

5.15 Einfluss von Standortfaktoren und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die pflanzliche Diversität unterschiedlicher Betriebssysteme (Biodiversitätspotenzial)

Sebastian Klimek

5.15.1 Vorwort

Im Juni 2010 wurden dem Thünen-Institut für Biodiversität im Rahmen des Forschungsvorhabens „Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer Betriebssysteme – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben“ (Förderkennzeichen 06OE160 und 06OE353) durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) Bundesmittel für die Durchführung eines Arbeitspaktes zum Thema „Einfluss von Standortfaktoren und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die pflanzliche Diversität unterschiedlicher Betriebssysteme“ (kurz: „Biodiversitätspotenzial“) zur Verfügung gestellt (Position 0835 „Vergabe von Aufträgen“).

Das Arbeitspaket „Biodiversitätspotenzial“ ist inhaltlich sehr eng an die beiden transdisziplinären Projekte „Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer Betriebssysteme – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben“ und „Klimawirkungen und Nachhaltigkeit konventioneller Betriebssysteme – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben“ angebunden. Im Rahmen dieser Anbindung werden Vorarbeiten, insbesondere seitens der Erfassung der Bewirtschaftung und des Betriebsmanagements, gezielt verwendet. Dadurch wird angestrebt, Synergien bei der Zusammenarbeit zu nutzen und die Qualität und Aussagekraft der Ergebnisse des Arbeitspaketes „Biodiversitätspotenzial“ zu erhöhen.

Die Inhalte und Ziele des Arbeitspaketes „Biodiversitätspotenzial“ umfassen:

1. Vegetationskundliche Erfassung der Gefäßpflanzen auf den Testflächen der ökologisch und konventionell wirtschaftenden Pilotbetriebe in den vier Projektregionen
2. Erstellung einer Vegetationsdatenbank basierend auf den vegetationskundlichen Erhebungen
3. Ableitung von Indikatoren sowie Überprüfung von Methoden und Bewertungsansätzen für den Indikatorbereich „Biodiversitätspotenzial“
4. Erarbeitung von generellen Handlungsempfehlungen für Landwirte/innen zur Erhaltung und Erhöhung pflanzlicher Diversität.

Erste Ergebnisse des Arbeitspaketes wurden in dem 2. Zwischenbericht (Berichtszeitraum 1. März 2010 – 28. Februar 2011) und 3. Zwischenbericht (Berichtszeitraum 1. März 2011 – 29. Februar 2012) dargestellt. Zudem wurden erste Ergebnisse auch im Rahmen regionaler Workshops vorgestellt und stießen auf großes Interesse der Betriebsleiter und Berater. Wir nutzen an dieser Stelle auch die Gelegenheit, den beteiligten Betriebsleitern ausdrücklich für Ihre Kooperation zu danken. Zudem lief die Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern sehr gut und Absprachen wurden zuverlässig eingehalten.

Die vegetationskundliche Erfassung der Gefäßpflanzen auf den Testflächen der ökologisch und konventionell wirtschaftenden Pilotbetriebe in den vier Projektregionen wurde in den Jahren 2010 und 2011 durchgeführt. Darauf basierend wurde eine Vegetationsdatenbank erstellt. Damit wurden wesentliche Ziele des Arbeitspaketes erreicht. Es muss jedoch darauf hingewiesen werden, dass bis zum jetzigen Zeitpunkt keine Gesamtauswertung der Vegetationsdaten durchgeführt werden konnte. Für eine Gesamtauswertung sind detaillierte schlag- bzw. testflächenbezogene Informationen zu Standortfaktoren (z.B. Relief, Bodennährstoffgehalte, Bodengefüge) und Bewirtschaftungsmaßnahmen (z.B. Anbauintensität) unbedingt erforderlich. Die Erreichung der Arbeitspaketziele „Ableitung von Indikatoren sowie Überprüfung von Methoden und Bewertungsansätzen für den Indikatorbereich Biodiversitätspotenzial“ und „Erarbeitung von generellen Handlungsempfehlungen für Landwirte/innen zur Erhaltung und Erhöhung pflanzlicher Diversität“ ist erst unter Berücksichtigung dieser Daten möglich. Da jedoch die Ergebnisse zu den Standortfaktoren und Bewirtschaftungsmaßnahmen der untersuchten Schläge bzw. Testflächen zu diesem Zeitpunkt noch nicht vollständig ausgewertet vorliegen, sondern erst im Rahmen des Aufstockungsantrages (Änderungsbescheid vom 03.07.2013) zur Verfügung gestellt werden, ist der vorliegende Bericht nicht als Endbericht zu bewerten. Diese Vorgehensweise wurde mit dem Projektträger (BÖLN) und der Projektkoordination im Vorfeld der Berichterstellung abgesprochen. Ein umfassender Endbericht für das Arbeitspaket „Biodiversitätspotenzial“ erfolgt daher erst nach Aufbereitung und zur Verfügung Stellung der Daten.

