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

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 140 (1989)

Heft: 11

Artikel: Insel-Biogrographie und Artenschutz in Wäldern

Autor: Meyer, Dietrich / Debrot, Sylvain

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-764270

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: 17.07.2025

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

Insel-Biogeographie und Artenschutz in Wäldern

Von *Dietrich Meyer* und *Sylvain Debrot*
(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Freiburg, CH-1700 Freiburg)
Oxf.: 907.13

1. Einleitung

Wälder der Schweiz werden dank vermehrtem Einsatz von technischen Mitteln und einem immer dichter werdenden Strassennetz intensiv genutzt. Gleichzeitig verliert das Land in immer schnellerer Gangart wildlebende Tier- und Pflanzenarten. Die Frage stellt sich für den Biologen, ob Artenverlust quantitativ fassbar ist und ob auch das flächenmässig fast konstant gebliebene Waldareal der Schweiz von Artenverlusten betroffen ist.

2. Ökosystem Wald

Die Abgrenzung des Ökosystems Wald von seiner Umgebung ist sehr deutlich für Lebensgemeinschaften und Nährstoffzyklen, aber natürlich nicht für elektromagnetische Strahlung, Wasser und Gase. Dieser Sachverhalt weist gewisse Parallelen mit den Verhältnissen auf Inseln auf. Das Ökosystem Wald ist sehr kompliziert. Auf Grund von Artenlisten wird geschätzt, dass es in den Schweizer Wäldern etwa 20 000 Tierarten und 2000 Gefässpflanzen gibt. Dazu kommen ungezählte Pilzarten, Algen, Bakterien, Flechten und Moose. Ein hervorstechendes Merkmal des Ökosystems Wald ist die enge Vernetzung der vorhandenen Tier- und Pflanzenarten untereinander. 60 Millionen Jahre der Waldevolution seit Beginn des Tertiärs hat die vielen komplizierten, stabilen Netzwerke der Organismen hervorgebracht. Der winzige Buchenspringrüssler, *Orchestes fagi* L, liefert dafür ein erstes Beispiel: Er durchlöchert jedes Jahr in wechselnder Individuenzahl die frischen Buchenblätter. Sein Kot-Regen bringt das für Bakterien und Pilze wertvolle Phosphat auf die phosphatarme Streue-Oberfläche. Dies fördert messbar den Streue-Abbau (*Herlitzius* und *Herlitzius,* 1978) und damit den Keimungserfolg von Buchen. Auch der achtzähnige Fichtenborkenkäfer (= Buchdrucker), *Ips typographus* L, ist in ein Netzwerk eingebunden: Pilze, Spinnen, Käfer und Hymenopteren sorgen zusammen mit

den Abwehrmechanismen der Bäume dafür, dass grosse Buchdruckerpopulationen auch ohne Intervention des Menschen immer wieder zusammenbrechen und die Primärschäden örtlich streng begrenzt bleiben (*Okolôw,* 1987; *Moor,* 1987).

Die Existenz der komplizierten Netzwerke führt zur Annahme, dass jeder menschliche Eingriff ins Ökosystem Wald unbeabsichtigte Nebenwirkungen zeitigen kann. Was sind die Auswirkungen der Forstwirtschaft auf dieses Ökosystem? Die Antwort kann nur bruchstückhaft gegeben werden, da sehr viele Untersuchungen fehlen.

3. Artenverlust

Ein ungestörtes Ökosystem hat nach allem, was man weiss, über viele Jahrzehnte hinweg eine praktisch konstante Anzahl von Tier- und Pflanzenarten (*Lande,* 1988). Ein Verlust einzelner Arten durch Zufälle, Katastrophen oder Klimaveränderungen wird wettgemacht durch den Arten-Neuzuzug. Die Neuentstehung von Arten durch Selektionsprozesse benötigt dagegen gewöhnlich mehr Zeit. In den letzten Jahren hat man für die Schweiz die alarmierende Entdeckung gemacht, dass viele Pflanzen- und Tierarten fast unbemerkt verschwinden (*Schwarz,* 1987). Sogenannte «Rote Listen» (siehe *Abbildung 1*) geben darüber Auskunft (*Bruderer* und *Thönen,* 1977, 1982; *Hotz* und *Broggi,* 1982; *Landolt et al.,* 1982; *Ritter* und *Waldis,* 1983; *Maibach* und *Meier,* 1987; *Gonsetz,* 1987).

