Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss foresty journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 149 (1998)

Heft: 11

Artikel: Tierartenschutz in Wirtschaftswäldern

Autor: Meyer, Dietrich R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-766140

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Tierartenschutz in Wirtschaftswäldern[1]

Von *Dietrich R. Meyer*

Keywords: Conservation science; old-growth; forest management.

FDK 15:181.21: 24: 907.1

1. Einleitung

Als nationales Ziel angestrebt werden heute naturnahe Wälder im ganzen Land unter Anwendung von Waldbaumethoden, die den natürlichen Gegebenheiten Rechnung tragen *(BUWAL,* 1998). Hier soll der Frage nachgegangen werden, ob Auslichtungen oder Femelschläge in Wirtschaftswäldern des Mittellandes geeignet sind, Ziele des Naturschutzes zu erreichen. Im Ökosystem Wald dominieren die grössten Bäume das ökologische Geschehen. Ein Laubwald jeglichen Alters mit geschlossener Kronenschicht lässt im Sommer nur 2 bis 5% des Sonnenlichtes bis zum Boden dringen *(Ellsworth* und *Reich,* 1993). Die beschränkte Lichtmenge erlaubt nur wenigen spezialisierten Pflanzenarten ein Wachstum am Boden. Aber kein Wald, ob genutzt oder ungenutzt, jung oder alt, weist eine durchgehend geschlossene Kronenstruktur auf. Natürlicherweise erzeugen geomorphologische Unregelmässigkeiten, Windfall, Schneedruck, Feuer oder Pilzbefall Lücken im System. Bestimmte Waldstandorte sind sogar natürlicherweise licht. Anthropogene Faktoren der Lückenbildung sind zum Beispiel Aushieb, Weide oder Bauten. Die Rodungen der Vergangenheit führten zu einer Fragmentierung des Waldareals in verschieden grosse Flecken; zusätzliches Licht gelangt über die Waldränder ins Waldinnere. Generelle Aussagen über die Wirkung von Licht am Waldboden auf die natürliche Fauna können beim Stand des heutigen Wissens nicht erwartet werden.

[1]Nach einem Referat, gehalten am 17. November 1997 im Rahmen der Montagskolloquien der Abteilung für Forstwissenschaften der ETH Zürich.

Licht am Boden, ermöglicht durch den Bau eines Weges für Sportler *(Miller et al.,* 1998), beeinflusst die An- und Abwesenheit bestimmter Vogelarten anders als eine durch Baumtod entstandene Lücke. Das Vorkommen oder Fehlen von Tier- und Pflanzenarten in einer Waldparzelle hängt überdies von zusätzlichen Faktoren ab wie Standort, biogeographische Region, Arealgrösse *(Schmiegelow et al.,* 1997), waldbauliche Vorgeschichte, Alter und anthropogene Störungen *(Bersier* und *Meyer,* 1995; *Busing* und *White,* 1997). Damit nicht genug: das Vorkommen einer schutzwürdigen Art allein sagt noch nichts aus über die Naturschutz-Qualität eines Habitats, es könnte sich um ein «sink»-Habitat handeln *(Purcell* und *Verner,* 1998); umgekehrt ist die lokale Abwesenheit einer schutzwürdigen Art noch kein Beweis dafür, dass ein Habitat ungeeignet ist; die Zufallsbesiedlung spielt eine Rolle. Es sind bisher keine grossflächigen forstwirtschaftlichen Experimente samt Kontrollen zur Beantwortung der anfangs gestellten Frage durchgeführt worden (siehe aber *Bürgi et al.,* 1998).

Es besteht ein Paradigma, wonach bei regelmässiger Nutzung von Wäldern ein Konflikt mit Naturschutzzielen entsteht *(Broggi* und *Willi,* 1993; *Hunter,* 1990). Es gilt demnach ganz allgemein, diejenigen Nutzungsformen zu finden, die den Konflikt entschärfen, indem sie die Wirkung lokaler Eingriffe am Ökosystem auf eine grosse Fläche verteilen *(Lindenmayer* und *Franklin,* 1997). Sowohl die Naturschutzziele wie auch die Nutzungsform müssen demnach gleichzeitig mit einem individuenbezogenen und einem regionalen Massstab beurteilt werden.

