

# **Potenziale von Kurzumtriebsplantagen als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme zur Aufwertung der Biotopfunktion für die Tier- und Pflanzenwelt in der Agrarlandschaft**

*Potentials of short-rotation coppice plantations as production-integrated nature conservation measure for  
enhancing the habitat function for flora and fauna in agricultural landscapes*



Von der Fakultät für Architektur und Landschaft  
der Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

genehmigte Dissertation von  
M.Sc. Felix Zitzmann  
geboren am 30.09.1990 in Hamburg

Hannover  
2023

**Referent**

Prof. Dr. Michael Reich

Institut für Umweltplanung

Leibniz Universität Hannover

**Korreferent**

Prof. Dr. Eckhard Jedicke

Institut für Landschaftsplanung und Naturschutz

Hochschule Geisenheim University

Tag der Promotion: 03.07.2023

## **Vorwort und Danksagung**

Die vorliegende Dissertation entstand während meiner Arbeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Umweltplanung (IUP) an der Leibniz Universität Hannover. Die Datenerhebung erfolgte zum überwiegenden Teil im Rahmen des Forschungsprojektes „Etablierung und Evaluierung eines nachhaltigen Agroforst-Landnutzungskonzeptes zur ökologischen Aufwertung und Diversifizierung der Agrarlandschaft und produktionsintegrierten Kompensation (FKZ: 105.2-3234/1-13-4)“, das ich von November 2017 bis Februar 2020 bearbeitet habe und das durch das Niedersächsische Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz gefördert wurde. Zusätzlich erfolgten zwischen Ende 2019 und Herbst 2020 weitere freilandökologische Untersuchungen im Rahmen meiner Hochschulpakt-finanzierten Lehr- und Forschungstätigkeit.

An dieser Stelle möchte ich mich bei zahlreichen Personen bedanken, die mich auf meinem beruflichen Weg am IUP unterstützt und begleitet haben. Meinem Betreuer Prof. Dr. Michael Reich möchte ich herzlich für die gute, unkomplizierte Zusammenarbeit in Forschung und Lehre, für seine Unterstützung während des gesamten Promotionsvorhabens, für die wertvollen fachlichen Hinweise zur Bearbeitung des Themas und für das entgegengebrachte Vertrauen danken. Prof. Dr. Eckhard Jedicke danke ich herzlich für die Übernahme des Korreferats und die hierfür investierte Zeit und Arbeit. Bei Prof. Dr. Michael Rode möchte ich mich herzlich für seine wertvollen fachlichen Hinweise zur Bearbeitung des Themas und die gute Zusammenarbeit in Forschung und Lehre bedanken. Ebenso danke ich Prof. Dr. Christina von Haaren und Wilhelm Breuer für wertvolle Diskussionen und Hinweise zum Thema Eingriffsregelung, (produktionsintegrierte) Kompensationsmaßnahmen sowie Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen. Dr. Frank Schaarschmidt, Sören Budig und Amanda Grobe danke ich für ihre Hinweise zur statistischen Auswertung der erfassten freilandökologischen Daten. Birte Bredemeier, Amanda Grobe, Carmen Rethschulte und Anna-Lena Vollheyde danke ich herzlich für ihre hilfreichen Anmerkungen zum Manuskript. Bei den studentischen Hilfskräften Martin Schote, Jasper Nöhren, Greta Wienrich, Mathis Züchner, Maike Senne, Nina Joseph, Gunnar Bargholz, Julia Kuruppu, Charlotte Meiser, Kolja Grobe und Julia Roder möchte ich mich herzlich für ihre tatkräftige Unterstützung bei den Feldarbeiten und die schöne gemeinsame Zeit bei der Geländearbeit bedanken. Zudem danke ich Dr. Louise von Falkenhayn für das Korrekturlesen englischsprachiger Manuskripte. Meinen Kolleginnen und Kollegen und Freundinnen und Freunden am IUP danke ich herzlich für die fachlichen Diskussionen, die unterhaltsamen Kaffeepausen, die gute Arbeitsatmosphäre und die tolle Zusammenarbeit in Forschung und Lehre. Die gemeinsame Zeit am IUP wird mir immer in guter Erinnerung bleiben und hoffentlich noch ein paar Jahre andauern.

## Zusammenfassung

*Schlagwörter: Biodiversität, Vögel, Säugetiere, Laufkäfer, Gefäßpflanzen, Biomasse, Bioenergie, Dauerkultur, Eingriffsregelung, Kompensationsmaßnahmen, Artenschutz, Agrarumweltmaßnahmen*

Kurzumtriebsplantagen (KUP) sind landwirtschaftliche Dauerkulturen mit schnellwachsenden Gehölzen, die in kurzen Zyklen von zwei bis max. 20 Jahren geerntet werden, um deren Dendromasse energetisch oder stofflich zu nutzen. Durch die Substitution fossiler Energieträger, ihre extensive Nutzung im Vergleich zu Bioenergiekulturen der ersten Generation und die mehrjährige Bodenbedeckung können KUP einen positiven Beitrag zum Klima-, Boden- und Gewässerschutz leisten. Daneben belegen Untersuchungen zur Biodiversität besonders bei Brutvögeln und Gefäßpflanzen eine deutliche Erhöhung der Artenvielfalt (bei einer deutlichen Veränderung der Lebensgemeinschaften) im Vergleich zur konventionellen ackerbaulichen Nutzung mit einjährigen Kulturen. Aufgrund dieser vorteilhaften Effekte wurde in Deutschland eine Diskussion um die Anerkennung von KUP als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) und eine Förderung als Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme (AUKM) entfacht. Eine Anerkennung und Förderung ist jedoch – analog zu produktionsintegrierten Maßnahmen im Ackerbau oder auf Grünland – nur möglich, wenn bei der Anlage und Bewirtschaftung von KUP Maßnahmen mit dem Ziel einer naturschutzfachlichen Aufwertung der Kulturen umgesetzt werden, die über die obligatorisch zu erbringenden Mindestanforderungen der guten fachlichen Praxis (gfP) bzw. der Cross Compliance-Regelungen hinausgehen. Solche Maßnahmen umfassen neben dem Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel den Anbau verschiedener Gehölzarten (Gehölzartenmosaik), ein abschnittsweises Vorgehen bei der Ernte (Umtriebsstadienmosaik) und die Integration offener Begleitstrukturen wie Lichtungen, um die Strukturvielfalt der Plantagen und damit vor allem ihr Potenzial als Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu erhöhen.

Zwar können KUP, auf denen diese Maßnahmen umgesetzt werden, in den Bundesländern Bayern und Thüringen als PIK anerkannt werden. Eine tatsächliche Umsetzung hat hier bisher jedoch nicht stattgefunden. In anderen Bundesländern ist eine Nutzung von KUP als PIK aktuell nicht vorgesehen und KUP-spezifische AUKM sind weder in Deutschland noch in anderen Ländern der EU verfügbar. Daher bestehen aktuell kaum Anreize für Landwirte, KUP mit entsprechenden naturschutzfachlichen Modifikationen („KUP+“) anzulegen. Folglich beschränken sich KUP+ in Deutschland momentan auf Modellflächen, die im Rahmen von Forschungsprojekten angelegt wurden. Zwar wurden auf diesen Flächen auch erste Untersuchungen zu deren naturschutzfachlichen Aufwertungspotenzialen, u. a. im Hinblick auf die Biotopfunktion, durchgeführt. Allerdings ist auf Basis dieser Studien noch keine abschließende Bewertung ihrer naturschutzfachlichen Wertigkeit und ihrer Eignung als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN<sup>1</sup>) möglich, da die weitere Entwicklung hin zu erntereifen Kulturen und die Auswirkungen der Ernte – und damit wichtige Sukzessions- und Bewirtschaftungsphasen – bisher nicht berücksichtigt werden konnten. Zudem sind bislang kaum Untersuchungen zu den Aufwertungspotenzialen und Kompensationsleistungen von KUP+ im Vergleich zu herkömmlichen Naturschutzmaßnahmen erfolgt. Daher ist fraglich, welche Bedeutung KUP+ als Lebensraum für die Tier- und Pflanzwelt im Vergleich zu anderen Naturschutzmaßnahmen aufweisen, mit denen sie in Konkurrenz um eine Anerkennung und Förderung stehen und an deren Aufwertungspotenzialen sie sich dementsprechend messen lassen müssen. Um eine Bewertung der Eignung und Qualität von KUP+ als PIN vornehmen zu können, sind daher weitere Untersuchungen erforderlich, die sowohl das Aufwertungspotenzial einzelner Maßnahmen innerhalb von KUP+ als auch die Aufwertungsleistungen von KUP+ im Vergleich zu herkömmlichen Naturschutzmaßnahmen berücksichtigen.

---

<sup>1</sup> „PIN“ wird im Rahmen dieser Arbeit als Überbegriff für verschiedene Typen produktionsintegrierter Naturschutzmaßnahmen verwendet und umfasst produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK), Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) sowie (produktionsintegrierte) artenschutzrechtliche Maßnahmen (ASRM).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher am Beispiel der Artengruppen Gefäßpflanzen, Groß- und Mittel-säuger, Vögel und Laufkäfer die Bedeutung von KUP+ als Lebensraum für die Tier- und Pflanzenwelt zu evaluieren und deren Potenziale für einen Einsatz als PIN zur Aufwertung der Biotopfunktion zu überprüfen. Dabei wurden folgende Forschungsfragen untersucht:

- I. Bewirken die naturschutzfachlichen Maßnahmen auf KUP+ für die betrachteten Artengruppen bzw. bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten eine Aufwertung der Biotopfunktion im Vergleich zum konventionellen Anbau von KUP?
- II. Welche Biotopfunktion und -qualität weisen KUP+ für die betrachteten Artengruppen bzw. bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen auf und wie ist ihr Potenzial zur Aufwertung der Biotopfunktion im Vergleich zu anderen Naturschutzmaßnahmen zu bewerten?
- III. Erfüllen KUP+ die an unterschiedliche Typen von PIN (ASRM, PIK und AUKM) gestellten Anforderungen und für welche Arten und Lebensgemeinschaften könnten KUP+ aufgrund ihrer Biotopfunktion und -qualität als PIN eingesetzt werden?

Um zu ermitteln, welche Funktionen und Qualitäten KUP+ als Lebensraum für die betrachteten Artengruppen aufweisen, wurden freilandökologische Untersuchungen auf drei KUP+-Modellflächen im Landkreis Emsland durchgeführt. Gleichzeitig erfolgten Erfassungen in verschiedenen Referenzlebensräumen wie Laubwald-Aufforstungen, Hecken, Feldgehölzen und Feldrainen, also Biotoptypen, die regelmäßig im Rahmen von Naturschutzmaßnahmen angelegt werden. Parallel dazu wurde eine Literaturrecherche zu bisherigen Biodiversitäts-Untersuchungen auf konventionellen KUP durchgeführt. Die Auswertung dieser Publikationen liefert wichtige Erkenntnisse zum Lebensraumpotenzial unterschiedlicher Anbauvarianten (z. B. angebaute Gehölzart, Umtriebszeiten), Alters- (Zeit seit der Flächenetablierung) und Umtriebsphasen (Aufwuchsstadien innerhalb eines Bewirtschaftungszyklus) von konventionellen KUP. Diese lassen sich auch auf KUP+ bzw. auf die einzelnen Bestandteile eines Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaiks innerhalb von KUP+ übertragen und stellen daher eine unverzichtbare Grundlage für eine umfassende Bewertung der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ dar. Die Ergebnisse der freilandökologischen Untersuchungen wurden mit dem Wissensstand der recherchierten Literatur verknüpft und es erfolgte eine Einordnung und Bewertung der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zum konventionellen KUP-Anbau (*Forschungsfrage I*) und im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen (*Forschungsfrage II*). Ergänzt wurden diese Arbeitsschritte durch eine Literaturrecherche zu den Anforderungen an die drei im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Typen von PIN. Anhand der ermittelten Anforderungen an diese Maßnahmentypen und der Biotopfunktionen und -qualitäten von KUP+ wurde überprüft, welche Potenziale für einen Einsatz von KUP+ als ASRM, PIK oder AUKM bestehen (*Forschungsfrage III*).

Die freilandökologischen Untersuchungen auf KUP+ bestätigen in Verbindung mit der Literaturstudie, dass sich die Biotopfunktion und -qualität von konventionellen KUP mithilfe strukturbereichernder Maßnahmen (kleinteiliges Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaik, Integration offener Begleitstrukturen) deutlich aufwerten lässt. Trotz dieser Maßnahmen stellen KUP+ aber hauptsächlich Lebensräume für häufige und weit verbreitete Generalisten dar, während stärker spezialisierte und/oder gefährdete Arten – und damit aus Natur- und Artenschutzsicht wertgebende Zielarten – fehlen bzw. nur vereinzelt und/oder temporär auftreten. Das Aufwertungspotenzial für naturschutzfachlich wertgebende Arten beschränkt sich vornehmlich auf einzelne bundesweit oder regional gefährdete Ökotonbewohner, also auf Arten, die von einem kleinräumigen Wechsel offener und gehölzgeprägter Bereiche innerhalb der Plantagen profitieren. Im Vergleich mit anderen Naturschutzmaßnahmen sind die Aufwertungspotenziale von KUP+ für die meisten dieser Arten jedoch geringer. Die Lebensgemeinschaften von KUP+ bestehen aufgrund des Struktureichtums der Plantagen aus einer vielfältigen Kombination von Arten verschiedener Stammlbensräume und unterscheiden sich deutlich von anderen Biotoptypen der Agrarlandschaft.

KUP+ stellen somit neuartige Lebensräume mit eigenen, von Generalisten dominierten Lebensgemeinschaften dar, die die spezifischen Funktionen anderer Lebensräume nur eingeschränkt erfüllen und im Vergleich mit anderen Naturschutzmaßnahmen in der Agrarlandschaft (wie Brachen, mehrjährige Blühstreifen, Extensivierungsmaßnahmen für Äcker oder Grünländer) deutlich geringere Potenziale zur Förderung anspruchsvoller, gefährdeter Arten aufweisen. Lediglich für den in einigen Bundesländern stark gefährdeten Baumpieper (*Anthus trivialis*), der auf KUP+ ähnlich hohe Siedlungsdichten wie in anderen Optimalhabitaten erreicht, bieten KUP+ vergleichbar hohe Aufwertungspotenziale. Der bundesweit gefährdete Feldhase (*Lepus europaeus*) dürfte zwar ebenfalls von der Anlage von KUP+ profitieren. Für diese Art sind aber weitere Untersuchungen erforderlich, da noch unklar ist, wie die artspezifische Habitatqualität im Vergleich mit anderen Naturschutzmaßnahmen zu bewerten ist und ob KUP+ für diese Art eine günstige Alternative zu anderen Maßnahmen darstellt.

Die Potenziale für einen Einsatz von KUP+ als ASRM und PIK sind aufgrund der hohen Anforderungen an diese Maßnahmentypen und der eher unspezifischen Aufwertungsleistungen von KUP+ deutlich eingeschränkt. Der Hauptgrund hierfür ist, dass KUP+ bei Eingriffen in andere Biotoptypen oder in Habitate planungsrelevanter Arten (i. d. R. spezialisierte, seltene und/oder gefährdete Arten) in den meisten Fällen nicht in der Lage sind, deren spezifische Biotopfunktionen und -qualitäten gleichartig oder gleichwertig zu kompensieren oder für artenschutzrechtlich relevante Arten die benötigten Habitatstrukturen und -qualitäten herzustellen. Ein Einsatz von KUP+ als PIK oder ASRM ist daher nur in folgenden Fallkonstellationen potenziell möglich: (i) Als produktionsintegrierte Ausgleichsmaßnahme bei Eingriffen in konventionelle KUP, wobei solche Fälle aufgrund der geringen KUP-Anbaufläche in Deutschland aktuell sehr unwahrscheinlich sind. (ii) Als produktionsintegrierte Ersatzmaßnahme bei Eingriffen in floristisch und faunistisch verarmte Ackerflächen ohne jegliche Vorkommen planungsrelevanter Arten und (iii) als ASRM für den Baumpieper. Auch wenn ein Einsatz als produktionsintegrierte Ersatzmaßnahme oder als ASRM in den genannten Fällen möglich ist, stellen KUP+ weder im Hinblick auf die Anforderungen an Ersatzmaßnahmen noch aus Natur- und Artenschutzsicht eine bevorzugte Lösung dar. PIK im Ackerbau oder auf Grünland orientieren sich bei solchen Eingriffssituationen (Eingriffe in Offenlebensräume) funktional wesentlich enger an den konkreten Eingriffsfolgen als KUP+. Zudem fördern diese Maßnahmen, im Gegensatz zu KUP+, gezielt gefährdete Arten der offenen Agrarlandschaft. Auch bei einem Einsatz als ASRM für den Baumpieper ist zu beachten, dass KUP+ trotz einer artspezifisch hohen Habitatqualität nicht unmittelbar die bestmögliche Lösung darstellt, da neben dem Baumpieper hauptsächlich Generalisten profitieren. Daher wäre es deutlich günstiger, andere, artspezifisch ebenso wirksame Maßnahmen umzusetzen, die neben dem Baumpieper auch weitere gefährdete Arten fördern. Vor einem Einsatz von KUP+ als PIK oder ASRM ist daher stets zu prüfen, ob die geforderten (Kompensations-)Leistungen auch durch andere Maßnahmen erbracht werden können, die zusätzlich höhere Aufwertungseffekte für weitere Zielarten des Naturschutzes mit sich bringen und damit einen höheren Beitrag zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität leisten. In den meisten Fällen dürften deutlich höherwertige Alternativen bestehen und KUP+ für einen tatsächlichen Einsatz als PIK oder ASRM ausscheiden.

Eine Nutzung von KUP+ als AUKM ist aufgrund der eher unspezifischen Anforderungen an diesen Maßnahmentyp hingegen grundsätzlich möglich. Im Falle eines Einsatzes von KUP+ als AUKM sollten strenge Fördervoraussetzungen definiert werden, die u. a. Vorgaben zu Förderkulissen, Ausgangszustand der Maßnahmenfläche und Beteiligung der zuständigen Naturschutzbehörden bei der Standortwahl machen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass KUP+ trotz einer für eine landwirtschaftliche Kultur relativ hohen Artenvielfalt vornehmlich Generalisten fördern, also anpassungsfähige Arten, die auch von anderen Maßnahmen für Zielarten des Naturschutzes mitprofitieren und für die daher eigentlich keine spezifischen Maßnahmen erforderlich sind. Die Aufwertungsleistungen von KUP+ beschränken sich daher vornehmlich auf nachrangige Ziele des Arten- und Biodiversitätsschutzes. Ein Einsatz von KUP+ bzw. einzelner KUP-spezifischer Maßnahmen als AUKM würde sich daher vor allem dann anbieten, wenn die um-

gesetzten Maßnahmen mit geringen Kosten verbunden sind. Kostengünstig dürften diese vor allem dann sein, wenn der KUP-Anbau in Deutschland deutlich zunimmt und KUP – anders als aktuell – eine weit verbreitete Landnutzung darstellen. Dann ist zudem mit großflächigen, monotonen, deutlich intensiver genutzten Plantagen zu rechnen, deren Lebensraumpotenziale wesentlich geringer sind als in der aktuellen Anbausituation. Aus Naturschutzsicht besteht bei einer solchen Entwicklung ein erheblicher Bedarf zur räumlichen Steuerung des KUP-Anbaus und zur Förderung von Aufwertungsmaßnahmen innerhalb der Plantagen, um eine Nutzung im Einklang mit dem Naturschutz zu gewährleisten. In dieser Situation wären Förderungen mittels AUKM ein geeignetes Instrument, um größtmögliche Synergien mit dem Naturschutz zu erzielen und Konflikte mit anderen Arten- und Naturschutzziele zu minimieren.

Neben ihren eher unspezifischen Aufwertungsleistungen für die Biodiversität bestehen weitere Gründe, die einer Nutzung von KUP+ als PIN entgegenstehen oder die Potenziale für einen tatsächlichen Einsatz deutlich einschränken. Anders als herkömmliche PIN, die mit vorhandener Technik in bestehende Kulturen (Acker, Grünland) integriert und somit von einer Vielzahl landwirtschaftlicher Betriebe umgesetzt werden können, müssen KUP+ neu angelegt werden, wofür ein Großteil der Betriebe aktuell weder die nötige Erfahrung noch die erforderliche Technik besitzt. Darüber hinaus sind KUP+ als Dauerkulturen mit hohen Etablierungskosten verbunden und es besteht eine Flächenbindung für mehrere Jahrzehnte. Viele PIN im Ackerbau oder auf Grünland sind daher – zusätzlich zu ihren höheren Aufwertungs-potenzialen für gefährdete Arten der Agrarlandschaft – deutlich vielfältiger und flexibler einsetzbar: Sie erreichen ihre volle Wirksamkeit meist schneller (oft bereits im Jahr ihrer Umsetzung) als KUP+, sind nicht mit hohen Etablierungskosten verbunden und können jederzeit (nach Ablauf einer Förderperiode oder Beendigung eines Eingriffes) wieder aufgegeben werden.

Insgesamt stellen andere (produktionsintegrierte) Maßnahmen für KUP+ eine erhebliche Konkurrenz um eine Anerkennung und Förderung als Naturschutzmaßnahme dar, da sich mit ihnen spezifischere Aufwertungsleistungen für gefährdete Arten erzielen lassen, sie somit einen größeren Beitrag zum Erhalt der Biodiversität leisten und sie daher weitaus dringlicher gefördert und umgesetzt werden müssen, um den Rückgang der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft zu stoppen. Als vergleichsweise nachhaltige Landnutzungsform mit geringen Inputs und von anderen Lebensräumen der Agrarlandschaft abweichenden Habitats-eigenschaften und Zönosen können KUP aber zumindest einen Beitrag zur Förderung der allgemeinen Biodiversität in ausgeräumten Agrarlandschaften leisten, der umso größer ist, wenn einige der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Aufwertungsmaßnahmen umgesetzt werden. Sollte der KUP-Anbau in Zukunft deutlich zunehmen und eine Förderung von KUP+ bzw. bestimmter KUP-spezifischer Maßnahmen (insbesondere als AUKM) angestrebt werden, besteht vor allem hinsichtlich folgender Punkte erheblicher Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Identifikation von Flächen, auf denen durch KUP+ größtmögliche Synergien mit Arten- und Naturschutzziele erzielt werden können und die als Förderkulissen für KUP+ als AUKM dienen.
- Festlegung von Bewirtschaftungsstandards und einer gfP für konventionelle KUP, damit eindeutig definiert ist, welche Leistungen obligatorisch und ohne Anspruch auf Vergütung erbracht werden müssen und welche Maßnahmen darüber hinausgehen und als Zusatzleistungen förderfähig sind.
- Entwicklung genauer naturschutzfachlicher Vorgaben für KUP-spezifische Aufwertungsmaßnahmen, die als AUKM angeboten werden sollen und daher im Rahmen von Förderrichtlinien standardisiert werden müssen.
- Berechnung der Kosten für KUP-spezifische Aufwertungsmaßnahmen und Überprüfung, ob Kosten und Aufwertungsleistungen (auch im Vergleich zu anderen Naturschutzmaßnahmen) in einem günstigen Verhältnis stehen und eine Förderung aus ökonomischer und ökologischer Sicht vertretbar ist.

## Abstract

*Keywords: biodiversity, birds, mammals, ground beetles, vascular plants, biomass, bioenergy, perennial crops, impact mitigation regulation, offset, species protection, agri-environmental schemes*

Short-rotation coppice plantations (SRC) are perennial agricultural crops of fast-growing trees that are harvested in short cycles of two to a maximum of 20 years in order to use their dendromass for energy or material purposes. Due to the substitution of fossil fuels, the low inputs of fertilizers and pesticides in comparison to first-generation bioenergy crops and the permanent soil cover, SRC can have positive effects for climate, soil and water protection. In addition, studies on biodiversity, especially on breeding birds and vascular plants, have shown a significant increase in species richness (with a clear change in biotic communities) compared to conventional arable land use systems with annual crops. Due to these beneficial effects, a discussion has arisen in Germany about the recognition of SRC as a production-integrated compensation measure (PICM) and for funding as an agri-environmental scheme (AES). However, recognition and financial support, similar to PICM and AES on arable land or grassland, is only possible if measures are implemented with the aim of enhancing the nature conservation value of the crops, which go beyond the mandatory minimum requirements of good agricultural practice and the cross-compliance regulations. In addition to not using fertilizers and pesticides, such measures include the cultivation of different tree species in small-scale units, sectional harvesting of trees in order to establish a mosaic of different growth-stages and the integration of open habitat features such as clearings in order to increase the structural diversity of the plantations and thus, in particular, their potential as a habitat for wildlife and vascular plants.

SRC on which these measures are implemented can be recognized as PICM in the federal states of Bavaria and Thuringia. However, in these states, implementation has not yet taken place yet. In other federal states, the use of SRC as PICM is currently not intended and specific AES for SRC are not available in either Germany or in other EU member states. Therefore, there are currently barely any incentives for farmers to establish SRC with the above-mentioned nature conservation modifications ("SRC+"). Consequently, SRC+ in Germany is currently limited to pilot sites that were established within research projects. Initial studies carried out on these sites have examined their potential for nature conservation enhancement, e.g. with regard to habitat function and their contribution to biodiversity. However, on the basis of these studies, it is not yet possible to make a conclusive assessment of the nature conservation value and suitability of SRC+ as a production-integrated nature conservation measure (PIN<sup>2</sup>), as the development towards mature crops and the effects of harvesting – and thus important succession and management phases – could not be taken into account. In addition, hardly any studies have been carried out on the enhancement potentials of SRC+ in comparison to other conventional conservation measures. It is therefore not known which importance SRC+ have as habitat for wildlife and vascular plants in comparison to other conservation measures with which they compete for recognition and funding. In order to evaluate the suitability and quality of SRC+ as a PIN, further studies are required that consider both the enhancement potential of individual measures within SRC+ and the enhancement potential of SRC+ in comparison to other conservation measures.

---

<sup>2</sup> In this thesis, "PIN" is used as an umbrella term for different types of production-integrated conservation measures and includes production-integrated compensation measures (PICM), agri-environmental schemes (AES) and (production-integrated) species protection measures (SPM).

The aim of this thesis was therefore to evaluate the importance of SRC+ as habitat for flora and fauna using the species groups vascular plants, large and medium-sized mammals, birds and ground beetles as indicators and to examine the potential of SRC+ for implementation as PIN for enhancing the habitat function. Therefore, the following research questions were investigated:

- I. Do the measures on SRC+ improve their habitat function for the considered species groups or for certain species of conservation concern in comparison to the conventional cultivation of SRC?
- II. Which habitat function and quality do SRC+ have for the considered species groups or for certain species of conservation concern in comparison to other habitat types or conservation measures and what potential do they have for enhancing the habitat function in comparison to other conservation measures?
- III. Do SRC+ meet the requirements for different types of PIN (SPM, PICM and AES) and, based on their habitat function and quality, for which species and biotic communities could SRC+ be used as a PIN?

In order to determine the functions and qualities of SRC+ as habitat for the considered species groups, field studies were conducted on three SRC+ pilot sites in the district of Emsland (Lower Saxony, north-western Germany). Simultaneously, surveys were carried out in various reference habitats such as afforestations, hedgerows, groves and field margins, i.e. habitat types that are regularly implemented as conservation measures. At the same time, a literature review was carried out on previous biodiversity studies on conventional SRC. The evaluation of these publications provides important insights into the habitat potential of different plantation types (e.g. with regard to the tree species cultivated or the rotation length), age phases (time since establishment of the plantation) and rotation phases (growth-stages within a rotation cycle) of conventional SRC. These findings can also be applied to SRC+ or to individual components of a mosaic of tree species and growth-stages within SRC+, and therefore represent an essential basis for a comprehensive evaluation of their habitat function and quality. The results of the field studies were linked to the current state of knowledge from the reviewed literature and habitat function and quality of SRC+ was assessed in comparison to conventional SRC cultivation (*research question I*) and to other habitat types and conservation measures (*research question II*). In addition, a literature review was carried out on the requirements for the three types of PIN considered in this study. Based on the identified requirements for these types of measures and the habitat functions and qualities of SRC+, the potential for using SRC+ as SPM, PICM or AES was examined (*research question III*).

The field studies on SRC+, along with the literature review, confirm that the habitat function and quality of SRC can be significantly improved by structure-enhancing measures (i.e. by a small-scale mosaic of different tree species and growth-stages and the integration of open habitat features). However, despite these measures, SRC+ mainly provide habitats for common and widespread generalists, while more specialized and/or endangered species – thus target species of nature conservation and species protection – are absent or only occur sporadically and/or temporarily. The enhancement potential for species of conservation concern is limited primarily to individual nationally or regionally endangered ecotone species, i.e. species that benefit from a small-scale mosaic of open and woody patches within plantations. However, compared to other conservation measures, the enhancement potential of SRC+ is lower for most of these species. Due to the structural diversity of the plantations, the biotic communities of SRC+ consist of a diverse combination of species from different habitat types and differ significantly from other habitat types in agricultural landscapes. SRC+ therefore represent novel habitats with distinct biotic communities dominated by generalists, which only fulfil the specific functions of other habitat types to a limited extent and, compared to other nature conservation measures in the agricultural landscape (such as fallows, perennial flower strips, extensification measures for arable land or grassland), have significantly lower potentials for the promotion of endangered species. Only for the Tree pipit (*Anthus trivialis*), which is endangered in some federal states, and which reaches similarly high territory densities on SRC+ as in

other optimal habitats, SRC+ offer comparably high enhancement potentials. The endangered European hare (*Lepus europaeus*) might also benefit from the establishment of SRC+. However, further studies are required on this species, as it is still unclear how species-specific habitat quality is to be assessed in comparison with other conservation measures and whether SRC+ presents a favorable alternative to other measures for this species.

The potential for using SRC+ as SPM or PICM is clearly limited due to the high requirements for these types of measures and the rather unspecific enhancement effects of SRC+ for biodiversity. The main reason for this is that SRC+ are usually not able to adequately compensate for the specific functions and qualities of other habitat types (which are impaired by an impact) and to create the required habitat features and qualities for more demanding species. The use of SRC+ as PICM or SPM is therefore only possible in the following scenarios: (i) As a production-integrated compensation measure (“Ausgleichsmaßnahme”) for interventions in conventional SRC, although such cases are currently very unlikely due to the low SRC cultivation area in Germany. (ii) As a production-integrated offset measure (“Ersatzmaßnahme”) for interventions in floristically and faunistically impoverished arable land without any species of conservation concern and (iii) as SPM for the Tree pipit. However, even if use as a production-integrated offset measure or as an SPM is possible in the above-mentioned cases, SRC+ do not represent a preferred option with regard to either the requirements for offset measures nor from a nature conservation and species protection perspective. In such intervention situations (i.e. impacts on agricultural land), PICM on arable land or grassland are functionally much more closely oriented to the concrete impact effects than SRC+. In addition, in contrast to SRC+, these measures specifically promote endangered species of open agricultural landscapes. When using SRC+ as SPM for the Tree pipit, it should be considered that SRC+ is not the best possible solution, as aside from the Tree pipit, it mainly benefits generalist species. Therefore, it would be much more beneficial to implement other SPM that are equally effective for this species but which also promote other endangered species besides the Tree pipit. Before using SRC+ as PICM or SPM, it should therefore first be examined whether the required compensation services can be provided by other measures that, additionally, have higher enhancement effects for other species of conservation concern and thus make a greater contribution to the promotion of biodiversity. In most cases, there are suitable alternatives and SRC+ will be rejected for actual use as PICM or SPM.

In contrast, the use of SRC+ as AES is generally possible due to the rather unspecific requirements for this type of measure. When using SRC+ as AES, strict eligibility criteria should be defined in order to prevent conflicts with other species protection and nature conservation objectives. This implies that SRC+ funded as AES may only be established in intensively used, cleared agricultural landscapes, that they may only replace intensively used arable land and that the responsible nature conservation authority is involved in the site selection. However, it must be considered that SRC+ primarily promote generalist species, i.e. adaptable species that also benefit from measures for target species of conservation concern and which, therefore, do not actually require specific measures. The enhancement effects of SRC+ are therefore mainly limited to lower priority objectives of species protection and biodiversity conservation. Offering SRC+ or individual SRC-specific measures as AES would therefore be particularly appropriate if the measures implemented are cost-effective. This is likely to be the case if SRC cultivation increases significantly in Germany and if SRC, in contrast to the current situation, becomes a widespread land use. Then, large-scale, monotonous and more intensively used plantations are to be expected, whose habitat potentials are considerably lower than in the current situation. This would require considerable efforts in spatial management to guide SRC cultivation and to promote enhancement measures within SRC in order to ensure nature conservation requirements are met. In this situation, funding via AES would be a suitable tool to achieve the greatest possible synergies with nature conservation and to minimize conflicts with species protection and nature conservation objectives.

In addition to their rather unspecific enhancement effects for biodiversity, there are other reasons that hinder the use of SRC+ as a PIN, or at least significantly limit the potential for its actual use. In contrast to conventional PIN, which can be integrated into existing crops (arable land, grassland) by using available technology, and which can therefore be implemented by many farmers, SRC+ requires the establishment of new crops, for which most farmers currently have neither the necessary experience nor the required technology. Moreover, SRC+ as perennial crops are associated with high establishment costs and land commitment for several decades. Therefore, in addition to their higher enhancement potential for endangered species of agricultural landscapes, PIN for arable land or grassland are more versatile and flexible: They usually achieve their full effects more quickly (often within the year of their implementation) than SRC+, are not associated with high establishment costs and can be abandoned at any time (at the end of a funding period or at the end of an impact).

Overall, other (production-integrated) measures represent considerable competition for SRC+ for recognition and funding as a nature conservation measure. They achieve more specific enhancement effects for endangered species, thus making a greater contribution to biodiversity conservation, and therefore need to be promoted and implemented far more urgently in order to halt the decline of biodiversity in agricultural landscapes. However, as a comparatively sustainable land-use system with low inputs and habitat characteristics and biotic communities that differ from other habitat types of agricultural landscapes, SRC can contribute to the promotion of biodiversity in cleared agricultural landscapes, especially if some of the measures considered in this thesis are implemented. If SRC cultivation significantly increases in the future and the promotion of SRC+ or certain SRC-specific measures (especially as AES) is aimed for, there is considerable need for research and focus on the following points:

- Identification of areas where SRC+ can achieve the greatest possible synergies with species protection and nature conservation objectives and which can serve as funding areas for SRC+ as AES.
- Definition of management standards and a good agricultural practice for the cultivation of conventional SRC to define which measures are mandatory and are not entitled to financial compensation, and which measures exceed these standards and are eligible for funding.
- Development of precise guidelines for SRC-specific enhancement measures that are to be offered as AES and therefore need to be standardized for agri-environment programs.
- Calculation of the costs for SRC-specific enhancement measures and evaluation of whether costs and enhancement effects (also in comparison to other conservation measures) are in a favorable ratio and whether funding is justifiable from an economic and ecological point of view.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort und Danksagung</b> .....	<b>I</b>
<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>II</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>VI</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Zielsetzung und Forschungsfragen</b> .....	<b>3</b>
<b>3 Aufbau der kumulativen Dissertation und Vorgehensweise</b> .....	<b>4</b>
<b>4 Fachliche Grundlagen: Kurzumtriebsplantagen – ein Überblick</b> .....	<b>6</b>
4.1 Etablierung und Bewirtschaftung von KUP.....	6
4.2 Rechtlicher und förderrechtlicher Rahmen für KUP.....	8
4.3 Naturschutzfachlich modifizierte KUP („KUP+“).....	9
<b>5 Methodik</b> .....	<b>11</b>
5.1 Literaturrecherche und -auswertung.....	11
5.1.1 KUP und Biodiversität.....	11
5.1.2 Anforderungen an produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahmen.....	12
5.2 Freilandökologische Untersuchungen.....	13
5.2.1 Indikator-Artengruppen und Methoden.....	13
5.2.2 Untersuchungsflächen.....	13
5.3 Bewertung der Eignung von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme.....	19
<b>6 Ergebnisse</b> .....	<b>20</b>
6.1 Recherchierte Literatur zum Thema KUP und Biodiversität.....	20
6.2 Anforderungen an produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahmen.....	24
6.2.1 Artenschutzrechtliche Maßnahmen.....	24
6.2.2 Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen.....	27
6.2.3 Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen.....	32
6.2.4 Gegenüberstellung der Anforderungen an die verschiedenen Typen von produktionsintegrierten Naturschutzmaßnahmen.....	35
6.3 Freilandökologische Untersuchungen zur Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für verschiedene Artengruppen.....	39
6.3.1 Gefäßpflanzen: Short-Rotation Coppice Managed According to Ecological Guidelines–What are the Benefits for Phytodiversity? ( <i>Artikel 1</i> ).....	39
6.3.2 Groß- und Mittelsäuger.....	40
6.3.2.1 Potential of small-scale and structurally diverse short-rotation coppice as habitat for large and medium-sized mammals ( <i>Artikel 2</i> ).....	40
6.3.2.2 Which Large- and Medium-Sized Mammals Use Commercial Short-Rotation Coppice as Habitat? ( <i>Artikel 3</i> ).....	41
6.3.3 Avifauna.....	42
6.3.3.1 Brutvögel: Naturschutzfachlich modifizierte Kurzumtriebsplantagen als Lebensraum für Brutvögel – eine Alternative zu anderen gehölzgeprägten Naturschutzmaßnahmen? ( <i>Artikel 4</i> ).....	42
6.3.3.2 Wintervögel: Bedeutung von Kurzumtriebsbeständen mit unterschiedlichen Gehölzarten als Lebensraum für Vögel im Winterhalbjahr ( <i>Artikel 5</i> ).....	43

6.3.3.3	Waldschnepfe: Bieten Kurzumtriebsplantagen neue Lebensräume für die Waldschnepfe <i>Scolopax rusticola</i> ? (Artikel 6).....	44
6.3.4	Laufkäfer: Entwicklung der Laufkäferfauna (Coleoptera: Carabidae) einer Kurzumtriebsplantage über einen Zeitraum von 9 Jahren (Artikel 7) .....	45
<b>7</b>	<b>Synthese I: Biotopfunktion und -qualität von KUP+ .....</b>	<b>46</b>
7.1	Gefäßpflanzen.....	46
7.2	Groß- und Mittelsäuger .....	50
7.3	Avifauna .....	52
7.4	Laufkäfer .....	57
7.5	Artengruppenübergreifende Gesamtbetrachtung und Fazit zu Forschungsfragen I und II .....	60
7.5.1	Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zu konventionellen KUP.....	60
7.5.2	Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen.....	66
<b>8</b>	<b>Synthese II: Potenziale von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme zur Aufwertung der Biotopfunktion .....</b>	<b>72</b>
8.1	Erfüllung grundlegender Anforderungen an die betrachteten Maßnahmentypen.....	72
8.2	Eignung von KUP+ als Artenschutzrechtliche Maßnahme .....	74
8.3	Eignung von KUP+ als Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme .....	78
8.4	Eignung von KUP+ als Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme.....	84
8.5	Fazit zu Forschungsfrage III.....	88
<b>9</b>	<b>Diskussion .....</b>	<b>90</b>
9.1	KUP+ vor dem Hintergrund übergeordneter Arten- und Naturschutzziele und der Gefährdungssituation der Biodiversität in der Agrarlandschaft .....	90
9.2	Beitrag der Arbeit zur Versachlichung der Diskussion um eine Anerkennung von KUP als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme .....	92
9.3	Aktuelle Rahmenbedingungen für eine tatsächliche Umsetzung von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme durch landwirtschaftliche Betriebe .....	93
9.4	Potenziale für einen Einsatz von KUP+ als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme bei temporären Eingriffen .....	95
9.5	Bewirtschaftungsstandards für KUP und Verbot der Doppelförderung .....	96
9.6	Zusätzliche Aufwertungsmaßnahmen auf KUP .....	98
<b>10</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>100</b>
<b>11</b>	<b>Quellen .....</b>	<b>103</b>
11.1	Literatur .....	103
11.2	Gesetze, Richtlinien und Verordnungen .....	124
	<b>Eidesstattliche Erklärung.....</b>	<b>125</b>

## Anhang

**Anhang 1:** Originalarbeiten zum Thema KUP und Biodiversität

**Anhang 2:** Reviews, Meta-Analysen und Potenzialabschätzungen zum Thema KUP und Biodiversität

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Zulässige Baumarten für KUP in Deutschland. ....	6
<b>Tabelle 2:</b> Untersuchte Artengruppen und angewandte Erfassungsmethoden.....	13
<b>Tabelle 3:</b> Referenzlebensräume je Artengruppe .....	14
<b>Tabelle 4:</b> Eigenschaften der Kurzumtriebsbestände innerhalb der KUP+-Modellflächen.....	16
<b>Tabelle 5:</b> Eigenschaften von verschiedenen Typen produktionsintegrierter Naturschutzmaßnahmen und Gegenüberstellung der wichtigsten Anforderungen an diese Maßnahmentypen. ....	38

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Schematische Darstellung des Aufbaus der kumulativen Dissertation.....	4
<b>Abbildung 2:</b> Mosaik verschiedener Gehölzarten und Umtriebsstadien auf einer KUP+ .....	15
<b>Abbildung 3:</b> Luftbild einer KUP+-Modellfläche .....	15
<b>Abbildung 4:</b> Aufforstung .....	17
<b>Abbildung 5:</b> Biotoptypen Feldgehölz und Hecke.....	17
<b>Abbildung 6:</b> Weg- und Feldrain .....	18
<b>Abbildung 7:</b> Konventionelle Weiden-KUP .....	19
<b>Abbildung 8:</b> Unterteilung der recherchierten Publikationen nach Jahr der Veröffentlichung .....	20
<b>Abbildung 9:</b> Anzahl der ermittelten Publikationen aus verschiedenen Ländern .. ..	21
<b>Abbildung 10:</b> Anzahl der recherchierten Publikationen unterteilt nach untersuchter Artengruppe .....	21
<b>Abbildung 11:</b> Anzahl an Arbeiten, in denen die genannten Lebensraumtypen als Kontrolle dienten..	22
<b>Abbildung 12:</b> Sägezahnhypothese nach PLATEN et al. (2013) .....	62

## Abkürzungsverzeichnis

ASP	Artenschutzrechtliche Prüfung
ASRM	Artenschutzrechtliche Maßnahme (umfasst CEF- und FCS-Maßnahmen)
AUKM	Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme (ehem. Agrarumweltmaßnahme)
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
CEF-Maßnahme	vorgezogene Ausgleichsmaßnahme oder funktionserhaltende Maßnahme (CEF= <i>Continued Ecological Functionality</i> )
CC	Cross Compliance-Regelungen
EGR	Naturschutzrechtliche Eingriffsregelung
FCS-Maßnahme	Maßnahme zur Sicherung eines günstigen Erhaltungszustands (FCS= <i>Favourable Conservation Status</i> )
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union
gfP	Gute fachliche Praxis
k-KUP	konventionelle Kurzumtriebsplantage (ohne Berücksichtigung naturschutzfachlicher Empfehlungen bei der Anlage und Bewirtschaftung)
KUP+	Naturschutzfachlich modifizierte Kurzumtriebsplantage, auf denen Extensivierungsmaßnahmen und strukturbereichernde Maßnahmen umgesetzt werden
ÖVF	Ökologische Vorrangfläche im Rahmen des Greenings der EU-Agrarpolitik
PIK	Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme der Eingriffsregelung
PIN	Produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme. Umfasst im Rahmen dieser Arbeit die drei Maßnahmentypen AUKM, ASRM und PIK

# 1 Einleitung

Im Zuge der Energiewende hat sich die Anbaufläche für Biomasse zur energetischen Nutzung in Deutschland in den letzten beiden Jahrzehnten deutlich erhöht (FNR 2021). Neben Energiepflanzen der ersten Generation wie Mais oder Raps gibt es verschiedene mehrjährige Biomassekulturen der zweiten Generation, die im Vergleich zu einjährigen Ackerkulturen deutlich extensiver bewirtschaftet werden und dennoch hohe Erträge versprechen (HOLLAND et al. 2015, LEWANDOWSKI 2016, ENGLUND et al. 2020). Eine dieser Low-Input-Kulturen sind Kurzumtriebsplantagen (KUP). Dabei handelt es sich um Anpflanzungen schnellwachsender, stockausschlagfähiger Gehölze (meist ertragreiche Pappel- oder Weidenarten), die in kurzen Zyklen geerntet werden, um deren Dendromasse energetisch oder stofflich zu nutzen (DIMITRIOU & RUTZ 2015). Sofern spätestens alle 20 Jahre eine Ernte der Gehölze erfolgt, sind KUP als Dauerkulturen der landwirtschaftlichen Bodennutzung zugeordnet (MICHALK et al. 2013). Aufgrund ihrer Bewirtschaftungsweise und ihrer Vegetationsstruktur weichen sie jedoch deutlich von herkömmlichen landwirtschaftlichen Kulturen ab und stellen daher neuartige Strukturen und Lebensräume in der Agrarlandschaft bereit (BAUM et al. 2012a, GLEMNITZ et al. 2013, DAUBER et al. 2018).

Durch die Substitution fossiler Energieträger, ihre extensive Nutzung im Vergleich zu Bioenergiekulturen der ersten Generation und die mehrjährige Bodenbedeckung können KUP einen positiven Beitrag zum Klima-, Boden- und Gewässerschutz leisten (BAUM et al. 2009a, DIMITRIOU et al. 2009, BÖHM et al. 2012, LANGEVELD et al. 2012, HOLLAND et al. 2015, DIMITRIOU & MOLA-YUDEGO 2017, LIVINGSTONE et al. 2022, KLOSTER & VOLK 2022). Daneben belegen bisherige Untersuchungen zur Biodiversität besonders bei Brutvögeln und Gefäßpflanzen eine deutliche Erhöhung der Artenvielfalt (bei einer deutlichen Veränderung der Lebensgemeinschaften) im Vergleich zur konventionellen ackerbaulichen Nutzung mit einjährigen Kulturen (u. a. SAGE et al. 2006, BAUM et al. 2009b, ROWE et al. 2009, SCHULZ et al. 2009, DAUBER et al. 2010, VANBEVEREN & CEULEMANS 2019). Aufgrund dieser vorteilhaften Effekte wurde in Deutschland eine Diskussion über den Einsatz von KUP als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) im Rahmen der Eingriffsregelung entfacht (WILHELM 2012, NEUBERT et al. 2013, WAGENER 2013, SCHNEIDER et al. 2014, HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015). Zudem wird die Förderung von KUP oder bestimmten „KUP-spezifischen“ Aufwertungsmaßnahmen innerhalb der Plantagen durch Förderprogramme des Umwelt- und Naturschutzes, bspw. im Rahmen von Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM), diskutiert (SAGE et al. 2006, SCHMIDT & GLASER 2009, FRY & SLATER 2011, DENNER et al. 2013, HENNEMANN-KREIKENBOHM et al. 2015a, BOLL 2016).

Im Rahmen dieser Diskussion besteht Einigkeit darüber, dass für eine mögliche Nutzung von KUP als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme („PIN“<sup>3</sup>) eine konventionelle Bewirtschaftung nicht ausreicht. Um für eine Anerkennung und Förderung als PIN in Betracht zu kommen, müssen bei der Anlage und Bewirtschaftung von KUP – analog zu produktionsintegrierten Maßnahmen im Ackerbau oder auf Grünland (vgl. CZYBULKA et al. 2012, SCHRADER 2012 sowie GODT et al. 2017) – zusätzliche Maßnahmen mit dem Ziel einer naturschutzfachlichen Aufwertung der Kulturen umgesetzt werden, die über die obligatorisch zu erbringenden Mindestanforderungen der guten fachlichen Praxis bzw. der

---

<sup>3</sup> „PIN“ wird im Rahmen dieser Arbeit als Überbegriff für verschiedene Typen produktionsintegrierter Naturschutzmaßnahmen verwendet und umfasst produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK), Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen AUKM sowie (produktionsintegrierte) artenschutzrechtliche Maßnahmen (ASRM).

Cross Compliance-Regelungen hinausgehen (SCHMIDT & GLASER 2009, WILHELM 2012, HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015, BOLL 2016). Solche Maßnahmen umfassen zum einen den Verzicht auf Düngemittel und Pflanzenschutzmittel und damit eine weitergehende Extensivierung als im konventionellen Anbau. Darüber hinaus wird von Seiten des Naturschutzes u. a. der Anbau verschiedener Gehölzarten, eine abschnittsweise Ernte oder die Integration von Begleitstrukturen wie Lichtungen empfohlen, um die Strukturvielfalt der Plantagen und damit ihr Lebensraumpotenzial zu erhöhen (u. a. BAUM et al. 2009b, SCHULZ et al. 2009, HENNEMANN-KREIKENBOHM et al. 2015b, DAUBER et al. 2018).

Zwar können KUP, auf denen diese Maßnahmen umgesetzt werden, in den Bundesländern Bayern (MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. 2014) und Thüringen (GÖDEKE et al. 2014) als PIK anerkannt werden. Eine tatsächliche Umsetzung hat hier bisher jedoch nicht stattgefunden<sup>4</sup> (DRUCKENBROD 2021, KETTNAKER 2021, SCHINDELMANN 2021; vgl. auch LANDGRAF et al. 2018). In anderen Bundesländern ist eine Nutzung von KUP als PIK aktuell nicht vorgesehen und KUP-spezifische AUKM sind weder in Deutschland noch in anderen Ländern der EU verfügbar (MARX et al. 2013, HENNEMANN-KREIKENBOHM et al. 2015a). Die genannten strukturbereichernden Maßnahmen können in Deutschland somit aktuell (fast) ausschließlich freiwillig und damit ohne Anspruch auf einen finanziellen Ausgleich für den erhöhten Bewirtschaftungsaufwand oder Ertragseinbußen umgesetzt werden. Daher bestehen für Landwirte kaum Anreize, KUP mit entsprechenden naturschutzfachlichen Modifikationen (im Folgenden „KUP+“) zu etablieren. Folglich beschränken sich KUP+ in Deutschland momentan auf Modellflächen, die im Rahmen von Forschungsprojekten angelegt wurden. Während des Forschungsvorhabens „ELKE“<sup>5</sup> wurden mehrere solcher Modellflächen im niedersächsischen Landkreis Emsland angelegt und erste Untersuchungen zu deren naturschutzfachlichen Aufwertungspotenzialen, u. a. im Hinblick auf die Biotopfunktion, durchgeführt (WAGENER et al. 2013). Der kurze Untersuchungszeitraum unmittelbar nach der Etablierung ermöglichte allerdings keine abschließende Bewertung ihrer naturschutzfachlichen Wertigkeit und ihrer Eignung als PIN (ebd.), da die weitere Entwicklung hin zu erntereifen Kulturen und die Auswirkungen der Ernte – und damit wichtige Sukzessions- und Bewirtschaftungsphasen – nicht berücksichtigt werden konnten. Daher ist bislang nicht abschließend geklärt, welche Bedeutung KUP+ als Lebensraum für die Tier- und Pflanzenwelt aufweisen und wie sich verschiedene Maßnahmen einzeln und im räumlichen Verbund auf unterschiedliche Artengruppen bzw. einzelne naturschutzfachlich bedeutsame Arten auswirken (vgl. WILHELM 2012, WAGENER 2013, HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015).

Zudem wurden bei der bisherigen Diskussion um eine mögliche Nutzung von KUP+ als PIN Gründe für eine Anerkennung oft darauf gestützt, dass die Kulturen im Vergleich zu konventionell genutzten Äckern eine höhere Artenvielfalt (und auch Vorteile für weitere Schutzgüter) aufweisen und daher in der Lage sind, solche Flächen naturschutzfachlich aufzuwerten (bspw. MURACH 2009 oder BEMMANN 2014). Die Fähigkeit zur Aufwertung intensiv genutzter, aufwertungsfähiger und aufwertungsbedürftiger Ackerflächen ist jedoch eine Grundvoraussetzung, die sämtliche Naturschutzmaßnahmen erfüllen müssen (u. a. GODT et al. 2017, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021). Für die Bewertung der Eignung von

---

<sup>4</sup> Eine Umsetzung von KUP als PIK ist in Thüringen bislang nicht erfolgt. In Bayern ist dem Landesamt für Umwelt nicht bekannt, ob bisher KUP als PIK umgesetzt wurden; im „Bayerischen Ökoflächenkataster“, in dem Ausgleichs- und Ersatzflächen sowie Ökokontoflächen erfasst werden, sind KUP als Kompensationsmaßnahme bisher jedenfalls nicht dokumentiert (SCHINDELMANN 2021). Daher ist auch für Bayern davon auszugehen, dass sich die Umsetzung von KUP als PIK zum momentanen Zeitpunkt höchstens auf Einzelfälle beschränkt oder bisher nicht erfolgt ist.

<sup>5</sup> „Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (ELKE)“

KUP+ als PIN ist daher vielmehr entscheidend, welche naturschutzfachliche Qualität diese im Vergleich zu anderen Maßnahmen aufweisen, mit denen sie in Konkurrenz um eine Anerkennung und Förderung stehen. Untersuchungen zu den Aufwertungspotenzialen und Kompensationsleistungen von KUP+ im Vergleich mit herkömmlichen Naturschutzmaßnahmen (wie Hecken, Feldgehölzen oder Brachen) sind bisher jedoch kaum erfolgt. Somit ist fraglich, welche Biotopfunktionen und -qualitäten KUP+ im Vergleich zu anderen Maßnahmen aufweisen und ob sie in der Lage sind, die Funktionen anderer Lebensräume im Falle eines Einsatzes als PIK oder ASRM adäquat zu kompensieren (vgl. HILDEBRANDT & AMMERMANN 2012, WILHELM 2012, HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015). Um eine evidenzbasierte Bewertung der Eignung und Qualität von KUP+ als PIN vornehmen zu können, sind daher weitere Untersuchungen erforderlich, die sowohl das Aufwertungspotenzial einzelner Maßnahmen innerhalb von KUP+ als auch das Aufwertungspotenzial von KUP+ im Vergleich zu herkömmlichen Naturschutzmaßnahmen berücksichtigen (vgl. MÖLLER & MICHLER 2011, WILHELM 2012, WAGENER 2013).

## **2 Zielsetzung und Forschungsfragen**

Ziel der Arbeit ist es, am Beispiel der Artengruppen Gefäßpflanzen, Groß- und Mittelsäuger, Vögel und Laufkäfer die Bedeutung von KUP+ als Lebensraum für die Tier- und Pflanzenwelt zu evaluieren und deren Potenziale für einen Einsatz als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN) zur Aufwertung der Biotopfunktion zu überprüfen.

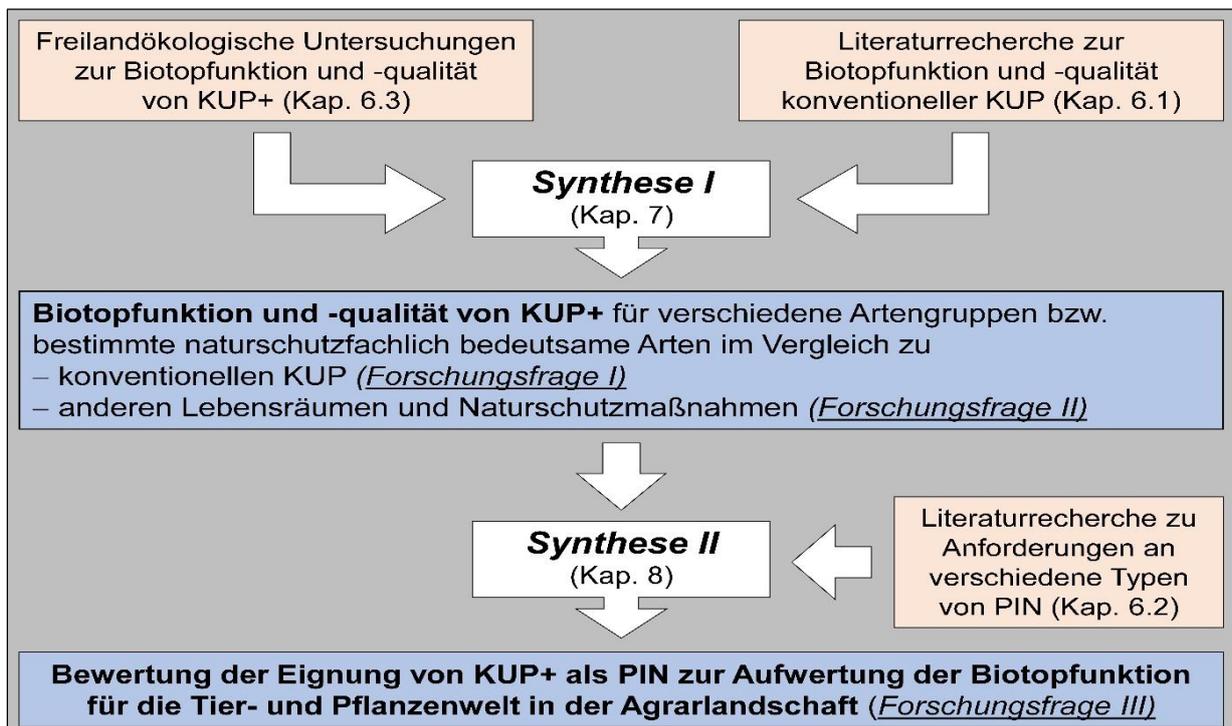
Im Einzelnen sollen dabei folgende Forschungsfragen beantwortet werden:

- I. Bewirken die naturschutzfachlichen Maßnahmen auf KUP+ für die betrachteten Artengruppen bzw. bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten eine Aufwertung der Biotopfunktion im Vergleich zum konventionellen Anbau von KUP?
- II. Welche Biotopfunktion und -qualität weisen KUP+ für die betrachteten Artengruppen bzw. bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen auf und wie ist ihr Potenzial zur Aufwertung der Biotopfunktion im Vergleich zu anderen Naturschutzmaßnahmen zu bewerten?
- III. Erfüllen KUP+ die an unterschiedliche Typen von PIN (artenschutzrechtliche Maßnahmen, produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen, Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen) gestellten Anforderungen und für welche Arten und Lebensgemeinschaften könnten KUP+ aufgrund ihrer Biotopfunktion und -qualität als PIN eingesetzt werden?

### 3 Aufbau der kumulativen Dissertation und Vorgehensweise

In Kapitel 4 werden zunächst einführend die wichtigsten Eigenschaften und Rahmenbedingungen von KUP zusammengefasst; zudem wird auf naturschutzfachlich modifizierte KUP+ eingegangen, die das Untersuchungsobjekt der vorliegenden Arbeit darstellen. In Kapitel 5 werden dann die im Rahmen der Arbeit genutzten Methoden vorgestellt und die Untersuchungsflächen (KUP+-Modellflächen und verschiedene Referenzlebensräume) beschrieben.

Anschließend gliedert sich die Arbeit in drei Haupt-Arbeitsblöcke (Kap. 6.1–6.3), deren Ergebnisse in zwei Synthese-Schritten (Kap. 7 und 8) miteinander verknüpft werden, um die Biotopfunktion und -qualität von KUP+ sowie deren Potenziale als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN) zu ermitteln und zu bewerten (Abbildung 1).



**Abbildung 1:** Schematische Darstellung des Aufbaus der kumulativen Dissertation. Die drei Arbeitsblöcke der Erfassungs- und Rechercharbeiten sind orange dargestellt. Die Ergebnisse dieser Arbeitsblöcke werden in zwei Synthese-Schritten miteinander verknüpft, um die Biotopfunktion und -qualität von KUP+ sowie deren Potenziale für einen Einsatz als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN) systematisch und nachvollziehbar zu bewerten.

Einen Schwerpunkt der Arbeit stellen freilandökologische Untersuchungen auf drei KUP+-Modellflächen im niedersächsischen Landkreis Emsland dar, in deren Rahmen ermittelt wurde, welche Funktionen und Qualitäten KUP+ als Lebensraum für die Tier- und Pflanzenwelt aufweisen (Kap. 6.3). Die auf diesen Flächen umgesetzten Maßnahmen entsprechen den wesentlichen Vorgaben der Bundesländer Bayern und Thüringen für eine Anerkennung von KUP+ als PIK (vgl. GÖDEKE et al. 2014, MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. 2014). Die Modellflächen bieten daher die Möglichkeit, das Aufwertungspotenzial von KUP+ und einzelner dort durchgeführter Maßnahmen anhand systematischer Untersuchungen zu evaluieren und deren Potenzial für einen Einsatz als PIN zur Aufwertung der Biotopfunktion zu überprüfen. Um das Lebensraumpotenzial von KUP+ und die Aufwertungspotenziale einzelner naturschutzfachlicher Maßnahmen umfassend zu analysieren, wurden bei diesen Untersuchungen verschiedene Artengruppen (Gefäßpflanzen, Groß- und Mittelsäuger, Vögel, Laufkäfer) als Indikatoren herangezogen. Zur Einordnung und Bewertung der auf den KUP+ erzielten Ergebnisse erfolgten simultane Untersuchungen

in verschiedenen Referenzlebensräumen. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Biotoptypen (u. a. Hecken, Feldgehölze, Feldraine), die regelmäßig im Rahmen von Naturschutzmaßnahmen angelegt werden und an deren Aufwertungspotenzialen und Leistungen sich KUP+ dementsprechend messen lassen müssen. Die Ergebnisse dieser freilandökologischen Untersuchungen sind in sieben Artikeln veröffentlicht (Kap. 6.3.1ff), die das Grundgerüst der kumulativen Dissertation darstellen.

Gleichzeitig erfolgte eine Literaturrecherche zu bisherigen Biodiversitäts-Untersuchungen auf konventionellen KUP (Kap. 6.1). Die Ergebnisse dieser Studien werden zum einen benötigt, um die Ergebnisse der eigenen freilandökologischen Untersuchungen einzuordnen und die möglichen Aufwertungspotenziale der auf den KUP+ umgesetzten naturschutzfachlichen Maßnahmen im Vergleich zum konventionellen KUP-Anbau zu ermitteln. Darüber hinaus komplettieren die Ergebnisse dieser Studien die Datenbasis zur Bewertung der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Hinblick auf ihre Eignung und Qualität als PIN. Zwar wurden die bislang durchgeführten Untersuchungen im Wesentlichen auf KUP ohne gezielt integrierte naturschutzfachliche Maßnahmen durchgeführt, sie erfolgten jedoch auf einer Vielzahl von Plantagen in unterschiedlichen Alters- (Zeit seit der Flächenetablierung) und Umtriebsphasen (Aufwuchsstadien innerhalb eines Bewirtschaftungszyklus) und in verschiedenen Regionen Deutschlands und Europas (teilweise auch in den USA). Daher liefern diese Studien wichtige Erkenntnisse zum Lebensraumpotenzial unterschiedlicher Anbauvarianten (z. B. angebaute Gehölzart oder Umtriebszeiten), Alters- und Umtriebsphasen von KUP für verschiedene Artengruppen. Diese können auch auf KUP+ bzw. auf die einzelnen Bestandteile eines Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaiks innerhalb von KUP+ übertragen werden und stellen daher eine unverzichtbare Grundlage für eine umfassende Bewertung der Eignung von KUP+ als PIN zur Aufwertung der Biotopfunktion dar. In Kapitel 6.1 wird zunächst ein Überblick über Art und Umfang der recherchierten Literatur zum Thema KUP und Biodiversität gegeben. Inhaltlich finden die Aussagen der ermittelten Literatur Eingang in Kapitel 7. Hier werden die Ergebnisse der freilandökologischen Untersuchungen auf KUP+ mit dem Wissensstand der recherchierten Literatur verknüpft und es erfolgt eine umfassende Einordnung und Bewertung der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zum konventionellen KUP-Anbau (*Forschungsfrage I*) und im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen (*Forschungsfrage II*). Diese Synthese erfolgt zunächst sektoral für die vier betrachteten Artengruppen (Kap. 7.1–7.4) und anschließend als artengruppenübergreifende Gesamtbetrachtung (Kap. 7.5). Zudem wird innerhalb der Diskussionskapitel der veröffentlichten Artikel auf die zusammengetragene Literatur zurückgegriffen, um die Ergebnisse der eigenen freilandökologischen Untersuchungen einzuordnen, zu interpretieren und zu bewerten.

Ergänzt werden diese beiden Arbeitsblöcke durch eine Literaturrecherche zu den Anforderungen an die drei im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Typen von PIN, namentlich artenschutzrechtliche Maßnahmen (ASRM), produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) sowie Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) (Kap. 6.2). Anhand der Anforderungen an verschiedene Typen von PIN und der ermittelten Biotopfunktionen und -qualitäten von KUP+ im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen wird abschließend im Rahmen eines weiteren Synthese-Schrittes überprüft, ob KUP+ diese Anforderungen erfüllen und für welche Arten und Lebensgemeinschaften sie aufgrund ihrer Biotopfunktion und -qualität als PIN eingesetzt werden können (Kap. 8, *Forschungsfrage III*).

## 4 Fachliche Grundlagen: Kurzumtriebsplantagen – ein Überblick

In diesem Kapitel werden einfürend die wichtigsten Eigenschaften und Rahmenbedingungen von KUP zusammengefasst, um einen Überblick in die grundsätzlichen Merkmale dieser relativ neuen Landnutzungsform zu geben. Zudem wird auf naturschutzfachlich modifizierte KUP+ eingegangen, die eine spezielle Form des KUP-Anbaus darstellen und Untersuchungsobjekt der vorliegenden Arbeit sind. Im Rahmen dieser Arbeit werden explizit flächige KUP behandelt, die ausschließlich dem Anbau von Dendromasse dienen. Agroforstsysteme, bei denen Ackerbau oder Grünlandnutzung mit dem Anbau von Gehölzen in sog. Alley-Cropping-Systemen kombiniert werden (vgl. GRÜNEWALD & REEG 2009), sind nicht Gegenstand der Arbeit.

### 4.1 Etablierung und Bewirtschaftung von KUP

KUP sollen in kurzen, aufeinanderfolgenden Produktionszeiträumen möglichst hohe Biomasseerträge erzielen, weshalb andere Anforderungen an die Eigenschaften der angebauten Baumarten gestellt werden als im Wald (KNUST et al. 2013). Von Bedeutung sind neben der hohen Biomasseleistung insbesondere ein rasches Jugendwachstum, gutes Stockausschlagvermögen, einfache Vermehrbarkeit, hohe Anwuchssicherheit, hohe Dichtstandverträglichkeit und geringe Schadanfälligkeit der Gehölze (SCHILDBACH et al. 2009). Die Wahl der geeigneten Baumart(en) hängt vom Produktionsziel (stoffliche oder energetische Verwertung) und von den konkreten Standorteigenschaften der Anbaufläche ab; i. d. R. werden leistungsstarke Klone der Gattungen Pappel (*Populus*) und Weide (*Salix*), auf trockeneren, nährstoffarmen Sonderstandorten auch die Robinie (*Robinia pseudoacacia*), angebaut (SCHILDBACH et al. 2009, VESTE et al. 2018). Der Anbau weiterer Gehölzarten ist förderrechtlich möglich (Tabelle 1) oder wird von Seiten des Naturschutzes empfohlen (Kap. 4.3), diese können jedoch i. d. R. nicht mit den Erträgen züchterisch bearbeiteter Hochleistungsklone mithalten (KNUST et al. 2013: 25f).

**Tabelle 1:** Zulässige Baumarten für KUP in Deutschland, die den Erhalt der Flächenprämie bzw. die Anrechnung der KUP als ökologische Vorrangfläche ermöglichen (nach Anlage 1 DirektZahlDurchfV, leicht verändert).

Gattung	Zulässige Arten für Erhalt der Flächenprämie	Zulässige Arten für ökol. Vorrangflächen (Greening)	Max. Umtriebszeit
<i>Salix</i> (Weide)	Alle Arten der Gattung	<i>S. triandra</i> (Mandelweide)* <i>S. viminalis</i> (Korbweide)*	20 Jahre
<i>Populus</i> (Pappel)	Alle Arten der Gattung	<i>P. alba</i> (Silberpappel)* <i>P. canescens</i> (Graupappel)* <i>P. nigra</i> (Schwarzpappel)* <i>P. tremula</i> (Zitterpappel)*	
<i>Robinia</i> (Robinie)	Alle Arten der Gattung	–	
<i>Betula</i> (Birke)	Alle Arten der Gattung	<i>B. pendula</i> (Hängebirke)	
<i>Alnus</i> (Erle)	Alle Arten der Gattung	<i>A. glutinosa</i> (Schwarzerle) <i>A. incana</i> (Grauerle)	
<i>Fraxinus</i> (Esche)	<i>F. excelsior</i> (Gemeine Esche)	<i>F. excelsior</i>	
<i>Quercus</i> (Eiche)	<i>Q. robur</i> (Stieleiche) <i>Q. petraea</i> (Traubeneiche) <i>Q. rubra</i> (Roteiche)	<i>Q. robur</i> <i>Q. petraea</i>	

\* Einschließlich der Kreuzungen mit anderen Arten der Gattung

Vor der Etablierung einer KUP muss das Produktionsziel klar definiert sein, da es über die Wahl von Baumart und -sorte, Pflanzverband, Umtriebszeit und Ernteverfahren entscheidet (LANDGRAF et al. 2018). Wird eine stoffliche Nutzung mit mittleren (6–12 Jahre) oder langen Umtriebszeiten (12–20 Jahre) angestrebt, sind Pflanzzahlen entsprechend geringer als bei energetischer Nutzung mit kurzen Umtriebszeiten von 2–5 Jahren (ebd.). Für die stoffliche Nutzung werden grundsätzlich Einzelreihensysteme verwendet und zwischen wenigen Hundert bis max. 6.000 Gehölzen pro ha angepflanzt (GEROLD et al. 2009). Bei KUP zur energetischen Nutzung werden die Gehölze in Einzel- oder Doppelreihen mit einer Dichte von etwa 7.000–16.000 Gehölzen pro ha angebaut (SCHILDBACH et al. 2009, LANDGRAF et al. 2018). Werden mehrere Gehölzarten oder -sorten innerhalb einer KUP angebaut, erfolgt dies i. d. R. in art- bzw. sortenreinen Bewirtschaftungsblöcken, da einzelne Blöcke dann entsprechend der Wuchsleistungen und Umtriebszeiten der angebauten Arten oder Sorten mit einheitlicher Technik bewirtschaftet werden können und einzelne Bestände bei einem möglichen Ausfall der angepflanzten Gehölze problemlos ersetzt werden können (SCHILDBACH et al. 2009). Bei der Flächenanlage sind ein ausreichendes Vorgewende sowie sich aus den jeweiligen länderspezifischen Regelungen ergebenden Abstände zu angrenzenden Flächen zu berücksichtigen (LANDGRAF 2013: 54, MICHALK et al. 2013: 111).