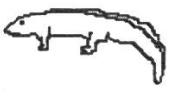
	Gefäss-pflanzen	Libellen	Schmetter-linge	 Amphibien	Reptilien	Vögel
CH:						
Artenzahl	ca. 3000	81	195	19	15	175
auf Roten List.	773	49	76	15	12	89
Wälder						
Artenzahl	?	0	70	2	6	101
auf Roten List.	?	0	18	1	4	24

Abbildung 1. Zusammenstellung verschiedener Roter Listen bedrohter und verschwundener Arten für die Schweiz und für das Waldareal der Schweiz. Stand 1988.

Eine Rote Liste enthält alle diejenigen Arten, die in einer bestimmten Untersuchungsperiode aus dem Gebiet verschwunden sind oder deren Bestände gefährlich gering sind. Ferner befinden sich darin diejenigen Arten, deren Individuenzahlen mit der Zeit stark abnehmen. Je nach Organismengruppe sind heute bereits 0 bis 20% aller einheimischen Arten verschwunden! Den verschwundenen Arten stehen nur wenig Neubesiedler entgegen (zum Beispiel Sommerflieder, Türkentaube, Luchs). Rote Listen decken nur diejenigen Organismengruppen ab, die von der Lebensweise und ihrer Verbreitung her gut bekannt sind und über deren Vorkommen vor 20, 30 und mehr Jahren man etwas weiss. Über die 30 000 übrigen Tierarten, Pilze, Flechten und Moose ist man noch völlig ungenügend unterrichtet; das Verschwinden einzelner Arten würde nur ausnahmsweise bemerkt. Es ist leicht einzusehen, dass eine bestimmte Tierart, deren Vorkommen in der Schweiz auf zwei kleine Hochmoore begrenzt ist, auf die Rote Liste zu setzen ist. Wie klein muss aber eine weit verbreitete Population sein, um als gefährdet eingestuft zu werden?

Für jede Art gibt es eine Populationsmindestgrösse, unterhalb welcher es fraglich wird, ob auf die Dauer alle selektiven Engpässe überwunden werden können. Eine Aufsplitterung einer grossen Population in isolierte Unterpopulationen kann eine für die Art ungünstige Wirkung haben. In vielen Fällen bleibt für den Fachmann ein Ermessensspielraum darüber, welche Art auf die Rote Liste zu setzen ist (Lande, 1988), und die Erfahrung der Besten muss entscheiden. Rote Listen werden nicht zuletzt aus diesem Grund periodisch revidiert.

Die Ursachen für den Artenrückgang in der Schweiz sind zum Teil bekannt. Sie stehen in engem Zusammenhang mit den enormen Verlusten von naturnahen Feuchtgebieten sowie der Banalisierung und Nutzungsintensivierung im Landwirtschafts- und Baugebiet.

Wie steht es nun mit den Wäldern? Die bestehenden Roten Listen wurden nach Arten durchgesehen, die man als Waldbewohner bezeichnen kann. Das Resultat ist in *Abbildung 1* festgehalten. Vögel und Schmetterlinge weisen eine bedeutende Zahl von bedrohten Waldarten aus. Drohende Artenverluste sind auch für andere Waldarten wie Flechten, Bockkäfer, Hautflügler und Säugetiere festzustellen, wie aus den Roten Listen Deutschlands zu schliessen ist (*Barth,* 1987). Das Phänomen ist somit vermutlich auch in der Schweiz nicht auf bestimmte Organismengruppen beschränkt.