Im intensiv genutzten Mittelland sind zahlreiche Tierarten der Wälder selten geworden oder gar verschwunden, die früher hier nachzuweisen waren; Beispiele sind Schwarzstorch, Waldschnepfe, Haselhuhn, Birkhuhn, Auerhuhn, Sperlingskauz, Rauhfusskauz, Dreizehenspecht, Schwarzspecht, Wildkatze und Luchs. Aber die Gründe für den Arten-Rückgang sind von Art zu Art verschieden. Es wurde eine Zunahme der Artenvielfalt von Spechten in Nutzungswäldern Zentraleuropas von Westen nach Osten festgestellt *(Mikusinski* und *Angelstam,* 1998): die Ursache dafür wird darin gesehen, dass die Wälder im Osten durchschnittlich unter geringerem Nutzungsdruck standen und einen grösseren Anteil an Altholz aufweisen als die Wälder des Westens. Wirtschaftswälder können mit Voralpenwäldern oder Altholzwäldern verglichen werden, was analoge Resultate zeitigt *(Angelstam* und *Mikusinski,* 1994; *Berg,* 1997; *Keast,* 1990; *Nilsson* und *Baranowski,* 1997; *Tomialojc* und *Wesolowski,* 1990). Die Auswirkung einzelner Nutzungsformen auf die Artenvielfalt bleibt dabei aber jeweils verborgen.

Das Kriterium «Artenvielfalt pro Flächeneinheit» ist für sich allein ungenügend für die Beurteilung von Naturnähe von Nutzungsformen. Von vergleichenden Untersuchungen am gleichen Ort wissen wir, dass Artenvielfalt bei Vögeln, Säugetieren und Pflanzen in Jungwuchs und an Waldrändern ein Maximum erreicht, in reifen Beständen ein Minimum und in alten Beständen wieder einen hohen Wert *(Baker* und *Lacki,* 1997; *Harris,* 1984; *Hunter,*

1990; *Kimmins,* 1987). Aber das Artenspektrum verändert sich mit dem Alter stark: in Altholzwäldern sind viele Tierarten nachzuweisen, die auf alte Bäume, auf liegendes und stehendes Totholz und auf Ruhe angewiesen sind *(Berg,* 1997; *Harris,* 1984; *Tomialojc* und *Wesolowski,* 1990). Solche Arten sind immer auch selten, wohl weil ihr Habitat selten geworden ist. Im Jungholz dominieren dagegen häufige Arten. Seltene, schutzwürdige Arten tragen über grosse Flächen gemessen zur Erhöhung der Artendiversität bei; sie sollten einzeln betrachtet werden.

Im Sinne von nachhaltiger Waldnutzung *(Bernasconi* und *Bachmann,* 1998) stellt die Erhöhung der Artenzahl auf einer grossen Fläche ein Naturschutzziel dar; der Weg dazu wird in unserem Land die langfristige Erhaltung der seltenen Arten sein; deren lokales Aussterben wird in vielen Fällen auf Grund der Metapopulationsstruktur die Arten in ihrer Existenz gefährden *(Geiger,* 1990; *Hansson,* 1992; siehe auch *Arnold,* 1995; *Jones,* 1987). Ich beschränke mich im folgenden auf Überlegungen im Zusammenhang mit Vögeln und Schmetterlingen.

