

Pflanzenbauliches Handeln bestimmt Biodiversität und assoziierte Ökosystemdienstleistungen in Agrarökosystemen

Teja Tschardtke

Abteilung Agrarökologie, Department für Nutzpflanzenwissenschaften, Georg-August Universität, Göttingen. E-Mail: ttschar@gwdg.de

Einleitung

Agrarökosysteme sind nicht nur Produktionssysteme, sondern können auch als Ökosysteme mit einer besonderen Flora und Fauna und den assoziierten Ökosystemleistungen betrachtet werden (z.B. Tivy 1993). Wolfgang Tischler war einer der weltweit ersten Ökologen, die sich mit Produktionssystemen auseinandergesetzt haben, und seine materialreichen Bücher (Tischler 1965, 1998) sind nach wie vor überaus lesenswert. Nach dem Millennium Ecosystem Assessment (2005) lassen sich Ökosystemdienstleistungen in vier Kategorien einteilen: Kulturelle Dienstleistungen (Erholung, Heimatverbundenheit), bereitstellende Dienstleistungen (Nahrung, Wasser, Energie), regulierende Dienstleistungen (Bestäubung, Schädlingskontrolle, Klima) und unterstützende Dienstleistungen (Bodenbildung, Nährstoffkreislauf). Im Folgenden werde ich Agrarökosysteme charakterisieren und Ökosystemdienstleistungen in Beziehung zu pflanzenbaulichem Handeln setzen.

Charakteristika von Agrarökosystemen

Agrarökosysteme – insbesondere Äcker - unterscheiden sich von naturnahen und natürlichen Ökosystemen durch eine Vielzahl von Merkmalen, die für pflanzenbauliches Handeln wichtig sind. Dabei kann grundsätzlich zwischen geplanter Biodiversität (Nutzpflanzen) und assoziierter Biodiversität (z.B. Ackerwildkräuter) unterschieden werden. (1) Äcker sind offene Ökosysteme mit einem großen Energie-Input (Agrochemikalien, Arbeit) und Output (Nutzpflanzen, Nahrung). (2) Äcker sind durch viele und unterschiedliche anthropogene Eingriffe (Störungen) geprägt – im Verlauf einer Saison und über mehrere Jahre wegen des Fruchtwechsels. In der Folge müssen sich Lebensgemeinschaften stetig re-organisieren. (3) Die anthropogenen Eingriffe führen zu einer Vereinfachung und Homogenisierung des Systems. (4) Acker-Lebensgemeinschaften sind von einer hohen Aussterbe-Wiederbesiedlungsdynamik geprägt. (5) Merkmale der Nutzpflanzen prägen die assoziierte Lebensgemeinschaft (Pflanzenarchitektur, Sorten, primäre vs. sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, Bestandesklima). (6) Aussaat-Zeitpunkt beeinflusst die Lebensgemeinschaften (Sommerung vs. Winterung). (7) Äcker kennzeichnet Pioniergesellschaften, wie sie auch natürlicherweise in stark gestörten Lebensräumen vorkommen (Küste, Überschwemmungsbereiche, aride Gebiete), und damit von schnellen Besiedlern mit geringer Konkurrenzkraft (alternative Wettbewerbsstrategien von annuellen vs. perennierenden Pflanzen). Viele und sich leicht ausbreitende Samen oder auch Luftplankton (Sporen, kleine Insekten) zählen dazu. Arten mit langsamen Populationsaufbau (z.B. Ameisen) fehlen weitgehend im Acker. (8) Pflanze-Tier-Nahrungsnetze sind einfach strukturiert. Beispielsweise sind die meisten Ackerwildkräuter nicht von Fremdbestäubung abhängig. (9) Die Bodenbearbeitung beeinträchtigt große Arten (z.B. Regenwürmer) mehr als kleine Arten. Das Abräumen des Ackers verringert Zersetzungsprozesse der Streu. Eine Förderung der Regenwurmdichten erfolgt durch Bodenruhe, organische Düngung, reduzierte Unkrautbekämpfung und ein feuchtes und ausgeglichenes Mikroklima.