4. Warum Artenschutz?

Das Bundesgesetz über den Natur- und Heimatschutz hat zum Zweck, «die einheimische Tier- und Pflanzenwelt und ihre natürlichen Lebensräume zu schützen». Die Argumente für einen wirksamen Naturschutz sind zum Teil anthropozentrischer Art: 1. die Erhaltung von intakten Ökosystemen aus Angst vor unvorhersehbaren Wirkungen bei irreversiblen Schädigungen; 2. die Erhal-

tung einer artenreichen Flora und Fauna als Ausgangsmaterial für zukünftige menschliche Nutzungen, die heute noch nicht vorauszusehen sind; 3. die Erhaltung von naturnahen, erlebnisreichen Räumen für die Erholung, die Forschung, den Tourismus; 4. die gewissenhafte Verwaltung von Gütern, die uns nur für kurze Zeit anvertraut sind; 5. die Erhaltung der Schöpfung (also Naturschutz, nicht Menschenschutz).

Die Wälder enthalten, obwohl sie nur 28% unseres Landes bedecken, schätzungsweise 60 bis 70% aller Tier- und Pflanzenarten, sind also ein eigentliches Artenreservoir. Die Forstwirtschaft hat somit eine grosse Verantwortung für den Naturschutz. Die demographische Entwicklung der Schweiz und die Grosszahl der bereits erfolgten technischen Eingriffe machen es rein unmöglich, jede vor Jahrzehnten registrierte waldbewohnende Art in ihrem Bestand zu sichern. Man ist gezwungen zu fragen, was getan werden muss, um wenigstens noch 95% aller Arten langfristig zu erhalten. Für die Beantwortung der Frage bieten sich zwei Wege an, die sich gegenseitig ergänzen: Überlegungen zur Insel-Biogeographie und die Untersuchung der Lebensweise bestimmter Arten (*Anderegg,* 1988; *Nievergelt* und *Schiess,* 1984; *Debrot* und *Meyer,* 1989).

5. Insel-Biogeographie

Die ökologische Theorie zur Verbreitung von Arten auf Inseln (Insel-Biogeographie) wurde von *MacArthur* (1984) begründet und hatte seine Anfänge in den Untersuchungen ozeanischer Inseln. Sie ist aber unter bestimmten Bedingungen auch auf Ökosysteme des Festlands, also Wälder, anwendbar (*Simberloff* und *Abele,* 1976; *Harris,* 1986). Sie kann sich nach einigen Änderungen heute auf zahlreiche Forschungsergebnisse in der ganzen Welt abstützen. Sie enthält folgende Aussagen:

1. Arten sind die Grundelemente in der Organisation einer Lebensgemeinschaft. Auch bei reicher Immigration von immer neuen Arten auf einer Insel wird die Konkurrenz zwischen ähnlichen Arten den weiteren Anstieg der Artenzahl verhindern (*May,* 1988). Es stellt sich ein dynamisches Gleichgewicht ein, oder anders ausgedrückt: es gibt für jede Insel eine maximal mögliche Anzahl von Arten.

2. Die Artenzahl auf Inseln bleibt konstant, obwohl Immigrationen von Arten und deren Aussterben häufige Ereignisse sein können. Die Artenzusammensetzung jedoch wird variieren.

3. Bestimmte, ausbreitungsfreudige Organismengruppen wie Vögel, Flugsamenpflanzen oder Insekten besiedeln isolierte Inseln leichter als andere Gruppen wie Säugetiere und Reptilien. Letztere können nur durch ausserordentliche Zufälle (schwimmende Vegetationsinseln) auf Inseln gelangen. Die Artenzahl auf Inseln steigt entsprechend für Inselketten oder bei enger Nachbarschaft zum Festland (siehe *Abbildung 2a*).