2. Vogelarten der dunklen und der lichten Wirtschaftswälder

Ein Überblick über die Verbreitung der Schweizer Brutvögel *(Glutz,* 1997; *Mosimann et al.,* 1987; *SVS,* 1982; *Winkler,* 1984; *Winkler et al.,* 1987) erlaubt den Schluss, dass 101 Arten immer oder oft im Wald oder am Waldrand nisten *(Meyer* und *Debrot,* 1989). Von diesen Arten sind in unserem Land schätzungsweise 38 als selten zu bezeichnen, weil sie wahlweise 1) in der Schweiz am Rande ihres natürlichen Verbreitungsareals auftreten; 2) sie natürlicherweise in geringer Dichte vorkommen oder 3) im Rückgang begriffen sind. Für Überlegungen im Zusammenhang mit Wirtschaftswäldern des Mittellandes ist die dritte Gruppe besonders von Interesse. Sie umfasst Baumfalke, Auerhuhn, Birkhuhn, Haselhuhn, Waldschnepfe, Hohltaube, Uhu, Sperlingskauz, Rauhfusskauz, Dreizehenspecht, Grünspecht, Waldbaumläufer, Gelbspötter, Neuntöter, Raubwürger, Kernbeisser. Einige von diesen Arten sind in der Schweiz auf hohe Lagen zurückgedrängt worden. Unter den genannten Arten befinden sich diejenigen, die auf grosse Altholzareale mit stehendem und liegendem Totholz angewiesen sind (Hühnervögel, einige Spechte, Sperlings- und Rauhfusskauz); Altholzinseln und Totholz fehlen weitgehend in den Wirtschaftswäldern *(Schütz,* 1982). Wieder andere Arten sind Nahrungsspezialisten (Uhu, Baumfalke, Kernbeisser). Eine weitere Gruppe von Arten ist auf reich strukturierte und vom Menschen ungestörte Waldränder angewiesen (Habicht, Schwarzmilan, Haselhuhn, Waldschnepfe, Waldbaumläufer). Vogelarten, welche dichte, geschlossene Wälder bevorzugen, sind etwa der Waldlaubsänger in Buchenwäldern, der Mittelspecht in Eichenwäldern oder Waldbaumläufer, Haubenmeise und Wintergoldhähnchen in Nadelholzwäldern (siehe auch *Tomialojc*

und *Wesolowski,* 1990). Typische und häufige Arten der lichten Wirtschaftswälder sind Zilpzalp *(Hinsley et al.,* 1995) oder Heckenbraunelle, welche Waldlücken mit reicher Strauch- oder Brombeerschicht benötigen.

Aus der obigen Darstellung am Beispiel der Vögel mag man den Schluss ziehen, dass am ehesten die Schaffung von Altholzinseln, die Verlängerung des Rotationszyklus, naturnahe Waldrandgestaltung und Femelschlag sinnvolle diversitätsfördernde Massnahmen in Wirtschaftswäldern sind. Auslichtungen («mehr Licht auf die Waldböden») oder Mittelwaldbewirtschaftung würden zwar in bestimmten Fällen die Vogelarten-Diversität erhöhen, je nach Massnahme und Waldgesellschaft aber auch das Gegenteil bewirken *(Bersier* und *Meyer,* 1995). Verjüngungsflächen helfen mit, die Biodiversität zu erhöhen; sie zeigen Randeffekte, das heisst die Kontaktstreifen zum reifen Wald können die Wirkung von Waldrändern haben (siehe *Harris,* 1984).

3. Natürliche Waldentwicklung : Selbstverdünnung, durch Konkurrenz

Die Theorie der Selbstverdünnung lässt die Voraussage zu *(Whittington,* 1984; siehe auch *Schütz,* 1998), dass auf jeder pflanzenbewachsenen Fläche, ob Maisfeld oder Naturwald, die Zahl der indivuellen Pflanzen (Bäume) umso geringer ist, je höher die Bäume gewachsen sind. Das Verhältnis der Individuenzahl N zum individuellen Stammvolumen V ist

$$N = k \times V^{-3/2}$$

wobei k eine artspezifische Konstante ist. Bäume haben die Tendenz, durch kompensatorisches Wachstum die entstandene Lücken im Kronenbereich wieder zu schliessen. Findet keine Auslichtung statt, dann tritt in wenigen % der Bäume natürlicher Baumtod auf, der die gleiche Wirkung wie Auslichtung hat (siehe auch *Meyer,* 1993). Eine dichte Kronenschicht, die nicht mehr als 2 bis 5% des Sonnenlichts bis zum Boden durchlässt, gehört somit zum natürlichen Waldzustand, so wie umgekehrt Naturereignisse oder Baumtod Bestände mosaikartig aufreissen können. Um mittels Auslichtungen in geschlossenen Beständen die Tierarten-Diversität zu erhöhen, müssen die entstehenden Lücken vermutlich eine bestimmte Mindestgrösse aufweisen, die durch kompensatorisches Wachstum auch während einiger Jahre nicht geschlossen werden kann.

4. Schmetterlings-Diversität

Die Frage der Wirksamkeit von forsttechnischen Eingriffen auf die Biodiversität ist eine Frage des Massstabs *(Hansson,* 1992): Flugfähige Vögel mit grossen Habitatsflächen richten sich nach einem grösseren Massstab als

kleine, waldbewohnende Insekten oder Pflanzen (siehe *Keel,* 1998). Deshalb sei das Thema mit Beispielen von Schmetterlingsarten erweitert.

