

Abschlussbericht

Energie aus Wildpflanzen – Integrativer Naturschutz durch Wildpflanzen- kulturen in Biogasfruchtfolgen und Umsetzung auf Praxisflächen in Niedersachsen mit Wildbiologischen Begleituntersuchungen

Zuwendungsbescheid vom

Laufzeit 01.10.2013 – 31.12.2016

Gefördert aus Mitteln des Niedersächsisches Ministerium für Ernährung,
Landwirtschaft und Verbraucherschutz

Titel: Modellvorhaben Nachwachsende Rohstoffe und Bioenergie

Vorgelegt durch die
Landesjägerschaft Niedersachsen e.V. (LJN)



in Zusammenarbeit mit

Bearbeitung Wildbiologische Begleituntersuchungen

(Sachbericht in gekürzter Form eingearbeitet)

ITAW: Dr. Oliver Keuling, Marie Daniéle Sange, Dr. Katrin Ronnenberg, Joëlle-Kathrin Benz,
Heike Böhme

Projektleitung: Prof. Prof. h.c. Dr. Ursula Siebert



Pflanzenbauliche Aspekte;

BiotopFonds der Jägerschaft Emsland
Josef Schroer, Johann Högemann

3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V.:

Sascha Hermus



Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Inhaltsverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	VI
Danksagung	VII
Einleitung	1
Ökosysteme und ihre Leistungen	3
Erneuerbare Energien	4
Auswirkungen auf die Tiere der Agrarlandschaft	7
Der Feldhase als Indikatorart	10
Alternative Energiepflanzen	12
Projektziele und Umsetzung	15
Material und Methoden	17
Flächenetablierung- Pflanzenbauliche Grundlagen	17
Bonitur der Vegetation der Wildpflanzenflächen	22
Zähltreiben	23
Wärmebildkamera: Besatzdichten und Habitatnutzung der Feldhasen mittels Thermographie-Taxation	23
Feldhasen-Erfassung (inkl. Erfassung anderer Wildtiere)	23
Flächennutzungskartierung	25
Nutzungspräferenzen	26
Fotofallen: Bestimmung von Biodiversität und Habitatnutzung	26
Fotofallen	27
Versuchsdesign und Aufstellung der Fotofallen	27
Dateneingabe und Datenaufbereitung	29
Datenauswertung zur Habitatnutzung	31
Biodiversität	31
Zielarten	32
Ergebnisse	33
Bestandsentwicklung der Praxisflächen	33
Vorbereitungsphase und Bestandsetablierung	33
Entwicklung der Vegetation	33
Ertragsleistung und Biogaserträge	35
Biogaserträge	37
Erfahrungen aus der Praxis zur Düngung der Wildpflanzenbestände	40
Wildbiologische Begleituntersuchungen	42
Zähltreiben	42

Wärmebildkamera: Besatzdichten	42
Feldhase.....	43
Rehwild.....	43
Rotfuchs	44
Wärmebildkamera: Habitatnutzung des Feldhasen.....	44
Zusammenfassende Habitatnutzungsanalyse aller Zählungen	47
Fotofallen: Biodiversität und Habitatnutzung.....	49
Artenzahlen und Abundanzen.....	49
Aktivitäten.....	52
Biodiversität.....	55
Habitatnutzung der Zielarten.....	57
Einfluss der Standzeit auf die Zielarten.....	58
Öffentlichkeitsarbeit	61
Diskussion	62
Bonitur der Vegetation.....	62
Zähltreiben	63
Besatzdichten (WBK)	63
Habitatnutzung	64
Habitatnutzung Feldhase.....	64
Habitatnutzung Fotofallen (ohne Feldhase)	67
Methodendiskussion Habitatnutzung	68
Gesamtbetrachtung Habitatnutzung	69
Mehrjährigkeit.....	70
Biodiversität.....	71
Gesamtdiskussion	72
Beantwortung der Fragestellungen.....	78
Schlussfolgerungen	79
Ausblick.....	80
Zusammenfassung	81
Literatur	83
Anhang	87

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete und Standorte in Niedersachsen	19
Abb. 2: Schema eines Zähltreibens	23
Abb. 3: Feldhase (<i>Lepus europaeus</i>) im Scheinwerfer-kegel.....	24
Abb. 4: Beispielhafte Darstellung der Flächennutzungskartierung (FNK) und Wärmebildzählungen im Frühjahr 2015 im UG2 Wolfsburg. Für Erläuterungen der Abkürzungen der FNK siehe Anhang Tab. A 1: Kartierschlüssel zur Flächennutzung	25
Abb. 5: Fotofalle „Typ Bushnell Trophy Cam HD“, © Bushnell Outdoor Product (BUSHNELL o.J.).....	27
Abb. 6: Aufbau der Fotofallen, oben: in Wildpflanzenkultur (WP) im Sommer, unten links im Winterweizen im Frühjahr, unten rechts, in nicht geernteter WP im Winter.....	29
Abb. 7: Lage des Untersuchungsgebiets UG1 Göttingen mit einer Übersicht der Kamerastandorte (2015 / 2016) exemplarisch für die Gestaltung des Standardversuchsaufbaus.....	30
Abb. 8: Feldhasendichten (Hasen/100 ha) in den fünf Untersuchungsgebieten jeweils als Mittelwerte für die einzelnen Zählungen pro Herbst und Frühjahr.....	43
Abb. 9: Rehwilddichten (Rehe/100 ha) in den fünf Untersuchungsgebieten jeweils als Mittelwerte für die einzelnen Zählungen pro Herbst und Frühjahr.....	43
Abb. 10: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland für das UG 2 Wolfsburg kombiniert für alle Frühjahrszählungen (F14 bis F16, links) und für alle Herbstzählungen (H14+H15, rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache, G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen Z = Zwischenfrucht, undef = undefiniert	45
Abb. 11: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland für das UG 3 Goldenstedt kombiniert für alle Frühjahrszählungen (F13 bis F15, links) und für alle Herbstzählungen (H14+H15, rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache, G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen Z = Zwischenfrucht	45
Abb. 12: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland für das UG 4 Essen kombiniert für alle Frühjahrszählungen (F14 bis F16, links) und für alle Herbstzählungen (H14+H15, rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache, G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen Z = Zwischenfrucht, ud = undefiniert, a = andere	46
Abb. 13: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland für die UG 5 Lingen kombiniert für alle Frühjahrszählungen (F14 bis F16, links) und UG 1 Göttingen kombiniert für alle Herbstzählungen (H14+H15, rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache, G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen, YS= Sonderkultur, Z = Zwischenfrucht, FK = Klee, undef = undefiniert	47
Abb. 14: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland in den fünf Untersuchungsgebieten kombiniert für alle Frühjahrszählungen (links) und kombiniert für alle Herbstzählungen (rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache (inkl. FK = Klee), G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen, YS= Sonderkultur, Z = Zwischenfrucht, un/a = undefiniert/andere.....	48
Abb. 15: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für die häufigen Tierarten/-gruppen in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen.....	49

Abb. 16: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für Singvögel in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen.....	50
Abb. 17: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für häufigere Vogelarten in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen.....	50
Abb. 18: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für Prädatoren und andere Säugerarten in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen	51
Abb. 19: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für selten beobachtete Arten in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen	51
Abb. 20: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase, Jagdfasan und Rotfuchs sowie aller Arten im Überblick für alle fünf Untersuchungsgebiete kombiniert. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell.....	52
Abb. 21: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase und Rotfuchs sowie aller Arten im UG1 Göttingen. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell	53
Abb. 22: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase, Jagdfasan und Rotfuchs sowie aller Arten im UG2 Wolfsburg. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell	53
Abb. 23: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase, Jagdfasan und Rotfuchs sowie aller Arten im UG3 Goldenstedt. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell	54
Abb. 24: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase, Jagdfasan und Rotfuchs sowie aller Arten im UG4 Essen. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell	54
Abb. 25: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase und Jagdfasan sowie aller Arten im UG5 Lingen. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell	55
Abb. 26: Werte der Evenness nach Shannon (1948) für die Wirbeltierfauna in WP (Wildpflanzen) und WX (Wintergetreide/konventionelle Landwirtschaft). H_{max} = höchste mögliche Biodiversität im Lebensraum, UG = Untersuchungsgebiet. N_{Art} = Anzahl Arten, g = Gesamtzeitraum für UG, S = Sommer, W = Winter. Eine Evenness in orange deutet einen höheren Biodiversitätsindex auf WX als auf WP im selben UG im Vergleichszeitraum an. ...	56
Abb. 27: Box&Whisker-Plots der „trap rates“ auf den drei Habitattypen WX (konventionell/Wintergetreide), WP (Wildpflanze) und WpR (Randstandorte Wildpflanze-Wintergetreide). Standjahr bedeutet: Jahre nach Anlage des Feldes (Im Falle von WX Jahr seit Beginn der Fotofallen, Standjahr ist immer 1). Box&Whisker-Plots geben den Median (horizontale Linie innerhalb der Boxen), 25 % und 75 % Überschreitungswahrscheinlichkeiten (Box) und die Spannweite (Whiskers) an, Kreise zeigen statistische Ausreißer.	58
Abb. 28: Ergebnisse des GAM (generalized additive model) beim Feldhasen anhand der trap rates. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe auch Anhang Tab. A 4, Distanz zu Dauerstruktur	59
Abb. 29: Ergebnisse des GAM (generalized additive model) beim Rehwild anhand der trap rates. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe auch Anhang Tab. A 5, Distanz zu Dauerstruktur	59
Abb. 30: Ergebnisse des GAM (generalized additive model) beim Jagdfasan anhand der trap rates. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe auch Anhang Tab. A 6, Distanz zu Dauerstruktur, Göttingen nicht einbezogen.....	60
Abb. 31: Ergebnisse des GAM (generalized additive model) beim Rotfuchs anhand der trap rates. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe auch Anhang Tab. A 7, Distanz zu Dauerstruktur	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zusammensetzung BG 70 - mehrjährige, leistungsstarke Mischung	17
Tabelle 2: Ertragsleistung der Praxisbestände	35
Tabelle 3: Ergebnisse Gasertrag	38
Tabelle 4: Deckungsbeiträge Mehrjähriger Wildpflanzenbestand im Vergleich zu Mais	39
Tabelle 5: Ergebnisse der Zähltreiben in den Untersuchungsgebieten mit Anzahl gesichteter Individuen, UG = Untersuchungsgebiet	42
Tabelle 6: Relative Dichtewerte für den Rotfuchs mittels Wärmebildtaxation. Die Dichtewerte sind dargestellt als Anzahl Füchse/100ha Offenlandfläche/Zählfahrt	44
Tabelle 7: Biodiversitätswerte nach Shannon (1948) für die Wirbeltierfauna in Wildpflanzen (WP) und Wintergetreide (WX). H_{max} = höchste mögliche Biodiversität im Lebensraum, H_s = Shannon-Index, E = Evenness, UG = Untersuchungsgebiet, N_{Art} = Anzahl Arten im UG, g =	56

Danksagung

Das Projekt wurde dankenswerter Weise durch das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert, wodurch diese Arbeiten erst ermöglicht wurden. Besonderer Dank gilt auch den Revierinhabern und Landwirten für die Bereitstellung der Untersuchungsgebiete und -flächen sowie den Kamerabetreuern für die tatkräftige Mitarbeit.

Einleitung

Wie kaum ein anderes Bundesland zeichnet sich das Agrarland Niedersachsen durch seine vielfältigen Lebensräume mit den unterschiedlichsten Tier- und Pflanzengesellschaften aus. Veränderungen in der landwirtschaftlichen Flächennutzung, wie größere Schläge, eingeeengte Fruchtfolgen bis hin zu Monokulturen, intensive Grünlandnutzung, frühe Mahd beeinflussen zunehmend Landschaftsbild und Artenvielfalt. Sie sind ein Grund für den Rückgang wildlebender Tiere, insbesondere von klassischen Feldbewohnern wie Rebhuhn, Feldlerchen, Kiebitz und Fasan.

Im Rahmen einer nachhaltigen Landnutzung gilt es Rückzugs- und Lebensbereiche für Niederwild und Brutvögel zu schaffen sowie ein reichhaltiges Nahrungsangebot für Blüten besuchende Insekten, wie Honig- und Wildbienen, Hummeln, Schwebfliegen, Schmetterlinge und Käfer zu gewährleisten, die eine wichtige Funktion im Ökosystem haben. Diese Ziele sollten mit einer nachhaltigen Biomasseerzeugung für Biogasanlagen verbunden werden. Hier setzt das Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ an.

Neben klimatischen Faktoren beeinflusst vor allem die Nutzung durch den Menschen das Landschaftsbild. Einerseits können entsprechende Bewirtschaftungsmethoden neue Lebensräume für Tier- und Pflanzenarten schaffen und ihre Diversität erhöhen, z.B. für Offenlandarten in bewaldeten Regionen. Auf der anderen Seite wirkt sich die zunehmende Intensivierung der Landwirtschaft negativ auf die biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft aus und steht häufig im Zusammenhang mit einem lokalen Rückgang oder dem Verschwinden von Arten (WINK 1992, CHAMBERLAIN et al. 2000, BENTON et al. 2003, SMITH et al. 2004, SMITH et al. 2005, KRUG 2011, ARMIN et al. 2012, EYLERT & KLAR 2012, KOWNATZKI et al. 2012). Die Homogenisierung der landwirtschaftlichen Flächen und auch die landwirtschaftlichen Maßnahmen selbst reduzieren dabei die Artenvielfalt und die Qualität der Lebensräume (ARMIN et al. 2012). Neben dem steigenden Bedarf an Nahrungs- und Futtermitteln wirkt sich zunehmend auch der Anbau nachwachsender Rohstoffe auf die Agrarlandschaft und damit auf die dort vorkommenden Tiere und Pflanzen aus (EYLERT & KLAR 2012, KOWNATZKI et al. 2012). Immer mehr Bedeutung bekommt dabei der Anbau von Biomasse zur Energiegewinnung in Biogasanlagen. Dieser bewirkt neben der allgemein zu beobachtenden Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung einen umfassenden und in dieser Geschwindigkeit bisher kaum gekannten Wandel in der Landschaft (HÖTKER et al. 2009). Vor allem der schlagübergreifende Maisanbau im Zusammenhang mit der Biogasproduktion wird im Hinblick auf die Biodiversität der Agrarlandschaft kritisch diskutiert (HÖTKER et al. 2009, KRUG 2011, TILLMANN 2011, TILLMANN

& VOIGT 2011, EYLERT & KLAR 2012, FRANCK 2012). Der Anbau alternativer Energiepflanzen wie Wildpflanzenmischungen bietet Möglichkeiten die Strukturvielfalt sowie Biodiversität der Agrarlandschaft zu fördern und stellt gleichzeitig eine Arten- und Naturschutzmaßnahme dar (BENTON et al. 2003, SMITH et al. 2004, BÖHME et al. 2013).

Seit 2008 besteht deshalb das länderübergreifende Gemeinschaftsprojekt „Lebensraum Feldflur“, in den Mischungen aus verschiedenen Wild- und Kulturpflanzen als Substrat für die Biogasproduktion entwickelt wurden, die gleichzeitig die Lebensbedingungen für wildlebende Tiere in der Agrarlandschaft verbessern.

Das Niedersächsische Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ greift diese Vorergebnisse auf, nutzt aber auch die bereits regional vorliegenden Praxiserfahrungen zu Saatmischungen und Anbauempfehlungen.

Ziel ist es so eine ökologisch wertvolle und gleichzeitig ökonomisch tragbare Ergänzung zum Anbau von derzeit weitgehend konkurrenzlosen konventionellen Energiepflanzen zu entwickeln (DEGENBECK et al. 2013, VOLLRATH et al. 2013). So entstehen arten- und strukturreiche Lebensräume für verschiedene Wildtiere wie Insekten, Fledermäuse, Vögel, Feldhase *Lepus europaeus* und Reh *Capreolus capreolus* (VOLLRATH et al. 2013). Auf Testflächen zeigte sich, dass alle untersuchten Tierartengruppen eine höhere Arten- und Individuenzahl aufwiesen als auf benachbarten Maisflächen und die Anzahl gefährdeter Arten ebenfalls deutlich höher war (DEGENBECK et al. 2011, BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Als mehrjährige Mischungen bieten sie zudem über das ganze Jahr Deckung und Nahrung für Wildtiere. Die Gefahr von Mähverlusten bei Bodenbrütern und Jungtieren ist durch die Ernte ab Ende Juli zusätzlich verringert (KUHN et al. 2014).

Die LjN hat die Ergebnisse des Nds. Landesprojektes „Energie aus Wildpflanzen“ in den bundesweiten Netzwerkverbund eingebracht und das Projekt auch in diesem überregionalen Interessentenkreis kommuniziert.

Ökosysteme und ihre Leistungen

In einem Ökosystem interagieren Flora, Fauna und Mikroorganismen untereinander und bilden so eine Einheit. Diese Lebensgemeinschaft befindet sich in einem Biotop, das durch verschiedene Faktoren geprägt wird. Diese Wechselwirkungen erhalten ein System aufrecht, das sich in einem empfindlichen Gleichgewicht befindet (KLÖTZLI 1993).

Das Aufrechterhalten der Funktionalität der Systeme zum Schutz und Erhalt der Biodiversität ist von großer Bedeutung (COSTANZA et al. 1997). Eine hohe Biodiversität ist für den Erhalt der genetischen Ressourcen, die als Grundlage für die weiteren evolutionären Schritte dient, wichtig. Diese große Fülle genetischer Variabilität ist als Grundlage für evolutionäre Prozesse unabdingbar (BLU 2015).

Darüber hinaus bieten artenreiche Lebensräume mehr Lebensqualität für Organismen (DZIEWIATY & BERNARDY 2010). Bereits 1992 fand in Rio de Janeiro, Brasilien, eine UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung zwischen 195 Staaten statt. Ein Ergebnis daraus war das Umweltabkommen über die biologische Vielfalt (Convention on Biological Diversity, UNITED NATIONS 1992). Ziel des Übereinkommens ist u.a. der Erhalt der biologischen Vielfalt, die nachhaltige Nutzung ihrer Bestandteile und die ausgewogene und gerechte Aufteilung der sich aus der Nutzung der genetischen Ressourcen ergebenden Vorteile (UNITED NATIONS 1992). Mit diesem Umweltabkommen, soll der Generosion entgegengewirkt und so die biologische Vielfalt geschützt werden. Von welcher Signifikanz die Erhaltung der Biodiversität ist, wurde 20 Jahre später bei einer erneuten Konferenz der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro nochmals aufgeführt. Danach seien zusammenhängende Habitate wichtig für die Biodiversität und damit essentiell für den Erhalt von Ökosystemen, die direkt und indirekt wesentliche Beiträge für das Wohl aller Lebewesen leisten (UNITED NATIONS 2012). Aus funktionierenden Ökosystemen kann zum Beispiel Nahrung bezogen werden und sie stellen Lebensräume für eine Vielzahl von Arten auf unterschiedliche Weise dar. Um diesen Beitrag bemessen zu können, wurde der Wert verschiedener Ökosysteme berechnet. Mit Hilfe dieser Ökosystemdienstleistungen können Aussagen darüber getroffen werden, wie groß der jeweilige Wert einer Leistung ist (COSTANZA et al. 1997).

Ein Beispiel für eine Leistung von Ökosystemen ist es, als Habitate für Lebewesen zu dienen (COSTANZA et al. 1997). Als Habitat wird der Raum bezeichnet, in dem ein Tier lebt, inklusive der in dem Raum vorkommenden Nahrungsressourcen, Tieren und Pflanzen (MORRISON & HALL 2002). Dieser Raum dient einheimischen und durchziehenden Wildtieren als Nahrungs- bzw. Jagdhabitat und Refugialgebiet. Außerdem fungieren sie

für die Aufzucht der Jungtiere und bieten geeignete Flächen für überwinternde Arten (COSTANZA et al. 1997).

Wildtiere haben, je nach Art, unterschiedliche Ansprüche an ein Habitat, wobei generell gilt, dass strukturreiche Räume wertvoller sind. Sie werden von verschiedenen Tierarten auf unterschiedliche Art und Weise genutzt. Die Heterogenität der Habitats ist daher von großer Bedeutung um wiederum die Biodiversität zu gewährleisten (BENTON et al. 2003). Kommt es jedoch zum Anbau von schlagübergreifenden Monokulturen, kann diese vielseitige Struktur nicht gewährleistet werden. Nach (TILLMANN & KRUG 2010) ist ein großflächiger Anbau derselben Feldfrucht bezüglich der Biodiversität generell als negativ zu bewerten (RONNENBERG et al. 2016). Bereits ab einer Schlaggröße von 10 ha seien schlaginterne Maßnahmen zur Unterstützung der Biodiversität relevant. So können die Habitatnutzungsfrequenzen (Anwesenheitshäufigkeit der Arten in den einzelnen Habitattypen) und die Biodiversität (Anzahl und Häufigkeitsverteilung der Arten) durch unterschiedliche Grenzlinien, beispielsweise zwischen Feldfrüchten oder zwischen Feldfrüchten und Randstrukturen, erhöht werden (vgl. DZIEWIATY & BERNARDY 2010, TILLMANN & KRUG 2010).

Erneuerbare Energien

Aus klima- und energiepolitischen Gründen ist die regenerative Energie aus Energiepflanzen für die Energiewende von großer Bedeutung (WEILAND 2010). Sie wird als Alternative zu den endlichen fossilen Energieträgern, wie Kohle, Erdöl und Erdgas, gefördert, da die Verbrennung, im Gegensatz zu fossilen Brennstoffen, CO₂-neutral ist. Bei der Verbrennung fossiler Rohstoffe gelangt das vor Millionen von Jahren gebundene Kohlendioxid in die Atmosphäre. So wird der Treibhauseffekt anthropogen verstärkt (PUDE et al. 2012). Dieser Treibhauseffekt führt zur globalen Klimaerwärmung, was wiederum unterschiedliche Auswirkungen auf diverse Energiezyklen der Atmosphäre hat (SIEGMUND 2008). Durch die Verbrennung von Biomasse hingegen wird lediglich der von den Pflanzen „zwischengespeicherte“ Kohlenstoff in den aktuellen Kreislauf zurückgeführt.

Um dem fortschreitenden Treibhauseffekt entgegenzuwirken, wird der Anbau von Pflanzen, die zur Gewinnung von erneuerbarer Energie dienen, in Deutschland intensiv gefördert. Immer mehr ist dabei der Ausbau der Biomassenutzung bedeutend, da es sich um eine sehr vielfältige Form der Bioenergie handelt (RODE et al. 2005, HÖHER 2010, WEILAND 2010). Mit Inkrafttreten des Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) hat die Bedeutung von Biogas als erneuerbarer Energieträger stark zugenommen, da aus klima- und energiepolitischen Gründen die Förderung von Strom aus Biomasse im EEG festgeschrieben wurde. Bereits das EEG 2000 erklärte die Subventionierung der Energiege-

winnung aus Biogas, woraufhin die Zahl der Biogasanlagen kontinuierlich anstieg (DEUBLEIN & STEINHAUSER 2008). Vor allem die Produktion von Biogas wird gefördert und soll als Kraftstoff, im Wärme- und im Strombereich genutzt werden (WIEHE et al. 2011).

Auch die Novellierungen des EEG 2004 und 2009 führten zu einer Förderung der Nutzung nachwachsender Rohstoffe und einem Wachstum der Biogasproduktion (HÖHER 2010, STEINHÄUBER 2012). Der Anteil von Anbauflächen für die Produktion von Biogassubstraten hat sich seitdem verfünffacht (RODE et al. 2010) und führte zu deutlichen Nutzungsänderungen in der Agrarlandschaft (RÜHMKORF et al. 2011, RÜHMKORF & REICH 2011, WIEHE et al. 2011). Bis 2012 machte der aus Biomasse erzeugte Strom etwa ein Drittel der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien aus (AIGNER 2012). Durch den vermehrten Bedarf an Energiepflanzen steigen die benötigten Flächen für den Anbau dieser deutlich.

Ziel des Gesetzes ist es, den Anteil der erneuerbaren Energie an der Stromversorgung bis 2050 auf mindestens 80 Prozent zu steigern. Dadurch sollen die fossilen Energieresourcen geschont und ein Beitrag zum Klima- und Umweltschutz geleistet werden (BGBL 2014 §1, Abs. 1-2 EEG; AIGNER 2012).

Für die Produktion von Biogas können Gülle, Pflanzenreste und landwirtschaftliche Abfallstoffe genutzt werden. Darüber hinaus können nachwachsende Rohstoffe wie Maissilage, Rübenschnitzel uvm. als Energiepflanzen genutzt werden (SCHEFFER & KARPENSTEIN-MECHAN 2001, PUDE et al. 2012, HIRN & MILLERS 2014). Niedersachsen verfügt über 2,6 Mio. ha landwirtschaftliche Fläche, wovon ca. 1,85 Mio. ha als Ackerland genutzt werden. Dieses Ackerland dient der Erzeugung von Nahrungs- und Futtermittel und mit ca. 8,8 Prozent zum Anbau von Energiepflanzen zur Gewinnung von Biogas (HÖHER 2010). Es werden derzeit Kulturen wie Mais und Getreide angebaut, dessen Anbau sich kaum von den bisherigen Kulturen für die Nahrungs- und Futtermittelproduktion unterscheidet (RODE et al. 2010). Aufgrund der hohen Methan-Ertragsleistung (FRANCK 2012) ist hierbei Maissilage das bevorzugte Substrat bei der Gewinnung von Biogas (HÖHER 2010). Um den Energiebedarf decken zu können, ist der Bedarf an Biogassubstrat enorm, was zu einem großflächigem Anbau von Energiepflanzen führt (KELM & TAUBE). So bewirkt das Aufkommen von Biogasanlagen neben der allgemein zu beobachtenden Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung einen umfassenden und in dieser Geschwindigkeit bisher kaum gekannten Wandel in der Landschaft (HÖTKER et al. 2009). Insbesondere im umliegenden Bereich von Biogasanlagen sind die Fruchtfolgen stark durch den Energiepflanzenanbau geprägt (WIEHE et al. 2011).

Während der großflächige Anbau einer einzelnen Kulturart mit Tendenzen zur Monokultur negative Auswirkungen durch Lebensraumverluste für Wildtiere in der intensiv genutzten Agrarlandschaft hat (COSTANZA et al. 1997, AIGNER 2012, FRANCK 2012) können Ener-

giepflanzen durch die Erweiterung von Fruchtfolgen die Vielfalt in der Agrarlandschaft erhöhen und negative Auswirkungen einer einzelnen Fruchtart reduzieren (GLEMNITZ et al. 2010, WIEHE et al. 2011). So kann der Dünger- und Pestizideinsatz verringert und die landschaftsstrukturelle Vielfalt erhöht werden (RODE et al. 2005, DAUBER et al. 2010, KLIMEK & SCHMIDT 2012). Zudem kann durch den extensiven Anbau von Energiepflanzen das Landschaftsbild aufgewertet und verschiedene pflanzenbauliche Möglichkeiten, wie beispielsweise Gemengeanbau oder Untersaaten, genutzt werden (RODE et al. 2005). Dennoch werden vor allem Mais und Getreide für Ganzpflanzensilage (GPS) zur Biogasproduktion angebaut (KUHN et al. 2014). Mit bis zu 7.000 m³/ha hat Mais den absolut höchsten Methanertrag und selbst die niedrigsten Silomaismethanerträge erreichen das Niveau der besten Varianten anderer Substrate (KAISER et al. 2004). Aufgrund seiner sehr hohen Methanertragsleistung und ökonomischen Attraktivität gilt dieser als Hauptsubstrat für die Versorgung von Biogasanlagen (RODE et al. 2010, WIEHE et al. 2011, FRANCK 2012). In Regionen mit einer hohen Dichte an Biogasanlagen ergibt sich deshalb ein konzentrierter Maisanbau, was zu einem Maisanteil von über 50 % der Ackerfläche führen kann. Statt einer Erhöhung der Strukturvielfalt findet in der Praxis also eher eine Vereinfachung der Fruchtfolgen mit einer einseitigen Zunahme des Maisanbaus statt (GLEMNITZ et al. 2008a). Neben negativen Auswirkungen auf Bodenerosion, Boden- und Gewässerschutz und dem Landschaftserleben kommt es zu Konkurrenzdruck zwischen dem Anbau von Energiepflanzen und der Nahrungs- und Futtermittelproduktion (WIEHE et al. 2011, EYLERT & KLAR 2012, FRANCK 2012, STEINHÄÜBER 2012).

Diese Art des Energiepflanzenanbaus führt zu Konflikten und negativen Auswirkungen auf Naturhaushalt und Landschaftsfunktionen, woraus sich Handlungsbedarf auf unterschiedlichen Gebieten des Naturschutzes ergibt. Ökologisch wichtige Kleinstrukturen sind bereits durch die Zusammenlegung von landwirtschaftlichen Strukturen verschwunden. Die größeren Felder können günstiger und intensiver bewirtschaftet werden. Folge ist ein Biodiversitätsverlust in der intensiv genutzten Agrarlandschaft (GLEMNITZ et al. 2010, REICH et al. 2011, WIEHE et al. 2011, EYLERT & KLAR 2012, FRANCK 2012) was besonders bei Grünlandumbrüchen zu beobachten ist (COSTANZA et al. 1997, FRANCK 2012, BLU 2015). Durch den vermehrten Anbau von Biomasse zur energetischen Nutzung ergeben sich sowohl Chancen aber auch erhebliche Risiken für den Naturschutz in der Agrarlandschaft.

Um die Akzeptanz in der Landwirtschaft und damit die Umsetzungsquote von Maßnahmen zur Fruchtfolgeerweiterung und ökologischen Flächenaufwertung zu erhöhen, gilt es, praxistaugliche Konzepte für einen nutzungsintegrierten Naturschutz

weiter auszubauen und zu stärken. Hier setzt das nachfolgend durchgeführte und beschriebene Projekt für Niedersachsen an.

Auswirkungen auf die Tiere der Agrarlandschaft

Dreiviertel der in Mitteleuropa gefährdeten Tier- und Pflanzenarten leben in land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen. Demnach sollten vor allem im Bereich der Landwirtschaft Maßnahmen zum Schutz der Biodiversität erfolgen (BENTON et al. 2003, ARMIN et al. 2012). Dennoch ist über die letzten Jahre ein abnehmender Trend der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft zu beobachten. Als Ursachen werden neben der generell zunehmenden Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung, dem Wegfall von Brachflächen und dem steigenden Grünlandumbruch, der vermehrte Anbau von Energiepflanzen genannt (EYLERT & KLAR 2012). Der vermehrte Biomasseanbau kann dabei auch zu einer Intensivierung der Landwirtschaft führen (KLIMEK & SCHMIDT 2012). Diese wirkt sich wiederum negativ auf die biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft aus und steht häufig im Zusammenhang mit einem lokalen bzw. regionalen Rückgang oder gar Verschwinden von Arten (WINK 1992, CHAMBERLAIN et al. 2000, BENTON et al. 2003, SMITH et al. 2004, SMITH et al. 2005, KRUG 2011, ARMIN et al. 2012, EYLERT & KLAR 2012, KOWNATZKI et al. 2012). Dabei spielt die mit der intensiven Landnutzung einhergehende Einengung der Fruchtfolgen, Verringerung der Kulturartendiversität und die Verarmung der Landschaftsstruktur eine Rolle (KLIMEK & SCHMIDT 2012). Die Homogenisierung der landwirtschaftlichen Flächen und auch die landwirtschaftlichen Maßnahmen selbst reduzieren dabei die Artenvielfalt und die Qualität der Lebensräume. Häufig werden großflächig und zeitgleich ähnliche Kulturpflanzen angebaut und pflanzenbauliche Arbeiten (Bodenbearbeitung, Saat, Düngung, Ernte) zu ähnlichen Zeiten durchgeführt, wodurch die Störungen für die dort lebenden Arten und die Entwicklung der Vegetation ähnlich sind (ARMIN et al. 2012). Auch sind negative Auswirkungen des vermehrten Einsatzes von Pestiziden und Düngemitteln und deren Ausbringungsmaßnahmen auf Wildtiere nicht auszuschließen (DIETRICH 1985, WINK 1992, KELEMEN-FINAN & FRÜHAUF 2005, HALLMANN et al. 2014). Grundsätzlich als negativ für den Erhalt der Biodiversität in der Agrarlandschaft zu bewerten ist der großflächige, schlagübergreifende und mehrjährige Anbau einer einzelnen Feldfrucht (TILLMANN 2011). Der Anbau von Monokulturen durch Energiepflanzen ist mindestens genauso problematisch wie durch andere Pflanzenkulturen; er fördert lediglich das Vorkommen einzelner Arten, während es die Biodiversität insgesamt reduziert (GLEMNITZ et al. 2008b). Auch können Vorteile, die einzelne Feldfrüchte für die Tierwelt mit sich bringen, verloren gehen, wenn sie ausschließlich zur Biomasse-Produktion angebaut werden (BELLAMY et al. 2009). Im Zusammenhang mit dem Anbau von Energie-

pflanzen zur Biogasproduktion wird insbesondere der Maisanbau in diesem Kontext kritisch gesehen (HÖTKER et al. 2009, KRUG 2011, TILLMANN 2011, TILLMANN & VOIGT 2011, EYLERT & KLAR 2012, FRANCK 2012). Mais nimmt aufgrund seiner hohen Erträge und Methanabbeuten bislang den Hauptanteil bei der Substratversorgung von Biogasanlagen ein (BIERTÜMPFEL et al. 2012, FRANCK 2012). Jedoch steht der zunehmende Maisanbau rund um die Biogasanlagen in Verdacht, Probleme für Umwelt und Natur mit sich zu bringen. So wirkt sich der intensive Anbau von Mais in Monokulturen durch den hohen Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, Veränderung der Strukturvielfalt und des Mikroklimas, Humusverlusten und Erosion negativ auf Boden und Grundwasser sowie die Tier- und Pflanzenwelt aus. Es besteht unter anderem die Sorge um sich drastisch verschlechterte Lebensbedingungen für offenlandbewohnende Niederwildarten wie Feldhase, Fasan *Phasianus colchicus* und Rebhuhn *Perdix perdix* (EYLERT & KLAR 2012). Zwar sind bisher kaum eindeutige Aussagen über die Auswirkungen von Mais und anderen Energiepflanzen auf die Tierwelt möglich (EVERAARS et al. 2014), dennoch zeigten Untersuchungen zur Habitatnutzung in Maisschlägen, dass sein großflächiger Anbau negative Effekte auf die Vielfalt und Populationsdichten zahlreicher Tierarten der Agrarlandschaft haben kann (REICH & RÜTER 2010, RONNENBERG et al. 2016). Vor allem die Innenbereiche von Maisfeldern werden von Indikatorarten wie Rebhuhn (aber siehe auch BUNER et al. 2005) und Feldhase gemieden, was die Problematik eines zeitlich und räumlich schlagübergreifenden Anbaus von Mais in Monokultur für diese Arten verdeutlicht (TILLMANN 2011, TILLMANN & VOIGT 2011). Maisäcker bilden zudem Standorte, die einerseits eine extrem hohe Dichte und Einheitlichkeit potentieller Äsungspflanzen (Mais) auf großer Fläche bieten, andererseits jedoch eine extrem geringe floristische Diversität (Wildpflanzen) aufweisen. Diese ist im Zusammenhang mit der Äsung für herbivore Wildtiere jedoch von großer Bedeutung. Mit zunehmender Größe von Maisschlägen verringert sich deshalb die potentielle Äsungsfläche für Wildtiere wie Reh und Feldhase. Ebenfalls verringert wird durch die Vergrößerung der Maisschläge der Saumanteil, der hingegen oft eine hohe pflanzliche Vielfalt als Nahrung zur Verfügung stellt (mehr als zehn Mal so viele Wildpflanzenarten wie im inneren der Maisschläge). Das führt zu der Annahme, dass der floristische Artenschwund auf Äckern durch den Maisanbau zu einer nutritiven Herausforderung für verschiedene Wildtiere werden kann (ABOLING 2013, TILLMANN & RONNENBERG 2015).

Andererseits kann der vermehrte Maisanbau zu steigenden Schwarzwildpopulationen und damit einhergehenden Problemen wie Wildschäden und Seuchenrisiken führen (HERRERO et al. 2006, SCHLEY et al. 2008, KEULING & STIER 2009b, a, SODEIKAT & GETHÖFFER 2011, EYLERT & KLAR 2012, KEULING 2012, LEPPMANN et al. 2012, KEULING et al. 2014). Wildschweine *Sus scrofa* profitieren in hohem Maße von der zusätzlichen De-

ckung in der Agrarlandschaft und nutzen Mais als Nahrungsquelle. Hinzu kommen deutlich erschwerte Bejagungsbedingungen in den Maisflächen (LEPPMANN et al. 2012). Es zeigt sich eine Parallelität zwischen den Jahresjagd Strecken und der Silomaisanbauflächen, dennoch konnte eine direkte Abhängigkeit zwischen den Faktoren bisher nicht eindeutig nachgewiesen werden. Andere Faktoren wie Landschaftsveränderungen, vergrößerte Rapsanbauflächen, Zunahme der Mastjahre, mildere Witterung fördern die Populationszunahme und Ausbreitung zusätzlich (KEULING et al. 2014, FRAUENDORF 2015, MASSEI et al. 2015, VETTER et al. 2015, FRAUENDORF et al. 2016). Aktuelle Untersuchungen zu den Reproduktionsraten des Wildschweins weisen auf eine sehr gute Ernährungssituation der Tiere auch außerhalb des Waldes hin (FRAUENDORF 2015, FRAUENDORF et al. 2016).

Neben dem Maisanbau kann auch der Anbau von Getreide für GPS zur Biomasseproduktion für angepasste Arten zum Problem werden, wenn vorgezogene Erntezeiten in die Reproduktionsphasen der Arten fallen (GLEMNITZ et al. 2008b). Neben dem Erntezeitpunkt hat auch die Bodenbearbeitung nach der Ernte Auswirkungen auf das Vorkommen verschiedener Arten. So kann das Vorhandensein von Ernteresten der Vorkultur zum Beispiel das Vorkommen verschiedener Vogelarten fördern (RÜHMKORF & REICH 2011, WEIß & REICH 2011). Häufig fehlt den Tieren und insbesondere dem Niederwild nach der Ernte der Felder jedoch plötzlich Äsung und Deckung, wodurch auch der Prädationsdruck erhöht ist. Es kann zu einem „Ernteschock“ und negativen Auswirkungen auf Wildtierpopulationen kommen (DIETRICH 1985, VIERHAUS 2001, KELEMEN-FINAN & FRÜHAUF 2005). Durch den zunehmenden Energiepflanzenanbau bei gleicher Flächenverfügbarkeit kommt es außerdem zu einem steigenden Nutzungsdruck auf die verfügbare landwirtschaftliche Nutzfläche. Es folgen ein vermehrter Grünlandumbruch und die Nutzung ehemaliger Brachflächen (HÖTKER et al. 2009). Die Verluste von Grünland und mehrjährigen Brachflächen führen zu negativen Auswirkungen auf alle Landschaftsfunktionen. So wird zum einen durch das Umbrechen des Grünlandbodens ein erheblicher im Boden gebundener CO_2 -Vorrat freigesetzt (CO_2 -Emission), andererseits ergeben sich auch negative Auswirkungen auf die Artenvielfalt, da Brachen und Grünland ein wichtiges Nahrungs- und Deckungshabitat in der Agrarlandschaft darstellen (KELEMEN-FINAN & FRÜHAUF 2005, HÖTKER et al. 2009, JOEST & ILLNER 2011, WIEHE et al. 2011, EYLERT & KLAR 2012, FRANCK 2012, SAATHOFF et al. 2013).

Randstrukturen verbessern die Habitatqualität der Flächen. So stellen einige Studien die Bedeutung von Strukturen wie Feldränder, bodendeckende Wildkräuter, Hecken und Gräben als Nahrungsgrundlage, Aufenthalts- und Nistmöglichkeit dar (WINK 1992, BENTON et al. 2003, KRUG & HÜBNER 2011, REICH et al. 2011, TILLMANN 2011, ABOLING 2013). Mit großflächigen Monokulturen geht häufig auch das Verschwinden von Saum-

strukturen einher. Insgesamt hängt die Habitatqualität der Energiepflanzenkulturen also von mehreren Faktoren ab. Zum einen spielt ihr Anteil an der gesamten Fläche einer Region eine Rolle. Zum anderen ist ihre Lage in Bezug auf andere Feldfrüchte und Saumstrukturen und die Art der Flächenbewirtschaftung wichtig im Zusammenhang mit den Auswirkungen auf die Tiere der Agrarlandschaft (REICH et al. 2011, TILLMANN 2011). Der derzeitige Biodiversitätsverlust kann nicht auf eine bestimmte landwirtschaftliche Praxis zurückgeführt werden, sondern es bestehen multivariate Auswirkungen landwirtschaftlicher Praktiken, die sehr stark interagieren und deshalb insgesamt betrachtet werden sollten (BENTON et al. 2003). Die Intensivierung der Landwirtschaft bewirkt jedoch eine Reduktion der Habitatheterogenität, welche wichtig ist, um die Biodiversität zu erhalten. Dabei können landwirtschaftliche Praktiken die Heterogenität nicht nur reduzieren, sie können sie auch erhöhen. Zukünftige Debatten über die biologische Vielfalt sollten deshalb die Vorzüge neuer Techniken (z. B. im Bereich der Biomassepflanzen) und Management-Optionen nutzen, um die Habitatheterogenität zu erhöhen (BENTON et al. 2003). Ganz aktuell ist eine positive Bilanz der erneuerbaren Energien, insbesondere auf die Biodiversität, nicht erkennbar, womöglich sogar konträr zu sehen (NETZWERK LEBENSRAUM FELDFLUR 2017).

Der Feldhase als Indikatorart

Der europäische Feldhase (*Lepus europaeus*) wird als sensible Indikatorart für Veränderungen in der Agrarlandschaft beschrieben (TILLMANN & VOIGT 2011). Aufgrund seines Rückgangs steht er derzeit zusätzlich im Zentrum des naturschutzfachlichen Interesses (WAGNER et al. 2014). Deshalb soll in den vorliegenden Untersuchungen der Anbau von Wildpflanzenmischungen vor allem auch im Kontext der Ökologie des Feldhasen beurteilt werden. Der herbivore Feldhase gilt als anpassungsfähiger Kulturfolger und besiedelt als Steppen- und Fluchttier erfolgreich die offene Kulturlandschaft in Mitteleuropa (SCHNEIDER 1978, GEHLE 2002). Vor allem in stark durch die Landwirtschaft geprägten Gebieten kommt er häufig vor (STRAUB et al. 2008). Er ist überwiegend dämmerungs- und nachtaktiv, wobei jedoch verschiedene Faktoren zu einer Verlagerung der Aktivitätsphasen führen können. So zeigt sich unter anderem während der Fortpflanzungsperiode eine gesteigerte Tagaktivität (ZÖRNER 1996). Die Reproduktionszeit beginnt im Januar, erreicht im März und April ihren Höhepunkt und hält bis August an (LINCOLN 1974). Trotz beachtlicher Reproduktionsraten (SCHNEIDER 1978, ZÖRNER 1996, HACKLÄNDER et al. 2011), sind die Populationsdichten des Feldhasen bereits seit den 1970er Jahren rückläufig (HACKLÄNDER et al. 2001, STRAUB & POHLMAYER 2001, VOIGT 2009). In einigen Gebieten wird der Feldhase deshalb bereits als stark gefährdet eingestuft und steht auf der Roten Liste gefährdeter Tiere (VIERHAUS 2001, BFN 2009). Neben dem Einfluss von Prä-

datoren (REYNOLDS & TAPPER 1995) und Witterung (NYENHUIS 1995) scheint vor allem die Veränderung der Landschaft Grund für diesen Rückgang zu sein (SCHNEIDER 1978, HACKLÄNDER et al. 2001, SPITTLER 2001, STRAUß & POHLMAYER 2001, VIERHAUS 2001, SMITH et al. 2005, VOIGT 2009, POSAUTZ et al. 2015). Auch die plötzliche Veränderung des Hasenhabitats nach der Ernte wird in diesem Zusammenhang diskutiert (VIERHAUS 2001). Insgesamt scheint Heterogenität in der Agrarlandschaft für den Feldhasen von enormer Bedeutung zu sein. So gehen höhere Hasendichten mit einer größeren Habitatheterogenität und Struktureichtum in der Landschaft einher (TAPPER & BARNES 1986, KILIAS & ACKERMANN 2001, SMITH et al. 2004, KAMIENIARZ et al. 2013). Dabei wechseln Hasen meist täglich zwischen verschiedenen Habitaten. Die aktive Phase mit Nahrungsaufnahme findet dabei in der Nacht häufig getrennt von dem Bereich statt, in dem sie tagsüber Deckung suchen (TAPPER & BARNES 1986, MERIGGI & VERRI 1990). Zudem ist der Aktivitätsraum nachts um 40 % größer als am Tag (MARBOUTIN & AEBISCHER 1996). Am Tag aufgesuchte Sassenhabitats weisen dabei bevorzugt dichtes, hohes Gras und Buschwerk auf (MERIGGI & VERRI 1990). BAUMANN (2003) stellte eine Präferenz für Pflugfurchen und Buntbrachen mit Strukturhöhen zwischen 20 bis 35 cm als Tagesruheplätze im Winter fest, während Getreidesaatfelder hingegen bei der Sassenwahl gemieden wurden. Ein Vorhandensein permanenter Deckungsstrukturen hat insgesamt einen positiven Einfluss auf die Feldhasendichte (PANEK & KAMIENIARZ 1999, VAUGHAN et al. 2003, PÉPIN & ANGIBAULT 2007, KAMIENIARZ et al. 2013). Während der Aktivitätszeit wird hohe Vegetation hingegen eher gemieden (SCHAI-BRAUN et al. 2013). Zur nächtlichen Nahrungsaufnahme suchen Feldhasen vor allem in der vegetationsarmen Zeit häufig Wintergetreideflächen auf (KINSER 2011, BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Nahrungsanalysen zeigten zudem, dass Wintergetreide im Herbst und im Winter ein wichtiger Bestandteil der Nahrung des Feldhasen in der Agrarlandschaft ist (REICHLIN et al. 2006). Jedoch scheinen Feldhasen auch bei der nächtlichen Habitatnutzung neben den Nahrungshabitats vor allem die Nähe von Deckungsstrukturen zu bevorzugen (KINSER 2011). Blühflächen in der Agrarlandschaft scheinen attraktive Nahrungs- und Deckungsflächen darzustellen und werden von Arten wie den Feldhasen bevorzugt angenommen (WAGNER et al. 2014). Insgesamt nutzen Feldhasen vor allem Gebiete in denen der Zugang zu diversen Feldfrüchten gegeben ist (TAPPER & BARNES 1986). Eine durch vergrößerte Schläge und Monokulturen vereinfachte Landschaft ist also auch für den Feldhasen von Nachteil und weist geringere Feldhasendichten auf (SCHRÖPFER & NYENHUIS 1982, TAPPER & BARNES 1986, PANEK & KAMIENIARZ 1999, SMITH et al. 2005). Auch wenn in Monokulturen bewirtschaftete Flächen kurzzeitig Nahrung bieten können, ist die Nahrungsdiversität stark verringert und es kann während der Erntezeiten zu einem Nahrungsmangel kommen (SCHRÖPFER & NYENHUIS 1982). Somit ist auch der Feldhase

durch die Reduktion der Vielfalt in der Agrarlandschaft betroffen. Die landwirtschaftliche Intensivierung mit der Vergrößerung einzelner Schläge, der Homogenisierung der Fruchtvielfalt und Struktur und der Abnahme an unbewirtschafteten Flächen gilt damit als einer der Hauptgründe für den Rückgang der Hasenpopulationen (SCHNEIDER 1978, TAPPER & BARNES 1986, PANEK & KAMIENIARZ 1999, VAUGHAN et al. 2003, SMITH et al. 2005).