Im Folgenden wird eine kurze Einleitung gegeben und die verwendeten Methoden beschrieben. Darauf aufbauend werden erste Ergebnisse vorgestellt und ein Ausblick auf die bevorstehenden Auswertungen gegeben.

5.15.2 Einleitung und Problemstellung

Gefäßpflanzen werden häufig als Biodiversitätsindikator in Agrarökosystemen verwendet. Zahlreiche Untersuchungen haben belegt, dass die Artenzahl der Gefäßpflanzen eng mit der Vielfalt weiterer Artengruppen korreliert ist (Duelli und Obrist, 1998; Steffan-Dewenter und Tschardt, 2001; Sauberer et al., 2004). Eine Studie von Kleijn et al. (2009) hat sowohl in Acker- als auch in Grünlandflächen einen signifikanten positiven Zusammenhang zwischen der Artenzahl der Gefäßpflanzen und der Artenzahl von Invertebraten verschiedener Gruppen (Bienen, Heuschrecken und Spinnen) festgestellt. Zudem gibt es Nachweise dafür, dass eine hohe pflanzliche Artenvielfalt Grundlage für die Bereitstellung von ökosystemaren Dienstleistungen ist (Isbell et al., 2011). Eine aktuelle Untersuchung von Scherber et al. (2010) hat diesbezüglich gezeigt, dass ein Rückgang von Pflanzenarten in einem Agrarökosystem kaskadenartig die Anzahl und Vielfalt aller Mitglieder der Nahrungskette mindern kann.

Vergleichende Studien über den Einfluss konventioneller und ökologischer Betriebssysteme haben verdeutlicht, dass sich der ökologische Landbau in den meisten Fällen signifikant positiv auf Flora und Fauna sowohl auf der Schlag- als auch auf der Betriebsebene auswirkt (Fuller et al., 2005; Hole et al., 2005). Eine Meta-Analyse von Bengtsson et al. (2005) hat gezeigt, dass im Durchschnitt 50 % mehr Individuen und 30 % mehr Arten in biologisch bewirtschafteten Flächen vorkommen. Insbesondere ökologisch bewirtschaftete Ackerflächen weisen eine bis zu sechsfach höhere Artenvielfalt der Segetalflora auf als konventionelle Ackerflächen (z.B. Gabriel et al., 2006; Gabriel und Tschardt, 2007; Holzschuh et al., 2007). Es gibt weiterhin Hinweise darauf, dass die Unterschiede zwischen ökologi-

scher und konventioneller Bewirtschaftung auf Grünlandflächen weniger stark ausgeprägt sind, da Grünlandflächen häufig weniger intensiv bewirtschaftet werden (Herzog et al., 2006). Als Einflussfaktoren für die höhere Artenvielfalt auf den ökologisch bewirtschafteten Flächen wurden neben dem Verzicht auf Herbizide, chemisch-synthetische Pestizide und Mineraldünger auch die vielfältigeren Fruchtfolgen, die schonende Bodenbearbeitung und ein höherer Anteil an naturnahen Flächen auf der Betriebsebene verantwortlich gemacht. Es bestehen jedoch noch Kenntnislücken hinsichtlich der funktionellen Bedeutung der pflanzlichen Artenvielfalt in Agrarökosystemen.