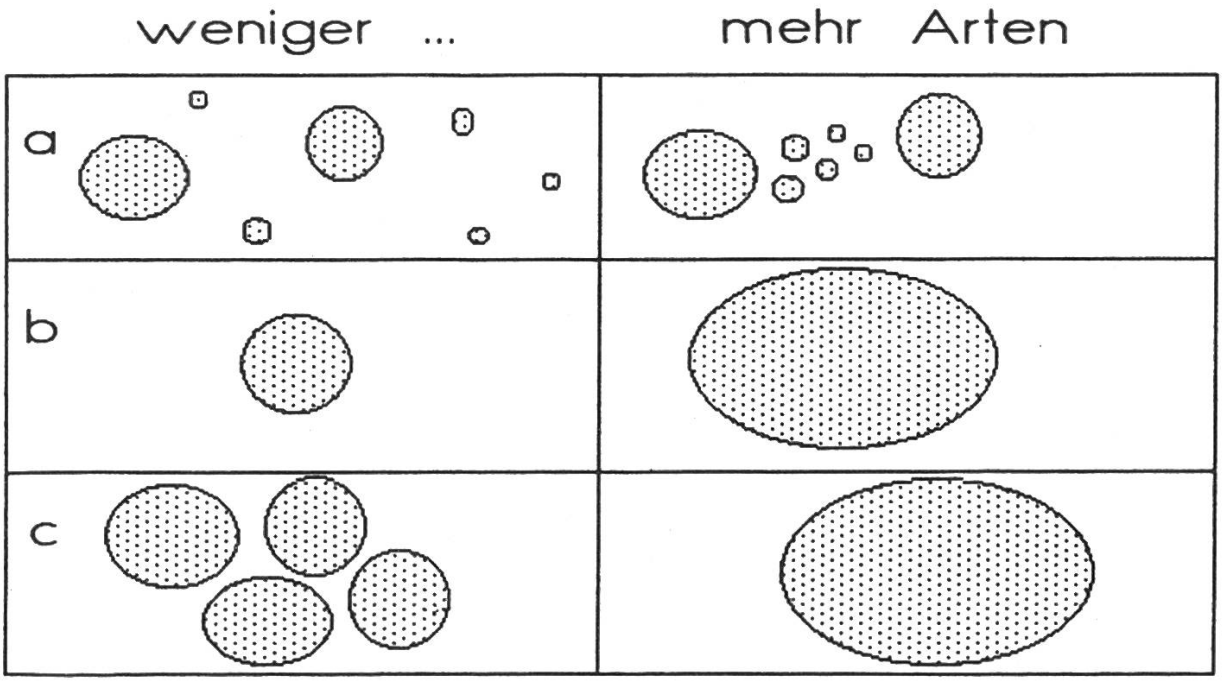


Abbildung 2. Die Artenzahl von Inseln hängt ab von ihrer Beschaffenheit und Lage. Auch Wälder können mit bestimmten Einschränkungen biogeographisch wie Inseln behandelt werden.

4. Kleine Inseln haben weniger Arten als grosse (siehe *Abbildung 2b*). Artenzahl und Fläche stehen in exponentieller Beziehung zueinander. Mathematisch ausgedrückt heisst dies: $A = B \times F^c$ (Arten-Flächengleichung), wobei A = Artenzahl, B = Artenzahl bei Fläche 1, F = Fläche, c = Konstante. Jedes Zahlenbeispiel verlangt die Auszählung aller Arten auf einer Einheitsfläche (= B) und eine Konstante c, deren Wert von der geographischen Lage der Insel und der untersuchten Organismengruppe abhängt.

5. Mehrere, benachbarte Inseln beherbergen zusammen weniger Arten als eine flächengleiche, grosse Insel. Dies hängt zusammen mit den Arten, welche grosse Arealansprüche haben, wie Raubvögel, Spechte und grosse Säugetiere. In bestimmten Fällen kann es sich allerdings auch umgekehrt verhalten (*Higgs* und *Usher,* 1980), etwa wenn Inselrand-Effekte dominieren (siehe *Abbildung 2c*).

