wärmeisolation, Vögel nutzen sie zum Fliegen, zur Tarnung oder als Schmuck.

Bloss keine Zimperlichkeiten: Mit ausgebreiteten Flügel setzt sich der Eichelhäher mitten in den Ameisenhaufen und lässt sich von den aufgeschreckten Insekten mit Säure bespritzen. Diese Wellness-Behandlung der besonderen Art, das so genannte Einemsen, pflegt das Gefieder des Waldvogels und hält es frei von Parasiten. Das ist dem Eichelhäher die Prozedur wert – denn von seinen Federn hängt sein Leben ab.

Vogelfedern sind ein Spitzenprodukt der Evolution: leicht und trotzdem robust, stabil und trotzdem biegsam, vielseitig einsetzbar und erst noch eine Augenweide. Die ausgewachsene Feder ist ein totes Gebilde aus Keratin, jener Hornsubstanz, aus der auch unsere Haare und Nägel bestehen.

Bei aller Formenvielfalt lassen sich grob zwei Hauptgruppen von Federn unterscheiden: Konturfedern und Dunen. Konturfedern bilden die äussere Hülle des Vogels. 25 000 trägt ein Singschwan, immerhin 1500 ein Spatz. Allein die Grössenunterschiede sind beachtlich: Das Spektrum reicht von über 170 Zentimeter langen Fasanenschwanzfedern bis zu den bloss 0.4 Millimeter langen Federchen auf dem Augenlid der Bienenelfe, eines kubanischen Kolibris.

Konturfedern bestehen aus einem festen Kiel und einer dünnen Federfahne (siehe Grafik). Haken- und Bogenstrahlen verbinden die einzelnen Federäste zu einer nahezu winddichten Fläche, die aber flexibel bleibt: Die Häkchen können wie an Gleitschienen den Bogenstrahlen entlang hin und her rutschen und so Druck- und Zugkräfte kompensieren. Sollte die Fahne trotzdem einmal aufreissen, reichen einige glättende Schnabelbewegungen, um sie wieder zu schliessen.

Eulen haben spezielle Federn, die als Schalltrichter dienen

Dunen sind einfacher gebaut als Konturfedern. Ihr Schaft ist meist kurz oder fehlt ganz, ihre Äste sind fadenförmig und nicht verzahnt. Weich und flauschig, dienen Dunen als Unterkleid unter den Konturfedern.

Lukas Jenni, Wissenschaftlicher Leiter der Vogelwarte Sempach und Federexperte, gerät ob der genialen Konstruktion der Feder ins Schwärmen: «Diese Leichtigkeit gepaart mit enormer Multifunktionalität – fantastisch.» Tatsächlich übernehmen Federn eine Fülle von Funktionen. Sie sind Teil des Flugapparats, dienen der Wärmeisolation und schützen die papierdünne Vogelhaut vor Verletzungen. Auch als Tarnkleid eignet sich ein Federkleid vorzüglich: So verschmilzt die Waldschnepfe mit ihrem braun-schwarz-roten Gefieder regelrecht mit dem Waldboden. Anders die bunten Federn vieler Vogel Männchen: Sie sollen bei der Damenwelt Eindruck zu schinden oder Rivalen abzuschrecken.

Doch leisten Federn noch viel mehr. «Bei Eulen bilden spezialisierte Federn eine Art Schalltrichter, der Geräusche einfängt und zu den Gehöröffnungen leitet», nennt Lukas Jenni ein Beispiel. Ebenfalls bei Eulen dämmen die gesägten Vorderkanten der Handschwingen die Fluggeräusche. Ganz anders die Bekassinen: Sie erzeugen mit ihren Steuerfedern beim Balzflug ein Meckern, das ihnen den Namen «Himmelsziegen» eingetragen hat. Der Specht wiederum stützt sich am Baumstamm auf speziell versteifte und verlängerte Schwanzfedern. Und selbst als Transportsystem finden Federn Verwendung: Flughühner nehmen mit ihrem Brustgefieder Wasser auf und versorgen damit ihre Küken.

Ein solch vielseitiges Kostüm will gepflegt sein. Vögel bestreihen ihr Federkleid mit dem öligen Sekret der Bürzeldrüse, die auf der Oberseite der Schwanzwurzel liegt. Neben dem Einemsen, wie es der

Eichelhäher und andere Singvögel praktizieren, gehören Staub-, Wasser- und Sonnenbäder zum Verwöhnprogramm.

Trotzdem nützen sich Federn ab und müssen regelmässig in der Mauser ersetzt werden. Dabei beginnt im Follikel ein neuer Federkeim zu wachsen, der die alte Feder herausstösst. «Die Mauserzeiten und die Abfolge des Federwechsels sind der Lebensweise des Vogels angepasst», sagt Lukas Jenni. Enten und Schwäne etwa werfen nach der Brutzeit im Spätsommer alle Schwungfedern gleichzeitig ab und sind etwa drei Wochen lang flugunfähig. Die meisten Vögel ersetzen ihre Federn jedoch gestaffelt, nach einem oft komplizierten Rhythmus, sodass Flugfähigkeit und Wärmeisolation erhalten bleiben.

Vom Hohlstab zur Büschel- und Konturfeder

Heute gilt: Was Federn trägt, ist ein Vogel. Doch dem war nicht immer so, wie ein Blick in die Stammesgeschichte zeigt. «Die Feder kam vor dem Vogel», sagt der Paläornithologe Dieter Stefan Peters vom Forschungsinstitut Senckenberg in Frankfurt. Die ältesten zweifelsfrei erhaltenen Federfossilien stammen vom «Urvogel» Archaeopteryx und sind rund 150 Millionen Jahre alt. Das taubengrosse Wesen trug bereits Konturfedern, die sich kaum von jenen heutiger Vögel unterscheiden.