Alternative Energiepflanzen

Um negative Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Agrarlandschaft und die dort lebende Tierwelt zu vermeiden, gleichzeitig aber den Ausbau erneuerbarer Energien zu verfolgen, müssen alternative Konzepte entwickelt und in relevante Energiegesetze integriert werden. Eine der größten Herausforderungen der heutigen Zeit ist es, Klimaschutz und Erhalt der Biodiversität in Einklang zu bringen (VAN MEERBEEK et al. 2016, NETZWERK LEBENSRAUM FELDFLUR 2017). Bei der Entwicklung neuer Naturschutzmaßnahmen im Bereich des Biomasseanbaus müssen jedoch verschiedene Aspekte beachtet werden. Neben einer Verbesserung für Natur und Tierwelt, müssen sie praxistauglich und ökonomisch umsetzbar sein, um auch Akzeptanz in der Landwirtschaft zu erlangen. Im Bereich der Energiepflanzen können eine Erweiterung der Fruchtfolge und eine ökologische Flächenaufwertung die Diversität erhöhen. Dadurch können Konflikte wie die Vermaischung der Landschaft und ein Verlust der Biodiversität gemindert werden (FRANCK 2012). Auch die Novelle des EEG 2012 beinhaltet einige Änderungen, um die negativen Folgen der erhöhten Maisnutzung einzugrenzen. So wurde ein Limit von 60 % Mais- und Getreideanteil im Gärsubstrat eingeführt, die Zahl der vergütungsfähigen Rohstoffe erweitert und neue Anreize für die Verwendung von alternativen Einsatzstoffen geschaffen (AIGNER 2012, FRANCK 2012). Die Förderung der Vielfalt von Struktur und Fruchtfolgen in der Agrarlandschaft ist auch aus Naturschutzgründen nötig, um den Erhalt und die Entwicklung der typischen Biodiversität zu gewährleisten (VOLLRATH & KUHN 2010, BÖHME et al. 2013). Schließlich verbessert eine erhöhte Frucht- und Strukturvielfalt die Habitatfunktion und fördert die Artenvielfalt (SCHINDLER & SCHUMACHER 2007, GLEMNITZ et al. 2010). BENTON et al. (2003) kommen zu dem Schluss, dass die Heterogenität der Agrarlandschaft in Bezug auf einzelne Felder und ganze Landschaften erhöht werden muss, um den Rückgang der Biodiversität zu stoppen. Nicht nur um die Lebensbedingungen für Wirbellose zu verbessern, ist eine Erweiterung der Fruchtfolgen sinnvoll (DUELLI et al. 1999, SCHINDLER & SCHUMACHER 2007, GLEMNITZ et al. 2010). Auch für diverse Vogelarten trägt eine Fruchtartenvielfalt und damit Vegetationsstrukturvielfalt zur Artenvielfalt bei (HOFFMANN et al. 2012). SMITH et al. (2004) und TAPPER & BARNES (1986) bringen eine Habitat- und Kulturvielfalt in der Agrarlandschaft mit einer hohen Ha-

sendichte in Verbindung. Die Fruchtfolgegestaltung stellt also ein wichtiges Steuerungsinstrument der Landwirte dar, um mit Hilfe der angebauten Kulturarten die Habitatqualität für Wildtiere maßgeblich zu prägen (BRANDT & GLEMNITZ 2011). Um Rückzugs- und Brutgebiete für verschiedene Vogel- und Niederwildarten zu schaffen, sollten demnach Fruchtfolgen erweitert und alternative Energiepflanzen zu Mais angebaut werden (REICH & RÜTER 2010). Auch wenn die bisherige Umsetzung des Energiepflanzenanbaus eher zu einer Vereinfachung der Fruchtfolgen führt, gibt es verschiedenste Möglichkeiten die Vielfalt durch den Anbau von Energiepflanzen zu erweitern (GLEMNITZ et al. 2008a). Anders als bei der Nahrungs- und Futtermittelproduktion eröffnet die Biogasproduktion die Möglichkeit, unterschiedlichste Pflanzenarten und -sorten in Reinsaat und in Mischung anzubauen und den gesamten Aufwuchs zur Methangewinnung zu nutzen (KUHN et al., 2014). Da alle nicht verholzten Pflanzenteile in Biogasanlagen verwendet werden können, kommen je nach Ertrag- und Gasausbeuten sowie Bearbeitungs- und Ernteaufwand unterschiedliche Pflanzen als Alternativen zu Mais und Getreide in Frage. Zucker- und Futterrüben, Durchwachsene Silphie, Sonnenblumen, Topinambur, Gräsermischungen und Klee gras, Wildpflanzenmischungen sowie viele weitere Pflanzen können in Biogasanlagen eingesetzt werden (KAISER et al. 2004, MURSEC et al. 2009, HARTMANN & STICKSEL 2010, WEILAND 2010, BIERTÜMPFEL et al. 2012, EYLERT & KLAR 2012, RUSTEMEYER 2012, HARTMANN et al. 2014). Neben unterschiedlichen Erträgen haben die jeweiligen Pflanzen verschiedene Auswirkungen auf Umwelt und Tiere in der Agrarlandschaft. Der Einsatz von Gras als Alternative zu Mais zieht häufig eine geringere Ausbeute und Wildtierversluste durch die Mehrschnittsnutzung mit sich (EYLERT & KLAR 2012). Auch beim Anbau von Klee gras sollten Maßnahmen zum Schutz möglicher Neststandorte durchgeführt werden (HARTMANN & STICKSEL 2010). Die Durchwachsene Silphie zeichnet sich durch ein hohes Ertragspotential mit einer guten Methanausbeute (etwa 90 % der von Mais) aus. Ihr Anbau ist auch weniger problematisch für die Wildtiere, da nur ein Schnitt im September stattfindet. Jedoch ist beim Saatverfahren mit einem unregelmäßigen und mäßigen Feldaufgang zu rechnen und der Bedarf und die Genehmigung von Pflanzenschutzmitteln ist nicht geklärt (EYLERT & KLAR 2012, HARTMANN et al. 2014).

Auch Wildpflanzenarten eignen sich als Biogassubstrat und konnten in ersten Versuchen gute Methanerträge aufweisen (VOLLRATH & KUHN 2010, EYLERT & KLAR 2012, VOLLRATH et al. 2013, KUHN et al. 2014, Groen Gas Projekt/ 3N Kompetenzzentrum 2014). Es handelt sich dabei um artenreiche Saatmischungen aus ein- und mehrjährigen Kultur- und Wildpflanzen. Diese können 5 oder mehr Jahre für die Biogasnutzung geerntet werden und bilden 1,5 bis 3,5 m hohe, blütenreiche Pflanzenbestände. Durch die Kombination

von bis zu 25 Arten ergeben sich vielfältige Mischbestände mit wechselnden Blühaspekten (Vollrath et al. 2013, Kuhn et al. 2014).

Mit Hilfe des Projektes soll auch vorrangig analysiert werden, wie die Flächen von Wildtieren genutzt werden und ob dadurch eine Verbesserung der Habitate ersichtlich ist.

Projektziele und Umsetzung

Das Niedersächsische Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ hat Erkenntnisse und Praxiserfahrungen zum integrativen Naturschutz durch Wildpflanzenkulturen in Biogasafruchtfolgen gesammelt und durch wildbiologische Untersuchungen begleitet.

Durch das Anlegen von mehrjährigen Wildpflanzenäckern soll einerseits dem fortschreitenden Verlust von Nahrungsquellen und Lebensräumen für wildlebende Tiere entgegengewirkt werden und gleichzeitig Biomasse für Biogasanlagen nachhaltig erzeugt werden. Um dieses Konzept in Niedersachsen in die Praxis zu führen, wurden Praxisflächen mit standortgerechten Wildpflanzenmischungen in Niedersachsen angelegt und deren Ertragsleistung bewertet. Die Bestimmung der Ertragsleistung und Methanerträge ermöglichen den ökonomischen Vergleich zu anderen Biogaskulturen. Die in die Prüfung einbezogenen fünf Wildpflanzenäcker wurden in verschiedenen niedersächsischen Regionen auf landwirtschaftlichen Flächen angelegt und durch die Landwirte vor Ort betreut.

Das zweijährige Projekt wurde in folgenden Arbeitsschritten umgesetzt:

- ❖ **Vorbereitungsphase**
Auswahl und Zusammenstellung standortangepasster Wildpflanzensaatmischungen in Zusammenarbeit mit Firma Saaten Zeller.

Auswahl von 5 geeigneten Praxisflächen (insgesamt 20 ha) mit unterschiedlichen Standorteigenschaften in verschiedenen niedersächsischen Regionen
Information der Landwirte und Flächenvorbereitung.
- ❖ **Durchführungsphase**
Mai 2013 bis Dez. 2015
mit Anlage der Testflächen und Pflegemaßnahmen durch Landwirte.
- ❖ **Bestimmung der Biomasseerträge und Methanerträge in 2014 und 2015**
Datenauswertung und Dokumentation der Ergebnisse und begleitende Öffentlichkeitsarbeit

Der Biotop-Fonds der Jägerschaften Emsland/Grafschaft Bentheim e.V. und das 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe und Bioökonomie e.V. unterstützten bei der Auswahl der Flächen, der Zusammenstellung der standortangepassten Saatmischungen, der Bestimmung der Ertragsleistung und der Methanerträge. Die ökonomische Bewertung erfolgte auf Basis der erhobenen Praxisdaten durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

Die wildbiologischen Untersuchungen wurden durch das ITAW auf den fünf ausgewählten Flächen durchgeführt. Im Rahmen der wildbiologischen Begleituntersuchungen wurde mit Hilfe von Fotofallen, Zähltreiben und Thermographie die Habitatfunktion der Wildpflanzenkulturen für ausgewählte Zielarten der Agrarlandschaft erfasst und bewertet.

Die Ziele der wildbiologischen Untersuchung sind die

- Erfassung der Auswirkungen des Anbaus von Wildpflanzen zur Biogasproduktion auf die Habitatfunktion für ausgewählte Zielarten der Agrarlandschaft
- Bewertung der Wildpflanzenschläge aus naturschutzfachlicher und wildtierökologischer Sicht

In diesem Rahmen lassen sich folgende Fragestellungen formulieren:

- Wie unterscheiden sich die saisonalen Nutzungshäufigkeiten von Wildtieren in Wildpflanzenkulturen und den umgebenden konventionell bewirtschafteten Flächen?
- Wie ist die Ernte der Wildpflanzenkulturen wildbiologisch zu bewerten („Mähtod“: Erntezeitpunkt; Schnitthöhe; Fahrbelastung der Fläche; Verlust von Deckung und Nahrung)?
- Welche Bedeutung hat die Mehrjährigkeit der Wildpflanzenkulturen in Hinblick auf die Lebensraumqualität?
- Unterstützt die Wildpflanzenstoppel als winterlicher Lebensraum insbesondere das Rebhuhn, den Fasan und den Feldhasen?

Material und Methoden

Flächenetablierung- Pflanzenbauliche Grundlagen

In 2013 wurden zunächst sieben Praxisflächen in verschiedenen Regionen in Niedersachsen angelegt wurden, wovon fünf Flächen in den Landkreisen Göttingen, Gifhorn, Vechta und Emsland (Abb. 1) in die weiteren Erhebungen einbezogen wurden. Auf diesen Flächen erfolgten die wildbiologischen Untersuchungen (siehe 3.2) sowie Ertrags-erhebungen. Die beiden nicht weiter betrachteten Flächen wurden von den Landwirten in 2014 wieder umgebrochen, da die Bestände stark lückig und mit unerwünschtem Beikraut (u.a. Distel) durchsetzt und damit für die Auswertungen ungeeignet waren.

Tabelle 1: Zusammensetzung BG 70 - mehrjährige, leistungsstarke Mischung

%	Botanischer Name	Name
4,0	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen
2,0	<i>Guizotia</i>	Ramtilkraut
6,0	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve
18,0	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblumen
5,5	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch
0,1	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille
0,5	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß
18,0	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume
1,0	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte
0,1	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre
0,5	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wild Karde
0,5	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf
1,0	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel
4,0	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant
0,5	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz
3,0	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve
8,0	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve
2,0	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne
7,0	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee
7,0	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee
7,0	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Espalette
0,3	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede
0,1	<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke
0,2	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke
3,5	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn
0,2	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerzen
100,00		

Als Saatmischung wurde die Wildpflanzenmischung BG 70 (frühere Bezeichnung Biogas 1) der Firma Saaten Zeller auf allen Betrieben mit einer Saatstärke von 10 kg / ha eingesetzt. Die Erstanlage erfolgte im Frühsommer und nach Ernte der Getreideernte im Sommer 2013.

Mit den beteiligten Landwirten wurden Abstimmungen und Vereinbarungen zur Bestandsetablierung (flache Saat), zur Düngung und zur Begleitkrautbekämpfung im Ansaatjahr sowie zur Ertrags- und Qualitätsermittlung getroffen.

Die Düngung der Bestände erfolgte gemäß Empfehlung mit 170 -180 kg N/ ha, wobei betriebsspezifisch ein Teil über organische Dünger (10- 30 cbm Gülle, Gärreste) abgedeckt wurde. Pflanzenschutzmaßnahmen erfolgten nur im VA und in einem Bestand im Ansaatjahr.

Der Erntezeitpunkt wurde von den Betrieben individuell nach der Bestandsentwicklung und den Witterungsbedingungen gewählt.

Die Biomasse-Praxiserträge (Anlage 1: Übersicht) wurden durch die beteiligten landw. Betriebe durch Gewichtsbestimmung der Frischmasse zum Erntezeitpunkt (Fuhrwerkswaage) erhoben. Zum Erntetermin in 2014 und 2015 wurden TS Proben und 2 kg Materialmischproben für die Methanertragsbestimmung gezogen und eingefroren zur weiteren Analytik gebracht.

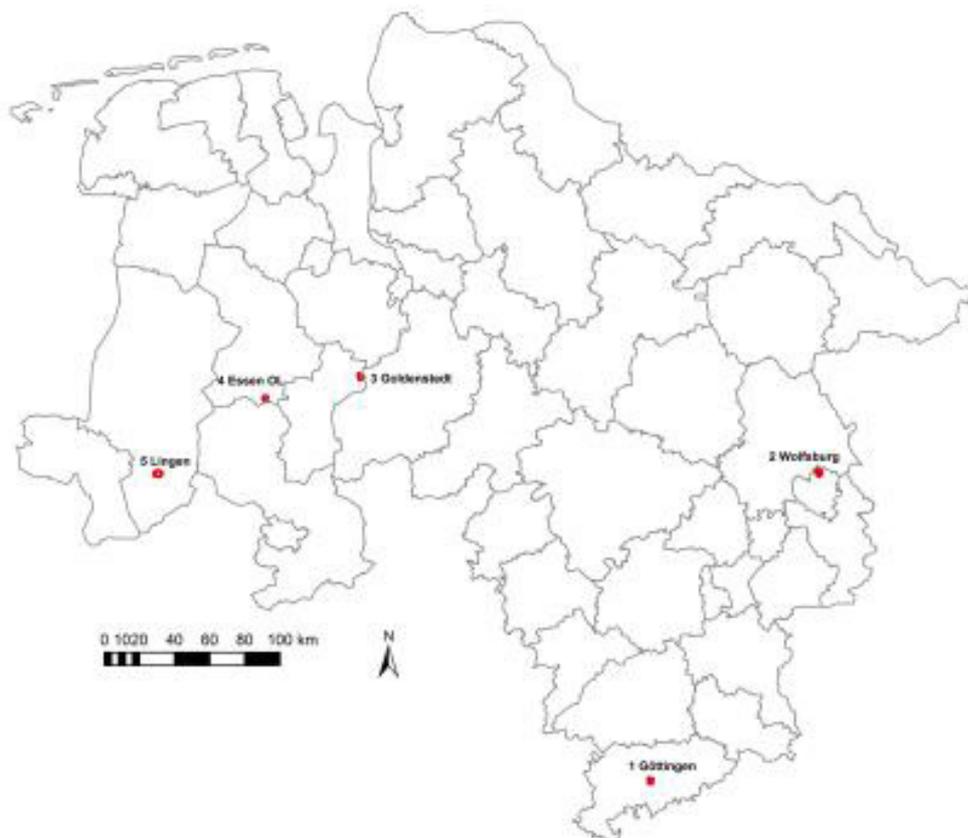
Die TS Bestimmung und der Methanertrag wurden durch die HAWK, Göttingen nach standardisierter Methodik durchgeführt.

Die Praxisflächen sind Untersuchungsgebieten zugeordnet, die für die wildbiologische Bewertung ausgewählt wurden.

Standortbeschreibung der Untersuchungsgebiete

Das Bundesland Niedersachsen im Nordwesten Deutschlands ist mit 47.624 km² der zweitgrößte Flächenstaat Deutschlands. Aufgrund seiner geografischen Lage und eiszeitlichen Landschaftsprägung ist Niedersachsen sehr vielgestaltig, dieses spiegelt sich auch in den Strukturen der fünf Untersuchungsgebiete wieder. Die Landschaft Niedersachsens gliedert sich in verschiedene biogeografische Großräume. Die fünf Untersuchungsgebiete, in denen die wildbiologische Begleituntersuchung durchgeführt wurde, liegen in vier verschiedenen Naturregionen verteilt auf fünf verschiedenen der 46 Landkreise und Kreisfreien Städte (Näheres siehe bei den Beschreibungen der einzelnen Untersuchungsgebiete und Abb. 1). Die Landschaft Niedersachsens ist überwiegend landwirtschaftlich geprägt (60 % der Fläche), somit spielen auch die Wildarten der Agrarlandschaften eine ganz besondere Bedeutung in der Artenvielfalt Niedersachsens. Das Klima ist gemäßigt, wobei der größte Teil Niedersachsens atlantisch und lediglich der Südosten kontinental-gemäßigt geprägt ist.

Abb. 1: Lage der Untersuchungsgebiete und Standorte in Niedersachsen



Durch die geografische Lage sind leichte Unterschiede in den klimatischen Bedingungen der Untersuchungsgebiete gegeben.

Das Klima der Gebiete in Wolfsbug, Essen, Goldenstedt und Lingen wird atlantisch beeinflusst, während Göttingen im Bereich des kontinentalen Einflusses liegt (BMUB 2007). Anthropogene Einflüsse sind in allen Gebieten durch die Landwirtschaft und angrenzende Gebäude gleichermaßen gegeben. Die Dichten der verschiedenen Wildarten unterscheiden sich z.T. deutlich.

Zu den Untersuchungsgebieten im Einzelnen:

Untersuchungsgebiet 1 (UG1): „Göttingen“, Versuchsgut Reinshof der Georg-August-Universität Göttingen

Großräumig betrachtet liegt das Untersuchungsgebiet „Göttingen“ im Südosten von Niedersachsen in der mitteldeutschen Gebirgsschwelle in der Naturregion „Weser-Leine-Bergland“. Es befindet sich südlich der Stadt Göttingen auf einer Höhe von 150 m ü. NHN. In der Nähe befindet sich der Reinshof, welcher ein Versuchsgut der Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen ist. Kleinräumig betrachtet ist es in der Leineaue gelegen und wird wegen der großflächig auftretenden Parabraunerden aus Lösslehmen von Landwirtschaft dominiert. Bei einem mäßig feuchten kontinentalen Klima liegt die mittlere jährliche Lufttemperatur bei 8,4 °C, bei einer mittleren Niederschlagsmenge von 628 mm mit 340 mm während der Vegetationsperiode. Die Felder der Fotofallen sind nah am Reinshof gelegen und werden von Feldwegen sowie einer schmalen Hecke mit tiefem Graben umschlossen (vergl. Abb. 7 sowie Abb. 7: Lage des Untersuchungsgebiets UG1 Göttingen mit einer Übersicht der Kamerastandorte (2015 / 2016) exemplarisch für die Gestaltung des Standardversuchsaufbaus. Anhang Abb. A 1). Dadurch ist die 5 ha große Versuchsfläche etwas isoliert vom restlichen UG. In Göttingen wurden während der gesamte Untersuchung keine Fasane beobachtet.

Untersuchungsgebiet 2 (UG2): „Wolfsburg“, Revier Brackstedt/Barwedel

Das Untersuchungsgebiet „Wolfsburg“ liegt im östlichen Niedersachsen, im norddeutschen Tiefland welches durch die glazialen Einflüsse des Pleistozäns in seiner Gestalt geprägt wurde (POTT 2005). Es liegt in der Naturregion „Weser-Aller-Flachland“. Wegen dieser Einflüsse ist hier Geschiebelehm zu finden, aus dem sich Braunerden entwickeln konnten. Kleinräumig betrachtet liegt das Gebiet im Norden der Stadt Wolfsburg, zwischen den Ortschaften Brackstedt und Velstove. Es sind land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen sowie kleinere Hecken und Kleingewässer zu finden. Außerdem sind anthropogene Einflüsse durch Windkraftanlagen und den Abwasserverband Wolfsburg gegeben. Wolfsburg liegt auf einer Höhe von 65 m ü. NHN. Die Temperatur liegt im Jahresdurch-

schnitt bei 8,8 °C, die jährliche mittlere Niederschlagsmenge liegt bei 593 mm, wobei der meiste Niederschlag im Juni mit 69 mm gemessen werden kann. Die Wildpflanzenfläche für die Analyse hat eine Größe von 2 ha. Sie befindet sich direkt neben einem Wald mit hohen Rehwilddichten und wird von zwei Seiten von einem Feldweg begrenzt. Zwei benachbarte Flächen sind Brachland. Weitere Fotofallen befinden sich auf großen landwirtschaftlich genutzten Feldern, die lediglich durch Feldwege umschlossen sind (vergl. Anhang Abb. A 3, siehe auch Abb. 4).

Untersuchungsgebiet 3 (UG3): „Goldenstedt“

„Goldenstedt“ und das angrenzende Untersuchungsgebiet liegt im westlichen Niedersachsen in der Naturregion „Ems-Hunte-Geest“. Es ist ca. 12 km nordöstlich der Stadt Vechta gelegen. Angrenzend an das Gebiet verläuft die Hunte, ein Nebenfluss der Weser, die hier in natürlicher Mäanderform verläuft und Teil des niedersächsischen Fließgewässerschutzsystems ist (NLWKN o.J.). Das Untersuchungsgebiet ist durch zahlreiche unterschiedliche Strukturen gekennzeichnet: die landwirtschaftlichen Flächen werden von Hecken, Gräben, Böschungen und kleinen Forstflächen durchzogen. Das Gebiet liegt auf ca. 27 m ü. NHN und weist eine durchschnittliche Niederschlagsmenge von 784 mm auf, die Temperatur liegt im Mittel bei 8,6 °C. Die Felder auf denen Fotofallen angebracht sind, werden von einem schmalen Waldstück durchzogen (vergl. Anhang Abb. A 5). Die Wildpflanzenfläche liegt auf einem niedrigeren Niveau, eher umgeben von Grünland und umfasst 1,71 ha, die 2014 auf 2,03 ha erweitert wurde. Die konventionellen Ackerflächen liegen überwiegend im Westen oberhalb der Böschung.

Untersuchungsgebiet 4 (UG4): „Essen“

Das Untersuchungsgebiet „Essen“ liegt im westlichen Niedersachsen im norddeutschen Tiefland zwischen Essen (Oldenburg) und Quakenbrück ebenfalls in der „Ems-Hunte-Geest“. Es wird nördlich durch den Fluss „Lager Hase“ und südlich durch den „Essener Kanal“ begrenzt und liegt auf einer Höhe von 25 m ü. NHN. In dem Gebiet befinden sich großflächige landwirtschaftlich genutzte Flächen, die von kleinen Forstflächen und Hecken durchzogen werden. Die Temperatur liegt im Durchschnitt bei 8,7 °C und die mittlere Niederschlagsmenge liegt bei 796 mm, wobei der Juli der niederschlagsreichste Monat mit durchschnittlich 86 mm ist. Die Wildpflanzenfläche umfasst insgesamt 3,82 ha. Die Fotofallen befinden sich auf Feldern, an denen kleinere Waldsäume, ein wasserführender Graben und ein Hof mit einer Tierarztpraxis angrenzen (vergl. Anhang Abb. A 7). Das UG Essen ist insgesamt sehr stark strukturiert.

Untersuchungsgebiet 5 (UG5): „Lingen“

Das Gebiet liegt im Westen Niedersachsens südöstlich der Stadt Lingen in der Naturregion „Dümmer Geestniederung“. Es wird seitlich von Bundesstraßen begrenzt und liegt zwischen den Ortschaften Bramsche und Messingen. Landwirtschaftlich genutzte Flächen dominieren in diesem Untersuchungsgebiet. Es ist eine Strukturierung durch partielle, kleinere fortwirtschaftlich genutzten Flächen und Hecken zu finden. Bei einem gemäßigten Klima liegt die mittlere Jahrestemperatur bei 9,0 °C und der durchschnittliche Niederschlag bei 783 mm. Die Felder, die für die Analyse genutzt werden, umfassen ein Gebiet von 5,25 ha. Sie sind umgeben von landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie von kleineren Waldstücken und Hecken an den Feldwegen (vergl. Anhang Abb. A 9).

Bonitur der Vegetation der Wildpflanzenflächen

Bestandsstruktur und Artzusammensetzung:

Im Zuge der Bonitur wurden 2014 und 2016 vegetationskundliche Aufnahmen durchgeführt. In 2014 wurden insgesamt 7 Wildpflanzenflächen bonitiert. 2016 wurde auf 5 Flächen reduziert (die Flächen, die auch wildbiologisch untersucht wurden). Die Aufnahmen wurden 1-mal jährlich durchgeführt. Pro Fläche wurden drei zufällig ausgewählte Parzellen á 20 m² bonitiert. Die Deckungsgrade wurden in Anlehnung der erweiterten Braun-Blanquet-Skala nach der Londó-Skala durchgeführt. Die Bonitur umfassen Merkmale zur Bestandsstruktur, Artzusammensetzung sowie zum Entwicklungszustand einzelner Pflanzenarten:

1. Bestandshöhe
 - des Gesamtbestands
 - der bestandsbildenden Arten
2. Projektive Deckung der
 - gesamten Pflanzendecke
 - gesäten Arten
 - spontanen Arten

Die Angabe der Schätzung für die Artengruppen erfolgt in % der Parzellenfläche

3. Projektive Deckung der einzelnen gesäten Arten

Die Schätzung erfolgte hier ebenfalls in % der Gesamtfläche. Bei geringer Deckung wurde in Anlehnung an die erweiterte Braun-Blanquet-Skala von Wilmanns zusätzlich zwischen „r“ (1 Individuum in der Aufnahmefläche), und „+“ (2-5 Individuen i. d. Aufnahmefläche) unterschieden.

Da sich die einzelnen Arten teilweise überdecken, liegen die aufsummierten Werte für die projektive Deckung der Einzelarten im Allgemeinen höher als die Gesamtdeckung der Artengruppe.

Zähltreiben

Da mit Fotofallen (siehe unten) nur Tiere erfasst werden können, die in Bewegung sind, wurden im Winter Zähltreiben in den Wildpflanzenschlägen durchgeführt. Hiermit können auch Tiere erfasst werden, die tagsüber ruhend in den Flächen verweilen. Mittels Treibern und ausgebildeten Jagdhunden wurde nach den Wildtieren gesucht und dieses möglichst aus der Fläche gedrückt. Die Treiber drücken in einer Linie langsam in Längsrichtung durch die Fläche, wobei der Abstand der Treiber zueinander 20 m nicht überschreiten sollte (Abb. 2). Auf der gegenüberliegenden Seite ist ein Schreiber positioniert, damit frühzeitig flüchtendes Wild gesehen und notiert werden kann. Es werden alle Tiere notiert die auf der Fläche gesichtet werden, ganz gleich ob diese aus der Fläche rausgelaufen/geflogen sind oder in der Fläche verbleiben. Jede Sichtung wird allen anderen laut mitgeteilt.

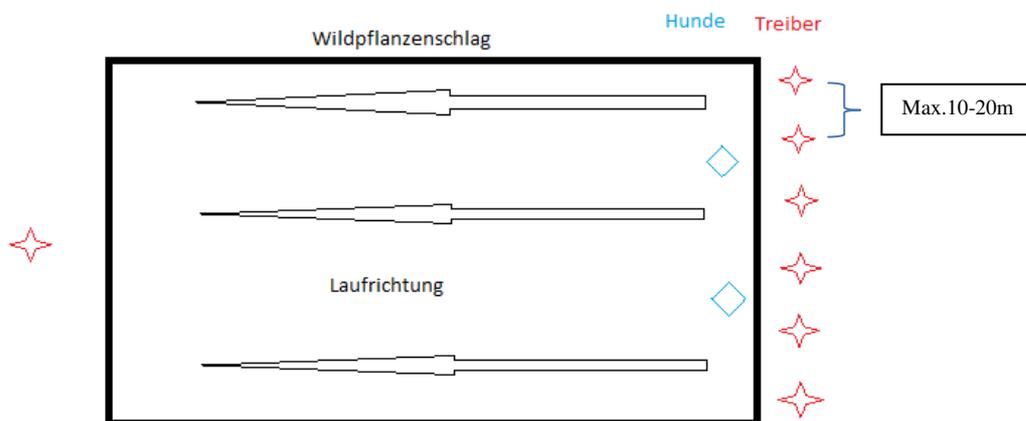


Abb. 2: Schema eines Zähltreibens

Wärmebildkamera: Besatzdichten und Habitatnutzung der Feldhasen mittels Thermographie-Taxation

Feldhasen-Erfassung (inkl. Erfassung anderer Wildtiere)

Nachtaktive Tiere lassen sich entweder mit Scheinwerfer-Taxationen oder aber mittels Wärmebildkamera (WBK, auch Thermographie-Kamera) erfassen. Da hier der Feldhase als Indikatorart betrachtet wird, wird diese Methode anhand des Feldhasen erläutert. Andere Wildtiere lassen sich mit der WBK jedoch ähnlich gut erfassen, jedoch mit Scheinwerfern z.T. nur bedingt.

Da Feldhasen vornehmlich nachtaktiv sind und dann bevorzugt auf freien Feldflächen Nahrung suchen, bietet sich zur Ermittlung der Populationsdichte die nächtliche Erfassung mittels WBK und Scheinwerfer an. Im Rahmen dieser Studie wurde eine WBK

vom Typ Raytheon, Model Palm IR-250 D (Raytheon, Waltham, MA, USA) eingesetzt. Die Thermographie ermöglicht im Offenland eine genauere Erfassung der Warmblüter im Feld, wobei darüber hinaus die Reichweite bedeutend weiter als die der zur üblichen Scheinwerfertextation eingesetzten Scheinwerfer ist (STRAUß et al. 2008). Der innerhalb von Wildtiererfassung in Niedersachsen (WTE) (TILLMANN et al. 2012, KEULING et al. 2016) und Wildtier-Informationssystem der Länder Deutschlands (WILD) (DJV 2003, STRAUß et al. 2008) in Deutschland eingesetzte Handscheinwerfer (Conrad Elektronik 12 V, 55 W Halogenglühlampe H3) hat eine effektive Reichweite von 150 m, wohingegen



mit der WBK Hasen in Entfernungen bis zu 500 m entdeckt werden können. So konnten die offenen Bereiche der Untersuchungsgebiete weitgehend komplett kartiert werden und damit die Raumnutzung und die Habitatpräferenzen der Feldhasen nahezu flächendeckend ermittelt werden.

Abb. 3: Feldhase (*Lepus europaeus*) im Scheinwerferkegel

Für die Taxation mittels Wärmebildkamera sind zwei Personen nötig. Eine Person fährt in einem geländegängigen Fahrzeug mit einer Geschwindigkeit von 10-20 km/h die vorher festgelegten Fahrstrecken entlang. Die zweite Person ist für die Erfassung mit der Wärmebildkamera und ggf. ergänzend mit einem Scheinwerfer zuständig. Die Zählungen beginnen 1,5 h nach Sonnenuntergang und dauern ca. 3 h. Die Zählperson notiert für jede Fahrstrecke die Anzahl der erfassten Hasen sowie aller anderer gesichteten Tiere. Zudem werden der Vegetationstyp und der Aufenthaltsort der Hasen für Rückschlüsse auf die räumliche Verteilung insbesondere in Hinblick auf die Wildpflanzenkulturen in die Karte eingezeichnet (vergl. Abb. 4).

Die Populationsdichte (Hasen/100ha) berechnet sich nach der folgenden Formel:

$$\text{Populationsdichte (PD)} = \frac{\sum \text{Hasen} \times 100}{\text{abgeleuchtete Fläche [ha]}}$$

Flächennutzungskartierung

Die Kartierung der landwirtschaftlichen Nutzflächen wurde einmalig pro Untersuchungsgebiet zu Beginn der Beobachtungszeit durchgeführt. Als Karten-Grundlage dienten Luftbilder der Untersuchungsgebiete und z.T. die Daten des SLA (SLA 2016). Zusätzlich wurden die dauerhaften Strukturen (Wald, Hecken, Baumreihen etc.) anhand von Luftbildern aufgenommen und diese Angaben im Freiland kontrolliert. Die Dauerstrukturen wurden auch für weitere Auswertungen der Fotofallendaten verwendet.

Die Ergebnisse der Kartierung wurden anschließend digitalisiert (siehe Beispiel Wolfsburg Abb. 4). Der ausführliche Kartierschlüssel befindet sich im Anhang A1.

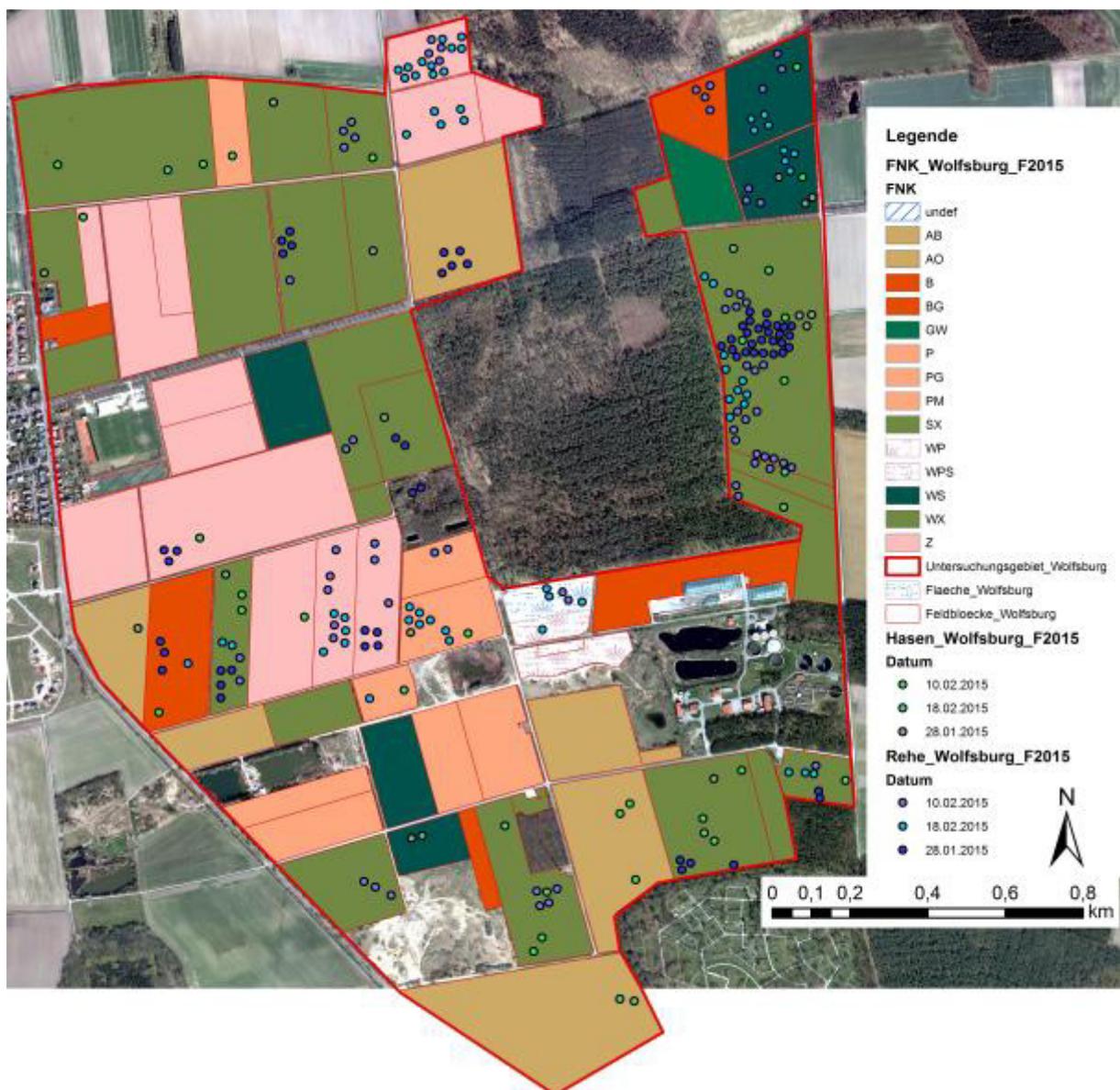


Abb. 4: Beispielhafte Darstellung der Flächennutzungskartierung (FNK) und Wärmebildzählungen im Frühjahr 2015 im UG2 Wolfsburg. Für Erläuterungen der Abkürzungen der FNK siehe Anhang Tab. A 1: Kartierschlüssel zur Flächennutzung

Nutzungspräferenzen

Die Nutzungspräferenzen wurden nur für die Feldhasen ermittelt. Für Rehwild wurden wegen der geringen Relevanz für die Fragestellung Habitatnutzungsanalysen für den betrachteten Zeitraum nicht durchgeführt. Alle weiteren Arten waren zu wenig erfasst, so dass keine Habitatnutzungsanalysen anhand von Thermographie-Zählfahrten durchgeführt werden konnten.

Die Habitatnutzungsanalyse (HNA) erfolgte in Abhängigkeit der Strukturvielfalt (landwirtschaftliche Flächen). In die Flächenberechnung wurden alle Flächen einbezogen, die innerhalb des Untersuchungsgebietes lagen. Ausgenommen waren Wege und Gehölzstrukturen, die nicht mit kartiert wurden. Die HNA wurde auf die Nutzfläche der kartierten Feldhasen im jeweiligen Untersuchungsgebiet bezogen.

Zur Überprüfung der Habitatbewertung bzw. der Habitatnutzungspräferenzen bei Feldhasen im Winter wurde das Verfahren nach CHERRY (1996, siehe auch NEU et al. 1974, BAILEY 1980) verwendet, das bei verschiedenen Tierarten bereits Anwendung gefunden hat (vergl. auch Abschlussberichte BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Hierbei wird jede Sichtung einer Habitatkategorie zugeordnet (vergl. Abb. 4) und in der HNA mit Hilfe des Chi²-Anpassungstests und darauf aufbauenden Konfidenzintervallen (CHERRY 1996) geprüft, ob die Beobachtungen (Sichtung der Hasen auf einer Kultur) den Erwartungen (zu erwartende Anzahl bezogen auf die Flächengröße der Kultur) entsprechen, bzw. ob signifikante Abweichungen und somit eine Über- oder Unternutzung mindestens einer Fläche vorliegt.

Für die Anwendung der HNA gelten Grundbedingungen für die Anwendung des Chi²-Anpassungstest. So dürfen zu kleine Erwartungswerte nicht in die Analysen einbezogen werden (siehe auch NEU et al. 1974, CHERRY 1996, SACHS 1999). Aufgrund dieser Anwendungsbedingungen mussten kleinere Habitattypen zu Habitatkategorien und die Werte der einzelnen Jahre zusammengefasst werden. Die HNA erfolgte jeweils für Herbst und Frühjahr der zusammengefassten Jahre in den Untersuchungsgebieten.

Fotofallen: Bestimmung von Biodiversität und Habitatnutzung

Um zu ermitteln, ob die Wildpflanzenstoppel als Lebensraum bevorzugt genutzt wird, wurden die Habitatnutzungsfrequenzen aller vorkommenden Arten sowohl innerhalb der Wildpflanzenkulturen als auch in benachbarten Wintergetreidekulturen mittels Fotofallen ermittelt.

Fotofallen

Für die vorliegenden Untersuchungen wurden autarke Fotofallen des Modells „Bushnell Trophy Cam HD“ eingesetzt (vgl. Abb. 5).



Abb. 5: Fotofalle „Typ Bushnell Trophy Cam HD“, © Bushnell Outdoor Product (BUSHNELL o.J.)

Diese Fotofallen lösen mittels PIR-Sensor (PIR = passive infrared) auf Temperaturbewegung aus und nutzen bei Nachtaufnahmen automatisch einen Infrarotblitz. Die Kameras waren 24 Stunden am Tag im Einsatz und wurden einheitlich, mit einer Bildgröße von 5 Mio. Pixel und einer Refraktärzeit von 60 s, eingestellt. Bei jeder Auslösung fanden drei Aufnahmen statt, um die Erfassungswahrscheinlichkeit zu erhöhen. Die drei Bilder pro Auslösung stellen ein Ereignis dar und wurden zu einer Präsenzphase zusammengefasst. Die Fotofallen waren in einem Zeitraum von März 2014 bis August 2016 im Einsatz. Alle Bilder und dazugehörige Informationen, wie Datum und Uhrzeit, wurden auf Speicherkarten gespeichert, die in regelmäßigen Abständen von zwei bis drei Wochen ausgelesen wurden.

Versuchsdesign und Aufstellung der Fotofallen

Um vergleichbare Werte der Untersuchungsgebiete zu erhalten, wurden die Kamerastandorte an die voneinander abweichenden Strukturen der verschiedenen Untersuchungsgebiete angepasst. Das grundlegende Design blieb jedoch in den Gebieten erhalten. Pro Untersuchungsgebiet wurden zehn Fotofallen in einer Höhe von 40 cm über dem Boden (Abb. 6) entlang von zwei parallelen Transekten im Abstand von 50 m in den zu untersu-

chenden Flächen aufgestellt. Die Transekte verliefen möglichst vertikal zur Schlaggrenze. Hierbei lag immer eine Kamera pro Transekt auf Randstandorten zwischen Wildpflanzenfeld und benachbarten Feld im Abstand von jeweils 25 m waren die weiteren Kameras entlang des Transekts in den Wildpflanzen bzw. konventionellen Feldfrüchten aufgebaut (Abb. 7).

In der Aufnahmezeit variierte die Feldfrucht dieser Flächen zwischen Winterweizen, Mais und Wintergerste. Grundsätzlich wurden jeweils zehn Kameras pro Untersuchungsgebiet angebracht. In Wolfsburg wurden zwei Standorte doppelt mit Kameras besetzt, so dass sich in dem Gebiet 12 Kameras befanden. Die Wildpflanzenfläche in Lingen hat eine weitere Kamera auf einem Randstandort. In Göttingen ist es im Laufe der Aufnahmezeit zur Umstellung der Kameras gekommen. Die Kamerastandorte der zweiten Aufnahmephase unterscheiden sich von den ersten Standorten. Wegen der voneinander abweichenden Struktur werden die Aufnahmephasen in der Auswertung separat betrachtet (vgl. auch Abb. A 2, Abb. A 4, Abb. A 6, Abb. A 8 und Abb. A 10).