Viele Wild- und Kulturpflanzen sind auf die Bestäubung durch Insekten angewiesen. Grundsätzlich hängt die Diversität blütenbesuchender Insekten wesentlich vom Nahrungsangebot und der floristischen Vielfalt einer Fläche ab. Insektenbestäubung stellt die wichtigste Form der biotischen Fremdbestäubung dar und ist eine der wichtigsten Triebkräfte für die Evolution und Artenvielfalt der Angiospermen (Baker und Hurd, 1968). Biesmeijer et al. (2006) haben belegt, dass die Vielfalt von Bienen und der von ihnen bestäubten Blütenpflanzen während der letzten 25 Jahre stark zurückgegangen ist. Eine höhere Anzahl und Abundanz von Bestäubern kann zu einer höheren Bestäubungsleistung führen (Aizen und Feinsinger, 2004). Dabei wirkt sich der ökologische Landbau häufig positiv auf Bestäuber aus (Holzschuh et al., 2007; Rundlöf et al., 2008). In diesem Zusammenhang hat eine Untersuchung von Gabriel und Tschardt (2007) auf ökologisch bewirtschafteten Getreideflächen deutlich mehr durch Insekten bestäubte Pflanzenarten nachgewiesen, was auf eine funktionierende Wechselwirkung zwischen Pflanzen und Blüten bestäubenden Insekten hindeutet. Unklarheiten bestehen jedoch noch darüber, inwieweit die Vielfalt an Insekten bestäubten Pflanzen in Acker- und Grünlandflächen durch das Bewirtschaftungssystem und die biogeographische Region beeinflusst wird.

Vor diesem Hintergrund, hat das Arbeitspaket „Biodiversitätspotenzial“ zum Ziel, die pflanzliche Diversität auf den stationär angelegten Testflächen der ökologisch und konventionell wirtschaftenden Pilotbetriebe zu erfassen und den Einfluss von abiotischen Standortfaktoren und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die pflanzliche Diversität zu analysieren. Getrennt nach Betriebssystem und den Kulturarten Winterweizen (bzw. Triticale, Dinkel oder Winterroggen) und Grünland werden die erhobenen Vegetationsdaten in Beziehung zu Standortfaktoren (z.B. Relief, Bodennährstoffgehalte, Bodengefüge) und Bewirtschaftungsmaßnahmen (z.B. Anbauintensität) gesetzt. Um den Einfluss von Bewirtschaftungssystem (ökologisch vs. konventionell) und Projektregion (Süd, West, Ost, Nord) auf die Anzahl an Insekten bestäubte Pflanzenarten in Acker- und Grünlandflächen zu untersuchen, werden die erfassten Gefäßpflanzen nach der Art der Bestäubung klassifiziert und analysiert. Kenntnisse über die relative Bedeutung von Standortfaktoren und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die pflanzliche Diversität unterschiedlicher Betriebssysteme stellen eine Voraussetzung für die Ableitung geeigneter indirekter Indikatoren (Pressure-Indikatoren) dar und unterstützen eine Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeit von Betriebssystemen.

5.15.3 Material und Methoden

Die vegetationskundlichen Erhebungen der Gefäßpflanzen erfolgten in Absprache mit den Betriebsleitern und Projektpartnern auf den stationär angelegten Testflächen der ökologisch und konventionell wirtschaftenden Pilotbetriebe in den vier Projektregionen. Die räumliche Auswahl der Pilotbetriebe berücksichtigt die Variabilität der landwirtschaftlichen Betriebs- bzw. Produktionssysteme (Betriebssysteme-

me und Betriebstypen) sowie die der Landschaftsstrukturen und Standortvoraussetzungen (Boden-Klima-Räume, Naturräume). Die ausgewählten ökologischen Pilotbetriebe wurden mit konventionellen Betriebssystemen unter vergleichbaren Standortbedingungen räumlich gepaart, wobei die Pilotbetriebe charakteristischen und regionstypischen Betriebstypen (Marktf Fruchtbetrieb, Gemischtbetrieb sowie Milchviehbetrieb) entsprechen.

