

10. Zusammenfassung

Untersuchungsziel. Der zentrale Forschungsgegenstand der vorliegenden Dissertation ist die Untersuchung der Konsequenzen urbaner Habitatfragmentierung für die Biodiversität und Mobilität von Bodentieren, am Beispiel von epigäischen Käfern in Wäldern. Erstes Untersuchungsziel war herauszufinden, welchen Anteil die Habitatfragmentierung im Vergleich zu anderen Umweltfaktoren an der Veränderung der Biodiversität und Artenzusammensetzung epigäischer Käfer in urbanen Wäldern hat. In diesem Zusammenhang wurde auch überprüft, ob die Auswirkungen auf flugunfähige und damit meist auch ausbreitungsschwächere Arten, deutlicher sind. Den biozönotischen Auswirkungen der Habitatfragmentierung gehen populationsdynamische und damit populationsgenetische Auswirkungen voraus. Für die flugunfähige Laufkäferart *Carabus nemoralis*, die noch in allen untersuchten Waldfragmente vorkam, wurde überprüft, welche populationsgenetischen Spuren die urbane Habitatfragmentierung hinterlassen hat. Im Vergleich dazu wurde auch die populationsgenetischen Auswirkungen der Habitatfragmentierung im ruralen Umland untersucht, um den besonderen Charakter der urbanen Habitatfragmentierung erkennen zu können. Habitatkorridore gelten als Möglichkeit die Folgen der Habitatfragmentierung durch eine Intensivierung des Individuenaustausches zwischen Habitatfragmenten zu verringern. In Berlin können breitere Straßengrünstreifen möglicherweise eine solche Verbindungsfunktion übernehmen. Um den Beitrag solcher Verbindungselemente für die Ausbreitung einer flugunfähigen Art (erneut *Carabus nemoralis*) abschätzen zu können wurde das Laufverhalten individueller Käfer in einem Straßengrünstreifen beobachtet. Eine abschließende methodenkritische Untersuchung diente dazu, den Einfluss der dabei eingesetzten Peilsender abschätzen zu können.

Ort. Die Untersuchungen zur Artenvielfalt erfolgten in acht Laubwaldfragmenten entlang eines Stadt-Land-Gradientens im Südosten der

Großstadt Berlin. Für die Untersuchungen zur genetischen Vielfalt als zweitem Aspekt der Biodiversität und die Untersuchungen der populationsgenetischen Struktur der Beispielart wurden drei weitere Waldfragmente im ruralen Umland südlich von Berlin hinzugenommen und eines der urbanen Fragmente weggelassen. Das Ausbreitungsverhalten wurde in einem schmalen Straßengrünstreifen nahe dem Zentrum von Berlin untersucht.

Methoden. Die epigäische Käferfauna wurde ein Jahr lang mit Barberfallen erfasst. Neben Totholz-, Bodenstreu- und Humusschichtparametern in der Umgebung der Barberfallen flossen Waldfragmentgröße, Kernflächenanteil sowie der Anteil von Bodenversiegelung in der Umgebung der Waldfragmente als möglicherweise modifizierende Faktoren in die Analyse der Artengemeinschaften ein. Letztere erfolgte getrennt nach ökologischen Typen und saisonalen Aspekten. Die Erfassung der genetischen Diversität und populationsgenetischen Strukturen von *Carabus nemoralis* erfolgte anhand von Längen-Polymorphismen bei DNA-Markern des Mikrosatelliten-Typs. Um den Einfluss der Landschaftsgeschichte auf die Populationsentwicklung abschätzen zu können, wurde die Waldbedeckung des Untersuchungsgebiets bis zurück ins 18. Jh. rekonstruiert. Die Mobilität von *C. nemoralis* wurde mit Hilfe von Peilsendern im Freiland beobachtet. Dazu wurden die Käfer in einem kleinen Stadtpark gefangen, die Sender im Labor aufgeklebt, und anschließend wurden sie zur Beobachtung in einen angrenzenden Straßengrünstreifen ausgesetzt. Der Unterschied im Laufverhalten zwischen besenderten und unbesenderten Individuen wurde im Labor mit Videotechniken erfasst.

Resultate. Im Gegensatz zur generellen Artenvielfalt von Carabiden und Staphyliniden in Waldfragmenten, die in Richtung der Innenstadt von Berlin nicht abnahm, verringerte sich der Anteil von Waldstaphyliniden deutlich mit zunehmendem Urbanisierungsgrad. Der Einfluss der erhöhten Habitatfragmentierung wurde deutlich in einer Abnahme des Anteil flugfähiger Arten in stärker isolierten Waldfragmenten und der verringerten Faunenübereinstimmung stark fragmentierter Innenstadtwälder. Teilweise war

der Zusammenhang zwischen Habitatfragmentierung und Faunen-
zusammensetzung vom Einfluss der Habitatstruktur, besonders deutlich am
Beispiel des Totholzanteils sichtbar, überdeckt. Die genetische Vielfalt der
untersuchten Subpopulationen von *C. nemoralis* verringerte sich mit
zunehmender urbaner Bebauung in der Umgebung der Fangorte, dagegen war der
Zusammenhang mit der Flächengröße und der Waldbedeckung nur schwach.
Insgesamt war die genetische Vielfalt gering, wenn man sie mit der von einer
Population in einem vermutlichen pleistozänen Refugialgebiet in Südfrankreich
vergleicht. Die genetische Differenzierung der untersuchten Subpopulationen
war hoch (F_{ST} : 0.03-0.26). Die genetische Distanz zwischen den urbanen
Subpopulationen ist geringfügig höher als diejenige zwischen den ruralen
Subpopulationen, dabei ist nicht die topographische Entfernung zwischen zwei
Subpopulationen für die genetische Distanz entscheidend sondern die Anzahl von
Straßen. Der Einfluß historischer Einflüsse auf die populationsgenetischen
Muster wurde besonders deutlich an einem Allelgradienten der sich im Süden
von Berlin aufgrund von Wiederaufforstungen herausgebildet hat. Die Mobilität
von *C. nemoralis* ist ähnlich groß wie die anderer untersuchter *Carabus*-Arten,
obwohl *C. nemoralis* von den bisher untersuchten *Carabus*-Arten die kleinste
ist. Im untersuchten Straßengrünstreifen konnten keine Anzeichen für ein
gerichtetes Ausbreitungsverhalten (directed walk) beobachtet werden. Auch eine
Leitfunktion des langgestreckten Habitats, die zu einem stärker gerichteten
Laufverhalten führen könnte, wurde nicht festgestellt. Im Gegensatz zu breiteren
Sandwegen wurden Straßen nie überquert. Im Labor zeigen mit Peilsendern
ausgestattete Käfer ein stärker gerichtetes Laufverhalten, ähnlich wie flüchtende
Individuen. Bei den Freilandbeobachtungen scheint diese Verhaltensänderung
nicht ins Gewicht zu fallen, da gerade das Gegenteil beobachtet wurde.

Schlussfolgerungen. Die Auswirkungen urbaner Waldfragmentierung sind
am deutlichsten bei den flugunfähigen Taxa der Carabiden und Staphyliniden
wahrzunehmen. Selbst bei weit verbreiteten und vergleichsweise euryöken Arten
dieser Gruppe, wie *C. nemoralis*, sind populationsgenetische Konsequenzen zu
erkennen, die in stark bebauten und durch Straßen zerschnittenen Stadtbereichen

am deutlichsten sind. Der Nutzen von schmalen Habitatstreifen als Verbindungselemente sollte nicht überschätzt werden, da die Ausbreitung in diesen Strukturen nicht sehr effektiv ist.