Es ist auf Grund der vorhandenen Literatur *(Gonseth,* 1987; *Pro Natura,* 1997; *SBN,* 1987; *Weidemann,* 1986) nicht möglich, für Mitteleuropa diejenigen Schmetterlingsarten auszumachen, die den geschlossenen, dunklen Wald bevorzugen; es könnten wohl viele Arten, deren Larven auf Baumkronen leben, darunter gezählt werden. Dagegen können mit Sicherheit viele Arten des natürlicherweise lichten Waldes oder der Waldränder genannt werden. Die Larvenentwicklung, die Partnersuche und die Ernährung adulter Schmetterlinge findet an jeweils verschiedenen Orten statt. Es existieren Listen aller europäischen Schmetterlingsarten, deren Larven sich an bestimmten Baumarten ernähren *(Savela,* 1998): Fichte (24sp.), Weisstanne (4sp.), Föhre (16sp.), Salweide (92 sp.), Stieleiche (70 sp.), Rotbuche (>6 sp.), Gewöhnliche Esche (18 sp.), Zitterpappel (103 sp.). Aber solche Listen sagen noch nichts aus über die lokale Verbreitung und die besonderen Habitatsansprüche. Eine genauere Untersuchung der Ökologie einzelner, zum Teil seltener Arten macht auf die vielen Besonderheiten und den kleinen Massstab aufmerksam:

1. Beispiel Grosser Schillerfalter, Apatura iris L., Nymphalidae:

Die Eier und Raupen finden sich auf schattigen Salweiden an Waldrändern, Waldlichtungen oder in Bachtobeln mit hoher Luftfeuchtigkeit und oft in der Nähe hoher Eichen, die nach dem Schlüpfen der Falter als Abflugrampen dienen. Die Falter saugen Pflanzensäfte und machen Paarungsflüge an den höchsten Punkten im Gelände (Eichenkronen, Hügelkuppe).

2. Beispiel Kleiner Eisvogel, Limenitis camilla L., Nymphalidae:

Die Larve lebt auf beschatteter Roter Heckenkirsche im Waldsaum, die Falter gehen zur Nektarsuche und Kot- und Mineralsalzsuche in Waldlichtungen und entlang unasphaltierter Waldwege.

3. Beispiel Grosser Eisvogel, Limenitis populi L., Nymphalidae:

Die Larven fressen an Espen und Salweiden in naturnahen Weichholz-Waldmänteln. Die Falter saugen an Kot auf Waldwegen oder halten sich zur Partnersuche in den höchsten Kronenteilen von Bäumen auf.

4. Beispiel Kaisermantel, Argynnis paphia L., Nymphalidae:

Die Eier werden an rissiger Borke von Waldrandbäumen abgelegt, die Raupen fressen an Veilchen im Waldsaum, die Falter halten sich am Waldrand und auf Waldlichtungen auf, wo sie an Blüten Nektar saugen.

5. Beispiel Gelbringfalter, Lopinga achine Scop., Satyridae:

Die Larven fressen auf Seggengras oder andern Grasarten am Waldrand. Die Falter halten sich immer auf Eichen des Waldrandes oder des Randes von Schlagflächen warmer Laubmischwälder oder Mittelwälder auf und saugen an Wegpfützen und an Doldenblütlern.

Von den 18 in der Schweiz nachgewiesenen Tagfaltern *(Papilionoidea* und *Hesperoidea),* die als strikte Waldbewohner angesehen werden, sind 9 als in ihrer Existenz gefährdet eingestuft *(Kappeler et al.,* 1987). Aber auf Grund der oben zitierten Beispiele wird klar, dass zu deren langfristiger Erhaltung lokale und gezielte Massnahmen zu treffen sind. In solchen Fällen drängt sich der Zuzug von Fachleuten auf.

Die grosse Gruppe der holzbohrenden Insekten, zu welchen auch einige Schmetterlingsarten zählen, wird hier nicht behandelt; ökologische Untersuchungen zu diesem Thema sind noch im Gange *(Nilsson* und *Baranowski,* 1997; *Schiegg,* 1998). Ihre Artenzahl ist in Wirtschaftswäldern unbekannt. Ihr Schutz kann verbessert werden, wenn genügend stehendes und liegendes Totholz zur Verfügung steht. Dieses wird aber gerade bei Auslichtungen selten.