Abb. 6: Aufbau der Fotofallen, oben: in Wildpflanzenkultur (WP) im Sommer, unten links im Winterweizen im Frühjahr, unten rechts, in nicht geernteter WP im Winter

Dateneingabe und Datenaufbereitung

Die Bilder der ausgelesenen Speicherkarten wurden zunächst am PC-Bildschirm gesichtet und leere Fotos sowie Bilder von Menschen markiert. Bilder von Menschen wurden sofort gelöscht, leere Bilder wurden nicht weiter berücksichtigt. Alle Bilder mit abgebildeten Tieren wurden dann mit der Software WildPicture V1.0.0.8 (SCHÄFER 2013) in eine Datenbank geladen. Dieses Programm wurde von der Firma Immosoft in Zusammenar-

beit mit dem ITAW entwickelt und ermöglicht die Eingabe von Bildern und dazugehörigen Informationen über eine Eingabemaske in eine Microsoft Access Datenbank. Anhand phänotypischer Merkmale wurden die abgebildeten Wildarten (ggf. inkl. Alter, Geschlecht und Verhalten) bestimmt. Für jede Präsenzphase wurde so ein Datensatz in Access generiert. Die gesamte Datenbank wird anschließend in Access

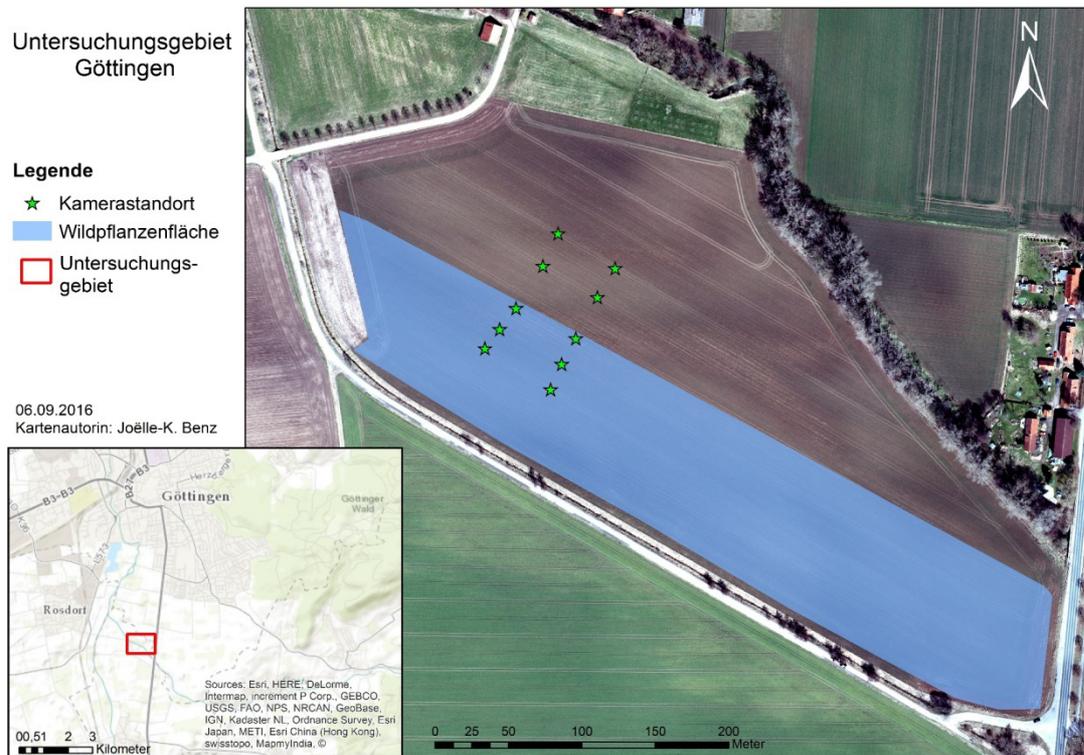


Abb. 7: Lage des Untersuchungsgebiets UG1 Göttingen mit einer Übersicht der Kamerastandorte (2015 / 2016) exemplarisch für die Gestaltung des Standardversuchsaufbaus.

verwaltet und für einzelne Analysen aufbereitet. Um das Vorkommen verschiedener Arten bzw. Artengruppen für die Habitate vergleichend darzustellen, wurde zunächst für jeden Standort die „trap rate“ jeder Art bzw. Artengruppe berechnet. Diese entspricht der Anzahl an Präsenzphasen pro 24 Stunden, in denen die Kamera aufgestellt und funktionsfähig war (BOWKETT et al. 2008, ROVERO & MARSHALL 2009). Die „trap rate“ als Präsenzphasen/24h drückt somit eine Aktivitätsdichte am entsprechenden Kamerastandort oder als gemittelter Wert des entsprechenden Habitats aus. Diese Aktivitätsdichte wird im Folgenden auch einfach als Aktivität oder Abundanz bezeichnet.

Um saisonale Unterschiede im Vorkommen einzelner Arten zu berücksichtigen, wurde der gesamte Zeitraum der Datenaufnahme in die Zeiträume „Sommer (Monate 4-9) und „Winter“ (Monate 10-3) aufgeteilt. Durch diese Einteilung sollen eventuelle Unterschiede in der Biodiversität auf den einzelnen Flächen während der Vegetationsphase und dem Zeitraum geringer Deckungs- und Nahrungsverfügbarkeit dargestellt werden.

Um trotz saisonaler Schwankung der Tages- und Nachtlänge, nach diesen Kriterien auswerten zu können, wurden alle Präsenzphasen, in denen der Infrarotblitz eingeschaltet war, als Nacht und alle, bei denen er ausgeschaltet war, als Tag definiert.

Datenauswertung zur Habitatnutzung

Für die Auswertung wurde zunächst die Verteilung aller Tierarten auf den unterschiedlichen Flächen überprüft. Im Fokus stehen die Zielarten des Projektes Feldhase (*Lepus europaeus*) und Jagdfasan (*Phasianus colchicus*). Dieser Gruppe wurden außerdem das Reh (*Capreolus capreolus*) und der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) wegen der guten Auswertbarkeit aufgrund hoher Bildzahlen zugeordnet. Das Rebhuhn (*Perdix perdix*) als weitere ursprüngliche Zielart konnte mangels Bildmaterial (mangels vorhandener Populationsdichten) nicht ausgewertet werden.

Für die Hauptarten sowie weitere Gruppen (siehe auch Anhang Tab. A 3) wurden die „trap rates“ für Wildpflanzen und konventionelle Flächen jeweils für Sommer und Winter dargestellt.

Für die Zielarten wurden zudem Aktivitätsphasen auf Wildpflanzen und konventionellen Flächen am Tage wie in der Nacht untersucht. Die tageszeitlichen Aktivitäten geben Einblick in die Bedeutung eines Habitates: Dient dieses Habitat als Deckungsraum während der Ruhe, ist es lediglich ein Rückzugsraum oder dient es als Nahrungshabitat?

Biodiversität

Artenreiche Lebensräume bieten mehr Lebensqualität für Lebewesen, daher ist die Biodiversität von großer Bedeutung. Um die „ökologische Qualität“ auf den Wildpflanzenschlägen und auf den Flächen konventioneller Nutzung in der Untersuchungszeit bewerten zu können, wurden mit Hilfe der „trap rates“ die Biodiversitätsindices „Shannon-Index

H_s “ ($H_s = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$ mit $p_i = \frac{n_i}{S}$, S = Anzahl Arten, p_i = die relative Abundanz der i -ten Art) berechnet (SHANNON 1948, SPELLERBERG & FEDOR 2003). Diese wurde für den gesamten Zeitraum der Untersuchung und für Sommer (April-September) und Winter (Oktober-März) für alle Tierarten durchgeführt. Entscheidend für den Vergleich des Shannon-Index als Maß der Biodiversität ist der jeweils im Lebensraum erreichbare Maximalwert des Shannon-Index H_{max} . Zum Vergleich verschiedener Lebensräume wird die „Evenness E “ herangezogen, die sich als Quotient aus Shannon-Index und Maximum ergibt: $E = H_s/H_{max}$.

Zielarten

Um zu beantworten ob die Wildpflanzenflächen gegenüber den konventionellen Flächen von den Wildtieren bevorzugt werden, wurde die Anzahl der Bilder der Arten Fasan, Hase, Fuchs und Reh pro Monat und Kamerastandort aufsummiert. Die Auswertung der Fotofallenbilder erfolgte mit der Methode der GAMs (generalized additive models, HASTIE & TIBSHIRANI 1990). Diese eignen sich besonders dann gut, wenn nicht lineare Effekte erwartet werden. So ist zu erwarten, dass sich jahreszeitliche Effekte nicht linear verhalten. Daher wurde für die Monate ein zyklischer Smoother verwendet, bei dem vorgegeben ist, dass Januar und Dezember benachbarte Werte sind und nicht Anfang und Ende einer Regressionsgraden. Neben dem Monat wurde getestet, ob Wildpflanzenflächen sich von konventionellen Flächen und dem Rand zwischen den beiden Flächentypen unterscheiden. Zudem wurde die Distanz zur nächsten Dauerstruktur (z.B. Hecken, Baumreihen, Wald) berücksichtigt. Da sich die Untersuchungsgebiete in Bezug auf Wildtierdichten unterschieden, wurden auch sie im Modell berücksichtigt. Das Jahr wurde als Faktor eingebaut und jeder einzelne Kamerastandort als Zufallsfaktor. Da in Göttingen kein einziger Fasan fotografiert wurde, wurde das Untersuchungsgebiet in dem Modell ausgeschlossen.

Da die Anzahl an Bildern pro Monat und Tierart (Zählvariable) nicht normalverteilt ist, wurde die negative binomiale Datenverteilung angenommen, bei der neben dem Median auch ein Streuungsparameter Θ (theta) im Modell berechnet wird. Die Kameraaufzeit – Tage im Monat wurde als sogenannter offset Parameter berücksichtigt. Dies hat Vorteile, für die Nutzung der negative binomial Datenverteilung. Inhaltlich entspricht es aber den Analysen von trap rates.

Alle Berechnungen wurden in dem Statistikprogramm R Version 3.3.1 (R CORE TEAM 2016) durchgeführt. Die GAMs wurden mit der Zusatzbibliothek mgcv berechnet (WOOD 2011).

Ergebnisse

Bestandsentwicklung der Praxisflächen

Vorbereitungsphase und Bestandsetablierung

Die Wildpflanzen wurden überwiegend auf leichteren Ackerböden (S bis IS) mit 30- 35 Bodenpunkten ausgedrillt, die eine mittlere bis gute Ertragsleistung bei Vergleichskulturen aufweisen. Auf diesen Flächen schien eine Konkurrenzfähigkeit gegenüber der Alternativkultur Mais am ehesten erreichbar. Nur der Standort in Göttingen (1) gehört mit 89 Bodenpunkten (Lehm) zu den hochertragreichen Flächen in Niedersachsen. Diese Fläche auf dem Versuchsgut Reinsdorf wurde nachträglich in 2013 mit in das Projekt aufgenommen. Die Ansaat erfolgte nach der Vorfrucht Getreide (Sommergerste, Winterweizen) auf den Standorten Göttingen (1), Wolfsburg (3) und Goldenstedt (6) in der ersten Juniwoche 2013 in ein gut feinkrümeliges Saatbett. Auf zwei Flächen (4 Essen/Olb und 5 Lingen) wurden zum Vergleich erst nach der Getreideernte am 15. Juli in Lingen und am 10. August 2013 in Essen, die vorgegebene mehrjährige Saatmischung (BG 70) gedrillt. Auf der Fläche in 4 (Essen) erfolgte die Saatbettbereitung mit Scheibeneggeneinsatz und nachfolgender Pflugfurche und Packereinsatz, während in Lingen (5) die Saat direkt in die Getreidestoppel eingedrillt wurde. Letzteres Verfahren erwies sich als besonders effektiv, da durch die auflaufende Getreidesaat eine gute Deckfrucht zur Unkrautunterdrückung entstand unter der sich der Wildpflanzenbestand gut entwickeln konnte. Zusätzlich zur Wildpflanzensaat wurden in Essen (Standort 4) noch 0,5 kg Phacelia und 2kg Buchweizen gedrillt, um den Effekt der „Deckfrucht“ zu erreichen. Der Einsatz von Buchweizen in Ergänzung zur Wildpflanzensaat hat sich ebenfalls sehr bewährt, da durch den schnellen Aufgang des Buchweizens schon frühzeitig eine gute Bestandsbegrünung gewährleistet werden konnte.

Die Beobachtung der Bestandsentwicklung (Aufgang; Krankheiten; Lagerneigung; Blühzeitraum, Auswinterungsschäden) erfolgte visuell durch die Landwirte. Die LjN besuchte die Flächen mehrfach die Flächen.

Entwicklung der Vegetation

Die Entwicklung der Wildpflanzenmischungen in den einzelnen Untersuchungsgebieten verlief sehr unterschiedlich. Entscheidende Faktoren sind neben der Ansaatzeitpunkt und -technik und vor allem die Standort- und Witterungsbedingungen.

Die Wildpflanzenmischungen auf den Praxisflächen, Lingen (5) und Essen (4) haben sich im Ansaatjahr gut etabliert. Der Saataufgang erfolgte auf der Fläche Lingen (5) jedoch

erst nach vier Wochen am 10. August 2013 und verzögerte sich damit deutlich, was vor allem auf den sandigen Standort und die im Juli 2013 herrschenden regionalen hochsommerlichen Temperaturen und Trockenphasen zurückzuführen ist.

Auf dem Standort (4) dominierten erwartungsgemäß Phacelia und Buchweizen wobei sich bis zum Frosteintritt ein einigermaßen dichter Wildpflanzenbestand entwickelte. Auch die Betriebsfläche in Goldenstedt (UG3) zeigte eine gute Bestandesetablierung, wobei der Aufgang der Saat bereits termingerecht Anfang Juni erfolgte. Hingegen hat sich eine zweite vom Betrieb angelegte Vergleichsfläche in Goldenstedt von Anfang an schlecht entwickelt. In 2014 musste daher eine Neuansaat der Fläche vorgenommen werden. Auch dieser Bestand entwickelte sich nur mäßig. Diese Fläche wurde daher nicht im Projekt berücksichtigt. In Wolfsburg (Fläche 2) hat sich die Fläche anfänglich sehr gut etabliert, aber im Laufe der Standzeit deutlich verschlechtert. Auch die Ansaat in Göttingen (1) hatte in 2013 eine sehr lange und schwierige Aufgangsphase, da auf dem zu diesem Zeitpunkt ausgetrocknete Lehmboden das feine Saatgut nur schwer zur Keimung kam und die Keimlinge den die Bodenoberflächen nur schwer durchbrechen konnten. Es blieben einige lückige Bereiche auf der Fläche somit dauerhaft bestehen, in denen sich unerwünschte Begleitkräuter (Distel) entwickeln konnte. Im Laufe der Standjahre konnten sich je nach Fläche einige Arten besonders gut durchsetzen (z.B. in Essen der Rainfarn, in Göttingen Beifuß, Schwarze Flockenblume und Wilde Malve). Auf der Fläche 2 (Wolfsburg) ist die Zahl der erwünschten Wildpflanzenarten im Laufe der Standjahre deutlich zurückgedrängt worden und die Zahl der unerwünschten Beikräuter hat zugenommen. Auch auf dem Standort 4 (Essen) hat sich die die Verteilung der Arten verändert. 2014 dominierte die Wilde Malve, 2016 besonders der Rainfarn, weitere häufige Arten waren weiße und rote Lichtnelke. Anders entwickelte sich die Wildpflanzenmischung in Goldenstedt (Standort 3). Die schwarze Flockenblume blieb über die Jahre die dominierende Art. 2014 dominierten auf der Fläche 1 in Göttingen vor allem die Wilde Malve und der Weiße Steinklee. Bis 2016 hatte sich das Verhältnis verschoben, sodass nun vor allem der Beifuß und die schwarze Flockenblume dominierten. Die Wilde Malve war 2016 deutlich weniger vertreten. Eine Entwicklung der Wildpflanzenfläche in Lingen (Standort 5) konnte leider nicht dokumentiert werden, aber aus Sicht des bewirtschaftenden Landwirtes hat die Fläche einen hohen Deckungsgrad und eine gute Etablierung der Wildpflanzen erreicht und gute Biomasseerträge erbracht.

Ertragsleistung und Biogaserträge

Die nachfolgenden Übersichten zeigen die Ertragsleistung der Praxisbestände im Prüfzeitraum. Im Etablierungsjahr 2013 konnten sich die Bestände Wolfsburg (UG2) und Goldenstedt (UG3), die im Mai gedrillt wurden, am besten bis zum Erntezeitpunkt Oktober entwickeln, so dass auf diesen Standorten bereits eine Ernte und Ertragsbestimmung möglich war. Die Erträge lagen zwischen 5,9 t TM/ha (Standort 2-Wolfsburg) und 8,4 t TM/ha (Standort 3-Goödenstedt). Die Kultur sollten ab einem TS-Gehalt von minimal 28 % geerntet werden, um einer zu frühen Beerntung und einem zu niedrigen Biogasertrag vorzubeugen. Durch die kurze Vegetationszeit bei regional ausgeprägter Trockenheit lag die Biomasseentwicklung der übrigen im Juli/August gedrillten bzw. aufgelaufenen Bestände erwartungsgemäß auf sehr niedrigem Niveau (< 2 t TM/ha) und es konnte keine Ernte stattfinden.

Tabelle 2: Ertragsleistung der Praxisbestände

Flächenbezeichnung	2013 t TM/ha	2014 t TM/ha	2015 t TM/ha	2016 t TM/ha	Durchschnitt der Jahre
Göttingen / Fläche Versuchsgut Reinshof (entsprechend UG 1)	< 2 keine Ernte	4,2	9,4	8,1	7,2
Wolfsburg/ Fläche Betrieb (entsprechend UG 2)	5,9	6,9	10,7	5,7	7,7
Goldenstedt/ Fläche Heuer Teich (entsprechend UG 3)	8,4	9,0	<2 keine Ernte	Umbruch	5,8
(Essen (Oldb)/ Fläche Ortkamp (entsprechend UG 4)	<2 keine Ernte	5,9	7,6	7,2	6,9
Lingen / Fläche Voßkuhle (entsprechend UG 5)	<2 keine Ernte	6,5	9,4	10,2	8,7

In 2014 wurden alle Flächen Ende Juli/Anfang August beerntet. Die TM Erträge/ha differierten zwischen 4,2 t TM/ha / Standort 1- Göttingen) und 9,0 t TM/ha (Standort 3- Goldenstedt). Die Ertragsfähigkeit des fruchtbaren Lößstandortes in Göttingen konnte der Wildpflanzenbestand nicht in Biomassertrag umsetzen, da sich durch Trockenheit bedingte Auflaufschwierigkeiten im Ansaatjahr ein lückiger Bestand entwickelte, der unerwünschte Beikräuter verstärkt entwickeln ließ.

Auf den sandigen Standorten (5 Lingen) und (3 Goldenstedt) wurden in 2014 6,5 t TM/ha bzw. 9 t TM/ha geerntet. Insbesondere der hohe Ertrag in Goldenstedt überraschte. Hier wurden Ende April 20 cbm Biogassubstrat ausgebracht, was die Bestandsentwicklung positiv beeinflusste.

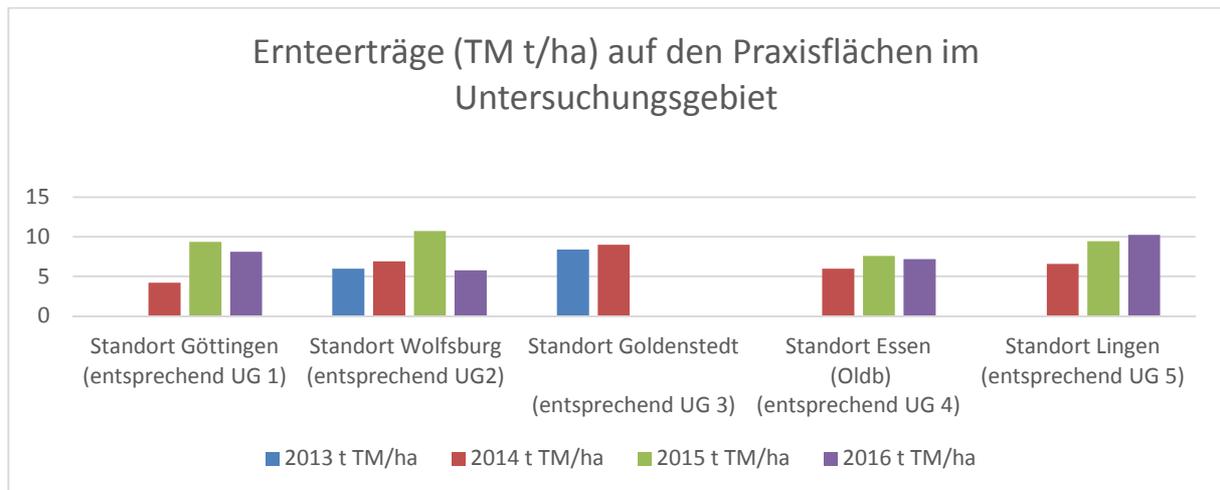
Im 2. Anbaujahr insgesamt auf einem höheren Niveau zwischen 7,6 t TM/ha (Standort 4-Essen) und 9,4 t TM/ha (Standort 5- Lingen). Die TS Gehalte variierten in 2014 zwischen 15,7 % (Fläche 1 Göttingen) und 30,1 % (Fläche 5 Lingen).

Zu einem Ertragseinbruch kam es auf Standort 3 (Goldenstedt). Hier wurden die im Vorjahr leistungsstarken Wildpflanzen stark zurückgedrängt durch Grasdurchwuchs. Trotz Pflanzenschutzinsatz (Fusilade) im September 2014 konnte sich der Bestand auch in 2015 nicht erholen. Die Aufwüchse waren in beiden Jahren schwach (< 2 t TM/ha) und wurden nicht geerntet. Im Frühjahr 2015 wurde der Bestand umgebrochen.

Die Bestände in Göttingen, Lingen und Wolfsburg hingegen entwickelten sich in 2015 gegenüber dem Vorjahr positiv, was sich in den Ertragszahlen widerspiegelt. Während die Flächen in Lingen und Göttingen Ende Juli/ Anfang August geerntet wurden, lag der Erntetermin in Wolfsburg am 19. Spetember, wodurch der höhere Ertrag zu erklären ist. Der Trockensubstanz-Gehalt lag zu diesem Zeitpunkt bereits bei 40,4 % TS.

Auch in 2016 wurden noch einmal Ertragsmessungen durchgeführt, da auch die abschließenden wildbiologischen und botanischen Untersuchungen durchgeführt wurden. Im dritten Ertragsjahr konnte der Standort Lingen (5) seine gute Ertragsleistung vom Vorjahr wiederholen und sogar leicht ausbauen (10,2 tTM/ha). Damit ist dieser Standort über den dreijährigen Vergleichszeitraum bewertet, der ertragreichste und am besten etablierteste Wildpflanzenbestand. Die Fläche in Göttingen (1) und der Bestand in Essen konnten im 3. Ertragsjahr das Ertragsniveau des Vorjahres in etwa halten, bzw. lagen leicht darunter. Im dreijährigen Vergleich lagen die Erträge dieser Standorte im Mittel bei 7 t TM/ha.

Grafik: Ertragsvergleich Praxisflächen



Biogaserträge

Eine Aussage zu den Biogaserträgen von Blühpflanzen im Vergleich zu Maissilage ist zwar sehr standortabhängig, allerdings auf Grund der Fallzahl von 13 und der Bildung von Mittelwerten machbar. In die Bestimmung des Biogasertragungspotentials (Biogasertragungspotentiale HAWK, nach DIN durchgeführt) wurden weitere Praxisflächen aufgenommen, da einige Ernteproben, vermutlich durch Fehler in der Kühlkette oder Undichtigkeiten verworfen werden mussten bzw. nicht für die Analysen geeignet waren.

Die Beprobung der ungleichen, artreichen Wildpflanzenbestände stellte eine besondere Herausforderung für die Probeentnahme dar. Dieses spiegelt sich auch in den gemessenen Biogaserträgen wieder. Die Schwankungsbreite der Blühpflanzenbiogaserträge reicht im ersten Ertragsjahr 2014 von 200 NI Methan / kg oTS (Fläche 4- Essen) bis hin zu 290 NI Methan / kg oTS (Fläche 1 Göttingen). Die Methangehalte lagen zwischen 53 % bis 58 %.

Im zweiten Ertragsjahr 2015 wurden Methanerträge von 178 NI Methan / kg oTS (Fläche 1- Göttingen) bis hin zu 192 NI Methan/ kg oTS. (Fläche 2 Wolfsburg) ermittelt. Die TS Gehalte weisen Differenzen zwischen 28 % und 40 %, was auf die unterschiedlichen Erntezeiten und Bestandsentwicklungen zurückzuführen ist.

Tabelle 3: Ergebnisse Gasertrag

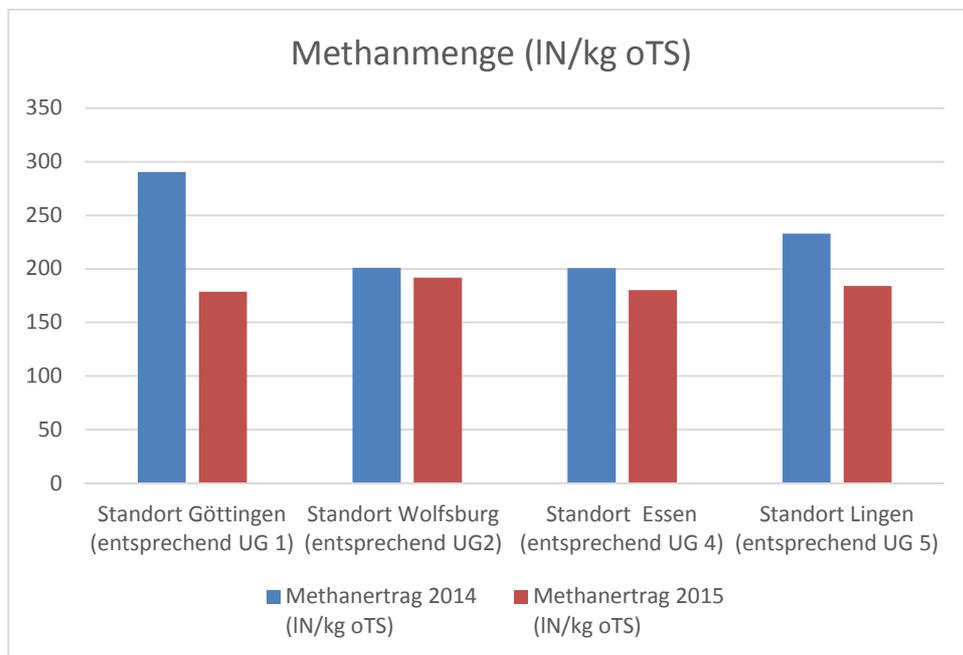
Ergebnisse:

Gasertrag nach einer Laufzeit von 40 bzw. 42 Tagen, alle Ansätze haben das Abbruchkriterium (tägl. gebildete Gasmenge < 0,5 % der bis dahin gebildeten Gasmenge) erreicht.

Interne Probennummer	n	Probenbezeichnung	TS	oTS	Biogasmenge			Methanmenge			Methan-gehalt
			[Masse-% FM]	[Masse-% TS]	[IN/kg oTS]	Ø [IN/kg oTS]	Ø [IN/kg FM]	[IN/kg oTS]	Ø [IN/kg oTS]	Ø [IN/kg FM]	[Vol-%]
23856	1	Blühstreifen Rosdorf	38,7%	93,2%	307,7	309,0	111,5	180,1	178,7	64,5	58%
	2				294,5			171,2			
	3				323,6			186,2			
23917	1	Blühstreifen Landesjägerschaft Nds.	40,4%	91,7%	365,9	352,0	130,4	201,8	191,8	71,1	55%
	2				373,5			197,9			
	3				330,5			185,7			
23998	1	Gr. Beilage	28,0%	91,9%	332,8	322,3	83,0	185,2	180,2	46,4	56%
	2				332,3			184,0			
	3				312,3			176,4			
23999	1	Schroer	34,3%	93,7%	332,6	336,5	108,1	187,1	184,0	59,1	55%
	2				339,9			184,7			
	3				333,1			183,4			

Bei der Vergleichsfrucht Mais wird ein Biogasertrag von ca. 419 NI Methan / kg oTS angesetzt (KTBL).

Grafik: Methanerträge der Wildpflanzen-Praxisbestände



Die Biogasmessungen zeigen, dass von den Blühflächen durchschnittlich ein Methanertrag gegenüber Maissilage von 52 % pro kg oTs erreicht werden kann. Die Berechnung basiert auf 2-jährigen Praxisdaten und können damit lediglich einen Trend anzeigen.

Wirtschaftlichkeitsvergleich

Die Praxisflächen mit der Mischung BG 70 diente als Berechnungsgrundlage für die Deckungsbeträge. Auf Grundlage weiterer Daten der LWK Niedersachsen und unter Verwendung der Gaserträge aus dem Wildpflanzen-Projekt aus 2014 und 2015 wurden Deckungsbeitragsrechnungen (DB) pro Hektar durchgeführt. Die Wildpflanzenbestände konnten die Ertragsleistung von Mais auf keinem der 5 Praxisstandorte erreichen. Als Ergebnis stehen am Ende auf Biogas bezogen monetäre Mindererträge von durchschnittlich 360 €/ha.

Tabelle 4: Deckungsbeiträge Mehrjähriger Wildpflanzenbestand im Vergleich zu Mais

Wirtschaftlichkeitsberechnung (brutto)		Silomais		Wildpflanzen		DIFF
Ertrag	dt/ha	450	EUR/dt	250	EUR/dt	200
Marktleistung	EUR/ha	1125	2.50	438	1.75	688
Saatgut		189	0.42	98	0.39	92
Mineraldüngemittel		146	0.32	18	0.07	127
Pflanzenschutzmittel		108	0.24	34	0.14	74
Direktkosten	EUR/ha	442	0.98	150	0.60	293
Direktkostenfreie Leistung	EUR/ha	683	1.52	288	1.15	395
Trocknungskosten						
Versicherung						
Sonstiger Aufwand						
variable Maschinenkosten		175	0.39	102	0.41	73
Lohnarbeit		366	0.81	404	1.62	-38
Zinsanspruch		5	0.01	3	0.01	2
Summe variable Kosten	EUR/ha	988	2.20	659	2.04	329
DB	EUR/ha	137	0.30	-222	-0.29	359
						0
Arbeitszeitbedarf	Akh/ha	3.35	0.01	2.42	0.01	0.92
Lohnansatz		57	0.13	41	0.13	16
Feste Maschinenkosten	EUR/ha	87	0.19	77	0.25	9
Gebäudekosten	EUR/ha	9	0.02	8	0.02	1
Flächenkosten	EUR/ha		0.00		0.00	
Sonstige Kosten	EUR/ha		0.00		0.00	
Summe Vollkosten	EUR/ha	1141	2.53	786	3.14	355
						0
Kalkulatorisches Ergebnis	EUR/ha	-16	-0.03	348	-0.78	-364

Die erzielten Ergebnisse auf den niedersächsischen Praxisbeständen weichen von anderen Veröffentlichungen zu Wildpflanzenversuchen ab.

Es wurde bereits auch auf die Ergebnisse im Rahmen des bundesweiten Projektes „Energie aus Wildpflanzen/Lebensraum Feldflur“ hingewiesen. Das Projekt vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) geförderte Projekt der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) zeigt im Vergleich zu den vorliegenden Ergebnissen eine positivere Einschätzung der Auswirkungen des Wildpflanzenanbaus. Dazu lässt sich erklärend festhalten, dass im Bundesprojekt lediglich Versuchspartzen beprobt wurden, während sich das niedersächsische Projekt auf den mehrjährigen landwirtschaftlichen Anbau auf Praxisflächen ausgerichtet hat. Ein weiterer Unterschied in den Projekten und damit in den Ergebnisunterschieden liegt in den gewählten Ernteverfahren. So fallen die Ertragsergebnisse im deutschlandweiten Projekt höher aus, da in diesem Fall per Hand geschnitten wurde. Dies erlaubt einen tieferen Schnitt und weniger Verluste. Im Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ in Niedersachsen wurde mit praxisüblichen landwirtschaftlichen Maschinen geerntet, die eine höhere Stoppelhöhe ansetzen, um die Anhaftung von Schmutz zu vermeiden. Es kommt ferner zu höheren Bruch- und Bröckelverlusten bei der landwirtschaftlichen Erntepaxis. Darüber hinaus wurden im vorliegend Projekt die Biogaserträge auch im ersten Erntejahr gemessen. Zu diesem Zeitpunkt waren die Bestände zum Teil noch nicht voll entwickelt und hatten noch nicht die volle Ertragsleistung.

Erfahrungen aus der Praxis zur Düngung der Wildpflanzenbestände

Die Erfahrungen der Landwirte werden nachfolgend zusammengefasst:

Im ersten Jahr hat sich eine Düngung ab August mit ca. 2 dt ASS bewährt, um eine gute Bestandsentwicklung zu unterstützen. Ab dem 2. Standjahr kann eine organische Frühjahrsdüngung durchgeführt werden.

Erste Ergebnisse aus der Praxis zeigen, dass bei einer Düngung im März von 170 kg N/ha, 90 kg P/ha und 200 kg K/ha der Nährstoffbedarf der BG 70 zu einem guten Ertrag führt.

Die Düngung auf der besonders gut entwickelten und ertragreichen Fläche 5 (Lingen) wurde mit Schweinegülle und 2 Dezitonnen ASS durchgeführt. Eine Analyse der Bodennährstoffgehalte zeigte, dass die enorme Wurzelbildung im 3. und 4. Standjahr dazu führte, dass extrem niedrige N_{min}-Werte im Herbst und Frühjahr auf der Ackerfläche zu verzeichnen sind.

Eine durch die LUFA durchgeführte Beprobung (sowohl Probenahme auf Ackerfläche als auch Laboranalyse) zeigte, dass in den Horizonten 0-90 cm nach oben genannter Düngung im 2. Standjahr der Blühpflanzen ein N_{min}-Wert von 149 kg/ha vorzufinden ist. Auf

der gleichen Blühflächen (Sand/lehmiger Sand) wurden im 4. Standjahr bei gleicher Düngung lediglich 55 kg N/ha gemessen.

Dies zeigt, dass sich hinsichtlich der Aufnahme von Stickstoff durch den Pflanzenbestand eine Mehrjährigkeit der Blütmischung positiv auswirkt. Dies ist gerade im Hinblick auf die Nitratreinträge in das Grund- und Oberflächenwasser von Bedeutung.

Fazit: Mehrjährige Blühflächen weisen sehr geringe Nmin- Gehalte im Frühjahr auf.

Eignung der Blütmischung

Wichtig ist, dass die Blütmischung mehr als 8 Mischungspartner enthält. Dadurch wird gewährleistet, dass verschiedene Bodenschichten durchwurzelt werden und der Blühaspekt möglichst vielfältig ist. Dadurch können verschiedene Insekten Nahrung finden.

Auch ist die Pollen- und Nektarbildung entscheidend, da z.B. Bienen beides benötigen.

Nur Pollenbildner oder nur Nektarbildner in der Mischung zu haben ist nicht förderlich.

Am Beispiel BG 70, BG 80 und BG 90 wurde von einem Imker eine Auswertung der Mischungspartner mit mehr als 5 % Mischungsanteil auf ihre Eignung zur Ernährung für Bienen aktuell durchgeführt. Neben den Partnern, die mit min. 5 % Anteil vertreten waren, lassen sich innerhalb der Mischungen folgende geeignete Blühpflanzen als Bienenweide einstufen:

- Phacelia
- Ringelblume
- Dill
- Boretsch
- Inkarnatklée
- Perserklee
- Kornblume
- Wegwarte
- Wilde Möhre

Fazit: Die Wildpflanzenbestände der Mischung BG70 lassen sich sehr gut zur Ernährung von Bienen einsetzen.

Wildbiologische Begleituntersuchungen

Zähltreiben

Im Februar und März 2014 fanden in vier der Untersuchungsgebiete acht, im Herbst 2014 in zwei Untersuchungsgebieten zwei Zähltreiben statt. Hierbei wurden insgesamt nur neun Hasen bei der Hälfte der Zählungen erfasst, Rehwild konnte sogar nur einmalig beobachtet werden, acht Fasane wurden bei nur vier Zähltreiben ermittelt (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die hohe Nutzung der Flächen, die sich teilweise in den Fotofallen zeigte, konnte mit den Zähltreiben nicht eindeutig bestätigt werden (vergleiche jedoch auch Anhang Abb. A11, Abb. A12, Tab. A2).

Tabelle 5: Ergebnisse der Zähltreiben in den Untersuchungsgebieten mit Anzahl gesichteter Individuen, UG = Untersuchungsgebiet

UG	Datum	Hase	Reh	Fasan	Singvögel
1 Göttingen	kein Zähltreiben				
2 Wolfsburg	26.02.2014	0	0	0	3
	01.12.2014	0	0	0	0
3 Goldenstedt	27.02.2014	2	0	1	0
	13.03.2014	0	0	0	0
4 Essen	20.02.2014	4	0	0	0
	06.03.2014	0	0	0	10
	25.11.2014	1	0	0	0
5 Lingen	25.02.2014	0	0	3	7+Schwarm
	11.03.2014	1	0	2	12
	13.03.2014	1	1	2	0

Wärmebildkamera: Besatzdichten

Die Individuenzahlen der einzelnen Tierarten bei den Zählfahrten mit Thermographie waren bei Hasen (N = 2040 Sichtungen) und Rehwild (N = 1473) erwartungsgemäß hoch (vergl. Abb. 8 und Abb. 9), insbesondere das Rehwild erreichte hier z.T. erstaunlich hohe Werte (Abb. 9), die Feldhasen blieben z.T. hinter den Erwartungen zurück (Abb. 8).

Weitere beobachtete Arten waren:

Kaninchen (155 Sichtungen), Fuchs (12), Waschbär (2), Nutria (4), Dachshund (1), Marder (1), Hauskatze (8), Wildschwein (1), Gänse (Arten nicht näher bestimmt, 46), Enten (vorw. Stockente, 39), Schwan (1), Tauben (ca. 50), Rebhuhn (25), Fasan (1), Waldschnepper (6), Feldlerche (18), Kibitz (5), Eulen (1), diverse undefinierte Singvögel.

Feldhase

Die höchsten Individuenzahlen weisen insgesamt die Feldhasen auf. Wider Erwarten waren die Dichten in Lingen am geringsten, in den reich strukturierten Gebieten Goldenstedt und Essen waren die Hasendichten ebenso wie auf den besonders guten Böden im Versuchsanbau in Göttingen auf relativ hohem Niveau. In Wolfsburg waren die Hasendichten auf mäßigem Niveau (Abb. 8). Über die Jahre waren die Dichten in den Untersuchungsgebieten schwankend aber insgesamt stabil.

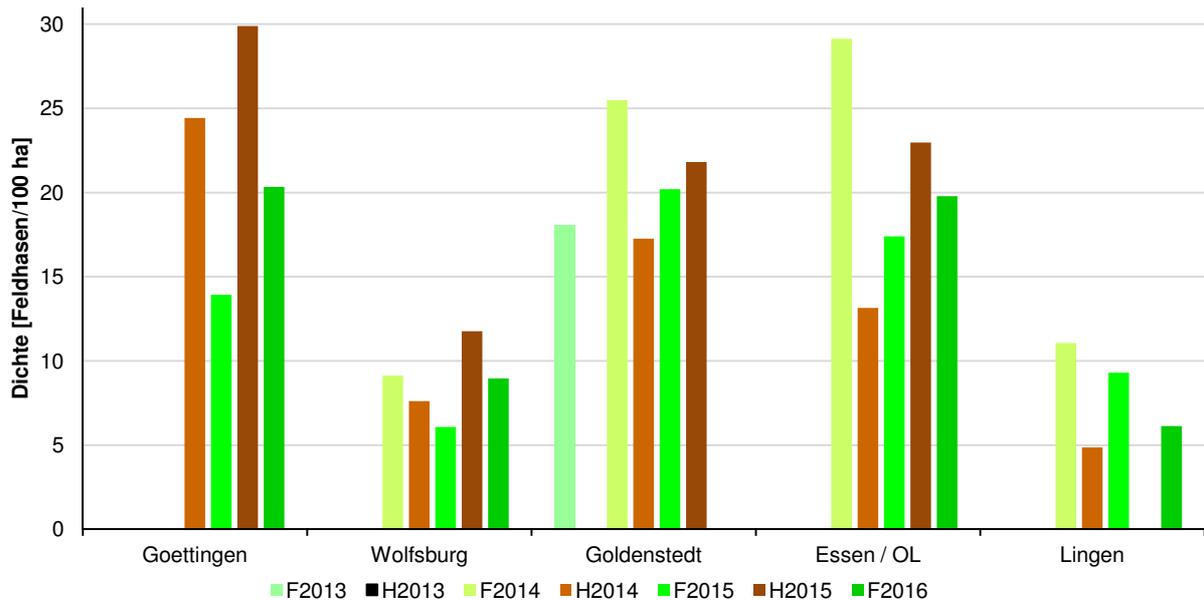


Abb. 8: Feldhasendichten (Hasen/100 ha) in den fünf Untersuchungsgebieten jeweils als Mittelwerte für die einzelnen Zählungen pro Herbst und Frühjahr.

Rehwild

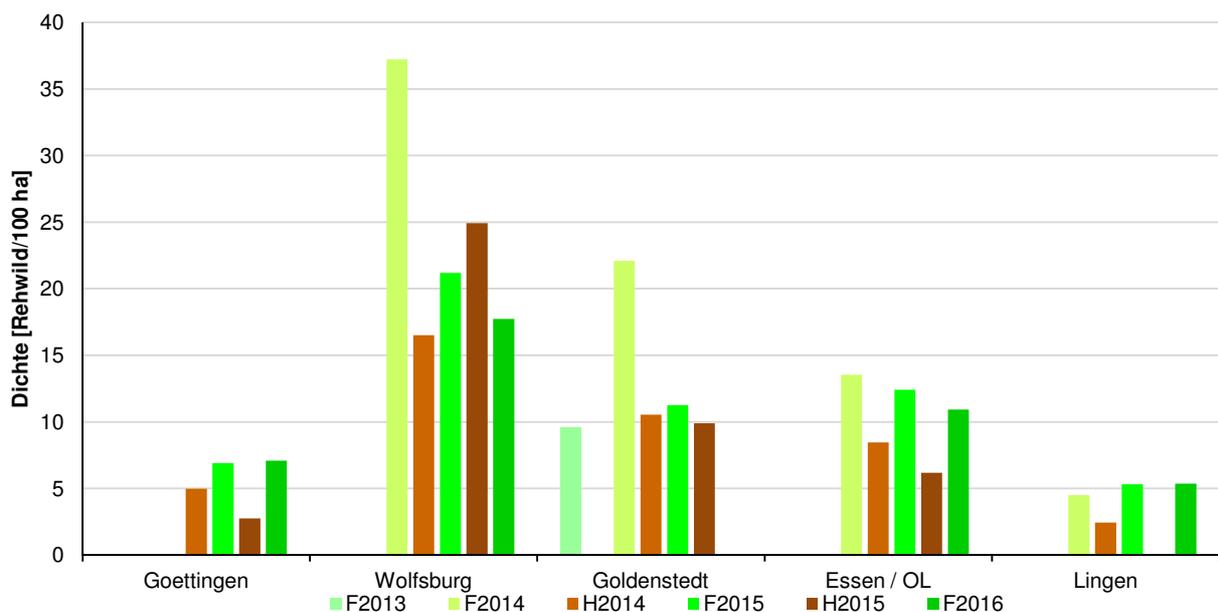


Abb. 9: Rehwildichten (Rehe/100 ha) in den fünf Untersuchungsgebieten jeweils als Mittelwerte für die einzelnen Zählungen pro Herbst und Frühjahr.

Die höchste Zähl-dichte innerhalb einer Saison erreichte das Rehwild (UG Wolfsburg). Die Rehwild-dichten waren in Lingen und Göttingen (beide Untersuchungsgebiete mit sehr offenen Strukturen) auf eher niedrigem Niveau. In Goldenstedt und Essen waren die Rehwild-dichten auf hohem und in Wolfsburg auf sehr hohem Niveau (Abb. 9, vergl. auch Abb. 4).

Rotfuchs

Die Dichten für den Fuchs wurden nur als relative Werte berechnet. Im Osten Niedersachsens waren die Fuchsdichten deutlich höher als in den drei westlichen Untersuchungsgebieten (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

Tabelle 6: Relative Dichtewerte für den Rotfuchs mittels Wärmebildtaxation. Die Dichtewerte sind dargestellt als Anzahl Füchse/100ha Offenlandfläche/Zählfahrt

UG	1 Göttingen	2 Wolfsburg	3 Goldenstedt	4 Essen/OL	5 Lingen
N/100ha/Fahrt	0,174	0,205	0,040	0,043	0,026

Wärmebildkamera: Habitatnutzung des Feldhasen

UG1 „Göttingen“

Die HNA ergab für Frühjahrszählungen im UG1 Göttingen eine Nutzung entsprechend des Flächenangebotes („Gleichnutzung“; χ^2 -Summe = 9,779, FG = 6, $p = 0,003$). Zwar lag die Signifikanz der χ^2 -Summe unter einem Signifikanzwert von 0,05, für eine Anwendung der Bailey-Intervalle ist dieses jedoch nicht ausreichend.

Im Herbst bevorzugten die Feldhasen in Göttingen Wintergetreideflächen und mieden offene Ackerflächen, Brachen und Grünland (Abb. 13).

UG2 „Wolfsburg“

Die Habitatnutzung der Feldhasen im Untersuchungsgebiet Wolfsburg war in Frühjahr und Herbst ähnlich: In beiden Jahreszeiten wurden Wintergetreideflächen bevorzugt, Zwischenfrüchte gemieden und alle anderen Feldfrüchte entsprechend des Flächenangebotes genutzt (Abb. 10).

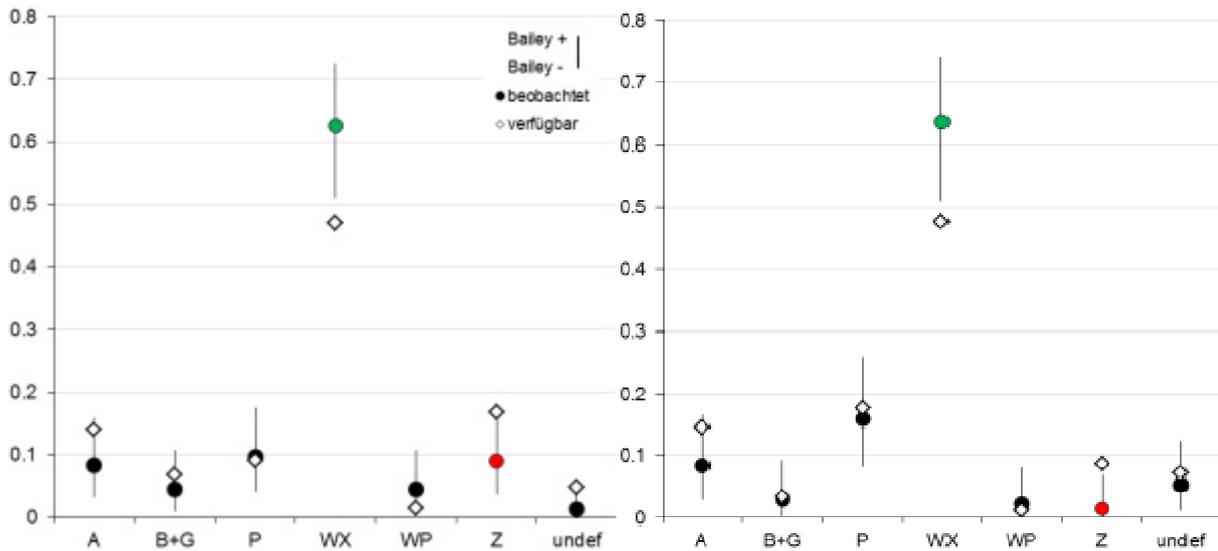


Abb. 10: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland für das UG 2 Wolfsburg kombiniert für alle Frühjahrszählungen (F14 bis F16, links) und für alle Herbstzählungen (H14+H15, rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache, G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen Z = Zwischenfrucht, undef = undefiniert

UG3 „Goldenstedt“

In Goldenstedt nutzten die Feldhasen in beiden Jahreszeiten Stoppeln besonders gerne, Wildpflanzen waren im Frühjahr bevorzugt, Wintergetreide in beiden Jahreszeiten gemieden (Abb. 11).