Je Pilotbetrieb und abhängig von dem Betriebstyp und der betriebsspezifischen Fruchtfolge wurde die Diversität der Gefäßpflanzen in dem Jahr 2010 auf Winterweizenflächen (alternativ Triticale, Dinkel oder Winterroggen) und im Jahr 2011 auf Grünlandflächen sowie, soweit vorhanden, auf Luzerne-Klee-gras Flächen kartiert. Die Erhebungen wurden innerhalb der mit GPS vermessenen homogenen Test-flächen (20 m x 20 m) durchgeführt. Für die Kulturart Winterweizen und Grünland sowie für die Kulturart Luzerne-Klee-gras erfolgte die Vegetationserhebung auf der Fläche einer Parallele (10 m x 10 m). Auf diesen Aufnahme-flächen wurde jeweils eine Artenliste der Gefäßpflanzen nach Wisskirchen und Haeupler (1998) angefertigt, sowie die Artmächtigkeit (Deckungswert) jeder Art anhand einer modifizierten dezimalen LONDO-Skala geschätzt (Londo, 1976). Die vegetationskundliche Erfassung der Gefäß-pflanzen erfolgt einmalig in einem definierten Zeitraum getrennt nach Projektregion durch Auftragnehmer/innen auf der Basis von Werkverträgen (Zeitraum 2010: 22.06.2010 bis 15.07.2010; Zeitraum 2011: 07.04.2011 bis 29.05.2011). Die Erfassung der pflanzlichen Artenvielfalt auf den Luzerne-Klee-gras Flächen und Grünlandflächen der Pilotbetriebe wurde vor der ersten Nutzung durchgeführt. Für die Vegetationsaufnahmen wurden standardisierte Aufnahmebögen verwendet, die jeder Auftragnehmerin bzw. jedem Auftragnehmer durch den Auftraggeber (Dr. Sebastian Klimek) zur Verfügung gestellt wurden. Um eine Vergleichbarkeit der Vegetationsaufnahmen in den vier Projektregionen zu gewährleisten, wurde während der Aufnahmen durch die Auftragnehmer/innen das phänologische Entwicklungsstadium des Getreides (Winterweizen, Triticale, Dinkel, Winterroggen) nach der erweiterten BBCH-Codierung aufgenommen. Auf den Grünlandflächen wurde das Vegetationsstadium des Bestandes anhand phänologischer Merkmale von häufig bzw. verbreitet vorkommenden Arten, wie Wiesen-Löwenzahn (*Taraxacum sect. Ruderalia*), Knäuelgras (*Dactylis glomerata agg.*) und Ausdauerndes Weidelgras (*Lolium perenne*), geschätzt.

Aufgrund der Betriebstypen (z.B. reine Marktf Frucht- bzw. Milchviehbetriebe) und der betriebsspezifischen Fruchtfolge war nicht auf jedem ökologisch bzw. konventionell wirtschaftenden Pilotbetrieb eine Winterweizenfläche (alternativ Triticale, Dinkel oder Winterroggen) bzw. Grünland- oder Luzerne-Klee-grasfläche vorhanden. Daher erfolgten, bezogen auf das Erhebungsjahr 2010, die Aufnahmen der Ackerwildkrautarten auf insgesamt 69 Pilotbetrieben bzw. Winterweizenflächen (34 ökologisch und 35 konventionell bewirtschaftete Ackerflächen). Die Aufnahmen der Gefäßpflanzen in dem Erhebungsjahr 2011 erfolgten auf insgesamt 47 Grünlandflächen (25 ökologisch und 22 konventionell bewirtschaftete Flächen) und 29 Luzerne-Klee-grasflächen (27 ökologisch und 2 konventionell bewirtschaftete Flächen). Für die regionenübergreifende Auswertung der Vegetationsdaten wurden ausschließlich Aufnahmen von gepaarten Flächen bzw. Pilotbetrieben verwendet. Zudem wurden die Aufnahmen der Luzerne-Klee-grasflächen aufgrund der geringen Anzahl an Flächen und dem weitestgehenden Fehlen von konventionell bewirtschafteten Luzerne-Klee-grasflächen nicht in eine regionenübergreifende Auswertung einbezogen. Insgesamt wurden Vegetationsaufnahmen von 53 räumlich gepaarten Pilotbetrieben (33 gepaarte Winterweizen- und 20 gepaarte Grünlandflächen) in die Auswertung einbezogen. Tabelle 5.15-1 gibt eine Übersicht über die Anzahl der räumlich gepaarten Flächen in den vier Projektregionen, die für eine regionenübergreifende Auswertung herangezogen wurden.

