

Kiefer und Vögel – merkwürdige Symbiosen

Michael Abs

Pines and birds – remarkable symbiosis. - M. Abs. - *Berkut*. 13 (2). 2004. - The long lasting evolutionary process of adaptations in the Eurasian Nutcracker and the American Clarks Nutcracker to feeding of pine seeds is described. The adaptation between the nutcrackers and the pine tree is so well developed and comprises so many aspects of the whole biology of the species that the term symbiosis is justified. Further the relation between other birds like the Parrot Crossbill, the Citril Finch and other species and pine seeds as food are discussed. [German].

Key words: ecology, symbiosis, pine, nutcracker.

Address: M. Abs, Elßholz Str. 8, D-10781 Berlin, Germany; e-mail: michael.abs@snaflu.de.

Сосны и птицы – замечательные симбиозы. - М. Абс. - *Беркут*. 13 (2). 2004. - Рассматриваются продолжительные эволюционные процессы адаптации к питанию семенами сосен у двух видов кедровок *Nucifraga caryocatactes* и *N. columbiana*. Эта взаимная адаптация настолько развита и охватывает так много аспектов биологии, что можно говорить о симбиозе. Обсуждаются также взаимоотношения между соснами и некоторыми другими видами птиц, такими как клест-сосновик и лимонный выюрок.

1. Einleitung

Hier sollen Lebensgemeinschaften von Vögeln der Kiefernwälder und Kiefernforsten besprochen werden, die nicht nur auf Europa beschränkt sind. Zwischen Kiefern und einigen Vogelarten sind besonders enge Beziehungen entstanden, die es berechtigt, sie Symbiosen zu nennen. Aber auch weniger enge Bindungen der Vögel an die Umwelt sollen hier betrachtet werden. Denn die Entstehung von Anpassungen ist einer der bedeutendsten und interessantesten Vorgänge in der belebten Welt. Neben den Vögeln haben viele Insekten aus den unterschiedlichsten Ordnungen sehr enge Anpassungen an das Leben auf Kiefern entwickelt, die hier nicht behandelt werden können, die aber für Vögel als Nahrungsgrundlage eine hohe Bedeutung erlangen können.

Kiefern sind Nadelbäume, die zu den gymnospermen Pflanzen gehören, die ab dem Erdaltertum, im Devon, vor etwa 350 Millionen Jahren aufgetreten sind. Kiefern selbst entstanden erst zur Kreidezeit vor etwa 130 Millionen Jahren. Der Urvogel *Archaeopteryx* wurde in Juraschichten, die etwa 150 Millionen Jahre alt sind, gefunden. Waldhabitate haben demnach die Entwicklung der Vögel begleitet und dürften schon früh als Lebensraum für Vögel bedeutsam geworden sein.

Im Tertiär, also vor rund 50 Millionen Jahren, gehörten Kiefern, z. B. die Bernsteinkiefer zu den häufigen Bäumen europäischer Wälder. In Europa haben die Eiszeiten die tertiären Wälder praktisch vernichtet und nach der Eiszeit haben moderne Kiefern Europa wieder besiedelt. Zur Gattung Kiefer, wissenschaftlich *Pinus*, gehören über 100 Arten, die auf der Nordhalbkugel heimisch sind. Auf der Südhalbkugel gibt es jedoch in fast allen Kontinenten moderne Kiefernplantagen (Abs, 2002).

2. Nadelwälder als Habitat für Vögel

Sehr gründliche morphologische Untersuchungen an Kleinvögeln haben jetzt Anpassungen an das Leben in Nadelwäldern bekannt gemacht (Korner-Nievergelt, Leisler, 2004). Im Vergleich haben Nadelwaldbewohner geringeres Gewicht und eine Fußballer der Hinterzehe, die höher und breiter ist. Bei uns sind Haubenmeise (*Parus cristatus*) und Tannenmeise (*P. ater*) Beispiele von an Nadelwälder angepassten Arten und insbesondere Leitarten für Kiefernwälder.