Die Insel-Biogeographie und die Arten-Flächengleichung sind nun auch auf Festland-Ökosysteme anwendbar, wenn bestimmte Vorsichtsmassregeln gewahrt bleiben. Ein Waldareal wird für wenig mobile Arten wie bodenlebende Kleinsäuger oder wirbellose Tiere zu einer Insel im Meer von Kultursteppe, ein Berggipfel für Kleinsäuger eine Kälteinsel im warmen Tiefland usw.

6. Naturschutz und Arten-Flächengleichung bei Wäldern

Die Gesamtfläche des Waldareals in der Schweiz beträgt 1 187 000 ha. Eine Kontroll-Rechnung soll zunächst zeigen, ob die Arten-Flächengleichung anwendbar ist. Die Frage lautet: wie viele Vogelarten sind im gesamten Waldareal

der Schweiz gemäss der Gleichung zu erwarten, wenn man die Artenzahl auf einer Waldparzelle kennt? Es sei angenommen, dieses Waldareal bilde eine zusammenhängende Insel in einer Umgebung von Nicht-Wald; für die sehr bewegliche Gruppe der Vögel ist diese Annahme berechtigt. Für die Festlegung der Konstante B braucht es gute Artenzählungen. Da Wälder in der Schweiz aber sehr verschiedenartig sind, muss ein repräsentativer Mischwert gefunden werden. *Mosimann et al.* (1987) haben die Vogelarten in sieben verschiedenen, aber häufigen Waldarealen gezählt. Der Mittelwert für B wird demnach 27,4 Arten pro 20 ha. Die Arten-Flächengleichung ergibt nun für das gesamte Waldgebiet der Schweiz: $A = 27{,}4 \times (1\,187\,000 : 20)^{0{,}12} = 102{,}5$ Vogelarten. Der Wert $c = 0{,}12$ wurde einer Tabelle entnommen (*Begon et al.,* 1987). Die Konsultation von Artenlisten (*Schweiz. Vogelwarte,* 1982) ergibt, dass tatsächlich 101 von total 175 Arten in der Schweiz regelmässig oder oft in den Wäldern brüten (siehe *Tabelle 1*). Die Übereinstimmung der Werte weist darauf hin, dass die getroffenen Annahmen statthaft waren. Eine andere Rechnung soll nun die Frage beantworten, wie gross das ungestörte, naturnahe Waldareal sein muss, um 90% der vorkommenden Waldvogelarten langfristig zu erhalten. Man kommt mit der Arten-Flächengleichung auf den Wert von 41,5% der heutigen Waldfläche.

Schon heute sind aber 24 Waldvogelarten selten oder in ihrem Bestand gefährdet, und dies, obwohl das Waldareal in den letzten Dezennien gar nicht abgenommen hat! Das gesetzlich gesetzte Ziel, das Waldareal zu erhalten, wurde zwar erreicht, aber das Ökosystem Wald ist nicht naturnah, nicht intakt. Wir schätzen, dass ungefähr 10 (5 bis 15) der gefährdeten Vogelarten in den nächsten Dezennien verschwinden werden. Folgende Überlegungen liegen der Annahme zu Grunde: grosse Organismen haben als grobe Faustregel unterhalb von etwa 2000 Individuen ein erhöhtes Aussterberisiko. Dieses muss sich nicht sofort in Form von Populationszusammenbrüchen manifestieren. Aber vermehrte Inzucht, Probleme bei der Partnersuche und die Gefahr der Populationsaufsplitterung wachsen, und damit auch der Einfluss des Zufalls. Das Risiko des Aussterbens bei einem zukünftigen selektiven Engpass steigt an (*Soulé,* 1986; Lande, 1988).

