

Hans Eisenmann-Forum

10. Agrarwissenschaftliches Symposium

26. September 2019

Biodiversität in der Agrarlandschaft:

Messen – Fördern - Gestalten

Tagungsband



Impressum

Herausgeber:
World Agricultural Systems Center
Hans Eisenmann-Forum für Agrarwissenschaften
der Technischen Universität München
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising
Tel: +49.8161.71.3464
Fax: +49.8161.71.2899
E-Mail: Hans-Eisenmann-Forum@tum.de
Internet: www.hef.tum.de

Redaktion:
Claudia R. Luksch
Foto Titelseite:
Johannes Kollmann

Vorwort

Die Landwirtschaft bewegt sich heute im Konfliktfeld scheinbar kaum vereinbarer Anforderungen wie der Bereitstellung von Lebensmitteln für eine stetig wachsende Weltbevölkerung und den gesellschaftlichen Leitthemen der Ernährungssicherung/-sicherheit, Klimawandel und Schutz von Umwelt und Biodiversität.

Im Rahmen des eintägigen Symposiums am Hans Eisenmann-Forum werden vielfältige Fragen rund um das Themenfeld Biodiversität in der Agrarlandschaft aufgegriffen und diskutiert:

- Funktioniert ein Schutz von Umwelt und Biodiversität nur durch Ausklammern menschlicher Nutzung?
- Welche Möglichkeiten haben wir, um Biodiversität zu erfassen und zu messen? Wie können neue Methoden und Technologien hier sinnvoll und effektiv genutzt werden?
- Wie können Biodiversität und Ökosystemleistungen identifiziert und bewertet werden und in der Landwirtschaft erfasst und integriert werden?
- Welche Auswirkungen haben unterschiedliche Praktiken, Maßnahmen und neue Ansätze in der Landwirtschaft auf die Biodiversität?

Es geht auch darum, die scheinbaren Gegensätze zwischen Landwirtschaft und Gesellschaft zu überbrücken und statt einem Gegeneinander ein Miteinander zu finden.

Wir freuen uns, Sie zum diesjährigen Agrarwissenschaftlichen Symposium des Hans Eisenmann-Forums in Weihenstephan begrüßen zu dürfen und wünschen Ihnen einen abwechslungsreichen Tag mit spannenden, informativen Beiträgen und anregenden Diskussionen.

Ihr Team des Hans Eisenmann-Forums

Das **Hans Eisenmann-Forum für Agrarwissenschaften** verbindet die agrarwissenschaftlich orientierten Professuren der Technischen Universität München. Schwerpunkte sind die Vernetzung der agrarwissenschaftlichen Forschung, die Initiierung gemeinsamer Forschungsvorhaben, die Vermittlung fachlicher Expertise und die Förderung des Wissenstransfers durch Vortragsveranstaltungen und Symposien für Wissenschaftler, Studierende, Praktiker und Experten der Agrarwirtschaft.

www.hef.tum.de

Programm

Begrüßung

- **09:00**

Moderation

Tobias Chmura

Vorträge

- **09:15 – 10:15**
Prof. em. Dr. Wolfgang Haber
Technische Universität München
Zur Problematik der Vereinbarkeit von Biodiversitätserhaltung und Landnutzung
- **10:15 – 10:45**
Dr. Tina Heger
Technische Universität München und Universität Potsdam
Umweltethische Impulse für ein Miteinander von Mensch und Natur

10:45 – 11:15 Kaffeepause/Posterausstellung

- **11:15 – 11:45**
Dr. Andree Hamm
Rheinische Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn
DNA-Barcoding der Diversität in den Agrarökosystemen
- **11:50 – 12:20**
Dr. Wolfgang Vautz
Leibniz-Institut für analytische Wissenschaften
**Biodiversitätsmonitoring mit künstlichen Augen, Ohren und Nasen
– das AMMOD-Projekt**
- **12:25 – 12:55**
Dr. Marco Körner
Technische Universität München
**Potentiale der Fernerkundung und des maschinellen Lernens für die Erkennung von
Agrarumweltmaßnahmen**

12:55 – 14:20 Mittagspause/Posterausstellung

▪ **14:25 – 14:55**

Prof. Dr. Johannes Kollmann

Technische Universität München

Agrarlandschaften: ausgeräumt und jetzt wieder eingeräumt?

▪ **15:00 – 15:30**

Dr. Petra Dieker

Thünen-Institut

Zielorientierte und effiziente Maßnahmen zur Erhöhung der Biodiversität in Agrarökosystemen

15:30 – 15:50 Kaffeepause/Posterausstellung

▪ **16:00 – 16:30**

Prof. Dr. Bettina Matzdorf

Universität Hannover und ZALF

Innovative Governance Ansätze zur Bereitstellung von Biodiversität und Ökosystemleistungen in Agrarlandschaften

Podiumsdiskussion mit allen Referenten

▪ **16:40 – 17:15**

Schlussworte

▪ **ca. 17:30**

Abstracts

Inhaltsverzeichnis Vorträge

Zur Problematik der Vereinbarkeit von Biodiversitätserhaltung und Landnutzung <i>Prof. Dr. Wolfgang Haber</i>	11
Umweltethische Impulse für ein Miteinander von Mensch und Natur <i>Dr. Tina Heger</i>	15
DNA-Barcoding der Diversität in den Agrarökosystemen <i>Dr. Andree Hamm</i>	19
Biodiversitätsmonitoring mit künstlichen Augen, Ohren und Nasen- das AMMOD-Projekt <i>Dr. Wolfgang Vautz</i>	25
Potentiale der Fernerkundung und des maschinellen Lernens für für die Erkennung von Agrarumweltmaßnahmen <i>Dr. Marco Körner</i>	29
Agrarlandschaften: ausgeräumt und jetzt wieder eingeräumt? <i>Prof. Dr. Johannes Kollmann</i>	35
Zielorientierte und effiziente Maßnahmen zur Erhöhung der Biodiversität in Agrarökosystemen <i>Dr. Petra Dieker</i>	39
Innovative Governance Ansätze zur Bereitstellung von Biodiversität und Ökosystemleistungen in Agrarlandschaften <i>Prof. Dr. Bettina Matzdorf</i>	43

Inhaltsverzeichnis Poster*Themenbereich Biodiversität*

Drivers of ecosystem services in heterogeneous landscapes under climate change <i>L. Argens, S. Meyer, W. Weisser</i>	49
Evaluierung der Wirkung von Agrarumweltmaßnahmen in Ackerlandschaften auf Insekten <i>J. Burmeister, S. Birnbeck, S. Wolfrum, R. Walter</i>	51
Ackerbegleitvegetation in ökologischen und konventionellen Anbausystemen mit Winterraps und Mais <i>H. Hanusova, L. Chmelikova, H. Schmid, K.-J. Hülsbergen</i>	53
Raum für Vielfalt – für mehr Vielfalt in unserer Kulturlandschaft. Ein Online Weiterbildungsprogramm <i>I Möhrle, M. Rudner</i>	55

Biodiversität in der Agrarlandschaft

Kollektiver Habitat- und Artenschutz in der offenen Agrarlandschaft <i>B. Müller</i>	57
Ein Ansatz zur Berücksichtigung von Unsicherheit bei der Modellierung der Allokation von Land in der Agrarwirtschaft <i>S. Rössert, T. Knoke</i>	59
Biodiversität messen – Detektion spezifischer Merkmale im Bienenflügel <i>J.G. Wiecha, K.L.M. Ziegler, H. Bernhardt</i>	63
Evaluierung der Wirkung von Agrarumweltmaßnahmen im Grünland auf Insekten <i>S. Wolfrum, B. Panassiti, J. Burmeister, R. Walter</i>	65
Artenvielfalter – Ein heimisches Projekt zur Förderung der Biodiversität in der Agrarlandschaft <i>S. Yildirim, H. Westermeier</i>	67
<i>Poster zu weiteren laufenden Arbeiten am HEF</i>	
Futteraufnahme und Zuwachsleistung von Fleckviehbullen im Wachstumsverlauf bei energetisch differenzierter Fütterung <i>A Honig, H. Spiekers, W. Windisch, T. Ettle</i>	69
Einfluss einer Ergänzung von Fressrationen mit Futterharnstoff und pansengeschütztem Methionin auf die Zuwachsleistung <i>V. Inhuber, W. Windisch, H. Spiekers, T. Ettle</i>	71



Wolfgang Haber

Institut für Terrestrische Ökologie
Technische Universität München
haber@wzw.tum.de

Zur Problematik der Vereinbarkeit von Biodiversitäts-Erhaltung und Landnutzung

Erhaltung der Biologischen Vielfalt (Kurzwort "Biodiversität") ist ein Schlüsselkonzept dieses Jahrhunderts und erfährt intuitiv breiteste öffentliche Zustimmung. US-Ökologen hatten den Begriff um 1985 anstelle von "Artenschutz" geprägt und für seine Einbeziehung in die Umweltkonferenz der Vereinten Nationen in Rio de Janeiro 1992 gesorgt. Diese beschloss daraufhin die internationale "Convention on Biological Diversity" (CBD). Zu deren Umsetzung sind die Unterzeichnerstaaten zur Erstellung von nationalen Biodiversitäts-Strategien verpflichtet, was in Deutschland 2007 erfolgte.

In der CBD ist Biodiversität definiert als genetische, Arten- und Ökosystem-Vielfalt, die zu schützen und auch zu nutzen ist. Diese Mehrfach-Definition erschwert jedoch die Brauchbarkeit von Biodiversität als Schutzobjekt, allein schon, weil sie den grundsätzlichen Gegensatz zwischen Schutz und Nutzung enthält. Für die Praxis der Umsetzung wird von den drei Vielfalts-Kategorien weit überwiegend die Artenvielfalt -- und damit der Artenschutz -- verwendet, weil für die Arten seit Linné eine weithin bekannte Systematik vorliegt. Dagegen ist die genetische Vielfalt, die in der Verschiedenheit der einzelnen Lebewesen zum Ausdruck kommt, viel schwieriger erklärbar und zugänglich, und die Ökosystem-Vielfalt leidet am Mangel klarer Definition, die von der ganzen Erde bis zur Feldhecke reicht. Auch ist umstritten, ob ein Weizenfeld, Grundlage der menschlichen Ernährung, als Ökosystem aufzufassen ist.

Die Konzentration auf Artenvielfalt hebt die anfangs erwähnte Ausweitung auf Biodiversität im Grunde wieder auf. Doch der Zeitgeist hat in bemerkenswerter Weise nicht nur beide Begriffe vermischt, sondern den Worten "Biologische Vielfalt" oder "Biodiversität" eine erstaunliche, bis in die Umgangssprache reichende Popularität verschafft, die von einer wachsenden Zahl von Veröffentlichungen gestützt wird. Immer öfter werden beide Worte, selbst von Wissenschaftlern, anstelle von "Natur" verwendet.

Immer deutlicher erweist sich aber, dass Vielfalt als solche gar nicht geschützt werden kann, sondern der Schutz immer an ihren Bestandteilen, also den Arten ansetzen muss. Dazu sind Kenntnisse von deren Zahl, Zusammensetzung, Lebensbedürfnissen und Verhalten erforderlich, die wegen der großen Verschiedenheit -- dem eigentlichen Wesen von Vielfalt! -- insgesamt kaum zu erlangen sind. Kein Mensch kann alle Arten kennen, und ihre bloße Identifizierung, die vor allem bei Klein- und Mikroorganismen, in der Tierwelt gerade bei Insekten, äußerst schwierig ist, sagt noch nichts aus über die Bedeutung einer Art im ökologischen Geschehen. Fast jede Art hat "Gegenspieler", die sie als Nahrungsquelle nutzen, oder mit ihr um endlichen Raum und knappe Ressourcen konkurrieren. Dabei gibt es stets Gewinner und Verlierer.

Die Existenz allen Lebens hängt aber von der Nutzung der Kräfte und Ressourcen der unbelebten Natur ab, die in Raum und Zeit sehr unterschiedlich ausgeprägt und verteilt sind. Daran hat sich das Leben mit seinen in langer Evolution entstandenen Veränderungsfähigkeiten, die immer wieder vor neuen Herausforderungen standen, optimal angepasst. Eben daraus sind seine Fülle und Vielfalt überhaupt hervorgegangen. Erhaltung von Biodiversität muss daher stets auch die sie bewirkende unbelebte Natur

einbeziehen. Darüber hinaus ist der ständige evolutionäre Wandel zu berücksichtigen. Wie die Fossilienforschung zeigt, sind um 98 % aller je entstandenen Arten schon in der vormenschlichen Zeit wieder ausgestorben! Aber die Evolution hat auch immer wieder zur Entstehung neuer Arten geführt, zu denen seit rund drei Millionen Jahren auch wir Menschen zählen. Biodiversität ist daher keine Konstante.

Die Erforschung von Evolution und Vielfalt, die mit dem Aufkommen der Ökologie erst seit gut hundert Jahren erfolgt, zeigt, wie anfangs erwähnt, eine Besorgnis erzeugende Abnahme der Artenvielfalt auf. Ihre Hauptursache ist die Landnutzung, insbesondere der Pflanzen- und Ackerbau, der stets die Beseitigung der natürlichen Pflanzen- und Tierwelt (Wald- und Graslandrodung) erfordert und deren Wiedereindringen verhindert. Dennoch hat der Ackerbau die Artenvielfalt ungewollt wesentlich gefördert. Im von Natur fast völlig mit Wald bewachsenen Mitteleuropa gab es z. B. keine Feldlerchen, Feldhasen, Kiebitze, Kornblumen oder Kamillen, die erst in dem durch Waldrodung geschaffenen Offenland Biotop fanden und sich ansiedelten. Das wurde von der vormodernen Landwirtschaft begünstigt, weil sie wegen der geringen Bevölkerungsdichte wenig intensiv erfolgte und wegen primitiver Technik kleinteilig und auch recht vielfältig strukturiert war.

Die ab Ende des 18. Jahrhunderts einsetzende Industrialisierung, Technisierung und wachsende Verstädterung mit stärkerer Bevölkerungszunahme steigerten den Nahrungs- und Rohstoffbedarf, der nur mit einer durchgreifenden Landnutzungs-Modernisierung zu decken war. Diese Aufgabe übernahm der Staat, der mittels Agrarpolitik und -verwaltung seitdem die Landwirtschaft lenkt, berät und fördert -- stets mit dem Ziel der Produktionssicherung. Eine erste Maßnahme war die "Flurbereinigung", die die Agrarlandschaft vereinheitlichte und ihren Artenreichtum erheblich verminderte. Sie führte in der städtischen Gesellschaft zur Entstehung der Naturschutzbewegung, aus der die Umweltpolitik hervorging und damit ein bis heute wirksames, komplexes Konfliktfeld zwischen Stadt und Land, aber auch innerhalb der städtischen Gesellschaft begründete. Agrar- und Umweltpolitik mit ihren Lobbies betonen mehr ihre Gegensätze als die Suche nach Gemeinsamkeiten und tragfähigen Kompromissen. Dabei unterliegt Umweltpolitik infolge der Vielfalt der Natur und des Lebens stets der Gefahr der "Verzettelung" ihrer Maßnahmen und kann dabei sogar die Agrarpolitik stützen, wie der Übergang zu erneuerbaren Energien durch Anbau von Energiepflanzen zeigt.

Als einer der ersten in einer Landwirtschaftsfakultät (TU München in Weihenstephan) tätigen Ökologen habe ich alsbald nach Vereinbarkeiten von Agrar-, Umwelt- und Naturschutzpolitik gesucht und dafür schon 1972 das Konzept der "Differenzierten Landnutzung" entwickelt, das die Notwendigkeit landwirtschaftlicher Erzeugung mit einer flexiblen Naturschutzstrategie verknüpft und bereits wesentliche Elemente der Erhaltung von Biodiversität enthält. Weil schutzwürdige Tier- und Pflanzenarten Biotop als Lebensstätten benötigen, hat mein Lehrstuhl in den 1970er Jahren eine erste, staatlich geförderte, systematische Erfassung und Kartierung geeigneter Biotop in der bayerischen Agrarlandschaft durchgeführt, die ein Biotop-Netzwerk als Grundlage für einen über die Naturschutzgebiete hinausgehenden Natur- und Artenschutz konzipierte. Diese Erkenntnisse wurden weiter vertieft und während meiner Mitgliedschaft im deutschen Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) in dessen Sondergutachten "Umweltprobleme der Landwirtschaft" (1985) zu einem Gesamtkonzept zusammengefasst. Dessen Aussagen wurden 30 Jahre später im Auftrag des Umweltbundesamtes in einem Gutachten (unter meiner Mitwirkung) überprüft und als überwiegend noch gültig und zeitgemäß erwiesen.

Dieses Wissen über Vereinbarkeiten von Agrar- und Umweltpolitik ist von beiden Politikfeldern aber nur teilweise und auch zögerlich übernommen worden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass viele Zuständigkeiten auf der Ebene der Europäischen Union oder auch international (siehe z.B. CBD) liegen und nationale Kompetenzen überschreiten. Das 2019 in Bayern stattgefundenene, überraschend erfolgreiche Artenschutz-Volksbegehren mit dem Motto "Rettet die Bienen" -- das übrigens mein Konzept der differenzierten Landnutzung recht genau umsetzt! -- muss daher eine nationale und auch europäische Ausweitung erfahren, um Arten- und Biodiversitätsschutz auf eine breitere gesetzliche Grundlage zu stellen.

Abschließend sei auf eine weitere Ausweitung hingewiesen, die das Konzept der Biodiversität selbst betrifft. Es bezeichnet alltagssprachlich ja "Lebensvielfalt", und wirft die Frage auf, warum diese nur auf das nicht-menschliche Leben bezogen wird. Auch die Menschen sind Lebewesen, die dem Prinzip Vielfalt oder Diversität unterliegen. Es zeigt sich global in der Vielfalt der Kulturen mit Sprachen, Gebräuchen und Traditionen, und innerhalb jeder Kultur, gerade auch in der "westlichen" Kultur, in der Vielfalt der Meinungen, Interessen, Wertungen, Standpunkte, in sozialer, ökonomischer und politischer Vielfalt. Nach dem westlichen Demokratieverständnis sind diese Unterschiedlichkeiten prinzipiell gleichberechtigt und werden daher respektiert -- doch sie verursachen auch Uneinigkeit in entscheidenden Fragen wie Klimaschutz und Erhaltung der Biodiversität. Gerade bei dieser können die Arten angesichts ihrer enormen Verschiedenheit nicht gleich behandelt werden, zumal die Einstellung der Menschen zu den einzelnen Arten oder Artengruppen sehr verschieden ist -- von bewundert und erwünscht bis zu lästig und bedrohlich.

Literatur

Alle Angaben zur Thematik Biodiversität, die nicht einzeln zitiert werden können, sind in folgenden Publikationen des Verfassers enthalten:

Landwirtschaft und Naturschutz. Buch, 298 S. Weinheim: Verlag Wiley-VCH, 2014..

Natur *vor* den Menschen oder Natur *für* die Menschen schützen? In: Naturschutz und Biologische Vielfalt, Heft 75, S. 265-292. Bonn: Bundesamt für Naturschutz, 2009.

Ökologie und Naturschutz. Zusammenarbeit und Widersprüche. – In: Jahrbuch Ökologie 2017/18, S. 38-53. Stuttgart: S. Hirzel, 2018.



Tina Heger

Universität Potsdam
Biodiversitätsforschung Botanik
Maulbeerallee 2a, 14469 Potsdam
Technische Universität München
Lehrstuhl für Renaturierungsökologie
Emil-Ramann-Str. 6, 85354 Freising
t.heger@wzw.tum.de

Umweltethische Impulse für ein Miteinander von Mensch und Natur

Einleitung

Die kürzlich veröffentlichte Studie des Weltbiodiversitätsrates hat aufgezeigt, dass der Verlust von Biodiversität und Ökosystemfunktionen ein massives, globales Problem darstellen (IPBES 2019a). Bis zu einer Million von rund acht Millionen Pflanzen- und Tierarten sind vom Aussterben bedroht, viele davon könnten sogar innerhalb der nächsten Jahrzehnte zu verschwinden. Ein ganz entscheidender Auslöser hierfür ist der Landnutzungswandel. Beispielsweise hat sich die Pflanzenproduktion seit 1970 verdreifacht, und die Menge der aus der Natur gewonnenen erneuerbaren Rohstoffe hat sich seit 1980 etwa verdoppelt (IPBES 2019b). In Mitteleuropa hat vielerorts die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung zu Biodiversitätsverlust geführt: Eine ausgeräumte Landschaft mit hohen Konzentrationen von Pestiziden und Düngern bietet nicht vielen Arten einen Lebensraum.

Angesichts solcher alarmierenden Fakten liegt die Forderung nahe, dem Schutz und der Wiederherstellung von Biodiversität und Ökosystemfunktionen höchste Priorität einzuräumen. Diese Forderung steht allerdings im Konflikt mit zahlreichen anderen Forderungen, beispielsweise nach effektiverer Produktion von Nahrungsmitteln und nachwachsenden Rohstoffen. Es stellt sich die Frage, wie diese unterschiedlichen gesellschaftlichen Bedürfnisse gegeneinander abgewogen werden können, und ob es Möglichkeiten gibt, trotz unterschiedlicher Bedürfnisse gemeinsame Ziele zu formulieren.

Inklusive Ansätze: Mensch mit Natur statt Mensch gegen Natur

In der Ökologie besteht eine lange Tradition, natürliche Prozesse getrennt von menschlichen Einflüssen zu betrachten (Inkpen 2017). Diese Trennung von Mensch und Natur in der Wissenschaft findet ihr Pendant auch in der Umweltethik: Der Mensch wird in vielen umweltethischen Ansätzen als Gegenspieler von Natur angesehen, vor dem Natur zu schützen ist (Eser & Potthast 1999).