Biodiversität und kulturelle Ökosystemdienstleistungen

Pflanzenbauliches Handeln trifft nicht nur Arten, die für das Funktionieren und die nachhaltige Stabilität (Resilienz) von Agrarökosystemen wichtig sind. Kulturelle Ökosystemdienstleistungen sind auch von großer Bedeutung. Dazu zählt das öffentliche Interesse an weit verbreiteten Arten, die in Agrarlandschaften zuhause sind (Klatschmohn und Kornblume, Rebhuhn und Storch, Hase und Feldhamster). Der Rückgang ehemals häufiger Feldvögel ist gut dokumentiert (zB Whittingham 2011) und wird in Zentraleuropa als wesentliche Verarmung der heimischen Kulturlandschaft begriffen. Allgemeine Managementempfehlungen haben allerdings das Problem, dass Arten sehr unterschiedlich auf Veränderungen ihres Lebensraums reagieren. So bevorzugen Feldlerchen bevorzugt offene Landschaften und niedrige, lückenhafte Vegetation. Der Großteil der Feldvögel aber (wie Goldammer, Feldsperling) werden durch Hecken gefördert (Batary et al. 2010), die Feldlerchen aber meiden.

Funktionale Biodiversität und Ökosystemdienstleistungen

Warum brauchen wir die „assozierte“ (ungeplante) Artenvielfalt in Agrarökosystemen? Welche Bedeutung hat es z. B., dass im organischen Landbau 30% mehr Arten und 50% mehr Individuen vorkommen (Bengtsson et al. 2005)? Entgegen landläufiger Meinung sind die Lebensgemeinschaften im Agrarökosystem für dessen Funktionieren wichtig (Tscharrntke et al. 2010a, b; 2012b, c).

Ein weitgehender Verlust von Wildbienen in Agrarlandschaften würde die Produktion von Lebensmitteln erheblich verringern. Denn Bestäubung ist nicht nur wichtig für 88% aller Wildpflanzen, sondern auch für 70% der weltweit wichtigsten Nutzpflanzen und beeinflusst 35% der globalen Nahrungsmittelproduktion (Klein et al. 2007). Honigbienen können die Bestäubungsleistungen von Wildbienen nicht kompensieren, da sie meist wenig effektiv sind und nur im Zusammenspiel mit Wildbienen die gewünschte Leistung bringen (z.B. bei Kirschen, Holzschuh et al. 2012).

Ein weitgehender Verlust der natürlichen Gegenspieler von Schädlingen führt zu unvorhersehbaren Schädlingskatastrophen. Experimente mit dem Ausschluss von Räubern zeigen, dass die Dichten von Getreideblattläusen ohne Gegenspieler dreimal so hoch liegen (Thies et al. 2011). Zudem sollten momentan unscheinbare Pflanzenfresser ohne natürliche Gegenspieler zu neuen Schädlingen erwachsen.

Die verbreitete Annahme, ein Acker wäre eine biologische „Wüste mit Schmuckrand“, dem Randstreifen, geht fehl – ganz im Gegenteil ist mit tausend Arten pro Hektar Getreide rechnen (Tscharrntke et al. 2005). Schon Tischler (1998, p. 85) berichtet, dass Getreidefelder 100.000 bis 500.000 Laufkäfer pro Hektar aufweisen – und Spinnen wie Kurzflügelkäfer in ähnlichen Dichten vorkommen. Diese funktionell wichtigen Gruppen konsumieren große Mengen an Beute und sind (unter anderem) als bedeutsame Regulatoren von pflanzenfressenden Insekten bekannt.

Diversifizierung von Agrarökosystemen

Eine Erhöhung der genetischen Diversität bei Nutzpflanzen kann entscheidend die Anfälligkeit gegenüber Pathogenen reduzieren, z.B. eine 94% Verringerung der Reis-Blattbräune in China, verbunden mit einem 89% erhöhten Ertrag (Zhu et al. 2000). Genetische Diversität kann bei unvorhersehbar schwankenden Umweltbedingungen (Trockenheit, Frost) eine wichtige Versicherung sein. Vanloqueren & Baret (2008) zeigen, dass die Verwendung multi-resistenter Weizensorten in Europa den Fungizideinsatz erheblich reduziert und damit profitabler als Hohertragsorten macht, aber trotzdem von Landwirten nicht geschätzt wird.