5. Naturnahe Bewirtschaftung, Lichtungen, Randeffekte

Harris (1984) machte einen vielbeachteten Vorschlag zur Waldbewirtschaftung, der den erwähnten naturschutzrelevanten Aspekten für Tiere schematisch Rechnung trägt *(Abbildung 1):* in Wirtschaftswäldern wird ein grossflächiger Femelschlag, ein langer Rotationszyklus und eine permanente Altholzinsel geplant. Die Anordnung von frischen Schlagflächen, Naturverjün-

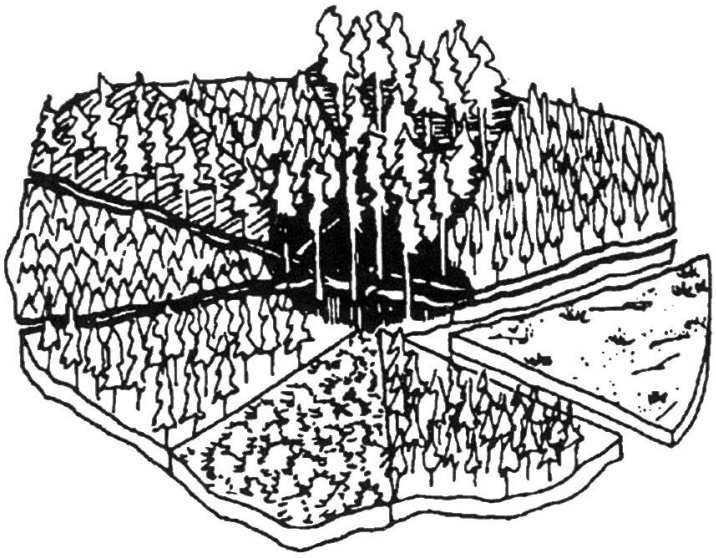

Abbildung 1. Das Harris-Modell für eine Waldwirtschaft, die hohe Biodiversität und die Sicherung gefährdeter Arten berücksichtigt. Eine permanente Altholzinsel ist umgeben von Wirtschaftwald, der nach einem langen Rotationszyklus parzellenweise durch Rodung verjüngt wird. Die Sequenz der zu rodenden Parzellen ist so festgelegt, dass zwischen den Parzellen grosse Waldrandeffekte entstehen (aus *Harris,* 1984, mit Bewilligung des Verlags reproduziert).

gungen und reifen Parzellen ist so gewählt, dass zwischen den Parzellen jeweils Waldrandeffekte *(Angelstam,* 1992) entstehen. Die Frage nach den Dimensionen solcher Parzellen und nach der Länge des Rotationszyklus kann für die Schweiz nicht eindeutig beantwortet werden. Vogelarten benötigen in Einzelfällen grosse individuelle Aktionsräume, im Extremfall 500 ha beim amerikanischen Fleckenkauz *(Andersen,* 1995; *Bart* und *Forsman,* 1992), 300 bis 400 ha bei unserem Schwarzspecht oder 100 bis 160 ha beim einheimischen Sperlingskauz *(Schaller,* 1994), etwa 50 ha beim Auerhahn *(Boag* und *Rolstad,* 1991). Nach dem Arten-Flächengesetz (siehe *Gould,* 1979) ist für Waldmosaikflecken überdies zu erwarten (siehe *Bersier* und *Meyer,* 1995), dass bei steigender Fläche F die Artenzahl S exponentiell und nach oben unbegrenzt ansteigt nach der Gleichung

$$S = k \times F^z$$

wobei k eine Konstante (Artenzahl auf vergleichbarer Einheitsfläche) und z für Vögel 0,12 ist (siehe *Meyer* und *Debrot,* 1989). Somit sollten zukünftige Altholzareale grosszügig ausgelegt werden.

