

HAUPTTEIL

Fallstudien und Übersichten zur
Biodiversität in Kulturlandschaften

Implikationen für extensiv und intensiv genutzte Felder und Regionen

Unsere Analysen zur Ackerwildpflanzendiversität entlang eines Gradienten von sehr extensiv bis hin zu sehr intensiv bewirtschafteten Weizenfeldern zeigten eine hochsignifikante Abnahme der Diversität mit zunehmender Landnutzungsintensität. Die negativen Beziehungen von Ackerwildpflanzendiversität und Landnutzungsintensität ließen sich darüber hinaus genauer mit exponentiellen, logarithmischen oder reziproken Funktionen beschreiben als mit linearen Funktionen. Dies impliziert, dass eine Erhöhung der Landnutzungsintensität auf artenreichen, extensiv genutzten Feldern deutliche negative Effekte für die Biodiversität hat, während eine Erhöhung der Landnutzungsintensität auf artenarmen, intensiv genutzten Feldern nur noch geringe Effekte erwarten lässt. Eine hohe Ackerwildpflanzendiversität und assoziierte Ökosystemfunktionen sind demnach insbesondere auf Feldern mit extensiver Landnutzung zu erwarten. Die nicht-lineare Abnahme der Diversität mit der Landnutzungsintensität impliziert auch, dass der Erhalt einer hohen Ackerwildpflanzendiversität auf intensiv bewirtschafteten Feldern disproportional teuer ist. Bei langfristig prognostizierten Weizenpreisen von etwa 20 €/dt (Food and Agricultural Policy Research Institute 2010) und durchschnittlichen variablen Kosten von etwa 8 €/dt Weizen (Tab. 14) lassen sich die Kosten-Nutzen-Relationen abschätzen. Maßnahmen zur Erhöhung der Diversität auf bewirtschafteten Äckern sind bei extensiver Landnutzung deshalb besonders kosteneffizient. Dennoch sollten auch intensiv genutzte Felder und Regionen berücksichtigt werden. Denn auch diese tragen über die β -Diversität (vgl. Kapitel 2.2.1) und/oder das Vorkommen gefährdeter Arten (Gabriel et al. 2006) zur Diversität und zum regionalen Artenpool bei. In Regionen mit intensiver Landnutzung könnten segregative Naturschutzstrategien (außerhalb der bewirtschafteten Äcker) wie die Anlage von Ackerrandstreifen kosteneffizienter sein.

2.3.3.2 Bedeutung und Management der Bestäubung in Kulturlandschaften

Teja Tschardtke, Carsten Dormann, Andrea Holzschuh, Alexandra M. Klein,
Carsten Thies

Der Verlust lokaler, regionaler und globaler Artenvielfalt aufgrund der dramatischen, durch menschliche Aktivitäten ausgelösten Umweltveränderungen beeinflusst wichtige ökologische Funktionen (Sala et al. 2000). Diese Verluste betreffen Vögel und Säugetiere, aber auch Bienen und andere Insektengruppen, die als essenzielle Bestäuber eine wichtige Rolle in Ökosystemen spielen. Ihre Bestäubungsleistungen sind entscheidend bei der Fortpflanzung vieler Wildpflanzen- und für den Ertrag der meisten Kulturpflanzenarten. Bestäubung durch Tiere gehört in die Kategorie der regulierenden ökosystemaren Dienstleistungen, da die transportierte Menge, die Transportrichtung und die Transportdistanzen der Pollenkörner durch die Aktivität der Bestäuber bestimmt werden (s. Kapitel 2.3.4). Aufgrund der direkten Verbin-

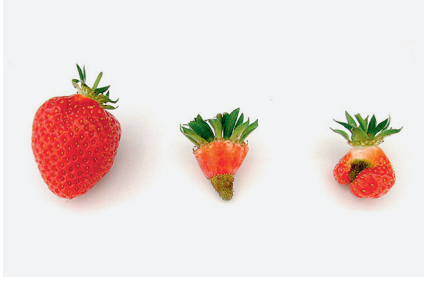


Abb. 59 (links): Erdbeeren (*Fragaria x annanasa* Duch.) nach Bestäubung mit Bienen (links), passiver Selbstbestäubung (Mitte) und passiver Selbstbestäubung und Windbestäubung (rechts). (Foto: Kristin Krewenka)

Abb. 60 (rechts): Himbeeren (*Rubus ideaus* L.) nach passiver Selbstbestäubung (links) und Bestäubung durch Bienen (rechts). (Foto: Jim Cane)

dung zu landwirtschaftlichen Erträgen werden die Bestäubungsleistungen aber auch im Rahmen dieses Kapitels zu versorgenden ökosystemaren Dienstleistungen behandelt.