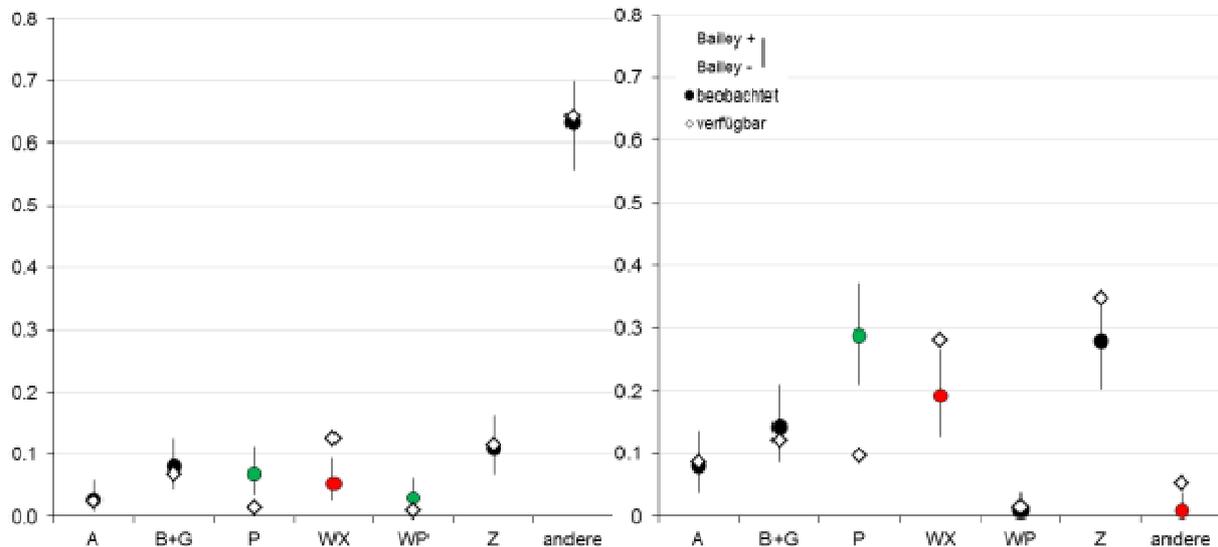


Abb. 11: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland für das UG 3 Goldenstedt kombiniert für alle Frühjahrszählungen (F13 bis F15, links) und für alle Herbstzählungen (H14+H15, rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache, G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen Z = Zwischenfrucht

UG4 „Essen /Oldenburg“

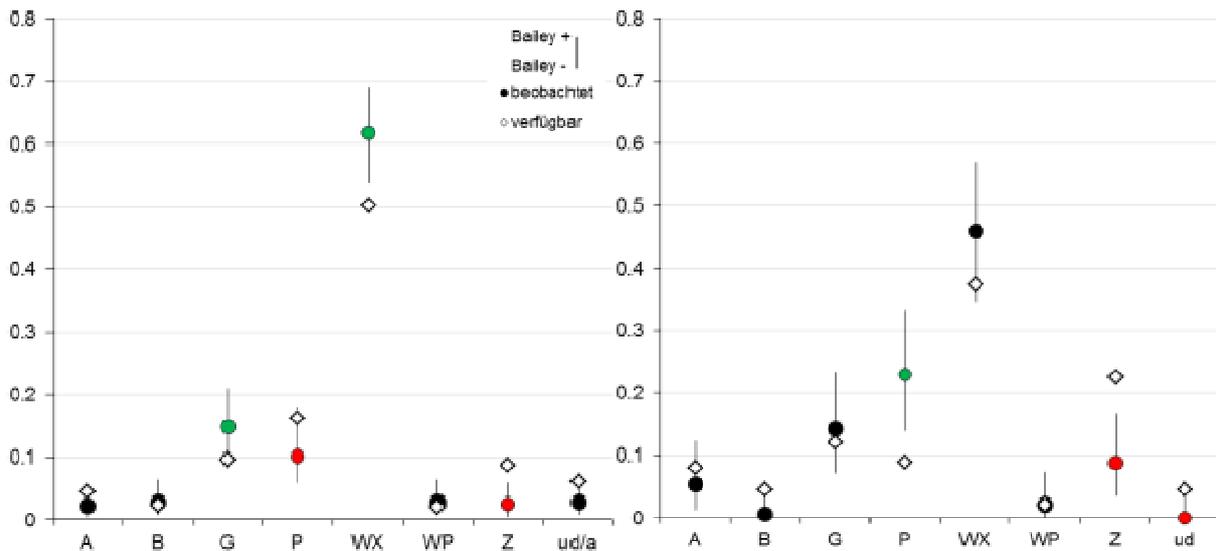


Abb. 12: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland für das UG 4 Essen kombiniert für alle Frühjahrszählungen (F14 bis F16, links) und für alle Herbstzählungen (H14+H15, rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache, G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen Z = Zwischenfrucht, ud = undefiniert, a = andere

In Essen unterschieden sich die Habitatbevorzugungen des Feldhasen in Frühjahr und Herbst deutlich (Abb. 12): Im Frühjahr bevorzugten die Feldhasen Grünland und Wintergetreide, mieden Stoppeln und Zwischenfrucht. Im Herbst wurden Stoppeln bevorzugt und Zwischenfrucht gemieden.

UG5 „Lingen“

Die Feldhasen in Lingen bevorzugten im Frühjahr Stoppeln und mieden Grünlandflächen (Abb. 13). In Lingen konnte im Herbst nur im Jahr 2014 gezählt werden, so dass für die Jahreszeit „Herbst“ nur eine Habitatnutzungsanalyse mit stark zusammengefassten groben Habitatkategorien durchgeführt werden konnte. Hierbei zeigte sich eine „Gleichnutzung“ der Habitatkategorien Acker, Wintergetreide, Maisstoppeln sowie Brache+Grünland+Zwischenfrucht+Wildpflanzen (χ^2 -Summe = 1,95, FG = 3, $p = 0,272$). Auch bei Betrachtung der einzelnen Habitatypen (eine Verletzung der Annahmen für den χ^2 -Anpassungstest in Kauf nehmend) ergab sich, dass in diesem Herbst die Hasen in Lingen die Habitate entsprechend des Angebotes nutzten („Gleichnutzung“; χ^2 -Summe = 7,09, FG = 7, $p = 0,049$).

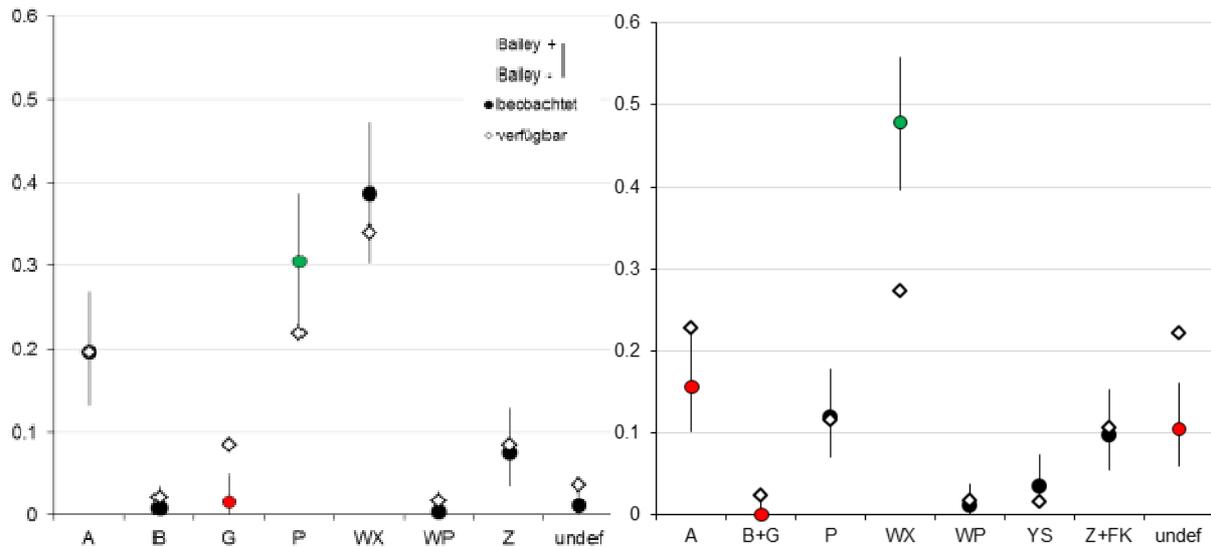


Abb. 13: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland für die UG 5 Lingen kombiniert für alle Frühjahrszählungen (F14 bis F16, links) und UG 1 Göttingen kombiniert für alle Herbstzählungen (H14+H15, rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache, G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen, YS= Sonderkultur, Z = Zwischenfrucht, FK = Klee, undef = undefiniert

Zusammenfassende Habitatnutzungsanalyse aller Zählungen

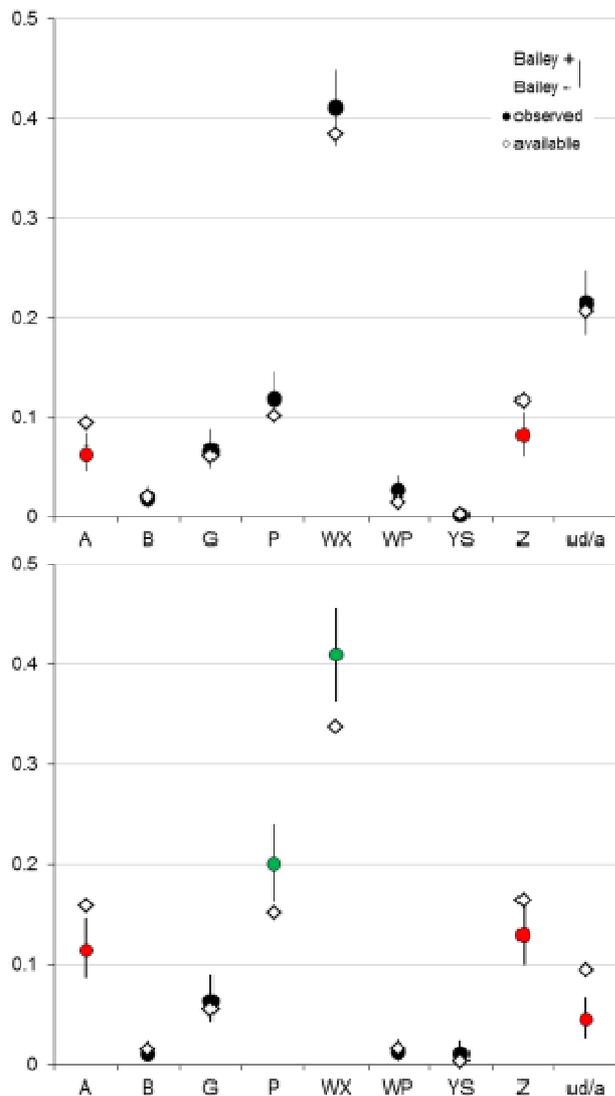


Abb. 14: Habitatpräferenzen des Feldhasen im Offenland in den fünf Untersuchungsgebieten kombiniert für alle Frühjahrszählungen (links) und kombiniert für alle Herbstzählungen (rechts). schwarz = Nutzung entsprechend Angebot, grün = Bevorzugung, rot = „Meidung“ (Nutzung weniger als Angebot). A= blanker oder spärlich bewachsener Acker, B = Brache (inkl. FK = Klee), G = Grünland, P = Stoppel, WX Wintergetreide, WP = Wildpflanzen, YS= Sonderkultur, Z = Zwischenfrucht, un/a = undefiniert/andere

In einer zusammenfassenden Analyse zeigte sich, dass die Hasen im Frühjahr ihren Lebensraum recht gleichmäßig nutzen und nur wenige Habitatkategorien weniger genutzt werden (Abb. 14). Im Herbst wurden, wie auch in mehreren einzelnen Untersuchungsgebieten Wintergetreide und Stoppeläcker bevorzugt, genauso wie Zwischenfrüchte dort gemieden wurden (Abb. 14). Der Befund für die Meidung blanker Äcker im Gesamten, jedoch nicht für die einzelnen Untersuchungsgebiete muss noch detailliert beleuchtet werden (siehe Diskussion).

Fotofallen: Biodiversität und Habitatnutzung

Artenzahlen und Abundanzen

Im Untersuchungszeitraum vom 06.03.2014 bis 06.09.2016 wiesen die einzelnen Kameras eine Expositionszeit zwischen 94 und 800 Tagen auf. Insgesamt wurden auf allen untersuchten Flächen 25.954 Präsenzphasen von Tieren ermittelt, die in die Auswertungen einbezogen werden konnten. Davon stammen 19.633 Präsenzphasen aus Wildpflanzenschlägen und 6.321 aus Wintergetreidekulturen. Hierbei wurden auf Wildpflanzen 45, auf konventionelle Flächen 34 Arten bzw. Artengruppen nachgewiesen (vergl. auch Tab. A2). Ein Großteil der im Projekt beobachteten Arten kam auf beiden Habitaten vor. Die meisten Arten wurden häufiger, einige Arten ausschließlich auf Wildpflanzen beobachtet. Keine der Arten wurde ausschließlich auf den konventionellen Flächen beobachtet. Allerdings traten in einzelnen Untersuchungsgebieten bestimmte Arten ausschließlich oder vorwiegend auf den konventionellen Flächen auf.

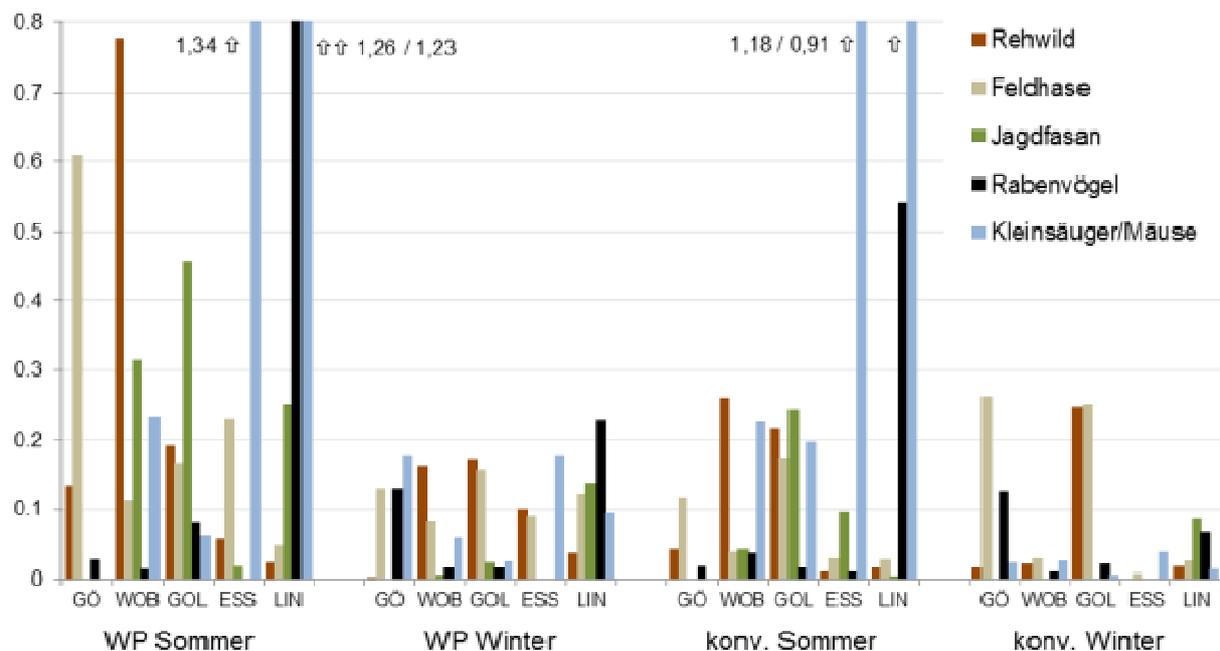


Abb. 15: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für die häufigen Tierarten/-gruppen in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen

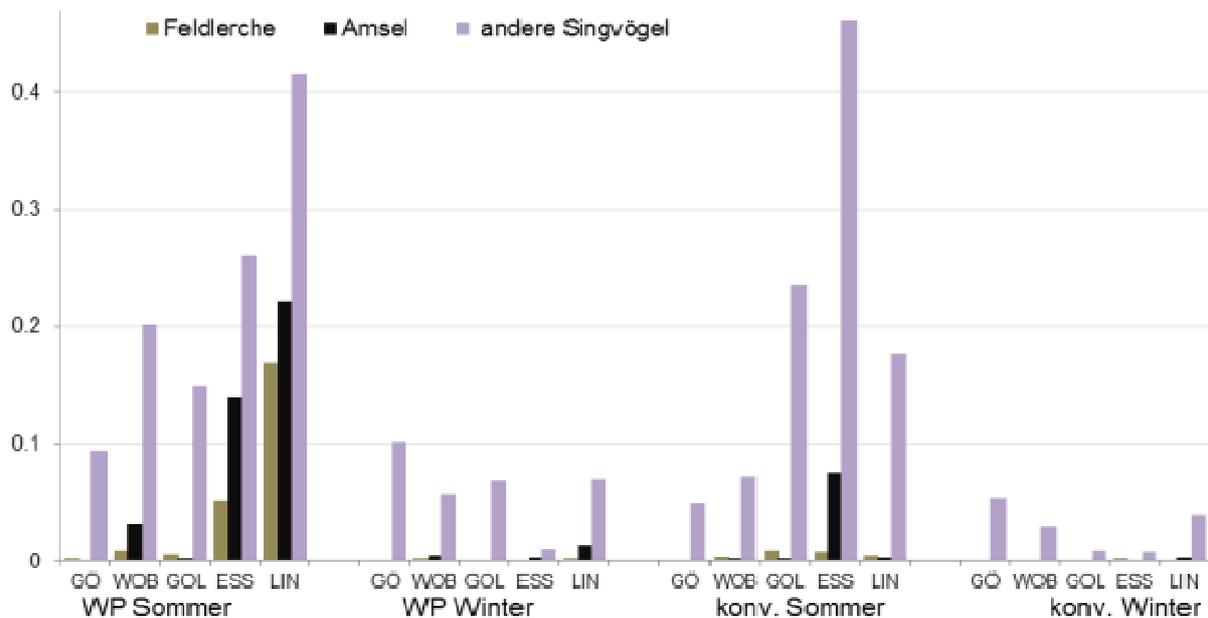


Abb. 16: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für Singvögel in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen

Die mittleren „trap rates“ erreichen im Sommer höhere Werte als im Winter. Hierbei sind die trap rates in den Wildpflanzen im entsprechenden Zeitraum überwiegend höher als in den Wintergetreideschlägen (Abb. 15, Abb. 16, Abb. 17, Abb. 18, Abb. 19). Die höchsten Abundanzen erreichen die Arten Rehwild, Hase und Fasan sowie die Gruppen Singvögel, Rabenvögel und Mäuse (Abb. 15, Abb. 16). Vereinzelt kommen einzelne Vogelarten häufiger vor (Abb. 17).

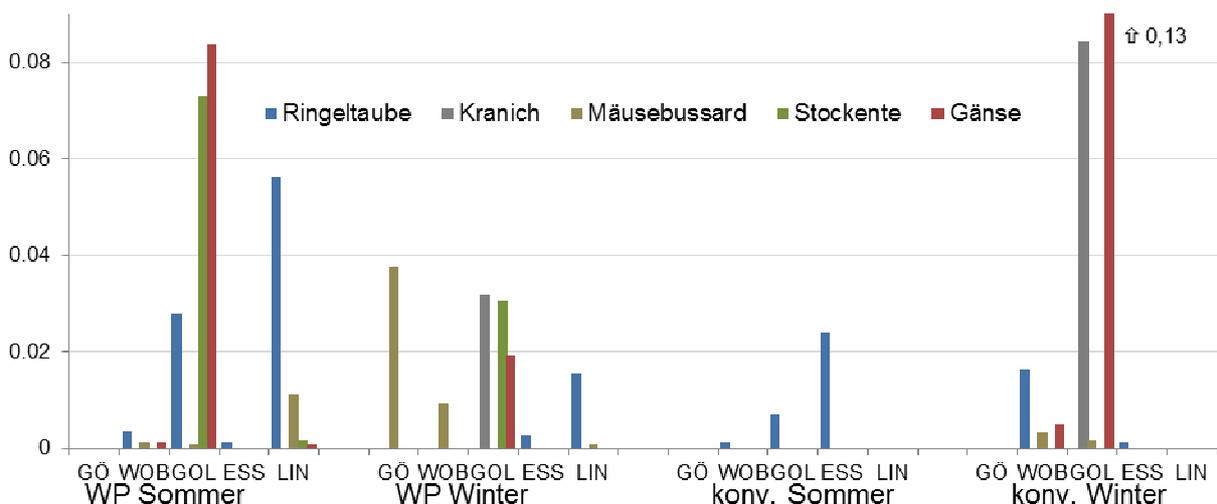


Abb. 17: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für häufigere Vogelarten in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen

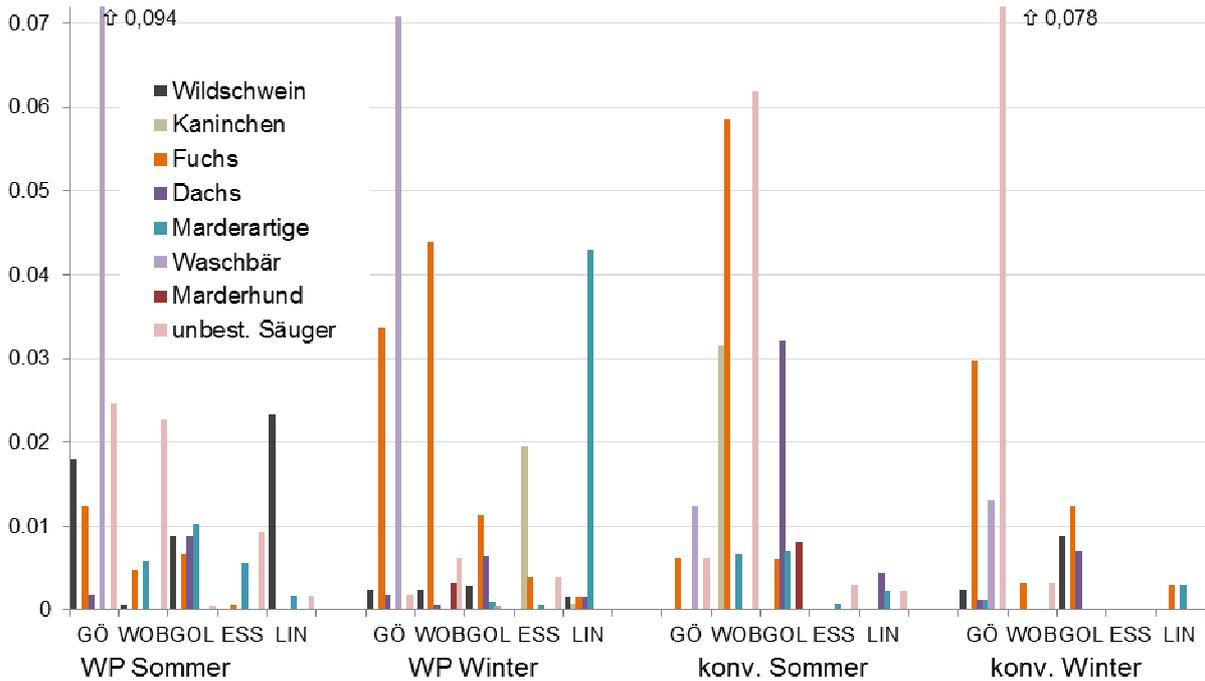


Abb. 18: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für Prädatoren und andere Säugerarten in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen

Wildschweine wurden beinahe ausschließlich in Wildpflanzenkulturen beobachtet. Die Prädatorenarten nutzten auch konventionelle Getreideflächen regelmäßig, kamen jedoch insgesamt, insbesondere im Winter, häufiger auf Wildpflanzen vor (Abb. 18). Die seltenen Arten (Abb. 19) waren sehr unregelmäßig in beiden Habitaten zu finden. Die Wildpflanzen wiesen hierbei insbesondere im Sommer häufigere Nachweise und höhere Artenzahlen auf.

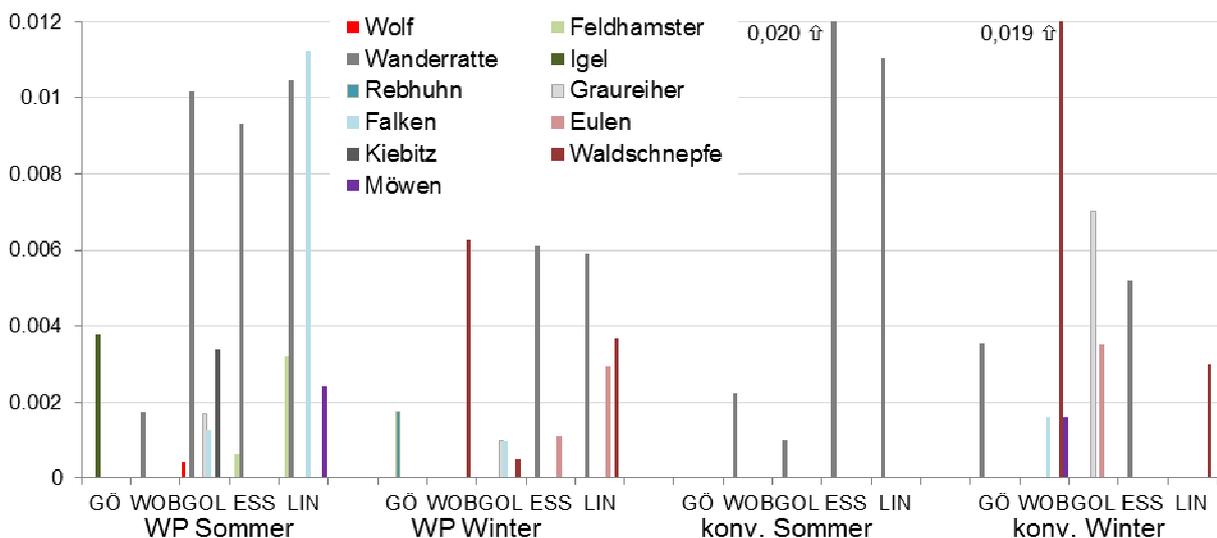


Abb. 19: Mittlere „trap rates“ über die Zeiträume Sommer und Winter für selten beobachtete Arten in Wildpflanzenschlägen (WP) und auf konventionellen Agrarflächen. GÖ = Göttingen, WOB = Wolfsburg, GOL = Goldenstedt, ESS = Essen, LIN = Lingen

Aktivitäten

Insgesamt bestanden kaum Unterschiede zwischen Wildpflanzen und konventionellen Agrarflächen (Abb. 20). Die Beobachtungen sind jedoch stark von den einzelnen Untersuchungsgebieten abhängig (siehe unten). Auf den Wildpflanzen waren insgesamt am Tage höhere „trap rates“ (Abundanzen bzw. Aktivitäten) an Wirbeltieren zu beobachten. Insbesondere Fasane und Singvögel sind hier ausschlaggebende Arten (vergl. auch Abb. 15, Abb. 16 und Anhang Tab. A 3).

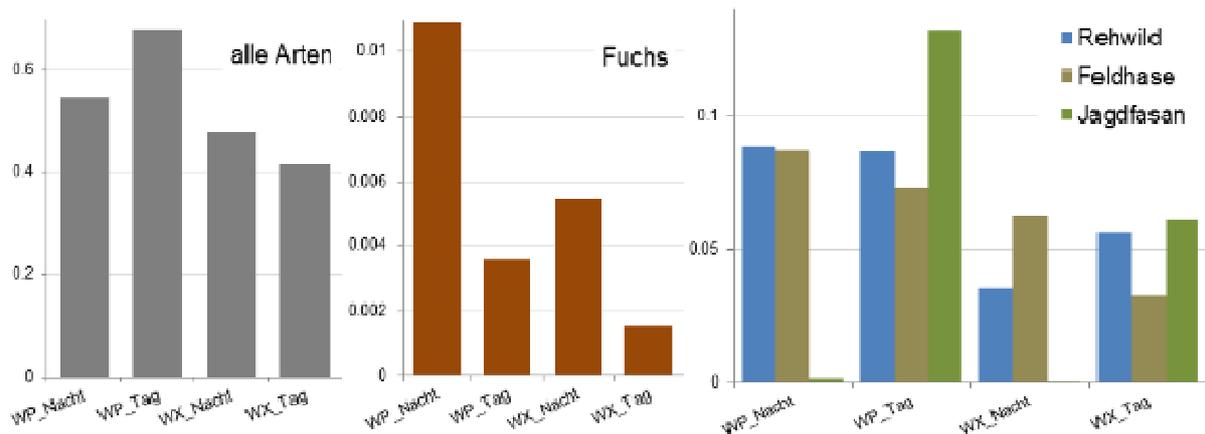


Abb. 20: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase, Jagdfasan und Rotfuchs sowie aller Arten im Überblick für alle fünf Untersuchungsgebiete kombiniert. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell

Hasen waren verstärkt auf Wildpflanzen, insbesondere nachts, zu beobachten (Abb. 20). Rehwild trat verstärkt auf Wildpflanzen auf (Abb. 20), Füchse sind überwiegend nachtaktiv und nutzen hierbei die Wildpflanzen bevorzugt (Abb. 20). Fasane sind rein tagaktiv (Abb. 20), einzelne Beobachtungen bei Nacht sind auf die Methodik zurückzuführen. Fasane bevorzugten Wildpflanzenkulturen, auch für diese Art sind die Strukturen besonders wichtig für die Habitatwahl.

Schwarzwild wurde beinahe ausschließlich nachts auf Wildpflanzen beobachtet. Schwarzwild kam in allen Untersuchungsgebieten außer Essen vor.

UG1 „Göttingen“

Im UG1 Göttingen waren insgesamt auf den Wildpflanzen leicht höhere Abundanzen von Wirbeltieren als auf konventionellen Flächen zu verzeichnen (Abb. 21). Insbesondere im direkten Vergleich am Tage zeigten sich deutlich höhere Aktivitäten auf Wildpflanzen.

In Göttingen nutzten Hasen die Wildpflanzen viel am Tag, waren aber am aktivsten nachts auf konventionellen Flächen (Abb. 21). Fasane kamen in Göttingen nicht vor. Rehwild bevorzugte in Göttingen die Wildpflanzen gegenüber den konventionellen Flächen und waren insbesondere nachts aktiv (Abb. 21). Füchse waren in Göttingen beinahe

he ausschließlich nachts aktiv, nutzten dann aber Wildpflanzen und konventionelle Flächen gleichermaßen (Abb. 21).

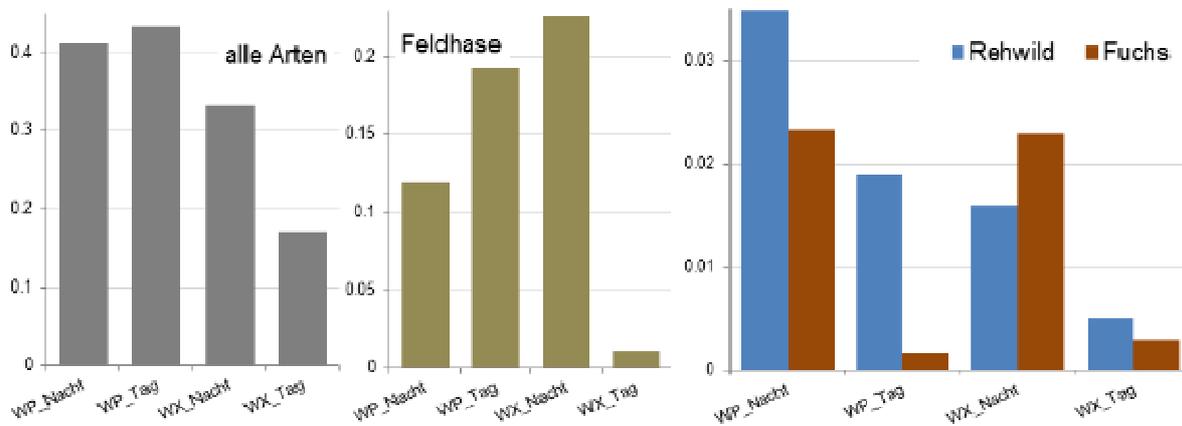


Abb. 21: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase und Rotfuchs sowie aller Arten im UG1 Göttingen. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell

UG2 „Wolfsburg“

Im UG2 Wolfsburg waren insgesamt deutlich höhere Abundanzen aller Wirbeltiere in Kombination auf den Wildpflanzen als auf den konventionellen Flächen zu verzeichnen. Dieses war insbesondere am Tage, v.a. durch Rehwild, Fasane und eingeschränkt Singvögel bedingt (Abb. 22, vergl. auch Tab. A 3).

Feldhasen waren in Wolfsburg bevorzugt auf Wildpflanzen bei Nacht zu beobachten (Abb. 22). Ein ganz ähnliches Bild zeigt sich beim Fuchs.

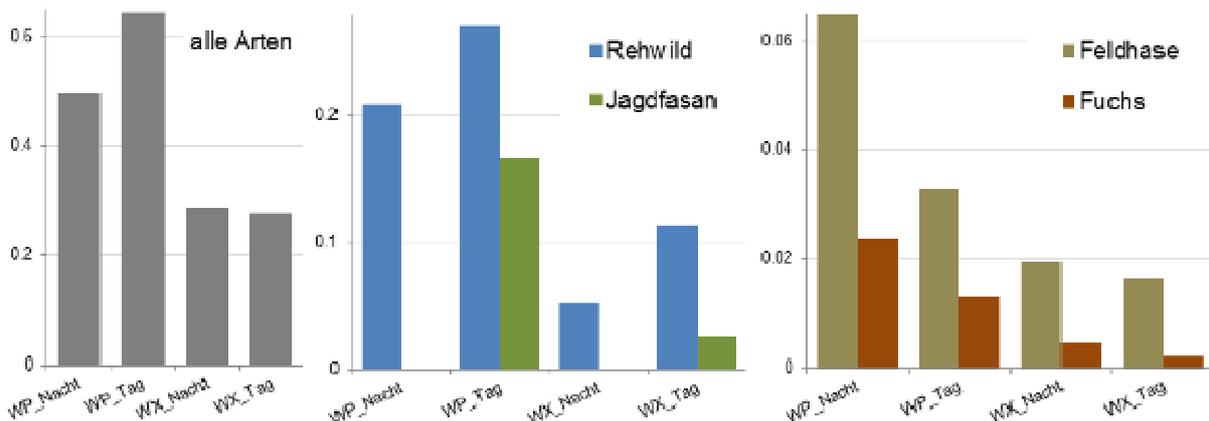


Abb. 22: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase, Jagdfasan und Rotfuchs sowie aller Arten im UG2 Wolfsburg. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell

UG3 „Goldenstedt“

In Goldenstedt zeigten sich keine wesentlichen Unterschiede zwischen Wildpflanzen und konventionellen Flächen (Abb. 23). Hier waren insbesondere Tagaktive Arten (z. B. Fasan, Singvögel, Gänse etc.) häufig anzutreffen (Abb. 23, vergl. auch Tab. A 3).

Rehwild zeigte keine deutlichen Bevorzugungen. In Goldenstedt zeigten die Feldhasen eine relativ gleichmäßige Nutzung der Habitate bei Tag und Nacht (Abb. 23).

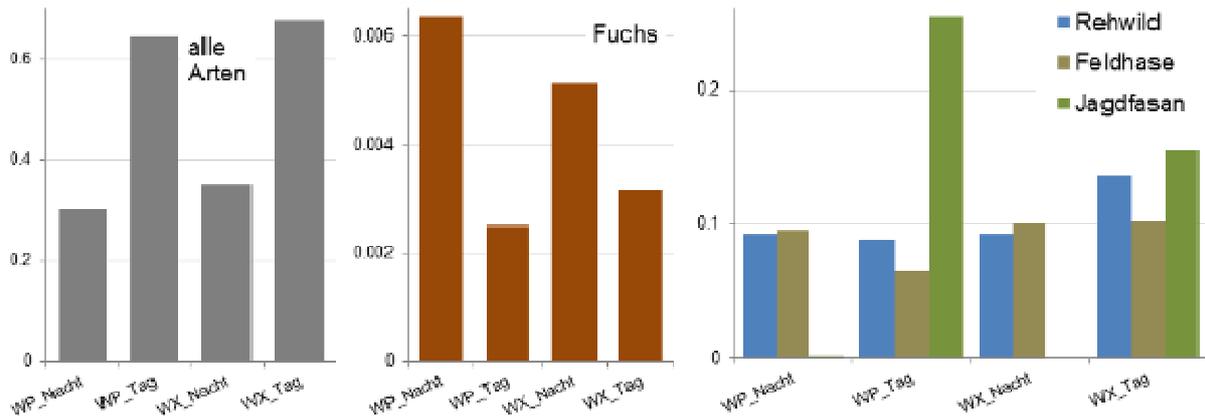


Abb. 23: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase, Jagdfasan und Rotfuchs sowie aller Arten im UG3 Goldenstedt. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell

Fasane waren nur am Tage zu beobachten und bevorzugten hierbei die strukturreichen Wildpflanzen. Füchse waren in Goldenstedt überwiegend nachtaktiv und zeigten keine nennenswerten Unterschiede zwischen Wildpflanzen und konventionellen Flächen (Abb. 23).

UG4 „Essen / Oldenburg“

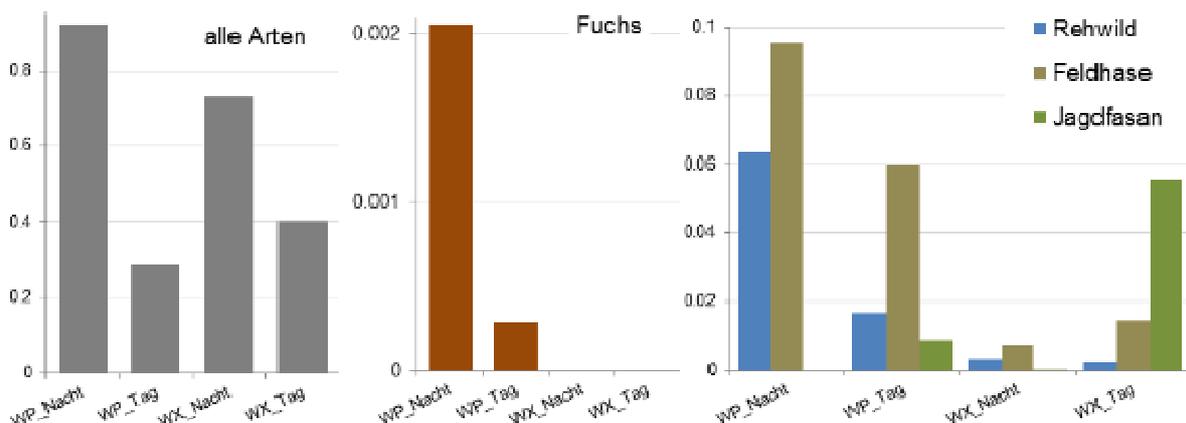


Abb. 24: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase, Jagdfasan und Rotfuchs sowie aller Arten im UG4 Essen. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell

In Essen waren keine deutlichen Unterschiede aller Arten zwischen Wildpflanzen und konventionellen Flächen erkennbar. Nachts waren die Aktivitäten deutlich höher als am Tage (Abb. 24).

Hasen wurden bevorzugt auf Wildpflanzen, insbesondere nachts beobachtet (Abb. 24). Rehwild war deutlich überwiegend nachts auf Wildpflanzen aktiv. Füchse wurden bei sehr geringer Dichte beinahe ausschließlich nachts und ausschließlich auf Wildpflanzen beobachtet. Fasane wurden weit überwiegend am Tage und vorwiegend auf konventionellen Flächen beobachtet (Abb. 24).

UG5 „Lingen“

In Lingen waren insgesamt kaum Unterschiede zwischen Wildpflanzen und konventionellen Flächen zu beobachten (Abb. 25). Allerdings waren am Tage aufgrund der hohen Zahlen an Fasanen und Singvögeln deutlich höhere trap rates auf Wildpflanzen zu verzeichnen (vergl auch Tab. A 3).

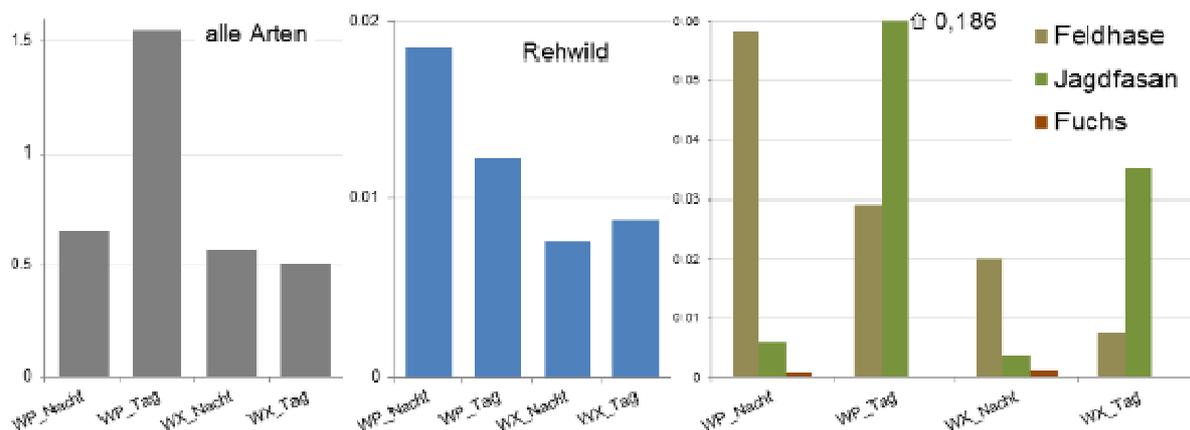


Abb. 25: Aktivitätsmuster der wesentlichen Arten Rehwild, Feldhase und Jagdfasan sowie aller Arten im UG5 Lingen. WP = Wildpflanzen, WX = Wintergetreide/konventionell

Hasen waren insbesondere nachts bevorzugt auf Wildpflanzen aktiv. Rehwild wurde insbesondere nachts auf Wildpflanzen beobachtet. Füchse waren in Lingen ausschließlich nachts aktiv, eine Bevorzugung ist aufgrund der extrem geringen Zahlen (WP_N = 0,0008, WX_N = 0,0013) nicht erkennbar (Abb. 25). Fasane wurden beinahe ausschließlich am Tage bevorzugt auf Wildpflanzen beobachtet.

Biodiversität

Die Biodiversitätsindices auf den Wildpflanzenflächen waren sowohl während des gesamten Jahres wie auch in den Zeiträumen Sommer und Winter höher als auf den Flächen mit konventionellem Ackerbau (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, Abb. 26). Dieses ist besonders deutlich in den Untersuchungsgebieten Essen,

Lingen und Göttingen (mit Ausnahme des Sommers) sowie weniger stark ausgeprägt in Goldenstedt (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, Abb. 26). Lediglich in Wolfsburg in allen Zeiträumen sowie in Göttingen im Sommer waren die Biodiversitätsindices auf den konventionellen Flächen höher. In allen Untersuchungsgebieten, außer Goldenstedt, sowie zusammengefasst wiesen die Winter für beide Lebensräume höhere Biodiversitätsindices auf (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, Abb. 26).

Tabelle 7: Biodiversitätswerte nach Shannon (1948) für die Wirbeltierfauna in Wildpflanzen (WP) und Wintergetreide (WX). H_{max} = höchste mögliche Biodiversität im Lebensraum, H_s = Shannon-Index, E = Evenness, UG = Untersuchungsgebiet, N_{Art} = Anzahl Arten im UG, g =

UG	H_{max}	N _{Art}	Habitat	g	WP (Zeitraum)			WX (Zeitraum)		
					S	W	g	S	W	
gesamt	3.466	32	WP		2.216	2.139	2.295	2.090	1.828	2.239
Göttingen	2.773	16	WP		1.824	1.375	1.886	1.718	1.497	1.674
Wolfsburg	3.091	22	WP		1.770	1.629	1.925	2.132	1.951	2.243
Goldenstedt	3.296	27	WP		2.174	2.097	1.976	2.105	1.887	1.701
Essen	2.773	16	WP		1.399	1.270	1.540	1.216	1.181	1.221
Lingen	3.178	24	WP		1.860	1.723	2.018	1.387	1.151	1.773

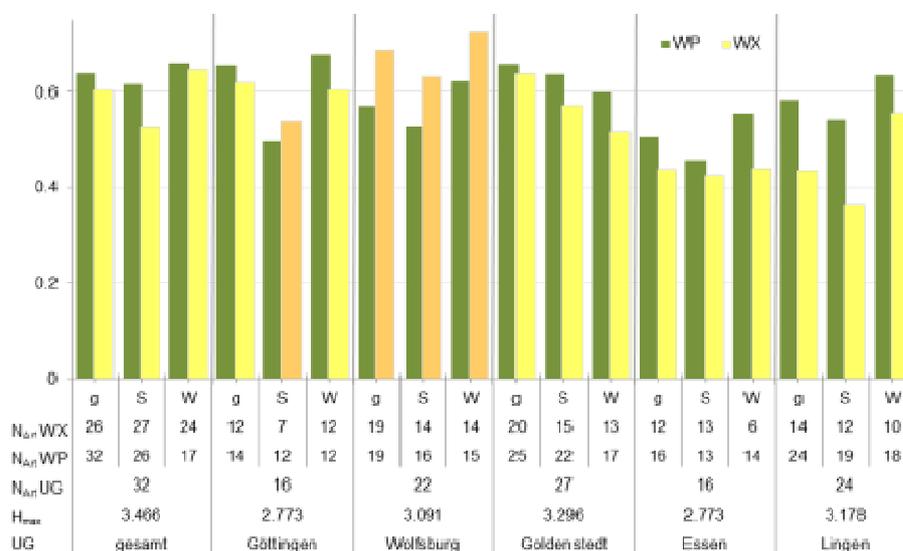


Abb. 26: Werte der Evenness nach Shannon (1948) für die Wirbeltierfauna in WP (Wildpflanzen) und WX (Wintergetreide/konventionelle Landwirtschaft). H_{max} = höchste mögliche Biodiversität im Lebensraum, UG = Untersuchungsgebiet. N_{Art} = Anzahl Arten, g = Gesamtzeitraum für UG, S = Sommer, W = Winter. Eine Evenness in orange deutet einen höheren Biodiversitätsindex auf WX als auf WP im selben UG im Vergleichszeitraum an.