Die Flächenvorbereitung auf Ackerflächen erfolgt i. d. R. im Herbst vor der KUP-Etablierung durch eine vollflächige Bodenbearbeitung mit dem Pflug, meist nach vorheriger Anwendung eines Totalherbizids (SCHILDBACH et al. 2009: 67, LANDGRAF 2013: 54). Im Frühjahr wird dann die Pflanzbeetbereitung mit dem Feingrubber vorgenommen, häufig kommt bei diesem Schritt auch ein Voraufmittel zum Einsatz (SCHILDBACH et al. 2009: 67). Aufgrund der vorherigen Ackernutzung reicht die Nährstoffversorgung meist aus, sodass bei der Anlage keine Düngung erfolgt (KNUST et al. 2013: 23). Die Pflanzung der Gehölze erfolgt bei kleineren Flächen manuell, bei großen Flächen werden Pflanzmaschinen genutzt (LANDGRAF 2013: 55). Als Pflanzmaterial werden Steckhölzer, Steckruten, Setzstangen sowie bewurzelttes Pflanzmaterial eingesetzt; die meist verwendeten Pappel- und Weidenklone werden bei energetischer Nutzung i. d. R. mittels maschinell pflanzbarer Steckhölzer etabliert (KNUST et al. 2013: 20).

Zur Pflege einer KUP nach der Etablierung („Etablierungsphase“) ist meist die Bekämpfung der konkurrierenden Begleitvegetation notwendig. Die Dauer und Intensität der Unkrautregulierung ist dabei abhängig vom verwendeten Pflanzmaterial, dem Unkrautdruck aber auch vom verwendeten Pflanzschema (SCHILDBACH et al. 2009: 69, LANDGRAF 2013: 58ff). Bei dichten Gehölzanpflanzungen mit leistungsstarken Sorten kann sie sich meist auf das Etablierungsjahr beschränken, während bei weiteren Pflanzschemata und/oder starkem Unkrautdruck eine Bekämpfung auch in den Folgejahren notwendig sein kann (LANDGRAF 2013: 58ff). Es stehen mechanische oder chemische Verfahren zur Verfügung. Meist werden letztere angewandt, außer der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist aus förderrechtlichen Gründen unzulässig (z. B. im Ökolandbau oder wenn eine KUP als ökologische Vorrangfläche im Greening gemeldet ist, vgl. Kap. 4.2) oder ein mechanisches Verfahren ist geeigneter (LANDGRAF 2013: 58ff). Nach der Ernte sind meist keine Maßnahmen zur Unkrautregulierung mehr notwendig, da die Gehölze nach erfolgreichem Anwuchs ein umfangreiches Wurzelsystem ausbilden und daher sehr viel schneller und dichter aufwachsen als in der Etablierungsphase (SCHILDBACH et al. 2009: 69, BÄRWOLFF et al. 2012: 20f). Im Einzelfall können weitere Pflege- und Schutzmaßnahmen für die Plantagen notwendig sein, u. a. die Bekämpfung von Schädlingen (Pilze, Insekten, Mäuse) oder eine Zäunung gegen Wild (SCHILDBACH et al. 2009: 68f, LANDGRAF 2013: 61).

Die Ernte erfolgt im Winterhalbjahr während der Vegetationsruhe im unbelaubten Zustand und möglichst bei gefrorenem Boden (BÄRWOLFF et al. 2012: 22). Es kommen verschiedene Techniken in Frage, die von der motormanuellen Ernte bis zur vollmechanisierten Ernte mit Land- oder Forsttechnik reichen (SCHOLZ & LÜCKE 2007). Eine Düngung nach der Ernte ist i. d. R. nicht notwendig, da der größte Anteil der Nährstoffe mit den Blättern auf der Fläche verbleibt, während die Ernte der Dendromasse keinen erheblichen Nährstoffentzug darstellt (SCHILDBACH et al. 2009: 70, KNUST et al. 2013: 23). Bei längeren Standzeiten und schlechter Nährstoffversorgung des Standortes ist gegebenenfalls eine Kompensationsdüngung erforderlich, insbesondere bei den stickstoffbedürftigeren Weiden (ebd.).

Die Rückführung einer Plantage nach Ende der Nutzung für den Gehölzanbau im Kurzumtrieb in eine Ackerfläche erfolgt durch die Rodung der Wurzelstöcke mittels Rodefräsen und eine vollflächige Bodenbearbeitung (SCHOLZ et al. 2009: 108, BÄRWOLFF et al. 2012). Dies ist bei kurzen Umtriebszeiten von 2–5 Jahren frühestens nach 20–30 Jahren der Fall, da Austriebsfähigkeit und Zuwachsleistung der Gehölze nach etwa sechs bis sieben Rotationen nachlassen, kann bei längeren Umtriebszeiten aber auch deutlich später erfolgen (GEROLD et al. 2009: 76, SCHOLZ et al. 2009: 108). Alternativ zur Rückführung in Acker können neue Gehölze angepflanzt werden, um die Nutzung als KUP fortzuführen.

## 4.2 Rechtlicher und förderrechtlicher Rahmen für KUP

Im Folgenden werden die für KUP wichtigsten rechtlichen und förderrechtlichen Rahmenbedingungen mit Bezug zum Umwelt- und Naturschutz zusammengefasst, wobei hier ausschließlich auf die übergeordneten bundes- und europarechtlichen Vorgaben eingegangen wird und nicht auf spezifische Regelungen in einzelnen Bundesländern.

KUP sind seit der Novellierung des Bundeswaldgesetzes (BWaldG) im Jahr 2010 ausdrücklich vom Waldbegriff und den daran anknüpfenden waldrechtlichen Anforderungen ausgenommen, sofern eine max. Umtriebszeit von 20 Jahren eingehalten wird (MICHALK et al. 2013: 106ff). Sie werden damit der landwirtschaftlichen Bodennutzung zugeordnet, für die verschiedene für die Landwirtschaft geltende umweltrechtliche Vorschriften sowie die Grundsätze der guten fachlichen Praxis (gfP) des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) und des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) gelten (MICHALK et al. 2013: 108ff). Damit nimmt die Kurzumtriebsnutzung auch an der Privilegierung der ordnungsgemäßen landwirtschaftlichen Bodennutzung teil, die gemäß § 14 BNatSchG den Zielen von Naturschutz und Landschaftspflege nicht entgegensteht, sofern die Grundsätze der gfP eingehalten werden. Eine Anpassung der gfP an die spezifischen Anforderungen der Kurzumtriebswirtschaft, die als relativ neue Form des Landbaus deutlich von bisherigen landwirtschaftlichen Bodennutzungen abweicht, ist bisher nicht erfolgt (BEMMANN et al. 2009: 15, SCHMIDT & GLASER 2009: 168f, HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015).

Nach dem europäischen Agrarbeihilferecht sind KUP als landwirtschaftliche Dauerkulturen („Niederwald mit Kurzumtrieb“) grundsätzlich beihilfefähig, sofern die in Tabelle 1, Spalte 2 genannten Gattungen und Arten verwendet und die Gehölze spätestens alle 20 Jahre geerntet werden (MICHALK et al. 2013: 105f). Die Cross Compliance-Verpflichtungen sind für die Gewährung dieser Direktzahlungen obligatorisch einzuhalten. Grundsätzlich eignen sich zwar auch weitere, nicht in Tabelle 1 aufgeführte Baumarten (wie Hainbuche *Carpinus betulus*, Eberesche *Sorbus aucuparia* oder Haselnuss *Corylus avellana*) für

eine Nutzung im Kurzumtrieb (VESTE et al. 2018). Aufgrund der aktuellen Förderregelungen sind KUP mit anderen als den genannten Baumarten aber momentan nicht beihilfefähig.

Im Rahmen des Greenings der gemeinsamen EU-Agrarpolitik (GAP) können KUP als ökologische Vorrangfläche (ÖVF) mit dem Gewichtungsfaktor von 0,5 angerechnet werden. Auf KUP, die als ÖVF gemeldet werden, dürfen keine mineralischen Düngemittel und keine Pflanzenschutzmittel verwendet werden und die zulässigen Gehölzarten sind weiter eingegrenzt (§ 30 Abs. 2 sowie Anlage 1 DirektZahlDurchfV, siehe Tabelle 1, Spalte 3). Momentan liegt der Flächenanteil von KUP an den insgesamt gemeldeten ÖVF sowohl für die gesamte EU als auch für Deutschland bei lediglich 0,2 % (PE'ER et al. 2017).

Förderungen besonders umweltfreundlicher Bewirtschaftungsmaßnahmen im Rahmen von Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) aus der zweiten Säule der GAP werden für KUP aktuell nicht explizit gewährt (MARX et al. 2013: 128, HENNEMANN-KREIKENBOHM et al. 2015a). In einigen Bundesländern gibt es jedoch im Rahmen der ELER-Programme einzelbetriebliche Investitionsförderungen für die Anlage von KUP, die dabei helfen sollen, die im Vergleich zu annuellen Kulturen hohen Etablierungskosten sowie fehlende Erlöse in den Anfangsjahren der Bewirtschaftung auszugleichen (MARX et al. 2013, KÖRBER 2018: 13). Diese Fördermittel sind jedoch nicht an naturschutzfachliche Auflagen bei der Bewirtschaftung gebunden.

### **4.3 Naturschutzfachlich modifizierte KUP („KUP+“)**

Schon mit Aufkommen der ersten KUP wurde über deren Auswirkungen auf Natur und Landschaft diskutiert und es wurden Empfehlungen entwickelt, wie die Plantagen möglichst ohne Konflikte mit dem Naturschutz in die Landschaft integriert werden können (u. a. JEDICKE 1995, SAGE 1998). An erster Stelle steht dabei die Wahl eines geeigneten Standortes, auf dem ein konfliktfreier Anbau von KUP möglich ist oder wo Synergieeffekte mit bestimmten Schutzgutfunktionen gefördert werden (SCHMIDT & GLASER 2009, WILHELM 2012, DENNER et al. 2013, TRÖGER et al. 2014). Dies umfasst im Hinblick auf das Schutzgut Biodiversität u. a., dass keine naturschutzfachlich bedeutsamen Lebensräume (wie Magergrünländer, Extensiv-Äcker mit gefährdeten Ackerwildkrautgesellschaften, Brachflächen) in KUP umgewandelt werden und dass bei der Anlage negative Wirkungen auf angrenzende Lebensräume und empfindliche Arten (z. B. weiträumige Offenlebensräume mit Wiesenbrütervorkommen oder grundwasserabhängige Biotope, die durch den hohen Wasserbedarf der Kulturen beeinträchtigt werden können) ausgeschlossen werden (JEDICKE 1995, LAMERSDORF & SCHULTE-BISPING 2010, GRUß & SCHULZ 2014, DAUBER et al. 2018). Innerhalb einer KUP kann durch gezielte Maßnahmen bei deren Anlage und Bewirtschaftung Einfluss auf die Förderung positiver und die Vermeidung oder Minimierung negativer Auswirkungen genommen werden (BAUM et al. 2009b, SCHULZ et al. 2009). Einige Maßnahmen legen den Fokus auf eine weitergehende Extensivierung der Bewirtschaftung (u. a. gänzlicher Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel oder Einsatz bodenschonender Bearbeitungstechniken bei der Flächenanlage) als beim konventionellen KUP-Anbau und damit insbesondere auf die abiotischen Schutzgüter (HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015: 201f). Hauptsächlich zielen naturschutzfachliche Anlage- und Bewirtschaftungsempfehlungen aber darauf ab, den Strukturreichtum innerhalb einer KUP zu erhöhen, um deren Lebensraumpotenzial für die Tier- und Pflanzenwelt zu verbessern (SCHULZ et al. 2010).

Hierzu werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen (zusammengefasst aus GUSTAFSSON 1987, HANOWSKI et al. 1997, DHONDT et al. 2004, BAUM et al. 2009b, SCHULZ et al. 2010, DAUBER et al. 2018):

1. Verwendung verschiedener Gehölzgattungen, -arten und -sorten (Klone) innerhalb einer Plantage, darunter nach Möglichkeit auch heimische Gehölzarten („Gehölzartenmosaik“)
2. Abschnittsweise Beerntung einer KUP zur Schaffung eines Mosaiks verschiedener Umtriebsstadien („Umtriebsstadienmosaik“)
3. Begrenzung der Flächengröße einzelner Bewirtschaftungsblöcke und bevorzugte Anlage langgestreckter Bewirtschaftungseinheiten zur Erhöhung der Randliniendichte
4. Gezielte Integration von Begleitstrukturen wie Lichtungen oder breiten Bewirtschaftungsgassen und Vorgewenden bzw. Tolerieren unfreiwilliger Ausfallstellen innerhalb der Bewirtschaftungsblöcke
5. Schaffung oder Erhalt weiterer Lebensräume oder Requisiten innerhalb einer KUP, z. B. Hecken, Baumreihen, Einzelbäume, Kleingewässer, Blühstreifen, Totholz- oder Lesesteinhaufen

Die genannten Maßnahmen gehen deutlich über die für KUP geltenden Anforderungen des Greenings hinaus. Für KUP, die als ökologische Vorrangfläche (ÖVF) im Greening gemeldet werden, ist lediglich der Verzicht auf mineralische Düngemittel und Pflanzenschutzmittel vorgesehen und es dürfen nur Gehölzarten angebaut werden, die in Tabelle 1, Spalte 3 genannt sind (darunter auch „Hochleistungssorten“ von Pappel und Weide). Der Strukturreichtum einer Plantage wird durch diese Maßnahmen jedoch nicht erhöht. Als ÖVF im Greening können somit auch großflächig-monotone KUP mit nur einer der genannten Gehölzarten (bzw. -sorten) und einer vollflächigen Ernte angerechnet werden.

In den Ländern Bayern und Thüringen, in denen KUP+ bereits als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) anerkannt werden, sind viele der unter den Punkten 1–4 genannten Maßnahmen Voraussetzung für eine Anrechnung als PIK (GÖDEKE et al. 2014, MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. 2014). Auch auf den im Rahmen dieser Arbeit untersuchten KUP+-Modellflächen wurden alle unter den Punkten 1–4 genannten Maßnahmen umgesetzt (Kap. 5.2.2). Von den aufgeführten Maßnahmen sind ausschließlich die unter den Punkten 1–4 genannten Gegenstand dieser Arbeit, da es sich hierbei um „KUP-spezifische“ Maßnahmen handelt, die im Sinne einer *produktionsintegrierten* Maßnahme direkt in die Kulturen und deren Management integriert sind. Die unter Punkt 5 zusammengefassten Maßnahmen sind hingegen nicht Gegenstand der Arbeit (bzw. wurden als Beispiele für herkömmliche Naturschutzmaßnahmen zum Teil als Referenzlebensräume untersucht, s. Kap. 5.2.2), da es sich hierbei um Maßnahmen handelt, die in ihrer Umsetzung nicht explizit an KUP+ (oder konventionelle KUP) gebunden bzw. unmittelbar in deren Management integriert sind. Es handelt sich vielmehr um eigenständige Maßnahmen, die regelmäßig und unabhängig von KUP+ Anwendung als Kompensationsmaßnahmen, Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen oder artenschutzrechtliche Maßnahmen finden.

## 5 Methodik

### 5.1 Literaturrecherche und -auswertung

#### 5.1.1 KUP und Biodiversität

Um das vorhandene Wissen zu den Potenzialen von KUP als Lebensraum für verschiedene Artengruppen zusammenzutragen und im Hinblick auf die Biotopfunktion und -qualität von KUP+ auszuwerten, wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Die Recherche erfolgte mithilfe der Literaturlieferanten *GoogleScholar*, *Web of Science*, *ResearchGate* und *DNL-Online*. Diese wurden zwischen Mai 2017 und Dezember 2021 regelmäßig nach geeigneter Literatur durchsucht. Als Stichworte dienten die Begriffe „Kurzumtriebsplantage“, „KUP“ und „Energieholzplantage“ in Verbindung mit verschiedenen Schlagwörtern zum Thema Biodiversität wie „Artenvielfalt“, „Biodiversität“, „Flora“, „Habitat“ oder „Brutvögel“. Die Stichwörter wurden sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache verwendet und die Literaturrecherche beschränkte sich auf deutsch- und englischsprachige Literatur. Zusätzlich wurden in der recherchierten Literatur zitierte Arbeiten mit Bezug zum Thema KUP und Biodiversität ermittelt, sofern diese nicht bereits im Rahmen der Literaturrecherche erfasst wurden (Recherche nach dem Schneeballsystem). Der Fokus der Recherche lag auf Studien, die sich auf die Situation in Europa beziehen bzw. auf Untersuchungsflächen in Europa durchgeführt wurden. Ergänzend wurden auch einzelne Publikationen aus den USA berücksichtigt, da hier einige umfangreiche und vielzitierte Arbeiten zum Thema KUP und Biodiversität vorliegen, die die europäischen Studien ergänzen.

Bei der Recherche wurden ausschließlich Artikel (Originalarbeiten und Reviews/Meta-Analysen) in wissenschaftlichen Fachzeitschriften, Beiträge in Büchern oder Tagungsbänden sowie Forschungsberichte und Dissertationen berücksichtigt. Es wurden nur Publikationen berücksichtigt, die flächige KUP mit geplanten Umtriebszeiten von max. 20 Jahren als Untersuchungsgegenstand hatten oder die – bei längeren Umtriebszeiten – zum Zeitpunkt der Untersuchungen ein Plantagen- oder Aufwuchsalter von 20 Jahren nicht überschritten, um eine Übertragbarkeit der Ergebnisse auf KUP im Sinne der deutschen Gesetzgebung zu gewährleisten. Zudem beschränkte sich die Recherche auf die vier Artengruppen (Gefäßpflanzen, Groß- und Mittelsäuger, Vögel und Laufkäfer), für die im Rahmen dieser Dissertation freilandökologische Untersuchungen auf KUP+ durchgeführt wurden. Bei Reviews, Meta-Analysen und Potenzialabschätzungen wurden nur Arbeiten berücksichtigt, die einen eindeutigen Schwerpunkt auf dem Thema KUP und Biodiversität haben und mindestens eine der betrachteten Artengruppen berücksichtigen. Publikationen, die die Umweltauswirkungen von Bioenergie-Kulturen im Allgemeinen behandeln oder bei denen KUP nur eine von mehreren betrachteten Kulturen darstellen (und die daher nur wenig differenzierte Aussagen zum Thema KUP und Biodiversität liefern), wurden nicht berücksichtigt.

### 5.1.2 Anforderungen an produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahmen

Die Anforderungen an die drei betrachteten Maßnahmentypen artenschutzrechtliche Maßnahmen (ASRM), produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) sowie Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) wurden durch eine Auswertung gesetzlicher Vorgaben (Verordnungen, Gesetze, Gesetzeskommentare) und der Fachliteratur (u. a. Fachkonventionen und -bücher, Zeitschriftenartikel, Leitfäden und behördliche Handreichungen) ermittelt. Dabei wurde die Literatur für die jeweiligen Maßnahmentypen hinsichtlich folgender Fragen ausgewertet:

- Was sind die übergeordneten Ziele der jeweiligen Maßnahmentypen?
- Welches Ziel verfolgen die zu den jeweiligen Maßnahmentypen gehörenden Prüfinstrumente (umfasst bei PIK die Eingriffsregelung (EGR) und bei ASRM die artenschutzrechtliche Prüfung (ASP))?
- Auf welchen Teil der Biodiversität (bestimmte Arten, Artengruppen oder Lebensgemeinschaften) zielen die jeweiligen Maßnahmentypen (bzw. die zugehörigen Prüfinstrumente) ab?
- Welche rechtlich-formalen Anforderungen werden an die jeweiligen Maßnahmentypen gestellt?
- Welche zeitlichen, räumlichen und funktionalen Anforderungen werden an die jeweiligen Maßnahmentypen gestellt?

Die Auswertung konzentrierte sich dabei ausschließlich auf schutzgutübergreifende, grundsätzliche Anforderungen und auf die spezifischen Anforderungen der Maßnahmentypen für das Schutzgut Biodiversität bzw. für die Biotopfunktion, die nach REICH et al. (2022) die Leistungs- und Funktionsfähigkeit eines Landschaftsausschnittes als Lebensraum für wildlebende Tiere und wildwachsende Pflanzen beschreibt. Spezifische Anforderungen der jeweiligen Maßnahmentypen im Hinblick auf die Förderung anderer Schutzgüter und Schutzgutfunktionen wurden hingegen nicht berücksichtigt. Für PIK und die zugehörige EGR als Prüfinstrument wurden ausschließlich die Vorgaben nach Bundesrecht (BNatSchG) berücksichtigt und die Anforderungen beziehen sich ausschließlich auf Kompensationsmaßnahmen i. S. d. naturschutzrechtlichen EGR. Vorgaben der Landesnaturschutzgesetze wurden nicht berücksichtigt, da im Hinblick auf den Tatbestand der erheblichen Beeinträchtigung von Natur und Landschaft, die Rechtsfolgenkaskade der EGR und die Anforderungen an Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen die Vorgaben im BNatSchG abweichungsfest sind und daher bundesweit einheitlich geltende Grundsätze darstellen (KÖCK & WOLF 2008, MICHLER & MÖLLER 2011).

## 5.2 Freilandökologische Untersuchungen

### 5.2.1 Indikator-Artengruppen und Methoden

Um die Biotopfunktion und -qualität von KUP+ zu ermitteln und zu bewerten, wurden die folgenden Artengruppen als Bioindikatoren ausgewählt: Gefäßpflanzen, Groß- und Mittelsäuger, Vögel sowie Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae). Diese repräsentieren eine große Bandbreite der trophischen Ebenen, der Kenntnisstand bezüglich Verbreitung, Gefährdungssituation und Lebensraumsansprüchen von Vertretern dieser Artengruppen ist vergleichsweise gut, sie besitzen einen hohen indikatorischen Wert und lassen sich mithilfe standardisierter Methoden erfassen (vgl. TRAUTNER 1992, BRINKMANN 1998, BERNOTAT et al. 2002, KOTZE et al. 2011, FARTMANN et al. 2018).

Die im Rahmen der Untersuchungen genutzten freilandökologischen Erfassungsmethoden sowie die Methoden der Datenaufbereitung und -analyse sind in den Veröffentlichungen zu den jeweiligen Artengruppen (Kap. 6.3) detailliert beschrieben. In Tabelle 2 sind die angewandten freilandökologischen Erfassungsmethoden als Übersicht dargestellt.

**Tabelle 2:** Untersuchte Artengruppen und angewandte Erfassungsmethoden.

Artengruppe	Erfassungsmethode
Brutvögel	Brutvogelrevierkartierung
Wintervögel	Punkt-Zählungen
Groß- und Mittelsäuger (sowie Waldschnepfe)	Wildtierkameras <sup>6</sup>
Laufkäfer	Bodenfallen
Gefäßpflanzen	Erfassung von Probeflächen

### 5.2.2 Untersuchungsflächen

Die untersuchten KUP+-Modellflächen und der Großteil der Referenzflächen befanden sich in der niedersächsischen Gemeinde Schapen (Samtgemeinde Spelle, südl. Landkreis Emsland). Einzelne Referenzflächen waren darüber hinaus in den benachbarten, unmittelbar angrenzenden Gemeinden Hörstel und Hopsten (Kreis Steinfurt, Nordrhein-Westfalen) verortet. Die flache, reliefarme Landschaft in der Region ist geprägt von intensiver landwirtschaftlicher Nutzung (Flächenanteil 60–80 %), die von Ackerbau (> 50 %, überwiegend Mais und Getreide) dominiert ist und einen Waldanteil von lediglich 8–15 % aufweist (GEPP 2015, LANDKREIS EMSLAND 2016, KREIS STEINFURT 2019).

Zusätzlich zu den Untersuchungen auf den KUP+-Modellflächen erfolgten vergleichende Untersuchungen in verschiedenen Referenzlebensräumen (Tabelle 3). Dabei handelte es sich – mit Ausnahme von konventionellen Äckern und konventionellen KUP – um Lebensräume, die auch regelmäßig im Rahmen von Kompensations- oder Agrarumweltmaßnahmen angelegt werden.

<sup>6</sup> Zusätzlich zu Groß- und Mittelsäufern wurde mithilfe von Wildtierkameras das Vorkommen und die Aktivität von Waldschnepfen *Scolopax rusticola* auf KUP+ und konventionellen KUP untersucht.

**Tabelle 3:** Referenzlebensräume je Artengruppe (auf KUP+ wurden alle Artengruppen untersucht).

	Brut- vögel	Winter- vögel	Wald- schneffe	Groß- und Mittelsäuger	Laufkäfer	Gefäß- pflanzen
Laubwald-Aufforstung	X	X	X	X		X
Hecke	X				X	X
Feldgehölz	X					
Wald (Wirtschaftswald)					X	
Feldrain						X
Blühstreifen					X <sup>7</sup>	
Konventionelle KUP		X <sup>8</sup>	X	X		
Acker (Mais)					X	X

Da KUP+ den wesentlichen Teil ihres Bewirtschaftungszyklus und auf dem wesentlichen Teil ihrer Fläche den Charakter junger Gehölzlebensräume aufweisen (vgl. SAGE 1998, GRUB & SCHULZ 2008 sowie GRUB & SCHULZ 2011 für konventionelle KUP), lag bei den Referenzlebensräumen ein Schwerpunkt auf gehölzgeprägten Biotoptypen (Aufforstungen, Hecken, Feldgehölze) der Agrarlandschaft. Für einige Artengruppen (Gefäßpflanzen, Laufkäfer) wurden ergänzend Feldraine bzw. Blühstreifen als Referenz untersucht, da bei KUP+ auf einem Teil der Fläche temporär (beerntete Bereiche) oder dauerhaft (Bewirtschaftungsgassen, Lichtungen, Vorgewende) kein Gehölzaufwuchs vorherrscht und diese Bereiche daher strukturelle Ähnlichkeiten mit diesen Biotoptypen aufweisen. Bei den Untersuchungen zu Laufkäfern und Gefäßpflanzen fanden zusätzlich Untersuchungen auf konventionellen Äckern (mit Maisanbau) statt, bei den Laufkäfern wurden zudem zwei Waldhabitats (Nadel- und Mischwald) in die Untersuchungen einbezogen. Ansonsten wurde jedoch auf vergleichende Untersuchungen mit einjährigen Ackerkulturen und Waldhabitats verzichtet, da diese bei bisherigen Untersuchungen zur Biodiversität von konventionellen KUP bereits regelmäßig als Referenzlebensräume herangezogen wurden und somit bereits umfangreiche Kenntnisse zu den Unterschieden der Biotopfunktion und -qualität von KUP und diesen Biotoptypen bestehen, die sich auch auf KUP+ übertragen lassen. Die jeweilige Art und Anzahl herangezogener Referenzlebensräume sowie deren Eigenschaften und räumliche Lage sind den Veröffentlichungen zu den einzelnen Artengruppen (Kap. 6.3) zu entnehmen.

Die drei **KUP+-Modellflächen** wurden Anfang 2011 und 2012 angelegt. Auf den jeweils etwa 2 ha großen Flächen wurden neben Hochleistungssorten von Pappel (Max 3, Hybride 275) und Weide (Inger, Tordis) auch heimische Gehölze (Eberesche *Sorbus aucuparia*, Sandbirke *Betula pendula*, Schwarzerle *Alnus glutinosa* und Grauerle *Alnus incana*) in jeweils 20 m breiten Bewirtschaftungsblöcken angepflanzt (Abbildung 3). Neben dem Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel werden auf den KUP+ jährlich nur Teilbereiche beerntet, sodass ein kleinräumiges Mosaik verschiedener Umtriebsstadien und damit eine für KUP besonders heterogene Vegetationsstruktur vorherrschte (Abbildung 2). Zusätzlich zu den bewirtschafteten Kurzumtriebsbeständen erhöhten Bestandeslücken oder bewirtschaftungsbedingte Strukturen wie Vorgewende und Gassen das Strukturangebot.

<sup>7</sup> Auf dem Vorgewende der untersuchten KUP+ wurden in der Etablierungsphase (2011/2012) Blühstreifen eingesät. Diese wurden in diesen beiden Jahren durch Michael-Andreas Fritze hinsichtlich ihrer Laufkäferfauna untersucht.

<sup>8</sup> Bei den Untersuchungen zu Wintervögeln lag der Schwerpunkt auf einem Vergleich zwischen Kurzumtriebsbeständen mit heimischen Gehölzarten und Kurzumtriebsbeständen mit Hochleistungssorten von Pappel und Weide innerhalb der KUP+. Letztere repräsentieren daher einen konventionellen Anbau von KUP.



**Abbildung 2:** Mosaik von Beständen verschiedener Gehölzarten und Umtriebsstadien auf einer der untersuchten KUP+-Modellflächen (12. Juli 2019).



**Abbildung 3:** Luftbild einer KUP+-Modellfläche. Die 20 m breiten Kurzumtriebsbestände mit unterschiedlichen Gehölzarten sind deutlich erkennbar. ① Schwarzerle, ② Eberesche, ③ Sandbirke, ④ Pappel „Hybride 275“, ⑤ Pappel „Max 3“, ⑥ Weide „Inger“, ⑦ Weide „Tordis“. Bei den Pappel- und Weidenbeständen (④–⑦) sind jeweils drei Umtriebsstadien vorhanden: Erste (oben) und zweite Vegetationsperiode nach der Ernte (unten) sowie bislang unbeerntete Bestände (Mitte). Aufnahme: D. Hoppe, Juni 2019.

Die Pflanzdichte lag bei der Anpflanzung zwischen 5.000 (Sandbirke) und 12.000 (Weiden) Gehölzen pro ha, war durch den Ausfall von Gehölzen jedoch zum Teil deutlich niedriger (Tabelle 4). Der Austrieb frisch beernteter Weiden- und Pappelbestände wies im Juni 2019 Höhen von max. 0,5 m auf, im Jahr zuvor beerntete Bestände erreichten Höhen von 1–3 (Weide) bzw. 2–5 m (Pappel) und bislang unbeerntete Weiden- und Pappelbestände erreichten max. Höhen von 10 bzw. 15 m. Die heimischen Gehölze, die bislang nicht beerntet wurden, erreichten Höhen von 2–5 (Ebereschen) bzw. 6–10 m (Sandbirken, Schwarz- und Grauerlen). Die Krautschicht war in den meisten Beständen deckungsreich (Deckung >50 %) ausgebildet, besonders deckungsschwach (<5 %) war sie lediglich in den bislang nicht beernteten Pappelbeständen ausgeprägt.

**Tabelle 4:** Eigenschaften der unterschiedlichen Typen von Kurzumtriebsbeständen innerhalb der drei untersuchten KUP+-Modellflächen im Juni 2019.

KUP-Bestände	Umtriebsphase (VP=Vegetationsperiode)	Pflanzschema (Gehölze/ha)	Gehölze/ha inkl. Ausfälle	Gehölz- höhe (m)	Deckung	
					Strauch- schicht	Kraut- schicht
Weide Sorten Inger / Tordis	bislang unbeerntet			8–10	40–60	
	1. VP nach Ernte	2 x 0,75 x 0,6 (12.000)	6.000–10.000	<0,5	<10	40–60
	2. VP nach Ernte			2–3	10–25	
Pappel Sorten Max 3 / Hybride 275	bislang unbeerntet			12–15	>90	<5
	1. VP nach Ernte	2 x 0,5 (10.000)	5.000–7.500	<0,5	10	50–60
	2. VP nach Ernte			2–5	50–75	10–30
Eberesche	bislang unbeerntet	2 x 0,5 (10.000)	8.000–9.000	2–5	25–50	50–70
Sandbirke	bislang unbeerntet	2 x 1 (5.000)	1.000–3.000	8–10	25–50	40–60
Schwarzerle	bislang unbeerntet	2 x 0,7 (7.100)	2.000	8–10	50	80
Grauerle	bislang unbeerntet	2 x 0,7 (7.100)	6.400	6–10	50–75	50

Bei den als Referenz untersuchten **Aufforstungen** handelte es sich um drei Flächen, die Ende 2012 als Kompensationsmaßnahmen in der Gemeinde Schapen angelegt wurden und die damit ein ähnliches Alter wie die KUP+ aufwiesen. Auf den Aufforstungen wurden verschiedene Laubgehölze (Sandbirke, Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur* und *Quercus petraea*), Hainbuche (*Carpinus betulus*), Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*)) in unterschiedlichen Anteilen pro Fläche und mit einer Dichte von 6.000–7.000 Gehölzen pro ha angepflanzt. Auch hier lag die tatsächliche Gehölzdichte durch Ausfälle bereichsweise deutlich niedriger. Die Ränder der drei Aufforstungen wurden zusätzlich mit u. a. Weißdorn- (*Crataegus spec.*) und Weiden-Arten, Schlehen (*Prunus spinosa*) und Ebereschen bepflanzt (Abbildung 4). Für die Untersuchungen zu Gefäßpflanzen wurden diese etwa 8 m breiten Randbereiche als zusätzliche Referenzlebensräume (junge Heckenanpflanzung) genutzt (vgl. Kap. 6.3.1). Die Höhe der Gehölze auf den Aufforstungen variierte je nach Art und Fläche. Im Mittel erreichten diese zum Zeitpunkt der Untersuchungen Höhen von 3–5 m. Die Aufforstungen wiesen durch Ausfälle, ebenso wie die KUP+, kleinere Bestandeslücken und größere Offenbereiche mit Lichtungscharakter auf und ihre Krautschicht war ebenfalls deckungsreich (Deckung >50 %) ausgebildet.



**Abbildung 4:** Aufforstung mit heimischen Laubgehölzen und randlicher Strauchpflanzung (22. Mai 2019).

Bei den **Feldgehölzen** und **Hecken** wurden als Referenzflächen Bestände ausgewählt, deren Aufwuchs zum überwiegenden Teil ein Alter von max. 20 Jahren aufwies (das Bestandesalter der Hecken und Feldgehölze lag jedoch deutlich höher), um der max. Umtriebszeit von KUP und damit deren zeitlichen Entwicklungspotenzialen Rechnung zu tragen. Beide Biotoptypen waren durch regionaltypische Gehölze geprägt (Abbildung 5). Die Feldgehölze wiesen durch unregelmäßiges „Auf-den-Stock-setzen“ eine niederwaldartige Struktur auf. Ihre Bestandeshöhe lag im Untersuchungszeitraum bei 8–14 m, daneben waren vereinzelt ältere Überhälter (meist Stieleiche) vorhanden. Bei den Hecken wurden mehrere Abschnitte untersucht, die jeweils zwischen 140 und 900 m lang und 2–10 m breit waren. Die Höhe variierte je nach Alter und Artenzusammensetzung zwischen 6 und 17 m. Die Krautschicht war sowohl bei den Hecken als auch bei den Feldgehölzen überwiegend spärlich entwickelt (Deckung <10 %).



**Abbildung 5:** Biotoptypen Feldgehölz (links) und Hecke (rechts) innerhalb der intensiv genutzten Agrarlandschaft (6. November 2018 und 24. Mai 2019).

Bei den untersuchten **Äckern** handelte es sich um Flächen, die im Untersuchungszeitraum mit Mais bestellt waren. Mais wird im Gemeindegebiet auf über 50 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche angebaut (WAGENER et al. 2013) und repräsentiert eine typische landwirtschaftliche Intensivnutzung.

**Wälder** (Wirtschaftswälder) wurden nur bei den Laufkäferuntersuchungen als Referenzlebensräume herangezogen. Dabei handelte es sich um einen Nadelwald (Hauptbaumart Waldkiefer *Pinus sylvestris*, etwa 50-jährig) und einen lichten Mischwald, der neben 70–100-jährigen Waldkiefern als Schirmbäume einen dichten Unterwuchs verschiedener Laubbaumarten wie Sandbirke, Rotbuche, Hainbuche und vor allem Spätblühender Traubenkirsche (*Prunus serotina*) aufwies. Bei den untersuchten **Weg- und Feldrainen** handelte es sich um gras- und krautgeprägte Streifen, die sich zwischen zwei Feldern oder zwischen einem Feld und einem angrenzenden Weg befanden (Abbildung 6). Aufgrund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung in der Region lag die Breite der untersuchten Raine meist unter 2 m.



**Abbildung 6:** Weg- und Feldrain (Mitte) in der intensiv genutzten Agrarlandschaft. Unmittelbar angrenzend Äcker mit Sommergetreide (links) und Mais (rechts), 22. Mai 2019.

Neben umfangreichen Untersuchungen auf den KUP+-Modellflächen und innerhalb verschiedener Referenzlebensräume im südlichen Landkreis Emsland und im Kreis Steinfurt wurden zusätzlich Erfassungen von Groß- und Mittelsäugern auf **konventionellen KUP** in der niedersächsischen Gemeinde Soltau (Heidekreis) durchgeführt. Im Gegensatz zu den anderen untersuchten Artengruppen erfolgten bisher kaum systematische Untersuchungen zur Bedeutung konventioneller KUP als Lebensraum für Vertreter dieser Artengruppe (vgl. Kap. 6.1). Daher ist es ohne diese ergänzende Untersuchung nur schwer möglich, die Ergebnisse der Untersuchungen zu Groß- und Mittelsäugern auf den KUP+ einzuordnen und einen möglichen Mehrwert der dort umgesetzten naturschutzfachlichen Maßnahmen für Vertreter dieser Artengruppe zu ermitteln. Zudem liefern die Ergebnisse dieser Untersuchung zusätzliche Erkenntnisse zu Biodiversitätsaspekten konventioneller KUP und zu Möglichkeiten einer biodiversitätsfördernden Anlage und Bewirtschaftung dieser Biomassekulturen. Im Gegensatz zu den KUP+-Modellflächen wurden auf den konventionellen KUP lediglich ein bis zwei Gehölzsorten derselben Gattung (Pappel oder Weide) pro Fläche angebaut und diese befanden sich, anders als die KUP+, in einem einheitlichen Umtriebsstadium (Abbildung 7). Die Flächen bei Soltau repräsentieren den kommerziellen Anbau von KUP ohne naturschutzfachliche Bewirtschaftungsauflagen.



**Abbildung 7:** Konventionelle Weiden-KUP bei Soltau (17. Dezember 2019).

### **5.3 Bewertung der Eignung von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme**

Die Bewertung der Eignung von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN) erfolgte durch eine Gegenüberstellung der ermittelten Anforderungen an die drei betrachteten Typen von PIN – namentlich artenschutzrechtliche Maßnahmen (ASRM), produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) sowie Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) – und den ermittelten Biotopfunktionen und -qualitäten von KUP+. Dabei wurde überprüft,

- inwiefern die rechtlich-formalen, räumlichen, zeitlichen und funktionalen Anforderungen an den jeweiligen Maßnahmentyp aufgrund der spezifischen Eigenschaften dieser neuartigen landwirtschaftlichen Kulturen und ihrer Biotopfunktion und -qualität erfüllt werden.
- Zudem wurde ermittelt, ob und für welche Arten und Lebensgemeinschaften bzw. für welche Eingriffssituationen KUP+ aufgrund ihrer Biotopfunktion und -qualität und ihrer spezifischen Aufwertungspotenziale als PIN eingesetzt werden könnten.

Neben der Überprüfung, ob die vorgegebenen Anforderungen an die jeweiligen Maßnahmentypen erfüllt werden, wurde bei der Bewertung auch berücksichtigt, welche Aufwertungspotenziale KUP+ im Vergleich mit anderen Naturschutzmaßnahmen aufweisen, zu denen sie als produktionsintegrierte Maßnahme eine Alternative darstellen könnten und mit denen sie in Konkurrenz um eine entsprechende Anerkennung und Förderung stehen. Die Bewertung erfolgte ausschließlich für das Schutzgut Biodiversität (Arten und Lebensgemeinschaften) und nach dem Grundsatz, dass eine Empfehlung für einen Einsatz als PIN zur Aufwertung der Biotopfunktion nur dann ausgesprochen werden kann, wenn

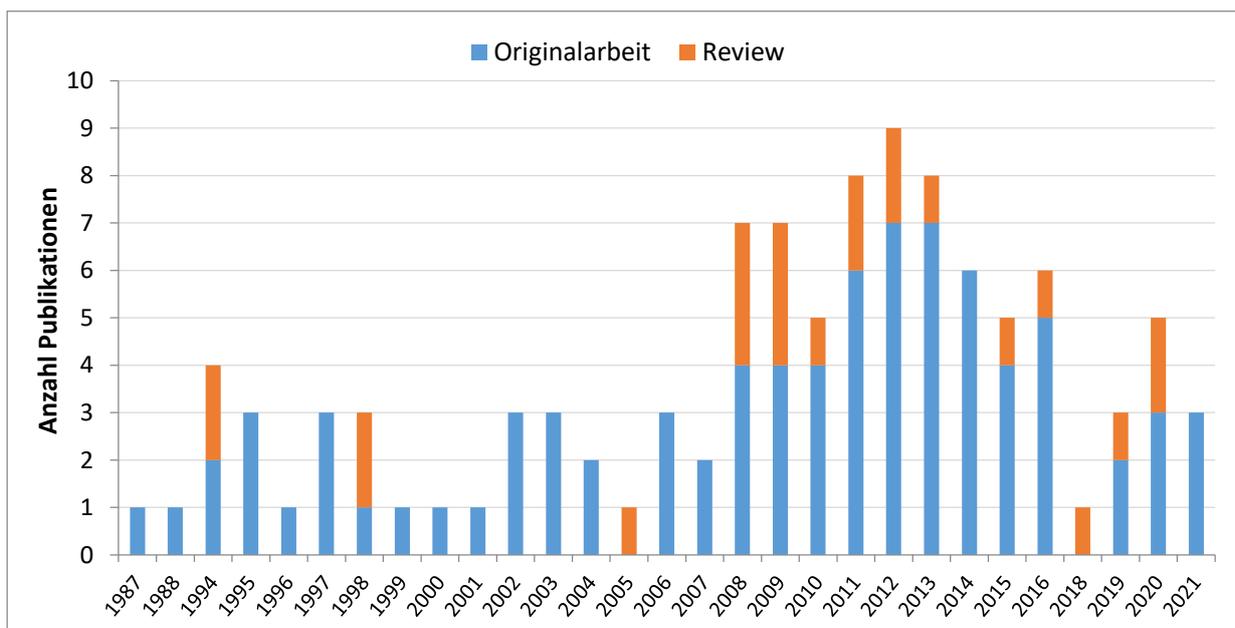
- i. die an den jeweiligen Maßnahmentyp gestellten rechtlich-formalen, räumlichen, zeitlichen und funktionalen Anforderungen vollumfänglich erfüllt sind und wenn
- ii. im Rahmen der eigenen freilandökologischen Untersuchungen und weiteren bisher durchgeführten Studien eine eindeutig hohe Wirksamkeit bzw. Bedeutung als Lebensraum für bestimmte Zielarten (auch im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen) dieser Maßnahmentypen nachgewiesen wurde.

Ein im Vergleich zu anderen Lebensräumen (bzw. Naturschutzmaßnahmen) lediglich temporäres, unstabiles oder deutlich weniger abundantes Auftreten von bestimmten, naturschutzfachlich bedeutsamen Zielarten reicht hingegen nicht aus, um KUP+ als hochwertige und mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksame PIN zur Förderung dieser Arten und ihrer Lebensgemeinschaften zu qualifizieren.

## 6 Ergebnisse

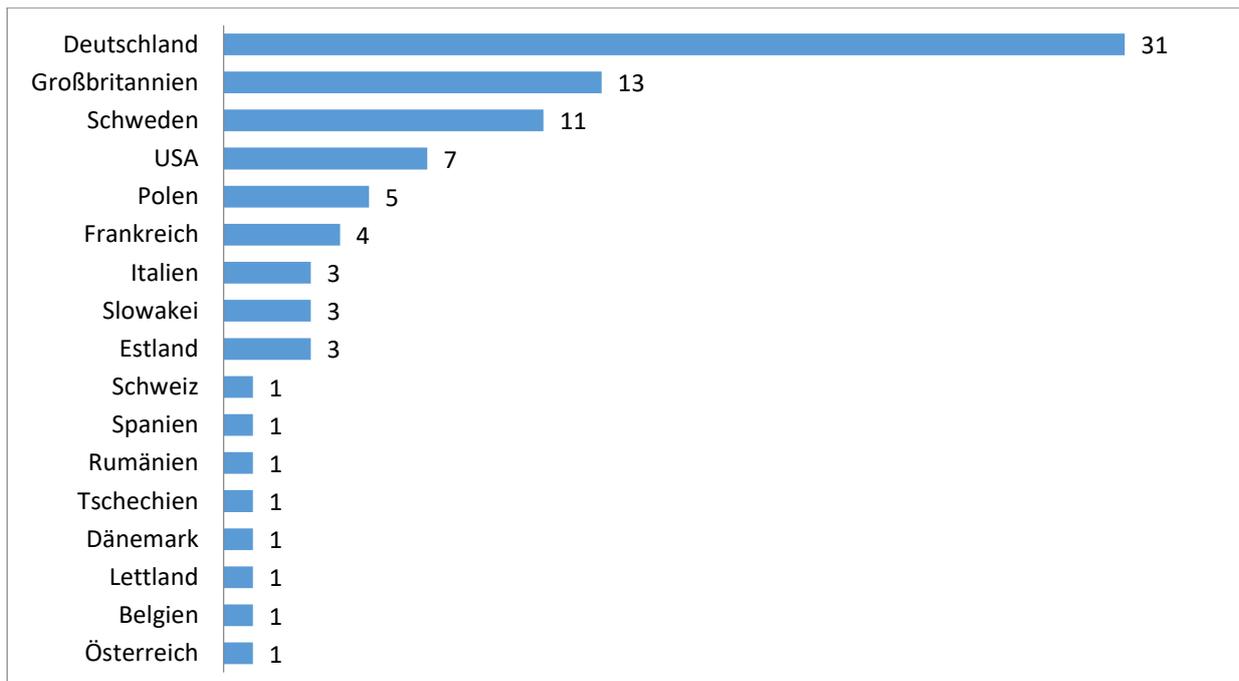
### 6.1 Recherchierte Literatur zum Thema KUP und Biodiversität

Insgesamt wurden im Rahmen der Literaturrecherche 106 Arbeiten zum Thema KUP und Biodiversität ermittelt (Abbildung 8). Dabei handelt es sich um 83 Originalarbeiten (Anhang 1) und 23 Reviews (Anhang 2). Die recherchierten **Originalarbeiten** (Artikel in wissenschaftlichen Fachzeitschriften, Forschungsberichte, Tagungsbeiträge) beinhalten die Ergebnisse von Untersuchungen zur Biotopfunktion von KUP für die Artengruppen Vögel, Groß- und Mittelsäuger, Laufkäfer und Gefäßpflanzen. Die ersten Arbeiten (GUSTAFSSON 1987, 1988) wurden bereits Ende der 1980er Jahre publiziert (Abbildung 8) und stammen von Untersuchungen auf KUP in Schweden. In den 1990er Jahren folgten erste Studien aus Deutschland (HEILMANN et al. 1995, JEDICKE 1995), Großbritannien (SAGE et al. 1994, SAGE 1995) und den USA (CHRISTIAN et al. 1997, HANOWSKI et al. 1997). Ab 2000 folgten Publikationen aus weiteren europäischen Ländern. Zwischen 1994 und 2021 konnte – mit Ausnahme von 2017 – für jedes Jahr mindestens eine Arbeit zum Thema KUP und Biodiversität ermittelt werden. Besonders viele Arbeiten (sowohl Originalarbeiten als auch Reviews) wurden zwischen 2008 und 2016 veröffentlicht.



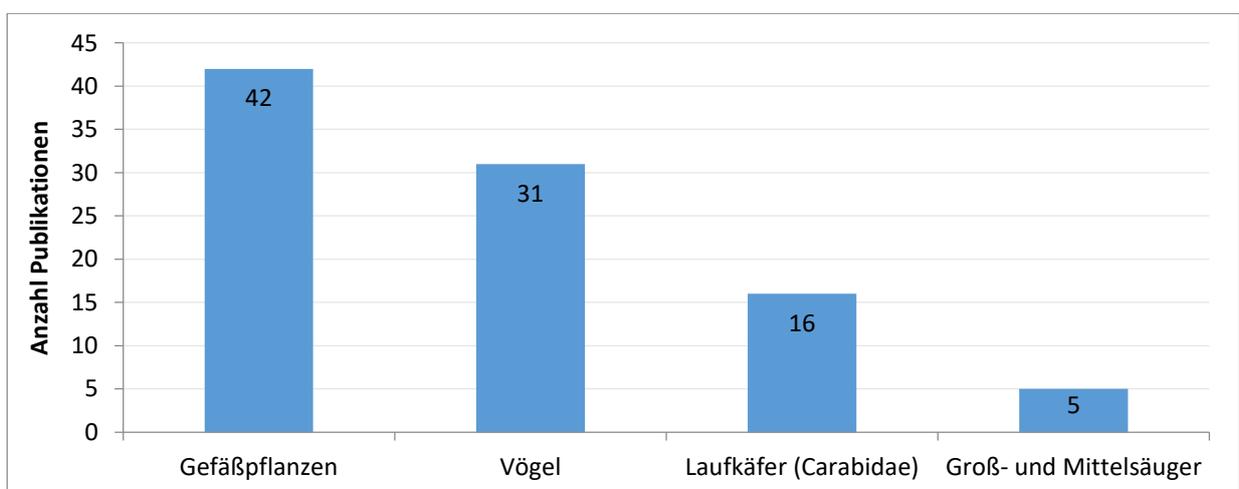
**Abbildung 8:** Unterteilung der recherchierten Publikationen nach Jahr der Veröffentlichung.

Der größte Teil der recherchierten Originalarbeiten stammt von Untersuchungen auf KUP in Deutschland (Abbildung 9). Auch aus Großbritannien und Schweden liegen diverse Publikationen vor, zudem gibt es einige Arbeiten aus den USA. Aus Polen, Italien, der Slowakei, Estland und Frankreich konnten jeweils zwischen zwei und fünf Studien ermittelt werden, für acht weitere europäische Länder wurde je eine Publikation gefunden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass aufgrund der Beschränkung der Recherche auf deutsch- und englischsprachige Literatur die Arbeiten aus nicht deutsch- oder englischsprachigen Ländern unterrepräsentiert sind und nur dann Berücksichtigung fanden, wenn diese in deutscher oder englischer Sprache veröffentlicht wurden.



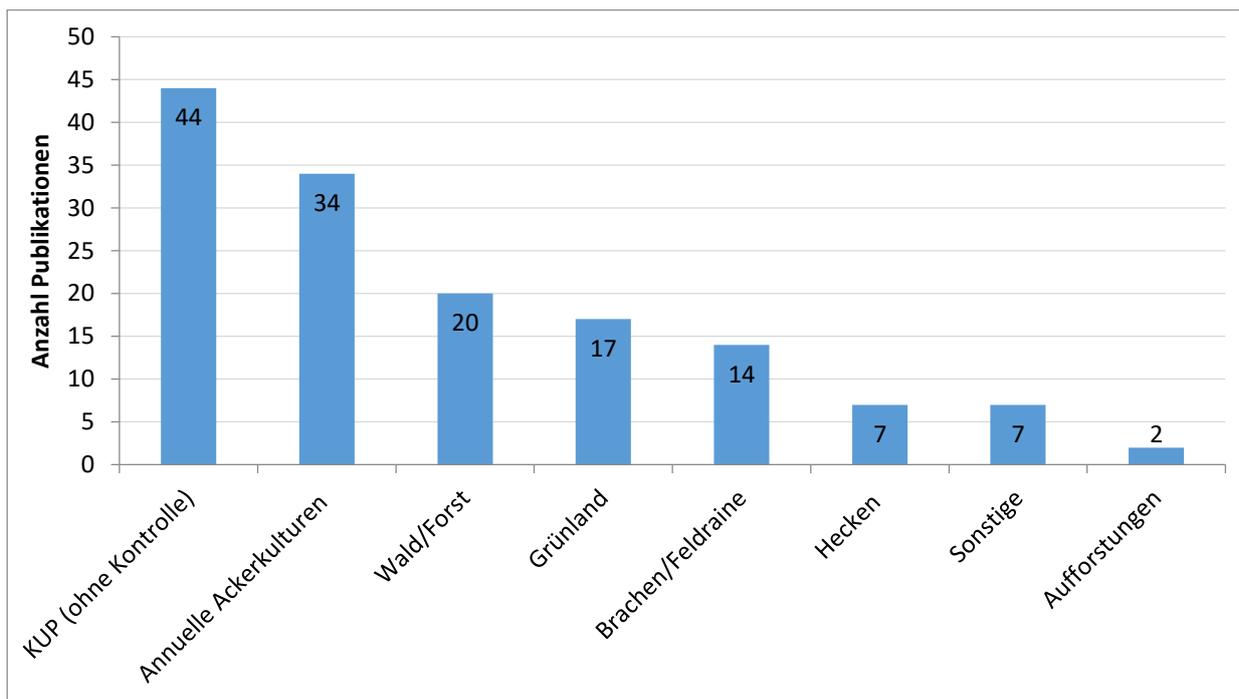
**Abbildung 9:** Anzahl der ermittelten Publikationen aus verschiedenen europäischen Ländern und den USA. Die Publikationen aus Großbritannien umfassen größtenteils Arbeiten aus England, aber auch einzelne Veröffentlichungen aus Wales und Irland. Mehrfachzuordnungen sind möglich, da einzelne Untersuchungen auf KUP in verschiedenen Ländern (z. B. in Deutschland und Schweden bei BAUM et al. 2012a) durchgeführt wurden.

Von den recherchierten Originalarbeiten befasst sich der größte Anteil mit der Biotopfunktion von KUP für Gefäßpflanzen (Abbildung 10). Auch zu den Lebensraumpotenzialen von KUP für Vögel (überwiegend Brutvögel) und Laufkäfer wurden bereits zahlreiche Arbeiten publiziert. Studien zu Groß- und Mittelsäugetern auf KUP sind bisher hingegen eher rar. Anders als bei den anderen drei Artengruppen wurden hier zudem meist keine systematischen Erfassungen mit standardisierten Methoden durchgeführt, sondern es handelte sich entweder um indirekte (Zufalls-)Nachweise von Säugetieren anhand charakteristischer Spuren (wie Trittsiegel, Fraß- und Fegespuren) oder um die Dokumentation von (Zufalls-)Beobachtungen.



**Abbildung 10:** Anzahl der recherchierten Publikationen unterteilt nach untersuchter Artengruppe. Mehrfachzuordnungen sind möglich, da einige Arbeiten Untersuchungen zu mehreren Artengruppen umfassen.

Hinsichtlich der für die Untersuchungen ausgewählten Referenzlebensräume lag der Schwerpunkt auf annuellen Ackerkulturen (Abbildung 11), die auch meist die Vornutzung von KUP repräsentieren. Weiterhin dienten Wald/Forst, Grünland (Wiesen oder Weiden) sowie Brachen/Feldraine (inkl. dem Vorgewende von KUP) regelmäßig als Kontrolle. Seltener wurden Hecken und besonders selten Aufforstungen als Referenzlebensräume in die Untersuchungen einbezogen. Eine große Anzahl an Studien erfolgte ohne die simultane Untersuchung von Referenzlebensräumen und hatte den Schwerpunkt auf KUP-internen Biodiversitätsaspekten wie der Lebensraumeignung unterschiedlicher Alters- und Umtriebsstadien oder auf dem Einfluss der Vornutzung, bestimmter Standort- und Bewirtschaftungsparameter oder des landschaftlichen Umfeldes auf die Lebensgemeinschaften von KUP. In zahlreichen Arbeiten, bei denen bestimmte Referenzlebensräume als Kontrolle dienten, wurden darüber hinaus auch KUP-interne Biodiversitätsaspekte wie die Lebensraumeignung unterschiedlicher Alters- und Umtriebsstadien analysiert (bspw. SAGE et al. 2006, GRUB & SCHULZ 2014 und viele mehr). Die Anzahl an Arbeiten zu diesem Themenbereich liegt daher deutlich höher als gegebenenfalls durch Abbildung 11 für die Kategorie „KUP (ohne Kontrolle)“ suggeriert wird. Die Kategorie „KUP (ohne Kontrolle)“ umfasst nur Arbeiten, bei denen ausschließlich Untersuchungen auf KUP durchgeführt wurden und keine simultanen Erfassungen in Referenzlebensräumen erfolgten.



**Abbildung 11:** Anzahl recherchierter Arbeiten, in denen die genannten Lebensraumtypen als Kontrolle dienten. Mehrfachzuordnungen sind möglich, da bei einigen Untersuchungen mehrere Lebensraumtypen als Kontrolle genutzt wurden. Die Kategorie „Sonstige“ umfasst andere mehrjährige Biomassekulturen wie *Miscanthus* oder Untersuchungen eines größeren Landschaftsausschnittes im Umfeld der untersuchten KUP ohne Schwerpunkt auf bestimmten Biotoptypen als Kontrolle.

Hinsichtlich der Anzahl der recherchierten Originalarbeiten ist anzumerken, dass einige Arbeiten auf denselben Daten beruhen, nur die Form der Veröffentlichung eine andere ist. So wurden Ergebnisse derselben Untersuchung sowohl als Forschungsbericht und Tagungsbeitrag als auch in wissenschaftlichen Fachzeitschriften publiziert (eines von mehreren Beispielen: Forschungsbericht von CUNNINGHAM et al. (2004) und zugehöriger Artikel von SAGE et al. (2006)). Weiterhin wurden im Rahmen einiger

Forschungsprojekte Untersuchungen zur selben Artengruppe, auf denselben Untersuchungsflächen und im selben Jahr durchgeführt, die Daten aber anschließend hinsichtlich unterschiedlicher Fragestellungen ausgewertet und in mehreren Artikeln publiziert (z. B. Arbeiten von BAUM et al. 2012a–c zur Phytodiversität von KUP). Dies führt dazu, dass die Anzahl an Publikationen höher liegt als die tatsächliche Anzahl der durchgeführten Felduntersuchungen. Zudem sind somit auch nicht allen recherchierten Publikationen „echte“ Originalarbeiten, da es sich nicht immer um Erstveröffentlichungen handelt und, im Falle der Forschungsberichte und Tagungsbeiträge, i. d. R. auch kein Review-Verfahren zur Anwendung kam. Dennoch ergänzen sich Arbeiten die auf derselben Datengrundlage beruhen, aber in unterschiedlichen Formaten veröffentlicht wurden, zum Teil sehr gut. So bieten die recherchierten Forschungsberichte oftmals einen genaueren Einblick in die Originaldaten als die zugehörigen Fachartikel, während in den Fachartikeln die Analyse der Daten i. d. R. höheren wissenschaftlichen Ansprüchen genügt und die Arbeiten einem Review-Verfahren unterzogen wurden.

Die ersten **Reviews** erschienen ab 1994 (Abbildung 8), wobei es sich hierbei eher um Abschätzungen des Lebensraumpotenziales von KUP auf Basis erster Untersuchungen, unsystematischer Beobachtungen und darauf aufbauender Analogieschlüsse (u. a. CHRISTIAN et al. 1994, SAGE & ROBERTSON 1994, SAGE 1998) oder auf Grundlage von Expertenbefragungen/-einschätzungen (LONDO et al. 2005) handelt. In den darauffolgenden Jahren wurden dann Reviews veröffentlicht, die den jeweiligen Stand des Wissens der bis dahin erfolgten Untersuchungen zusammenfassen. Zum Teil haben diese Reviews einen Schwerpunkt auf bestimmten Artengruppen, z. B. die Reviews von BAUM et al. (2009b) mit dem Schwerpunkt Phytodiversität, von SCHULZ et al. (2009) mit dem Schwerpunkt Zoodiversität und eine Meta-Analyse von MÜLLER-KROEHLING et al. (2020) sowie ein Review von PIOTROWSKA et al. (2020) mit dem Schwerpunkt Laufkäfer. Die umfangreichsten Reviews zum Thema KUP und Biodiversität sind dabei diejenigen von ROWE et al. (2009), DAUBER et al. (2018) sowie VANBEVEREN & CEULEMANS (2019) und die genannten Reviews von BAUM et al. (2009b) und SCHULZ et al. (2009) sowie die Meta-Analyse von MÜLLER-KROEHLING et al. (2020). Ähnlich wie bei den Originalarbeiten ist auch bei der Anzahl der Reviews zu berücksichtigen, dass einige dieser Arbeiten inhaltlich große Schnittmengen aufweisen und teilweise von denselben Autoren stammen, nur die Veröffentlichungsform eine andere ist. So gibt es ein englischsprachiges Review von SCHULZ et al. (2009) zur Zoodiversität von KUP in einer wissenschaftlichen Fachzeitschrift und zwei inhaltlich ähnliche deutschsprachige Kapitel der mehr oder weniger gleichen Autorenschaft in den Abschlussberichten zweier Forschungsprojekte (BIELEFELDT et al. 2008, SCHULZ et al. 2010). Gleiches gilt für das englischsprachige Review von BAUM et al. (2009b) in einem Fachjournal und die beiden deutschsprachigen Kapitel zum selben Thema in Forschungsberichten (BIELEFELDT et al. 2008, KROIHER et al. 2010).

## 6.2 Anforderungen an produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahmen

### 6.2.1 Artenschutzrechtliche Maßnahmen

Der besondere Artenschutz ist in den §§ 44 und 45 BNatSchG verankert. Hier werden Verbotstatbestände (u. a. die sog. Zugriffsverbote, aber auch Besitz- und Vermarktungsverbote) sowie mögliche Ausnahmen für besonders und streng geschützte Arten geregelt. Der Bedarf zur Umsetzung von artenschutzrechtlichen Maßnahmen (ASRM) ergibt sich im Rahmen bestimmter Planungs- und Zulassungsverfahren, durch die artenschutzrechtliche Verbotstatbestände für bestimmte Arten ausgelöst werden. Der besondere Artenschutz bei diesen Eingriffen und Vorhaben ist gemäß § 44 Abs. 5 Satz 1 BNatSchG auf

- streng geschützte Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie,
- alle europäischen Vogelarten (in Europa natürlich vorkommende Vogelarten i. S. v. Artikel 1 der EU-Vogelschutzrichtlinie) und
- Arten, die in einer Rechtsverordnung nach § 54 Absatz 1 Nummer 2 aufgeführt sind (sog. „Arten nationaler Verantwortlichkeit Deutschlands“<sup>9</sup>), beschränkt.

Die Liste an Arten, die im Rahmen einer artenschutzrechtlichen Prüfung (ASP) potenziell berücksichtigt werden müssen und für die dementsprechend ASRM erforderlich sein können, ist insbesondere durch die große Anzahl der pauschal zu betrachteten europäischen Vogelarten relativ lang. In der Praxis erfolgt eine vertiefte ASP jedoch nur für eine Teilmenge dieser Arten, die sog. „planungsrelevanten Arten“ (vgl. u. a. RUNGE et al. 2010, LANUV 2021). Dabei handelt es sich um eine naturschutzfachlich begründete Auswahl von Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie und europäischer Vogelarten, für die bei einer ASP im Sinne einer Art-für-Art-Betrachtung zu prüfen ist, ob das vorhabenbedingte Eintreten artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände zu erwarten ist (LANUV 2021). Bei planungsrelevanten Arten handelt es sich i. d. R. um Arten mit Gefährdungsstatus in der Roten Liste, Arten mit einem ungünstigen Erhaltungszustand, streng geschützte Arten, Arten des Anhangs I der EU-Vogelschutzrichtlinie, koloniebrütende Vogelarten sowie seltene und/oder hinsichtlich ihrer Habitatansprüche anspruchsvollere Arten (RUNGE et al. 2010, TRAUTNER 2020, LANUV 2021). „Allerweltsarten“, d. h. ubiquitäre, weit verbreitete, allgemein sehr häufige und ungefährdete Arten, die sich in einem günstigen Erhaltungszustand befinden (z. B. Vogelarten wie Amsel oder Mönchsgrasmücke), zählen hingegen nicht zu den planungsrelevanten Arten und werden im Rahmen von ASP daher nicht vertiefend berücksichtigt (vgl. RUNGE et al. 2010: 25ff). Diese Arten sind bei Festlegung erforderlicher ASRM daher i. d. R. nicht relevant, da davon auszugehen ist, dass sie bei herkömmlichen Planungsverfahren nicht von populationsrelevanten Beeinträchtigungen bedroht sind (ebd.). Zudem wird davon ausgegangen, dass die im Rahmen der Eingriffsregelung erforderlichen Kompensationsmaßnahmen (Kap. 6.2.2) und/oder die für planungsrelevante Arten erforderlichen ASRM bereits ausreichend sind, um die ökologische Funktion

---

<sup>9</sup> Dabei handelt es sich um Arten, „für die Deutschland international eine besondere Verantwortlichkeit hat, weil sie nur in Deutschland vorkommen, weil ein hoher Anteil der Weltpopulation in Deutschland vorkommt oder weil sie weltweit hoch gefährdet sind“ (BFN 2021). Bislang wurde keine Rechtsverordnung erlassen, die „Arten nationaler Verantwortlichkeit Deutschlands“ unter besonderen Schutz stellt, sodass diese Arten bisher bei der Prüfung artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände im Rahmen von Planungs- und Zulassungsverfahren und bei der Festlegung von ASRM i. d. R. keine Berücksichtigung finden (TRAUTNER 2020: 50), es sei denn, es handelt sich um Arten, die in Anhang IV der FFH-Richtlinie oder in Artikel 1 der EU-Vogelschutzrichtlinie aufgeführt sind und daher berücksichtigt werden müssen.

der betroffenen Fortpflanzungs- und Ruhestätten dieser häufigen und anpassungsfähigen Arten zu erhalten oder wiederherzustellen (RUNGE et al. 2010).

Im Rahmen dieser Arbeit werden zwei verschiedene Typen von ASRM behandelt:

- CEF-Maßnahmen (engl. *Continued Ecological Functionality-measures*), die in § 44 Abs. 5 BNatSchG verankert sind und dort als „vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen“ oder auch als funktionserhaltende Maßnahmen bezeichnet werden und
- FCS-Maßnahmen (engl. *Favourable Conservation Status*), die sich aus § 45 Abs. 7 BNatSchG ableiten. Diese werden auch „Maßnahmen zur Sicherung des Erhaltungszustands“ oder „Maßnahmen zur Verhinderung einer Verschlechterung des Erhaltungszustandes“ genannt (TRAUTNER 2020: 100).

Werden durch ein Vorhaben oder einen Eingriff bestimmte artenschutzrechtliche Verbotstatbestände (umfasst im Wesentlichen die Zugriffsverbote gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG, u. a. das Verbot der Zerstörung von Fortpflanzungs- oder Ruhestätten) für planungsrelevante Arten ausgelöst, eröffnet § 44 Abs. 5 BNatSchG die Möglichkeit, durch Maßnahmen mit funktional-kompensatorischen Charakter dafür zu sorgen, dass ebendiese Verbotstatbestände nicht eintreten und damit eine Ausnahmeprüfung nach § 45 BNatSchG vermieden werden kann (TRAUTNER 2020: 97). Gemeint sind hier die **CEF-Maßnahmen**, die zum Ziel haben, dass die ökologische Funktion einer von einem Eingriff oder Vorhaben betroffenen Fortpflanzungs- und Ruhestätte<sup>10</sup> – trotz des stattfindenden Eingriffs – im räumlichen Zusammenhang weiterhin erfüllt wird und die artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände hierdurch nicht eintreten (TRAUTNER 2020: 97). Bei CEF-Maßnahmen handelt es sich damit um Vermeidungsmaßnahmen, die kompensatorische Elemente aufweisen (LAU et al. 2019). Im Gegensatz dazu kommen **FCS-Maßnahmen** erst dann zum Einsatz, wenn durch einen Eingriff artenschutzrechtliche Verbotstatbestände ausgelöst werden, die nicht durch CEF-Maßnahmen oder Veränderungen am Vorhaben vermieden werden können. Kommt es zur Verwirklichung von Verbotstatbeständen gemäß § 44 Abs. 1 BNatSchG darf ein Vorhaben nur noch unter den Ausnahmevoraussetzungen gemäß § 45 Abs. 7 BNatSchG umgesetzt werden (LAU et al. 2019). Nach § 45 Abs. 7 Satz 2 BNatSchG ist für die Erteilung einer artenschutzrechtlichen Ausnahme u. a. darzulegen, dass sich der Erhaltungszustand der Population der betroffenen Art nicht verschlechtert. Um diese Ausnahmevoraussetzung zu erfüllen, kann auf FCS-Maßnahmen zurückgegriffen werden. Deren Ziel ist es, Beeinträchtigungen, wegen denen die artenschutzrechtliche Ausnahme erteilt wird, vollständig zu kompensieren, um so dem Verschlechterungsverbot zu genügen (ebd.).

Da ASRM an die Habitatansprüche, Verhaltensmuster, Mobilitätsleistungen und Vermehrungsraten der betroffenen Art(en) angepasst sein müssen, sind der Aussagekraft allgemeiner Anforderungen Grenzen gesetzt (RUNGE et al. 2010: 84). Dennoch bestehen einige grundsätzliche räumliche, funktionale und zeitliche Anforderungen an ASRM, die auch für die Bewertung der Eignung von KUP+ als ASRM relevant sind. Die Anforderungen an CEF-Maßnahmen sind in räumlicher, funktionaler und zeitlicher Hinsicht enger gefasst als die Anforderungen an FCS-Maßnahmen (EU-KOMMISSION 2007, RUNGE et al. 2010: 64). Im Folgenden werden die Anforderungen an beide Typen von ASRM zusammengefasst.

---

<sup>10</sup> Betrifft die Fortpflanzungs- oder Ruhestätten im engeren Sinne sowie ggf. betroffene Nahrungshabitate und Wanderbeziehungen, soweit diese für die Funktionsfähigkeit der Fortpflanzungs- und Ruhestätten und damit für die dauerhafte Sicherung der betroffenen lokalen Individuengemeinschaft einen limitierenden Faktor darstellen (RUNGE et al. 2010: 37).

## Allgemeine Anforderungen

- CEF- und FCS-Maßnahmen müssen mit hoher Sicherheit wirksam sein. Die Beurteilung der Erfolgsaussichten muss sich auf objektive Informationen stützen und den Besonderheiten und spezifischen Umweltbedingungen der betroffenen Lebensstätte Rechnung tragen (EU-KOMMISSION 2007: 54, LANA 2010: 12).
- CEF- und FCS-Maßnahmen sollten nicht auf Flächen erfolgen, auf denen sich durch deren Umsetzung Zielkonflikte mit anderen naturschutzfachlich bedeutsamen Biotopen und Arten ergeben (RUNGE et al. 2010: 44, TRAUTNER 2020).