In jüngerer Zeit finden sich allerdings sowohl in der wissenschaftlichen Ökologie als auch in der Umweltethik vermehrt Ansätze, die versuchen, diese Dichotomie zwischen Mensch und Natur zu überwinden. Inzwischen sind häufig nicht mehr nur naturnahe Ökosysteme Gegenstand von ökologischer Forschung, sondern ganz gezielt auch von Menschen beeinflusste Systeme. Die Entwicklung von Disziplinen wie Stadtökologie und Invasionsbiologie ist die Folge. Ein weiterer Trend ist, ganz gezielt auch menschliche Einflüsse auf Natur in konzeptionellen und mathematischen Modellen abzubilden, zu verstehen und vorherzusagen (Stichwort 'sozio-ökologische Systeme'; z. B. Collins *et al.* 2011).

Eine Parallele in der Umweltethik finden sich in dem Ansatz des inklusiven Humanismus (Eser 2016). Diese Sichtweise zielt darauf, humanitäre Anliegen nicht gegen Anliegen des Naturschutzes auszuspielen, sondern sie miteinander zu verbinden. Ein Hauptargument ist hierbei das Recht eines jeden Menschen auf ein ‚Gutes Leben‘. Die Idee des Guten Lebens ist fest verwurzelt in der westlichen Philosophie und

geht auf Aristoteles zurück. Ein Gutes Leben besteht darin, die spezifisch menschlichen Fähigkeiten zu verwirklichen. Erst wenn es gelingt, nicht nur oberflächlichen, egozentrischen Aktivitäten nachzugehen, sondern seine eigenen Fähigkeiten voll auszuleben, führt man ein Gutes Leben und erreicht damit Glückseligkeit (oder genauer gesagt 'Eudaimonie'; Eser, Neureuther & Müller 2011).

Zu den spezifisch menschlichen Fähigkeiten, deren Verwirklichung zu Glückseligkeit führen können, gehört auch Naturverbundenheit. Naturverbundenheit ist „die Fähigkeit des Menschen, in Verbundenheit mit Natur zu leben und pfleglich mit ihr umzugehen“ (Eser 2016). Gemeint ist hier nicht, dass Menschen auf Natur angewiesen sind, da Natur bestimmte Leistungen erbringt, die für menschliches Leben erforderlich sind. Die Fähigkeit zu Naturverbundenheit bedeutet vielmehr, sich freiwillig dafür zu entscheiden, im Einklang mit Natur zu leben.

Wenn Naturverbundenheit glücklich machen kann, ist dies ein starkes Argument für nachhaltige Nutzung von Natur. Auch Untersuchungen aus der Umweltpsychologie und Umweltpädagogik zeigen, dass sich das Ausleben von Naturverbundenheit positiv auf Persönlichkeitsentwicklung auswirkt (z. B. Gebhard 2013).

Spricht man jedem Menschen ein Recht auf Gutes Leben zu, bedeutet dies, dass jeder Mensch die prinzipielle Möglichkeit haben sollte, ihre oder seine spezifisch menschlichen Fähigkeiten ausüben zu können – und damit auch die Fähigkeit zu Naturverbundenheit. Es ist ein menschliches Bedürfnis und eine menschliche Fähigkeit, sich emotional mit Natur zu verbinden. Dieses menschliche Bedürfnis begründet eine moralische Pflicht, eine solche Verbindung zu ermöglichen. Mit Hilfe dieser Argumentation lässt sich also nachvollziehbar begründen, warum moralphilosophisch gesehen Mensch und Natur nicht als Gegensatz gesehen werden sollten, sondern warum es vielmehr notwendig ist, nach Möglichkeiten zu suchen, harmonische Verbindungen von Mensch und Natur zu fördern (Eser 2016).

Eine inklusive Sichtweise für Biodiversitätsschutz in der Agrarlandschaft

Auch im jüngsten Bericht des Weltbiodiversitätsrates spiegelt sich eine inklusive Sicht auf das Mensch-Natur-Verhältnis wider. Die im Bericht genannten Ziele, an denen sich zukünftiges Handeln weltweit orientieren sollte, vereinen Biodiversitätsschutz und Naturnutzung und sind integrativ in diesem Sinn. Ernährung der Weltbevölkerung soll erreicht werden ohne Degradation der Umwelt, und Naturschutz und Renaturierung werden nicht als isoliertes Ziel genannt, sondern es soll gleichzeitig menschliches Wohlergehen gefördert werden (IPBES 2019a, Chapter 5). Biodiversitätsverlust kann nach Meinung dieses Expertengremiums aufgehalten werden ohne auf Naturnutzung in großem Maß zu verzichten; dies erfordert allerdings einen tiefgreifenden gesellschaftlichen Wandel. Als wirkungsvollster Hebel, mit dessen Hilfe dieser Wandel eingeleitet werden kann, wird eine Veränderung der gesellschaftlichen Grundeinstellung gesehen: Gefragt sind vielfältige Visionen von einem ‚Guten Leben‘. Es gilt, die in weiten Teilen der Gesellschaft bereits vorhandene positive Bewertung von Natur zu nutzen und auszubauen (IPBES 2019a, Chapter 5).

Die Experten des Weltbiodiversitätsrats kommen zu dem Schluss, dass es auch auf globaler Ebene prinzipiell möglich ist, die Menschheit zu ernähren und gleichzeitig Biodiversität zu schützen. Drei Wege könnten, am besten in Kombination, zu diesem Ziel führen: ein Wandel der landwirtschaftlichen Produktion, der globalen Versorgungsketten und des Verbraucherverhaltens (IPBES 2019a, Chapter 5). Der Bericht liefert eine Fundgrube von konkreten, sehr gut begründeten Vorschlägen dazu, welche Schritte getan werden können, um den erforderlichen fundamentalen Wandel in die Wege zu leiten. Maßnahmen können auf allen gesellschaftlichen Ebenen ansetzen, und von zahlreichen Akteuren gleichzeitig ergriffen werden.

Hier zeigt sich eine große Chance: eine globale, tiefgreifende Transformation zum Schutz der Biodiversität erfordert keine konzertierte, globale Aktion, sondern vielfältige, lokal angepasste Schritte in eine gemeinsame Richtung. Diese gemeinsame Richtung kann von einer inklusiven Umweltethik vorgegeben werden. Gesellschaftliches Ziel sollte demnach das nachhaltige, harmonische Zusammenspiel von Biodiversitätsschutz und Landnutzung, von Ressourcennutzung und -schonung sein. Folgt man dieser Argumentation, ist ein Schulterschluss von moderner Landwirtschaft und aufgeschlossenem Naturschutz

moralisch geboten. Auf diese Weise kann auch in den intensiv genutzten Agrarlandschaften Mitteleuropas die notwendige Wende herbeigeführt werden.

Literatur

Collins, S.L., Carpenter, S.R., Swinton, S.M., Orenstein, D.E., Childers, D.L., Gragson, T.L., Grimm, N.B., Grove, J.M., Harlan, S.L., Kaye, J.P., Knapp, A.K., Kofinas, G.P., Magnuson, J.J., McDowell, W.H., Melack, J.M., Ogden, L.A., Robertson, G.P., Smith, M.D. & Whitmer, A.C. (2011) An integrated conceptual framework for long-term social–ecological research. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 351-357.

Eser, U. (2016) *Inklusiv denken: Eine Kritik der Entgegensetzung von Humanität und Natur*. pp. 81-92.

Eser, U., Neureuther, A.-K. & Müller, A. (2011) *Klugheit, Glück, Gerechtigkeit. Ethische Argumentationslinien in der Nationalen Strategie zur biologischen Vielfalt*. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.

Eser, U. & Potthast, T. (1999) *Naturschutzethik. Eine Einführung für die Praxis*. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden.

Gebhard, U. (2013) *Kind und Natur*. Springer, Wiesbaden.

Inkpen, S.A. (2017) Demarcating nature, defining ecology: Creating a rationale for the study of nature's "Primitive Conditions". *Perspectives on Science*, 25, 355-392.

IPBES (2019a) *IPBES Global Assessment on Biodiversity and Ecosystem Services - Unedited Draft Chapters*. <https://www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>.

IPBES (2019b) *Summary for policy makers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services - unedited advance version*. (eds S. Díaz, J. Settele, E. Brondízio, H.T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H.M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y.J. Shin, I.J. Visseren-Hamakers, K.J. Willis & C.N. Zayas). IPBES secretariat, Bonn, Germany.



Andreé Hamm

Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz
Lehrstuhl Agrarökologie und Organischer Landbau
Friedrich-Wilhelm-Universität Bonn
Auf dem Hügel 6, 53121 Bonn, Deutschland
a.hamm@uni-bonn.de

DNA-Barcoding der Diversität in Agrarökosystemen

Einleitung

Die genaue Identifizierung von Arten ist von enormer Wichtigkeit und stellt die Basis für das Verständnis ökosystemarer Zusammenhänge, biologischer und anverwandter Forschung und eines zielführenden Naturschutzes dar. Nur wenn wir die Arten, ihre Lebensraumansprüche und ihre ökosystemare Funktionen kennen, haben wir zumindest die Möglichkeit z.B. in den Agrarökosystemen umweltverträglich und nachhaltig zu wirtschaften.

Leider erfreut sich die Taxonomie bereits seit vielen Jahren nur einer verhältnismäßig geringen Wertschätzung und Anerkennung, wird oftmals belächelt und als Gegenstand ehrenamtlichen Engagements abgetan. Es ist unter anderem diese fatale Denkweise, die dazu geführt hat, dass es zu einem dramatischen Verlust taxonomischer Expertise gekommen ist. Es gibt kaum noch Artenkenner! Wenn dieser Trend weiter anhält, werden wir in Zukunft in einer Welt leben, die wir nicht mehr kennen und verstehen!

Als Reaktion auf diesen Befund wird derzeit mit Hilfe des DNA-Barcodings – die Untersuchung des individuellen genetischen Fingerabdrucks - in einer beispiellosen internationalen Anstrengung eine globale Datenbank mit DNA-Barcodes aller erforderlichen Arten aufgebaut, die es ermöglicht, Biodiversität auf effektivere Art zu untersuchen.

Gerade vor dem Hintergrund der aktuellen Diskussionen über das Insektensterben, die u.a. dazu geführt hat, dass in Zukunft verstärkt Mittel bereitgestellt werden, um intensive Langzeitstudien zum Biodiversitätsverlust durchführen zu können, ist es notwendig, dass ein effektives Werkzeug zur Bestimmung von Arten zur Verfügung steht

Was ist GBOL?

GBOL ist ein Netzwerk von über 20 Instituten deutschlandweit die das Ziel haben, die Artenvielfalt aller deutschen Tiere, Pilze und Pflanzen anhand ihres genetischen DNA-Barcodes (Fingerabdrucks) zu erfassen. Damit übernimmt Deutschland als Wissenschaftsnation eine führende Rolle in einem internationalen Konsortium aus Naturkundemuseen, Zoos, Herbarien, Botanischen Gärten, Forschungseinrichtungen und staatlichen Institutionen (iBOL und CBOL), die den Aufbau einer „DNA-Barcode-Bibliothek des Lebens“ zum Ziel haben.

Ziele von GBOL

1. Aufbau einer genetischen Barcode-Bibliothek der Tiere, Pilze und Pflanzen Deutschlands mit den dazugehörigen Belegexemplar-, Gewebe- und DNA-Sammlungen.

2. Deutschlandweite Zusammenarbeit von taxonomischen Spezialisten (Artenkennern) und Netzwerken.
3. Entwicklung von Strategien zur effizienten Erzeugung und wissenschaftlichen, ökonomischen und naturschutzrelevanten Anwendung von DNA-Barcodes.

Anwendungsgebiete von GBOL

Ein digitalisiertes DNA-Barcode-System bietet auch Nicht-Experten ein automatisierbares, schnelles, zuverlässiges und kostengünstiges Werkzeug zur Artidentifikation. Die Nutzung von GBOL-Daten ist kostenfrei und erlaubt vielfältige Anwendungen wie z. B.:

- Biodiversitätsmonitoring und Umweltverträglichkeitsprüfungen
- Artidentifikation und Analyse der Artenzusammensetzung von gemischten Umweltproben (z. B. Boden, Wasser, Insektenfallen)
- Nachweis und Monitoring von bedrohten und invasiven Arten, Schädlingen und Krankheitsüberträgern
- Zollkontrolle von illegalem Organismenhandel,
- Enttarnung von Etikettenschwindel bei Lebensmitteln, Tierfutter, pflanzlichen Arzneien,
- Spurenanalyse in Forensik und Kriminalistik
- Identifikation von schwer bestimmbar Lebensstadien (z. B. von Larven, Eiern und Sporen)
- Artidentifikation anhand von Fragmenten der Organismen (Fliegenbein, Wurzel, Pilzhyphe oder Haar)

Warum DNA-Barcoding?

Das rasante Fortschreiten von Artensterben und Klimawandel begründen die weltweiten Forderungen nach Erhaltung der Biodiversität und machen die Etablierung einer schnellen, zuverlässigen und kosteneffizienten Artidentifikation zu einer globalen Notwendigkeit. Es gilt, die Artenvielfalt unseres Planeten so schnell und umfassend wie möglich zu erfassen, damit effektive Schutzmaßnahmen ergriffen werden können. Eine umfassende Datenerhebung war bisher nicht möglich und diese globale Vision soll im Rahmen des German Barcode of Life Projekts auf deutschlandweiter Ebene verwirklicht werden.

Was ist DNA-Barcoding?

Jeder von uns kennt die industriellen Strichcodes (Barcodes), die jedes Produkt im Handel individuell kennzeichnen. Analog zu diesen Strichcodes sind auch bestimmte kurze Genabschnitte – sogenannte DNA-Barcodes – für jede Art einzigartig. DNA-Barcoding hat sich als globaler Standard zur schnellen und zuverlässigen genetischen Artidentifizierung von Tieren, Pflanzen und Pilzen entwickelt (Hebert et al. 2003). Die Genauigkeit der Artneidentifizierung ist jedoch immer abhängig davon, wie genau und vollständig eine DNA-Referenzdatenbank ist. Im Fall vom GBOL, entsteht diese Referenzdatenbank durch Kooperation von Artenkennern und Forschungslaboratorien

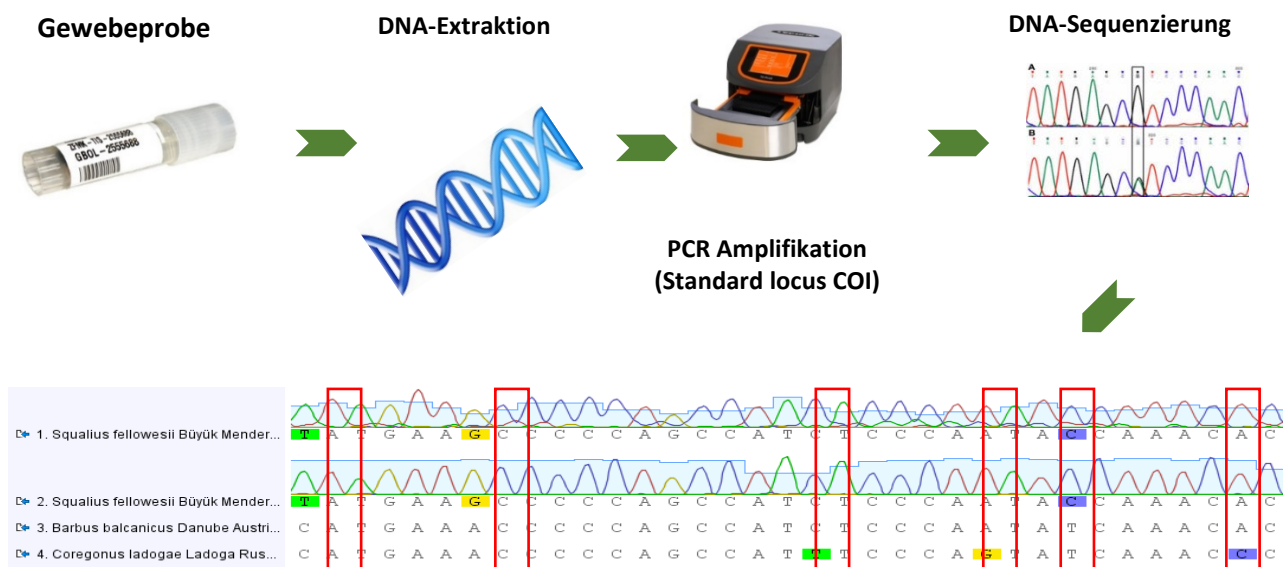


Abb. 1: Schematische Darstellung des DNA-Barcoding

GBOL-Teilprojekt „Barcoding Bestäubung in der Landwirtschaft“ – Analyse der Rolle von potenziellen Bestäuber beim zum Erhalt der Agrarbioidiversität

Isabel Kilian, Andrée Hamm (INRES), Axel Ssymank (BfN), Ximo Mengual & Ralph Peters (ZFMK)

Die Bestäubung von Pflanzen durch Insekten ist eine der wichtigsten ökosystemaren Dienstleistungen. Sie spielt eine zentrale Rolle, wenn es darum geht die Ernährung der Weltbevölkerung zu sichern und die terrestrische Biodiversität zu erhalten.

Ziel dieses GBOL-Teilprojektes ist daher die Analyse von Blütenbesucher/Bestäuber-Netzwerken mittels DNA-Barcoding in landwirtschaftlich genutzten Systemen. So soll über die Projektlaufzeit eine genetische Referenzbibliothek der relevanten Blütenbesucher bzw. Bestäuber im Anbau von Apfel (*Malus*) und Kümmel (*Carum carvi*) aufgebaut werden.

Material und Methoden

Erfassungen

Die Erfassungen von Insekten der Ordnungen Hymenoptera und Diptera (Brachycera) mittels Handkescher und/oder Malaisfallen erfolgten während mehrerer Vegetationsperioden. Die Fänge fanden dabei z.T. auf Flächen statt, die Blühstreifen assoziiert sind. Durch den Kescherfang wurde u.a. sichergestellt, dass die Pollenfracht, die in den Haarkleidern der jeweiligen Tiere haftete, erhalten blieb und zusammen mit dem jeweiligen Tier konserviert werden konnte.



Abb.2: Erfassung in einer Apfelplantage ohne (links) und mit (rechts) Blühstreifen mittels Handkescher

Die Erfassungen erfolgten jeweils entlang eines 30m- Transekts in Anbauflächen mit und ohne Blühstreifen. Die gefangenen Individuen wurden einzeln in Rollrandgläser überführt, etikettiert und dann in einer tragbaren Kühlbox im Feld zwischengelagert, um am Ende eines jeden Feldtages bei -20°C tiefgefroren und so konserviert zu werden.

Das DNA Barcoding von potenziellen Bestäuber und Pollenproben

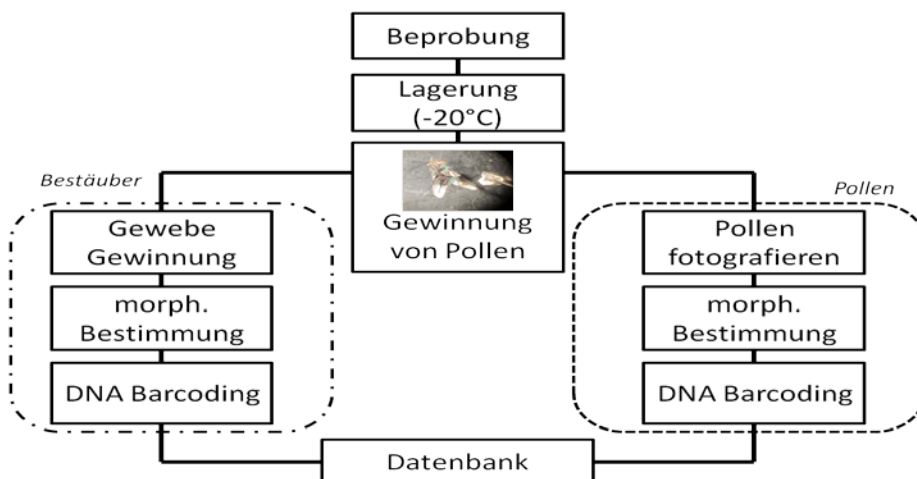


Abb.3: Schematische Darstellung der Anfertigung der Proben für das DNA-Barcoding

Zu weiteren Analysezielen wurden die tiefgekühlten Insekten zunächst dem Tiefkühler entnommen und bei Raumtemperatur aufgetaut. Unter dem Binokular wurde die Pollenfracht mit einem linsengroßen Stück Glycerin-Gelatine abgetupft und auf einen bereits etikettierten Objektträger überführt, geschmolzen und eingedeckelt. Die so entstandenen Pollenpräparate wurden fotodokumentiert und dann zur morphologischen Bestimmung zum Fachzentrum für Bienen und Imkerei (FBI) in Mayen geschickt. Für das DNA-Barcoding der Insekten wurden drei Beine eines jeden Individuums abgetrennt und in 96% reinst EtOH gelagert. Anschließend wurden die Tiere genadelt und anhand morphologischer Merkmale bestimmt, um dann in die GBOL-Sammlung überführt zu werden.

Das Metabarcoding – das DNA-Barcoding einer Mischprobe- der Insektenpollen wird im Rahmen des GBOL-Anwendungsprojektes „DNA-Barcoding von Pollen“ in der Arbeitsgruppe um Frau PD Dr. Birgit Gemeinholzer an der Justus-Liebig-Universität in Gießen durchgeführt.