Ein lange Zeit akzeptiertes Modell postuliert, dass Federn aus verlängerten Reptilienschuppen hervorgegangen seien. Eine neuere Theorie sieht in der Feder hingegen eine evolutionäre Neubildung, die von einem Hohlstab über eine daunenähnliche Büschelfeder bis zur heutigen Konturfeder entwickelt hat.

Auftrieb verliehen dieser Theorie spektakuläre Funde aus dem Nordosten Chinas von gefiederten Dinosauriern aus der Gruppe der zweibeinigen, räuberischen Theropoden, aus der sich später auch die Vögel entwickelten. Die Körperbedeckungen dieser Tiere reichten von einfachen, haarähnlichen Filamenten bis zu voll ausgebildeten Konturfedern. Obwohl die Fossilien jünger sind als Archaeopteryx, deuten viele Wissenschaftler die Filamente als Frühformen der Feder, die von einigen dieser Dinosaurier beibehalten wurden.

Zum Fliegen taugten die ersten Federformen hingegen nicht, da sind sich die meisten Forscher einig. «Die ursprüngliche Bedeutung der Feder lag vermutlich in der Wärmedämmung», sagt Paläornithologe Peters. Erst im Laufe der Jahrtausende hat die Feder weitere Aufgaben übernommen – und sich zum unverzichtbaren Utensil einer ganzen Tierklasse gemausert.

Tipp:

Federn selbst bestimmen

Wer hat hier Federn gelassen? Buntspecht oder Elster? Amsel oder Sperber? Das Bestimmungsbuch «Vogelfedern» hilft, Federfunde in Feld und Wald dem richtigen Vogel zuzuordnen. Mit 124 farbigen Abbildungen, Kurzporträts der wichtigsten Vogelarten und einer Einführung mit Wissenswertem rund um die Feder.

Einhard Bezzel: Vogelfedern. Federn heimischer Arten bestimmen. BLV Buchverlag 2008, 24.90 Franken.

Eine ständig aktualisierte Sammlung von Digitalbildern von Federn einheimischer Vogelarten gibts unter www.gefiederkunde.de.

Box:

So entstehen die Farben

Ob schrill oder unauffällig – Gefiederfarben kommen auf zwei Arten zustande: durch Farbstoffe, so genannte Pigmente, oder durch die Feinstruktur der Federn.

Zu den Pigmenten zählen die Melanine mit einem Farbspektrum von Schwarz über Braun bis Schmutziggelb sowie die Carotinoide, die für gelbe bis rote Farbtöne sorgen.

Strukturfarben hingegen entstehen durch Brechung oder Reflexion von Lichtstrahlen an mikroskopisch kleinen Federstrukturen. So reflektieren beim Schwan luftgefüllte Hohlräume das einfallende Licht vollständig – der Schwan erscheint weiss. Auch das Blau des Eichelhäher beruht nicht auf einem Farbstoff, sondern – ähnlich wie das Blau des Himmels – auf Lichtstreuung. Besonders raffiniert sind Schillerfarben: Hier sind Pigmentkörnchen, Hornstrukturen und Lufträume so angeordnet, dass je nach Ein- und Ausfallswinkel des Lichtes ein anderer Farbeindruck entsteht.

So ungeheuer die Farbenpracht auf den menschlichen Betrachter wirkt: Vögel sehen sogar noch mehr. Nebst den Grundfarben Rot, Grün und Blau nehmen sie auch ultraviolettes Licht wahr. Dieser zusätzliche «Farbkanal» offenbart ihnen Gefiederzeichnungen, die uns verborgen bleiben.

So sind die Weibchen und Männchen der Blaumeisen für das menschliche Auge kaum zu unterscheiden. Im UV-Bereich ist das Geschlecht hingegen deutlich zu erkennen: Männchen reflektieren UV-Strahlung stärker. Je kräftiger der UV-Widerschein, desto attraktiver erscheinen sie für die Weibchen.

UV-Töne entstehen durch Federstrukturen, die kurzwelliges Licht reflektieren. Meist tritt UV zusammen mit anderen Farben auf, etwa mit Blau und Grün. Reine UV-Zeichnungen sind seltener, aber umso beeindruckender: So erscheint der Seidenlaubenvogel für Menschen völlig schwarz – aus Vogelsicht hingegen ist sein Gefieder kontrastreich gezeichnet.

Box:

Der Rohstoff Feder

Millionen Tonnen von Hühnerfedern landen allein in Europa jährlich im Abfall. Forscher wollen die Federberge nun als Rohstoff nutzen. Einige aktuelle Projekte:

Werkstoff: Federkeratin soll die umweltfreundliche Basis für leichte, flexible und stabile Werkstoffe liefern. Bereits gibt es Verpackungen aus modifiziertem Federprotein. Weitere Anwendungen sehen die Forscher vor allem in der Autoindustrie.

Textilfaser: Ein Team der University of Nebraska arbeitet an der Aufbereitung von Federprotein für Textilfasern. Aus diesen sollen dereinst umweltfreundliche, leichte und gut isolierende Stoffe gefertigt werden.

Wasserstofftank: Eine Gruppe um den Chemiker Richard Wool an der University of Delaware hat aus Hühnerfedern ein hochporöses Fasermaterial hergestellt, in das sich Gase einlagern lassen. Die Forscher arbeiten nun am Prototyp eines Tanks für Wasserstoffautos.

Biodiesel: Wissenschaftler der University of Nevada haben es auf das ölige Sekret abgesehen, mit dem Vögel ihre Federn bestreichen. Sie haben ein Verfahren entwickelt, um diese tierischen Fettsäuren aus der Federmasse zu extrahieren und sie zu Biodiesel zu verarbeiten.