## Räumlich-funktionale Anforderungen

- CEF-Maßnahmen müssen einen unmittelbaren räumlich-funktionalen Bezug zu der vom Vorhaben betroffenen Fortpflanzungs- und Ruhestätte bzw. der dort lebenden lokalen Individuengruppe der betroffenen Art aufweisen (LANA 2010, RUNGE et al. 2010: 39). Der räumliche Zusammenhang ist artspezifisch zu ermitteln, da verschiedene Arten unterschiedliche Mobilitätsleistungen, Aktionsräume und damit Ausbreitungsfähigkeiten besitzen (RUNGE et al. 2010: 46). Voraussetzung ist, dass die Maßnahmenfläche von den betroffenen Individuen bzw. der Individuengruppe – möglichst eigenständig, notfalls durch Umsiedlungen – besiedelt werden kann (ebd.).
- CEF-Maßnahmen müssen die beeinträchtigten Fortpflanzungs- und Ruhestätten inkl. ihrer für die betroffene Art essenziellen Schlüsselfaktoren (bspw. Mikroklima, Wasserqualität) und -strukturen (z. B. Höhlenbäume, Eiablageplätze, Singwarten) in mind. gleicher Anzahl bzw. Größe und mind. gleicher Qualität erhalten oder gleichartig wiederherstellen (EU-KOMMISSION 2007: 53, RUNGE et al. 2010: 37f, TRAUTNER 2020: 101f), um sicherzustellen, dass es nicht zur Minderung des Fortpflanzungserfolgs oder der Ruhemöglichkeiten der betroffenen Individuen(gruppe) kommt und sich die Größe der lokalen Individuengemeinschaft nicht signifikant verringert (RUNGE et al. 2010: 36).
- CEF-Maßnahmen dürfen keine ihrer Funktionsfähigkeit mindernden Beeinträchtigungen ausgesetzt sein, denen die ursprünglichen Fortpflanzungs- und Ruhestätten nicht ausgesetzt waren (RUNGE et al. 2010: 38).
- CEF-Maßnahmen müssen vorhandene Vernetzungsbeziehungen zu Nachbarpopulationen in gleicher Qualität aufweisen wie die beeinträchtigten Fortpflanzungs- oder Ruhestätten (ebd.).
- FCS-Maßnahmen müssen die negativen Auswirkungen eines Vorhabens den spezifischen Gegebenheiten entsprechend kompensieren und eine Verschlechterung des Erhaltungszustandes der betroffenen Population einer Art verhindern (EU-KOMMISSION 2007: 70). Hinsichtlich des räumlich-funktionalen Bezuges ist im Vergleich zu CEF-Maßnahmen eine flexiblere Ausgestaltung der Maßnahmen möglich: FCS-Maßnahmen müssen im Gegensatz zu CEF-Maßnahmen nicht zwingend die von einem Vorhaben betroffene Fortpflanzungs- oder Ruhestätten mit ihrer lokalen Individuengemeinschaft der betroffenen Art wiederherstellen (LAU et al. 2019), sondern können auch an anderen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der lokalen Population, Metapopulation oder sogar einer anderen Population innerhalb der biogeographischen Region ansetzen, sofern das Ziel der Erhaltung eines günstigen Erhaltungszustandes erfüllt wird (LANA 2010, TRAUTNER 2020: 100). Anders als CEF-Maßnahmen, die explizit dem Erhalt oder der Wiederherstellung von Fortpflanzungs- oder Ruhestätten dienen, ist es bei FCS-Maßnahmen auch denkbar, dass sie die Population

der betroffenen Art durch eine Verbesserung von Nahrungshabitaten stützen, sofern diese Maßnahme dazu geeignet ist, eine Verschlechterung des Erhaltungszustandes der Art zu verhindern (LAU et al. 2019).

### **Zeitliche Anforderungen**

- CEF- und FCS-Maßnahmen müssen grundsätzlich dauerhaft wirksam sein (so lange der Eingriff wirkt); dies erfordert eine dauerhafte rechtliche Sicherung der Maßnahmenfläche und ihrer Unterhaltung sowie Pflege (im Falle von produktionsintegrierten Maßnahmen ihrer extensiven Nutzung unter bestimmten Auflagen) (LAU et al. 2019, TRAUTNER 2020: 100f).
- CEF-Maßnahmen müssen bereits bei Realisierungsbeginn eines Vorhabens, also mit Beginn der Beeinträchtigung, voll funktionsfähig sein, sodass keine zeitliche Funktionslücke in qualitativer und quantitativer Hinsicht entsteht (TRAUTNER 2020: 97). Sie müssen somit bereits vor Vorhabensbeginn umgesetzt werden. Die Eignung als CEF-Maßnahme ist umso größer, je kürzer die Entwicklungszeit bis zur vollen Funktionsfähigkeit der Maßnahme ist (RUNGE et al. 2010: 41). Der Konventionsvorschlag von RUNGE et al. (2010: 42) geht davon aus, dass Maßnahmen, die bis zum Erreichen ihrer vollen Funktionsfähigkeit mehr als 10 Jahre benötigen, nicht als CEF-Maßnahmen geeignet sind, da sie mit erheblichen Prognoseunsicherheiten behaftet sind und es zudem kaum praktikabel und aus Akzeptanzgründen unrealistisch ist, dass Maßnahmen bereits so viele Jahre vor der Genehmigung eines Vorhabens realisiert werden. Maßnahmen mit einer Entwicklungszeit von max. 5 Jahren bis zur vollen Wirksamkeit sind demnach besonders gut geeignet (ebd.). Biotope mit langen Entwicklungszeiten müssen jedoch nicht immer neu angelegt werden, sondern können ggf. um bestimmte Schlüsselqualitäten ergänzt werden, um zusätzlich Habitate zu schaffen und als CEF-Maßnahme geeignet zu sein (RUNGE et al. 2010: 45).
- FCS-Maßnahmen besitzen einen gelockerten zeitlichen Bezug. Sie sollen zwar möglichst zum Zeitpunkt der vorhabenbedingten Beeinträchtigung wirksam sein, im Unterschied zu CEF-Maßnahmen können zeitliche Lücken (temporäre Funktionsdefizite) aber akzeptiert werden, sofern diese nicht dazu führen, dass eine irreversible negative Auswirkung des Vorhabens auf den Erhaltungszustand der Population eintritt (EU-KOMMISSION 2007: 70, RUNGE et al. 2010: 33, TRAUTNER 2020: 100f).

### **6.2.2 Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen**

Bei produktionsintegrierten Kompensationsmaßnahmen (PIK) handelt es sich um eine besondere Form von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, die zur Eingriffsfolgenbewältigung im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung (§§ 13ff BNatSchG) eingesetzt werden. Die Eingriffsregelung (EGR) hat zum Ziel, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes und das Landschaftsbild in der Gesamtlandschaft, also auch außerhalb von Schutzgebieten, zu erhalten. Der Naturhaushalt umfasst gemäß § 7 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG die Naturgüter Boden, Wasser, Luft, Klima, Tiere und Pflanzen sowie das Wirkungsgefüge zwischen diesen. Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Fokus entsprechend der Fragestellung auf dem Schutzgut Tiere und Pflanzen als Teil des Naturhaushaltes. Anders als bei der artenschutzrechtlichen Prüfung (ASP) und den daraus resultierenden artenschutzrechtlichen Maßnahmen (ASRM) werden im Rahmen der EGR beim Schutzgut Tiere und Pflanzen alle heimischen Tier- und Pflanzenarten berücksichtigt. Darunter fallen bspw. auch die besonders und streng geschütz-

ten Arten auf nationaler Ebene (etwa 2.000 Arten, darunter auch zahlreiche häufige und ungefährdete Arten), die nicht dem strengen Schutzregime des besonderen Artenschutzes unterliegen (BREUER 2017). Dabei können in der Planungspraxis selbstverständlich nicht alle Tier- und Pflanzenarten vollständig erfasst und berücksichtigt werden. Vielmehr erfolgt – ähnlich wie bei der ASP (Kap. 6.2.1) – eine naturschutzfachlich begründete Auswahl „planungsrelevanter“ Artengruppen und Arten, die als Indikatoren für die biologische Vielfalt und spezifische Biotopfunktionen und -qualitäten herangezogen werden und durch deren Berücksichtigung die Ansprüche zahlreicher weiterer Arten mit abgedeckt werden (TRAUTNER et al. 2021, vgl. auch BERNOTAT et al. 2002). Meist werden standardmäßig bestimmte Artengruppen als Indikatoren für die Biotopfunktion und -qualität bestimmter Lebensraumtypen genutzt. Darüber hinaus erfolgt eine begründete Auswahl weiterer Arten, deren Ansprüche durch die Berücksichtigung dieser Standard-Artengruppen nicht hinreichend repräsentiert werden und die aufgrund der Biotopstruktur und ihrer Verbreitung zu erwarten sind und von den spezifischen Vorhabenwirkungen potenziell beeinträchtigt werden könnten (TRAUTNER et al. 2021). Dabei handelt es sich vor allem um bundes- und/oder landesweit gefährdete Arten (hier ebenfalls nicht alle Arten, sondern eine möglichst viele dieser Arten bzw. ihre Habitatansprüche repräsentierende Auswahl), nationale Verantwortlichkeitsarten, Arten mit besonderer Bedeutung für den Lebensraumverbund, Arten mit Schlüsselfunktionen für Lebensraumqualität und -dynamik sowie seltene Arten mit vorhabenbezogener Gefährdung (ebd.).

Die EGR kommt zur Anwendung, wenn es – bspw. im Rahmen von Bauvorhaben oder Grundwasserentnahmen – zu Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels kommt, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können (§ 14 Abs. 1 BNatSchG). Sie folgt dabei gemäß § 15 BNatSchG folgendem Schema (sog. „Rechtsfolgenkaskade“): Zunächst sind vermeidbare Beeinträchtigungen vorrangig zu unterlassen (Vermeidung). Verbleibende unvermeidbare Beeinträchtigungen sind gemäß § 15 Abs. 2 BNatSchG durch Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege auszugleichen (Ausgleichsmaßnahmen) oder zu ersetzen (Ersatzmaßnahmen). Sind Beeinträchtigungen nicht vermeidbar und können sie nicht durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen inkl. PIK (sog. „Realkompensation“) kompensiert werden, erfolgt eine Abwägung, in der die Belange von Natur und Landschaft den Belangen des Vorhabens bzw. der mit dem Vorhaben verfolgten Zwecke gegenübergestellt werden. Gehen die Belange von Natur und Landschaft vor, ist der Eingriff unzulässig. Überwiegen hingegen die vorhabenbezogenen Belange, ist der Eingriff zulässig. Der Verursacher muss dann anstelle der nicht durchführbaren Realkompensation eine Zahlung von Ersatzgeld leisten, das zweckgebunden für Maßnahmen des Naturschutzes und der Landschaftspflege möglichst in dem vom Eingriff betroffenen Naturraum zu verwenden ist.

Das Hauptziel der EGR als Instrument der Umweltfolgenbewältigung ist, dass Natur und Landschaft in der Gesamtbilanz von eingriffsbedingten Verschlechterungen und kompensationsbedingten Verbesserungen in der gleichen Qualität vorliegen wie vor einem Eingriff (MENGEL et al. 2018). Die Realkompensation durch Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen inkl. PIK ist daher zentraler Bestandteil der EGR. Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen unterscheiden sich gemäß § 15 Abs. 2 BNatSchG definitionsgemäß wie folgt: Im Hinblick auf den Naturhaushalt gilt eine Beeinträchtigung als aus-

geglichen „wenn und sobald die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts in gleichartiger Weise wiederhergestellt sind“ (Ausgleichsmaßnahmen). Ersetzt ist sie, „wenn und sobald die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts in dem betroffenen Naturraum in gleichwertiger Weise hergestellt sind“ (Ersatzmaßnahmen). Beiden Kompensationsformen gemein ist, dass diese einen klaren Funktionsbezug („die beeinträchtigten Funktionen“) aufweisen: Sie sind auf die (Wieder-)Herstellung konkreter, durch einen Eingriff beeinträchtigter Werte und Funktionen von Natur und Landschaft gerichtet (vgl. LAU 2011, BREUER 2017) und somit keine beliebigen Maßnahmen, sondern auf die „Heilung“ konkreter Eingriffsfolgen gerichtet (BREUER 2015; vgl. auch LOUIS 2004, CZYBULKA 2012, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021). Die Anforderungen an den räumlich-funktionalen Zusammenhang zwischen Eingriff und Kompensation unterscheiden sich jedoch bei den beiden Kompensationsformen:

**Ausgleichsmaßnahmen** zeichnen sich durch einen engen räumlich-funktionalen Zusammenhang zwischen den eingriffsbedingten Beeinträchtigungen und den durch die Ausgleichsmaßnahme wiederherzustellenden Funktionen aus. Sie müssen die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts *gleichartig wiederherstellen*, also einen Zustand schaffen, der sich dem vor dem Eingriff bestehenden Zustand weitestgehend annähert (LOUIS 2004, LAU 2011, SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 24), diesem ursprünglichen Zustand also so weit wie möglich entspricht (MENGEL et al. 2018). Ausgleichsmaßnahmen sind also darauf ausgerichtet, einen früheren, durch einen Eingriff erheblich beeinträchtigten Zustand in der gleichen Art und mit der gleichen Wirkung fortzuführen (FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 34). Der Funktionsbezug ist gewahrt, wenn im Vergleich zum Zustand vor dem Eingriff keine wesentlichen Faktoren des ökologischen (oder optischen) Beziehungsgefüges verlorengehen (WAGNER & CZYBULKA 2012). Dies schließt ein, dass Ausgleichsmaßnahmen auf den Eingriffsort zurückwirken (LOUIS 2004, LAU 2011). Sie müssen also in dem Raum erfolgen, der von einem Eingriff funktional beeinträchtigt wurde (BREUER 2015: 82). Eine Ausgleichsmaßnahme für das Schutzgut Tiere und Pflanzen liegt z. B. vor, wenn in räumlicher Nähe zum Eingriffsort die wertbestimmenden Arten und Lebensgemeinschaften in etwa gleichen Populationen vorkommen und dort die gleichen Entwicklungsmöglichkeiten vorfinden wie vor dem Eingriff bzw. auf der Eingriffsfläche (FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 42).

Bei **Ersatzmaßnahmen** ist der räumlich-funktionale Zusammenhang hingegen gelockert. Ersatzmaßnahmen müssen einen Zustand *herstellen* (Ausgleichsmaßnahmen: „wiederherstellen“), dem der gleiche Wert (*gleichwertig*) zuzusprechen ist, wie dem Zustand vor dem Eingriff (LOUIS 2004). Der durch Ersatzmaßnahmen geschaffene Zustand soll dem Zustand vor dem Eingriff möglichst nahekommen bzw. den Funktionen und Werten, die durch einen Eingriff betroffen sind, möglichst ähnlich sein (GUCKELBERGER & SINGLER 2016: 9, MENGEL et al. 2018: 169, SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 28, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 36). Räumlich sind Ersatzmaßnahmen für den Naturhaushalt innerhalb des betroffenen Naturraumes durchzuführen (§ 15 Abs. 2 BNatSchG), sie sind also im Gegensatz zu den Ausgleichsmaßnahmen nicht auf den Eingriffsbereich oder dessen unmittelbare Umgebung beschränkt. Trotz einer Lockerung des räumlich-funktionalen Bezuges bei Ersatzmaßnahmen ist auch bei diesen ein Mindestmaß an sachlich-funktionalem Zusammenhang zwischen Eingriff und Ersatz erforderlich, da § 15 Abs. 2 Satz 3 BNatSchG explizit auf „die beeinträchtigten Funktionen“ abhebt (LAU 2011: 763). Daher ist bei Ersatzmaßnahmen die höchstmögliche Gleichwertigkeit des Ersatzes anzustreben (FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn.

37). Dies erfolgt prioritär durch Maßnahmen, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes so ähnlich wie möglich und insgesamt gleichwertig ersetzen, also den beeinträchtigten Funktionen möglichst nahekommen (ebd.). Unter mehreren als gleichwertig anzusehenden Ersatzmöglichkeiten ist diejenige zu wählen, die der beeinträchtigten Funktion am nächsten kommt; eine schematische Anwendung von Biotopwertverfahren ohne Berücksichtigung von spezifischen Funktionen (bspw. der konkreten Biotopfunktion der Eingriffsfläche für bestimmte Arten und Lebensgemeinschaften) ist daher unzureichend (ebd.). Eine Ersatzmaßnahme für das Schutzgut Tiere und Pflanzen liegt z. B. vor, wenn entweder gleiche oder ähnliche Arten und Lebensgemeinschaften in weiterer Entfernung zum Eingriffsort (Naturraum) gefördert werden (FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 42).

PIK können je nach Art des Eingriffes und in Abhängigkeit ihrer räumlich-funktionalen Nähe zum Eingriff und seinen Folgen als Ausgleichs- oder als Ersatzmaßnahme dienen (CZYBULKA & WAGNER 2012: 39). Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen sind im BNatSchG seit dem Jahr 2010 gleichgestellt (vorher bestand ein Vorrang zur Umsetzung von Ausgleichsmaßnahmen). Daraus ergibt sich jedoch keine Wahlfreiheit oder Beliebigkeit bei der Wahl der Kompensationsform: Die Regelung beinhaltet nur die Möglichkeit, im Einzelfall darüber zu entscheiden, ob die Kompensation einen unmittelbaren räumlichen Bezug zum Eingriff erfordert oder auch im gelockerten räumlichen Zusammenhang erfolgen kann (MICHLER & MÖLLER 2011). Sie schließt die Erforderlichkeit eines funktionalen Bezuges dieser Maßnahmen zu den Eingriffsfolgen jedoch nicht aus (ebd.). Im Kompensationskonzept ist zu entscheiden, ob den Zielen der EGR im Einzelfall eher durch Ausgleichs-, Ersatz- oder eine Kombination beider Maßnahmen entsprochen werden kann (SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 15). Der Verursacher (bzw. ein durch ihn beauftragter Gutachter) kann zwar Vorschläge für die Kompensation unterbreiten, die Entscheidung obliegt jedoch der zulassenden Behörde: Sie kann diejenigen Maßnahmen bestimmen, die den Zielen der EGR unter den fachlichen Gesichtspunkten des Einzelfalles am besten entsprechen (ebd.). Die häufige Praxis der EGR, Eingriffe in landwirtschaftliche Flächen pauschal durch Gehölzanpflanzungen zu kompensieren, wird dem Anspruch an eine funktionsgerechte Kompensation nicht gerecht, da durch die Kompensation ganz andere Biotopfunktionen erfüllt bzw. andere Arten und Lebensgemeinschaften gefördert werden, als durch den Eingriff beeinträchtigt wurden (CZYBULKA 2012: 227). Eine funktionsgerechte Kompensation von Eingriffen in landwirtschaftlich genutzte Flächen macht gerade deshalb PIK erforderlich bzw. oftmals sogar unabdingbar (CZYBULKA 2012, BREUER 2015).

PIK werden im BNatSchG zwar nicht explizit genannt, lassen sich aber aus den Ausführungen des § 15 Abs. 3 unmittelbar ableiten (GODT et al. 2017). Demnach *„ist vorrangig zu prüfen, ob der Ausgleich oder Ersatz auch [...] durch Bewirtschaftungs- oder Pflegemaßnahmen, die der dauerhaften Aufwertung des Naturhaushalts oder des Landschaftsbildes dienen, erbracht werden kann, um möglichst zu vermeiden, dass Flächen aus der Nutzung genommen werden.“* Zu diesen Bewirtschaftungs- oder Pflegemaßnahmen zählen auch PIK. Bei PIK handelt es sich nach BREUER (2015: 78) um Kompensationsmaßnahmen, die unter Einschluss einer fortdauernden (i. d. R. extensivierten) land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung auf den Schutz oder die Entwicklung bestimmter Werte und Funktionen von Natur und Landschaft abzielen. Die Anforderungen an PIK sind nahezu deckungsgleich mit den Anforderungen an „klassische“ Kompensationsmaßnahmen und werden nachfolgend zusammengefasst.

## Allgemeine Anforderungen

- Mit PIK verbundene Bewirtschaftungsauflagen müssen über den Standard der guten fachlichen Praxis (gFP), der Cross Compliance-Regelungen (CC), der Maßgaben des landwirtschaftlichen Fachrechtes sowie weitere umweltrechtliche Anforderungen hinausgehen (GODT et al. 2017: 146; umfasst Vorschriften des Agrar- und Umweltrechtes, insbesondere des Naturschutz-, Pflanzenschutz-, Düngemittel- und Bodenschutzrechtes, FISCHER-HÜFTLE 2021: § 5 BNatSchG Rn. 10).
- Die durch PIK erzielte ökologische Aufwertung muss messbar über dem Zustand einer Fläche liegen, die nach den o. g. Mindestanforderungen bewirtschaftet wird (GODT et al. 2017). PIK müssen also ein messbares ökologisches Aufwertungspotenzial besitzen.
- PIK erfordern eine Durchführung realer Maßnahmen, die eine physische Veränderung bewirken; die Sicherung eines bestehenden Zustandes gegen Veränderung (Verschlechterung) ist unzureichend (MENGEL et al. 2018: 162, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 63)
- Flächen, auf denen PIK umgesetzt werden, müssen aufwertungsfähig und aufwertungsbedürftig sein. Dies trifft bspw. auf intensiv genutzte, floristisch und faunistisch verarmte Ackerflächen zu (CZYBULKA & WAGNER 2012).
- PIK müssen nach aktuellem wissenschaftlichem Stand mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksam sein (MENGEL et al. 2018: 163).
- Die Umsetzung von PIK und die Zielerreichung müssen kontrollierbar sein (SCHMIDT et al. 2021b).
- Bei Festlegung von Art und Umfang von Kompensationsmaßnahmen sind die Vorgaben der Landschaftsplanung (§§ 10 und 11 BNatSchG) zu berücksichtigen (§ 15 Abs. 2 BNatSchG).
- Kompensationsmaßnahmen dürfen nicht zu einer Beeinträchtigung anderer Ziele des Naturschutzes auf derselben Maßnahmenfläche führen (GODT et al. 2017: 147).

## Räumlich-funktionale Anforderungen

- Die wichtigste Anforderung an PIK ist, dass diese der Kompensation konkreter Eingriffsfolgen dienen. Sie müssen sich daher an den durch einen Eingriff erheblich beeinträchtigten Funktionen orientieren und auf die Aufwertung ebendieser Funktionen abzielen (CZYBULKA et al. 2012, LITTERSKI 2012, BREUER 2015, MENGEL et al. 2018).
- Ausgleichsmaßnahmen setzen eine räumliche Nähe zum Eingriff voraus, Ersatzmaßnahmen können hingegen im betroffenen Naturraum umgesetzt werden (WAGNER & CZYBULKA 2012).
- Sofern im konkreten Einzelfall mit den Anforderungen an eine räumlich-funktionale Kompensation vereinbar, können PIK auch als rotierende Maßnahmen (d. h. mit regelmäßig wechselndem Standort, z. B. Blühstreifen) umgesetzt werden (MICHLER & MÖLLER 2011, SCHMIDT et al. 2021b). Pflege und Rotation müssen dann so ausgestaltet sein, dass ein zwischenzeitlicher Komplettverlust wertgebender Strukturen vermieden und eine Artenmigration ermöglicht wird (ETTERER et al. 2020: 33).
- Die Flächengröße für PIK ist abhängig von der naturschutzfachlichen Bedeutung der beeinträchtigten Fläche, der Art und Intensität des Eingriffs, dem Ausgangs- und dem angestrebten Zielzustand der Kompensationsfläche und weiteren Faktoren wie dem Entwicklungszeitraum bis zur vollen Wirksamkeit (Time-Lag) und kann daher nicht pauschal angegeben werden (LITTERSKI 2012, GUCKELBERGER & SINGLER 2016).

## Zeitliche Anforderungen

- Kompensationsmaßnahmen sind zeitgleich mit den Vorhaben zu verwirklichen, deren Eingriffsfolgen sie kompensieren sollen (GUCKELBERGER & SINGLER 2016).
- § 15 Abs. 5 BNatSchG sieht vor, dass unvermeidbare Eingriffe *in angemessener Frist* auszugleichen oder zu ersetzen sind (LAU 2011). Diese Anforderung soll das Problem begrenzen, dass eine lange gewachsene, beeinträchtigte Funktion des Naturhaushalts nicht sofort wiederhergestellt werden kann; der Gesetzgeber nimmt somit bei der Kompensation eine vorübergehende Verschlechterung des ökologischen Zustandes hin, der Zeitraum bis zum Eintreten der Wirksamkeit muss aber absehbar sein (bei Wald z. B. 25–30 Jahre) (SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 19). Über diese angemessene und absehbare Zeitspanne hinausreichende Beeinträchtigungen müssen anhand eines Time-Lag-Aufschlags durch Vergrößerung der Maßnahmenfläche ausgeglichen werden (ebd.).
- Die ökologische Aufwertung von Kompensationsmaßnahmen muss so lange gesichert werden, wie die Eingriffsfolgen bestehen; dies umfasst neben der Flächensicherung auch die Sicherung der erforderlichen Unterhaltung, Pflege bzw. bei PIK die Sicherung einer extensiven Nutzung gemäß bestimmter Maßgaben (CZYBULKA & WAGNER 2012, BREUER 2015). Die Dauer für die Verpflichtung zur Pflege/Unterhaltung/Nutzung wird aus Gründen der Verhältnismäßigkeit häufig mit 25 Jahren angegeben (SCHUMACHER & FISCHER-HÜFTLE 2021), der genaue Unterhaltungszeitraum wird durch die zuständige Behörde im Zulassungsbescheid festgesetzt (§ 15 Abs. 4 BNatSchG). Die Sicherung der Kompensationsfläche selbst, bspw. vor erneuten Eingriffen, muss dauerhaft erfolgen (CZYBULKA 2012: 227f). Die Kompensation kann dann wieder entfallen, wenn die Eingriffshandlung befristet und der Eingriff tatsächlich beendet ist, die Eingriffsfolgen beseitigt sind und die Eingriffsfläche in den früheren Zustand zurückversetzt wurde (SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 19).

### 6.2.3 Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen

Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) sind ein wesentlicher Bestandteil der zweiten Säule der GAP und eines der Hauptinstrumente zur Erreichung von Umweltzielen der EU-Agrarpolitik (FREESE 2012). Im Gegensatz zur ersten Säule der GAP, die Direktzahlungen (Einkommensstützung für Landwirte) und Marktmaßnahmen umfasst, werden in der zweiten Säule Maßnahmen zur Entwicklung des ländlichen Raumes durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) gefördert (LAKNER et al. 2021: 338). Die EU gibt hierfür mit der ELER-Verordnung (Verordnung EU Nr. 1305/2013) den Rahmen vor, die Mitgliedsstaaten entwickeln darauf aufbauend entsprechend ihrer Bedürfnisse, Prioritäten und Besonderheiten eigene Programme zur Entwicklung des ländlichen Raumes und setzen diese um (BATÁRY et al. 2015, LAKNER et al. 2021: 339). Einige EU-Mitgliedsstaaten besitzen dabei ein Programm für das gesamte Land, andere hingegen Programme für bestimmte Regionen oder Verwaltungseinheiten innerhalb ihres Staatsgebietes (ebd.). In Deutschland besitzen die Bundesländer jeweils eigene Programme, in denen sie den von der EU in der ELER-Verordnung und den vom Bund im nationalen Strategieplan vorgegebenen Rahmen gemäß ihren spezifischen Bedürfnissen ausfüllen (FREESE 2012). Jedes dieser Länderprogramme kann die von der EU vorgegebenen Maßnahmengruppen unterschiedlich ausgestalten und finanziell ausstatten und damit individuelle Schwerpunkte setzen (ebd.). Die in den Programmen zur Entwicklung des ländlichen Raumes aufgeführten Maßnahmen werden anteilig von der EU und den Mitgliedsstaaten finanziert.

In Deutschland erfolgt die nationale Kofinanzierung zum Teil vom Bund (durch das Förderinstrument „Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz – GAK“) und zum Teil durch die Länder (FREESE 2012, LAKNER et al. 2021).

Die EU gibt vor, dass mindestens 30 % der Mittel jedes ELER-Programms für umwelt- und klima-relevante Maßnahmen aufgewendet werden müssen, wobei ein Großteil davon auf die Förderung von AUKM entfällt (Verordnung EU Nr. 1305/2013, FREESE 2012). AUKM zielen darauf ab, dass Landbewirtschaftler im Dienste der Gesellschaft Produktionsverfahren einführen oder beibehalten, die dem Klimaschutz und der Klimaanpassung sowie dem Schutz und der Verbesserung der Umwelt, des Landschaftsbildes, der natürlichen Ressourcen (wie Böden und Gewässer), der genetischen Vielfalt und dem Schutz von Arten und Biotopen dienen (ebd.). Im Rahmen von AUKM werden also Landwirte finanziell unterstützt, die auf freiwilliger Basis ihre Landbewirtschaftung oder Betriebsführung anpassen, um bestimmte Umweltleistungen zu fördern (KLEIJN & SUTHERLAND 2003). AUKM sind damit auch das Hauptwerkzeug zum Schutz und zur Förderung der Biodiversität in der Agrarlandschaft in der EU außerhalb von Schutzgebieten (BATÁRY et al. 2020). Die Verpflichtung zur Durchführung von AUKM wird i. d. R. für einen Zeitraum von 5–7 Jahren eingegangen und durch einen Vertrag zwischen Verwaltung und Landbewirtschaftler gesichert (Verordnung EU Nr. 1305/2013, Artikel 28 Abs. 5). Die Zahlungen für AUKM erfolgen i. d. R. jährlich und flächenbezogen (pro ha) und kompensieren zusätzliche Kosten und entgangene Einnahmen, die durch Auflagen verursacht werden, die über die rechtlich anderweitig vorgeschriebenen Anforderungen an die Bewirtschaftung hinausgehen (Verordnung EU Nr. 1305/2013).

AUKM lassen sich unterteilen in flächendeckend angebotene Maßnahmen („horizontal“ schemes) und in Maßnahmen, die nur in spezifischen Gebieten („targeted“, „vertical“ oder „zonal“ schemes) angeboten werden (KLEIJN & SUTHERLAND 2003, BATÁRY et al. 2015). Der erste Maßnahmentyp umfasst im Wesentlichen Maßnahmen des Umwelt- und Ressourcenschutzes, die zwar auch Verbesserungen für Naturschutz und Biodiversität bewirken können, aber prioritär auf die abiotischen Schutzgüter ausgerichtet sind (BATÁRY et al. 2015). Diese Maßnahmen werden meist auf der gesamten Fläche der Mitgliedsstaaten angeboten, lassen sich einfach in die Bewirtschaftungspraxis integrieren, sind i. d. R. weniger anspruchsvoll oder fördern pauschal eine bestimmte Form der Landbewirtschaftung wie den Ökolandbau (ebd.). „*Targeted Measures*“ sind hingegen meist anspruchsvollere Maßnahmen, die auf bestimmte Gebiete (oft Gebiete mit hohem Naturschutzwert) beschränkt sind und gezielte Handlungen oder Bewirtschaftungsmaßnahmen zur Förderung bestimmter Biotoptypen oder Zielarten umfassen (KLEIJN & SUTHERLAND 2003, BATÁRY et al. 2020). FREESE (2012) unterscheidet für Deutschland analog dazu zwischen ressourcenschutzorientierten und naturschutzorientierten AUKM<sup>11</sup>. Erstere umfassen dabei u. a. den Ökolandbau, den Einsatz umweltfreundlicher Gülleausbringungstechnik oder bestimmte Boden- und Erosionsschutzmaßnahmen, letztere z. B. Maßnahmen des Vertragsnaturschutzes, der

---

<sup>11</sup> Eine Besonderheit in Deutschland ist, dass naturschutzorientierte und ressourcenschutzorientierte AUKM in vielen Bundesländern in spezifischen Unterprogrammen der ELER-Programme angesiedelt sind; naturschutzorientierte AUKM sind oftmals in den sog. Vertragsnaturschutzprogrammen zusammengefasst, die von den Naturschutzverwaltungen verantwortet werden, während ressourcenschutzorientierte AUKM oftmals den sog. Agrarumwelt- oder Kulturlandschaftsprogrammen zugeordnet sind, die bei den Agrarverwaltungen angesiedelt sind (FREESE 2012, vgl. auch TRAUTNER 2020: 142). Unabhängig davon handelt es sich bei den Maßnahmen dieser ELER-Unterprogramme grundsätzlich um AUKM, da die ELER-Verordnung und die EU-Kommission nicht zwischen Vertragsnaturschutzmaßnahmen und Maßnahmen der Agrarumwelt- oder Kulturlandschaftsprogramme unterscheidet (FREESE 2012).

Biotoppflege und des Artenschutzes oder die Etablierung von Blüh- und Ackerrandstreifen oder Hecken. Mehr oder weniger analog dazu wird für Maßnahmen des ersten Typs auch der Begriff „hellgrüne Maßnahmen“ (moderate Extensivierungsmaßnahmen, die nur geringe Verbesserungen für gefährdete Arten und Lebensgemeinschaften bewirken) und für diejenigen des zweiten Typs der Begriff „dunkelgrüne Maßnahmen“ (anspruchsvollere Maßnahmen, die vor allem auf anspruchsvollere und gefährdete Arten abzielen) verwendet (OPPERMANN 2013, ZEHLIUS-ECKERT 2017).

Die ELER-Programme mit den AUKM werden in den EU-Mitgliedsstaaten bzw. in ihren Regionen oder Bundesländern durch eigene Förderrichtlinien umgesetzt. Da jeder Staat bzw. jede Region ein individuelles ELER-Programm mit bestimmten Schwerpunkten besitzt, ist die Fülle an angebotenen AUKM in der EU und in Deutschland kaum überschaubar (KLEIJN & SUTHERLAND 2003, FREESE 2012, BATÁRY et al. 2020). Die regelmäßigen Reformen der GAP ermöglichen es zudem, die Programme in neuen Förderperioden anzupassen oder neu auszurichten und dabei auch neue wissenschaftliche Erkenntnisse in das Angebot und die Ausgestaltung der AUKM einfließen zu lassen; die nationalen und regionalen ELER-Programme und die angebotenen AUKM verändern sich daher regelmäßig (BATÁRY et al. 2015). Da jeder EU-Mitgliedsstaat und jedes Bundesland die spezifischen Anforderungen an die in seinem Hoheitsgebiet angebotenen AUKM selbst in den jeweiligen Förderrichtlinien festlegt, gibt es eine enorme Vielfalt an Anforderungen an spezifische Maßnahmen, die sich nicht pauschal auf andere Mitgliedsstaaten und Bundesländer oder auf neuartige AUKM (bspw. KUP+ oder einzelne KUP-spezifische Maßnahmen als potenzielle neue AUKM) übertragen lassen. Es bestehen jedoch einige Vorgaben, die für sämtliche AUKM in allen EU-Mitgliedsstaaten (und damit auch in allen Bundesländern) gelten. Diese sind im Wesentlichen in Artikel 28 der ELER-Verordnung festgelegt, zielen vor allem auf die Förderfähigkeit und Doppelprämierungen ab, und lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Auflagen für AUKM müssen über die obligatorisch einzuhaltenden Standards und Anforderungen auf EU-Ebene (z. B. die Cross Compliance-Regelungen oder die Anforderungen des Greenings) und auf Ebene der Mitgliedsstaaten (in Deutschland z. B. die gute fachliche Praxis gemäß BNatSchG sowie weitere Vorschriften des Agrar- und Umweltrechtes, insbesondere des Pflanzenschutz-, Düngemittel- und Bodenschutzrechtes, FISCHER-HÜFTLE 2021: § 5 BNatSchG Rn. 10) hinausgehen.
- Der Verpflichtungszeitraum zur Durchführung von AUKM beträgt i. d. R. 5–7 Jahre.
- Die für AUKM gezahlten Prämien sollen zusätzliche Kosten (z. B. infolge eines erhöhten Bewirtschaftungsaufwandes) und Einkommensverluste (z. B. durch Ertragsminderungen bei Extensivierungen) infolge der eingegangenen Verpflichtungen decken.
- Eine Doppelförderung von AUKM und anderen, denselben Zweck verfolgenden Maßnahmen (z. B. eine zusätzliche finanzielle Förderung einer AUKM als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme) auf derselben Fläche ist nicht zulässig (vgl. hierzu SCHRADER 2012). Werden AUKM zusätzlich als ökologische Vorrangfläche (ÖVF) im Rahmen des Greenings (erste Säule der GAP) gemeldet, wird die AUKM-Prämie um einen entsprechenden Abzugsbetrag verringert, da bestimmte Anforderungen bereits durch die Greening-Zahlungen ausgeglichen werden und nicht ein weiteres Mal über die AUKM (zweite Säule) gefördert werden dürfen (Verbot der Doppelförderung); zusätzlich als AUKM gefördert werden dürfen dann nur Maßnahmen, die über die (geringeren) Greening-Anforderungen hinausgehen (vgl. BMEL 2022).

#### **6.2.4 Gegenüberstellung der Anforderungen an die verschiedenen Typen von produktionsintegrierten Naturschutzmaßnahmen**

Die drei betrachteten Typen produktionsintegrierter Naturschutzmaßnahmen (PIN) weisen einige Gemeinsamkeiten und einige wichtige Unterschiede auf, die auch für die Bewertung der Eignung von KUP+ als artenschutzrechtliche Maßnahme (ASRM), produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) und Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme (AUKM) von Bedeutung sind. Der wichtigste Unterschied zwischen ASRM und PIK auf der einen sowie AUKM auf der anderen Seite ist, dass ASRM und PIK Maßnahmen zur Eingriffsfolgenbewältigung (bzw. im Falle von CEF-Maßnahmen Vermeidungsmaßnahmen mit kompensatorischem Charakter; LAU et al. 2019) darstellen, während AUKM Maßnahmen zum Schutz und zur Verbesserung der Umwelt sind. ASRM und PIK müssen aufgrund rechtlicher Vorgaben also zwingend umgesetzt werden und sind explizit auf die Bewältigung (oder im Falle von CEF-Maßnahmen auf die Vermeidung) konkreter Eingriffsfolgen ausgerichtet (RUNGE et al. 2010, BREUER 2015, TRAUTNER 2020). AUKM sind hingegen freiwillige Maßnahmen, die proaktiv eine Verbesserung der Umweltsituation herbeiführen sollen, ohne dabei in irgendeinem Zusammenhang mit einem Eingriff zu stehen und dessen Folgen kompensieren zu müssen. Dies erklärt auch, warum die Anforderungen an AUKM (Kap. 6.2.3) vergleichsweise unspezifisch sind, während die Anforderungen an ASRM (Kap. 6.2.1) und PIK (Kap. 6.2.2) in räumlicher, funktionaler und zeitlicher Hinsicht deutlich konkreter und wesentlich höher sind (s. auch Tabelle 5).

Hinsichtlich ihres Schutz- bzw. Zielgegenstandes (im Hinblick auf die Biotopfunktion und Biodiversität) unterscheiden sich PIK, ASRM und AUKM ebenfalls deutlich. Im Rahmen der Eingriffsregelung (EGR) bzw. von PIK werden alle heimischen Tier- und Pflanzenarten als Teil des Naturhaushaltes berücksichtigt, während bei der artenschutzrechtlichen Prüfung (ASP) und den ASRM nur die europäischen Vogelarten, Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie und Arten nationaler Verantwortlichkeit im Fokus stehen (BREUER 2017, TRAUTNER 2020). Bei den AUKM stehen je nach Maßnahme bestimmte Zielarten bzw. -artengruppen (z. B. Feldhamster, Kiebitz, Ackerwildkrautgesellschaften, Kennarten artenreicher Grünländer) und Lebensraumtypen (z. B. Grünlandtypen wie Bergwiesen, Feuchtwiesen oder Mager-rasen) im Fokus. Andere AUKM zielen hingegen wesentlich unspezifischer auf die Förderung der Biodiversität im Allgemeinen ab und sind weniger auf konkrete Zielarten ausgerichtet (z. B. Ökolandbau oder die Anlage und Pflege von Blühstreifen, Feldrainen oder Hecken). In der Planungspraxis erfolgt sowohl bei der EGR als auch bei der ASP eine naturschutzfachlich begründete Auswahl von Arten bzw. Artengruppen (den sog. „planungsrelevanten“ Arten und Artengruppen), die als Indikatoren für die biologische Vielfalt und spezifische Biotopfunktionen und -qualitäten herangezogen werden und durch deren Berücksichtigung auch die Ansprüche zahlreicher weiterer Arten (bspw. weniger anspruchsvoller Ubiquisten) und Anspruchstypen repräsentiert werden (RUNGE et al. 2010, TRAUTNER et al. 2021, vgl. auch BERNOTAT et al. 2002). Diesen Indikator-Arten(gruppen) und ihren Anforderungen kommt bei der Ableitung erforderlicher Maßnahmen zur Vermeidung bzw. Eingriffsfolgenbewältigung (CEF- und FCS-Maßnahmen, PIK) besonderes Gewicht zu.

Bei PIK und ASRM ergeben sich die zu fördernden Arten, Lebensgemeinschaften und Biotopfunktionen immer aus den Folgen eines Eingriffes und sind daher immer einzelfallabhängig und nicht frei wählbar. PIK müssen die durch einen Eingriff beeinträchtigten Werte und Funktionen von Natur und Landschaft *gleichartig wiederherstellen* (Ausgleichsmaßnahmen) oder *gleichwertig herstellen* (Ersatzmaßnahmen),

es besteht also stets ein funktionaler Bezug zum Eingriff, der je nach Kompensationsform mehr oder weniger eng ist (LAU 2011, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 37). Noch strenger ist der funktionale Bezug bei ASRM: Diese zielen explizit auf ganz bestimmte Arten (und im Falle von CEF-Maßnahmen sogar explizit auf die vom Eingriff betroffene lokale Individuengruppe) ab und müssen daher auch konkret auf deren Ansprüche ausgerichtet sein (RUNGE et al. 2010: 84). Bei AUKM sind die zu fördernden Arten, Biotoptypen oder Biotopfunktionen hingegen in den jeweiligen Förderrichtlinien festgelegt. Da kein Bezug zu einem Eingriff besteht und es sich um freiwillige Maßnahmen handelt, kann ein Landwirt selbst entscheiden, welche AUKM er umsetzen möchte, sofern diese Maßnahme im jeweiligen Programm bzw. lokal für die Flächen seines Betriebes angeboten wird. Für PIK und ASRM ist daher auch eine wesentlich größere Prognosesicherheit erforderlich, dass sie exakt die Ziele erfüllen, die sie aufgrund ihres Anspruchs als Instrumente der Eingriffsfolgenbewältigung erfüllen müssen (RUNGE et al. 2010, CZYBULKA 2012, BREUER 2015). Bei AUKM ist es zwar ungünstig, wenn eine Maßnahme trotz einer förderlinien-konformen Umsetzung die gewünschten Ziele nicht erreicht oder nicht besonders effektiv/effizient ist (was durchaus auf einige AUKM zutrifft, vgl. KLEIJN & SUTHERLAND 2003, KLEIJN et al. 2006, BATÁRY et al. 2015, LAKNER et al. 2021). Dies ist aber eher tolerierbar als bei PIK und ASRM und führt dann gegebenenfalls zu einer Anpassung der AUKM in künftigen Förderperioden der GAP (BATÁRY et al. 2015).

Die räumlich-funktionalen Anforderungen an PIK und ASRM sind je nach Typ der Maßnahme (bei PIK: Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen; bei ASRM: CEF- oder FCS-Maßnahmen) unterschiedlich hoch. Räumlich setzen diese entweder eingriffsnah (Ausgleichsmaßnahmen) bzw. unmittelbar an den eingriffsbedingt betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten und der lokalen Individuengemeinschaft einer Art (CEF-Maßnahmen) an, mindestens ist aber eine Umsetzung im betroffenen Naturraum (Ersatzmaßnahmen) bzw. in der biogeographischen Region (FCS-Maßnahmen) erforderlich (RUNGE et al. 2010, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021). Da bei AUKM kein Zusammenhang zu einem Eingriff besteht, können diese räumlich wesentlich flexibler umgesetzt werden, nämlich dort, wo sie gemäß der jeweiligen ELER-Programme angeboten werden. Bei anspruchsvolleren („dunkelgrünen“) AUKM, die auf bestimmte Zielarten oder Biotoptypen abzielen, ist die Förderkulisse i. d. R. durch die Verbreitung dieser Arten/Biotoptypen auf bestimmte Förderkulissen beschränkt; andere, weniger anspruchsvolle bzw. weniger zielartenspezifische AUKM (z. B. Blühstreifen oder Ökolandbau) werden hingegen meist flächendeckend angeboten (vgl. KLEIJN & SUTHERLAND 2003, BATÁRY et al. 2015).

Der erheblichste Unterschied hinsichtlich der zeitlichen Anforderungen ist, dass ASRM und PIK dauerhaft (so lange die Eingriffsfolgen wirken) umgesetzt und gesichert werden müssen, während die Verpflichtung zur Durchführung bei AUKM 5–7 Jahre beträgt (BREUER 2015, TRAUTNER 2020, Verordnung EU Nr. 1305/2013). Bei den artenschutzrechtlichen CEF-Maßnahmen sind die zeitlichen Anforderungen sogar noch höher als bei PIK: Diese müssen zu Realisierungsbeginn des Vorhabens (Beginn der Beeinträchtigung) voll funktionsfähig sein, weshalb eine Umsetzung bereits vor dem Eingriff erforderlich ist (TRAUTNER 2020: 97). FCS-Maßnahmen besitzen im Vergleich zu CEF-Maßnahmen einen gelockerten zeitlichen Bezug. Sie sollen zwar möglichst zum Zeitpunkt der vorhabenbedingten Beeinträchtigung wirksam sein, im Unterschied zu CEF-Maßnahmen können temporäre Funktionsdefizite aber akzeptiert werden (EU-KOMMISSION 2007: 70, RUNGE et al. 2010: 33, TRAUTNER 2020: 100f). Bei PIK erfolgt die Umsetzung der Maßnahme hingegen zeitgleich mit dem Vorhaben (GUCKELBERGER & SINGLER 2016).

Sie müssen aber nicht unmittelbar mit Beginn der Beeinträchtigung voll funktionsfähig sein, sondern erst „in angemessener Frist“; der Zeitraum bis zum Eintreten der vollständigen Wirksamkeit muss aber absehbar sein (SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 19).

Eine gemeinsame Anforderung an PIK und AUKM ist, dass diese über die obligatorisch einzuhaltenden Standards der guten fachlichen Praxis (gfP), der Cross Compliance-Regelungen (CC), der Maßgaben des landwirtschaftlichen Fachrechtes sowie weitere umweltrechtliche Anforderungen hinausgehen müssen (u. a. GODT et al. 2017, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021, Verordnung EU Nr. 1305/2013). Für ASRM wird diese Anforderung in der Literatur und im Leitfaden der EU-KOMMISSION (2007) zwar nicht explizit hervorgehoben. Dass diese Standards auch von produktionsintegrierten ASRM deutlich überschritten werden müssen, liegt jedoch in der Natur der Sache: ASRM sind i. d. R. für Arten erforderlich, die hohe Ansprüche an ihre Lebensräume stellen und einem Gefährdungstatus unterliegen. Eine konventionelle Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Flächen entsprechend der o. g. Standards reicht daher nicht aus, um für diese Arten günstige Habitatbedingungen (bzw. Fortpflanzungs- und Ruhestätten) herzustellen (vgl. TRAUTNER 2020: 139ff). Wäre dies der Fall, wären diese Arten ungefährdet und unterlägen nicht langjährigen negativen Bestandsentwicklungen (vgl. hierzu Rote Liste der Brutvögel Deutschlands (RYSILAVY et al. 2020), nach der 83 % der im Offenland brütenden Vogelarten mindestens auf der Vorwarnliste geführt werden; vgl. auch DONALD et al. 2001, BURNS et al. 2021 sowie KAMP et al. 2021). De facto erfordern produktionsintegrierte ASRM also ebenfalls eine deutliche Überschreitung der genannten Standards, damit sie tatsächlich artspezifisch und mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksam sind, was wiederum eine Grundvoraussetzung für diesen Maßnahmentyp ist.

Abschließend ist zu betonen, dass eine Umsetzung verschiedener Maßnahmentypen innerhalb derselben Fläche durchaus möglich ist. Dabei müssen aber die spezifischen Anforderungen an die jeweiligen Maßnahmentypen in der Summe erfüllt sein; verschiedene Maßnahmentypen innerhalb derselben Fläche können dann entweder ganz oder teilweise denselben Inhalt haben bzw. auf dasselbe Ziel gerichtet sein (RUNGE et al. 2010: 68, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 74). Dabei ist jedoch im Hinblick auf das Verbot der Doppelförderung zu beachten, dass Maßnahmen mit demselben Inhalt nicht mehrfach gefördert werden dürfen (SCHRADER 2012). Es ist also durchaus möglich, dass dieselbe Maßnahme innerhalb derselben Fläche sowohl als PIK als auch als ASRM anerkannt wird, sie darf dann aber nicht doppelt finanziell vergütet werden. Separat gefördert werden dürfen nur Maßnahmen, die sich inhaltlich voneinander unterscheiden (ebd.). Ein Beispiel hierfür ist die Kombination von Bodenschutzmaßnahmen wie der Anbau von Zwischenfrüchten als AUKM mit Extensivierungsmaßnahmen wie einem Verzicht auf Pflanzenschutzmittel und dem Anbau von Sommergetreide mit doppeltem Reihenabstand zur Förderung von Ackerwildkräutern als PIK.

**Tabelle 5:** Eigenschaften von verschiedenen Typen produktionsintegrierter Naturschutzmaßnahmen und Gegenüberstellung der wichtigsten Anforderungen an diese Maßnahmentypen (Zusammenstellung aus den Kapiteln 6.2.1–6.2.3; die Quellen sind den jeweiligen Kapiteln zu entnehmen).

	<b>Artenschutzrechtliche Maßnahmen (ASRM)</b>	<b>Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK)</b>	<b>Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM)</b>
<b>Zielsetzung</b>	ASRM zielen darauf ab, den eingriffsbedingten Eintritt artenschutzrechtlicher Verbotstatbestände durch vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) zu vermeiden bzw. eine Verschlechterung des Erhaltungszustandes der Populationen betroffener Arten zu vermeiden (FCS-Maßnahmen)	Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen inkl. PIK dienen der Bewältigung von Eingriffsfolgen durch Realkompensation im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung	AUKM zielen auf den Schutz und der Verbesserung der Umwelt (umfassende Berücksichtigung der biotischen und abiotischen Schutzgüter und des Landschaftsbildes) durch proaktive Maßnahmen ab
<b>Schutzgegenstand</b> bzgl. Biotopfunktion & Biodiversität	Arten des Anhangs IV der FFH-RL, europäische Vogelarten sowie nationale Verantwortungsarten (bzw. naturschutzfachlich begründete Auswahl dieser Arten → planungsrelevante Arten)	Alle heimischen Tier- und Pflanzenarten als Teil des Naturhaushaltes (bzw. naturschutzfachlich begründete Auswahl → planungsrelevante Artengruppen und Arten)	Je nach Maßnahme bestimmte Zielarten und Biotoptypen oder Biodiversität im Allgemeinen (ohne Schwerpunkt auf bestimmten Arten)
<b>Allgemeine Anforderungen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Genehmigungsrelevante Maßnahmen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksam sein müssen (Erfolgskontrolle und eventuelle Korrekturmaßnahmen erforderlich)</li> <li>Eine Überschreitung obligatorisch einzuhaltender Bewirtschaftungsstandards (u. a. gFP, CC) wird zwar nicht explizit gefordert, ist aber de facto erforderlich, um die Wirksamkeit produktionsintegrierter ASRM sicherzustellen</li> </ul>	Mit PIK und AUKM verbundene Bewirtschaftungsauflagen müssen über den Standard der gFP, der CC-Regelungen, der Maßgaben des landwirtschaftlichen Fachrechtes sowie	weitere naturschutzrechtliche Anforderungen hinausgehen
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Genehmigungsrelevante Maßnahmen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksam sein müssen (Erfolgskontrolle und eventuelle Korrekturmaßnahmen erforderlich)</li> <li>Erfordern Durchführung physisch-realer Maßnahmen; die Sicherung eines bestehenden Zustandes reicht nicht aus</li> <li>Flächen, auf denen PIK umgesetzt werden, müssen aufwertungsfähig und aufwertungsbedürftig sein</li> </ul>	AUKM sind freiwillige Maßnahmen. Landwirte können aus dem Angebot an AUKM des für sie gültigen ELER-Programmes frei wählen. AUKM stehen in keinem Zusammenhang mit einem Eingriff, daher ist im Vergleich zu ASRM und PIK eine flexiblere Umsetzung in räumlicher, zeitlicher und funktionaler Hinsicht möglich. Konkrete Vorgaben und Anforderungen (wie Bewirtschaftungsauflagen, Förderkulisen) an einzelne AUKM sind in den Förderrichtlinien der EU-Mitgliedsstaaten (oder ihrer Regionen/Bundesländer) definiert.
<b>Räumlich-funktionale Anforderungen</b>	<p><i>CEF-Maßnahmen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Unmittelbarer räumlich-funktionaler Bezug zu betroffenen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten und den dort lebenden lokalen Individuen(gemeinschaften)</li> <li>Müssen Fortpflanzungs- und Ruhestätten inkl. ihrer für die betroffene Art essenziellen Schlüsselfaktoren in mind. gleicher Anzahl/Größe und gleicher Qualität erhalten oder ohne zeitliche Funktionslücke wiederherstellen</li> <li>Dürfen keine ihre Funktionsfähigkeit mindernden Beeinträchtigungen ausgesetzt sein, denen die ursprünglichen Fortpflanzungs- und Ruhestätten nicht ausgesetzt waren</li> <li>Müssen vorhandene Vernetzungsbeziehungen zu Nachbarpopulationen in gleicher Qualität aufweisen wie die ursprünglichen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten</li> </ul> <p><i>FCS-Maßnahmen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Möglichst räumlicher Bezug zur betroffenen lokalen Population, können aber auch an anderen Fortpflanzungs- oder Ruhestätten (und ggf. auch an Habitaten mit anderen Funktionen für die Art) der lokalen Population, Metapopulation oder sogar einer anderen Population innerhalb der biogeographischen Region ansetzen, sofern das Ziel der Sicherung des Erhaltungszustands erfüllt wird</li> </ul>	<p>PIK können je nach Art des Eingriffes und in Abhängigkeit ihrer räumlich-funktionalen Nähe zum Eingriff und seinen Folgen als Ausgleichs- oder als Ersatzmaßnahme dienen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Ausgleichsmaßnahmen</i> besitzen einen engen räumlich-funktionalen Zusammenhang zum Eingriff und seinen Folgen. Sie müssen die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts gleichartig wiederherstellen, also einen Zustand schaffen, der sich dem vor dem Eingriff bestehenden Zustand weitestgehend annähert. Sie müssen auf den Eingriffsort zurückwirken, also im Raum erfolgen, der von einem Eingriff funktional beeinträchtigt wurde</li> <li><i>Ersatzmaßnahmen</i> besitzen einen gelockerten räumlich-funktionalen Zusammenhang zum Eingriff und seinen Folgen. Der durch sie geschaffene Zustand soll dem Zustand vor dem Eingriff möglichst nahekommen bzw. den Funktionen und Werten, die durch einen Eingriff betroffen sind, möglichst ähnlich sein (gleichwertig). Ersatzmaßnahmen sind innerhalb des betroffenen Naturraums durchzuführen</li> </ul>	Da die EU-Mitgliedsstaaten bzw. ihre Regionen/Bundesländer ihre ELER-Programme und Förderrichtlinien selbst ausgestalten, können die spezifischen Anforderungen an einzelne AUKM sehr vielfältig sein und sich von Mitgliedsstaat zu Mitgliedsstaat bzw. von Region zu Region deutlich unterscheiden. Allgem. Anforderungen räumlich-funktionaler Art sind in der ELER-Verordnung nicht vorgegeben.
<b>Zeitliche Anforderungen</b>	ASRM und PIK müssen wirksam sein, so lange der Eingriff wirkt		Verträge werden i. d. R. für 5–7 Jahre geschlossen. Anschließend können Landwirte entscheiden, ob sie die Maßnahme fortführen wollen.
	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>CEF-Maßnahmen</i> müssen bereits bei Beginn der vorhabenbedingten Beeinträchtigung voll funktionsfähig sein (erfordert vorgezogene Umsetzung)</li> <li><i>FCS-Maßnahmen</i> sollen möglichst mit Eintritt der vorhabenbedingten Beeinträchtigung wirksam sein. Temporäre Funktionsdefizite können aber akzeptiert werden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Umsetzung erfolgt i. d. R. zeitgleich mit dem Vorhaben (keine vorgezogene Umsetzung erforderlich)</li> <li>Die Maßnahme muss in absehbarer Zeit die gewünschte Wirkung erzielen, aber nicht bereits bei Beginn der Beeinträchtigung voll funktionsfähig sein</li> </ul>	

## 6.3 Freilandökologische Untersuchungen zur Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für verschiedene Artengruppen

Die Ergebnisse der freilandökologischen Untersuchungen zur Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für verschiedene Artengruppen wurden in sechs Artikeln veröffentlicht, eine weitere Veröffentlichung behandelt darüber hinaus die Biotopfunktion konventioneller KUP für Groß- und Mittelsäuger.

### 6.3.1 Gefäßpflanzen: Short-Rotation Coppice Managed According to Ecological Guidelines—What are the Benefits for Phytodiversity? (*Artikel 1*)

ZITZMANN, F. & RODE, M. (2021): Short-Rotation Coppice Managed According to Ecological Guidelines—What are the Benefits for Phytodiversity? *Forests* 12 (5): 646. DOI: 10.3390/f12050646

#### Abstract

In recent years, the impact of short-rotation coppice (SRC) on biodiversity has been a regular subject of research and ecological guidelines have been developed to make biomass cultivation on SRC more compatible with biodiversity concerns. However, since these guidelines are only implemented voluntarily by farmers, there are barely any SRC that are managed according to ecological guidelines. Consequently, knowledge about their importance for farmland biodiversity and about the impact of different measures for increasing biodiversity remains scarce. Therefore, three experimental SRC, which are managed according to ecological guidelines and thus include stands of different tree species (varieties of poplar (*Populus*) and willow (*Salix*), rowan (*Sorbus aucuparia*), silver birch (*Betula pendula*)) and different growth-stages within the same site, were investigated with regard to their importance as habitat for vascular plants. Species numbers and species composition were compared with the following habitat types: afforestations (AFO), young (HE-Y) and old hedges (HE-O), field margins (FM) and arable land (AL). Furthermore, different stand types (i.e., stands with different tree species and growth-stages, headlands, clearings) within these SRC were surveyed and compared. Species numbers of SRC were similar to HE-Y, AFO and FM and significantly higher than in AL and HE-O. The composition of plant communities in SRC differed considerably from the other farmland habitats, especially from AL, HE-O and FM. Within the SRC, most stand types had similar species numbers. Only the non-harvested poplar stands were particularly species-poor. Harvesting led to increased species numbers. This increase was significant for the poplar stands but only moderate for the willow stands. With regard to their species composition, the different stand types differed considerably in many cases. We conclude that SRC, which are managed according to ecological guidelines, can be an additional measure to promote phytodiversity in agricultural landscapes as they contain relatively high species numbers (of mainly common and adaptable species) and support distinct plant communities that differ from other farmland habitats. Therefore, measures such as the cultivation of different tree species or sectional harvesting could be offered as agri-environmental schemes to further increase the ecological sustainability of biomass production on SRC.

Beiträge der Autoren: Die Studie wurde von FZ in Abstimmung mit MR konzipiert. Die Datenaufbereitung und -analyse erfolgte durch FZ. Die Interpretation der Ergebnisse sowie die Ausarbeitung des Manuskriptes erfolgten durch FZ. MR stand für die Diskussion der Ergebnisse beratend zur Seite und korrigierte das Manuskript.

## 6.3.2 Groß- und Mittelsäuger

### 6.3.2.1 Potential of small-scale and structurally diverse short-rotation coppice as habitat for large and medium-sized mammals (*Artikel 2*)

ZITZMANN, F., REICH, M. & SCHAARSCHMIDT, F. (2021): Potential of small-scale and structurally diverse short-rotation coppice as habitat for large and medium-sized mammals. *Biologia* 76 (8): 2195–2206. DOI: 10.1007/s11756-021-00686-0

#### Abstract

We surveyed occurrence and activity of large and medium-sized mammals on three experimental short-rotation coppice (SRC) and three afforestations by camera trapping. Both habitat types were surveyed simultaneously in spring. Additional wintertime surveys were performed on the SRC to consider seasonal aspects of habitat utilisation. In spring, SRC and afforestations were predominantly used by the same species. European hare (*Lepus europaeus*) and roe deer (*Capreolus capreolus*) were the most active species across all sites. Additionally, the European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) showed intense activity on one SRC site. Activity of carnivorous and omnivorous species was comparatively low in both habitat types, but even lower on the SRC. The only forest-associated species (European badger *Meles meles*), detected on all afforestations, was absent from the SRC. In winter, the surveyed SRC were used by the same species as in spring. Most species showed similar activity on the SRC in both seasons. We conclude that small-scale and structurally diverse SRC provide suitable habitat, in different seasons, especially for herbivorous mammals associated with farmland and forest-ecotones rather than forest species. The extent to which our results can be generalised to large-scale commercial SRC is unclear. However, the results indicate that SRC can be managed in a manner compatible with wildlife and may then have a habitat function for mammals comparable to that of young afforestations. Creation of within-plantation heterogeneity can be a suitable measure to improve habitat quality and should, therefore, be considered in the design and management of SRC.

Beiträge der Autoren: Die Studie wurde von FZ in Abstimmung mit MR entwickelt. Die Datenaufbereitung und -analyse erfolgte durch FZ und FS. Die Interpretation der Ergebnisse sowie die Ausarbeitung des Manuskriptes erfolgten durch FZ. MR und FS standen für die Diskussion der Ergebnisse beratend zur Seite und korrigierten das Manuskript.

### 6.3.2.2 Which Large- and Medium-Sized Mammals Use Commercial Short-Rotation Coppice as Habitat? (*Artikel 3*)

ZITZMANN, F. & REICH, M. (2022): Which Large- and Medium-Sized Mammals Use Commercial Short-Rotation Coppice as Habitat? *BioEnergy Research* (2022). DOI: 10.1007/s12155-021-10345-6

#### **Abstract**

We surveyed occurrence and activity of large- and medium-sized mammals on six commercial mini-rotation short-rotation coppice (SRC) plantations in northern Germany by camera trapping in different seasons (winter, late summer). In total, eleven species (6–9 per site) were detected. This corresponds to the majority of mammal species occurring in the study region. Roe deer, wild boar and red fox were found across all sites. All other species were detected on fewer sites and some in only one of the seasons. Roe deer was the most active species both in terms of visit frequency (days with detection) and use intensity (detection numbers). With few exceptions on individual sites, all other species showed significantly lower activity. Number of detected species and activity of most of the species did not differ between seasons. Furthermore, there were no differences between near-edge and central areas of the crops with regard to the activity of the occurring species. Activity of individual species on different sites, however, differed considerably in some cases. Our results show that a wide range of mammal species are basically able to include SRC into their habitat utilisation. However, the sporadic use by most species indicates a rather limited current habitat value of the surveyed plantations. Options to increase the habitat value of SRC for mammals are suggested, but their effectiveness needs to be tested in future studies. Since the spatial and temporal scope of our study was limited and only SRC of a uniform age-class were considered, our results are not immediately applicable to other landscapes, seasons or types and management phases of SRC. Therefore, further research is required that considers these aspects as well as species-specific patterns of habitat selection in comparison to other habitat types.

Beiträge der Autoren: Die Studie wurde von FZ entwickelt. Die Datenaufbereitung und -analyse, die Interpretation der Ergebnisse sowie die Ausarbeitung des Manuskriptes erfolgten durch FZ. MR stand für die Diskussion der Ergebnisse beratend zur Seite und korrigierte das Manuskript.

### 6.3.3 Avifauna

#### 6.3.3.1 Brutvögel: Naturschutzfachlich modifizierte Kurzumtriebsplantagen als Lebensraum für Brutvögel – eine Alternative zu anderen gehölzgeprägten Naturschutzmaßnahmen? (*Artikel 4*)

ZITZMANN, F. & REICH, M. (2020): Naturschutzfachlich modifizierte Kurzumtriebsplantagen als Lebensraum für Brutvögel – eine Alternative zu anderen gehölzgeprägten Naturschutzmaßnahmen? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 52 (7): 316–325.

#### Zusammenfassung

Aufgrund vorteilhafter Effekte für einige Schutzgutfunktionen wird seit mehreren Jahren über die Eignung von Kurzumtriebsplantagen (KUP) als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) diskutiert. Auf Basis eigener Erfassungen wurde daher ermittelt, welches Potenzial naturschutzfachlich modifizierte KUP als Lebensraum für Brutvögel im Vergleich zu typischen Gehölzlebensräumen der Agrarlandschaft (Hecken, Feldgehölze, Aufforstungen) aufweisen. Die Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der Frage diskutiert, ob KUP zur Förderung der Brutvogelfauna eine geeignete Alternative zu anderen gehölzgeprägten Naturschutzmaßnahmen darstellen. Trotz der Umsetzung strukturbereichernder Maßnahmen förderten die untersuchten KUP lediglich rudimentäre, arten- und individuenarme Avizönosen und erfüllten die Habitatfunktion der Referenzlebensräume nur eingeschränkt. Bestimmte Habitatqualitäten anderer Gehölzlebensräume können auf KUP nicht oder nur aufwendig und punktuell wirksam hergestellt werden und einige der hierzu notwendigen Maßnahmen stehen als „unproduktive Sonderstrukturen“ dem Grundmotiv von PIK entgegen. Diese Ergebnisse ergänzen bisherige Untersuchungen auf KUP ohne naturschutzfachliche Modifikationen und bestätigen, dass KUP zur Förderung der Brutvogelfauna keine günstige Alternative zu anderen gehölzgeprägten Naturschutzmaßnahmen darstellen.

Beiträge der Autoren: Die Studie wurde von FZ in Abstimmung mit MR entwickelt. Die Datenaufbereitung und -analyse erfolgte durch FZ. Die Interpretation der Ergebnisse sowie die Ausarbeitung des Manuskriptes erfolgten durch FZ. MR stand für die Diskussion der Ergebnisse beratend zur Seite und korrigierte das Manuskript.

### **6.3.3.2 Wintervögel: Bedeutung von Kurzumtriebsbeständen mit unterschiedlichen Gehölzarten als Lebensraum für Vögel im Winterhalbjahr (*Artikel 5*)**

ZITZMANN, F. & REICH, M. (2019): Bedeutung von Kurzumtriebsbeständen mit unterschiedlichen Gehölzarten als Lebensraum für Vögel im Winterhalbjahr. *Vogelwelt* 139 (4): 261–272.

#### **Zusammenfassung**

Kurzumtriebsplantagen (KUP) sind landwirtschaftliche Dauerkulturen mit schnellwachsenden Gehölzarten, die in kurzen Zyklen geerntet werden. Um die Bedeutung von Kurzumtriebsbeständen mit unterschiedlichen Gehölzarten als Lebensraum für Vögel im Winterhalbjahr zu ermitteln, wurden im Winter 2018 drei KUP-Bestände mit Pappel- und Weidenhybriden (KUP\_HYB), drei KUP-Bestände mit heimischen Gehölzarten (KUP\_HEIM) und, als zusätzliche Kontrolle, drei junge Laubwald-Aufforstungen mittels Punkt-Zählungen untersucht. Die Beobachtungen erfolgten zwischen November und Februar an insgesamt acht Terminen pro Bestand mit einer Erfassungszeit von exakt 5 Minuten pro Termin. Insgesamt wurden 21 Vogelarten und 266 Individuen erfasst. In KUP\_HEIM (18 Arten, 113 Individuen) wurden doppelt so viele Arten und fast doppelt so viele Individuen nachgewiesen wie in KUP\_HYB (9 Arten, 60 Individuen). 10 Arten wurden dabei ausschließlich in KUP\_HEIM, aber nicht in KUP\_HYB erfasst. Die Anzahl erfasster Arten und Individuen pro Erfassungstermin waren in KUP\_HEIM signifikant höher als in KUP\_HYB. Die Aufforstungen lagen mit insgesamt 13 Arten und 93 Individuen zwischen den beiden KUP-Typen. Hinsichtlich der Arten- und Individuenzahl pro Termin unterschieden sich KUP\_HEIM und Aufforstungen nicht voneinander, KUP\_HYB und Aufforstungen unterschieden sich hingegen hinsichtlich beider Größen signifikant. Bei KUP\_HEIM und Aufforstungen konnten zudem mehr granivore Arten nachgewiesen werden als bei KUP\_HYB. Unsere Ergebnisse deuten darauf hin, dass ein (partieller) Anbau heimischer Gehölzarten (wie Sandbirke, Eberesche, Schwarz- und Grauerle) die Attraktivität von KUP für Vögel im Winterhalbjahr im Vergleich zum ausschließlichen Anbau Weiden- und Pappelhybriden erhöhen kann. Es sollten jedoch weitere Untersuchungen zur Überprüfung dieser ersten Einschätzung erfolgen. Wenn heimische Gehölzarten zur Aufwertung von KUP für Wintervögel angebaut werden, sollte es sich um Arten handeln, die nach wenigen Jahren fruktifizieren, für Vögel attraktive Samen/Früchte bereitstellen und aufgrund ihrer Wuchseigenschaften für den Anbau im Kurzumtrieb geeignet sind. Darüber hinaus kann das Lebensraumpotential von KUP für Wintervögel durch Maßnahmen zur Förderung einer artenreichen Krautschicht mit hohen Anteilen annualer Pflanzenarten verbessert werden.

Beiträge der Autoren: Die Studie wurde von FZ in Abstimmung mit MR entwickelt. Die Datenaufbereitung und -analyse erfolgte durch FZ. Die Interpretation der Ergebnisse sowie die Ausarbeitung des Manuskriptes erfolgten durch FZ. MR stand für die Diskussion der Ergebnisse beratend zur Seite und korrigierte das Manuskript.

### 6.3.3.3 Waldschnepfe: Bieten Kurzumtriebsplantagen neue Lebensräume für die Waldschnepfe *Scolopax rusticola*? (Artikel 6)

ZITZMANN, F. (2021): Bieten Kurzumtriebsplantagen neue Lebensräume für die Waldschnepfe *Scolopax rusticola*? *Ornithologischer Anzeiger* 60 (2): 111–124.