Aus Amerika werden 17 besonders angepasste Arten von Nadelwaldbewohnern erfasst im Vergleich zu 5 europäischen Arten und 5 weiteren asiatischen Arten. Die Nord-Süder-

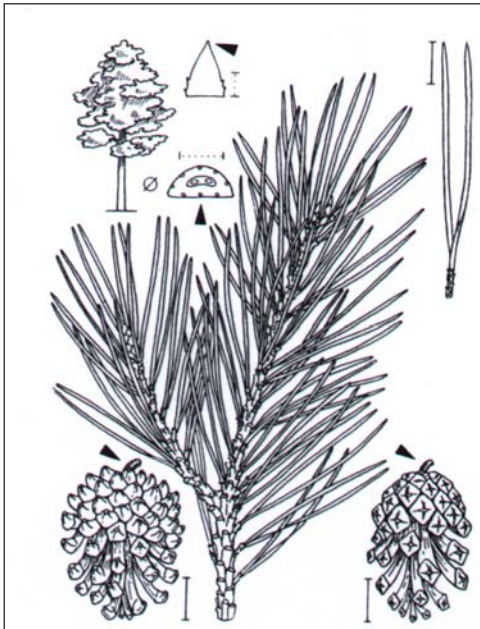


Abb.1. Waldkiefer.
Рис. 1. Лесная сосна.

streckung der amerikanischen Gebirge haben wahrscheinlich solche Anpassungsvorgänge über die Eiszeiten hinweg begünstigt, indes in Eurasien die West-Ost-Erstreckung der Gebirgszüge, die Anpassung eingeschränkt haben, wenn sie nicht die Populationen am Ausweichen gehindert und endlich vernichtet haben.

3. Kiefernadeln als Nahrungsressource für Tiere

Zahlreiche Schmetterlingsraupen fressen Kiefernadeln. Als Beispiel sei hier der Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*, Lasiocampidae) genannt, dessen Raupe bis zur Verpuppung bis zu 900 Nadeln verzehrt und so großen Schaden anrichten kann (Jacobs, Renner, 1974). Unter den Vögeln aber sind nur Auerhuhn (*Tetrao urogallus*) und Birkhuhn (*T. tetrix*) als Verzehrer von Kiefernadeln gut bekannt. In Finnland machen Kiefernadeln als Winternahrung 80 % der Nahrung des Auerhuhns aus (Pulliainen, 1970).

4. Kiefern Samen als Nahrungsressource für Vögel

Als Nahrung für Vögel sind die Samen der Kiefern jedoch wichtiger als die Nadeln. Viele Kiefernarten produzieren kleine, geflügelte Samen, die durch den Wind verbreitet werden. Es gibt allerdings auch Kiefernarten, deren schwerere, ungeflügelte Samen nur durch Vögel verbreitet werden können. Und schließlich gibt es auch Kiefern Samen, die in einer harten Schale eingeschlossen sind, die von Vögeln wohl kaum geöffnet werden können, wie etwa die Samen der mediterranen Pinie (*Pinus pinea*), die wir als Pinienkerne gerne selbst verzehren.

4.1. Geflügelte Kiefern Samen als Vogelnahrung

Als Beispiel sei hier unsere Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) genannt, deren Samen etwa 6 mg wiegen (Abb. 1). Erst im zweiten oder dritten Jahr nach der Befruchtung der weiblichen Blüte werden die Samen reif. Dann öffnen sich bei uns meist im Vorfrühling die Zapfen. In kurzer Frist sind alle Samen aus den Zapfen gefallen und liegen am Boden, wenn Sie nicht durch die Frühjahrsstürme weit transportiert werden. Wenn die Kiefern Samen am Boden liegen, kommen sie für viele Vögel als Nahrung bald nicht mehr in Betracht. Als Beispiel für diese saisonbedingt kurzfristige Nutzung von Kiefern Samen als wichtige Nahrungsquelle für Vögel nenne ich als erstes den Zitronengirlitz (*Serinus citrinella*), der auf die Bergwälder der Alpen und Pyrenäen und wenigen weiteren Verbreitungsinselfen in Europa beschränkt ist. Borrás et al.(2003) haben das Nahrungsspektrum des Zitronengirlitz im Jahreslauf für die Pyrenäen untersucht. Dazu haben sie von über achttausend Individuen, den Kropf von außen inspiziert. Im Winter überwiegen Samen der Wald- und der Schwarzkiefer (*P. nigra*). Im Frühjahr steigen die Vögel höher im Gebirge und ernten dann die Samen der Bergkiefer (*P. mugo*), die an der oberen Waldgrenze (Latschenregion) stockt. Ab Juni