Die Populationsgrössen der einheimischen Fauna sind aber nur in wenigen Fällen bekannt. Überdies respektieren Populationen die Landesgrenzen nicht. Arten, die auf naturnahen Wald angewiesen sind und grosse Arealansprüche stellen, haben Populationsgrössen von nur wenigen hundert oder tausend Individuen (zum Beispiel Auerhuhn, Rauhfusskauz, Schwarzspecht). Die oben erwähnte Schätzung basiert auf solchen Befunden.

Beim vorprogrammierten Verlust von zehn Vogelarten kann mittels der Arten-Flächengleichung die Aussage gemacht werden, dass die menschlichen Aktivitäten in den Schweizer Wäldern sich ökologisch so auswirken, als ob 60% des Waldareals zerstört worden seien.

Tabelle 1. Vogelarten der Schweiz, die immer oder oft im Wald oder am Waldrand nisten. (Mit # sind die Arten der Roten Liste bezeichnet.)

#	Nachtreiher	Héron bihoreau
	Graureiher	Héron cendré
#	Gänsesäger	Harle bièvre
#	Rotmilan	Milan royal
	Schwarzmilan	Milan noir
	Mäusebussard	Buse variable
	Wespenbussard	Bondrée apivore
#	Sperber	Epervier d'Europe
#	Habicht	Autour
	Turmfalke	Faucon crécerelle
#	Baumfalke	Faucon hobereau
	Haselhuhn	Gélinotte des bois
	Birkhuhn	Tétras lyre
#	Auerhuhn	Grand tétras
#	Steinhuhn	Perdrix bartavelle
	Fasan	Faisan
	Waldschnepfe	Bécasse des bois
#	Hohltaube	Pigeon colombin
	Ringeltaube	Pigeon ramier
	Turteltaube	Tourterelle des bois
	Kuckuck	Coucou
#	Zwergohreule	Hibou petit-duc
	Waldohreule	Hibou moyen-duc
#	Uhu	Hibou grand-duc
	Sperlingskauz	Chouette chevêchette
	Waldkauz	Chouette hulotte
	Rauhfusskauz	Chouette de Tengmalm
#	Ziegenmelker	Engoulevent
#	Wiedehopf	Huppe
#	Wendehals	Torcol
	Grauspecht	Pic cendré
	Grünspecht	Pic vert
	Schwarzspecht	Pic noir
	Buntspecht	Pic épeiche
#	Mittelspecht	Pic mar
	Kleinspecht	Pic épeichette
	Dreizehenspecht	Pic tridactyle
	Baumpieper	Pipit des arbres
	Zaunkönig	Troglodyte
	Heckenbraunelle	Accenteur mouchet
	Rotkehlchen	Rougegorge
	Nachtigall	Rossignol
	Gartenrotschwanz	Rougequeue à f.bl.
#	Gelbspötter	Hippolaïs ictérine
#	Orpheusspötter	Hippolaïs polyglotte
#	Orpheusgrasmücke	Fauvette orphée
#	Sperbergrasmücke	Fauvette épervière
	Klappergrasmücke	Fauvette babillarde
	Dorngrasmücke	Fauvette grisette
	Gartengrasmücke	Fauvette des jardins
	Zippammer	Bruant fou
	Mönchsgrasmücke	Fauvette à tête noire
	Berglaubsänger	Pouillot Bonelli
	Waldlaubsänger	Pouillot siffleur
	Zilpzalp	Pouillot véloce
	Fitis	Pouillot fitis
	Wintergoldhähnch.	Roitelet huppé
	Sommergoldhähnch.	Roitelet triple-b.
	Grauschnäpper	Gobemouche gris
	Trauerschnäpper	Gobemouche noir
#	Halsbandschnäpper	Gobemouche à coll.
	Amsel	Merle
	Ringdrossel	Merle à plastron
	Singdrossel	Grive musicienne
	Misteldrossel	Grive draine
	Wachholderdrossel	Grive litorne
	Schwanzmeise	Mésange à 1. qu.
	Sumpfmeise	Mésange nonnette
	Weidenmeise	Mésange boréale
	Haubenmeise	Mésange huppée
	Tannenmeise	Mésange noire
	Blaumeise	Mésange bleue
	Kohlmeise	Mésange charbonn.
	Kleiber	Sittelle torchepot
	Waldbaumläufer	Grimpereau des b.
	Gartenbaumläufer	Grimper. des jardins
#	Beutelmeise	Mésange rémiz
	Pirol	Loriot
#	Neuntöter	Pie-grièche écorc.
#	Raubwürger	Pie-grièche grise
	Eichelhäher	Geai
	Elster	Pie
	Tannenhäher	Cassenoix
#	Saatkrähe	Corbeau freux
	Kolkrabe	Grand corbeau
	Rabenkrähe	Corneille noire
	Star	Etourneau
	Feldsperling	Moineau friquet
	Buchfink	Pinson des arbres
	Grünling	Verdier
	Gimpel	Bouvreuil
	Fichtenkreuzschna.	Beccroisé des sapins
	Kernbeisser	Gros-bec
	Hänfling	Linotte
	Zeisig	Tarin
	Birkenzeisig	Sizerin
	Girlitz	Sérin
	Zitronenzeisig	Venturon
	Stieglitz	Chardonneret
	Goldammer	Bruant jaune
	Zaunammer	Bruant zizi