Analyse von Malaisefallen-Proben an den Spinatversuchsflächen von IGLO durch Metabarcoding und Bestimmung anhand morphologischer Merkmale



Abb.4: Automatisierte Malaisefallen an der Spinatfläche ohne Blühstreifen (links) und Malaisefallen-Probe (rechts).

Zur genaueren Untersuchung der Wirksamkeit von Blühstreifen in ansonsten ausgeräumten Agrarlandschaften wurden zusätzlich in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Metabarcoding des ZFMKs Artenliste basierend auf Metabarcoding erstellt. Die Proben stammten dabei aus automatisierten Malaisefallen, die an Anbauflächen der Firma IGLO aufgestellt wurden, in deren Umgebung sich z.T. wiederum Blühstreifen befanden.

Auch diese Proben wurden darüber hinaus anhand morphologischer Merkmale bestimmt.

Vorläufige Ergebnisse

Individuenzahlen

Im Jahr 2016 wurden insgesamt 1366 Individuen in den Apfelplantagen erfasst.

Auf den Kümmelflächen konnten in den Jahren 2016 und 2017 insgesamt 3455 Individuen erfasst werden.

Artenzahlen

Die im Jahr 2016 auf den Apfelplantagen erfassten Individuen gehören bisher 141 Arten der der Unterordnung der Brachycera und 81 Arten der Ordnung der Hymenoptera an. Die Individuen, die im Jahr 2016 bzw. 2017 auf den Kümmelflächen gefangen wurden, konnten 84 bzw. 119 Arten der Unterordnung der Brachycera und 39 bzw. 38 Arten der Ordnung der Hymenoptera zugewiesen werden.

Bei der Betrachtung der Zahlen muss berücksichtigt werden, dass es sich bei der Anzahl der Arten insbesondere für die Ordnung der Hymenoptera derzeit nur um vorläufige Angaben handelt, da z.B. mehrere hundert Individuen der Erzwespen und anderer Parasitoider bisher noch nicht weiterbestimmt werden konnten.

Insgesamt ist derzeit die Familie der Schwebfliegen (Syrphidae) gefolgt von den Blumenfliegen (Anthomyiidae) und den Schmeißfliegen (Calliphoridae) die artenreichste Familie auf beiden Nutzpflanzen. Eine weitere Familie, deren Vertreter den Apfelplantagen sehr häufig nachgewiesen werden konnte, waren die Tanzfliegen (Empididae).

Malaisefallenproben am Spinat/IGLO

Im Jahr 2016 entstanden insgesamt 15 Malaisefallenproben, wovon 8 aus automatisierten Malaisefallen an Flächen, die nicht Blühstreifen assoziiert und 7 an Flächen, die Blühstreifen assoziiert waren, stammten. Im Jahr 2017 entstanden insgesamt 13 Malaisefallenproben, wovon 6 aus automatisierten Malaisefallen an Flächen, die nicht Blühstreifen assoziiert und 7 an Flächen, die Blühstreifen assoziiert waren, stammten. Die folgende Abbildung verdeutlicht, wie viele Taxa aus diesen Proben bisher mit Hilfe des Lichtmikroskops bzw. des Metabarcodings bestimmt werden konnten.

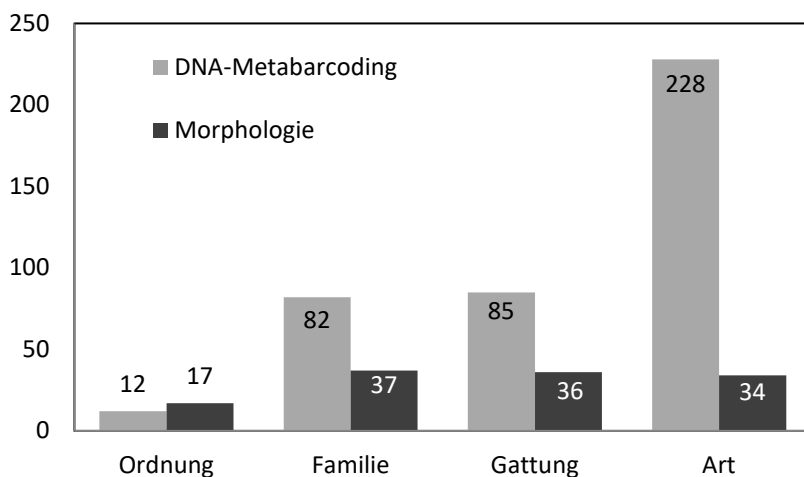


Abb. 5:
Anzahl der Taxa, die mittels Lupe bzw. Metabarcoding bestimmt wurden

Pollenproben

Bisher wurden insgesamt 958 Pollenproben durch Mitarbeiter des Fachzentrums für Bienenkunde und Imkerei (FBI) bestimmt.

Darüber hinaus werden derzeit insgesamt 273 weitere Proben allein aus 2016 per Metabarcoding analysiert.

Auf der Basis der ersten Ergebnisse sowohl morphologischen Bestimmung als auch der Bestimmungen mittels Metabarcoding der Hymenopteren aus den Erfassungen im Kümmel in 2016, konnten schon die ersten Erkenntnisse abgeleitet werden (Siehe Abb. 6). Von den insgesamt 47 gefundenen Hymenopteraarten, trugen 7 Arten gar keine Pollen. Mit den restlichen Arten und den Ergebnissen der Pollenbestimmungen ließ sich ein Netzwerk abbilden, das eine sehr hohe Pflanzen- und Bestäuberdiversität aufzeigt. Insgesamt wurden 50 Pflanzenarten durch die morphologische Analyse des Pollens und 125 Arten per Metabarcoding identifiziert. Von den 39 Hymenopterenarten, konnten alle außer *Megachile centinularis* als potenzielle Bestäuber des Kümmels eingestuft werden.

Literatur

- Biesmeijer, J. C., Roberts, S. P. M., Reemer, et al. (2006). Parallel Declines in Pollinators and Insect-Pollinated Plants in Britain and the Netherlands. *Science*, 313(5785), 351–354.
- Hebert, P. D., Cywinska, A., & Ball, S. L. (2003). Biological identifications through DNA barcodes. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 270(1512), 313–321.
- Mengual X, Ståhls G, Rojo S. (2008) First phylogeny of predatory flower flies (Diptera, Syrphidae, Syrphinae) using mitochondrial COI and nuclear 28S rRNA genes: conflict and congruence with the current tribal classification. *Cladistics* 24, 543-562.
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, et al. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6).
- PBES (2016): Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production.
- Ssymank, A., Hamm, A. & Vischer-Leopold, M. (Hrsg.) (2009) Caring for Pollinators. Safeguarding agrobiodiversity and wild plant diversity. - Results of a workshop and research project commissioned by the German Federal Agency for Nature Conservation. - Bundesamt für Naturschutz, Bonn. BfN-Skripten 250, 191 S.
- Ssymank, A., Kearns, C.A., Pape, T. & Thompson, C. (2008) Pollinating Flies (Diptera) A major contribution to plant diversity and agricultural production. - Tropical Conservancy, *Biodiversity* 9 (1&2) 86-89.
- Pornon, A., Andalo, C., Burrus, M., & Escaravage, N. (2017). DNA metabarcoding data unveils invisible pollination networks. *Scientific Reports*, 7(1).
- Potts, S. G., Biesmeijer, J. C., Kremen, C., Neumann, P., Schweiger, O., & Kunin, W. E. (2010). Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. *Trends in Ecology & Evolution*, 25(6), 345–353.
- Ruppert, K. M., Kline, R. J., & Rahman, M. S. (2019). Past, present, and future perspectives of environmental DNA (eDNA) metabarcoding: A systematic review in methods, monitoring, and applications of global eDNA. *Global Ecology and Conservation*, 17.
- Sickel, W., Ankenbrand, M. J., Grimmer, G., Holzschuh, A., Härtel, S., Lanzen, J., Keller, A. (2015). Increased efficiency in identifying mixed pollen samples by meta-barcoding with a dual-indexing approach. *BMC Ecology*, 15(1), 20.
- Wowra, K., A. L. Müller & A. Hamm (2011) How insects spice up their lives: studie on pollination ecology of medicinal and aromatic plants. Abstracts DgaaE Entomologentagung, 21.-24. März 2011 in Berlin: 271.



Wolfgang Vautz

ION-GAS GmbH

Konrad-Adenauer-Allee 11, 44263 Dortmund

Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften – ISAS – e.V.

Bunsen-Kirchhoff-Straße 11, 44139 Dortmund

E-Mail: w.vautz@ion-gas.de

Biodiversitätsmonitoring mit künstlichen Augen, Ohren und Nasen

– das AMMOD Projekt

Es bestehen keine Zweifel, dass neben dem Klimawandel weitere direkte menschliche Einflüsse signifikant in die Ökosysteme eingewirkt haben und damit entsprechende, in den letzten Jahrzehnten teilweise dramatische Veränderungen hervorgerufen haben. Der Rückgang der Insektenpopulation um 75 – 80 % in den letzten 20 Jahren ist hierfür ein besonders deutliches Anzeichen, ähnliche Effekte sind jedoch auch bei weiteren Tieren und auch Pflanzen zu beobachten. Offensichtlich sind also dringend Maßnahmen nötig, um diese Entwicklungen zu stoppen. Die Wirkungen solcher Maßnahmen müssen natürlich auch entsprechend dokumentiert werden. Idealerweise könnte dies über ein zeitlich wie räumlich hochaufgelöstes Monitoring der Biodiversität geschehen, was jedoch traditionell zeitlich wie räumlich nur punktuell möglich ist

Im AMMOD-Projekt (**A**utomated **M**ultisensor Station for **M**onitoring of Bio**D**iversity) werden Prototypen von Messstationen für das kontinuierliche Monitoring der Biodiversität entwickelt. Diese Stationen umfassen Sensoren für Tierstimmen, Kameras für die Erfassung von Vögeln, Säugetieren und Insekten ebenso wie automatische Fallen für Insekten und Pollen zum späteren DNA-Metabarcoding (Schematische Darstellung einer solchen Station siehe Abb. 1). Am Projekt werden sich insgesamt 16 Institutionen unter der Koordination des Forschungsmuseums König beteiligen, um die unterschiedlichen wissenschaftlichen und technischen Anforderungen zu erfüllen.

Nach einem Überblick über die einzelnen Sensoren und das Gesamtkonzept der AMMOD Messstationen sowie des avisierten bundesweiten Messnetzes, wird im Detail die Möglichkeit der Identifikation von Pflanzen über die von ihnen emittierten flüchtigen Substanzen – sozusagen ihren Geruch – berichtet. Die dazu eingesetzte Methode ist die Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS) gekoppelt mit gaschromatographischer Vortrennung (GC). Mit dieser Technik können in komplexen gasförmigen Proben wie der Umgebungsluft innerhalb weniger Minuten die einzelnen Substanzen identifiziert und auch quantifiziert werden. Mittels geeigneter in-line Anreicherungsverfahren kann die Empfindlichkeit vom ppt_v-ppb_v Bereich bis zum ppq_v Bereich verbessert werden, womit z.T. der Bereich der Gruchsschwellen unterschritten wird.



Abb. 1: Schematischer Aufbau einer AMMOD Station mit Datenerfassung, meteorologischen Sensoren, Sensoren für Tierstimmen, Kamerafallen für die Erfassung von Insekten und Vögeln, Probenahmeroboter für späteres DNA-Metabarcoding und einem GC-IMS für die Analyse der charakteristischen flüchtigen Metaboliten von Pflanzen.

Zur Funktionsweise eines GC-IMS: Die Bestandteile der Probe werden in einer GC-Säule vorgetrennt, anschließend im IMS ionisiert und von einem elektrischen Feld über ein Gitter portionsweise in eine Driftstrecke eingelassen (siehe Abb. 2). Dort werden sie auf dem Weg zum Detektor durch Stöße mit dem in entgegengesetzter Richtung strömenden Driftgas nach Form und Größe getrennt. Aus der Driftzeit lässt sich die Mobilität der Ionen bestimmen, welche zusammen mit der GC Retentionszeit charakteristisch für die jeweilige Substanz sind. Die Signalintensität ist außerdem ein Maß für die Konzentration.

Mit solchen Geräten konnte in Machbarkeitsstudien bereits gezeigt werden, dass die relevanten Substanzen schnell, selektiv und nachweisstark detektiert werden können und dass verschiedene Pflanzen unterschiedliche Substanzmuster aufweisen¹.

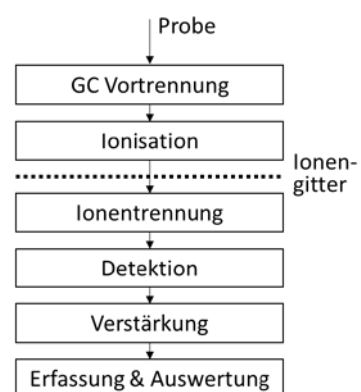


Abb. 2: Schematische Darstellung der Funktionsweise eines GC-IMS.

¹ Wolfgang Vautz, Chandrasekhara Hariharan, Maximilian Weigend: Smell the change: On the potential of gas-chromatographic ion mobility spectrometry in ecosystem monitoring. Ecology and Evolution. 2018;1–8.

So konnte nachgewiesen werden, dass sich 9 ausgewählte einheimische Pflanzen eindeutig an ihrem „Geruch“ identifizieren lassen. Abb. 2 zeigt beispielhaft die Substanzmuster von *Carex muricata* (CM) und *Cota tinctoria* (CT). Jeder Fleck in den beiden Chromatogrammen steht für eine bestimmte Substanz, die Signalstärke ist dabei farbkodiert. Bereits mit bloßem Auge lassen sich die deutlichen Unterschiede in den Substanzmustern der beiden Pflanzen erkennen.

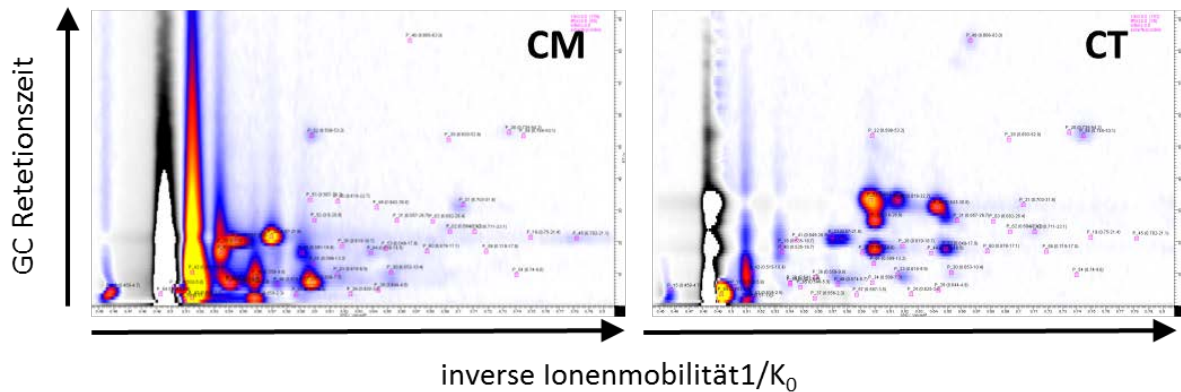


Abb. 3: GC-IMS Chromatogramme on *Carex muricata* (CM) und *Cota tinctoria* (CT).

Mit der GC-IMS Methode können so die charakteristischen Substanzmuster der verschiedenen in einem Ökosystem vorherrschenden Pflanzen und Pflanzengruppen bestimmt werden. Das dadurch mögliche kontinuierliche Monitoring dieser Substanzmuster im Feld erlaubt dann eine Trendanalyse für den Bestand bestimmter Pflanzen und Pflanzengruppen und liefert so wichtige Informationen über den Zustand und die Entwicklung dieses Ökosystems.



Marco Körner

Lehrstuhl für Methodik der Fernerkundung,
Fakultät für Luftfahrt, Raumfahrt und Geodäsie
Technische Universität München
marco.koerner@tum.de

Digital Farming: Potenzial der Fernerkundung und Erdbeobachtung für die Landwirtschaft

1 Einleitung

Die moderne Landwirtschaft wird sowohl aufgrund einer stetig steigenden Nachfrage, als auch durch geänderte Rahmenbedingungen mit besonderen Herausforderungen konfrontiert. Darüber hinaus steigen die Ansprüche der öffentlichen Verwaltung an einer umfassenden und effizienten Kontrolle, unter anderem zur Bemessung von Subventionsleistungen. Die Fernerkundung – insbesondere der satellitengestützten Erdbeobachtung – und deren Daten und daraus abgeleitete Produkte können bei der Bewältigung dieser Aufgaben genutzt werden. Die hierfür zum Einsatz kommenden modernen Methoden aus den Bereichen des maschinellen Lernens benötigen vergleichsweise große Datenmengen, welche heute durch verschiedenste Satellitenmissionen zur Verfügung stehen.

2 Erdbeobachtungsdaten

Die satellitengestützte Erdbeobachtung basiert grundlegend auf zwei Messprinzipien: Während passive *optische Sensoren* das von der Erdoberfläche reflektierte Sonnenlicht messen, nehmen aktive *Radar-Sensoren* hingegen die von ihnen selbst emittierten und von der Erdoberfläche reflektierten elektromagnetischen Signale wahr. Im Folgenden soll eine Auswahl aktueller Erdbeobachtungsmissionen vorgestellt werden. Eine Zusammenfassung findet sich in Tabelle 1.

2.1 Das Europäische Weltraumprogramm *Copernicus*

Die *Europäische Weltraumorganisation (European Space Agency, ESA)* und die *Europäische Kommission (EU)* betreiben mit dem *Copernicus*-Programm eine der umfangreichsten Infrastrukturen zur Erdbeobachtung und Bereitstellung von Geodaten zur freien wissenschaftlichen und kommerziellen Nutzung. Dessen zentrales Element sind verschiedene Konstellationen von Satelliten, die sogenannten *Sentinels*, liefert Daten verschiedenster Modalität, Qualität und Quantität.

Die Satelliten der *Sentinel-1*-Reihe arbeiten nach dem Laufzeitmessungsprinzip des *C-Band-Radars mit synthetischer Apertur (Synthetic Aperture Radar, SAR)* und können somit die geometrische Struktur der Erdoberfläche erfassen. Dabei können räumliche Bodenaufösungen von $5\text{m} \times 5\text{m}$ bis $20\text{m} \times 40\text{m}$ erreicht werden. Aus diesen Daten abgeleitete Oberflächenmodelle zeigen vertikale Auflösungen im Millimeterbereich (bei SAR-Interferometrie). Die beiden aktuell operativen Satelliten Sentinel-1a und Sentinel-1b ermöglichen eine zeitliche Auflösung von 1 bis 6 Tagen an den Polen bzw. am Äquator.



Abb. 1: Die *Sentinel-2*-Satellitenmission liefert im dreitägigen Abstand optische superspektralaufnahmen des europäischen Festlands. Durch diese hohe zeitliche Auflösung können Veränderung von Vegetationsbeständen sehr detailliert beobachtet werden.

Die Satelliten der *Sentinel-2*-Reihe tragen Instrumente zur optischen Erdbeobachtung und liefern *superspektrale* Abbilder der Erdoberfläche in insgesamt 12 Spektralkanälen, welche die chemische Beschaffenheit der reflektierenden Objekte repräsentiert (Vgl. Abb. 1). Abhängig vom Wellenlängenbereich können räumliche Auflösungen von $10^m/px$, $20^m/px$ oder $60^m/px$ erzielt werden. In der aktuellen Paarkonstellation werden Wiederkehrzeiten von 1, 3 bzw. 5 Tagen an den Polen, über dem europäischen Festland bzw. dem Äquator realisiert.

2.2 Deutsche Satellitenprogramme

Die vom *Deutschen Geoforschungszentrum (GFZ)* geleitete und vom *Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)* unterhaltene *EnMAP*-Mission wird ab 2020 *hyperspektrale* optische Abbilder der Erdoberfläche mit einer spektralen Auflösung von 6.5nm und 10nm und einer räumlichen Auflösung von $30^m/px$ liefern. Wiederkehrende Aufnahmen werden alle 4 Tage möglich sein. Als Vorabmission wurde im August 2018 das an die *Internationale Raumstation (International Space Station, ISS)* montierte *DESI* (*DLR Earth Sensing Imaging Spectrometer*) in Betrieb genommen. Dieses nimmt ebenfalls hyperspektrale Bilder der Erdoberfläche auf und realisiert dabei spektrale und räumliche Auflösungen von 2.55nm bzw. $30^m/px$. Aufgrund des Orbits der ISS, sind wiederkehrende Aufnahmen alle 1 bis 3 Tage möglich.

2.3 New Space

Neben den öffentlichen Betreibern von Satellitenmissionen traten in den letzten Jahren vermehrt private Unternehmen in das Geschäft der Erdbeobachtung ein und bieten kommerziell verschiedenste Erdbeobachtungsdaten und daraus abgeleitete Produkte an. Hervorzuheben sind hierbei etwa die Firmen *PLANET* und *DIGITALGLOBE*, deren Satellitenkonstellationen *PlanetScope* und *WorldView* multispektrale Aufnahmen der Erdoberfläche mit räumlichen Auflösungen von 0.3 bis $3.0^m/px$ und bis zu täglicher Wiederholrate liefern. Wie beispielhaft in Abb. 2a und 2b ersichtlich, kann hiermit neben der chemischen Zusammensetzung der reflektierenden Objekte auch deren Struktur erfasst werden.

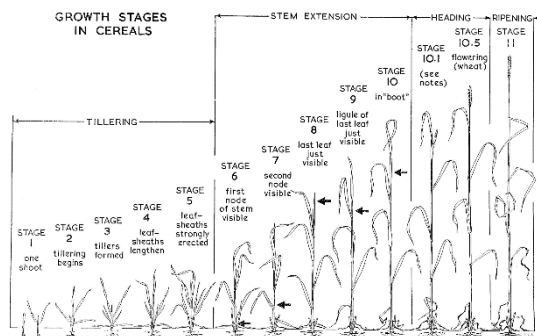


Abb. 2: Durch die hohe räumliche Bodenauflösung und kurzer Wiederkehrintervalle kommerzieller Erdbeobachtungsmissionen können neben spektraler Eigenschaften auch die Struktur von Vegetationsbeständen und deren Veränderungen analysiert werden.

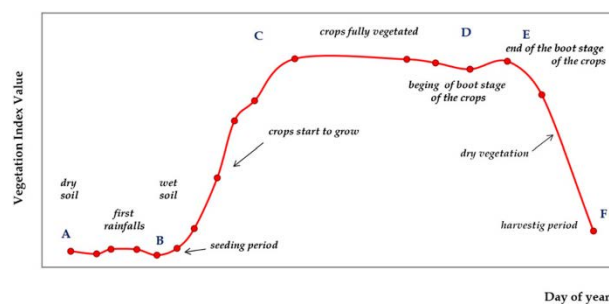
Tab. 1: Vergleich verschiedener Erdbeobachtungsmissionen

Mission	Sensortyp	Auflösung			geeignet für
		räumlich	radiometrisch	zeitlich	
Sentinel-1	Radar	niedrig	–	hoch	Struktur
Sentinel-2	optisch	mittel	mittel	hoch	chemische
PlanetScope/ WorldView	optisch	sehr hoch	niedrig	sehr hoch	Zusammensetzung
DESIS/EnMAP	optisch	niedrig	sehr hoch	mittel	chemische
			(hyperspektral)		Zusammensetzung

3 Rekurrentes Deep Learning zur Verarbeitung von Multi-Spektralen, Multi-Modalen und Multi-Temporalen Erdbeobachtungsdaten

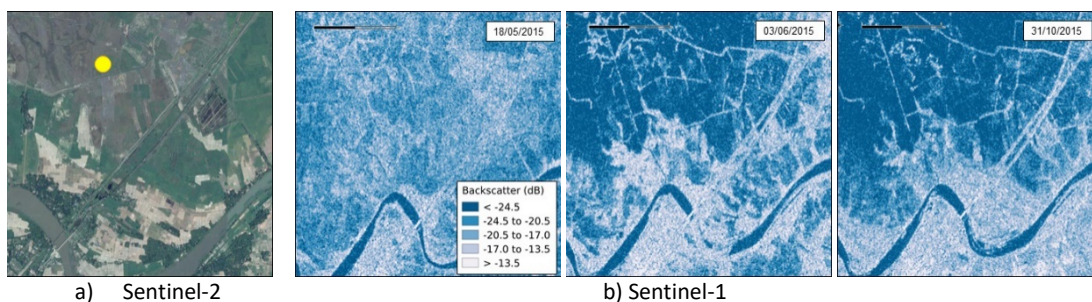


(a) Phänologiestadien nach Large (1954)



(b) Phänologieprofil nach Agapiou u. a. (2013)

Abb. 3: Verschiedene Pflanzenarten zeigen spezifische Phänologieprofile, welche somit als diskriminierende Faktoren zur automatischen Pflanzenartbestimmung genutzt werden können.



a) Sentinel-2

b) Sentinel-1

Abb. 4: Neben der Reflektivität der Pflanzenoberflächen unterliegt auch deren räumliche Struktur vom phänologischen Stadium abhängigen Veränderungen. Diese können mithilfe von SAR-Aufnahmen erfasst werden (Torbick u.a., 2017).

Die Klassifikation von Pflanzenarten ist eine der zentralen Aufgaben der satellitengestützten Erdbeobachtung im Kontext der digitalisierten Landwirtschaft. Die saisonale Entwicklung (*Phänogenese*) von Pflanzen wird von genetischen Faktoren und Umweltbedingungen beeinflusst und kann in verschiedene Phänologiestadien unterteilt werden (Large, 1954). Diese bedingt artenspezifische Änderungen der spektralen Reflektivitäten (Agapiou u.a., 2013) sowie räumlicher Strukturen (Torbick u.a.,

2017) der Pflanzenoberflächen, wie in Abb. 5 illustriert. Diese Parameter können durch optische und Radar-Sensoren beobachtet werden. Insbesondere die durch Sentinel-2 und Sentinel-1 ermöglichte dichte zeitliche Abtastung der Agrarflächen ermöglicht die Ableitung diskriminierender Merkmale, die zur automatischen Vegetationsartenklassifikation herangezogen werden können (Vgl. Abb. 1 und 4).

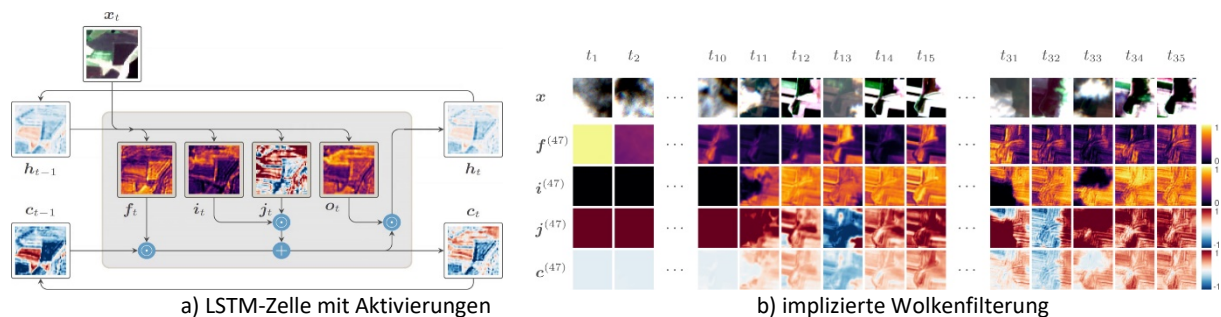


Abb. 5: *Long Short-Term Memory (LSTM)*-Netzwerke (Hochreiter und Schmidhuber, 1997) können zur Verarbeitung zeitdiskreter Beobachtungsreihen verwendet werden. Dabei werden automatisch relevante Informationen beibehalten, während irrelevante oder widersprüchliche Beobachtungen verworfen werden.

Im Bereich des maschinellen Lernens werden rekurrente Modelle, beispielsweise sogenannte *Long Short-Term Memory (LSTM)*-Netzwerke (Hochreiter und Schmidhuber, 1997), erfolgreich zur Verarbeitung von Zeitserien eingesetzt. Wie in Abb. 8a veranschaulicht, realisieren diese Modelle diese Konzepte zum Speichern sowie zum Verwerfen von Informationen, mit dem Ziel, nur die für die spätere Klassifikation hilfreiche Evidenz speichern. Mithilfe solcher Ansätze können 20 verschiedene Vegetationsklassen mit bis zu 90% Genauigkeit klassifiziert werden (Rußwurm und Körner, 2017a,b). Die Möglichkeit des Verwerfens irrelevanter Informationen erlaubt es diesen Modellen, selbständig Störeinflüsse, wie beispielsweise Wolken- oder Schneebedeckung, zu detektieren und von der weiteren Verarbeitung auszuschließen, ohne dass diese vorab als eigene zu klassifizierende Entitäten annotiert und trainiert werden müssen. Abbildung 8b veranschaulicht diesen Effekt beispielhaft für den Zeitpunkt t_{11} einer Beobachtungsreihe, bei dem das *input gate* $i^{(47)}$ an den Positionen der Wolkenpixel auf 0 gesetzt wird, während alle übrigen Pixelwerte positiv gewichtet werden.

Darüber hinaus können auftretende Abweichungen von den erwarteten Phänologieprofilen sowohl automatisch detektiert, als auch bereits frühzeitig antizipiert werden (Rußwurm und Körner, 2019). Diese Informationen liefern die Grundlage für die Klassifikation landwirtschaftlicher Maßnahmen (z.B. Umbruch, Ernte, extensive Nutzung, etc.) sowie die Pflanzenentwicklung beeinflussende und somit die Ernte gefährdende Prozesse (Dürre, Krankheiten, Schädlingsbefall, etc.).

4 Zusammenfassung

Die heutige Verfügbarkeit von Erdbeobachtungsdaten verschiedenster Modalität, Qualität und Quantität ermöglicht den Einsatz moderner Verfahren aus den Bereichen des maschinellen Lernens für die Anwendung im Kontext der digitalisierten Agrarwirtschaft. Über die reine Klassifikation angebaute Pflanzenarten hinaus ist es möglich, deren phänologische Prozesse zu beobachten und zu überwachen. Dies bietet Potenzial für eine frühzeitige Erkennung potenziell Ertragsschädigender Vorgänge, wie beispielsweise Trockenschäden, Krankheiten oder Schädlingsbefall. Daraus abgeleitete Interventionsstrategien können darüber hinaus optimal lokalisiert und dosiert werden.

Literatur

Athos Agapiou, Diofantos G. Hadjimitsis, Apostolos Sarris, Andreas Georgopoulos und Dimitrios D. Alexakis (2013). "Optimum temporal and spectral window for monitoring crop marks over archaeological remains in the Mediterranean region". In: *Journal of Archaeological Science* 40.3, S. 1479–1492. DOI: 10.1016/j.jas.2012.10.036.

Sepp Hochreiter und Jürgen Schmidhuber (1997). "Long Short-Term Memory". In: *Neural Computation* 9.8, S. 1735–1780. DOI: 10.1162/neco.1997.9.8.1735.

Ernest C. Large (1954). "Growth Stages in Cereals Illustration of the Feekes Scale". In: *Plant Pathology* 3 (4), S. 128–129. DOI: 10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x.

Marc Rußwurm und Marco Körner (2017a). "Multitemporal Crop Identification from Medium-Resolution Multi-Spectral Satellite Images based on Long Short-Term Memory Neural Networks". In: *ISPRS – International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Bd. XLII-1/W1. TIF Travel Grant, S. 551–558. DOI: 10.5194/isprs-archives-XLII-1-W1-551-2017.

Marc Rußwurm und Marco Körner (2017b). "Temporal Vegetation Modelling Using Long Short-Term Memory Networks for Crop Identification from Medium-Resolution Multi-spectral Satellite Images". In: *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*. IEEE/ISPRS Workshop on Large Scale Computer Vision for Remote Sensing Imagery (EARTHVISION). S. 1496–1504. DOI: 10.1109/CVPRW.2017.193.

Marc Rußwurm und Marco Körner (2019). "Early Classification for Agricultural Monitoring from Satellite Time Series". In: *International Conference on Machine Learning (ICML)*. Workshop on AI for Social Good. URL: https://aiforsocialgood.github.io/icml2019/accepted/track1/pdfs/15_aig_icml2019.pdf.

Marc Rußwurm, Sébastien Lefèvre, Nicolas Courty, Rémi Emonet, Romain Tavenard und Marco Körner (2019). "End-to-End Learning for Early Classification of Time Series". In: [removed due to double-blind review]. under review. arXiv: 1901.10681 [cs.ML].

Nathan Torbick, Diya Chowdhury, William Salas und Jiaguo Qi (2017). "Monitoring Rice Agriculture across Myanmar Using Time Series Sentinel-1 Assisted by Landsat-8 and PALSAR-2". In: *Remote Sensing* 9.2. DOI: 10.3390/rs9020119.



Johannes Kollmann

Lehrstuhl für Renaturierungsökologie
Technische Universität München
Emil-Ramann-Str. 1a
85354 Freising
jkollmann@wzw.tum.de

Agrarlandschaften: Ausgeräumt und jetzt wieder eingeräumt?

Ausräumen der Agrobiodiversität

Agrarlandschaften gehören zu den am stärksten vom Menschen geprägten Ökosystemen Mitteleuropas, und historisch waren Acker- und Grünlandvegetation standörtlich differenziert und sehr artenreich (Kollmann et al. 2019). Die Modernisierung der Landwirtschaft hat zu enormen Ertragssteigerungen, aber auch zu einer drastischen Verarmung der Agrobiodiversität geführt (Potts et al. 2010; Wesche et al. 2012; Meyer et al. 2013). Herbizide sind beispielsweise besonders negativ für seltene Wildpflanzen der Wintergetreideäcker, und das gilt auch für die sogenannte integrierte Bekämpfung, bei der Maßnahmen erst ab einer bestimmten Schadensschwelle ergriffen werden (Albrecht et al. 2016). Ein weiterer Faktor ist die intensive Düngung, die zu dichten Beständen der Kulturpflanzen führt, die Wildpflanzen benachteiligt und eine Reihe von Umweltproblemen verursacht (Heißenhuber et al. 2015). Die Bodenreaktion der meisten Ackerflächen ist durch Kalkung bodensaurer Standorte und Verwendung saurer Düngemittel auf basenreichen Standorten nivelliert worden. Im Zuge dieser Vereinheitlichung wurden Magerkeitszeiger und Arten von Extremstandorten verdrängt. Negativ für Wildpflanzen ist zudem, dass Grenzertragsstandorte aufgegeben worden sind.

Außerdem hat die Flurbereinigung zu einer Vergrößerung der Schläge geführt, wodurch der Anteil der Ackerränder zurückging, die weniger intensiv bewirtschaftet werden und ein höheres Lichtangebot aufweisen. Der Anbau von Wintergetreide hat wegen höherer Erträge auf Kosten des Sommergetreides zugenommen, was für herbstkeimende Wildpflanzen nachteilig ist (Potts et al. 2010). Eine effiziente Saatgutreinigung bewirkt zudem, dass heute kaum mehr Wildarten mit den Kulturpflanzen ausgesät werden. Und schließlich werden in der derzeitigen Landwirtschaft die Samenausbreitung durch Haustiere oder Maschinen unterbunden und Restpopulationen seltener Arten verinselt (Albrecht et al. 2000). Eine Konsequenz dieser Entwicklungen ist, dass nach der aktuellen Roten Liste Deutschlands 34 % der 350 Ackerwildpflanzen gefährdet und 5 % ausgestorben sind (Korneck et al. 1996).

Die Rolle der Wildpflanzen im Agrarökosystem ist komplex und variiert je nach Art und Entwicklung der Feldfrucht und des Grünlands. Als negativ wird die Konkurrenz mit den Kulturpflanzen um Wasser, Nährstoffe und Licht angesehen. Dichte Bestände können durch verändertes Mikroklima zu stärkerem Pilzbefall führen; manche Wildpflanzen begünstigen zudem Schädling von Kulturpflanzen. Daher müssen Wildpflanzen bis zu einem bestimmten (ökonomischen) Schwellenwert bekämpft werden (Coble u. Mortensen 1992).

Positiv sind die durch die Wildpflanzen verursachte Bodendeckung, die verringerte Erosion sowie eine vielfältiger Tierernährung durch artenreiches Grünland. Wildpflanzen sorgen für eine vielseitigere Durchwurzelung, fördern das Bodenleben und eine günstige Bodenstruktur. Zudem binden sie Nährstoffe; dadurch kann Auswaschung verringert oder vermieden werden. Die Unterstützung von Prädatoren und anderen Nützlingen ist wichtig für eine effektive biologische Schädlingsbekämpfung. Blühende

Wildpflanzen dienen als Pollen- und Nektarquelle für Wildbienen und Hummeln (Rollin et al. 2016), die wiederum für die Bestäubung vieler Kulturpflanzen unentbehrlich sind (Klein et al. 2007). Die Samen von Wildpflanzen stellen außerdem eine Nahrungsquelle für Feldvögel dar (Marshall et al. 2003). Die biologische Vielfalt der Ackerwildpflanzen ist darüber hinaus ein genetisches Reservoir zukünftiger Landnutzung und bereichert das Landschaftsbild.

Einräumen der Agrobiodiversität

In Mitteleuropa werden seit den 1980er-Jahren Maßnahmen zum Schutz der Acker- und Grünlandwildpflanzen durchgeführt (Steffani 2015). Die bisherigen Maßnahmen reichen aber bei weitem nicht aus, um den fortschreitenden Rückgang der biologischen Vielfalt der Agrarlandschaften aufzuhalten. Für eine Förderung der Agrobiodiversität und konkret für den Schutz von Ackerwildpflanzen gibt es sechs Optionen (Albrecht et al. 2016), d.h. Ackerbrachen, Ackerrandstreifenprogrammen, Buntbrachen, Schutzäcker, *ex situ* Schutz und produktionsintegrierte Kompensation. Bei der Wiederansiedlung von Ackerwildkräutern, die sich nicht spontan einstellen, sind vier Schritte zu berücksichtigen: Vorbereitung der Maßnahme, Ausbringung der Wildpflanzen, Bewirtschaftung und Ertragseffekte sowie Ackerwildkrautschutz.

Das praktische Vorgehen bei der Wiederansiedlung von Ackerwildpflanzen ist in Wiesinger et al. (2015) ausführlich dargestellt. Dafür eignen sich mäßig nährstoffreiche, gut besonnte Feldränder; günstig ist weiterhin, wenn Schutzäcker, Feldflorareservate oder Äcker des Vertragsnaturschutzes in der Nähe liegen, da sie zur Vergrößerung und Vernetzung von Populationen gefährdeter Ackerwildpflanzen und der mit ihnen assoziierten Tierarten beitragen. Eine besonders große Wirkung der Wiederansiedlung ist in Landschaften mittlerer Komplexität zu erwarten (Tschardt et al. 2012). Die Zielflächen sollten in der Vegetationsperiode vor der geplanten Ansiedlung untersucht werden, um zu klären, ob die auszusäenden Arten nicht bereits vorkommen und ob problematische Arten den Erfolg der Wiederansiedlung gefährden könnten. Das Saatgut der Ackerwildpflanzen sollte aus dem Naturraum der Ausbringungsfläche stammen. Solches autochthone Saatgut steht bisher nur begrenzt zur Verfügung. Über die kommerzielle Verfügbarkeit von Ackerwildpflanzen regionaler Herkunft informiert der Verband deutscher Wildsamens- und Wildpflanzenproduzenten e. V. (www.natur-im-vww.de). Bei Artenmischungen ist eine Saatstärke von 200–400 Samen m⁻² anzustreben, die je nach Art zu gewissen Ertragsverlusten führt (Lang et al. 2016).

Förderung der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft sollte nicht nur auf Wildpflanzen der Äcker beschränkt sein (Czybulka et al. 2009). Es sind daher verschiedene Maßnahmen zur Förderung der Agrobiodiversität entwickelt worden, die sich gut kombinieren lassen (Albrecht et al. 2016). In der Ackerfläche können Buntbrachen oder Blühstreifen angelegt werden, die primär für Bestäuber gedacht sind, aber auch viele andere Tierarten unterstützen (Dietzel et al. 2019). Spezielle Maßnahmen für Hamster, Feldlerche oder Kiebitz sind lichtere Kulturbestände oder integrierte kleine Bracheflächen (Buttschardt et al. 2016). Insgesamt erfordert eine ökologische Aufwertung der Agrarlandschaften die Reaktivierung von in der Samenbank des Bodens ruhenden Reliktarten, die Wiedereinführung seltener Wildpflanzen und die Förderung der tierischen Agrobiodiversität durch angepasste Bewirtschaftungsformen.

Schlussfolgerungen

Die Landwirtschaft hat die Landschaften Mitteleuropas nicht zum Selbstzweck ausgeräumt, sondern folgte gesellschaftlichen, technischen und ökonomischen Zwängen (Hampicke 2018). Dazu zählen beispielsweise die Ernährungssicherheit nach dem 2. Weltkrieg sowie das Ziel der EU-Agrarpolitik einer Wettbewerbsfähigkeit der Landwirtschaft auf internationalen Märkten. Die Ausweitung der Betriebs- und Parzellengrößen sowie auch die Spezialisierung (Marktfruchtbau, Einschränkung des Kulturartenspektrums, Tierhaltung) ermöglichen eine Kostenreduktion je produzierter Einheit. Die resultierenden Biodiversitätsverluste sowie der Klimawandel erfordern jetzt aber neue unternehmerische Ansätze einer Zukunftssicherung der Landwirtschaft.

Literatur

- Albrecht H, Mayer F, Mattheis A (2000) *Veronica triphyllos* L in the Tertiärhügelland landscape in southern Bavaria – an example for habitat isolation of a stenoeceous plant species in agroecosystems. *Z Ökol Nat schutz* 8:219–226
- Albrecht H, Cambededes J, Lang M, Wagner M (2016) Management options for the conservation of rare arable plants in Europe. *Bot Lett* DOI 10.1080/2381810720161237886
- Buttschardt T, Ganser W, Brüggemann T, Hogeback S, Kauling S (2016) Produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahmen. Stiftung Westfälische Kulturlandschaft & Institut für Landschaftsökologie, Münster
- Coble HD, Mortensen DA (1992) The threshold concept and its application to weed science. *Weed Technol* 6:191–195
- Czybulka D, Hampicke U, Litterski B, Schäfer A, Wagner A (2009) Integration von Kompensationsmaßnahmen in die landwirtschaftliche Produktion. *Nat schutz Landsch plan* 41:245–256
- Dietzel S, Sauter F, Moosner M, Fischer C, Kollmann J (2019) Blühstreifen und Blühflächen in der landwirtschaftlichen Praxis – eine naturschutzfachliche Evaluation. *ANLiegenNatur* 41:73–86.
- Hampicke U (2018) Kulturlandschaft – Äcker, Wiesen, Wälder und ihre Produkte: Ein Lesebuch für Städter. Springer-Verlag, Heidelberg.
- Heißenhuber A, Haber W, Krämer C (2015) 30 Jahre SRU-Sondergutachten „Umweltprobleme der Landwirtschaft“ – eine Bilanz. Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit, Berlin
- Klein AM, Vaissiere BE, Cane JH, Steffan-Dewenter I, Cunningham SA, Kremen C, Tscharrntke T (2007) Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proc R Soc Lond B: Biol Sci* 274:303–313
- Kollmann J, Kirmer A, Hölzel N, Tischew S, Kiehl K (2019) Renaturierungsökologie. Springer Spektrum Verlag, Berlin, 489 pp.
- Korneck D, Schnittler M, Vollmer I (1996) Rote Liste der Farn- und Blütenpflanzen (Pteridophyta et Spermatophyta) Deutschlands. *Schr reihe Veg kd* 28:21–187
- Lang M, Prestele J, Fischer C, Kollmann J, Albrecht H (2016) Reintroduction of rare arable plants by seed transfer. What are the optimal sowing rates? *Ecol Evol* 6:5506–5516
- Marshall EJ, Brown VK, Boatman ND, Lutman PJ, Squire GR, Ward LK (2003) The role of weeds in supporting biological diversity within crop fields. *Weed Res* 43:77–89
- Meyer S, Wesche K, Krause B, Leuschner C (2013) Dramatic losses of specialist arable plants in Central Germany since the 1950s/60s – a cross-regional analysis. *Divers Distrib* 19:1175–1187
- Potts GR, Ewald JA, Aebischer NJ (2010) Long-term changes in the flora of the cereal ecosystem on the Sussex Downs, England, focusing on the years 1968–2005. *J Appl Ecol* 47:215–226
- Rollin O, Benelli G, Benvenuti S, Decourtye A, Wratten SD, Canale A, Desneux N (2016) Weed-insect pollinator networks as bio-indicators of ecological sustainability in agriculture. A review. *Agron Sustainable Dev* 36:8.
- Steffani B (2015) Äcker und Schutz der Ackerbegleitflora. *Handbuch Naturschutz und Landschaftspflege XIII*:7:12:1–32
- Tscharrntke T, Tylianakis JM, Rand TA, Didham RK, Fahrig L, Batary P, Bengtsson J, Clough Y, Crist TO, Dormann CF, Ewers RM, Frund J, Holt RD, Holzschuh A, Klein AM, Kleijn D, Kremen C, Landis DA, Laurance W, Lindenmayer D, Scherber C, Sodhi N, Steffan-Dewenter I, Thies C, Putten WH van der, Westphal C (2012) Landscape moderation of biodiversity patterns and processes – eight hypotheses. *Biol Rev* 87:661–685

Biodiversität in der Agrarlandschaft

Wesche K, Krause B, Culmsee H, Leuschner C (2012) Fifty years of change in Central European grassland vegetation: Large losses in species richness and animal-pollinated plants. *Biol Conserv* 150:76–85

Wiesinger K, Lang M, Elsen T van, Albrecht H, Prestele J, Kollmann J (2015) Praxisbroschüre Wiederansiedlung seltener und gefährdeter Ackerwildkräuter im Biobetrieb. Universität Kassel, TUM & LfL, Freising



Petra Dieker

Thünen-Institut für Biodiversität
Bundesallee 65
38116 Braunschweig
petra.dieker@thuenen.de

Zielorientierte und effiziente Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität in Agrarökosystemen – Herausforderungen und Perspektiven

Einleitung

Der Landnutzungswandel in den vergangenen sechs bis sieben Jahrzehnten hat maßgeblich zum Rückgang der Biodiversität in Agrarlandschaften beigetragen (Stoate et al. 2009, Pe'er et al. 2017). Sowohl die intensive Nutzung produktiver Standorte als auch die Aufgabe landwirtschaftlicher Flächen auf Grenzertragsstandorten haben aus einer vielfältig gestalteten und eher nährstoffarmen Landschaft eine homogene Landschaft entstehen lassen, in der einst typische Elemente der Agrarlandschaft heute nur noch in Fragmenten vorzufinden sind (Fartmann 2017).

Bereits in den 1980er Jahren hatten erste EU-Mitgliedsstaaten Agrarumweltprogramme konzipiert, um Landwirte für Einkommensverluste als Folge von extensiver Bewirtschaftung in ökologisch sensiblen Gebieten zu entschädigen. Aber erst im Zuge der EU-Agrarreform von 1992 wurden Agrarumweltprogramme als Instrument des Natur- und Umweltschutzes in die Gemeinsame Agrarpolitik integriert und haben seither das Ziel, großflächig in der Agrarlandschaft zu wirksam zu werden (Batáry et al. 2015).

Doch die ausbleibende Trendwende bzw. der anhaltende Artenrückgang lassen Zweifel an der Wirksamkeit dieser Programme aufkommen. Daher ist es notwendig, Hebelpunkte für eine wirksame Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen (unter gegenwärtigen agrarpolitischen Bedingungen) zu identifizieren und die verschiedensten Ansprüche aus ökologischer und sozio-ökonomischer Sicht zu integrieren, um damit Perspektiven und Handlungsoptionen für die zukünftige Ausgestaltung von Agrarumweltmaßnahmen aufzuzeigen.

Agrarumweltmaßnahmen im Spannungsfeld Landwirtschaft und Biodiversitätsschutz

Agrarumweltmaßnahmen sind in der 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik verankert und beruhen damit auf dem Prinzip der Freiwilligkeit. LandwirtInnen können aus einem breiten Spektrum an Agrarumweltmaßnahmen, welches die Bundesländer in ihren Förderprogrammen zur Auswahl stellen, Maßnahmen auswählen und verpflichten sich gegen eine flächenbezogene Prämie für mindestens 5 Jahre für ihre Umsetzung (Scheele 2010). Die Agrarumweltmaßnahmen lassen sich dabei in dunkelgrüne und hellgrüne Maßnahmen unterscheiden. Während dunkelgrüne Maßnahmen einen unmittelbaren Bezug zur Biodiversität haben und auf eine Erhaltung oder Förderung von Biodiversität abzielen, dienen hellgrüne Maßnahmen in erster Linie dem abiotischen Ressourcenschutz. Von ihnen können aber auch positive Nebeneffekte auf Biodiversität ausgehen (Hötker & Leuschner 2014). So sind dunkelgrüne Maßnahmen häufig im Vertragsnaturschutz im Grünland und Ackerbau zu finden und weisen

entsprechende Nutzungsaufgaben bzw. -vorgaben z. B. zu Schnittzeitpunkten auf. Ein erfolgreiches Beispiel ist das Projekt ‚100 Äcker für Vielfalt‘, welches sich dem Schutz der gefährdeten Segetalflora widmet. Floristisch wertvolle Äcker werden langfristig durch strenge Nutzungsaufgaben (kein Mineraldünger und Pestizideinsatz, flache Pflugfurchen, winterliche Stoppeln und angepasste Fruchtfolge) vertraglich gesichert und dienen unter der Bezeichnung ‚Schutzäcker‘ als Refugien für die Wiederausbreitung von Ackerwildkräutern (<http://www.schutzaecker.de/>). Da, wie in diesem Beispiel, die Schutzziele in der Regel höher als die Ertragsziele bewertet werden, hängt die Umsetzung von dunkelgrünen Maßnahmen stark vom ökologischen Interesse und Einsatzbereitschaft der Landbewirtschaftler ab. Dies spiegelt sich auch im Flächenanteil dunkelgrüner Maßnahmen wider: So fanden 2009 lediglich auf 0,32 % der Ackerfläche Baden-Württembergs, Bayern, Brandenburg (mit Berlin), Hessen, Niedersachsen (mit Bremen), Sachsen, Schleswig-Holstein und Thüringen dunkelgrüne Maßnahmen statt (Hötter & Leuschner 2014).

Zu den hellgrünen Maßnahmen zählen z. B. extensive Grünlandbewirtschaftung ohne besondere Auflagen, Mulchsaatverfahren, Lichtacker/weite Reihe, Schwarzbrache-Streifen, Herbst- und Winterbegrünung, Reduzierung von Düngemittel und Verzicht auf Herbizideinsatz. Unter LandwirtenInnen finden besonders diejenigen Maßnahmen Akzeptanz, die u.a. die Wirtschaftlichkeit des Betriebes nicht mindern und sich in bestehende Betriebsabläufe integrieren lassen.

Derzeit fehlt in Deutschland (noch) ein spezielles Monitoring, um Agrarumweltmaßnahmen zu evaluieren, so dass es keine Gesamtübersicht über ihre Wirksamkeit gibt. Zahlreiche wissenschaftliche Studien haben sich jedoch in den letzten zwei Jahrzehnten mit der Effektivität von Agrarumweltmaßnahmen beschäftigt – und die Ergebnisse variieren zum Teil stark. Während einige Maßnahmen positive Wirkung auf die Biodiversität zeigten, hatten andere keinerlei Effekte. Die Wirkung einer einzigen Agrarumweltmaßnahme kann sogar zwischen verschiedenen Regionen variieren (z. B. Rundlöf & Smith 2006). Der Grund dafür ist u.a. in den ökologischen Kontrasten zwischen Maßnahmen- und Kontrollflächen zu suchen und wird außerdem durch die umgebende Landschaftsstruktur und Landnutzungsintensität bestimmt (Kleijn et al. 2011).

Diese Erkenntnisse legen nahe, dass es Optimierungsbedarf bei der Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen gibt. Aus ökologischer Sicht empfiehlt es, sich Agrarumweltmaßnahmen entsprechend lokaler Biodiversitätsziele und Standorteigenschaften auszuwählen und in ein auf Landschaftsebene angelegtes Gesamtkonzept einzufügen. Um allerdings langfristig die Bestände einst typischer Agrararten zu sichern und zu fördern, z. B. durch Habitatqualität, -größe und -konnektivität, wird der Bedarf des Flächenanteils an Agrarumweltmaßnahmen im Ackerbau auf 10-15 % geschätzt (derzeit unter 5 %). Doch statt Agrarumweltmaßnahmen vornehmlich auf Randbereich landwirtschaftlicher Nutzflächen zu beschränken, könnten die größten und wirkungsvollsten Effekte durch die Integration von Maßnahmen in die landwirtschaftliche Produktionssysteme erreicht werden (z. B. weite Reihe/Lichtacker, diversifizierte Fruchtfolgen, Säume/Hecken als Landschaftsstrukturen an den Gemarkungen integrieren). Integrierte Agrarumweltmaßnahmen sind allerdings häufig Zielkonflikten zwischen sozio-ökonomischen und ökologischen Ansprüchen, also zwischen Landwirtschaft und Biodiversitätsschutz, ausgesetzt, obwohl gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Bestäubungssituation oder Bekämpfung von Schädlingen durch natürliche Feinde beitragen können.

Leuchtturmprojekte – Beispiele für zielorientierte und effektive Agrarumweltmaßnahmen

Zahlreiche praxisorientierte Forschungs- und Regionalprojekte widmen sich diesen Zielkonflikten. Verschiedenste Akteure erarbeiten gemeinsam, wie Agrarumweltmaßnahmen so in die Fläche gebracht werden können, dass sie nicht die Wirtschaftlichkeit des Betriebes beeinträchtigen, aber zeitgleich positiv auf Biodiversität auswirken.

Eines der wohl bekanntesten Beispiele ist die Hope Farm der Royal Society of Birds (RSPB). Vor knapp 20 Jahren kaufte die RSPB die Hope Farm, mit dem Ziel effektive, biodiversitätsfördernde Maßnahmen in einen gewinnbringenden, konventionell bewirtschafteten Betrieb zu integrieren. Mit einem räumlich und zeitlich aufeinander abgestimmten Maßnahmenbündel sollten auf dem Betrieb Brut- und Nisthabitate

sowie Nahrungsressourcen für verschiedenste Zielartengruppen über das Jahr hinweg verfügbar sein. Dies wurde und wird durch die Förderung von Landschaftsstrukturen und die Erhöhung des Blüh- und Samenangebotes (jeweils mindestens 2 % der Fläche) außerhalb der bewirtschafteten Flächen und durch den Anbau von Sommerkulturen und das Anlegen von z. B. Lerchenfenstern in Ackerflächen erreicht. Die positiven Bestandstrends von Feldvögeln, die in den letzten 20 Jahren um das Zwei- bis Dreifache auf der Hope Farm zugenommen haben, sprechen für sich. Positive Entwicklungen lassen sich auch bei Schmetterlingen und Wildbienen verzeichnen.

Projekte wie die Hope Farm und F.R.A.N.Z. (<https://www.franz-projekt.de/>) haben einen Demonstrationscharakter für die Vereinbarkeit von konventionell betriebener Landwirtschaft und biodiversitätsfördernden Maßnahmen und wollen mit ihren Ergebnissen zur Nachahmung anregen. Doch nicht nur die konventionelle Landwirtschaft, sondern auch der Ökolandbau ist den oben beschriebenen Zielkonflikten ausgesetzt. Das Projekt ‚Landwirtschaft für Artenvielfalt‘ (<https://www.landwirtschaft-artenvielfalt.de/>) hat speziell für den Ökolandbau ein sogenanntes Naturschutzmodul entwickelt. Herz des Naturschutzmoduls ist der breit aufgestellte Maßnahmenkatalog und die naturschutzfachliche Beratung, die als ein wesentlicher Garant für die Wirksamkeit von Maßnahmen bewertet wird. In Abhängigkeit von den Standorteigenschaften und Potenzialen der einzelnen Betriebe werden entsprechende Maßnahmen umgesetzt (z. B. Nicht striegeln, späte Stoppelbearbeitung, eingeschränktes Pflügen, kleinteilige Anbaustruktur) bzw. miteinander kombiniert und anhand ausgewählter Zielarten mittels eines Punktesystems evaluiert.

Schlussfolgerungen

Wie diese Beispiele zeigen, existieren bereits zahlreiche und – aus ökologischer und ökonomischer Sicht – wirksame Agrarumweltmaßnahmen, deren positive Effekte durch zeitliche und räumliche Koordination bei der Umsetzung noch gesteigert werden können. Für dauerhafte Ergebnisse müssen darüber hinaus Flächenumfang und -qualität deutlich zunehmen, ebenso sollte gezieltes Monitoring die Wirksamkeit der Maßnahmen überwachen.

Literatur

- Batáry, P., L. V. Dicks, D. Kleijn, and W. J. Sutherland. 2015. The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conservation Biology* **29**:1006-1016.
- Fartmann, T. 2017. Überleben in fragmentierten Landschaften. Grundlagen für den Schutz der Biodiversität Mitteleuropas in Zeiten des globalen Wandels. *Natur und Landschaft* **49** 277-282.
- Hötker, H. & Leuschner, C. (2014): Naturschutz in der Agrarlandschaft am Scheideweg - Misserfolge, Erfolge, neue Wege. Michael Otto Stiftung für Umweltschutz.
- Kleijn, D., M. Rundlof, J. Scheper, H. G. Smith, and T. Tschardtke. 2011. Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends Ecol Evol* **26**:474-481.
- Pe'er, G., Y. Zinngrebe, J. Hauck, S. Schindler, A. Dittrich, S. Zingg, T. Tschardtke, R. Oppermann, L. M. E. Sutcliffe, C. Sirami, J. Schmidt, C. Hoyer, C. Schleyer, and S. Lakner. 2017. Adding Some Green to the Greening: Improving the EU's Ecological Focus Areas for Biodiversity and Farmers. *Conservation Letters* **10**:517-530.
- Rundlöf, M., and H. G. Smith. 2006. The effect of organic farming on butterfly diversity depends on landscape context. *Journal of Applied Ecology* **43**:1121-1127.
- Scheele, M. (2010): Bereitstellung öffentlicher Güter durch die Landwirtschaft, *LandInForm Spezial* (1/2010), S. 10-15; URL: <https://www.netzwerk-laendlicher-raum.de/service/publikationen/landinform-spezial/oeffentliche-gueter/> (18.08.2019)
- Stoate, C., A. Báldi, P. Beja, N. D. Boatman, I. Herzon, A. van Doorn, G. R. de Snoo, L. Rakosy, and C. Ramwell. 2009. Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – A review. *Journal of Environmental Management* **91**:22-46.



Bettina Matzdorf

Ökosystemleistungen – ökonomische und planerische Aspekte
Leibniz Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF)
Governance für Ökosystemleistungen
Leibniz Universität Hannover
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg
matzdorf@zalf.de

Innovative Governance Ansätze zur Bereitstellung von Biodiversität und Ökosystemleistungen in Agrarlandschaften

Ausgangspunkt - Schwachstellen der aktuellen Politik

Die Entwicklung der Indikatoren im Bereich Biodiversität zeigen in Deutschland klar an, dass gerade in Agrarlandschaften Handlungsbedarf besteht (Naturkapital Deutschland – TEEB DE 2016). Die wichtigsten Ursachen dafür sind ebenfalls relativ klar erkannt. Sie liegen zum einen in einer intensiven Landwirtschaft, die auf eine Steigerung der Erträge pro Fläche bzw. pro Vieheinheit gerichtet ist. Damit verbunden ist das zweite Problem, die Aufgabe von Flächen aus der Nutzung auf Minderertragsstandorten. Während Lösungen im Bereich der intensiven Landwirtschaft immer ein Mix aus Ordnungsrecht und finanziellen Anreizen bedarf, sind gerade für den Erhalt einer Landbewirtschaftung auf Grenzertragsstandorten im Sinne einer Landschaftspflege finanzielle Anreize notwendig, sei es über höhere Produktpreise oder aber über direkte Zahlungen für ökologische Leistungen. Die Forschungen zu erfolgreichen Lösungsansätzen auf regionaler und lokaler Ebene zeigen, dass oftmals sowohl bei ordnungsrechtlicher Steuerung als auch bei finanziellen Anreizinstrumenten sogenannte kooperative Lösungen wichtige Bausteine sind. In folgendem Beitrag möchte ich insbesondere darauf eingehen, wie innovative Modelle für finanzielle Anreizinstrumente in Agrarlandschaften aussehen können, die zu einer Verbesserung der Bereitstellung von Biodiversität und Ökosystemleistungen beitragen. Auf das essentielle Zusammenspiel mit Ordnungsrecht und finanziellen Anreizinstrumenten werde ich aus Zeitgründen nicht eingehen.

Innovative Finanzierungsmodelle

Vertragsgestaltung

In der Europäischen Union sind Agrarumweltmaßnahmen ein entscheidendes Instrument um die Ziele des Naturschutzes in der Agrarlandschaft zu erreichen. Agrarumweltmaßnahmen werden traditionell maßnahmenorientiert und in Einzelverträgen mit Landwirten umgesetzt (Uthes & Matzdorf 2015). Der Erfolg von Maßnahmen zur Erzielung positiver ökologischer Effekte in europäischen Landschaften ist jedoch fragwürdig, z.B. nimmt die biologische Vielfalt in landwirtschaftlichen Nutzflächen weiter ab (Kleijn et al. 2006, Kleijn and Sutherland 2003). Ein wesentlicher Grund liegt in der mangelnden räumlichen Koordination und ein Maßnahmendesign, das wenig dazu beiträgt, dass teilnehmende Betriebe die ökologischen Prozesse im Landschaftsmaßstab bei ihren Betriebsentscheidungen berücksichtigen (Prager et al. 2012, Uthes et al. 2010). Aktuell werden auf Europäischer Ebene zwei Vertragsmodelle für Agrarumweltmaßnahmen als Bausteine zur Lösung dieser Probleme diskutiert, die gerade für den Bereich der Biodiversität von großer Bedeutung sind: Kooperative Verträge und ergebnisorientierte Honorierungen.

Ergebnis-orientierte Honorierung

Bei der ergebnisorientierten Honorierung soll die Zahlung möglichst direkt an die Erbringung einer bestimmten Umweltleistung geknüpft werden. Dieser Ansatz wird seit längerem diskutiert, gelangt aber aktuell endlich verstärkt in die politische Debatte, insbesondere auf EU Ebene (Herzon et al. 2018). Aktuelle Beispiele zur ergebnisorientierten Honorierung sind fast ausschließlich im Bereich Biodiversität zu finden (Burton & Schwarz 2013, Herzon et al. 2018). Bekannte Beispiele sind eine ergebnisorientierte Honorierung über Kennarten des Grünlandes in Deutschland. Bei der ergebnisorientierten Honorierung besteht die größte Herausforderung darin, geeignete Indikatoren zu entwickeln, die nicht nur zu Vertragslängen passen, sondern im Idealfall nur den Umweltzustand abbilden, der durch das Handeln des Landwirtes und nicht durch externe Bedingungen wie z.B. Wetterereignisse bestimmt wird. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass die theoretischen Vorteile einer ergebnisorientierten Honorierung insbesondere dann zum Tragen kommen, wenn die Landwirte selbst diese Indikatoren akzeptieren und verstehen und im Idealfall auch selbst erheben können (Matzdorf et al. 2008). Erfolgreiche Beispiele zeigen, dass oftmals eine Vielzahl von Akteuren bei der Entwicklung und Umsetzung eingebunden ist (Matzdorf et al. 2014). Es werden einige dieser Beispiele im Beitrag vorgestellt.