wechseln sie für den Rest des Jahres zu Kräutersamen (Löwenzahn (*Taraxacum*), Distel (*Cirsium*), Gänsefuß (*Chenopodium*))(Abb. 2).

Als Futter für die Nestlinge des Zitronengirlitz dürften allerdings Löwenzahn und Insekten wichtiger sein als Kiefersamen, weil die Brutzeit erst im Frühling einsetzt.

Dagegen spielen Kiefersamen für die Jungenaufzucht beim Kiefernkreuzschnabel (*Loxia pytyopsittacus*) eine bedeutende Rolle. Er brütet nämlich in Nordosteuropa zu einer Jahreszeit, wenn im Spätwinter sich die Kiefernzapfen öffnen. Ein Nestling erhält etwa 350 Kiefersamen pro Fütterung. Die Eltern bringen bis zu 3500 Kiefersamen täglich ihren Nestlingen. Für eine Brut werden bis zu 80 000 Kiefersamen verfüttert. Kiefernkreuzschnäbel nehmen auch Fichtensamen, wenn diese vorhanden sind (Pulliainen, 1972, 1974; Glutz von Blotzheim, Bauer 1997). Kiefernkreuzschnäbel zeigen eine enge Bindung ihres Brutgeschäfts an die Samenreife der Waldkiefer.

Viele andere Vögel, die Nadelwälder bewohnen, nutzen im Spätwinter Kiefersamen als Nahrung. Es sind vor allem Meisen und Spechte, aber eine engere Bindung an die Kiefer ist bei diesen Vogelarten eigentlich nicht erkennbar.

4.2. Der Tannenhäher und der ungeflügelte Samen der Zirbelkiefer

Seit Hermann Mattes, jetzt Professor an der Universität Münster, in seiner Doktorarbeit (Mattes, 1978; Mattes, 1982) die enge Beziehung des Tannenhähers (Abb. 3) mit der Zirbelkiefer untersucht hat, wissen wir um diese merkwürdige Symbiose. Es gibt etwa 12 Kiefernarten mit ungeflügelten Samen. Sie werden Steinkiefern genannt. Eine davon ist die Zirbelkiefer oder Arve (*P. zembra*) (Abb.

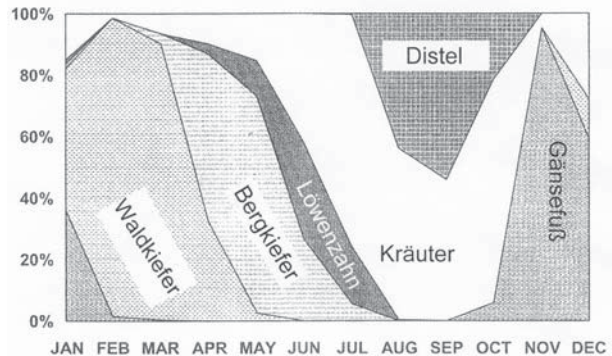


Abb. 2. Monatliche Variation verschiedener Nahrungsanteile beim Zitronengirlitz (n = 3374 Feststellungen). Nach Borrás et al., 2003.

Рис. 2. Месячная вариация состава пищи у лимонного вьюрка (n = 3374).