Tabelle 5.15-1: Übersicht über die Anzahl der untersuchten Winterweizen- und Grünlandflächen in den vier Projektregionen

		Winterweizenflächen (2010)		Grünlandflächen (2011)		Gesamt
		ökologisch	konventionell	ökologisch	konventionell	
Projektregion	Süd	6	6	6	6	24
	West	7	7	7	7	28
	Ost	10	10	3	3	26
	Nord	10	10	4	4	28

Die Vegetationsaufnahmen wurden unter Verwendung einer einheitlichen Nomenklatur in eine Datenbank eingegeben und auf Plausibilität geprüft. Fragen oder Unklarheiten wurden mit den Auftragnehmern geklärt. Daraufhin wurden die erfassten Gefäßpflanzen unter Verwendung der Datenbank BioFlor nach Art und Weise der Pollenübertragung (Bestäubung) klassifiziert (Klotz et al., 2002). Grundsätzlich kann die Pollenübertragung abiotisch (Wind-, Wasser-) oder biotisch (Tier-, Selbstbestäubung) erfolgen. In dieser Untersuchung steht die Insektenbestäubung als wichtigste Form der Fremdbestäubung im Vordergrund.

5.15.4 Ergebnisse

Die Auftragnehmer/innen haben die vegetationskundlichen Erhebungen und die Übergabe der Kartierungsergebnisse fristgerecht und entsprechend den Vorgaben zur vollsten Zufriedenheit durchgeführt. Zum Zeitpunkt der Aufnahmen befand sich der Winterweizen (bzw. Triticale, Dinkel oder Winterroggen) in allen vier Projektregionen im Entwicklungsstadium der Fruchtentwicklung bzw. der Frucht- und Samenreife, und es bestanden hinsichtlich des phänologischen Entwicklungsstadiums keine Unterschiede zwischen den vier Projektregionen. Auch hinsichtlich der Vegetationserhebungen auf den Grünlandflächen bestand hinsichtlich des phänologischen Stadiums der ausgewählten Pflanzenarten (*Taraxacum sect. Ruderalia*, *Dactylis glomerata agg.* bzw. *Lolium perenne*) kein systematischer Unterschied zwischen den vier Projektregionen.

In dem Aufnahmejahr 2010 wurden insgesamt 117 verschiedene Ackerwildkrautarten auf den untersuchten Winterweizenflächen (bzw. Triticale, Dinkel oder Winterroggen) aufgenommen (n = 66 Pilotbetriebe). Davon waren 41 Arten auf Insektenbestäubung ausgerichtet. Auf den Grünlandflächen (n = 40) wurden 92 verschiedene Gefäßpflanzen erfasst, wovon 43 Pflanzenarten Insekten als Pollenvektor nutzen. Die floristischen Aufnahmen der Winterweizen- und Grünlandflächen wurden in einer vorläufigen deskriptiven Analyse getrennt nach Projektregion und Betriebssystem (ökologisch und konventionell) hinsichtlich der mittleren Anzahl an Gefäßpflanzen (Tabelle 5.15-2) und der mittleren Anzahl an Insekten bestäubten Pflanzen (Abbildung 5.15-1 und 5.15-2) ausgewertet.