Kooperative Agrarumweltmaßnahmen – Gruppenverträge

Hinter der Entwicklung weg von Verträgen mit einzelnen Landwirten hin zu Gruppenverträgen steht die Idee, dass zur Erbringen der Biodiversitätsziele und Ökosystemleistungen vielfältige Abstimmungsprozesse notwendig sind und nur ein gezieltes gemeinsames Handeln der Landwirte auf Landschaftsebene zum Erfolg führt (Prager 2015, Westerink et al. 2017). Dies ist sehr gut am Beispiel von diversen Naturschutzzielen zu verstehen. Sollen beispielsweise Wiesenbrüter in einem bestimmten Gebiet erhalten werden, ist dafür ein Wiesen- und Weidenmanagement auf Landschaftsebene erforderlich, dies umso mehr wenn z.B. Wasserstandsregulierungen geändert werden sollen. Die Landwirte müssen miteinander kooperieren, um das Ziel zu erreichen. Von daher sind hierbei oftmals die Ansätze, die man von freiwilligen Kooperationsmodellen kennt (vgl. grundlegend Ostrom 1990) für erfolgreiche Umsetzung derartiger Verträge entscheidend. Dazu gehört u.a. die Einbindung von verschiedenen Interessengruppen und Akteure. Kooperativen Agrarumweltmaßnahmen, die die Vorteile von ökonomischen Ansätzen mit freiwilligen kooperativen Modellen verbinden, haben daher das Potential, am Ende Zahlungen kosteneffizienter und effektiver zu gestalten. Aktuell kann dabei insbesondere von dem Niederländischen Modell der Agrarumweltmaßnahmen gelernt werden. Hier werden seit der letzten Förderperiode alle Agrarumweltmaßnahmen nur noch über kooperative Vertragsmodelle umgesetzt. Dieses Modell wird im Beitrag kurz vorgestellt und diskutiert.

Private Initiativen

Neben staatlichen Zahlungen für die Honorierung ökologischer Leistungen über Agrarumweltmaßnahmen können auch private Ansätze ein Baustein zur Verbesserung der Biodiversität in der Agrarlandschaft sein. Zwei Ansätze werden im Beitrag vorgestellt, bei deren Entwicklung das ZALF beteiligt ist.

Produktlabel – „Landwirtschaft für Artenvielfalt“

Das Label "Landwirtschaft für Artenvielfalt" wurde eingeführt, um Naturschutzleistungen für den Verbraucher sichtbar zu machen und die Lücke zwischen begrenztem Verbraucherinteresse und staatlicher finanzieller Unterstützung zu schließen. Es wurde ein Gesamtbetrieblicher Ansatz für Ökolandbaubetriebe entwickelt, der auf unterschiedliche inhaltliche Modulen und Kreditpunkten basiert. Ein Katalog von Maßnahmen, Landschaftsmerkmalen und Zielarten hilft Landwirten und Naturschutzberatern, die Leistungen des Betriebs zu verbessern und die Biodiversität zu erhöhen. Die Landwirte müssen einen Gesamtpunktstand sowie einen Sonderpunktstand für kleinräumig effektive Maßnahmen erreichen (Gottwald & Stein-Bachinger 2018). Bei erfolgreicher Umsetzung von Maßnahmen und das damit verbundene Erreichen einer bestimmten Anzahl von Kreditpunkten garantiert EDEKA den

Betriebe spezifische Abnahmekonditionen. EDEKA vermarktet die Produkte der teilnehmenden Landwirte unter dem Label „Landwirtschaft für Artenvielfalt“.

Private Zahlungen für Ökosystemleistungen - AgoraNatura ein online Marktplatz für Naturschutzzertifikate

In einem Forschungs- und Entwicklungsprojekt wurde über fünf Jahre ein online Marktplatz für Naturschutzzertifikate entwickelt, der Anfang 2020 online gehen wird. Dieser Marktplatz soll es Unternehmen und Privatpersonen in Deutschland erleichtern, sich effektiv und gezielt für den Naturschutz zu engagieren. Kernstück ist es, dass Leistungen im Bereich Biodiversität und anderer Ökosystemleistungen dargestellt und so weit wie möglich quantifiziert werden. Dazu wurde ein neuer Standard entwickelt – der Natur^{plus} Standard (<http://www.naturplus-standard.de/>). Naturschutzprojekte treten auf dem Marktplatz als Anbieter von diesen Leistungen auf und vermarkten die Leistungen über Naturschutzzertifikate (siehe Abbildung 1).

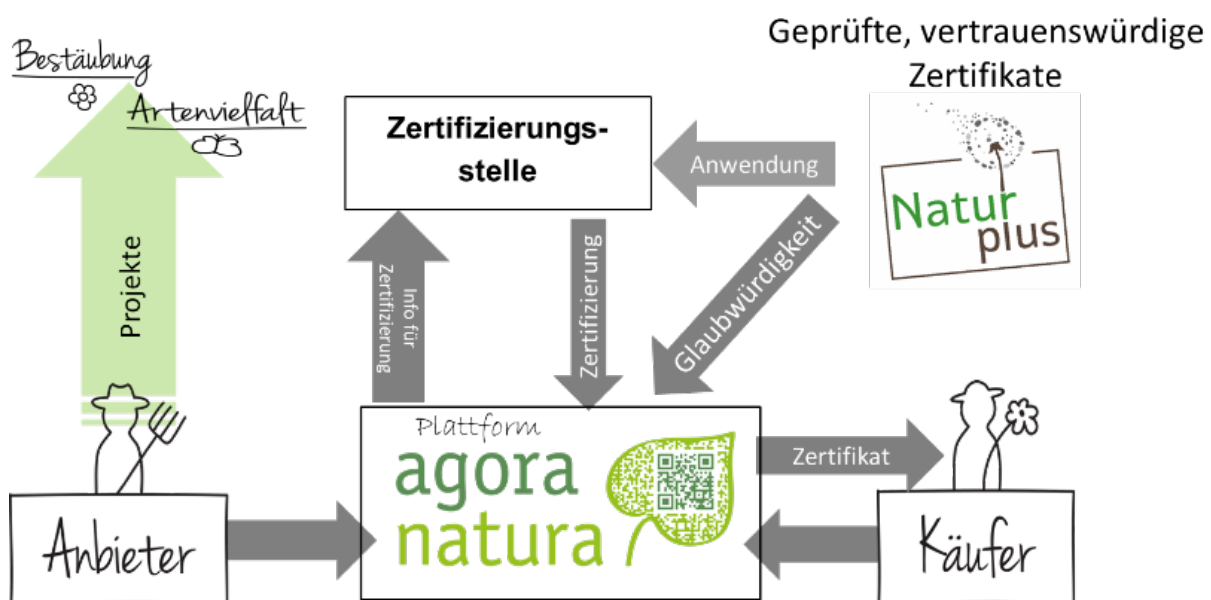


Abb. 1: Aufbau des online Marktplatzes

Fazit und Ausblick

Erfolgreiche Governance Modelle zur Verbesserung der Biodiversität in Agrarlandschaften zeichnen sich insbesondere durch die Einbindung einer Vielzahl von Akteuren aus, die in die Entwicklung und Umsetzung eingebunden sind. Oftmals ist dies auch der entscheidende Schritt, um eine Quantifizierung des Erfolges zu adäquaten Transaktionskosten zu ermöglichen.

Literatur

Burton, R.J.F., Schwarz, G. (2013). Result-oriented agri-environmental schemes in Europe and their potential for promoting behavioural change. *Land Use Policy* 30, 628-641.

Gottwald, F., Stein-Bachinger, K. (2018). Farming for biodiversity - a new model for integration of nature conservation achievements on organic farms in north-eastern Germany. *Organic Agriculture* 8, 1, 79-86.

- Herzon, I., Birge, T., Allen, B., Povellato, A., Vanni, F., Hart, K., Radley, G., Tucker, G., Keenleyside, C., Oppermann, R., Underwood, E., Poux, X., Beaufoy, G., Prazan, J. (2018). Time to look for evidence: Results-based approach to biodiversity conservation on farmland in Europe. *Land Use Policy* 71, 347-354.
- Kleijn, D., Baquero, R. A., Clough, Y., Diaz, M., De Esteban, J., Fernandez, F., . . . Yela, J. L. (2006). Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecol Lett*, 9(3), 243-254; discussion 254-247.
- Kleijn, D., & Sutherland, W. J. (2003). How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *Journal of Applied Ecology*, 40(6), 947-969.
- Matzdorf, B., Kaiser, T., Rohner, M.-S., 2008. Developing biodiversity indicator to design efficient agri-environmental schemes for extensively used grassland. *Ecological Indicators* 8, 256-269.
- Matzdorf, B., Biedermann, C., Meyer, C., Nicolaus, K., Sattler, C. and Schomers, S. (2014). Was kostet die Welt? Payments for Ecosystem Services in der Praxis. oekom. ISBN: 978-3-86581-715-0
- Naturkapital Deutschland – TEEB DE (2016): Ökosystemleistungen in ländlichen Räumen – Grundlage für menschliches Wohlergehen und nachhaltige wirtschaftliche Entwicklung. Hrsg. von Haaren C. von, Albert C. Leibniz Universität Hannover, Helmholtz- Zentrum für Umweltforschung – UFZ. Hannover, Leipzig: 367 S.
- Ostrom, E. (1990). *Governing the Commons. The Evolution of Institutions for Collective Action*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Prager, K., Reed, M., & Scott, A. (2012). Encouraging collaboration for the provision of ecosystem services at a landscape scale—Rethinking agri-environmental payments. *Land Use Policy*, 29(1), 244-249.
- Prager, K. (2015). Agri-environmental collaboratives for landscape management in Europe. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 12, 59-66.
- Uthes, S., & Matzdorf, B. (2013). Studies on agri-environmental measures: a survey of the literature. *Environ Manage*, 51(1), 251-266.
- Uthes, S., Matzdorf, B., Müller, K., & Kaechele, H. (2010). Spatial Targeting of Agri-Environmental Measures: Cost-Effectiveness and Distributional Consequences. *Environmental Management*, 46(3), 494-509.
- Westerink, J., Jongeneel, R., Polman, N., Prager, K., Franks, J., Dupraz, P., & Mettepenningen, E. (2017). Collaborative governance arrangements to deliver spatially coordinated agri-environmental management. *Land Use Policy*, 69, 176-192.

Abstracts Poster



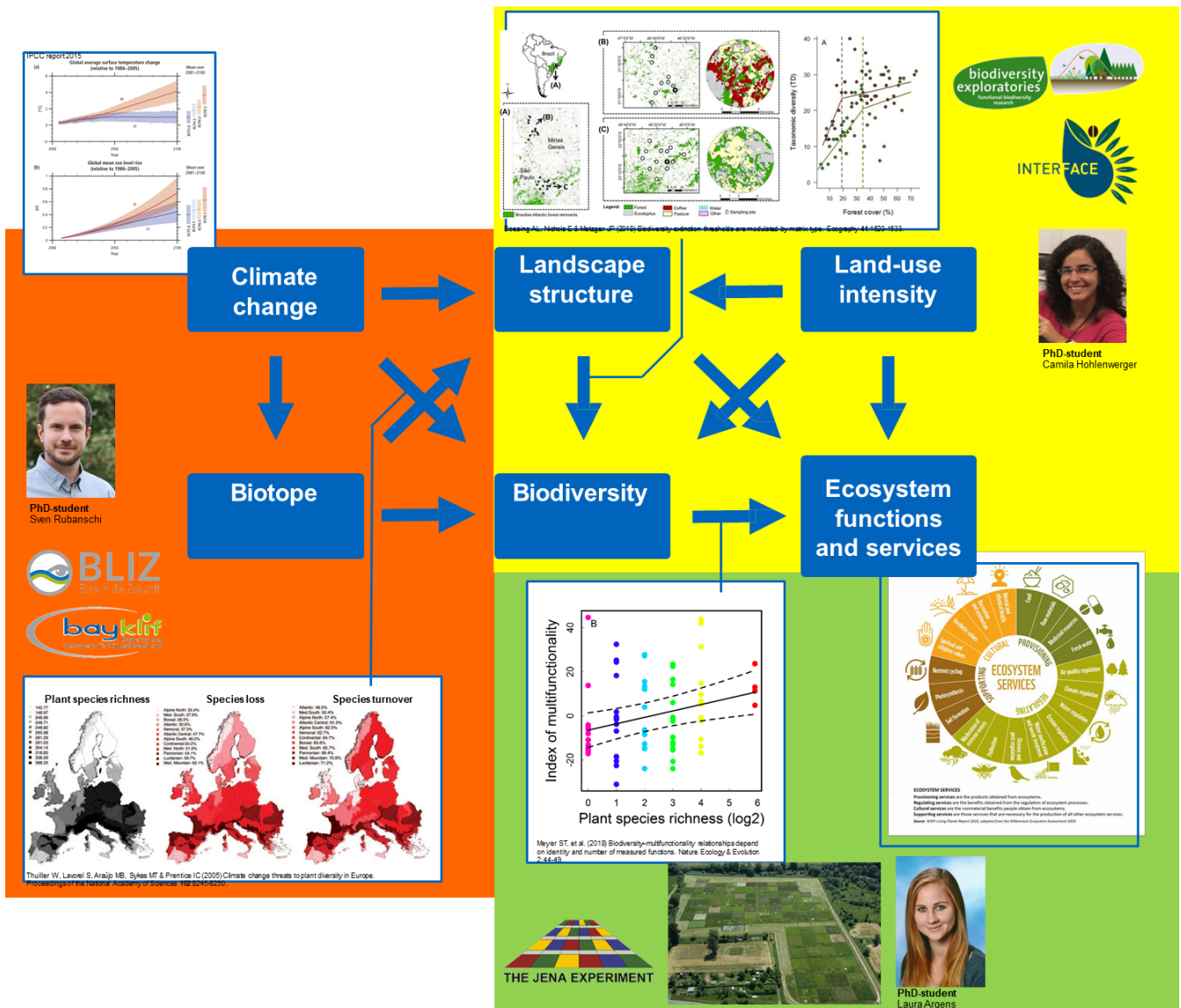
Technische Universität München

Drivers of Ecosystem Services in Heterogeneous Landscapes under climate change

International Project Team IGSSE 13.10 - EcoServ

Overarching research questions:

- (1) Which ecosystem services show negative trade-offs?
- (2) How does landscape structure affect biodiversity and ecosystem services provisioning?
- (3) Can we identify critical thresholds and the risks of regime shifts for service provisioning related to landscape structure?



PI Wolfgang Weisser



PTL Sebastian Meyer



PI Jean Paul Metzger



Evaluierung der Wirkung von Agrarumweltmaßnahmen in Ackerlandschaften auf Insekten

Johannes Burmeister¹, Sabine Birnbeck¹, Sebastian Wolfrum¹, Roswitha Walter¹

¹Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL); Freising.

Mit dem Kulturlandschaftsprogramm und dem Vertragsnaturschutz gewährt der Freistaat Bayern Ausgleichszahlungen für umweltschonende Bewirtschaftung. Der Rückgang der Artenvielfalt und insbesondere der Insekten in Bayern wird momentan intensiv diskutiert und ein Teil der Verantwortung wird der Landwirtschaft angelastet. Aus diesem Grund ist verstärkt zu prüfen, in wie weit Agrarumweltmaßnahmen (AUM) zur Erhaltung der Insektenwelt beitragen. Die Analyse dient gleichzeitig dazu, anhand der vielfältigen Ausprägungen der Maßnahmen, Möglichkeiten zur Aufwertung und Weiterentwicklung der Agrarumweltprogramme für die Förderung von Insekten abzuleiten. Die Ergebnisse können damit zur Ausgestaltung der nächsten Förderperiode beitragen. Ein vergleichbarer methodischer Ansatz mit Malaisefallen (Fluginsekten) und Bodenfallen (epigäische Arthropoden) sowie einer Kombination aus klassischen und neuen Bestimmungsmethoden (Meta-Barcoding) wird für ein zukünftiges Biodiversitätsmonitoring erwartet.

Die positive Wirkung von Blühflächen und gut gepflegten Gehölzstrukturen und Streuobst auf die Biodiversität ist gut belegt. Zusätzlich werden vom KULAP auch Synergien für den Boden- und Gewässerschutz erwartet. Gewässer- und Erosionsschutzstreifen stellen hierbei eine besonders vielversprechende Maßnahme dar. Die Wirkung auf Insektenbiomasse und –diversität ist bisher aber kaum untersucht. Ähnliches gilt für die Umwandlung von Acker- in Grünland entlang von Gewässern und in sonstigen sensiblen Gebieten. Im Hinblick auf die aktuelle und zukünftige hohe Bedeutung von Gewässer- und Erosionsschutzstreifen, das fehlende Wissen und die möglichen Synergien als Habitat und Nahrungsraum für Insekten konzentriert sich die Fallstudie in den Ackerregionen auf die Evaluierung von Gewässer- und Erosionsschutzstreifen durch die Erfassung der Biomasse und Diversität von Fluginsekten und räuberischen Arthropoden.

In den Jahren 2019 und 2020 werden in vier Einzugsgebieten kleiner, dauerhaft wasserführender Fließgewässer in Bayern jeweils fünf Vergleichspaare aus Äckern mit und ohne Gewässerrandstreifen untersucht. In jeder Untersuchungsfläche wird die Insektendiversität auf einem Transekt vom Gewässerrand bis in den Acker erfasst. Es werden zwischen Mai und September dreimal für jeweils zwei Wochen Fluginsekten mit Malaisefallen (Typ nach Prof. Bartak) erfasst. Am Boden lebenden Arthropoden werden zusätzlich mit Bodenfallen gefangen. Die Daten werden anschließend mit verschiedenen Landschafts- und Standortparametern statistisch analysiert.

Autorenanschrift

Sabine Birnbeck
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (IAB 1d)
Lange Point 6
85354 Freising
Tel.: +49 (0)8162 71-5065
Fax: +49 (0)8161 71-3618
Mail: Sabine.Birnbeck@lfl.bayern.de

Ackerbegleitvegetation in ökologischen und konventionellen Anbausystemen mit Winterraps und Mais

Helena Hanusova^{1,2}, Lucie Chmelikova¹, Harald Schmid¹, Kurt-Jürgen Hülsbergen¹

¹Lehrstuhl für Ökologischen Landbau und Pflanzenbausysteme, Technische Universität München, Freising

²Lehrstuhl für Pflanzenbiologie, Mendel Universität in Brunn, Brunn

Die Intensivierung der Landwirtschaft hat dazu beigetragen, die Artenvielfalt der Begleitvegetation zu verringern. Im Rahmen eines Projekts der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (Der Einfluss verschiedener landwirtschaftlicher Systeme auf die Ackerbegleitvegetation) wird die Begleitvegetation in verschiedenen landwirtschaftlichen Anbausystemen untersucht.

Anbausysteme unterscheiden sich in der Bewirtschaftung (z. B. Bodenbearbeitung, Anwendung chemischer Pflanzenschutzmittel, mineralischer und organischer Dünger usw.). Diese Unterschiede können die Ackerbegleitvegetation beeinflussen. Das Ziel des Projektes ist, die Begleitvegetation in Winterraps und Mais (Silomais, Körnermais) in ökologischen und konventionellen Anbausystemen zu erfassen und zu vergleichen.

Die Ackerbegleitvegetation wird zwischen Mai und September 2019 in einem Dauerversuch der Versuchsstation Viehhausen (nähe Freising) untersucht. Für die Vegetationsaufnahmen (2x2 m²) werden die Artenzahl und der Deckungsgrad der einzelnen Arten bestimmt. Winterraps wurde in zwei konventionellen Anbausystemen (Marktfrucht, Milchvieh-Gülle) und Mais in zwei konventionellen (Marktfrucht, Milchvieh-Gülle) und zwei ökologischen Anbausystemen (Milchvieh-Stallmist, Milchvieh-Gülle) angebaut. Die Vegetationsaufnahmen wurden zu drei Terminen in Raps und zu zwei Terminen in Mais durchgeführt.

Bei Raps wurden insgesamt 9 Arten im Mai, 11 im Juni und 13 im Juli gefunden. Die Art mit dem höchsten Deckungsgrad für alle Termine war die Gewöhnliche Vogelmiere (*Stellaria media*). Diese Art befand sich in beiden konventionellen Systemen. Weiter kamen Persischer Ehrenpreis (*Veronica persica*) und Efeu-Ehrenpreis (*Veronica hederifolia*) in beiden Systemen häufig vor.

Im Juni wurden insgesamt 13 Arten im Mais gefunden. In den konventionellen Anbausystemen wurden nur 2 Arten und in den ökologischen 12 Arten gefunden. Im Juli wurden insgesamt 13 Arten im Mais gefunden. In den konventionellen Anbausystemen wurden 4 Arten gefunden, in den ökologischen 12 Arten. Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) war die häufigste Art in den ökologischen Anbausystemen. Gemeine Quecke (*Elytrigia repens*) war die häufigste Art in den konventionellen Anbausystemen.

Im konventionellen Marktfruchtanbausystem gehörten die Gewöhnliche Vogelmiere (*Stellaria media*) und Gemeine Quecke (*Elytrigia repens*) zu den dominanten Arten. Die erste Art wurde v.a. in Raps und die zweite im Mais gefunden. Weiter war Efeu-Ehrenpreis (*Veronica hederifolia*) in diesem System in beiden Kulturpflanzen vertreten. In beiden Varianten des Anbausystems Milchvieh-Gülle kam am häufigsten Kletten-Labkraut (*Galium aparine*) vor, obwohl es am stärksten im ökologischen System bei Mais vertreten war. Diese Art kam auch im Anbausystem Milchvieh-Stallmist am häufigsten vor.

Das Ergebnis zeigt die Unterschiede in der Artenzusammensetzung der Begleitvegetation. Begleitvegetation kann sowohl aus einer positiven als auch aus einer negativen Perspektive wahrgenommen werden. Manche Arten können ein starker Konkurrent für Kulturpflanzen sein und die Erträge reduzieren oder sich leicht auf umliegende Parzellen ausbreiten. In den letzten Jahren, in denen die biologische Vielfalt stark zurückgegangen ist, ist es jedoch wichtig, auch diese Arten zu unterstützen. Die begleitende Vegetation kann Nahrung und Schutz für Bestäuber und andere Insekten bieten. Einige Anbausysteme können auch ein Lebensraum für gefährdete und auch seltene Pflanzenarten sein.

Autorenanschrift

Helena Hanusova
Technische Universität München
Liesel-Beckmann-Str. 2
85354 Freising
e-Mail: helena.hanusova@tum.de

Raum für Vielfalt - für mehr Vielfalt in unserer Kulturlandschaft ein Online-Weiterbildungsprogramm

Isabel Möhrle¹ und Michael Rudner²

¹Biomasseinstitut HSWT, LPV Mittelfranken,

²Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Fakultät Umweltingenieurwesen

Rahmen

Der Landschaftswandel der letzten Jahrzehnte hat aufgrund stärkerer Mechanisierung und Spezialisierung mit der Vergrößerung der Schläge in weiten Teilen des Landes eine relativ strukturarme Landschaft hervorgebracht. Der Rückgang der Feldvögel (HÖTKER et al. 2014), die Verarmung der Segetalflora (MEYER et al. 2014), das Verschwinden von Kleinstrukturen (GLUNK & RUDNER 2010) sind einige Indizien für die ökologische Krise. Hier setzt das Weiterbildungsprojekt an, das allen Interessierten Wissen zur biologischen Vielfalt und den Möglichkeiten zu deren Förderung in der Kulturlandschaft anbieten möchte.

Interaktives Weiterbildungsprogramm

In einem zweijährigen Prozess wurden durch elf Hochschullehrende und einige Studierende Lehrmodule und ein Lehrfilm entwickelt. Die Entwicklung wurde durch Workshops mit Praktikern aus Landwirtschaft, Regionalvermarktung, Wasserversorgung und Landschaftsplanung begleitet, die wesentlich zu einer guten Abstimmung des Angebots auf den tatsächlichen Bedarf beitrugen.

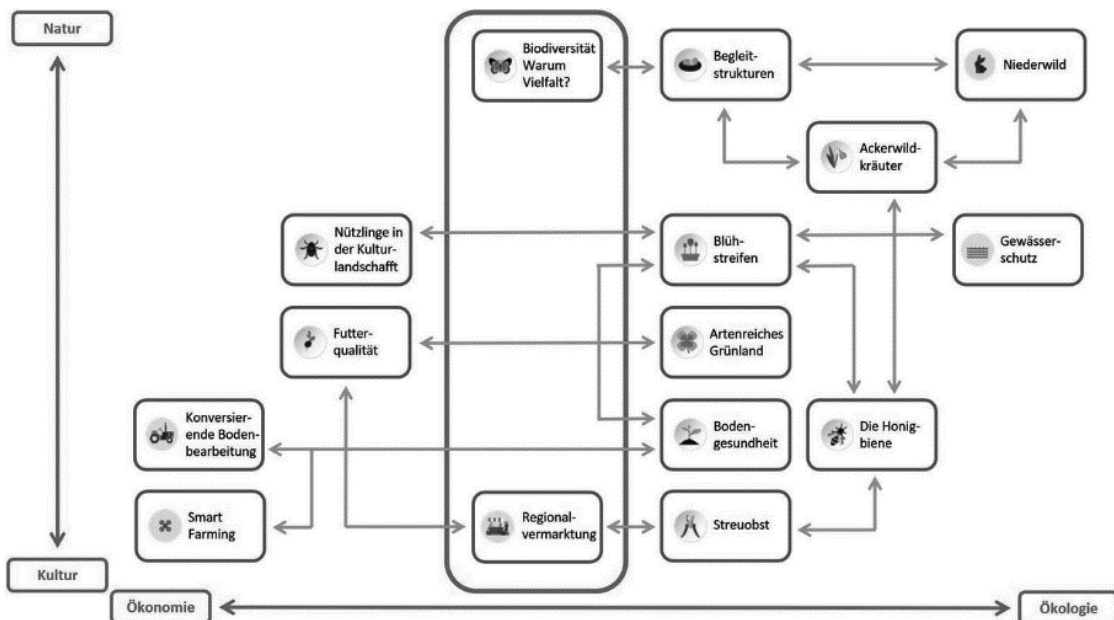


Abb. 1: Übersicht zur den Online-Lehrmodulen in Raum für Vielfalt

Im Spannungsfeld von Ökonomie und Ökologie, von Natur und Kultur sind 15 Lernmodule angesiedelt (Abb. 1), die in ihrer Gesamtheit die wesentlichen Aspekte der Förderung der Vielfalt in der Kulturlandschaft abbilden. Der hohe Anteil an interaktiven Komponenten fördert das schrittweise Entdecken der Inhalte. Ein Lehrfilm zur Gewässerbewirtschaftung rundet das Angebot ab.

Biodiversität in der Agrarlandschaft

In einer virtuellen Landschaft können auf einem Beispielbetrieb Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität in der Kulturlandschaft geplant werden. Neben einer groben Einschätzung der Wirkung auf die Vielfalt und auf den Biotopverbund wird auch zurückgespiegelt, wie kostenintensiv die Planungen sind. Das Programm ist auf der Webseite des Biomasseinstituts frei zugänglich (URL s.u.).

Literatur

Glunk, V. & Rudner, M. (2010): Zur Vegetation von Kleinstrukturen im Mittleren Schwarzwald und deren Eignung als Refugium für Arten der Magerweiden. *Tuexenia* 30: 149-168.

Hötter, H., Dierschke, V., Flade, M. & Leuschner, C. (2014) Diversitätsverluste in der Brutvogelwelt des Acker- und Grünlands. In: *Natur und Landschaft* 89 (9/10): 410-416.

Meyer, S., Wesche, K., Krause, B., Brütting, C., Hensen, I. & Leuschner, C. (2014): Diversitätsverluste und floristischer Wandel im Ackerland seit 1950. In: *Natur und Landschaft* 89 (9/10): 392-398.

Autorenanschrift

Prof. Dr. Michael Rudner,
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät Umweltingenieurwesen
Markgrafenstr. 16
91746 Weidenbach
www.biomasseinstitut.de/raum-fuer-vielfalt

Kollektiver Habitat- und Artenschutz in der offenen Agrarlandschaft

Bernd Müller

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Einleitung

Die zunehmende Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion und die damit verbundene Vereinfachung der Landschaftsstruktur ist eine große Bedrohung für Tierarten der offenen Agrarlandschaft und deren Lebensräume (Geiger et al. 2010). Im Europäischen Landwirtschaftsfond für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) dienen insbesondere Agrarumweltmaßnahmen dazu, Landwirte für eine umweltverträglichere, extensivere Landnutzung einzubinden und zu entschädigen. Trotz hoher Investitionen aus Mitteln der II Säule der Gemeinsamen Europäischen Agrarpolitik (GAP) in den Arten- und Biotopschutz (BMEL 2013) zeigen ökologischen Zustandsindikatoren in Deutschland aber keine positiven Veränderungen (BMU 2014). In der derzeitigen Finanzierungsstruktur der Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen fehlt den Landwirten der Anreiz, sich aktiv am Umweltmanagement zu beteiligen und größere Umweltziele zu erreichen (Feindt et al. 2017). Die Wirksamkeit von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen ist ein umstrittenes Thema, da diese nicht immer räumlich ausgerichtet sind und in einigen Fällen Status-Quo erhaltende Maßnahmen entlohnt (Europäischer Rechnungshof 2011).

Material und Methoden

Es wurde ein Fallstudiendesign entwickelt, um zu testen, ob Gruppenansätze einen höheren Erfüllungsgrad bei der Zuweisung geeigneter prioritärer Gebiete für den Habitat- Artenschutz in einer Landschaft aufweisen. Aus den bestehenden nationalen und internationalen agrarumweltorientierten Ansätzen wurde ein Agrarumwelt- und Biodiversitätskonzept für eine Region in Hessen (Deutschland) abgeleitet. Mit einer Fallstudie in Hessen (Deutschland) sollte die Eignung eines solchen Konzepts geprüft werden und es ist zu analysieren, welche Modifikationen erforderlich sind, um erfolgreich gruppenorientierte Ansätze anwenden zu können. Die Idee hinter der Fallstudie ist nicht nur die bilaterale Koordinierung von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen zwischen dem öffentlichen Sektor und den einzelnen Landwirten, sondern auch die Suche nach dem besten Weg, um die Landwirte für die Teilnahme zu belohnen. Vielmehr geht es darum, Wissen über Biodiversitätsfragen mit Landwirten auszutauschen, um sie zur Zusammenarbeit zu ermutigen und ein gegenseitiges Engagement im Bereich des regionalen Lebensraums und Artenschutzes zu fördern.

Ergebnisse

Die Umsetzung des Agrarumwelt- und Biodiversität-Konzeptes (AUBI) in Otzberg und Groß-Umstadt in Südhessen, finanziert im Rahmen der Förderkomponente Zusammenarbeit des Hessischen Programmes für Agrarumwelt- und Landschaftspflegemaßnahmen (HALM A) soll eine zukunftsweisende Möglichkeit aufzeigen, wie Gelder der zweiten Säule der gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union ab 2021 bzw. 2022 verausgabt werden könnten. Das AUBI wurde wie in Abbildung 1 dargestellt, durch eine Stärken- Schwächen Analyse des Naturraumes, Gruppendiskussionen und Einzelbetriebliche Beratungen als Verfahren des kooperativen Naturschutzes in den Jahren 2016 - 2019 umgesetzt.

Biodiversität in der Agrarlandschaft

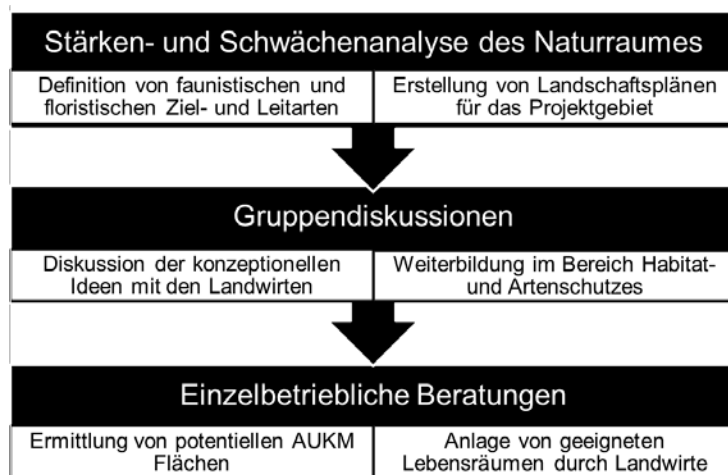


Abb. 1 Aufbau des theoretischen Agrarumwelt- und Biodiversitätskonzeptes (AUBI)

Diskussion

In der AUBI-Fallstudie war der Gruppenansatz ein Erfolg. Die Landwirte zeigten Bereitschaft sich für den Habitat- und Artenschutz einzusetzen und durch das AUBI konnte ein umfassenderes Verständnis bezüglich Artenverlust etabliert werden. Die lokale Verankerung des AUBI in verschiedenen Institutionen und die Beteiligung aller Akteure am Planungsprozess war außerdem ein Erfolgsfaktor. Dabei trugen motivierte lokale Behörden eine wesentliche Rolle bei der Umsetzung. Das AUBI bietet eine hierarchiearme und partizipative Steuerung ländlicher Entwicklungsprozess und kann zur Realisierung von schnell umsetzbaren, naturschutzfachlich sinnvollen Maßnahmen dienen. Neben den neu angelegten Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen wurden durch die beteiligten Landwirte freiwillige Maßnahmen (wie z.B. Blühstreifenanlage in Fahrgassen zwischen Weinstöcken) etabliert. So dass durch die Fallstudie eine gemeinsame Vision des zukünftigen regionalen Arten- und Habitat Schutzes entstanden ist.

Literatur

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft - BMEL (2013): Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit - BMU (2014): Die Lage der Natur in Deutschland. Ergebnisse von EU-Vogelschutz- und FFH-Bericht 2014.

Europäischer Rechnungshof (2011): Wie gut sind Konzeption und Verwaltung der geförderten Agrarumweltmaßnahmen? Sonderbericht Nr. 7/2011. Luxemburg 2011 (07).

Feindt, Peter; Krämer, Christine; Früh-Müller, Andrea; Heißenhuber, Alois; Pahl-Wostl, Claudia; Purnhagen, Kai; Wolters, Volkmar (2017): Zukunftsfähige Agrarpolitik – Natur erhalten, Umwelt sichern. Endbericht des Projekts ZA-NExUS. Bundesamt für Naturschutz (FKZ 35158).

Geiger, F.; Bengtsson, J.; Berendse, F.; Weisser, W.W.; Emmerson, M.; Morales, M.B. et al. (2010): Persistent negative effects of pesticides on biodiversity and biological control potential on European farmland. - Basic and Applied Ecology 11 (2): 97–105.

Autorenanschrift

Bernd Müller
Hochschule Weihenstephan Triesdorf
Markgrafenstraße 16, 91746 Weidenbach
bernd.mueller@hswt.de

Ansatz zur Berücksichtigung von Unsicherheit bei der Modellierung der Allokation von Land in der Agrarwirtschaft

Sebastian Rössert, Thomas Knoke

Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung, Technische Universität München

Einleitung

Die letzten Jahre mit ihren häufigen Wetterextremen führten zu starken Schwankungen der Erträge auch in der bayerischen Landwirtschaft. Entsprechend aktueller Klimaprognosen ist in der Zukunft mit ähnlich erheblicher Variation zu rechnen. Auch unterliegen z.B. Marktpreise für Agrarerzeugnisse oft unvorhersehbaren Schwankungen, die ein Landnutzer bei seinen Entscheidungen einkalkulieren muss. Vor diesem Hintergrund wurde ein robustes Portfolio-Modell zur Optimierung der Allokation von Land erstellt, das Unsicherheiten berücksichtigt. Zudem ermöglicht es das Modell, multiple Kriterien auch über rein monetäre Kennzahlen hinaus zu beteiligen. Neben der ökonomischen Kenngröße des Deckungsbeitrags, verwendet das hier dargestellte Modell daher beispielhaft den Kohlenstoff-Input als ökologischen Indikator. Untersucht wurde die Beteiligung von Kurzumtriebsplantagen (KUP) in Marktfruchtbaubetrieben im Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm.

Methoden

Als Eingangsdaten für die Optimierung dienten von HAUK (2015) aufbereitete Preise (nach LfL, 2014 und REISENWEBER, 2014), variable Kosten (nach LfL, 2014) und Erträge (nach BayLfStaD, 2014 und REISENWEBER, 2014b) für den Landkreis Pfaffenhofen an der Ilm aus den Jahren 2004 bis 2013. Berechnet wurden daraus Deckungsbeiträge für die Landnutzungsoptionen Winterweizen, Wintergerste, Silomais, Körnermais, Winterraps, Kartoffeln und Zuckerrüben. Die Annuitäten für Kurzumtriebsplantagen (KUP) wurden von HAUK (2017) ermittelt. Für den Indikator des Kohlenstoff-Input in den Boden fanden für die KUP Daten von BERHONGARAY et al. (2016), für die anderen Kulturen Werte aus WIESMEIER et al. (2014) Eingang in die Modellierung.

Gegenüber klassischen Portfoliomodellen nach MARKOWITZ (1952, 2010), wie sie HAUK (2015) auf denselben Datensatz anwendete, liegt der Vorteil des dargestellten Vorgehens zunächst in der geringeren Anforderung an die Datengrundlage. So werden im hier verwendeten nicht stochastischen, robusten Modellierungsansatz beispielsweise keine Kovarianzen zwischen den möglichen Kombinationen der Landnutzungsoptionen benötigt. Insbesondere bei begrenzter Verfügbarkeit von Daten ist dieser Modellierungsansatz daher von Vorteil (vgl. KNOKE et al., 2015).

Um auch nicht oder nur schwer monetarisierbare Ökosystemleistungen direkt in die Optimierung einfließen zu lassen, wurden normierte Indikatoren verwendet (vgl. KNOKE et al., 2016). In der hier vorgestellten Beispielkalkulation wurden die Indikatoren Deckungsbeitrag in € pro ha und Jahr (sozio-ökonomischer Indikator) im Basisszenario, sowie zusätzlich der C-Input in den Boden in t pro ha und Jahr (ökologische Funktion) im erweiterten Szenario berücksichtigt. Dieser Indikator dient zu Vorhersage und Management des Bodenkohlenstoffs, einem wichtigen Kennwert z.B. bei der Betrachtung des Kohlenstoffkreislaufs oder der Bodenfruchtbarkeit. Ein höherer C-Input in den Boden wurde daher als vorteilhaft angesehen. Eine Gewichtung wurde nicht vorgenommen, wodurch im erweiterten Modell beiden Indikatoren dieselbe Bedeutung beigemessen wurde. Als Maß für die Unsicherheit diente die Standardabweichung der Indikatorwerte. In der Praxis übliche Richtwerte für Fruchtfolgeanteile nach SEIFFERT (2014) wurden als Restriktionen berücksichtigt.

Ergebnisse und Diskussion

Vergleicht man das von HAUK (2015) ermittelte Portfolio mit dem Ergebnis dieser Modellierung, so zeigt sich ein deutlich anderes Bild hinsichtlich der Verteilung auf die Landnutzungsoptionen. Insbesondere die Option KUP ist mit deutlich geringeren Anteilen beteiligt, gleiches gilt für Winterweizen und Körnermais. Im klassischen Modell von HAUK ist bei niedrigen Unsicherheitslevels Wintergerste in geringem Umfang beteiligt, diese fehlt im robusten Modell. Umgekehrt sind Winterraps und Kartoffeln nur im robusten Portfolio zu finden. Allgemein ermittelt die robuste Optimierung ein etwas diverseres Portfolio mit weniger extremen prozentualen Anteilen der Landnutzungsoptionen.

Ein wiederum anderes Bild ergibt sich durch die Integration des ökologischen Indikators C-Input in den Boden. Gegenüber dem robusten Portfolio ohne diesen Indikator werden andere Kulturen beteiligt und die Anteile verschieben sich. Besonders ins Auge sticht der hohe Anteil an Silomais, welcher zuvor nicht im Portfolio enthalten war. Silomais liefert laut WIESMEIER et al. (2014) den höchsten C-Input pro ha und Jahr, wodurch in dieser Modellierung ohne Gewichtung der Indikatoren der ansonsten sogar negative mittlere Deckungsbeitrag kompensiert wird.

Während die Hackfrüchte Kartoffeln und Zuckerrüben ähnliche Anteile in beiden Portfolios aufweisen, sind Winterraps und auch Winterweizen nur mit sehr geringen Flächenanteilen in Szenarien hoher Risikoaversion enthalten. Der Körnermaisanteil ist im Modell mit dem Indikator C-Input geringer, der Anteil an KUP deutlich geringer. Auffällig ist, dass die Option KUP nur bei mittlerer und hoher Risikoaversion mit 7 – 17 % der Fläche vertreten ist. Wird nur der Deckungsbeitrag als Indikator verwendet enthält das optimierte Portfolio für geringe bis mittlere Risikobereitschaft durchgehend ca. 34 – 28 % KUP.

Ausblick

Diese ersten Ergebnisse lassen das Potential des Modellierungsansatzes erkennen. Im nächsten Schritt soll daher die Datengrundlage auf den neuesten Stand gebracht werden. Ziel ist es, den gesamten Freistaat Bayern adäquat abzubilden. Zudem sollen weitere wichtige Indikatoren einer multiplen Zielsetzung integriert werden, beispielsweise aus den Bereichen Biodiversität, Wasserhaushalt oder Gesellschaft. Wurden bisher ausschließlich historische Daten verwendet, so sieht das bayklif-Projekt BLIZ (Blick in die Zukunft) darauf aufbauend eine Prognose bis zum Jahr 2100 vor. Dazu arbeitet die Forschergruppe eines weiteren Teilprojekts an der Simulation des Pflanzenwachstums wichtiger Kulturpflanzen im Klimawandel in Bayern, um angepasste Indikatorwerte für die Modellierung zukünftiger Szenarien zu ermitteln.