Grosse Lücken in unserem biologischen Wissen und der Mangel an grossen, naturnahen forstlichen Kontrollflächen verhindern genaue Aussagen. Aber der qualitative Befund einer generellen Verschlechterung des Ökosystems Wald kann auch mit wesentlich geänderten Schätzwerten aufrecht erhalten werden.

7. Schlussbetrachtung

Es ist noch nicht möglich, die festgestellten Artenschutzprobleme in Wäldern quantitativ zuverlässig darzustellen. Trotz des Fehlens vieler Entscheidungsgrundlagen wird es aber notwendig sein, einen einfachen forstwirtschaftlichen Plan zur Langzeit-Sicherung der wildlebenden Arten zu entwerfen. Der Forstverwaltung kommt dabei grosse Bedeutung für die Wahrung des öffentlichen Interesses Naturschutz zu (*Zimmermann,* 1988).

Résumé

La biogéographie des îles et la protection des espèces dans les forêts suisses

Un écosystème non perturbé est censé héberger un nombre constant d'espèces sauvages, plantes ou animaux. En Suisse, 24 des 101 espèces d'oiseaux forestiers, ainsi que 18 des 70 espèces de papillons forestiers sont portées sur les Listes Rouges d'espèces disparues ou menacées d'extinction. Les espèces dont les effectifs descendent en dessous d'une certaine valeur (par exemple 2000 individus) sont sujettes à des risques élevés d'extinction à long terme (consanguinité, difficultés à trouver un partenaire, augmentation du facteur hasard). Grâce à l'équation surfaces-espèces on peut assimiler la menace constatée de disparition d'espèces à une perte apparente de 60% de l'aire forestière. La biogéographie des îles met en lumière les raisons principales de la perte en espèces: manque de grandes surfaces non perturbées, isolation des populations, manque de liens entre biotopes favorables, disparition de biotopes particuliers.

Literatur

Anderegg, A. (ed.) 1988. Stichwortverzeichnis Wildbiologie. Schweiz. Dok.stelle für Wildbiol., Zürich, 314 pp.

Barth, W. 1987. Praktischer Umwelt- und Naturschutz. Verlag Paul Parey Hamburg, 310 pp.

Begon, M., Harper, J.L., Townsend, C.R. 1987. Ecology. Blackwell Scientific, Oxford. 876 pp.