In Mitteleuropa kann eine reiche Bienenfauna zur Ertragssteigerung beim Raps beitragen und ist für Erdbeerkulturen, Sonnenblumen und insbesondere für den Obstanbau unverzichtbar (Corbet & Williams 1991). Kirschbäume tragen nur dann viele Kirschen, wenn die Bestäubung durch Insekten funktioniert. Auch die meisten Erdbeer- und Himbeersorten produzieren nur dann Früchte, die appetitlich und vermarktbar sind, wenn die Blüten von Bienen bestäubt wurden (siehe Abb. 59 und 60). Die meisten Pflanzenarten besitzen einen Mechanismus, der Selbstbestäubung verhindert oder erschwert. Aufgrund dieses Selbstschutzmechanismus würde der monetäre Wert bei totalem Bestäuberausfall ca. 150 Millionen Euro jährlich betragen (Gallai et al. 2009).

In einer aktuellen Übersicht wurde die Bedeutung der Bestäubung für die Lebensmittelversorgung der Menschheit durch Kulturpflanzen von Klein et al. (2007) quantifiziert. Dazu wurden Daten von über 200 Untersuchungen zur Auswirkung der Tierbestäubung auf die Erträge der 115 global wichtigsten Kulturpflanzen aus mehr als 200 Ländern gesammelt. Die Produktion von über 75 % der bedeutendsten, weltweit angebaute Kulturpflanzen (Früchte, Gemüse, Nüsse, Gewürze, Ölfrüchte, etc.) können durch Tierbestäubung (vorwiegend durch Insekten) erhöht werden. Dagegen sind nur 28 Kulturpflanzenarten unabhängig von der Tierbestäubung. Diese erbringen allerdings 60 % der globalen Nahrungsmittelproduktion, denn zu ihnen zählen massenhaft produzierte Nahrungsmittel wie zum Beispiel verschiedene Getreidearten (Mais, Weizen, Reis). 35 % der weltweiten Nahrungsmittel stammen von Kulturpflanzen, die von Tieren besucht und bestäubt werden, aber trotzdem wird geschätzt, dass insgesamt nur 6 % der gesamten Nahrungsmittelproduktion ohne

Bestäuber ausfallen würden (Aizen et al. 2009). Dies ist damit zu erklären, dass es bei den meisten Kulturpflanzen bei erfolgreicher Bestäubung durch Tiere zwar zu einem Anstieg der Produktion zwischen 5 und 50 % kommen kann, aber nur wenige Kulturpflanzen essenziell auf Tierbestäubung angewiesen sind. Häufig haben die Früchte und Samen von tierbestäubten Kulturpflanzen aber eine bessere Qualität als die von selbstbestäubten Kulturpflanzen. Beispielsweise produzieren Kaffeepflanzen mehr Kaffeekirschen, wenn viele Bienenarten die Blüten besuchen, und zudem ist die Anzahl deformierter Kirschen geringer und das Gewicht der Bohnen größer.

Die wenigen Feldfrüchte, die bei Bestäuberausfall überhaupt keine Früchte und Samen produzieren, werden häufig von Hand bestäubt, wie zum Beispiel die Maracuja-Pflanzen in einigen Teilen Brasiliens. Auch Kiwis, Passionsfrüchte, Vanille, Melonen und Kürbisse werden in einigen Erdteilen durch die menschliche Hand bestäubt. In manchen Regionen werden Honigbienen für ihre Bestäubungsleistung (nicht für die Honigproduktion) gezüchtet und während der Blüte in die Felder transportiert. Das bekannteste Beispiel ist die Produktion von Mandeln, insbesondere in Kalifornien, dem weltweit größten Mandelanbaugebiet (Abb. 61). Eine andere mineralhaltige Nuss ist die Paranuss, die auch essenziell von Bienenbestäubung abhängig ist. Diese Nuss wird extensiv aus Regenwäldern geerntet. Dort finden Bienen genug Lebensraum (Nistplätze und kontinuierlich Nahrung), um sich zu reproduzieren und die Bestäubung zu sichern. Kakao, eine wichtige Exportpflanze der Tropen, würde ohne das Vorkommen von winzigen Mücken, die die Blüten bestäuben, keine Früchte produzieren.