Angesichts der unvollständigen Beweislage auf der Seite des Tiernaturschutzes und fehlender Resultate von grossflächigen forstwirtschaftlichen Experimenten samt Kontrollen (siehe aber *Bürgi et al.,* 1998; *Keel,* 1998) ist es dem Autor nicht möglich, den Nutzen der Schaffung von mehr Licht in Wirtschaftswäldern abzuschätzen. Aber die qualitativen Aussagen (Schaffung von Altholzinseln, lange Rotationszyklen, Femelschlag, Maximierung der Randeffekte, Belassen von Totholz) mögen Anregungen zu Anpassungen an die jeweiligen lokalen Verhältnisse sein.

Zusammenfassung

Hohe Tierarten-Diversität, besonders aber eine hohe Anzahl selten gewordener Arten wird auch in Wirtschaftswäldern des Schweizer Mittellandes angestrebt. Die Frage wird gestellt, ob mehr Licht auf die Waldböden Abhilfe bei Artenarmut schafft. Entsprechende forstwirtschaftlich-biologische Experimente zur Klärung der Frage sind bisher noch nicht durchgeführt worden. Es besteht kein kausaler Zusammenhang zwischen der Vogelartenzahl und der Zahl seltener Vogelarten in einem Gebiet; die beiden Naturschutzziele sind deshalb nicht unbedingt mit den gleichen forsttechnischen Massnahmen zu erreichen. Die Analyse der Habitatsansprüche waldbewohnender Vögel lässt den Schluss zu, dass die Schaffung von Altholzinseln, die Verlängerung des Rotationszyklus, das Liegen- und Stehenlassen von Totholz, die Gestaltung naturnaher und störungsarmer Waldränder und der Femelschlag in Wirtschaftswäldern sinnvolle Schutzmassnahmen wären. Auslichtungen und Mittelwaldbewirtschaftung würden dagegen nur in ganz bestimmten Fällen die Artendiversität erhöhen. Die Frage der Wirksamkeit von forsttechnischen Eingriffen auf die Biodiversität ist auch eine Frage des Massstabs, und Kleinarten wie Schmetterlinge oder Insekten des Totholzes sind stark abhängig von lokalen Besonderheiten und lokalen Sondermassnahmen.

Résumé

Conservation de la diversité de la faune dans les forêts d'exploitation

Dans les forêts d'exploitation du plateau suisse une diversité élevée de la faune et un certain nombre d'espèces rares sont souhaitables. La question est de savoir si l'éclaircissement de ces forêts aurait les effets espérés. Aucune expérimentation forestière à grande échelle peut renseigner actuellement sur cette question. Il n'existe pas de lien causal entre le nombre d'espèces d'oiseaux dans une forêt et le nombre d'espèces rares. Les deux buts de protection mentionnés ne sont pas forcément atteignables avec le même type de gestion. L'analyse des exigences en habitat des oiseaux forestiers révèle que la création d'îles de vieille forêt, la prolongation des cycles de rotation, le maintien du bois mort sur place, l'aménagement des lisières et les coupes sur de petites surfaces seraient des mesures raisonnables pour les forêts exploitées. Par contre, l'éclaircissement n'aurait l'effet d'augmentation de la diversité animale seulement dans des conditions bien prescrites. La question des effets d'aménagements est aussi une question d'échelle; les lépidoptères et les insectes saproxyliques dépendent fortement des conditions très particulières et des aménagements locaux s'imposent.

Summary

Fauna Diversity in Managed Forests

Nature protection has the aim of long-term conservation of high species diversity, and in particular of a number of rare species even in intensively managed forests. The question was whether bringing more light to the floor of intensively exploited forests on the Swiss plateau would improve animal diversity. No appropriate management experiments have been performed yet to answer the question. There is no causal link between bird species number and the number of rare bird species in a given forest. Therefore, different management practices may be required in order to help increase the one or the other. The analysis of habitat requirements of Swiss forest birds reveals that the creation of old-growth islands, a prolongation of rotation cycles, leaving decaying wood *in situ,* enhancing forest edge effects and small-surface logging might be better suited than selective thinning to achieve the goals. Animals react to management practices in a scale-dependant way, and lepidopterans or insects of decaying wood depend on strictly local conditions and a management adapted to the species in question.

Literatur

Andersen, M. C.; Mahato, D. (1995). Demographic models and reserve designs for the California Spotted Owl. Ecological Applications *5:* 639–647.

Angelstam, P. (1992). Conservation of communities – the importance of edges, surroundings and landscape mosaic structure. In: *Hansson, L.* (Hg.). Ecological Principles of Nature Conservation. Elsevier Applied Science, London, 436 S.