4). Die Arve hat einen Verbreitungsschwerpunkt in Graubünden in der Schweiz in den zentralen Alpen mit einem relativ trockenen, kontinentalen Klima. Bei diesen Arven fallen die Zapfen schließlich vom Baum, wenn sie reif sind, ohne dass die Samen sich aus dem Zapfen lösen. Der einzelne, im Zapfen fest sitzende Arvensamen, das Arvennüsschen, wiegt bis zu 200 mg. Es ist also so schwer, dass der Baum den Tannenhäher als Transporteur benötigt, um die Samenverbreitung zu vollziehen, weil der Wind die ganzen Zapfen nicht fortwehen kann. Wenn im Herbst die Arvennüsse reifen, kommen die Tannenhäher, hacken die Nüsschen aus den Zapfen, sammeln sie und bringen sie in Verstecke auf dem Boden, sei es im Wald sei es auf den Viehweiden oberhalb der Waldgrenze. Die aus dem Zapfen herausgehackten Arvennüsse sammelt der Tannenhäher in seinem Kehlsack (Abb. 5), den man nicht mit dem Kropf verwechseln sollte. Dieser Kehlsack liegt vor der Brust, also nahe am Schwerpunkt des Vogels und kann bis zu 90 Samen aufnehmen. Ist der Kehlsack gefüllt, fliegt der Vogel los und füllt seine Verstecke, in jedem Versteck werden etwa 3–4 Nüsschen abgelegt. In guten Jahren legt ein Tannenhäher bis zu 6000 Verstecke an und kann bis zu 60 000 Nüsschen verstecken. Diese

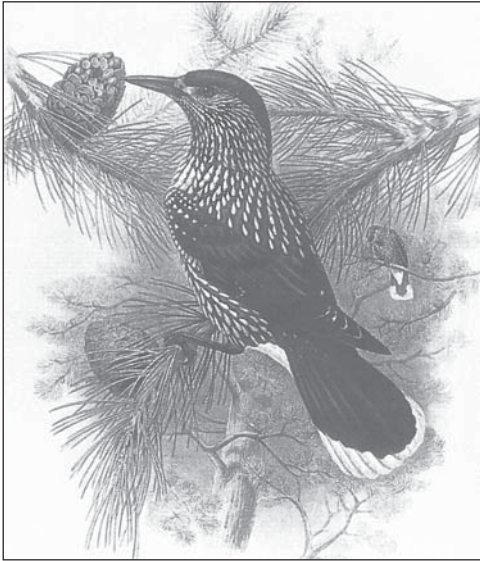


Abb. 3. Tannenhäher. Рис. 3. Кедровка.

Vorräte sind dringend nötig, denn der Winter ist lang und im Frühling müssen mit diesen Vorräten die 2 Jungen aufgezogen werden. Dazu braucht der Tannenhäher etwa 130 Nüsschen pro Tag. War die Ernte gut, kann er auch noch im Sommer von seinen Vorräten zehren und diese mit Insekten und weiterer vegetabilischer Nahrung ergänzen. Natürlich sind ihm auch Haselnüsse im Herbst hoch willkommen. Bei solchen Transportmengen und Transportwegen, die unter Umständen 10 km erreichen können, auch wenn wenige hundert Meter die Regel sind, sind die Transportkosten für den Vogel hoch. Daher werden alle zum Transport ausersehenen Nüsschen zuerst auf ihre Qualität geprüft. Manchmal kann der Häher, aber auch der menschliche Beobachter schon an der Schalenfärbung eine schlechte Nuss erkennen, die dann verworfen wird. Oft muss aber eine Nuss im Schnabel auf geheimnisvolle Art geprüft werden, um die Qualität zu erkennen. Ab August reifen die Arvennüsse in Graubünden und müssen in bestens vierzehn Tagen geerntet werden. Ende Oktober sind die letzten reifen Zapfen zu Boden gefallen. Große Hektik erwacht unter den Tannenhähern, wenn die Samen reifen, und mit unwahrscheinlicher

Energie ernten, transportieren und verstecken sie die Samen. Tannenhäher verteidigen ein Revier in dem der Hauptteil der Nüsse versteckt wird und verteidigen dieses Revier lebenslang. Das Gedächtnis für diese Verstecke und ihr Wiederauffinden sind cognitive Höchstleistungen unter den Vögeln (Dierkes, 2002; Kamil, Jones, 1997).