#### Zusammenfassung

Mithilfe von Wildtierkameras wurde untersucht, ob und wie regelmäßig Waldschnepfen *Scolopax rusticola* Kurzumtriebsplantagen (KUP) in ihre Lebensraumnutzung einbeziehen und welche Funktion diese neuartigen Biomasse-Kulturen als Lebensraum für die Art erfüllen. Die Untersuchungen erfolgten in verschiedenen Jahreszeiten auf mehreren Flächen in den niedersächsischen Landkreisen Emsland und Heidekreis. Jahreszeitenübergreifend konnten auf allen untersuchten KUP Waldschnepfen nachgewiesen werden, in den verschiedenen Jahreszeiten wurde die Art ebenfalls auf den meisten untersuchten Flächen erfasst. Der geringe Anteil an Tagen bzw. Nächten mit Nachweisen der Art (1 bis max. 11 % der untersuchten Tage bzw. Nächte pro Fläche und Jahreszeit) deutet jedoch, unabhängig von der untersuchten Region und Jahreszeit, auf eine eher unregelmäßige Nutzung der Kulturen hin. Innerhalb der Plantagen konnten keine Unterschiede in der Nutzungshäufigkeit zwischen randnahen und zentralen Bereichen festgestellt werden. Hinweise, dass die untersuchten Flächen der Art zur Brut dienen, konnten nicht erbracht werden. Aufgrund deutlicher Unterschiede zu bevorzugten Bruthabitaten (ausgedehnte, strukturreiche, frische bis feuchte Laub- und Mischwälder) dürften KUP als Bruthabitat für die Waldschnepfe kaum eine Rolle spielen. Dennoch können die Kulturen zur Deckung und als Nahrungshabitat in unterschiedlichen Jahreszeiten durchaus bedeutsam zu sein. Insbesondere in ausgeräumten Agrarlandschaften mit einem geringen Anteil an Wäldern und anderen Gehölzstrukturen oder Nahrungshabitaten wie Grünländern und Brachen können sie das Habitatangebot erweitern und einen Baustein zur Förderung der Art darstellen, sofern sie dabei nicht wertvolle Brut oder Nahrungshabitate ersetzen. Durch strukturbereichernde Maßnahmen innerhalb der Plantagen, beispielsweise durch ein Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaik oder die Integration von Lichtungen oder Bewirtschaftungsgassen, kann die Habitatqualität von KUP für Waldschnepfen zusätzlich erhöht werden.

Beiträge der Autoren: FZ ist alleiniger Verfasser des Artikels.

### 6.3.4 Laufkäfer: Entwicklung der Laufkäferfauna (Coleoptera: Carabidae) einer Kurzumtriebsplantage über einen Zeitraum von 9 Jahren (*Artikel 7*)

ZITZMANN, F., FRITZE, M.-A., KURUPPU, J. & REICH, M. (2022): Entwicklung der Laufkäferfauna (Coleoptera: Carabidae) einer Kurzumtriebsplantage über einen Zeitraum von 9 Jahren. *Angewandte Carabidologie* 14: 1–14. DOI: 10.54336/AC1401

#### Zusammenfassung

Um die Bedeutung von Kurzumtriebsplantagen (KUP) als Lebensraum für Laufkäfer zu beurteilen, wurde eine KUP mit verschiedenen Gehölzarten (Pappel, Weide, Eberesche) in der Gemeinde Schapen (Niedersachsen) über mehrere Jahre und Bewirtschaftungsstadien hinweg mittels Bodenfallen untersucht. Zusätzlich wurden verschiedene Referenzlebensräume in der Umgebung in die Untersuchung einbezogen. Die Laufkäferzönose der untersuchten KUP wurde – unabhängig von ihrer Altersphase, der angebauten Gehölzart und ihrem Umtriebsstadium – von weit verbreiteten und häufigen Generalisten dominiert. Naturschutzfachlich wertgebende Arten (ausschließlich xerothermophile Arten) wurden nur vereinzelt nachgewiesen und hatten ihren Schwerpunkt unmittelbar nach der Etablierung der KUP. In dieser Altersphase wies die in Niedersachsen gefährdete Art *Harpalus griseus* hohe Individuenzahlen auf. Nach 8 bzw. 9 Jahren lagen Arten- und Individuenzahlen von Laufkäfern auf der gesamten KUP und innerhalb ihrer unterschiedlichen Bestände dagegen zumeist deutlich niedriger als in der Etablierungsphase. Die Ernte der Pappel- und Weidenbestände bewirkte im Vergleich zu den unbeernteten Beständen zwar eine deutliche Veränderung der Laufkäfergemeinschaften und eine starke Zunahme der Aktivität von Offenlandarten, es profitierten aber vornehmlich Offenland-Generalisten, während anspruchsvollere Pionierarten wie *Harpalus griseus* nur noch sporadisch auftraten. Waldarten wurden auch im 9. Jahr nach der Anlage der Plantage nur vereinzelt nachgewiesen. Wir folgern aus unseren Ergebnissen, dass die naturschutzfachliche Bedeutung von KUP als Lebensraum für Laufkäfer insgesamt eingeschränkt ist, mit zunehmendem Alter einer Plantage abnimmt und dass ein Mosaik verschiedener Gehölzarten, Umtriebsstadien und gehölzfreier Vorgewende zur Förderung anspruchsvollerer Offenlandarten nicht ausreicht. Durch ein kleinräumiges Nebeneinander verschiedener Strukturen innerhalb einer KUP kann zwar die Artenvielfalt im Vergleich zum großflächig-monotonen Anbau einer Gehölzart erhöht werden. Es profitieren jedoch vornehmlich Generalisten. Um naturschutzfachlich wertgebenden Pionierarten dauerhaft geeignete Lebensmöglichkeiten zu bieten, sind daher zusätzliche, über die reguläre Bewirtschaftung hinausgehende Maßnahmen erforderlich. Diese sollten auf die Etablierung zwei- bis dreijähriger besonnter Initialstadien mit einer lückigen Krautschicht und hohen Offenbodenanteilen im Bereich der gehölzfreien Begleitstrukturen von KUP (Vorgewende, Bewirtschaftungsgassen) abzielen.

Beiträge der Autoren: Die Feldarbeiten und die Bestimmung der Laufkäfer erfolgten in den Jahren 2011 und 2012 durch MAF, 2018 durch JK mit Beiträgen von FZ und 2019 durch FZ. Die Studie wurde von FZ in Abstimmung mit MR und MAF konzipiert. Die Datenaufbereitung und -analyse erfolgte durch FZ. Die Interpretation der Ergebnisse sowie die Ausarbeitung des Manuskriptes erfolgte durch FZ. MR und MAF standen für die Diskussion der Ergebnisse beratend zur Seite und korrigierten das Manuskript.

## 7 *Synthese I: Biotopfunktion und -qualität von KUP+*

Da *Forschungsfrage I* (Bewirken die naturschutzfachlichen Maßnahmen auf KUP+ für die betrachteten Artengruppen bzw. bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten eine Aufwertung der Biotopfunktion im Vergleich zum konventionellen Anbau von KUP?) und *Forschungsfrage II* (Welche Biotopfunktion und -qualität weisen KUP+ für die betrachteten Artengruppen bzw. bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen auf und wie ist ihr Potenzial zur Aufwertung der Biotopfunktion im Vergleich zu anderen Naturschutzmaßnahmen zu bewerten?) aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht alleine anhand der eigenen freilandökologischen Untersuchungen auf KUP+ beantwortet werden können, fließen die Aussagen der recherchierten und ausgewerteten Publikationen zu bisher erfolgten Biodiversitätsuntersuchungen auf konventionellen KUP (im Folgenden zur besseren Abgrenzung zu KUP+ als „k-KUP“ bezeichnet; wird der Begriff „KUP“ verwendet, umfasst dies sowohl k-KUP als auch KUP+) in die Beantwortungen beider Forschungsfragen ein. Diese Studien erfolgten auf einer Vielzahl von k-KUP in unterschiedlichen Alters- (Zeit seit der Flächenetablierung) und Umtriebsphasen (Aufwuchsstadien innerhalb eines Bewirtschaftungszyklus) und liefern daher wichtige Erkenntnisse zum Lebensraumpotenzial unterschiedlicher Anbauvarianten (z. B. angebaute Gehölzart, Umtriebszeiten), Alters- und Umtriebsphasen von k-KUP im Vergleich zu verschiedenen Referenzlebensräumen. Diese Erkenntnisse lassen sich auch auf KUP+ bzw. auf die einzelnen Bestandteile eines Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaiks innerhalb von KUP+ übertragen und stellen daher eine unverzichtbare Grundlage für eine umfassende Bewertung der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für die betrachteten Artengruppen und für die Bewertung der Potenziale von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN) zu Aufwertung der Biotopfunktion dar (*Forschungsfrage III*, Kap. 8).

Die Verknüpfung der Ergebnisse der eigenen freilandökologischen Untersuchungen mit den Aussagen der recherchierten Literatur erfolgt zunächst sektoral für die vier betrachteten Artengruppen (Kap. 7.1–7.4) und anschließend artengruppenübergreifend mit den Schwerpunkten auf einem Vergleich der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ mit k-KUP (Kap. 7.5.1, *Forschungsfrage I*) und mit anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen (Kap. 7.5.2, *Forschungsfrage II*).

### 7.1 **Gefäßpflanzen**

Von den vier betrachteten Artengruppen liegen zur Bedeutung von k-KUP als Lebensraum für Gefäßpflanzen bislang die meisten Studien vor. Diese betrachten deren Lebensraumpotenzial in Abhängigkeit von der angebauten Gehölzart, dem Plantagenalter, dem Umtriebsstadium, der Vornutzung (z. B. Acker oder Grünland) und bestimmten Standort- und Bewirtschaftungsparametern (z. B. Zeitpunkt und Art der Flächenetablierung). Vergleiche mit anderen Lebensräumen erfolgten in den meisten Fällen mit der Vornutzung (zumeist Acker, in Großbritannien auch regelmäßig Grünland), während Brachen (umfasste meist das Vorgewende) und Wälder/Forsten seltener als Referenzlebensräume herangezogen wurden.

Die Pflanzenartenzusammensetzung einer KUP verändert sich nach deren Etablierung dynamisch, wobei zwei Sukzessionsformen unterschieden werden können: Die Sukzession innerhalb der einzelnen Umtriebszyklen und die Sukzession im Zuge der Alterung einer Plantage (GUSTAFSSON 1988). In den

ersten Jahren nach der Etablierung („Etablierungsphase“) sind die Plantagen meist durch hohe Anteile von Arten der Äcker und kurzlebiger Ruderalfluren geprägt (u. a. SAGE 1995, DELARZE & CIARDO 2002, BURGER 2006, GLASER & SCHMIDT 2010, SCHERWAß et al. 2013, SEIFERT et al. 2015). Mit zunehmendem Alter nehmen ausdauernde Ruderalarten, Arten der Grünländer und Arten der Wälder und Gehölzlebensräume dann höhere Anteile ein (CUNNINGHAM et al. 2004, KROIHER et al. 2008, BAUM et al. 2009b, ARCHAUX et al. 2010, BAUM et al. 2012c, GLEMNITZ et al. 2013, BIRMELE et al. 2015), wobei Dauer und Umfang dieser Sukzessionsabläufe entscheidend vom landschaftlichen Umfeld (Artenpool, Einwanderungsmöglichkeiten), der Vornutzung der Fläche (Diasporenpotenzial) und von der Art und Intensität der Bewirtschaftungsmaßnahmen (u. a. Einsatz von Dünge- oder Pflanzenschutzmitteln bei k-KUP) beeinflusst werden (GUSTAFSSON 1987, KROIHER et al. 2008, BAUM et al. 2009b). Gleichzeitig nimmt die Artenvielfalt mit zunehmendem Alter einer Plantage i. d. R. ab, da meist ausdauernde, konkurrenzstarke und schattentolerante Arten zur Dominanz gelangen und konkurrenzschwache, lichtbedürftige Arten verdrängt werden (GUSTAFSSON 1987, DELARZE & CIARDO 2002, CUNNINGHAM et al. 2004, ARCHAUX et al. 2010, BIRMELE et al. 2015, SEIFERT et al. 2015, MICHLER et al. 2016, PÖTL & BERG 2016).

Durch die regelmäßigen Ernten werden jedoch kurzzeitig wieder geeignete Bedingungen für lichtbedürftige Arten der Äcker und kurzlebiger Ruderalfluren geschaffen, die dann temporär wieder größere Anteile einnehmen können (vgl. Abbildung 12); zudem kommt es nach der Ernte meist zu einem Anstieg der Artenzahlen (GUSTAFSSON 1987, HEILMANN et al. 1995, CUNNINGHAM et al. 2004, 2006, BURGER 2006, BIRMELE et al. 2015, MICHLER et al. 2016). Diese Effekte konnten auch auf den untersuchten KUP+ beobachtet werden, waren in ihrer Intensität aber stark davon abhängig, ob innerhalb der beernteten Flächen ausreichend Raum für die spontane Etablierung zusätzlicher Arten vorhanden war. So waren die Effekte bei den Weidenbeständen vergleichsweise gering, da hier auch vor der Ernte eine dichte und deckungsreiche Krautschicht ausgebildet war und somit wenig Raum für eine spontane Etablierung lichtbedürftiger, konkurrenzschwacher Arten bestand (ZITZMANN & RODE 2021). Bei den Pappelbeständen kam es hingegen nach der Ernte zu einem deutlicheren Anstieg der Artenzahlen und der Anzahl lichtbedürftiger Arten der Äcker und kurzlebiger Ruderalfluren, da hier vor der Ernte aufgrund der starken Beschattungswirkung der Gehölze nur eine spärliche Krautschicht ausgebildet war und somit nach der Ernte ausreichend Raum für die spontane Etablierung entsprechender Arten zur Verfügung stand (ebd.). Dieses Ergebnis entspricht den Resultaten der Studie von HEILMANN et al. (1995) auf einer k-KUP mit Pappel- und Weidenbeständen und zeigt, dass die angebaute Gehölzart sowohl vor als auch nach der Ernte einen deutlichen Einfluss auf die Pflanzenwelt einer KUP ausüben kann. Diese Unterschiede lassen sich im Wesentlichen durch die spezifischen Standortbedingungen begründen, die in Beständen mit unterschiedlichen Gehölzarten vorherrschen und maßgeblich durch die unterschiedlichen Eigenschaften (u. a. Blattform und -größe) verschiedener Gehölzarten bzw. -sorten beeinflusst werden (HEILMANN et al. 1995, BIRMELE et al. 2015, SEIFERT et al. 2015). Auf den untersuchten KUP+ ließen sich Unterschiede in der Artenzusammensetzung von Beständen mit unterschiedlichen Gehölzarten und Umtriebsstadien sowie begleitender Strukturen (Lichtungen, Vorgewende) innerhalb derselben Plantage nachweisen (ZITZMANN & RODE 2021) und aufzeigen, dass die Erhöhung des Struktureichtums ein wirkungsvolle Maßnahme zur Erhöhung der Phytodiversität darstellt, da hierdurch Arten mit unterschiedlichen Lebensraumansprüchen und Störungstoleranzen geeignete Bedingungen vorfinden, verschiedene Sukzessionsphasen nebeneinander vorkommen (und

nicht, wie auf k-KUP, nacheinander ablaufen) und sich somit in räumlicher und zeitlicher Hinsicht heterogene Phytozönosen ausdifferenzieren (vgl. auch BAUM et al. 2009b).

Der Beitrag gehölzfreier Begleitstrukturen zur Erhöhung der Phytodiversität wurde in mehreren Studien auf k-KUP hervorgehoben. Vergleiche der Artenzahlen des Vorgewendes mit Bereichen innerhalb der Kulturen ergaben, dass das Vorgewende (teilweise signifikant) höhere Artenzahlen aufwies und sich hinsichtlich der Artenzusammensetzung mehr oder weniger deutlich von den Bereichen innerhalb der Kulturen unterschied (CUNNINGHAM et al. 2004, ROWE et al. 2011, MICHLER et al. 2016). Dabei wird aber ausdrücklich betont, dass die Phytodiversität dieser Begleitstrukturen bei fehlender Nutzung oder Pflege mit der Zeit deutlich abnehmen kann, da oftmals einzelne konkurrenzstarke Gräser oder Kräuter zur Dominanz gelangen (CUNNINGHAM et al. 2004, GLASER & SCHMIDT 2010). Dies konnte auch auf einigen Vorgewenden und Lichtungen innerhalb der untersuchten KUP+ nachgewiesen werden.

Im Vergleich mit anderen Lebensräumen zeigen die bisher durchgeführten Studien auf k-KUP sowie die eigenen Untersuchungen auf KUP+, dass die Plantagen deutlich mehr Pflanzenarten einen Lebensraum bieten als intensiv genutzte Äcker mit einjährigen Kulturen (u. a. HEILMANN et al. 1995, CUNNINGHAM et al. 2004, ROWE et al. 2011, GLASER & SCHMIDT 2010, BAUM et al. 2012a, ZITZMANN & RODE 2021), die – zumindest in Deutschland – meist die Vornutzung repräsentieren. Im Vergleich mit anderen Referenzlebensräumen sind die Ergebnisse der unterschiedlichen Studien hinsichtlich der ermittelten Artenzahlen hingegen weniger eindeutig. Vergleiche von k-KUP mit Grünländern, Brachen und Wäldern/Forsten (u. a. HEILMANN et al. 1995, WEIH et al. 2003, CUNNINGHAM et al. 2006, FRY & SLATER 2009, GLASER & SCHMIDT 2010, ROWE et al. 2011, BAUM et al. 2012a) ergaben ein diverses Bild und erlauben daher keine pauschale Aussage. In einigen Studien gab es hinsichtlich der Artenzahlen keine Unterschiede zwischen k-KUP und diesen Lebensräumen, in einigen Studien waren k-KUP, in anderen war wiederum einer der genannten Lebensräume artenreicher. Dieses Resultat ist jedoch wenig verwunderlich, da es bei entsprechenden Vergleichen stark auf die Eigenschaften der jeweiligen Referenzlebensräume (z. B. Nutzungsform und -intensität bei Grünländern, untersuchter Waldtyp, Alter und Vornutzung der Brachen) und der untersuchten k-KUP (u. a. Plantagenalter, Umtriebsphase, Strukturreichtum der Plantage, Nutzungsintensität) ankommt. Deutlich wird hingegen in allen betrachteten Studien, dass sich k-KUP – und analog dazu auch KUP+ – hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung deutlich von Äckern, Grünländern und Wäldern (CUNNINGHAM et al. 2004, 2006, BRITT et al. 2007, FRY & SLATER 2009, GLASER & SCHMIDT 2010, BAUM et al. 2012a), aber auch von anderen typischen Lebensräumen der Agrarlandschaft wie Hecken oder Feldrainen (ZITZMANN & RODE 2021) unterscheiden. Dies verdeutlicht, dass es sich bei den Plantagen um neuartige Lebensräume mit eigenen, von anderen Lebensräumen abweichenden Phytozönosen handelt (WEIH et al. 2003, BRITT et al. 2007, BAUM et al. 2012ab, ZITZMANN & RODE 2021).

Die bisher durchgeführten floristischen Untersuchungen auf k-KUP unterschiedlicher Umtriebsstadien und Altersphasen in verschiedenen Regionen Deutschlands und weiteren europäischen Ländern zeigen ausnahmslos, dass k-KUP fast ausschließlich anpassungsfähige, meist konkurrenzstarke, weit verbreitete und häufige Pflanzenarten fördern (u. a. WEIH et al. 2003, BRITT et al. 2007, BAUM et al. 2009b, GLASER & SCHMIDT 2010, ROWE et al. 2011, BAUM et al. 2012a-c, BAUM et al. 2013, SEIFERT et al. 2015, PÖRTL & BERG 2016). Die wenigen bisher auf k-KUP nachgewiesenen gefährdeten oder seltenen

Arten waren meist lichtbedürftige Pionierarten (vgl. analog dazu Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für Laufkäfer in Kap. 7.4), die in den ersten Jahren nach Anlage auftraten und mit zunehmendem Alter der Plantage wieder verschwanden (DELARZE & CIARDO 2002, KROIHER et al. 2008, BAUM et al. 2009b). Ein Potenzial zur Förderung gefährdeter Ackerbegleitarten ist von k-KUP und auch von KUP+ nicht zu erwarten, da die Bewirtschaftung zu stark vom extensiven Ackerbau mit einjährigen Kulturen abweicht und durch den raschen Bestandesschluss sowie die Konkurrenz ausdauernder Pflanzenarten keine günstigen Bedingungen für spezialisierte, anspruchsvollere und konkurrenzschwache Ackerarten vorherrschen, sondern vornehmlich – und dann auch nur temporär – Acker-Generalisten gefördert werden (vgl. u. a. HEILMANN et al. 1995, GLASER & SCHMIDT 2010, SEIFERT et al. 2015, PÖRTL & BERG 2016, ZITZMANN & RODE 2021). Ebenso ist trotz einer Zunahme der Anzahl und des Anteils an Waldarten mit zunehmendem Alter von KUP kein Beitrag zur Förderung anspruchsvollerer Waldarten bzw. typischer Waldgesellschaften naturnaher Wälder zu erwarten, da die kurzen Umtriebszeiten für die meisten anspruchsvollen Waldarten nicht tolerierbar sind und die Einwanderungsmöglichkeiten für Waldarten in die Plantagen, die meist in der Agrarlandschaft angelegt werden und nur wenige Jahrzehnte bestehen, ohnehin limitiert sind (WEIH et al. 2003, SOO et al. 2009b, SEIFERT et al. 2015, TULLUS et al. 2015, PÖRTL & BERG 2016, TULLUS et al. 2022; vgl. Abbildung 12). Trotz einer für eine landwirtschaftliche Kultur relativ hohen Pflanzenartenvielfalt stellen k-KUP (HEILMANN et al. 1995, BRITT et al. 2007, BAUM et al. 2009b, GLASER & SCHMIDT 2010, SEIFERT et al. 2015, PÖRTL & BERG 2016) und analog dazu auch KUP+ (ZITZMANN & RODE 2021) zur gezielten und dauerhaften Förderung gefährdeter bzw. stärker spezialisierter Pflanzenarten daher keine geeigneten Bedingungen bereit.

Neben Vergleichen der Artenvielfalt und -zusammensetzung mit anderen Lebensräumen und zwischen Kurzumtriebsbeständen mit unterschiedlichen Gehölzarten und Umtriebsstadien betrachten einige Studien genauer, welchen Einfluss die Art und der Zeitpunkt der Flächenvorbereitung (unmittelbar vor Anlage einer Plantage) sowie die Vornutzung auf die Artenzusammensetzung der rezenten Vegetation von k-KUP haben kann. So wurden auf k-KUP mit der Vornutzung Grünland erwartungsgemäß mehr Grünlandarten nachgewiesen, auf k-KUP mit der Vornutzung Acker entsprechend eine höhere Anzahl an Ackerarten (SAGE 1995, SOO et al. 2009a). Auch verschiedene Bewirtschaftungsparameter haben einen Einfluss auf die Artenzusammensetzung. So bewirkt eine Flächenvorbereitung im Herbst aufgrund der Samenreife vieler Pflanzen in dieser Jahreszeit, dass Arten aus der Umgebung spontan einwandern können, während der Sameneintrag von außerhalb bei einer Flächenvorbereitung im Frühjahr geringer ist (GUSTAFSSON 1987). Der Einsatz von Herbiziden auf k-KUP (der auf KUP+ jedoch nicht erfolgt) beeinflusst die floristische Artenzusammensetzung ebenfalls maßgeblich, da diese i. d. R. selektiv wirken, wodurch bestimmte Arten profitieren und andere benachteiligt werden (GUSTAFSSON 1987, KROIHER et al. 2008). Gleichzeitig haben Umgebungsfaktoren einen deutlichen Einfluss auf die floristische Artenzusammensetzung einer Plantage. Bedeutsame Einflussfaktoren sind die unmittelbar angrenzenden Landnutzungen und Lebensräume, die Habitatausstattung des landschaftlichen Umfeldes sowie die Plantagenform und -größe, die den Artenpool bzw. das Einwanderungspotenzial für Pflanzenarten aus der Umgebung maßgeblich mitbestimmen (u. a. KROIHER et al. 2008, BAUM et al. 2009b, 2012b). Insgesamt können somit viele verschiedene Faktoren die Phytodiversität und die Zusammensetzung der Flora von k-KUP (und ebenso von KUP+) beeinflussen. Besonders bedeutsam für die Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zu k-KUP ist in diesem Zusammenhang der

Einfluss der Plantagenform und -größe auf die Phytodiversität. Kleinere Plantagen mit höheren Randanteilen besitzen i. d. R. eine höhere Phytodiversität, da die Artenvielfalt vom Rand zum Zentrum abnimmt und Einwanderungsmöglichkeiten sowie Lichtverhältnisse in kleineren Plantagen günstiger sind als in größeren (WEIH et al. 2003, CUNNINGHAM et al. 2004, KROIHER et al. 2008, 2010, BAUM et al. 2009b, ROWE et al. 2011, SEIFERT et al. 2015). Durch ein Mosaik verschiedener Bestände mit unterschiedlichen Phytozönosen ergibt sich somit für KUP+ nicht nur auf Plantagenebene eine höhere Phytodiversität als in k-KUP, sondern aufgrund der kleinflächigen Bestände mit hohen Randanteilen auch eine höhere Phytodiversität auf Ebene der einzelnen Bestände (ZITZMANN & RODE 2021, vgl. auch KROIHER et al. 2008).

### **Fazit zur Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für Gefäßpflanzen**

Durch ein Mosaik verschiedener Gehölzarten, Umtriebsstadien und Begleitstrukturen werden auf KUP+ auf kleinem Raum unterschiedliche Standortbedingungen bereitgestellt, die auf Bestandesebene zu einer Ausdifferenzierung verschiedener Phytozönosen führen und somit auf Plantagenebene im Vergleich zu k-KUP eine Erhöhung der Artenvielfalt bewirken. KUP+ fördern durch ihren internen Strukturreichtum sowie ihre von anderen landwirtschaftlichen Kulturen und Lebensräumen deutlich abweichenden Bewirtschaftungs- und Habitateigenschaften eine vielfältige Mischung von Pflanzenarten verschiedener Stammlbensräume. Die Phytozönosen unterscheiden sich daher von anderen Lebensräumen der Agrarlandschaft und verändern sich im Laufe der Alterung der Plantage und innerhalb der einzelnen Umtriebszyklen dynamisch. Dennoch stellen KUP+ fast ausschließlich Lebensräume für anpassungsfähige, meist konkurrenzstarke, weit verbreitete und häufige Pflanzenarten dar und weisen zur Förderung gefährdeter, spezialisierter Arten (z. B. gefährdete Ackerwildkräuter, strenge Waldarten) keine geeigneten Bedingungen auf.

## **7.2 Groß- und Mittelsäuger**

Im Vergleich zu den anderen betrachteten Artengruppen wurde das Lebensraumpotenzial von k-KUP für Groß- und Mittelsäuger bisher nur selten untersucht. Aussagen zur Nutzung von k-KUP durch Vertreter dieser Artengruppe (CHRISTIAN 1997, SAGE & TUCKER 1998, BERGSTRÖM & GUILLET 2002, SCHULZ et al. 2008, FRY & SLATER 2009) basieren größtenteils auf Zufallsbeobachtungen oder indirekten Nachweisen anhand von Spuren. Erste belastbare Erkenntnisse zur raum-zeitlichen Habitatnutzung liefern jedoch die eigenen Kamerafallenuntersuchungen auf den KUP+-Modellflächen (ZITZMANN et al. 2021) und auf mehreren k-KUP im niedersächsischen Heidekreis (ZITZMANN & REICH 2022).

Die Ergebnisse beider Untersuchungen zeigen, dass die Plantagen – unter der Voraussetzung, dass diese nicht eingezäunt sind – grundsätzlich von einem Großteil der in Deutschland häufigen und verbreiteten terrestrischen Groß- und Mittelsäuger (u. a. Reh- und Damwild, Wildschwein, Feldhase, Wildkaninchen, Rotfuchs, Dachs, Steinmarder, Iltis) in ihre Lebensraumnutzung einbezogen werden. Die meisten nachgewiesenen Arten nutzten die untersuchten Plantagen in zeitlicher (Anteil der Tage mit Nachweisen) und/oder räumlicher (Stetigkeit, also Anzahl der Untersuchungsflächen und Anzahl der Kamerafallen mit Nachweisen) Hinsicht allerdings eher sporadisch. Dieses Ergebnis entspricht den Aussagen der bisher umfangreichsten Vorarbeit zur Nutzung von k-KUP durch Groß- und Mittelsäuger von CHRISTIAN (1997), der auf mehreren Pappel-KUP in den USA winterliche Spurenerfassungen durch-

fürte und im Vergleich mit anderen Lebensräumen weder eine Präferenz noch eine strikte Meidung der Plantagen durch Groß- und Mittelsäuger feststellte. Dies zeigt in Verbindung mit den eigenen Ergebnissen, dass die Plantagen zwar grundsätzlich von einer Vielzahl an Groß- und Mittelsäufern (mit)genutzt werden können, für die meisten Arten aber scheinbar keine besondere Anziehungskraft oder unverzichtbaren Habitatqualitäten aufweisen (vgl. CHRISTIAN 1997, ZITZMANN & REICH 2022). Zudem stellen die Kulturen für die meisten Säugetierarten aufgrund ihrer großen Raumannsprüche nur Teillebensräume dar, die z. B. zur Deckung oder Nahrungssuche genutzt werden, aber nicht alle artspezifischen Lebensraumansprüche innerhalb einer Plantage erfüllen (vgl. VANBEVEREN & CEULEMANS 2019).

Der Feldhase, der in Deutschland von den nachgewiesenen Arten aufgrund deutlicher Bestandsrückgänge in den vergangenen Jahrzehnten (vgl. MEINIG et al. 2020) aus Naturschutzsicht von besonderem Interesse ist, zeigte in den eigenen Untersuchungen deutliche Unterschiede in der Nutzungsfrequenz zwischen KUP+ und k-KUP (bei einer ähnlichen Feldhasendichte in beiden Untersuchungsregionen, vgl. STRAUß et al. 2008, SLIWINSKI et al. 2019, GREISER et al. 2020). Die strukturreichen KUP+ wurden von der Art sehr regelmäßig in ihre Lebensraumnutzung einbezogen (ZITZMANN et al. 2021), während die untersuchten k-KUP einer monotonen Umtriebsphase (3–5-jähriger Aufwuchs) nur sporadisch oder gar nicht genutzt wurden (ZITZMANN & REICH 2022). Die interne Struktur der Plantagen und das Vorhandensein offener Begleitstrukturen und einer hohen Randliniendichte scheinen für diese Art daher wichtige Habitateigenschaften und -qualitäten darzustellen. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den allgemeinen Habitatansprüchen des Feldhasen, der strukturreiche Agrarlandschaften mit einem kleinteiligen Mosaik verschiedener Nahrungs- und Deckungshabitate und hohen Randliniendichten bevorzugt (SMITH et al. 2004, MAYER et al. 2018, VOIGT & SIEBERT 2019, 2020, SCHAI-BRAUN et al. 2020, JOHANN & ARNOLD 2021). Die Umsetzung strukturbereichernder Maßnahmen kann für den Feldhasen daher eine wirkungsvolle Maßnahme zur Aufwertung der Habitatqualität von k-KUP darstellen (ZITZMANN et al. 2021).

Im Vergleich mit anderen Lebensräumen zeigte die Kamerafallenuntersuchung auf den KUP+ (ZITZMANN et al. 2021), dass die Plantagen im Vergleich mit Laubwald-Aufforstungen eines ähnlichen Alters überwiegend von denselben Arten und mit einer vergleichbareren Aktivität genutzt werden. Beide Lebensräume weisen somit im gleichaltrigen Zustand eine ähnliche Habitatqualität für die meisten Groß- und Mittelsäugerarten auf und erfüllen ähnliche Funktionen (Deckung, Nahrungsangebot durch Krautschicht und Gehölze). In ihren Biotopentwicklungspotenzialen unterscheiden sie sich jedoch grundlegend: Während die Sukzession auf KUP+ bewirtschaftungsbedingt regelmäßig zurückgesetzt wird, entwickeln sich Aufforstungen langfristig zu Wäldern mit ganz anderen Biotopfunktionen und -qualitäten. Aufgrund ihres begrenzten Alters und ihrer begrenzten Flächenausdehnung, der regelmäßigen Ernte in kurzen Zyklen und der geringen Vielfalt an Gehölzarten weisen sowohl k-KUP als auch KUP+ für Waldarten und Arten, die auf Requisiten älterer, strukturreicher Gehölzlebensräume (Baumhöhlen, Alt- und Totholz, Früchte oder Nüsse tragende Gehölze) angewiesen sind, daher keine besondere Bedeutung auf (vgl. CHRISTIAN 1997, ZITZMANN et al. 2021, ZITZMANN & REICH 2022). Einige Waldarten wie der Dachs beziehen die Kulturen jedoch in ihre Lebensraumnutzung ein und nutzen diese zur Nahrungssuche (vgl. auch FRY & SLATER 2009: 85ff).

## **Fazit zur Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für Groß- und Mittelsäuger**

KUP+ können zwar von einer Vielzahl an Säugetierarten in ihre Lebensraumnutzung einbezogen werden, stellen für die meisten Arten aber offenbar keine Habitats mit besonderer Anziehungskraft oder mit unverzichtbaren Habitatqualitäten dar. In Landschaften, in denen es an Deckungs- und Nahrungshabitaten (wie Hecken, Brachen, Feldrainen) mangelt, können die Plantagen durch ihre dichten Gehölzbestände und ihre begleitende Krautschicht für Arten wie den Feldhasen von größerer Bedeutung sein, wobei die Habitatqualität für diese gefährdete Offenlandart maßgeblich durch das Vorhandensein offener Strukturen (Lichtungen, Gassen, beerntete Teilflächen) innerhalb der Plantagen bestimmt wird. Für Waldarten stellen KUP+ aufgrund ihrer Habitateigenschaften keine Alternative zu ihren Stammlbensräumen dar, werden aber von einigen Arten wie dem Dachs als Nahrungs- oder temporäre Deckungshabitats (mit)genutzt.

### **7.3 Avifauna**

Vögel sind die bislang am umfangreichsten untersuchte Tiergruppe auf k-KUP, wobei ein deutlicher Schwerpunkt auf Brutvögeln und damit auf dem Frühjahrs- und Sommeraspekt liegt, während Untersuchungen in anderen Jahreszeiten eher rar sind. Ein wesentlicher Fokus bisheriger Brutvogel-Studien lag auf den Lebensraumpotenzialen unterschiedlicher Umtriebsstadien. Vergleiche mit anderen Lebensräumen erfolgten größtenteils mit der Vornutzung, die in den meisten Fällen Acker, gelegentlich auch Grünland darstellte. Auch Vergleiche mit Wäldern erfolgten in mehreren Studien, während Hecken, Aufforstungen oder Brachen nur vereinzelt als Referenzlebensräume herangezogen wurden.

Die Ergebnisse der bisherigen Untersuchungen zeigen, dass sich die Avizöosen von k-KUP im Vergleich zur Vornutzung (Acker, in Großbritannien auch häufiger Grünland) infolge des schnellen Gehölzaufwuchses rasch verändern. Das Artenspektrum verschiebt sich in Richtung von Arten mit einer stärkeren Bindung an Gehölzlebensräume und Artenzahl sowie Siedlungsdichte nehmen deutlich zu (u. a. GÖRANSSON 1994, HANOWSKI et al. 1997, BERG 2002, SAGE et al. 2006, DHONDT et al. 2007, GRUB & SCHULZ 2011). Brutvögel des Offenlandes wie Feldlerche oder Kiebitz nutzen die Kulturen – wenn überhaupt – nur kurz nach der Etablierung oder Ernte („Initialstadium“) als Bruthabitats, werden durch den raschen Gehölzaufwuchs aber schnell verdrängt und finden dann bis zur nächsten Ernte für mehrere Jahre keine geeigneten Bedingungen mehr vor (BERG 2002, CUNNINGHAM et al. 2004, GRUB & SCHULZ 2011, 2014). Für diese in Deutschland und vielen weiteren europäischen Ländern gefährdeten Offenlandarten (vgl. RYSLAVY et al. 2020) ist die Habitateignung von k-KUP dementsprechend zeitlich stark eingeschränkt oder gar nicht gegeben. GRUB & SCHULZ (2011: 201) stellten zudem fest, dass frisch angelegte k-KUP aufgrund des langsameren Gehölzaufwuchses in der Etablierungsphase deutlich attraktiver für Offenlandarten wie die Feldlerche sind, als frisch geerntete k-KUP, die aufgrund des raschen Gehölzaufwuchses nach der Ernte (vgl. Kap. 4.1) zum Teil bereits innerhalb der Brutsaison ihre Habitateignung verlieren. Durch die Kulissenwirkung der hoch aufwachsenden Gehölze kann es zudem zu einer Verdrängung von Feldvögeln oder Wiesenbrütern aus angrenzenden Offenlebensräumen kommen (JEDICKE 1995). Die eigenen Untersuchungen auf KUP+ (ZITZMANN & REICH 2020) zeigen, dass ein kleinteiliges Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaik für die Ansiedlung von Offenlandarten nicht ausreicht. Die geringe Größe der beernteten Bestände und die unmittelbar angrenzenden hoch-

wüchsigen Kurzumtriebsbestände schlossen eine Ansiedlung von Arten wie Feldlerche oder Kiebitz im Zeitraum nach der Ernte aus. Daher kann es auf kleinteilig bewirtschafteten KUP+ zu einer kompletten Verdrängung von Offenlandarten kommen, während großflächige Initialstadien von k-KUP einzelnen Vertretern dieser Gruppe zumindest kurzzeitig potenzielle Bruthabitate bieten können.

Grundsätzlich besitzen k-KUP und KUP+ für Brutvögel den wesentlichen Teil ihres Bewirtschaftungszyklus den Charakter junger Gehölzlebensräume. Im Vergleich mit anderen Gehölzlebensräumen (wie Wäldern, Gebüsch, Feldgehölzen oder Hecken) weisen jedoch sowohl k-KUP (u. a. CHRISTIAN et al. 1997, HANOWSKI et al. 1997, LIESEBACH et al. 1999, MARTÍN-GARCÍA et al. 2013, GRUß & SCHULZ 2014) als auch KUP+ niedrigere Artenzahlen und geringere Siedlungsdichten auf. Bisher auf k-KUP festgestellte Siedlungsdichten liegen mit 0,6 Brutpaaren pro ha (BP/ha) auf frisch angelegten Plantagen bis max. 8,6 BP/ha in gebüschartigen Weiden-KUP (JEDICKE 1995, SAGE & ROBERTSON 1996, LIESEBACH et al. 1999, GRUß & SCHULZ 2008, 2011, 2014) um ein vielfaches niedriger als die Siedlungsdichten in Hecken, Feldgehölzen und Wäldern/Forsten (LIESEBACH et al. 1999, GRUß & SCHULZ 2014; vgl. auch Angaben mittlerer Siedlungsdichten für die entsprechenden Biotoptypen in Nord- und Mitteldeutschland in FLADE (1994)). Lediglich im Vergleich mit gleichaltrigen, vier- bis achtjährigen Fichten-Aufforstungen konnten LINDBLADH et al. (2014) auf k-KUP in Schweden höhere Artenzahlen und Abundanzen feststellen. Dabei ist jedoch zu betonen, dass junge Fichten-Aufforstungen ausgesprochen arten- und individuenarme Brutvogelgemeinschaften aufweisen (FLADE 1994: 383f). Auch auf den untersuchten KUP+ wurden mit durchschnittlich 3,1 BP/ha deutlich niedrigere Siedlungsdichten festgestellt als in den als Referenz untersuchten Hecken, Feldgehölzen und Laubwald-Aufforstungen (ZITZMANN & REICH 2020). Arten mit einer Bindung an Requisiten älterer Gehölzlebensräume wie Alt- und Totholz oder Baumhöhlen fehlen in den Plantagen bewirtschaftungsbedingt oder besiedeln diese deutlich seltener und weniger abundant als andere Gehölzlebensräume – dies zeigen sowohl die eigenen Untersuchungen auf KUP+ als auch zahlreiche Studien auf k-KUP (JEDICKE 1995, HANOWSKI et al. 1997, CHRISTIAN et al. 1998, BERG 2002, ARCHAUX & MARTIN 2009, GRUß & SCHULZ 2011, 2014, RIFFELL et al. 2011, MARTÍN-GARCÍA et al. 2013, PORRO et al. 2021). Die eigenen Untersuchungen zeigen zudem, dass selbst ubiquitäre Gebüschbrüter wie Amsel, Garten-, Mönchs- und Dorngrasmücke sowohl Hecken und Feldgehölze als auch junge Laubwald-Aufforstungen wesentlich abundanter besiedeln als KUP+. Zu diesem Ergebnis kommen auch GRUß & SCHULZ (2014) bei ihren Untersuchungen verschiedener Umtriebsstadien von k-KUP im Vergleich mit Hecken. Die geringen Siedlungsdichten von Gebüschbrütern im Vergleich zu anderen Gehölzlebensräumen zeigen deutliche strukturelle Defizite der Gehölzbestände innerhalb der Plantagen auf. Die höhere Gehölzartenvielfalt und die vielfältigen Wuchs- und Verzweigungsstrukturen verschiedener, durchmischter wachsender Gehölzarten in den genannten Referenzlebensräumen scheinen für den Nestbau von Gebüschbrütern eine wesentlich geeignetere Vegetationsstruktur bereitzustellen als KUP+, in denen Pappel- und Weidenklone oder heimische Gehölzarten in artreinen, gleichaltrigen und damit strukturell monotonen Bewirtschaftungseinheiten angebaut werden (vgl. Kap. 5.2.2). Die niedrigeren Abundanzen der gemeinsamen Arten machen auch deutlich, dass die meisten Brutvögel keine besondere Bindung an diesen Lebensraum aufweisen und weder k-KUP noch KUP+ im Vergleich zu anderen Gehölzlebensräumen bevorzugen (BERG 2002, GRUß & SCHULZ 2011, 2014, ZITZMANN & REICH 2020). Somit erfolgt in k-KUP und – trotz strukturbereichernder Maßnahmen – auch in KUP+ lediglich eine fragmentarische Ausbildung der

Brutvogelgemeinschaften anderer Gehölzlebensräume und es dominieren weit verbreitete, anspruchslose und ungefährdete Ubiquisten, die zumeist niedrigere Siedlungsdichten aufweisen als in anderen Gehölzlebensräumen (u. a. JEDICKE 1995, GRUB & SCHULZ 2011, 2014, ZITZMANN & REICH 2020).

Ähnlich sind auch die Ergebnisse der eigenen Untersuchung zur Nutzung von k-KUP und KUP+ durch die Waldschnepfe (ZITZMANN 2021) einzuordnen, einer Art, die ausgedehnte (> 50 ha), strukturreiche, meist frische bis feuchte Laub- und Mischwälder mit ausgeprägter Kraut- und Strauchschicht als Bruthabitate präferiert (BAUER et al. 2005a, KRÜGER et al. 2014, HEWARD et al. 2018). Zwar konnten auf allen neun untersuchten Plantagen Waldschnepfen nachgewiesen werden, in zeitlicher Hinsicht (Tage mit Nachweisen der Art) wurden die Kulturen jedoch lediglich sporadisch genutzt und es konnten keine Hinweise auf eine Brut innerhalb der Plantagen erbracht werden. Dies zeigt, dass KUP als Deckungs- und Nahrungshabitate für die Waldschnepfe zwar durchaus eine Bedeutung haben können und insbesondere in ausgeräumten Agrarlandschaften mit einem geringen Angebot an Deckungshabitaten wie Hecken oder Feldgehölzen und Nahrungshabitaten wie Brachen oder Grünländern das Habitatangebot erweitern. Als Bruthabitate dürften jedoch weder k-KUP noch KUP+ in Betracht kommen, da sie hinsichtlich verschiedener Habitateigenschaften (Flächengröße, Habitatstruktur, abiotische Standortfaktoren wie Bodenfeuchte) deutlich von optimalen Bruthabitaten abweichen.

Eine positive Wirkung strukturbereichernder Maßnahmen (Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaik, Integration offener Begleitstrukturen) ist jedoch, dass gefährdete Ökotonbewohner wie Baumpieper oder Graumammer von dem halboffenen Charakter der Plantagen und einer hohen Randliniendichte profitieren (GRUB & SCHULZ 2008, 2011, 2014, ZITZMANN & REICH 2020). Dies zeigt, dass die Plantagen bei entsprechender Ausgestaltung zumindest einzelnen anspruchsvolleren oder gefährdeten Brutvogelarten einen Lebensraum bieten können (ebd.). In k-KUP sind diese Ökotonbewohner i. d. R. auf Randbereiche, größere ausfallbedingte Lichtungen oder sehr kleinflächige Plantagen mit hohen Randanteilen beschränkt (GRUB & SCHULZ 2011, 2014), während auf KUP+ durch die hohe Randliniendichte und das ständige Vorhandensein offener Bereiche (beerntete Flächen, Lichtungen, Gassen) auch innerhalb der Plantagen dauerhaft günstige Bedingungen vorherrschen. Untersuchungen auf k-KUP zeigen zudem, dass kleinflächige Plantagen (mit verhältnismäßig hohen Randanteilen) und die Ränder größerer Plantagen auch generell von mehr Arten und in höheren Dichten besiedelt werden als zentrale Bereiche großflächiger Plantagen (SAGE et al. 2006, GRUB & SCHULZ 2011) und dass sich Bestandeslücken positiv auf die Artenzahlen und Abundanzen von Brutvögeln in den Plantagen auswirken (HANOWSKI et al. 1997). Zudem bieten unterschiedliche Gehölzarten aufgrund ihrer spezifischen Wuchs- oder Verzweigungsstruktur unterschiedliche Qualitäten als Nisthabitate für Brutvögel. Weiden-KUP wurden aufgrund ihrer komplexeren Vegetationsstruktur bei bisherigen Untersuchungen auf k-KUP i. d. R. artenreicher und abundanter besiedelt als Pappel-KUP (SAGE & ROBERTSON 1996, GRUB & SCHULZ 2011). Darüber hinaus wurden artspezifische Unterschiede in der Nutzung verschiedener Klone derselben Gehölzgattung als Nisthabitat durch unterschiedliche Vogelarten festgestellt (DHONDT et al. 2004). Daher stellt ein Mosaik verschiedener Gehölzarten und -sorten – ähnlich wie bei Laufkäfern (Kap. 7.4) und Gefäßpflanzen (Kap. 7.1) – auch für die Brutvogelfauna eine wirkungsvolle Aufwertungsmaßnahme dar (DHONDT et al. 2004, GRUB & SCHULZ 2011).

Vereinzelte wurden auf k-KUP auch weitere naturschutzfachlich bedeutsame (gefährdete, seltene oder anspruchsvollere) Brutvogelarten wie Braunkehlchen, Feldschwirl oder Heidelerche nachgewiesen. Dabei ist aber zu betonen, dass sich diese Nachweise auf einzelne Brutpaare beschränken, die i. d. R. nur innerhalb bestimmter Umtriebsphasen (insbesondere im nur kurzzeitig bestehenden Initialstadium), bei Vorhandensein ausgedehnter Bestandeslücken oder in den Randbereichen der Plantagen nachgewiesen wurden (GRUB & SCHULZ 2011, 2014). Zudem erfolgten Nachweise entsprechender Arten (und auch der o. g. Grauammer) i. d. R. nur dann, wenn diese in der Umgebung (regional oder lokal) noch stabile Bestände aufwiesen (ebd.). Somit profitierten die Plantagen in diesen Fällen vom Artenpool der umgebenden Landschaft (vgl. auch BERG 2002 sowie BLEI et al. 2011). Im direkten Vergleich mit Brachflächen als konkurrierende Landnutzung wiesen k-KUP bei der Untersuchung von GRUB & SCHULZ (2014) eine deutlich geringere Habitatqualität für die genannten Arten auf: Brachen boten einer größeren Anzahl gefährdeter Arten in höheren Dichten einen Lebensraum als verschiedene Umtriebsstadien (Initial-, Gebüsch- und Baumstadium) von k-KUP und stellen aus Sicht des avifaunistischen Artenschutzes daher weitaus bedeutsamere Habitate dar (GRUB & SCHULZ 2014). Auffällig ist zudem, dass es sich bei den bisher auf KUP nachgewiesenen, naturschutzfachlich bedeutsamen Brutvogelarten hauptsächlich um Arten handelt, die ihr Nest am Boden (bspw. Baumpieper, Grauammer, Braunkehlchen, Heidelerche und ebenso die Offenlandarten Feldlerche und Kiebitz, die KUP-Initialstadien besiedeln) bzw. in der Krautschicht (bspw. Feldschwirl) anlegen (vgl. Angaben zur Brutbiologie in ANDRETTKE et al. 2005 und BAUER et al. 2005b). Dies ist, neben den vergleichsweise geringen Siedlungsdichten von Gehölzbrütern, ein weiterer Hinweis darauf, dass die Kurzumtriebsbestände selbst aufgrund ihrer monotonen Vegetationsstruktur nur einen geringen Wert als Bruthabitate aufweisen und dass besonders Offenbereiche wie Lichtungen, Vorgewende oder Bewirtschaftungsgassen – also Bereiche, die nicht zur eigentlichen Kultur gehören – von hoher Bedeutung sind. Ähnliche Resultate wurden auch bei Untersuchungen zur Bedeutung von Weihnachtsbaumkulturen als Lebensraum für Brutvögel erzielt: Die hohe Bedeutung dieser Kulturen als Lebensräume für Heidelerche und Baumpieper ist vor allem auf einen hohen Anteil extensiv bewirtschafteter, offener Begleitstrukturen und die dort ausgeprägte Krautschicht inkl. Offenbodenbereichen zurückzuführen (KÄMPFER et al. 2022).

Untersuchungen zur Nutzung von k-KUP durch Vögel im Winterhalbjahr beschränken sich auf einzelne Studien aus Großbritannien (SAGE & TUCKER 1998, SAGE et al. 2006, FRY & SLATER 2009, FRY & SLATER 2011) und Dänemark (REDDERSEN et al. 2001). Ergänzt werden diese durch eine eigene Untersuchung auf KUP+ (ZITSMANN & REICH 2019). Die Ergebnisse zeigen, dass k-KUP im Winter insbesondere in den ersten Jahren nach ihrer Etablierung ein großes und für Vögel attraktives Angebot an Samen in der Krautschicht bereitstellen können (FRY & SLATER 2011) und von mehr Vogelarten und -individuen genutzt werden als konventionell bewirtschaftete Grünländer und Äcker (SAGE & TUCKER 1998, SAGE et al. 2006), aber von weniger Arten und Individuen als Feldgehölze, kleine Wälder oder Hecken in der Agrarlandschaft (REDDERSEN et al. 2001). Zudem zeigte sich, dass kleinere Plantagen höhere Vogel-dichten (Vögel/ha) aufwiesen als größere (SAGE & TUCKER 1998). Bei den bisher durchgeführten Studien wurde die Bedeutung der Krautschicht und insbesondere der Samen annueller Pflanzenarten als Nahrungsquelle für Wintervögel besonders hervorgehoben (REDDERSEN et al. 2001, FRY & SLATER 2011). Die Samen der angebauten Pappel- und Weidenhybriden spielen aufgrund ihrer frühen Ausbreitung und ihrer geringen Größe als Nahrung für Vögel im Winterhalbjahr hingegen keine Rolle (REDDER-

SEN et al. 2001). Dies bestätigen auch die eigenen vergleichenden Untersuchungen von KUP-Beständen mit Pappel- und Weidenhybriden und KUP-Beständen mit heimischen Gehölzarten (Eberesche, Sandbirke, Schwarz- und Grauerle) innerhalb der KUP+-Modellflächen sowie Laubwald-Aufforstungen als zusätzlicher Kontrolle. Die Ergebnisse zeigen, dass KUP-Bestände mit heimischen Gehölzarten und Laubwald-Aufforstungen im Winter von mehr Vogelarten und -individuen genutzt werden, als KUP-Bestände mit Pappel- und Weidenklonen. Die partielle Integration heimischer Gehölzarten kann somit das Nahrungsangebot und damit die Attraktivität für Vögel im Winterhalbjahr im Vergleich zum ausschließlichen Anbau von Weiden- und Pappelsorten erhöhen. Dennoch bleibt das durch die Gehölze bereitgestellte Angebot an Samen und Früchten auch in KUP+ hinter Hecken oder Feldgehölzen zurück, da diese durch ihre wesentlich größere Gehölzartenvielfalt räumlich und zeitlich (unterschiedliche Samen- und Fruchtreife verschiedener Gehölzarten; vgl. hierzu auch STIEBEL & BAIRLEIN 2008) ein wesentlich größeres und vielseitigeres Nahrungsangebot bereitstellen als KUP+, auf denen nur einzelne heimische Gehölzarten in artreinen Bewirtschaftungsblöcken angebaut werden. Neben der Bereitstellung von Samen und Früchten durch die angebauten Gehölze ist das Nahrungsangebot für Wintervögel auch davon abhängig, ob regelmäßig Maßnahmen zur Förderung einer artreichen Krautschicht mit hohen Anteilen annueller Pflanzenarten (bspw. durch regelmäßigen Bodenbruch oder Einsaat von Blühstreifen im Bereich der Vorgewende) durchgeführt werden, da es im Zuge der Sukzession ansonsten zu einer Abnahme entsprechender Pflanzenarten in der Krautschicht (vgl. CUNNINGHAM et al. 2004 und BAUM et al. 2009b, siehe auch ZITZMANN & RODE 2021) und damit des Nahrungsangebotes für granivore Arten kommt (FRY & SLATER 2011, vgl. auch VICKERY et al. 2002 und VICKERY et al. 2009).

### **Fazit zur Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für die Avifauna**

Von der Anlage von KUP+ profitieren hauptsächlich gehölzbrütende Generalisten, die andere Gehölzlebensräume meist deutlich abundanter besiedeln, diese also gegenüber KUP+ bevorzugen. Arten mit einer Bindung an ältere und/oder ausgedehnte, strukturreiche Gehölzlebensräume dienen KUP+ nicht oder nur in Ausnahmefällen als Bruthabitate. KUP+ erfüllen die Biotopfunktion anderer Gehölzlebensräume somit nur eingeschränkt und bleiben hinsichtlich ihrer Habitatqualität deutlich hinter diesen zurück. Verschiedene Umtriebsstadien innerhalb der Plantagen unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Brutvogelgemeinschaften recht deutlich. Ein Umtriebsstadien- und Gehölzartenmosaik inkl. Begleitstrukturen kann daher im Vergleich zum großflächig-monotonen Gehölzanbau auf k-KUP förderlich für die Artenvielfalt sein, sofern die einzelnen Bestände und Strukturen eine für die jeweiligen Arten erforderliche Mindestgröße aufweisen. Von den verschiedenen Umtriebsstadien sind Initialstadien aus Sicht des ornithologischen Artenschutzes aufgrund ihrer strukturellen Ähnlichkeit zu Brachflächen am bedeutsamsten (GRUB & SCHULZ 2014). Ihr Lebensraumpotenzial für Offenlandarten ist durch den schnellen Aufwuchs der Gehölze jedoch zeitlich stark eingeschränkt und liegt im direkten Vergleich deutlich unterhalb von Brachflächen (ebd.). Zudem bieten die Initialstadien auf kleinteilig bewirtschafteten KUP+ für Offenlandarten aufgrund ihrer geringen Größe und der Kulissenwirkung angrenzender Gehölze keine Lebensraumpotenziale. Für den Großteil der Brutvogelarten stellen KUP+ keine Optimalhabitate dar, sondern dienen eher als Ersatzlebensräume, die (temporär) angenommen werden, wenn keine günstigeren Alternativen (wie Hecken, Feldgehölze, Brachen) bestehen. Am ehesten

profitieren einzelne Ökotonbewohner wie der Baumpieper. Im Gegensatz zu k-KUP, wo entsprechende Arten vornehmlich Randbereiche sowie kleinflächige oder ausfallbedingt halboffene Plantagen besiedeln, bieten KUP+ solchen Arten flächendeckend und dauerhaft geeignete Bedingungen.

Im Winterhalbjahr können KUP+ verschiedenen Vogelarten Deckung und Nahrung bieten. Ihr Wert ist zum einen davon abhängig, ob und in welchem Umfang Vogelnährgehölze vorhanden sind. Die typischerweise angebauten Pappel- und Weidenklone bieten im Winter kein Samenangebot, daher besteht durch den partiellen Anbau von samen- und fruchtt tragenden heimischen Gehölzen ein gewisses Aufwertungspotenzial. Ein weiterer wichtiger Faktor ist das Nahrungsangebot der Krautschicht. Im Vergleich zu k-KUP dürften KUP+ durch ihre höhere floristische Artenvielfalt (Kap. 7.1) ein vielfältigeres Nahrungsangebot bereitstellen. Da jedoch insbesondere annuelle Pflanzenarten wegen ihres Samenangebotes bedeutsam sind, sind gegebenenfalls zusätzliche Maßnahmen zur Förderung entsprechender Arten erforderlich, um das Nahrungsangebot für Wintervögel zu verbessern.

## 7.4 Laufkäfer

Laufkäfer sind die bislang am intensivsten untersuchte Wirbellosengruppe auf k-KUP. Neben Untersuchungen zu den Lebensraumpotenzialen in Abhängigkeit von der angebauten Gehölzart, dem Plantagenalter und dem Umtriebsstadium wurden für Vergleiche mit anderen Lebensräumen in den meisten Fällen Äcker, Wälder/Forsten und Hecken herangezogen.

Die Ergebnisse bisheriger Studien auf k-KUP und der eigenen Untersuchungen auf KUP+ zeigen, dass die Laufkäferzönosen der Plantagen – unabhängig von der Altersphase, der angebauten Gehölzart und dem Umtriebsstadium – hauptsächlich von weit verbreiteten und häufigen Generalisten dominiert werden (ALLEGRO & SCIACY 2003, BRITT et al. 2007, ELEK et al 2010, HELBIG & MÜLLER 2010, BRAUNER & SCHULZ 2011, WEGER et al. 2013, AL HUSSEIN et al. 2014, NICOLAI et al. 2014, ZITZMANN et al. 2022). Die wenigen bislang auf k-KUP und KUP+ nachgewiesenen Arten, die aufgrund ihrer Seltenheit oder ihres Gefährdungsstatus aus naturschutzfachlicher Sicht besonders bedeutsam sind, hatten ihre Schwerpunktverkommen in der Etablierungsphase, also in den ersten Jahren nach der Anlage einer Plantage (u. a. BRAUNER & SCHULZ 2011, MÜLLER-KROEHLING et al. 2020, ZITZMANN et al. 2022). In dieser Phase weisen die Laufkäferzönosen noch eine relativ große Ähnlichkeit mit intensiv genutzten Ackerflächen auf und auch die Artenzahlen liegen i. d. R. auf einem ähnlichen Niveau (vgl. BRAUNER & SCHULZ 2011, FRITZE & BLICK 2013, MÜLLER-KROEHLING et al. 2013, NICOLAI et al. 2014). Neben anspruchslosen Vertretern der Ackerfauna fördern frisch angelegte Plantagen aufgrund ihrer extensiveren Nutzung und ihres bracheartigen Charakters (hohe Offenbodenanteile, starke Besonnung, artenreiche Begleitvegetation mit hohem Anteil annueller Pflanzenarten; vgl. hierzu auch Kap. 7.1) jedoch auch vereinzelt anspruchsvollere Pionierarten, die auf intensiv genutzten Ackerflächen nicht oder mit deutlich geringerer Aktivität vorkommen (BRAUNER & SCHULZ 2011, FRITZE & BLICK 2013, ZITZMANN et al. 2022).

Infolge des raschen Aufwuchses der Gehölze und der begleitenden Krautschicht kommt es jedoch zu einer Veränderung von Mikroklima und Raumwiderstand, zwei wesentlichen Einflussgrößen für das Vorkommen und die Aktivität von Laufkäfern (HEYDEMANN 1957, THIELE 1977). Hierdurch verändern sich auch die Laufkäferzönosen: Eurytope Arten, Waldarten und Arten die ausgeglichene Temperatur-

verhältnisse und feuchtere Lebensräume präferieren nehmen zu; Offenlandarten und insbesondere xerothermophile Pionierarten nehmen hingegen ab oder werden verdrängt (LIESEBACH & MECKE 2003, BRAUNER & SCHULZ 2011, SACHS et al. 2012, MÜLLER-KROEHLING et al. 2020, KRIEGEL et al. 2021, ZITZMANN et al. 2022). Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen auf KUP+ und die Ergebnisse von AL HUSSEIN et al. (2014) sowie HELBIG & MÜLLER (2010) auf k-KUP zeigen, dass es nach der Ernte erneut zu einer deutlichen Zunahme der Aktivität von Offenlandarten kommt. Auf der KUP+-Modellfläche konnte jedoch nachgewiesen werden, dass sich diese Zunahme im Wesentlichen auf weit verbreitete und ungefährdete Offenland-Generalisten beschränkt, während für anspruchsvollere, gefährdete Pionierarten durch die Ernte nicht dieselben attraktiven Bedingungen wiederhergestellt werden wie unmittelbar nach der Etablierung (vgl. übereinstimmend dazu auch die Ergebnisse einer Meta-Analyse von MÜLLER-KROEHLING et al. 2020). Dies zeigt, dass strukturbereichernde Maßnahmen wie ein abschnittsweises Vorgehen bei der Ernte auf KUP+ nicht ausreichen, um Laufkäferzönosen mit naturschutzfachlich wertgebenden Pionierarten dauerhaft einen geeigneten Lebensraum zu bieten. Zur Förderung entsprechender Arten sind daher zusätzliche, über die reguläre Bewirtschaftung hinausgehende Maßnahmen erforderlich, die auf die Schaffung sonnenexponierter Offenbodenbereiche (z. B. regelmäßiger Bodenbruch im Bereich gehölzfreier, sonnenexponierter Begleitstrukturen wie Vorgewende, Bewirtschaftungsgassen oder Lichtungen) abzielen (vgl. auch FREIENSTEIN et al. 2018 sowie KRIEGEL et al. 2021).

Dennoch zeigen die eigenen Untersuchungen verschiedener Kurzumtriebsbestände auf KUP+ in Verbindung mit den Untersuchungen von LIESEBACH & MECKE (2003), AL HUSSEIN et al. (2014) sowie KRIEGEL et al. (2021) auf k-KUP, dass sich verschiedene Strukturen und Bestände (Kurzumtriebsbestände mit unterschiedlichen Gehölzarten und in verschiedenen Umtriebsstadien, Lichtungen) innerhalb derselben Plantage hinsichtlich ihrer Laufkäfergemeinschaften deutlich voneinander unterscheiden. KRIEGEL et al. (2021) stellten zudem fest, dass die Randbereiche von k-KUP mehr Laufkäferarten in höheren Aktivitätsdichten fördern als deren Innenbereiche. Die Erhöhung des Struktureichtums innerhalb der Plantagen und die Förderung einer hohen Randliniendichte sind daher durchaus geeignet, um deren Lebensraumpotenzial für Laufkäfer im Vergleich zum kommerziellen, großflächig-monotonen KUP-Anbau zu verbessern und einen Beitrag zur Erhöhung der Laufkäferdiversität zu leisten (KRIEGEL et al. 2021). Dennoch profitieren von entsprechenden Maßnahmen im Wesentlichen Generalisten, während sie zur Förderung naturschutzfachlich wertgebender Pionierarten nicht ausreichen (ZITZMANN et al. 2022).

Die Zunahme von Waldarten im Laufe der Sukzession ist stark abhängig vom landschaftlichen Umfeld und den Einwanderungsmöglichkeiten für meist wenig mobile Waldcarabiden: Grenzt eine Plantage unmittelbar an Wald an, erfolgt deren Einwanderung i. d. R. bereits nach kurzer Zeit; bei Plantagen ohne Waldanschluss wandern Waldarten hingegen nur langsam oder gar nicht ein (ALLEGRO & SCIAKY 2003, MÜLLER-KROEHLING et al. 2013, 2020). Dies bestätigen die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen: Auf der untersuchten KUP+ (ohne Waldanschluss) wurden auch neun Jahre nach ihrer Etablierung nur wenige Waldarten mit sehr geringen Aktivitätsdichten nachgewiesen. Diese hatten ihren Schwerpunkt dann in den bisher unbeernteten Pappel- und Weidenbeständen. Grundsätzlich funktionieren k-KUP und KUP+ als Ersatzlebensraum und Biotopverbundelement für Waldarten im Wesentlichen für eher anspruchslose Wald-Generalisten, die in Deutschland allesamt ungefährdet sind

(vgl. SCHMIDT et al. 2016). Für gefährdete, hochspezialisierte Waldarten (vgl. hierzu Untersuchungen von ASSMANN (1999) für Wälder in Nordwest-Deutschland) bieten die Plantagen aufgrund ihrer deutlich von Wäldern abweichenden Habitateigenschaften (u. a. deutliche Unterschiede von Mikroklima und Bodeneigenschaften, kurze Umtriebszeiten und regelmäßige, schlagartige Veränderungen des Mikroklimas durch die Ernte, vergleichsweise geringe Lebensdauer der Plantagen bis zur Rückumwandlung in Acker) hingegen keine günstigen Bedingungen. Dies zeigen auch deutliche Unterschiede hinsichtlich der Artenzusammensetzung von k-KUP unterschiedlichen Alters im Vergleich mit Wäldern (ALLEGRO & SCIACY 2003, LIESEBACH & MECKE 2003, ELEK et al. 2010, HELBIG & MÜLLER 2010; vgl. hierzu auch Untersuchungen von ULRICH et al. (2004) in etwa 60 Jahre alten Pappelforsten, die hinsichtlich ihrer Laufkäferzönosen trotz unmittelbar angrenzenden Laubmischwäldern deutlich von typischen Waldzönosen abwichen). Dennoch können die Plantagen trotz ihrer von Wäldern abweichenden Habitateigenschaften und Laufkäferzönosen durchaus von einigen weniger strikten Waldarten mitgenutzt werden und somit bspw. als Trittsteine im Biotopverbund dienen (MÜLLER-KROEHLING et al. 2020, vgl. hierzu auch analoge Ergebnisse zur Sukzession der Spinnenfauna auf k-KUP von BLICK & BURGER 2002). Dies gilt darüber hinaus auch für andere wenig mobile, stör anfällige Laufkäferarten mit anderen Habitatpräferenzen, für die Äcker zu intensiv bewirtschaftet werden bzw. starke Ausbreitungsbarrieren darstellen (BRAUNER & SCHULZ 2011, MÜLLER-KROEHLING et al. 2020).

### **Fazit zur Biotopfunktion und -qualität von KUP+ für die Laufkäferfauna**

Die Laufkäfergemeinschaften von KUP+ verändern sich im Zuge der Alterung einer Plantage und im Laufe eines Umtriebszyklus dynamisch. Unabhängig vom Plantagenalter, dem Umtriebsstadium und der angebauten Gehölzart werden die Laufkäferzönosen jedoch hauptsächlich von häufigen und weit verbreiteten Generalisten dominiert, während Spezialisten rar sind oder fehlen. Das aus Naturschutzsicht bedeutsamste Stadium ist die Etablierungsphase, da die Laufkäferzönosen hier im Vergleich mit anderen Alters- und Umtriebsphasen vergleichsweise arten- und individuenreich sind und durch den bracheartigen Charakter der Plantagen auch einzelne gefährdete Pionierarten hohe Aktivitätsdichten erreichen. Die regelmäßige Ernte stellt die Bedingungen dieser Etablierungsphase jedoch nicht gleichwertig wieder her, sodass im Laufe der Alterung einer Plantage für entsprechende Arten keine günstigen Habitatbedingungen mehr vorherrschen. Ein Mosaik verschiedener Gehölzarten, Umtriebsstadien und Begleitstrukturen auf KUP+ führt im Vergleich zu strukturell monotonen k-KUP zu einer Erhöhung der Artenvielfalt, da verschiedene Bestände durch ihre unterschiedlichen strukturellen und mikroklimatischen Eigenschaften jeweils unterschiedliche Arten begünstigen. Naturschutzfachlich bedeutsame (spezialisierte, seltene, gefährdete) Arten werden trotz dieser strukturbereichernden Maßnahmen jedoch nicht in besonderem Maße gefördert.

## 7.5 Artengruppenübergreifende Gesamtbetrachtung und Fazit zu Forschungsfragen I und II

### 7.5.1 Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zu konventionellen KUP

Die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen auf KUP+ bestätigen in Verbindung mit den Aussagen der ausgewerteten Literatur zur Biodiversität von k-KUP das Potenzial naturschutzfachlicher Maßnahmen (kleinteiliges Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaik, Integration von Begleitstrukturen) zur Aufwertung der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zum konventionellen KUP-Anbau. Dabei muss aber zwischen (i) dem Aufwertungspotenzial dieser Maßnahmen zur Erhöhung der allgemeinen Artenvielfalt (ohne Berücksichtigung der naturschutzfachlichen Qualität des Arteninventares) und (ii) dem Aufwertungspotenzial für naturschutzfachlich wertgebende Arten differenziert werden.