Erhöhte Pflanzenvielfalt reduziert auch pflanzenfressende Insekten, da sie die Wirtssuche erschwert und die Kontrolle durch Gegenspieler erhöht. Letourneau et al. (2011) zeigen in ihrer Meta-Analyse, dass so Herbivoren unterdrückt, deren Feinde gefördert und der Schaden verringert wird. Allerdings gibt es auch negative Wirkungen der Diversifizierung, wie die Reduzierung des Ertrags und oft auch der Produktqualität. Entsprechend bedarf es einer gezielten Mischung von Sorten oder Arten, um ein System über Diversifizierung zu optimieren (ergänzende Nährstoffnutzung, Schädlingsreduktion, Gegenspieler- und Bestäuberförderung). Dazu gehört auch eine Minimierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes, der oft entscheidend für Biodiversitätsverluste ist (Tscharrntke et al. 2010b; 2012b, c).

Erhöhung des Struktureichtums in Agrarlandschaften

Struktureiche, komplexe Landschaften weisen eine höhere Dichte und einen höheren Artenreichtum als strukturarme, einfache Landschaften auf, was zu erhöhter Kontrolle pflanzenfressender Insekten und besserer Bestäubung von Kulturpflanzen beiträgt (Bianchi et al. 2006, Klein et al. 2007) In komplexen Landschaften gibt es z. B. einen verringerten Schaden durch Rapsglanzkäfer durch erhöhte Parasitierung (Thies und Tscharrntke 1999). In der aktuellen Agrar-Diskussion um die Kopplung von Direktzahlungen an die Ausweisung von 7% ökologisch wertvoller Lebensräume (Lakner et al. 2012) sind zwei wichtige Landschafts-Aspekte zu bedenken (Tscharrntke et al. 2012a). Die Zusammensetzung von Lebensgemeinschaften ändert sich von einer Landschaft oder Region zur nächsten dramatisch, so dass die Biodiversität in Kulturlandschaften nur großräumig erhalten werden kann, wenn überall Strukturvielfalt erhalten oder geschaffen wird. Weiterhin ist es besonders effizient, strukturelle Verbesserungen (wie die Pflanzung einer Hecke) in ausgeräumten, einfach strukturierten Landschaften vorzunehmen. Denn in ohnehin komplexen Landschaften zeitigt so eine Maßnahme nur eine geringe Wirkung. Zusammenfassend ist festzuhalten dass pflanzenbauliches Handeln sich bewusster werden sollte, dass auch auf Nutzflächen eine kulturell und funktionell reiche Biodiversität anzutreffen ist, die es zu erhalten gibt. Es existieren eine Reihe von Möglichkeiten, auf lokaler Ebene und auf Landschaftsebene eine Intensivierung der Produktion zu betreiben, die ökologisch wie ökonomisch gleichermaßen einen Gewinn darstellt oder für Kompromisse genutzt werden kann (Abb. 1).

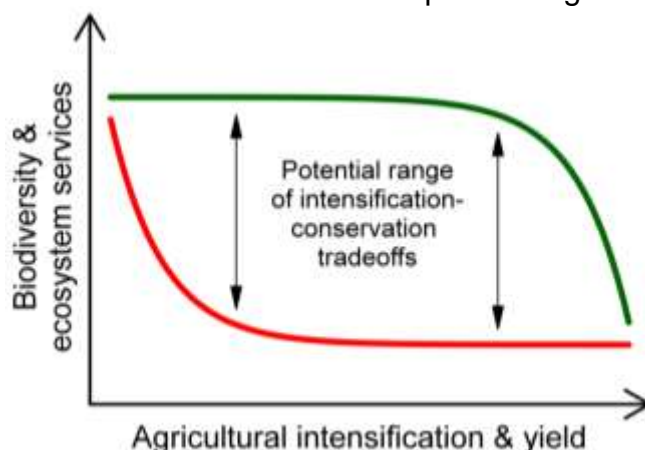


Abb. 1 Biodiversität in Abhängigkeit von landwirtschaftlicher Intensivierung, um mögliche Kompromisse zwischen Biodiversitätsschutz und intensivierter Produktion zu illustrieren (Thies et al. 2010, Tscharrntke et al. 2012b, 2012c).