Angelstam, P.; Mikusinski, G. (1994). Woodpecker assemblages in natural and managed boreal and hemiboreal forests: a review. Annales Zoologici Fennici *31:* 157–172.

Arnold, G. (1995). Incorporating landscape pattern into conservation programs. In: *Hansson, L., Fahrig, L., Merriam, G.* (Hg.). Mosaic Landscapes and Ecological Processes. Chapman and Hall, London, 309–333.

Baker, M. D.; Lacki, M. J. (1997). Short-term changes in bird communities in response to silvicultural prescriptions. Forest Ecol. Manage. *96:* 27–36.
Bart, J.; Forsman, E. D. (1992). Dependence of Northern Spotted Owls *Strix occidentalis caurina* on old-growth forests in the Western USA. Biol. Conserv. *62:* 95–100.
Berg, A. (1997). Diversity and abundance of birds in relation to forest fragmentation, habitat quality and heterogeneity. Bird Study *44:* 355–366.
Bernasconi, A.; Bachmann, P. (1998). ETHZ Research Project: Forest planning based on sustained forestry. Internet, http://www.rereth.ethz.ch. (22.8.97).
Bersier, L.-F.; Meyer, D. R. (1995). Relationships between bird assemblages, vegetation structure, and floristic composition of mosaic patches in riparian forests. Rev. Ecol. *50:* 15–33.
Boag, D. A.; Rolstad, J. (1991). Aims and methods of managing forests for the conservation of tetraonids. Ornis scandinav. *22:* 225–226.
Broggi, M. F.; Willi, G. (1993). Waldreservate und Naturschutz. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel, 79 S.
Bürgi, M.; Schuler, A.; Ewald, K. C. (1998). ETHZ Research Project: Long-term habitat alterations in Swiss lowland forests by changing forestry practice. Internet, http:// www.rereth.ethz.ch. (16.2.1998).
Busing, R.T.; White, P. S. (1997). Species diversity and small-scale disturbance in an old-growth temperate forest: a consideration of gap partitioning concepts. Oikos *78:* 562–568.
BUWAL, (Hg. 1998). Nationaler Bericht der Schweiz zum Übereinkommen über die biologische Vielfalt. BUWAL, Bern, 64 pp.
Ellsworth, D. S.; Reich, P. B. (1993). Canopy structure and vertical patterns of photosynthesis and related leaf traits in a deciduous forest. Oecologia *96:* 169–178.
Geiger, W. (1990). Artenschutz 2000. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel, 25 S.
Glutz von Blotzheim, U. (Hg.). (1997). Handbuch der Vögel Mitteleuropas. 14 Vol. Aula Verlag, Wiesbaden.
Gonseth, Y. (1987). Atlas de distribution des papillons diurnes de Suisse *(Lepidoptera Rhopalocera),* avec liste rouge. Centre suisse de cartographie de la faune et Musée d'histoire naturelle, Neuchâtel, 242 S.
Gould, S. J. (1979). An allometric interpretation of species-area curves: the meaning of the coefficient. Amer. Naturalist *114:* 335–343.
Hansson, L. (Hg.). (1992). Ecological Principles of Nature Conservation. Elsevier Applied Science, London, 436 S.
Harris, L. D. (1984). The Fragmented Forest. Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. Univ. Chicago Press, London, 211 S.
Hinsley, S. A.; Bellamy, P. E.; Newton, I.; Sparks, T. H. (1995). Habitat and landscape factors influencing the presence of individual breeding bird species in woodland fragments. J. of Avian Biol. *26:* 94–104.
Hunter, M. L. (1990). Wildlife, Forests and Forestry. Prentice Hall, Englewood Cliffs NJ, 370 pp.
Jones, G. E. (1987). The Conservation of Ecosystems and Species. Croom Helm, London, 277 S.
Kappeler, M.; Dünnenberger, M.; Halder, U.; Geiger, W. (1987). Schmetterlinge. Schweiz. Natursch. *87* 3: 1–23.
Keast, A. (Hg. 1990). Biogeography and Ecology of Forest Bird Communities. SPB Academic, The Hague, 410 pp.
Keel, A. (1998). Die naturschützerische Bedeutung lichter Wälder für Farn- und Blütenpflanzen im Kanton Zürich. Schweiz. Z. Forstwes. *149,* 11: 887–899.
Kimmins, J.P. (1987). Forest ecology. Macmillan, New York, 531 S.
Lindenmayer, D.B.; Franklin, J.F. (1997). Managing stand structure as part of ecologically sustainable forest management in Australian Mountain Ash forests. Conserv. Biol. *11:* 1053–1068.
Meyer, D. R. (1993). Dynamik, strukturelle Heterogenität und biologische Diversität in Wald-Ökosystemen. In: *Daphinoff, D.* (Hg.). Der Wald. Universitätsverlag Freiburg Schweiz, 23–46.
Meyer, D.; Debrot, S. (1989). Insel-Biogeographie und Artenschutz in Wäldern. Schweiz. Z. Forstwes. *140:* 977–985.
Mikusinski, G.; Angelstam, P. (1998). Economic geography, forest distribution, and woodpecker diversity in Central Europe. Conser. Biol. *12:* 200–208.