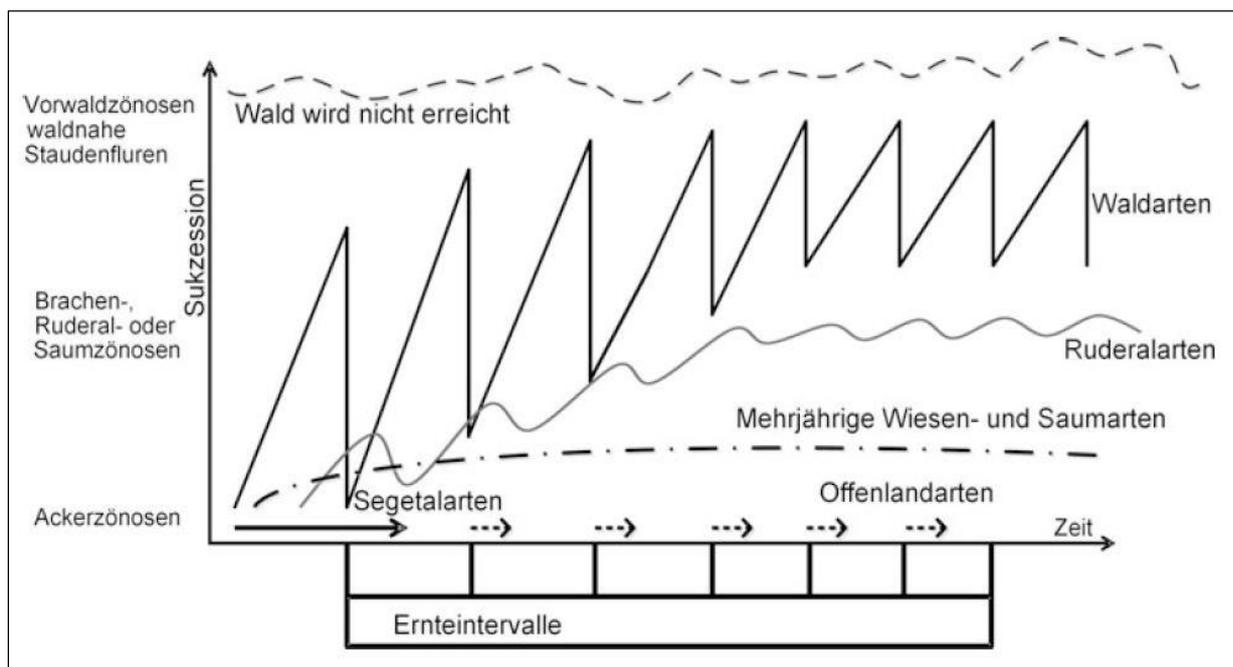
(i) Die „allgemeine Artenvielfalt“ einer KUP lässt sich durch die verschiedenen strukturbereichernden Maßnahmen deutlich erhöhen. Die biodiversitätsfördernde Wirkung der Maßnahmen lässt sich für die vier betrachteten Artengruppen wie folgt zusammenfassen:

- Die Artenvielfalt nimmt bei Gefäßpflanzen, Brutvögeln (hier analog dazu auch die Siedlungsdichten, SAGE et al. 2006) und Laufkäfern vom Rand und den randnahen Bereichen in Richtung Zentrum der Kulturen ab, daher sind **kleinflächige Plantagen** (oder kleinflächige Bestände innerhalb einer Plantage) **mit hohen Randanteilen** artenreicher als großflächige (WEIH et al. 2003, CUNNINGHAM et al. 2004, SAGE et al. 2006, GRUB & SCHULZ 2011, ROWE et al. 2011, KRIEGEL et al. 2021). Die geringe Flächengröße der gesamten Plantage und das kleinteilige Mosaik verschiedener Bestände innerhalb einer Plantage sind daher ein maßgeblicher Faktor für eine höhere Artenvielfalt von KUP+ im Vergleich zu k-KUP.
- Infolge der deutlichen und schnellen Veränderung der Vegetationsstruktur durch den Aufwuchs der Gehölze und damit einhergehend auch der abiotischen Habitateigenschaften (u. a. Feuchte-, Temperatur- und Lichtverhältnisse) unterscheiden sich verschiedene Umtriebsstadien hinsichtlich ihrer Zönosen deutlich (s. auch Abbildung 12). Dies konnte auf k-KUP für die Artengruppen Vögel (u. a. HANOWSKI et al. 1997, BERG 2002, SAGE et al. 2006, GRUB & SCHULZ 2011, 2014), Laufkäfer (u. a. ALLEGRO & SCIAKY 2003, BRAUNER & SCHULZ 2011, MÜLLER-KROEHLING et al. 2020) und Gefäßpflanzen (u. a. GUSTAFSSON 1987, HEILMANN et al. 1995, BAUM et al. 2009b, SEIFERT et al. 2015) aufgezeigt werden. Ein abschnittsweises Vorgehen bei der Ernte zur **Schaffung eines Umtriebsstadienmosaiks** ist daher eine wirkungsvolle Maßnahme zur Erhöhung der Artenvielfalt, da verschiedene Sukzessionsstadien so nicht nacheinander ablaufen, sondern zeitgleich unmittelbar nebeneinander vorkommen (vgl. auch BAUM et al. 2009b, SCHULZ et al. 2009). Für die Artengruppen Laufkäfer (ZITZMANN et al. 2022) und Gefäßpflanzen (ZITZMANN & RODE 2021) waren die positiven Effekte eines Umtriebsstadienmosaiks direkt auf den KUP+ nachweisbar: Verschiedene, unmittelbar aneinandergrenzende Umtriebsstadien wiesen zum Teil deutliche Unterschiede hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung auf. Für Brutvögel war das Umtriebsstadienmosaik auf den KUP+ zu kleinteilig, um für die verschiedenen Umtriebsstadien eigene Artgemeinschaften abzugrenzen. Hier profitieren von dieser Maßnahme im Wesentlichen Ökotonbewohner wie der Baumpieper, also Arten, die auf einen kleinräumigen Wechsel offener und gehölzgeprägter Bereiche angewiesen sind

und deren Vorkommen auf k-KUP sich hauptsächlich auf Randbereiche oder größere Ausfallflächen beschränkt (vgl. GRUB & SCHULZ 2011). Bei den Brutvögeln sind Feldvögel und Wiesenbrüter hingegen die Verlierer des sehr kleinteiligen Umtriebsstadienmosaiks auf KUP+, da diese – wenn überhaupt – nur großflächige KUP-Initialstadien besiedeln. Dabei muss aber betont werden, dass auch großflächige Initialstadien auf k-KUP für diese Arten keinesfalls Optimalhabitate darstellen, aufgrund des schnellen Gehölzaufwuchses nur für einen sehr kurzen Zeitraum nach der Etablierung oder Ernte überhaupt nutzbar sind und dann auch nur von einzelnen Vertretern der genannten Gruppe (bspw. Kiebitz und Feldleche) besiedelt werden (SAGE & ROBERTSON 1996, BERG 2002, GRUB & SCHULZ 2011). Der dauerhafte Aufwertungseffekt von KUP+ für Ökotonbewohner ist also wesentlich höher zu gewichten als der negative Effekt eines kleinteiligen Umtriebsstadienmosaiks für einzelne Offenlandarten, für die die Plantagen ohnehin nur stark eingeschränkte Lebensraum-potenziale aufweisen.

- Daran anschließend ist auch der **Anbau unterschiedlicher Gehölzarten** (-gattungen, -sorten) innerhalb einer Plantage förderlich für die Artenvielfalt, da Bestände mit verschiedenen Gehölzarten durch ihre unterschiedlichen Wuchs- und Blattformen unterschiedliche abiotische Standortbedingungen schaffen und damit unterschiedliche Arten und Lebensgemeinschaften fördern (für Flora und Laufkäfer u. a. HEILMANN et al. 1995, AL HUSSEIN et al. 2014, SEIFERT et al. 2015, ZITZMANN & RODE 2021, ZITZMANN et al. 2022). Zudem besitzen verschiedene Gehölzarten und -sorten jeweils eine spezifische Wuchs- und Verzweigungsstruktur und bieten daher gebüschbrütenden Vogelarten artspezifisch unterschiedliche Potenziale für den Nestbau (SAGE & ROBERTSON 1996, DHONDT et al. 2004, GRUB & SCHULZ 2011), wodurch der Anbau verschiedener Gehölzarten mehr Arten eine Besiedelung der Plantagen ermöglicht als der großflächige Anbau einer Gehölzart oder -sorte in Monokultur. Daneben fördert eine höhere Gehölzartenvielfalt auch die Vielfalt an Insekten, da verschiedene Arten mit unterschiedlichen Gehölzgattungen oder -arten (KENNEDY & SOUTHWOOD 1984, BRÄNDLE & BRANDL 2001, SCHULZ et al. 2009) und sogar -sorten (MÜLLER et al. 2018) assoziieren. Hiervon profitieren wiederum direkt Insektivore, darunter bspw. zahlreiche Vogelarten zur Brutzeit (LINDBLADH et al. 2014). Für die winterliche Vogelwelt wird zudem das Nahrungsangebot verbessert, wenn zusätzlich zu Pappel- oder Weidenhybriden auch Gehölzarten angebaut werden, die bereits nach wenigen Jahren fruktifizieren und dann – anders als Pappeln und Weiden – in den Wintermonaten Samen und Früchte bereitstellen (ZITZMANN & REICH 2019).
- Auch die biodiversitätsfördernde Wirkung von **gehölzfreien Begleitstrukturen** wie Lichtungen, Bewirtschaftungsgassen und Vorgewenden wurde im Rahmen mehrerer Studien auf k-KUP belegt. Bei den Brutvögeln führen Bestandeslücken zu höheren Artenzahlen und Abundanzen (HANOWSKI et al. 1997) und verbessern das Lebensraumpotenzial für Ökotonbewohner deutlich (GRUB & SCHULZ 2011, ZITZMANN & REICH 2020). Bei den Laufkäfern und Gefäßpflanzen haben Begleitstrukturen wie Lichtungen oder Vorgewende ebenfalls eine biodiversitätsfördernde Wirkung, da sie eine höhere Artenvielfalt aufweisen als der mit Gehölzen bestockte Kulturbereich und/oder sich hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung deutlich von Kurzumtriebsbeständen unterscheiden (u. a. CUNNINGHAM et al. 2004, ROWE et al. 2011, MICHLER et al. 2016, KRIEGEL et al. 2021, ZITZMANN & RODE 2021).

Für Groß- und Mittelsäuger ist es aufgrund der Studienlage und ihrer großen Raumannsprüche schwieriger als bei den anderen Artengruppen, den Aufwertungseffekt einzelner Maßnahmen für bestimmte Arten genauer zu benennen und es ist noch nicht im Detail geklärt, wie KUP-interne Faktoren und Umgebungsfaktoren das Lebensraumpotenzial der Plantagen für diese Artengruppe und einzelne Arten steuern. Auffällig bei den eigenen Untersuchungen auf KUP+ (ZITZMANN et al. 2021) und k-KUP (ZITZMANN & REICH 2022) waren deutliche Unterschiede in der Aktivität des Feldhasen. In Verbindung mit den Habitatansprüchen der Art lässt sich daraus folgern, dass strukturbereichernde Maßnahmen und insbesondere das Vorhandensein offener Begleitstrukturen und eine hohe Randliniendichte die Habitatqualität für den Feldhasen im Vergleich zum großflächig-monotonen KUP-Anbau deutlich erhöhen (im Detail s. Kap. 7.2). Auch weitere Offenland- und Ökotonarten dürften von diesen Maßnahmen profitieren, während für Waldarten aufgrund der ohnehin limitieren Habitatqualitäten von KUP eher neutrale Effekte zu erwarten sind. Somit ergibt sich auch für Groß- und Mittelsäuger und besonders für den aus Naturschutzsicht wertgebenden Feldhasen eine höhere Habitatqualität von KUP+ im Vergleich zu k-KUP. Welche strukturbereichernden Maßnahmen im Detail besonders bedeutsam für welche Arten sind und welchen Einfluss die Umgebung einer Plantage auf deren Nutzung durch Säugetiere hat, sollte jedoch im Rahmen künftiger Studien weiter untersucht werden, um entsprechende Erkenntnisse bei der Standortwahl und der Ausgestaltung der Plantagen zu berücksichtigen (vgl. ZITZMANN & REICH 2022).



**Abbildung 12:** Die „Sägezahnhypothese“ nach PLATEN et al. (2013), modifiziert durch DAUBER et al. (2018), veranschaulicht die Sukzessionsabläufe einer KUP innerhalb ihres gesamten Lebenszyklus und innerhalb der einzelnen Umtriebszyklen. Auf KUP+ kommen verschiedene Sukzessionsphasen zeitgleich nebeneinander vor, auf k-KUP laufen diese hingegen nacheinander ab.

## (ii) Aufwertungspotenziale für naturschutzfachlich wertgebende Arten

Die eigenen Untersuchungen und die ausgewerteten Studien zur Biodiversität von k-KUP zeigen konsistent und eindeutig, dass die Plantagen unabhängig von ihrer Altersphase, ihrem Umtriebsstadium und der angebauten Gehölzart im Wesentlichen einen Lebensraum für häufige und weit verbreitete Generalisten darstellen. Dies gilt für alle vier betrachteten Artengruppen (Gefäßpflanzen, Groß- und Mittelsäuger, Vögel, Laufkäfer). Gefährdete, seltene und/oder spezialisierte Arten mit hohen Anforderungen an die strukturelle Ausstattung ihrer Lebensräume oder spezifischen Anforderungen an bestimmte abiotische Standortbedingungen wurden auf k-KUP nur in Einzelfällen (und oftmals zeitlich beschränkt, z. B. auf die ersten Jahre nach der Etablierung einer Plantage) nachgewiesen und sind keinesfalls als typische und vor allem dauerhafte Bestandteile der Zönosen dieser Kulturen anzusehen. Daran ändert auch die Umsetzung strukturbereichernder Maßnahmen auf KUP+ nur wenig. Wie dargestellt, lässt sich durch ein Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaik inkl. Begleitstrukturen auf KUP+ zwar die allgemeine Artenvielfalt wirkungsvoll erhöhen. Innerhalb der einzelnen Bestände dieses Mosaiks laufen letztlich aber die typischen Besiedlungs- und Sukzessionsmuster wie auf k-KUP ab (vgl. Abbildung 12) und es herrschen Zönosen vor, die von Generalisten dominiert werden und keine oder keine nennenswerten Anteile an anspruchsvolleren oder gefährdeten Arten aufweisen. Auch bei KUP+ verbleiben trotz der Umsetzung strukturbereichernder Maßnahmen die von k-KUP bekannten Defizite der Habitateigenschaften, die das Besiedlungspotenzial für spezialisierte Arten limitieren. Diese lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wie bei k-KUP erreichen die Gehölze auch auf KUP+ nutzungsbedingt nur ein geringes Alter und die regelmäßigen Ernten in kurzen Zyklen führen dazu, dass Arten, die auf spezifische Habitateigenschaften und -elemente älterer Gehölzlebensräume angewiesen sind, keine geeigneten Bedingungen vorfinden (s. hierzu im Detail nachfolgendes Kap. 7.5.2).
- Die Etablierungsphase weist im Vergleich mit den anderen Alters- und Umtriebsphasen einer Plantage aufgrund ihres bracheartigen Charakters und ihrer strukturellen Nähe zu jungen Brachen/Stilllegungsflächen noch die vergleichsweise höchsten Anteile und Aktivitätsdichten gefährdeter Arten auf (vgl. u. a. DELARZE & CIARDO 2002, BRAUNER & SCHULZ 2011, GRUBB & SCHULZ 2014, MÜLLER-KROEHLING et al. 2020). Dabei handelt es sich meist um xerothermophile, lichtbedürftige Pionierarten oder einzelne Brutvogelarten des Offenlandes (ebd.). Die Etablierungsphase ist bei KUP+ jedoch, ähnlich wie bei k-KUP, auf die ersten Jahre<sup>12</sup> nach der Anlage beschränkt. Innerhalb des gesamten Lebenszyklus einer Plantage (20–30 Jahre oder mehr) entfällt somit nur ein geringer Anteil auf diese Phase. Die Etablierungsphase wird durch die Ernte nicht gleichwertig wiederhergestellt, u. a., weil die Gehölze nach der Ernte aufgrund des etablierten Wurzelsystems wesentlich schneller aufwachsen und dichter ausschlagen als in den ersten Jahren nach der Etablierung (SCHILDBACH et al. 2009: 69, BÄRWOLFF et al. 2012: 20f). Zudem ist die Krautschicht in der Etablierungsphase i. d. R. durch hohe Offenbodenanteile und kurzlebige Pflanzenarten gekennzeichnet, während anschließend konkurrenzstarke, ausdauernde und schattentolerante

---

<sup>12</sup> Der Zeitraum ist abhängig von der Geschwindigkeit des Gehölzaufwuchses und von der artspezifischen Empfindlichkeit gegenüber strukturellen und/oder mikroklimatischen Habitatveränderungen. Aufgrund des Verzichtes auf Düngemittel und Pflanzenschutzmittel und wegen des Anbaus verschiedener, teilweise weniger ertragreicher Gehölzarten dürfte die Etablierungsphase auf KUP+, zumindest partiell, etwas länger (2–3 Jahre) andauern als auf k-KUP (1–2 Jahre), auf denen Hochleistungssorten von Pappel oder Weide angebaut werden und Düngemittel und Pflanzenschutzmittel zum Einsatz kommen.

Pflanzenarten zunehmen (vgl. Kap. 7.1 und Abbildung 12) und/oder sich eine Laubstreuschicht ausbildet. Dadurch herrschen für xerothermophile Pionierarten und Brutvögel des Offenlandes nach der Ernte nicht dieselben Bedingungen vor wie in der Etablierungsphase (u. a. GRUß & SCHULZ 2011, ZITZMANN et al. 2022).

- Die geringe Flächengröße einzelner Umtriebsstadien innerhalb einer KUP+ limitiert darüber hinaus das Besiedlungspotenzial für Arten mit großen Raumansprüchen bzw. für Arten, die auf eine bestimmte Mindestgröße der von ihnen präferierten Umtriebsstadien angewiesen sind. Dieser Faktor kommt auf KUP+ infolge des kleinteiligen Umtriebsstadienmosaiks besonders zum Tragen. Zwar kommen verschiedene Umtriebsstadien – anders als bei k-KUP – in zeitlicher Hinsicht ständig vor. Die einzelnen Umtriebsstadien sind dadurch aber auch vergleichsweise kleinflächig.
- Zwar werden auf KUP+ im Vergleich zu k-KUP verschiedene und sogar heimische Gehölzarten angebaut. Der Anbau erfolgt jedoch in artreinen, gleichaltrigen Bewirtschaftungseinheiten. Bei KUP+ handelt es sich somit letztlich um ein Mosaik verschiedener „Mini-Monokulturen“ innerhalb einer Plantage, die einzeln (auf Ebene der einzelnen Bestände) betrachtet strukturell monoton sind und damit Arten, die auf eine hohe Komplexität der Vegetationsstruktur angewiesen sind, nur eingeschränkte Lebensraumpotenziale bieten; dies verdeutlichen bspw. die im Vergleich zu anderen Gehölzlebensräumen niedrigen Siedlungsdichten von Gebüschbrütern (ZITZMANN & REICH 2020).

Bei den wenigen naturschutzfachlich wertgebenden Arten, die (potenziell) von der Anlage von KUP+ profitieren, handelt es sich im Wesentlichen um Ökotonbewohner, die auf einen kleinräumigen Wechsel offener und gehölzgeprägter Bereiche innerhalb der Plantagen angewiesen sind. Diese Arten, für die stellvertretend der Baumpieper zu nennen ist, profitieren von den umgesetzten strukturbereichernden Maßnahmen am meisten und – im Gegensatz zu k-KUP – flächendeckend (und nicht nur randlich oder im Bereich von Sonderstrukturen wie ausfallbedingten Lichtungen) und dauerhaft. Als weiterer Profiteur von strukturbereichernden Maßnahmen auf KUP+ kann auf Basis der Ergebnisse der eigenen Untersuchungen und aufgrund seiner Habitatansprüche der deutschlandweit gefährdete Feldhase angesehen werden (ZITZMANN et al. 2021, ZITZMANN & REICH 2022). Dieser nutzt die Plantagen aber, anders als der Baumpieper, nur als Teillebensraum. Aufgrund der Studienlage sollten hier aber noch weitere Untersuchungen erfolgen, die u. a. einen direkten Vergleich von k-KUP und KUP+ im selben landschaftlichen Umfeld vornehmen (für *Miscanthus*-Kulturen vgl. hierzu PETROVAN et al. 2017) oder anhand von besenderten Tieren die kleinräumige Nutzung innerhalb der Plantagen untersuchen, um artspezifisch besonders bedeutsame Teilbereiche zu ermitteln und besonders wirkungsvolle Aufwertungsmaßnahmen abzuleiten.

Gefährdete (meist xerothermophile) Pionierarten können hingegen nicht als dauerhafte Profiteure angesehen werden, da für diese Arten nur in der Etablierungsphase günstige Bedingungen vorherrschen. Gleiches gilt für einzelne Brutvogelarten des Offenlandes, die die Plantagen zwar sowohl nach der Etablierung als auch nach der Ernte kurzzeitig als Bruthabitate annehmen, für die diese Initialphasen aber keinesfalls Optimalhabitate darstellen (GRUß & SCHULZ 2011). Für diese Arten entsteht durch die auf KUP+ umgesetzten Maßnahmen kein Aufwertungseffekt im Vergleich zu k-KUP.

## Fazit zu Forschungsfrage I

*Bewirken die naturschutzfachlichen Maßnahmen auf KUP+ für die betrachteten Artengruppen bzw. bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten eine Aufwertung der Biotopfunktion im Vergleich zum konventionellen Anbau von KUP?*

Das Potenzial verschiedener naturschutzfachlicher Maßnahmen (kleinteiliges Gehölzarten- und Umtriebsstadienmosaik, Integration offener Begleitstrukturen) zur Aufwertung der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zum konventionellen KUP-Anbau lässt sich sowohl anhand der Ergebnisse der eigenen freilandökologischen Untersuchungen auf KUP+ als auch anhand der Aussagen ausgewerteter Literatur für alle betrachteten Artengruppen bestätigen. Trotz der Umsetzung dieser strukturbereichernden Maßnahmen stellen KUP+ aber hauptsächlich Lebensräume für häufige und weit verbreitete Generalisten dar, während stärker spezialisierte und/oder gefährdete Arten fehlen bzw. nur vereinzelt und/oder temporär auftreten. Das Aufwertungspotenzial strukturbereichernder Maßnahmen für naturschutzfachlich wertgebende Arten beschränkt sich vornehmlich auf einzelne gefährdete Ökotonbewohner, also auf Arten, die vom kleinräumigen Wechsel offener und gehölzgeprägter Bereiche innerhalb der Plantagen profitieren.

Im Hinblick auf die bisher erfolgten Untersuchungen zur Biodiversität von k-KUP zu betonen, dass es sich bei den Untersuchungsflächen im Rahmen dieser Studien – und besonders der Studien aus Deutschland, wo der KUP-Anbau noch weniger verbreitet ist als bspw. in Schweden (vgl. MOLA-YUDEGO et al. 2017) – eher selten um kommerzielle, intensiv genutzte Plantagen handelte, sondern oftmals um Versuchsanlagen. Diese Plantagen waren daher in vielen Fällen eher kleinflächig und/oder durch Ausfälle, den testweisen Anbau verschiedener, oftmals noch nicht so leistungsfähiger Pappel- oder Weidensorten sowie Ernteversuche vergleichsweise strukturreich (vgl. auch SAGE et al. 2006, SCHULZ et al. 2009). Es handelte sich im Gegensatz zu KUP+ somit zwar nicht um Plantagen, auf denen gezielt und im räumlichen Verbund verschiedene Maßnahmen zur Erhöhung des Strukturreichtums umgesetzt wurden. Durch den oftmals experimentellen Charakter der Plantagen erfolgten aber häufig ungezielt auch strukturbereichernde Maßnahmen. Aus diesem Grund dürften die Ergebnisse vieler Biodiversitäts-Studien auf k-KUP eher den oberen Bereich des Lebensraumpotenziales der Kulturen repräsentieren (SCHULZ et al. 2009). Wenn der Anbau von k-KUP künftig zunimmt und im großflächigen und kommerziellen Maßstab betrieben wird, ist mit weitaus monotoneren, intensiver bewirtschafteten Plantagen zu rechnen, die dann voraussichtlich auch geringere Potenziale als Lebensraum für Tiere und Pflanzen aufweisen (u. a. SAGE et al. 2006, SCHULZ et al. 2009, SEIFERT et al. 2015). Zwei der ausgewerteten Studien zeigen dies bereits: Von SAGE et al. (2006) untersuchte k-KUP wiesen nur etwa halb so hohe Siedlungsdichten von Brutvögeln auf wie von SAGE & ROBERTSON (1996) mit derselben Methodik untersuchte nicht-kommerzielle KUP. Daraus lässt sich ableiten, dass Unterschiede hinsichtlich der Biotopfunktion und -qualität zwischen KUP+ und k-KUP bei einem verbreiteteren kommerziellen Anbau noch weiter zunehmen dürften und die im Rahmen dieser Arbeit betrachteten KUP-spezifischen Aufwertungsmaßnahmen bei einem solchen Szenario voraussichtlich deutlich effektiver sein werden als unter den momentanen Rahmenbedingungen mit ohnehin vergleichsweise kleinflächigen, strukturreichen und extensiv bewirtschafteten KUP-Anbauflächen.

## 7.5.2 Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen

Viele der bisher erfolgten Untersuchungen zur Biodiversität von k-KUP zielten darauf ab zu ermitteln, welche Arten und Lebensgemeinschaften diese neuartigen Biomassekulturen als Lebensraum nutzen und wie sich Artenvielfalt und -zusammensetzung im Vergleich zur Vornutzung verändern (vgl. Kap. 6.1). Da die Plantagen im Vergleich zu konventionell bewirtschafteten Äckern mit einjährigen Kulturen i. d. R. eine höhere Artenvielfalt (insbesondere bei Brutvögeln und Gefäßpflanzen) aufweisen, resultieren aus entsprechenden Studien, Reviews oder Meta-Analysen eher positive Bewertungen ihres Lebensraumpotenziales und ihrer Biodiversitätsleistungen (u. a. DAUBER et al. 2010, IMMERZEEL et al. 2014, HAUGHTON et al. 2015, VANBEVEREN & CEULEMANS 2019, DONNISON et al. 2021). Im Rahmen dieser Arbeit ist Fragestellung aber eine grundlegend andere. Hier liegt der Schwerpunkt auf dem Vergleich der Biotopfunktion und -qualität von KUP+ mit anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen, zu denen KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN) eine mögliche Alternative darstellen könnten und deren Biotopfunktionen sie im Falle eines Einsatzes als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) oder als artenschutzrechtliche Maßnahme (ASRM) möglichst adäquat kompensieren müssen. Das zweifelsohne vorhandene Potenzial von KUP+ zur Aufwertung intensiv genutzter, floristisch und faunistisch verarmter – also aufwertungsfähiger und aufwertungsbedürftiger – Ackerflächen ist hingegen eine Leistung, die sämtliche Maßnahmen erfüllen müssen, um überhaupt für einen Einsatz als (produktionsintegrierte) Naturschutzmaßnahme in Betracht zu kommen, und damit letztlich eine Grundvoraussetzung für die Anerkennung als PIN (vgl. Kap. 6.2).

Die ausgewerteten Studien und die Ergebnisse der eigenen freilandökologischen Untersuchungen zeigen, dass es sich bei KUP+ (und ebenso bei k-KUP) um neuartige Lebensräume handelt, die hinsichtlich ihrer Biotopfunktion von anderen Lebensräumen abweichen (für k-KUP vgl. u. a. BAUM et al. 2009b, SCHULZ et al. 2009, DAUBER et al. 2018 und analog dazu GLEMNITZ et al. 2013 für Kurzumtriebsstreifen in modernen Agroforstsystemen). Dies zeigt sich insbesondere dadurch, dass sich die Lebensgemeinschaften von KUP+ deutlich von denen anderer Lebensräume unterscheiden. KUP+ stellen eigenständige Lebensräume mit spezifischen Zönosen dar, die sich im Laufe des Lebenszyklus einer Plantage und innerhalb der einzelnen Umtriebszyklen dynamisch verändern. Durch das Nebeneinander verschiedener Umtriebsphasen, Gehölzbestände sowie gehölzfreier Begleitstrukturen bieten KUP+ auf kleinem Raum unterschiedliche Habitatbedingungen, wodurch eine vielfältige Kombination von Arten aus verschiedenen Stammlebensräumen nebeneinander einen Lebensraum findet (vgl. Abbildung 12, Kap. 7.5.1). Gleichzeitig verdeutlicht das fast ausschließliche Auftreten von weit verbreiteten, häufigen und anpassungsfähigen Arten und das Fehlen oder nur sehr eingeschränkte Vorkommen von gefährdeten Arten und Habitatspezialisten auch klare Defizite, die KUP+ hinsichtlich ihrer Biotopfunktion und -qualität gegenüber anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen aufweisen.

Im Vergleich mit Offenlebensräumen wie Äckern oder Grünländern kommt es durch die Anlage von KUP+ (und k-KUP) infolge des schnellen Gehölzaufwuchses und der damit einhergehenden Veränderungen der strukturellen und mikroklimatischen Habitateigenschaften zu einer deutlichen Veränderung der Lebensgemeinschaften (u. a. CHRISTIAN et al. 1998, ALLEGRO & SCIACY 2003, CUNNINGHAM et al. 2004, 2006, BRITT et al. 2007, FRY & SLATER 2009, BAUM et al. 2012a, SEIFERT et al. 2015).

Zwar sind auch viele Acker- und Grünland-Generalisten in der Lage, KUP+ temporär oder dauerhaft als Lebensraum zu nutzen. Für anspruchsvolle, gefährdete und damit förderungsbedürftige Acker- oder Grünlandarten weisen KUP+ jedoch keine geeigneten Bedingungen auf (ZITZMANN & REICH 2020, ZITZMANN & RODE 2021, ZITZMANN et al. 2022). Diese Arten finden zwar auch auf konventionell genutzten Äckern und Grünländern keine günstigen Bedingungen vor (u. a. DONALD et al. 2006, MEYER et al. 2013, WIETZKE et al. 2020b), typischerweise auf Äckern oder Grünländern umgesetzte Naturschutzmaßnahmen vermögen diese jedoch effektiv für zahlreiche gefährdete Arten der Agrarlandschaft aufzuwerten. Hier sind beispielhaft Acker- oder Grünlandbrachen (u. a. MEICHTRY-STIER et al. 2018, KRÄMER et al. 2020, RISCHEN et al. 2021, HERTZOG et al. 2023; vgl. auch GRUß & SCHULZ 2014 für den direkten Vergleich von KUP und Brachen für gefährdete Brutvogelarten des Offenlandes), ein- oder mehrjährige Blühstreifen auf Ackerflächen (WIETZKE et al. 2020a, SCHMIDT et al. 2021a, 2022, SCHUBERT et al. 2021) sowie andere Extensivierungsmaßnahmen für Äcker oder Grünländer bzw. zur gezielten Förderung bestimmter Zielarten dieser Lebensräume (u. a. PRINCÉ & JIGUET 2013, BRIGHT et al. 2015, ALBRECHT et al. 2016, FRANKS et al. 2018) zu nennen. Eine zielgerichtete Aufwertung intensiv genutzter Ackerflächen und Grünländer für diesen wichtigen und heute in Deutschland und Europa stark im Rückgang befindlichen Teil der Biodiversität (DONALD et al. 2001, MEYER et al. 2013, RICHNER et al. 2015, RYSLAVY et al. 2020, KAMP et al. 2021, WARREN et al. 2021) ist durch die Anlage von KUP+ hingegen nicht möglich.

Vergleiche mit Wäldern zeigen ebenfalls deutlich, dass k-KUP und analog dazu KUP+ sich hinsichtlich der Zusammensetzung ihrer Zönosen deutlich von Wäldern unterscheiden und dass in den Plantagen anspruchsvollere Arten, die auf walddtypische Habitateigenschaften (u. a. hinsichtlich Vegetationsstruktur und -schichtung, Mikroklima, Bodeneigenschaften, Habitatkontinuität) und Strukturelemente (wie natürliche Baumhöhlen, starkes Alt- und Totholz) angewiesen sind, fehlen oder nur sporadisch auftreten (u. a. CHRISTIAN et al. 1998, BERG 2002, BLICK & BURGER 2002, ALLEGRO & SCIACY 2003, SAGE et al. 2006, ELEK et al. 2010, MARTÍN-GARCÍA et al. 2013, PORRO et al. 2021 in Verbindung mit den Ergebnissen der eigenen Untersuchungen; vgl. zudem AUBIN et al. 2008, PAWSON et al. 2013 sowie AMORI et al. 2022). KUP+ erfüllen die Biotopfunktion von Wäldern somit nur sehr eingeschränkt und stellen keinen Ersatzlebensraum für strenger an Wald gebundene Arten dar (vgl. Abbildung 12). Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den Resultaten umfangreicher Untersuchungen und Meta-Analysen zu anderen Plantagen-Typen mit schnellwachsenden Gehölzen (z. B. *Eucalyptus* spp., *Pinus* spp.), die ebenfalls aufzeigen, dass Plantagen mit schnellwachsenden Baumarten und kurzen Umtriebszeiten keinen adäquaten Ersatz für Arten und Lebensgemeinschaften der Wälder und anderer natürlicher oder naturnaher Lebensräume darstellen, sondern vornehmlich von Generalisten dominierte Zönosen fördern (CALVIÑO-CANCELA et al. 2012, IEZZI et al. 2018, NÚÑEZ-REGUEIRO et al. 2019, TEIXEIRA et al. 2020, LÓPEZ-BEDOYA et al. 2021).

Die Unterschiede hinsichtlich der Biotopfunktion von KUP+ und Wäldern lassen sich teilweise auch auf den Vergleich mit anderen Gehölzlebensräumen wie Hecken und Feldgehölzen übertragen. Hier zeigen die eigenen Ergebnisse in Verbindung mit den Resultaten von GRUß & SCHULZ (2014), dass Hecken und Feldgehölze für gehölzgebundene Brutvögel wesentlich günstigere Bedingungen bereitstellen als KUP+. Dies belegen einerseits die geringeren Artenzahlen von KUP+, die vor allem durch das Fehlen von Arten bedingt sind, die auf Requisiten älterer Gehölzlebensräume angewiesen sind. Darüber hinaus

verdeutlichen aber vor allem erhebliche Unterschiede bei den Siedlungsdichten deutliche Defizite von KUP+. Die Unterschiede in der Biotopfunktion und -qualität lassen sich mit der deutlich größeren Gehölzartenvielfalt, der wesentlich vielfältigeren und komplexeren Vegetationsstruktur, dem Vorhandensein von Habitatementen älterer Gehölzlebensräume und dem besseren Nahrungsangebot (z. B. mit unterschiedlichen Gehölzarten assoziierenden Insektenarten, vgl. KENNEDY & SOUTHWOOD 1984 sowie BRÄNDLE & BRANDL 2001) in Hecken und Feldgehölzen erklären (ZITZMANN & REICH 2020, vgl. auch HINSLEY & BELLAMY 2000 sowie SYBERTZ et al. 2020). Analog dazu konnten auch bei den eigenen Untersuchungen zu Laufkäfern und Gefäßpflanzen deutliche Unterschiede hinsichtlich der Artenzusammensetzung von KUP+ und älteren Hecken und damit deutliche Unterschiede hinsichtlich der Biotopfunktion beider Lebensräume festgestellt werden (ZITZMANN & RODE 2021, ZITZMANN et al. 2022).

Die eigenen Untersuchungen zeigen auch, dass die Ähnlichkeit der Artenzusammensetzung bei Brutvögeln, Gefäßpflanzen sowie Groß- und Mittelsäugern mit gleichaltrigen Laubwald-Aufforstungen und Heckenanpflanzungen noch vergleichsweise groß ist (ZITZMANN & REICH 2020, ZITZMANN & RODE 2021, ZITZMANN et al. 2021, für Laufkäfer vgl. analog dazu BRAUNER & SCHULZ 2011). Somit können KUP+ in den ersten Jahren nach ihrer Etablierung ähnliche Biotopfunktionen wie junge Laubwald-Aufforstungen und Heckenanpflanzungen übernehmen. Deren Biotopentwicklungspotenziale unterschieden sich jedoch grundlegend und die Ähnlichkeit der Zönosen nimmt im Zuge der Sukzession, wenn sich diese jungen Gehölzanpflanzungen zu Wäldern bzw. älteren Hecken entwickeln, deutlich ab (vgl. hierzu ZITZMANN & RODE 2021). Die mehr als doppelt so hohen Brutvogeldichten (insbesondere von Gebüschbrütern) deuten zudem auch im gleichaltrigen Zustand bereits eine höhere strukturelle Komplexität junger Laubwald-Aufforstungen im Vergleich zu KUP+ an, die im Laufe der Sukzession noch weiter zunehmen wird (vgl. ZITZMANN & REICH 2020). Auch bei den Gefäßpflanzen deuten die höheren Anteile an Ruderalarten und Arten der Gehölzlebensräume bei jungen Hecken und Laubwald-Aufforstungen bereits eine ungestörte Entwicklung zu mehr Naturnähe an, während der höhere Anteil an Arten der Äcker und kurzlebiger Ruderallebensräume die regelmäßigen erntebedingten Störungen auf den KUP+ widerspiegeln, durch die die Sukzession regelmäßig zurückgesetzt wird (ZITZMANN & RODE 2021).

Im Vergleich mit Feldrainen weisen insbesondere die gehölzfreien Begleitstrukturen (Vorgewende, Bewirtschaftungsgassen, Lichtungen) von KUP+ ähnliche Habitateigenschaften auf und können vergleichbare Biotopfunktionen übernehmen (vgl. SAGE 1998, BRAUNER et al. 2011, GLEMNITZ et al. 2013). Ein wesentlicher Vorteil ist, dass Vorgewende und Bewirtschaftungsgassen im Vergleich mit typischen Feldrainen in intensiv genutzten Agrarlandschaften wesentlich breiter sind, daher weniger den negativen Einflüssen der angrenzenden Landnutzung unterliegen als schmale Feldraine zwischen intensiv genutzten Ackerflächen (vgl. KIEHL & KIRMER 2019) und somit potenziell sogar eine höhere Bedeutung als Lebensraum aufweisen können (vgl. SYBERTZ et al. 2017 zur Bedeutung der Breite von Feldrainen für deren Habitatqualität). Ähnlich wie Feldraine (vgl. hierzu KIEHL et al. 2014) entwickeln sich aber auch die gehölzfreien Begleitstrukturen von KUP ohne regelmäßige Pflege oder andere Störungen oftmals zu arten- und strukturarmen, von wenigen konkurrenzstarken Gräsern oder Kräutern dominierten Beständen. Dies konnte sowohl auf k-KUP (CUNNINGHAM et al. 2004, GLASER & SCHMIDT 2010) als auch auf den untersuchten KUP+ (ZITZMANN & RODE 2021) nachgewiesen werden. Diese Entwicklung hat in der Folge auch negative Auswirkungen auf deren Lebensraumqualität für Arten, die auf einen hohen Strukturreichtum und ein vielfältiges Blüten- und Nahrungsangebot angewiesen sind (vgl. VICKERY et al.

2009, KIRMER et al. 2016 sowie SCHMIDT et al. 2021a für Feldraine und Blühstreifen). Dies bestätigen auch die eigenen Untersuchungen am Beispiel der Laufkäferfauna (ZITZMANN et al. 2022): In den ersten beiden Jahren nach der Etablierung der untersuchten KUP+ wurden auf dem Vorgewende noch einjährige Blühstreifen angelegt. Diese wiesen innerhalb der KUP+ die arten- und individuenreichsten Laufkäferzönosen und die höchsten Aktivitätsdichten der in Niedersachsen gefährdeten, xerothermophilen Pionierart *Harpalus griseus* auf. Anschließend wurde das Vorgewende der Sukzession überlassen und es erfolgten keine Störungen oder Pflegemaßnahmen mehr. Die Artenzahlen und Aktivitätsdichten von Laufkäfern nahmen in der Folge stark ab und *Harpalus griseus* konnte nicht mehr nachgewiesen werden. Dieses Beispiel verdeutlicht in Verbindung mit den o. g. Sukzessionsmustern von Feldrainen und Blühstreifen, dass die Biotopqualität der gehölzfreien Begleitstrukturen von KUP+ (und k-KUP) ohne regelmäßige Pflege oder Störungen eher eingeschränkt ist. Gleichzeitig bieten diese Bereiche die Möglichkeit zur Umsetzung von naturschutzfachlichen Aufwertungsmaßnahmen (vgl. SAGE et al. 2008, SCHULZ et al. 2010, BOLL 2016), bspw. durch eine angepasste Pflege oder durch die Ansaat mehrjähriger Blühstreifen und Saumgesellschaften mit gebietsheimischen Wildpflanzen (vgl. KIEHL et al. 2014, SCHMIDT et al. 2021a). Durch entsprechende Maßnahmen können diese Begleitstrukturen dann die Biotopfunktion breiter, arten- und strukturreicher Feldraine und Säume übernehmen.

Grundsätzlich sind die Lebensraumpotenziale von KUP+ für gefährdete und anspruchsvollere Arten gering und im Vergleich zu Äckern, Grünländern, Brachen oder Wäldern fehlen aus Natur- und Artenschutzsicht wertgebende Zielarten dieser Lebensräume oder entsprechende Arten treten nur sporadisch und/oder temporär auf (z. B. gefährdete Brutvögel des Offenlandes oder gefährdete Pionierarten bei Pflanzen und Laufkäfern). Die wesentlichen Profiteure strukturbereichernder Maßnahmen auf KUP+ sind Ökotonbewohner wie der gefährdete Baumpieper<sup>13</sup> (vgl. Kap. 7.5.1). Für diese Art scheinen strukturreiche KUP sogar Optimallebensräume darzustellen (GRUB & SCHULZ 2011: 202). BAUER et al. (2005b) geben für Baumpieper-Bruthabitate in Mitteleuropa Höchstdichten von durchschnittlich 7,9 BP/10 ha an. Auf halboffenen k-KUP ermittelten GRUB & SCHULZ (2011) ebenfalls Siedlungsdichten von 7,9 BP/10 ha und auf den untersuchten KUP+ wurden mit 6,5–8,1 BP/10 ha ähnlich hohe Siedlungsdichten festgestellt. Für den Baumpieper weisen KUP+ im Vergleich mit anderen dicht besiedelten Lebensräumen somit scheinbar ähnlich günstige Bedingungen auf.

Aus der offensichtlich hohen Habitatqualität für den Baumpieper lässt sich jedoch nicht unmittelbar ableiten, dass KUP+ für alle Ökotonbewohner unter den Brutvögeln eine hohe Bedeutung als Lebensraum aufweisen. Häufige und weit verbreitete Ökotonbewohner wie Goldammer und Dorngrasmücke, die durchaus stetige Besiedler von k-KUP darstellen (u. a. BERG 2002, SAGE et al. 2006, GRUB & SCHULZ 2014), bevorzugten bei den eigenen Untersuchungen im direkten Vergleich eindeutig Hecken und junge Laubwald-Aufforstungen gegenüber KUP+ (ZITZMANN & REICH 2020). Auch GRUB & SCHULZ (2014) stellten wesentlich höhere Siedlungsdichten dieser Arten in Hecken fest als in k-KUP. Beide Ökotonbewohner legen – anders als der stets bodenbrütende Baumpieper – ihr Nest häufig (Dorngrasmücke) oder zumindest gelegentlich (Goldammer) in Gebüsch oder Hochstauden über dem

---

<sup>13</sup> Zum Zeitpunkt der eigenen Untersuchungen wurde der Baumpieper in der Roten Liste der Brutvögel Deutschlands (GRÜNEBERG et al. 2015) als gefährdet (Kategorie 3) eingestuft. In der aktualisierten bundesweiten Roten Liste (RYSILAVY et al. 2020) wurde die Art jedoch aus der Liste der gefährdeten Arten entlassen und wird mittlerweile – wie auch in Niedersachsen (KRÜGER & SANDKÜHLER 2022) – auf der Vorwarnliste geführt. In mehreren Bundesländern ist die Art aber als gefährdet oder sogar stark gefährdet eingestuft (stark gefährdet u. a. in Baden-Württemberg (BAUER et al. 2016), Bayern (RUDOLPH et al. 2016), Hessen (HMUKLV 2014) und NRW (GRÜNEBERG et al. 2016)).

Boden an (BAUER et al. 2005b: 276, 582). Daher dürften strukturelle Defizite der Gehölzbestände auf KUP+ im Vergleich zu anderen Gehölzlebensräumen ein wesentlicher Grund für deren geringere Habitatqualität sein (vgl. ZITZMANN & REICH 2020). Die Goldammer hat darüber hinaus einen höheren Raumanpruch an Offenbereiche und meidet k-KUP mit zu kleinteiligen Auflichtungen (GRUß & SCHULZ 2008), was das komplette Fehlen dieser in der Region häufigen Art auf den untersuchten KUP+ erklären dürfte. Für Grauammer und Heidelerche, zwei weitere Grenzlinienbewohner, scheinen strukturreiche k-KUP – und damit auch KUP+ – zwar durchaus geeignete Habitate darzustellen (GRUß & SCHULZ 2011, 2014). GRUß & SCHULZ (2011) betonen jedoch, dass daraus keine hervorzuhebende Attraktivität im Vergleich mit anderen Lebensräumen wie Hecken, Säumen oder Brachen abgeleitet werden kann. Zudem wurden beide Arten bei Untersuchungen auf k-KUP in Deutschland bisher ausschließlich auf Plantagen in Brandenburg nachgewiesen, wo diese Arten – anders als in vielen anderen Bundesländern – zum Zeitpunkt der Untersuchungen noch vergleichsweise stabile Bestände aufwiesen und ungefährdet waren (GRUß & SCHULZ 2011, 2014).

Für die Artengruppen Gefäßpflanzen, Vögel und Laufkäfer liegen bereits zahlreiche Studien zur Biotopfunktion und -qualität von KUP vor, die sowohl Vergleiche mit verschiedenen Referenzlebensräumen vornehmen als auch den Einfluss KUP-interner Faktoren wie Plantagenalter, Umtriebsstadium oder die angebaute Gehölzart auf das Lebensraumpotenzial der Kulturen berücksichtigen (vgl. Kap. 6.1). Daher lässt sich die Biotopfunktion und -qualität von KUP+ im Vergleich mit anderen Lebensräumen und Naturschutzmaßnahmen für diese drei Artengruppen fundiert einordnen und bewerten. Für Groß- und Mittelsäuger erfolgten bisher hingegen – mit Ausnahme der beiden eigenen Studien – kaum systematische Untersuchungen. Hier fehlen vor allem Studien, die verschiedene Referenzlebensräume als Kontrolle in die Untersuchungen einbeziehen. Daher ist bisher nicht bekannt, in welchem Ausmaß KUP+ (und ebenso k-KUP) im Vergleich mit anderen Lebensräumen und Naturschutzmaßnahmen von einzelnen Säugetierarten in ihre Lebensraumnutzung einbezogen werden (Präferenz oder Meidung im Verhältnis zur Verfügbarkeit). Somit ist eine umfassende Bewertung des Lebensraumpotenziales von KUP+ im Vergleich mit anderen Lebensräumen und Naturschutzmaßnahmen im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. Hierfür sind, ebenso wie zum Einfluss der Habitatzusammensetzung und -konfiguration im Umfeld der Plantagen auf deren Nutzung durch bestimmte Säugetierarten, weitere Untersuchungen erforderlich (vgl. ZITZMANN & REICH 2022). Dennoch deuten die Ergebnisse der eigenen Untersuchungen bereits an, dass KUP+ (und k-KUP), ähnlich wie bei den anderen betrachteten Artengruppen, für Waldarten und Arten die höhere Ansprüche an die Vegetationsstruktur stellen, nur geringe Lebensraumpotenziale aufweisen (vgl. auch CHRISTIAN 1997) und insbesondere von weit verbreiteten und häufigen Arten wie Reh, Rotfuchs, Wildschwein oder Steinmarder in ihre Lebensraumnutzung einbezogen werden. Zudem deuten die Ergebnisse darauf hin, dass strukturbereichernde Maßnahmen für den in Deutschland und vielen weiteren europäischen Ländern gefährdeten Feldhasen (vgl. MEINIG et al. 2020) durchaus eine Aufwertung der Habitatqualität bewirken können (ZITZMANN et al. 2021, ZITZMANN & REICH 2022). Dies sollte aber im Rahmen weiterer Untersuchungen überprüft werden und dann auch ein direkter Vergleich der Habitatfunktion und -qualität mit anderen typischen Naturschutzmaßnahmen wie Hecken, Feldgehölzen, Feldrainen, Blühstreifen oder Brachen erfolgen.

## Fazit zu Forschungsfrage II

*Welche Biotopfunktion und -qualität weisen KUP+ für die betrachteten Artengruppen bzw. bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Arten im Vergleich zu anderen Lebensräumen bzw. Naturschutzmaßnahmen auf und wie ist ihr Potenzial zur Aufwertung der Biotopfunktion im Vergleich zu anderen Naturschutzmaßnahmen zu bewerten?*

KUP+ fördern von anderen Lebensräumen der Agrarlandschaft abweichende Lebensgemeinschaften, die sich aufgrund des internen Struktureichtums der Plantagen aus einer vielfältigen Kombination von Arten verschiedener Stammlebensräume zusammensetzen. Bei den meisten dieser Arten handelt es sich jedoch um weit verbreitete, häufige und anpassungsfähige Generalisten. Spezialisierte und/oder gefährdete Arten (bspw. gefährdete Offenlandarten oder strenge Waldarten) – und damit aus Natur- und Artenschutzsicht wertgebende Zielarten – fehlen auf KUP+ hingegen oder treten nur vereinzelt und/oder temporär auf. Zwar profitieren durchaus einzelne bundesweit oder regional gefährdete Ökotonbewohner (wie Baumpieper, Grauammer, Goldammer) von der Umsetzung strukturbereichernder Maßnahmen auf KUP+. Im Vergleich mit anderen Naturschutzmaßnahmen sind die Aufwertungspotenziale von KUP+ für die meisten dieser Arten jedoch geringer einzustufen. Lediglich für den in einigen Bundesländern stark gefährdeten Baumpieper, der auf KUP+ ähnlich hohe Siedlungsdichten wie in anderen Optimalhabitaten erreicht, bieten KUP+ vergleichbar hohe Aufwertungspotenziale. Der gefährdete Feldhase dürfte zwar grundsätzlich von der Anlage von KUP+ profitieren, für diese Art sind aber weitere Untersuchungen erforderlich, da noch fraglich ist, wie deren Habitatqualität im Vergleich mit anderen Naturschutzmaßnahmen zu bewerten ist. Insgesamt stellen KUP+ somit neuartige Lebensräume mit eigenen, von Generalisten dominierten Lebensgemeinschaften dar, die die spezifischen Funktionen und Qualitäten anderer Lebensräume bzw. Naturschutzmaßnahmen nur eingeschränkt erfüllen. Vor allem die Potenziale zur Förderung anspruchsvoller, gefährdeter Arten sind im Vergleich zu anderen Maßnahmen gering.

## **8 Synthese II: Potenziale von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme zur Aufwertung der Biotopfunktion**

### **8.1 Erfüllung grundlegender Anforderungen an die betrachteten Maßnahmentypen**

Für die drei betrachteten Typen von produktionsintegrierten Naturschutzmaßnahmen (PIN) bestehen zwei wesentliche gemeinsame Anforderungen allgemeiner Art, die auch im Falle eines Einsatzes von KUP+ als artenschutzrechtliche Maßnahme (ASRM), produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) oder Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) grundsätzlich erfüllt werden müssen. Diese umfassen

- i. eine deutliche Überschreitung der obligatorisch zu erbringenden Mindestanforderungen an die Bewirtschaftung (gute fachliche Praxis (gfP), Cross Compliance-Regelungen (CC) sowie weitere Maßgaben des landwirtschaftlichen und umweltbezogenen Fachrechtes) und darauf aufbauend
- ii. infolge der Überschreitung dieser Anforderungen eine erhebliche naturschutzfachliche Aufwertung im Vergleich zur konventionellen Nutzung.

Eine Überschreitung obligatorisch zu erbringender Mindestanforderungen an die Bewirtschaftung lässt sich nicht unmittelbar anhand der Überschreitung einzelner Bestimmungen messen, da diese teils sehr vage formuliert sind (insbesondere bei der gfP, vgl. PLACHTER et al. 2005 und FISCHER-HÜFTLE 2021: § 5 BNatSchG) und nicht an die spezifischen Eigenschaften von KUP angepasst sind (SCHMIDT & GLASER 2009, WILHELM 2012, HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015). Ein deutliches Überschreiten dieser Anforderungen durch die auf KUP+ erbrachten naturschutzfachlichen Maßnahmen lässt sich jedoch indirekt ableiten bzw. im Analogieschluss begründen.

So erfordern die Greening-Bestimmungen, dass auf KUP, die als ökologische Vorrangfläche (ÖVF) gemeldet werden, keine mineralischen Düngemittel und keine Pflanzenschutzmittel verwendet und nur bestimmte Gehölzarten oder -sorten angebaut werden (Kap. 4.2). Daraus lässt sich folgern, dass der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln im konventionellen KUP-Anbau nicht eingeschränkt ist und dass ein Verzicht auf den Einsatz dieser Mittel bereits eine Überschreitung der obligatorisch zu erbringenden Mindestanforderungen an die Bewirtschaftung darstellt. Da die Maßnahmen auf KUP+ (abschnittsweise Ernte, Integration von Begleitstrukturen, Anbau mehrerer Gehölzarten und -sorten; vgl. Kap. 4.3) sogar deutlich über die Vorgaben des Greenings hinausgehen, handelt es sich bei den dort umgesetzten Maßnahmen um eine erhebliche Überschreitung der (bisher nicht KUP-spezifisch definierten) Mindestanforderungen an die Bewirtschaftung. Darüber hinaus gehen die auf den untersuchten KUP+ umgesetzten Maßnahmen auch deutlich über Vorschläge für eine KUP-spezifische gfP hinaus, die von HENNEMANN-KREIKENBOHM (2015) entwickelt wurden. Diese Vorschläge sind jedoch nicht rechtlich bindend und können daher bisher nicht als Maßstab für eine Überschreitung herangezogen werden.

Ein Überschreiten der obligatorisch zu erbringenden Mindestanforderungen an die Bewirtschaftung lässt sich aber ebenso im Analogieschluss zu PIN im Ackerbau und auf Grünland begründen. So kann bei der Acker- oder Grünlandnutzung (außerhalb von Schutzgebieten) von Landwirten u. a. *nicht* verpflichtend eingefordert werden, dass

- grundsätzlich auf den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln verzichtet wird,
- die Ernte oder Mahd in mehrere Abschnitte aufgeteilt wird oder zu bestimmten Zeitpunkten (z. B. im Grünland nach dem 15.6.) erfolgt,
- innerhalb einer Ackerfläche zeitgleich mehrere oder ganz bestimmte Kulturpflanzen (z. B. Sommergetreide, Luzerne o. ä.) angebaut werden,
- innerhalb eines Acker- oder Grünlandschlages bestimmte Bereiche der landwirtschaftlichen Fläche temporär oder dauerhaft unbewirtschaftet bleiben (Brachen, Brachestreifen) oder nicht geerntet (z. B. auf Äckern als Maßnahme für den Feldhamster) bzw. gemäht (im Grünland bspw. als Maßnahme zum Schutz von Wiesenbrütern) werden.

Werden entsprechende Vorgaben gemacht, handelt es sich um Maßnahmen, die über die obligatorisch zu erbringenden Mindestanforderungen hinausgehen, zu Mehraufwand oder Ertragseinbußen führen und daher als Zusatzleistung (bzw. als PIN) angerechnet und vergütet werden können, sofern sie Aufwertungspotenziale für bestimmte Schutzgutfunktionen besitzen (vgl. hierzu PLACHTER et al. 2005 sowie GODT et al. 2017: 146ff u. 154ff). Im Analogieschluss bedeutet dies, dass es sich auch bei den auf KUP+ umgesetzten Maßnahmen (Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Anbau verschiedener Gehölzarten, abschnittsweise Ernte, Integration unbewirtschafteter Begleitstrukturen) um Bewirtschaftungsauflagen und -einschränkungen handelt, die nicht verpflichtend eingefordert werden können, sondern als Zusatzleistungen über die obligatorisch zu erbringenden Mindestanforderungen an die Bewirtschaftung hinausgehen.

Die zweite wesentliche Voraussetzung für die drei betrachteten Typen von PIN ist, dass infolge der Überschreitung der obligatorisch zu erbringenden Bewirtschaftungsstandards eine messbare und erhebliche naturschutzfachliche Aufwertung im Vergleich zur konventionellen Nutzung eintritt (u. a. GODT et al. 2017, SCHMIDT et al. 2021b). Das Aufwertungspotenzial von KUP+ bzw. einzelner dort umgesetzter Maßnahmen im Vergleich zum konventionellen KUP-Anbau wurde bereits in Kap. 7.5.1 ausführlich behandelt und wird für die im Rahmen dieser Arbeit betrachtete Biotopfunktion erfüllt.

Daraus lässt sich folgern, dass KUP+ die beiden genannten allgemeinen Anforderungen erfüllen und damit potenziell als PIN eingesetzt werden können, sofern auch die jeweiligen maßnahmenspezifischen Anforderungen erfüllt werden (s. nachfolgende Kapitel).

## 8.2 Eignung von KUP+ als Artenschutzrechtliche Maßnahme

Die Erfüllung einiger Anforderungen an artenschutzrechtliche Maßnahme (ASRM) kann nur im Einzelfall bewertet werden und hängt zudem nicht von einer konkreten Maßnahme und ihren spezifischen Funktionen und Qualitäten selbst, sondern von einer gewissenhaften Planung von ASRM im Allgemeinen ab. Diese Anforderungen (Kap. 6.2.1) umfassen, dass

- i. durch die Umsetzung von ASRM möglichst keine anderen naturschutzfachlich bedeutsamen Biotope und Arten beeinträchtigt werden (d. h. Zielkonflikte sollten möglichst ausgeschlossen werden).
- ii. CEF-Maßnahmen einen unmittelbaren räumlich-funktionalen Bezug zu den vom Eingriff betroffenen Fortpflanzungs- und Ruhestätten bzw. der dort lebenden Individuengruppe aufweisen müssen.
- iii. CEF-Maßnahmen keinen ihre Funktionsfähigkeit mindernden Beeinträchtigungen ausgesetzt sein dürfen, denen die ursprünglichen Fortpflanzungs- und Ruhestätten nicht ausgesetzt waren.
- iv. CEF-Maßnahmen vorhandene Vernetzungsbeziehungen zu Nachbarpopulationen in gleicher Qualität aufweisen wie die beeinträchtigten Fortpflanzungs- und Ruhestätten.

Die Erfüllung dieser Anforderungen ist für die Beurteilung der Eignung von KUP+ als ASRM daher nicht relevant, sondern im Sinne einer „guten fachlichen Praxis“ in der Planung Voraussetzung für alle ASRM. Die Erfüllung weiterer Anforderungen an ASRM lässt sich jedoch unmittelbar anhand der Eigenschaften und der spezifischen Biotopfunktionen und -qualitäten von KUP+ überprüfen. Dabei ist zunächst von Bedeutung, für welche Arten ASRM überhaupt erforderlich sind. Von den vier in dieser Arbeit betrachteten Artengruppen sind bei den Vögeln eine große Anzahl an Arten im Rahmen der artenschutzrechtlichen Prüfung (ASP) zu berücksichtigen und stellen damit auch potenzielle Zielarten von ASRM dar. Unter den terrestrischen Groß- und Mittelsäugetern (ohne Fledermäuse), Laufkäfern und Gefäßpflanzen gibt es in Deutschland hingegen nur wenige planungsrelevante Arten<sup>14</sup>. Bei diesen handelt es sich dann i. d. R. um ausgesprochene (meist seltene, hochgradig gefährdete und in Deutschland zum Teil nur regional oder lokal verbreitete) Habitatspezialisten (vgl. BFN 2022), deren Lebensraumansprüche auf KUP+ nicht erfüllt werden und die dementsprechend im Rahmen bisheriger Studien auch nie auf KUP (umfasst konventionelle KUP und KUP+) nachgewiesen wurden. KUP+ stellen für keine dieser Arten typische Habitate dar, die mit hoher Wahrscheinlichkeit besiedelt und als Fortpflanzungs- und Ruhestätten genutzt werden und im Vergleich mit anderen Lebensräumen und Maßnahmen artspezifisch erforderliche Schlüsselqualitäten aufweisen oder herstellen. Für die planungsrelevanten Arten der betrachteten Artengruppen Groß- und Mittelsäuger, Gefäßpflanzen und Laufkäfer kann eine Eignung von KUP+ als ASRM daher ausgeschlossen werden.

Bei den Vögeln unterliegen zwar zunächst pauschal alle europäischen Vogelarten dem Regime des besonderen Artenschutzes. Dennoch liegt der Fokus der ASP und von ASRM auf den planungsrelevanten Arten, also auf einer naturschutzfachlich begründeten Auswahl von anspruchsvollen, seltenen und/oder gefährdeten Vertretern dieser Artengruppe (vgl. RUNGE et al. 2010 und TRAUTNER 2020). KUP+ bieten jedoch im Wesentlichen Lebensräume für weit verbreitete und ungefährdete Generalisten unter den Brutvögeln (Kap. 7.3). Das Vorkommen planungsrelevanter Brutvogelarten im

---

<sup>14</sup> Bei den Säugetieren bspw. Feldhamster, Fischotter oder Wildkatze, bei den Gefäßpflanzen u. a. verschiedene, spezialisierte Orchideenarten sowie einige Sumpf- und Wasserpflanzen und bei den Laufkäfern lediglich die hochspezialisierte Art *Carabus nodulosus* (vgl. hierzu u. a. RUNGE et al. 2010, TRAUTNER 2020, LANUV 2021, BFN 2022).

Sinne der o. g. Kriterien beschränkt sich hingegen auf wenige Arten, die bei bisherigen Untersuchungen zudem nur sporadisch nachgewiesen wurden (bspw. Heidelerche, Feldschwirl, Grauammer oder Braunkehlchen) oder die Plantagen zwar durchaus regelmäßig, dann aber nur temporär als Bruthabitate annehmen (bspw. Feldlerche und Kiebitz). Im direkten Vergleich stellen andere Lebensräume wie Brachen, extensiv genutzte Äcker oder Grünländer für diese Arten zudem bedeutsamere Habitate dar (vgl. Kap. 7.5.2 sowie GRUB & SCHULZ 2014). Um eine Maßnahme als ASRM zu qualifizieren wird jedoch mehr gefordert, als ein gelegentliches oder lediglich temporäres Auftreten der zu fördernden Arten. Die wichtigste funktionale Anforderung an CEF-Maßnahmen ist, dass diese die ökologische Funktion einer beeinträchtigten Fortpflanzungs- und Ruhestätte inkl. ihrer für die betroffene Art essenziellen Schlüsselfaktoren und -strukturen in *mind. gleicher Qualität* erhalten oder wiederherstellen (EU-KOMMISSION 2007: 53, RUNGE et al. 2010: 37f, TRAUTNER 2020: 101f). Zudem müssen CEF-Maßnahmen mit *hoher Wahrscheinlichkeit* (EU-KOMMISSION 2007: 54, LANA 2010: 12) und *dauerhaft* wirksam sein (TRAUTNER 2020: 100f). CEF-Maßnahmen (und ebenso FCS-Maßnahmen, die auf Fortpflanzungs- oder Ruhestätte abzielen) müssen von den jeweiligen Zielarten also mit hoher Wahrscheinlichkeit als Fortpflanzungs- oder Ruhestätte angenommen werden und dann dauerhaft die geforderten Habitatfunktionen in hoher Qualität erfüllen. Die eher sporadische und/oder lediglich temporäre Nutzung von KUP+ als Bruthabitat der genannten planungsrelevanten Vogelarten zeigt jedoch, dass genau diese Schlüsselanforderungen nicht erfüllt werden. Auch der Umstand, dass diese Arten andere Lebensräume bzw. Maßnahmen im direkten Vergleich präferieren, verdeutlicht, dass KUP+ bzw. einzelne artspezifisch genutzte Umtriebsstadien keine optimalen Bedingungen für diese Arten bereitstellen. Daher lässt sich für den Großteil der planungsrelevanten Vogelarten keine Empfehlung für einen Einsatz von KUP+ als CEF-Maßnahme (und im Hinblick auf die Funktion als Fortpflanzungs- und Ruhestätte ebenso wenig als FCS-Maßnahme) ableiten. Das bedeutet nicht, dass KUP+ für einzelne planungsrelevante Vogelarten nicht auch im Einzelfall geeignete – wenn auch nicht optimale – Fortpflanzungs- und Ruhestätten bereitstellen. Dies ist auf Basis der Ergebnisse bisheriger Studien und der eigenen Untersuchungen für den Großteil der planungsrelevanten Vogelarten aber keinesfalls mit hoher Wahrscheinlichkeit anzunehmen und andere Maßnahmen sind artspezifisch als deutlich wirksamer und hochwertiger einzustufen.

Einzig für den Baumpieper konnte unter den planungsrelevanten Vogelarten auf Basis der Ergebnisse bisheriger Studien und der eigenen Untersuchungen – und auch im Vergleich mit anderen dicht besiedelten Lebensräumen – eine hohe Habitatqualität ermittelt werden. Bei dieser Art kann mit hoher Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass KUP+ als Fortpflanzungs- und Ruhestätte angenommen werden und die geforderten Funktionen dauerhaft in hoher Qualität erfüllen. Für den Baumpieper könnten KUP+ daher als ASRM (CEF- und FCS-Maßnahme) eingesetzt werden (vgl. ZITZMANN & REICH 2020). Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass bei Eingriffen in Lebensräume des Baumpiepers meist auch weitere (Vogel)Arten betroffen sind, die entweder artenschutzrechtlich relevant sind oder im Rahmen der Eingriffsregelung als planungsrelevante Arten berücksichtigt werden müssen. Für diese Arten stellen KUP+ dann jedoch keine oder – im Vergleich mit anderen Maßnahmen – keine hochwertige ASRM dar. In solchen Fällen würden KUP+ als ASRM ausscheiden und es wären stattdessen Maßnahmen erforderlich, die sowohl für den Baumpieper als auch für weitere planungsrelevante Arten die geforderten Funktionen dauerhaft und in hoher Qualität erfüllen. Darüber hinaus

stellen KUP+ auch in Fällen, in denen ausschließlich der Baumpieper als planungsrelevante Art von einem Eingriff betroffen ist, nicht unmittelbar die bestmögliche Lösung als ASRM dar, da von der Anlage von KUP+ neben dem Baumpieper im Wesentlichen Generalisten in vergleichsweise niedrigen Siedlungsdichten profitieren (Kap. 7.3, ZITZMANN & REICH 2020). Daher wäre es aus Sicht des Arten- und Biodiversitätsschutzes deutlich günstiger, andere, artspezifisch ebenso wirksame ASRM umzusetzen, die neben dem Baumpieper auch weitere, naturschutzfachlich wertgebende Arten fördern. Hier sind insbesondere Waldrandgestaltungen, Aufwertungen bestehender Gehölzlebensräume in Verbindung mit der Anlage von Blühstreifen oder Säumen in deren unmittelbarer Nähe sowie die Anlage gehölzdurchsetzter Brachflächen zu nennen, von denen nachweislich sowohl der Baumpieper als auch zahlreiche weitere, oftmals sogar gefährdete Vogelarten wie Heidelerche oder Grauammer profitieren (vgl. ZITZMANN & REICH 2020, s. auch GRUß & SCHULZ 2014, TERRAUBE et al. 2016, GANSBÜHLER et al. 2018 sowie SCHMIDT et al. 2022). Für den bodenbrütenden Baumpieper muss zudem noch einmal betont werden, dass die eigentliche Habitatqualität von KUP+ nicht die bewirtschafteten Kurzumtriebsbestände, sondern die begleitenden Offenbereiche darstellen (Kap. 7.3, ZITZMANN & REICH 2020; vgl. auch KÄMPFER et al. 2022 zur Bedeutung von Offenbereichen in Weihnachtsbaumkulturen für den Baumpieper). Das bedeutet auch, dass die hohe Zahl an Gehölzen (bis zu 12.000 Gehölze/ha) auf KUP+ von der Art gar nicht benötigt wird, sondern auch eine deutlich geringere Anzahl an Gehölzen als Singwarten ausreichen würde (vgl. GANSBÜHLER et al. 2018). Daher ist auch kritisch zu hinterfragen, ob zur Förderung des Baumpiepers überhaupt KUP+ angelegt werden müssten oder ob es nicht zielführender ist, Blühstreifen oder Brachflächen in räumlicher Nähe zu bereits bestehenden Gehölzlebensräumen zu etablieren, um den Baumpieper und weitere gefährdete Arten zu fördern (vgl. SCHMIDT et al. 2022 zur Bedeutung mehrjähriger Blühstreifen mit gebietsheimischen Saatgut als Lebensraum für Brutvögel).

Neben den genannten funktionalen Anforderungen werden an ASRM hohe zeitliche Anforderungen gestellt, die untrennbar mit den funktionalen Anforderungen in Verbindung stehen. Die Anforderung der dauerhaften Funktionserfüllung erfordert eine dauerhafte rechtliche Sicherung der Maßnahmenfläche und, im Falle von produktionsintegrierten Maßnahmen, die dauerhafte Sicherung ihrer extensiven Nutzung entsprechend bestimmter Auflagen (LAU et al. 2019, TRAUTNER 2020: 100f). Dass insbesondere die vertragliche Sicherung einer regelmäßigen extensiven Nutzung aufwendig und herausfordernd sein kann, ist dabei kein KUP-spezifisches, sondern ein allgemeines Problem von ASRM und produktionsintegrierten Kompensationsmaßnahmen (PIK) (vgl. DRUCKENBROD et al. 2011 und SCHMIDT et al. 2021b). Der damit verbundene Aufwand steht aber weder einer Nutzung von produktionsintegrierten ASRM und PIK im Allgemeinen noch einer Nutzung von KUP+ als ASRM oder PIK im Speziellen entgegen und es bestehen zahlreiche Instrumente, um sowohl eine Maßnahmenfläche als auch deren Nutzung dauerhaft rechtlich zu sichern (vgl. CZYBULKA & WAGNER 2012, BREUER 2015). Die zweite zeitliche Anforderung, die speziell für CEF-Maßnahmen gilt, ist, dass diese mit Beginn einer Beeinträchtigung voll funktionsfähig sein müssen; daher sollten Maßnahmen eine Entwicklungszeit von max. 10, besser jedoch max. 5 Jahren aufweisen (RUNGE et al. 2010: 41). Diese Anforderung erfüllen KUP+ vollumfänglich: Durch den schnellen Gehölzaufwuchs sind die „habitattypischen“ Eigenschaften bereits nach wenigen Jahren ausgebildet und auch ein Umtriebsstadienmosaik, das für den

Baumpieper eine besiedlungsrelevante Schlüsselqualität darstellt, lässt sich bei Umtriebszeiten von 2–5 Jahren („Mini-Rotation“) bereits nach 5 Jahren herstellen.