Tabelle 5.15-2: Mittlere Artenzahl und Standardabweichung von Gefäßpflanzen auf den kartierten Winterweizen- und Grünlandflächen

		Winterweizenflächen (2010)		Grünlandflächen (2011)	
		ökologisch	konventionell	ökologisch	konventionell
Projektregion	Süd	15,0 (3,0)	2,8 (3,0)	26,8 (3,6)	17,8 (3,4)
	West	19,3 (5,2)	5,3 (4,9)	20,9 (3,8)	15,4 (5,4)
	Ost	17,2 (7,1)	5,9 (4,6)	18,0 (5,2)	16,7 (2,5)
	Nord	20,2 (3,6)	2,5 (2,1)	17,8 (5,3)	16,0 (1,2)

Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass die mittlere Anzahl der Ackerwildkrautarten auf den Winterweizenflächen der ökologisch wirtschaftenden Pilotbetriebe deutlich höher ist als auf den konventionell wirtschaftenden Pilotbetrieben (Tabelle 5.15-2). Diese Unterschiede sind weniger stark für die untersuchten Grünlandflächen ausgeprägt. Obwohl die mittlere Anzahl der Gefäßpflanzenarten auf den Grünlandflächen der ökologisch wirtschaftenden Pilotbetriebe überwiegend höher ist als auf den konventionell wirtschaftenden Pilotbetrieben, deuten die Ergebnisse regionale Unterschiede an (Tabelle 5.15-2). Die untersuchten Grünlandflächen in der Projektregion Süd sind durch die höchste mittlere Artenzahl an Gefäßpflanzen gekennzeichnet, wobei die Unterschiede zwischen den Projektregionen stärker für die ökologisch als für die konventionell bewirtschafteten Flächen ausgeprägt sind.

Die Analyse zeigt zudem, dass auf ökologisch bewirtschafteten Getreide- und Grünlandflächen deutlich mehr durch Insekten bestäubte Pflanzenarten nachgewiesen werden konnten (Abbildung 5.15-1 und 5.15-2). Entsprechend der Analyse der Gesamtartenvielfalt (Tabelle 5.15-1) sind die Unterschiede zwischen den ökologisch und konventionell bewirtschafteten Pilotbetrieben weniger stark für die untersuchten Grünlandflächen ausgeprägt. Es ist jedoch festzuhalten, dass mit steigender Artenzahl in einer Testfläche auch die statistische Wahrscheinlichkeit steigt, dass durch Insekten bestäubte Pflanzenarten gefunden werden. Zudem wird in dieser deskriptiven Analyse der Einfluss der Projektregion (unterschiedliche Landschaftsstrukturen und Standortsvoraussetzungen) nicht berücksichtigt.

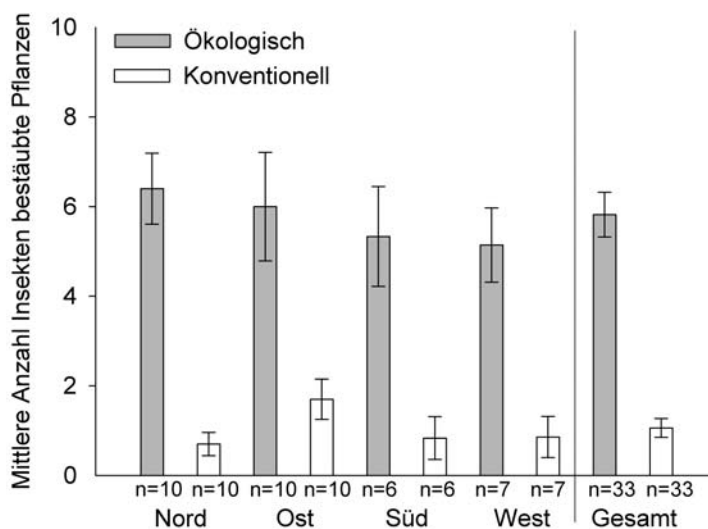


Abbildung 5.15-1: Anzahl (Mittelwert \pm Standardfehler) der durch Insekten bestäubten Pflanzenarten auf den untersuchten Winterweizenflächen der ökologisch und konventionell wirtschaftenden Pilotbetriebe in den vier Projektregionen im Jahr 2010 (Klimek, 2013, unveröffentlicht).