In der Vergangenheit wurde wie selbstverständlich auf die Verfügbarkeit von Honigbienen als Bestäuber gesetzt. Seit 2007 Honigbienenenvölker in den USA massenhaft zusammengebrochen sind (http://de.wikipedia.org/wiki/Colony_Collapse_Disorder) und auch in Mitteleuropa ein starker Rückgang zu verzeichnen ist (Krank-

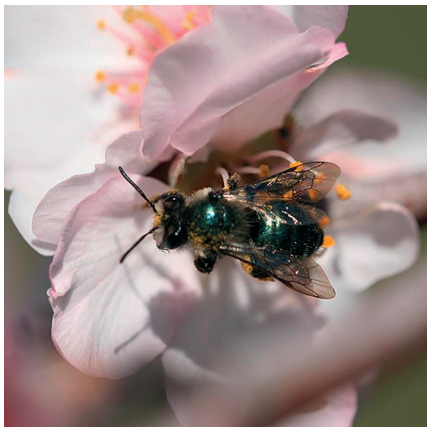


Abb. 61: Eine metallisch schimmernde Wildbienenart (*Andrena cerasifolia*), die Mandelblüten in bunten Landschaften von Nord-Kalifornien bestäubt. In Agrarlandschaften mit großflächigen Mandelmonokulturen finden Wildbienen keine Lebensgrundlage und die Bestäubungssicherung ist allein von der Honigbiene abhängig. (Foto: Alexandra M. Klein)

heiten, Parasitenbefall, Pestizide, fehlender Imker-Nachwuchs, <http://de.wikipedia.org/wiki/Imker>), kommen zunehmend die Wildbienen als eine Rückversicherung für die notwendige Bestäubungsleistung ins Gespräch. In einigen Regionen werden solitäre (keine Staaten bildende) Einsiedler-Bienenarten (Blattschneiderbienen, Mauerbienen) gezielt vermehrt, um ihre gute Bestäubungsleistung, zum Beispiel bei Luzerne und Obst, zu nutzen. In den meisten Gegenden sind aber Wildbienen (seltener Schwebfliegen, s. Jauker & Wolters 2008) die wichtigsten Bestäuber vieler Kulturpflanzen. Dabei ist es wichtig, nicht nur eine hohe Dichte, sondern auch eine hohe Artenzahl zur Verfügung zu haben (Abb. 62). Stehen viele Bienenarten zur Verfügung, gibt es auch genügend Optionen für Arten, die selbst bei veränderten Umweltbedingungen (Klimawandel, Wandel der Agrarlandschaften) noch eine Rolle spielen können – Rückversicherung durch Biodiversität! Doch die Zahl der Wildbienenarten geht in vielen Regionen zurück (Biesmeijer et al. 2006). Die Gründe dafür liegen in der zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft, die dazu führt, dass der Lebensraum für Wildbienen immer kleiner wird. Nist- und Nahrungshabitate verschwinden,