Die Anforderungen an FCS-Maßnahmen sind in räumlich-funktionaler und zeitlicher Hinsicht geringer als an CEF-Maßnahmen (Kap. 6.2.1). Anders als CEF-Maßnahmen, die explizit dem Erhalt oder der Wiederherstellung einer konkret vom Vorhaben beeinträchtigten Fortpflanzungs- oder Ruhestätte dienen, können FCS-Maßnahmen die Population einer eingriffsbedingt betroffenen Art auch durch die Herstellung oder Verbesserung von Nahrungshabitaten stützen, sofern diese Maßnahme dazu geeignet ist, eine Verschlechterung des Erhaltungszustandes der Art zu verhindern (LAU et al. 2019). In den meisten Fällen zielen FCS-Maßnahmen jedoch ebenfalls auf eine Verbesserung oder Wiederherstellung von Fortpflanzungs- oder Ruhestätten ab (vgl. TRAUTNER 2020). Hinsichtlich des räumlich-funktionalen Bezuges können sie dann, anders als CEF-Maßnahmen, auch auf Fortpflanzungs- oder Ruhestätten der lokalen Population, Metapopulation oder sogar einer anderen Population innerhalb der biogeographischen Region abzielen (LANA 2010, LAU et al. 2019, TRAUTNER 2020: 100). Selbstverständlich sind die Zielarten von FCS-Maßnahmen aber trotz der geringeren räumlich-funktionalen und zeitlichen Anforderungen dieselben wie bei CEF-Maßnahmen und es wird ebenso eine dauerhafte und mit hoher Wahrscheinlichkeit eintretende Funktionserfüllung gefordert. Genau diese (anspruchsvollen, gefährdeten oder seltenen) planungsrelevanten Arten stellen aber keinesfalls typische Bestandteile der Zönosen von KUP+ dar. Auf Basis der Ergebnisse bisheriger Studien und der eigenen Untersuchungen ist nicht ersichtlich, dass KUP+ für den Großteil der planungsrelevanten Arten eine ähnliche oder sogar höhere Habitatqualität (bspw. auch in ihrer Funktion als Nahrungshabitat) aufweisen als andere Lebensräume oder Maßnahmen zur Förderung dieser Arten. Im Hinblick auf ihre Funktion als Nahrungshabitat können KUP+ zwar durchaus zu einer Verbesserung des Nahrungsangebotes beitragen, insbesondere, wenn sie in ausgeräumten Agrarlandschaften angelegt werden und dort intensiv genutzte Ackerflächen ersetzen (vgl. auch FRY & SLATER 2011). Die Studienlage gibt aber nicht her, dass KUP+ hinsichtlich dieser Funktion gleiche oder höhere Qualitäten aufweisen als andere naturschutzfachlich bedeutsame Lebensräume oder Maßnahmen (vgl. für Wintervögel SAGE & TUCKER 1998, REDDERSEN et al. 2001, FRY & SLATER 2011) – vor allem nicht für planungsrelevante Arten, die explizit Zielgegenstand von FCS-Maßnahmen sind. Die im Rahmen der eigenen Untersuchungen festgestellte gelegentliche Nutzung der Plantagen als Deckungs- und Nahrungshabitat durch die planungsrelevante Waldschnepfe (ZITZMANN 2021) reicht z. B. nicht aus, um auf Basis dieser Ergebnisse eine Empfehlung für einen Einsatz von KUP+ als FCS-Maßnahme auszusprechen, da nicht bekannt ist, in welchem Umfang diese Art KUP+ im Vergleich zu anderen Nahrungshabitaten (wie Brachen und feuchte Grünländer) nutzt und welche Qualität KUP+ im Vergleich mit anderen Lebensräumen und Maßnahmen aufweisen. Auf Basis der Studienlage lässt sich somit nicht ableiten, dass KUP+ für bestimmte planungsrelevante Arten (Ausnahme: Fortpflanzungs- und Ruhestätte für den Baumpieper) besondere Habitatfunktionen und -qualitäten erfüllen, die dazu beitragen würden, mit der für FCS-Maßnahmen geforderten Sicherheit eine Verschlechterung ihres Erhaltungszustandes zu verhindern. Sollten sich im Rahmen weiterer Untersuchungen für einzelne planungsrelevante Arten besondere Habitatqualitäten von KUP+ herausstellen, könnten KUP+ für diese Arten als FCS-Maßnahme empfohlen werden. Auf Basis der Ergebnisse bisheriger Untersuchungen, aufgrund der

Habitateneigenschaften von KUP+ und wegen der meist hohen Anforderungen planungsrelevanter Arten an ihre Lebensräume erscheinen die Potenziale aber – wie für CEF-Maßnahmen auch – äußerst gering. Zur Eignung von KUP+ als ASRM für planungsrelevante Arten anderer, im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachteter Artengruppen (u. a. Amphibien, Reptilien, Fledermäuse, Tagfalter, Arten weiterer Käferfamilien) ist zwar aktuell – auch aufgrund fehlender oder nur vereinzelter Untersuchungen zu diesen Tiergruppen – keine umfassende und abschließende Beurteilung möglich. Für einen Großteil dieser Arten kann jedoch eine Nutzung von KUP+ als Lebensraum und vor allem als Fortpflanzungs- oder Ruhestätte schon alleine aufgrund ihrer spezifischen Habitatansprüche<sup>15</sup> ausgeschlossen werden. Dies lässt sich zwar nicht mit absoluter Sicherheit für sämtliche planungsrelevante Arten beurteilen. Da die im Rahmen dieser Arbeit vertiefend betrachteten Artengruppen jedoch als Indikatoren für die Biotopfunktion und -qualität auch die Ansprüche vieler weiterer Artengruppen und Arten abdecken (vgl. BERNOTAT et al. 2002), dürften die ermittelten Biotopfunktionen und -qualitäten von KUP+ auch für viele andere Artengruppen bzw. Anspruchstypen und Arten gewissermaßen repräsentativ sein. Das bedeutet nicht, dass nicht auch einzelne planungsrelevante Arten anderer Artengruppen von der Anlage von KUP+ profitieren könnten. Im Vergleich mit ihren Stammlbensräumen bzw. typischen Maßnahmen zu deren Förderung dürften KUP+ für den Großteil dieser Arten aber keine bzw. keine gleichwertige Alternative darstellen, durch die sich artspezifisch essenzielle Schlüsselfaktoren und -strukturen in mind. gleicher Qualität herstellen lassen. Sollten sich bei künftigen Untersuchungen zu weiteren Artengruppen für einzelne artenschutzrechtlich planungsrelevante Arten größere Lebensraumpotenziale abzeichnen, könnten KUP+ aber auch für diese als ASRM eingesetzt werden.

### **8.3 Eignung von KUP+ als Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme**

Ähnlich wie bei den artenschutzrechtlichen Maßnahmen (ASRM) kann auch die Erfüllung einiger Anforderungen an produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) nur im Einzelfall unter Berücksichtigung der räumlichen Lage und der Werte und Funktionen einer konkreten Eingriffsfläche im Naturhaushalt sowie den Auswirkungen eines konkreten Eingriffes bewertet werden. Zudem sind einige an PIK gestellte Anforderungen keine „maßnahmenspezifischen“ Anforderungen, die von den Eigenschaften einer konkreten Maßnahme (wie KUP+) abhängen, sondern stellen Grundanforderungen an sämtliche Kompensationsmaßnahmen bzw. an deren Planung und Umsetzung dar. Diese Anforderungen (vgl. Kap. 6.2.2) umfassen, dass

- i. PIK zeitgleich mit dem Vorhaben zu verwirklichen sind, dessen Folgen sie kompensieren sollen,
- ii. PIK die Durchführung physisch-realer Maßnahmen erfordern, während die Sicherung eines bestehenden Zustandes gegen Veränderung nicht ausreicht,
- iii. PIK auf aufwertungsfähigen und aufwertungsbedürftigen Flächen umgesetzt werden,
- iv. bei der Festlegung von Art und Umfang einer PIK die Vorgaben der Landschaftsplanung berücksichtigt werden,

---

<sup>15</sup> z. B. bieten KUP+ weder bestimmte Requisiten wie starkes stehendes, liegendes oder besonntes Totholz, natürliche Baumhöhlen, Quellbereiche oder temporäre Kleingewässer noch spezifische abiotische Habitateneigenschaften wie besonders trockene, nährstoffarme oder feuchte Bedingungen. Diese nicht abschließend genannten Requisiten und Standortfaktoren stellen für viele der hochspezialisierten planungsrelevanten Arten jedoch besiedlungsrelevante Schlüsselqualitäten dar (vgl. u. a. RUNGE et al. 2010 sowie TRAUTNER 2020).

- v. PIK nicht zu einer Beeinträchtigung anderer Ziele des Naturschutzes auf derselben Maßnahmenfläche führen,
- vi. Ausgleichsmaßnahmen eine räumliche Nähe zum Eingriff voraussetzen, während Ersatzmaßnahmen im betroffenen Naturraum umgesetzt werden können und dass
- vii. die Flächengröße einer PIK von der naturschutzfachlichen Bedeutung der beeinträchtigten Fläche, der Art und Intensität des Eingriffs, dem Ausgangs- und dem Zielzustand der Kompensationsfläche und Faktoren wie dem Entwicklungszeitraum bis zur vollen Wirksamkeit (Time-Lag) abhängig ist und daher stets einzelfallspezifisch festgelegt wird.

Die Erfüllung dieser allgemeinen Grundsätze und Anforderungen an PIK kann bei einer gewissenhaften Abarbeitung der Eingriffsregelung (EGR) vorausgesetzt werden und ist daher für die Beurteilung der Eignung von KUP+ als PIK im Rahmen dieser Arbeit nicht relevant. Die Erfüllung weiterer Anforderungen an PIK lässt sich jedoch unmittelbar anhand der spezifischen Eigenschaften sowie Biotopfunktionen und -qualitäten von KUP+ überprüfen.

Die wichtigste Anforderung an PIK als Maßnahmen der Eingriffsfolgenbewältigung ist, dass diese auf die (Wieder-)Herstellung konkreter, durch einen Eingriff beeinträchtigter Werte und Funktionen von Natur und Landschaft abzielen (u. a. CZYBULKA et al. 2012, MENGEL et al. 2018, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021). KUP+ müssen sich im Falle eines Einsatzes als PIK also an den durch einen Eingriff erheblich beeinträchtigten Biotopfunktionen orientieren (vgl. CZYBULKA et al. 2012, LITTERSKI 2012, BREUER 2015, MENGEL et al. 2018). Bei KUP+ handelt es sich jedoch um neuartige Lebensräume mit deutlich von anderen Biotoptypen der Agrarlandschaft abweichenden Habitateigenschaften und Lebensgemeinschaften (Kap. 7.5.2). KUP+ erfüllen somit die spezifischen Biotopfunktionen und -qualitäten anderer Biotoptypen nur eingeschränkt. Daraus folgt, dass KUP+ als produktionsintegrierte *Ausgleichsmaßnahme* für Eingriffe in andere Biotoptypen nicht in Frage kommen, da sie deren spezifische Funktionen und Qualitäten nicht oder nur sehr eingeschränkt, aber keinesfalls – wie für Ausgleichsmaßnahmen gefordert – „gleichartig“<sup>16</sup> wiederherstellen. Einzig für den Fall, dass konventionelle KUP (k-KUP) von einem Eingriff betroffen sind, würden KUP+ die geforderte gleichartige Kompensation darstellen, die sich funktional eng an den beeinträchtigten Werten und Funktionen der Eingriffsfläche orientiert. Aufgrund der aktuell geringen KUP-Anbaufläche in Deutschland (Stand 2021 werden ca. 6.600 ha KUP angebaut, dies entspricht <0,05 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche; eigene Berechnung nach Daten der FNR 2021), sind solche Fälle momentan jedoch sehr unwahrscheinlich. Sollte der KUP-Anbau in Zukunft deutlich zunehmen, könnte eine Kompensation von Eingriffen in k-KUP durch KUP+ als produktionsintegrierte Ausgleichsmaßnahme aber an Bedeutung gewinnen.

Hinsichtlich der Eignung von KUP+ als produktionsintegrierte *Ersatzmaßnahme* erscheinen die Potenziale auf den ersten Blick größer, da die räumlich-funktionalen Anforderungen an Ersatzmaßnahmen im Vergleich zu den Anforderungen an Ausgleichsmaßnahmen gelockert sind (Kap. 6.2.2). Im Hinblick auf den räumlich-funktionalen Zusammenhang von Eingriff und Kompensation ist jedoch

---

<sup>16</sup> Ausgleichsmaßnahmen müssen die beeinträchtigten Funktionen des Naturhaushalts (hier die Biotopfunktion) gleichartig wiederherstellen, also einen Zustand schaffen, der sich dem vor dem Eingriff bestehenden Zustand weitestgehend annähert und diesen in der gleichen Art und mit der gleichen Wirkung fortführt (LOUIS 2004, LAU 2011, SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 24, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 34). Der Funktionsbezug ist gewahrt, wenn im Vergleich zum Zustand vor dem Eingriff keine wesentlichen Faktoren des ökologischen Beziehungsgefüges verlorengehen (WAGNER & CZYBULKA 2012). Für eine detaillierte Definition von Ausgleichsmaßnahmen siehe Kapitel 6.2.2.

zwischen der inhaltlichen und der räumlichen Komponente dieses Funktionszusammenhangs zu unterscheiden (vgl. FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 34–42). In inhaltlich-funktionaler Hinsicht soll der durch Ersatzmaßnahmen geschaffene Zustand dem Zustand vor dem Eingriff möglichst nahekommen bzw. den Funktionen und Werten, die durch einen Eingriff erheblich beeinträchtigt wurden, möglichst ähnlich sein (MENGEL et al. 2018: 169, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 36, SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 28). Dabei ist die „höchstmögliche Gleichwertigkeit“ des Ersatzes anzustreben: Unter mehreren als *gleichwertig* anzusehenden Ersatzmöglichkeiten ist diejenige zu wählen, die der beeinträchtigten Funktion am nächsten kommt (FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 37 und 42). Somit gilt auch für Ersatzmaßnahmen, dass diese sich in erster Linie an den durch einen konkreten Eingriff beeinträchtigten Biotopfunktionen und -qualitäten orientieren müssen. Die räumliche Komponente dieses Funktionszusammenhangs ist bei den Ersatzmaßnahmen jedoch deutlich gelockert: Anders als Ausgleichsmaßnahmen, die auf den Eingriffsort zurückwirken müssen, können Ersatzmaßnahmen auch im betroffenen Naturraum umgesetzt werden (LOUIS 2004, LAU 2011). Diese räumliche Komponente des Funktionszusammenhangs ist für die Bewertung der Eignung von KUP+ als PIK jedoch nicht relevant, da die Erfüllung dieser Anforderung nicht unmittelbar mit der Biotopfunktion und -qualität der Maßnahme selbst (in diesem Fall KUP+) zusammenhängt, sondern von der räumlichen Lage der Maßnahmenfläche im Verhältnis zur Eingriffsfläche abhängt.

Hinsichtlich der anzustrebenden „höchstmöglichen Gleichwertigkeit“ sind die Potenziale von KUP+ als Ersatzmaßnahme für Eingriffe in typische Biotoptypen der Agrarlandschaft ähnlich gering wie ihre Potenziale für einen Einsatz als Ausgleichsmaßnahme. KUP+ erfüllen die Funktionen und Qualitäten anderer Lebensräume der Agrarlandschaft nur eingeschränkt und sind nicht in der Lage, deren Habitateigenschaften und Lebensgemeinschaften gleichwertig (also „möglichst ähnlich“) herzustellen (Kap. 7.5.2). Dies gilt insbesondere dann, wenn spezialisiertere/gefährdete, im Rahmen der EGR „planungsrelevante Arten“ (vgl. hierzu Kap. 6.2.2 und TRAUTNER et al. 2021) betroffen sind, für die KUP+ nur in Ausnahmefällen geeignete Lebensräume bieten (Kap. 7.5.2).

Als Ersatzmaßnahme für Eingriffe in andere Gehölzlebensräume (Wälder, Hecken, Feldgehölze) wären KUP+ als PIK nicht in der Lage, deren Biotopfunktionen und -qualitäten gleichwertig zu kompensieren, da sie für viele Arten besiedlungsrelevante Habitateigenschaften (u. a. hinsichtlich Vegetationsstruktur und -schichtung, Mikroklima, Bodeneigenschaften, Habitatkontinuität) und -elemente (bspw. natürliche Baumhöhlen, starkes Alt- und Totholz) nicht ausbilden. Dementsprechend fehlen auf KUP+ Arten, die in älteren, strukturreichen Gehölzlebensräumen regelmäßig vorkommen (vgl. CHRISTIAN et al. 1998, BERG 2002, ALLEGRO & SCIACY 2003, MARTÍN-GARCÍA et al. 2013, ZITZMANN & REICH 2020). Die eigenen Brutvogel-Erfassungen zeigen zudem, dass auch gemeinsame Arten (ubiquitäre Gebüschbrüter wie Amsel, Buchfink, Dorn-, Garten- oder Mönchsgrasmücke) von KUP+ und Gehölzlebensräumen wie Hecken oder Feldgehölzen letztere wesentlich abundanter besiedeln und gegenüber KUP+ bevorzugen (vgl. analog dazu GRUß & SCHULZ 2014). Somit stellen KUP+ als produktionsintegrierte Ersatzmaßnahme selbst bei Eingriffen in Gehölzlebensräume, in denen keine planungsrelevanten Arten, sondern lediglich Ubiquisten vorkommen, keine günstige Alternative zu anderen gehölzgeprägten Kompensationsmaßnahmen dar (ZITZMANN & REICH 2020).

Wie die eigenen Untersuchungen zu Groß- und Mittelsäugern, Gefäßpflanzen und Brutvögeln zeigen, erfüllen KUP+ im Vergleich mit jungen Gehölzlebensräumen wie Laubwald-Aufforstungen zwar ähnliche Biotopfunktionen und weisen hinsichtlich ihres Artenspektrums noch relativ große Ähnlichkeiten auf. Dabei muss aber berücksichtigt werden, dass sich die Biotopentwicklungspotenziale beider Biotoptypen grundlegend unterscheiden: Während KUP+ nutzungsbedingt ständig in ihrer Sukzession zurückgeworfen werden und der Gehölzaufwuchs ein Alter von max. 20 Jahren erreicht, entwickeln sich Aufforstungen langfristig zu Wäldern, die dann völlig andere Biotopfunktionen und -qualitäten aufweisen. Zudem zeigen sich – trotz gewisser Überschneidungen im Artenspektrum – bereits im gleichaltrigen Zustand einige Unterschiede hinsichtlich der Biotopfunktionen von KUP+ und Laubwald-Aufforstungen, die im weiteren Verlauf der Sukzession noch deutlich zunehmen werden (Kap. 7.5.2). KUP+ stellen somit unter Berücksichtigung der rezenten und zukünftigen Biotopfunktion keine geeignete Ersatzmaßnahme zur funktionsgerechten und gleichwertigen Kompensation von Eingriffen in junge, sich in der Entwicklung befindliche Gehölzbestände wie Aufforstungen oder Heckenanpflanzungen dar.

Bei Eingriffen in Offenlebensräume (Äcker, Grünländer, Brachen) muss hinsichtlich der Einung von KUP+ als PIK differenziert werden zwischen (i) Offenlebensräumen, die Habitate für planungsrelevante Arten darstellen und (ii) Offenlebensräumen, die keine Vorkommen planungsrelevanter Arten aufweisen und floristisch und faunistisch verarmt sind. Ein Einsatz von KUP+ als produktionsintegrierte Ersatzmaßnahme für Eingriffe in erstere Offenlebensräume ist nicht möglich, da sich deren Biotopfunktionen und -qualitäten grundlegend unterscheiden und KUP+ keine (dauerhaften) Lebensräume für typische und vor allem wertgebende Arten der Agrarlandschaft, bspw. Feldvögel, Wiesenbrüter oder gefährdete Ackerwildkräuter, darstellen (Kap. 7.5.2). Zudem ist zu berücksichtigen, dass bei Eingriffen in Offenlebensräume mit artenschutzrechtlich relevanten Arten – z. B. Feldlerche oder Kiebitz als regelmäßige Brutvögel der Äcker und Grünländer – die Umsetzung von ASRM erforderlich ist (vgl. Kap. 6.2.1). In solchen Fällen wird regelmäßig versucht, ASRM (für die betroffenen artenschutzrechtlich relevanten Arten) und PIK (für die insgesamt betroffenen Arten und Lebensgemeinschaften der Eingriffsfläche inkl. der im Rahmen der EGR planungsrelevanten Arten, die nicht unter das Regime des besonderen Artenschutzes fallen) auf derselben Fläche umzusetzen (RUNGE et al. 2010, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 74). Entsprechende „Maßnahmen mit Doppelfunktion“ sind dann primär an den Anforderungen der schutzwürdigsten und anspruchsvollsten Arten – also i. d. R. der artenschutzrechtlich relevanten Arten – ausgerichtet und müssen zwingend für genau diese Arten wirksam sein (RUNGE et al. 2010: 68, FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 74). Gleichzeitig müssen sie auch die Anforderungen an die Kompensation vollumfänglich erfüllen (ebd.). KUP+ scheiden in solchen Fällen als geeignete Maßnahme grundsätzlich aus, da sie weder für artenschutzrechtlich relevante Arten der Offenlebensräume noch für weitere, im Sinne der EGR planungsrelevante Arten der Agrarlandschaft (bspw. gefährdete Ackerwildkräuter) eine gleichwertige und mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksame Maßnahme darstellen und damit weder den Anforderungen an ASRM noch den Anforderungen an Kompensationsmaßnahmen gerecht werden. Stattdessen sind bei solchen Eingriffssituationen produktionsintegrierte Maßnahmen im Ackerbau oder auf Grünland geradezu unentbehrlich, um sowohl den Anforderungen der EGR und als auch den Anforderungen des besonderen Artenschutzes gerecht zu werden (CZYBULKA et al. 2012, BREUER 2015, DRUCKENBROD & BECKMANN 2018).

Denkbar ist hingegen ein Einsatz von KUP+ als produktionsintegrierte Ersatzmaßnahme für Eingriffe in faunistisch und floristisch verarmte Ackerflächen ohne jegliche Vorkommen planungsrelevanter Arten im Sinne des besonderen Artenschutzrechtes *und* der EGR. Da solche Flächen keine anspruchsvolleren, wertgebenden Arten und besonderen Biotopfunktionen aufweisen, an denen sich die Kompensation orientieren müsste, könnten KUP+ bei entsprechenden Eingriffssituationen als produktionsintegrierte Ersatzmaßnahme zur Förderung der „allgemeinen Artenvielfalt“ und einzelner naturschutzfachlich bedeutsamer Arten wie Feldhase oder Baumpieper eingesetzt werden. Dennoch ist auch in diesem Fall zu berücksichtigen, dass bei Ersatzmaßnahmen eine „höchstmögliche Gleichwertigkeit des Ersatzes“ (FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 37) angestrebt wird. Auch wenn die Biotopfunktion floristisch und faunistisch verarmter, intensiv genutzter Ackerflächen stark eingeschränkt ist, handelt es sich bei solchen Flächen im Hinblick auf ihre Funktion im Naturhaushalt um (aufwertungsfähige und aufwertungsbedürftige) Offenlebensräume. Da unter mehreren als *gleichwertig* anzusehenden Ersatzmöglichkeiten diejenige zu wählen ist, die der beeinträchtigten Funktion am nächsten kommt (FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 37 und 42), wäre es in einem solchen Fall wesentlich sinnvoller PIK umzusetzen, die auf wertgebende Arten und Lebensgemeinschaften der Offenlebensräume abzielen, bspw. durch die Anlage von Brachen, Blühstreifen oder durch Extensivierungsmaßnahmen auf Ackerflächen oder im Grünland. Entsprechende Maßnahmen würden sich im Hinblick auf ihren funktionalen Zusammenhang deutlich stärker an den Eigenschaften der Eingriffsfläche und den konkreten Eingriffsfolgen orientieren als KUP+. Somit wäre durch die Umsetzung anderer PIK der Anforderung an eine höchstmögliche Gleichwertigkeit des Ersatzes wesentlich besser gedient. Zudem tragen entsprechende Maßnahmen im Hinblick auf die prekäre Situation der Biodiversität in der Agrarlandschaft (u. a. DONALD et al. 2001, MEYER et al. 2013) wesentlich stärker zur Erreichung übergeordneter Ziele des Arten- und Biodiversitätsschutzes bei als KUP+ (vgl. TRAUTNER et al. 2015 und Kap. 9.1).

Trotz der deutlichen Defizite bei der Erfüllung funktionaler Schlüsselanforderungen an Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen erfüllen KUP+ weitere Anforderungen an PIK zum Teil sehr gut. Eine wichtige zeitliche Anforderung an PIK ist, dass diese Eingriffe in angemessener Frist ausgleichen oder ersetzen (LAU 2011) und der Zeitraum bis zum Eintreten ihrer Wirksamkeit absehbar ist (SCHRADER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 19). KUP+ stellen eine schnell herstellbare Maßnahme dar, die bereits nach wenigen Jahren ihre spezifischen Funktionen und Qualitäten als Lebensraum erfüllt und diesen zeitlichen Anforderungen daher eindeutig gerecht wird. Darüber hinaus gilt, dass die ökologische Aufwertung von PIK so lange gesichert werden muss, wie die Eingriffsfolgen bestehen (u. a. CZYBULKA & WAGNER 2012). Die dauerhafte bzw. langfristige Sicherung einer PIK-Maßnahmenfläche und ihrer regelmäßigen Nutzung entsprechend bestimmter Auflagen lässt sich mithilfe vorhandener rechtlicher Instrumente ebenfalls gewährleisten (vgl. CZYBULKA & WAGNER 2012, BREUER 2015; vgl. auch Kap. 8.2).

Weitere Anforderungen an PIK sind, dass deren Umsetzung und Zielerreichung kontrollierbar sein müssen (SCHMIDT et al. 2021b) und PIK mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksam sein müssen (MENGEL et al. 2018: 163). Die Umsetzung naturschutzfachlicher Aufwertungsmaßnahmen auf KUP+ lässt sich sehr gut und mit wenig Aufwand kontrollieren: So muss der Anbau verschiedener Gehölzarten/-sorten und die Integration gehölzfreier Begleitstrukturen auf KUP+ nur einmalig kontrolliert werden und ist dann für die gesamte Lebensdauer einer Plantage, also für mehrere Jahrzehnte, festgelegt. Auch die Etablierung

eines Umtriebsstadienmosaiks ist sehr gut kontrollierbar: Durch Vor-Ort-Kontrollen im Abstand von mehreren Jahren lässt sich problemlos erkennen, ob unterschiedliche Umtriebsstadien nebeneinander ausgebildet sind, und auch abschätzen, wann einzelne Bestände das letzte Mal beerntet wurden. Anhand aktueller Luftbilder lässt sich dies theoretisch sogar ohne Vor-Ort-Besichtigung kontrollieren (vgl. Abbildung 3). Bei klassischen PIK im Grünland oder auf Acker ist hingegen oft nur schwer erkenn- und kontrollierbar, ob bestimmte Maßnahmen (bspw. Mahd von Grünland ab dem 15.6.) auch tatsächlich entsprechend der Vorgaben umgesetzt wurden, wodurch regelmäßige und aufwendige Vor-Ort-Kontrollen erforderlich sind, die sich zeitlich eng an bestimmten Bewirtschaftungsphasen (z. B. Mahd- oder Aussatterminen) orientieren (vgl. DRUCKENBROD 2020, SCHMIDT et al. 2021b). Der Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel auf KUP+ lässt sich, wie bei anderen PIK auch, mittels der vom Landwirtschaftsbetrieb geführten Schlagkartei kontrollieren, in der alle Bewirtschaftungsmaßnahmen inkl. Art, Ausmaß und Menge der Inputs dokumentiert sind (vgl. DRUCKENBROD 2020). Ergänzend kann diese Bewirtschaftungsaufgabe stichprobenartig im Gelände kontrolliert werden. Anders als bei PIK im Ackerbau oder auf Grünland ist eine Vor-Ort-Kontrolle dieser Auflage bei KUP+ aber weniger dringlich, da ein Einsatz von Düngemitteln selbst beim konventionellen KUP-Anbau gering ist oder sogar komplett unterbleibt. Auch der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln beschränkt sich i. d. R. nur auf die Etablierungsphase (Kap. 4.1), weshalb ein Verzicht auf entsprechende Inputs auch nur in diesem kurzen Zeitraum kontrolliert werden müsste.

Die Anforderung, dass PIK mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksam sein und die von ihnen geforderten Kompensationsleistungen erfüllen müssen wird von KUP+ zwar erfüllt, dabei muss aber stets berücksichtigt werden, dass sich die Aufwertungspotenziale und Kompensationsleistungen von KUP+ fast ausschließlich auf die Förderung ungefährdeter, häufiger und weit verbreiteter Arten beschränken. Anders als bei typischen PIK im Ackerbau oder auf Grünland, bei denen es eine Vielzahl wertgebender Zielarten gibt, anhand derer der Erfolg bestimmter Maßnahmen typischerweise gemessen und kontrolliert wird (vgl. DRUCKENBROD et al. 2011), stellen KUP+ nur in Ausnahmefällen eine Maßnahme zur gezielten Förderung naturschutzfachlich bedeutsamer Arten dar. Als wertgebende Zielarten von KUP+ sind auf Basis der ausgewerteten Studien und der Ergebnisse der eigenen Untersuchungen nur der Baumpieper und unter Vorbehalt der Feldhase zu nennen. Eine Kontrolle der Zielerreichung für diese Arten ist aber ohne weiteres im Rahmen eines begleitenden Monitorings möglich. Weitere naturschutzfachlich bedeutsame Zielarten, für die KUP+ im Vergleich mit ihren Stammlbensräumen hochwertige Habitate darstellen und als PIK mit hoher Wahrscheinlichkeit wirksam wären, lassen sich auf Basis der ausgewerteten Literatur und der eigenen Untersuchung nicht ableiten.

## 8.4 Eignung von KUP+ als Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme

Anders als artenschutzrechtliche Maßnahmen (ASRM) und produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK) stellen Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (AUKM) freiwillige Maßnahmen dar, die proaktiv einen Beitrag zur Verbesserung der Umwelt leisten sollen, ohne dabei in Zusammenhang mit einem Eingriff zu stehen und dessen Folgen kompensieren zu müssen. Im Gegensatz zu ASRM und PIK, für die in räumlicher, funktionaler und zeitlicher Hinsicht strenge Anforderungen gelten, sind die Anforderungen an AUKM daher wesentlich unspezifischer. Eine der Anforderungen, die vorgibt, dass AUKM über die obligatorisch einzuhaltenden Standards und Anforderungen an die landwirtschaftliche Flächennutzung auf EU-Ebene und auf Ebene der EU-Mitgliedsstaaten hinausgehen müssen (Verordnung EU Nr. 1305/2013), wurde bereits in Kapitel 8.1 behandelt und wird von KUP+ bzw. den einzelnen dort durchgeführten Maßnahmen erfüllt. Die zweite wesentliche Anforderung, das Verbot der Doppelförderung, erfüllen KUP+ unter Berücksichtigung bestimmter Voraussetzungen ebenfalls (hierzu ausführlich in Kap. 9.5).

Für spezifische AUKM (z. B. Blühstreifen, Hecken oder bestimmte Vertragsnaturschutzmaßnahmen) gelten selbstverständlich konkrete Vorgaben hinsichtlich

- der zu fördernden Arten, Biotoptypen oder Biotopfunktionen (Zielgegenstand der Maßnahme),
- des Maßnahmenstandortes (Förderkulisse, Ausgangszustand der Maßnahmenfläche),
- einzuhaltender Auflagen bei der Etablierung oder Bewirtschaftung (z. B. Art und Zeitpunkt der Maßnahmendurchführung bzw. Pflege/Bewirtschaftung, Vorgaben zum Einsatz von Dünge- oder Pflanzenschutzmitteln sowie zum Saat- und Pflanzgut),
- der Dauer der Verpflichtung zur Durchführung der Maßnahme und
- Angaben zur gewährten Fördersumme.

Diese maßnahmenspezifischen Vorgaben sind in den jeweiligen Förderrichtlinien der EU-Mitgliedsstaaten oder ihrer Regionen/Bundesländer festgelegt (für Niedersachsen bspw. in der Richtlinie NiB-AUM) und können sich zwischen Mitgliedsstaaten, und ebenso zwischen ihren Regionen/Bundesländern, erheblich unterscheiden (vgl. FREESE 2012). Da KUP+ bzw. einzelne KUP-spezifische Maßnahmen derzeit weder in Deutschland noch in anderen Ländern der EU als AUKM angeboten werden, gibt es für KUP+ aktuell keine entsprechenden Vorgaben. Grundsätzlich bestehen unter der Berücksichtigung der eher unspezifischen Grundanforderungen an AUKM keine Gründe, die gegen eine Anerkennung von KUP+ bzw. einzelner KUP-spezifischer Maßnahmen als AUKM sprechen. Da spezifische Anforderungen an KUP+ als AUKM bisher nicht definiert sind, werden im Folgenden auf Basis der ermittelten Biotopfunktionen und -qualitäten von KUP+ Möglichkeiten und Grenzen für einen Einsatz als AUKM diskutiert und Vorschläge für Vorgaben gemacht, die aus Sicht des Arten- und Biodiversitätsschutzes im Falle eines Einsatzes von KUP+ als AUKM zur Aufwertung der Biotopfunktion in künftigen Förderrichtlinien berücksichtigt werden sollten.

Aufgrund ihrer Biotopfunktionen und -qualitäten stellen KUP+ im Wesentlichen eine Maßnahme zur Förderung der allgemeinen Artenvielfalt dar. Im Gegensatz zu „dunkelgrünen“ AUKM (vgl. OPPERMAN 2013, ZEHLIUS-ECKERT 2017) sind sie nur sehr eingeschränkt in der Lage, anspruchsvollere, gefährdete Arten zu fördern und leisten keinen nennenswerten Beitrag zum Erhalt bestandsbedrohter und förder-

bedürftiger Arten und Lebensgemeinschaften der Agrarlandschaft. Somit sind KUP+ aufgrund ihrer eher unspezifischen Leistungen im Hinblick auf die Förderung der Biodiversität eindeutig den „hellgrünen AUKM“ zuzuordnen (vgl. hierzu auch ZEHLIUS-ECKERT (2017) für Kurzumtriebsstreifen in modernen Agroforstsystemen). Da sich hellgrüne AUKM nicht an der Verbreitung bestimmter, oft hochgradig gefährdeter Zielarten (z. B. Feldhamster, Ortolan) oder Lebensraumtypen (wie Feuchtgrünland, Kalkmagerrasen, Bergwiesen) orientieren, werden diese meist flächendeckend für das gesamte Gebiet eines Mitgliedsstaates oder Bundeslandes angeboten (vgl. KLEIJN & SUTHERLAND 2003, FREESE 2012). Für KUP+ wäre es jedoch sinnvoll, Förderkulissen anzubieten, da bei deren Anlage – anders als z. B. bei der Anlage von Blühstreifen – auch erhebliche Konflikte mit dem Schutz gefährdeter Offenlandarten (bspw. Feldvögel, Wiesenbrüter) entstehen können (vgl. JEDICKE 1995, GRUB & SCHULZ 2011). Zudem ist davon auszugehen, dass der Beitrag von KUP+ zur Förderung der Biodiversität in bestimmten landschaftlichen Situationen vergleichsweise hoch, in anderen hingegen nur marginal ist oder sogar negative Auswirkungen möglich sind. Bei bisherigen Untersuchungen zu konventionellen KUP (k-KUP) wurde der Landschaftskontext als ein wesentlicher Faktor hervorgehoben, der den Beitrag dieser Kulturen zur Biodiversität auf Landschaftsebene beeinflusst: In intensiv genutzten, ausgeräumten Agrarlandschaften mit geringer Habitatheterogenität ist ihr Beitrag zur Förderung der Biodiversität deutlich höher als in Landschaften mit einer großen Habitatvielfalt und höheren Anteilen extensiver landwirtschaftlicher Nutzungen (vgl. u. a. BERG 2002, GRUB & SCHULZ 2011, BAUM et al. 2012ab, HAUGHTON et al. 2015, VANVEBEREN & CEULEMANS 2019). Dieser Effekt lässt sich vor allem dadurch erklären, dass die Plantagen in strukturarmen, ausgeräumten Agrarlandschaften einen erheblichen Kontrast zu bestehenden Habitaten herstellen und mangelnde Ressourcen (bspw. Deckung, Nahrung, Nistmöglichkeiten) bereitstellen (vgl. BATÁRY et al. 2015 für AUKM im Allgemeinen). Entsprechende landschaftsabhängige Effekte auf die Wirksamkeit von AUKM wurden durch BATÁRY et al. (2011) bereits im Rahmen umfangreicher Meta-Analysen zu AUKM auf Ackerflächen ermittelt und lassen sich auch auf KUP+ übertragen.

Die aktive Förderung einer Neuanlage von KUP+ als AUKM sollte sich daher auf Regionen beschränken, in denen besonders positive Effekte zu erwarten sind und ein möglichst geringes Konfliktpotenzial mit anderen Natur- und Artenschutzzielen besteht (vgl. DENNER et al. 2013, ZEHLIUS-ECKERT 2017). In intensiv genutzten, ausgeräumten Agrarlandschaften lassen sich neben vorteilhaften Effekten für die Biodiversität auch besonders positive Effekte für den Boden- und Gewässerschutz (BAUM et al. 2009a, DIMITRIOU et al. 2009, BÖHM et al. 2012, LANGEVELD et al. 2012, DIMITRIOU & MOLA-YUDEGO 2017) und für das Landschaftsbild erzielen (BOLL 2016). Zudem ist die Umsetzung anderer Maßnahmen (z. B. Hecken, Feldgehölze) aufgrund der hohen Nutzungskonkurrenz in solchen Regionen oftmals nur schwer möglich (vgl. CZYBULKA et al. 2012 und DRUCKENBROD & BECKMANN 2018 für PIK) und durch die Förderung von KUP+ als AUKM ließe sich ein Mindestmaß an Biodiversität, Boden- und Gewässerschutz in entsprechende Landschaften integrieren. Flächenkulissen mit potentiellen Synergie- und Tabuflächen für k-KUP, die anhand naturschutzfachlicher Kriterien (u. a. Berücksichtigung der Schutzgüter Boden, Wasser, Biodiversität) abgeleitet wurden, gibt es bereits für das Bundesland Sachsen (SCHMIDT & GLASER 2009, TRÖGER et al. 2014). Entsprechende Synergie- und Tabuflächen ließen sich auch für andere Bundesländer ermitteln. Die Synergieflächen könnten dann als Grundlage für die Ausweisung von Förderkulissen für KUP+ als AUKM dienen.

Innerhalb dieser Förderkulissen sollte eine Förderung von KUP+ an weitere Kriterien gebunden sein. So sollte eine Anlage ausschließlich auf intensiv genutzten, floristisch und faunistisch verarmten Ackerflächen gefördert werden, da anderenfalls Konflikte mit höherwertigen Naturschutzziele entstehen können, bspw. durch eine Verdrängung von Feldvögeln und Wiesenbrütern (GÖDEKE et al. 2014 und MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. 2014) oder Ackerwildkrautgesellschaften (SEIFERT et al. 2015). Bei der Wahl eines geeigneten Standortes sollte zudem die zuständige Naturschutzbehörde beteiligt werden, um lokale Konflikte mit anderen Arten- und Naturschutzbelangen (z. B. auf angrenzende Lebensräume sensibler Offenlandarten, die durch die Kulissenwirkung der Plantagen negativ beeinflusst werden könnten; vgl. JEDICKE 1995, SCHULZ et al. 2009, ZEHLIUS-ECKERT 2017) auszuschließen und um die Vorgaben der Landschaftsplanung (z. B. im Hinblick auf den Biotopverbund sowie andere Schutzgüter) eingehend zu berücksichtigen. In einigen Agrarumweltprogrammen ist eine Beteiligung der Naturschutzverwaltung bei der Festlegung des Standortes von Blühstreifen fakultativ möglich. Im Falle einer Beteiligung wird dann ein zusätzlicher Förderbetrag gewährt (bspw. in Niedersachsen, vgl. Richtlinie NiB-AUM, S. 42ff). Für KUP+ sollte die Beteiligung der zuständigen Naturschutzbehörde bei der Standortwahl eine obligatorische Fördervoraussetzung sein, da aufgrund ihres vergleichsweise hohen Flächenbedarfs, der langfristigen Flächenbindung und ihrer potentiell negativen Auswirkungen auf Offenlandarten deutlich größere Konfliktpotenziale mit anderen Arten- und Naturschutzbelangen möglich sind als bei Blühstreifen.

Anders als in intensiv genutzten, ausgeräumten Agrarlandschaften sollte in strukturreichen Landschaften mit einem vielfältigen Angebot an naturnahen oder halbnatürlichen Lebensräumen und extensiv genutzten landwirtschaftlichen Flächen eine Neuanlage von KUP+ nicht gefördert werden. In solchen Landschaften stellen KUP+ keine Habitate und Ressourcen bereit, die nicht bereits durch andere Lebensräume (oftmals in höherer Qualität, vgl. Kap. 7.5.2) bereitgestellt werden (vgl. BATÁRY et al. 2011 für AUKM im Allgemeinen). Hier sollte der Fokus stattdessen darauf liegen, bestimmte KUP-spezifische Bewirtschaftungsmaßnahmen als AUKM anzubieten, die sich in bereits bestehende k-KUP integrieren lassen und die darauf abzielen, diese naturschutzfachlich aufwerten. So könnte eine abschnittsweise Ernte oder ein Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel ohne Probleme in bestehende k-KUP integriert werden. Werden in solchen Landschaften neue k-KUP angelegt, könnte, wie im Falle von Blühstreifen als AUKM (vgl. Richtlinie NiB-AUM, S. 42ff), ein gewisser Förderbetrag gewährt werden, wenn die zuständige Naturschutzbehörde bei der Standortwahl beteiligt wird. Hierdurch könnten k-KUP in solchen Regionen auf Standorte gelenkt werden, auf denen sich Synergien mit anderen Naturschutzziele ergeben bzw. Konflikte mit dem Natur- und Artenschutz ausgeschlossen werden (vgl. WILHELM 2012 sowie DENNER et al. 2013). Ziel dieser Förderung wäre dementsprechend die Minimierung negativer bzw. Stärkung positiver Effekte von Plantagen, die ohnehin angelegt werden sollen. Am konkreten Standort ließen sich bei der Flächenanlage dann einzelne KUP-spezifische AUKM integrieren, die in bestehende Plantagen nicht mehr integrierbar sind. Hierzu zählen gehölzfreie Begleitstrukturen wie Lichtungen, der Anbau verschiedener Gehölzarten innerhalb einer Plantage oder die Anlage in einer bestimmten Flächenform mit möglichst hohen Randanteilen (vgl. Kap. 4.3). Entsprechende Maßnahmen würden dann – anders als eine abschnittsweise Ernte oder der Verzicht auf den Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln – für die gesamte Lebensdauer einer Plantage bestehen bleiben.

Im Hinblick auf den Zeitraum zur Verpflichtung der Maßnahmendurchführung werden Zahlungen für AUKM meist für 5–7 Jahre gewährt (Verordnung EU Nr. 1305/2013). Anders als viele typische AUKM, die mittels Bewirtschaftungsauflagen in bereits bestehenden Kulturen bzw. Biotoptypen integriert werden (z. B. Verzicht auf bestimmte Bewirtschaftungsweisen und Inputs, Anbau bestimmter Kulturpflanzen auf Acker, Vorgaben zur Mahd im Grünland) oder nur für einen begrenzten Zeitraum angelegt werden (bspw. Blühstreifen, temporäre Ackerbrachen), handelt es sich bei KUP+ um längerfristige Maßnahmen mit hohen Investitionskosten. Bei einer Förderung der Neuanlage von KUP+ sollte daher ähnlich vorgegangen werden wie bei Hecken, deren Anpflanzung als AUKM gefördert wird. Hecken werden mit relativ hohen jährlichen Beträgen gefördert, unterliegen als Landschaftselemente nach Ablauf des Förderzeitraums dann aber dauerhaft dem Beseitigungsverbot, ohne dass in anschließenden Förderperioden weitere Förderungen gezahlt werden (für Niedersachsen s. Richtlinie NiB-AUM, S. 55). Analog dazu müssten auch für KUP+ aufgrund der hohen Investitionskosten vergleichsweise hohe Förderungen für die Flächenanlage gezahlt werden, die sich dann aber auf den aktuellen Förderzeitraum beschränken. Zudem müsste vertraglich festgelegt werden, dass als AUKM geförderte KUP+ langfristig, also auch nach Ablauf des Förderzeitraums, bestehen bleiben, damit sich diese Investitionskosten lohnen. In anschließenden Förderperioden wäre es dann möglich, dass auf diesen KUP+ bestimmte Bewirtschaftungsmaßnahmen als AUKM weitergefördert werden, bspw. eine abschnittsweise Ernte.

Bei der Festlegung der Höhe von Förderbeträgen, die für die Neuanlage von KUP+ oder für einzelne KUP-spezifische Bewirtschaftungsmaßnahmen gezahlt werden, sollte in jedem Fall deren Aufwertungspotenzial im Vergleich zu anderen AUKM berücksichtigt werden. Dabei ist zu beachten, dass KUP+ im Hinblick auf das Schutzgut Biodiversität eher unspezifische Leistungen erfüllen und damit eine Maßnahme darstellen, die weniger prioritäre Naturschutzziele verfolgt als dunkelgrüne AUKM, die zielgerichtet gefährdete Arten und Lebensgemeinschaften der Agrarlandschaft fördern oder bestimmte naturschutzfachlich bedeutsame Lebensräume herstellen oder erhalten (vgl. Kap. 6.2.3). Bevor KUP+ als AUKM angeboten werden, besteht also erheblicher Forschungsbedarf, um zu ermitteln, welche Fördersätze aufgrund der Aufwertungsleistungen von KUP+ im Vergleich zu anderen AUKM (wie Blühstreifen, Brachen, Hecken) angemessen wären und ob diese Fördersätze ausreichen, um Mindererträge oder entstehende Kosten für den Bewirtschaftungsaufwand durch die Anlage von KUP+ oder bestimmte KUP-spezifische Maßnahmen auszugleichen. Dabei sind neben den Aufwertungspotenzialen für die Biodiversität auch die Aufwertungsleistungen für weitere Schutzgüter zu berücksichtigen, die ebenfalls Zielgegenstand von AUKM sind. Im Falle, dass durch andere AUKM mit dem gleichen oder sogar geringeren Mitteleinsatz höhere oder spezifischere Leistungen für den Natur- und Artenschutz erzielt werden können, sollte im Sinne eines effizienten Mitteleinsatzes keine Förderung von KUP+ als AUKM erfolgen. Im Hinblick auf ihren Beitrag zur Förderung der Biodiversität würden sich KUP+ (oder einzelne KUP-spezifische Maßnahmen) als AUKM vor allem dann für eine Förderung anbieten, wenn die umgesetzten Maßnahmen kostengünstig sind. Wären hingegen hohe Förderbeträge notwendig, um durch Auflagen entstandene Kosten und entgangene Einnahmen zu kompensieren, stünden diese – zumindest im Hinblick auf das Schutzgut Biodiversität – in keinem günstigen Verhältnis zu den erzielbaren Aufwertungsleistungen.

## 8.5 Fazit zu Forschungsfrage III

**Forschungsfrage III:** *Erfüllen KUP+ die an unterschiedliche Typen von PIN (ASRM, PIK und AUKM) gestellten Anforderungen und für welche Arten und Lebensgemeinschaften könnten KUP+ aufgrund ihrer Biotopfunktion und -qualität als PIN eingesetzt werden?*

KUP+ erfüllen zwar einige Anforderungen an die betrachteten Maßnahmentypen durchaus sehr gut. Hier sind insbesondere zu nennen, dass

- durch die auf KUP+ umgesetzten Maßnahmen eine deutliche Überschreitung der obligatorisch zu erbringenden Mindestanforderungen an die Bewirtschaftung (u. a. gfP, CC) erfolgt,
- infolge dieser Überschreitung im Hinblick auf die Biotopfunktion und Biodiversität eine erhebliche Aufwertung im Vergleich zur konventionellen KUP-Nutzung erfolgt,
- die für PIK und ASRM geforderte langfristige Sicherung von Bewirtschaftungsmaßnahmen auf KUP+ mittels bestehender rechtlicher Instrumente möglich ist,
- sich die Umsetzung von Maßnahmen auf KUP+ vergleichsweise einfach kontrollieren lässt und
- KUP+ eine schnell herstellbare Maßnahme darstellen, die bereits nach wenigen Jahren ihre spezifischen Biotopfunktionen und -qualitäten erfüllt.

Über diese Anforderungen hinaus werden insbesondere an ASRM und PIK jedoch weitere, hohe Anforderungen gestellt, die KUP+ nur sehr eingeschränkt erfüllen. ASRM und PIK stellen Maßnahmen dar, die eingriffsbedingte Beeinträchtigungen bestimmter Arten bzw. bestimmter Funktionen des Naturhaushaltes (wie die Biotopfunktion für das Schutzgut Arten und Lebensgemeinschaften) kompensieren müssen. Sie müssen daher zwingend auf die Förderung bestimmter, durch einen Eingriff beeinträchtigter Arten („planungsrelevante Arten“) und Lebensgemeinschaften und der für sie relevanten Biotopfunktionen und -qualitäten abzielen. An dieser Anforderung scheitern KUP+ jedoch in den meisten Fällen. Dies hat zwei wesentliche Gründe: Zum einen stellen KUP+ neuartige Lebensräume dar, deren Habitateigenschaften und Lebensgemeinschaften deutlich von anderen Lebensräumen abweichen. Darüber hinaus fördern KUP+ hauptsächlich Generalisten, während ihre Potenziale zur Förderung anspruchsvoller, gefährdeter Arten gering sind. Somit erfüllen KUP+ die spezifischen Funktionen und Qualitäten anderer Lebensräume bzw. Naturschutzmaßnahmen nur eingeschränkt und sind folglich auch nicht bzw. nur in wenigen Fällen in der Lage, die durch einen Eingriff beeinträchtigten Biotopfunktionen und -qualitäten anderer Lebensräume adäquat zu kompensieren.

Ein Einsatz von KUP+ als **PIK** ist unter Berücksichtigung der an Kompensationsmaßnahmen gestellten Anforderungen und auf Basis der ermittelten Biotopfunktionen und -qualitäten von KUP+ nur in zwei Fällen möglich: (i) Als produktionsintegrierte *Ausgleichsmaßnahme* bei Eingriffen in konventionelle KUP (k-KUP), da KUP+ die beeinträchtigten Werte und Funktionen dann *gleichartig* kompensieren. (ii) Könnten KUP+ als produktionsintegrierte *Ersatzmaßnahme* bei Eingriffen in floristisch und faunistisch verarmte Ackerflächen eingesetzt werden, da solche Flächen keine anspruchsvolleren, planungsrelevanten Arten und besonderen Biotopfunktionen aufweisen, an denen sich die Kompensation orientieren müsste. In letzteren Fällen stellen KUP+ zwar eine mögliche, aber weder im Hinblick auf die Anforderungen an Ersatzmaßnahmen („höchstmögliche Gleichwertigkeit“) noch aus Natur- und Artenschutzsicht präferierte Lösung dar, da sie im Gegensatz zu anderen PIK keinen nennenswerten

Beitrag zur Förderung gefährdeter Arten und Lebensgemeinschaften der Agrarlandschaft leisten und sich PIK im Ackerbau oder auf Grünland im Hinblick auf die eingriffsbedingten Beeinträchtigungen funktional wesentlich enger an den konkreten Eingriffsfolgen (Eingriff in Offenlebensräume) orientieren als KUP+.

Die Möglichkeiten für einen Einsatz von KUP+ als **ASRM** sind ebenfalls stark eingeschränkt, da ASRM prioritär auf gefährdete, seltene und/oder spezialisierte („planungsrelevante“) Arten abzielen, also genau auf die Arten, die KUP+ nicht oder nur sporadisch und/oder temporär besiedeln. Für den absoluten Großteil der artenschutzrechtlich planungsrelevanten Arten ist auf Basis der Ergebnisse der eigenen Untersuchungen, der ausgewerteten Studien und aufgrund ihrer spezifischen Habitatansprüche nicht davon auszugehen, dass KUP+ mit der für ASRM geforderten Sicherheit als Fortpflanzungs- oder Ruhestätte angenommen werden und dauerhaft die geforderten Habitatfunktionen in hoher Qualität erfüllen. Einzig für den Baumpieper konnte auf Basis der Ergebnisse bisheriger Studien und der eigenen Untersuchungen – und auch im Vergleich mit anderen hochwertigen Lebensräumen – eine hohe Habitatqualität ermittelt werden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass KUP+ trotz dieser artspezifisch hohen Qualität nicht unmittelbar die bestmögliche Lösung als ASRM für den Baumpieper darstellt, da neben der Art im Wesentlichen Generalisten profitieren. Daher wäre es aus Sicht des Arten- und Biodiversitätsschutzes deutlich günstiger, andere, artspezifisch ebenso wirksame ASRM umzusetzen, die neben dem Baumpieper auch weitere gefährdete Arten fördern. Vor einem Einsatz von KUP+ als ASRM oder PIK ist daher stets zu prüfen, ob die geforderten (Kompensations-)Leistungen auch durch andere Maßnahmen erbracht werden können, die zusätzlich höhere Aufwertungseffekte für weitere naturschutzfachliche Zielarten mit sich bringen. In den meisten Fällen dürften deutlich höherwertige Alternativen bestehen und KUP+ für einen tatsächlichen Einsatz als ASRM oder PIK ausscheiden.

Ein Einsatz von KUP+ oder einzelner KUP-spezifischer Maßnahmen als **AUKM** ist aufgrund der eher unspezifischen Anforderungen an diesen Maßnahmentyp grundsätzlich möglich. Dies ist vor allem darin begründet, dass AUKM freiwillige Maßnahmen darstellen, die nicht in Zusammenhang mit einem Eingriff stehen und dessen Folgen kompensieren müssen. Aufgrund ihrer Biotopfunktionen und -qualitäten und ihrer Aufwertungspotenziale für die Biodiversität stellen KUP+ „hellgrüne AUKM“ zur Förderung der allgemeinen Artenvielfalt dar, die nur einen geringen Beitrag zur Förderung anspruchsvollerer, gefährdeter Arten leisten. Eine Förderung der Neuanlage von KUP+ sollte anhand von Förderkulissen in intensiv genutzte, ausgeräumte Agrarlandschaften gelenkt werden und ausschließlich auf intensiv genutzten, floristisch und faunistisch verarmten Ackerflächen erfolgen. Zudem sollte die zuständige Naturschutzbehörde obligatorisch bei der Standortwahl beteiligt werden, um Konflikte mit anderen Arten- und Naturschutzzielen auszuschließen. In strukturreichen Landschaften sollte eine Neuanlage von KUP+ nicht gefördert werden, da KUP+ in solchen Situationen keine Habitate und Ressourcen bereitstellen, die nicht bereits durch andere Lebensräume (oftmals in höherer Qualität) bereitgestellt werden. Hier sollte der Fokus stattdessen darauf liegen, KUP-spezifische Aufwertungsmaßnahmen als AUKM anzubieten, die sich in bestehende k-KUP integrieren lassen. Werden in solchen Landschaften neue k-KUP angelegt, könnte eine Förderung gewährt werden, wenn die zuständige Naturschutzbehörde bei der Standortwahl beteiligt wird. Am konkreten Standort könnten bestimmte KUP-spezifische Maßnahmen als AUKM gefördert werden. Ziel dieser Förderungen wäre eine Minimierung

negativer bzw. eine Stärkung positiver Effekte von Plantagen, die ohnehin angelegt werden. Bevor KUP+ als AUKM angeboten werden, besteht erheblicher Forschungsbedarf, um zu ermitteln, welche Fördersätze aufgrund der Aufwertungsleistungen von KUP+ im Vergleich zu anderen AUKM angemessen wären und ob diese Fördersätze ausreichen, um durch Bewirtschaftungsauflagen entstehende Mindererträge und Kosten auszugleichen. Neben der Biodiversität sind dabei auch weitere Schutzgüter (Boden, Wasser, Klima, Landschaftsbild) zu berücksichtigen, die ebenfalls Zielgegenstand von AUKM sind.

## **9 Diskussion**

### **9.1 KUP+ vor dem Hintergrund übergeordneter Arten- und Naturschutzziele und der Gefährdungssituation der Biodiversität in der Agrarlandschaft**

Die Biodiversität in der Agrarlandschaft ist in Deutschland und Mitteleuropa in den letzten Jahrzehnten von einem drastischen Rückgang betroffen und zahlreiche, ehemals häufige und weit verbreitete Arten der Agrarökosysteme gelten heute als gefährdet (DONALD et al. 2001, MEYER et al. 2013, RICHNER et al. 2015, RYSLAVY et al. 2020, KAMP et al. 2021, WARREN et al. 2021). Der Schutz und die Wiederherstellung von Lebensräumen der offenen Kulturlandschaften und ihrer Arten und Lebensgemeinschaften sind daher vorrangige Handlungsfelder des Naturschutzes in Deutschland (TRAUTNER et al. 2015). KUP+ stellen jedoch keine Maßnahme dar, mit der gezielt gefährdete Arten der Agrarlandschaft und typische Lebensgemeinschaften offener Agrarökosysteme gefördert werden können. Daher stellen KUP+ keine Alternative zu anderen produktionsintegrierten Maßnahmen im Ackerbau oder auf Grünland dar, die genau auf diese Arten und Lebensgemeinschaften abzielen und vor dem Hintergrund des dramatischen Rückgangs der Biodiversität in der Agrarlandschaft besonders dringlich umgesetzt werden müssen. Bei KUP+ handelt es sich im Hinblick auf ihre Biotopfunktion und die durch sie geförderten Arten und Lebensgemeinschaften um eine Maßnahme, die vornehmlich die allgemeine Artenvielfalt und ungefährdete Generalisten fördert und daher nachrangige Ziele des Arten- und Biodiversitätsschutzes verfolgt (vgl. auch DAUBER et al. 2018). Zwar ist der Schutz der biologischen Vielfalt in ihrer Gesamtheit – und damit auch von weit verbreiteten und häufigen Generalisten – erklärtes Ziel von Naturschutz und Landschaftspflege (§ 1 Abs. 1 BNatSchG) und auch im Rahmen der Eingriffsregelung werden alle Tier- und Pflanzenarten als Teil des Naturhaushaltes berücksichtigt. Dabei ist aber zu beachten, dass Generalisten, also anpassungsfähige Arten mit einem breiten Lebensraumspektrum, ohnehin von Maßnahmen für Zielarten des Naturschutzes profitieren und daher keine spezifischen Maßnahmen zur Förderung dieser Arten erforderlich sind. Nicht ohne Grund konzentrieren sich Eingriffsregelung und artenschutzrechtliche Prüfung bei der Prognose von Eingriffsfolgen und der Ableitung erforderlicher Kompensationsmaßnahmen und artenschutzrechtlicher Maßnahmen nicht auf alle Arten, sondern auf eine naturschutzfachlich begründete Auswahl „planungsrelevanter Arten“, durch deren Berücksichtigung auch die Ansprüche weiterer, weniger anspruchsvoller Arten abgedeckt werden (u. a. RUNGE et al. 2010, LANUV 2021, TRAUTNER et al. 2021, vgl. auch BERNOTAT et al. 2002).

Für gefährdete Arten der Agrarlandschaft und offener Agrarökosysteme sind zudem negative Effekte durch die Anlage von konventionellen KUP (k-KUP) und KUP+ möglich: Entweder durch die Umwandlung ihrer Lebensräume in KUP (z. B. für gefährdete Ackerwildkräuter oder Brutvögel des Offenlandes)

oder durch die Kulissenwirkung der Plantagen (bspw. für Brutvögel wie Feldlerche oder Kiebitz) (u. a. SCHULZ et al. 2009). Diese negativen Auswirkungen sind vor allem dann zu erwarten, wenn der Anbau – wie aufgrund der Konkurrenz um landwirtschaftliche Flächen von einigen Autoren vorgeschlagen (u. a. MURACH 2009, BEMMANN 2014) – auch auf Grünländer, Brachen oder schwer zu bewirtschaftende, vergleichsweise extensiv genutzte Äcker gelenkt wird, also auf Flächen, die aus Arten- und Naturschutzsicht bereits hochwertig sind oder durch geeignete Maßnahmen in einen für gefährdete Arten der Agrarlandschaft höherwertigen Zustand versetzt werden können. Solche Flächen sind für einen Einsatz von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN) zwar ausgeschlossen (vgl. hierzu auch Vorgaben für KUP+ als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme in Bayern (MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. 2014) und Thüringen (GÖDEKE et al. 2014)), könnten aber bei einem zunehmenden Anbau von k-KUP durchaus häufiger in Anspruch genommen werden. Hierdurch könnten dann erhebliche Konflikte mit Arten- und Naturschutzbelangen entstehen (vgl. u. a. DAUBER et al. 2012, GRUB & SCHULZ 2014, SEIFERT et al. 2015, DAUBER & MIYAKE 2016) und es bedarf möglichst einer räumlichen Steuerung des KUP-Anbaus (u. a. TRÖGER et al. 2014). Diese Notwendigkeit ist zwar aktuell nicht gegeben, da die KUP-Anbaufläche seit Jahren auf einem niedrigen Niveau stagniert (Kap. 9.3) und sich viele der aktuell bestehenden k-KUP noch in einer Art Versuchsstadium befinden und daher vergleichsweise strukturreich sind und eher extensiv bewirtschaftet werden (vgl. SCHULZ et al. 2009). Sollte der KUP-Anbau infolge weiter steigender Kosten fossiler Energieträger, einem weiter steigenden Holzbedarf (hierzu THRÄN et al. 2011, LUICK & AMMERMANN 2012 sowie MOLA-YUDEGO et al. 2017) und möglichen Investitionsförderungen jedoch künftig stark zunehmen, ist mit großflächig-monotonen, deutlich intensiver bewirtschafteten KUP zu rechnen, deren Lebensraumpotenziale wesentlich geringer sind (SAGE et al. 2006, SCHULZ et al. 2009). Dann besteht aus Naturschutzsicht ein erheblicher Bedarf zur räumlichen Steuerung des KUP-Anbaus, zur Festlegung von Mindeststandards bei der Anlage und Bewirtschaftung von k-KUP (Kap. 9.5) und hinsichtlich der Förderung KUP-spezifischer Aufwertungsmaßnahmen, um eine Nutzung im Einklang mit dem Naturschutz zu gewährleisten (SCHMIDT & GLASER 2009, HENNEMANN-KREIKENBOHM et al. 2015ab). Die starke Zunahme des Maisanbaus und die damit einhergehenden ökologischen und landschaftsästhetischen Folgen sind hier ein Negativbeispiel (u. a. FLETCHER et al. 2011, IMMERZEEL et al. 2014, SAUERBREI et al. 2014, TUDGE et al. 2021), dass es bei KUP zu vermeiden gilt (DENNER et al. 2013, BOLL 2016).

Werden durch eine geeignete Standortwahl Konflikte mit anderen Arten- und Naturschutzbelangen ausgeschlossen, können durch k-KUP und insbesondere durch KUP+ durchaus gewisse Aufwertungen und Synergien mit Naturschutzzielen erzielt werden (DAUBER et al. 2010, WILHELM 2012, DAUBER & MIYAKE 2016). Dennoch muss nochmals betont werden, dass die Fähigkeit zu Aufwertung intensiv genutzter, aufwertungsfähiger und aufwertungsbedürftiger Ackerflächen eine Grundvoraussetzung für sämtliche Naturschutzmaßnahmen darstellt und diese Leistung KUP+ nicht als hochwertige Arten- und Naturschutzmaßnahme qualifiziert (Kap. 8.5). Als vergleichsweise nachhaltige Landnutzungsform mit geringen Inputs und von anderen Lebensräumen der Agrarlandschaft abweichenden Zönosen können KUP aber einen Beitrag zur Förderung der allgemeinen Biodiversität in ausgeräumten Agrarlandschaften leisten (u. a. BAUM et al. 2012b, DAUBER et al. 2018), der umso größer ist, wenn einige der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten KUP-spezifischen Aufwertungsmaßnahmen umgesetzt werden.

## **9.2 Beitrag der Arbeit zur Versachlichung der Diskussion um eine Anerkennung von KUP als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme**

Die durchaus emotionsgeladene Diskussion (z. B. „Dresdner Erklärung“ von BEMMANN 2012) um eine Anerkennung von KUP als PIN oder um höhere Anrechnungsfaktoren für KUP im Greening ist auch häufig mit der Intention verbunden, Hemmnisse für den KUP-Anbau (wie hohe Investitionskosten, lange Kapitalbindung, Unsicherheiten bzgl. Preisentwicklungen und Absatzmöglichkeiten) durch entsprechende Kompensationszahlungen – bspw. für eine Anrechnung als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) – abzubauen und einen Anbau der Kulturen so für Landwirte attraktiver zu machen (vgl. NEUBERT et al. 2013, BEMMANN 2014, SCHNEIDER et al. 2014). Bei dieser Diskussion wurde jedoch häufig nur auf die Aufwertungspotenziale von KUP im Vergleich zu Ackerflächen mit einjährigen Kulturen verwiesen (u. a. MURACH 2009, BEMMANN 2014) und völlig außer Acht gelassen, welche Anforderungen an verschiedene PIN gestellt werden und welche Aufwertungspotenziale KUP (bzw. KUP+) im Vergleich zu anderen Naturschutzmaßnahmen aufweisen, mit denen sie in Konkurrenz um eine entsprechende Anerkennung und Förderung stehen. Hier setzt die vorliegende Arbeit an, überprüft anhand freilandökologischer Untersuchungen und einer umfassenden Literaturstudie die Aufwertungspotenziale von KUP+ und KUP-spezifischen Maßnahmen für Biotopfunktion und Biodiversität und ermittelt, inwiefern KUP+ die spezifischen Anforderungen an verschiedene PIN-Maßnahmentypen erfüllen. Dabei zeigt sich, dass die Plantagen selbst bei Umsetzung strukturbereichernder Maßnahmen (als KUP+) im Hinblick auf die Biotopfunktion und Biodiversität keine hochwertige Maßnahme darstellen und ihre Aufwertungsleistungen sich vornehmlich auf nachrangige Ziele des Arten- und Biodiversitätsschutzes beschränken (Kap. 9.1). Vor allem die Einsatzmöglichkeiten als artenschutzrechtliche Maßnahme (ASRM) und PIK sind daher deutlich eingeschränkt und auch eine Förderung von KUP+ als Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme (AUKM) sollte an strenge Anforderungen gebunden sein (Kap. 8.4).

Die Arbeit leistet einen Beitrag dazu, die Diskussion um einen Einsatz von KUP+ als PIN zu versachlichen und legt dar, dass ASRM, PIK und AUKM keine Instrumente darstellen, die bisher selten angebauten landwirtschaftlichen Dauerkulturen mit ökologischen Vorteilen gegenüber annuellen Ackerkulturen durch Investitionsförderungen zum Durchbruch verhelfen. ASRM, PIK und AUKM sind Maßnahmen, die darauf ausgerichtet sind, einen Beitrag zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität zu leisten bzw. im Falle von PIK und ASRM die spezifischen Folgen von Eingriffen in Natur und Landschaft oder in Habitats bestimmter, meist gefährdeter und anspruchsvoller Arten zu kompensieren (Kap. 6.2). Daher werden hohe Anforderungen an diese Maßnahmentypen (insbesondere an PIK und ASRM) gestellt und verschiedene Maßnahmen stehen in Konkurrenz zueinander, diesen Anforderungen durch hohe und/oder spezifische Aufwertungsleistungen bestmöglich gerecht zu werden (vgl. BREUER 2017). Dies muss bei der Diskussion um die Eignung und Anerkennung von KUP+ als PIN berücksichtigt werden und aus diesen Gründen sind die Potenziale für einen Einsatz von KUP+ als PIN zur Aufwertung der Biotopfunktion vergleichsweise gering.

### **9.3 Aktuelle Rahmenbedingungen für eine tatsächliche Umsetzung von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme durch landwirtschaftliche Betriebe**

Anders als produktionsintegrierte Maßnahmen im Ackerbau oder auf Grünland, die sich mittels vorhandener landwirtschaftlicher Technik in bestehende Kulturen und Betriebsabläufe integrieren lassen (vgl. u. a. DRUCKENBROD & BECKMANN 2018, WIX et al. 2018, SCHMIDT et al. 2021b), stellen KUP neuartige Kulturen dar, mit deren Anbau ein Großteil der Betriebe bisher keine Erfahrungen hat und die hinsichtlich ihrer Bewirtschaftung deutlich von anderen Kulturen abweichen (BÖHM & VESTE 2018). Insgesamt stagnierte der KUP-Anbau in Deutschland in den letzten Jahren und die Dauerkulturen stellen in der deutschen Agrarlandschaft mit einer Fläche von aktuell ca. 6.600 ha (FNR 2021) eine Randerscheinung dar. Vor diesem Hintergrund ist es aktuell ausgesprochen unwahrscheinlich, dass sich Landwirte ohne jegliche Erfahrungen mit dem Anbau von KUP und ohne die notwendige technische Ausstattung dafür entscheiden, KUP+ als PIN anzulegen und sich hierfür das erforderliche Wissen aneignen und die notwendige Technik beschaffen, zumal die Potenziale für einen Einsatz von KUP+ als PIN – und insbesondere als PIK und ASRM – sehr überschaubar sind und sich eher auf Einzelfälle beschränken.

Darüber hinaus gelten für PIK und ASRM strenge räumlich-funktionale Anforderungen. Das bedeutet, dass ein an der Umsetzung interessierter Landwirt keinesfalls frei wählen kann, wo er eine Plantage anlegen möchte, sondern der Standort maßgeblich durch die Lage einer Eingriffsfläche, die Auswirkungen eines Eingriffes und im Falle von CEF-Maßnahmen u. a. durch die Mobilitätsleistungen der betroffenen lokalen Individuengruppe bestimmt wird (vgl. RUNGE et al. 2010). Zudem kommen für eine Etablierung von KUP+ ausschließlich intensiv genutzte, aufwertungsfähige und aufwertungsbedürftige Ackerflächen in Frage. Grünländer oder Brachen, die von Seiten der Landwirtschaft als potenzielle Flächen für den Anbau von KUP gesehen werden (bspw. MURACH 2009 und BEMMANN 2014), deren Umwandlung in KUP aus Arten- und Naturschutzsicht (u. a. GRUß & SCHULZ 2014, SEIFERT 2015) und ebenso aus Klimaschutzgründen (vgl. KALT et al. 2019) aber äußerst kritisch zu sehen ist, sind für eine mit Naturschutzmitteln geförderte Anlage von KUP+ als PIN hingegen ausgeschlossen (vgl. hierzu auch GÖDEKE et al. 2014 und MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. 2014). Darüber hinaus gelten für PIK und ASRM langfristige Bewirtschaftungsauflagen, die zwingend einzuhalten sind. Da Faktoren wie eine langfristige Flächenbindung oder Unsicherheiten bzgl. der Preisentwicklung und langfristiger Verwertungs- und Absatzmöglichkeiten bereits für den konventionellen KUP-Anbau wesentliche Hemmnisse darstellen (vgl. NEUBERT et al. 2013, BEMMANN 2014, BÖHM & VESTE 2018) und die an KUP+ gestellten Anforderungen und Auflagen wesentlich höher sind, könnten sich auch deshalb erhebliche Hemmnisse oder Vorbehalte seitens der Landwirtschaft für eine Nutzung von KUP+ als PIK oder ASRM ergeben (vgl. LANDGRAF et al. 2018). Unter den aktuellen Rahmenbedingungen wären Landwirte – wenn überhaupt – vermutlich nur bei hohen finanziellen Anreizen dazu bereit, KUP+ als PIK oder ASRM anzulegen. Im Hinblick auf die eher unspezifischen und geringeren Aufwertungsleistungen von KUP+ im Vergleich zu anderen, höherwertigen Naturschutzmaßnahmen wären hohe Förderbeträge jedoch nicht zu rechtfertigen.