Habitatnutzung der Zielarten

Abbildungen von GAMs stellen relative Effekte dar. Das heißt es wird eine Nulllinie ermittelt, die, etwas vereinfacht dargestellt, dem Median des Smoothers entspricht. Eine Bevorzugung wird als eine positive Abweichung von der Nulllinie eine Meidung als negative Abweichung dargestellt. Bei einem Smoother, also einer kontinuierlichen Variable, wird entlang des Gradienten (X-Achse) die Bevorzugung oder Meidung dargestellt. Neben der geschätzten Kurve, die den ungefähren Trend wiedergibt, wird in grau der zweifache Standardfehler dargestellt. In dem Bereich, bei dem sowohl die berechnete Kurve, als auch der grau-schattierte Bereich über, oder unterhalb der Nulllinie ist, ist der Effekt signifikant. Bei Faktoren gibt es immer ein Referenzlevel/ Kontrollgruppe der immer direkt auf der Nulllinie liegt. Ein signifikanter Effekt wird hier dargestellt, wenn die Mittellinie und die beiden gestrichelten Linien wiederum auf der gleichen Seite von der Nulllinie liegen.

Feldhase

Saisonale Effekte sind beim Hasen weniger auffällig. Nur im Februar wurden signifikant weniger Hasen abgelichtet ($p=0.025$, Abb. 28). Auch hier spielt die Distanz zur nächsten Struktur keine signifikante Bedeutung, tendenziell nimmt aber die Wahrscheinlichkeit für Hasen mit zunehmender Distanz zu. Insgesamt nahm die trap rate von Hasen über die Jahre zu. Aus den Daten geht eine deutliche Bevorzugung der Wildpflanzenflächen hervor, mit signifikant höheren trap rates auf sowohl den Wildpflanzenflächen als auch dem Rand zwischen beiden Strukturen ($p<0.001$, siehe GAM-Ergebnisse Anhang Tab. A 4). In Essen und Goldenstedt kommt der Hase häufiger vor als in den anderen Gebieten.

Rehwild

Das Reh zeigt wiederum deutliche saisonale Effekte mit signifikant geringerer trap rate von Februar bis April und signifikant höherer trap rate von Juni bis Oktober. Distanz zu Struktur ist auch hier nicht signifikant, jedoch scheint es auch hier, dass Rehe etwas häufiger nahe von Strukturen zu sehen sind (Abbildung 4). Auch beim Reh gab es über die Jahre einen Zuwachs ($p<0.05$). Sowohl der Rand als auch vor allem die Mitte der Wildpflanzenflächen werden gegenüber den konventionellen Flächen bevorzugt. In Wolfsburg war die Rehdichte am höchsten, in Goldenstedt marginal niedriger ($p = 0.067$, Tab. A 5) in den anderen Untersuchungsgebieten signifikant niedriger ($p<0.05$). Das Modell hat 56 % der Varianz erklärt.

Jagdfasan

Das Untersuchungsgebiet 1 Göttingen war in die Analysen für den Fasan aufgrund fehlender Fasane nicht einbezogen. Der Fasan zeigt eine klare Saisonalität ($p<0.001$, Tab. A 6). In den Monaten Januar bis einschließlich April ist er signifikant seltener abgelichtet.

Von Mai bis August ist er signifikant häufiger auf den Bildern der Kameras zu sehen. Zum Herbst hin nimmt die Frequenz wieder ab, jedoch nicht signifikant (Abb. 30). Die Distanz zur nächsten Dauerstruktur (Hecke, Waldrand, etc.) hat keinen signifikanten Effekt auf die Häufigkeit von Fasanen, jedoch nimmt sie tendenziell ab mit zunehmender Entfernung (Abb. 30). Die Jahre zeigen unterschiedliche trap rates mit deutlich höheren Werten für 2015. Der Effekt für den Standort ist nicht signifikant $p>0.05$, dennoch liegen die Werte für die Wildpflanzen und den Rand der Wildpflanzen über dem der konventionellen Flächen (Abb. 30). Die trap rates in Essen waren die niedrigsten, gefolgt von dem Referenzlevel Wolfsburg. Goldenstedt und Lingen weisen signifikant höhere trap rates auf.

Fuchs

Der Fuchs, die seltenste der vier intensiver untersuchten Arten, zeigt wenig signifikante Ergebnisse (Tab. A 7). Tendenziell nimmt die Fuchs trap rate über die Jahre etwas zu und sie waren etwas häufiger auf Kameras in der Nähe von Strukturen zu sehen. Der einzig signifikante Effekt sind die Wildpflanzenflächen gegenüber den konventionellen Standorten. In Essen und Lingen war er marginal seltener als in Wolfsburg (Abb. 31).

Einfluss der Standzeit auf die Zielarten

Für die Arten Rehwild, Fuchs und Jagdfasan lassen sich keine Trends erkennen. Der Feldhase ist tendenziell positiv durch die Mehrjährigkeit beeinflusst (Abb. 27), dieser augenscheinliche Trend ist jedoch statistisch nicht belegbar.

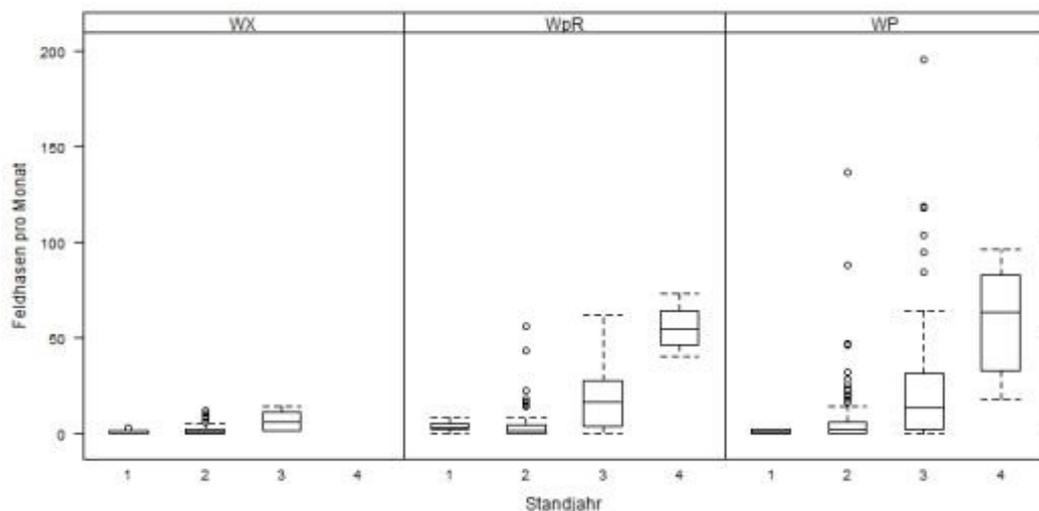


Abb. 27: Box&Whisker-Plots der „trap rates“ auf den drei Habitattypen *WX* (konventionell/Wintergetreide), *WP* (Wildpflanze) und *WpR* (Randstandorte Wildpflanze-Wintergetreide). Standjahr bedeutet: Jahre nach Anlage des Feldes (Im Falle von *WX* Jahr seit Beginn der Fotofallen, Standjahr ist immer 1). Box&Whisker-Plots geben den Median (horizontale Linie innerhalb der Boxen), 25 % und 75 % Überschreitungswahrscheinlichkeiten (Box) und die Spannweite (Whiskers) an, Kreise zeigen statistische Ausreißer.

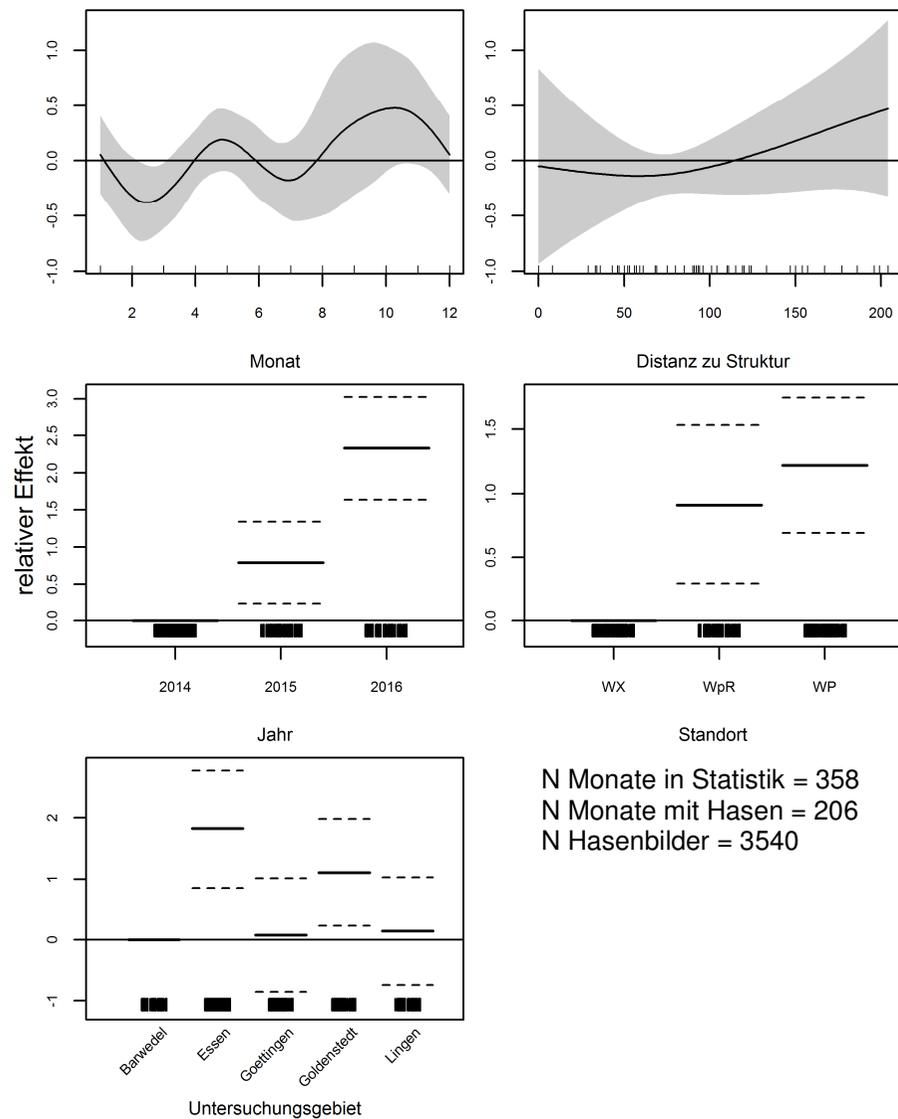


Abb. 28: Ergebnisse des GAM (generalized additive model) beim Feldhasen anhand der trap rates. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe auch Anhang Tab. A 4, Distanz zu Dauerstruktur

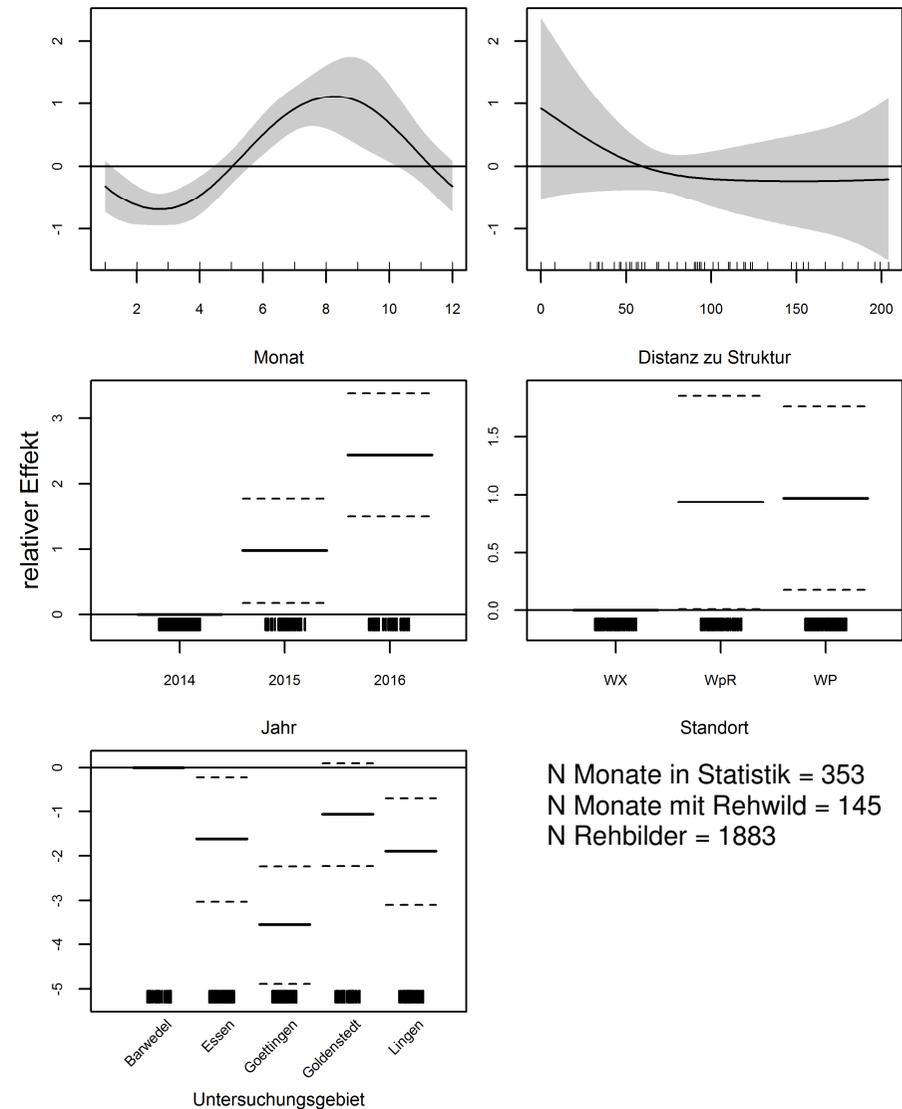


Abb. 29: Ergebnisse des GAM (generalized additive model) beim Rehwild anhand der trap rates. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe auch Anhang Tab. A 5, Distanz zu Dauerstruktur

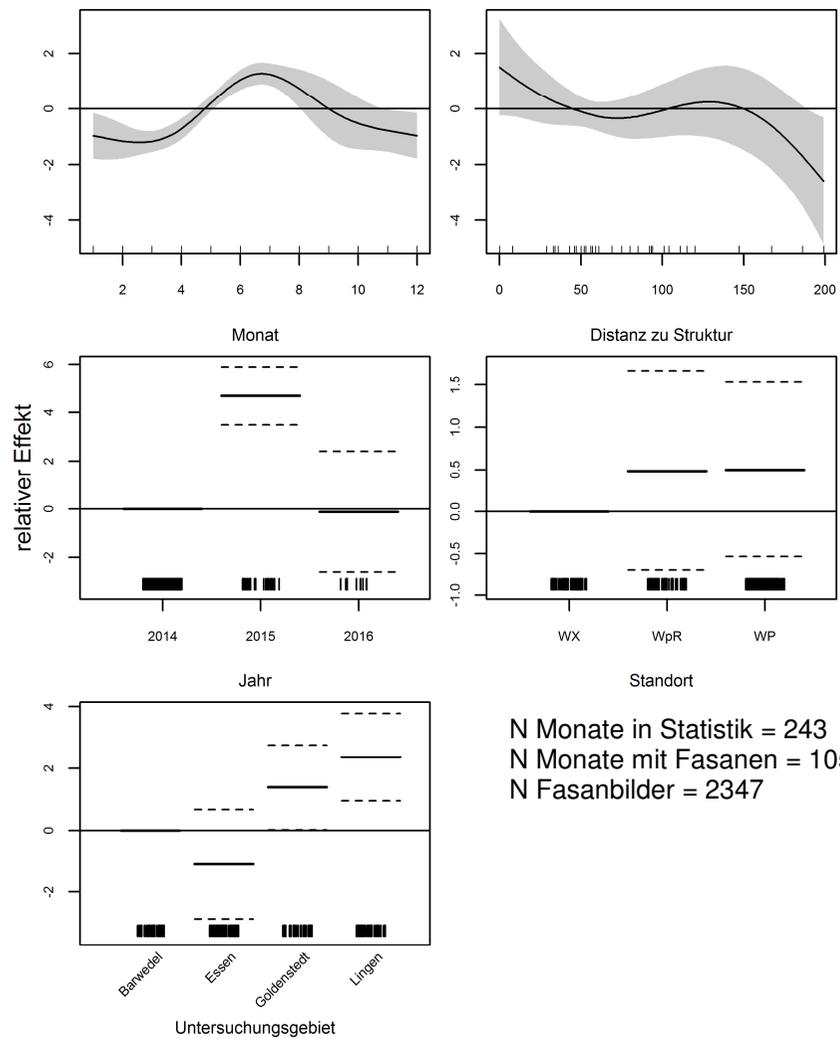


Abb. 30: Ergebnisse des GAM (generalized additive model) beim Jagdfasan anhand der trap rates. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe auch Anhang Tab. A 6, Distanz zu Dauerstruktur, Göttingen nicht einbezogen

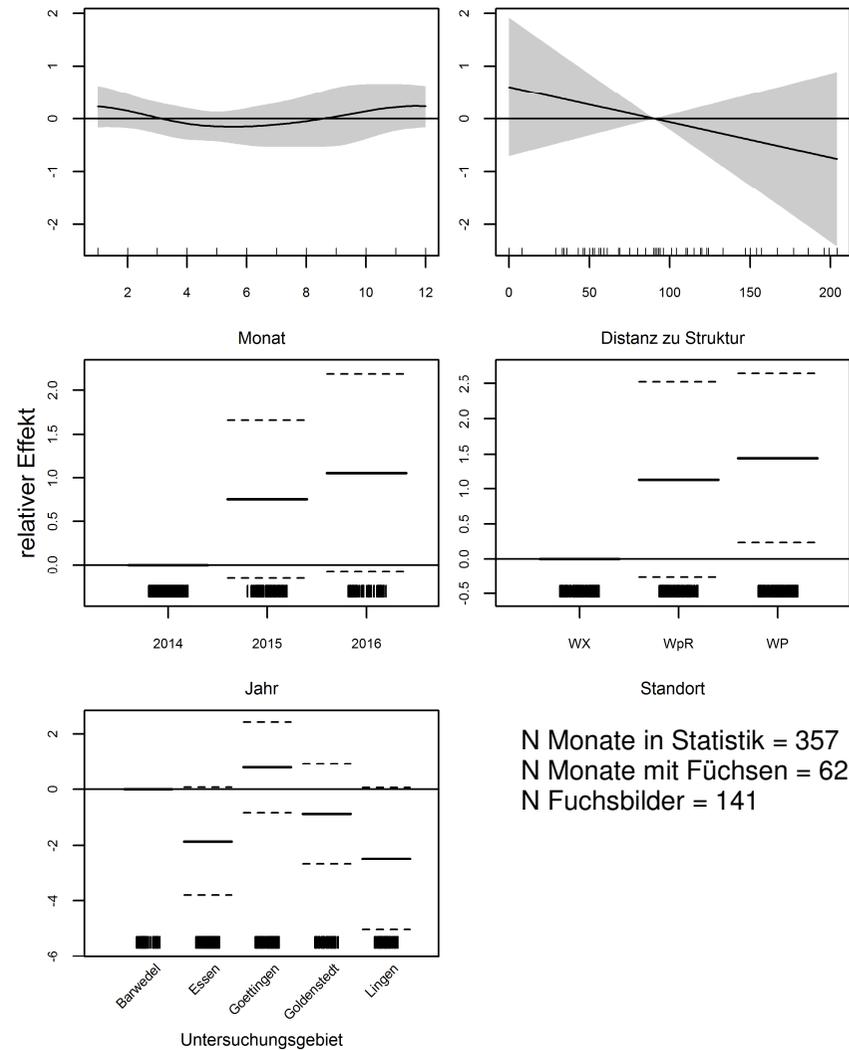


Abb. 31: Ergebnisse des GAM (generalized additive model) beim Rotfuchs anhand der trap rates. Zur Interpretation der Ergebnisse siehe auch Anhang Tab. A 7, Distanz zu Dauerstruktur

Öffentlichkeitsarbeit

Im Rahmen des Projekts „Energie aus Wildpflanzen“ erfolgte eine intensive Öffentlichkeitsarbeit. Die Kommunikation der Ergebnisse richtete sich sowohl gezielt an ein spezielles Fachpublikum als auch an die breite Öffentlichkeit. Die Ergebnisse wurden auch über Niedersachsen hinaus auf Bundesebene in Kooperation mit dem Verbund „Lebensraum Feldflur“ kommuniziert.

- **Veranstaltungen:**

- Informationsveranstaltung „Biogas aus Wildpflanzen“ am 13. März 2013 in Hannover
- Projekttreffen: Abstimmungs- und Informationsveranstaltung „Bioenergie aus Wildpflanzen“ am 26. März 2014 in Lingen
- Besuch Minister Meyer und Pressetermin 4. Juli 2014 in Lingen
- Feldbegehungen mit Zielgruppen: mehrere Feldbegehungen mit beteiligten Landwirten und Interessierten
- Vorstellung des Projektes auf den internationalen Fachmessen Eurotier 2014, Agritechnica 2015, Eurotier 2016 in Hannover mit ergänzenden Informationen zu Wildpflanzenmischungen sowie auf regionalen Veranstaltungen der LjN.
- Projektvorstellung auf verschiedenen Hegeringveranstaltungen durch LjN (Anlage Vortragsfolien)
- Kontinuierliche Projektvorstellung über Vorträge im Rahmen von 3N Veranstaltungen und vor Besuchergruppen.

- **Veröffentlichungen:**

- Pressemitteilung November 2013: „Wildpflanzen geben Gas!“ zum Auftakt des Projektes
- Berichterstattung Dritter: „Erste Ergebnisse des Projektes – Energie aus Wildpflanzen – auf den Landespflegetagen 2014 vorgestellt
- Pressemitteilung NOZ am 04. Juli 2014: „Mit Wildpflanzen Biogas erzeugen. Landwirtschaftsminister fordert in Lingen höheren Anteil“
- Poster „Wildpflanzen geben Gas“ und Begleitinformation–
- Bericht in „3N Nachrichten“ sowie Berichte und Informationen auf der Homepage des LjN und der 3N Homepage www.3-n.info

Diskussion

Insgesamt ist eine differenzierte Betrachtung des Einflusses der Wildpflanzen auf die heimische Fauna notwendig, denn Bearbeitung, verwendete Pflanzenarten und Standort (Boden und Umgebungsstrukturen) beeinflussen die Qualität der Wildpflanzenkulturen sowohl im Biomasse- und Methanertrag als auch insbesondere in ihrer ökologischen Funktion für die Biodiversität und v.a. für einzelne Arten (vergl. auch BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015).

Die ungleichen Verteilungen, Strukturierungen sowie Artenverteilung und Abundanzen in den verschiedenen Untersuchungsgebieten spiegeln eine realistische zukünftige Nutzung solcher Wildpflanzen-Flächen als Biogasquelle wieder. Zwar wären standardisierte Versuchsdesigns für die Auswertung der Daten und eine bessere Verallgemeinerung wünschenswert gewesen, im landwirtschaftlichen Alltag wären diese allerdings kaum durchführbar gewesen. Aufgrund des mehrjährigen Untersuchungszeitraumes und der breiten Verteilung der Daten ist eine hohe Aussagekraft gegeben.

Bonitur der Vegetation

Leider konnte die Bonitur nicht wie ursprünglich bei Projektbeginn geplant, durchgeführt werden. Die Zahl der Vegetationsmaßnahmen musste reduziert werden. Dennoch ist zu erkennen, dass sich die Flächen aufgrund der bereits beschriebenen Bedingungen unterschiedlich entwickelt haben. Vor allem die Artenzusammensetzung zeigt deutlich wie unterschiedlich die Wildpflanzenmischung in der Praxis aussehen kann. Die bestandsbildenden Arten wie Steinklee, Flockenblume, Rainfarn, Beifuß und Malve konnten sich auf fast allen Flächen etablieren, allerdings mit unterschiedlichem Deckungsgrad. Es zeigte sich jedoch auch, dass im Laufe der Standzeit wenige Arten dominierten und andere weitgehend verschwanden. Hier bleibt zu überlegen, ob eine Nachsaat oder eine frühzeitige Neusaat nach drei Bestandsjahren für sinnvoll zu erachten wäre. Es kam aber auch vor das sich Bestandsbildner erst im Lauf der Standjahre gut etablierten. Der Erhalt einer vielfältigen Flora auch über den gesamten Standzeitraum hinweg, ist wünschenswert und sollte weiterhin ein Ziel der Wildpflanzenmischung sein, auch hinsichtlich der Insektenvielfalt. Im Hinblick auf den Deckungsgrad der Beikräuter musste festgestellt werden, dass bestimmte Flächen stark mit diesen durchwachsen waren. Bei einer starken Verkrautung ist ein Mulchen des Bestandes im ersten Standjahr sinnvoll. Bei einer massiven Verkrautung in den folgenden Jahren sollte eventuell über eine Neuansaat nachgedacht werden. Besteht die Verkrautung vor allem aus Gräsern, die den Bestand dominieren, so können diese mit einen selektiven Gräserherbizid reduziert werden.

Zähltreiben

Die im ersten Winter durchgeführten Zähltreiben, haben sich leider als weniger effektiv herausgestellt. Die Tierzahlen erwiesen sich als so gering, dass eine sinnvolle Auswertung nicht möglich war. Zu vermuten ist, dass Zähltreiben auf kleinen Flächen grundsätzlich das Risiko bergen, sehr fehlerbehaftet zu sein (vergl. auch PEPIN 1986, PÉPIN & ANGIBAULT 2007). Bei der geringen Aussagekraft erschienen der Aufwand und die hohe Störung der Flächen als nicht sinnvoll. Daher wurden aufgrund der geringen Tierzahlen und mangelhaften Ergebnisse im ersten Versuchswinter sowie der hohen Störung, des hohen Personalaufwands und der fraglichen Zuverlässigkeit der Methode (vergl. PEPIN 1986, PÉPIN & ANGIBAULT 2007) der Zähltreiben die aufwändigen Treiben nicht weiter betrieben. Aufgrund der kleinen Flächen und der geringen Stichprobengröße machen Dichteberechnungen anhand der Zähltreiben keinen Sinn. Zudem fehlen Vergleichswerte aus anderen Flächen.

Besatzdichten (WBK)

Aufgrund der starken Schwankungen des Feldhasen und des Rehwildes sowie der kleinen Flächenanteile im Vergleich zu den Gesamtzählflächen lassen sich keine Rückschlüsse auf etwaige Auswirkungen der Wildpflanzen-Felder (WP) auf die Dichten im gesamten Revier ziehen (vergl. Abb. 8, Abb. 9, Anhang Abb. A 11, Abb. A 12, Tab. A 2). Ein eindeutiger Trend der Populationsentwicklung in den Untersuchungsgebieten ist nicht zu erkennen. Auch anhand der Verteilung der gezählten Hasen lassen sich keine Rückschlüsse auf irgendwelche Effekte ziehen (Abb. A 1, Abb. A 3, Abb. A 5, Abb. A 7, Abb. A 9). Im Umfeld der WILDPFLANZE sind weder Aggregationen noch weniger stark genutzte Flächen („Meidungen“) eindeutig erkennbar. Es gab nur wenige Sichtungen, insbesondere der Feldhasen, direkt auf oder in unmittelbare Nähe der Wildpflanzenflächen. Hieraus lassen sich keine Schlüsse ziehen.

Die Interpretation der hier ermittelten Populationsdichten des Feldhasen mittels Thermographie ist in Hinblick auf mögliche Wirkungen des Energiepflanzenanbaus mit Wildpflanzenkulturen im Rahmen dieser Studie kaum möglich. Die Dichten dienen somit lediglich als Grundwerte für die jeweiligen Gebiete und können ausschließlich als Grundlage für die weitere Diskussion dienen.

Bei den hier ermittelten Feldhasendichten fällt allerdings schon das unterschiedliche Niveau der Populationsdichten in den verschiedenen Untersuchungsgebieten auf. Wie zu erwarten sind höhere Hasendichten in agrarischen Landschaften mit fruchtbaren Böden und entsprechender Feldfruchtverteilung, wie in Göttingen, zu beobachten (STRAUB et al. 2008, vergleiche auch BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Zwar bevorzugen Feld-

hasen offene Flächen weit entfernt von Wäldern (PEPIN 1986), andererseits könnten strukturreiche Brachen mangelnde Ernährungsbedingungen in einer immer stärker Monokultur-geprägten Landschaft durch strukturreiche Brachen und Wildpflanzen-Flächen kompensiert werden (vergl. auch STRAUß et al. 2015, STRAUß 2016).

Insbesondere am Waldrand wie in stark strukturierten Gebieten erreicht das Rehwild bei entsprechenden Boden- und somit Ernährungsbedingungen besonders hohe Populationsdichten (HESPELER 1988, KURT 1991, PEGEL & THOR 2000). Die höheren Rehwilddichten in Wolfsburg ergeben sich z.T. aus der Waldnähe (HESPELER 1997), sprechen aber aufgrund der dauerhaft hohen Dichten für einen insgesamt sehr hohen Bestand.

Habitatnutzung

Habitatnutzung Feldhase

Die Wildpflanzen haben für die verschiedenen Arten offensichtlich unterschiedlich starke Anziehungskraft, so ist der Hase als Offenlandart eher auf Flächen mit spärlicher Deckung anzutreffen. Während der Zählungen mit den WBK zeigte sich im Allgemeinen genau dieses Bild. Im wesentlichen bevorzugen Feldhasen die namensgebenden Felder (im Herbst/Winter besonders Wintergetreide und Stoppeln) und halten sich bevorzugt weit entfernt von Dauerstrukturen (z.B. Wald) auf, was schon seit einigen Jahrzehnten wissenschaftlich beschrieben ist (PEPIN 1986).

Anhand der Fotofallen war auch eine verstärkte Nutzung der Wildpflanzen (Lingen), insbesondere als Deckung (Göttingen, Lingen) und als Nahrungshabitat (nächtliche Aktivität, Wolfsburg, Essen) zu beobachten. Im UG 3 (Goldenstedt) ist anhand der Fotofallen eine gleichmäßig starke Nutzung von Wildpflanzen und konventionellen Flächen zu beobachten, was sich auch in der Bevorzugung von Stoppelflächen und Wildpflanzen mit der Wärmebildkamera widerspiegelt.

Die mit der WBK gesichteten Feldhasen nutzen landwirtschaftliche Nutzflächen in Abhängigkeit der Feldfrucht. Die festgestellten Präferenzen spiegeln die Lebensweise der Feldhasen wider. In der Nacht werden demnach die Wildpflanzen „nur“ entsprechend des Angebotes genutzt. Die Hasen-Taxation in Wildpflanzenkulturen hat sich als schwierig erwiesen, denn durch die vorhandene Vegetation ist es über die Scheinwerferzählung nicht und mittels Thermographie nur bedingt möglich, die Feldhasen in den Flächen zu erfassen. In Göttingen war die Vegetation der Wildpflanzenflächen auch im Winter recht hoch, so dass die Detektierbarkeit von Hasen auf diesen Flächen stark eingeschränkt war. Wildpflanzen bzw. höherer Bewuchs werden allgemein als Deckung während der Ruhephasen genutzt, während der Aktivphase jedoch eher dem Angebot entsprechend aufgesucht oder sogar eher gemieden (SCHAI-BRAUN et al. 2013) (vergl. S.35ff, 39ff, 49).

Die Meidung des Habitats „blanker Acker“ in der Gesamtanalyse zeigt die Wichtigkeit von Bodenbewuchs für den Feldhasen.

Die Habitatnutzungsanalysen decken sich weitgehend mit den vorhergehenden Analysen in Bayern (BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Insgesamt nutzt der Feldhase den Lebensraum „offene Flächen“ relativ gleichmäßig, es gibt nur wenige Bevorzugungen und Meidungen. Dieses zeigt sich recht einheitlich in allen fünf Untersuchungsgebieten: Wintergetreide wird als Lebensraum und ggf. als Nahrungsquelle nachts bevorzugt genutzt (anders als bei SCHAI-BRAUN et al. 2013). Diese Ergebnisse werden auch durch die Ergebnisse der Fotofallen wiedergegeben, denn die Feldhasen nutzten die Wildpflanzen insgesamt zwar signifikant häufiger als das Wintergetreide (vergl. Abb. 15 und Abb. 28), eine eindeutige Präferenz der WP während der nächtlichen Aktivität ist jedoch nur vereinzelt erkennbar (Abb. 20-25). Als Fluchttier der Offenlandbereiche bevorzugt der Feldhase, wie bereits erwähnt, während der Aktivität offensichtlich deckungsarme Bereiche mit kurzer Vegetation (vergl. TAPPER & BARNES 1986). Eine intensive Nutzung der Wildpflanzenkulturen als Nahrungshabitat wäre zwar aufgrund seiner vielfältigen Nahrungswahl zu erwarten gewesen, zeigte sich jedoch nur in einer kurzzeitigen kleinräumigen Nutzung. Dieses scheint sich insbesondere im Mittwinter durch einzelne sehr hohe „trap rates“ darzustellen, so dass einzelne Hasen auf kleiner Fläche sehr intensiv suchen und somit in relativ kurzer Zeit die Vielfalt an verschiedenen Kräutern nutzen. So beschreiben REICHLIN et al. (2006) zwar eine Vielzahl an Pflanzen, die gefressen werden, jedoch machen Weizen und Zuckerrübe im Winter zusammen 70 – 80 % der Nahrungsmengen aus. Verschiedene Autoren weisen auf die bevorzugte Bedeutung von Getreidearten bei Feldhasen hin (AHRENS 1990, PFISTER et al. 2002). In der Gesamtheit haben Wildpflanzen hierauf keinen Einfluss. Blanker Acker wird insgesamt (jedoch kaum im Einzelnen) gemieden, da er kaum Nahrung und auch kaum Deckung bietet (im Gegensatz zu SCHAI-BRAUN et al. 2013). Auch wenn im Detail in den einzelnen Untersuchungsgebieten diese Nutzung so nicht nachgewiesen wurde. Andere Untersuchungen bestätigen diese Ergebnisse (MARBOUTIN & AEBISCHER 1996, BERTOLINO et al. 2011, KINSER 2011). Der Feldhase bevorzugt fettreiche Nahrung (SCHAI-BRAUN et al. 2015), so dass insbesondere die Wildpflanzenstoppeln, Zwischenfrüchte und Raps, aber auch Wintergetreide eine wichtige Rolle in der Ernährung spielen. Untersuchungen zu Nahrungsanalysen, die einen hohen Anteil an Wintergetreide in der Nahrung des Feldhasen in Ackergebieten beschreiben (REICHLIN et al. 2006), kann die vorliegende Studie bestätigen. So wurde in den einzelnen Untersuchungsgebieten und im Herbst insgesamt Wintergetreide während der Aktivität als „bevorzugt“ nachgewiesen. Ein hoher Anteil an Wintergetreide stellt eine gute Ernährungsgrundlage für den Feldhasen im Winter dar (SMITH et al. 2005), die hohen Dichten und deutlichen Bevorzugungen in Göttingen bestätigen das. Aufgrund der gerin-

gen Höhe des Wintergetreides im Winter kann vermutet werden, dass die Feldhasen am Tag z.T. andere Habitate aufsuchen. Vermutlich bieten die Wildpflanzenkulturen und ähnliche angelegte Strukturen wie Blühstreifen und Brachflächen gute Deckungsmöglichkeiten. Dieses wird auch dadurch bestätigt, dass die Mehrjährigkeit einen tendenziell positiven Effekt auf den Feldhasen hat (siehe unten).

Die leichten Unterschiede der Habitatnutzungsanalysen des Feldhasen in den einzelnen Untersuchungsgebieten anhand der WBK-Zählungen lassen sich auch in den Ergebnissen der Fotofallenauswertungen erkennen. Allerdings sind die Unterschiede in den einzelnen Untersuchungsgebieten nicht immer in beiden Methoden übereinstimmend (siehe später bei der Methodendiskussion). Insgesamt scheint die Habitatnutzung der Feldhasen im Herbst und Winter lokal sehr unterschiedlich zu sein und sehr von Struktur und Angebot abzuhängen (vergl. Literaturübersicht in SCHAI-BRAUN et al. 2013). Das Ergebnis der Wärmebildzählungen, dass Wildpflanzen nicht bevorzugt vom Feldhasen genutzt werden, deckt sich mit den Ergebnissen von SCHAI-BRAUN et al. (2013), die insgesamt eine neutrale bis negative Nutzung von „Brachflächen“ im weiteren Sinn beschrieben haben. Der Feldhase profitiert anscheinend weniger von den Wildpflanzenkulturen als andere Arten, was v.a. durch die hohe und dichte Vegetation, die einer schnellen Flucht hinderlich sind, begründet sein dürfte. Dennoch können die Wildpflanzenkulturen dem Feldhasen während der vegetationsarmen Zeit, wenn die meisten Flächen abgeerntet sind, Deckung und Nahrung bieten und werden vor allem als Tagesquartier genutzt. Im Sommer scheint die Abwechslung eine bessere Lebensraumqualität zu liefern, was sich auch in der ganzjährigen positiven Nutzung der Wildpflanzen durch den Feldhasen in den Auswertungen der Fotofallendaten zeigte.

Die Wildpflanzen haben zwar einen positiven Effekt auf den Feldhasen, dennoch überwiegen hier andere Faktoren, wie z.B. Bodenqualität, Landschaftsstrukturen und allgemeine Anbaustrukturen (STRAUB et al. 2014, 2015, STRAUB 2016). Die Dichte der Feldhasen hat scheinbar keinen Einfluss auf die Nutzungspräferenzen (anders als bei SCHAI-BRAUN et al. 2012), vielmehr sind die Strukturen und das Angebot an verschiedenen Flächen (Nahrung, Deckung) entscheidend. Dabei ist es keinesfalls selten, dass gegensätzliche Ergebnisse bei lokalen Studien auftreten (BAUMANN 2003, RÜHE et al. 2004, PÉPIN & ANGIBAULT 2007). Allerdings sind aufgrund unterschiedlicher Erhebungsmethoden die wenigsten vergleichbar.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Feldhase insgesamt eine sehr gleichmäßige Habitatnutzung der Offenlandflächen zeigt. Eindeutige Bevorzugungen bestimmter Offenlandhabitate sind selten. Hierbei sucht der Hase am Tage zur Deckung durchaus strukturreichere Habitate (z.B. Wildpflanzen) auf, während er nachts eher offene aber

durchaus raue Flächen mit gutem Nahrungsangebot bevorzugt. Ein positiver Effekt der Wildpflanzen auf den Feldhasen ist durchaus zu konstatieren:

- ganzjährig werden die Wildpflanzen den Wintergetreideflächen bevorzugt
- neben der eher „neutralen“ Nutzung im Winterhalbjahr profitiert der Feldhase von der Mehrjährigkeit (siehe später).

Habitatnutzung Fotofallen (ohne Feldhase)

Es ist augenscheinlich, dass die Wildpflanzenkulturen für die Wirbeltierfauna von großer Bedeutung sind, da in beinahe allen Fällen die Nachweise auf diesen Flächen höher ausfielen und somit in Summe eine höhere Nutzung von Wildpflanzen gegenüber Wintergetreide gegeben ist. Diese spiegelt sich dann auch in den höheren Biodiversitätsindizes wieder.

Die stärkere Nutzung der Wildpflanzen am Tage im Vergleich zum Wintergetreide wird überwiegend durch Singvögel und Fasane sowie einige andere Vogelarten bedingt. Für den Fasan sind insbesondere die Strukturen während der Aktivität wichtig (HILL & ROBERTSON 1988). Dieses wird anhand der Fotofallendaten (Aktivitäten, GAM) besonders deutlich.

Singvögel nutzen die höhere Vegetation als Sitzwarten, die Pflanzen bieten Schutz und Nahrung durch Samen und Insekten. Die Strukturvielfalt ermöglicht im Frühjahr kleine Brutterritorien und damit insgesamt hohe Dichten. Andere Arten sind in ihren Häufigkeiten zu gering, als dass statistisch gesicherte Ergebnisse zu deuten wären. Aufgrund der geringen Stichprobengrößen (Nachweiszahlen, Anzahl Bilder) einzelner Arten konnten keine Statistiken für die einzelnen anderen Arten (vergl. Abb. 15 bis Abb. 26, Tab. A 3) durchgeführt werden. Insgesamt ergeben die höheren Artenzahlen und zumindest teilweisen höheren Abundanzen eine höhere Biodiversität des Lebensraumes. Für die ökologische Bedeutung eines Lebensraumes ist die Biodiversität entscheidend. Im Normalfall bedeutet eine höhere Biodiversität eine bessere Lebensraumqualität. Bei gestörten Lebensräumen können jedoch die hohen Lebensraumqualitäten durch eine absolute Dominanz einer oder weniger Arten in den Biodiversitätsindices als „objektive“ Lebensraumbewertung nicht wiedergegeben werden.

Das Rehwild profitiert eindeutig von den Wildpflanzen, welche dem Rehwild sowohl Deckung als auch Äsung bieten. Auch ähnliche Habitate wie Blühstreifen, Brachen, Buschland sind für das Rehwild äußerst vorteilhaft, insbesondere wenn sie dauerhaft angelegt sind (HESPELER 1997, PEGEL & THOR 2000), ist jedoch in unserer Kulturlandschaft offensichtlich (bei stetig steigenden Streckenstatistiken, GRÄBER et al. 2016) bisher nicht darauf angewiesen eine solche Strukturvielfalt vorzufinden.

Für die Mäuse wirken sich Strukturvielfalt, Nahrungsangebot und ein ungestörtes Habitat mit viel Deckung positiv aus, wovon auch der Rotfuchs wieder profitiert. Allerdings war der Fuchs in drei der fünf Untersuchungsgebiete in sehr geringen in den anderen beiden Gebieten in mäßigen Dichten vorzufinden (vergl. Ergebnisse Fotofallen und WBK).

Insgesamt zeigte sich, dass bei den meisten Arten die „trap rates“ im Sommer am höchsten waren. Im Winter ist eine geringere Aktivität als im Sommer zu verzeichnen. Mäuse haben ihre höchsten Abundanzen im Spätsommer/Herbst, danach nehmen die Populationszahlen bis zum Frühjahr ab (WEBER et al. 1999). Singvögel hingegen treten erst im Frühjahr vermehrt auf, da sie sich eher in höherer Vegetation bewegen und diese auch als Bruthabitat nutzen. Zudem sind diejenigen Vogelarten, welche als Zugvögel den Winter in südlichen Regionen verbringen, erst jetzt aus den Winterquartieren zurückgekehrt (BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Die hier überwinterten Singvögel waren vorwiegend auf Wildpflanzen nachgewiesen, nicht jedoch auf Wintergetreide: die höhere Vegetation ist für die Singvögel deutlich attraktiver. Auch bei einigen anderen Arten (z.B. Fasan und Dachs) sind die „trap rates“ im Sommerhalbjahr am höchsten, was mit den gesteigerten Aktivitäten dieser Tiere begründet werden kann. Allerdings kommen auch Wintergäste (z.B. Kranich, Waldschnepfe, nordische Gänse) vor, die beinahe ausschließlich im Winter nachgewiesen werden (und dieses auch vorwiegend auf den offenen „landefähigen“ Wintergetreideflächen). Der saisonale Verlauf der „trap rates“ ist also vorrangig von biologischen Bedürfnissen und Aktivitäten der Arten geprägt und nur nachrangig von der Habitatbeschaffenheit.

Methodendiskussion Habitatnutzung

Der deutliche Unterschied der Habitatnutzungsnachweise zwischen Fotofallen und Wärmebildkamera lässt sich v.a. auf methodische Unterschiede zurückführen und bedeutet keine unterschiedlichen Nutzungen der Feldhasen. Sommerliche Bevorzugungen können bei winterlichen Zählungen natürlich grundsätzlich nicht nachgewiesen werden, so dass hier die häufigere Nutzung der Wildpflanzen anhand der Fotofallen im Sommer im Winter bei den Wärmebildzählungen unerkannt bleiben musste. Die Bevorzugung der Wildpflanzen als Deckungshabitat lassen sich nachts ebenfalls schlechter nachweisen, da mittels Wärmebildkamera nur offen sichtbare Tiere/Wärmequellen erkannt werden. Bei der eindeutigen Meidung der Zwischenfrüchte durch den Feldhasen ist nicht ersichtlich, ob es sich tatsächlich um eine Meidung der Zwischenfrüchte handelt oder ob aufgrund des hohen Bewuchses die Hasen übersehen werden.