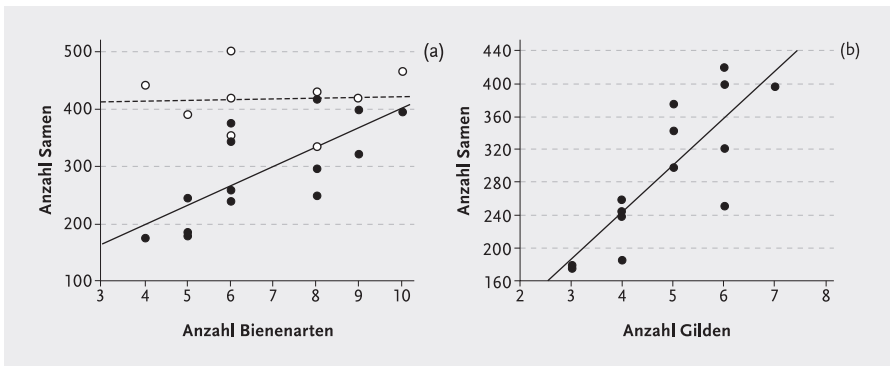


Abb. 62: Bei Kürbissen (hier *Cucurbita moschata*) steigt die Anzahl der Samen per Frucht (und damit die Kürbisgröße) mit der Anzahl von Arten und Gilden blütenbesuchender Bienen.

(a) Die Anzahl blütenbesuchender Bienen erklärt 32 % der Varianz (schwarze Punkte und durchgezogene Regressionslinie). Die gestrichelte Linie entlang der hellen Punkte ist das Ergebnis handbestäubter Blüten, zu denen Bienen keinen Zugang hatten: hier zeigt sich, dass es keinen Gradienten in den Plot-Eigenschaften (z. B. unterschiedliche Nährstoff-Verfügbarkeit) gibt.

(b) Die Anzahl von Bienen-Gilden (basierend auf Unterschieden in Bestäubungs-Zeitpunkt, Blütenhöhe und Körpergröße) erklärte sogar 45 % in der Varianz. Diese Freiland-Ergebnisse sprechen dafür, dass artspezifische bzw. gildenspezifische Unterschiede eine große Rolle für die Bestäubungsleistung spielen: ein deutlicher Hinweis für die Bedeutung von Komplementarität bei der Bestäubung (Daten von Hoehn et al. 2008, erhoben in indonesischen Agroforstsystemen).

wenn zum Beispiel Wiesen in Acker umgewandelt werden oder vermehrt Herbizide und Pflanzenschutzmittel verwendet werden.

Wie können wir diesen negativen Trend aufhalten, die Gemeinschaften von Bestäubern sichern und ihre wirtschaftlich relevanten Leistungen nachhaltig nutzen? Untersuchungen im Rahmen des BIOPLEX Projekts haben gezeigt, dass »bunte« Landschaften mit einem hohen Anteil und großer Artenvielfalt von blühenden Pflanzen (für die Ernährung) und durch einen ungepflügten Boden (für die Anlage von Nestern) die Aufrechterhaltung einer Vielfalt an Bestäubern garantieren kann (Tscharntke et al. 2005; Holzschuh et al. 2007). Agrarlandschaften, die nur von intensiv bewirtschafteten Äckern geprägt sind, entziehen Bestäubern die Existenzgrundlage. Zwanzig Prozent naturnaher Lebensraum (Waldränder, Brachen, Grünland, Ackerrandstreifen) sollten hingegen für die Bestäubungsleistung, die wir traditionell als selbstverständliche und kostenfreie Dienstleistung der Natur wahrnehmen, ausreichen. Ein Anstieg von 20 % auf 60 % naturnaher Lebensräume in der Umgebung von Kirschplantagen bei Witzenhausen führte zu einer Verfünffachung der Wildbienen an den Kirschblüten und zu einer Verdopplung des Kirschertrags (J. H. Dudenhöffer et al. 2008, unpubl. Daten). Für Hummeln, namentlich Erdhummeln, können allerdings auch Massentrachten wie Rapsfelder sehr wichtige Nahrungsquellen sein, zumindest während der Blütezeit. Untersuchungen um Göttingen zeigten, dass Landschaften mit einem Rapsanteil von 10 % höhere Hummeldichten aufweisen als Landschaften mit einem niedrigeren Rapsanteil (Westphal et al. 2003, 2006). Allerdings wird noch zu klären sein, ob das kurze Raps-Blühfenster wie auch eine einseitige Ernährung durch Rapspollen für eine nachhaltige Förderung der Hummeldichten ausreicht. Die Umstellung von konventioneller auf organische Bewirtschaftung kann bei Getreidefeldern zu höheren Wildbienendichten auch in benachbarten Lebensräumen führen (Holzschuh et al. 2008). Der Grund dafür ist, dass in ökologisch bewirtschafteten Feldern viele blühende Pflanzenarten zu finden sind, die den Bienen Pollen und Nektar liefern. Für ein Management auf Landschaftsebene ist auch zu beachten, dass lokale Maßnahmen zur Förderung von Wildbienen (organische Bewirtschaftung, Anlage von Blühstreifen) nur einen signifikanten Effekt haben, wenn sie in strukturarmen, von Äckern geprägten Landschaften stattfinden (Tscharntke et al. 2005). In bunten, strukturreichen Landschaften sind die Bienendichten normalerweise auf einem hohen Niveau, so dass lokale Verbesserungen keine so große Auswirkung haben wie in strukturarmen Landschaften (Winfree et al. 2007).