Miller, S. G.; Knight, R. L.; Miller, C. K. (1998). Influence of recreational trails on breeding bird communities. Ecol. Appl. *8:* 162–169.
Mosimann, P.; Naef-Daenzer, B.; Blattner, B. (1987). Avifauna der Waldgesellschaften. Ornithol. Beob. *84:* 275–300.
Nilsson, S. G.; Baranowski, R. (1997). Habitat predictability and the occurrence of wood beetles in old-growth beech forests. Ecography *20:* 491–498.
Pro Natura (1997). Schmetterlinge und ihre Lebensräume. 2 Vol. Pro Natura, Basel.
Purcell, K. L.; Verner, J. (1998). Density and reproductive success of California Towhees. Conserv. Biol. *12:* 442–450.
Savela, M. (1998). Larval food plant information sorted by plant species *(Lepidoptera).* Internet, http://www.funet.fi/pub/sci/bio/life/warp/index.html. (1998).
SBN, (1987). Tagfalter und ihre Lebensräume – Arten, Gefährdung, Schutz. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel, 516 S.
Schaller, M. (1994). Revieranalyse einer seltenen Vogelart am Beispiel des Sperlingskauzes *Glaucidium passerinum.* Rapport Diplomarbeit. Institut für Zoologie, Universität Freiburg, 45 S.
Schiegg, K. (1998). ETHZ Research Project: Limiting factors of saproxylic insects: habitat relationship of an endangered ecological group. Internet, http://www.rereth.ethz.ch. (16.2.98).
Schmiegelow, F. K.; Machtans, C. S.; Hannon, S. (1997). Are boreal birds resilient to forest fragmentation? An experimental study of short-term community responses. Ecology *78:* 1914–1932.
Schütz, J.-P. (1982). La sylviculture et l'écologie se rejoignent dans le traitement régulier de nos forêts. Schweiz. Z. Forstwes. *133:* 5–18.
Schütz, J.-P. (1998). Licht bis auf den Waldboden: waldbauliche Möglichkeiten zur Optimierung des Lichteinfalls im Walde. Schweiz. Z. Forstwes. *149,* 11: 843–864.
SVS (1982). Verbreitungsatlas der Brutvögel der Schweiz. Schweiz. Vogelwarte Sempach, 462 S.
Tomialojc, L.; Wesolowski, T. (1990). Bird communities of the primaeval forest of Bialowieza, Poland. In: *Kiest, A.* (Hg.). Biogeography and Ecology of Forest Bird Communities. SPB Academic. The Hague, 141–166.
Weidemann, H.-J. (1986). Tagfalter. 2 Vol. Neumann-Neudamm, Melsungen Deutschland.
Winkler, R. (1984). Avifauna der Schweiz, eine kommentierte Artenliste. I. Passeriformes. Ornithol. Beob. Beiheft 5.
Winkler, R.; Luder, R.; Mosimann, P. (1987). Avifauna der Schweiz, eine kommentierte Artenliste. II. Non-Passeriformes. Ornithol. Beob. Beiheft 6.
Whittington, R. (1984). Laying down the –3/2 power law. Nature *311:* 217.

Verfasser:
Prof. Dietrich R. Meyer, Departement für Biologie, Universität, Blvd. de Pérolles, CH-1700 Freiburg. E-mail: dietrich.meyer@unifr.ch.