Die Wildtiere waren allgemein auf den Wildpflanzen stärker tagaktiv und auf den Wintergetreideflächen stärker nachtaktiv. Dieses ist insbesondere auf die Nutzung durch Fasan und Singvögel zurückzuführen. Daher lässt sich hieraus nicht automatisch eine ver-

stärkte Deckungssuche der Wildtiere tagsüber in den Wildpflanzen bestätigen. Vögel, mit Ausnahme weniger Arten, sind überwiegend tagaktiv. In der inaktiven Phase werden jedoch kaum Bilder aufgenommen, sodass diese Methode nicht geeignet erscheint, den Lebensraum „Wildpflanze“ als bevorzugten Deckungsraum nachweisen zu können. Säuger haben zudem eine stärkere Wärmeabstrahlung und lösen die Fotofallen somit deutlich besser aus, als das bei den sehr gut wärmeisolierten Vögeln der Fall ist (AMELIN 2014). Bei hoher Vegetation lassen sich Tiere mit Thermographie schwer entdecken. Beide Methoden sind somit nicht geeignet, die Nutzung als Deckungshabitat zu detektieren. Für eine bessere Analyse der Habitatnutzung deckungsreicher Habitats (Zwischenfrucht, Brachen, Wildpflanzen) wäre eine Intensivierung des Fotofallenmonitorings oder eine Studie mit Radiotelemetrie notwendig.

Einzelne Tiere (z.B. Feldhasen) haben an einzelnen Fotofallen höhere Aktivitäten oder es sind kleinräumig besonders hohe Dichten zu finden (d.h. an einzelnen Standorten wird immer wieder der „dort wohnende“ Hase abgelichtet). Das führt zu der Annahme, dass bei kleiner Stichprobengröße ein bestimmter Lebensraum bevorzugt wird. Aufgrund der großräumigen Verteilung lassen sich insgesamt gute Aussagen treffen, die jedoch niemals aus den einzelnen Untersuchungsgebieten alleine abgeleitet werden können und dürfen. Für seltene oder gar bedrohte Arten sind die hier verwendeten Methoden nicht ausreichend (siehe z.B. Rebhuhn). Anhand der neueren Literatur ist jedoch stark zu vermuten, dass die Wildpflanzenflächen vorteilhaft für das Rebhuhn sind (JOANNON et al. 2008, HOMBERGER et al. 2017). Für weitere Untersuchungen wäre eine intensivere Untersuchung einer größeren Stichprobe, d.h. mehr Untersuchungsgebiete mit mehr Fotofallen, über längere Zeiträume unterstützt von Radiotelemetrie einiger gezielter Arten wünschenswert.

Gesamtbetrachtung Habitatnutzung

Aufgrund der insgesamt höheren Nutzung der Wildpflanzen, kann eine Bevorzugung der Wildpflanzen als ganzjähriges Deckungs- und Nahrungshabitat durch eine Vielzahl von Säugern und Vögeln bestätigt werden (vergl. auch BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Insgesamt lässt sich also ein positiver Effekt der Wildpflanzen als ökologischer Faktor für die Biodiversität der Agrarlandschaft feststellen.

Die unterschiedlichen Habitatbevorzugungen in den einzelnen Untersuchungsgebieten zeigen sehr eindrucksvoll, wie sehr sich die gesamte Gebietskulisse (Habitatzusammensetzung, Strukturvielfalt und –verteilung, Populationsdichten der verschiedenen Wildarten etc.) auf die Habitatnutzungsanalysen auswirken können. Eine Pauschalisierung solcher Ergebnisse alleine aus einer kleinen lokalen Studie ist nicht möglich (BAUMANN 2003, RÜHE et al. 2004, PÉPIN & ANGIBAULT 2007).

Für die Wirbeltierarten der Agrarlandschaft erscheinen vor allem die Strukturen und Pflanzendiversität wichtig (JOANNON et al. 2008, FISCHER et al. 2011, GUERRERO et al. 2011, ABOLING 2013, RONNENBERG et al. 2016). Hierbei erscheinen die dauerhaften Strukturen für den Hasen zwar wichtig, jedoch sind die Hasen eher an Offenlandflächen angepasst als dass sie Brache-ähnliche Flächen nutzen würden. Dauerstrukturen wie Hecken oder Wald werden eher gemieden (vergl. aber REINKE 2015). Viele andere Arten der Feldflur, wie z.B. Fasane und andere Feldvögel (FISCHER et al. 2011, GUERRERO et al. 2011), aber auch Prädatorenarten wie der Fuchs oder Arten des Buschlandes wie Rehwild, nutzen gerade diese Dauerstrukturen wie auch die strukturreichen Brach- und Wildpflanzenflächen besonders gerne. Da diese Arten auch gerne Kleinstrukturen aufsuchen, wäre es besonders wichtig, die Wildpflanzen auf größerem Gesamtangebot anzubauen, um den Prädatoren die „gezielte“ Suche nach diesen Arten zu erschweren (vergl. auch HOMBERGER et al. 2017). Gleichzeitig bliebe den Prädatoren genügend Nahrungsangebot durch ausreichend Kleinsäugernahrung.

Mehrjährigkeit

Ein positiver Effekt der Mehrjährigkeit für die Wildtiere kann nicht bestätigt werden, es gibt jedoch eine positive Tendenz für den Feldhasen.

Für die meisten überwiegend kurzlebigen oder opportunistischen Arten (z.B. Mäuse, Rehwild) ist das zusätzliche Angebot an Kleinstrukturen entscheidend. Dieses überwiegt etwaige positive Effekte durch dauerhafte Strukturen. Zwar sind Lebensraumänderungen eher negativ für das Rehwild (PEGEL & THOR 2000), andererseits reagiert das Rehwild auf solche Effekte erst nach mindestens einem Jahr (PEGEL & THOR 2000). Somit wäre ein statistisch nachweisbarer Effekt für das Rehwild in einem Zeitraum von drei Jahren nicht zu erwarten gewesen. Hier wird auch deutlich, wie wichtig eine langfristige Untersuchung solcher ökologischen Faktoren ist. In nur wenigen Jahren lassen sich keine endgültigen Aussagen treffen (vergl. z.B. Langzeitstudie an Feldmäusen: HÄMKER & BORSTEL 2003). Manchmal sind positive Effekte nur aufgrund des Neuen bzw. aufgrund der dadurch vorhandenen Strukturvielfalt gegeben, oftmals sind jedoch die positiven Effekte (vergl. Rehwild und Hase) erst nach einiger Zeit zu erkennen.

Zudem ist die Mehrjährigkeit für die Entwicklung der Wurzelbiomasse von Bedeutung und damit verbunden für eine hohe Nährstoffausnutzung und geringe Restnitratwerte nach der Vegetation. Hinsichtlich der Ertragsleistung konnte im 3. Standjahr die höchste Ertragsleistung festgestellt werden, wobei das Risiko der Verkräutung auch mit problematischen Pflanzen (Distel, Melde, Gräser) mit zunehmender Nutzungsdauer steigt.

Biodiversität

Mit Biodiversitätsindices wird ein Maß für Diversität und Gleichförmigkeit der Abundanz für einen Lebensraum ermittelt. Dies beinhaltet wie viele Arten in gleichem Maße vorkommen. Ein Lebensraum mit vielen Arten, bei denen eine komplett überwiegt (z.B. 1 Art mit 1000 Individuen und 20 Arten mit jeweils 2 Individuen (Shannon-Index $H_s = 0,148$, Evenness $E = 0,049$) hat einen deutlich geringeren H_s und E Wert als ein Lebensraum mit 21 Arten, die jeweils nur mit 1 Individuum (oder auch jeweils 1000, die Abundanz spielt hier keine Rolle; $H_s = 2,996$, $E = 1$) vorkommen oder eine als ein Lebensraum mit nur 5 Arten aber dieses jeweils mit 20 (200; 2000, 2 Mio) Exemplaren ($H_s = 2,996$, $E = 1$).

Einzelne Arten waren zu bestimmten Zeiträumen besonders häufig zu beobachten, so dass hierdurch die Biodiversitätsindices negativ beeinflusst werden. So kamen beispielsweise in Wolfsburg im Jahresverlauf auf beiden Habitattypen gleich viele Arten vor, das Rehwild war auf dem waldnahen Wildpflanzenfeld die deutlich dominierende Art, zumal das Rehwild in Wolfsburg sehr hohe Dichten aufwies (vergl. Dichteberechnungen mittels Wärmebildkamera). Saisonal sind auf den Wildpflanzen in Wolfsburg im Sommer nur zwei und im Winter eine Art mehr zu finden als auf konventionellen Flächen. Auf den Wildpflanzen sind v.a. Rehe, aber auch Fasane, Mäuse und Hasen die deutlich dominierenden Arten. Auf den konventionellen Flächen verteilen sich diese Arten relativ gleichmäßig, so dass der Biodiversitätsindex aufgrund der waldnahen Lage der Wildpflanzen geringer ausfällt, als der Index der konventionellen Flächen. In Göttingen dominierte bei einer deutlich höheren Artenzahl auf den Wildpflanzen der Feldhase, so dass auch hier im Sommer der Index auf konventionellen Flächen trotz geringerer Artenzahl höher ausfällt.

In Untersuchungen aus Bayern stieg die Biodiversität mit der Bewuchshöhe der Flächen (BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Dieses hat sich in der Niedersächsischen Studie nicht bestätigt. Obwohl die Artenzahlen und die Abundanzen (ausgedrückt als „trap rates“) in allen Untersuchungsgebieten in den Wildpflanzen im Sommerhalbjahr am höchsten waren (Vergl. Tab. 4, Abb. 26 und Abb. 15 bis Abb. 19) drückt sich dieses nicht zwingend in höheren Biodiversitätsindices aus. In den meisten Untersuchungsgebieten sind die Artenzahlen im Sommer etwas höher sowie die Erfassungshäufigkeiten (trap rates) und somit auch die Abundanzen der einzelnen Arten deutlich höher als im Winter. Da es jedoch einzelne Arten bzw. Artengruppen gibt, die insbesondere im Sommer besonders gehäuft auftreten, andererseits andere Arten nur im Winterhalbjahr vorkommen (z.B. nordische Zugvögel, vergl. auch Artenzahlen und Abundanzen S. 49ff), sind die Bioindices hierfür nur ein schlechter Anzeiger.

Wechselnde Abundanzen und Aktivitäten im Jahresverlauf hängen nicht zwingend von Deckungs- und Nahrungsangebot im Lebensraum, sondern auch ganz erheblich von den

Zuwachsraten, Aktivitäten und Anwesenheiten (z.B. Winterruhe, Brutvögel im Sommer, Wintergäste) der Tierarten ab. Das bedeutet, dass hier nicht zwingend die Bewuchshöhe den Ausschlag gibt, da diese parallel mit der Häufigkeit und Aktivität der Tierarten ansteigt. Hohe Insektenvielfalt und -abundanzen bieten eine besonders günstige Qualität der Wildpflanzenkultur für Vögel, insbesondere für die Küken von Rebhuhn, Fasan und Wachtel als Nahrungshabitat (BARTELS 2011, KOHN 2011, TILLMANN 2013), aber auch für etliche Singvogelarten. Die Deckung und Artenvielfalt der Vegetation könnte dennoch ein entscheidender Faktor sein, da auch im Winter höhere Abundanzen und größere Artenvielfalt (Shannon-Indizes) auf den Wildpflanzen zu finden waren. Somit ist gerade im Winter ein positiver Effekt der Wildpflanzenkulturen gegeben. Sowohl die einheimischen Arten wie auch die Zugvögel finden hier Deckung und Nahrung.

Insbesondere hängen die Diversitäten bei Vögeln in der Agrarlandschaft sehr stark von der Vielfalt an Habitaten und der grundsätzlichen Geographie des Gebietes ab (FISCHER et al. 2011, GUERRERO et al. 2011). Hierbei profitierten die Vogelgesellschaften im Sommer von ökologischer Landwirtschaft, im Winter waren jedoch diese Effekte nicht zu entdecken (FISCHER et al. 2011).

In vier von fünf Untersuchungsgebieten ist die Differenz der Evenness auf den Wildpflanzen im Winter größer als im Sommer, so dass anhand der Biodiversitätsindices davon ausgegangen werden darf, dass die Wildpflanzen im Winter einen wichtigen Lebensraum für die Wildtiere (freilebende Säuger und Vögel) bieten. Die Deutung wird dadurch erschwert, dass gerade auch im Sommer in Untersuchungsgebieten mit hohem Maisanteil (z.B. Lingen) sich dieses Verhältnis komplett verschiebt: hier sind im Sommer sehr viele Tiere auf den Wildpflanzen zu finden, die sich dann im Winter auch im Umfeld verteilen. Aufgrund der Kleinräumigkeit und der geringen Anzahl an Untersuchungsgebieten ist eine abschließende Deutung zwar schwierig, da die Bioindices auf den Wildpflanzen jedoch überwiegend höher waren, kann ein positiver ökologischer Effekt für die Wirbeltierfauna bestätigt werden.

Die Deutung der Biodiversitätsindices wird ebenfalls durch uneinheitliche lokale Ergebnisse erschwert. Einzelne Arten nutzen, zumindest lokal, bevorzugt die Wintergetreideflächen, so dass die Analysen bei dieser weitgefassten Artengruppe erschwert wird.

Gesamtdiskussion

Der Anbau von Energiepflanzen wird derzeit aus klimapolitischen und naturschutzfachlichen Gesichtspunkten kontrovers diskutiert. In ackerbaulich geprägten Regionen haben vornehmlich die Flächenanteile diverser Agrarpflanzen sowie die Anteile der Energiepflanzen, aber auch die Form der Bodenbearbeitung sowie die Fruchtfolgen Einfluss auf die Tierwelt (TILLMANN et al. 2011). Aussagen zu den möglichen längerfristigen Auswir-

kungen des Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt sind jedoch bisher kaum möglich.

In allen hier untersuchten Revieren lagen die Wildpflanzenflächen in der Nähe verschiedener Randstrukturen. Jedes Untersuchungsgebiet hatte seine eigenen Besonderheiten. Daher sind allgemeingültige Aussagen zu den Effekten der Wildpflanzen auf die Wildtiere in der niedersächsischen Agrarlandschaft schwierig zu verallgemeinern. Da die Ergebnisse insgesamt sehr ähnlich sind und in der Summe meistens signifikante Ergebnisse erbrachten, lässt sich daraus durchaus ein positiver Effekt schließen. Auch im Vergleich zu den Untersuchungen in Bayern sind die Ergebnisse sehr positiv (BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015).

Kleine Habitatsinseln spiegeln oftmals nur eine Aufsummierung aller im Umfeld vorhandenen Arten wieder und werden dazu oft von einzelnen Arten dominiert. Die Biodiversitätsindizes spiegeln daher nur die gesamtökologische Bedeutung wieder, die Bedeutung für einzelne Arten kann nur aus der individuellen Habitatnutzung und den Aktivitätsmustern sowie einem langfristigen Effekt auf die Populationsentwicklung der einzelnen Arten abgeleitet werden. Auch hier ist eine langfristige und übergreifende Beobachtung im Verbund mit Vergleichsbeobachtungen auf entsprechenden Kontrollflächen wichtig.

Aufgrund der insgesamt höheren Artenzahlen, Abundanzen und Diversitätsindizes sowie bestimmter höherer Aktivitäts- und Habitatnutzungsmuster der meisten Wildtierarten auf Wildpflanzen gegenüber den konventionellen Flächen werden positive Einflüsse der Wildpflanzen auf die Wildtiere, wie in ähnlicher Form schon zuvor in Bayern (vergl. BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015), bestätigt. Die Wildpflanzenkulturen sind für Vögel, insbesondere Bodenbrüter als Nisthabitat von Bedeutung, da sie als mehrjährige Kultur „verlässlich“ sind und bei nicht zu tiefer Beerntung ab März Strukturen und Deckung zur Anlage der Nester bieten (siehe dazu auch BERNARDY & DZIEWIATY 2013). Habitate mit einem hohen Biodiversitätsindex an Pflanzern, insbesondere Grünlandflächen und Brachen beherbergen die höchsten Biodiversitäten und Biomassen an Evertebraten (HOLLAND et al. 2014) und dienen somit als bevorzugte Nahrungshabitate für Vögel während der Kükenaufzucht.

Für Säugetiere konnte eine Bevorzugung der Wildpflanzen gegenüber Wintergetreide bei den meisten Arten festgestellt werden. Wildpflanzenflächen wurden v.a. niemals gemieden, im Gegensatz zu einigen andern Habitattypen. All dieses belegt somit die ökologische Bedeutung solcher Anbaustrukturen innerhalb der Agrarlandschaft. Großflächiger Maisanbau hingegen fördert eine weitere Artenverarmung (TILLMANN et al. 2011). Insbesondere gegenüber Mais ist somit eine eindeutige Verbesserung der Lebensraumqualität für die Wirbeltierfauna zu bestätigen (vergl. Abschlussberichte SUNREG II und III, REICH

& RÜTER 2010, REICH et al. 2011, TILLMANN 2011, TILLMANN et al. 2011, TILLMANN & VOIGT 2011). Die Habitatqualität der Wildpflanzenkulturen begründet sich vor allem in der ganzjährigen Nahrungs- und Deckungsfunktion. Gerade im Winter, wenn die Lebensräume sehr ähnlich sind, ist eine leichte Bevorzugung der Wildpflanzen durchaus als wichtiger Vorteil anzusehen. Der Anbau von Energiepflanzenkulturen mit Wildpflanzen für die Biogasproduktion ist aufgrund der Vorteile für wildlebende Tiere positiv zu bewerten und sollte unbedingt in Zukunft gefördert werden.

Auch wenn Wildtierarten die Wildpflanzenschläge je nach ökologischen Ansprüchen insgesamt unterschiedlich häufig aufsuchen, wurde keine Meidung der Flächen festgestellt. So suchten Feldhasen im Winter bevorzugt Winterweizenflächen zur Nahrungsaufnahme auf, hielten sich tagsüber jedoch gerne in den Wildpflanzenflächen bzw. -stoppeln auf. Für das Rehwild eignen sich die Wildpflanzen besonders gut während der Setzzeit. Zudem bestätigen auch BÖHME et al. (2013), dass der Schnitzeitpunkt Ende Juli/Anfang August die Problematik sonst üblicher Erntezeitpunkte entschärft und so für viele Wildtiere wie beispielsweise Rebhuhn, Fasan und Feldhase von Vorteil ist.

Der europaweite Rückgang des Feldhasen liegt laut SMITH et al. (2005) vor allem in der Intensivierung der Landwirtschaft, wobei sie den Schlüsselfaktor in der hohen Mortalitätsrate bei Junghasen sehen. Ein wesentlicher Schlüsselfaktor für die Populationsrückgänge der Fasanen- und Rebhuhnpopulationen in Europa scheint insbesondere der Rückgang an Insektennahrung und „Ackerunkräutern“ zu sein (HILL & ROBERTSON 1988, MARSHALL et al. 2003, POTTS 2012, LIEBING et al. 2016). Die Änderung der Struktur der Agrarlandschaft befindet sich in einem Wandel. Der Trend geht in Richtung großflächiger Monokulturen und damit einhergehendem Verschwinden der Randstrukturen, die für Feldhasen als wichtig erachtet werden (TILLMANN 2006, CARDARELLI et al. 2010). Die Veränderungen der Strukturen gelten als wichtige Faktoren. Auch der Anbau einzelner Feldfrüchte auf großen Flächen, bei gleichzeitig immer effektiveren Methoden der Bekämpfung von Wildgräsern und Kräutern hat das Potential einen negativen Einfluss auf die Bestandsentwicklung des Feldhasen auszuüben (MCLAUGHLIN & MINEAU 1995). Nach neuesten Erkenntnissen scheint die Monokultur insbesondere durch eine Ernährungsumstellung (großflächige Änderung der Nahrungspflanzen) und die damit verbundene Umstellung der Darmflora ein erheblicher Einfluss auf die Gesundheit und Population der Feldhasen zu haben (POSAUTZ et al. 2015, STRAUß 2016). Dieses würde auch erklären, warum für den Hasen auf den Wildpflanzen insbesondere eine Tendenz für eine langfristige positive Wirkung (Mehrjährigkeit) auftrat: Solche Umstellungen treten verzögert auf, so dass der positive Effekt auf die Population des Feldhasen auch erst verzögert festzustellen wäre (vergl. auch Rehwild). Hieraus lässt sich jedoch auch schließen, dass mit diesem Projekt überwiegend nur kurzfristige Effekte nachgewiesen werden können. Um langfristige Ef-

fekte auf die Niederwildpopulationen zu betrachten, ist langfristiges Monitoring notwendig.

Generell sind Ränder von Feldfruchtbeständen artenvielfältiger als das Bestandsinnere (GREEN 1984). Für einige Arten scheinen die Randstrukturen besonders wertvoll (Feldhase, Rebhuhn) (TILLMANN 2010, TILLMANN et al. 2011, BÖHME et al. 2013, KAMIENIARZ et al. 2013). Die Annahme, dass Randstrukturen für das Niederwild besonders vorteilhaft sind, konnte hier nicht definitiv bestätigt werden, da die Strukturen in Form der Wildpflanzenflächen als solche schon einen sehr eindeutigen Effekt hatten. Eine besondere Bevorzugung der Ränder zeigte sich in dieser Studie nicht. Das widerspricht jedoch auch nicht generell der Randstrukturen-Hypothese, sondern stützt die Idee, dass Strukturen generell wichtig sind: Wenn Strukturen insgesamt fehlen, werden jedwede Rückzugshabitate wichtig. Es wurde kein negativer Effekt der Randstrukturen aufgezeigt; ein etwaiger positiver Effekt würde sich also in den übrigen generellen positiven Effekten der Wildpflanzen verbergen. Aufgrund der relativ kleinen Flächen ist ein hoher Effekt der Randstrukturen grundsätzlich gegeben.

Eine Erhöhung der Strukturvielfalt durch Wildpflanzenschläge und –schneisen verbunden mit in den Ackerbau integrierten Naturschutzmaßnahmen wird als eine gute Alternative zur aktuellen Agrarpolitik angesehen (BÖHME et al. 2013, vergl. auch KAMIENIARZ et al. 2013).

Um den Bedürfnissen der Wildtiere nach einer Auflockerung der Monokulturen und einer Diversitätssteigerung der Landschaft gerecht zu werden (MARSHALL et al. 2003) und gleichzeitig wirtschaftlich zu arbeiten, wären eine Nutzung der Stilllegungs- oder Greeningflächen (HODGE et al. 2015), sowie ohnehin schon naturschutzrechtlich stillgelegter Flächen absolut sinnvoll (VAN MEERBEEK et al. 2016).

Akzeptanz der Wildpflanzenmischung als Alternative zu Monokulturen wie Mais kann bei den Landwirten nur dadurch erreicht werden, dass die Flächen möglichst viel Ertrag bei geringem Bearbeitungsaufwand erbringen. D.h. zum einen müssen die angelegten Flächen optimal bearbeitet werden und zum anderen müssen Mindererträge ausgeglichen werden. Um finanzielle Mindererträge auszugleichen und gleichzeitig die ökologischen Vorteile zu nutzen, sollte politisch gehandelt werden (z.B. Förderprogramme der EU, der BRD, der Länder sowie einfach regionale oder gar lokale Finanzierungsmöglichkeiten der Jäger und Landwirte, wie auch anderer Naturschutzverbände könnten hier helfen). Schnellstes handeln scheint zwingend erforderlich, denn eine der Zielarten, eine „ehemalige“ Charakterart Niedersachsens, das Rebhuhn, konnte in dieser Studie nicht einzeln betrachtet werden, da die Gesamtbeobachtungen gegen Null tendierten. Dieses war zu Beginn des Projektes noch nicht denkbar gewesen!

Die Wildpflanzen als solche sind also eine Bereicherung in der Gesamtlandschaft (vergl. auch MARSHALL et al. 2003), so dass hier der Randeffekt zurücktritt und der negative Effekt wachsender Monokulturen abgeschwächt wird. Die Wildpflanzenkultur sollte vielfältig eingesetzt werden. Je nach örtlichen Bedingungen stellen sie in einer gängigen Schlaggröße, aber auch als streifenförmiger Anbau an und in anderen Feldfrüchten eine anzustrebende Habitatqualität dar. Um etwaige Randlinieneffekte nicht auszuschließen, scheint eine Kombination beider Anbaumethoden empfehlenswert. Wie schon in vorangegangenen Untersuchungen in Bayern (BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015) ist zu empfehlen, den Anteil solcher struktur- und artenreicher Wildpflanzenkulturen flächig zu fördern. Mindestflächen sollten wirtschaftlich sein (z.B. mehrere Flächen innerhalb einer Gemarkung zur zeitgleichen Ernte am selben Tag). Die verwendbaren Pflanzenarten sollten klar definiert sein und sich ausfolgenden Faktoren ableiten: Standortbedingungen und Biomassertrag sowie ökologischer Wert. Aus ökologischen Gesichtspunkten sollten nur autochthone Arten verwendet werden, um weiterer Florenverfälschung durch Neophyten zu vermeiden. Damit Lebensräume wie die Wildpflanzen nicht zur Habitatfalle¹ (VOIGT 2009) werden, dürfen die Anbauflächen solcher Habitats nicht zu klein und zu inselartig ausfallen. Um den „Beutetierarten“ genügend Lebensraum zu bieten und den generalistischen Prädatoren die Nahrungssuche nicht noch zusätzlich zu vereinfachen, ist es wichtig das positive Lebensraumangebot in ausreichender Größe anzubieten. Im Optimalfall sollten mindestens 5 % der Ackerfläche in Form langer Randstreifen mit Wildpflanzenkulturen bestellt sein, um die positiven Effekte für die Wildtiere voll zu nutzen (vergl. BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Somit sollte flächendeckend genügend Deckung und Rückzugsmöglichkeit bei gleichzeitig verbessertem Nahrungsangebot gegeben sein.

Bei einem weitläufigen Anbau sollte ein flächendeckendes Monitoring der Auswirkungen insbesondere auf die Fauna (v.a. Insekten, Säuger, Vögel) durchgeführt werden. Hier könnte mit Monitoringsystemen auf freiwilliger Basis, wie einer Wildtiererfassung (Umfragen bei den Jagdpächtern), Jagdstreckenmonitoring, Fotofallen und Scheinwerfertaxationen, eine Art Erfolgskontrolle der Faunendiversität eingerichtet werden. Ergänzend dazu wird empfohlen weitere Methoden wie z. B. die Telemetrie anzuwenden. Dadurch entstehen deutlich intensivere Einblicke in die Habitatnutzungsanalyse einzelner Arten durch genaue Lokalisationen der Art über einen gewünschten Zeitraum hinweg. Außerdem ist

¹ Unter dem Begriff Habitatfalle sind Lebensraumstrukturen zu verstehen, die von den betroffenen Wildarten als attraktiv empfunden werden oder die sie zwangsläufig aufgrund sich ändernder Umweltbedingungen aufsuchen müssen. Letztendlich üben diese Habitatstrukturen indirekt einen negativen Effekt auf die entsprechende Tierart aus, wie zum Beispiel eine erhöhte Prädationsrate oder geringeren Reproduktionserfolg.

es möglich, über die Telemetrie zusätzliche Aktivitätsdaten der Tiere zu erhalten und somit bei Besenderung verschiedener Arten auch Wechselbeziehungen zwischen Wildpflanzen und anderen Habitaten auf der einen sowie zwischen verschiedenen Wildtierarten (z.B. Räuber-Beute) auf der anderen Seite deutlich intensiver zu untersuchen. Hierdurch werden die Ungenauigkeiten der bisherigen Methoden bei gleichzeitiger Anwendung aller Methoden ausgeglichen.

Beantwortung der Fragestellungen

- Bestimmung saisonaler Nutzungshäufigkeiten von Wildtieren in Wildpflanzenkulturen und den umgebenden konventionell bewirtschafteten Flächen

Insgesamt werden die Wildpflanzen häufiger genutzt als die konventionellen Flächen. Im Sommer erscheint die Nutzungshäufigkeit und Biodiversität auf den Wildpflanzen höher, als im Winter: Im Winter, wenn die Lebensräume sehr ähnlich sind, ist jedoch eine leichte Bevorzugung der Wildpflanzen gegenüber dem Wintergetreide durchaus als wichtiger Vorteil anzusehen. Einzelne Arten weichen davon insbesondere in bestimmten Untersuchungsgebieten ab.

- Wie ist die Ernte der Wildpflanzenkulturen wildbiologisch zu bewerten?

Der Erntezeitpunkt kann als „guter Kompromiss“ angesehen werden. Zwar wäre ein späterer Erntezeitpunkt wünschenswert, um Mähtod komplett zu vermeiden und „Ernteshock“ auszugleichen. Jedoch sollte dann auch der Stoppel genügend hoch sein, damit im Winter genügend Deckung gegeben ist.

Um die entsprechenden Erträge zu erbringen und gleichzeitig den Wildtieren gerecht zu werden ist ein Erntezeitpunkt zu bevorzugen, in dem der Mähschaden minimiert wird und gleichzeitig ein hoher Ertrag erbracht wird. Bei einem frühen Mähzeitpunkt ist ein guter Zuwachs bis zur vegetationslosen Phase gegeben.

- Welche Bedeutung hat die Mehrjährigkeit der Wildpflanzenkulturen in Hinblick auf die Lebensraumqualität?

Wildbiologisch lässt sich diese Frage aufgrund der geringen Stichprobengröße leider nicht eindeutig beantworten. Für die meisten Arten ist keine Tendenz erkennbar, hier scheint die Struktur wichtiger als die Standzeit zu sein. Lediglich beim Feldhasen könnten positive Effekte durch die Mehrjährigkeit beeinflusst sein.

In Bezug auf den Boden- und Gewässerschutz ist eine Mehrjährigkeit aufgrund der Durchwurzelung und höherer Stickstoffaufnahmeleistungen als deutlich positiv anzusehen.

- Unterstützt die Wildpflanzenstoppel als winterlicher Lebensraum insbesondere das Rebhuhn, den Fasan und den Feldhasen?

Zum Rebhuhn können mangels Anzahl keine Aussagen getroffen werden. Fasan und Feldhasen halten sich bevorzugt auf den winterlichen Stoppeln der Wildpflanzen auf. Insgesamt ist die Wildpflanzenstoppel durchaus als positiv anzusehen.

Die Wildpflanzenstoppel sollte immer bereits wieder ausreichend Austrieb haben und bis in die Frostphase Nahrung bieten. Nach dem Frost sollten genügend stärkere Stoppeln Deckung bieten.

Schlussfolgerungen

Das Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ hat wichtige Erkenntnisse und Praxiserfahrungen zum integrativen Naturschutz durch Wildpflanzenkulturen in Biogasfruchtfolgen gesammelt und hierbei sowohl hinsichtlich der Maßnahmen zur Bestandesetablierung wie auch zur Bestandesführung (Düngung) neue Erkenntnisse gewonnen. Für die Anlage der mehrjährigen Wildpflanzenbestände wird künftig der Zeitraum nach der Getreideernte empfohlen, wobei die Saat unmittelbar in die Getreidestoppel gedreht wird. Das auflaufende Getreide bietet bis zum Vegetationsende hinreichend Bodendeckung und friert dann in den Wintermonaten ab, so wird einerseits die Ausbreitung unerwünschter Begleitflora vermindert und andererseits den feinsamigen Wildpflanzenstauden optimale Keim- und Aufgangsbedingungen geschaffen. Als Zumischung werden geringe Anteile Buchweizen empfohlen, der sich schnell etabliert und Blüten ausbildet, so kann der Bestand bereits in den ersten Monaten ein Nahrungsangebot für Insekten und Bienen bieten.

Die Düngung wird auf 170 kgN/ha begrenzt, wobei eine organische Düngung (Biogasgärrest, Gülle) ab dem 2. Standjahr eine positive Wirkung auf die Ertragsleistung zeigte.

Die Wildpflanzen fördern durch Artenvielfalt der Pflanzen und Insekten, durch Strukturen und Randeffekte die Wirbeltierfauna in der Agrarlandschaft. Sie bieten Beutetieren Schutz, Deckung und Nahrung, Prädatoren finden wiederum Nahrung. Dieser positive Effekt ist für einige Arten deutlicher als für andere. Eine abschließende Bewertung ließe sich jedoch nur nach einer langen intensivierten Beobachtung solcher Felder und Vergleichsflächen durchführen.

Aus vorhergehenden Untersuchungen ist bekannt, dass in großflächigem Maisanbau geringere Artenzahlen und Abundanzen, insbesondere des Niederwildes, zu finden sind, als diese Arten im Wintergetreide vorkommen (TILLMANN et al. 2011). Daraus lässt sich wiederum schließen, dass im Verbund: Mais-Wintergetreide-Wildpflanzen die Wildpflanzen eine deutliche Bereicherung der Agrarlandschaft für die Wirbeltier- aber auch die Wirbellosenfauna bieten. Insbesondere die Bereicherung der Landschaft mit Evertebraten dient der Vogelfauna, speziell zur Kükenaufzucht.

In diesem Projekt, auch unter Einbeziehung der Ergebnisse aus Bayern, lässt sich ganz klar ein deutlicher ökologischer Vorteil der Wildpflanzenkulturen innerhalb der Agrarlandschaft ableiten. Bei einer angepassten Ernte ab Anfang August mit niedriger Schnitthöhe („Handbreit“, ca. 10 bis max. 25 cm) wird ein optimaler Biomasseertrag ermöglicht, der

Nachwuchs der Wildtiere weniger gefährdet und zugleich durch spätsommerlichen Aufwuchs Grünäsung und Deckung für das Winterhalbjahr gegeben (vergl. auch BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015). Die verwendbaren Pflanzenarten sollten klar definiert sein und sich ausfolgenden Faktoren ableiten: Biomasseertrag, Standortbedingungen, ökologischer Wert (für z.B. Insekten, Bodenbrüter, Niederwild). Im Optimalfall sollten mindestens 5 % der Ackerfläche in Form langer Randstreifen mit Wildpflanzenkulturen bestellt sein, um die positiven Effekte für die Wildtiere voll zu nutzen (vergl. auch BÖHME et al. 2013, KEULING et al. 2015).

Ein eindeutiger positiver Effekt der Mehrjährigkeit konnte in dieser Studie nicht nachgewiesen werden. Aufgrund einer positiven Tendenz beim Feldhasen und längerfristiger wirkender Effekte bei Rehwild und Feldhasen im Literaturvergleich ist ein positiver Effekt mehrjähriger Flächen stark zu vermuten. Dauerflächen (4-5 Jahre) sollten immer im zeitlichen Versatz angelegt sein, damit es permanent Flächen dieser Art als Ausweichflächen für die Population gibt.

Um die Artenvielfalt in der Agrarlandschaft zu steigern können auch die Wildpflanzenkulturen zur Biogasgewinnung nur einer von mehreren Ansätzen sein. Hier scheint Mehrgleisigkeit gefragt (GONTHIER et al. 2014).

Ausblick

Die Ertragsleistung ist derzeit insgesamt nicht konkurrenzfähig zum Biogasmais, wie die rund 50% geringeren Methanerträge zeigten. Die Erweiterung der Fruchtfolgen zu honorieren oder die Möglichkeit Wildpflanzen als „Greening“ GAP- Kultur zu berücksichtigen, könnten die genannten Ertragsnachteile wirtschaftlich ausgleichen und die Dauerkultur für Landwirte interessant machen.

Bei einem weitläufigen Anbau könnte in Zukunft ein flächendeckendes Monitoring der Auswirkungen insbesondere auf die Fauna (v.a. Insekten, Säuger, Vögel) durchgeführt werden. Hier könnte mit Monitoringsystemen auf freiwilliger Basis, wie einer Wildtiererfassung (Umfragen bei den Jagdpächtern), Jagdstreckenmonitoring, Fotofallen und Scheinwerfertaxationen, eine Art Erfolgskontrolle der Faunendiversität eingerichtet werden. Für zukünftige Untersuchungen (z.B. als stichprobenartiger Vergleich des Dauermonitorings) wären neben einem intensivierten bzw. ausgedehnten Fotofallenmonitoring andere Methoden wie radiotelemetrische Untersuchungen notwendig, um die tatsächliche Habitatnutzung und Aktivitätszyklen, insbesondere auch am Tage, detaillierter untersuchen zu können.

Zusammenfassung

Die Agrarlandschaft ist durch seine Vielfalt an Lebensräumen im Grundsatz sehr artenreich. Die Intensivierung der Landwirtschaft führt in den letzten Jahrzehnten jedoch immer mehr zu einer Artenverarmung in Fauna und Flora. Zum Schutz des Klimas werden heutzutage verstärkt Energiepflanzen (insbesondere Mais) für die Bioenergie-Gewinnung angebaut, was die Artenverarmung noch weiter verstärkt. Wildpflanzen aus mehrjährigen Staudenkulturen können hier als ergänzende Alternative dienen.

Im Projekt „Energie aus Wildpflanzen“ wird untersucht, welchen wirtschaftlichen wie auch ökologischen Beitrag Wildpflanzenkulturen zur Bioenergiegewinnung leisten können.

Es wurden wichtige Praxiserkenntnisse zur Bestandsetablierung und Bestandesführung gewonnen.

Die Biomasseerträge liegen im Mittel bei 56 % der Erträge von Silomais, können in guten Lagen jedoch deutlich darüberliegen. Die Methanerträge liegen im Mittel bei 52 % der Erträge von Silomais. Somit ist die Methan- und Energieausbeute der Blühpflanzenmischungen deutlich geringer im Vergleich zu Mais. Aufgrund der geringeren Bearbeitungskosten liegen die Deckungsbeiträge für mehrjährige Wildpflanzenkulturen bei rund 70% des Deckungsbeitrages von Silomais.

Durch die zusätzliche Bewertung der Fruchtfolgeleistung und der ökologischen Wirkung (AU- Maßnahmen) oder eine möglicherweise künftig mögliche Anrechnung auf die „Greening“- Verpflichtung der Betriebe könnte dieser Wettbewerbsnachteil ausgeglichen werden. Der mehrjährige Anbau trägt zur Vermeidung von Stickstoffeinträge in den Boden und in die Gewässer bei.

In der hier vorliegenden Arbeit wurden wildbiologische Begleituntersuchungen als Teilprojekt durchgeführt:

Wie wirken sich die Wildpflanzen auf wildlebende Tiere, insbesondere die Zielarten Feldhase, Rehwild, Jagdfasan und Rotfuchs, der Agrarlandschaft aus?

Welche Effekte haben der Mahdzeitpunkt, die winterlichen Stoppeln, die Mehrjährigkeit sowie der Lebensraum „Wildpflanze“ per se auf die Biodiversität und auf die Nutzung durch die Wildtiere?

In fünf über Niedersachsen verteilten Untersuchungsgebieten wurde mittels Thermographie-Zählfahrten Habitatnutzungsanalysen und Populationsdichten berechnet sowie mittels Fotofallenmonitoring Nutzungsintensitäten und faktorielle Einflüsse analysiert.

Die Wildpflanzenbestände der Mischung BG70 lassen sich sehr gut zur Ernährung von Bienen einsetzen.

Feldhase und Rehwild erreichten in allen Untersuchungsgebieten mittlere bis mittelhohe Populationsdichten, die Fuchsdichten sind eher gering.

Mittels Thermographie konnte keine Bevorzugung der Wildpflanzen festgestellt werden. Der Feldhase nutzt das Offenland der Agrarlandschaft insgesamt weitgehend entsprechend des Angebotes. Eindeutige Bevorzugungen waren eher lokal, lediglich blanker Acker wurde überall gemieden.

Auf Wildpflanzen wurden mittels Fotofallen insgesamt höhere Abundanzen, Artenzahlen (z.T. jedoch mit einigen wenigen stark dominierenden Arten) und Biodiversitätsindices nachgewiesen.

Wildpflanzen werden gegenüber Wintergetreide überwiegend bevorzugt genutzt. Alle Ergebnisse waren im Sommer stärker ausgeprägt als im Winter. Im Sommer sind durch Jungtiere deutlich mehr Individuen und durch Zugvögel und sommeraktive Säugetiere zudem mehr Tierarten bzw. Aktivitäten vorhanden. Insbesondere Singvögel nutzen die Wildpflanzen besonders stark, was sich auch durch die starke Nutzung der Wildpflanzen am Tage ausdrückt. Einige Arten weichen in einzelnen Untersuchungsgebieten vom Grundmuster ab.

Über die langfristige Auswirkung lässt sich bisher keine Aussage treffen, jedoch ist aufgrund verzögerter Effekte auf Wildtierpopulationen und des positiven Trends der Mehrjährigkeit auf den Feldhasen eine langfristig positive Wirkung zu prognostizieren. Hinzu kommt ein positiver Effekt auf den Stickstoffhaushalt.

Insgesamt lässt sich ein positiver Effekt der Wildpflanzen auf die Wildtierfauna feststellen. Dieser wird verursacht durch die Steigerung der Pflanzendiversität, die Biomassesteigerung der Evertebraten, angepasste Mahdzeitpunkte (verringertes Mähtod von Jungtieren, ausreichender Wiederbewuchs für den Winter) sowie eine Steigerung der Strukturvielfalt der Agrarlandschaft.

Um langfristig ökologisch positive Effekte zu schaffen und Habitatfallen-Effekte zu verringern, müssten die Wildpflanzen auf ausreichend großen Flächenanteilen (vorgeschlagen sind 5%) angebaut werden.

Literatur

- ABOLING S (2013): Zur Bedeutung floristischer Diversität und ausgewählter pflanzlicher Eigenschaften für die Selektion von Nahrungspflanzen auf Maisäckern und ihren Säumen durch Rehe und Hasen. Habilitationsschrift. Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover.
- AHRENS M (1990): Zur Verteilung von Feldhasen bei der Besatzermittlung auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung. Beiträge zur Jagd- und Wildforschung 17, 122-130.
- AIGNER I (2012): Das Erneuerbare-Energien-Gesetz Daten und Fakten zur Biomasse – Die Novelle 2012.
- AMELIN M (2014): Analyse von Auslösefehlern bei Wildkameras mittels Videoüberwachung und Reaktion von Wildtieren auf Infrarotblitze. BSc. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover Hannover, 37 S.
- ARMIN W, GLEMNITZ M, STEIN-BACHINGER K, BERGER G, STACHOW U (2012): Biologische Vielfalt mit der Landwirtschaft. In: BECK E (Hrsg.). Die Vielfalt des Lebens - Wie hoch, wie komplex, warum? Weinheim, Wiley VCH 163-174.
- BAILEY BJR (1980): Large sample simultaneous confidence intervals for multinomial probabilities based on transformations of the cell frequencies. Technometrics 22, 583-589.
- BARTELS J (2011): Vergleichende Untersuchung der Nahrungsverfügbarkeit für Rebhühnküken (*Perdix perdix*) in verschiedenen Biotoptypen der Agrarlandschaft und Optimierung der entsprechenden Methodik. Bachelorarbeit. Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover Hannover, 99 S.
- BAUMANN M (2003): "Pflugfurchenprojekt" zur Förderung des Feldhasen in der Solothurner Witi. Bericht 2001-2003. Jagd & Fischerei Kanton Solothurn (Hrsg.): 26 S.
- BELLAMY PE, CROXTON PJ, HEARD MS, HINSLEY SA, HULMES L, HULMES S, NUTTALL P, PYWELL RF, ROTHERY P (2009): The impact of growing miscanthus for biomass on farmland bird populations. Biomass & Bioenergy 33, 191-199.
- BENTON TG, VICKERY JA, WILSON JD (2003): Farmland biodiversity: Is habitat heterogeneity the key? Trends in Ecology and Evolution 18, 182-188.
- BERNARDY P, DZIEWIATY C (2013): Kartierung von Brutvögeln auf einer Wildpflanzenfläche bei Vehlów, Brandenburg. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau dziewiaty & bernardy Biologische Bestandserhebungen und Planung, Veitshöchheim.
- BERTOLINO S, PERRONE A, GOLA L, VITERBI R (2011): Population Density and Habitat Use of the Introduced Eastern Cottontail (*Sylvilagus floridanus*) Compared to the Native European Hare (*Lepus europaeus*). Zoological Studies 50, 315–326.
- BFN (2009): Rote Liste gefährdeter Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands - Band 1: Wirbeltiere. Bundesamt für Naturschutz.
- BIERTÜMPFEL A, VON BUTTLAR C, CONRAD M, DUDZIAK D, FORMOWITZ B, GRAMM M, GRUNEWALD J, HEIERMANN M, HERRMANN C, IDLER C, JÄKEL K, KORNATZ P, VOLLRATH B, WILLMS M, ZANDER D (2012): Energiepflanzen für Biogasanlagen. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR).
- BLU (2015): Biodiversität: UmweltWissen - Natur.
- BÖHME H, TILLMANN J, RONNENBERG K, SIEBERT U (2013): Wildbiologische Begleituntersuchungen bei artenreichen Energiepflanzen -Ansaaten mit Wildpflanzen. Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover.
- BOWKETT AE, ROVERO F, MARSHALL AR (2008): The use of camera-trap data to model habitat use by antelope species in the Udzungwa Mountain forests, Tanzania. Afr J Ecol 46 (4), 479-487.
- BRANDT K, GLEMNITZ M (2011): Einfluss der Fruchtfolgegestaltung für Energiepflanzen auf die Habitatgüte der Anbauflächen für die Brut von Feldvögeln. Vogelwarte 49, 257-258.
- BUNER F, JENNY M, ZBINDEN N, NAEF-DAENZER B (2005): Ecologically enhanced areas—a key habitat structure for re-introduced grey partridges *Perdix perdix*. Biol Conserv 124.
- CARDARELLI E, MERIGGI A, BRANGI A, VIDUS-ROSIN A (2010): Effects of arboriculture stands on European hare *Lepus europaeus* spring habitat use in an agricultural area of northern Italy. Acta Theriologica 56, 229-238.
- CHAMBERLAIN DE, FULLER RJ, BUNCE RGH, DUCKWORTH JC, SHRUBB M (2000): Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales. Journal of Applied Ecology, 771-788.
- CHERRY S (1996): A comparison of confidence interval methods for habitat use-availability studies. Journal of Wildlife Management 60 (3), 653-658.
- COSTANZA R, D'ARGE R, GROOT R, FARBER S, GRASSO M, HANNON B, LIMBURG K, NAEEM S, O'NEILL RV, PARUELO J, RASKIN RG, SUTTON P, VAN DEN BELT M (1997): The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature (387), 253–260.
- DAUBER J, JONES MB, STOUT JC (2010): The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. GCB Bioenergy 2, 289-309.
- DEGENBECK M, KUHN W, VOLLRATH B, WERNER A (2011): Energie aus Wildpflanzen. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau. Veitshöchheim.
- DEUBLEIN D, STEINHAUSER A (2008): Biogas from Waste and Renewable Resources - An Introduction. 32.
- DIETRICH U (1985): Population ecology of the European field hare (*Lepus europaeus*) naturalized in Argentina. Zeitschrift für Jagdwissenschaft 31 (2), 92-102.
- DJV (2003): Wildtier-Informationssystem der Länder Deutschlands (WILD). Projekthandbuch. Deutscher Jagdschutz-Verband e.V., Bonn.
- DUELLI P, OBRIST MK, SCHMATZ DR (1999): Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: Above-ground insects. Agriculture, Ecosystems and Environment 74, 33-64.
- DZIEWIATY K, BERNARDY P (2010): Brutvögel und Energiepflanzen. In: REICH M, S RÜTER (Hrsg.). Energiepflanzenanbau und Naturschutz. Göttingen, Cuvillier. 1, 115–126.
- EVERAARS J, FRANK K, HUTH A (2014): Species ecology and the impacts of bioenergy crops: an assessment approach with four example farmland bird species. GCB Bioenergy 6, 252-264.
- EYLERT J, KLAR G (2012): Alternativen zur Energiegewinnung aus Mais. Natur in NRW, 17-21.