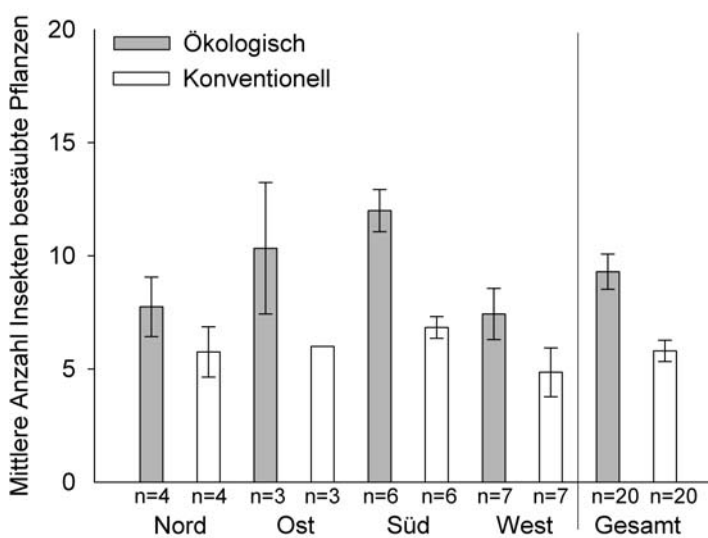


Abbildung 5.15-2: Artenzahl (Mittelwert \pm Standardfehler) der durch Insekten bestäubten Pflanzenarten auf den untersuchten Grünlandflächen der ökologisch und konventionell wirtschaftenden Pilotbetriebe in den vier Projektregionen im Jahr 2011 (Klimek, 2013, unveröffentlicht).

5.15.5 Ausblick

Untersuchungen zur pflanzlichen Diversität sind von hohem Interesse für die Betriebe, die Verbraucher (ökologische Glaubwürdigkeit) sowie für die Politikberatung. Um die Ergebnisse des Arbeitspaketes „Biodiversitätspotenzial“ für die Landwirte nutzbar zu machen, soll in Ansprache mit der Projektkoordination die Möglichkeit zur Integration der Kartierungsergebnisse in die Datendrehscheide *Nutriweb* geprüft werden. Dies würde eine vergleichende Bewertung (Benchmarking) der Betriebe in einer Region ermöglichen. Hinsichtlich einer regionsübergreifenden Auswertung müssen jedoch neben den Vegetationsaufnahmen auch Standortfaktoren (z.B. Relief, Bodennährstoffgehalte, Bodengefüge) und Bewirtschaftungsmaßnahmen (z.B. Anbauintensität) berücksichtigt werden. Erst eine solche Form der Auswertung ermöglicht differenzierte Aussagen über die relative Bedeutung von Standortfaktoren und Bewirtschaftungsmaßnahmen auf die pflanzliche Diversität unterschiedlicher Betriebssysteme sowie eine Überprüfung von Methoden und Bewertungsansätzen für den Indikatorbereich „Biodiversitätspotenzial“. Wie in dem Vorwort dargestellt, werden diese Daten jedoch erst im Rahmen des Aufstockungsantrages aufgearbeitet und diesem Arbeitspaket zur Verfügung gestellt. Ein umfassender Endbericht für das Arbeitspaket „Biodiversitätspotenzial“ erfolgt erst unter Einbeziehung dieser Daten.

5.15.6 Literatur

Aizen MA, Feinsinger P (1994) Habitat fragmentation, native insect pollinators, and feral honeybees in Argentine Chaco Serrano. *Ecological Applications* 4:378-392

Baker HG, Hurd PD (1968) Intrafloral ecology. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 13:385-414

Bengtsson J, Ahnström J, Weibull AC (2005) The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology* 42:261-269

Biesmeijer JC, Roberts SPM, Reemer M, Ohlemüller R, Edwards M, Peeters T, Schaffers AP, Potts SG, Kleukers R, Thomas CD, Settele J, Kunin WE (2006) Parallel declines in pollinators and insect-pollinated plants in Britain and the Netherlands. *Science* 313:351-354