Und welche Vorteile kann die Zirbelkiefer oder Arve aus der Symbiose mit dem Tannenhäher ziehen?

Vergleichen wir dazu erst die Entwicklung von geflügelten kleinen Samen mit den großen, ungeflügelten Samen der Steinkiefern. Kleine, leichte, geflügelte Samen können nur auf feuchtem Oberboden Wurzel schlagen. Ihre Nährstoffvorräte reichen gerade nur für die Bildung eines winzigen Würzelchens aus, das dem Keimling Wasser und Nährstoffe schnellstmöglich nach der Keimung zuführt. Eine Trockenperiode im Frühling oder Sommer lässt so ein winziges Keimpflänzchen welken und danach vertrocknen. Ist aber der Nährstoffvorrat groß, wie in den ungeflügelten Samen der Arvennüsse, dann kann der Keimling eine kräftige Wurzel in die tieferen Schichten des Bodens absenken, um dort in feuchter Umgebung an Wasser und Nährstoffe für den Sämling zu gelangen. Darin dürfte der Vorteil eines schwereren, aber ungeflügelten Samens für den Baum liegen. Auch wenn nach einer mittleren Ernte nur 0,8 % der Verstecke vom Tannenhäher unentdeckt bleiben und deren Samen dann auskeimen können, so reicht diese Zahl an Sämlingen aus, um die Verjüngung und Ausbreitung des Arvenbestandes zu gewährleisten und so noch an der Waldgrenze Terrain hinzuzugewinnen. Andere Bäume mit Windverbreitung erreichen diesen Wert kaum (Mattes, 1978; Wilkinson, 1997).

Wäre die Samenernte Jahr für Jahr gleichbleibend, würden andere Tiere, vor allem das Eichhörnchen dem Tannenhäher Konkurrenz machen. Nun schwankt aber die Ergiebigkeit der Samenernte von Jahr zu Jahr. Tannenhäher können sich den Schwankungen anpassen: Sie schränken die Eizahl und Jungenzahl ein, wenn die Samenernte im Vorjahr gering ausgefallen



ist. Außerdem vermögen sie ferner gelegene Bestände der Zirbelkiefer zur Zapfenernte aufzusuchen, wenn der eigene Bestand eine geringe Ernte hat und ein benachbarter, aber doch kilometerweit entfernter Arvenwald eine bessere Ernte bietet. Hier versagen Eichhörnchen und Mäuse, weil sie diese Entfernungen nicht überwinden können.

Unser Tannenhäher (*Nucifraga caryocatactes*) ist in Eurasien weit verbreitet und bildet mehrere Rassen aus. Wenn sich auch nicht überall eine Bindung an Steinkiefern mit großen ungeflügelten Samen findet, so zeigt die sibirische Unterart des Tannenhähers (*N. c. macrorhynchos*) wiederum eine Bindung an die sibirische Steinkiefer oder Zirbelkiefer (*Pinus sibirica*), die mit der europäischen Zirbelkiefer sehr nahe verwandt ist und ebenfalls große, ungeflügelte Samen hervorbringt.

Es bleibt vorläufig noch eine Hypothese (Lanner, 1996), dass vor einer Million Jahren, als es eine Landbrücke zwischen Sibirien und Alaska gab, da die Behringstraße trocken gefallen war, ein Vorfahr des Tannenhähers mitsamt einer Kiefernart nach Amerika eingewandert ist. Jedenfalls finden wir eine enge Symbiose beim amerikanischen Kiefernhäher (*Nucifraga columbiana*). Er lebt zusammen mit der Gelbkiefer (*Pinus ponderosa*) (Lanner, 1996).

Erstaunlich ist die parallel zum Kiefernhäher erfolgte Anpassung des Nacktschnabelhähers (*Gymnorhinus cyanocephalus*) an die Pinyonkiefer oder Nevada-Zirbelkiefer (*Pinus edulis / cembroides*). Der gerade einmal staren große Nacktschnabelhäher gehört zu einer altertümlichen Gruppe von Rabenvögeln, die sich schon im Tertiär vor rund dreißig Millionen Jahren von den altweltlichen Rabenvögeln getrennt hat und seit dieser Zeit ihre Anpassung an amerikanische Wälder betrieben hat. Die Reduktion der Schnabelborsten über den Nasenlöchern beim Nacktschnabelhäher, ist als funktionelle Verlängerung des Schnabels zu deuten, der wegen der geringen Körpergröße des Vogels doch relativ kurz ist. Dieser Art fehlt der Kehlsack. Er wird aber ersetzt durch eine Schlundtasche, die die Aufgabe der

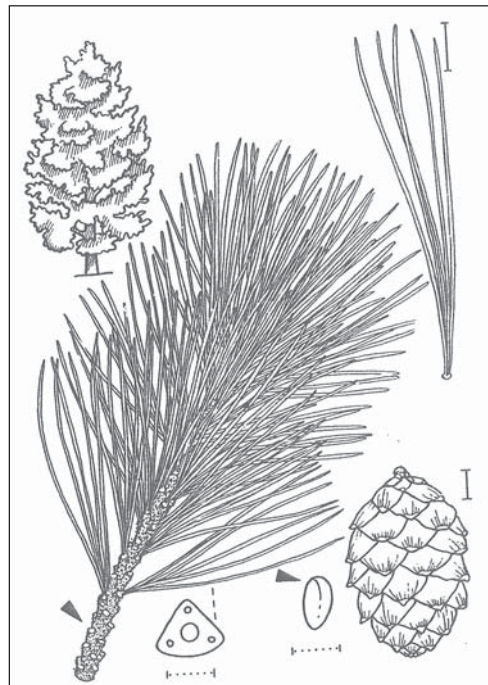


Abb. 4. Zirbelkiefer.

Рис. 4. Европейская кедровая сосна.

Verwahrung der Samen während des Transportes von der Erntestelle zum Versteck erfüllt. Im Gegensatz zu den Hähern der Gattung *Nucifraga*, die monogam sind, lebt der Nacktschnabelhäher im Schwarm. Das Sozialleben im Schwarm ermöglicht das Auffinden von den wenigen Fruchtbäumen in Jahren der schwachen Zapfenernte. Es werden auch keine Reviere gebildet, es gibt nur ein Streifgebiet des Schwarms innerhalb dessen die Samen geerntet und versteckt werden (Marzluff, Balda, 1992).

Zwei weitere Arten aus der Verwandtschaft der ursprünglichen amerikanischen Häher verstecken und verzehren ebenfalls Samen von amerikanischen Steinkiefern: der Buschhäher (*Aphelocoma caerulescens*) und der Schwarzkopfhäher (*Cyanocitta stelleri*). Sie sind aber weniger eng an Steinkiefern angepasst, sondern verstecken und fressen auch andere Baumsamen, vor allem Eicheln in großer Zahl.

Relativ wenig wissen wir über die Lebens-

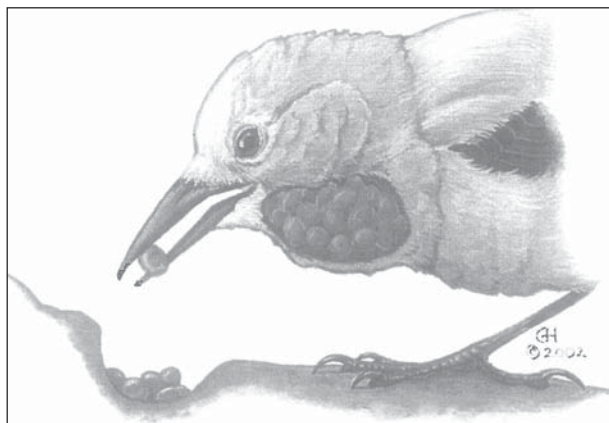


Abb. 6. Kehlsack.