Literatur

- BayLfStaD (Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung (2014): Ernte-, Betriebsberichterst.(EBE): Feldfr., Grünland. Ernte: Kreis, Durchschnittlicher Hektarertrag, Fruchtart. München. Online verfügbar unter <https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online>, zuletzt geprüft am 19.02.2015.
- BERHONGARAY, G. et al. (2016): Soil carbon and belowground carbon balance of a short-rotation coppice: assessments from three different approaches. *GCB Bioenergy* (2017) 9, 299-313, doi: 10.1111 / gcbb.12369
- HAUK, S. (2015): Analyse und ökonomische Optimierung von Kurzumtriebsplantagen (Dissertation). Technische Universität München.
- HAUK, S. et al. (2017): Ecological diversification is risk reducing and economically profitable - The case of biomass production with short rotation woody crops in south German land-use portfolios. *Biomass and Bioenergy* 98 (2017) 142-152
- Knoke, T. et al. (2015): Optimizing agricultural land-use portfolios with scarce data—A non-stochastic model. *Ecological Economics* 120: 250-259. doi: 10.1016/j.ecolecon.2015.10.021. Knoke, T. et al. (2016): Compositional diversity of rehabilitated tropical lands supports multiple ecosystem services and buffers uncertainties. *Nat. Commun.* 7:11877 doi: 10.1038/ncomms11877
- LfL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2014): LfL Deckungsbeiträge und Kalkulationsdaten. Konventionelle und ökologische Verfahren. Online verfügbar unter <https://www.stmelf.bayern.de/idb/default.html>, zuletzt geprüft am 03.02.2015.
- MARKOWITZ, H. (1952): Portfolio selection. *J. Financ.* 7, 77–91.
- MARKOWITZ, H. (2010): Portfolio theory: as I still see it. *Annu. Rev. Financ. Econ.* 2, 1–23.
- REISENWEBER, J. (2014a): Erzeugerpreise wichtiger Marktfrüchte Entwicklung von 1978 bis heute in Bayern, 22.01.2014. E-Mail an S. Hauk.
- REISENWEBER, J. (2014b): Hektarerträge Bayerns 1958 – 2012; Land - Regierungsbezirke- Landkreise, 04.08.2014. E-Mail an S. Hauk.
- ROßBERG, D. et al. (2007): Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland - Definition of soil-climate-areas for Germany. *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.*, 59 (7), S. 155–161, 2007, ISSN 0027-7479. © Eugen Ulmer KG, Stuttgart
- SEIFFERT 2014: Landwirtschaftlicher Pflanzenbau. Grundlagen des Acker- und Pflanzenbaus. 13., völlig neu bearb. u. erw. Aufl. München: BLV Buchverlag (Die Landwirtschaft).
- WIESMEIER, M. et al. 2014: Estimation of past and recent carbon input by crops into agricultural soils of southeast Germany. *European Journal of Agronomy* 61 (2014) 10-23

Autorenanschrift

Sebastian Rössert, M.Sc.
Technische Universität München
Professur für Waldinventur und nachhaltige Nutzung
Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2
85354 Freising
Tel. +49 08161 71 4619
sebastian.roessert@tum.de

Biodiversität messen – Detektion spezifischer Merkmale im Bienenflügel

Jochen G. Wiecha, Ziegler, Kathrin L.M., Heinz Bernhardt

Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Technische Universität München (TUM)

Einleitung

Die Biodiversität einer Region ist Ausdruck für Vielfalt und Artenreichtum. Diesen zu mehren ist auch Gegenstand zahlreicher Forschungsprojekte, die aktuell im Fokus der Förderung aus öffentlicher Hand stehen. Im Bereich der Honigbienen wurde durch die verstärkte Anstrengung zur Reinzucht die Vielfalt eingeschränkt. Auch wenn auf Belegstellen für die Produktion von Wirtschaftsköniginnen Reinzucht betrieben wird, sind Wissenschaftler an aussichtsreichen Genkombinationen interessiert, welche es züchterisch weiter zu entwickeln gilt. Sie lassen sich auch durch eine Vielfalt in den Unterarten der Honigbiene auffinden.

Um ein Maß für einen Diversitätsindikator bei der Honigbiene zu erhalten, wurden die aus der Körnung der Honigbiene entlehnten Indizes herangezogen und in dieser Arbeit auf praktikable Detektion durch den Anwender hin überprüft.

Material und Methodik

Verglichen wurde der Cubitalindex, der Hantelindex und die Discoidalverschiebung. Alle drei Messverfahren werden an Bienenflügeln durchgeführt. Die Hilfsmittel sind optische Vergrößerungsgläser und Scanner, die mit am Markt erhältlichen Softwarepaketen die Arbeiten zur Untersuchung mittlerweile stark vereinfachen.

Der Cubitalindex wird nach Ruttner (1996) mittels einer gewinkelten Skala am Scheitel eines bestimmten Aderknicks gemessen. Für eine statistische Auswertung benötigt man fünfzig Flügel von Arbeiterinnen einer Königin. Es ergibt sich eine Verteilung in den gemessenen Streckenverhältnissen, die Ausdruck der Anpaarung der Königin ist. So gilt ein Nebengipfel in der angestrebten Normalverteilung als sicheres Zeichen einer Einkreuzung einer anderen Unterart.

Zander und Böttcher (1979) beschreiben als weitere Merkmale den Hantelindex und die Discoidalverschiebung im Bienenflügel. Beim Hantelindex werden zwei nahezu parallele Strecken auf dem Bienenflügel in ihrer Länge verglichen und ins Verhältnis gesetzt. Die Abstände sind optisch wahrnehmbar und per Software leicht zu ermitteln.

Die Discoidalverschiebung benötigt technische Auswerteverfahren, um sicher erhoben werden zu können. Hier werden unterschiedliche Winkel in Bezug zu einer eine Flügelzelle überstreckende Linie aufgenommen. Abweichungen geben ebenfalls Aufschluss über die Reinerbigkeit innerhalb der Nachkommen einer Königin und sind somit Spiegelbild der Mehrfachpaarung während des sogenannten Hochzeitsflugs mit bis zu 30 Drohnen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Alle drei Messverfahren sind mit Softwareunterstützung leicht zu erheben. Geben sie ein Maß für die Reinzucht der Bienen an, so geben sie im Umkehrschluss auch ein Maß für die Biodiversität innerhalb der Honigbienen und deren Unterarten in einer Region an. Ein erfolgreiches Beispiel dafür ist die Arbeit von Bragazin et al. (2013). Ein Monitoringsystem könnte jährlich standbegattete Königinnen bei Imkern aufkaufen, oder Proben von 50 Bienenflügeln der Nachkommen einer standbegatteten Königin von Imkern erhalten. Dies würde über die Jahre hinweg einen Einblick in Veränderungen in der Fläche hinweg

geben. Eine sehr günstige Untersuchung wäre möglich, bevor für genetische Laboranalysen hohe Summen ausgegeben werden müssten. Ebenso sollte untersucht werden, in wie weit non-invasive Detektionsverfahren an weiteren Insekten die Eigenschaften deren Flügel für Messverfahren zur Erhebung der Biodiversität eingesetzt und genutzt werden können.

Literatur

1. Bragazin, A.A., Radaev, A.A., Nizhegorodtsev, A.A., Gelashvili, D.B. (2013): Evaluation of Intra- and Interbreed Differences in Exterior Characters of Worker Honeybees for Biomonitoring Purposes. *Biology Bulletin* 2014, Vol. 41, No. 10, S. 851-855.
2. Ruttner, F. (1996): *Zuchttechnik und Zuchtauslese bei der Biene*. 7. Auflage, Verlag Ehrenwirth, München, S. 133-152.
3. Zander, E., Böttcher, F. K. [Hrsg.] (1979): *Haltung und Zucht der Biene*. 10. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, S. 361.

Autorenanschrift

M.Sc. Jochen G. Wiecha
Technische Universität München
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik
Am Staudengarten 2
D-85354 Freising – Weihenstephan
Email: wiecha@wzw.tum.de

Evaluierung der Wirkung von Agrarumweltmaßnahmen im Grünland auf Insekten

Sebastian Wolfrum¹, Bernd Panassiti¹, Johannes Burmeister¹, Roswitha Walter¹

¹Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz; Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL); Freising.

Mit dem Kulturlandschaftsprogramm und dem Vertragsnaturschutz gewährt der Freistaat Bayern Ausgleichszahlungen für umweltschonende Bewirtschaftung. Der Rückgang der Artenvielfalt und insbesondere der Insekten in Bayern wird momentan intensiv diskutiert und ein Teil der Verantwortung wird der Landwirtschaft angelastet. Aus diesem Grund ist verstärkt zu prüfen, in wie weit Agrarumweltmaßnahmen (AUM) zur Erhaltung der Insektenwelt beitragen. Die Analyse dient gleichzeitig dazu, anhand der vielfältigen Ausprägungen der Maßnahmen, Möglichkeiten zur Aufwertung und Weiterentwicklung der Agrarumweltprogramme für die Förderung von Insekten abzuleiten. Die Ergebnisse können damit zur Ausgestaltung der nächsten Förderperiode beitragen. Ein vergleichbarer methodischer Ansatz mit Malaisefallen (Fluginsekten) und Bodenfallen (epigäische Arthropoden) sowie einer Kombination aus klassischen und neuen Bestimmungsmethoden (Meta-Barcoding) wird für ein zukünftiges Biodiversitätsmonitoring erwartet.

AUM im Grünland haben sehr unterschiedliche Ziele. Sie reichen vom Klimaschutz, Boden- und Gewässerschutz bis zur Biodiversität / Kulturlandschaft, oft mit Schwerpunkt auf extensive Nutzungsformen, Wiesenbrüter oder floristische Vielfalt. Ihre Wirkung auf Insekten ist aufgrund der vielfältigen Ausprägung nicht ohne weiteres ableitbar. In einer Fallstudie wird die Wirkung der betriebs- und flächenbezogenen AUM auf Insekten untersucht. Berücksichtigt wird, dass die Insektenvielfalt stark von standörtlichen und klimatischen Faktoren und der Landschaftsausstattung geprägt wird. Grünland-AUM können daher nur im Landschaftskontext bewertet werden.

Folgende Hypothesen werden im Projekt untersucht:

- Ein hoher Anteil AUM in der Landschaft fördert die Insektenvielfalt
- Flächen ohne AUM haben eine geringere Insektenvielfalt
- Flächenbezogenen AUM (insbesondere VNP) zeigen die größte Wirkung

Zwischen 2019 und 2020 werden dazu in vier Grünlandregionen in Bayern jeweils sechs Landschaftsausschnitte untersucht. Es werden zwischen Mai und September dreimal für jeweils zwei Wochen Fluginsekten mit Malaisefallen (Typ nach Prof. Bartak) erfasst. Arthropoden in der Vegetationsschicht werden zusätzlich mit einem Insektenkescher sowie einem modifizierten Laubsauger (Stihl SH 86-D) erfasst. Die Daten werden anschließend mit verschiedenen Landschafts- und Standortparametern statistisch analysiert.

Autorenanschrift

Bernd Panassiti
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz (IAB 1d)
Lange Point 6
85354 Freising
Tel.: +49 (0)8534 31398 4651
Fax: +49 (0)8161 71-3618
Mail: Bernd.Panassiti@lfl.bayern.de

ARTENVIELFALTER – Ein heimisches Projekt zur Förderung der Biodiversität in der Agrarlandschaft

Sibel Yildirim, Herbert Westermeier

Firmengründung erfolgt Ende 2019

Technische Universität München, Lehrstuhl für Pflanzenernährung

Im Mai dieses Jahrs wurde von der Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES), die den Vereinten Nationen angehören, ein Bericht zur globalen Artenvielfalt veröffentlicht. In diesem heißt es u.a., dass sich der Zustand der Natur und ihre lebenswichtigen Beiträge für den Menschen, wie die biologische Vielfalt und die Funktionen und Dienstleistungen des Ökosystems, weltweit verschlechtern. Die Vitalität eines Ökosystems ist letztlich jedoch für viele Bereiche wie der Nahrungsmittel- und Energieproduktion oder zum Erhalt der menschlichen Gesundheit wichtig. Dass auch in Deutschland die Anzahl der Arten zurückgeht und dadurch Einfluss auf uns Menschen nimmt, ist nicht von der Hand zu weisen. Auch die Monokulturen, die auf unseren landwirtschaftlichen Flächen stehen, tragen zu diesem Artensterben bei¹. Um die Artenvielfalt zu erhöhen, soll eine derzeit landwirtschaftlich genutzte Fläche mit einer Größe von ca. 4,5ha im kommenden Jahr 2020 in eine Blumenwiese umgewandelt werden. Ab März werden unterschiedliche Pflanzensamen gesät, die zu unterschiedlichen Zeiten blühen und möglichst heimisch sind. Die hierdurch entstehende Blumenwiese bietet heimischen Insekten eine Nahrungsquelle, die wiederum Lebensgrundlage für weitere Tiere sind. Ziel ist es Wildtieren ein zu Hause zu bieten und durch das Säen der Blumenwiese die Artenvielfalt zu erhöhen. Zum Monitoren der Artenvielfalt sind unterschiedliche Methoden wie zum Beispiel das Aufstellen von Käferfallen denkbar. Die hierdurch gewonnenen Daten können zur Veröffentlichung verwendet werden. Auch die Frage, ob ehemals intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen geeignet sind, die Biodiversität zu erhöhen ist denkbar. Derzeit sind wir auf der Suche Projektpartnern, die Forschungsdaten für ihr Forschungsvorhaben gewinnen möchten. Dabei sind wir für Vorschläge offen. Auch die Artenzusammensetzung der Blumenwiese kann gerne als Forschungsvorhaben genutzt werden. Das Feld ist im Landkreis Ebersberg in der Gemeinde Anzing. Bei Interesse an Projektpartnerschaften bitte telefonisch oder per Mail melden.

Literatur

¹IPBES. 2019. Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondizio E.S., H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K. A. Brauman, S. H. M. Butchart, K. M. A. Chan, L. A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S. M. Subramanian, G. F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y. J. Shin, I. J. Visseren-Hamakers, K. J. Willis, and C. N. Zayas (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

Autorenanschrift

Sibel Yildirim
Lehrstuhl für Pflanzenernährung
Technische Universität München
Emil-Ramann-Str. 2, 85350 Freising
Email: Yildirim@wzw.tum.de
Tel: 0176 444 34 914

Herbert Westermeier
Email: herb.r@web.de
Telefon: 0176 1660 2002

Futteraufnahme und Zuwachsleistung von Fleckviehbullen im Wachstumsverlauf bei energetisch differenzierter Fütterung

Aniela Honig¹, Hubert Spiekers¹, Wilhelm Windisch², Thomas Ettle¹

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Grub

² Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung, Freising

Einleitung

Um den Nährstoffansatz, sowie die chemische und grobgewebliche Zusammensetzung von wachsenden Fleckviehbullen der aktuell verfügbaren Genetik einschätzen zu können, wurde ein Fütterungsversuch mit anschließender Stufenschlachtung durchgeführt. Nachfolgend liegt der Fokus auf der Futteraufnahme und Zuwachsleistung von Fleckviehbullen im Wachstumsverlauf bei Fütterung mit unterschiedlichen Energiegehalten.

Material und Methoden

Während der sechswöchigen Tränkephase wurden 72 männliche Fleckviehkälber (Gewicht: 80 kg; Alter: 42 Tage) restriktiv mit Milchaustauscher und einer Kraftfutter-Heu-TMR gefüttert. Nach dem Absetzen erfolgte die ad libitum Fütterung mit einer TMR basierend auf Maissilage und Kraftfutter. Für die Mast, beginnend bei einem durchschnittlichen Gewicht von 225 kg, wurden die Tiere in zwei Fütterungsgruppen „Energie Norm“ mit 11,6 MJ ME/kg TM und „Energie Hoch“ mit 12,4 MJ ME/kg TM eingeteilt. Die unterschiedlichen Energiegehalte basierten dabei auf stark abgestuften Kraftfutteranteilen in den Rationen. Zur Ermittlung der Zuwachsleistungen wurden die Tiere während der Fresseraufzucht alle zwei und in der Mast alle vier Wochen gewogen. Die Futteraufnahmen der Gruppen Energie Hoch und Energie Norm wurden täglich tierindividuell mit Wiegetrögen bestimmt. Abschließend wurden die Tiere fünf Schlachtgruppen mit 120 (n=8), 200 (n=10), 400 (n=18), 600 (n=18) und 780 kg (n=18) Mastendgewicht zugeordnet. Neben der Erfassung von Futteraufnahme, Mast- und Schlachtleistung wurde eine Ganzkörperanalyse und Vollzerlegung durchgeführt.

Ergebnisse

Basierend auf der Fütterung mit einer Energiedifferenz von 0,8 MJ ME/kg TM, lag die tägliche Energieaufnahme der Energie Hoch Gruppe im Gewichtsbereich 120-800 kg Lebendmasse höher (13 MJ pro Tag; $p < 0,05$) als die der Energie Norm Gruppe. Dies spiegelt sich im selben Gewichtsbereich auch in einer numerisch höheren täglichen Zunahme (70 g) der Energie Hoch Gruppe wieder.

Schlussfolgerung

Eine Steigerung im Energiegehalt der TMR für Fleckviehbullen von 11,6 auf 12,4 MJ ME/kg TM führte zu nur nominal gesteigerten Zuwachsleistungen und Endgewichten. Stärkere Effekte auf die Leistung sind nur dann zu erwarten, wenn die Energiekonzentration der TMR deutlichere Auswirkungen auf die Futteraufnahme hat.

Autorenanschrift

Dr. Thomas Ettle
Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft
Prof.-Dürrwaechter-Platz 3
85586 Poing
Thomas.Ettle@LfL.Bayern.de

Einfluss einer Ergänzung von Fressrationen mit Futterharnstoff und pansengeschütztem Methionin auf die Zuwachsleistung

Vivienne Inhuber¹, Wilhelm Windisch¹, Hubert Spiekers², Thomas Ettle²

¹Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierernährung, Freising-Weihenstephan

²Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Poing-Grub

Einleitung

Für Mastbullen wird in der Praxis Futterharnstoff (FHSt) als Nicht-Protein-Stickstoff-Quelle frühestens ab einer Lebendmasse von 300 kg empfohlen. Ein früherer Einsatzzeitpunkt wäre rechtlich gesehen jedoch möglich. Der Austausch von Sojaextraktionsschrot als Proteinträger durch FHSt reduziert die Zufuhr an unabgebautem Futterprotein und vermindert somit die Gesamtmenge an nutzbarem Rohprotein am Duodenum (nXP). Liegt die nXP-Zufuhr unterhalb des nXP-Bedarfs, könnten einzelne Aminosäuren (pansenstabil) den nXP-Mangel kompensieren, sofern sie die Rolle als erstlimitierende Aminosäure in der Proteinsynthese einnehmen. Mit vorliegendem Versuch sollte zunächst untersucht werden, ob die Verfütterung von FHSt einen Effekt auf die Zuwachsleistung (ZL) der Aufzuchtkälber zeigt. Des Weiteren sollte überprüft werden, ob ein nXP-Mangel induziert wird und ob in diesem Fall pansengeschütztes Methionin (Met) einen Effekt auf die Zuwachsleistung zeigt. Die Untersuchungen wurden vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten gefördert.

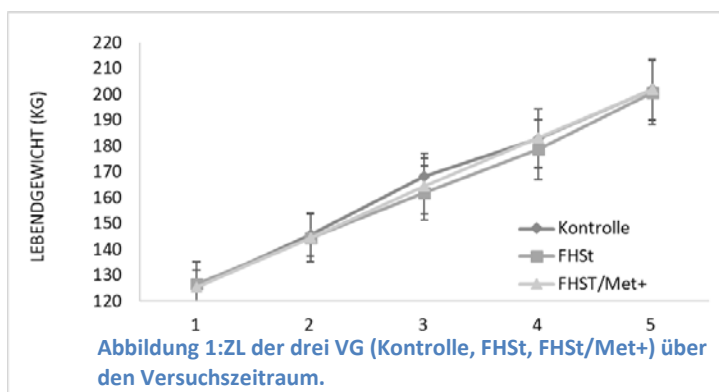
Material und Methoden

Für eine achtwöchige Versuchsphase wurden 39 Fleckvieh-Absetzer (mittleres Anfangsgewicht: 126 kg) auf drei Versuchsgruppen (VG) aufgeteilt. Alle VG wurden in diesem Zeitraum mit einer wöchentlich an den Bedarf angepassten Total-Misch-Ration auf Basis von Maissilage, Heu, Melasse und Kraftfutter gefüttert. Die Differenzierung der VG erfolgte über die unterschiedliche Zusammensetzung des Kraftfutters. Die VG Kontrolle wurde bedarfsgerecht (Rohprotein(XP)/umsetzbare Energie (ME)) nach GfE-Empfehlungen versorgt. Als Proteinträger fungierte Sojaextraktionsschrot. Es wurde eine Met-Aufnahme von 11,1 g/Tag angestrebt. Diese Ration wurde für die VG FHSt modifiziert, indem 20% des SES in der Trockenmasse (TM) durch 1,81% FHSt ersetzt wurden. Die Met-Aufnahme wurde auf 9,8 g/Tag begrenzt. Die VG FHSt/Met+ erhielt zu zuletzt beschriebener Ration pansengeschütztes Met (0,4% in der Kraftfutter-TM), sodass eine tägliche Met-Aufnahme von 16,4 g/Tier und Tag (TM) erreicht werden sollte.

Die Futtermenge wurde täglich je Bucht erfasst. In einem zweiwöchigen Intervall wurden alle Versuchstiere einzeln gewogen.

Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 1 ist die ZL (kg) der drei VG dargestellt. Bei den Zwischenwiegungen zeigten sich etwas höhere Gewichte in der VG FHSt/Met+ als in der VG FHSt. Die numerisch höheren Zunahmen konnten jedoch nicht statistisch abgesichert werden. Über den gesamten Versuchszeitraum lagen die täglichen Zunahmen in der VG FHSt leicht unter denen der Vergleichsgruppen.



Es konnten auch hier zwischen allen Versuchsgruppen zu keinem Zeitpunkt signifikante Unterschiede festgehalten werden. Die ZL aller VG bewegten sich auf einem ähnlichen Niveau.

Schlussfolgerung

Die Aufzuchtälber der FHSt-Gruppe erreichten eine vergleichbare ZL wie die Versuchstiere aus der Kontrollgruppe. Folglich kann FHSt ohne Leistungseinbußen auch ab einem früheren Zeitpunkt als 300 kg Lebendmasse eingesetzt werden und dadurch Proteinfuttermittel ersetzen. Es wurde kein nXP-Mangel erzeugt und Met konnte keine Wirkung als (erstlimitierende) Aminosäure zeigen.

Literatur

Durchführungsverordnung (EU) Nr. 839/2012

Autorenanschrift

Vivienne Inhuber
Technische Universität München
Lehrstuhl für Tierernährung
Liesel-Beckmann-Straße 2
85354 Freising-Weihenstephan
Vivienne.inhuber@wzw.tum.de

Wir danken den Sponsoren für ihre Unterstützung!



**Bayerischer
Bauernverband**



Das Beste aus der Natur.
Das Beste für die Natur.



Agrarwissenschaftliches Symposium 2019