Bruderer, B., Thönen, W. 1977. Rote Liste der gefährdeten und seltenen Vogelarten der Schweiz. Ornith. Beob. *74,* Sonderheft. 36 pp.

Bruderer, B., Thönen, W. 1982. Erste Revision der Roten Liste der gefährdeten und seltenen Brutvogelarten der Schweiz. Ornith. Beob. *79;* Beilage.

Debrot, S., Meyer, D. 1989. Dégradation de l'écosystème forestier: analyse et ébauches de solutions. Schweiz. Z. Forstwes. *140* (11): 965–976.

Gonseth, Y. 1987. Verbreitungsatlas der Tagfalter der Schweiz *(Lepidoptera; Rhopalocera),* mit Roter Liste. Documenta faunistica helvetiae *6,* Centre suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel, 242 pp.
Harris, L.D. 1986. The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity. University of Chicago Press, Chicago. 211 pp.
Herlitzius, R., Herlitzius H. 1978. Streuabbau in Laubwäldern. Oecologia *30:* 147–173.
Higgs, A.J., Usher, M.B. 1980. Should Nature Reserves be Large or Small?. Nature *285:* 568–569.
Hotz, H., Broggi, M.F. 1982. Rote Liste der gefährdeten und seltenen Amphibien und Reptilien der Schweiz. Schweiz. Bund für Naturschutz, Basel.
Lande, R. 1988. Genetics and Demography in Biological Conservation. Science *241:* 1455–1460.
Landolt, E., Fuchs, H., Heitz, C., Suter, R. 1982. Bericht über die gefährdeten und seltenen Gefässpflanzen der Schweiz («Rote Liste»). Ber. Geobot. Inst. ETH Stift. Rübel *49:* 195–218.
MacArthur, R.H. 1984. Geographical Ecology: Patterns in the Distribution of Species. Princeton University Press, Princeton N.J.: 269 pp.
Maibach, A., Meier, C. 1987. Verbreitungsatlas der Libellen der Schweiz *(Odonata),* mit Roter Liste. Documenta faunistica helvetiae *4.* Centre Suisse de cartographie de la faune, Neuchâtel.
May, R.M. 1988. How Many Species Are There on Earth?. Science *241:* 1441–1449.
Moor, H. 1987. Untersuchungen über den Verlauf der Massenvermehrung des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. im Kanton Aargau. Dissertation, Universität Freiburg/BRD. Verlag Sauerländer, Aarau. 112 pp.
Mosimann, P., Naef-Daenzer, B., Blattner, B. 1987. Avifauna der Waldgesellschaften, Ornith. Beob. *84:* 275–300.
Nievergelt, B., Schiess, H. 1984. Animal Response to Land-Use Changes in Grindelwald, Switzerland. Mountain Res. and Development *4:* 5–14.
Okolôw, C. 1987. Der Borkenkäfer, ein Schädling?. Wildtiere *87* (4): 5–8.
Ritter, M., Waldis, R. 1983. Übersicht zur Bedrohung der Segetal- und Ruderalflora der Schweiz, mit Roter Liste. Beitr. Naturschutz in der Schweiz. *5,* 46 pp.
Schwarz, U. 1987. Grün ist nicht grün. Verlag W. Krüger, Frankfurt a.M. 112 pp.
Schweiz. Vogelwarte Sempach (ed.) 1982. Verbreitungsatlas der Brutvögel der Schweiz. Verlag Schweiz. Vogelwarte, Sempach. 462 pp.
Simberloff, D., Abele, L. 1976. Island Biogeography Theory and Conservation Practice. Science *191:* 285–286.
Soulé, M.E. (ed.) 1986. Conservation Biology. The Science of Scarcity and Diversity. Sinauer Assoc. Inc., Sunderland, Mass., 584 pp.
Zimmermann, W. 1988. Zunehmende Regelungsdichte im Forstwesen, Schweiz. Z. Forstwes. *139* (12): 1045–1054.