Рис. 6. Горловой мешок.

weise von einem Papagei von der Größe einer Blaustirnamazone, dessen Nahrung Kiefern-samen sind. Es ist der Kiefern-sittich (*Rhynchopsitta pachyrhyncha*) aus Mexiko. Er lebt in den Bergen der Sierra Madre und zieht seine Jungen mit den Samen der mexikanischen Steinkiefer (*Pinus acahuite*) groß (Del Hoyo et al., 1997; Monterrubio et al., 2002). Wegen der Zerstörung der montanen Kiefern-wälder in Mexiko ist sein Bestand akut gefährdet.

Diese besprochenen Beispiele sollen zeigen, wie eine symbiotische Lebensweise von Kiefern und Vögeln beiden Organismen-typen hilft, sich trotz harter Lebensbedin-gungen zu behaupten (Abs, im Druck).

Endlich sollte auch die kulturbiologische Bedeutung der Steinkiefern als Nahrungsquelle wie auch als Heilmittel (Kiefernöl) für den Menschen sowohl bei den Bewohnern Sibi-riens als auch bei nordamerikanischen Indi-ern nicht unterschätzt werden (Lanner, 1992; Marzluff, Balda, 1992).

LITERATUR

- Abs M. (2002): The role of birds in their habitat. - Land-scape architecture as the basic element in the pro-tection of native species. Tuczno. 22-28.
Abs M. (im Druck): The make up of a forest bird - Adap-tations to successful birdlife in pine forests.

- Borras A., Cabrera T., Cabrera J., Senar J.C. (2003): The diet of the Citril Finch (*Serinus citrinella*) in the Pyrenees and the role of *Pinus* seeds as a key resource. - J. Ornithol. 144: 345-353.
Del Hoyo J., Elliott A., Sargatal J. (eds.) (1997): Handbook of the Birds of the World vol. 4: Sandgrouse to cuckoos. Lynx Edicions, Barcelona.
Dierkes F. (2002): Soziobiologisches Ver-halten und kognitive Leistungen des Tannenhähers (*Nucifraga c. caryoca-tactes*) unter Berücksichtigung jah-reszeitlicher Zyklen. - J. Ornithol. 143: 508-509.
Glutz von Blotzheim U. N., Bauer K.M. (Hrsg.) (1997): Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Wiesbaden.
Jacobs W., Renner M. (1974): Taschenle-xikon zur Biologie der Insekten. Stutt-gart: G. Fischer.
Kamil A.C., Jones J.E. (1997): The seed-storing corvid Clark's Nutcracker learns geometric relationships among landmarks. - Nature. 390: 276-279.
Korner-Nievergelt F., Leisler B. (2004): Morphological convergence in conifer-dwelling passerines. - J. Or-nithol. 145: 245-255.
Lanner R.M. (1996): Made for each other. A symbiosis of birds and pines. New York: Oxford University Press.
Marzluff J.M., Balda R.B. (1992): The Pinyon Jay. Lon-don: Poyser.
Mattes H. (1978): Ökologisches Studien über den Tannen-häher (*Nucifraga caryocatactes*) im Engadin und seine Bedeutung für die Verjüngung der Arve (*Pinus cembra*). - Dissertation Univ. Münster. Germany.
Mattes H. (1982): Die Lebensgemeinschaft von Tannen-häher und Arve. - Swiss Federal Inst. of forestry Re-search. Report Nr. 241: 1-74
Monterrubio T., Enkerlin-Hoeflich E., Hamilton R.B. (2002): Productivity and nesting success of Thick-billed Parrots. - Condor. 104: 788-794.
Pulliainen E. (1970): composition and selection of winter food by the Capercallie in Northeast Finnish Lapland. - Suomen Riista. 22: 67-73.
Pulliainen E. (1972): Summer nutrition of Crossbills in north-eastern Lapland in 1971. - Ann. zool. fenn. 9: 28-31.
Pulliainen E. (1974): Winter nutrition of the common Crossbill and the Pine Grosbeak in north-eastern Lap-land in 1973. - Ann. zool. fenn. 11: 204-206.
Wilkinson D. (1997): Plant colonization: Are wind dis-persed seeds really dispersed by birds at larger spatial and temporal scales? - J. Biogeogr. 24: 61-65.