Etwas günstiger erscheinen die Rahmenbedingungen für eine Umsetzung von KUP+ als AUKM. Hier könnten KUP-spezifische Maßnahmen vor allem für Landwirte interessant sein, die bereits KUP anbauen und daher über das Know-How und die erforderliche Technik verfügen. Diese Landwirte könnten bestimmte Maßnahmen wie eine abschnittsweise Ernte oder den Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel ohne großen Aufwand in bereits bestehende Plantagen integrieren. Auch die vergleichsweise kurzen Verpflichtungszeiträume zur Durchführung von AUKM dürften für viele Landwirte attraktiv sein, da sie – anders als bei PIK oder ASRM – nach Ablauf einer Förderperiode und entsprechend der jeweiligen Marktsituation neu entscheiden können, ob sie eine Maßnahme weiter durchführen oder wieder zur konventionellen Nutzung übergehen möchten. Eine Neuanlage von KUP+ als AUKM dürfte ebenfalls vor allem für die Landwirte interessant sein, die bereits Erfahrungen mit dem Anbau von KUP haben und weitere Plantagen besitzen, die sie dann im Verbund mit KUP+ bewirtschaften. Positiv dürfte sich dabei auch auswirken, dass bei AUKM im Gegensatz zu PIK oder ASRM eine größere räumliche Flexibilität bzgl. der Standortwahl besteht und Landwirte somit – unter der Voraussetzung, dass bestimmte Vorgaben bzgl. Förderkulisse und Ausgangszustand der Fläche erfüllt sind (Kap. 8.4) – ein stärkeres Mitspracherecht bei der Standortwahl haben.

KUP+ oder KUP-spezifische Maßnahmen künftig als AUKM in Programme zur Entwicklung des ländlichen Raumes aufzunehmen erscheint insbesondere dann sinnvoll, wenn der KUP-Anbau in Zukunft auch ohne Investitionsförderungen deutlich zunimmt, bspw. aufgrund der weiter steigenden Nachfrage nach Holz zur energetischen und stofflichen Nutzung (vgl. u. a. MOLA-YUDEGO et al. 2017) oder weiter steigender Preise bzw. zunehmender Lieferengpässe für fossile Energieträger. Wenn KUP eine etablierte, ökonomisch tragfähige und in der Landwirtschaft anerkannte Kultur darstellen, wären auch KUP-spezifische Maßnahmen oder die Anlage von KUP+ kostengünstiger und es gäbe – anders als aktuell – eine Vielzahl an Betrieben, die über das Know-How und die Technik verfügen die Plantagen anzulegen und zu bewirtschaften. Unter diesen Bedingungen würden KUP+ bei geringem finanziellen Mitteleinsatz einen Beitrag für die allgemeine Biodiversität in der Agrarlandschaft leisten und darüber hinaus positive Effekte für andere Schutzgüter und Schutzgutfunktionen (z. B. Boden- und Gewässerschutz) erzielen. Zudem wären die Aufwertungspotenziale KUP-spezifischer Maßnahmen bei einem zunehmend kommerziellen und damit großflächig-monotonen und intensiven KUP-Anbau deutlich höher als zum jetzigen Zeitpunkt und es bestünde auch eine größere Notwendigkeit, solche Plantagen naturschutzfachlich aufzuwerten (vgl. SAGE et al. 2006, SCHULZ et al. 2009). Bei der aktuellen Anbausituation würden Aufwertungsmaßnahmen hingegen in eher kleinflächige, vergleichsweise strukturreiche und extensiv genutzte Plantagen integriert werden und hätten dann deutlich geringere Effekte (vgl. Kap. 7.5.1).

#### **9.4 Potenziale für einen Einsatz von KUP+ als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme bei temporären Eingriffen**

Da KUP+ bereits nach wenigen Jahren ihre spezifischen Biotopfunktionen und -qualitäten erfüllen, könnten sie – ähnlich wie Blühstreifen (vgl. LISCHKA & RODE 2018) – als PIK bei temporären Eingriffen in intensiv genutzte, floristisch und faunistisch verarmte Ackerflächen eingesetzt werden. KUP+ könnten dann zeitlich befristet bestimmte Kompensationsleistungen erfüllen und nach Beendigung des Eingriffs wieder zurück in Acker umgewandelt werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Investitionskosten für eine Neuanlage von KUP+ (und die späteren Kosten für eine Rückumwandlung in Acker) im Gegensatz zu den Kosten für die Anlage von Blühstreifen oder die Durchführung anderer, in Äcker oder Grünländer integrierbarer Maßnahmen sehr hoch sind. Damit sich diese Investition lohnt, müsste daher eine möglichst lange Nutzungsdauer angestrebt werden (vgl. BÖHM & VESTE 2018, LANDGRAF et al. 2018). Werden Blühstreifen oder andere Maßnahmen im Ackerbau oder auf Grünland als PIK für temporäre Eingriffe eingesetzt, können diese hingegen jederzeit wieder aufgegeben werden, wenn der Eingriff beendet ist – selbst, wenn dies spontan geschieht. Zudem erreichen Maßnahmen wie Blühstreifen ihre spezifischen Biotopfunktionen und -qualitäten meist noch im Jahr ihrer Etablierung (WIX et al. 2018, SCHMIDT et al. 2020), somit tritt die Wirksamkeit der Maßnahme noch wesentlich schneller ein als bei KUP+. Daher sind entsprechende Maßnahmen deutlich vielfältiger und flexibler einsetzbar, bspw. für kurzzeitig andauernde Eingriffe baubedingter Art (vgl. SCHMIDT et al. 2021b) oder für temporäre Eingriffe, bei denen zunächst unklar ist, wie lange diese tatsächlich andauern (z. B. bei Flüchtlingsunterkünften, vgl. APPEL & STARK 2018). Bei Eingriffen, die über 20 Jahre andauern, kämen hingegen auch KUP+ in Frage, da dann die längerfristige Nutzung die vergleichsweise hohen Investitionskosten rechtfertigen würde. Bei entsprechenden Eingriffszeiten ist aber fraglich, ob überhaupt noch von „temporären“ Eingriffen gesprochen werden kann. Zudem würden sich bei Eingriffen mit einer Dauer von 20–30 Jahren ausschließlich KUP+ in Mini-Rotation (Umtriebszeiten: 2–5 Jahre) anbieten, da Plantagen bei diesen Umtriebszeiten aufgrund des nachlassenden Stockausschlagvermögens der Gehölze nach etwa 20–30 Jahren das Ende ihres Lebenszyklus erreicht haben (GEROLD et al. 2009, SCHOLZ et al. 2009). Dies würde einen Anbau mit verschiedenen heimischen Gehölzen im Kurzumtrieb jedoch ausschließen, da für diese Gehölzarten aufgrund ihrer geringeren Zuwachsraten längere Umtriebszeiten (>10 Jahre) angestrebt werden (vgl. STOLL & DOHRENBUSCH 2010) und somit nach 20–30 Jahren erst wenige oder sogar nur eine Rotation erfolgt ist.

Für eine Kompensation temporärer Eingriffe in landwirtschaftliche Flächen erscheinen Blühstreifen oder andere PIK daher deutlich geeigneter als KUP+, da sie in bestehende Kulturen integrierbar sind, ihre volle Wirksamkeit deutlich schneller erreichen, nicht mit hohen Investitions- und Rückumwandlungskosten verbunden sind und jederzeit wieder aufgegeben werden können. Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass sich mithilfe dieser Maßnahmen höhere und spezifischere Aufwertungen für die Biodiversität in der Agrarlandschaft und gefährdete Arten der offenen Agrarökosysteme erzielen lassen und sie daher sowohl aus naturschutzfachlicher Sicht als auch im Hinblick auf die Anforderungen an Kompensationsmaßnahmen (Funktionszusammenhang) deutlich geeigneter sind (Kap. 8.3). Zudem lassen sich diese Maßnahmen mit vorhandener Technik von einer Vielzahl an Betrieben

umsetzen, während die Potenziale zur Umsetzung von KUP+ durch landwirtschaftliche Betriebe unter den derzeitigen Rahmenbedingungen sehr gering sind (Kap. 9.3).

## **9.5 Bewirtschaftungsstandards für KUP und Verbot der Doppelförderung**

Die Definition und Festlegung von Bewirtschaftungsstandards und einer guten fachlichen Praxis (gfP) für KUP wurde bereits von verschiedenen Autoren gefordert (SCHMIDT & GLASER 2009, WILHELM 2012, HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015), da die bestehenden Vorgaben des § 5 BNatSchG nicht die spezifischen Eigenschaften und Erfordernisse neuartiger landwirtschaftlicher Dauerkulturen wie KUP berücksichtigen. Vorschläge für eine KUP-spezifische gfP wurden von HENNEMANN-KREIKENBOHM (2015) entwickelt, sind bisher aber nicht normativ verankert und damit nicht rechtlich bindend. Diese Vorschläge könnten jedoch als Grundlage für die Entwicklung einer künftigen gfP für KUP dienen. Entsprechende Vorgaben sind vor allem dann erforderlich, wenn der KUP-Anbau künftig zunimmt und Förderungen für bestimmte Aufwertungsmaßnahmen angeboten werden. Dann muss eindeutig definiert sein, welche Maßnahmen bereits durch diese Bewirtschaftungsstandards abgedeckt werden und daher obligatorisch zu erbringen sind und welche Maßnahmen darüber hinausgehen und als Zusatzleistungen anerkannt und gefördert werden können (vgl. PLACHTER et al. 2005). Bei der Festlegung entsprechender Standards sollten im Hinblick auf die in dieser Arbeit betrachteten Aufwertungsmaßnahmen und ergänzend zu den Vorschlägen von HENNEMANN-KREIKENBOHM (2015) einige Punkte berücksichtigt werden.

Bezüglich der Integration gehölzfreier Begleitstrukturen in KUP ist zu beachten, dass bestimmte Bereiche der Plantagen bewirtschaftungsbedingt nicht mit Gehölzen bestockt werden. Dies betrifft Vorgewende und Bewirtschaftungsgassen. Darüber hinaus gibt es auch weitere Bereiche von KUP, die im Einzelfall aus rechtlichen Gründen (z. B. aufgrund gesetzlicher Abstandregeln zu angrenzenden Flächen oder aufgrund unter- bzw. oberirdischer Leitungen) nicht mit Gehölzen bepflanzt werden dürfen (LANDGRAF 2014). Für diese Bereiche können dann keine Förderungen für Ertragsausfälle gewährt werden, da sie bereits aufgrund anderer Anforderungen oder Verpflichtungen gehölzfrei bleiben müssen. Grundsätzlich sollten im Hinblick auf offene Begleitstrukturen von KUP Standards festgelegt werden, die vorgeben, welche Flächenanteile und -ausdehnungen für Vorgewende und Bewirtschaftungsgassen im konventionellen Anbau bewirtschaftungsbedingt mindestens erforderlich sind. Werden darüber hinausgehende Maßnahmen umgesetzt, bspw. die Integration zusätzlicher Lichtungen oder die Anlage besonders breiter Vorgewende und Bewirtschaftungsgassen, könnten diese als Zusatzleistungen anerkannt und gefördert werden. Ebenso sollten Standards zum Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln festgelegt werden, um zu definieren, wann ein Verzicht auf den Einsatz entsprechender Inputs eine tatsächliche Zusatzleistung darstellt und wann auch im konventionellen Anbau regulär auf entsprechende Inputs verzichtet wird, und daher keine Anrechnung als Zusatzleistung erfolgen kann.

Neben Bewirtschaftungsstandards, die gesetzliche und landbauliche Anforderungen an den KUP-Anbau definieren und konkretisieren, sollten aus naturschutzfachlicher Sicht genaue Vorgaben für KUP-spezifische Aufwertungsmaßnahmen entwickelt werden. Dies umfasst zum Beispiel,

- ab welcher Plantagengröße eine abschnittsweise Ernte sinnvoll ist,
- welche Mindest- oder Maximalgrößen einzelne Ernteflächen aufweisen sollten und wie viele unterschiedliche Umtriebsstadien bei welchen Plantagengrößen anzustreben sind,
- wie viele Gehölzgattungen, -arten oder -sorten bei welchen Plantagengrößen zu verwenden sind,
- welche Anteile einer Plantage für Begleitstrukturen wie Lichtungen oder Bewirtschaftungsgassen reserviert sein sollten und wie diese Begleitstrukturen ausgestaltet sein sollten (z. B. optimale Breite von Gassen und Vorgewenden oder Größe von Lichtungen).

Aussagen hierzu lassen sich auf Basis der eigenen Untersuchungen nicht ableiten, da die Stichprobengröße der untersuchten KUP+ zu gering ist und die drei Modellflächen einheitliche Größen aufwiesen und einheitlich bewirtschaftet wurden. Daher lässt sich bspw. nicht beantworten, bei welchem Anteil an Begleitstrukturen und bei welcher Flächengröße der beernteten Bereiche besonders positive Effekte erzielt werden. Um eine aus Naturschutzsicht optimale Ausgestaltung entsprechender KUP-spezifischer Aufwertungsmaßnahmen zu ermitteln, sollten daher weitere Untersuchungen erfolgen. Anschließend sollten die naturschutzfachlichen Zielvorstellungen und die definierten Bewirtschaftungsstandards gegenübergestellt werden, um zu ermitteln, welche Maßnahmen als Zusatzleistungen gefördert werden müssten, um die naturschutzfachlichen Zielvorstellungen zu erreichen. Ein daran anschließender Schritt wäre dann, die durch Ertragseinbußen und Bewirtschaftungsaufwand entstehenden Kosten für diese Zusatzleistungen zu ermitteln und zu überprüfen, ob Kosten und Aufwertungsleistungen der Maßnahmen (auch im Vergleich mit anderen Naturschutzmaßnahmen) in einem günstigen Verhältnis stehen.

Im Hinblick auf das Verbot der Doppelförderung sind bei einem Einsatz von KUP+ als PIN einige wichtige Grundsätze zu beachten. Das Doppelförderungsverbot gilt für alle im Rahmen dieser Arbeit betrachteten Maßnahmentypen und gibt vor, dass innerhalb derselben Fläche umgesetzte Maßnahmen mit demselben Inhalt nicht mehrfach gefördert werden dürfen (vgl. SCHRADER 2012). Dies schließt aber nicht aus, dass auf derselben Fläche Maßnahmen kombiniert und separat gefördert werden, die unterschiedliche Ziele verfolgen (SCHRADER 2012, SCHMIDT et al. 2021b). Da KUP auch als ökologische Vorrangfläche (ÖVF) im Greening angerechnet werden können (Kap. 4.2), ist im Hinblick auf das Verbot der Doppelförderung zu beachten, dass ein Verzicht auf den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und mineralischen Düngemitteln bei einer als ÖVF gemeldeten KUP+ nicht zusätzlich als AUKM oder PIK gefördert werden kann, da diese Bewirtschaftungseinschränkung bereits über die Greening-Prämie ausgeglichen wird. Werden aber zusätzliche, nicht für KUP als ÖVF vorgeschriebene Anforderungen erfüllt (z. B. ein abschnittsweises Vorgehen bei der Ernte oder der Anbau verschiedener Gehölzarten), sind diese Maßnahmen förderfähig. Wird eine KUP+ nicht als ÖVF im Greening gemeldet, kann selbstverständlich auch der Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel als PIN angerechnet werden.

Auf derselben Fläche können auch Maßnahmen kombiniert werden, die denselben Inhalt haben. Ein Beispiel hierfür wäre die Anerkennung einer KUP+ als PIK und als ASRM (für den Baumpieper) zur Kompensation der Folgen desselben Eingriffs. In diesem Fall könnte diese KUP+ als sog. „Maßnahme

mit Doppelfunktion“ (FISCHER-HÜFTLE & SCHUMACHER 2021: § 15 BNatSchG Rn. 74) zwar für beide Maßnahmentypen (PIK und ASRM) anerkannt werden. Da sich die Maßnahmen inhaltlich nicht voneinander unterscheiden, dürfte i. S. des Doppelförderungsverbot es jedoch keine doppelte Förderung derselben Leistung erfolgen.

## 9.6 Zusätzliche Aufwertungsmaßnahmen auf KUP

Neben den in dieser Arbeit behandelten KUP-spezifischen Maßnahmen werden regelmäßig weitere Aufwertungsmaßnahmen für KUP (umfasst k-KUP und KUP+) vorgeschlagen, z. B. die Anlage von Hecken, Baumreihen oder Blühstreifen (u. a. SCHULZ et al. 2010, WILHELM 2012, BOLL 2016). Diese Maßnahmen wurden im Rahmen dieser Arbeit explizit nicht als Aufwertungsmaßnahmen für KUP berücksichtigt, da sie nicht an KUP gebunden bzw. unmittelbar in deren Management integriert sind, sondern eigenständige Maßnahmen darstellen, die regelmäßig und unabhängig von KUP als Naturschutzmaßnahmen eingesetzt werden. Gleichwohl bieten diese Maßnahmen, wenn sie innerhalb von KUP angelegt werden, weitere Aufwertungspotenziale, wie auch die eigenen Untersuchungen am Beispiel der hohen Bedeutung von Hecken für Brutvögel (ZITZMANN & REICH 2020) oder Blühstreifen für die Laufkäferfauna (ZITZMANN et al. 2022) belegen.

Insbesondere die gehölzfreien Bereiche von KUP wie Vorgewende, Bewirtschaftungsgassen oder Lichtungen, die sich ohne gezielte Eingriffe oft zu arten- und strukturarmen, von wenigen konkurrenzstarken Gräsern oder Kräutern dominierten Beständen entwickeln (CUNNINGHAM et al. 2004, GLASER & SCHMIDT 2010), bieten Raum für die Etablierung arten- und strukturreicher Blühstreifen und Säume (vgl. SAGE et al. 2008, SCHULZ et al. 2010, BOLL 2016). Die Anlage mehrjähriger Blühstreifen oder Saumgesellschaften mit gebietsheimischen Wildpflanzen (vgl. KIEHL et al. 2014, KIRMER et al. 2016, SCHMIDT et al. 2020) stellt auf entsprechenden Flächen eine vielversprechende Maßnahme dar, um Strukturangebot, Phytodiversität sowie und Pollen- und Nektarangebot zu erhöhen und damit auch bedeutsame Habitate und Ressourcen für blütenbesuchende Insekten (SCHMIDT et al. 2021a, SCHUBERT et al. 2021), Brutvögel (SCHMIDT et al. 2022) und weitere Artengruppen bereitstellen. SCHMIDT et al. (2022) stellten fest, dass mehrjährige Blühstreifen mit gebietsheimischen Wildpflanzen eine wirkungsvolle Maßnahme zur Förderung gefährdeter Brutvögel der Agrarlandschaft wie Feldlerche, Grauammer, Wachtel oder Neuntöter darstellen. Auch Baumpieper und Heidelerche profitierten von deren Anlage, sofern die Blühstreifen in der Nähe bestehender Gehölzstrukturen etabliert wurden (ebd.), was auf KUP stets der Fall ist. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass Blühstreifen auf KUP im Gegensatz zu Blühstreifen in der offenen Agrarlandschaft für einige Offenlandarten, bspw. die Feldlerche, als Bruthabitate kaum relevant sein dürften, da sie durch die Kulissenwirkung der angrenzenden Gehölze i. d. R. nicht als Bruthabitate angenommen werden (vgl. JEDICKE 1995, BAUER et al. 2005b). Für andere, diesbezüglich weniger sensible Offenlandarten oder Ökotonbewohner wie Baumpieper und Heidelerche stellen entsprechende Blühstreifen aber durchaus eine geeignete Maßnahme zur weiteren Aufwertung von KUP dar. Um möglichst positive Effekte zu generieren und die Etablierung der angesäten Pflanzenarten sicherzustellen, sollten Blühstreifen möglichst im Bereich sonnenexponierter Offenbereiche angelegt werden (SCHMIDT et al. 2021a). So bieten sie dann u. a. auch für Tagfalter oder xerothermophile Pionierarten unter den Laufkäfern günstige Bedingungen (vgl. SAGE et al. 2008, BRAUNER et al. 2011, ZITZMANN et al. 2022).

Die Anlage weiterer Gehölzstrukturen wie Hecken oder Baumreihen auf KUP ist ebenfalls möglich und mit hohen Aufwertungspotenzialen verbunden (vgl. u. a. GRUB & SCHULZ 2014, ZITZMANN & REICH 2020). Anders als gehölzfreie Säume oder Blühstreifen sind solche Gehölzstrukturen aber schwieriger mit der Bewirtschaftung in Einklang zu bringen, da entsprechende Flächen dann nicht mehr als Arbeitsflächen (z. B. als Vorgewende) zu Verfügung stehen. Möglich ist auch ein KUP-begleitender Wertholzanbau, bspw. mit Obstgehölzen oder anderen Werthölzern (MORHART et al. 2010). Aufgrund der hohen Anforderungen an die Qualität des Holzes ist vom Wertholzanbau zwar keine Bereitstellung von starkem Totholz oder natürlichen Baumhöhlen zu erwarten und deren Aufwertungspotenziale sollten im Vergleich zu ungenutzten Einzelbäumen oder Baumreihen daher nicht überschätzt werden. Dennoch werden durch einen KUP-begleitenden Wertholzanbau zusätzliche Strukturen und Ressourcen (u. a. Starkholz, Nahrungsangebot durch Obstbäume) bereitgestellt, die auf KUP ansonsten nicht vorhanden sind (vgl. ZITZMANN & REICH 2019, 2020). Zudem ist durch den Anbau eine weitere Wertschöpfung möglich, was die Attraktivität für Bewirtschafter erhöhen könnte und wodurch im Vergleich zu ungenutzten Gehölzbeständen keine oder eine wesentlich geringere Förderung erforderlich ist.

Einzelne Autoren schlagen darüber hinaus vor, künstliche Nisthilfen zur Aufwertung der Habitatqualität von KUP für Höhlenbrüter in die Plantagen zu integrieren (bspw. LONDO et al. 2005 oder MÜLLER-PFANNENSTIEL et al. 2014). Diese Maßnahme ist jedoch nur dann sinnvoll, wenn dadurch die Zeit bis zur eigenständigen Entwicklung entsprechender Habitatelemente (natürliche Baumhöhlen) überbrückt wird (RUNGE et al. 2010: 52). Genau dies erfolgt auf KUP wegen der kurzen Umtriebszeiten jedoch nicht. Dementsprechend ist das Aufhängen von Nisthilfen dort nicht sinnvoll und sollte sich – wenn bspw. im Rahmen von ASRM erforderlich – auf junge Anpflanzungen von Hecken, Feldgehölzen oder Aufforstungen beschränken, die entsprechende Habitatqualitäten langfristig selbst entwickeln.

Die genannten zusätzlichen Aufwertungsmaßnahmen können zwar innerhalb von KUP (KUP+ oder k-KUP) umgesetzt werden. Anders als KUP-spezifische, also in das Management der Kulturen integrierte Maßnahmen wie eine abschnittsweise Ernte oder der Anbau verschiedener Gehölzarten gehen die Aufwertungseffekte solcher Maßnahmen aber nicht von der Kultur selbst aus. Die Maßnahmen können also durchaus zu einer deutlichen Aufwertung innerhalb der Kulturen beitragen, stellen aber keine spezifischen Aufwertungsleistungen von KUP dar. Eine Förderung der genannten Maßnahmen ist in vielen Bundesländern standardmäßig als AUKM möglich (bspw. in Niedersachsen, vgl. Richtlinie NiB-AUM). Diese Maßnahmen werden dann entsprechend ihrer Flächengröße als eigene Maßnahmen mit bestimmten Fördersätzen vergütet (als AUKM) oder können mit spezifischen Gewichtungsfaktoren oder Biotopwerten (z. B. als Greening- oder Kompensationsmaßnahme) angerechnet werden.

## 10 Schlussfolgerungen

Die Potenziale für einen Einsatz von KUP+ als artenschutzrechtliche Maßnahme (ASRM) oder produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme (PIK) sind aufgrund der hohen Anforderungen an diese Maßnahmentypen (Maßnahmen zur Eingriffsfolgenbewältigung) und der eher unspezifischen Aufwertungsleistungen von KUP+ im Hinblick auf die Biotopfunktion und das Schutzgut Biodiversität deutlich eingeschränkt. Der Hauptgrund hierfür ist, dass KUP+ bei Eingriffen in andere Biotoptypen bzw. in Habitate planungsrelevanter Arten in den meisten Fällen nicht in der Lage sind, deren spezifische Biotopfunktionen und -qualitäten gleichartig oder gleichwertig zu kompensieren oder für artenschutzrechtlich relevante Arten die benötigten Habitatstrukturen und -qualitäten herzustellen. Ein Einsatz von KUP+ als PIK oder ASRM ist daher nur in folgenden Fallkonstellationen potenziell möglich: (i) Als produktionsintegrierte Ausgleichsmaßnahme bei Eingriffen in konventionelle KUP (k-KUP) , (ii) als produktionsintegrierte Ersatzmaßnahme bei Eingriffen in floristisch und faunistisch verarmte Ackerflächen ohne jegliche Vorkommen planungsrelevanter Arten und (iii) als ASRM für den Baumpieper. Auch wenn ein Einsatz als produktionsintegrierte Ersatzmaßnahme oder ASRM in den genannten Fällen möglich ist, stellen die Plantagen weder im Hinblick auf die Anforderungen an Ersatzmaßnahmen („höchstmögliche Gleichwertigkeit“) noch aus Arten- und Biodiversitätsschutzsicht eine bevorzugte Lösung dar. Im Gegensatz zu anderen PIK leisten KUP+ keinen nennenswerten Beitrag zur Förderung gefährdeter Arten der Agrarlandschaft. Zudem orientieren sich PIK im Ackerbau oder auf Grünland funktional wesentlich enger an den konkreten Eingriffsfolgen (Eingriff in Offenlebensräume) als KUP+. Auch hinsichtlich ihrer Eignung als ASRM für den Baumpieper ist zu beachten, dass KUP+ trotz einer artspezifisch hohen Habitatqualität nicht unmittelbar die bestmögliche Lösung darstellt, da neben dem Baumpieper hauptsächlich Generalisten profitieren. Daher wäre es aus Sicht des Arten- und Biodiversitätsschutzes deutlich günstiger, andere, artspezifisch ebenso wirksame ASRM umzusetzen, die neben dem Baumpieper auch weitere gefährdete Arten fördern. Vor einem Einsatz von KUP+ als PIK oder ASRM ist deshalb stets zu prüfen, ob die geforderten (Kompensations-)Leistungen auch durch andere Maßnahmen erbracht werden können, die zusätzlich höhere Aufwertungseffekte für weitere Zielarten des Naturschutzes mit sich bringen und damit insgesamt einen höheren Beitrag zur Förderung der Biodiversität leisten. In den meisten Fällen dürften deutlich höherwertige Alternativen bestehen und KUP+ für einen Einsatz als PIK oder ASRM ausscheiden.

Ein Einsatz von KUP+ als Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme (AUKM) ist aufgrund der eher unspezifischen Anforderungen an diesen Maßnahmentyp hingegen grundsätzlich möglich. Im Falle eines Einsatzes als AUKM sollten strenge Fördervoraussetzungen definiert werden, die u. a. Vorgaben zu Förderkulissen, Ausgangszustand der Maßnahmenfläche und Beteiligung der zuständigen Naturschutzbehörde bei der Standortwahl machen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass KUP+ trotz einer für eine landwirtschaftliche Kultur relativ hohen Artenvielfalt hauptsächlich Generalisten fördern, also anpassungsfähige Arten, die auch von anderen Maßnahmen für Zielarten des Naturschutzes mitprofitieren und für die daher eigentlich keine spezifischen Maßnahmen erforderlich sind. Die Aufwertungsleistungen von KUP+ beschränken sich daher vornehmlich auf nachrangige Ziele des Arten- und Biodiversitätsschutzes. Ein Einsatz von KUP+ (bzw. einzelner KUP-spezifischer Maßnahmen) als AUKM würde sich daher vor allem dann anbieten, wenn die umgesetzten Maßnahmen

mit geringen Kosten (bzw. Förderungen) verbunden sind. Kostengünstig dürften diese Maßnahmen vor allem dann sein, wenn der KUP-Anbau in Deutschland deutlich zunimmt und k-KUP – anders als aktuell – eine weit verbreitete Landnutzung darstellen. Dann ist zudem mit großflächig-monotonen, deutlich intensiver genutzten Plantagen zu rechnen, deren Lebensraumpotenziale wesentlich geringer sind als in der aktuellen Anbausituation (SAGE et al. 2006, SCHULZ et al. 2009). Aus Naturschutzsicht besteht bei einer solchen Entwicklung ein erheblicher Bedarf zur räumlichen Steuerung des KUP-Anbaus und zur Förderung von Aufwertungsmaßnahmen innerhalb von k-KUP, um eine Nutzung im Einklang mit dem Naturschutz zu gewährleisten (SCHMIDT & GLASER 2009, DENNER et al. 2013, HENNEMANN-KREIKENBOHM et al. 2015ab). In dieser Situation wären Förderungen mittels KUP-spezifischer AUKM ein geeignetes Instrument, um größtmögliche Synergien mit dem Naturschutz zu erzielen und Konflikte mit Arten- und Naturschutzzielen zu minimieren.

Neben ihren eher unspezifischen Aufwertungsleistungen für die Biodiversität bestehen weitere Gründe, die einer Nutzung von KUP+ als produktionsintegrierte Naturschutzmaßnahme (PIN) entgegenstehen oder deren Potenziale für einen tatsächlichen Einsatz zumindest deutlich einschränken. So können andere PIN mit vorhandener Technik in bestehende Kulturen (Acker, Grünland) integriert und somit von einer Vielzahl landwirtschaftlicher Betriebe umgesetzt werden (vgl. DRUCKENBROD & BECKMANN 2018). KUP+ müssen hingegen neu angelegt werden und der Großteil der Betriebe besitzt aktuell weder die Erfahrung noch die erforderliche Technik zur Anlage und Bewirtschaftung dieser neuartigen Biomassekulturen (vgl. BÖHM & VESTE 2018). Darüber hinaus sind KUP+ als Dauerkulturen mit hohen Etablierungskosten verbunden und es besteht eine Flächenbindung für mehrere Jahrzehnte (LANDGRAF et al. 2018). Für eine Kompensation temporärer Eingriffe oder als AUKM sind Blühstreifen oder andere PIN im Ackerbau oder auf Grünland – zusätzlich zu ihrer höheren Aufwertungspotenzialen für gefährdete Arten der Agrarlandschaft – daher deutlich vielfältiger und flexibler einsetzbar: Sie erreichen ihre volle Wirksamkeit meist deutlich schneller (oft bereits im Jahr ihrer Etablierung bzw. Umsetzung), sind nicht mit hohen Investitions- und Rückumwandlungskosten verbunden und können jederzeit (nach Ablauf der Förderperiode oder Beendigung eines Eingriffes) wieder aufgegeben und in die vorherige Nutzung überführt werden (vgl. u. a. WIX et al. 2018, SCHMIDT et al. 2020, 2021b).

Insgesamt stellen andere (produktionsintegrierte) Maßnahmen für KUP+ eine erhebliche Konkurrenz um eine Anerkennung und Förderung als Naturschutzmaßnahme dar, da sich mit ihnen spezifischere Aufwertungsleistungen für gefährdete Arten erzielen lassen, sie somit einen größeren Beitrag zum Erhalt der Biodiversität leisten und sie daher weitaus dringlicher gefördert und umgesetzt werden müssen, um den Rückgang der Artenvielfalt in der Agrarlandschaft zu stoppen. Als vergleichsweise nachhaltige Landnutzungsform mit geringen Inputs und von anderen Lebensräumen der Agrarlandschaft abweichenden Zönosen können KUP aber zumindest einen Beitrag zur Förderung der allgemeinen Biodiversität in ausgeräumten Agrarlandschaften leisten (u. a. BAUM et al. 2012b, DAUBER et al. 2018), der umso größer ist, wenn einige der im Rahmen dieser Arbeit betrachteten KUP-spezifischen Aufwertungsmaßnahmen umgesetzt werden.

Sollte der KUP-Anbau in Zukunft deutlich zunehmen und eine Förderung von KUP+ bzw. bestimmter KUP-spezifischer Maßnahmen (insbesondere als AUKM) angestrebt werden, besteht vor allem hinsichtlich folgender Punkte erheblicher Forschungs- und Handlungsbedarf:

- Identifikation von Synergie- und Tabuflächen für k-KUP, die anhand naturschutzfachlicher Kriterien (unter Berücksichtigung aller Schutzgüter) abgeleitet werden (vgl. SCHMIDT & GLASER 2009, TRÖGER et al. 2014). Die ermittelten Synergieflächen könnten als Grundlage für die Ableitung von Förderkulissen für KUP+ als AUKM dienen.
- Festlegung von Bewirtschaftungsstandards und einer guten fachlichen Praxis für k-KUP (vgl. HENNEMANN-KREIKENBOHM 2015), damit eindeutig definiert ist, welche Leistungen obligatorisch und ohne Anspruch auf Vergütung erbracht werden müssen und welche Maßnahmen über diese Standards hinausgehen und als Zusatzleistung förderfähig sind.
- Entwicklung genauer naturschutzfachlicher Vorgaben für KUP-spezifische Aufwertungsmaßnahmen, die als AUKM angeboten werden sollen und daher im Rahmen von Förderrichtlinien standardisiert werden müssten.
- Berechnung der durch Bewirtschaftungsauflagen entstehenden Kosten für KUP-spezifische Aufwertungsmaßnahmen. Überprüfung, ob Kosten und erzielbare Aufwertungsleistung (auch im Vergleich zu anderen Naturschutzmaßnahmen) in einem günstigen Verhältnis stehen und eine Förderung aus ökonomischer und ökologischer Sicht sinnvoll und vertretbar ist.

# 11 Quellen

## 11.1 Literatur

- AL HUSSEIN, I., RÖHRICHT, C., RUSCHER, K., LÜBKE-AL HUSSEIN, M. (2014): Ökologische Bewertung von Energieholzanlagen und einer Naturschutzhecke auf großen Ackerschlägen am Beispiel der Laufkäfer. *Angewandte Carabidologie* 10: 87–95.
- ALBRECHT, H., CAMBECÈDES, J., LANG, M., WAGNER, M. (2016): Management options for the conservation of rare arable plants in Europe. *Botany Letters* 163 (4): 389–415. DOI: 10.1080/23818107.2016.1237886
- ALLEGRO, G., SCIAKY, R. (2003): Assessing the potential role of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators in poplar stands, with a newly proposed ecological index (FAI). *Forest Ecology and Management* 175: 275–284. DOI: 10.1016/S0378-1127(02)00135-4
- AMORI, G., MAZZEI, A., STORINO, P., URSO, S., LUZZI, G., et al. (2022): Forest management and conservation of faunal diversity in Italy: a review. *Plant Biosystems* 155 (6): 1226–1239. DOI: 10.1080/11263504.2021.2013334
- ANDRETZKE, H., SCHRÖDER, K., SCHIKORE, T. (2005): Artbezogene Erfassungshinweise. In: SÜDBECK, P. et al. (Hrsg.): Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands. 104-695, Radolfzell.
- APPEL, I., STARK, A. (2018): Naturschutzrechtliche Ausgleichspflicht bei zeitlich begrenzten Eingriffen in Natur und Landschaft. *Natur und Recht* 40: 34–44. DOI: 10.1007/s10357-017-3283-0
- ARCHAUX, F., CHEVALIER, R., BERTHELOT, A. (2010): Towards practices favourable to plant diversity in hybrid poplar plantations. *Forest Ecology and Management* 259 (12): 2410–2417. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.03.017
- ARCHAUX, F., MARTIN, H. (2009): Hybrid poplar plantations in a floodplain have balanced impacts on farmland and woodland birds. *Forest Ecology and Management* 257 (6): 1474–1479. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.12.021
- ASSMANN, T. (1999): The ground beetle fauna of ancient and recent woodlands in the lowlands of north-west Germany (Coleoptera, Carabidae). *Biodiversity and Conservation* 8 (11): 1499–1517. DOI: 10.1023/A:1008974413376
- AUBIN, I., MESSIER, C., BOUCHARD, A. (2008): Can plantations develop understory biological and physical attributes of naturally regenerated forests? *Biological Conservation* 141 (10): 2461–2476. DOI: 10.1016/j.biocon.2008.07.007
- BÄRWOLFF, M., HANSEN, H., HOFMANN, M., SETZER, F. (2012): Energieholz aus der Landwirtschaft. [https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/barwolff\\_2012\\_energieholz\\_aus\\_der.pdf](https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/barwolff_2012_energieholz_aus_der.pdf) (Zugriff am 08.02.2021).
- BATÁRY, P., BÁLDI, A., EKROOS, J., GALLÉ, R., GRASS, I., TSCHARNTKE, T. (2020): *Biologia Futura*: landscape perspectives on farmland biodiversity conservation. *Biologia Futura* 71 (1): 9–18. DOI: 10.1007/s42977-020-00015-7

- BATÁRY, P., BÁLDI, A., KLEIJN, D., TSCHARNTKE, T. (2011): Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management: a meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society B* 278: 1894–1902. DOI: 10.1098/rspb.2010.1923
- BATÁRY, P., DICKS, L., KLEIJN, D., SUTHERLAND, W. (2015): The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conservation Biology* 29 (4): 1006–1016. DOI: 10.1111/cobi.12536
- BAUER, H., BEZZEL, E., FIEDLER, W. (2005a): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Band 1: Nonpasseriformes–Nichtsperrlingsvögel. 2. Aufl. Wiebelsheim: Aula.
- BAUER, H., BEZZEL, E., FIEDLER, W. (2005b): Das Kompendium der Vögel Mitteleuropas. Band 2: Passeriformes–Sperrlingsvögel. 2. Aufl. Wiebelsheim: Aula.
- BAUER, H.-G., BOSCHERT, M., FRÖSCHLER, M., HÖLZINGER, J., KRAMER, M., MAHLER, U. (2016): Rote Liste und kommentiertes Verzeichnis der Brutvogelarten Baden-Württembergs. 6. Fassung. *Naturschutz-Praxis Artenschutz* 11.
- BAUM, C., LEINWEBER, P., WEIH, M., LAMERSDORF, N., DIMITRIOU, I. (2009a): Effects of short rotation coppice with willows and poplar on soil ecology. *Appl Agric Forestry Res* 59 (3): 183–196.
- BAUM, S., WEIH, M., BUSCH, G., KROIHER, F., BOLTE, A. (2009b): The impact of short rotation coppice plantations on phytodiversity. *Appl Agric Forestry Res* 59 (3): 163–170.
- BAUM, S., BOLTE, A., WEIH, M. (2012a): High value of short rotation coppice plantations for phytodiversity in rural landscapes. *Gcb Bioenergy* 4 (6): 728–738. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2012.01162.x
- BAUM, S., BOLTE, A., WEIH, M. (2012b): Short rotation coppice (SRC) plantations provide additional habitats for vascular plant species in agricultural mosaic landscapes. *BioEnergy Research* 5 (3): 573–583. DOI: 10.1007/s12155-012-9195-1
- BAUM, S., WEIH, M., BOLTE, A. (2012c): Stand age characteristics and soil properties affect species composition of vascular plants in short rotation coppice plantations. *BioRisk* 7: 51–71. DOI: 10.3897/biorisk.7.2699
- BAUM, S., WEIH, M., BOLTE, A. (2013): Floristic diversity in Short Rotation Coppice (SRC) plantations: Comparison between soil seed bank and recent vegetation. *Appl Agric Forestry Res* 63 (3): 221–228. DOI: 10.3220/LBF\_2013\_221-228
- BEMMANN, A. (2012): Dresdner Erklärung, „Mit Bäumen Wald retten – Holz aus Kurzumtriebsplantagen für eine energetische Nutzung“. [www.forestfinance.de/fileadmin/pdf/Dresdner\\_Erklaerung.pdf](http://www.forestfinance.de/fileadmin/pdf/Dresdner_Erklaerung.pdf) (Zugriff am 16.12.2017)
- BEMMANN, A. (2014): Dendromasse aus Kurzumtriebsplantagen. In: GEROLD, D., SCHNEIDER, M. (Hrsg.): Erfahrungsberichte zur Vernetzung von Erzeugern und Verwertern von Dendromasse für die energetische Verwertung. *forum ifl* 25: 12–18, Leipzig.
- BEMMANN, A., LOHNER, P., MARX, M., MURACH, D., VETTER, A., WAGNER, P. (2009): Kurzumtriebsplantagen – Rechtliche Rahmenbedingungen. In: REEG, T., BEMMANN, A., KONOLD, W., MURACH, D., SPIECKER, H. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 11–18, Weinheim: Wiley.

- BERG, Å. (2002): Breeding birds in short-rotation coppices on farmland in central Sweden—the importance of Salix height and adjacent habitats. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 90 (3): 265–276. DOI: 10.1016/S0167-8809(01)00212-2
- BERGSTRÖM, R., GUILLET, C. (2002): Summer browsing by large herbivores in short-rotation willow plantations. *Biomass and Bioenergy* 23 (1): 27–32. DOI: 10.1016/S0961-9534(02)00027-2
- BERNOTAT, D., SCHLUMPRECHT, H., BRAUNS, C., JEBRAM, J., MÜLLER-MOTZFLD, G., RIECKEN, U., SCHEURLEN, K., VOGEL, M. (2002): Gelbdruck "Verwendung tierökologischer Daten". In: PLACHTER, H., BERNOTAT, D., MÜSSNER, R., RIECKEN, U. (Hrsg.): Entwicklung und Festlegung von Methodenstandards im Naturschutz. *Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz* 70. 109–217, Münster: Landwirtschaftsverlag.
- BFN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2021): Arten nationaler Verantwortlichkeit Deutschlands. <https://www.bfn.de/themen/artenschutz/gefaehrdung-bewertungsmanagement/verantwortungsarten.html>. (Zugriff am 21.10.2021)
- BFN – BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ (2022): Arten des Anhangs IV FFH-Richtlinie, Download unter <https://ffh-anhang4.bfn.de/arten-anhang-iv-ffh-richtlinie.html>. (Zugriff am 11.01.2022)
- BIELEFELDT, J., BOLTE, A., BUSCH, G., DOHRENBUSCH, A., KROIHER, F., LAMERSDORF, N., SCHULZ, U., STOLL, B. (2008): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Berlin.
- BIRMELE, J., KOPP, G., BRODBECK, F., KONOLD, W., SAUTER, U. (2015): Successional changes of phytodiversity on a short rotation coppice plantation in Oberschwaben, Germany. *Frontiers in Plant Science* 6: 1–8. DOI: 10.3389/fpls.2015.00124
- BLEI, P., GRUß, H., SCHULZ, U. (2011): Brutvogelfauna auf Robinienplantagen: Alley-Cropping-Streifen und flächiger Kurzumtrieb. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 45 (2): 89–95.
- BLICK, T., BURGER, F. (2002): Wirbellose in Energiewäldern. Am Beispiel der Spinnentiere der Kurzumtriebsfläche Wöllershof (Oberpfalz, Bayern). *Naturschutz und Landschaftsplanung* 34 (9): 276–284.
- BMEL – BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2022): Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM), Ökologischer Landbau und Tierschutzmaßnahmen. <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik-und-foerderung/agrarumwelt-und-klimamassnahmen-aukm/agrarumweltmassnahmen-deutschland.html>. (Zugriff am 11.01.2022)
- BÖHM, C., QUINKENSTEIN, A., FREESE, D. (2012): Vergleichende Betrachtung des Agrarholz- und Energiemaisanbaus aus Sicht des Bodenschutzes. *Bodenschutz* 2 (12): 36–43.
- BÖHM, C., VESTE, M. (2018): Anbau und Nutzung schnellwachsender Bäume in der Landwirtschaft – ein Ausblick. In: VESTE, M., BÖHM, C. (Hrsg.): Agrarholz–Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft. 511–523, Berlin: Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-49931-3\_15
- BOLL, T. (2016): Auswirkungen des Dendromasseanbaus in Kurzumtriebsplantagen auf die ästhetische Qualität und die Erholungseignung der Landschaft. Dissertation am Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover.
- BRÄNDLE, M., BRANDL, R. (2001): Species richness of insects and mites on trees: expanding Southwood. *J Anim Ecol* 70: 491–504. DOI: 10.1046/j.1365-2656.2001.00506.x

- BRAUNER, O., RUGE, J., SCHULZ, U. (2011): Tagfalter (Rhopalocera) auf Energieholzflächen – zur Bedeutung von Begleitstrukturen und umliegenden Landschaftsausschnitten. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 18: 1–6.
- BRAUNER, O., SCHULZ, U. (2011): Laufkäfer auf Energieholzplantagen und angrenzenden Vornutzungsflächen (Carabidae) - Untersuchungen in Sachsen und Brandenburg. *Entomologische Blätter* 107: 31–64.
- BREUER, W. (2015): Produktionsintegrierte Kompensation und der Anspruch der Eingriffsregelung. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 35 (2): 77–83.
- BREUER, W. (2017): Beobachtungen aus 40 Jahren Eingriffsregelung. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 37 (2): 36–49.
- BRIGHT, J., MORRIS, A., FIELD, R., COOKE, A., GRICE, P., WALKER, L., FERN, J., PEACH, W. (2015): Higher tier agri-environment scheme enhances breeding densities of some priority farmland birds in England. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 203: 69–79. DOI: 10.1016/j.agee.2015.01.021
- BRINKMANN, R. (1998): Berücksichtigung faunistisch-tierökologischer Belange in der Landschaftsplanung. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs.* 18 (4): 57–128.
- BRITT, C., FOWBERT, J., MCMILLAN, S. (2007): The ground flora and invertebrate fauna of hybrid poplar plantations: results of ecological monitoring in the PAMUCEAF project. *Asp Appl Biol* 82: 83–90.
- BURGER, F. (2006): Zur Ökologie von Energiewäldern. *Schriftenreihe des Deutschen Rates für Landschaftspflege* 79: 74–80.
- BURNS, F., EATON, M., BURFIELD, I., KLVAŇOVÁ, A., ŠILAROVÁ, E., STANEVA, A., GREGORY, R. (2021): Abundance decline in the avifauna of the European Union reveals cross-continental similarities in biodiversity change. *Ecology and Evolution*: 1–14. DOI: 10.1002/ece3.8282
- CALVIÑO-CANCELA, M., RUBIDO-BARÁ, M., VAN ETEN, E. (2012): Do eucalypt plantations provide habitat for native forest biodiversity? *Forest Ecology and Management* 270: 153–162. DOI: 10.1016/j.foreco.2012.01.019
- CHRISTIAN, D. (1997): Wintertime use of hybrid poplar plantations by deer and medium-sized mammals in the midwestern U.S. *Biomass and Bioenergy* 12 (1): 35–40. DOI: 10.1016/S0961-9534(96)00062-1
- CHRISTIAN, D., COLLINS, P., HANOWSKI, J., NIEMI, G. (1997): Bird and small mammal use of short-rotation hybrid poplar plantations. *J Wildl Manage* 61 (1): 171–182. DOI: 10.2307/3802426
- CHRISTIAN, D., HOFFMAN, W., HANOWSKI, J., NIEMI, G., BEYEA, J. (1998): Bird and mammal diversity on woody biomass plantations in North America. *Biomass and Bioenergy* 14 (4): 395–402. DOI: 10.1016/S0961-9534(97)10076-9
- CHRISTIAN, D., NIEMI, G., HANOWSKI, J., COLLINS, P. (1994): Perspectives on biomass energy tree plantations and changes in habitat for biological organisms. *Biomass and Bioenergy* 6 (1-2): 31–39. DOI: 10.1016/0961-9534(94)90082-5
- CUNNINGHAM, M., BISHOP, J., MCKAY, H., SAGE, R. (2004): ARBRE monitoring - ecology of short rotation coppice. Four-year study involving wildlife monitoring of commercial SRC plantations planted on arable land and arable control plots. Technical report, funded by the Department of Trade and Industry, London. <https://www.osti.gov/etdweb/servlets/purl/20496469> (Zugriff am 15.03.2021)

- CUNNINGHAM, M., BISHOP, J., WATOLA, G., MCKAY, H., SAGE, R. (2006): The effects on flora and fauna of converting grassland to short rotation coppice. Four-year study involving wildlife monitoring of commercial SRC plantations planted on grassland and grassland control plots. Technical report.
- CZYBULKA, D. (2012): Zusammenfassung und Ausblick. In: CZYBULKA, D., HAMPICKE, U., LITTERSKI, B. (Hrsg.): Produktionsintegrierte Kompensation. 221–228, Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- CZYBULKA, D., HAMPICKE, U., LITTERSKI, B. (Hrsg.) (2012): Produktionsintegrierte Kompensation. Rechtliche Möglichkeiten, Akzeptanz, Effizienz und naturschutzgerechte Nutzung. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- CZYBULKA, D., WAGNER, A. (2012): Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen. In: CZYBULKA, D., HAMPICKE, U., LITTERSKI, B. (Hrsg.): Produktionsintegrierte Kompensation. 39–72, Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- DAUBER, J., BAUM, S., MASUR, D., SEVKE-MASUR, K., GLEMNITZ, M. (2018): Agrarholzanbau und Biodiversität. In: VESTE, M., BÖHM, C. (Hrsg.): Agrarholz–Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft. 391–432, Berlin: Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-49931-3\_12
- DAUBER J., BROWN C., FERNANDO A. L., FINNAN J., KRASUSKA E., PONITKA J. et al (2012): Bioenergy from “surplus” land: environmental and socio-economic implications. *BioRisk* 7: 5–50. DOI: 10.3897/biorisk.7.3036
- DAUBER, J., JONES, M. B., STOUT, J. C. (2010). The impact of biomass crop cultivation on temperate biodiversity. *Gcb Bioenergy* 2 (6): 289–309. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2010.01058.x
- DAUBER, J., MIYAKE, S. (2016): To integrate or to segregate food crop and energy crop cultivation at the landscape scale? Perspectives on biodiversity conservation in agriculture in Europe. *Energy, Sustainability and Society* 6: (1) 1–11. DOI: 10.1186/s13705-016-0089-5
- DELARZE, R., CIARDO, F. (2002): Rote Liste Arten in Pappelplantagen. *Informationsblatt Forschungsbereich Wald* 9: 3–4.
- DENNER, M., WILHELM, E., GERICKE, H. (2013): Naturschutz und Biomasseanbau unter besonderer Berücksichtigung von Kurzumtriebsplantagen. *UVP-report* 27 (2+3): 106–112.
- DHONDT, A., WREGE, P., CERRETANI, J., SYDENSTRICKER, K. (2007): Avian species richness and reproduction in short-rotation coppice habitats in central and western New York. *Bird Study* 54 (1): 12–22. DOI: 10.1080/00063650709461452
- DHONDT, A., WREGE, P., SYDENSTRICKER, K., CERRETANI, J. (2004): Clone preference by nesting birds in short-rotation coppice plantations in central and western New York. *Biomass and Bioenergy* 27 (5): 429–435. DOI: 10.1016/j.biombioe.2004.05.001
- DIMITRIOU, I., BAUM, C., BAUM, S., BUSCH, G., SCHULZ, U., KÖHN, J., LAMERSDORF, N., LEINWEBER, P., ARONSSON, P., WEIH, M. (2009): The impact of short rotation coppice (SRC) cultivation on the environment. *Appl Agric Forestry Res* 59 (3): 159–162.
- DIMITRIOU, I., MOLA-YUDEGO, B. (2017): Impact of *Populus* Plantations on Water and Soil Quality. *BioEnergy Research* 10 (3): 750–759. DOI: 10.1007/s12155-017-9836-5
- DIMITRIOU, I., RUTZ, D., (Hrsg.) (2015): Sustainable Short Rotation Coppice. A Handbook. München: WIP Renewable Energies. [https://www.srcplus.eu/images/Handbook\\_SRCplus.pdf](https://www.srcplus.eu/images/Handbook_SRCplus.pdf) (Zugriff am 08.02.2022)

- DONALD, P., GREE, R., HEATH, M. (2001): Agricultural intensification and the collapse of Europe's farmland bird populations. *Proc Biol Sci* 268 (1462): 25–29. DOI: 10.1098/rspb.2000.1325
- DONALD, P., SANDERSON, F., BURFIELD, I., VAN BOMMEL, F. (2006): Further evidence of continent-wide impacts of agricultural intensification on European farmland birds, 1990–2000. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 116 (3): 189–196. DOI: 10.1016/j.agee.2006.02.007
- DONNISON, C., HOLLAND, R., HARRIS, Z., EIGENBROD, F., TAYLOR, G. (2021): Land-use change from food to energy: meta-analysis unravels effects of bioenergy on biodiversity and amenity. *Environmental Research Letters* 16: 113005. DOI: 10.1088/1748-9326/ac22be
- DRUCKENBROD, C. (2020): Landwirte als Partner – PIK in Thüringen. In: PIETSCH, M., FRITSCH, S., ETTERER, F., SCHMIDT, C. (Hrsg.): Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen. Erfahrungen zur praktischen Handhabbarkeit, sowie Möglichkeiten und Grenzen digitaler Technologien im naturschutzfachlichen Monitoring und Management: 41–56, Düren: Shaker.
- DRUCKENBROD, C. (2021), Mitarbeiterin der Thüringer Landgesellschaft mbH. Schriftliche Mitteilung vom 04.06.2021 zum Thema Kurzumtriebsplantagen als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme in Thüringen.
- DRUCKENBROD, C., BECKMANN, V. (2018): Production-Integrated Compensation in Environmental Offsets—A Review of a German Offset Practice. *Sustainability* 10: 1–22. DOI: 10.3390/su10114161
- DRUCKENBROD, C., VAN ELSSEN, T., HAMPICKE, U. (2011): Produktionsintegrierte Kompensation: Umsetzungsbeispiele und Akzeptanz. Ackerwildkrautschutz mit Hilfe der Eingriffsregelung sowie Ergebnisse einer Befragung von Akteuren. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 43 (4): 111–116.
- ELEK, Z., DAUFFY-RICHARD, E., GOSSELIN, F. (2010): Carabid species responses to hybrid poplar plantations in floodplains in France. *Forest Ecology and Management* 260 (9): 1446–1455. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.07.034
- ENGLUND, O., DIMITRIOU, I., DALE, V., KLINE, K., MOLA-YUDEGO, B., MURPHY, F., ENGLISH, B., MCGRATH, J., BUSCH, G., NEGRI, M., BROWN, M., GOSS, K., JACKSON, S., PARISH, E., CACHO, J., ZUMPF, C., QUINN, J., MISHRA, S. (2020): Multifunctional perennial production systems for bioenergy: performance and progress. *WIREs Energy Environ*: e375. DOI: 10.1002/wene.375.
- ETTERER, F., FRITSCH, S., LAU, M. (2020): Arbeitshilfe Produktionsintegrierte Kompensation. Empfehlungen für die Praxis aus dem Forschungsvorhaben Stadt PARTHE land. Dresden. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:bsz:14-qucosa2-705599> (Zugriff am 05.01.2022).
- EU-KOMMISSION (2007): Leitfaden zum strengen Schutzsystem für Tierarten von gemeinschaftlichem Interesse im Rahmen der FFH-Richtlinie 92/43/EWG. [https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/guidance/pdf/guidance\\_de.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/guidance/pdf/guidance_de.pdf) (Zugriff am 20.10.2021)
- FARTMANN, T., FREIENSTEIN, M., KÄMPFER, S., LÖFFLER, F., STREITBERGER, M. (Hrsg.) (2018): Biodiversität von Weihnachtsbaumkulturen in Mitteleuropa: Analyse des aktuellen Zustandes und Handlungsempfehlungen für den nachhaltigen Anbau. Osnabrück.
- FISCHER-HÜFTLE, P. (2021): Kommentar zu § 5 BNatSchG. In: SCHUMACHER, J., FISCHER-HÜFTLE, P. (Hrsg.): Bundesnaturschutzgesetz. Kommentar mit Umweltrechtsbehelfsgesetz und Bundesartenschutzverordnung. 199–211, Stuttgart: Kohlhammer.

- FISCHER-HÜFTLE, P., SCHUMACHER, A. (2021): Kommentar zu § 15 BNatSchG. In: SCHUMACHER, J., FISCHER-HÜFTLE, P. (Hrsg.): Bundesnaturschutzgesetz. Kommentar mit Umweltrechtsbehelfsgesetz und Bundesartenschutzverordnung. 357–433, Stuttgart: Kohlhammer.
- FLADE, M. (1994): Die Brutvogelgemeinschaften Mittel- und Norddeutschlands. Grundlagen für den Gebrauch vogelkundlicher Daten in der Landschaftsplanung. Eching: IHW-Verlag.
- FLETCHER, R., ROBERTSON, B., EVANS, J., DORAN, P., ALAVALAPATI, J., SCHEMSKE, D. (2011): Biodiversity conservation in the era of biofuels: risks and opportunities. *Front Ecol Environ* 9 (3): 161–168. DOI: 10.1890/090091
- FNR – FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (2021): Anbau und Verwendung nachwachsender Rohstoffe in Deutschland. <https://www.fnr.de/ftp/pdf/berichte/22004416.pdf> (Zugriff am 25.05.2021)
- FRANKS, S., ROODBERGEN, M., TEUNISSEN, W., CARRINGTON COTTON, A., PEARCE-HIGGINS, J. (2018): Evaluating the effectiveness of conservation measures for European grassland-breeding waders. *Ecology and Evolution* 8 (21): 10555–10568. DOI: 10.1002/ece3.4532
- FREESE, J. (2012): Natur- und Biodiversitätsschutz in ELER. Finanzielle Ausstattung der Länderprogramme zur Ländlichen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 44 (3): 69–76.
- FREIENSTEIN, M., BUCHHOLZ, S., HELBING, F., KETTERMANN, M., MÜNSCH, T., SCHERER, G., FARTMANN, T. (2018): Epigäische Arthropoden (Laufkäfer und Spinnen). In: FARTMANN, T., FREIENSTEIN, M., KÄMPFER, S., LÖFFLER, F., STREITBERGER, M. (Hrsg.) (2018): Biodiversität von Weihnachtsbaumkulturen in Mitteleuropa: Analyse des aktuellen Zustandes und Handlungsempfehlungen für den nachhaltigen Anbau. 31–51, Osnabrück.
- FRITZE, M.-A., BLICK, T. (2013): Ergebnisse Spelle, Laufkäfer und Spinnen. In: WAGENER, F., HECK, P., BÖHMER, J. (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz...Naturschutz durch Landbau? Schlussbericht zu ELKE III. 447–471. Birkenfeld.
- FRY, D., SLATER, F. (2009): The biodiversity of short rotation willow coppice in the Welsh landscape. <https://www.aber.ac.uk/en/media/departmental/ibers/research/willowforwales/Biodiversity-of-src-coppice-in-the-Welsh-Landscape.pdf> (Zugriff am 01.05.2021)
- FRY, D., SLATER, F. (2011): Early rotation short rotation willow coppice as a winter food resource for birds. *Biomass and Bioenergy* 35 (7): 2545–2553. DOI: 10.1016/j.biombioe.2011.02.016
- GANSBÜHLER, S. A., OBERMAIER, E., PFEIFER, R. (2018): Besiedlungsrelevante Lebensraumelemente des Baumpiepers *Anthus trivialis* in einem Muschelkalkgebiet in Nordbayern. *Ornithologischer Anzeiger* 57: 29–44.
- GEPP, N. (2015): Umsetzung des kommunalen Biotopverbunds im Landkreis Emsland. Beispiele für Wegeseitenstreifen und Fließgewässer. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 48 (8/9): 287–291.
- GEROLD, D., LANDGRAF, D., WOLF, H., SCHILDBACH, M. (2009): Bewirtschaftungsstrategien von Kurzumtriebsplantagen. In: REEG, T., BEMMANN, A., KONOLD, W., MURACH, D., SPIECKER, H. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 73–82, Weinheim: Wiley.
- GLASER, T., SCHMIDT, P. (2010): Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf die Phytodiversität. In: BEMMANN, A., KNUST, C. (Hrsg.): AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. 153–161, Berlin: Weißensee-Verlag.

- GLEMNITZ, M., PLATEN, R., KRECHEL, R., KONRAD, J., WAGENER, F. (2013): Can short-rotation coppice strips compensate structural deficits in agrarian landscapes? *Asp Appl Biol* 118: 153–162.
- GÖDEKE, K., SCHWABE, M., BÄRWOLFF, M., MARSCHALL, K., HERING, T., DEGER, J., HOCHBERG, H., MAIER, U., DRUCKENBROD, C. (2014): Produktionsintegrierte Kompensation (PIK) – Maßnahmenvorschläge. [http://www.tll.de/www/daten/agraroekologie/kulturlandschaft/pik\\_massnahmenvorschlaege.pdf](http://www.tll.de/www/daten/agraroekologie/kulturlandschaft/pik_massnahmenvorschlaege.pdf) (Zugriff am 01.05.2021)
- GODT, J., SCHUMACHER, J., STROH, H., WERK, K., SACHTELEBEN, J., HÄNEL, K., BÖTTCHER, M., SCHUMACHER, A., ROSENTHAL, G. (2017): Kompensationsmaßnahmen in der Landwirtschaft nach § 15 BNatSchG. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 162. Bonn – Bad Godesberg.
- GÖRANSSON, G. (1994): Bird fauna of cultivated energy shrub forests at different heights. *Biomass and Bioenergy* 6 (1): 49–52. DOI: 10.1016/0961-9534(94)90084-1.
- GREISER, G., KRÜGER, S., MARTIN, I., THELKE, F. (2020): Status und Entwicklung ausgewählter Wildtierarten in Deutschland. Jahresbericht 2018. Wildtier-Informationssystem der Länder Deutschlands (WILD). Berlin. [https://www.jagdverband.de/sites/default/files/2020-01\\_Broschuere\\_WILD-Bericht\\_2018.pdf](https://www.jagdverband.de/sites/default/files/2020-01_Broschuere_WILD-Bericht_2018.pdf) (Zugriff am 20.05.2021)
- GRÜNEBERG, C., BAUER, H., HAUPT, H., HÜPPOP, O., RYSLAVY, T., SÜDBECK, P. (2015): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands, 5. Fassung. *Ber Vogelschutz* 52: 19–67.
- GRÜNEBERG, C., SUDMANN, S., HERHAUS, F., HERKENRATH, P., JÖBGES, M., KÖNIG, H., NOTTMEYER, K., SCHIDELKO, K., SCHMITZ, M., SCHUBERT, W., STIELS, D., WEISS, J. (2016): Rote Liste der Brutvogelarten Nordrhein-Westfalens, 6. Fassung, Stand: Juni 2016. *Charadrius* 52 (1–2): 1–66.
- GRÜNEWALD, H., REEG, T. (2009): Überblick über den Stand der Forschung zu Agroforstsystemen in Deutschland. In: REEG, T., BEMMANN, A., KONOLD, W., MURACH, D., SPIECKER, H. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 231–239, Weinheim: Wiley.
- GRUß, H., SCHULZ, U. (2008): Entwicklung der Brutvogelfauna auf einer Energieholzfläche über den Zeitraum von 13 Jahren. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 42 (2): 75–82.
- GRUß, H., SCHULZ, U. (2011): Brutvogelfauna auf Kurzumtriebsplantagen. Besiedlung und Habitat-eignung verschiedener Strukturtypen. *Naturschutz und Landschaftsplanung* 43 (7): 197–204.
- GRUß, H., SCHULZ, U. (2014): Diversity and Composition of Breeding Bird Communities in Short Rotation Coppices and Surrounding Agricultural Landscape. *Ornithologischer Anzeiger* 52: 142–156.
- GUCKELBERGER, A., SINGLER, P. (2016): Aktuelle Entwicklungen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung unter besonderer Berücksichtigung von Anlagen für erneuerbare Energien. *Natur und Recht* 38 (1): 1–11. DOI: 10.1007/s10357-015-2942-2
- GUSTAFSSON, L. (1987): Plant conservation aspects of energy forestry—a new type of land use in Sweden. *Forest Ecology and Management* 21 (1): 141–161. DOI: 10.1016/0378-1127(87)90078-8
- GUSTAFSSON, L. (1988): Vegetation dynamics during the establishment phase of an energy forest on a riverside in south-western Sweden. *Studia Forestalia Suecica* 178: 1–16.
- HANOWSKI, J., NIEMI, G., CHRISTIAN, D. (1997): Influence of Within-Plantation Heterogeneity and Surrounding Landscape Composition on Avian Communities in Hybrid Poplar Plantations. *Conservation Biology* 11 (4): 936–944. DOI: 10.1046/j.1523-1739.1997.96173.x

- HAUGHTON, A., BOHAN, D., CLARK, S., MALLOTT, M., MALLOTT, V., SAGE, R. B., KARP, A. (2015): Dedicated biomass crops can enhance biodiversity in the arable landscape. *Gcb Bioenergy* 8: 1071–1081. DOI: 10.1111/gcbb.12312
- HEILMANN, B., MAKESCHIN, F., REHFUESS, K. (1995): Vegetationskundliche Untersuchungen auf einer Schnellwuchsplantage mit Pappeln und Weiden nach Ackernutzung. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* 114 (1): 16–29.
- HELBIG, C., MÜLLER, M. (2010): Habitatqualität von Kurzumtriebsplantagen für die epigäische Fauna am Beispiel der Laufkäfer (Coleoptera, Carabidae). In: BEMMANN, A., KNUST, C. (Hrsg.): AGROWOOD. Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven. 147–152, Berlin: Weißensee-Verlag.
- HENNEMANN-KREIKENBOHM, I. (2015): Kompensationsmaßnahmen und energetische Nutzungspotenziale. Kurzumtriebsplantagen und Kurzumtriebsstreifen als mögliche Maßnahmen im Rahmen der Eingriffsregelung. Dissertation am Institut für Umweltplanung, Leibniz Universität Hannover.
- HENNEMANN-KREIKENBOHM, I., JENNEMANN, L., KINAST, P., PETERS, W., SCHÖNE, F. (2015a): Naturverträgliche Anlage und Bewirtschaftung von Kurzumtriebsplantagen (KUP). Berlin.
- HENNEMANN-KREIKENBOHM, I., JENNEMANN, L., PETERS, W., WILHELM, E.-G. (2015b): Nature Conservation Requirements of Short Rotation Coppice Management. In: BUTLER MANNING, D., BEMMANN, A., BREDEMEIER, M., LAMERSDORF, N., AMMER, C. (Hrsg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas. 97–104, Weinheim: Wiley.
- HERTZOG, L., KLIMEK, S., ROEDER, N., FRANK, C., BOEHNER, H., KAMP, J. (2023): Associations between farmland birds and fallow area at large scales: Consistently positive over three periods of the EU Common Agricultural Policy but moderated by landscape complexity. *J Appl Ecol* 60: 1077–1088.
- HEWARD, C., HOODLESS, A., CONWAY, G., FULLER, R., MACCOLL, A., AEBISCHER, N. (2018): Habitat correlates of Eurasian Woodcock *Scolopax rusticola* abundance in a declining resident population. *Journal of Ornithology* 159 (4): 955–965. DOI: 10.1007/s10336-018-1570-z
- HEYDEMANN, B. (1957): Die Biotopstruktur als Raumwiderstand und Raumfülle für die Tierwelt. *Verh. dtsh. zool. Ges* 50: 332–347.
- HILDEBRANDT, C., AMMERMANN, K. (2012): Energieholzanbau auf landwirtschaftlichen Flächen. Auswirkungen von Kurzumtriebsplantagen auf Naturhaushalt, Landschaftsbild und biologische Vielfalt, Anbauanforderungen und Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz. Leipzig. [https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/positionspapiere/bfn\\_energieholzanbau\\_landwirtschaftliche\\_flaechen.pdf](https://www.bfn.de/sites/default/files/BfN/service/Dokumente/positionspapiere/bfn_energieholzanbau_landwirtschaftliche_flaechen.pdf) (Zugriff am 14.02.2019).
- HINSLEY, S., BELLAMY, P. (2000): The influence of hedge structure, management and landscape context on the value of hedgerows to birds. A review. *Journal of Environmental Management* 60 (1): 33–49. DOI: 10.1006/jema.2000.0360.
- HMUKLIV (2014): Rote Liste der bestandsgefährdeten Brutvogelarten Hessens. [https://natureg.hessen.de/resources/recherche/VSW/RoteListen/Rote\\_Liste\\_Voegel\\_2015.pdf](https://natureg.hessen.de/resources/recherche/VSW/RoteListen/Rote_Liste_Voegel_2015.pdf) (Zugriff am 08.02.2022)
- HOLLAND R. A., EIGENBROD F., MUGGERIDGE A., BROWN G., CLARKE D., TAYLOR G. (2015) A synthesis of the ecosystem services impact of second generation bioenergy crop production. *Renew Sust Energ Rev* 46: 30–40. DOI: 10.1016/j.rser.2015.02.003

- IEZZI, M., CRUZ, P., VARELA, D., ANGELO, C. de, DI BITETTI, M. (2018): Tree monocultures in a biodiversity hotspot: Impact of pine plantations on mammal and bird assemblages in the Atlantic Forest. *Forest Ecology and Management* 424: 216–227. DOI: 10.1016/j.foreco.2018.04.049
- IMMERZEEL, D., VERWEIJ, P., VAN DER HILST, F., FAAIJ, A. (2014): Biodiversity impacts of bioenergy crop production. a state-of-the-art review. *Gcb Bioenergy* 6 (3): 183–209. DOI: 10.1111/gcbb.12067
- JEDICKE, E. (1995): Naturschutzfachliche Bewertung von Holzfeldern – Schnellwachsende Weichhölzer im Kurzumtrieb, untersucht am Beispiel der Avifauna. *Mitt. aus der NNA*: 109–119.
- JOHANN, F., ARNOLD, J. (2021): Scattered woody vegetation promotes European brown hare population. *Basic and Applied Ecology* 56: 322–334. DOI: 10.1016/j.baae.2021.08.012
- KALT, G., MAYER, A., THEURL, M. C., LAUK, C., ERB, K. H., & HABERL, H. (2019). Natural climate solutions versus bioenergy: Can carbon benefits of natural succession compete with bioenergy from short rotation coppice? *Gcb Bioenergy* 11: 1283–1297. DOI: 10.1111/gcbb.12626
- KAMP, J., FRANK, C., TRAUTMANN, S., BUSCH, M., DRÖSCHMEISTER, R., FLADE, M., GERLACH, B., KARTHÄUSER, J., KUNZ, F., MITSCHKE, A. (2021): Population trends of common breeding birds in Germany 1990–2018. *Journal of Ornithology* 162: 1–15. DOI: 10.1007/s10336-020-01830-4
- KÄMPFER, S., LÖFFLER, F., BRÜGGESHEMKE, J., FARTMANN, T. (2022): Untangling the role of a novel agroecosystem as a habitat for declining farmland birds. *Annals of Applied Biology* (2022). DOI: 10.1111/aab.12789
- KENNEDY, C., SOUTHWOOD, T. (1984): The number of species of insects associated with British trees: a re-analysis. *Journal of Animal Ecology* (53): 455–478. DOI: 10.2307/4528
- KETTNAKER, U. (2020), Mitarbeiter des Thüringer Landesamt für Umwelt, Bergbau und Naturschutz. Mündliche Mitteilung vom 31.05.2021 zum Thema Kurzumtriebsplantagen als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme in Thüringen.
- KIEHL, K., KIRMER, A. (2019): Säume und Feldraine. In: KOLLMANN, J., KIRMER, A., TISCHEW, S., HÖLZEL, N., KIEHL, K. (Hrsg.): Renaturierungsökologie. 277–288, Berlin: Springer Spektrum. DOI: 10.1007/978-3-662-54913-1\_16.
- KIEHL, K., KIRMER, A., JESCHKE, D., TISCHEW, S. (2014): Restoration of speciesrich field margins and fringe communities by seeding of native seed mixtures. In: KIEHL, K., KIRMER, A., SHAW, N., TISCHEW, S. (Hrsg.): Guidelines for Native Seed Production and Grassland Restoration. 244–273, Newcastle: Cambridge Scholars Publishing.
- KIRMER, A., PFAU, M., MANN, S., SCHRÖDTER, M., TISCHEW, S. (2016): Erfolgreiche Anlage mehrjähriger Blühstreifen auf produktiven Standorten durch Ansaat wildkräuterreicher Samenmischungen und standortangepasste Pflege. *Natur und Landschaft* 91: 109–118. DOI: 10.17433/3.2016.50153383.109-118
- KLEIJN, D., BAQUERO, R. A., CLOUGH, Y., DÍAZ, M., DE ESTEBAN, J., FERNÁNDEZ, F., GABRIEL, D., HERZOG, F., HOLZSCHUH, A. et al. (2006): Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecology Letters* 9: 243–254. DOI: 10.1111/j.1461-0248.2005.00869.x
- KLEIJN, D., SUTHERLAND, W. (2003): How Effective are European Agri-Environment Schemes in Conserving and Promoting Biodiversity? *Journal of Applied Ecology* 40: 947–969. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2003.00868.x

- KLOSTER, D. P., VOLK, T. A. (2022): Predicted Soil Loss from Shrub Willow Production Systems Across the Production Cycle Using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE2). *Bioenergy Research* (2022). DOI: 10.1007/s12155-022-10477-3
- KNUST, C., SCHUA, K., WOLF, H., FEGER, K.-H. (2013): Schnellwachsende Baumarten, Klone und deren Standortansprüche. In: BEMMANN, A., BUTLER MANNING, D. (Hrsg.): Energieholzplantagen in der Landwirtschaft. 19–29, Clenze: Agrimedia.
- KÖCK, W., WOLF, R. (2008): Grenzen der Abweichungsgesetzgebung im Naturschutz – Sind Eingriffsregelung und Landschaftsplanung allgemeine Grundsätze des Naturschutzes? *NVwZ* 4: 353–360.
- KÖRBER, M. (2018): Kurzumtriebsplantagen auf Ackerland – ökonomische Bewertung einer Anbauoption mit ökologischen Vorteilen am Beispiel des Freistaats Sachsen. Dissertation an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- KOTZE, D. J., BRANDMAYR, P., CASALE, A., et al. (2011): Forty years of carabid beetle research in Europe—from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation. *ZooKeys* 100 55–148. DOI: 10.3897/zookeys.100.1523
- KRÄMER, A., OTT, D., JOEST, R. (2020): Landschaftsbezogene Erfolgskontrolle von Vertragsnaturschutzmaßnahmen für Feldvögel im Vogelschutzgebiet Hellwegbörde - Dichte der Feldvögel steigt mit zunehmendem Bracheanteil. *Vogelwelt* 140: 83–92.
- KREIS STEINFURT (2019): Zahlen, Daten, Fakten - Statistiken rund um den Kreis. [https://www.kreissteinfurt.de/kv\\_steinfurt/Kreisportrait/Zahlen%7CDaten%7CFakten/](https://www.kreissteinfurt.de/kv_steinfurt/Kreisportrait/Zahlen%7CDaten%7CFakten/) (Zugriff am 19.04.2021)
- KRIEGEL, P., FRITZE, M.-A., THORN, S. (2021): Surface temperature and shrub cover drive ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in short-rotation coppices. *Agricultural and Forest Entomology* 23: 400–410. DOI: 10.1111/afe.12441
- KROIHER, F., BAUM, S., BOLTE, A. (2010): Pflanzenvielfalt. In: DBU – DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT (Hrsg.): Kurzumtriebsplantagen – Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. 26–31, Osnabrück.
- KROIHER, F., BIELEFELDT, J., BOLTE, A., SCHULTER, M. (2008): Die Phytodiversität in Energieholzbeständen: Erste Ergebnisse im Rahmen des Projekts NOVALIS. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 42 (4): 158–165.
- KRÜGER, T., LUDWIG, J., PFÜTZKE, S., ZANG, H. (2014): Atlas der Brutvögel in Niedersachsen und Bremen 2005–2008. Hannover.
- KRÜGER, T., SANDKÜHLER, K. (2022): Rote Liste der Brutvögel Niedersachsens und Bremens, 9. Fassung, Oktober 2021. *Inform.d. Naturschutz Niedersachs*. 41 (2): 111–174.
- LAKNER, S., SCHLEYER, C., SCHMIDT, J., ZINNGREBE, Y. (2021): Agricultural Policy for Biodiversity: Facilitators and Barriers for Transformation. In: BECKMANN, V. (Hrsg.): Transitioning to Sustainable Life on Land. 331–371, Basel: MDPI. DOI: 10.3390/books978-3-03897-879-4
- LAMERSDORF, N., SCHULTE-BISPING, H. (2010): Zum Wasserhaushalt von Kurzumtriebsplantagen. *Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie* 44 (1): 23–29.
- LANA – LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT NATURSCHUTZ (2010): Hinweise zu zentralen unbestimmten Rechtsbegriffen des Bundesnaturschutzgesetzes. <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/49599> (Zugriff am 07.02.2022)

- LANDGRAF, D. (2013): Etablierung und Pflege von Kurzumtriebsplantagen. In: BEMMANN, A., BUTLER MANNING, D. (Hrsg.): Energieholzplantagen in der Landwirtschaft. 53–61, Clenze: Agrimedia.
- LANDGRAF, D. (2014): Flächenausnutzung bei Kurzumtriebsplantagen. *AFZ-DerWald* 13: 32–33.
- LANDGRAF, D., BÄRWOLFF, M., BURGER, F., PECENKA, R., HERING, T., SCHWEIER, J. (2018): Produktivität, Management und Nutzung von Agrarholz. In: VESTE, M., BÖHM, C. (Hrsg.): Agrarholz–Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft. 447–510, Berlin: Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-49931-3\_14
- LANDKREIS EMSLAND (2016): Die Gemeinden im Landkreis Emsland. Strukturdaten im Vergleich 2016. Meppen. [https://www.emsland.de/pdf\\_files/zahlen-und-daten/gemeindevergleich-emsland-2016\\_1172\\_1.pdf](https://www.emsland.de/pdf_files/zahlen-und-daten/gemeindevergleich-emsland-2016_1172_1.pdf) (Zugriff am 16.12.2021).
- LANGEVELD, H., QUIST-WESSEL, F., DIMITRIOU, I., ARONSSON, P., BAUM, C., SCHULZ, U., BOLTE, A., BAUM, S., KÖHN, J., WEIH, M. (2012): Assessing environmental impacts of short rotation coppice (SRC) expansion: model definition and preliminary results. *BioEnergy Research* 5 (3): 621–635. DOI: 10.1007/s12155-012-9235-x
- LANUV – LANDESAMT FÜR NATUR, UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ NORDRHEIN-WESTFALEN (2021): Planungsrelevante Arten in Nordrhein-Westfalen. <https://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe> (Zugriff am 10.01.2022)
- LAU, M. (2011): Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung (Teil 2). *Natur und Recht* 33 (11): 762–771. DOI: 10.1007/s10357-011-2164-1
- LAU, M., WULFERT, K., MÜLLER-PFANNENSTIEL, K. (2019): Möglichkeiten der Maßnahmenbevorratung im besonderen Artenschutzrecht aus rechtlicher und fachlicher Sicht. *Natur und Recht* 41 (11): 721–731. DOI: 10.1007/s10357-019-3598-0
- LEWANDOWSKI, I. (2016): The role of perennial biomass crops in a growing bioeconomy. In: BARTH, S., MURPHY-BOKERN, D., KALININA, O., TAYLOR, G., JONES, M. (Hrsg.): Perennial Biomass Crops for a Resource-Constrained World. 3–13, Cham: Springer.
- LIESEBACH, M., MECKE, R. (2003): Die Laufkäferfauna einer Kurzumtriebsplantage, eines Gerstenackers und eines Fichtenwaldes im Vergleich. *Die Holzzucht* 54: 11–15.
- LIESEBACH, M., MULSOW, H., ROSE, A., MECKE, R. (1999): Ökologische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. In: FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE E.V. (Hrsg.): Modellvorhaben schnellwachsende Baumarten. 455–476, Münster: Landwirtschaftsverlag.
- LINDBLADH, M., HEDWALL, P.-O., WALLIN, I., FELTON, A., BÖHLENIUS, H., FELTON, A. (2014): Short-rotation bioenergy stands as an alternative to spruce plantations: implications for bird biodiversity. *Silva Fennica* 48 (5): 1135. DOI: 10.14214/sf.1135
- LISCHKA, A., RODE, M. (2018): Umsetzung von Blühstreifen als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme. *Umwelt und Raum* 9: 307–322. DOI: 10.15488/3683
- LITTERSKI, B. (2012): Naturschutzfachliche Aspekte produktionsintegrierter Kompensation. In: CZYBULKA, D., HAMPICKE, U., LITTERSKI, B. (Hrsg.): Produktionsintegrierte Kompensation. 113–164, Berlin: Erich Schmidt Verlag.

