

Zusammenfassung

Wälder liefern dem Menschen wichtige Ressourcen, wie Nahrung oder Bauholz und beherbergen einen Großteil der terrestrischen Artenvielfalt. In den Wäldern der nördlichen Hemisphäre haben die Intensität und das flächige Ausmaß von natürlichen Störungen, wie Brände, Borkenkäferausbrüche oder Stürme in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen. In den ökonomisch wichtigen Fichtenwäldern Europas sind Stürme und begleitende Ausbrüche des Buchdruckers (*Ips typographus*) die Hauptursache solcher Störungen und betreffen durch sturmgeschädigtes Holz jährlich ein Wirtschaftsvolumen von bis zu 16 Milliarden Euro. Um Folgeschäden und Wertverluste des Holzes durch Pilz- und Borkenkäferbefall zu minimieren, werden Sturmschäden von Forstbetrieben schnellstmöglich durch sogenannte „Sanitärhiebe“ aufgearbeitet. Gerade diese Störungen sind jedoch auch die Haupttreiber für eine erhöhte Strukturvielfalt und Biodiversität in Wäldern. Art und Umfang von Sanitärhieben lösen daher heftige Diskussionen zwischen Forstwirtschaft und Naturschutz aus, besonders, wenn es sich um Flächen in Schutzgebieten handelt. Ein detailliertes Verständnis der ökologischen Auswirkungen von Sanitärhieben auf Biodiversität ist daher wichtig, um wissenschaftlich fundierte Naturschutzkonzepte entwickeln zu können. Bisher fehlen vor allem Studien, die untersuchen, welche Arten besonders von Sanitärhieben betroffen sind und welche ökologischen Mechanismen für ihren Rückgang verantwortlich sind.

Im ersten Artikel dieser Dissertation konnte durch eine globale Meta-Analyse gezeigt werden, dass vor allem totholzgebundene (xylobionte) Artengruppen, wie xylobionte Käfer oder Holzpilze, besonders unter Sanitärhieben leiden. Bodenbewohnende Artengruppen, wie Spinnen oder Laufkäfer, profitierten jedoch von Sanitärhieben und der damit verbundenen Auflichtung. Selbst Artengruppen, die keine Veränderung in der Artenzahl aufwiesen, zeigten gravierende Änderungen in der Zusammensetzung ihrer Artengemeinschaften. Der Artenverlust xylobionter Arten war in erster Linie auf einen Verlust der Totholzmenge und nicht auf einen Verlust der Totholzvielfalt zurückzuführen.

Im zweiten Artikel konnte gezeigt werden, dass ein Verlust von Arten nicht nur innerhalb von xylobionten Artengruppen auftreten kann (wie beispielsweise xylobionte Käfer oder Holzpilze), sondern auch innerhalb von Artengruppen, die nicht primär xylobiont sind. Dies verdeutlichte die Reaktion von Nachtfaltergemeinschaften auf Sanitärhiebe nach einem flächigen Ausbruch des Buchdruckers: Obwohl insgesamt nur

eine geringe Veränderung der Artenzahl oder Abundanz festzustellen war, war die Abundanz von Arten mit xylobionten oder Detritus-fressenden Larven signifikant rückläufig. Im Gegensatz dazu konnten Arten, deren Larven sich omnivor oder von krautigen Pflanzen ernähren, von Sanitärhieben profitieren.

Auch Gemeinschaften von Brutvögeln und überwinternden Standvögel wurden von Sanitärhieben nach flächigen Sturmschäden beeinflusst, wie in Artikel III und IV untersucht wurde. Im Vergleich zu unberührten Beständen dominierten hier jedoch die Effekte des Sturmes selbst und nicht die der folgenden Sanitärhiebe. Sowohl auf geräumten (Flächen mit Sanitärhieben) als auch auf ungeräumten Windwurfflächen konnten Vogelarten mit rückläufiger Bestandsentwicklung, wie beispielsweise Bergpieper (*Anthus spinolleta*), nachgewiesen werden. Eine weitere gefährdete Art, der Gartenrotschwanz (*Phoenicurus phoenicurus*), trat nur auf Windwurfflächen ohne Sanitärhiebe auf, die sich durch eine hohe Strukturvielfalt auszeichneten. Neben Wurzeltellern sind kleine Naturverjüngungshorste ein wichtiges Lebensraumelement in von Stürmen beeinträchtigten Wäldern. Diese Verjüngungshorste können überwinternden Vogelarten, wie beispielsweise dem Wintergoldhähnchen (*Regulus regulus*), als Nahrungshabitat dienen.

In Artikel V konnten Veränderungen in den ökologischen Prozessen identifiziert werden, die Artengemeinschaften unter natürlichen Bedingungen strukturieren: Konkurrenz und Umwelteinflüsse. Durch Sanitärhiebe kam es hier je nach Artengruppe zu einer Verschiebung von Umwelteinflüssen hin zu Konkurrenz, oder umgekehrt. Dies bedeutet, dass beispielsweise xylobionte Käferarten aufgrund eines gestiegenen Konkurrenzdrucks um das verbliebene Totholz verloren gehen, wohingegen Holzpilzarten aufgrund stark veränderter Umwelteinflüsse durch Sanitärhiebe verschwinden. Obwohl nicht-xylobionte Arten, wie beispielsweise Vögel oder Gefäßpflanzen, zum Teil deutliche Veränderungen in ihren Artgemeinschaften zeigten, blieben ihre zugrunde liegenden Prozesse von Sanitärhieben unbeeinflusst.

Ein Kompromiss zwischen forstwirtschaftlichen und naturschutzfachlichen Interessen im Umgang mit sturmgefallten Fichten in Schutzgebieten ist häufig die kostenintensive Entrindung der Stämme. Dies verhindert einerseits die Massenvermehrung des Buchdruckers, andererseits verbleibt die Holzbiomasse im lokalen Stoffkreislauf. Im letzten Artikel konnte jedoch durch ein Experiment mit künstlich angelegten Windwürfen gezeigt werden, dass Entrinden die Artenzahl von Holzpilzen, xylobionten Käfern und

parasitoiden Hautflüglern drastisch reduzierte. Vergleichend hierzu nahm die Artenzahl dieser Gruppen durch Schlitzen der Rinde nicht ab. Gleichzeitig stellen geschlitzte Stämme kein geeignetes Bruthabitat für den Buchdrucker dar. Maschinelles Schlitzen der Stämme war darüber hinaus mit einem geringeren Zeitaufwand verbunden als maschinelles Entrinden. Für sturmgeworfene Fichten stellt das Rindenschlitzen, im Gegensatz zum Entrinden, sowohl aus ökonomischer als auch aus ökologischer Sicht den besten Kompromiss zwischen Borkenkäferbekämpfung und natürlicher Waldentwicklung dar.

Dem Erhalt der Biodiversität trotz Sanitärhieben können eine Reihe von windwurfartigen Lebensraumelementen, wie beispielsweise aufgeklappte Wurzelteller, Naturverjüngungshorste oder sonnenexponierte Äste, dienen. Ein weiteres wichtiges Schutzinstrument besteht darin, sturmgeworfene Flächen komplett der natürlichen Sukzession zu überlassen, um Rückzugsräume für Arten zu schaffen. Die genaue Größe und die räumliche Verteilung dieser Flächen sollten durch zukünftige Forschungsvorhaben ermittelt werden. Da die Ergebnisse aus solchen Forschungsvorhaben möglicherweise erst in einigen Jahren zur Verfügung stehen, können geschätzte Flächengrößen auf der Basis bestehender Daten eine mögliche Übergangslösung für Wissenschaft und Praxis darstellen.