- FISCHER C, FLOHRE A, CLEMENT LW, BATÁRY P, WEISSER WW, TSCHARNTKE T, THIES C (2011): Mixed effects of landscape structure and farming practice on bird diversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 141 (1–2), 119-125.
- FRANCK E (2012): Maisanbau in Niedersachsen - Ansätze für raumplanerische Steuerungsmöglichkeiten. *Angewandte Geographie*, 194-198.
- FRAUENDORF M (2015): The reproductive response of wild boar on environmental and physiological factors as well as hunting in Germany. Master of Science. Wageningen University Wageningen, 48 S.
- FRAUENDORF M, GETHÖFFER F, SIEBERT U, KEULING O (2016): The influence of environmental and physiological factors on the litter size of wild boar (*Sus scrofa*) in an agriculture dominated area in Germany. *Science of The Total Environment* 541, 877–882.
- FRIEDRICHS J-C (2013): Gutachten: Wirtschaftlichkeit des Anbaus von Wildpflanzenmischungen zur Energiegewinnung - Kalkulation der erforderlichen Förderung zur Etablierung von Wildpflanzenmischungen.
- GEHLE T (2002): Zur Biologie und Ökologie des Feldhasen. Erstellung einer Literaturübersicht über die Biologie und Ökologie des Feldhasen (*Lepus europaeus*). Deutsche Wildtier Stiftung, Hamburg.
- GLEMNITZ M, PLATEN R, HUFNAGEL J (2010): Auswirkungen des landwirtschaftlichen Anbaus von Energiepflanzen auf die Biodiversität - Optionen in der Anbaugestaltung. In: REICH M, S RÜTER (Hrsg.). *Energiepflanzenanbau und Naturschutz*. Göttingen, Cuvillier Verlag 77-90.
- GLEMNITZ M, PLATEN R, SAURE C (2008b): Auswirkungen des Anbaus von Energiepflanzen auf die Biodiversität: Bewertungsmethodik und Einfluss des Anbauverfahrens. KTBL-Tagung. Ökologische und ökonomische Bewertung nachwachsender Energieträger, 136-150.
- GONTHIER DJ, ENNIS KK, FARINAS S, HSIEH H-Y, IVERSON AL, BATÁRY P, RUDOLPHI J, TSCHARNTKE T, CARDINALE BJ, PERFECTO I (2014): Biodiversity conservation in agriculture requires a multi-scale approach. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 281 (1791).
- GRÄBER R, STRAUB E, JOHANSHON S (2016): Wild und Jagd - Landesjagdbericht 2015/16. ISSN 2197-9839. Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Hannover.
- GREEN RE (1984): The Feeding Ecology and Survival of Partridge Chicks (*Alectoris rufa* and *Perdix perdix*) on Arable Farmland in East Anglia. *Journal of Applied Ecology* 21 (3), 817-830.
- GUERRERO I, MORALES MB, OÑATE JJ, AAVIK T, BENGTSSON J, BERENDSE F, CLEMENT LW, DENNIS C, EGGERS S, EMMERSON M, FISCHER C, FLOHRE A, GEIGER F, HAWRO V, INCHAUSTI P, KALAMEES A, KINKS R, LIIRA J, MELÉNDEZ L, PÄRT T, THIES C, TSCHARNTKE T, OLSZEWSKI A, WEISSER WW (2011): Taxonomic and functional diversity of farmland bird communities across Europe: effects of biogeography and agricultural intensification. *Biodiversity and Conservation* 20 (14), 3663-3681.
- HACKLÄNDER K, FRISCH C, KLANSEK E, STEINECK T, RUF T (2001): Die Fruchtbarkeit weiblicher Feldhasen (*Lepus europaeus*) aus Revieren mit unterschiedlicher Populationsdichte. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 47 (2), 100-110.
- HACKLÄNDER K, ZEITLHOFER C, CEULEMANS T, SUCHENTRUNK F (2011): Continentality affects body condition and size but not yearly reproductive output in female European hares (*Lepus europaeus*). *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* 76 (5), 662-664.
- HALLMANN CA, FOPPEN RPB, TURNHOUT CA, KROON H, JONGEJANS E (2014): Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations. *Nature* 511.
- HÄMKER S, BORSTEL K (2003): Langzeituntersuchung über den Zusammenhang zwischen Kleinsäugerbestand und Anzahl der Greifvögel auf dem Flughafen Bremen unter Berücksichtigung der veränderten Grünlandbewirtschaftung. *Vogel und Luftverkehr* 23, 31-45.
- HASTIE TJ, TIBSHIRANI RJ (1990): *Generalized Additive Models*. Chapman & Hall, London.
- HERRERO J, GARCÍA-SERRANO A, COUTO S, ORTUÑO VM, GARCÍA-GONZÁLEZ R (2006): Diet of wild boar *Sus scrofa* L. and crop damage in an intensive agroecosystem. *European Journal of Wildlife Research* 52, 245-250.
- HESPELER B (1988): *Rehwild heute Lebensraum Jagd und Hege*. BLV Verlagsges., München, Wien, Zürich.
- HESPELER B (1997): *Handbuch Reviergestaltung. Lebensräume schaffen und erhalten*. 2. Aufl. Aufl., BLV Verlagsgesellschaft mbH, München.
- HILL D, ROBERTSON P (1988): *The Pheasant - Ecology, Management and Conservation*.
- HIRN G, MILLERS U (2014): *Biogas: Strom und Wärme vom Acker: Erneuerbare Energie aus der Landwirtschaft leistet einen Beitrag zur Wärme und Stromversorgung*.
- HODGE I, HAUCK J, BONN A (2015): The alignment of agricultural and nature conservation policies in the European Union. *Conservation Biology* 29 (4), 996-1005.
- HOFFMANN J, WIEGAND I, WITTCHEN U, EHLERT S, BERGER G, PFEFFER H, KLEINMACHNOW D- (2012): Bewertung und Verbesserung der Biodiversität in landwirtschaftlichen Gebieten unter besonderer Berücksichtigung von Vogelarten als Bioindikatoren. Fachgespräch „Biologische Vielfalt in der Agrarlandschaft“. *Julius-Kühn-Archiv*, 11-23.
- HÖHER GC (2010): Bioenergie und Energiepflanzenanbau in Niedersachsen. In: REICH M, S RÜTER (Hrsg.). *Energiepflanzenanbau und Naturschutz*. Göttingen, Cuvillier. 1, 7–14.
- HOLLAND JM, STORKEY J, LUTMAN PJW, BIRKETT TC, SIMPER J, AEBISCHER NJ (2014): Utilisation of agri-environment scheme habitats to enhance invertebrate ecosystem service providers. *Agr Ecosyst Environ* 183.
- HOMBERGER B, DUPLAIN J, JENNY M, JENNI L (2017): Agri-environmental schemes and active nest protection can increase hatching success of a reintroduced farmland bird species. *Landscape and Urban Planning* 161, 44-51.
- HÖTKER H, BERNADY P, CIMIOTTI D, DZIEWIATY K, JOEST R, RASRAN L, BERNADY P, CIMIOTTI D, DZIEWIATY K, JOEST R, MAIZE LR (2009): Maisanbau für Biogasanlagen – CO₂-Bilanz und Wirkung auf die Vogelwelt. *Ber. Vogelschutz* 46, 107-125.
- JOANNON A, BRO E, THENAIL C, BAUDRY J (2008): Crop patterns and habitat preferences of the grey partridge farmland bird. *Agronomy for Sustainable Development* 28 (3), 379-387.

- JOEST R, ILLNER H (2011): Nutzungswandel und Vogelschutz in der Agrarlandschaft: aktuelle Entwicklungen im Vogelschutzgebiet Hellwegbörde (NRW). Vogelwarte 49, 259-260.
- KAMIENIARZ R, VOIGT U, PANEK M, STRAUSS E, NIEWĘGŁOWSKI H (2013): The effect of landscape structure on the distribution of brown hare *Lepus europaeus* in farmlands of Germany and Poland. Acta Theriologica 58 (1), 39-46.
- KELEMEN-FINAN J, FRÜHAUF J (2005): Einfluss des biologischen und konventionellen Landbaus sowie verschiedener Raumparameter auf bodenbrütende Vögel und Niederwild in der Ackerbau-landschaft: Problemanalyse – praktische Lösungsansätze. Distelverein. Forschungsprojekt im Auftrag des BMLFUW.
- KELM M, TAUBE F Energiebilanz der Biogaserzeugung aus Gras- und Maissilage.
- KEULING O (2012): Wenn das Schwarzwild zur Plage wird. mais 4/2012, 190-193.
- KEULING O, GETHÖFFER F, HERBST C, FRAUENDORF M, NIEBUHR A, BRÜN J, MÜLLER B, SIEBERT U (2014): Schwarzwild-Management in Niedersachsen - Raumnutzung in Agrarlandschaften, Bestandsabschätzung, Reproduktion und Jagdstrecken von Wildschweinpopulationen in Niedersachsen sowie Meinungsbild der Jäger in Niedersachsen als Basis für ein nachhaltiges Schwarzwildmanagement. Abschlussbericht 2011-13, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover - Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung, Hannover.
- KEULING O, RAUTERBERG S, BÖHME H, SIEBERT U, DEGENBECK M (2015): Wildbiologische Begleituntersuchungen bei artenreichen Energiepflanzen-Ansaaten mit Wildpflanzen während des Winterhalbjahres. Abschlussbericht an das Bayerische Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover - Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung und Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim.
- KEULING O, STIER N (2009a): Bewegungsmuster von Schwarzwild im Herbst – Wie stark gefährdet ist der Mais? Kurzbericht neuerer Auswertungen als Ergänzung zum Abschlussbericht. Abschlussbericht 2002-2006, Oberste Jagdbehörde im Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern und Stiftung „Wald und Wild in Mecklenburg-Vorpommern“ Professur für Forstzoologie der TU Dresden, Tharandt.
- KEULING O, STIER N (2009b): Schwarzwild - Untersuchungen zu Raum- und Habitatnutzung des Schwarzwildes (*Sus scrofa* L. 1758) in Südwest-Mecklenburg unter besonderer Berücksichtigung des Bejagungseinflusses und der Rolle älterer Stücke in den Rotten. Professur für Forstzoologie der TU Dresden, Tharandt. Abschlussbericht 2002-2006.
- KEULING O, STRAUß E, SIEBERT U (2016): Regulating wild boar populations is "somebody else's problem"! - Human dimension in wild boar management. Science of The Total Environment 554-555, 311-319.
- KILIAS H, ACKERMANN W (2001): Zur Bestandssituation der Feldhasen (*Lepus europaeus* PALLAS) in Bayern. Z. Jagdwiss. 47, 111-124.
- KINSER A (2011): Die nächtliche Habitatnutzung von Feldhasen (*Lepus europaeus*) in drei unterschiedlichen Habitaten. Dissertation. Technische Universität Dresden, Dresden.
- KLIMEK S, SCHMIDT T (2012): Wege zu einem ziel- und bedarfsorientierten Monitoring der Biologischen Vielfalt im Agrar- und Forstbereich - Workshopbericht -. 131-136.
- KLÖTZLI F (1993): Ökosysteme: Aufbau, Funktionen, Störungen ; ... 96 Tabellen. 3., durchges. und erg. Aufl., G. Fischer, Stuttgart [u.a.], x, 447 S. S.
- KOHN ML (2011): Untersuchungen zur Nahrungsverfügbarkeit für Rebhühnküken (*Perdix perdix*) auf Getreideflächen und Blühstreifen. Bachelorarbeit. Georg-August-Universität Göttingen Göttingen.
- KOWNATZKI D, KLIMEK S, DAUBER J, SEIDLING W, SCHMIDT T, URBAN B (2012): Wege zu einem ziel- und bedarfsorientierten Monitoring der Biologischen Vielfalt im Agrar- und Forstbereich - Workshopbericht -. 1-6.
- KRUG A (2011): Lebensräume der Brutvögel in einer Agrarlandschaft mit und ohne Maisanbau. Endebericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III, 59-74.
- KRUG A, HÜBNER K (2011): Lebensräume der Kleinsäuger in einer Agrarlandschaft mit Grünroggen- und Maisanbau zur Biogaserzeugung. Endebericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III, 181-192.
- KUHN W, ZELLER J, BRETSCHNEIDER-HERRMANN N, DRENCKHAHN K (2014): Energie aus Wildpflanzen. Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim.
- KURT F (1991): Das Reh in der Kulturlandschaft - Sozialverhalten und Ökologie eines Anpassers. Paul Parey, Hamburg, und, Berlin.
- LEPPMANN A, HOFMANN J, GARBE I, MÜCK J (2012): Schwarzwildbewirtschaftung in der Agrarlandschaft – Probleme und Maßnahmen. Ein Leitfaden für Landwirte und Jäger. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz Deutscher Jagdschutzverband e.V., Berlin.
- LIEBING J, CURLAND N, VOIGT U, SIEBERT U (2016): Effekte von Schadstoffen auf Fasane und Rebhühner im Rahmen einer Literaturstudie. Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover - Institut für Terrestrische und Aquatische Wildtierforschung Hannover.
- LINCOLN GA (1974): Reproduction and "March madness" in the Brown hare, *Lepus europaeus*. Journal of Zoology 174, 1-14.
- MARABOUTIN E, AEBISCHER NJ (1996): Does harvesting arable crops influence the behaviour of the European hare *Lepus europaeus*? Wildlife Biology 2, 83-91.
- MARSHALL EJP, BROWN VK, BOATMAN ND, LUTMAN PJW, SQUIRE GR, WARD LK (2003): The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields*. Weed Research 43 (2), 77-89.
- MASSEI G, KINDBERG J, LICOPPE A, GAČIĆ D, ŠPREM N, KAMLER J, BAUBET E, HOHMANN U, MONACO A, OZOLINŠ J, CELLINA S, PODGÓRSKI T, FONSECA C, MARKOV N, POKORNY B, ROSELL C, NÁHLIK A (2015): Wild boar populations up, numbers of hunters down? A review of trends and implications for Europe. Pest Management Science 71 (4), 492-500.

- MCLAUGHLIN A, MINEAU P (1995): The impact of agricultural practices on biodiversity. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 55, 201-212.
- MERIGGI A, VERRI A (1990): Population-Dynamics and Habitat Selection of the European Hare on Poplar Monocultures in Northern Italy. *Acta Theriologica* 35, 69-76.
- MORRISON M, HALL L (2002): Standard Terminology: Toward a Common Language to Advance Ecological Understanding and Application. In: SCOTT JM (Hrsg.). *Predicting species occurrences*. Washington, DC, Island Press 43–52.
- MURSEC B, VINDIS P, JANZEKOVIC M, BRUS M, CUS F (2009): Analysis of different substrates for processing into biogas. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering* 37, 652-659.
- NEU CW, BYERS CR, PEEK JM (1974): A technique for analysis of utilization-availability data. *Journal of Wildlife Management* 38 (3), 541-545.
- NYENHUIS H (1995): Der Einfluß des Wetters auf die Besatzschwankungen des Feldhasen (*Lepus europaeus* P.). *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* 41 (3), 182-187.
- PANEK M, KAMIENIARZ R (1999): Relationships between density of brown hare (*Lepus europaeus*) and landscape structure in Poland in the years 1981-1995. *Acta Theriologica* 44 (1), 67-75.
- PEGEL M, THOR G (2000): Rehwildprojekt Borgerhau. *Wildforschung in Baden-Württemberg*. Vol. 5, Staatliche Lehr- und Versuchsanstalt für Viehhaltung und Grünlandwirtschaft Aulendorf, 147 S.
- PEPIN D (1986): Spring density and daytime distribution of the European hare in relation to habitat in an open-field agrosystem. *Zeitschrift Für Säugetierkunde* 51 (2), 79-86.
- PÉPIN D, ANGIBAULT J (2007): Selection of resting sites by the European hare as related to habitat characteristics during agricultural changes. *European Journal of Wildlife Research* 53 (3), 183-189.
- PFISTER HP, KOHLI L, KÄSTLI P, BIRRER S (2002): *Feldhase - Schlussbericht 1991-2000*. Schriftenreihe Umwelt Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.
- POSAUTZ A, LONCARIC I, LUNDIN M, HOFFMANN D, LAVAZZA A, KELEMEN Z, BEIGLBÖCK C, WALZER C, KÜBBER-HEISS A (2015): Health screening of free-ranging European brown hares (*Lepus europaeus*) on the German North-Sea island Pellworm. *Acta Veterinaria Scandinavica* 57 (1), 43.
- POTTS GR (2012): *Partridges*. HarperCollins Publishers, London, 465 S.
- PUDE R, WERNER A, VOLLRATH B, GÖDEKE K (2012): *Pflanzen für Industrie und Energie*. Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe e.V., Gülzow.
- R CORE TEAM (2016): *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING. Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.
- REICH M, RÜTER S (Hrsg.) (2010): *Energiepflanzenanbau und Naturschutz: Referate und Ergebnisse der gleichnamigen Fachtagung in Hannover am 30. September 2009*. Umwelt und Raum, Cuvillier, 1. Aufl. Aufl., Göttingen. 165 S.
- REICH M, RÜTER S, TILLMANN JE (2011): Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - Ergebnisse des Forschungsvorhabens SUNREG III. Endebericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III, 5-18.
- REICHLIN T, KLANSECK E, HACKLÄNDER K (2006): Diet selection by hares (*Lepus europaeus*) in arable land and its implications for habitat management. *European Journal of Wildlife Research* 52, 109-118.
- REINKE H (2015): Welche Bedeutung haben Wälder als Lebensraum für Feldhasen (*Lepus europaeus*)? - Untersuchungen zur räumlich-zeitlichen Verteilung mittels Kamerafallen. MSc. Georg-August-Universität Göttingen, 56 S.
- REYNOLDS JC, TAPPER SC (1995): Predation by foxes *Vulpes vulpes* on brown hares *Lepus europaeus* in central southern England, and its potential impact on annual population growth. *Wildlife Biology* 1, 145-158.
- RODE M, BUHR N, KANNING H, KNISPEL S, STEINKRAUS K, WIEHE J, WOLF U (2010): Natur- und raumverträgliche Entwicklung des Biomasseanbaus. In: REICH M, S RÜTER (Hrsg.). *Energiepflanzenanbau und Naturschutz*. Göttingen, Cuvillier. 1, 35–42.
- RODE M, SCHNEIDER C, KETELHAKE G (2005): Naturschutzverträgliche Erzeugung und Nutzung von Biomasse zur Wärme- und Stromgewinnung. *BfN-Skripten* 136.
- RONNENBERG K, STRAUß E, SIEBERT U (2016): Crop diversity loss as primary cause of grey partridge and common pheasant decline in Lower Saxony, Germany. *BMC Ecology* 16 (1), 39.
- ROVERO F, MARSHALL AR (2009): Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *Journal of Applied Ecology* 46 (5), 1011-1017.
- RÜHE F, FISCHBECK I, RIEGER A (2004): Zum Einfluss von Habitatmerkmalen auf die Populationsdichte von Feldhasen (*Lepus europaeus*) in Agrargebieten Norddeutschlands. *Beiträge zur Jagd- und Wildtierforschung* 29, 333-342.
- RÜHMKORF H, MATTHIES S, REICH M, RÜTER S (2011): Auswirkungen des Energiepflanzenanbaus auf die Landschaftsstruktur. Endebericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III, 19-41.
- RÜHMKORF H, REICH M (2011): Einfluss des Energiepflanzenanbaus auf rastende und überwinternde Vögel in der Börde. Endebericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III, 91-129.
- SAATHOFF W, VON HAAREN C, DECHOW R, LOVETT A (2013): Farm-level assessment of CO₂ and N₂O emissions in Lower Saxony and comparison of implementation potentials for mitigation measures in Germany and England. *Regional Environmental Change* 13 (4), 825-841.
- SACHS L (1999): *Angewandte Statistik*. 9. Auflage Aufl., Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 881 S.
- SCHÄFER C-T (2013): *WildPicture*. Hannover.
- SCHAI-BRAUN SC, REICHLIN TS, RUF T, KLANSECK E, TATARUCH F, ARNOLD W, HACKLÄNDER K (2015): The European Hare (*Lepus europaeus*): A Picky Herbivore Searching for Plant Parts Rich in Fat. *PloS one* 10 (7), e0134278.
- SCHAI-BRAUN SC, RÖDEL HG, HACKLÄNDER K (2012): The influence of daylight regime on diurnal locomotor activity patterns of the European hare (*Lepus europaeus*) during summer. *Mammalian Biology - Zeitschrift für Säugetierkunde* 77 (6), 434-440.

- SCHAI-BRAUN SC, WEBER D, HACKLÄNDER K (2013): Spring and autumn habitat preferences of active European hares (*Lepus europaeus*) in an agricultural area with low hare density. *European Journal of Wildlife Research* 59 (3), 387–397.
- SCHEFFER K, KARPENSTEIN-MECHAN M (2001): Ökologischer und ökonomischer Wert der Biodiversität am Beispiel der Nutzung von Energiepflanzen. In: HAMMER K, T GLADIS (Hrsg.). *Nutzung genetischer Ressourcen - Ökologischer Wert der Biodiversität. Symposium der AG Genetische Ressourcen der Gesellschaft für Pflanzenzüchtung am 23./24. November 2000 in Witzenhausen. Bonn.*
- SCHINDLER M, SCHUMACHER W (2007): Auswirkungen des Anbaus vielfältiger Fruchtfolgen auf wirbellose Tiere in der Agrarlandschaft (Literaturstudie). *Landwirtschaftliche Fakultät der Universität Bonn, Schriftenreihe des Lehr- und Forschungsschwerpunktes USL.*
- SCHLEY L, DUFRÉNE M, KRIER A, FRANTZ AC (2008): Patterns of crop damage by wild boar (*Sus scrofa*) in Luxembourg over a 10-year period. *European Journal of Wildlife Research* 54, 589–599.
- SCHNEIDER E (1978): *Der Feldhase: Biologie, Verhalten, Hege und Jagd.* 1. Aufl., BLV Verlagsgesellschaft, München.
- SCHRÖPFER R, NYENHUIS H (1982): Die Bedeutung der Landschaftsstruktur für die Populationsdichte des Feldhasen (*Lepus europaeus* PALLAS, 1778). *Z. Jagdwiss.* 28 (4), 213-231.
- SHANNON CE (1948): A Mathematical Theory of Communication. *Bell System Technical Journal* 27 (3), 379–423.
- SIEGMUND A (2008): Der Klimawandel – Eine aktuelle Bilanz globaler Prozesse und ihrer regionalen Folgen. *UmweltWirtschaftsForum* 16 (1), 3–11.
- SLA (2016): LEA-Portal - Landentwicklung und Agrarförderung Niedersachsen. <https://sla.niedersachsen.de/agrarfoerderung/schlaginf/0/>.
- SMITH RK, JENNINGS NV, HARRIS S (2005): A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares *Lepus europaeus* in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate. *Mammal Review* 35, 1-24.
- SMITH RK, JENNINGS NV, ROBINSON A, HARRIS S, ROBINSON A (2004): Conservation of European hares *Lepus europaeus* in Britain: is increasing habitat heterogeneity in farmland the answer? *Journal of Applied Ecology* 41, 1092-1102.
- SODEIKAT G, GETHÖFFER F (2011): Zuwachsleistung und Populationsanstieg von Wildschweinen in Niedersachsen unter den Gegebenheiten verstärkter Anbaus nachwachsender Rohstoffe. *Endbericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III*, 207-224.
- SPELLERBERG IF, FEDOR PJ (2003): A tribute to Claude Shannon (1916-2001) and a plea for more rigorous use of species richness, species diversity and the 'Shannon-Wiener' Index. *Global Ecology and Biogeography* 12 (3), 177–179.
- SPITTLER H (2001): Situation des Feldhasen in Nordrhein-Westfalen und Ursachen für den Streckenrückgang Situation des Feldhasen in. *Wo Liegt Der Hase Im Pfeffer?* NUA-Seminarreport 7, 23-33.
- STEINHÄÜBER R (2012): Aktuelle Änderungen im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und die geplante Reform der gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union (GAP): Konsequenzen für die umweltgerechte Bereitstellung von Bioenergie. *Natur und Recht* 34, 441-448.
- STRAUB E (2016): *Niederwild- Feldhase.* In: GRÄBER R, E STRAUSS, S JOHANSHON (Hrsg.). *Wild und Jagd - Landesjagdbericht 2015/16.* Hannover, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz 35-38.
- STRAUB E, GRÄBER R, KLAGES I, CURLAND N (2014): *Niederwild.* In: GRÄBER R, E STRAUß, S JOHANSHON (Hrsg.). *Wild und Jagd Landesjagdbericht 2013/2014.* Hannover, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- STRAUB E, GRÄBER R, KLAGES I, CURLAND N (2015): *Niederwild.* In: GRÄBER R, E STRAUß, S JOHANSHON (Hrsg.). *Wild und Jagd Landesjagdbericht 2014/2015.* Hannover, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.
- STRAUB E, GRAUER A, BARTEL M, KLEIN R, WENZELIDES L, GREISER G, MUCHIN A, NÖSEL H, WINTER A (2008): The German wildlife information system: population densities and development of European hare (*Lepus europaeus* PALLAS) during 2002–2005 in Germany. *European Journal of Wildlife Research* 54, 142–147.
- STRAUB E, POHLMAYER K (2001): Populationsdichte des Feldhasen (*Lepus europaeus* PALLAS, 1778) und die Bejagungsaktivität in Niedersachsen. *Zeitschrift für Jagdwissenschaft* (47), 43-62.
- TAPPER SC, BARNES RFW (1986): Influence of Farming Practice on the Ecology of the Brown Hare (*Lepus europaeus*). *Journal of Applied Ecology* 23, 39-52.
- TILLMANN JE (2006): Das ökologische Profil des Rebhuhns (*Perdix perdix*) und Konsequenzen für die Gestaltung von Ansaatbrachen zur Lebensraumverbesserung. *Beiträge zur Jagd- und Wildforschung* 31, 265-274.
- TILLMANN JE (2010): *SUNREG III: Zur Bedeutung von Maisäckern als Lebensraum für die Tierwelt der Agrarlandschaft.* *Wild und Jagd - Landesjagdbericht 2009*, 94-101 S.
- TILLMANN JE (2011): *Bewertung von Maisäckern als Lebensraum für die Tierwelt der Agrarlandschaft mit Hilfe von Fotofallen. Endebericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III*, 43-57.
- TILLMANN JE (2013): *Chancen für das Rebhuhn. Weidwerk* 5, 14-16.
- TILLMANN JE, BEYERBACH M, STRAUSS E (2012): Do hunters tell the truth? Evaluation of hunters' spring pair density estimates of the grey partridge *Perdix perdix*. *Wildlife Biology* 18 (2), 113-120.
- TILLMANN JE, KRUG A (2010): *Maisäcker als Lebensraum für die Tierwelt der Agrarlandschaft.* In: REICH M, S RÜTER (Hrsg.). *Energiepflanzenanbau und Naturschutz.* Göttingen, Cuvillier 91–114.
- TILLMANN JE, REICH M, RÜTER S, KRUG A, SODEIKAT G, RÜHMKORF H (2011): *SUNREG III - Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft. Endbericht, Endbericht AZ 105.1-3234/1-7(10)* Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung, Hannover.
- TILLMANN JE, RONNENBERG K (2015): *Assessment of habitat-specific food availability using human imprinted Grey Partridge chicks *Perdix perdix*.* *Ornis Fennica.* 92.

- TILLMANN JE, VOIGT U (2011): Zur ökologischen Bewertung der Feldfrucht Mais für den Feldhasen. Endebericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III, 193-206.
- UNITED NATIONS (2012): Resolution adopted by the General Assembly.
- VAN MEERBEEK K, OTTOY S, DE ANDRÉS GARCÍA M, MUYS B, HERMY M (2016): The bioenergy potential of Natura 2000 – a synergy between climate change mitigation and biodiversity protection. *Frontiers in Ecology and the Environment* 14 (9), 473-478.
- VAUGHAN N, LUCAS E-A, HARRIS S, WHITE PCL (2003): Habitat associations of European hares *Lepus europaeus* in England and Wales: implications for farmland management. *Journal of Applied Ecology* 40 (1), 163-175.
- VETTER SG, RUF T, BIEBER C, ARNOLD W (2015): What is a mild winter? Regional differences in within-species responses to climate change. *PLoS ONE* 10 (7), e0132178.
- VIERHAUS H (2001): Warum steht der Feldhase auf der Roten Liste? Wo Liegt Der Hase Im Pfeffer? NUA-Seminarreport 7. 63-68.
- VOIGT U (2009): Ergebnisse einer Literaturstudie zur Prädation an den Niederwildarten Feldhase, Rebhuhn und Fasan. http://www.wildtiermanagement.com/fileadmin/dateien/wildtiermanagement.de/pdfs/Literaturstudie_Praedation_NDS.pdf, Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz - Institut für Wildtierforschung an der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Hannover.
- VOLLRATH A, WERNER A, MARZINI K, DEGENBECK M (2013): Wildpflanzenmischungen als Biogassubstrat. *Bayern Biogas Forum*.
- VOLLRATH B, KUHN W (2010): Neu: Wildpflanzen geben Biogas. *BIOGAS Journal*. Sonderheft Energiepflanzen, 30-33.
- WAGNER C, KARL N, SCHÖNFELD F (2014): Blühflächen als Habitat für Niederwild. In: *LANDWIRTSCHAFT LBLF* (Hrsg.). Tagungsband: Faunistische Evaluierung von Blühflächen. 117-126.
- WEBER J-M, MEIA J-S, MEYER S (1999): Breeding success of the red fox *Vulpes vulpes* in relation to fluctuating prey in central Europe. *Wildlife Biology* 5, 241-244.
- WEILAND P (2010): Biogas production: Current state and perspectives. *Applied Microbiology and Biotechnology* 85, 849-860.
- WEIß C, REICH M (2011): Erntereste auf Feldern im Herbst in Abhängigkeit von Fruchtart und Bodenbearbeitung - Untersuchungen zum Nahrungsangebot für Vögel unter Berücksichtigung des Energiepflanzenanbaus. Endebericht: Auswirkungen des großflächigen Anbaus von Energiepflanzen auf die Tierwelt der Agrarlandschaft - SUNREG III. 131-161.
- WIEHE J, RODE M, KANNING H (2011): Auswirkungen der Biogasproduktion auf Natur und Landschaft: Biomasseanbau, Naturschutz und Steuerung. *Ökologisches Wirtschaften* 2011 (03), 22-24.
- WINK M (1992): Zur Situation der Vogelwelt in der Agrarlandschaft. *Mitteilungen aus der Biol. Bundesanstalt für Land- u. Forstwirtschaft Berlin-Dahlem* 280, 95-108.
- WOOD SN (2011): Fast stable restricted maximum likelihood and marginal likelihood estimation of semiparametric generalized linear models. *J R Stat Soc* 73.
- ZÖRNER H (1996): *Der Feldhase*. 2. Aufl. Aufl., Westarp-Wiss., Magdeburg; Spektrum Akad. Verl., Heidelberg.

Anhang

Abbildungsverzeichnis Anhang

Abb. A 1: UG1 Göttingen, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen.....	89
Abb. A 2: UG1 Göttingen, Kamerastandorte, blaue Sterne: 2014/15, grüne Sterne 2015/16	89
Abb. A 3: UG2 Wolfsburg, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen.....	90
Abb. A 4: UG2 Wolfsburg, Kamerastandorte	90
Abb. A 5: UG3 Goldenstedt, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen.....	91
Abb. A 6: UG3 Goldenstedt, Kamerastandorte	91
Abb. A 7: UG4 Essen, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen	92
Abb. A 8: UG4 Essen, Kamerastandorte	92
Abb. A 9: UG5 Lingen, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen	93
Abb. A 10: UG5 Lingen, Kamerastandorte.....	93
Abb. A 11: Dichten des Feldhasen bei den einzelnen Zählungen in den fünf Untersuchungsgebieten.....	94
Abb. A 12: Dichten des Rehwilds bei den einzelnen Zählungen in den fünf Untersuchungsgebieten.....	94
Abb. A 13: Eine Auswahl an Bildern	110

Tabellenverzeichnis Anhang

Tab. A 1: Kartierschlüssel zur Flächennutzung.....	88
Tab. A 2: Ergänzende Beschreibung der Flächen und zusätzliche Beobachtungen während der Zähltreiben Februar/März 2014, UG = Untersuchungsgebiet, Z = Nummer der Zählung	95
Tab. A 3: Liste aller mittels Fotofallen (Wildpflanzen: 45, konventionelle Flächen: 34) nachgewiesenen Arten bzw. Artengruppen mit der Anzahl an Präsenzphasen pro Art und Habitat.....	96
Tab. A 4: Statistische Werte der GAM für den Feldhasen.....	97
Tab. A 5: Statistische Werte der GAM für das Rehwild.....	97
Tab. A 6: Statistische Werte der GAM für den Jagdfasan.....	98
Tab. A 7: Statistische Werte der GAM für den Rotfuchs	98
Tab. A 8: Eignung der einzelnen Pflanzenarten in den Wildpflanzenmischungen als Bienentracht.....	99
Tab. A 9: Wuchshöhen [m] und Deckungsgrade [%] der Wildpflanzen bei der „Bonitur“ 2014	101
Tab. A 10: Wuchshöhen [m] und Deckungsgrade [%] Wildpflanzen bei der „Bonitur“ 2016	102
Tab. A 11: Deckungsgrade [%] der Wildpflanzen bei der „Bonitur“	103

Weitere Anhänge

Biogaserträge 2014
Biogaserträge 2015

Tab. A 1: Kartierschlüssel zur Flächennutzung

Kartierschlüssel TiHo FNK3		
Stand		01.01.2013
Temporäre Nutzungsformen		
Abk.	Beschreibung	
A	Ackerland	
AB	bestellt, zum Teil bereits aufgelaufen, kein - spärlicher Pflanzenbewuchs <10 %, nur Blattspitzen sichtbar, 1. Blattstadium bei Getreide	
AO	gepflügt oder umgebrochen, eben (kein AW), aber noch nicht bestellt, kein Bewuchs	
AW	Winterfurche, grobschollig umgepflügt, wird erst im Frühjahr bestellt	
WS	Getreide	
WX	Wintergetreide	
WG	Wintergerste, zuerst gedreht (September) im Spätherbst/Winter gelblich	
WT	Tritikale	
WW	Winterweizen, von Sept. bis Dez. gedreht (Wechselweizen noch im Jan./Feb.)	
SX	Sommergetreide, Aussaat ab Jan/ Feb bis April/Mai	
SG	Sommergerste	
SW	Sommerweizen	
SM	Mais	
SH	Hafer	
SR	Roggen	
R	Hackfrüchte	
RZ	Zuckerrüben	
RF	Futterrüben	
KT	Kartoffeln	
Ö	Öl- und Faserpflanzen	
ÖR	Raps, ca. August - Juni, zur Ölgewinnung (bleibt im Herbst/Winter niedrig im Ggs. zu Senf und Ölrettich)	
ÖS	Sonnenblumen	
ÖL	Lein	
ÖT	sonstige Öl- und Faserpflanzen	
P	Acker nach Ernte / Stoppelacker	
PG	Getreidestoppeln mit Untersaat oder natürlichem Aufwuchsgetreide und / oder Wildkräutern (ohne Bearbeitung)	
PM	Maisstoppeln	
PR	Rapsstoppeln	
PZ	Senf-, Facelia- oder Ölrettichstoppeln nach Abschlegen im Herbst	
EG	durchgerissener Acker mit aufgelaufenem Getreide nach Ernte (gegrubbert), Stoppeln meist sichtbar, mit oder ohne Aufwuchsgetreide	
EK	Kartoffelschlag nach Ernte	
ER	Rübenschlag nach Ernte	
G	Grünland	
GX	extensiv genutztes Grünland, Mahd 1-2x jährlich nach Mitte Juli, keine Düngung	
GE	Graseinsaat (Reihen noch erkennbar)	
GM	Mähwiese	
GW	Viehweide, Standweide oder Umtriebsweide	
Z	Zwischenfrucht	
ZR	Raps als Zwischenfrucht, wird im März geschlegt und untergepflügt	
ZF	Facelia	
ZO	Ölrettich, mit kleiner "Rübe"	
ZS	Senf, friert im Winter ab, im Frühjahr Stoppeln	
F	Hülsenfrüchte (Bohnen, Erbsen, Wicken etc.)	
FK	Klee	
FL	Luzerne	
B	Ackerbrache	
BG	Grünlandbrache, Dauerbrache	
BH	Hochstaudenflur	
BW	Wildacker	
BÖ	Ödland	
BK	Ackerbrache, kräuterdominiert, Rotationsbrache	
Y		
YS	Sonderkultur (mit Angabe) z.B. Erdbeeren, Gemüse, Blumen	
YW	Weinbauflächen, Weinbrache	
X	Lagerflächen (z.B. Silageplätze)	
XB	Befestigte Lagerflächen	
XT	Temporäre Lagerflächen	
Dauernutzungsformen		
Abk.	Beschreibung	
K	Küstenbereich	
L	Binnengewässer	
LQ	Quelle	
LFI	Fließgewässer, linear (< 10m Breite)	
LFf	Fließgewässer, flächig (> 10m Breite)	
LA	Auenstillgewässer	
LS	Stillgewässer	
M	Moore und Sümpfe	
MH	Hoch- bzw. Übergangsmoor	
MN	Niedermoor, Sumpf (gehölzfrei)	
MR	Regenerations- bzw. Degenerationsflächen	
MA	Abtorfungsflächen	
YT	Garten, Gartenbaubetrieb, Gärtnereien	
OP	Obstplantage	
OB	Baumschule	
OW	Weihnachtsbaumkultur	
C	Heiden, Extremstandorte	
V	Gehölze	
VH	Hecken, Feld- und Wallhecken	
VF	Feldgehölz, Feldgebüsch, Hegebusch	
VJ	junge Gehölze, Gehölzneuanpflanzung	
VB	Baumgruppe, Baumreihe	
VE	Einzelbaum	
VS	Streuoobstand	
VW	Wald, Laub-, Nadel- und Mischwald	
Q	Veränderte, gestörte Standorte, Ver- und Entsorgungsflächen	
QA	Abgrabungsflächen	
QT	Tongrube	
QG	Sandgrube	
QK	Kiesgrube	
QS	Steinbruch	
QB	Braunkohletagebau	
QU	Aufschüttungsflächen	
QV	Ver- und Entsorgungsflächen	
QF	Flächen der Abfallwirtschaft	
QM	Mülldeponie	
QW	Flächen der Wasserwirtschaft	
QL	Kläranlage	
QR	Rieselfeld	
I	offene Flächen, Rohbodenstandorte im industriellen Bereich	
T	Siedlung, Verkehr, Freizeit	
TS	Siedlung, Gewerbe	
TV	Verkehrsflächen	
TA	Autobahnen und Bundesstraßen	
TL	Landstraßen, Ortsverbindungsstraßen, asphaltierte Nebenstraßen	
TW	Weg	
Allgemein als Ergänzung		
r1	Ernterest Zuckerrübe	
r2	Ernterest Mais	
r3	Ernterest Getreide	
r4	Ernterest Raps	
r5	Ernterest Kartoffel	
WP	Wildpflanzenkultur	
SK	Sonderkultur	
LRB	Lebensraum Brache	
Z	Zuckerrübenmiete	
g	Grubber	
PGSe	Getreidestoppeln mit Senf	
DZ	Dinkelweizen	



Abb. A 1: UG1 Göttingen, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen



Abb. A 2: UG1 Göttingen, Kamerastandorte, blaue Sterne: 2014/15, grüne Sterne 2015/16

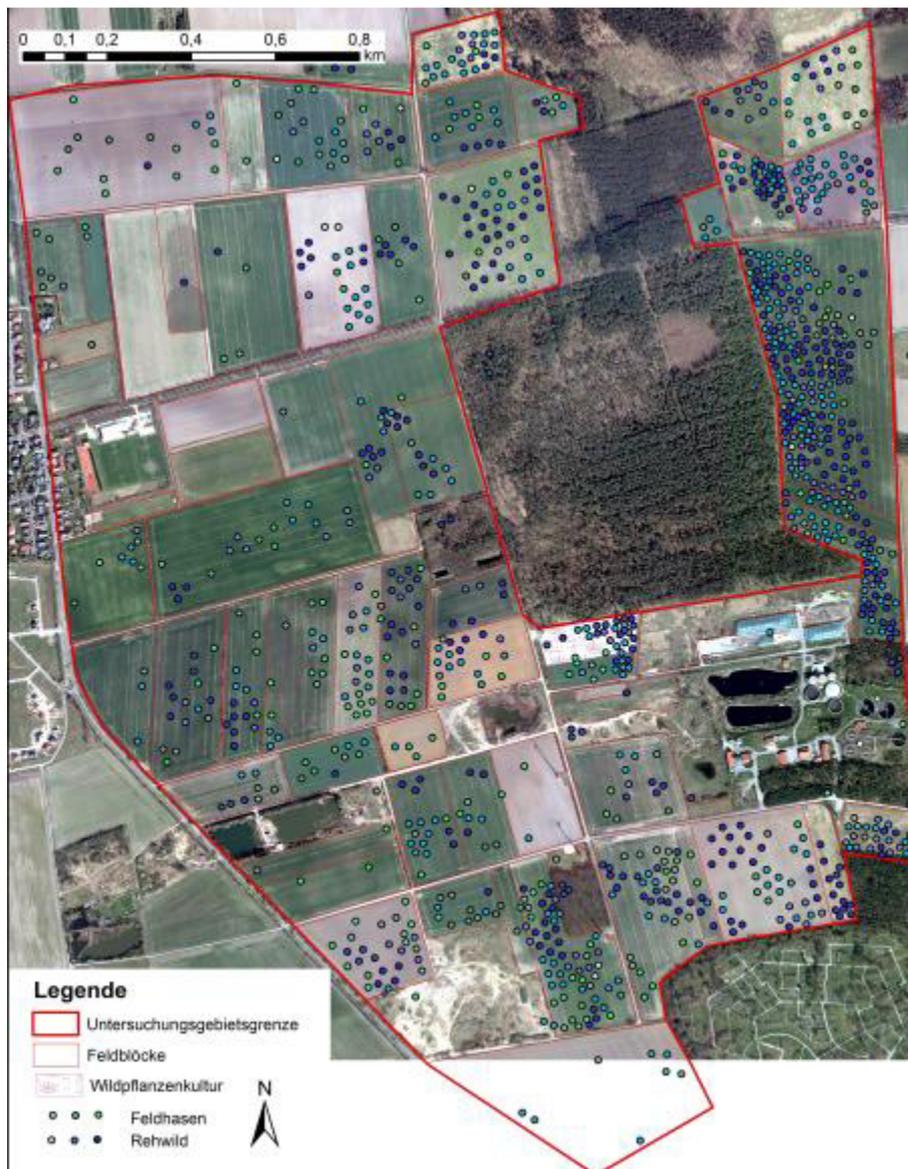


Abb. A 3: UG2 Wolfsburg, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen



Abb. A 4: UG2 Wolfsburg, Kamerastandorte

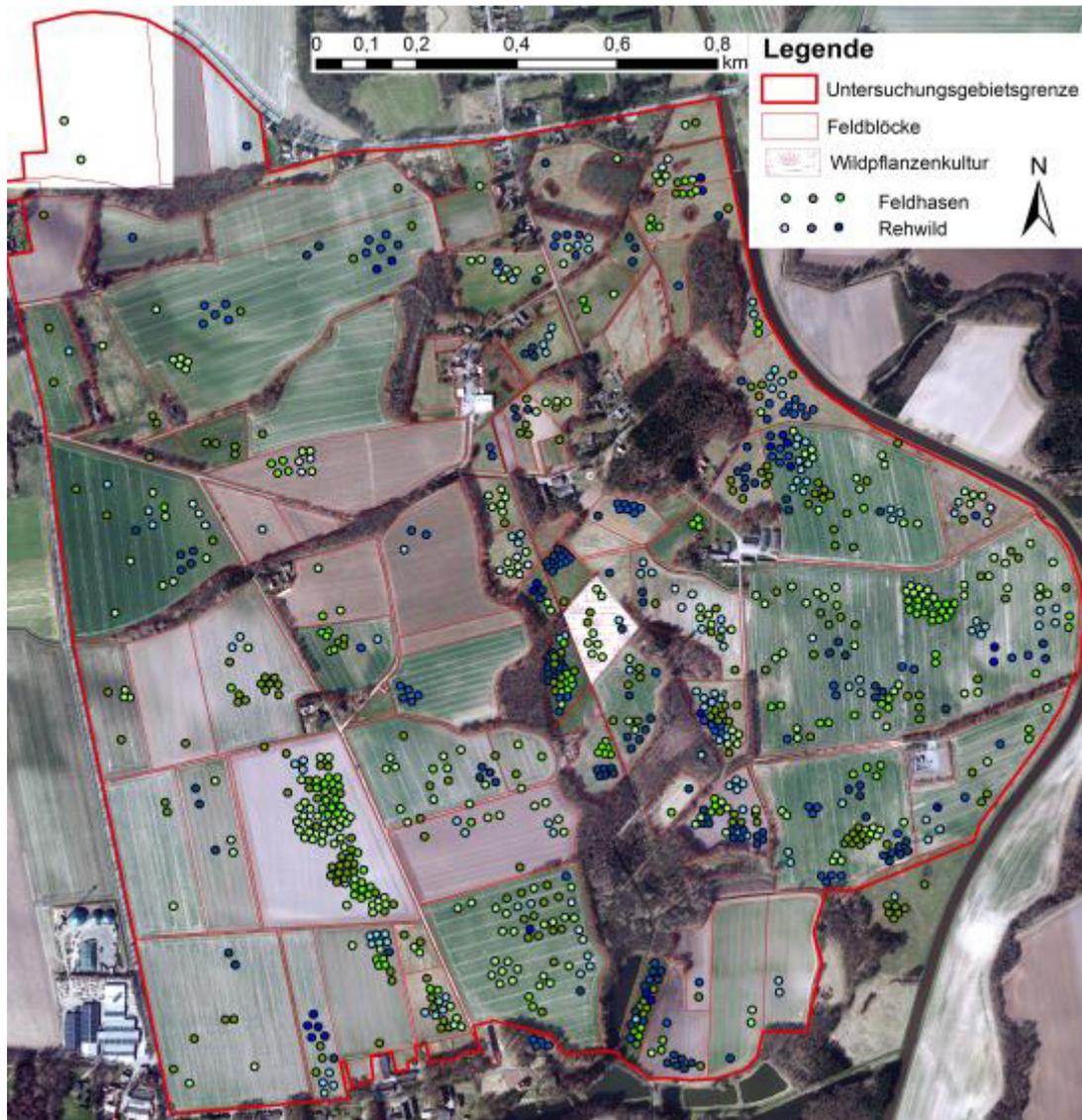


Abb. A 5: UG3 Goldenstedt, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen



Abb. A 6: UG3 Goldenstedt, Kamerastandorte



Abb. A 7: UG4 Essen, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen



Abb. A 8: UG4 Essen, Kamerastandorte

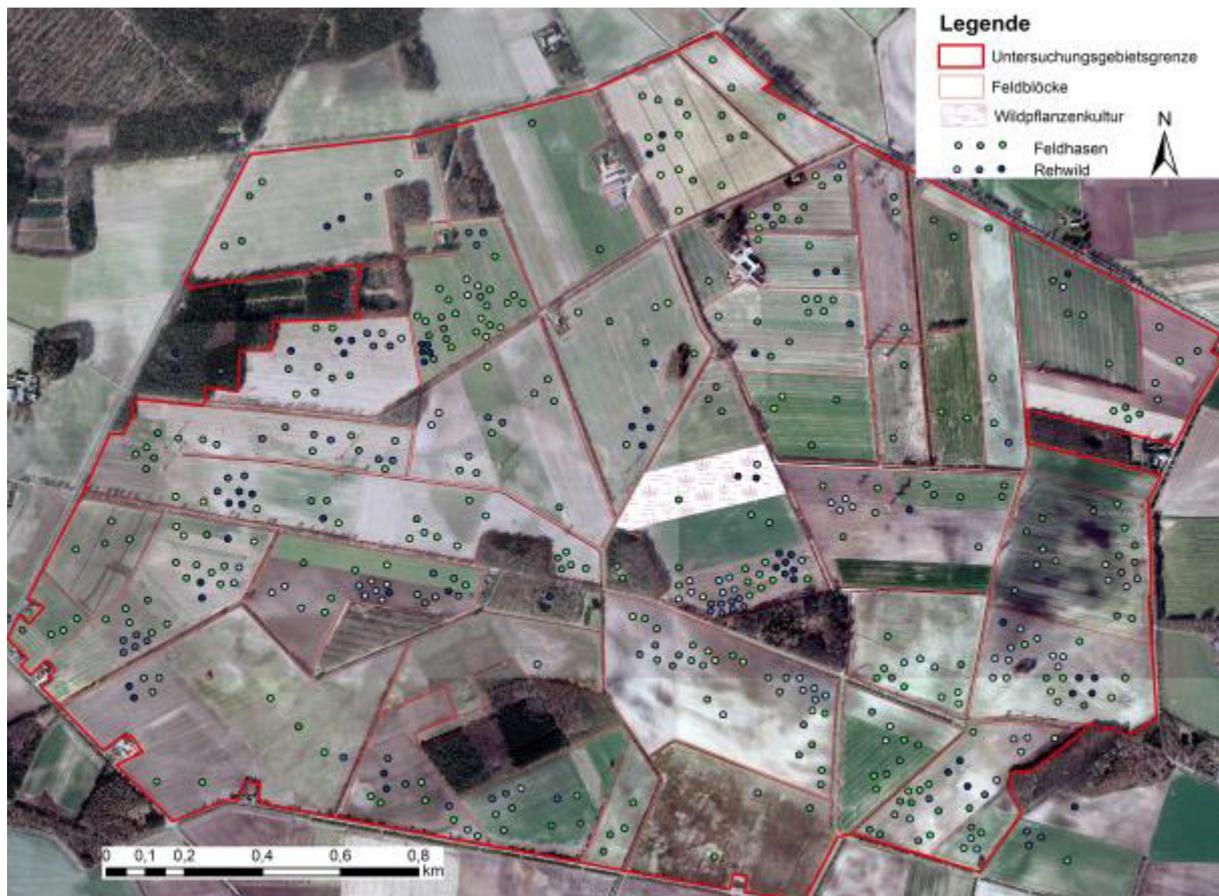


Abb. A 9: UG5 Lingen, Übersichtskarte und Verteilung aller Sichtungen von Feldhasen und Rehwild bei Wärmebildzählungen

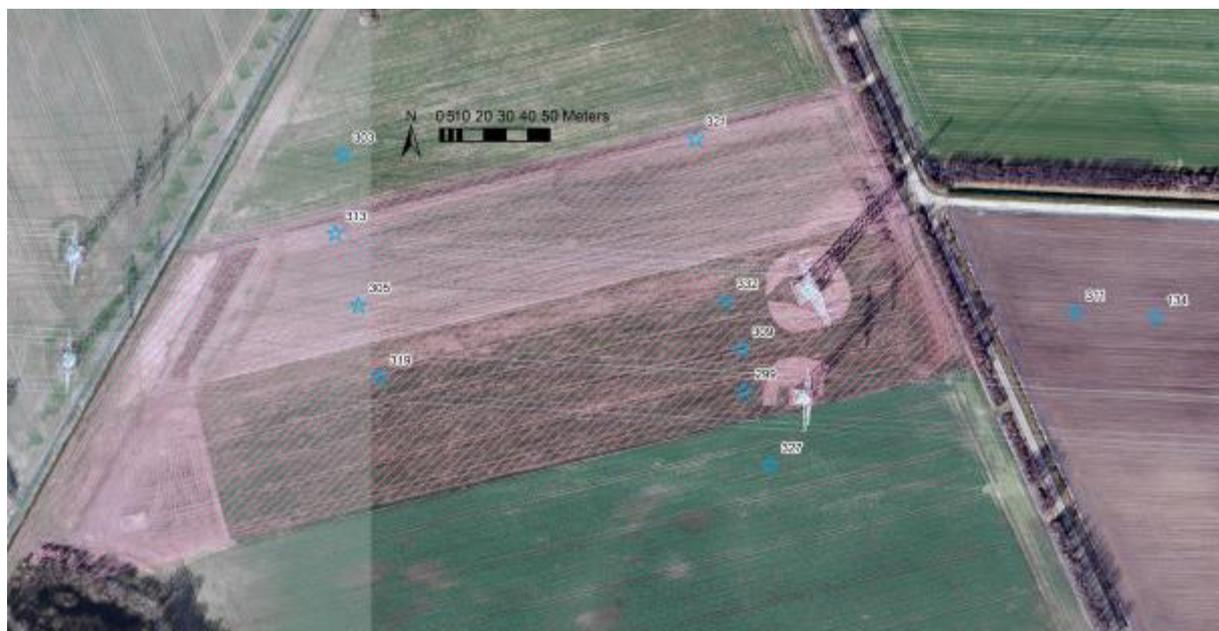


Abb. A 10: UG5 Lingen, Kamerastandorte

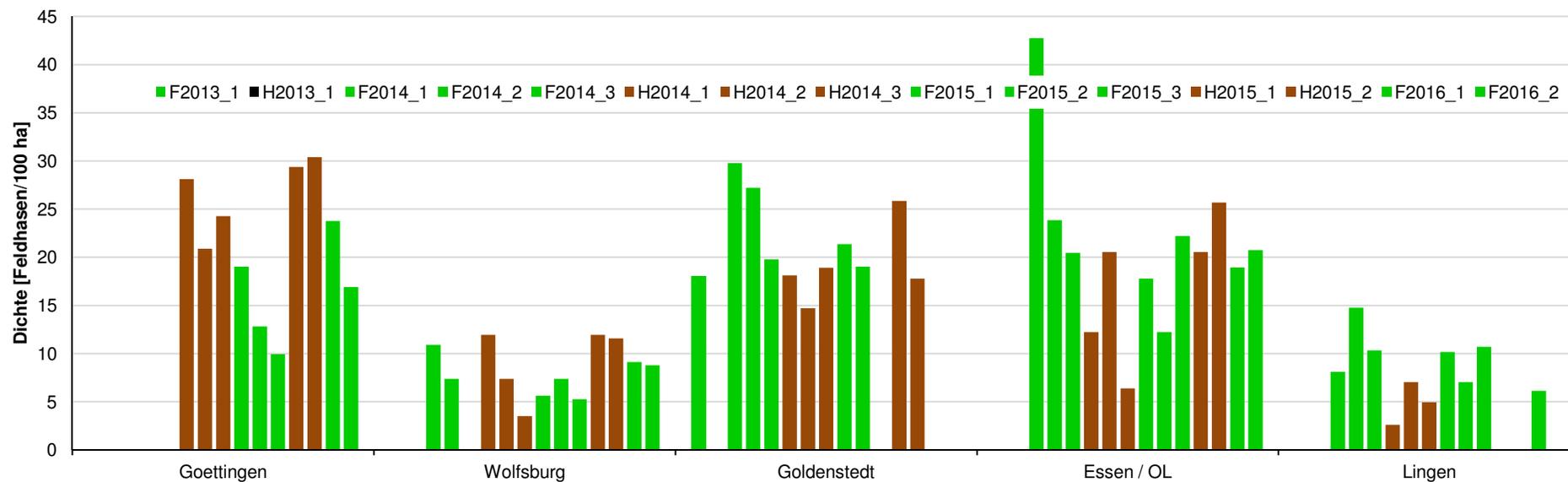


Abb. A 11: Dichten des Feldhasen bei den einzelnen Zählungen in den fünf Untersuchungsgebieten

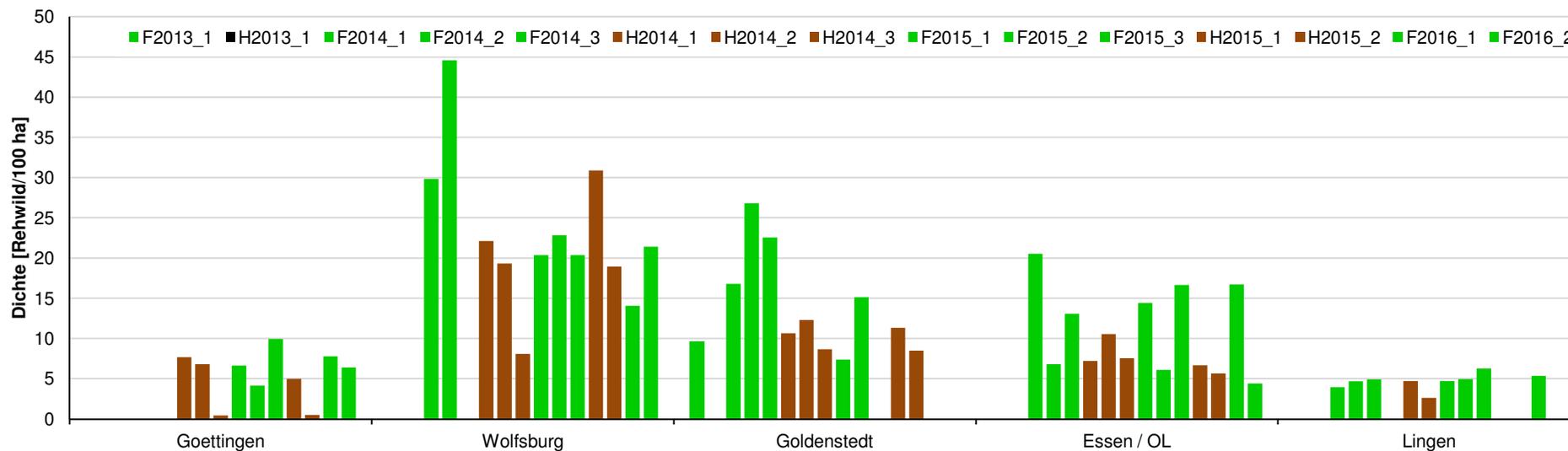


Abb. A 12: Dichten des Rehwilds bei den einzelnen Zählungen in den fünf Untersuchungsgebieten

Tab. A 2: Ergänzende Beschreibung der Flächen und zusätzliche Beobachtungen während der Zähltreiben Februar/März 2014, UG = Untersuchungsgebiet, Z = Nummer der Zählung

UG	ha	Beschreibung	Zusätzliche Beobachtungen
1 Göttingen	4,9	kein Zähltreiben	
2 Wolfsburg	2,0	Stoppeln ca. 40 cm hoch, lockerer Bestand, wenige kleine Stauden; wenig Deckung Umgebung: 1 Schütte, hohe Fasanenfrequentierung, hohes Deckungsangebot, viele Wasserflächen	Z1:3 Fuchslöcher, wenige Mäuse, 1 Sasse; 1 Rupfung neben der Fläche
3 Goldenstedt	1,7	Stoppeln ca. 30 cm hoch, geringe Staudendichte, sehr niedrig Umgebung: Mähwiese, Schafhaltung, viele Deckungsmöglichkeiten, Wald, Graben	Z1:2 alte & 2 frische Sassen; in Umgebung: 4 Hasen, 1 Reh, 1 Fasan, 1 Marder Z2: in Umgebung: 3 Hasen, 2 Rehe, 3 Fasanenhennen
4 Essen	3,8	geringe Höhe, geringe Boden-Deckung durch Stauden Umgebung: Wald, Hecken, viel Deckung	Z1: viele Mäuselöcher, Rehfährten, Huderplätze Z2: 5 Sassen, 5 Huderplätze
5 Lingen	5,2	nicht geerntet, Sonnenblumenreste ca. 1 m, lockerer Bestand, kleine etablierte Stauden	Z1: viele Mäuse Z2: 1 Waldschnepfe; 1 Fasan angrenzend im Wald Z3: 1 Reh angrenzend im Wald

Tab. A 3: Liste aller mittels Fotofallen (Wildpflanzen: 45, konventionelle Flächen: 34) nachgewiesenen Arten bzw. Artengruppen mit der Anzahl an Präsenzphasen pro Art und Habitat

Art	Göttingen			Wolfsburg			Goldenstedt			Essen			Lingen		
	WP	WX	gesamt	WP	WX	gesamt	WP	WX	gesamt	WP	WX	gesamt	WP	WX	gesamt
Wildschwein <i>Sus scrofa</i>	23	2	25	5		5	27	5	32	2		2	31		31
Rehwild <i>Capreolus capreolus</i>	148	21	169	1590	245	1835	804	359	1163	275	14	289	8	13	21
Feldhase <i>Lepus europaeus</i>	861	239	1100	324	54	378	712	317	1029	530	49	579	227	22	249
Wildkaninchen <i>Oryctolagus cuniculus</i>					28	28				35		35	1		1
Wolf <i>Canis lupus</i>							1		1						
Fuchs <i>Vulpes vulpes</i>	7	26	33	130	2	132	39	13	52	8		8	2	1	3
Marderhund <i>Nyctereutes procyonides</i>				5		5		8	8						
Waschbär <i>Procyon lotor</i>	219	13	232				1		1						
Dachs <i>Meles meles</i>	5	1	6	1		1	34	36	70				2	2	4
Steinmarder <i>Martes foina</i>				5		5							32	1	33
Baummarder <i>Martes martes</i>							1		1						
Marder (unbest.) <i>Martes spec.</i>					4	4	6	7	13	2	0	2	27	1	28
Hermelin <i>Mustela erminea</i>		1	1				9		9	6	1	7	1		1
Marderartige (unbest.)				3	1	4	10		10	2	0	2			
Feldhamster <i>Cricetus cricetus</i>										1		1	4		4
Wanderratte <i>Rattus norvegicus</i>		3	3	3	2	5	24	1	25	26	31	57	21	5	26
Mäuse/Kleinsäuger (unbest.)	33	2	35	495	217	712	201	202	403	2155	1580	3735	1655	416	2071
Igel <i>Erinaceus europaeus</i>	4		4												
Säuger (unbest.)	29	67	96	49	57	106	1		1	22	4	26	2	1	3
Jagdfasan <i>Phasianus colchicus</i>				553	39	592	1126	244	1370	29	127	156	499	31	530
Rebhuhn <i>Perdix perdix</i>	3		3												
Rabenkrähe <i>Corvus corone</i>	222	91	313	38	36	74	222	28	250	3	1	4	1873	265	2138
Eichelhäher <i>Garrulus glandarius</i>				1		1					14	14			
Rabenvogel (unbest.) <i>Corvidae</i>	29	18	47	10	5	15							1	3	4
Ringeltaube <i>Columba palumbus</i>				6	11	17	66	7	73	7	32	39	91		91
Graugans <i>Anser anser</i>					1	1	109	74	183						
Kanadagans <i>Branta canadensis</i>				1		1	96		96						
Nilgans <i>Alopochen aegyptiacus</i>					2	2	29	1	30						
Gänse (unbest.)				1		1	3		3				1		1
Stockente <i>Anas platyrhynchos</i>							234		234				2		2
Möwen (unbest.)					1	1							3		3
Kiebitz <i>Vanellus vanellus</i>							8		8						
Waldschnepfe <i>Scolopax rusticola</i>				10	12	22	1		1				5	1	6
Graureiher <i>Ardea cinerea</i>							6	4	10						
Kranich <i>Grus grus</i>							65	48	113						
Mäusebussard <i>Buteo buteo</i>	64		64	17	2	19	2	1	3				15		15
Falken (unbest.)					1	1	5		5				14		14
Eulen (unbest.)								2	2	2		2	4		4
Feldlerche <i>Alauda arvensis</i>	1		1	16	3	19	13	9	22	84	13	97	212	2	214
Amsel <i>Turdus merula</i>				61	1	62	1	1	2	231	97	328	294	2	296
Singvogel (unbest.)	164	47	211	328	68	396	280	225	505	351	605	956	575	9	584
Vogel (unbest.)	19	6	25	108	13	121	209	14	223	45	5	50	35	3	38
Reptilien				1		1									
Amphibien				1		1									
Tier unbekannt	16	8	24				1		1	225	14	239			

Tab. A 4: Statistische Werte der GAM für den Feldhasen

	Schätzwert	Standardfehler	z-Wert	Pr(> z)
(Intercept)	-3.886	0.374	-10.392	<0.001
2015	0.790	0.275	2.873	0.004
2016	2.335	0.346	6.752	<0.001
WpR	0.913	0.309	2.959	0.003
WP	1.219	0.265	4.600	<0.001
Essen	1.823	0.484	3.767	<0.001
Goettingen	0.078	0.468	0.166	0.868
Goldenstedt	1.105	0.438	2.524	0.012
Lingen	0.143	0.444	0.323	0.746

Ungefähre Signifikanz der Smoother

	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value
s(Monat)	3.754	8.000	10.440	0.025
s(InternID)	16.165	48.000	25.055	0.009
s(Distanz zu Strukturen)	1.630	1.890	2.296	0.361

Tab. A 5: Statistische Werte der GAM für das Rehwild

	Schätzwert	Standardfehler	z-Wert	Pr(> z)
(Intercept)	-2.215	0.481	-4.607	<0.001
2015	0.982	0.397	2.476	0.013
2016	2.440	0.474	5.153	<0.001
WpR	0.935	0.463	2.019	0.043
WP	0.971	0.395	2.458	0.014
Essen	-1.622	0.700	-2.316	0.021
Goettingen	-3.560	0.663	-5.370	<0.001
Goldenstedt	-1.065	0.581	-1.832	0.067
Lingen	-1.894	0.602	-3.145	0.002

Ungefähre Signifikanz der Smoother

	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value
s(Monat)	2.261	3.000	31.417	<0.001
s(InternID)	23.400	48.000	72.821	<0.001
s(Distanz zu Strukturen)	1.921	2.146	1.753	0.496

Tab. A 6: Statistische Werte der GAM für den Jagdfasan

	Schätzwert	Standardfehler	z-Wert	Pr(> z)
(Intercept)	-3.515	0.626	-5.618	<0.001
2015	4.687	0.599	7.829	<0.001
2016	-0.119	1.262	-0.094	0.925
WpR	0.484	0.595	0.814	0.416
WP	0.499	0.517	0.966	0.334
Essen	-1.110	0.890	-1.247	0.213
Goldenstedt	1.387	0.686	2.022	0.043
Lingen	2.367	0.706	3.354	0.001

Ungefähre Signifikanz der Smoother

	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value
s(Monat)	2.465	3.000	43.570	<0.001
s(InternID)	13.098	30.000	26.390	0.001
s(Distanz zu Strukturen)	3.368	3.765	10.700	0.074

Tab. A 7: Statistische Werte der GAM für den Rotfuchs

	Schätzwert	Standardfehler	z-Wert	Pr(> z)
(Intercept)	-5.908	0.735	-8.036	<0.001
2015	0.752	0.455	1.653	0.098
2016	1.062	0.567	1.871	0.061
WpR	1.126	0.698	1.613	0.107
WP	1.445	0.606	2.386	0.017
Essen	-1.863	0.971	-1.919	0.055
Goettingen	0.792	0.811	0.976	0.329
Goldenstedt	-0.877	0.905	-0.969	0.333
Lingen	-2.481	1.275	-1.946	0.052

Ungefähre Signifikanz der Smoother

	edf	Ref.df	Chi.sq	p-value
s(Monat)	0.933	3.000	1.466	0.221
s(InternID)	16.310	48.000	29.018	0.004
s(Distanz zu Strukturen)	1.001	1.001	0.853	0.356

Tab. A 8: Eignung der einzelnen Pflanzenarten in den Wildpflanzenmischungen als Bienentracht

BG 70						
bot. Name	Name	Inhalt in %	Blütezeit	Nutzen für:	Nektar	Pollen
Centaurea nigra	schwarze Flockenblume	20,0	Jun.-Sep.	Wild- und Honig-Bienen, Hummeln, Wespen, Schmetterlinge	reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Onobrychis viciifolia	Espарsette	9,0	Mai-Jul.		sehr reiches Nektarangebot	sehr reiches Pollenangebot
Fagopyron esculentum	Buchweizen	8,0	Jul.-Sep.		sehr reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Melilotus officinalis	gelber Steinklee	7,0	Mai-Sep.		sehr reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Helianthus annuus	Sonnenblume einköpfig	6,5	Jul.-Sep.	Bienen, Hummeln, Fliegen, Schmetterlinge	reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Malva verticiliata	Quirlmalve	6,0	Jul.-Sep.	Wild- und Honig-Bienen, Hummeln	gutes Nektarangebot	geringes Pollenangebot
Melilotus albus ADELE	weißer Steinklee	6,0	Mai-Sep.		sehr reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Althaea officinalis	Eibisch	5,5	Jul-Sep.		geringes Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Tanacetum vulgare	Rainfarn	5,0	Jul.-Sep.		mäßiges Nektarangebot	mäßiges Pollenangebot
Inula helenium	Alant	5,0	Jul.-Aug.	Wild- und Honig-Bienen	mittleres Nektarangebot	mittleres Pollenangebot
BG 80						
bot. Name	Name	Inhalt in %	Blütezeit	Nutzen für:	Nektar	Pollen
Melilotus albus ADELE	weißer Steinklee	20	Jun.-Aug.		sehr reiches Nektarangebot	mittleres Pollenangebot
Helianthus annuus einköpfig	Sonnenblume einköpfig	15	Jul.-Sep.	Bienen, Hummeln, Fliegen, Schmetterlinge	reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Malva verticiliata	Quirlmalve	15	Jul.-Sep.	Wild- und Honig-Bienen, Hummeln	gutes Nektarangebot	geringes

						Pollenangebot
Malva sylvestris k	wilde Malve	11	Mai-Sep.		gutes Nektarangebot	geringes Pollenangebot
Melilotus officinalis	gelber Steinklee	10	Mai-Sep.		sehr reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Guizotia abyssinia	Ramtillkraut	8	???	???	???	???
BG 90						
bot. Name	Name	Inhalt in %	Blütezeit	Nutzen für:	Nektar	Pollen
Ansaathilfe	Sojaschrot	30	---	---	---	---
Centaurea nigra	schwarze Flockenblume	16,5	Jun.-Sep.	Wild- und Honig-Bienen, Hummeln, Wespen, Schmetterlinge	reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Malva sylvestris	wilde Malve	8	Mai-Sep.		gutes Nektarangebot	geringes Pollenangebot
Melilotus officinalis	gelber Steinklee	7	Mai-Sep.		sehr reiches Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Onobrychis viciifolia	Espartette	7	Mai-Jul.		sehr reiches Nektarangebot	sehr reiches Pollenangebot
Althaea officinalis	Eibisch	5,5	Jul-Sep.		geringes Nektarangebot	reiches Pollenangebot
Tanacetum vulgare	Rainfarn	5	Jul.-Sep.		mäßiges Nektarangebot	mäßiges Pollenangebot

Tab. A 9: Wuchshöhen [m] und Deckungsgrade [%] der Wildpflanzen bei der „Bonitur“ 2014

		Allgemein	Steinklee	Flockenblume	Rainfarn	Beifuß	Malve	Deckungsgrad allgemein	Beikräuter	WP	
Essen	25.06.2014	geruchlose Kamille in den Randbereichen								15.00	75.00
FL1		2.20					2.20				
FL2		1.80									
FL3		2.20									
Goldenstedt	25.06.2014	Starke Bodendeckung durch Gräser, geruchlose Kamille									
FL1		1.00	0.50	0.30	0.30	0.30		100.00	90.00	20.00	
FL2		1.40	0.60	1.20	0.50	0.70		100.00	60.00	60.00	
FL3		1.30	0.40	1.00	0.60	0.50		95.00	70.00	40.00	
Wolfsburg	02.07.2014										
FL1		1.90	1.50	0.50	1.00	1.30		97.00	1.00	97.00	
FL2		2.70	2.00	1.00	1.20	1.10		97.00	1.00	97.00	
FL3		2.60	2.10	1.20	1.00	0.90	2.00	97.00	1.00	97.00	
Jerxheim	02.07.2014										
FL1		1.80	1.80	1.20	0.90	0.50		80.00	50.00	50.00	
FL2		1.30	1.40	0.90	1.00	0.90		70.00	40.00	50.00	
FL3		1.40	1.50	1.70	1.00	0.60		90.00	50.00	50.00	
Lingen	04.07.2014										
FL1		1.65		1.30	1.00	1.10	1.60	70.00	2.00	70.00	
FL2		2.30		1.20	0.40			60.00	0.50	60.00	
FL3		2.30		1.00	0.30			45.00	1.00	44.00	
Göttingen	14.08.2014										
FL1		1.40	1.20		0.20	1.10	1.40	70.00	1.00	80.00	
FL2		1.30	1.00	0.05	0.40	0.50	1.30	70.00	1.00	80.00	
FL3		1.50	1.10	0.05	0.40	1.00	1.30	80.00	1.00	80.00	
Wietzendorf	02.09.2014										
FL1		1.30	0.12	75.00	65.00	1.10		60.00	5.00	65.00	
FL2		1.20	0.12	70.00	55.00	90.00		50.00	1.00	50.00	
FL3		0.90		0.70	0.50	0.60		60.00	1.00	60.00	

Tab. A 10: Wuchshöhen [m] und Deckungsgrade [%] Wildpflanzen bei der „Bonitur“ 2016

		Allgemein	Steinklee	Flockenblume	Rainfarn	Beifuß	Malve	Deckungsgrad allgemein	Beikräuter	WP
Wolfsburg	20.07.2016	Kaum WP-Mischung, Lücken im Feld, viele Bodendecker kaum Ampfer (10%) sehr trockener Boden								
FL1		1.30		1.10	1.60			80.00	70.00	10.00
FL2		1.20		1.10	1.60		0.80	90.00	70.00	20.00
FL3		1.30		1.10	1.60		0.70	90.00	60.00	30.00
FL4		1.50			1.60					
Goldenstedt	04.07.2016	Kaum noch WP- Mischung, Riesenampfer (40%) Binsen (30%) Gräser (30%) sehr "patchy und nass" Rand stark vergrast (80%)								
FL1		1.50		1.30				100.00	70.00	30.00
FL2		1.30		1.30				90.00	80.00	10.00
FL3		1.30		1.30	0.90			100.00	20.00	80.00
FL4		1.30		1.30	1.00			100.00	40.00	60.00
Essen	04.07.2016	Rand ca. 20 m überwiegend Brennnessel und Riesenampfer Lichtnelke (30%) Rainfarn überwiegend umgekippt								
FL1		1.70			1.70	1.00		100.00	< 5	100.00
FL2		1.90			1.90			100.00	< 5	100.00
FL3		1.80		1.50	1.80	1.50		100.00	< 5	100.00
FL4		1.80		1.20	1.80	1.80		95.00	< 5	95.00
Göttingen	05.07.2016									
FL1		1.60		1.40	1.40	2.20	1.70	100.00	1.00	99.00
FL2		2.20		1.40	1.70	2.20	1.50	100.00	0.00	100.00
FL3		1.40		1.40	1.40	1.80	1.60	100.00	10.00	90.00
FL4		1.80		1.50	1.70	2.50	1.60	100.00	0.00	100.00

Tab. A 11: Deckungsgrade [%] der Wildpflanzen bei der „Bonitur“

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Essen OL	25.06.2014				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Essen OL	25.06.2014				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Essen OL	25.06.2014				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Essen OL	25.06.2014				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Essen OL	25.06.2014				
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Essen OL	25.06.2014				
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Essen OL	25.06.2014	5			
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Essen OL	25.06.2014	5			
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Essen OL	25.06.2014				
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Essen OL	25.06.2014				
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Essen OL	25.06.2014				
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Essen OL	25.06.2014				
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Essen OL	25.06.2014				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Essen OL	25.06.2014				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Essen OL	25.06.2014				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Essen OL	25.06.2014				
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Essen OL	25.06.2014	60			
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Essen OL	25.06.2014				
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Essen OL	25.06.2014				
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Essen OL	25.06.2014				
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparssette	Essen OL	25.06.2014				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Essen OL	25.06.2014				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke	Essen OL	25.06.2014				
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Essen OL	25.06.2014				
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Essen OL	25.06.2014	5			
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Essen OL	25.06.2014				

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Goldenstedt	25.06.2014				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Goldenstedt	25.06.2014				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Goldenstedt	25.06.2014				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Goldenstedt	25.06.2014				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Goldenstedt	25.06.2014				
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Goldenstedt	25.06.2014			1	
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Goldenstedt	25.06.2014	1	5	4	
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Goldenstedt	25.06.2014	10	10	4	
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Goldenstedt	25.06.2014				
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Goldenstedt	25.06.2014				
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Goldenstedt	25.06.2014				
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Goldenstedt	25.06.2014				
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Goldenstedt	25.06.2014				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Goldenstedt	25.06.2014				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Goldenstedt	25.06.2014				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Goldenstedt	25.06.2014				

8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Goldenstedt	25.06.2014	10	4	4
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Goldenstedt	25.06.2014		1	1
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Goldenstedt	25.06.2014		1	
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Goldenstedt	25.06.2014	5	4	1
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette	Goldenstedt	25.06.2014			
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Goldenstedt	25.06.2014			
0.10	<i>Silene alba</i>	Weiße Lichtnelke	Goldenstedt	25.06.2014			
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Goldenstedt	25.06.2014			
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Goldenstedt	25.06.2014	5	4	4
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Goldenstedt	25.06.2014			

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Wolfsburg	02.07.2014				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Wolfsburg	02.07.2014				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Wolfsburg	02.07.2014				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Wolfsburg	02.07.2014				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Wolfsburg	02.07.2014	1			
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Wolfsburg	02.07.2014				
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Wolfsburg	02.07.2014	10	10	4	
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Wolfsburg	02.07.2014	2	4	2	
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Wolfsburg	02.07.2014	2	1	2	
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Wolfsburg	02.07.2014	1			
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Wolfsburg	02.07.2014		2		
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Wolfsburg	02.07.2014				
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Wolfsburg	02.07.2014				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Wolfsburg	02.07.2014				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Wolfsburg	02.07.2014				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Wolfsburg	02.07.2014				
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Wolfsburg	02.07.2014	30	20	40	
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Wolfsburg	02.07.2014		1		
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Wolfsburg	02.07.2014	30	40	40	
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Wolfsburg	02.07.2014	30	30	20	
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette	Wolfsburg	02.07.2014				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Wolfsburg	02.07.2014				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weiße Lichtnelke	Wolfsburg	02.07.2014				
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Wolfsburg	02.07.2014				
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Wolfsburg	02.07.2014	10	10	4	
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Wolfsburg	02.07.2014				

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Jerxheim	02.07.2014				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Jerxheim	02.07.2014				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Jerxheim	02.07.2014				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Jerxheim	02.07.2014				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Jerxheim	02.07.2014				
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Jerxheim	02.07.2014	10	4	4	

0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Jerxheim	02.07.2014	4	4	4
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Jerxheim	02.07.2014	7	10	10
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Jerxheim	02.07.2014		2	1
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Jerxheim	02.07.2014	1	4	1
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Jerxheim	02.07.2014			
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Jerxheim	02.07.2014			
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Jerxheim	02.07.2014			
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Jerxheim	02.07.2014			
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Jerxheim	02.07.2014			
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Jerxheim	02.07.2014			
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Jerxheim	02.07.2014	10	10	10
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Jerxheim	02.07.2014			
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Jerxheim	02.07.2014	1	4	4
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Jerxheim	02.07.2014	2	4	10
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette	Jerxheim	02.07.2014			
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Jerxheim	02.07.2014			
0.10	<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke	Jerxheim	02.07.2014	2	4	4
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Jerxheim	02.07.2014	2		
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Jerxheim	02.07.2014	20	10	10
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Jerxheim	02.07.2014			

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Lingen	04.07.2014				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Lingen	04.07.2014				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Lingen	04.07.2014				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Lingen	04.07.2014				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Lingen	04.07.2014				
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Lingen	04.07.2014	10			
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Lingen	04.07.2014	4			
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Lingen	04.07.2014	30	10	10	
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Lingen	04.07.2014				
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Lingen	04.07.2014				
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Lingen	04.07.2014				
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Lingen	04.07.2014				1
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Lingen	04.07.2014				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Lingen	04.07.2014				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Lingen	04.07.2014				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Lingen	04.07.2014				
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Lingen	04.07.2014	30	40	30	
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Lingen	04.07.2014				
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Lingen	04.07.2014				
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Lingen	04.07.2014				
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette	Lingen	04.07.2014				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Lingen	04.07.2014				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke	Lingen	04.07.2014				
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Lingen	04.07.2014				
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Lingen	04.07.2014	4	4	4	

0.20 *Verbascum ssp.* Königskerze Lingen 04.07.2014

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Göttingen	14.08.2014	2	1	2	
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Göttingen	14.08.2014				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Göttingen	14.08.2014				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Göttingen	14.08.2014	2	1	2	
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Göttingen	14.08.2014				
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Göttingen	14.08.2014				
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Göttingen	14.08.2014	1	2	10	
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Göttingen	14.08.2014	2	2	4	
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Göttingen	14.08.2014				
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Göttingen	14.08.2014				
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Göttingen	14.08.2014				
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Göttingen	14.08.2014				
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Göttingen	14.08.2014				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Göttingen	14.08.2014				1
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Göttingen	14.08.2014				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Göttingen	14.08.2014	4	10	20	
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Göttingen	14.08.2014	30	40	10	
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Göttingen	14.08.2014				
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Göttingen	14.08.2014	30	30	40	
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Göttingen	14.08.2014				
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette	Göttingen	14.08.2014				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Göttingen	14.08.2014				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke	Göttingen	14.08.2014				
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Göttingen	14.08.2014				
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Göttingen	14.08.2014	2	1	2	
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Göttingen	14.08.2014				

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Wietzendorf	02.09.2014				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Wietzendorf	02.09.2014				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Wietzendorf	02.09.2014				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Wietzendorf	02.09.2014				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Wietzendorf	02.09.2014				
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Wietzendorf	02.09.2014	4	4	2	
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Wietzendorf	02.09.2014	10	10	10	
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Wietzendorf	02.09.2014	30	30	30	
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Wietzendorf	02.09.2014	2	4	4	
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Wietzendorf	02.09.2014	2	2	4	
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Wietzendorf	02.09.2014			2	1
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Wietzendorf	02.09.2014				
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Wietzendorf	02.09.2014				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Wietzendorf	02.09.2014				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Wietzendorf	02.09.2014				

3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Wietzendorf	02.09.2014				
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Wietzendorf	02.09.2014	4	1	1	
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Wietzendorf	02.09.2014				
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Wietzendorf	02.09.2014	1	1		
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Wietzendorf	02.09.2014				
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette	Wietzendorf	02.09.2014				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Wietzendorf	02.09.2014				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke	Wietzendorf	02.09.2014	4	2		
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Wietzendorf	02.09.2014	4			
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Wietzendorf	02.09.2014	30	30	30	
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Wietzendorf	02.09.2014				2

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Essen	04.07.2016				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtilkraut	Essen	04.07.2016				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Essen	04.07.2016				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Essen	04.07.2016				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Essen	04.07.2016				
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Essen	04.07.2016				
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Essen	04.07.2016				
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Essen	04.07.2016	1		1	
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Essen	04.07.2016	3		5	10
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Essen	04.07.2016				
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Essen	04.07.2016				
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Essen	04.07.2016				
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Essen	04.07.2016				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Essen	04.07.2016				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Essen	04.07.2016				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Essen	04.07.2016				
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Essen	04.07.2016	2			
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Essen	04.07.2016				
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Essen	04.07.2016				
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Essen	04.07.2016	1			
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette	Essen	04.07.2016				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Essen	04.07.2016				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke	Essen	04.07.2016	15	15	10	5
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Essen	04.07.2016	5	5	5	
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Essen	04.07.2016	80	80	80	80
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Essen	04.07.2016				

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Goldenstedt	04.07.2016				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtilkraut	Goldenstedt	04.07.2016				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Goldenstedt	04.07.2016				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Goldenstedt	04.07.2016				

5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Goldenstedt	04.07.2016	10	5		
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Goldenstedt	04.07.2016				
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Goldenstedt	04.07.2016				
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Goldenstedt	04.07.2016	50	5	75	50
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Goldenstedt	04.07.2016				
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Goldenstedt	04.07.2016				
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Goldenstedt	04.07.2016	1			1
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Goldenstedt	04.07.2016				
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Goldenstedt	04.07.2016				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Goldenstedt	04.07.2016				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Goldenstedt	04.07.2016				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Goldenstedt	04.07.2016				
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Goldenstedt	04.07.2016				
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Goldenstedt	04.07.2016				
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Goldenstedt	04.07.2016				
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Goldenstedt	04.07.2016				
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparssette	Goldenstedt	04.07.2016				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Goldenstedt	04.07.2016				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weiße Lichtnelke	Goldenstedt	04.07.2016				
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Goldenstedt	04.07.2016				
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Goldenstedt	04.07.2016				
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Goldenstedt	04.07.2016				

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Göttingen	05.07.2016				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Göttingen	05.07.2016				
6.00	<i>Malva verticiliata</i>	Quirlmalve	Göttingen	05.07.2016				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Göttingen	05.07.2016				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Göttingen	05.07.2016				
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Göttingen	05.07.2016				
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Göttingen	05.07.2016	30	40	10	50
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Göttingen	05.07.2016	40	20	50	20
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Göttingen	05.07.2016				
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Göttingen	05.07.2016				
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Göttingen	05.07.2016	10			5
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Göttingen	05.07.2016	5			
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Göttingen	05.07.2016				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Göttingen	05.07.2016				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Göttingen	05.07.2016				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Göttingen	05.07.2016				
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Göttingen	05.07.2016	10	5	20	20
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Göttingen	05.07.2016				
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Göttingen	05.07.2016				
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Göttingen	05.07.2016				
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparssette	Göttingen	05.07.2016				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Göttingen	05.07.2016				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weiße Lichtnelke	Göttingen	05.07.2016				

0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Göttingen	05.07.2016				
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Göttingen	05.07.2016	5	30	5	20
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Göttingen	05.07.2016				

%	Botanischer Name	Name	Ort	Datum	FL1	FL2	FL3	FL4
4.00	<i>Fagopyron esculentum</i>	Buchweizen	Wolfsburg	20.07.2016				
2.00	<i>Guizotia</i>	Ramtillkraut	Wolfsburg	20.07.2016				
6.00	<i>Malva verticillata</i>	Quirlmalve	Wolfsburg	20.07.2016				
18.00	<i>Helianthus annuus</i>	Sonnenblume	Wolfsburg	20.07.2016				
5.60	<i>Althaea officinalis</i>	Echter Eibisch	Wolfsburg	20.07.2016	5			3
0.10	<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	Wolfsburg	20.07.2016				
0.50	<i>Artemisia vulgaris</i>	Beifuß	Wolfsburg	20.07.2016				
18.00	<i>Centaurea nigra</i>	Schwarze Flockenblume	Wolfsburg	20.07.2016	30		15	5
1.00	<i>Cichorium intybus</i>	Wegwarte	Wolfsburg	20.07.2016				
0.10	<i>Daucus carota</i>	Wilde Möhre	Wolfsburg	20.07.2016				
0.50	<i>Dipsacus sylvestris</i>	Wilde Karde	Wolfsburg	20.07.2016				
0.50	<i>Echium vulgare</i>	Natternkopf	Wolfsburg	20.07.2016			2	
1.00	<i>Foeniculum vulgare</i>	Fenchel	Wolfsburg	20.07.2016				
4.00	<i>Inula helenium</i>	Echter Alant	Wolfsburg	20.07.2016				
0.50	<i>Malva alcea</i>	Siegmarswurz	Wolfsburg	20.07.2016				
3.00	<i>Malva mauritanica</i>	Futtermalve	Wolfsburg	20.07.2016				
8.00	<i>Malva sylvestris</i>	Wilde Malve	Wolfsburg	20.07.2016	10	5	1	
2.00	<i>Medicago sativa</i>	Luzerne	Wolfsburg	20.07.2016				
7.00	<i>Melilotus albus</i>	Weißer Steinklee	Wolfsburg	20.07.2016				
7.00	<i>Melilotus officinalis</i>	Gelber Steinklee	Wolfsburg	20.07.2016				
7.00	<i>Onobrychis viciifolia</i>	Esparsette	Wolfsburg	20.07.2016				
0.30	<i>Reseda luteola</i>	Färberresede	Wolfsburg	20.07.2016				
0.10	<i>Silene alba</i>	Weißer Lichtnelke	Wolfsburg	20.07.2016				
0.20	<i>Silene dioica</i>	Rote Lichtnelke	Wolfsburg	20.07.2016				
3.50	<i>Tanacetum vulgare</i>	Rainfarn	Wolfsburg	20.07.2016	70	50	60	10
0.20	<i>Verbascum ssp.</i>	Königskerze	Wolfsburg	20.07.2016				

Abb. A 13: Eine Auswahl an Bildern





Camera Name 37F2°C ● 02-20-2015 18:28:43



Camera Name 32F0°C ● 02-18-2015 18:35:26



Camera Name 59F15°C ● 04-28-2014 19:55:02



Camera Name 73F22°C ● 07-23-2014 20:17:21



Camera Name 41F0°C ● 01-13-2015 13:55:33



Camera Name 66F20°C ● 04-26-2015 10:25:45



Camera Name 59F15°C ○ 05-01-2015 08:45:16



Camera Name 59F15°C ○ 04-30-2015 16:07:41





Camera Name 73F22C 09-08-2014 12:57:50



Camera Name 62F16C 07-28-2015 17:15:18



Camera Name 48F7C 04-24-2015 08:20:18



Camera Name 30F-1C 01-20-2015 12:14:14



Camera Name 55F12C 07-12-2015 06:31:59



Camera Name 50F10C 04-07-2015 09:05:19



Camera Name 53F11C 06-29-2015 05:47:19



Camera Name1011.9mb 10C 06-01-2014 07:27:12



Camera Name1012.6mb → 30°C ● 05-30-2014 08:02:43



Camera Name1008.7mb ↓ 34°C ● 06-06-2014 07:53:30



Camera Name0 82F10°C ● 06-20-2014 18:30:49



Camera Name 57F13°C ● 10-02-2014 17:18:37



Camera Name 37F2°C ● 11-25-2014 22:51:58



Camera Name 71F21°C ● 06-04-2014 18:09:12



Camera Name0 77F25°C ● 08-06-2014 11:21:46



Camera Name 51F10°C ● 08-27-2014 19:55:12



Camera Name : 42F5°C 06-15-2014 03:24:42



Camera Name : 45F8°C 06-03-2014 01:15:25



Camera Name : 48F8°C 10-25-2014 21:48:56



Camera Name : 51F10°C 07-12-2015 05:46:00



Camera Name : 41F5°C 06-02-2014 04:37:16



Camera Name : 55F12°C 07-17-2014 05:44:27



Camera Name : 41F5°C 07-01-2014 03:58:14



Camera Name : 59F15°C 07-15-2014 22:01:56





Camera Name 77F25C ● 05-05-2014 13:38:36



Camera Name 55F12C ● 05-22-2014 05:36:15



Camera Name 55F12C ● 06-22-2014 07:41:29



Camera Name 53F11C ○ 05-11-2014 12:38:15



Camera Name 70F21C ● 07-02-2014 12:25:53



Camera Name 75F23C ● 06-23-2014 16:19:02



Camera Name 79F26C ○ 06-14-2014 13:48:46



Camera Name 53F11C ○ 08-13-2014 07:22:41