Literatur

- Batáry, P.; T. Matthiesen und T. Tscharntke 2010: Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation* 143: 2020–2027.
- Bengtsson, J.; J. Ahnström und A.C. Weibull 2005: The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42, 261–269.
- Bianchi, F.J.J.A.; C.H.J. Booij und T. Tscharntke 2006: Sustainable pest regulation in agricultural landscapes: a review on landscape composition, biodiversity and natural pest control. *Proceedings of the Royal Society London B* 273: 1715-1727.
- Holzschuh, A.; J. H. Dudenhöffe und T. Tscharntke 2012: Landscapes with wild bee habitats enhance pollination, fruit set and yield of sweet cherry. *Biological Conservation* 153: 101–107.
- Lakner, S. et al. 2012: Der Kommissionsvorschlag zur GAP-Reform 2013 - aus Sicht von Göttinger und Witzenhäuser Agrarwissenschaftler(inne)n. Diskussionsbeitrag 1208, Department für Agrarökonomie und Rurale Entwicklung, Georg-August-Universität Göttingen, ISSN 1865-2697.
- Klein, A.M.; B.E. Vaissière; J.H. Cane; I. Steffan-Dewenter; S. A. Cunningham; C. Kremen und T. Tscharntke 2007: Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B* 274: 303-313.
- Letourneau, D. K. et al. 2011: Does plant diversity benefit agroecosystems? A synthetic review. *Ecological Applications* 21: 9-21.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005: Ecosystems and human well-being. Synthesis. Island Press, Washington, DC.
- Thies, C. et al. 2011: The relationship between agricultural intensification and biological control: experimental tests across Europe. *Ecological Applications* 21: 2187-2196.
- Thies, C.; Schreiber, J.; Flohre, A.; Fischer, C. und T. Tscharntke 2010: Diversität, Produktivität und landwirtschaftliche Intensivierung. In: V. Wolters und S. Hotes (Hrsg.), *Fokus Biodiversität*. Oekom Verlag, München, S. 171-175.
- Thies, C. und T. Tscharntke 1999: Landscape structure and biological control in agroecosystems. *Science* 285: 893-895.
- Tischler, W. 1965: *Agrarökologie*. Fischer Verlag, Jena.
- Tischler, W. 1998: *Biologie der Kulturlandschaft*. Urban & Fischer, Mohn.
- Tivy, J. 1993: *Landwirtschaft und Umwelt. Stoffkreisläufe in Agrarökosystemen*. Spektrum Akademischer Verlag.
- Tscharntke, T.; P. Batáry und C.F. Dormann 2011: Set-aside management: How do succession, sowing patterns and landscape context affect biodiversity? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 143: 37– 44.
- Tscharntke, T.; C. Dormann; A. Holzschuh; A.M. Klein und C. Thies 2010a: Bedeutung und Management der Bestäubung in Kulturlandschaften. In: V. Wolters und S. Hotes (Hrsg.), *Fokus Biodiversität*. Oekom Verlag, München. S. 175-180.
- Tscharntke, T. et al. 2010b: Landschaftsmanagement für eine nachhaltige biologische Schädlingsbekämpfung. In: V. Wolters und S. Hotes (Hrsg.), *Fokus Biodiversität*. Oekom Verlag, München. S. 180-185.
- Tscharntke, T. et al. 2012a: Landscape moderation of biodiversity patterns and processes - eight hypotheses. *Biological Reviews* 87: 661-685.
- Tscharntke, T. et al. 2012b: Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification. *Biological Conservation* 151: 53–59.
- Tscharntke et al. 2012c: Combining biodiversity conservation with agricultural intensification. In: Lindenmayer, D., S. Cunningham und A. Young (Hrsg.), *Land Use Intensification. Effects on Agriculture, Biodiversity and Ecological Processes*. CSIRO Publishing, S. 7-15.
- Vanloqueren, G. und P. V. Baret 2008: Why are ecological, low-input, multi-resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural 'lock-in' case study. *Ecological Economics* 66: 436-446.
- Whittingham, M. J. 2011: The future of agri-environment schemes: biodiversity gains and ecosystem service delivery? *Journal of Applied Ecology* 48:509-513.
- Zhu, Y. et al. 2000: Genetic diversity and disease control in rice. *Nature* 406: 718-722.