- LIVINGSTONE, D., SMYTH, B., LYONS, G., FOLEY, A., MURRAY, S., JOHNSTON, C. (2022): Life cycle assessment of a short-rotation coppice willow riparian buffer strip for farm nutrient mitigation and renewable energy production. *Renew Sust Energy Rev* 158. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112154
- LONDO, M., DEKKER, J., TER KEURS, W. (2005): Willow short-rotation coppice for energy and breeding birds. An exploration of potentials in relation to management. *Biomass and Bioenergy* 28 (3): 281–293. DOI: 10.1016/j.biombioe.2004.06.007
- LÓPEZ-BEDOYA, P., MAGURA, T., EDWARDS, F., EDWARDS, D., REY-BENAYAS, J., LÖVEI, G., NORIEGA, J. (2021): What level of native beetle diversity can be supported by forestry plantations? A global synthesis. *Insect Conservation and Diversity*. DOI: 10.1111/icad.12518
- LOUIS, H. (2004): Rechtliche Grenzen der räumlichen, funktionalen und zeitlichen Entkoppelung von Eingriff und Kompensation (Flächenpool und Ökokonto). *Natur und Recht* 26 (11): 714–719. DOI: 10.1007/s10357-004-0428-8
- LUICK, R., AMMERMAN, K. (2012): Nachhaltigkeitskriterien für die energetische Biomasseerzeugung: Wo stehen wir? Wo müssen wir hin? *Natur und Landschaft* 87 (12): 538–542.
- MARTÍN-GARCÍA, J., BARBARO, L., DIEZ, J., JACTEL, H. (2013): Contribution of poplar plantations to bird conservation in riparian landscapes. *Silva Fennica* 47 (4)1-17. DOI: 10.14214/sf.1043
- MARX, M., MICHALK, K., SCHULTE, M., SIERBERTH, L. (2013): Förderung von Kurzumtriebsplantagen. In: BEMMANN, A., BUTLER MANNING, D. (Hrsg.): Energieholzplantagen in der Landwirtschaft. 120–134, Clenze: Agrimedia.
- MAYER, M., ULLMANN, W., SUNDE, P., FISCHER, C., BLAUM, N. (2018): Habitat selection by the European hare in arable landscapes: The importance of small-scale habitat structure for conservation. *Ecology and Evolution* 8: 11619–11633. DOI: 10.1002/ece3.4613
- MEICHTRY-STIER, K., DUPLAIN, J., LANZ, M., LUGRIN, B., BIRRER, S. (2018): The importance of size, location, and vegetation composition of perennial fallows for farmland birds. *Ecology and Evolution* 8: 9270–9281. DOI: 10.1002/ece3.4420
- MEINIG, H., BOYE, P., DÄHNE, M., HUTTERER, R., LANG, J. (2020): Rote Liste und Gesamtartenliste der Säugetiere (Mammalia) Deutschlands. Münster.
- MENGEL, A., MÜLLER-PFANNENSTIEL, K., SCHWARZER, M., WULFERT, K., STROHTMANN, T., HAAREN, C. von, GALLER, C., WICKERT, J., PIECK, S., BORKENHAGEN, J. (2018): Methodik der Eingriffsregelung im bundesweiten Vergleich. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 165. Bonn – Bad Godesberg.
- 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. *Diversity and Distributions* 19: 1175–1187. DOI: 10.1111/ddi.12102
- MICHALK, K., MARX, M., SCHULTE, M. (2013): Rechtlicher Rahmen für eine Kurzumtriebswirtschaft. In: BEMMANN, A., BUTLER MANNING, D. (Hrsg.): Energieholzplantagen in der Landwirtschaft. 105–120, Clenze: Agrimedia.
- MICHLER, B., FISCHER, H., BURGER, F. (2016): Pflanzenvielfalt in Kurzumtriebsplantagen. *LWF Wissen* 79: 61–72.
- MICHLER, H.-P., MÖLLER, F. (2011): Änderungen der Eingriffsregelung durch das BNatSchG 2010. *Natur und Recht* 33 (2): 81–90. DOI: 10.1007/s10357-011-2009-y

- MOLA-YUDEGO, B., AREVALO, J., DÍAZ-YÁÑEZ, O., DIMITRIOU, I., FRESHWATER, E., HAAPALA, A., KHANAM, T., SELKIMÄKI, M. (2017): Reviewing wood biomass potentials for energy in Europe: the role of forests and fast growing plantations. *Biofuels* 8 (4): 401–410. DOI: 10.1080/17597269.2016.1271627
- MÖLLER, F., MICHLER, H.-P. (2011): Rechtliche Stellungnahme nach der Novelle des Bundesnaturschutzgesetzes von 2010. Erstattet im Auftrag des Instituts für angewandtes Stoffstrommanagement der FH Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld, im Rahmen des Forschungsvorhabens Entwicklung extensiver Landnutzungskonzepte für die Produktion nachwachsender Rohstoffe als mögliche Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen (ELKE III). [https://www.landnutzungsstrategie.de/wp-content/uploads/2018/07/2011-10-02\\_Stellungnahme\\_ELKEIII\\_FM-HPM.pdf](https://www.landnutzungsstrategie.de/wp-content/uploads/2018/07/2011-10-02_Stellungnahme_ELKEIII_FM-HPM.pdf) (Zugriff 11.02.2022)
- MORHART, C., SPRINGMANN, S., SPIECKER, H. (2010): Ein modernes Agroforstsystem—Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen mit Wertholzbäumen. *AFZ-DerWald* 22: 26–28.
- MÜLLER, M., KLEIN, A.-M., SCHERER-LORENZEN, M., NOCK, C., STAAB, M. (2018): Tree genetic diversity increases arthropod diversity in willow short rotation coppice. *Biomass and Bioenergy* 108: 338–344. DOI: 10.1016/j.biombioe.2017.12.001
- MÜLLER-KROEHLING, S., BURMEISTER, J., HAMMERL, R. (2013): KUPs als Lebensraum für Waldarten. *LWF aktuell* 92: 34–37.
- MÜLLER-KROEHLING, S., HOHMANN, G., HELBIG, C., LIESEBACH, M., LÜBKE-AL HUSSEIN, M., AL HUSSEIN, I., BURMEISTER, J., JANTSCH, M., ZEHLIUS-ECKERT, W., MÜLLER, M. (2020): Biodiversity functions of short rotation coppice stands – results of a meta study on ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *Biomass and Bioenergy* 132: 1–13. DOI: 10.1016/j.biombioe.2019.105416
- MÜLLER-PFANNENSTIEL, K., HETZEL, I., PIECK, S., VAUT, L., PAIN, J., SCHUSTER, U. (2014): Bayerische Kompensationsverordnung (BayKompV). Arbeitshilfe produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen (PIK). Augsburg.
- MURACH, D. (2009): Agrarholzanbau: Quo vadis – Ein Ausblick auf die Zukunft des Agrarholzanbaus. In: REEG, T., BEMMANN, A., KONOLD, W., MURACH, D., SPIECKER, H. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 227–230, Weinheim: Wiley.
- NEUBERT, F. P., BOLL, T., ZIMMERMANN, K., BERGFELD, A. (2013): Chancen und Hemmnisse von Kurzumtriebsplantagen. *AFZ-DerWald* 68 (4): 4–6.
- NICOLAI, O., DUDUMAN, M.-L., VALENTINA, O., DANILA, I., GROSU, L. (2014): Ground beetle diversity on short-rotation coppices in a mosaic of habitat types. Conference Paper, International Symposium "Forest and Sustainable Development" at Braşov, Romania.
- NÚÑEZ-REGUEIRO, M., SIDDIQUI, S., FLETCHER JR, R. (2019): Effects of bioenergy on biodiversity arising from land-use change and crop type. *Conservation Biology* 35: 77–87. DOI: 10.1111/cobi.13452
- OPPERMANN, R. (2013): Weiterentwicklung der Agrarumweltprogramme. Maßnahmen zur effektiven Förderung der Biodiversität in der Landwirtschaft bis 2020. Berlin. [https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/naturschutz/130605-nabu-broschuere-agrarumweltma\\_\\_nahmen.pdf](https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/naturschutz/130605-nabu-broschuere-agrarumweltma__nahmen.pdf) (Zugriff am 19.12.2021)
- PAWSON, S. M., BRIN, A., BROCKERHOFF, E. G., LAMB, D., PAYN, T. W., PAQUETTE, A., PARROTTA, J. A. (2013): Plantation forests, climate change and biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 22: 1203–1227. DOI: 10.1007/s10531-013-0458-8

- PE'ER, G., ZINNGREBE, Y., HAUCK, J., SCHINDLER, S., DITTRICH, A., ZINGG, S., TSCHARNTKE, T., OPPERMANN, R., SUTCLIFFE, L., SIRAMI, C., SCHMIDT, J., HOYER, C., SCHLEYER, C., LAKNER, S. (2017): Adding Some Green to the Greening: Improving the EU's Ecological Focus Areas for Biodiversity and Farmers. *Conservation Letters* 10: 517–530. DOI: 10.1111/conl.12333.
- PETROVAN, S., DIXIE, J., YAPP, E., WHEELER, P. (2017): Bioenergy crops and farmland biodiversity: benefits and limitations are scale-dependant for a declining mammal, the brown hare. *European Journal of Wildlife Research* 63 (3): 49. DOI: 10.1007/s10344-017-1106-5
- PIOTROWSKA, N., CZACHOROWSKI, S., STOLARSKI, M. (2020): Ground Beetles (Carabidae) in the Short-Rotation Coppice Willow and Poplar Plants—Synergistic Benefits System. *Agriculture* 10 (12): 648. DOI: 10.3390/agriculture10120648
- PLACHTER, H., STACHOW, U., WERNER, A. (2005): Methoden zur naturschutzfachlichen Konkretisierung der "Guten fachlichen Praxis" in der Landwirtschaft. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 7. Bonn – Bad Godesberg.
- PLATEN, R., KONRAD, J., GLEMNITZ, M. (2013): Sägezahnhypothese, Arten/Strukturvielfalt. In: WAGENER, F., HECK, P., BÖHMER, J. (Hrsg.): *Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz...Naturschutz durch Landbau? Schlussbericht zu ELKE III*. Birkenfeld.
- PÖRTL, M., BERG, C. (2016): Vegetationskundliche Untersuchung von Kurzumtriebsplantagen (KUP) bestockt mit *Populus x canadensis* im südoststeirischen Alpenvorland. *Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark* (146): 5–18.
- PORRO, Z., ODICINO, M., BOGLIANI, G., CHIATANTE, G. (2021): Intensive forestry and biodiversity: Use of poplar plantations by woodpeckers in a lowland area of Northern Italy. *Forest Ecology and Management* 497. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119490
- PRINCÉ, K., JIGUET, F. (2013): Ecological effectiveness of French grassland agri-environment schemes for farmland bird communities. *Journal of Environmental Management* 121: 110–116. DOI: 10.1016/j.jenvman.2013.02.039
- REDDERSEN, J., JENSEN, B., PETERSEN, I. (2001): Energipil-bevoksninger som habitat for fugle i vinterperioden. *Dansk Orn Foren Tidsskr* 95 (2): 75–83.
- REICH, M., KIRSCH-STRACKE, R., BREDEMEIER, B., VOLLHEYDE, A., WENZEL, T. (2022): Erfassen und Bewerten der Biotopfunktion (Arten und Lebensgemeinschaften). In: ALBERT, C., GALLER, C., VON HAAREN, C. (Hrsg.): *Landschaftsplanung*. 2. Aufl. 303–334, Stuttgart: Ulmer. DOI: 10.36198/9783838585796-303-334
- RICHNER, N., HOLDEREGGER, R., LINDER, H., WALTER, T. (2015): Reviewing change in the arable flora of Europe: a meta-analysis. *Weed Research* 55 (1): 1–13. DOI: 10.1111/wre.12123
- RIFFELL, S., VERSCHUYL, J., MILLER, D., WIGLEY, T. (2011): A meta-analysis of bird and mammal response to short-rotation woody crops. *Gcb Bioenergy* 3 (4): 313–321. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2010.01089.x
- RISCHEN, T., FRENZEL, T., FISCHER, K. (2021): Biodiversity in agricultural landscapes: different non-crop habitats increase diversity of ground-dwelling beetles (Coleoptera) but support different communities. *Biodiversity and Conservation* 30: 3965–3981. DOI: 10.1007/s10531-021-02284-7

- ROWE, R., HANLEY, M., GOULSON, D., CLARKE, D., DONCASTER, C., TAYLOR, G. (2011): Potential benefits of commercial willow Short Rotation Coppice (SRC) for farm-scale plant and invertebrate communities in the agri-environment. *Biomass and Bioenergy* 35 (1): 325–336. DOI: 10.1016/j.biombioe.2010.08.046
- ROWE, R., STREET, N., TAYLOR, G. (2009): Identifying potential environmental impacts of large-scale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK. *Renew Sust Energ Rev* 13 (1): 271–290. DOI: 10.1016/j.rser.2007.07.008
- RUDOLPH, B.-U., SCHWANDNER, J., FÜNFSTÜCK, H.-J. (2016): Rote Liste und Liste der Brutvögel Bayerns.
- RUNGE, H., SIMON, M., WIDDIG, T. (2010): Rahmenbedingungen für die Wirksamkeit von Maßnahmen des Artenschutzes bei Infrastrukturvorhaben. FuE-Vorhaben im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz – FKZ 3507 82 080. Hannover, Marburg. [https://simon-widdig.de/downloads/FuE\\_CEF\\_Endbericht.pdf](https://simon-widdig.de/downloads/FuE_CEF_Endbericht.pdf) (Zugriff am 10.09.2021)
- RYSLAVY, T., BAUER, H., GERLACH, B., HÜPPOP, O., STAHER, J., SÜDBECK, P., SUDFELDT, C. (2020): Rote Liste der Brutvögel Deutschlands. 6. Fassung. *Ber Vogelschutz* 57: 13–112.
- SACHS, D., SCHULZ, U., BRAUNER, O. (2012): Laufkäfer (Carabidae) auf Energieholzflächen – die Bedeutung von Begleitstrukturen für Diversität und Abundanz. *Mitt. Dtsch. Ges. allg. ang. Ent.* 18: 157–162.
- SAGE, R. (1995): Factors affecting wild plant communities occupying short rotation coppice crops on farmland in the UK and Eire. In: BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL (Hrsg.): Brighton crop protection conference: weeds. Proceedings of an international conference, Brighton, UK, 20–23 November 1995: 985–990.
- SAGE, R. (1998): Short rotation coppice for energy. Towards ecological guidelines. *Biomass and Bioenergy* 15 (1): 39–47. DOI: 10.1016/S0961-9534(97)10055-1
- SAGE, R., CUNNINGHAM, M., BOATMAN, N. (2006): Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK. *Ibis* 148: 184–197. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2006.00522.x
- SAGE, R., ROBERTSON, P. (1994): Wildlife and game potential of short rotation coppice in the UK. *Biomass and Bioenergy* 6 (1-2): 41–48. DOI: 10.1016/0961-9534(94)90083-3
- SAGE, R., ROBERTSON, P. (1996): Factors affecting songbird communities using new short rotation coppice habitats in spring. *Bird Study* 43 (2): 201–213. DOI: 10.1080/00063659609461012.
- SAGE, R., ROBERTSON, P., POULSON, J. (1994): Enhancing the Conservation Value of Short Rotation Coppice – Phase 1, the Identification of Wildlife Conservation Potential. Report B/W5/00277/REPORT. Oxford.
- SAGE, R., TUCKER, K. (1998): Integrated crop management of SRC plantations to maximise crop value, wildlife benefits and other added value opportunities. Report B/W2/00400/REP, Energy Technology Support Unit for the Department of Trade and Industry. Harwell. <https://www.osti.gov/etdeweb/servlets/purl/20015940> (Zugriff am 21.05.2021)
- SAGE R. B., WALTOLA G., CUNNINGHAM M., BISHOP J. D. (2008): Headlands around SRC plantations have potential to provide new habitats for plants and butterflies on farmland. *Asp Appl Biol* 90: 303–309.

- SAUERBREI, R., EKSCHMITT, K., WOLTERS, V., GOTTSCHALK, T. (2014): Increased energy maize production reduces farmland bird diversity. *Gcb Bioenergy* 6 (3): 265–274. DOI: 10.1111/gcbb.12146.
- SCHAI-BRAUN, S., RUF, T., KLANSEK, E., ARNOLD, W., HACKLÄNDER, K. (2020): Positive effects of set-asides on European hare (*Lepus europaeus*) populations: leverets benefit from an enhanced survival rate. *Biological Conservation* 244: 108518. DOI: 10.1016/j.biocon.2020.108518
- SCHERWAß, R., SCHERWAß, U., KRECHEL, R., GLEMNITZ, R., PLATEN, R., KONRAD, J., ENGELBACH, G. (2013): Vegetation & Flora. In: WAGENER, F., HECK, P., BÖHMER, J. (Hrsg.): Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz...Naturschutz durch Landbau? Schlussbericht zu ELKE III. 190–282, Birkenfeld.
- SCHILDBACH, M., GRÜNEWALD, H., WOLF, H., SCHNEIDER, B.-U. (2009): Begründung von Kurzumtriebsplantagen: Baumartenwahl und Anlageverfahren. In: REEG, T., BEMMANN, A., KONOLD, W., MURACH, D., SPIECKER, H. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 57–71, Weinheim: Wiley.
- SCHINDELMANN, C. (2021), Mitarbeiterin des Bayerischen Landesamtes für Umwelt, Referat 53. Schriftliche Mitteilung vom 08.06.2021 und vom 21.12.2021 zum Thema Kurzumtriebsplantagen als produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahme in Bayern.
- SCHMIDT, A., FARTMANN, T., KIEHL, K., KIRMER, A., TISCHEW, S. (2022): Effects of perennial wildflower strips and landscape structure on birds in intensively farmed agricultural landscapes. *Basic and Applied Ecology* 58: 15–25. DOI: 10.1016/j.baae.2021.10.005
- SCHMIDT, A., KIRMER, A., HELLWIG, N., KIEHL, K., TISCHEW, S. (2021a): Evaluating CAP wildflower strips: High-quality seed mixtures significantly improve plant diversity and related pollen and nectar resources. *The Journal of Applied Ecology*. DOI: 10.1111/1365-2664.14102
- SCHMIDT, A., KIRMER, A., KIEHL, K., TISCHEW, S. (2020): Seed mixture strongly affects species-richness and quality of perennial flower strips on fertile soil. *Basic and Applied Ecology* 42: 62–72. DOI: 10.1016/j.baae.2019.11.005
- SCHMIDT, C., ETTERER, F., FRITSCH, S., LAU, M., PIETSCH, M., TEUBERT, H. (2021b): Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen gegen den Artenschwund? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 53 (10): 20–27. DOI: 10.1399/NuL.2021.10.02
- SCHMIDT, J., TRAUTNER, J., MÜLLER-MOTZFELD, G. (2016): Rote Liste und Gesamtartenliste der Laufkäfer (Coleoptera: Carabidae) Deutschlands. In: GRUTTKE, H., BALZER, S., BINOT-HAFKE, M., HAUPT, H., HOFBAUER, N., LUDWIG, G., MATZKE-HAJEK, G., RIES, M. (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Tiere, Pflanzen und Pilze Deutschlands. Band 4: Wirbellose Tiere (Teil 2): 139–204. Bonn: Landwirtschaftsverlag.
- SCHMIDT, P., GLASER, T. (2009): Kurzumtriebsplantagen aus Sicht des Naturschutzes. In: REEG, T., BEMMANN, A., KONOLD, W., MURACH, D., SPIECKER, H. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 161–170, Weinheim: Wiley.
- SCHNEIDER, M., GEROLD, D., KÖRBER, M., SCHÖNE, C., STANGE, C. (2014): Folgerungen und Ausblick. In: GEROLD, D., SCHNEIDER, M. (Hrsg.): Erfahrungsberichte zur Vernetzung von Erzeugern und Verwertern von Dendromasse für die energetische Verwertung. *forum ifl* 25: 121–124, Leipzig.
- SCHOLZ, V., LÜCKE, W. (2007): Stand der Feldholz-Erntetechnik. *Landtechnik* 62 (4): 222–223. DOI: 10.1515/lt.2007.988

- SCHOLZ, V., RUIZ LORBACHER, F., SPIKERMANN, H. (2009): Technologien der Ernte und Rodung von Kurzumtriebsplantagen. In: REEG, T., BEMMANN, A., KONOLD, W., MURACH, D., SPIECKER, H. (Hrsg.): Anbau und Nutzung von Bäumen auf landwirtschaftlichen Flächen. 99–112, Weinheim: Wiley.
- SCHRADER, C. (2012): Produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen. Voraussetzungen, Förderungsmöglichkeiten und Probleme der Doppelförderung. *Natur und Recht* 34 (1): 1–8. DOI: 10.1007/s10357-011-2190-z
- SCHRADER, C. (2021): BNatSchG § 15 Rn. 14–37.4. In: GIESBERTS, L., REINHARDT, M. (Hrsg.): Umweltrecht. München: C. H. Beck.
- SCHUBERT, L. F., HELLWIG, N., KIRMER, A., SCHMID-EGGER, C., SCHMIDT, A., DIEKER, P., TISCHEW, S. (2021): Habitat quality and surrounding landscape structures influence wild bee occurrence in perennial wildflower strips. *Basic and Applied Ecology*. DOI: 10.1016/j.baae.2021.12.007.
- SCHULZ, U., BRAUNER, O., GRUß, H. (2009): Animal diversity on short-rotation coppices – a review. *Appl Agric Forestry Res* 59 (3): 171–182.
- SCHULZ, U., BRAUNER, O., GRUß, H., MANNERZ, C. (2010): Zoodiversität. Förderung der Tierwelt auf Kurzumtriebsplantagen. In: DBU – DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT (Hrsg.): Kurzumtriebsplantagen – Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. 32–43, Osnabrück.
- SCHULZ, U., GRUß, H., HOFMANN, V. (2008): Wirbeltiere (Säugetiere und Brutvögel) auf Agrarholzflächen – erste Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. *Cottbuser Schriften zur Ökosystemgenese und Landschaftsentwicklung* 6: 167–169.
- SCHUMACHER, J., FISCHER-HÜFTLE, P. (Hrsg.) (2021): Bundesnaturschutzgesetz. Kommentar mit Umweltrechtsbehelfsgesetz und Bundesartenschutzverordnung. Stuttgart: Kohlhammer.
- SEIFERT, C., LEUSCHNER, C., CULMSEE, H. (2015): Short rotation coppice as habitat for vascular plants. In: BUTLER MANNING, D., BEMMANN, A., BREDEMEIER, M., LAMERSDORF, N., AMMER, C. (Hrsg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas. 63–78, Weinheim: Wiley.
- SLIWINSKI, K., RONNENBERG, K., JUNG, K., STRAUß, E., SIEBERT, U. (2019): Habitat requirements of the European brown hare (*Lepus europaeus* Pallas 1778) in an intensively used agriculture region (Lower Saxony, Germany). *BMC Ecol* 19 (1): 1–11. DOI: 10.1186/s12898-019-0247-7
- SMITH, R., JENNINGS, N., ROBINSON, A., HARRIS, S. (2004): Conservation of European hares *Lepus europaeus* in Britain: is increasing habitat heterogeneity in farmland the answer? *Journal of Applied Ecology* 41: 1092–1102. DOI: 10.1111/j.0021-8901.2004.00976.x
- SOO, T., TULLUS, A., TULLUS, H., ROOSALUSTE, E. (2009a): Floristic diversity responses in young hybrid aspen plantations to land-use history and site preparation treatments. *Forest Ecology and Management* 257 (3): 858–867. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.10.018
- SOO, T., TULLUS, A., TULLUS, H., ROOSALUSTE, E., VARES, A. (2009b): Change from agriculture to forestry: floristic diversity in young fast-growing deciduous plantations on former agricultural land in Estonia. *Annales Botanici Fennici* 46: 353–364. DOI: 10.5735/085.046.0410
- STIEBEL, H., BAIRLEIN, F. (2008): Frugivorie mitteleuropäischer Vögel II: Einfluss des Fruchtangebotes auf die räumliche und zeitliche Habitatnutzung frugivorer Vogelarten. *Vogelwarte* 46: 81–94.

- STOLL, B., DOHRENBUSCH, A. (2010): Waldbau. In: DBU – DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT (Hrsg.): Kurzumtriebsplantagen – Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS. 6–13, Osnabrück.
- STRAUB, E., GRAUER, A., BARTEL, M., KLEIN, R., WENZELIDES, L., GREISER, G., MUCHIN, A., NÖSEL, H., WINTER, A. (2008): The German wildlife information system: population densities and development of European Hare (*Lepus europaeus* PALLAS) during 2002–2005 in Germany. *European Journal of Wildlife Research* 54 (1): 142–147. DOI: 10.1007/s10344-007-0112-4
- SYBERTZ, J., MATTHIES, S., SCHAARSCHMIDT, F., REICH, M., HAAREN, C. von (2017): Assessing the value of field margins for butterflies and plants. How to document and enhance biodiversity at the farm scale. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 249: 165–176. DOI: 10.1016/j.agee.2017.08.018
- SYBERTZ, J., MATTHIES, S., SCHAARSCHMIDT, F., REICH, M., VON HAAREN, C. (2020): Biodiversity modelling in practice - predicting bird and woody plant species richness on farmlands. *Ecosystems & People* 16 (1): 19–34. DOI: 10.1080/26395916.2019.1697900
- TEIXEIRA, D., GUILLERA-ARROITA, G., HILÁRIO, R., FONSECA, C., ROSALINO, L. (2020): Influence of life-history traits on the occurrence of carnivores within exotic Eucalyptus plantations. *Diversity and Distributions* 26 (9): 1071–1082. DOI: 10.1111/ddi.13114
- TERRAUBE, J., ARCHAU, F., DECONCHAT, M., VAN HALDER, I., JACTEL, H., BARBARO, L. (2016): Forest edges have high conservation value for bird communities in mosaic landscapes. *Ecology and Evolution* 6 (15): 5178–5189. DOI: 10.1002/ece3.2273
- THIELE, H.-U. (1977): Carabid Beetles in Their Environments. A Study on Habitat Selection by Adaptations in Physiology and Behaviour. Berlin: Springer.
- THRÄN, D., EDEL, M., PFEIFER, J., PONITKA, J., RODE, M., KNISPEL, S. (2011): Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der Biomassennutzung. Leipzig.
- TRAUTNER, J. (Hrsg.) (1992): Arten- und Biotopschutz in der Planung: Methodische Standards zur Erfassung von Tierartengruppen. *Ökologie in Forschung und Anwendung* 5. Weikersheim: Margraf.
- TRAUTNER, J. (2020): Artenschutz. Rechtliche Pflichten, fachliche Konzepte, Umsetzung in der Praxis. Stuttgart: Ulmer.
- TRAUTNER, J., RECK, H., MAYER, J., MÜLLER-PFANNENSTIEL, K. (2021): Tierarten und Artengruppen von allgemeiner und von besonderer Planungsrelevanz. Empfehlungen für eine sachgerechte und rechtskonforme Definition zur Anwendung bei der Bewertung und Bewältigung von Eingriffen in Natur und Landschaft. *Artenschutz und Biodiversität* 2 (4): 1–19.
- TRAUTNER, J., STRAUB, F., MAYER, J. (2015): Artenschutz bei häufigen gehölzbrütenden Vogelarten – Was ist wirklich erforderlich und angemessen? *Acta ornithoecologica* 8 (2): 75–95.
- TRÖGER, M., DENNER, M., GLASER, T. (2014): Kurzumtriebsplantagen im Einklang mit dem Naturschutz. *Schriftenreihe des LfULG* 7/2014. <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/12193> (Zugriff am 20.04.2019)
- TUDGE, S., PURVIS, A., PALMA, A. de (2021): The impacts of biofuel crops on local biodiversity: a global synthesis. *Biodiversity and Conservation* 30: 2863–2883. DOI: 10.1007/s10531-021-02232-5

- TULLUS, T., LUTTER, R., RANDLANE, T., SAAG, A., TULLUS, A., OJA, E., DEGTJARENKO, P., PÄRTEL, M., TULLUS, H. (2022): The effect of stand age on biodiversity in a 130-year chronosequence of *Populus tremula* stands. *Forest Ecology and Management* 504: 119833. DOI:10.1016/j.foreco.2021.119833.
- TULLUS, T., TULLUS, A., ROOSALUSTE, E., LUTTER, R., TULLUS, H. (2015): Vascular plant and bryophyte flora in midterm hybrid aspen plantations on abandoned agricultural land. *Canadian Journal of Forest Research* 45 (9): 1183–1191. DOI: 10.1139/cjfr-2014-0464
- ULRICH, W., BUSZKO, J., CZARNECKI, A. (2004): The contribution of poplar plantations to regional diversity of ground beetles (Col.: Carabidae) in agricultural landscapes. *Ann Zool Fennici* 41: 501–512.
- VANBEVEREN, S., CEULEMANS, R. (2019): Biodiversity in short-rotation coppice. *Renew Sust Energy Rev* 111: 34–43. DOI: 10.1016/j.rser.2019.05.012
- VESTE, M., SCHILLEM, S., BÖHM, C. (2018): Baumarten für die Agrarholzproduktion. In: VESTE, M., BÖHM, C. (Hrsg.): *Agrarholz–Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft*. 81–118, Berlin: Springer.
- VICKERY, J., CARTER, N., FULLER, R. (2002): The potential value of managed cereal field margins as foraging habitats for farmland birds in the UK. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 89 (1–2): 41–52. DOI: 10.1016/S0167-8809(01)00317-6
- VICKERY, J., FEBER, R., FULLER, R. (2009): Arable field margins managed for biodiversity conservation: a review of food resource provision for farmland birds. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 133 (1-2): 1–13. DOI: 10.1016/j.agee.2009.05.012
- VOIGT, U., SIEBERT, U. (2019): Living on the edge-circadian habitat usage in pre-weaning European hares (*Lepus europaeus*) in an intensively used agricultural area. *PloS one* 14 (9): e0222205. DOI: 10.1371/journal.pone.0222205
- VOIGT, U., SIEBERT, U. (2020): Survival rates on pre-weaning European hares (*Lepus europaeus*) in an intensively used agricultural area. *European Journal of Wildlife Research* 66 (67): 1–12. DOI: 10.1007/s10344-020-01403-z
- WAGENER, F. (2013): Bioenergie als Chance nutzen – mehr Naturschutz durch dezentrale Landnutzungsstrategien entwickeln. *Jahrbuch Naturschutz und Landschaftspflege* 59: 48–61.
- WAGENER, F., HECK, P., BÖHMER, J. (Hrsg.) (2013): *Nachwachsende Rohstoffe als Option für den Naturschutz...Naturschutz durch Landbau? Schlussbericht zu ELKE III*. Birkenfeld. [https://www.landnutzungsstrategie.de/wp-content/uploads/2018/07/2013-10-31\\_Schlussbericht\\_ELKE\\_III\\_JB.pdf](https://www.landnutzungsstrategie.de/wp-content/uploads/2018/07/2013-10-31_Schlussbericht_ELKE_III_JB.pdf) (Zugriff am 10.08.2018)
- WAGNER, A., CZYBULKA, D. (2012): Das System der Eingriffsregelung. In: CZYBULKA, D., HAMPICKE, U., LITTERSKI, B. (Hrsg.): *Produktionsintegrierte Kompensation*. 13–38, Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- WARREN, M., MAES, D., VAN SWAAY, C., GOFFART, P., VAN DYCK, H., BOURN, N., WYNHOFF, I., HOARE, D., ELLIS, S. (2021): The decline of butterflies in Europe: Problems, significance, and possible solutions. *Proc Natl Acad Sci USA* 118 (2): e2002551117. DOI: 10.1073/pnas.2002551117
- WEGER, J., VÁVROVÁ, K., KAŠPAROVÁ, L., BUBENÍK, J., KOMÁREK, A. (2013): The influence of rotation length on the biomass production and diversity of ground beetles (Carabidae) in poplar short rotation coppice. *Biomass and Bioenergy* 54: 284–292. DOI: 10.1016/j.biombioe.2013.02.012
- WEIH, M., KARACIC, A., MUNKERT, H., VERWIJST, T., DIEKMANN, M. (2003): Influence of young poplar stands on floristic diversity in agricultural landscapes (Sweden). *Basic and Applied Ecology* 4 (2): 149–156. DOI: 10.1078/1439-1791-00157

- WIETZKE, A., ALBERT, K., BERGMEIER, E., SUTCLIFFE, L., VAN WAVEREN, C.-S., LEUSCHNER, C. (2020a): Flower strips, conservation field margins and fallows promote the arable flora in intensively farmed landscapes: Results of a 4-year study. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 304: 107142. DOI: 10.1016/j.agee.2020.107142
- WIETZKE, A., VAN WAVEREN, C.-S., BERGMEIER, E., MEYER, S., LEUSCHNER, C. (2020b): Current State and Drivers of Arable Plant Diversity in Conventionally Managed Farmland in Northwest Germany. *Diversity* 12: 469. DOI: 10.3390/d12120469
- WILHELM, E.-G. (2012): Chancen und Grenzen von Kurzumtriebsplantagen als Kompensationsmaßnahmen – Impulse aus naturschutzfachlicher Sicht. In: LEHR- UND FORSCHUNGSGEBIET LANDSCHAFTSPLANUNG DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT DRESDEN (Hrsg.): Reparieren-Steuern-Gestalten? Eingriffsregelung in der Energiewende. Bericht zu den Dresdner Planergesprächen am 22. Juni 2012. 91–101, Dresden.
- WIX, N., RODE, M., REICH, M. (2018): Blühstreifen – Biodiversität und produktionsintegrierte Kompensation. *Umwelt und Raum* 9. DOI: 10.15488/3683
- ZEHLIUS-ECKERT, W. (2017): Moderne Agroforstsysteme als Option für die produktionsintegrierte Kompensation (PIK) – Potenzial, aktuelle Situation und Verbesserungsvorschläge. In: BÖHM, C., Hrsg., Bäume in der Land(wirt)schaft – von der Theorie in die Praxis. Tagungsband mit Beiträgen des 5. Forums Agroforstsysteme 30.11.-01.12.2016 in Senftenberg: 25–35, Cottbus.
- ZITZMANN, F. (2021): Bieten Kurzumtriebsplantagen neue Lebensräume für die Waldschnepfe *Scolopax rusticola*? *Ornithologischer Anzeiger* 60 (2): 111–124.
- ZITZMANN, F., FRITZE, M.-A., KURUPPU, J., REICH, M. (2022): Entwicklung der Laufkäferfauna (Coleoptera: Carabidae) einer Kurzumtriebsplantage über einen Zeitraum von 9 Jahren. *Angewandte Carabidologie* 14: 1–14. DOI: 10.54336/AC1401
- ZITZMANN, F., REICH, M. (2019): Bedeutung von Kurzumtriebsbeständen mit unterschiedlichen Gehölzarten als Lebensraum für Vögel im Winterhalbjahr. *Vogelwelt* 139 (4): 261–272.
- ZITZMANN, F., REICH, M. (2020): Naturschutzfachlich modifizierte Kurzumtriebsplantagen als Lebensraum für Brutvögel – eine Alternative zu anderen gehölzgeprägten Naturschutzmaßnahmen? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 52 (7): 316–325.
- ZITZMANN, F., REICH, M. (2022): Which Large- and Medium-Sized Mammals Use Commercial Short-Rotation Coppice as Habitat? *BioEnergy Research*. DOI: 10.1007/s12155-021-10345-6
- ZITZMANN, F., REICH, M., SCHAARSCHMIDT, F. (2021): Potential of small-scale and structurally diverse short-rotation coppice as habitat for large and medium-sized mammals. *Biologia* 76 (8): 2195–2206. DOI: 10.1007/s11756-021-00686-0
- ZITZMANN, F., RODE, M. (2021): Short-rotation coppice managed according to ecological guidelines—What are the benefits for phytodiversity? *Forests* 12 (5): 646. DOI: 10.3390/f12050646

## 11.2 Gesetze, Richtlinien und Verordnungen

BBodSchG – Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundes-Bodenschutzgesetz - BBodSchG) vom 17. März 1998 (BGBl. I S. 502), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 25. Februar 2021 (BGBl. I S. 306) geändert worden ist.

BNatSchG – Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz) vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I S. 3908) geändert worden ist.

BWaldG – Gesetz zur Erhaltung des Waldes und zur Förderung der Forstwirtschaft (Bundeswaldgesetz) vom 2. Mai 1975 (BGBl. I S. 1037), das zuletzt durch Artikel 112 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.

DirektZahlDurchfV – Verordnung zur Durchführung der Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik (Direktzahlungen-Durchführungsverordnung - DirektZahlDurchfV) vom 3. November 2014 (BGBl. I S. 1690), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 14. Oktober 2021 (BGBl. I S. 4706) geändert worden ist.

EU-Vogelschutzrichtlinie – Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten.

FFH-Richtlinie – Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.

Richtlinie NiB-AUM – Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen. Gem. RdErl. d. ML u. d. MU v. 15.7.2015 — ML-104-60170/02/14, MU-28-04036/03/05 — (Nds. MBl. S. 909) in der Fassung vom 15.3.2019.

Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005.

Verordnung (EU) Nr. 1307/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 637/2008 des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 73/2009 des Rates.

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorliegende Dissertation selbständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt zu haben. Die Arbeit wurde noch nicht als Dissertation oder als Prüfungsarbeit vorgelegt.

Teile der Dissertation wurden mit Zustimmung des Betreuers Prof. Dr. Michael Reich in folgenden Beiträgen vorab veröffentlicht:

ZITZMANN, F. & REICH, M. (2019): Bedeutung von Kurzumtriebsbeständen mit unterschiedlichen Gehölzarten als Lebensraum für Vögel im Winterhalbjahr. *Vogelwelt* 139 (4): 261–272.

ZITZMANN, F. & REICH, M. (2020): Naturschutzfachlich modifizierte Kurzumtriebsplantagen als Lebensraum für Brutvögel – eine Alternative zu anderen gehölzgeprägten Naturschutzmaßnahmen? *Naturschutz und Landschaftsplanung* 52 (7): 316–325.

ZITZMANN, F. (2021): Bieten Kurzumtriebsplantagen neue Lebensräume für die Waldschnepfe *Scolopax rusticola*? *Ornithologischer Anzeiger* 60 (2): 111–124.

ZITZMANN, F., REICH, M. & SCHAARSCHMIDT, F. (2021): Potential of small-scale and structurally diverse short-rotation coppice as habitat for large and medium-sized mammals. *Biologia* 76 (8): 2195–2206. DOI: 10.1007/s11756-021-00686-0

ZITZMANN, F. & RODE, M. (2021): Short-Rotation Coppice Managed According to Ecological Guidelines—What are the Benefits for Phytodiversity? *Forests* 12 (5): 646. DOI: 10.3390/f12050646

ZITZMANN, F., FRITZE, M.-A., KURUPPU, J. & REICH, M. (2022): Entwicklung der Laufkäferfauna (Coleoptera: Carabidae) einer Kurzumtriebsplantage über einen Zeitraum von 9 Jahren. *Angewandte Carabidologie* 14: 1–14. DOI: 10.54336/AC1401

ZITZMANN, F. & REICH, M. (2022): Which Large- and Medium-Sized Mammals Use Commercial Short-Rotation Coppice as Habitat? *BioEnergy Research* (2022). DOI: 10.1007/s12155-021-10345-6

Hannover, den 5. September 2022

Felix Zitzmann

# Anhang

**Anhang 1:** Recherchierte Originalarbeiten ( $n = 83$ ) zum Thema KUP und Biodiversität, sortiert nach Jahr der Publikation.

Abkürzungen: CZE=Tschechien, D=Deutschland, GB=Großbritannien, SW=Schweden.

Jahr	Name der Publikation	Land	Artengruppe				Referenzlebensraum							
			Gefäßpflanzen	Groß- und Mittelsäuger	Vögel	Laufkäfer (Carabidae)	nur KUP	Acker (mit einjährigen Kulturen)	Forst/Wald	Grünland	Brachen & Feldraine inkl. Vorgewende	Hecke	Sonstige	Aufforstungen
1987	GUSTAFSSON, L. (1987): Plant conservation aspects of energy forestry-a new type of land use in Sweden. <i>Forest Ecology and Management</i> 21 (1): 141–161. DOI: 10.1016/0378-1127(87)90078-8.	SW	X				X							
1988	GUSTAFSSON, L. (1988): Vegetation dynamics during the establishment phase of an energy forest on a riverside in south-western Sweden. <i>Studia Forestalia Suecica</i> 178: 1–16.	SW	X				X							
1994	GÖRANSSON, G. (1994): Bird fauna of cultivated energy shrub forests at different heights. <i>Biomass and Bioenergy</i> 6 (1): 49–52. DOI: 10.1016/0961-9534(94)90084-1.	SW			X		X							
1994	SAGE, R. B., ROBERTSON, P. A., POULSON, J. G. (1994): Enhancing the Conservation Value of Short Rotation Coppice – Phase 1, the Identification of Wildlife Conservation Potential. Report B/ W5/00277/REPORT. Energy Technology Support Unit. Oxford.	GB	X		X		X							
1995	HEILMANN, B., MAKESCHIN, F., REHFUESS, K. (1995): Vegetationskundliche Untersuchungen auf einer Schnellwuchsplantage mit Pappeln und Weiden nach Ackernutzung. <i>Forstwissenschaftliches Centralblatt</i> 114 (1): 16–29.	D	X					X			X			
1995	JEDICKE, E. (1995): Naturschutzfachliche Bewertung von Holzfeldern - Schnellwachsende Weichhölzer im Kurzumtrieb, untersucht am Beispiel der Avifauna. <i>Mitt. aus der NNA</i> : 109–119.	D			X		X							
1995	SAGE, R. B. (1995): Factors affecting wild plant communities occupying short rotation coppice crops on farmland in the UK and Eire. In: BRITISH CROP PROTECTION COUNCIL (Hrsg.): Brighton crop protection conference: weeds. Proceedings of an international conference, Brighton, UK, 20-23 November 1995, S. 985–990.	GB	X				X							
1996	SAGE, R. B., ROBERTSON, P. (1996): Factors affecting songbird communities using new short rotation coppice habitats in spring. <i>Bird Study</i> 43 (2): 201–213. DOI: 10.1080/00063659609461012	GB			X		X							
1997	CHRISTIAN, D. (1997): Wintertime use of hybrid poplar plantations by deer and medium-sized mammals in the midwestern U.S. <i>Biomass and Bioenergy</i> 12 (1): 35–40. DOI: 10.1016/S0961-9534(96)00062-1	USA		X				X	X	X	X			
1997	CHRISTIAN, D., COLLINS, P., HANOWSKI, J., NIEMI, G. (1997): Bird and small mammal use of short-rotation hybrid poplar plantations. <i>J Wildl Manage</i> 61 (1): 171–182. DOI: 10.2307/3802426	USA			X			X	X	X	X			
1997	HANOWSKI, J., NIEMI, G., CHRISTIAN, D. (1997): Influence of Within-Plantation Heterogeneity and Surrounding Landscape Composition on Avian Communities in Hybrid Poplar Plantations. <i>Conserv Biol</i> 11 (4): 936–944. DOI 10.1046/j.1523-1739.1997.96173.x.	USA			X			X	X	X	X			

1998	SAGE R. B., TUCKER, K. (1998): Integrated crop management of SRC plantations to maximise crop value, wildlife benefits and other added value opportunities. Technical report B/W2/00400/REP, funded by the energy technology support unit and the Department of Trade and Industry, Harwell.	GB	X				X													
				X			X													
					X													X		
						X	X													
1999	LIESEBACH, M., MULSOW, H., ROSE, A., MECKE, R. (1999): Ökologische Aspekte der Kurzumtriebswirtschaft. In: FACHAGENTUR NACHWACHSENDE ROHSTOFFE e.V. (Hrsg.): Modellvorhaben schnellwachsende Baumarten – Zusammenfassender Abschlussbericht. S. 455–476, Münster: Landwirtschaftsverlag.	D			X			X	X											
2000	DHONDT, A. A., SYDENSTRICKER, K. V. (2000): Birds breeding in short-rotation woody crops in upstate New York: 1998–2000. Proceedings of the Short-Rotation Woody Crops Operations Working Group. 3rd Conference, October 10-13, 2000, Syracuse, NY, USA. S. 137-141.	USA			X		X													
2001	REDDERSEN, J., JENSEN, B., PETERSEN, I. (2001): Energipil-bevoksninger som habitat for fugle i vinterperioden. <i>Dansk Orn Foren Tidsskr</i> 95 (2): 75–83.	Dänemark			X			X	X			X	X							
2002	BERG, Å. (2002): Breeding birds in short-rotation coppices on farmland in central Sweden—the importance of Salix height and adjacent habitats. <i>Agric Ecosyst Environ</i> 90 (3): 265–276. DOI: 10.1016/S0167-8809(01)00212-2	SW			X		X													
2002	BERGSTRÖM, R., GUILLET, C. (2002): Summer browsing by large herbivores in short-rotation willow plantations. <i>Biomass and Bioenergy</i> 23 (1): 27–32. DOI: 10.1016/S0961-9534(02)00027-2	SW		X			X													
2002	Delarze, R., Ciardo, F. (2002): Rote Liste Arten in Pappelplantagen. <i>Informationsblatt Forschungsbereich Wald</i> 9: 3–4.	Schweiz	X				X													
2003	ALLEGRO, G., SCIACY, R. (2003): Assessing the potential role of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) as bioindicators in poplar stands, with a newly proposed ecological index (FAI). <i>Forest Ecology and Management</i> (175): 275–284. DOI: 10.1016/S0378-1127(02)00135-4	Italien				X		X	X											
2003	LIESEBACH, M., MECKE, R. (2003): Die Laufkäferfauna einer Kurzumtriebsplantagen, eines Gerstenackers und eines Fichtenwaldes im Vergleich. <i>Die Holzzucht</i> 54: 11–15.	D				X		X	X											
2003	WEIH, M., KARACIC, A., MUNKERT, H., VERWIJST, T., DIEKMANN, M. (2003): Influence of young poplar stands on floristic diversity in agricultural landscapes (Sweden). <i>Basic Appl Ecol</i> 4 (2): 149–156. DOI: 10.1078/1439-1791-00157	SW	X					X												
2004	DHONDT, A. A., WREGE, P., SYDENSTRICKER, K. V., CERRETANI, J. (2004): Clone preference by nesting birds in short-rotation coppice plantations in central and western New York. <i>Biomass and Bioenergy</i> 27 (5): 429–435. DOI: 10.1016/j.biombioe.2004.05.001	USA			X		X													
2004	CUNNINGHAM, M. D., BISHOP, J. D., MCKAY, H. V., SAGE, R. B. (2004): ARBRE monitoring - ecology of short rotation coppice. Four year study involving wildlife monitoring of commercial SRC plantations planted on arable land and arable control plots. Technical report, funded by the Department of Trade and Industry, London (UK).	England			X			X												
			X					X												
2006	BURGER, F. (2006): Zur Ökologie von Energiewäldern. <i>Schr.-R. d. Dt. Rates für Landespflege</i> 79: 74–80.	D	X					X			X	X								
2006	CUNNINGHAM, M. D., BISHOP, J. D., WATOLA, G., MCKAY, H. V., SAGE, R. B. (2006): The effects on flora and fauna of converting grassland to short rotation coppice. Four year study involving wildlife monitoring of commercial SRC plantations planted on grassland and grassland control plots. Technical report. The Game Conservancy Trust: Fordingbridge, UK.	England			X							X								
			X										X							
2006	SAGE, R. B., CUNNINGHAM, M., BOATMAN, N. (2006): Birds in willow short-rotation coppice compared to other arable crops in central England and a review of bird census data from energy crops in the UK. <i>Ibis</i> 148: 184–197. DOI: 10.1111/j.1474-919X.2006.00522.x	England			X			X			X									
2007	BRITT, C. P., FOWBERT, J., McMILLAN, S. D. (2007): The ground flora and invertebrate fauna of hybrid poplar plantations: results of ecological monitoring in the PAMUCEAF project. <i>Aspects of Applied Biology</i> 82: 83–90.	England				X		X												
			X					X												
2007	DHONDT, A. A., WREGE, P., CERRETANI, J., SYDENSTRICKER, K. V. (2007): Avian species richness and reproduction in short-rotation coppice habitats in central and western New York. <i>Bird Study</i> 54 (1): 12–22. DOI: 10.1080/00063650709461452	USA			X		X													
2008	FRY, D. A., SLATER, F. M. (2008): The effect on plant communities and associated taxa of planting short rotation willow coppice in Wales. <i>Aspects of Applied Biology</i> 90: 287-293.	Wales	X									X								





2015	SEIFERT, C., LEUSCHNER, C., CULMSEE, H. (2015): Short rotation coppice as habitat for vascular plants. In: BUTLER MANNING, D. et al. (Hrsg.): Bioenergy from dendromass for the sustainable development of rural areas: 63–78, Weinheim: Wiley.	D	X				X													
2015	TULLUS, T., TULLUS, A., ROOSALUSTE, E., LUTTER, R., TULLUS, H. (2015): Vascular plant and bryophyte flora in midterm hybrid aspen plantations on abandoned agricultural land. <i>Canadian Journal of Forest Research</i> 45 (9): 1183–1191. DOI: 10.1139/cjfr-2014-0464	Estland	X				X													
2016	KURUNCZI, B., GLASER, T., WILHELM, E.-G., SCHMIDT, P. A. (2016): Untersuchungen zur Diasporenbank einer Kurzumtriebsplantage (KUP) im Vergleich mit einer konventionell bewirtschafteten Ackerfläche – Am Beispiel der Kurzumtriebsplantage "Methau I" (Sachsen). <i>Natur und Landschaft</i> 91 (3): 119-125.	D	X					X												
2016	LÖFFLER, B., SCHIMKAT, J., LORENZ, J., STOLZENBURG, U., MUSTER, C. (2016): Kurzumtriebsplantagen im Flächen- und Streifenanbau. <i>Schriftenreihe des LFULG</i> , Heft 26.	D	X					X		X	X									
2016	MICHLER, B., FISCHER, H., BURGER, F. (2016): Pflanzenvielfalt in Kurzumtriebsplantagen. <i>LWF Wissen</i> 79: 61–72.	D	X					X		X	X									
2016	PÖTL, M., BERG, C. (2016): Vegetationskundliche Untersuchung von Kurzumtriebsplantagen (KUP) bestockt mit <i>Populus x canadensis</i> im südoststeirischen Alpenvorland. <i>Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark</i> (146): 5–18.	Österreich	X					X		X										
2016	PUČKA, I., LAZDINA, D., BEBRE, I. (2016): Ground flora in plantations of three years old short rotation willow coppice. <i>Agronomy Research</i> 14 (4): 1450–1466.	Lettland	X				X													
2019	CHIATANTE, G., GIORDANO, M., MERIGGI, A. (2019): Bird Diversity in Short Rotation Coppice in Northern Italy. <i>Ardea</i> 107: 5-17. DOI: 10.5253/arde.v107i1.a10	Italien			X			X	X											
2019	FELEDYN-SZEW CZYK, B., MATYKA, M., STANIAK, M. (2019): Comparison of the Effect of Perennial Energy Crops and Agricultural Crops on Weed Flora Diversity. <i>Agronomy</i> 2019 (9): 695. DOI: 10.3390/agronomy9110695	Polen	X					X											X	
2020	FEHÉR, A., PINTÉR, E., PRUS, P., KONCEKOVÁ, L. (2020): Dependence of Weed Composition on Cultivated Plant Species and Varieties in Energy-Tree and -Grass Plantations. <i>Agronomy</i> 2020 (10): 1247. DOI: 10.3390/agronomy10091247	Slowakei	X																X	
2020	FEHÉR, A., KONCEKOVÁ, L., HALMOVÁ, D., PRUS, P., IZAKOVIČOVÁ, Z., DRAGOI, M. (2020): Vascular plants diversity in short rotation coppices: a reliable source of ecosystem services or farmland dead loss? <i>iForest</i> 13: 345-350. DOI: 10.3832/for3055-013	Slowakei	X					X	X											
2020	JANICKA M., KUTKOWSKA, A., PADEREWSKI, J. (2020): Diversity of vascular flora accompanying <i>Salix viminalis</i> L. crops depending on soil conditions. <i>Global Ecology and Conservation</i> 23 (2020): e01068. DOI: 10.1016/j.gecco.2020.e01068	Polen	X				X													
2021	JANICKA M., KUTKOWSKA, A., PADEREWSKI, J. (2021): Diversity of Segetal Flora in <i>Salix viminalis</i> L. Crops Established on Former Arable and Fallow Lands in Central Poland. <i>Agriculture</i> 2021 (11): 25. DOI: 10.3390/agriculture11010025	Polen	X				X													
2021	KRIEGEL, P., FRITZE, M.-A., THORN, S. (2021): Surface temperature and shrub cover drive ground beetle (Coleoptera: Carabidae) assemblages in short-rotation coppices. <i>Agricultural and Forest Entomology</i> . DOI: 10.1111/afe.12441	D				X	X													
2021	PORRO, Z., ODICINO, M., BOGLIANI, G., CHIATANTE, G. (2021): Intensive forestry and biodiversity: Use of poplar plantations by woodpeckers in a lowland area of Northern Italy. <i>Forest Ecology and Management</i> 497. DOI: 10.1016/j.foreco.2021.119490	Italien			X				X											
			42	5	31	16	44	34	20	17	14	7	7	2						
			Gefäßpflanzen	Säugetiere	Vögel	Laufkäfer	nur KUP	Acker	Forst/Wald	Grünland	Brachen	Hecke	Sonstige	Aufforstungen						

**Anhang 2: Recherchierte Reviews, Meta-Analysen und Potenzialabschätzungen (n = 23)**  
zum Thema KUP und Biodiversität, sortiert nach Jahr der Publikation.

Jahr	Name der Publikation
1994	CHRISTIAN, D., NIEMI, G., HANOWSKI, J., COLLINS, P. (1994): Perspectives on biomass energy tree plantations and changes in habitat for biological organisms. <i>Biomass and Bioenergy</i> 6 (1–2): 31–39. DOI: 10.1016/0961-9534(94)90082-5
1994	SAGE, R. B., ROBERTSON, P. (1994): Wildlife and game potential of short rotation coppice in the UK. <i>Biomass and Bioenergy</i> 6 (1-2): 41–48. DOI: 10.1016/0961-9534(94)90083-3
1998	CHRISTIAN, D. P., HOFFMAN, W., HANOWSKI, J. M., NIEMI, G. J., BEYEA, J. (1998): Bird and mammal diversity on woody biomass plantations in North America. <i>Biomass and Bioenergy</i> 14 (4): 395–402. DOI: 10.1016/S0961-9534(97)10076-9
1998	SAGE, R. B. (1998): Short rotation coppice for energy. Towards ecological guidelines. <i>Biomass and Bioenergy</i> 15 (1): 39–47. DOI: 10.1016/S0961-9534(97)10055-1
2005	LONDO, M., DEKKER, J., TER KEURS, W. (2005): Willow short-rotation coppice for energy and breeding birds. An exploration of potentials in relation to management. <i>Biomass and Bioenergy</i> 28 (3): 281–293. DOI: 10.1016/j.biombioe.2004.06.007
2008	SCHULZ, U., BRAUNER, O., GRUB, H., NEUENFELDT, N. (2008): Vorläufige Aussagen zu Energieholzflächen aus tierökologischer Sicht. <i>Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie</i> 42 (2): 83–87.
2008	BIELEFELDT, J., BOLTE, A., BUSCH, G., DOHRENBUSCH, A., KROIHER, F., LAMERSDORF, N., SCHULZ, U., STOLL, B. (2008): Energieholzproduktion in der Landwirtschaft. Chancen und Risiken aus Sicht des Natur- und Umweltschutzes. Herausgegeben durch den Naturschutzbund Deutschland (NABU) e.V., Berlin.
2008	SCHULZ, U., BRAUNER, O., GRUB, H., MANNERZ, C. (2010): Zoodiversität - Förderung der Tierwelt auf Kurzumtriebsplantagen. In: DBU – DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT (Hrsg.): Kurzumtriebsplantagen - Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS: 32–43, Osnabrück.
2009	BAUM, S., WEIH, M., BUSCH, G., KROIHER, F., BOLTE, A. (2009): The impact of short rotation coppice plantations on phytodiversity. <i>Appl Agric Forestry Res</i> 59 (3): 163–170.
2009	ROWE, R., STREET, N., TAYLOR, G. (2009): Identifying potential environmental impacts of large-scale deployment of dedicated bioenergy crops in the UK. <i>Renew Sust Energy Rev</i> 13 (1): 271–290. DOI: 10.1016/j.rser.2007.07.008
2009	SCHULZ, U., BRAUNER, O., GRUB, H. (2009): Animal diversity on short-rotation coppices – a review. <i>Appl Agric Forestry Res</i> 59 (3): 171–182.
2010	KROIHER, F., BAUM, S., BOLTE, A. (2010): Pflanzenvielfalt. In: DBU – DEUTSCHE BUNDESSTIFTUNG UMWELT (Hrsg.): Kurzumtriebsplantagen - Handlungsempfehlungen zur naturverträglichen Produktion von Energieholz in der Landwirtschaft. Ergebnisse aus dem Projekt NOVALIS: 26–31, Osnabrück.
2011	RIFFELL, S., VERSCHUYL, J., MILLER, D., WIGLEY, T. (2011): A meta-analysis of bird and mammal response to short-rotation woody crops. <i>Gcb Bioenergy</i> 3 (4): 313–321. DOI: 10.1111/j.1757-1707.2010.01089.x
2011	FLETCHER, R. J., ROBERTSON, B. A., EVANS, J., DORAN, P. J., ALAVALAPATI, J. R. R., SCHEMSKE, D. W. (2011): Biodiversity conservation in the era of biofuels: risks and opportunities. <i>Front. Ecol. Environ.</i> 9 (3): 161–168. DOI: 10.1890/090091
2012	LANGEVELD, H., QUIST-WESSEL, F., DIMITRIOU, I., ARONSSON, P., BAUM, C., SCHULZ, U., BOLTE, A., BAUM, S., KÖHN, J., WEIH, M. (2012): Assessing environmental impacts of short rotation coppice (SRC) expansion: model definition and preliminary results. <i>BioEnergy Research</i> 5 (3): 621–635. DOI: 10.1007/s12155-012-9235-x
2012	STROHM, K., SCHWEINLE, J., LIESEBACH, M., OSTERBURG, B., RÖDL, A., BAUM, S., NIEBERG, H., BOLTE, A., WALTER, K. (2012): Kurzumtriebsplantagen aus ökologischer und ökonomischer Sicht. <i>Arbeitsberichte aus der vTI-Agrarökonomie</i> 06–2012.
2013	DÖPKE, K., MOSCHNER, C. R., HARTUNG, E. (2013): Die ökologischen Aspekte von Kurzumtriebsplantagen – eine Literaturstudie. <i>Landtechnik</i> 68 (1): 33–37.
2015	HAUGHTON, A., BOHAN, D., CLARK, S., MALLOTT, M., MALLOTT, V., SAGE, R. B., KARP, A. (2015): Dedicated biomass crops can enhance biodiversity in the arable landscape. <i>Gcb Bioenergy</i> 8: 1071–1081. DOI: 10.1111/gcbb.12312
2016	MÜLLER-KROEHLING, S. (2016): Biodiversitätsfunktionen und -potenzial von Kurzumtriebsplantagen. <i>LWF Wissen</i> 79: 7–12.
2018	DAUBER, J., BAUM, S., MASUR, D., SEVKE-MASUR, K., GLEMNITZ, M. (2018): Agrarholzanbau und Biodiversität. In: VESTE, M., BÖHM, C. (Hrsg.): Agrarholz–Schnellwachsende Bäume in der Landwirtschaft: 391–432, Berlin, Heidelberg: Springer. DOI: 10.1007/978-3-662-49931-3_12
2019	VANBEVEREN, S., CEULEMANS, R. (2019): Biodiversity in short-rotation coppice. <i>Renew Sust Energy Rev</i> 111: 34–43. DOI: 10.1016/j.rser.2019.05.012
2020	PIOTROWSKA, N., CZACHOROWSKI, S., STOLARSKI, M. (2020): Ground Beetles (Carabidae) in the Short-Rotation Coppice Willow and Poplar Plants—Synergistic Benefits System. <i>Agriculture</i> 10 (12). DOI: 10.3390/agriculture10120648
2020	MÜLLER-KROEHLING, S., HOHMANN, G., HELBIG, C., LIESEBACH, M., LÜBKE-AL HUSSEIN, M., AL HUSSEIN, I., BURMEISTER, J., JANTSCH, M., ZEHLIUS-ECKERT, W., MÜLLER, M. (2020): Biodiversity functions of short rotation coppice stands – results of a meta study on ground beetles (Coleoptera: Carabidae). <i>Biomass and Bioenergy</i> (132): 1–13. DOI: 10.1016/j.biombioe.2019.105416.