Zusammenfassend sind folgende Empfehlungen für den Erhalt von Bestäubungsleistungen festzuhalten:

- Vielfältig strukturierte Landschaften mit einem Anteil von 20 % naturnaher Fläche erlauben durch ihre Blütenvielfalt und Nistmöglichkeiten dauerhaft

große Wildbienenpopulationen (Hummeln und Solitärbiene), die für die Bestäubung von Wild- und Kulturpflanzen ausreichend sind.

- Lokales Management zur Wildbienenförderung (Blühstreifen, ungestörter Boden, Nisthilfen) sollte deshalb (wegen der höheren Effizienz) auf einfach strukturierte Landschaften konzentriert werden.
- Der Struktureichtum der Landschaft ist für die Artenvielfalt dieser Nützlinge sehr wichtig und kann nicht durch verbessertes lokales Management (z. B. eine ökologische Landwirtschaft) kompensiert werden.
- Große Bestände von Kulturpflanzen stellen Massentrachten dar, die oft nur erfolgreich durch Honigbienen zu bestäuben sind. Insofern sollte dem Rückgang der Imkerei entgegengewirkt werden.

2.3.3.3 Landschaftsmanagement für eine nachhaltige biologische

Schädlingsbekämpfung

Teja Tschantke, Carsten Dormann, Christina Fischer, Andreas Flohre, Sebastian Hänke, Andrea Holzschuh, Barbara Scheid, Christoph Scherber, Martin H. Schmidt-Entling, Ines Vollhardt, Carsten Thies

Die biologische Schädlingsbekämpfung zielt darauf ab, Organismen zu kontrollieren, die einen wirtschaftlichen Schaden anrichten können (Franz & Krieg 1972; http://de.wikipedia.org/wiki/Biologische_Schädlingsbekämpfung). Diese biologische Kontrolle kann zum Beispiel durch gezieltes Ausbringen oder technische Förderung von Antagonisten der Schädlinge erfolgen, aber auch durch ein Management von Ökosystemen, das dem Naturschutz und der Schädlingskontrolle gleichermaßen dient. Diese im Englischen als »Conservation Biological Control« bezeichnete Vorgehensweise (Barbosa 2003) betrifft beispielsweise die Anlage von Ackerrandstreifen zur Förderung von Spinnen und Laufkäfern zur Kontrolle von Schadinsekten (Nentwig 2000; Thies et al. 2000) oder die Ausbringung von Nistkästen zur Förderung insektenfressender Vögel (Franz & Krieg 1972). Die Leistungen von Organismen, die wirtschaftliche Schäden verhindern oder verringern können, werden zu den so genannten ökosystemaren Dienstleistungen gezählt.

Organismen reagieren auf ihre Umgebung meist nicht nur auf lokaler Ebene, sondern sie werden auch von weiter entfernt liegenden Strukturen in der Landschaft beeinflusst. In der Ökologie und im Naturschutz ist deshalb die Betrachtung der lokalen und der Landschaftsebene wichtig, denn die Landschaftsstruktur wirkt auf die Populationsdynamik, auf die Zusammensetzung der Lebensgemeinschaften und auf trophische Interaktionen, zu denen die biologische Schädlingskontrolle im Rahmen der Ökologie gezählt wird (Tschantke et al. 2007). Auf der Landschaftsebene sind Agrarökosysteme und naturnahe Habitate miteinander verbunden, und je nach Ausbreitungsvermögen der Arten kann ein Austausch der Organismen zwischen den