Duelli P, Obrist MK (1998) In search of the best correlates for local organismal biodiversity in cultivated areas. *Biodiversity and Conservation* 7:297-309

Fuller RJ, Norton LR, Feber RE, Johnson PJ, Chamberlain DE, Joys AC, Mathews F, Stuart RC, Townsend MC, Manley WJ, Wolfe MS, Macdonald DW, Firbank LG (2005) Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biology Letters* 1:431-434

Gabriel D, Roschewitz I, Tschardt T, Thies C (2006) Beta diversity at different spatial scales: Plant communities in organic and conventional agriculture. *Ecological Applications* 16:2011-2021

Gabriel D, Tschardt T (2007) Insect pollinated plants benefit from organic farming. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118:43-48

- Herzog F, Steiner B, Bailey D, Baudry J, Billeter R, Bukáček R, De Blust G, De Cock R, Dirksen J, Dormann CF, De Filippi R, Frossard E, Liira J, Schmidt T, Stöckli R, Thenail C, Van Wingerden W, Bugter R** (2006) Assessing the intensity of temperate European agriculture at the landscape scale. *European Journal of Agronomy* 24:165-181
- Hole DG, Evans AD, Perkins AJ, Wilson JD, Alexander IH, Grice PV** (2005) Does organic farming benefit biodiversity? *Biological Conservation* 122:113
- Holzschuh A, Steffan-Dewenter I, Kleijn D, Tschardt T** (2007) Diversity of flower-visiting bees in cereal fields: Effects of farming system, landscape composition and regional context. *Journal of Applied Ecology* 44:41-49
- Isbell F, Calcagno V, Hector A, Connolly J, Harpole WS, Reich PB, Scherer-Lorenzen M, Schmid B, Tilman D, Van Ruijven J, Weigelt A, Wilsey BJ, Zavaleta ES, Loreau M** (2011) High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. *Nature* 477:199-202
- Kleijn D, Kohler F, Báldi A, Batáry P, Concepción ED, Clough Y, Díaz M, Gabriel D, Holzschuh A, Knop E, Kovács A, Marshall EJ, Tschardt T, Verhulst J** (2009) On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings. Biological sciences / The Royal Society* 276:903-909
- Klotz S, Kühn I, Durka W** (Hrsg.) (2002) *BiolFlor - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 38.* Bonn: Bundesamt für Naturschutz
- Londo G** (1976) Decimal scale for relevés of permanent quadrats. *Vegetatio* 33:61-64
- Rundlöf M, Nilsson H, Smith HG** (2008) Interacting effects of farming practice and landscape context on bumble bees. *Biological Conservation* 141:417-426
- Sauberer N, Zulka KP, Abensperg-Traun M, Berg H-M, Bieringer G, Milasowszky N, Moser D, Plutzer C, Pollheimer M, Storch C, Tröstl R, Zechmeister H, Grabherr G** (2004) Surrogate taxa for biodiversity in agricultural landscapes of eastern Austria. *Biological Conservation* 117:181-190
- Scherber C, Eisenhauer N, Weisser WW, Schmid B, Voigt W, Fischer M, Schulze ED, Roscher C, Weigelt A, Allan E, Beler H, Bonkowski M, Buchmann N, Buscot F, Clement LW, Ebeling A, Engels C, Halle S, Kertscher I, Klein AM, Koller R, König S, Kowalski E, Kummer V, Kuu A, Lange M, Lauterbach D, Middelhoff C, Migunova VD, Milcu A, Müller R, Partsch S, Petermann JS, Renker C, Rottstock T, Sabais A, Scheu S, Schumacher J, Temperton VM, Tschardt T** (2010) Bottom-up effects of plant diversity on multitrophic interactions in a biodiversity experiment. *Nature* 468:553-556
- Steffan-Dewenter I, Tschardt T** (2001) Succession of bee communities on fallows. *Ecography* 24:83-93
- Wisskirchen R, Haeupler H** (1998) *Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen Deutschlands.* Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart